

**ÖRNEKLERLE**

**SAP2000 – V17**

Yazarlar

Günay Özmen

Engin Orakdöğen

Kutlu Darılmaz

**BİRSEN YAYINEVİ**

İSTANBUL / 2015

©Bu kitabın her hakkı saklıdır ve yayın hakları "**BİRSEN BASIM, YAYIN, DAĞITIM TİC. ve SANAYİ LİMİTED ŞİRKETİ'ne**" aittir. Bu kitabın tamamı veya herhangi bir bölümü yayınevinin yazılı izni olmaksızın yayınlanamaz, basılamaz, mikrofilme çekilemez, dolaylı dahi olsa kullanılamaz. **TEKSİR, FOTOKOPİ, DİJİTAL veya başka teknikle çoğaltılamaz, bilgisayarlarda, dizgi makinalarında işlenebilecek bir ortama aktarılamaz.**

Aksi davranışlarda bulunanlar 5846 sayılı yasanın 07.06.1995 tarihli değiştirilen 4110 No'lu kanunda belirtilen maddelerce Yazarın ve Yayınevinin maddi ve manevi zararını kabul etmiş olurlar. Bu konunun mercii makamı T.C. İstanbul Mahkemeleri'dir.

Bu kitap T.C. Kültür Bakanlığı bandrolü ile satılmaktadır. Okuyucularımızın bandrolü olmayan kitaplar hakkında yayınevimize bilgi vermesini ve bandrolsüz yayınları satın almamasını diliyoruz.

Kod No : xxxxxxx

ISBN : xxx-xxx-xxx-xxx -x

Sertifika No : xxxxxxx

Kitabın Adı : ÖRNEKLERLE SAP2000 v17

Kitabın Yazarları : Günay ÖZMEN

Engin Orakdöğen

Kutlu DARILMAZ

Yayınlayan :Birsen Yayınevi Ltd. Şti.

Cağaloğlu Yokuşu, Evren Çarşısı, No: 29/13

Cağaloğlu / İSTANBUL

Tel : (0212) 527 85 78 - 522 08 29

Fax : (0212) 527 08 95

e-mail : [birsenyayin@isbank.net.tr](mailto:birsenyayin@isbank.net.tr)

<http://www.birsenyayin.net>

Baskı : Cenkler Matbaacılık Amb. San. ve Tic. Ltd. Şti.

İbrahim Karaoğlanoğlu Cad. Civan Sok. No: 7/1

Seyrantepe / İstanbul

Tel : (0212) 264 18 21 - 269 04 99 - 283 02 77

Fax : (0212) 264 05 31

e-mail : [cenkler@cenkler.com](mailto:cenkler@cenkler.com)

# İÇİNDEKİLER

<b>GENEL KULLANIM İLKELERİ.....</b>	<b>1</b>
<b>KOORDİNAT SİSTEMLERİ VE GRİD ÇİZGİLERİ.....</b>	<b>2</b>
<b>ÇUBUK ve ALAN 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: Elastik Mesnetli Basit çerçeve.....</b>	<b>48</b>
<b>ÖRNEK 3: Betonarme Kutu Kesit.....</b>	<b>68</b>
<b>ÖRNEK 4: Değişken Kesitli Köprü Kirişi.....</b>	<b>80</b>
<b>ÖRNEK 5: Helisel Merdiven .....</b>	<b>91</b>
<b>ÖRNEK 6: Uzay Kafes Sistem (1).....</b>	<b>105</b>
<b>ÖRNEK 7: Uzay Kafes Sistem (2).....</b>	<b>123</b>
<b>ÖRNEK 8: Boşluklu Perde .....</b>	<b>139</b>
<b>ÖRNEK 9: Kaset Döşeme .....</b>	<b>157</b>

<b>ÖRNEK 10: 4 Katlı Betonarme Yapı .....</b>	<b>172</b>
<b>ÖRNEK 11: 4 Katlı Betonarme Yapı (Temel+Üst Yapı Birlikte) .....</b>	<b>215</b>
<b>ÖRNEK 12: Betonarme Uzay Çerçeve .....</b>	<b>257</b>
<b>ÖRNEK 13: Kirişsiz Döşeme .....</b>	<b>267</b>
<b>ÖRNEK 14: Radye Temel .....</b>	<b>280</b>
<b>ÖRNEK 15: Elastik Zemine Oturan Temel Kirişi .....</b>	<b>294</b>
<b>ÖRNEK 16: Betonarme Kabuklu Çerçeve .....</b>	<b>313</b>
<b>ÖRNEK 17: Betonarme Çerçeve Analiz ve Boyutlandırması .....</b>	<b>324</b>
<b>ÖRNEK 18: Kafes Sistem Analizi ve Boyutlandırması .....</b>	<b>348</b>
<b>ÖRNEK 19: Döşeme Sistemi .....</b>	<b>364</b>
<b>ÖRNEK 20: Ardgermeli Basit Kiriş .....</b>	<b>382</b>
<b>ÖRNEK 21: Dışmerkez Çaprazlı Çelik Yapı Sistemi .....</b>	<b>391</b>
<b>ÖRNEK 22: Basit Betonarme Çerçeve Statik İtme analizi .....</b>	<b>433</b>
<b>KAYNAKLAR: .....</b>	<b>455</b>
<b>DİZİN .....</b>	<b>456</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 gibi, istenen türde kesit tanımlamak için, pek çok seçenek vardır. Seçilen veya tanımlanan kesitler sistem elemanlarına atanmaktadır. SAP2000 içindeki standart kesit türlerinin dışında kesit tanımlama işlemi yapılmak istendiğinde programın içinde 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.
5. **Çözüm (Analiz)** : Sistem modelinin malzeme, kesit özellikleri ve yüklemeleri ile birlikte tanımlanması bittikten sonra Çözüm (Analiz) yapılır. Çözüm sonuçları da SAP2000 ekranında görüntülenmektedir. Bu görüntü üzerinde istenen her türlü ayrıntı

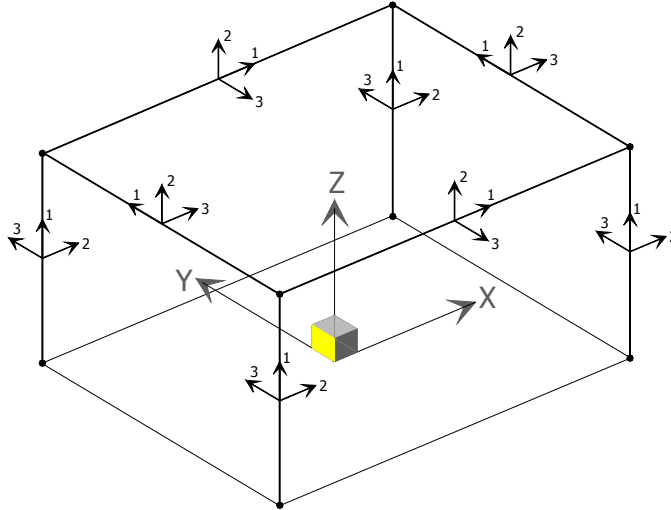
ayrıca görüntülenip incelenebilir. İstenirse, çözüm sonuçları bir dosyaya yazdırılıp orada incelenebilir veya bastırılabilir.

6. **Boyutlandırma** : Çözüm işlemi tamamlandıktan sonra, seçilen bir yönetmeliğin kuralları uygulanarak, çelik, betonarme, alüminyum veya soğukta şekillendirilmiş malzemedan yapılmış yapı sistemlerinin boyutlandırmaları da yapılabilmektedir. Boyutlandırma, program içinde tanımlı ilgili yönetmeliklerden seçilene göre yapılmaktadır. SAP2000 v15.1 sürümünde TS500-2000 yönetmeliği (Deprem Bölgelerinde Yapılacak Binalar Hakkında Yönetmelik 2007 kuralları ile birlikte) programın yönetmelik listesi içine eklenmiştir.

## KOORDİNAT SİSTEMLERİ VE GRİD ÇİZGİLERİ

Sistem modelleri, **Genel** (GLOBAL) bir Koordinat Sistemine göre oluşturulmaktadır. Koordinat sistemi X, Y, Z eksenlerinden oluşan **Kartezyen** bir sistem olabileceği gibi, r,  $\theta$ , z eksenlerinden oluşan **Silindirik** bir sistem olarak da seçilebilir. X, Y, Z eksenleri sağ el kuralına uygun olarak düzenlenmiştir. İstenirse, bir model içinde farklı koordinat sistemleri kullanılıp, model geliştirilirken bir sistemden diğerine geçerek kolaylık sağlanabilir.

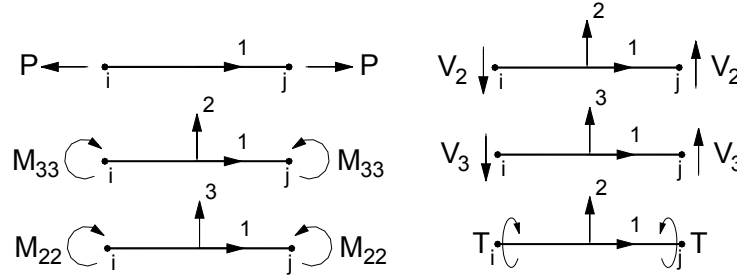
Sistem modelini oluşturan her nesne (Düğüm noktası, çubuk, sonlu eleman....) kendi **Yerel** (LOCAL) eksenine sahiptir. Her nesne için farklı olmak üzere, 1, 2 ve 3 olarak tanımlanan bu eksenler kesit özelliklerinin, yüklerin ve iç kuvvetlerin tanımlanmasında kullanılır. Aşağıdaki şekilde basit bir örnek üzerinde, X, Y, Z Genel sistem eksenleri ile, 1, 2, 3 Yerel eksenleri gösterilmiştir.



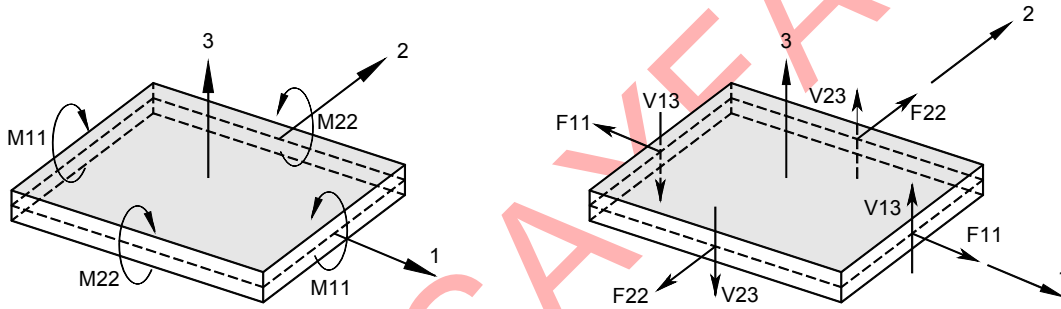
Şekilde görüldüğü gibi, tüm çubuk elemanların 1 eksenleri çubuk doğrultusunda ve çubuğun başlangıç noktasından bitiş noktasına doğrudur (i ucundan j ucuna doğru). Bunlar ekranda kırmızı renkli olarak görünürler.

## ÇUBUK ve ALAN ELEMANLARDA UÇ KUVVETLERİ

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

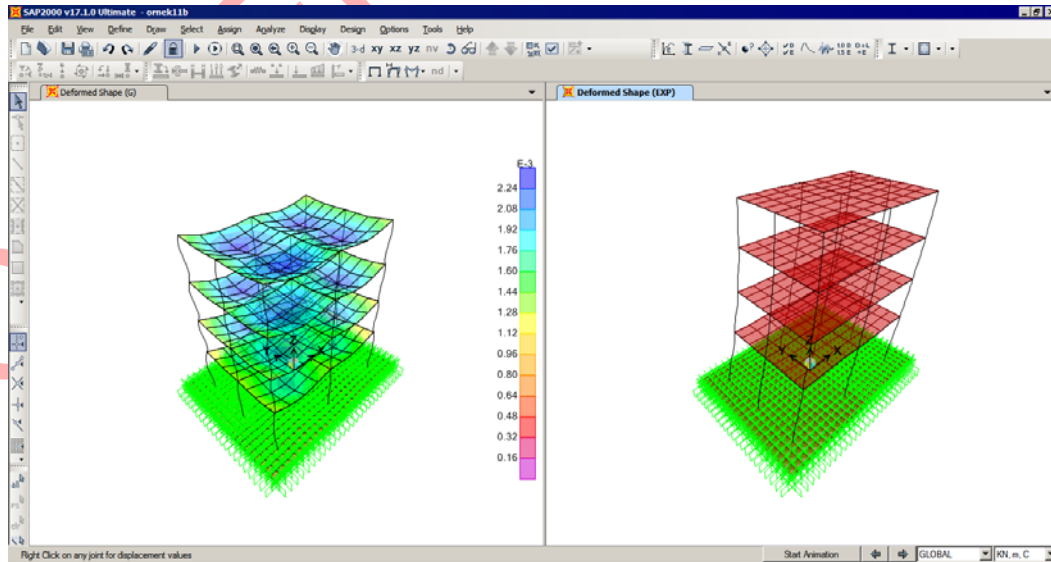


Alan elemanlar (shell/area) için en sık kullanılan iç kuvvetlerinin tanımlanma biçimleri, pozitif yönleri ile birlikte aşağıdaki şekilde gösterilmiştir.






## 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

 ile SAP2000 ekranı geçici olarak kapatılıp Windows ekranının altına bir düğme olarak aktarılır.

 ile SAP2000 ekranının boyutları küçültülür. Küçülen ekranın Ana Başlık bandında bu düğme  biçimini alır ve ekranı yeniden büyütme için kullanılır.


 ile SAP2000 ekranı kapatılır yani programın çalışması sona erdirilir.

**Menüler :** Ana Başlığın altında 13 adet **Menü** bulunur (Not: Bu sayı programın lisans türüne göre farklılık gösterebilir). Bunlar SAP2000 ile ilgili tüm işlemleri gerçekleştiren, yani komutlara, alt komutlara ve ileti kutularına erişimi sağlayan **Çekme** (Pull-down) menülerdir. Bu menülerin herbiri ile ilgili açıklamalar aşağıda ayrıca verilecektir.

**Üst Düğmeler :** Menülerin altında, uygulamada sıkça kullanılan komut ve alt komutlara hızlı erişimi sağlayan simgelerden oluşan **Düğmeler** vardır. Üst bölümdeki düğmeler genel olarak File, View, Assign ve Display menülerindeki komut ve alt komutlarla ilgilidir. Düğmelerin üzerinde sağ mouse tuşuna basarak farklı türden düğme menülerin ekranda görünmesi veya görünmemesi sağlanabilmektedir.

**Yan Düğmeler :** SAP2000 Ekranının sol tarafında, yine sıkça kullanılan ve bazı komut ve alt komutlara hızlı erişimi sağlayan düğme vardır. Bu bölümdeki düğmeler, Draw ve Select menülerindeki komut ve alt komutlarla ilgilidir.

Başlangıçta düğmelerin tümü aktif değildir. Model geliştikçe, uygulanan komuta bağlı olarak gereken (ilgili) düğmeler aktif hale gelir. Üst ve Yan Düğmelerin hemen tümüne ait işlevlere Menülerdeki komut veya alt komutlarla da erişilebilir. Düğmeler ile ilgili açıklamalar aşağıda ayrıca verilecektir.

**Görüntü Penceresi :** Ekranın büyük bölümünü kaplayan **Görüntü Penceresi** (Display Window), sistem modelini geometrik bir çizim olarak gösterir. Çizim üzerinde koordinat eksenleri ve grid çizgileri ile birlikte tüm nesnelere (düğüm noktaları, mesnetler, çubuklar, sonlu elemanlar...) görünür. İstenirse kesit, yükleme v.b. özellikler de görüntülenebilir. Çözüm sonuçları da Görüntü Penceresi üzerinde gösterilmektedir. İstenirse 1'den fazla pencere açılıp sonuçlar, değişik görüntü ve/veya özellikler içeren, çok sayıda pencereden izlenebilir. Bu durumda sadece bir pencere **Aktif** durumdadır. Herhangi bir pencereyi aktif duruma getirmek için o pencerenin üzerine tıklamak, pencereyi kapatmak için de o pencereye ait Başlık Çubuğunun adının sağındaki  işaretini tıklamak gerekir.

**Durum Çubuğu :** SAP2000 ekranının alt tarafında, programın çalışma durumu hakkında bilgiler içeren Durum Çubuğu bulunur. Çubuğun sol tarafında görünüm ve seçim bilgileri bulunur. Sağ tarafta Seçim Aracının (Pointer) koordinatları vardır. Çözümünden sonra burada, değişik yüklemelere ait yerdeğiştirmelerin (veya değişik modlara ait mod biçimlerinin) görüntülenmesi ile ilgili düğmeler belirir. En sağda birim seçimini sağlayan bir açılır liste vardır.

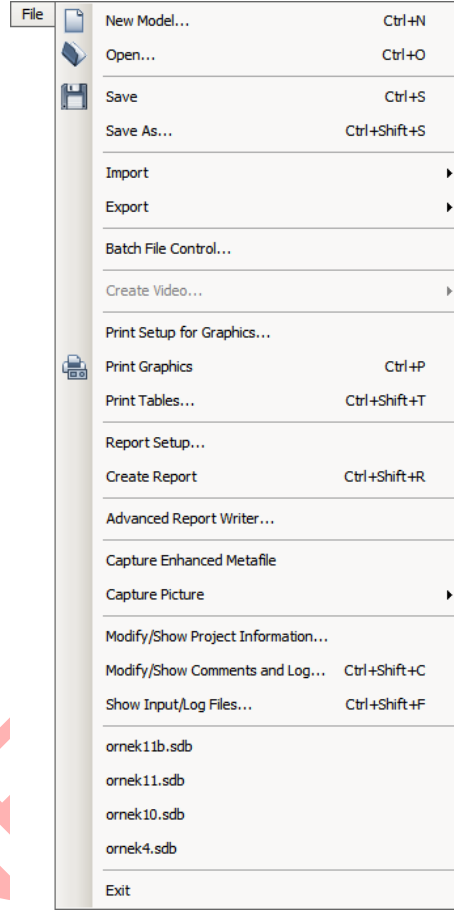
## SAP2000 GENEL MENÜ DÜZENİ

Yukarıda belirtildiği gibi, SAP2000 yazılımı ile çeşitli işlemleri gerçekleştirmek için kullanılan 13 adet çekme (pull-down) Menü vardır. Bunlar ekranın en üst bölümünde yer almaktadırlar.

File Edit View Define Draw Select Assign Analyze Display Design Options Tools Help

Aşağıda bu Menüler sıra ile ele alınarak her birine ait komutların işlevleri açıklanacaktır.

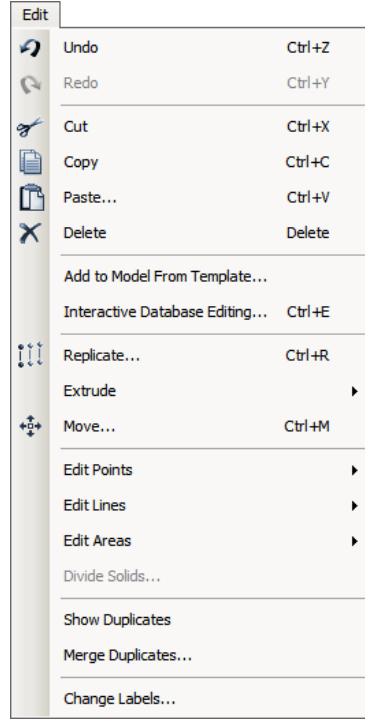
### File Menüsü :



Bu menü altındaki komutlar ve alt komutlar yardımıyla yeni çalışma başlatma, dosya kayıt işlemleri, çalışmanın başka ortamlara aktarılması veya başka ortamlardan bilgi aktarımı, çıktı oluşturma gibi işlemler gerçekleştirilir. Şekilde görüldüğü gibi, bazı komutların sol taraflarında küçük şekiller (ikonlar) vardır. Bunlar bu komutlara kolayca ulaşmak için düzenlenmiş olan düğmeleri tanıtmaktadır. Komutlara düğmeler aracılığı ile erişmek daha pratik olmaktadır. Ayrıca bazı komutların sağ taraflarında da Ctrl+N, Ctrl+O, F12 gibi tuş isimleri bulunmaktadır. Bunlar aracılığı ile de ilgili komutlara klavye aracılığı ile erişmek mümkün olmaktadır. Aşağıda bu menüye ait komutların işlevleri açıklanacaktır.

**New Model...** : Yeni bir sistem modeli oluşturmak.

**Not :** Şekilde görüldüğü gibi bazı komutların sağ tarafında **üç nokta** bulunmaktadır. Bu noktaların bulunduğu komutların seçilmesi halinde, ekrana çeşitli bilgiler ve alt komut düğmelerinin bulunduğu **İleti Kutuları** (Dialog Boxes) gelir ve işlemler buradaki düğmeler yardımı ile sürdürülür. Burada İleti Kutuları ile ilgili ayrıntılı açıklamalar verilmeyecektir. İleti Kutularındaki düğmelerin nasıl kullanıldıkları, ileride örnekler üzerinde açıklanacaktır.

**Edit Menü :**

Bu menüdeki komutlar ile sistem elemanlarının düzenlenmesi, kopyalanması, çoğaltılması, silinmesi, yeniden adlandırılması gibi işlemler yapılabilir.

**Undo** : Yapılan son işlemi geçersiz kılmak. Bu komut birkaç kez ard arda kullanılarak çok sayıda işlem geçersiz kılınabilir.

**Redo** : Geçersiz kılınmış olan işlemi tekrarlamak.

**Cut** : Seçilen nesnelere sistemden çıkararak (silerek) belleğe almak.

**Copy** : Seçilen nesnelere kopyalayarak belleğe almak.

**Paste** : Belleğe alınan nesnelere sisteme eklemek (yapıştırmak).

**Delete** : Seçilen nesnelere silmek.

**Add To Model From Template...** : Sisteme programın içinde bulunan şablonlardan eklemeler yapmak.

**Interactive Database Editing...** : Etkileşimli olarak veri tabanı dosyası üzerinde model bilgilerinin düzenlenmesini yapmak.

**Replicate...** : Seçilen nesnelere çoğaltma işlemi yapmak.

**Extrude** : Seçilen nesnelere daha yüksek boyutlu nesnelere dönüştürmek. Örneğin seçilen bir çubuktan Alan (Area-Shell) veya alandan katı eleman (solid) oluşturmak .

**Move...** : Seçilen nesnelere yerlerini değiştirmek.

**Edit Points...** : Noktasal nesnelere düzenleme

**Edit Lines...** : Çubuk elemanları düzenleme

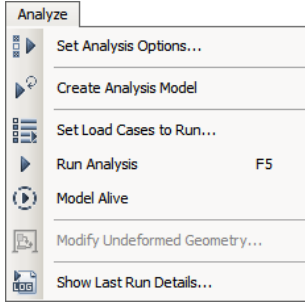
**Edit Areas...** : Alansal nesnelere düzenleme

**Divide Solids...** : 3 boyutlu nesnelere bölme

**Show Duplicates** : Sistemde yinelenmiş elemanları göstermek.

**Merge Duplicates...** : Yinelenmiş elemanları birleştirmek.

**Change Labels...** : Eleman numaralarını (etiketlerini) değiştirmek.

**Analyze Menüsü :**

Bu menüdeki komutlar ile sistemin çözümü (analizi) yapılır.

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

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

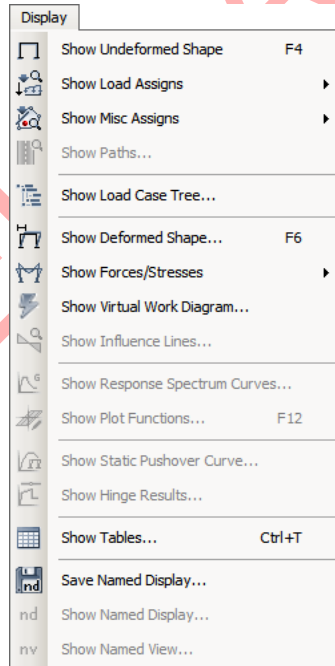
**Set Load Cases to Run...** : Çözümde kullanılacak yükleme durumlarını saptamak.

**Run Analysis:** Çözüme başlamak.

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

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

**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 görünümü elde edilebilir.

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

**Show Load Assigns :** Yüklemeleri göstermek.

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

**Show Lanes** : Köprü hesaplarında şeritleri göstermek.

**Show Deformed Shape...** : Şekildeğiştirmiş durumu göstermek.

**Show Forces/Stresses** : Eleman iç kuvvetlerini veya gerilmelerini göstermek.

**Show Bridge Forces/Stresses** : Köprü eleman iç kuvvetlerini veya gerilmelerini göstermek.

**Show Virtual Work Diagram** : Enerji veya Virtüel İş diyagramlarını göstermek.

**Show Influence Lines/Surfaces** : Tesir çizgilerini veya yüzeylerini göstermek.

**Show Response Spectrum Curves** : Zaman tanım alanında çözümlenmeden elde edilen Tepki Spektrumu eğrilerini göstermek.

**Show Plot Functions** : Zaman tanım alanında çözüm sonucu elde edilen değerlerin değişimlerinin grafiğinin çizimini sağlamak.

**Show Static Pushover Curve** : Yük Artımı (Pushover) çözümlenmesi sonuçlarını göstermek.

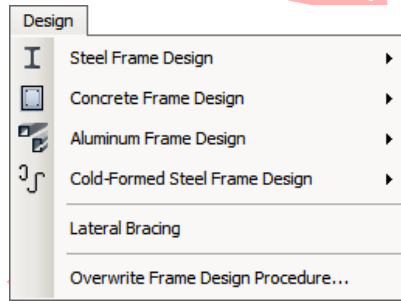
**Show Hinge Results**: Plastik mafsal sonuçlarını ekranda göstermek.

**Show Tables...** : Giriş bilgilerini, analiz sonuç bilgilerini tablo biçiminde ekranda göstermek.

**Save Named Display**: Seçilen bir görünümü kaydetmek.

**Show Named Display**: Seçilen bir görünümü göstermek.

#### Design Menüsü :



SAP2000 ile boyutlandırma yapmak için bu menü kullanılabilir.

**Steel Frame Design** : Çelik boyutlandırma yapmak.

**Concrete Frame Design** : Betonarme boyutlandırma yapmak.








**Aluminum Frame Design** : Alüminyum boyutlandırma yapmak.

**Cold-Formed Steel Frame Design** : Soğukta şekil verilmiş çelik için boyutlandırma yapmak.

**Lateral Bracing**: Çapraz sistem tasarımı yapmak.

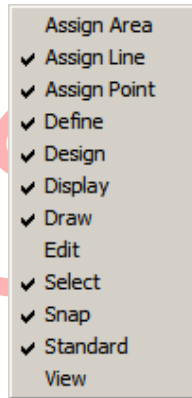
**Overwrite Frame Design Procedure...**: Çubuk eleman için boyutlandırma bilgilerini değiştirmek.



	Select	Select using Intersecting Line	Kesme çizgisi ile seçim
	Draw	Snap to.../Points and Grid Intersections	Düğüm noktaları ile grid çizgilerinin kesiştiği noktalara kilitlenme
	Draw	Snap to.../Ends and Midpoints	Uç ve Orta noktalara kilitlenme
	Draw	Snap to.../Intersections	Kesişme noktalarına kilitlenme
	Draw	Snap to.../Perpendicular Projections	Dik çıkma noktasına kilitlenme
	Draw	Snap to.../Lines and Edges	Çizgilere ve kenarlara kilitlenme
	Fine Grid		Duyarlılığı yüksek kenetlenme








### Ek Düğmeler :

Yukarıda belirtildiği gibi SAP2000 ekranında, uygulamada sıkça kullanılan komut ve alt komutlara hızlı erişimi sağlayan, simgelerden oluşan **Düğme** menüler vardır. İstenirse SAP2000'in **Kişiselleştirme** olanaklarından yararlanarak bu düğmelerin bazıları çıkarılabilir veya yeni düğmeler eklenebilir. Bunun için, ekranın Menü bölümüne gidip mouse sağ tuşunu tıklamak gerekir.



Görüldüğü gibi ileti kutusundaki bazı başlıklar işaretlenmiştir. Bunlar standard düğmeler ile ilgili başlıklardır. İstenirse diğer başlıklardan biri veya birkaçı da işaretlenerek bunlara ait düğmelerin de ekranda görünmesi sağlanabilir. Uygulamada sıkça kullanılan gruplara ait düğmelerin özellikleri aşağıda tablolarda açıklanmıştır.







**View Düğmeleri :**

Düğme	Menü	Komut/Alt Komut	Açıklama
		Show Joints	Noktaları gösterme
		Show Frames	Çubukları gösterme
		Show Shells	Sonlu Elemanları gösterme
	View	Show Grid	Grid çizgilerini gösterme
	View	Show Axes	Eksenleri gösterme
	View	Show Selection Only	Sadece seçilmiş nesnelere gösterme
	View	Show All	Tüm eleman ve düğüm noktalarını gösterme











**Edit Düğmeleri :**

Düğme	Menü	Komut/Alt Komut	Açıklama
	Edit	Cut	Seçilen nesnelere kesme
	Edit	Copy	Seçilen nesnelere kopyalama
	Edit	Paste	Kopyalanmış veya kesilmiş nesnelere yapıştırma
	Edit	Delete	Seçilen nesnelere silme
	Edit	Replicate	Seçilen nesnelere çoğaltma
	Edit	Merge Joints	Noktaları birleştirme
	Edit	Align Points	Noktaları hizaya getirme
	Edit	Move	Seçilen nesnelere yerlerini değiştirme
	Edit	Mesh Areas	Sonlu elemanları parçalara bölme
	Edit	Join Frames	Çubukları birleştirme
	Edit	Divide Frames	Çubukları parçalara ayırma








**Point Düğmeleri :**

Düğme	Menü	Komut/Alt Komut	Açıklama
	Assign	Joint/Restraints	Noktaya yerdeğiştirme kısıtlamaları atama
	Assign	Joint/Springs	Noktaya yay(lar) atama
	Assign	Joint/Masses	Noktaya kütle(ler) atama
	Assign	Joint/Panel Zones	Panel davranışı tanımlama
	Assign	Joint Loads/Forces	Noktaya yük(ler) atama
	Assign	Joint Loads/Displacements	Noktaya yerdeğiştirme(ler) atama











**Assign Line Düğmeleri :**

Düğme	Menü	Komut/Alt Komut	Açıklama
	Assign	Frame/Cable/Sections	Çubuğa kesit atama
	Assign	Frame/Cable/Releases/Partial Fixity	Çubuğa mafsal/elastik birleşim atama
	Assign	Frame/Cable/End (Length) Offsets	Çubuğa rijit bölgeler atama
	Assign	Frame/Cable/Output Stations	Çubuğa çıktı noktaları atama
	Assign	Frame/Cable/Local Axes	Çubuğa yerel eksenler atama
	Assign	Frame/Cable/Line Springs	Çubuğa yay atama
	Assign	Frame/Cable/Additional Line Mass	Çubuğa çizgisel kütle atama
	Assign	Frame Loads/Point	Çubuğa tekil yük atama
	Assign	Frame Loads/Distributed	Çubuğa yayılı yük atama
	Assign	Frame Loads/Temperature	Çubuğa sıcaklık değişmesi atama

**Assign Area Düğmeleri :**

Düğme	Menü	Komut/Alt Komut	Açıklama
	Assign	Area/Sections	Sonlu elemana kesit atama
	Assign	Area/ Area Stiffness Modifiers	Sonlu elemana rijitlik düzeltme katsayıları atama
	Assign	Area/Local Axes	Sonlu elemana yerel eksenler atama
	Assign	Area/Area Springs	Sonlu elemana yay katsayıları atama
	Assign	Area/Additional Distributed Mass	Sonlu elemana düzgün yaylı kütle atama
	Assign	Area Loads/ Uniform (Shell)	Sonlu elemana düzgün yaylı yük atama
	Assign	Area Loads/ Temperature (All)	Sonlu elemana sıcaklık değişmesi atama

**Define Düğmeleri :**

Düğme	Menü	Komut/Alt Komut	Açıklama
	Define	Materials	Malzeme özellikleri tanımlama
	Define	Frame/Cable Sections	Çubuk kesiti tanımlama
	Define	Area Sections	Sonlu eleman kesiti tanımlama
	Define	Mass Source	Kütle kaynağı tanımlama
	Define	Joint Constraints	Düğüm noktası yerdeğiştirme kısıtlamaları tanımlama
	Define	Load Patterns	Yüklemeleri tanımlama
	Define	Functions→ Response Spectrum	Spektrum fonksiyonlarını tanımlama
	Define	Functions→ Time History	Zaman tanım alanı fonksiyonlarını tanımlama
	Define	Load Cases	Analiz tiplerini ve özelliklerini tanımlama
	Define	Load Combinations	Yükleme birleşimlerini (kombinasyonları) tanımlama

Seçim işlemlerini kolaylaştırmak için, özel komutlar ve düğmeler vardır. Örneğin yan bölüm'deki



**Select All** (Tümünü Seç) düğmesi ile ekrandaki tüm nesnelere seçilebilir.

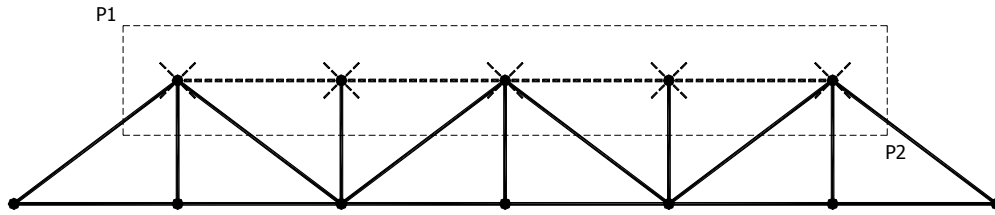



**Restore Previous Selection** (Önceki Seçimi Tekrarlama) düğmesi ile, bir önceki seçimde seçilmiş olan nesnelere yeniden seçilebilir.




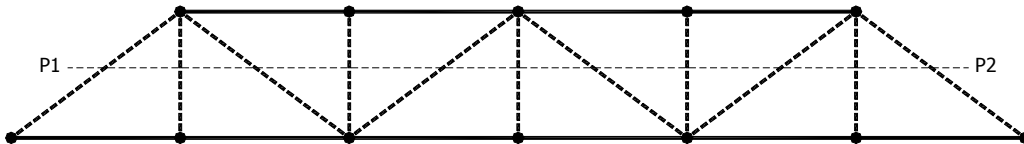
**Clear Selection** (Seçimi Temizle) düğmesi ile de yapılmış bir seçim yok edilebilir.

Kolaylık sağlayan bir başka seçim yöntemi de, mouse yardımı ile oluşturulacak **Pencere ile Seçim**'dir. Bu yöntem ile karşılıklı 2 nokta ile bir pencere tanımlanır ve pencere içindeki tüm nesnelere seçilmiş olur. Bu işlemi gerçekleştirmek için, **P1** noktasına gelerek mouse sol tuşuna basılır ve basılı tutularak **P2** noktasına kadar sürüklenir.



Gerek  düğmesi ile gerekse pencere ile yapılan seçimlerde, çubuk veya plak elemanlarla birlikte, düğüm noktaları da seçilmektedir. Seçimden sonra yapılacak işlemlerde, bu nesnelere istenilenler kullanılabilir. Kullanılmayan nesnelere, seçim sonrası işlemlerde rol oynamazlar.

Bir başka seçim yöntemi de,  **Select using Intersecting Line** (Kesen Çizgi ile Seçim) düğmesini kullanmaktır. Bu yöntemde **P1** noktasına gelerek mouse sol tuşuna basılır ve **P2** noktasına kadar bir çizgi oluşturacak biçimde sürüklenir. Çift tıklayarak veya klavyede Enter tuşuna basarak seçim işlemi tamamlanır. Böylece tanımlanan çizginin kestiği tüm elemanlar seçilmiş olur.



## YARDIMCI BİLGİLER

Uygulamada kullanılan malzeme özellikleri için değerler ve katsayılar aşağıda özetlenmiştir.

Beton Sınıfı	$E_c$ [N/mm <sup>2</sup> ] (28 Günlük)	$f_{ck}$ [N/mm <sup>2</sup> ]	$f_{cd}$ [N/mm <sup>2</sup> ] ( $\gamma_c=1.5$ için)	$f_{ctk}$ [N/mm <sup>2</sup> ]
BS14 (C14)	26000	14	9.3	1.3
BS16 (C16)	27000	16	10.7	1.4
BS18 (C18)	27500	18	12.0	1.5
BS20 (C20)	28000	20	13.3	1.6
BS25 (C25)	30000	25	16.7	1.8
BS30 (C30)	32000	30	20.0	1.9
BS35 (C35)	33000	35	23.3	2.1
BS40 (C40)	34000	40	26.7	2.2
BS45 (C45)	36000	45	30.0	2.3
BS50 (C50)	37000	50	33.3	2.5

$f_{ck}$ : Karakteristik silindir basınç dayanımı

$f_{cd}$ : Beton tasarım basınç dayanımı ( $f_{ck}/\gamma_c$ )

$f_{ctk}$ : Beton karakteristik eksenel çekme dayanımı

$$E_{cj} = 3250\sqrt{f_{ckj}} + 14000 \quad (\text{Birimler N/mm}^2)$$

$$f_{ctk} = 0.35\sqrt{f_{ck}} \quad (\text{Birimler N/mm}^2)$$

Donatı Çeliği Elastisite Modülü :  $E_s=2 \times 10^5 \text{ N/mm}^2$

Isıl genleşme katsayıları

Beton  $\alpha = 1.0 \times 10^{-5} \text{ } 1/^\circ\text{C}$

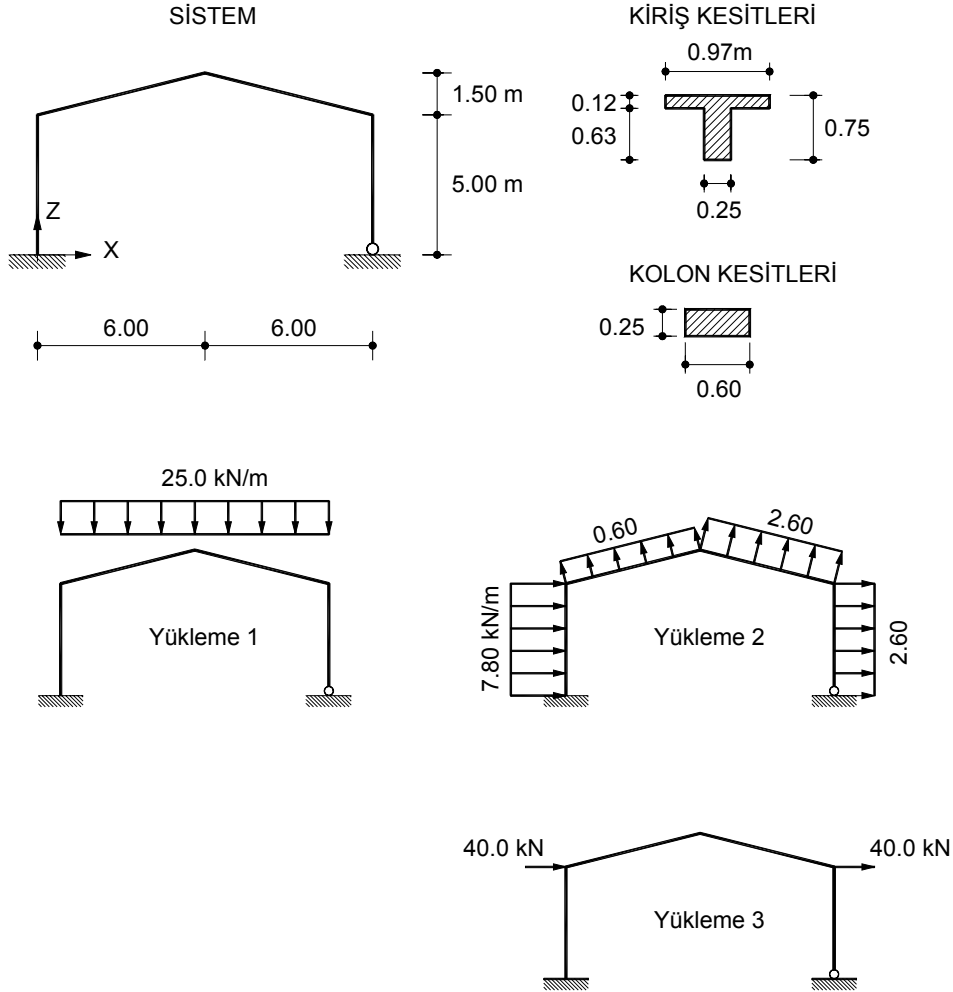
Çelik  $\alpha = 1.2 \times 10^{-5} \text{ } 1/^\circ\text{C}$

Betonarme

Birim hacim ağırlığı :  $25 \text{ kN/m}^3$


Birim hacim kütlesi :  $25/9.81=2.55 \text{ kN-s}^2/\text{m}$

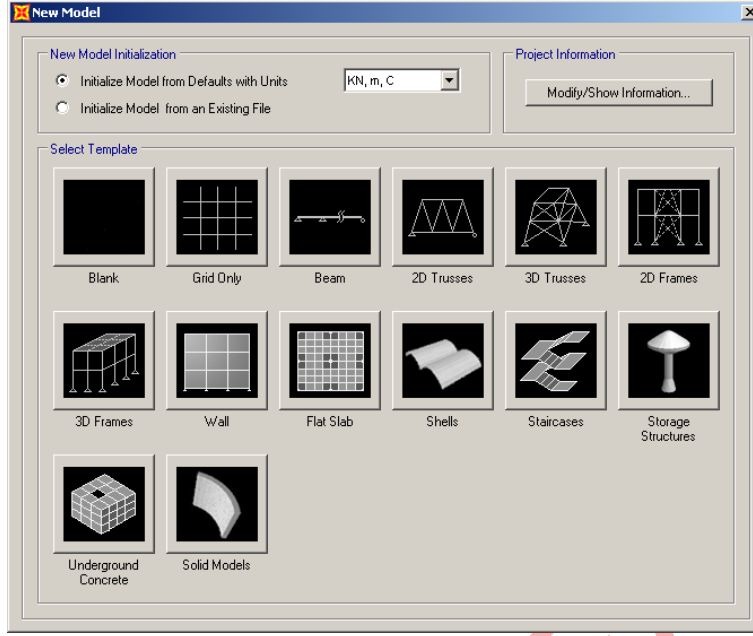
## ÖRNEK 1: Betonarme Çerçeve



Geometrik özellikleri ve yükleri şekilde görülen tek açıklıklı çerçeve, 3 farklı 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.



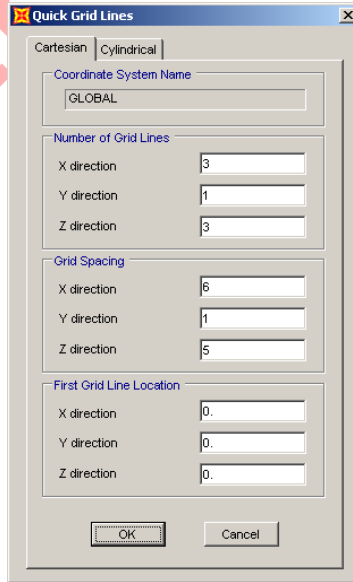
3. Bu işlem, modeli oluşturmakta kullanılacak koordinat sistemini ve yardımcı çizgileri tanımlamak için gerekli **Quick Grid Lines** iletici kutusunu ekrana getirecektir. Bu iletici kutusunun

**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.




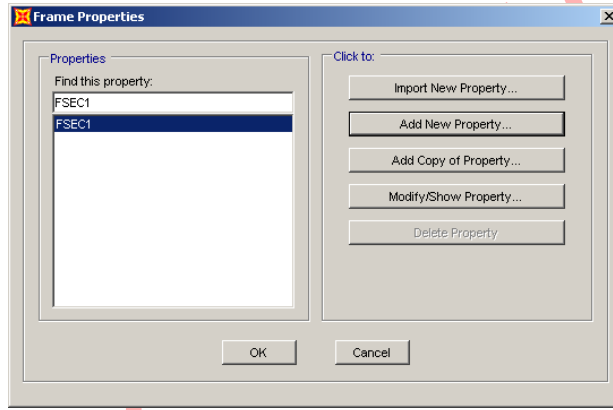


- **Material Name** yazı kutucuğuna **MAT** yazınız.
- **Material Type** bölümünde **Other** seçeneğine tıklayınız.
- **Weight per unit Volume** (Birim Hacim Ağırlığı) yazı kutucuğuna **0**
- **Modulus of Elasticity** (Elastisite modülü) yazı kutucuğuna **3E7**
- **Poisson's Ratio** (Poisson oranı) yazı kutucuğuna **0.2**
- **Coeff of Thermal Expansion** (Isıl genleşme katsayısı) yazı kutucuğuna **0** yazınız.
- **2** kez **OK** düğmesine basınız.

26. Böylece kullanılacak malzeme tanımlanmış olmaktadır. Örnek sistemde verilen yüklerin elemanların kendi ağırlıklarını içerdiği varsayılmıştır. Bu nedenle **Weight per unit Volume** (malzeme birim hacim ağırlığı) değeri **0** olarak tanımlanmıştır. Benzer biçimde örnek sistem için sıcaklık değişmesi hesabı yapılmayacağından ısı genleşme katsayısı değeri **0** olarak alınmıştır.

#### Kesit Özelliklerinin Tanımlanması ve Çubuklara Atanması:

27. **Define** menüsünden **Section Properties** → **Frame Sections...** komutunu seçiniz veya  düğmesine basınız. Yeni kesit oluşturmak için ekrana gelen ileti kutusunda **Add New Property...** (Yeni kesit özelliği ekle) düğmesine basınız.

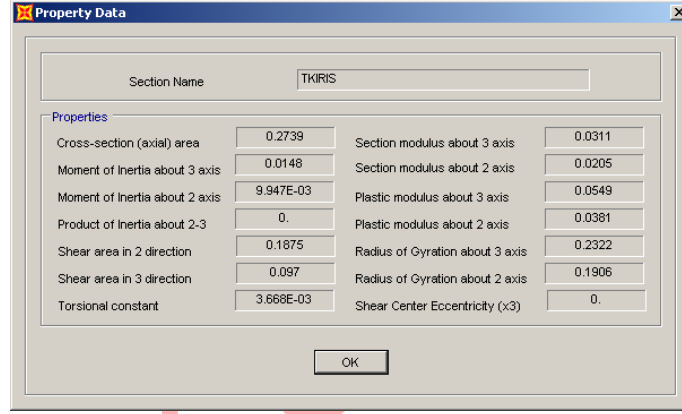
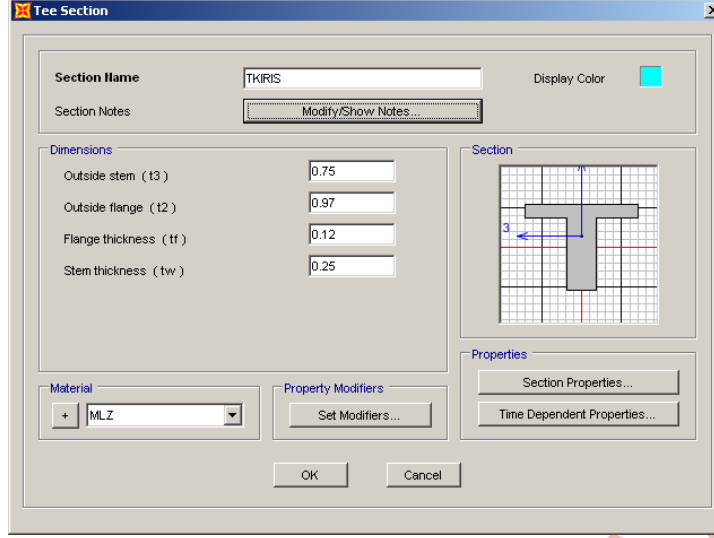


28. Tablalı giriş kesitlerini tanımlamak için **Tee** seçeneğine tıklayınız.

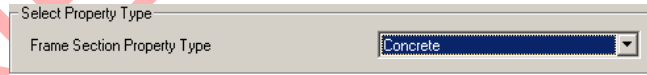


29. Ekrana T kesit boyutlarının girileceği yeni bir ileti kutusu gelecektir. Bu ileti kutusunda,

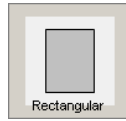
- **Material** açılır listesinden **MLZ** malzemesini seçiniz.
- **Outside stem (t3)** yazı kutucuğuna **0.75**
- **Outside flange (t2)** yazı kutucuğuna **0.97**
- **Flange thickness (tf)** yazı kutucuğuna **0.12**
- **Stem thickness (tw)** yazı kutucuğuna **0.25**
- **Section Name** (Kesit adı) yazı kutucuğuna **TKIRIS** yazınız. (Burada Türkçe karakterlerin kullanılmaması önerilir.)
- Kesit özelliklerini (alan, eylemsizlik momenti vb.) görmek için, **Section Properties...** düğmesine basınız. Ekrana oluşturulan kesitin çeşitli özelliklerini gösteren yeni bir ileti kutusu gelecektir.
- **2** kez **OK** düğmesine basınız.



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** açılır listesinden **Concrete**'i seçiniz.



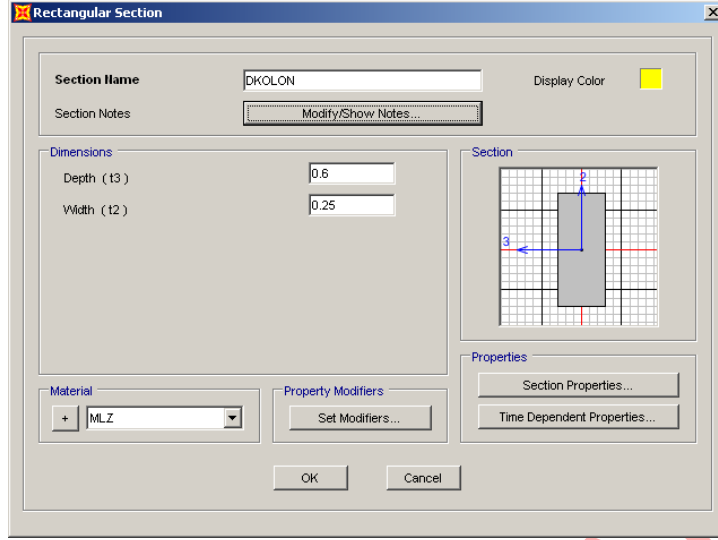
32. Dikdörtgen kesitleri tanımlamak için **Rectangular** seçeneğine tıklayınız.



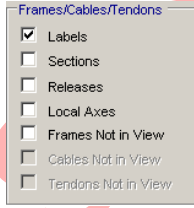
33. Ekranı dikdörtgen kesit boyutlarının tanımlanacağı yeni bir ileti kutusu gelecektir.

Bu ileti kutusunda,

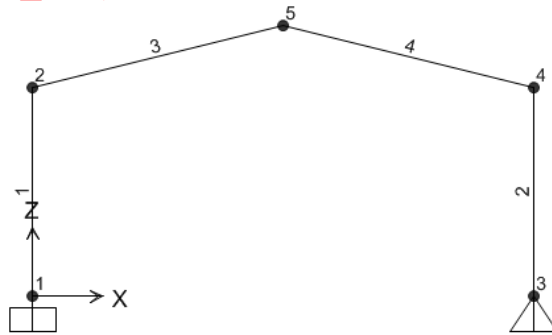
- **Depth (t3)** yazı kutucuğuna **0.60**
- **Width (t2)** yazı kutucuğuna **0.25** yazınız.
- **Material** açılır listesinden **MLZ** malzemesini seçiniz.
- **Section Name** (Kesit adı) yazı kutucuğuna **DKOLON** yazınız.
- Kesit özelliklerini görmek için yine **Section Properties** düğmesine basılabilir.
- **3** kez **OK** düğmesine basınız.





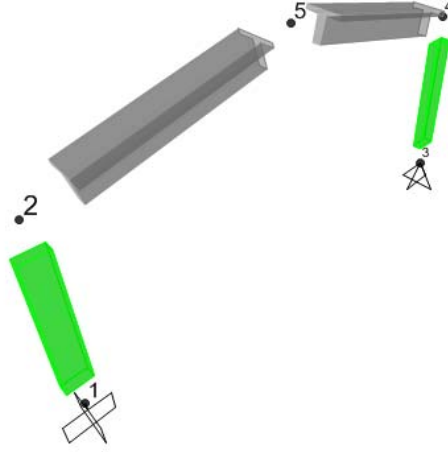
34. Bu işlemlerden sonra kesitler tanımlanmış olacaktır.
35.  **Set Display Options** düğmesine basınız, ekrana gelen ileti kutusunun **Frames/Cables/Tendons** bölümündeki **Labels** radyo düğmesini seçili duruma getiriniz ve **OK** düğmesine basınız. Bu işlem ekranda çubuk elemanların numaralarının da gösterilmesini sağlamaktadır.



36. Sırasıyla eğik kirişleri gösteren **3** ve **4** No.lu çubukları seçiniz. Seçme işlemi mouse imlecini çubukların üzerine getirip sol mouse tuşu ile tıklayarak yapılmaktadır. Seçilen çubuklar ekranda kesikli çizgili olarak görünürler. Yanlış seçim yapılmışsa, ilgili çubuğun üzerine tekrar tıklanarak, dolu çizgi haline (seçilmemiş duruma) getirilebilir.



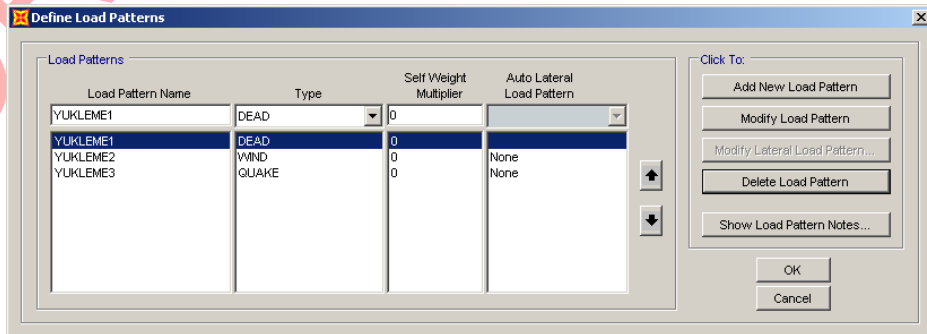
37. Üst bölümdeki ana menüden,  **Assign Frame Sections...** düğmesini tıklayınız. Ekrana gelen ileti kutusundan **TKIRIS** seçeneğini seçerek **OK** düğmesine basınız. Böylece eğimli çatı kirişlerinin kesitleri atanmış olur.
38. Üst bölümdeki simgelerden  **Show Undeformed Shape** düğmesini tıklayınız ve tekrar sadece düğüm noktası ile çubuk eleman numaralarının görünmesini sağlayınız.



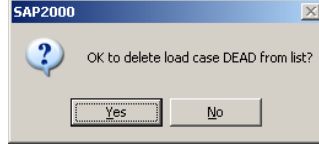
45. Yeniden  **Set Display Options** düğmesine basınız. Ekrana gelen ileti kutusunun,
- **General** bölümündeki **Shrink Objects** (Elemanları kısaltılmış olarak gösterme) kutucuğunu seçili durumdan çıkarınız.
  - **View Type** bölümünde **Standard** radyo düğmesini seçiniz.
  - **View by Colors of** 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:

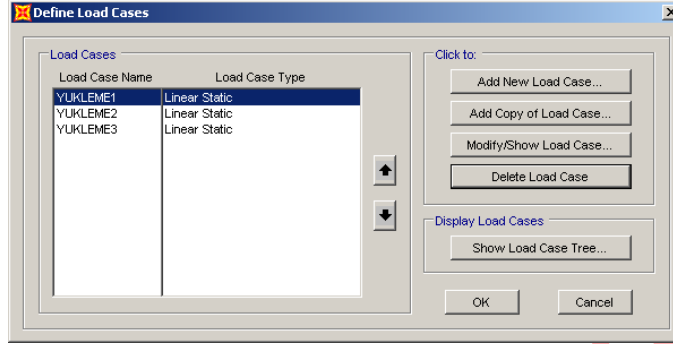
47. **Define** menüsünden **Load Patterns...** komutunu seçiniz veya  **D**  **E** düğmesine basınız. Ekrana gelen **Define Load Patterns** ileti kutusunun,
- **Load Pattern Name** bölümüne **YUKLEME1** yazınız, **Type** bölümündeki açılır listeden **DEAD** seçeneğine tıklayınız, **Self Weight Multiplier** 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.




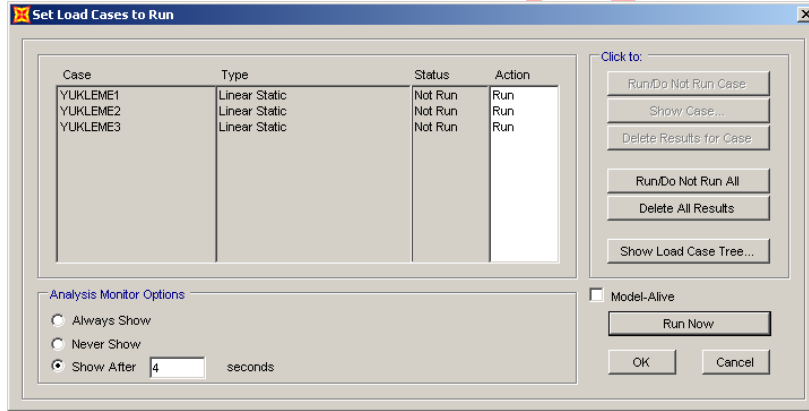




65. Bu durumda, **Load Cases** ileti kutusunda yalnızca **YUKLEME1**, **YUKLEME2** ve **YUKLEME3** kalmalıdır. **OK** düğmesine basarak pencereyi kapatınız.

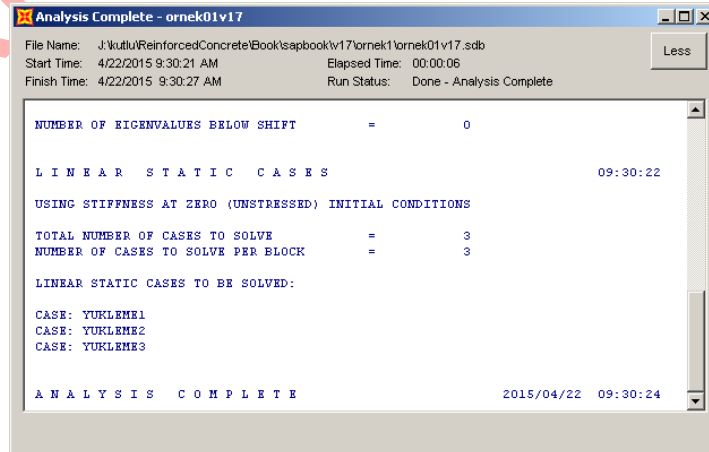


66. Üst bölümdeki **Analyze** menüsünden, **Run Analysis** (Çözüm) düğmesine basarak veya  simgesine basarak analiz işlemine geçiniz. **Run Now** düğmesine basarak sistemin çözümüne başlayınız.

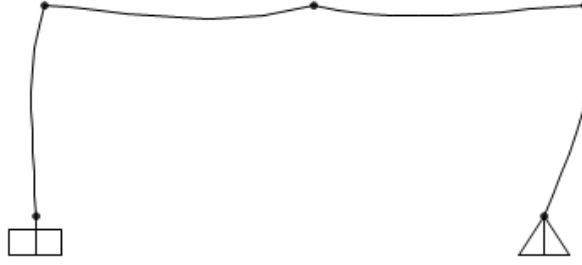



67. Üst bölümdeki **Analyze** menüsünden **Show Last Run Details** seçeneğine tıklayınız.

68. Ekranı gelen ve analiz adımlarını gösteren ileti kutusunda uyarı veya hata mesajları bulunmadığını gördükten sonra ileti kutusunu kapatınız.




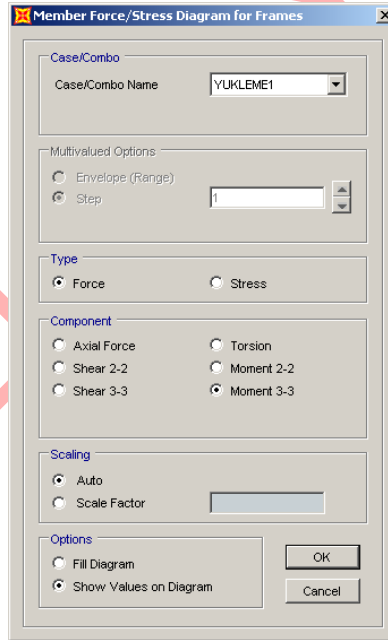
69. Ekranda **YUKLEME1**'e ilişkin sistemin şekildeğiştirilmiş durumu görülecektir.



70. Pencerenin alt bölümündeki konum çubuğunun sağ tarafında bulunan  işaretlerinden sağdakine basarak daha sonraki yüklemelere ait yerdeğiştirme durumları görüntülenebilir.

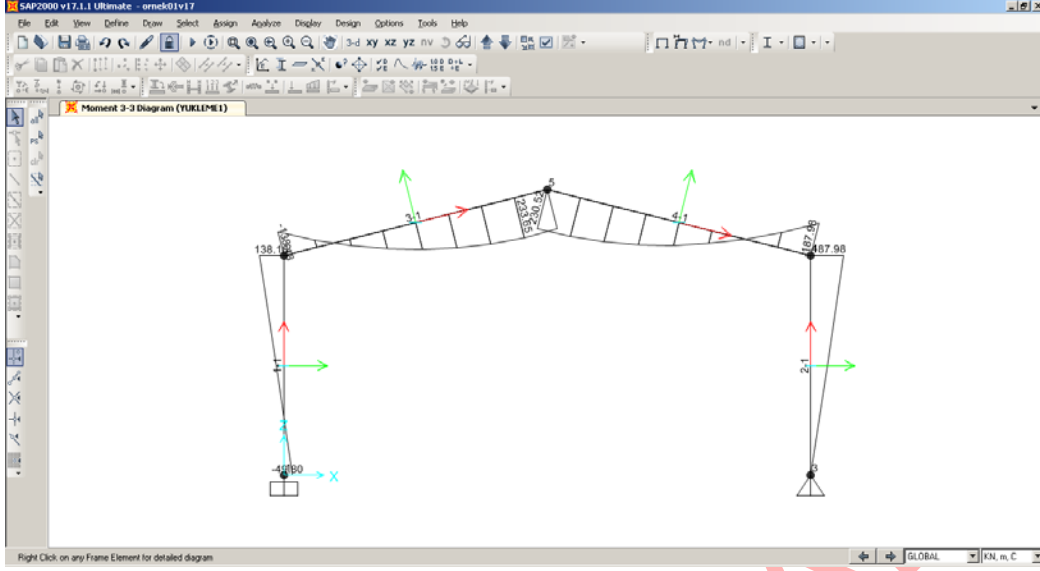
### Sonuçların Görüntülenmesi:

71. Çubuk eleman iç kuvvet diyagramlarının çizimi için, üst bölümdeki menüden  düğmesini ve çıkacak alt menüden **Frames/Cables/Tendons...** seçeneğini tıklayınız.
72. Ekranı gelen ileti kutusunda, **Moment 3-3** radyo düğmesini seçiniz. **Case/Combo Name** bölümündeki açılır liste kutusundan **YUKLEME1**'i seçiniz. (Seçili durumda ise bir işlem yapmaya gerek yoktur.) **Show Values on Diagram** (Diyagram üzerinde değerleri göster) seçeneğini tıklayınız ve **OK** düğmesine basınız.

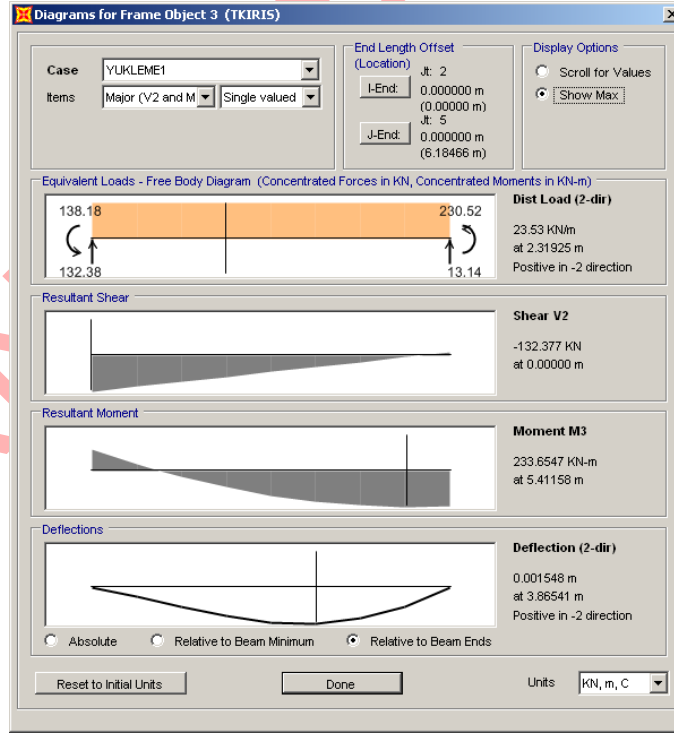


73. Ekranda kritik noktadaki değerleri ile birlikte eğilme momenti diyagramı görünecektir. Kesme kuvveti ve Normal kuvvet diyagramlarının görüntülenmesi için, **Member Force Diagram for Frames** ileti kutusunda, **Shear 2-2** veya **Axial Force** radyo düğmelerinin seçilmesi gerekir.

## Örnek 1 Betonarme Çerçeve



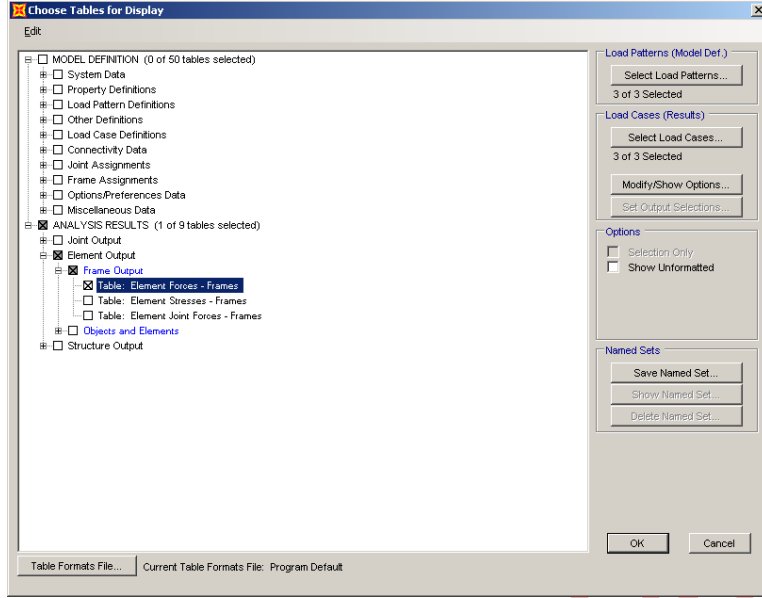
74. Herhangi bir çubuğun üzerine gelip sağ mouse tuşuyla tıkladığında bu çubuk için herhangi bir yüklemeye ait iç kuvvet ve yerdeğiştirmelerin değişimini gösteren ileti kutusu ekrana gelmektedir. Bu ileti kutusunda **Display Options** bölümünde **Show Max** radyo düğmesi seçilirse ilgili büyüklüklerin en büyük değerleri gösterilecektir. Mouse sol tuşu basılı tutularak eleman üzerinde gezdirilirse ilgili büyüklüklerin değişimi de incelenebilir. Daha sonra **Done** düğmesine basılarak ekran kapatılır. Aşağıda sol çatı kirişinin **YUKLEME1**'deki iç kuvvet ve yerdeğiştirme değişimini içeren ileti kutusu gösterilmektedir. İç kuvvetlerin incelenmesi tamamlandığında **Done** düğmesine basarak pencereyi kapatınız.



75. Çalışma ekranının sağ üst bölümünde  düğmesine basarak açılan listeden **Add New Window** seçeneğine basarak yeni bir pencere açınız.



## Örnek 1 Betonarme Çerçeve



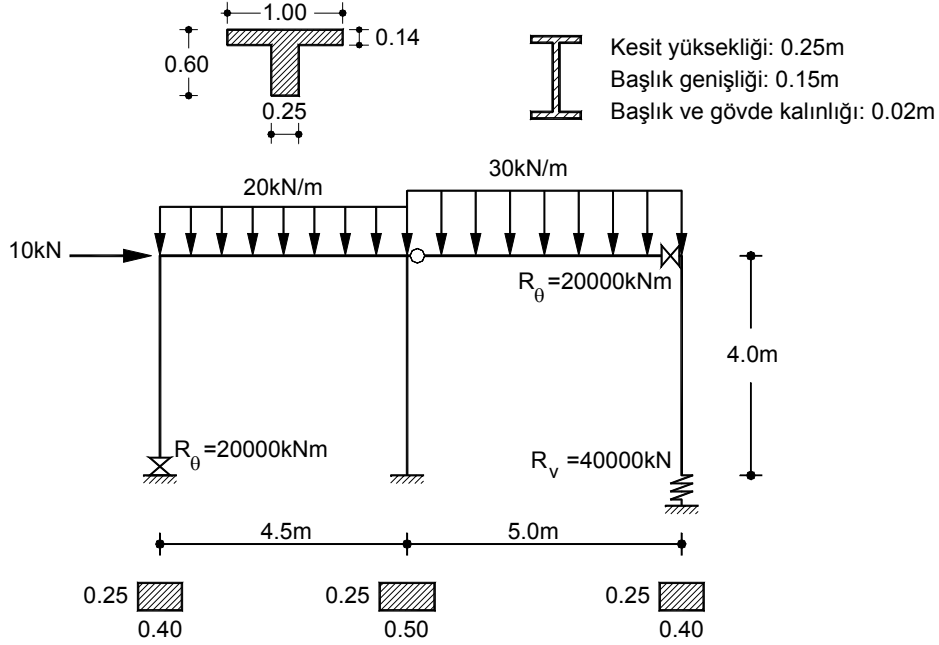
82. Ekranı eleman iç kuvvetlerini içeren tablo gelecektir.

Frame Text	Station m	OutputCase	Case Type Text	P KII	V2 KII	V3 KII	T KII-m	M2 KII-m	M3 KII-m
1	5	YUKLEME2	LinStatic	11.794	6.319	0	0	0	-44.1737
1	0	YUKLEME3	LinStatic	19.053	59.064	0	0	0	171.3678
1	2.5	YUKLEME3	LinStatic	19.053	59.064	0	0	0	23.7066
1	5	YUKLEME3	LinStatic	19.053	59.064	0	0	0	-123.9546
2	0	YUKLEME1	LinStatic	-154.15	37.596	0	0	0	-2.842E-14
2	2.5	YUKLEME1	LinStatic	-154.15	37.596	0	0	0	-93.9899
2	5	YUKLEME1	LinStatic	-154.15	37.596	0	0	0	-187.9798
2	0	YUKLEME2	LinStatic	7.406	9.681	0	0	0	0
2	2.5	YUKLEME2	LinStatic	7.406	3.181	0	0	0	-16.0769
2	5	YUKLEME2	LinStatic	7.406	-3.319	0	0	0	-15.9039
2	0	YUKLEME3	LinStatic	-19.053	20.936	0	0	0	2.842E-14
2	2.5	YUKLEME3	LinStatic	-19.053	20.936	0	0	0	-52.3388
2	5	YUKLEME3	LinStatic	-19.053	20.936	0	0	0	-104.6776
3	0	YUKLEME1	LinStatic	-71.847	-132.377	0	0	0	-138.1835
3	0.77308	YUKLEME1	LinStatic	-67.3	-114.187	0	0	0	-42.8763
3	1.54616	YUKLEME1	LinStatic	-62.752	-95.997	0	0	0	38.3685
3	2.31925	YUKLEME1	LinStatic	-58.205	-77.807	0	0	0	105.5507

82. Çözülen sistem düzlem sistem olduğundan V3 (3 yerel eksenı doğrultusundaki kesme kuvveti), T (Burulma momenti), M2 (2 yerel eksenı etrafındaki eğilme momenti) iç kuvvetleri "0" değerine sahiptir. Bu değerlerin tabloda gösterilmemesi için ilgili penceredeki **Format-Filter-Sort**→**Filter Table...** seçeneğine tıklayınız.

83. Ekranı gelen ileti kutusunda **Format** sekmesinde **Display Order and Field Visibility** bölümünde 7., 8. ve 9. satırlardaki **Printed** yazılarına mouse sol tuşu ile çift tıklayarak **Not Printed** (Yazılmayacak) durumuna getiriniz ve **OK** düğmesine basınız.

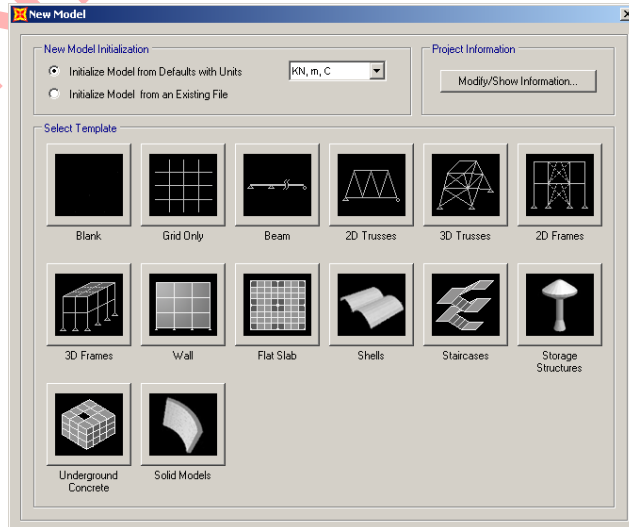
## ÖRNEK 2: Elastik Mesnetli Basit çerçeve

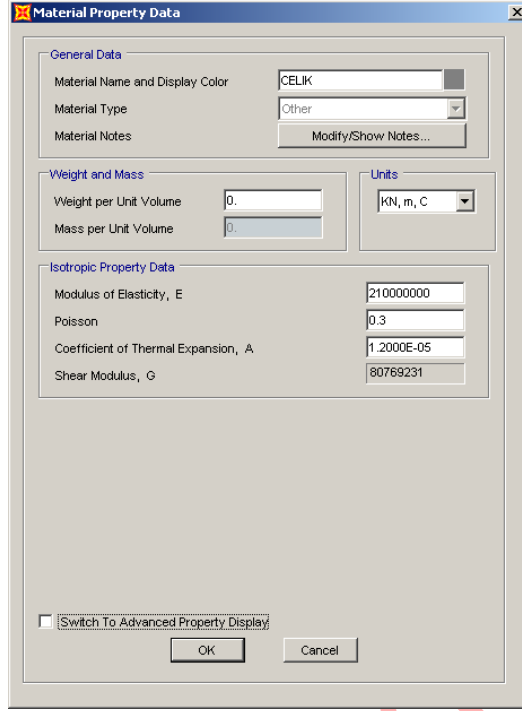


Şekildeki elastik mesnetli ve elastik birleşimli düzlem çerçevenin verilen yükler altında hesabının yapılması.

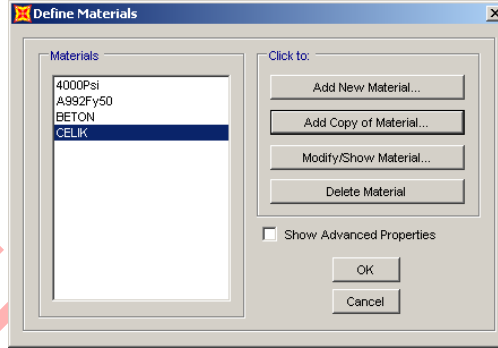
### Sistem Modelinin Oluşturulması:

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






26. Böylece yeni tanımlanan malzemeler de programın hazır olarak sunduğu **4000Psi** ve **A992Fy50** malzemelerini içeren listeye eklenmiş olur.

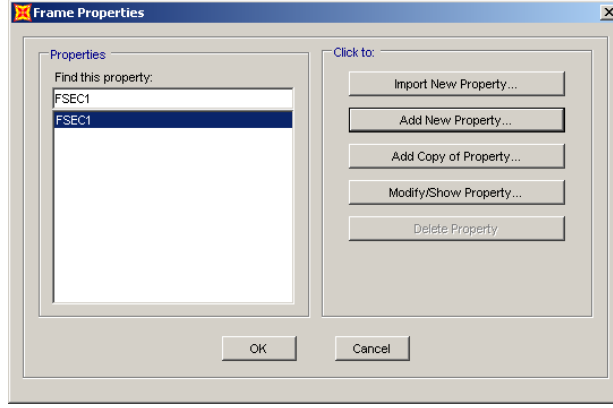


27. **OK** düğmesine basarak malzeme tanımlama işlemini tamamlayınız.

### **Kesit Özelliklerinin Tanımlanması ve Çubuklara Atanması:**

28. **Define** menüsünden **Section Properties → Frame Sections...** komutunu seçiniz veya  düğmesine basınız.

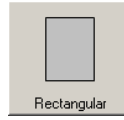
29. Yeni kesit oluşturmak için ekrana gelen ileti kutusunda **Add New Property...** (Yeni kesit özelliği ekle) düğmesine basınız.



30. Ekranı gelen ileti kutusunda **Frame Section Property Type** açılır listesinden **Concrete**'i seçiniz.

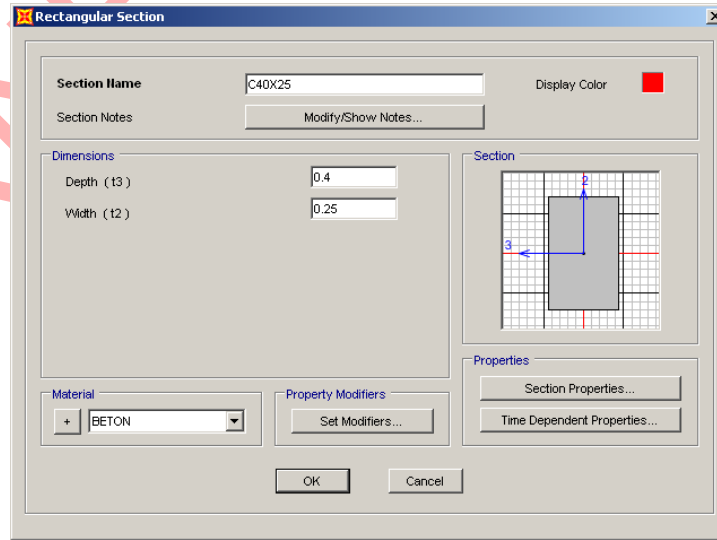


31. Dikdörtgen kesitleri tanımlamak için **Rectangular** seçeneğine tıklayınız.

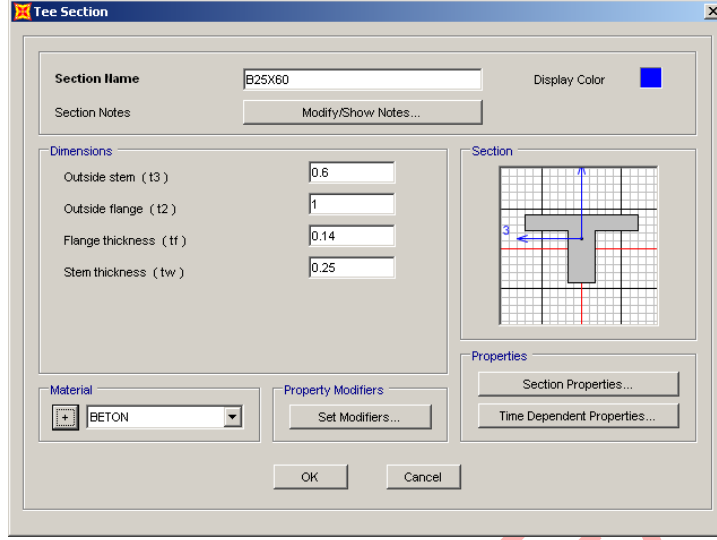


32. Ekranı dikdörtgen kesit boyutlarının girileceği yeni bir ileti kutusu gelecektir. Bu ileti kutusunda,

- **Section Name** (Kesit adı) kutucuğuna **C40x25**
- **Depth (t3)** yazı kutucuğuna **0.40**
- **Width (t2)** yazı kutucuğuna **0.25** yazınız.
- **Material** açılır listesinden **BETON** malzemesini seçiniz.
- Kesit özelliklerini (alan, eylemsizlik momenti vb.) görmek için, **Section Properties...** düğmesine basınız. Ekranı oluşturulan kesitin çeşitli özelliklerini gösteren yeni bir ileti kutusu gelecektir.
- **2** kez **OK** düğmesine basınız.



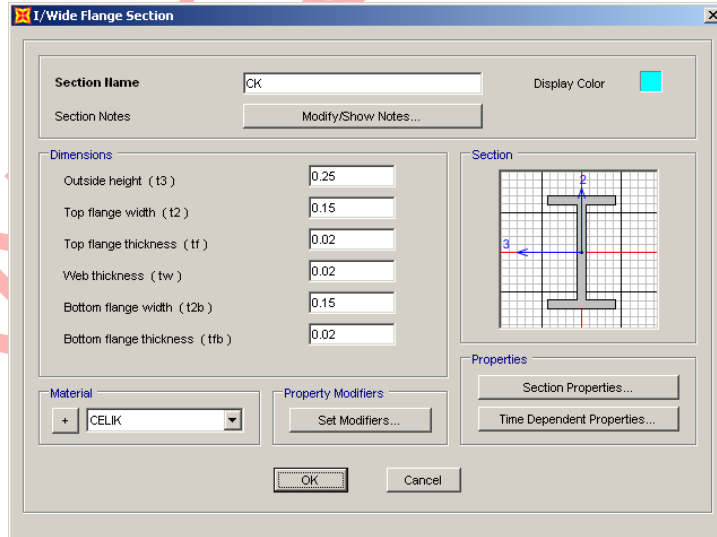
- **Outside flange (t2)** yazı kutucuğuna **1.00**
- **Flange thickness (tf)** yazı kutucuğuna **0.14**
- **Stem thickness (tw)** yazı kutucuğuna **0.25** yazınız ve **OK** düğmesine basınız.



38. Çelik kiriş kesitini tanımlamak için **Add New Property** (Yeni kesit özelliği ekle) düğmesine basınız.
39. I kesiti tanımlamak için **I/Wide Flange** düğmesine basınız.



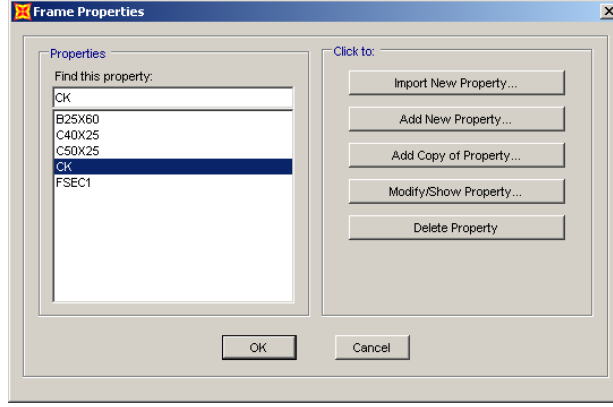
40. Ekrana gelen tablalı kesit ileti kutusunda,



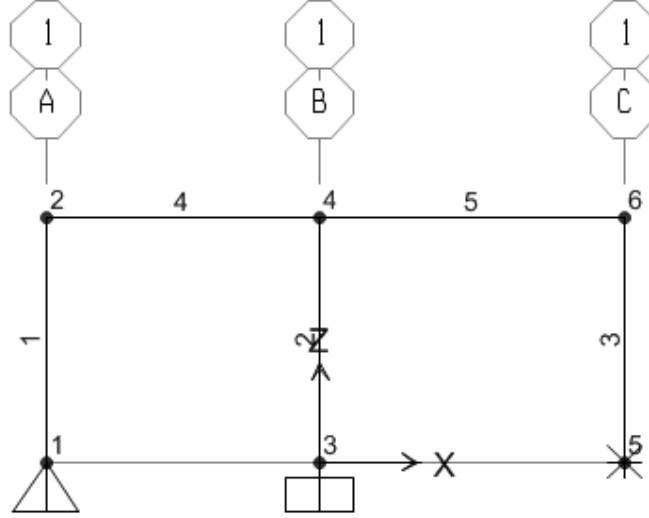
- **Section Name** (Kesit adı) kutucuğuna **CK** yazınız.
- **Material** ağırlı listesinden **ÇELİK** malzemesini seçiniz.
- **Outside height (t3)** yazı kutucuğuna **0.25**
- **Top flange width (t2)** yazı kutucuğuna **0.15**
- **Top flange thickness (tf)** yazı kutucuğuna **0.02**
- **Web thickness (tw)** yazı kutucuğuna **0.02**
- **Bottom flange width (t2b)** yazı kutucuğuna **0.15**

- **Bottom flange thickness (tfb)** yazı kutucuğuna **0.02** yazınız ve **2** kez **OK** düğmesine basınız.

41. Böylece kesit özelliklerinin verilmesi tamamlanmış olur.




42.  **Set Display Options** düğmesine basınız, ekrana gelen ileti kutusunun **Frames/Cables/Tendons** bölümündeki **Labels** radyo düğmesini seçili duruma getiriniz ve **OK** düğmesine basınız. Bu işlem ekranda çubuk elemanların numaralarının da gösterilmesini sağlamaktadır.

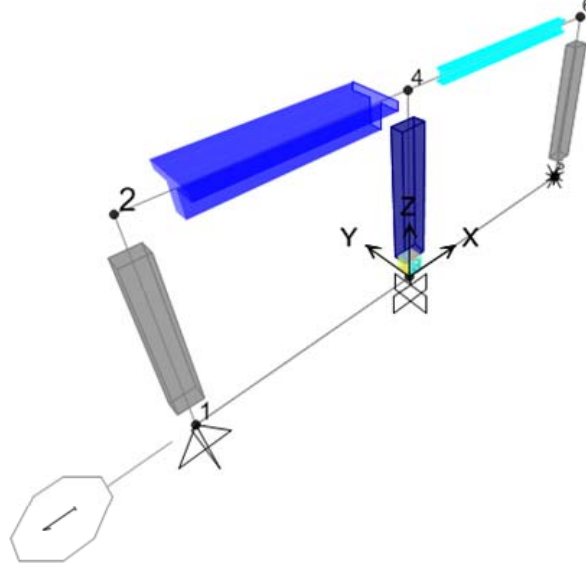


43. Sırasıyla **1** ve **3** No.lu çubukları seçiniz. Seçme işlemi mouse imlecini çubukların üzerine getirip sol mouse tuşu ile tıklayarak yapılmaktadır. Seçilen çubuklar ekranda kesikli çizgili olarak görünürler. Yanlış seçim yapılmışsa, ilgili çubuğun üzerine tekrar tıklanarak, dolu çizgi haline (seçilmemiş duruma) getirilebilir.

44. Üst bölümdeki ana menüden,  **Assign Frame Sections** düğmesini tıklayınız. Ekrana gelen ileti kutusundan **C40X25** seçeneğini seçerek **OK** düğmesine basınız.

45. Üst bölümdeki ana menüden  **Show Undeformed Shape** düğmesini tıklayarak veya klavyede **F4** tuşuna basarak tekrar sadece düğüm noktası ve çubuk eleman numaralarının görünmesini sağlayınız.

46. **2** No.lu çubuğu seçiniz ve  **Assign Frame Sections** düğmesini tıklayınız. Ekrana gelen ileti kutusundan **C50X25** seçeneğini seçerek **OK** düğmesine basınız.



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

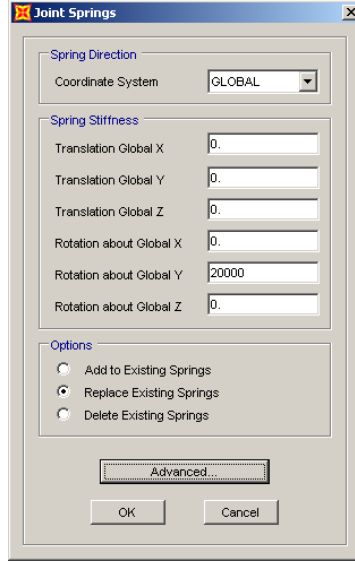
56. Yeniden  **Set Display Options** düğmesine basınız. Ekranı gelen ileti kutusunun,
- **General** bölümündeki **Shrink Objects** (Elemanları kısaltılmış olarak gösterme) kutucuğunu seçili durumdan çıkarınız.
  - **View Type** bölümünde **Standard** radyo düğmesini seçiniz.
  - **View by Colors of** bölümünde **Objects** (Nesneler) radyo düğmesini tıklayarak seçili duruma getiriniz.
  - **Frames/Cables/Tendons** bölümünde **Labels** kutucuğunu seçili duruma getiriniz ve **OK** düğmesine basınız.

57. **xz** simgesine basarak X-Z düzlemindeki görünümü ekrana getiriniz.

58. Sol kolonun mesnetle birleştiği noktada bulunan elastik birleşimi tanımlamak için **1** nolu düğüm noktasını seçiniz.

59. **Assign** menüsünde **Joint** → **Springs** seçeneğine tıklayınız veya  düğmesine basınız. Ekranı gelen **Joint Springs** ileti kutusunda,

- **Coordinate System** açılır listesinden **GLOBAL** seçeneğine tıklayınız.
- Söz konusu elastik birleşim redörü Y eksenini etrafında dönme ile ilgili olduğundan **Rotation about Global Y** yazı kutucuğuna **20000** yazınız ve **OK** düğmesine basınız.

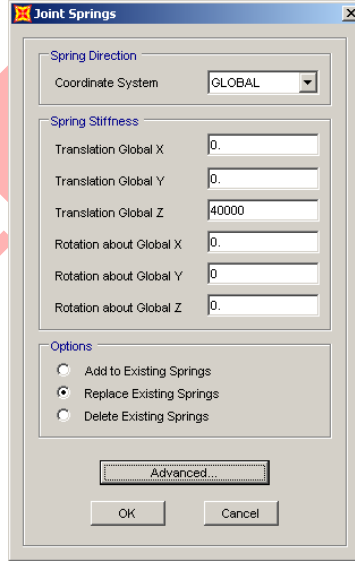


60. Sağ kolonun mesnetle birleştiği noktada bulunan elastik birleşimi tanımlamak için **5** nolu düğüm noktasını seçiniz.

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

62. Ekrana gelen **Joint Springs** ileti kutusunda,

- **Coordinate System** açılır listesinden **GLOBAL** seçeneğine tıklayınız.
- Söz konusu elastik birleşim redörü Z eksenini doğrultusundaki yer değiştirme ile ilgili olduğundan, **Rotation about Global Y** yazı kutucuğundaki **20000** değerini siliniz. **Translation Global Z** yazı kutucuğuna **40000** yazınız ve **OK** düğmesine basınız.

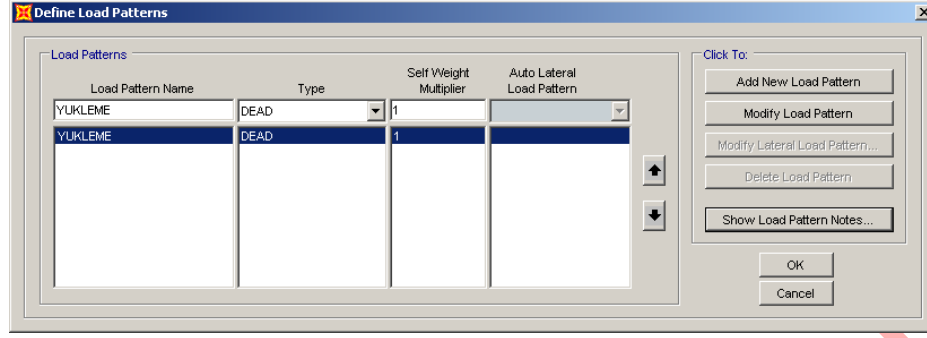



63. Çelik kirişin sağ ucunda bulunan elastik birleşim ve sol ucunda bulunan mafsal özelliği sistemin mesnet bölgesinde bulunmadığından çubuk eleman özelliği olarak tanımlanmalıdır.

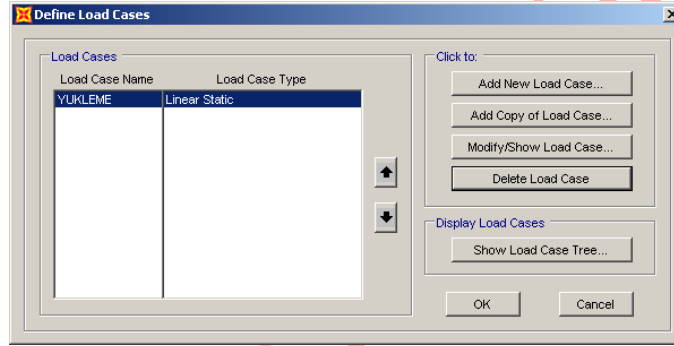
64. Çelik kirişi temsil eden **5** nolu çubuğu seçili duruma getiriniz.


65. **Assign** menüsünde **Frame** → **Releases/Partial Fixity...** seçeneğine tıklayınız veya  düğmesine basınız.

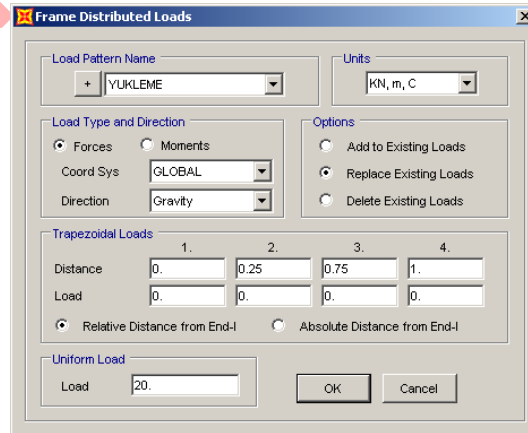





70. **Define** menüsünde **Load Cases...** seçeneğine tıklayınız veya  düğmesine basınız.
71. Ekranı gelen ileti kutusunda **DEAD** ve **MODAL** yüklemelerini, önce tıklayarak ve sonra **Delete Load Case...** düğmesine basarak siliniz. Yüklemenin silineceğini belirten uyarı mesajına **Evet (Yes)** düğmesine basarak yanıt veriniz.
72. Ekranı yalnızca **YUKLEME** analiz durumu kalacaktır. **OK** düğmesine basarak ileti kutusunu kapatın.




73. **4** No.lu çubuğu seçiniz. Çubuk üzerindeki yükleri tanımlamak için üst bölümdeki ana menüden  düğmesini tıklayınız. Ekranı gelen **Frame Distributed Loads** ileti kutusunda,
- **Load Type and Direction** bölümündeki ağırlık listelerden **GLOBAL** ve **Gravity**'yi seçiniz.
  - **Uniform Load** bölümündeki yazı kutucuğuna **20** yazıp **OK** düğmesine basınız. Böylece -Z yönünde 20 kN/m şiddetindeki düzgün yayılı yük tanımlanmış olur.



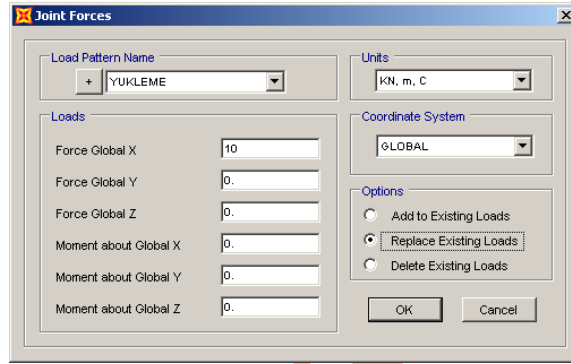
74. **5** No.lu çubuğu seçiniz. Çubuk üzerindeki yükleri tanımlamak için üst bölümdeki ana menüden  düğmesini tıklayınız. Ekrana gelen **Frame Distributed Loads** ileti kutusunda,

- **Load Type and Direction** bölümündeki açılır listelerden **GLOBAL** ve **Gravity**' i seçiniz.
- **Uniform Load** bölümündeki yazı kutucuğuna **30** yazıp **OK** düğmesine basınız. Böylece -Z yönünde 30 kN/m şiddetindeki düzgün yayılı yük tanımlanmış olur.

75. Yatay yükü tanımlamak için **2** nolu düğüm noktasını seçili duruma getiriniz.

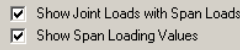
76. Düğüm noktasına etkiyen yükü tanımlamak için **Assign** menüsünde **Joint Loads**→ **Forces** seçeneğine tıklayınız veya  düğmesini basınız.

77. Ekranı gelen ileti kutusunda **Force Global X** yazı kutucuğuna **10** yazınız ve **OK** düğmesine basınız.

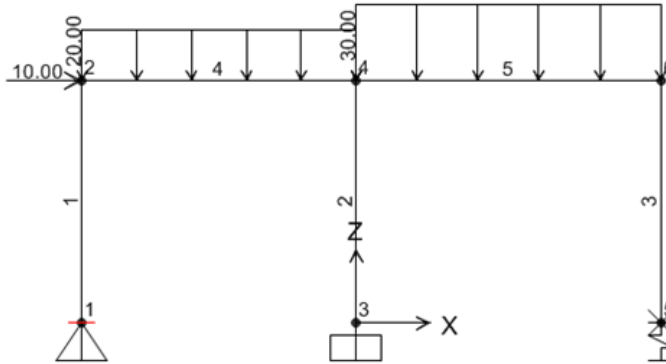


78. **YUKLEME** adlı **Load Case** içerisindeki çubuk eleman üzerindeki yayılı yükler ve düğüm noktasına etkiyen tekil yükleri birlikte görmek için **Display** menüsünde **Show Load Assigns**→ **Frame/Cable/Tendon** seçeneğine tıklayınız.

79. Ekranı gelen ileti kutusunda sol alta bulunan kutucukları seçili duruma getiriniz ve **OK** düğmesine basınız.




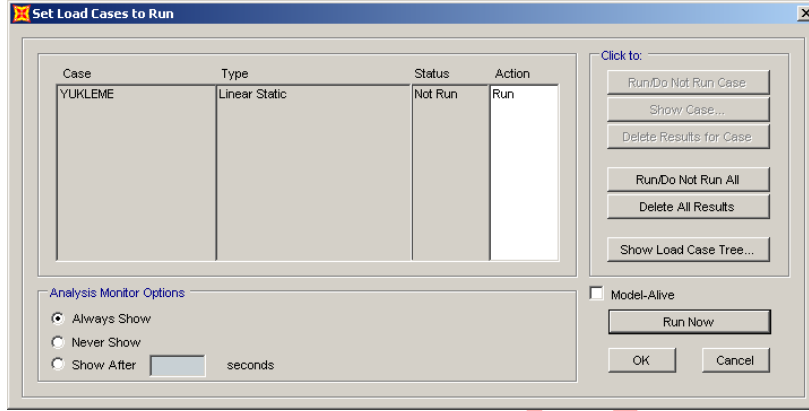
80. Ekranı **YUKLEME** isimli durumda sisteme etkiyen yükler gelecektir.



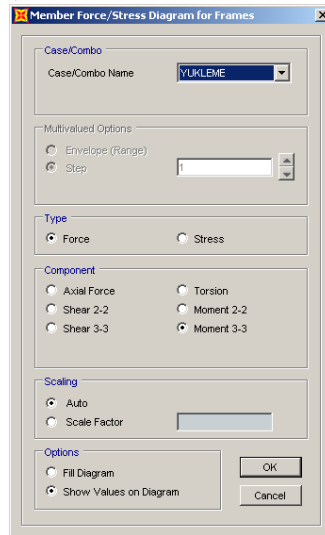
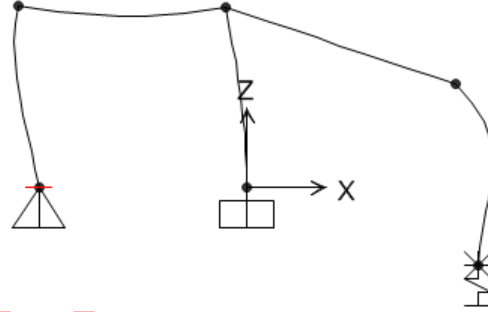
81. Üst bölümdeki ana menüden  **Show Undeformed Shape** düğmesini tıklayarak tekrar sadece düğüm noktası ve çubuk eleman numaralarının görünmesini sağlayınız.

**Çözüm (Analiz):**

82. Sistem geometrisinin ve yüklemelerin oluşturulması tamamlandıktan sonra, üst bölümdeki  **Save** düğmesine basarak (veya **File** menüsünden **Save** komutunu seçerek) oluşturulan sistem modeline uygun bir ad veriniz ve modeli saklayınız.
83. Üst bölümdeki **Analyze** menüsünden, **Run Analysis** (Çözüm) düğmesine basarak analiz işlemine geçiniz. 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.



84. Analiz tamamlandığında ekranda sistemin şekil değiştirmiş durumu görülecektir.



85. Çubuk eleman iç kuvvet diyagramlarının çizimi için, üst bölümdeki menüden  düğmesini ve çıkacak alt menüden **Frames/Cables/Tendons...** seçeneğini tıklayınız.

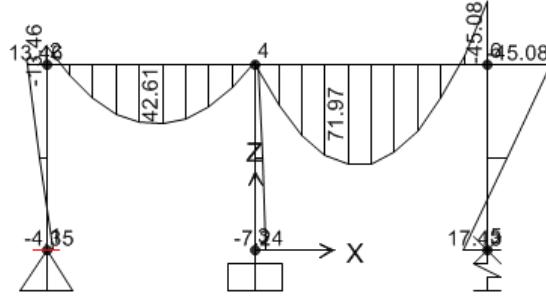
86. Ekranı gelen ileti kutusunda, **Moment 3-3** radyo düğmesini seçiniz. **Show Values on Diagram** seçeneğini tıklayınız ve **OK** düğmesine basınız.

87. Ekranda kritik noktadaki değerleri ile birlikte eğilme momenti diyagramını göreenecektir.

Eğilme momenti için, aksenal şekildegistirmeler ve kayma şekildegistirmeleri 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

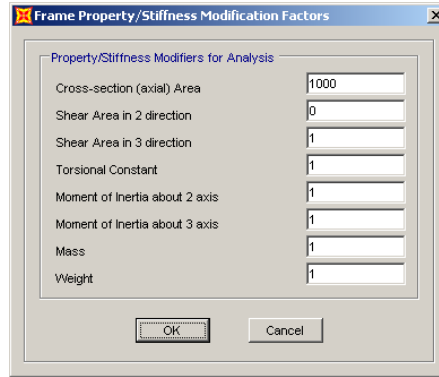
SAP2000<sup>[2]</sup> olarak gösterilen çözüm, programda aksenal şekildegistirmeler ve kayma şekildegistirmeleri ihmal edilerek elde edilen çözümdür.



SAP2000 programında aksenal ve kayma şekildegistirmelerinin hesaplarda gözönüne alınmaması istendiğinde kesit tanımlamaları yapılırken **Set Modifiers** seçeneği kullanılarak ilgili kesit özelliği çarpanları yeniden düzenlenmelidir.

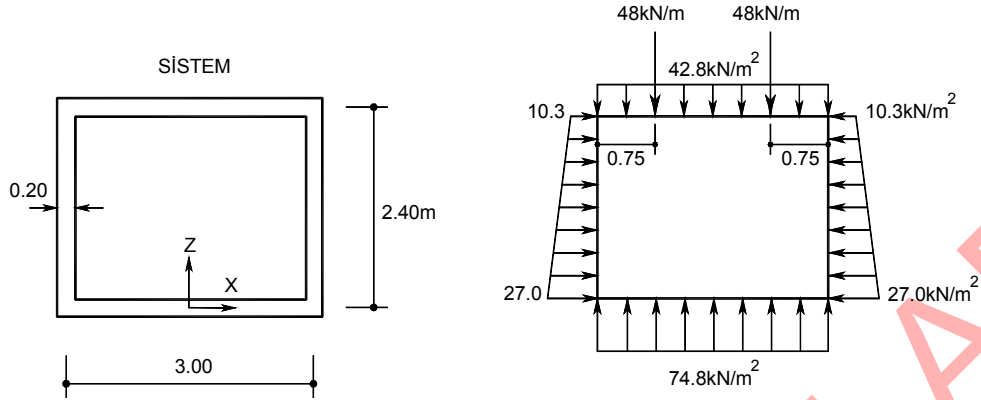


Eksenal şekildegistirmelerin etkisini ihmal etmek için **Cross section area** kutucuğuna büyük bir değer, örneğin **1000** olarak, kayma şekildegistirmelerinin etkisini ihmal etmek için ilgili doğrultudaki kayma alanı çarpanı ise **0** olarak tanımlanmıştır. Söz konusu örnek X-Z düzleminde bulunan bir sistem olduğundan yalnızca elemanların 2 yerel eksenı doğrultusundaki kayma alanları ile ilgili olan çarpan değiştirilmiştir.



88. Kesme kuvveti diyagramının görüntülenmesi için, **Member Force Diagram for Frames** ileti kutusunda, **Shear 2-2** radyo düğmesinin seçilmesi gerekir.

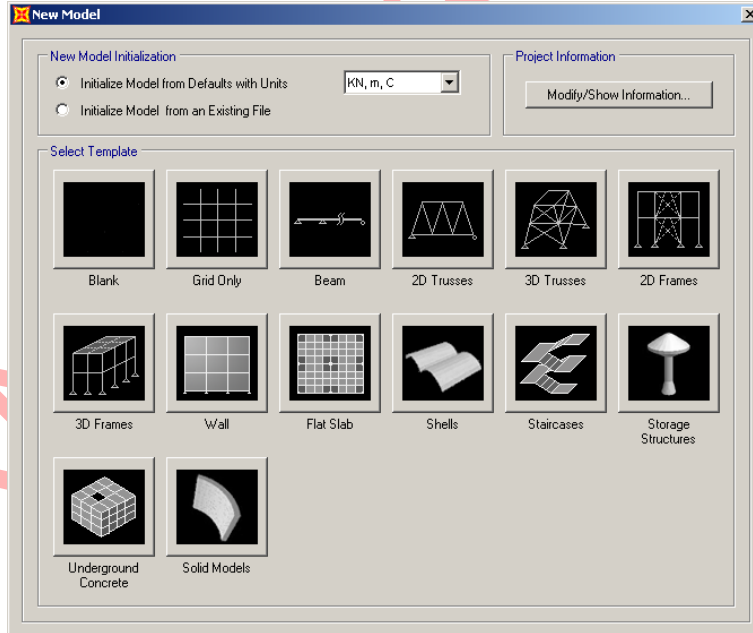
### ÖRNEK 3: Betonarme Kutu Kesit



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

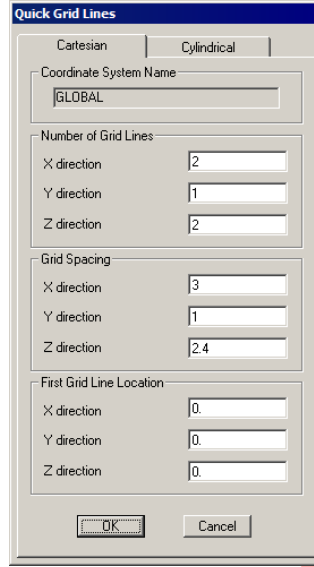
#### Sistem Modelinin Oluşturulması:

1. SAP2000 programını çalıştırınız ve konum çubuğunun sağ tarafında bulunan ağır 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**
    - Y direction **1**
    - Z direction **2**
  - Grid Spacing** (Yardımcı çizgi aralık uzunlukları) bölümünde,
    - X direction **3**


- Y direction **1**
- Z direction **2.4** yazınız ve **OK** düğmesine basınız.

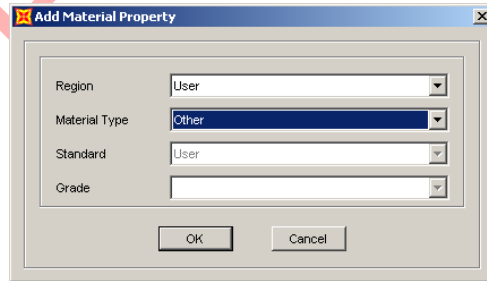


The image shows the 'Quick Grid Lines' dialog box in a software application. It has two tabs: 'Cartesian' (selected) and 'Cylindrical'. The 'Coordinate System Name' is set to 'GLOBAL'. Under 'Number of Grid Lines', the 'X direction' is 2, 'Y direction' is 1, and 'Z direction' is 2. Under 'Grid Spacing', the 'X direction' is 3, 'Y direction' is 1, and 'Z direction' is 2.4. Under 'First Grid Line Location', the 'X direction', 'Y direction', and 'Z direction' are all set to 0. There are 'OK' and 'Cancel' buttons at the bottom.

4. Ekrandaki **3-D View** penceresinin üst bölümündeki  düğmesine basarak pencereyi kapatınız.
5. Bu işlem ekranda tek aktif pencere olarak X-Y düzlemini gösteren pencerenin bulunmasını sağlayacaktır. X-Z düzlemine geçmek için  düğmesine basınız.

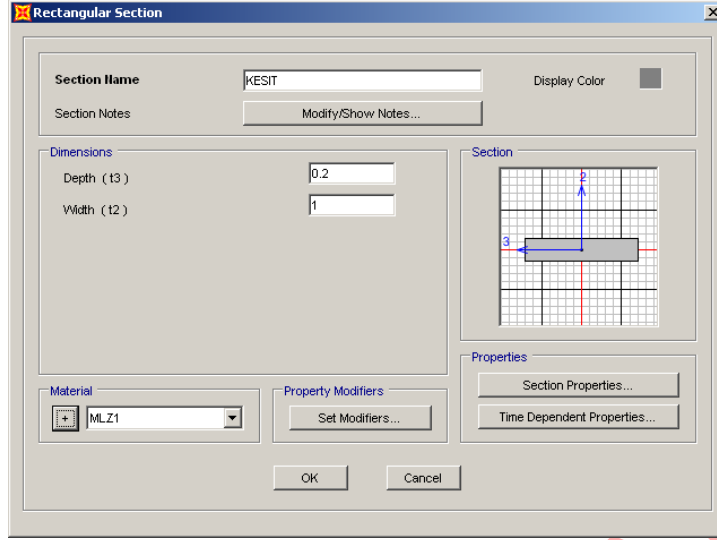
#### Malzeme Özelliklerinin Tanımlanması:


6. **Define** menüsünden **Materials** bölümünü tıklayarak veya  düğmesine basarak malzeme tanıtımı ileti kutusunu ekrana getiriniz ve **Add New Material** düğmesine basınız.
7. Ekranı gelen **Quick Material Definition** ileti kutusunda,
  - **Region** (Bölge) açılır listesinden **User** (Kullanıcı) seçeneğini seçiniz.
  - **Material Type** açılır listesinden **Other** seçeneğini seçiniz ve **OK** düğmesine basınız.

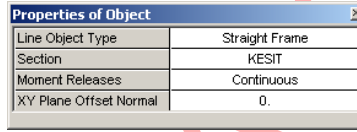


The image shows the 'Add Material Property' dialog box. It has four dropdown menus: 'Region' (set to 'User'), 'Material Type' (set to 'Other'), 'Standard' (set to 'User'), and 'Grade' (empty). There are 'OK' and 'Cancel' buttons at the bottom.

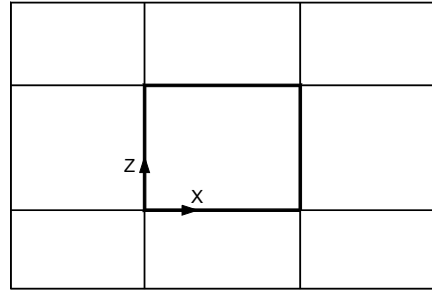
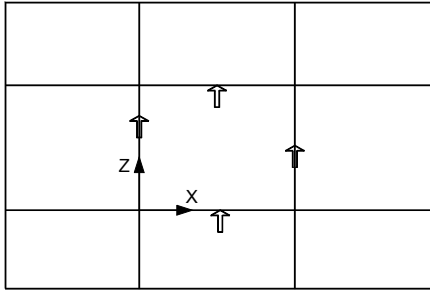
8. Ekranı gelen **Material Property Data** ileti kutusunda,
  - **Material Name** yazı kutucuğuna **MLZ1**
  - **Weight per unit Volume** yazı kutucuğuna **0**
  - **Modulus of Elasticity** yazı kutucuğuna **1**
  - **Poisson's Ratio** yazı kutucuğuna **0**
  - **Coeff of Thermal Expansion** yazı kutucuğuna **0** yazınız ve **2** kez **OK** düğmesine basınız. Örnek problemde yalnızca iç kuvvetlerin belirlenmesi amaçlandığından elastisite modülü **E=1** olarak alınmıştır.




14.  **Quick Draw Frame Element** (Hızlı Çubuk Eleman Oluşturma) düğmesine basınız. Ekranı gelen **Properties of Object** ileti kutusunun **Property** bölümünde çubuk kesiti olan **KESIT** seçeneğini seçili duruma getiriniz.





Gridlerin üzerine sol mouse tuşu ile dokununuz ve dört adet çubuk elemanını düğüm noktaları ile birlikte oluşturunuz.



15.  **Quick Draw Frame Element** (Hızlı Çubuk Eleman Oluşturma) düğmesine basınız. Ekranı gelen **Properties of Object** ileti kutusunun **Property** bölümünde çubuk kesiti olan **KESIT** seçeneğini seçili duruma getiriniz.


16. Sol bölümde bulunan  **Pointer** düğmesine basarak mouse imlecini seçim (**Select**) durumuna getiriniz.

17.  düğmesine basarak **Display Options For Active Window** ileti kutusunu ekrana getiriniz. Bu ileti kutusunun **Joints** bölümünde **Invisible** kutucuğunu seçili durumdan çıkarınız, düğüm noktası adlarını ekrana getirebilmek için **Labels** kutucuğunu seçili duruma getiriniz ve **OK** düğmesine basınız. Bu işlem düğüm noktalarının aktif pencerede görünmesini sağlayacaktır.

22. **Previous Selection** (Bir önceki seçimi yeniden seçme)  düğmesine basarak üst çubuğu yeniden seçili duruma getiriniz.

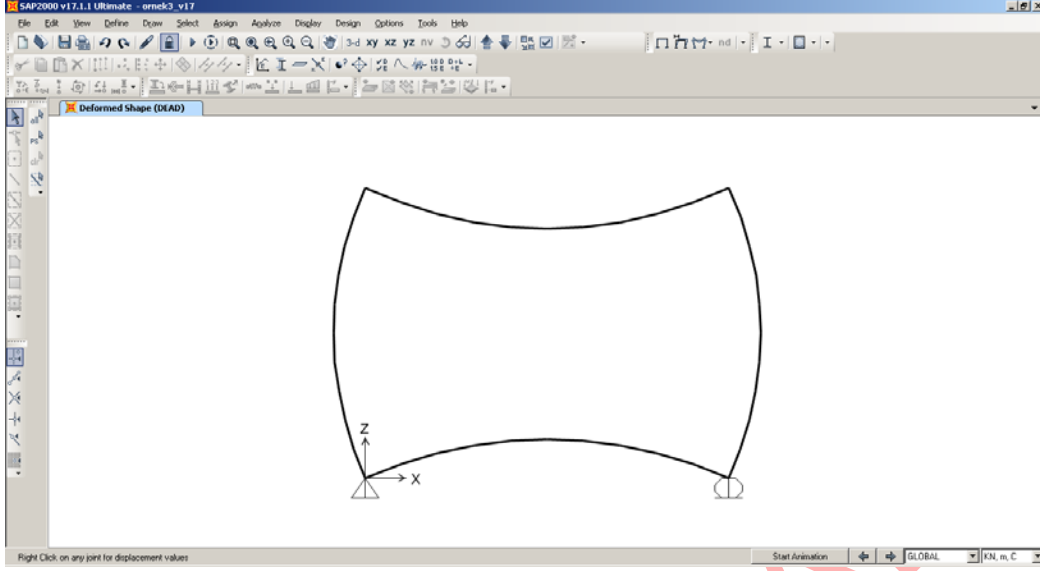
23.  düğmesine basarak ekrana gelen **Frame Point Loads** ileti kutusunu getiriniz. İleti kutusunda,

- **Forces** radyo düğmesini seçili duruma getiriniz.
- **Coord Sys** açılır listesinden **GLOBAL** seçeneğine,
- **Direction** açılır listesinden **Gravity** seçeneğine tıklayınız.
- **Options** bölümünde **Add to Existing Loads** radyo düğmesini,
- **Point Loads** bölümündeki **Absolute Distance from End-I** radyo düğmesini seçili duruma getiriniz. Daha sonra,
  - **Distance** satırındaki 1. ve 2. kutucuklara **0.75** ve **2.25**
  - **Load** satırındaki 1. ve 2. kutucuklara **48** yazınız ve **OK** düğmesine basınız.

24. Alttaki çubuğu seçerek  düğmesine basınız. Ekrana gelen **Frame Distributed Loads** ileti kutusunun,

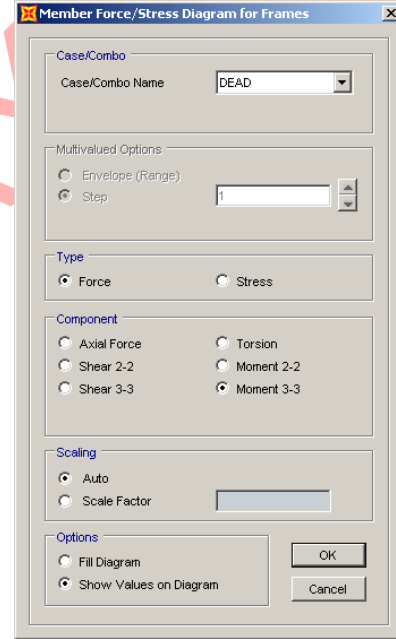
- **Forces** radyo düğmesini seçili duruma getiriniz.
- **Coord Sys** açılır listesinden **GLOBAL** seçeneğine,
- **Direction** açılır listesinden **Z** seçeneğine tıklayınız.
- **Uniform Load** bölümündeki **Load** yazı kutucuğuna **74.8** yazınız ve **OK** düğmesine basınız.

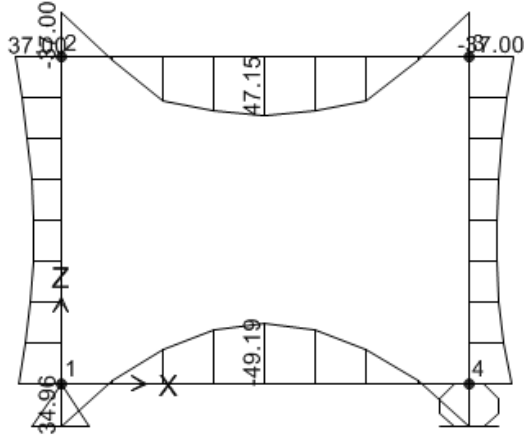




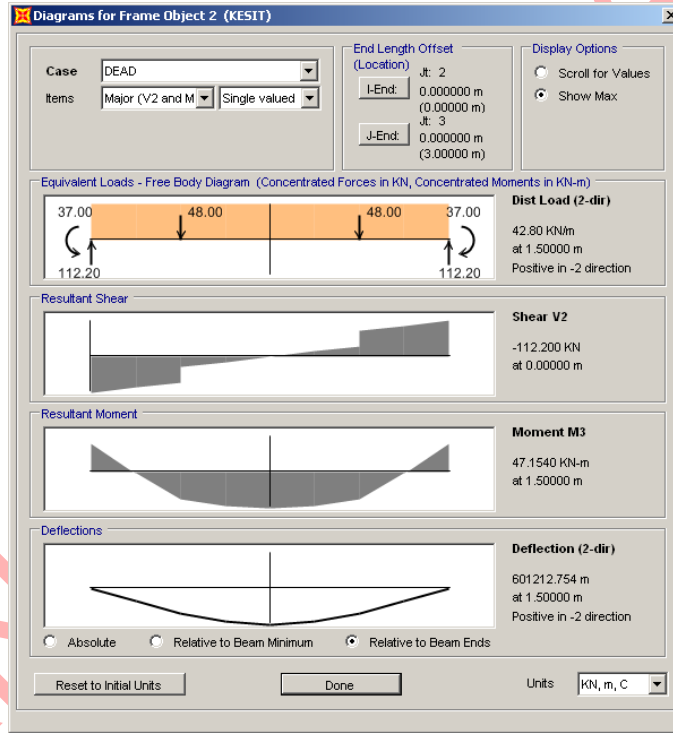
### Sonuçların Görüntülenmesi:

34. **Display** menüsünde **Show Forces/Stress** seçeneğinden **Frames/Cables/Tendons...** bölümüne tıklayınız. Ekranı gelen ileti kutusunda, **Moment 3-3** radyo düğmesini seçiniz. Ekranı eğilme momenti değerlerinin de gösterilmesini sağlamak için, **Show Values on Diagram** seçeneğini tıklayınız ve **OK** düğmesine basınız
35. Ekranı kritik noktadaki değerleri ile birlikte eğilme momenti diyagramı görünecektir. 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.
36. Mouse sağ tuşu yardımı ile istediğiniz çubuğun üzerine gelip tıklayarak çubuk üzerindeki iç kuvvet değişimlerini sayısal olarak da görebilirsiniz.





37. Üst çubuğa sağ mouse tuşu ile tıkladığında bu çubuk için iç kuvvet ve yerdeğişimlerin değişimini gösteren ileti kutusu ekrana gelmektedir.



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

### Örnek 3 Betonarme Kutu Kesit

Element Forces - Frames

File View Format-Filter-Sort Select Options

Export Current Table

Display Current Table

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

In Word as RTF File

In Text Editor

In Text Editor w/ No Spills

In Internet Explorer as HTML

						T KN-m	M2 KN-m	M3 KN-m	Frame Tex	
						0	0	0	34.9613	1-1
						0	0	0	28.6833	1-1
						0	0	0	24.6475	1-1
						0	0	0	22.6659	1-1
						0	0	0	22.5507	1-1
						0	0	0	24.1139	1-1
						0	0	0	27.1678	1-1
						0	0	0	31.5245	1-1
						0	0	0	36.996	1-1
						0	0	0	-36.996	2-1
						0	0	0	2.0696	2-1
						0	0	0	35.1165	2-1
						0	0	0	35.1165	2-1
						0	0	0	44.1446	2-1

Record: << < 1 > >> of 38

Add Tables... Done

44. Sonuçların yazdırılacağı dosyaya bir ad verilerek dosya saklanabilir. Oluşan text dosyası notepad veya wordpad benzeri programlarla açılabilir.

sonuc - WordPad

File Edit View Insert Format Help

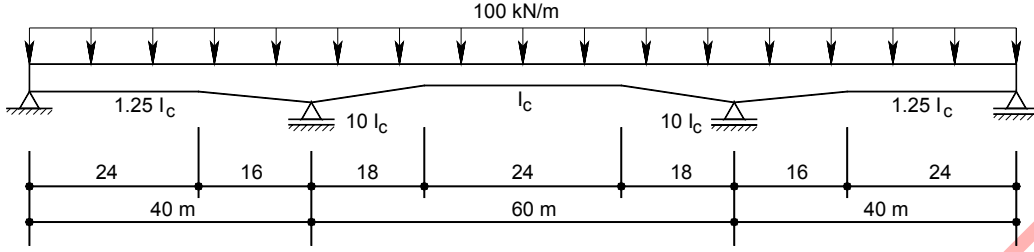
BAP2000 v17.1.1 4/22/15 14:14:05

Table: Element Forces - Frames

Frame	Station m	OutputCase	CaseType	P KN	V2 KN	V3 KN	T KN-m	M2 KN-m	M3 KN-m
1	0.00000	DEAD	LinStatic	-112.200	24.872	0.000	0.0000	0.0000	34.9613
1	0.30000	DEAD	LinStatic	-112.200	17.085	0.000	0.0000	0.0000	28.6833
1	0.60000	DEAD	LinStatic	-112.200	9.925	0.000	0.0000	0.0000	24.6475
1	0.90000	DEAD	LinStatic	-112.200	3.390	0.000	0.0000	0.0000	22.6659
1	1.20000	DEAD	LinStatic	-112.200	-2.518	0.000	0.0000	0.0000	22.5507
1	1.50000	DEAD	LinStatic	-112.200	-7.800	0.000	0.0000	0.0000	24.1139
1	1.80000	DEAD	LinStatic	-112.200	-12.455	0.000	0.0000	0.0000	27.1678
1	2.10000	DEAD	LinStatic	-112.200	-16.485	0.000	0.0000	0.0000	31.5245
1	2.40000	DEAD	LinStatic	-112.200	-19.888	0.000	0.0000	0.0000	36.9960
2	0.00000	DEAD	LinStatic	-19.888	-112.200	0.000	0.0000	0.0000	-36.9960
2	0.37500	DEAD	LinStatic	-19.888	-96.150	0.000	0.0000	0.0000	2.0696
2	0.75000	DEAD	LinStatic	-19.888	-80.100	0.000	0.0000	0.0000	35.1165
2	0.75000	DEAD	LinStatic	-19.888	-32.100	0.000	0.0000	0.0000	35.1165
2	1.12500	DEAD	LinStatic	-19.888	-16.050	0.000	0.0000	0.0000	44.1446
2	1.50000	DEAD	LinStatic	-19.888	-8.527E-14	0.000	0.0000	0.0000	47.1540
2	1.87500	DEAD	LinStatic	-19.888	16.050	0.000	0.0000	0.0000	44.1446
2	2.25000	DEAD	LinStatic	-19.888	32.100	0.000	0.0000	0.0000	35.1165
2	2.25000	DEAD	LinStatic	-19.888	80.100	0.000	0.0000	0.0000	35.1165
2	2.62500	DEAD	LinStatic	-19.888	96.150	0.000	0.0000	0.0000	2.0696

For Help, press F1

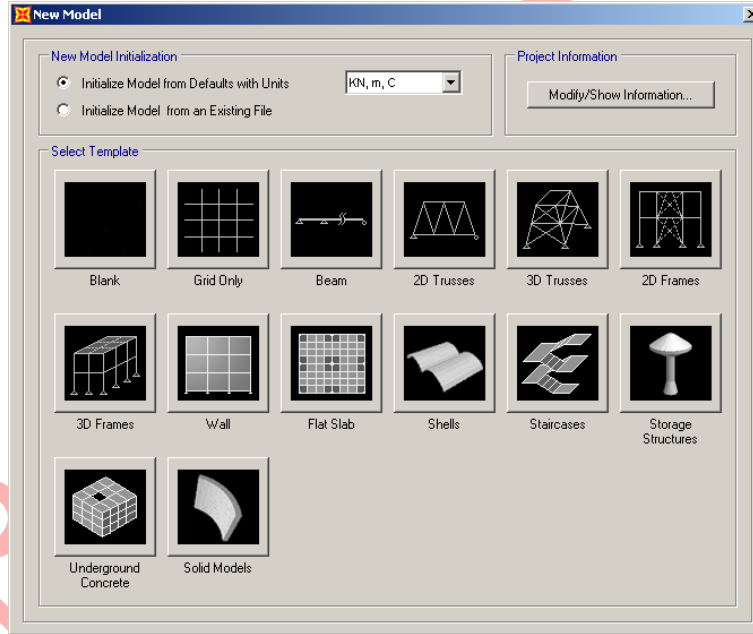
## ÖRNEK 4: Değişken Kesitli Köprü Kirişi



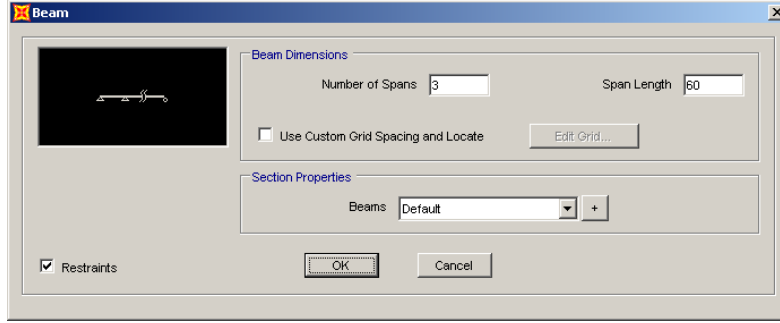
Şekilde görülen değişken kesitli köprü kirişinde 100 kN/m düzgün yaylı yük için iç kuvvetler belirlenecektir.

### Sistem Modelinin Oluşturulması:

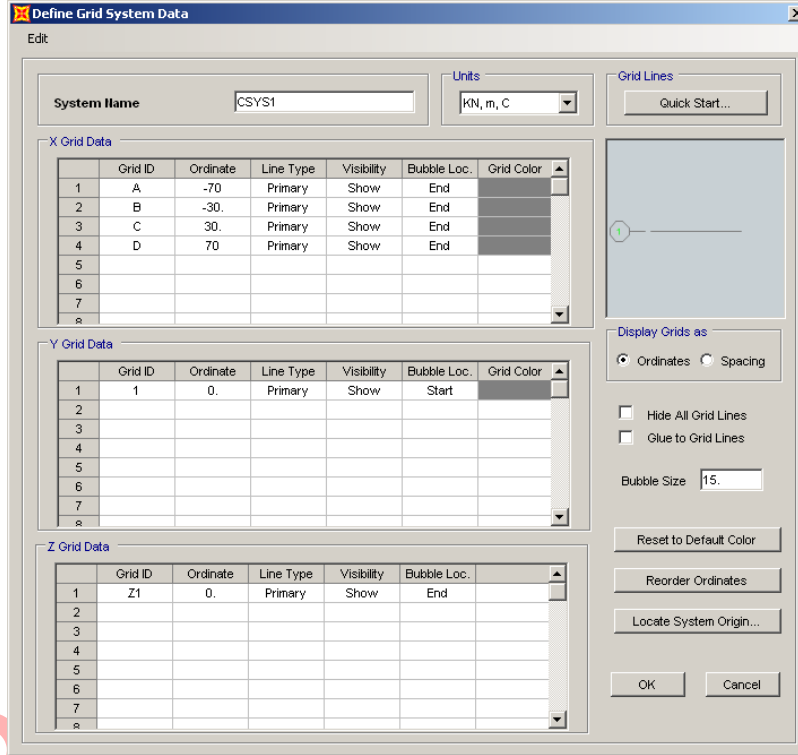
1. SAP2000 programını çalıştırınız ve konum çubuğunun sağındaki açılır liste kutusundan **KN, m, C** boyutlarını seçiniz.
2. Üst bölümdeki **New Model** düğmesine basarak **New Model** ileti kutusunu ekrana getiriniz. Bu ileti kutusunda ilk satırda üçüncü şablon olan **Beam** (kiriş) seçeneğine tıklayınız.



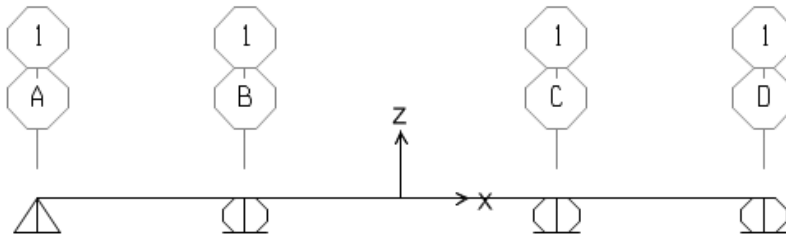
3. Bu işlem ile kiriş açıklık sayısının ve açıklıkların uzunluklarının girileceği yeni bir ileti kutusu ekrana gelecektir. Bu ileti kutusunun,
  - **Number of Spans** (Açıklık sayısı) yazı kutucuğuna **3**
  - **Span Length** (Açıklık uzunluğu) yazı kutucuğuna **60** yazınız.



- **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.




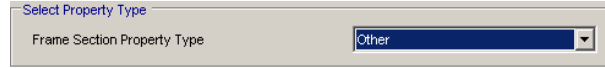
4. Ekrandaki 3-D View penceresinin üst bölümündeki  düğmesine basarak pencereyi kapatınız. Bu işlem ekranda tek aktif pencere olarak X-Z düzlemini gösteren pencerenin bulunmasını sağlayacaktır.



## Kesit Özelliklerinin Tanımlanması ve Çubuklara Atanması:

**1.25 I<sub>c</sub>**, **10 I<sub>c</sub>** ve **I<sub>c</sub>** olarak belirtilen atalet momentleri, sırasıyla, **I1**, **I2** ve **I3** olarak tanımlanacaklardır.

9. **Define** menüsünden **Section Properties→Frame Sections...** seçeneğine tıklayınız veya  düğmesine basınız.
10. Ekranaya gelen **Frame Properties** ileti kutusunda **Add New Property...** düğmesine basınız.
11. Ekranaya gelen **Add Frame Section Property** (Çubuk kesit özelliği ekleme) ileti kutusunun **Frame Section Property Type** açılır listesinden **Other** (diğer) seçeneğine tıklayınız.

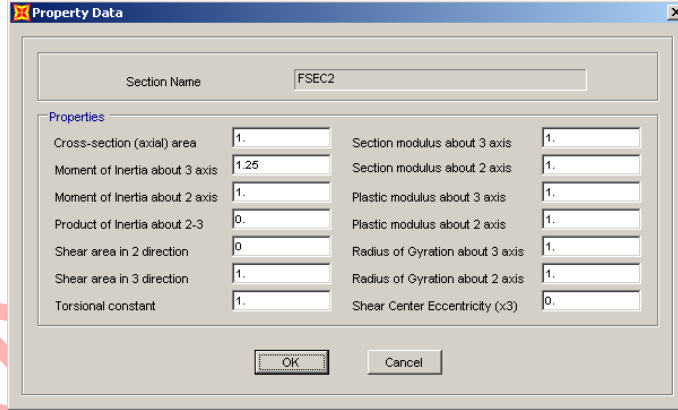


12. Bu bölümde **General** seçeneğine tıklayınız.



13. Ekranaya kesit özelliklerinin girileceği **Property Data** ileti kutusu gelecektir. Bu ileti kutusunun,

- **Moment of Inertia about 3 axis** yazı kutucuğuna **1.25**
- **Shear area in 2 direction** yazı kutucuğuna **0** yazınız. (Hesaplarda kayma şekildeğiştirmelerinin katkısının ihmal edileceği varsayılmıştır.)
- **OK** düğmesine basınız. Diğer kutucuklardaki değerlerin çözüme etkileri olmadığından, değiştirilmelerine gerek yoktur.



14. Ekranaya gelen **General Section** ileti kutusunun,

- **Section Name** yazı kutucuğuna **I1** yazınız.
- **Material** açılır listesinden **MLZ**'yi seçiniz.
- **Depth (t3)** yazı kutucuğundaki değeri **1**
- **Width (t2)** yazı kutucuğundaki değeri **1** olarak değiştiriniz.
- **OK** düğmesine basınız.

SAP2000 programındaki **General Section** seçeneği, bu örnekte olduğu gibi çubukların kesit geometrileri yerine atalet momenti oranlarının verildiği veya SAP2000 içerisinde bulunan hazır kesitler kullanılarak tanımlanamayacak olan kesitlerin tanımlanmasında kullanılmaktadır. Kullanıcı, bu durumda, kullanacağı kesit özelliklerini (kesit alanı, atalet momentleri vb.) belirleyip SAP2000 programına bu kesit özelliklerini **General Section** özelliğini kullanarak girmelidir.

22. Ekran **Nonprismatic Section Definition** ileti kutusu gelecektir. Bu ileti kutusundaki ağırlar 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**
- **End Section** listesinden **I2**
- **Length Type** listesinden **Absolute**
- **EI33 Variation** listesinden **Cubic**
- **EI22 Variation** listesinden **Linear** değerlerini seçiniz.
- **Length** yazı kutucuğuna **16** yazınız.
- **Add** düğmesini tıklayınız.

Start Section	End Section	Length	Length Type	EI33 Variation	EI22 Variation
I1	I1	24.	Absolute	Cubic	Linear
I1	I2	16.	Absolute	Cubic	Linear



23. **OK** düğmesini tıklayarak ilk değişken kesit tipi tanımlama işlemini tamamlayınız.

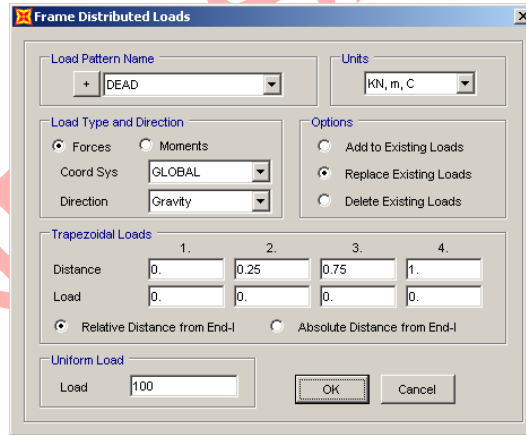
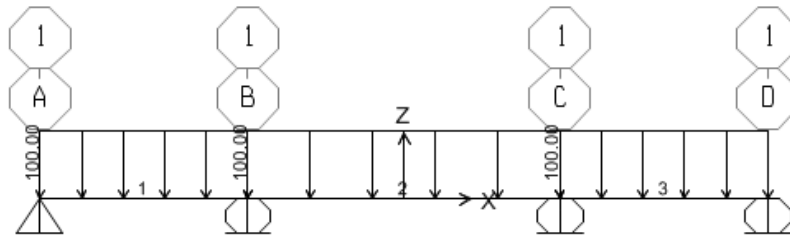
24. İkinci ve üçüncü değişken kesit tiplerini de benzer şekilde, aşağıda gösterildiği gibi tanımlayınız.

Start Section	End Section	Length	Length Type	EI33 Variation	EI22 Variation
I2	I3	18.	Absolute	Cubic	Linear
I3	I3	24.	Absolute	Cubic	Linear
I3	I2	18.	Absolute	Cubic	Linear

29.  **Show Undeformed Shape** (Şekildeğiştirmemiş Durumu Gösterme) düğmesine basarak tekrar sadece çubuk eleman numaralarının görünmesini sağlayınız.
30. 2 numaralı çubuğu, üzerine mouse sol tuşuyla tıklayarak seçili duruma getiriniz.
31.  düğmesine basınız. Ekranı gelen ileti kutusunda **VAR2** seçeneğini tıklayıp **OK** düğmesine basınız.
32.  düğmesine basarak tekrar sadece çubuk eleman numaralarının görünmesini sağlayınız.
33. 3 numaralı çubuğu, üzerine mouse sol tuşuyla tıklayarak seçili duruma getiriniz.
34.  kesit özelliği atama düğmesine basınız. Ekranı gelen ileti kutusunda **VAR3** seçeneğini tıklayıp **OK** düğmesine basınız.
35.  düğmesine basarak tekrar sadece çubuk eleman numaralarının görünmesini sağlayınız.




#### Yüklerin Tanımlanması ve Çubuklara Atanması:

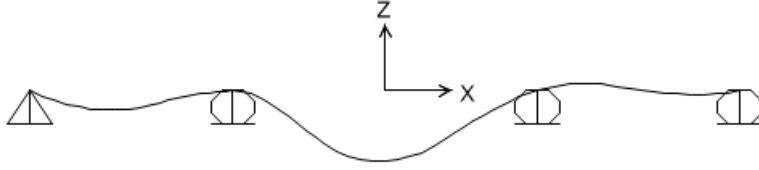
36.  düğmesine basarak tüm çubukları seçiniz.
37.  düğmesine basınız veya **Assign** menüsünde **Frame Loads**→ **Distributed** seçeneğine tıklayınız. Ekranı gelen **Frame Distributed Loads** ileti kutusunun,
  - **Forces** radyo düğmesini seçili duruma getiriniz.
  - **Coord Sys** açılır listesinden **GLOBAL** seçeneğine
  - **Direction** açılır listesinden **Gravity** seçeneğine tıklayınız.
  - **Uniform Load** bölümündeki **Load** yazı kutucuğuna **100** yazınız ve **OK** düğmesine basınız.

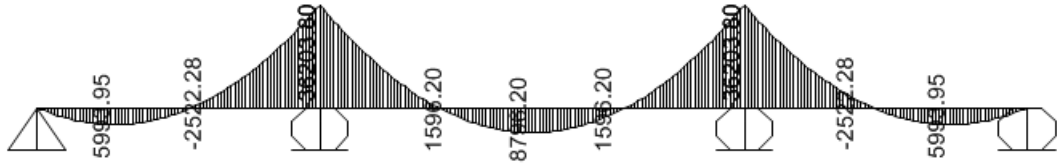


### Çözüm (Analiz):

38. Sistem geometrisinin ve yüklemelerin oluşturulması tamamlandıktan sonra  **Save** düğmesine basarak oluşturulan sistem modelini bir isim vererek saklayınız.
39. **Define** menüsünden **Load Cases...** seçeneğine tıklayınız veya  düğmesine basınız. Ekranaya gelen **Load Cases** ileti kutusunda **MODAL** seçeneğine tıklayınız ve **Delete Load Case** düğmesine basınız. Yükleme türünün silineceğine ilişkin ekranaya 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.
40.  **Run Analysis** düğmesine basınız veya **Analyze** menüsünden, **Run Analysis** (Çözüm) düğmesine basarak analiz işlemine geçiniz. 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.
41. Analiz tamamlandığında ekranda sistemin şekil değiştirmiş durumu görülecektir.

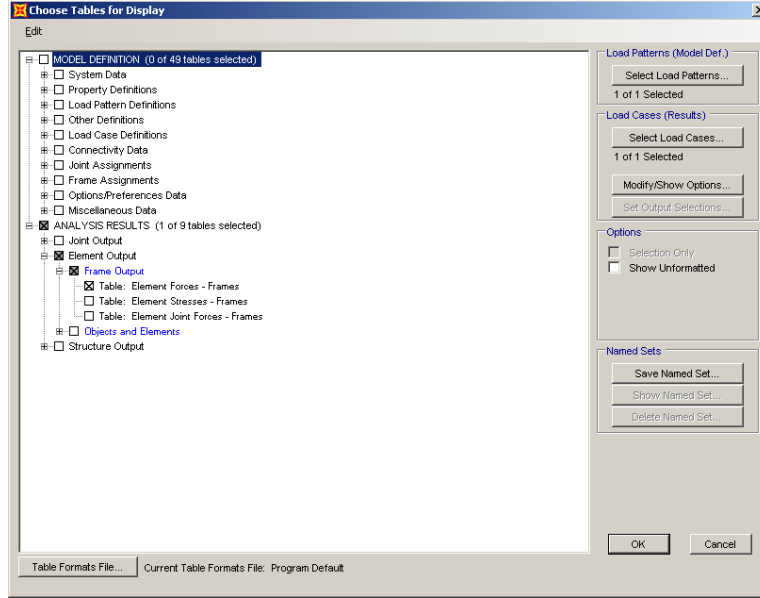


42. **Display** menüsünde **Show Forces/Stresses**→**Frames/Cables** (Çubuk İç Kuvvet Diyagramları) seçeneğine tıklayarak ekranaya **Member Force Diagram for Frames** ileti kutusunu getiriniz.
43. Ekranaya gelen ileti kutusunda, **Moment 3-3** radyo düğmesini seçiniz. Ekranaya değerlerin de gösterilmesini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



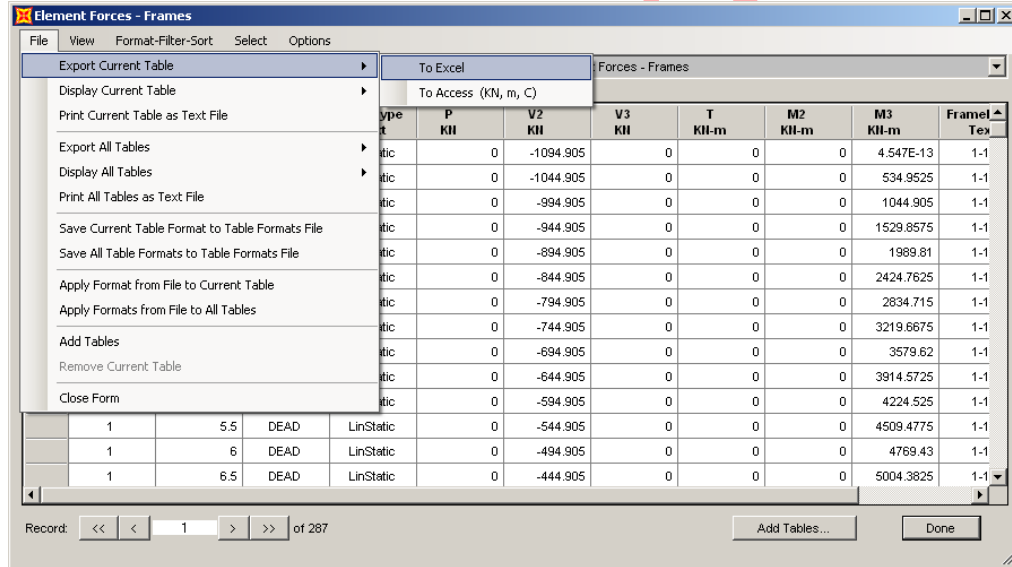
44. Sonuçların bir dosyaya yazdırılması istenirse, **Display** menüsünde **Show Tables...** seçeneği kullanılmalıdır. Bu seçeneğe tıklayınız veya **Ctrl+T** tuşlarına beraber basınız.
45. Ekranaya gelen **Choose Tables for Display** ileti kutusunda **ANALYSIS RESULTS**→**Element Output**→**Frame Output**→**Table: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

## Örnek 4 Değişken Kesitli Köprü Kirişi

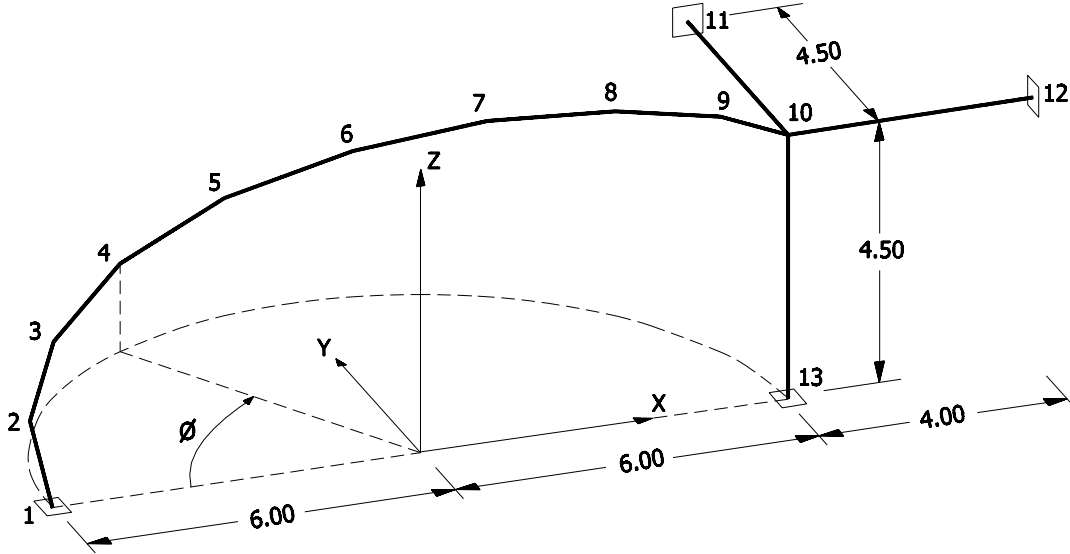


46. Ekranı eleman iç kuvvetlerini içeren tablo gelecektir.

47. Bu tabloyu bir excel tablosu haline getirmek için ileti kutusundaki **File** menüsünden **Export Current Table** → **To Excel** seçeneği kullanılabilir.



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

**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  $20^\circ$ '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

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

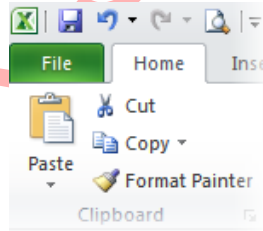
formülleri ile ifade edilebilmektedir. Formüllerdeki  $\Phi$  açıları derece cinsindedir.


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

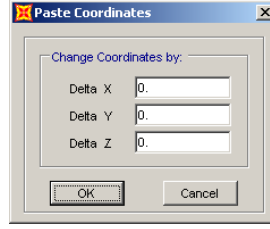
1. Excel programını çalıştırın. Düğüm noktası koordinatlarını tablolaştırmak için, ekrana gelen boş tablonun ilk satırına, sırasıyla, **TYPE, NAME, X, Y, Z** ve **FI** başlıklarını girin. Bunlardan ilk 5 tanesi, ileride SAP2000'e veri kopyalamak için kullanılacak zorunlu başlıklardır. **FI** ise formüllerin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


	A	B	C	D	E	F	G	H	I
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									
16									
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	LINE	2	-5.638	-2.052	0.500	-4.596	-3.857	1.000	
20	LINE	3	-4.596	-3.857	1.000	-3.000	-5.196	1.500	
21	LINE	4	-3.000	-5.196	1.500	-1.042	-5.909	2.000	
22	LINE	5	-1.042	-5.909	2.000	1.042	-5.909	2.500	
23	LINE	6	1.042	-5.909	2.500	3.000	-5.196	3.000	
24	LINE	7	3.000	-5.196	3.000	4.596	-3.857	3.500	
25	LINE	8	4.596	-3.857	3.500	5.638	-2.052	4.000	
26	LINE	9	5.638	-2.052	4.000	6.000	0.000	4.500	
27	LINE	10	6.000	0.000	4.500	6.000	0.000	0.000	
28	LINE	11	6.000	0.000	4.500	6.000	4.500	4.500	
29	LINE	12	6.000	0.000	4.500	10.000	0.000	4.500	
30									

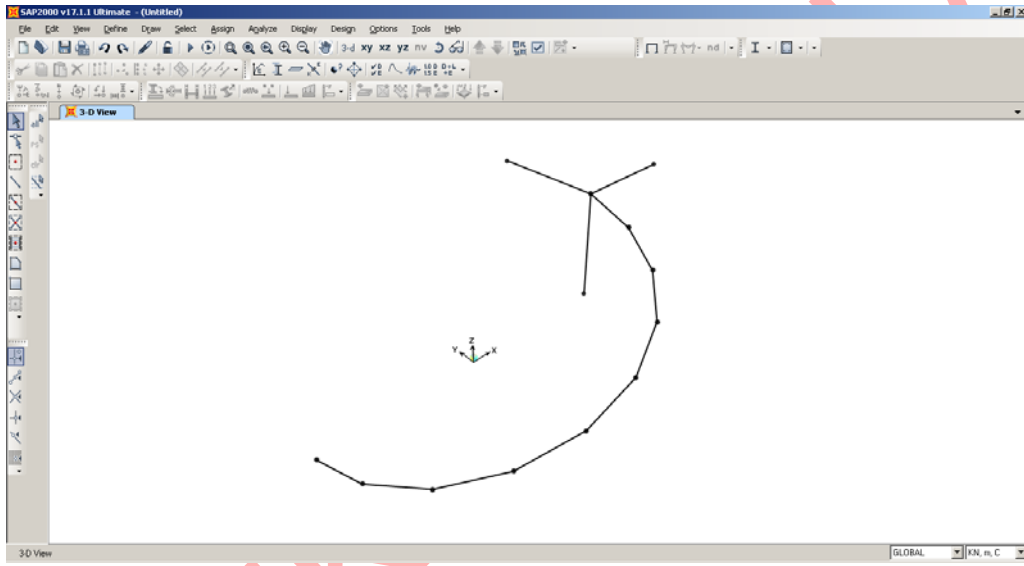
- Burada da, A kolonundaki hücrelere yazılmış olan **LINE** adı, SAP2000'e kopyalamak için zorunludur. B kolonundaki çubuk numaraları istenildiği gibi seçilebilir. Tabloda sadece 1-9 No.lu çubukların koordinatları formül+kopyalama işlemleri ile elde edilmiş, 10, 11 ve 12 No.lu çubukların koordinatları doğrudan girilmiştir.
- Excel tablosundaki bilgilerin tümünü seçiniz ve **Home** bölümündeki **Copy** komutu ile **Clipboard**'a kopyalayınız.



- SAP2000 programını çalıştırınız.
- Konum çubuğunun sağ tarafında bulunan açılır liste kutusundan **KN, m, C** boyutlarını seçiniz.
- Üst bölümdeki  New Model düğmesine basarak New Model ileti kutusunu ekrana getiriniz. Bu ileti kutusunda **Blank** düğmesine basınız.
- Sağ pencerenin üst bölümündeki  düğmesine basarak pencereyi kapatınız.
- Edit** menüsünden **Paste** komutunu seçiniz. Ekrana gelecek **Paste Coordinates** ileti kutusunda, X, Y ve Z doğrultularındaki koordinat artımları ile ilgili Delta X, Delta Y ve Delta Z yazı kutucukları vardır ve tüm değerler **0**'dir. Bunlarda bir değişiklik yapmadan **OK** butonunu tıklayınız.




14.  düğmesine basarak tüm görünümü ekrana getiriniz.
15. Daha sonra üst bölümdeki  **Set Display Options** düğmesine basınız, ekrana gelen ileti kutusunun **Joints** bölümündeki **Invisible** kontrol kutusunu seçili durumdan çıkararak **OK** düğmesine basınız. Bu işlem ekranda düğüm noktalarının da gösterilmesini sağlamaktadır. Böylece **Excel** yardımı ile hazırlanıp kopyalanan sistem modeli ekranda görünecektir.



16. **Excel** ortamında hazırlanan sistem modelinin doğruluğu ekrandan kontrol edilebilir. İstenirse Excel ile sadece düğüm noktaları oluşturulup çubuklar **SAP2000** ortamında da girilebilir.

### Mesnet Koşullarının Tanımlanması:

17. Ekranda düğüm noktalarının numaralarının görünmesini sağlamak için  **Set Display Options** düğmesine basınız, ekrana gelen ileti kutusunun **Joints** bölümündeki **Labels** radyo düğmesini seçili duruma getiriniz ve **OK** düğmesine basınız.
18. Sırasıyla 1, 11, 12 ve 13 No.lu düğüm noktalarının üzerine gelip sol mouse tuşuyla tıklayınız. Seçim işlemi tamamlandıktan sonra, üst bölümde bulunan **Assign** menüsünden **Joint** → **Restraints** alt menülerini seçerek **Assign Joint Restraints** ileti kutusunu ekrana getiriniz.
19. Ankastr mesnet tanımlaması yapmak için, ekrana gelen **Assign Joint Restraints** ileti kutusunun **Fast Restraints** bölümünde  düğmesine basınız. Düğüm noktası serbestliklerine ilişkin onay kutularının tümünün seçili duruma geldiğine, yani mesnetlerin tüm yerdeğiştirmelerinin tutulmuş olduğuna dikkat ediniz.

**Material Property Data**

**General Data**

Material Name and Display Color: MLZ

Material Type: Other

Material Notes: Modify/Show Notes...

**Weight and Mass**

Weight per Unit Volume: 0.

Mass per Unit Volume: 0.

Units: KN, m, C

**Isotropic Property Data**

Modulus of Elasticity, E: 30000000

Poisson: 0.2


Coefficient of Thermal Expansion, A: 0.

Shear Modulus, G: 12500000

Switch To Advanced Property Display

OK Cancel

### Kesit Özelliklerinin Tanımlanması ve Çubuklara Atanması:

24. **Define** menüsünden **Section Properties** → **Frame Sections...** komutunu seçiniz veya  düğmesine basınız. Yeni kesit oluşturmak için ekrana gelen ileti kutusunda **Add New Property** (Yeni kesit özelliği ekle) düğmesine basınız.
25. Ekrana gelen ileti kutusunda **Frame Section Property Type** açılır listesinden **Concrete**'i seçiniz.
26. Dikdörtgen kesitleri tanımlamak için, **Rectangular** seçeneğine tıklayınız.
27. Ekrana gelen yeni ileti kutusunun,

**Rectangular Section**

Section Name: MERD

Section Notes: Modify/Show Notes...

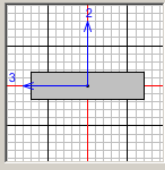
Display Color:

**Dimensions**

Depth (t3): 0.3

Width (t2): 1.2

**Section**



**Material**

Material: MLZ

**Property Modifiers**

Property Modifiers: Set Modifiers...

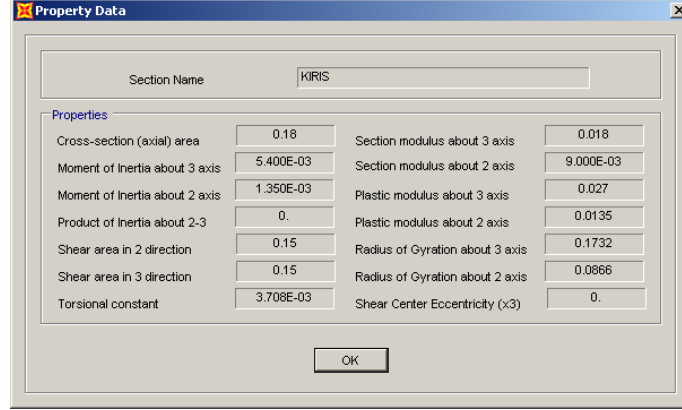
**Properties**

Section Properties...

Time Dependent Properties...

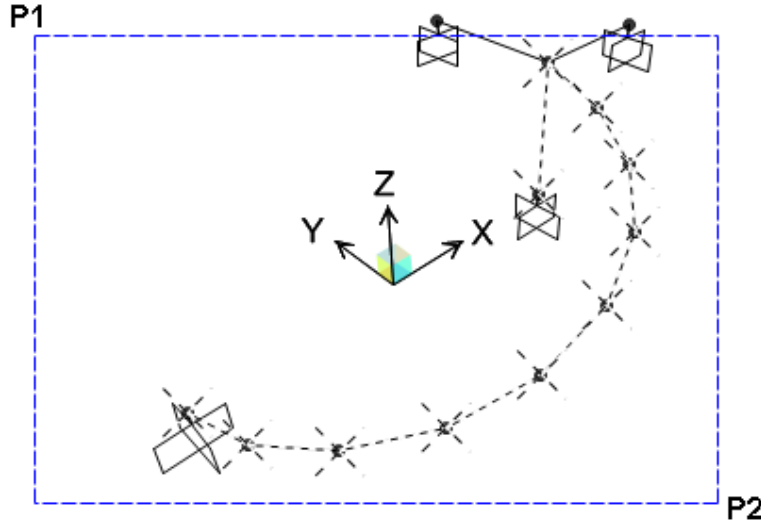
OK Cancel

- **Material** açılır listesinden **MLZ** malzemesini seçiniz.
- **Depth (t3)** yazı kutucuğuna **0.3**
- **Width (t2)** yazı kutucuğuna **1.2**
- **Section Name** (Kesit adı ) yazı kutucuğuna **MERD** yazınız.



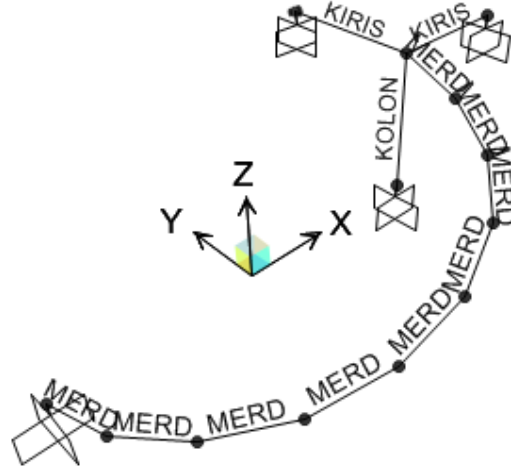
30. Merdiven kirişine ait çubukları seçiniz. Seçme işlemi mouse imlecini çubukların üzerine getirip tıklayarak teker teker yapılabilir. İstenirse seçim işlemi pencere oluşturarak da yapılabilmektedir. Bunun için önce seçilecek çubuk grubunu içine alacak bir pencere tasarlanır. Daha sonra bu pencerenin bir köşesine gelerek mouse sol tuşuna basılır, basılı tutularak 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. Seçim sırasında, konum çubuğunun sol köşesinde seçilen elemanların sayıları ve cinsleri belirtilmektedir. Pencere oluşturarak yapılan seçimlerde, bazı düğüm noktaları da seçilmiş olur. Fakat seçilmiş olan bu noktaların daha sonraki işlemlere bir etkileri olmaz.

Pencere ile seçim yapılırken, bazı çubuklar seçim dışında kalabilirler. Bu durumda eksik çubuklar teker teker tıklanarak (veya daha küçük yeni bir pencere tanımlanarak) eksikler tamamlanabilir.



31. **Assign** menüsünden **Frame** → **Frame Sections** alt menülerine girerek **Frame Properties** ileti kutusunu ekrana getiriniz. Ekrana gelen ileti kutusundan **MERD** seçeneğini tıklayıp **OK** düğmesine basınız. Böylece merdiven kirişlerinin kesitleri atanmış olacaktır.

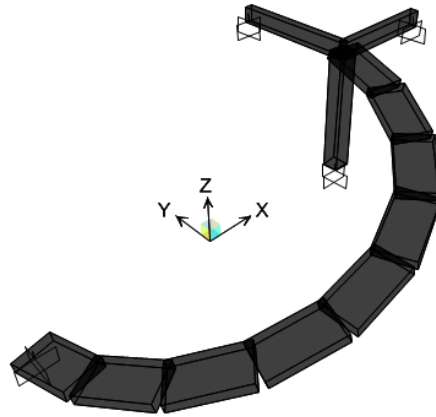
32. Kolonu seçiniz ve bir önceki maddedeki işlemi tekrarlayarak **Frame Properties** ileti kutusunu ekrana getiriniz. Ekrana gelen ileti kutusundan **KOLON** seçeneğini tıklayıp **OK** düğmesine basınız.
33. Son olarak iki adet kirişi seçiniz ve aynı işlemleri tekrarlayınız. Ekrana gelen ileti kutusundan **KIRIS** seçeneğini tıklayıp **OK** düğmesine basınız.



34. Kesitlerin hacimsel gösterimini ekranda görmek için  **Set Display Options** düğmesine basınız.
35. Ekrana gelen ileti kutusunun **View Type** bölümünden **Extrude** kutucuğunu seçili duruma getiriniz ve **OK** düğmesine basınız.




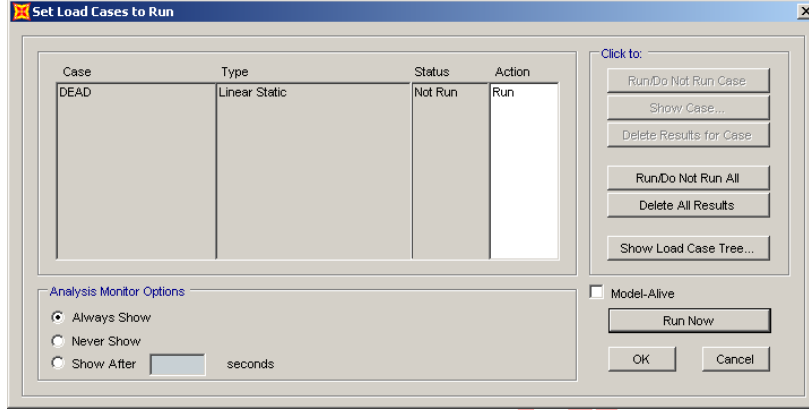
36. Ekrana gelen hacimsel görüntü ile kesit yerleşiminin uygunluğu kontrol edilebilir.



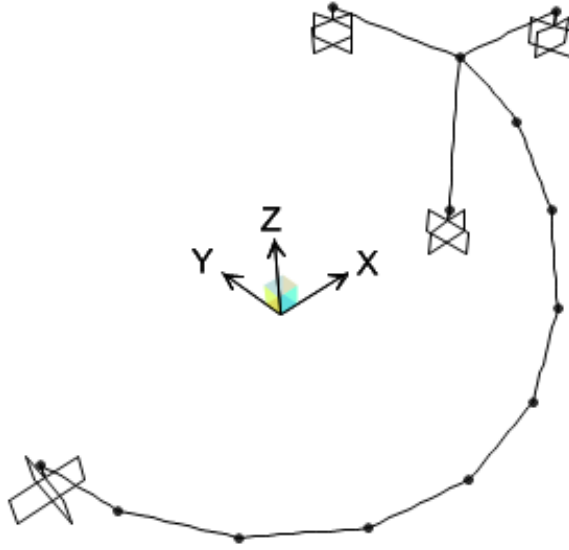
37. Kesitlerin hacimsel gösterimini ekrandan kaldırmak için  **Set Display Options** düğmesine basınız. Ekrana gelen ileti kutusunun **View Type** bölümünden **Standard** kutucuğunu seçili duruma getiriniz ve **OK** düğmesine basınız.




43. Yüklemenin silineceğini belirten uyarı mesajına **Evet (Yes)** düğmesine basarak yanıt veriniz ve **OK** düğmesine basarak ileti penceresini kapatınız.
44. Üst bölümdeki **Analyze** menüsünden, **Run Analysis** (Çözüm) düğmesine basarak veya  **Run Analysis** (Çözüm) düğmesine basarak analiz işlemine geçiniz.
45. Analiz adımlarını ekranda izleyebilmek için **Analysis Monitor Options** bölümünde **Always Show** (Her zaman göster) kutucuğunu seçili duruma getiriniz. **Run Now** düğmesine basarak sistemin çözümüne başlayınız.

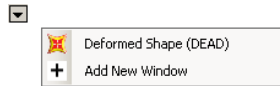


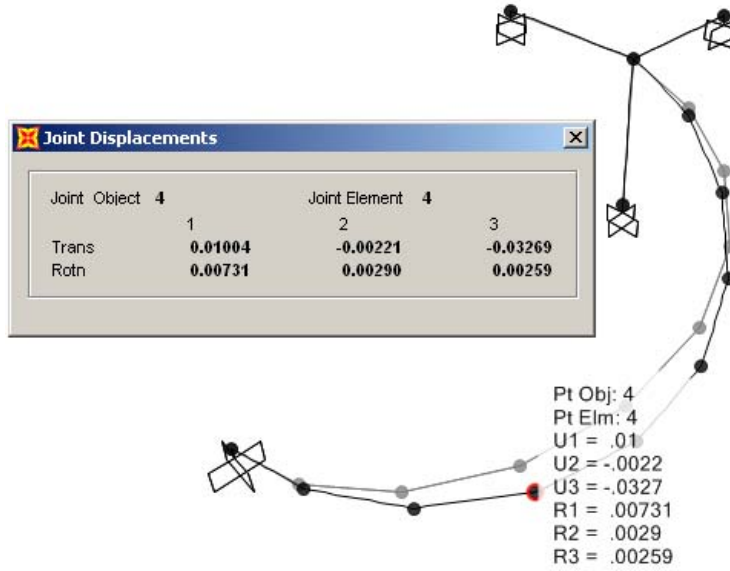
46. Analiz tamamlandığında ekranda sistemin şekil değiştirmiş durumu görülecektir.



### Sonuçların Görüntülenmesi:

47. Bu tür sistemlerde iç kuvvetleri daha iyi görüntüleyebilmek için, değişik bakış açıları ve birden çok pencere kullanılması yararlıdır. Bunun için, ekrandaki çalışma penceresinin sağ köşesindeki  düğmesine basarak açılır listeyi ekrana getiriniz. Listedeki **Add New Window** seçeneği ile bir çalışma penceresi ekleyiniz.



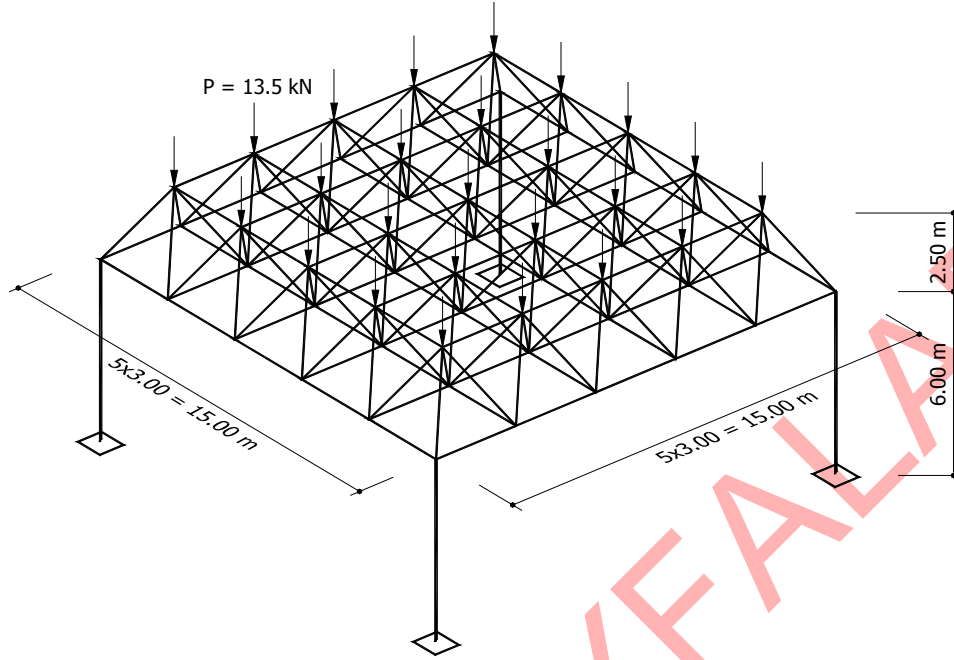


### Sonuçların Bir Dosyaya Yazdırılması:

56. Sonuçların bir dosyaya yazdırılması istenirse, **Display** menüsünde **Show Tables...** seçeneği kullanılmalıdır. Bu seçeneğe tıklayınız veya **Ctrl+T** tuşlarına beraber basınız.
57. 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.
58. Ekranı eleman kesit zorlarını içeren tablo gelecektir.

Frame Text	Station m	OutputCase	CaseType Text	P KII	V2 KII	V3 KII	T KII-m	M2 KII-m	M3 KII-m
1	0	DEAD	LinStatic	-86.761	-85.071	-69.853	-29.7236	-782.7804	-258.3154
1	1.07142	DEAD	LinStatic	-83.844	-72.914	-69.853	-29.7236	-707.9387	-173.6817
1	2.14284	DEAD	LinStatic	-80.927	-60.757	-69.853	-29.7236	-633.0971	-102.0733
2	0	DEAD	LinStatic	-53.92	-67.239	-87.701	14.5284	-622.4712	-156.3103
2	1.07166	DEAD	LinStatic	-51.002	-55.079	-87.701	14.5284	-528.4856	-90.7685
2	2.14331	DEAD	LinStatic	-48.085	-42.919	-87.701	14.5284	-434.4999	-38.2581
3	0	DEAD	LinStatic	-16.756	-50.435	-94.981	32.4171	-430.2151	-65.7952
3	1.07123	DEAD	LinStatic	-13.839	-38.28	-94.981	32.4171	-328.4689	-18.2781
3	2.14246	DEAD	LinStatic	-10.921	-26.126	-94.981	32.4171	-226.7227	16.2187
4	0	DEAD	LinStatic	20.913	-33.765	-90.806	28.2674	-227.7172	7.9307
4	1.07146	DEAD	LinStatic	23.831	-21.607	-90.806	28.2674	-130.4219	37.595


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

**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 200x200 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, 5x5=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.

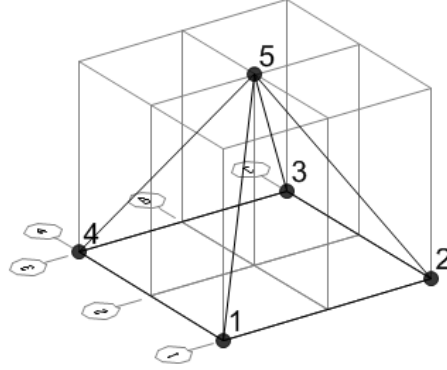
1. SAP2000 programını çalıştırınız ve konum çubuğunun sağındaki açılır liste kutusundan  boyutlarını seçiniz.
2. Üst bölümdeki  **New Model** düğmesine basarak **New Model** ileti kutusunu ekrana getiriniz.
3. Bu ileti kutusunda **Grid Only** düğmesine basınız. Ekrana gelen **Quick Grid Lines** ileti kutusunda,

**Number of Grid Lines** (Yardımcı çizgi sayısı) bölümünde,


- X direction **3**
- Y direction **3**
- Z direction **2**

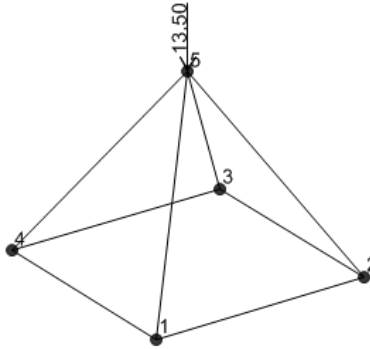
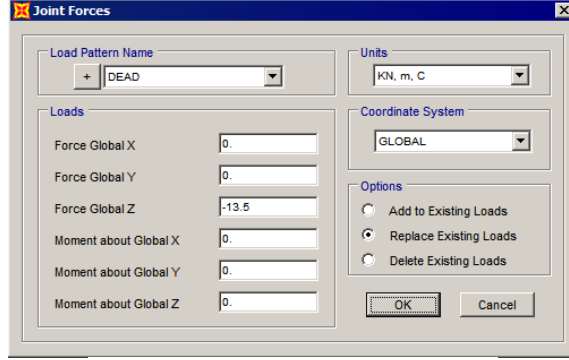
**Grid Spacing** (Yardımcı çizgi aralık uzunlukları) bölümünde,



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



### Düğüm Noktası Yükünün Atanması:


23. Piramidin tepe noktasını seçiniz.  , **Assign Joint Forces** (Düğüm Noktası Yükü Atama) düğmesine basınız veya **Assign** menüsünden **Joint Loads** → **Forces** seçeneklerini tıklayınız ve ekrana gelen ileti kutusunun **Force Global Z** yazı kutucuğuna **-13.5** yazıp **OK** düğmesine basınız.

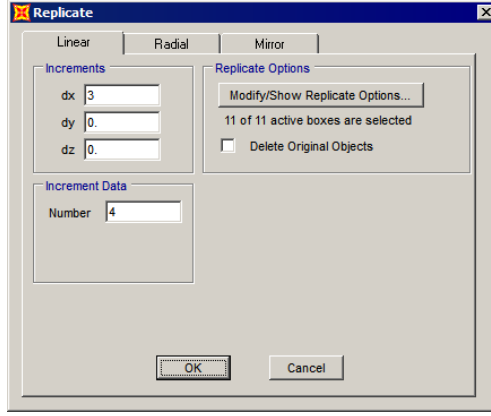


24.  **Set Display Options...** düğmesine basınız. Ekrana gelen ileti kutusunun **Joints** bölümünde **Label** kutucuğunu seçili durumdan çıkarınız ve **OK** düğmesine basınız.
25.  **Save** düğmesini tıklayarak (veya **Ctrl+S** düğmelerine basarak) oluşturulan modeli uygun bir ad vererek saklayınız.

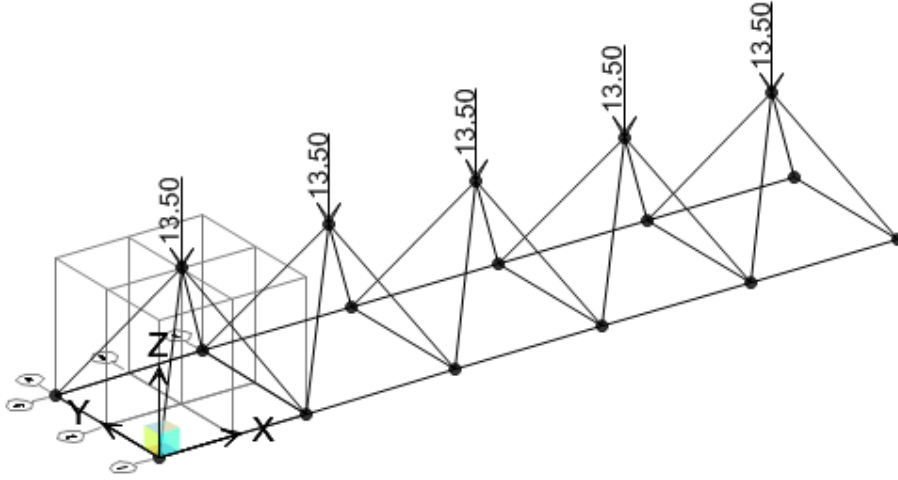
### Sistem Modelinin Tamamlanması:


26.  düğmesine basarak (veya klavyede **Ctrl+A** tuşlarına basarak) tüm çubukları seçiniz.

27. **Edit** menüsünden **Replicate** seçeneğini tıklayınız veya  düğmesine basınız. Ekranaya gelen **Replicate** ileti kutusunun **Linear** bölümündeki **dx** yazı kutucuğuna **3**, **Increment data** bölümüne **4** yazıp **OK** düğmesine basınız.



Bu işlem X doğrultusunda 4 adet daha piramit türetilmesini sağlayacaktır. Oluşturulan çubukların pencereye sığacak şekilde görünmesini sağlamak için klavyede **F3** tuşuna basınız.



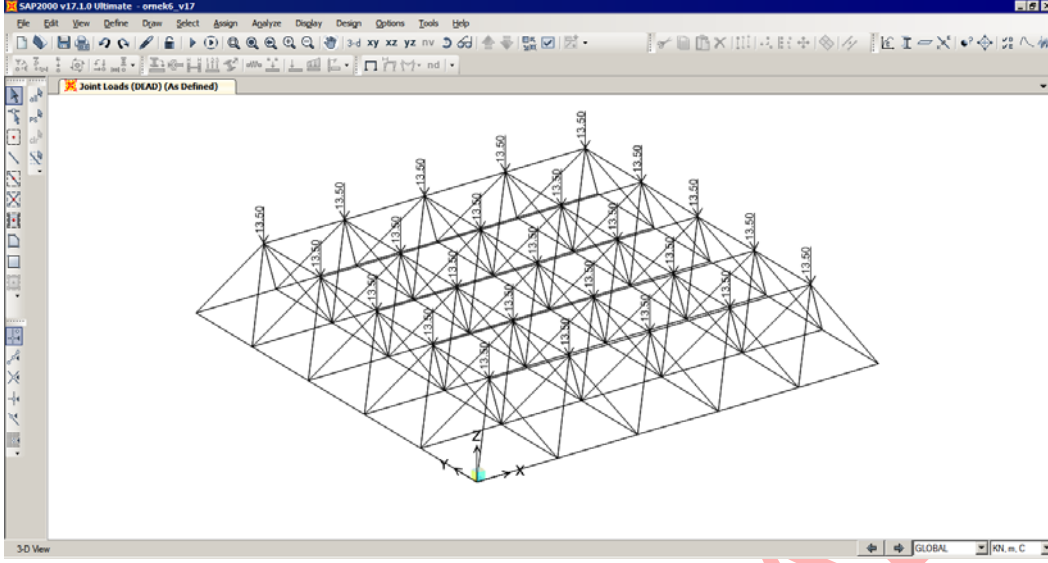
28. Yeniden  düğmesini tıklayarak tüm sistemi seçiniz.


29. **Edit** menüsünden **Replicate** seçeneğini tıklayınız veya klavyede **Ctrl+R** tuşlarına beraber basınız. Ekranaya 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.

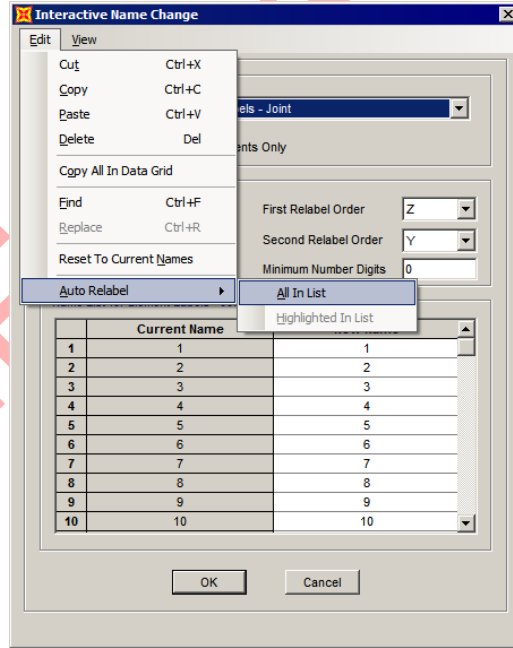
30. Oluşturulan çubukların pencereye sığacak şekilde görünmesini sağlamak için klavyede **F3** tuşuna basınız.

31. Ekranada yük değerlerinin görünmemesini sağlamak için klavyede **F4** tuşuna basınız.

## Örnek 6 Uzay Kafes Sistem

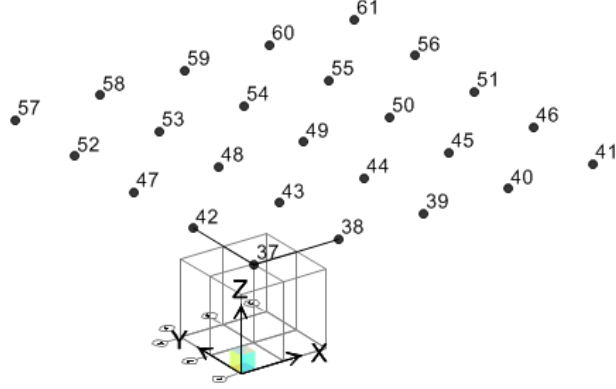


32.  düğmesini tıklayarak tüm sistemi seçiniz.
33. **Edit** menüsünden **Change Labels...** seçeneğine tıklayınız.
34. Ekranı gelen **Interactive Name Change** ileti kutusunda **Item Type** açılır listesinden **Element Labels-Joint** seçeneğine tıklayınız.
35. Ekrandaki ileti kutusunun **Edit** menüsünde **Auto Relable**→**All In List** seçeneğine tıklayınız.

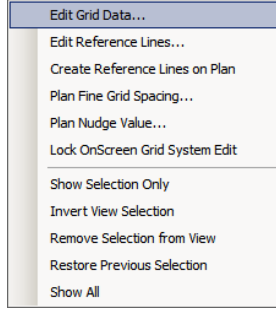


36. Ekranı bulunan **Interactive Name Change** ileti kutusunda **Item Type** açılır listesinden **Element Labels-Frame** seçeneğine tıklayınız.
37. Yine ekrandaki ileti kutusunun **Edit** menüsünde **Auto Relable**→**All In List** seçeneğine tıklayınız ve **OK** düğmesine basınız.
38.  düğmesine basınız ekrana gelen ileti kutusunda **Frames/Cables/Tendons** bölümünde **Labels** kutucuğunu seçili duruma getiriniz ve **OK** düğmesine basınız. Bu işlem çubuk eleman numaralarının ekrana getirilmesini sağlamaktadır.

44. Ekranaya gelen **Properties of Object** ileti kutusunun **Section** bölümünde **B2** seçeneğine tıklayınız.
45. 37-38 düğüm noktaları arasında bir adet X doğrultusunda üst başlık çubuğu yerleştiriniz. Sağ mouse tuşuna basınız ve 37-42 düğüm noktalarının arasında Y doğrultusunda üst başlık çubuğu yerleştiriniz ve **Esc** tuşuna basınız.



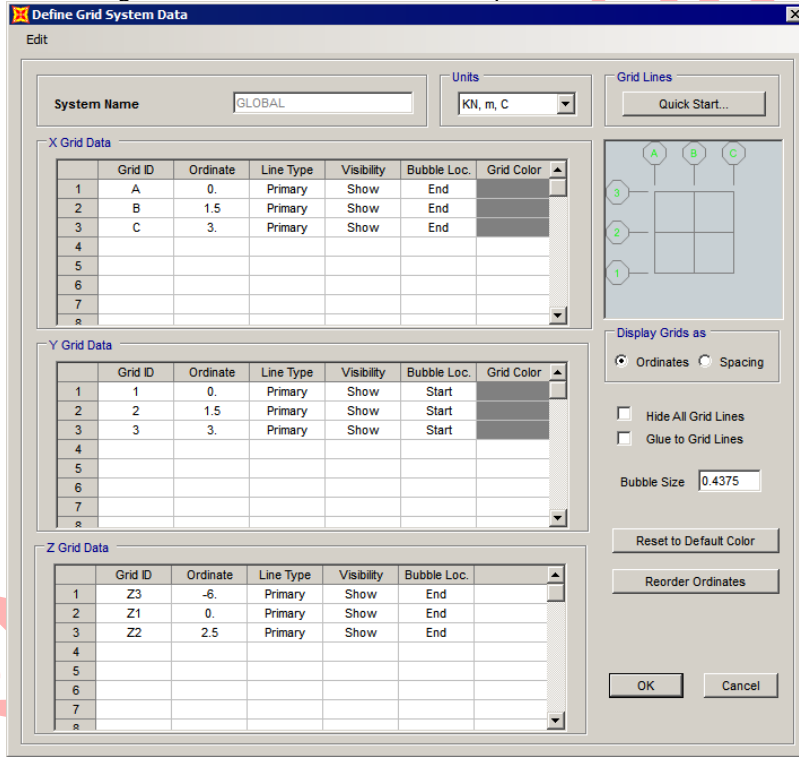
46. X eksenine paralel olan 37-38 üst başlık çubuğunu seçiniz.
47. **Edit** menüsünden **Replicate** seçeneğini tıklayınız veya klavyede **Ctrl+R** tuşlarına birlikte basarak **Replicate** ileti kutusunun ekrana gelmesini sağlayınız. Bu kutuda **Linear** seçeneğinin aktif durumda olmasına dikkat ediniz. **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. Ekranaya 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. Ekranaya 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. Ekranaya gelen ileti kutusunun **Linear** bölümünde, **dy** yazı kutucuğundaki değeri **3** yapınız ve **dx** yazı kutucuğuna **0** yapınız. **Increment data** bölümüne **3** yazıp **OK** düğmesine basınız. Böylece Y doğrultusundaki tüm üst başlık çubuklarının türetilmesi de tamamlanmış olmaktadır.




56. Ekranaya gelen **Coordinate/Grid Systems** ileti kutusunda **GLOBAL** seçeneğine tıklayınız ve **Modify/Show System...** düğmesine basınız.

57. Ekranaya gelen ileti kutusunda **Z Grid Data** bölümünde 3. satırın

- **Grid ID** kolonuna **Z3**
- **Ordinate** kolonuna **-6** yazınız.
- **Line Type, Visibility** ve **Bubble Loc.** kutucuklarına mouse ile çift tıklayınız.
- **Reorder Ordinates** düğmesine basarak koordinatları sıralı duruma getiriniz.
- **2** kez **OK** düğmesine basarak ileti kutusunu kapatınız.




58. Oluşturulan grid çizgilerinin pencereye sığacak şekilde görünmesini sağlamak için klavyede **F3** tuşuna basınız. (Ekranada Grid çizgileri görünmüyorsa **Ctrl+D** tuşuna basınız.)

59.  Hızlı Çubuk Eleman Oluşturma düğmesine basınız.

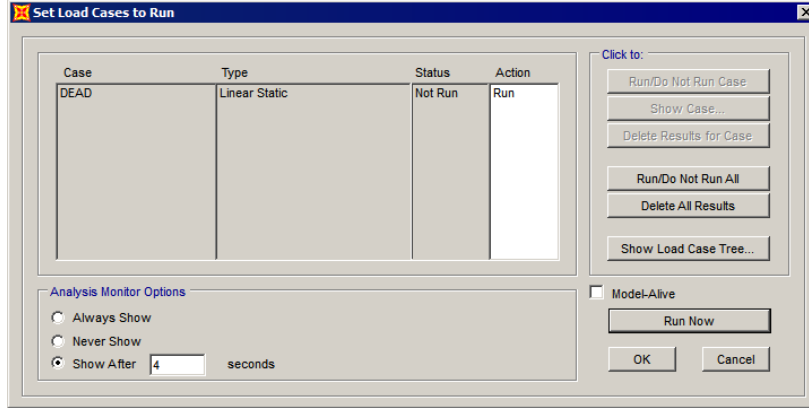
60. Ekranaya gelen **Properties of Object** ileti kutusunun **Section** bölümünde **K200** seçeneğine tıklayınız.

61. Sol alt köşedeki dikey grid çizgisinin **Z=-6** ve **Z=0** grid çizgileri arasında kalan bölümü üzerine tıklayınız. Böylece sol alt köşeye bir kolon yerleştirilmiş olur.

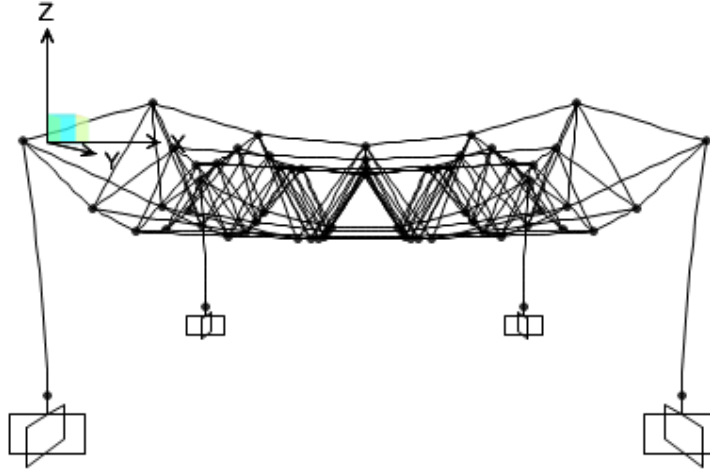
62.  **Pointer** düğmesine basınız ve son oluşturulan kolonu seçiniz.



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.

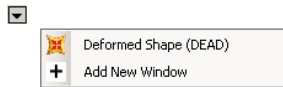


76. Analiz tamamlandığında ekrana gelen ve analiz adımlarını gösteren ileti kutusunda uyarı veya hata mesajları bulunmadığını gördükten sonra ileti kutusunu kapatınız. Ekranda sistemin şekildeğiştirilmiş durumu görülecektir.



### Sonuçların Görüntülenmesi:


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

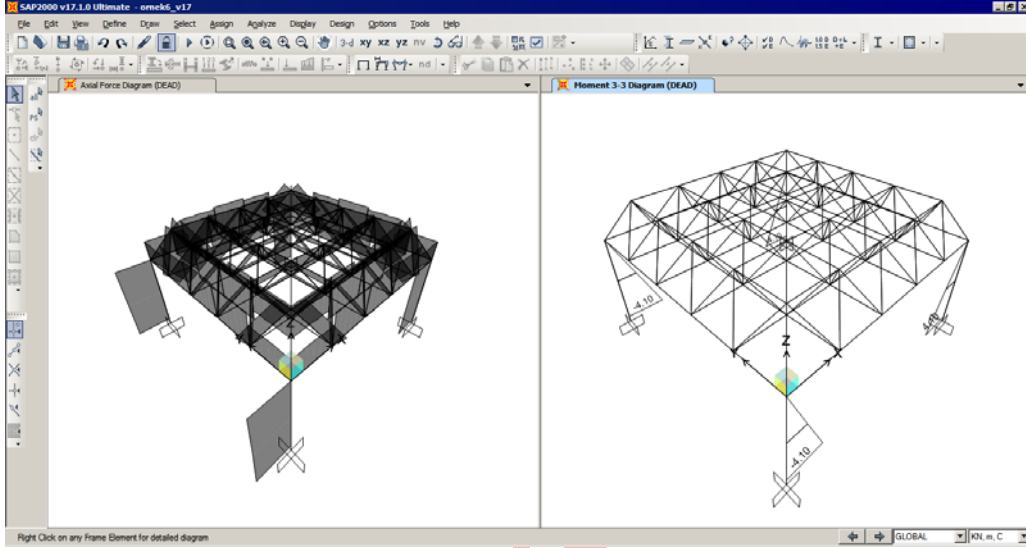


78. Aktif durumda olan sol pencerede düğmesine basarak üç boyutlu görünümü ekrana getiriniz.
79. düğmesine basarak şekildeğiştirilmiş duruma ilişkin animasyonu başlatabilirsiniz.
80. **Display** menüsünde **Show Forces/Stress** seçeneğinden **Frames/Cables/Tendons** bölümüne tıklayınız veya düğmesine basınız. Ekrana gelen ileti kutusunda, **Axial Force** radyo düğmesini seçiniz ve **OK** düğmesine basınız. Ekranda normal kuvvet diyagramı görünecektir.

81. Herhangi bir çubuğun üzerine gelip sağ mouse tuşuyla tıklayınız. Ekrana ilgili çubuğun sabit olan normal kuvvet diyagramını gelecektir.

82. Sağ pencerenin başlık çubuğuna tıklayarak aktif duruma gelmesini sağlayınız. 3-d

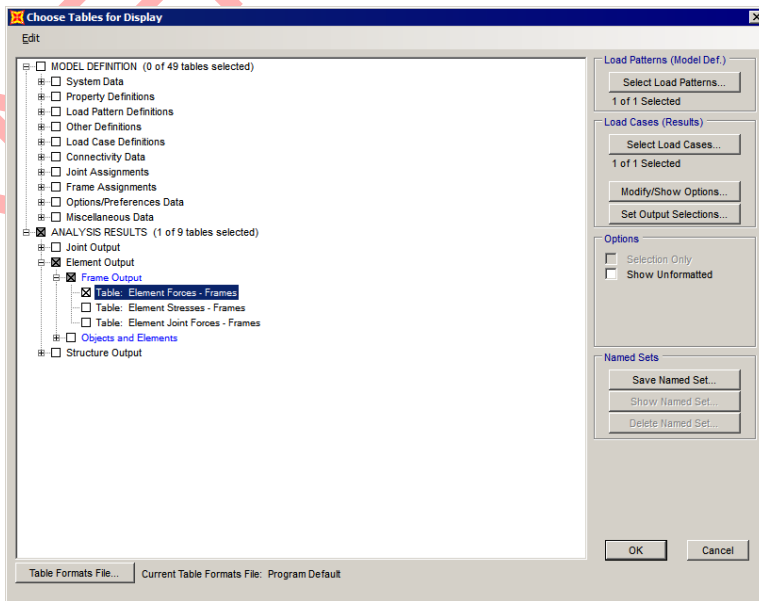
düğmesine basarak ekrana 3 boyutlu görüntüyü getiriniz.  düğmesine basınız ve ekrana gelen ileti kutusunda **Moment 3-3** radyo düğmesini seçiniz. **Fill Diagram** seçeneğini kapatınız, **Show Values on Diagram** seçeneğini tıklayınız ve **OK** düğmesine basınız.

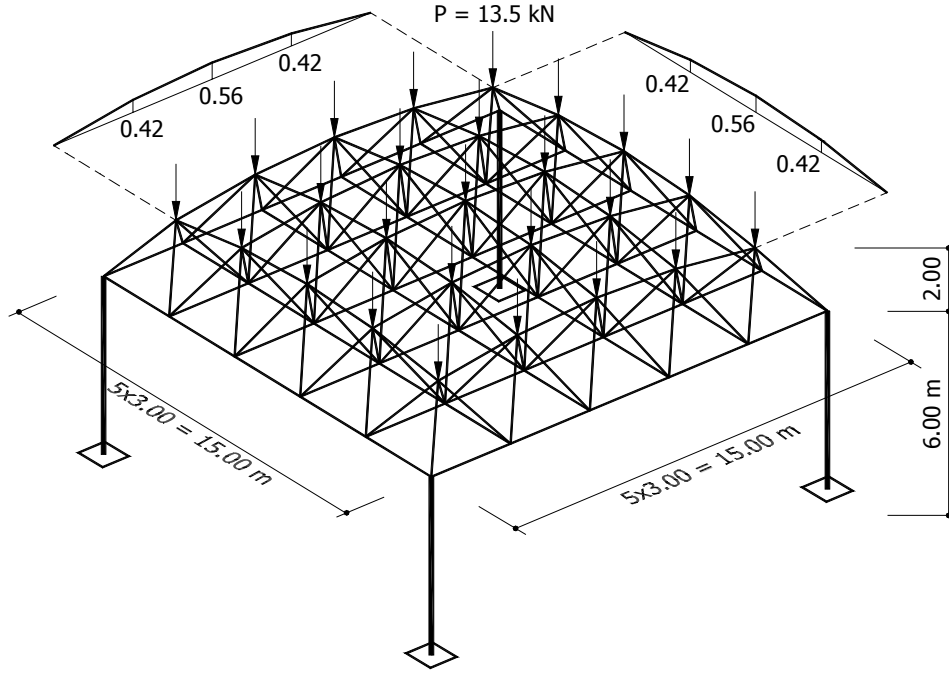


83. Görüldüğü gibi, sadece kolonlarda moment oluşmaktadır. Kafes giriş çubuklarında moment boşaltma işlemi yapıldığından, bu elemanlarda sadece aksel kuvvet vardır.

84. Sonuçların bir dosyaya yazılması istenirse, **Display** menüsünde **Show Tables...** seçeneği kullanılmalıdır. Bu seçeneğe tıklayınız veya **Ctrl+T** tuşlarına beraber basınız.

85. Ekrana gelen **Choose Tables for Display** ileti kutusunda **ANALYSIS RESULTS** kutucuğunu seçili duruma getiriniz ve **OK** düğmesine basınız.



**ÖRNEK 7: Uzay Kafes Sistem (2)**

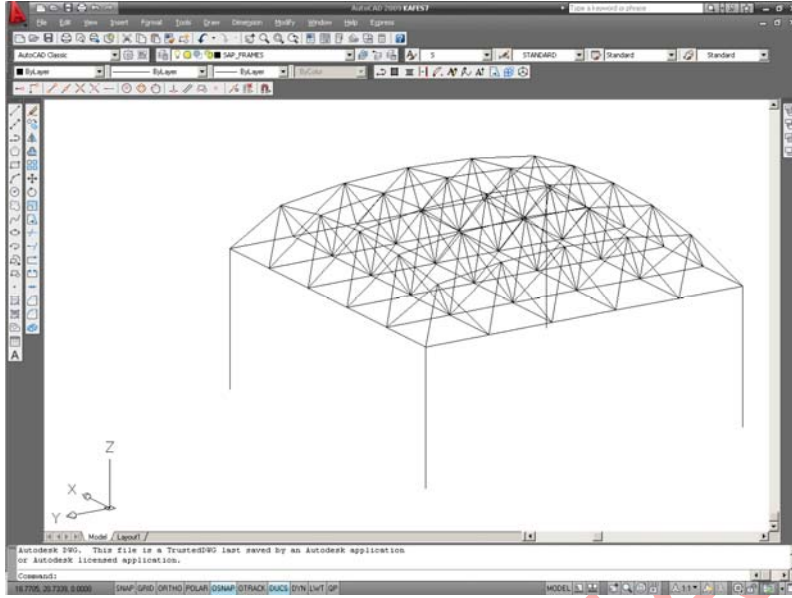
Geometrik özellikleri ve yükleri şekilde görülen uzay kafes sistemin hesabı yapılacaktır. Tüm kafes kiriş çubukları boru kesitlidir. Alt ve üst başlıklarla köşe diyagonallerin çapları 2", orta bölümdeki diğer tüm diyagonallerin çapları da 1"dir. Kolonlar 200x200 mm<sup>2</sup> boyutunda ve t=15 mm kalınlıklı 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 çıktılarının düzenlenmesi sırasında kolaylıklar sağlaması bakımından **Group** özelliği kullanılacaktır.

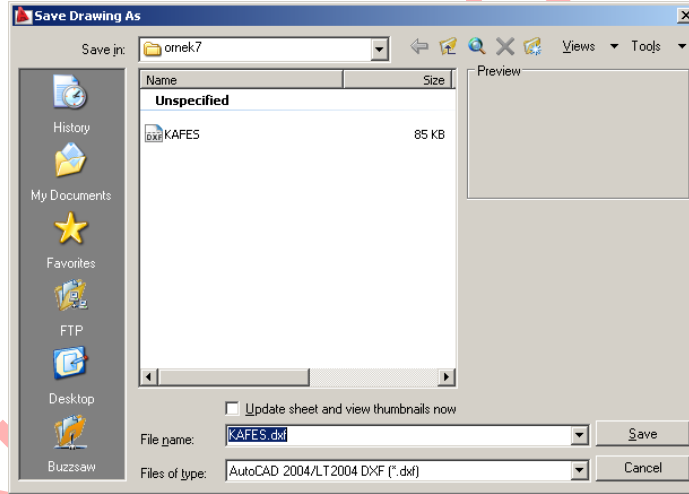
**Sistem Modelinin Oluşturulması:**

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.



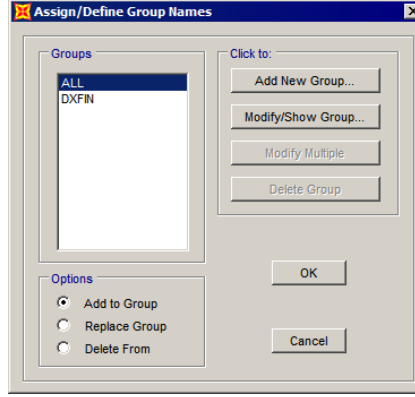
2. AutoCAD ortamında **DXFOUT** komutunu kullanarak sistemin geometrik bilgilerinin (örneğin **kafes.dxf** adlı) bir dosyaya yazılmasını sağlayınız. AutoCAD'in yeni sürümlerinde DXF dosyası oluşturmak için **File→Save As** seçeneği de kullanılabilir.



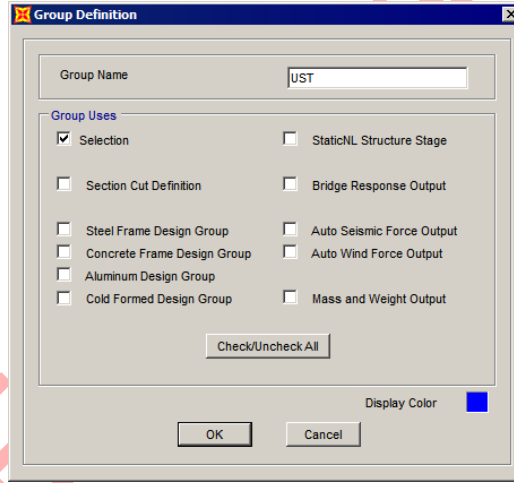
3. SAP2000 programını çalıştırınız. **File** menüsünden **Import→AutoCAD .dxf File...** seçeneklerini tıklayınız. Ekrana gelen **Import DXF File** ileti kutusunun **Look in:** yazı kutucuğundan **kafes.dxf** dosyasının bulunduğu klasöre gidin ve bu dosyayı seçerek **Open** düğmesini tıklayınız.


konum çubuğunun sol tarafındaki "25 Joints, 40 Frames selected" yazısı, seçilen elemanların türü ve sayısı hakkında bilgi vermektedir.

25. **Assign** menüsünden **Assign to Group...** seçeneğini tıklayınız. Ekranı gelen **Assign/Define Group Names** ileti kutusunda **Add New Group...** düğmesine basınız.

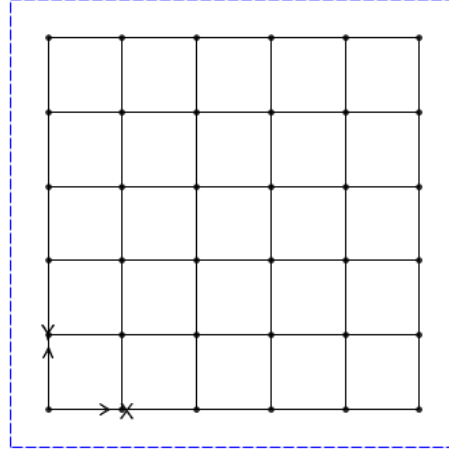



26. Ekranı gelen **Group Definition** ileti kutusunda **Group Name** yazı kutucuğuna **UST** yazınız, **Group Uses** bölümünde **Check/Uncheck All** düğmesine basınız ve **Selection** kutucuğunu seçili duruma getiriniz. **2** kez **OK** düğmesine basınız. Grup adlarında Türkçe karakterler kullanılmamaktadır.

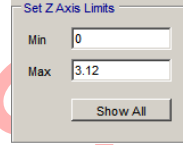


27. **xy** düğmesine basarak plan görünümünü ekranı getiriniz.  düğmelerini kullanarak Z=0 düzeyinde plan görünümünü ekranı getiriniz.

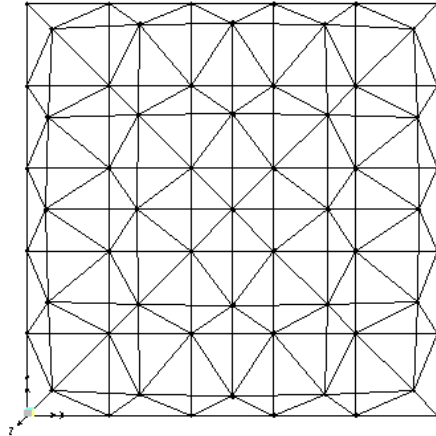
28. Pencere içine alarak bu düzlemdeki tüm çubukları seçiniz. Böylece alt başlık çubukları seçilmiş olur.






29. Yukarıdaki gruplama işlemlerinin benzerini tekrarlayarak seçilen bu elemanlar için **ALT** adında bir grup oluşturunuz.
30. Sistemin tümünün planda perspektif görünümünü elde etmek için  **Perspective Toggle** (Perspektif Anahtarı) düğmesine basınız.
31. **View** menüsünden **Set Limits** seçeneğine tıklayınız. **Set Z Axis Limits** bölümünde **Min.** yazı kutucuğuna **0** yazınız ve **OK** düğmesine basınız. Böylece ekranda Z koordinatı 0 ile 3.12 arasında olan elemanlar görünecektir.

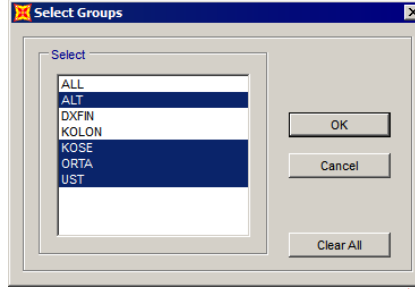



32. Köşelerde bulunan 4 adet diyagonal elemanı sol mouse tuşuyla tıklayarak seçili duruma getiriniz. Bu seçili elemanlardan **KOSE** adında bir grup oluşturunuz.

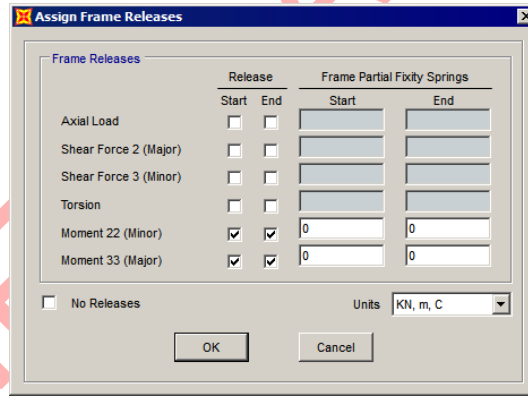



33. **View** menüsünden **Set Limits** seçeneğine tıklayınız. **Set Z Axis Limits** bölümünde sırasıyla **Show All** ve **OK** düğmelerine basınız.
34.  düğmesine basarak, ekrana sistemin X-Z düzlemindeki görünümünü getiriniz.
35. Sistemin tümünün perspektif görünümünü elde etmek için  **Perspective Toggle** (Perspektif Anahtarı) düğmesine basınız.

43. **Select** menüsünden **Select→Groups...** seçeneklerini tıklayınız. Ekrana gelen ileti kutusundan **KOLON** grubunu seçiniz ve **OK** düğmesini tıklayınız.
44.  düğmesine basınız. Ekrana gelen **Define Frame Sections** ileti kutusunun **Frame** bölümündeki listeden **HSS10X10X.3125**'i seçiniz ve **OK** düğmesine basınız. Bu işlem ile de kolonların kesitleri atanmış olmaktadır.
45. **Select** menüsünden **Select→Groups...** seçeneklerini tıklayınız. Ekrana gelen ileti kutusundan **Ctrl** tuşu ile birlikte sol mouse tuşuna basarak **UST, ALT, KOSE** ve **ORTA** gruplarını (uzay kafesi oluşturan elemanlar) seçiniz ve **OK** düğmesini tıklayınız.





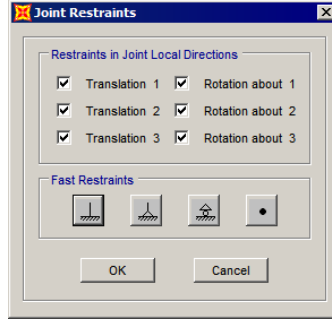
46. **Assign** menüsünde **Frame →Releases/Partial Fixity...** seçeneğine tıklayınız veya  düğmesine basınız.
47. Ekrana gelen **Assign Frame Releases** ileti kutusunda kafes davranışını tanımlamak için **Moment 22 (Minor)** ve **Moment 33 (Major)** kutucuklarını seçili duruma getiriniz ve **OK** düğmesine basınız. (Kafes sistemi oluşturan çubuklar sadece eksenel kuvvetleri taşıyabileceğinden moment taşıma özellikleri ile ilgili terimler bu işlem ile boşaltılmış olmaktadır.)




48.  **Save** düğmesine basarak oluşturulan sistem modeline uygun bir ad verip saklayınız.

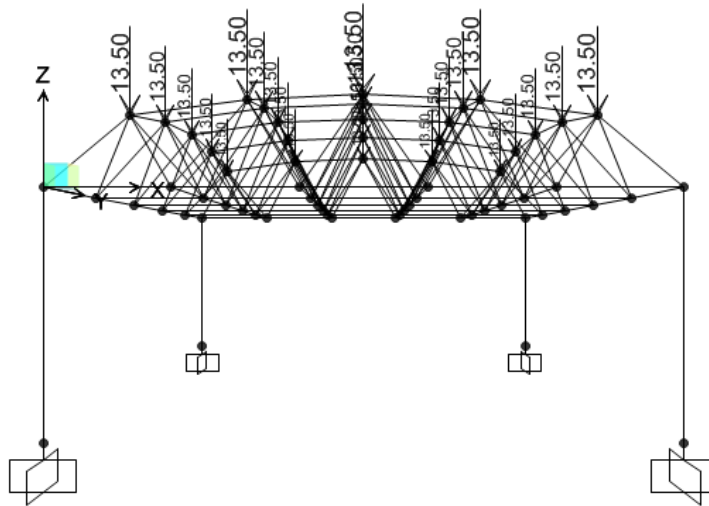
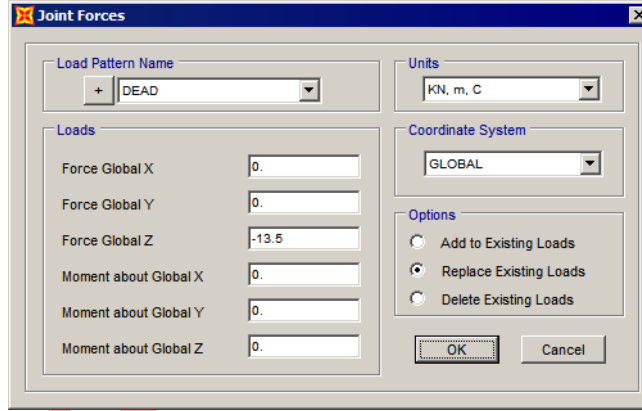
### Mesnet Koşullarının Tanımlanması:

49. Kolonların alt uçlarındaki düğüm noktalarına tıklayarak seçiniz.
50.  düğmesine basınız. Ekrana gelen **Assign Joint Restraints** ileti kutusunun **Fast Restraints** bölümünde ankastre mesnet tanımlaması yapmak için  düğmesine basınız. Düğüm noktası serbestliklerine ilişkin onay kutularının tamamının seçili duruma geldiğini yani düğüm noktasının tüm yerdeğiştirmelerinin tutulduğuna dikkat ediniz.






### Düğüm Noktası Yüklerin Tanımlanması:

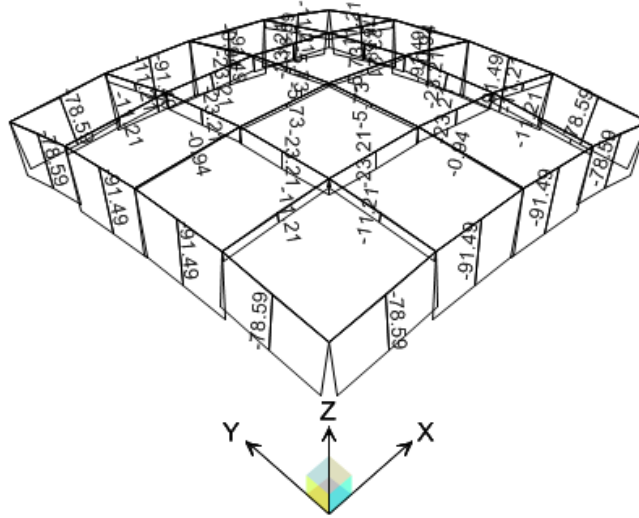
51. **Select** menüsünden **Select→Groups...** seçeneklerini tıklayınız. Ekrana gelen ileti kutusundan **UST** grubunu seçiniz ve **OK** düğmesini tıklayınız. Bu seçimle, üst başlık çubukları ile birlikte tüm üst başlık düğüm noktaları da seçilmiş olmaktadır.
52.  **Assign Joint Forces** (Düğüm Noktası Yükü Atama) düğmesine basınız ve ekrana gelen ileti kutusunun **Force Global Z** yazı kutucuğuna **-13.5** yazıp **OK** düğmesine basınız. Bu işlem ile, tüm üst başlık düğüm noktalarına, düşey doğrultuda ve  $P=13.5$  kN şiddetinde, tekil yüklerin etkilmesi sağlanmış olmaktadır.



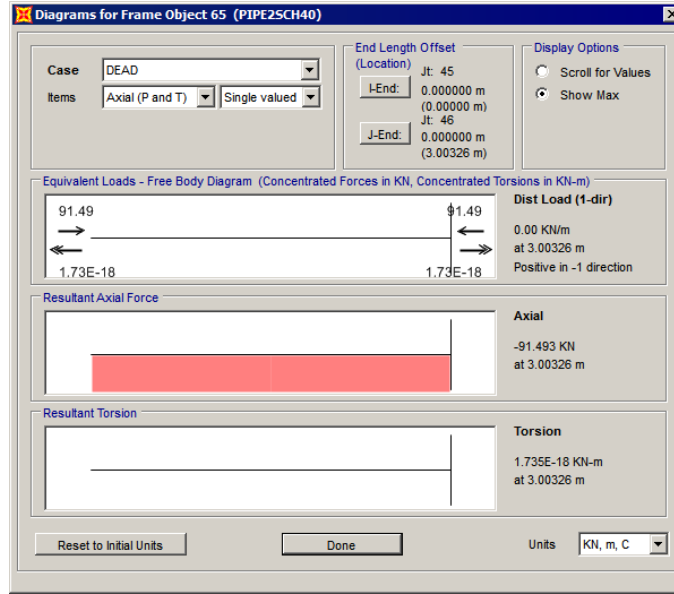
53.  **Save** düğmesine basarak oluşturulan sistem modelini yeniden saklayınız.





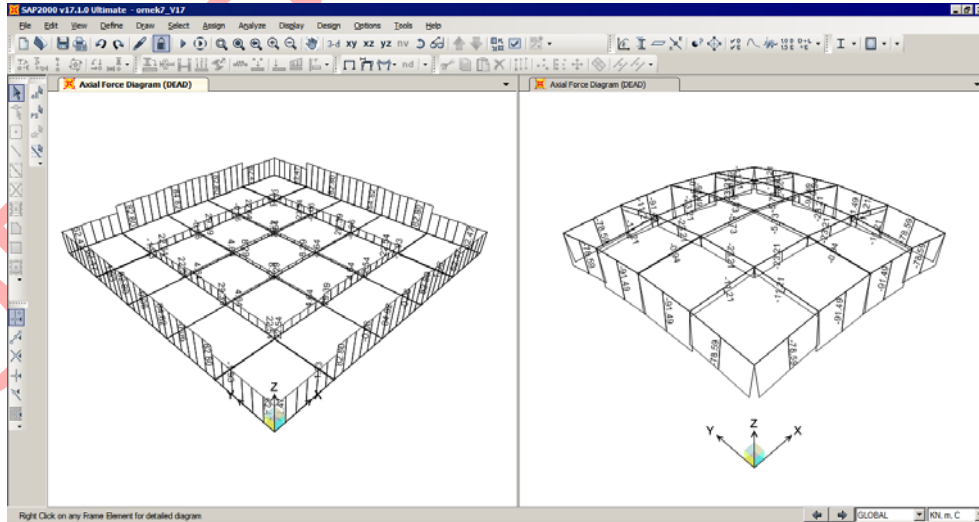
60. **3-d** düğmesine basarak, ekrana sistemin 3 boyutlu görünümünü getiriniz.
61. **Select** menüsünden **Select→Groups...** seçeneklerini tıklayınız. Ekrana gelen ileti kutusundaki listeden **UST** grubunu seçiniz.
62. **View** menüsünden **Show Selection Only** komutunu seçiniz. Ekranda sadece üst başlık çubukları görünecektir.
63. **clr** düğmesine basarak seçimi kaldırınız.
64. Çubuk normal kuvvetlerini görmek için, **Display** menüsünde **Show Forces/Stresses→Frames/Cables/Tendons** seçeneğine tıklayarak veya klavyede **F8** tuşuna basarak ekrana **Member Force Diagram for Frames** ileti kutusunu getiriniz.
65. Ekrana gelen ileti kutusunda **Axial Force** radyo düğmesini seçiniz, değerlerin de görünmesini sağlamak için **Show Values on Diagram** kutucuğunu seçili duruma getiriniz ve **OK** düğmesine basınız. Ekranda sadece üst başlık çubuklarına ait normal kuvvetler görünecektir.    düğmelerini kullanarak ekrandaki görüntünün boyutlarını düzenleyebilirsiniz.



66. Herhangi bir çubuğun üzerinde sağ mouse tuşuyla tıklayınız. Ekrana bir pencere içinde, ilgili çubuğun normal kuvvet diyagramı gelecektir. Mouse'u sağa ve sola hareket ettirerek normal kuvvet değerlerinin çubuk boyunca değişmediği gözlemlenebilir. Malzeme tanımında birim hacim ağırlığı değeri 0 olarak tanımlandığı için yatay olmayan çubuklarda da benzer durum gözlemlenebilir.
67. Ekrandaki ileti kutusunun **Items** bölümünden (V2 and M3) veya (V3 and M2) seçenekleri kullanılarak uzay kafes giriş elemanlarda moment oluşmadığı görülebilir.

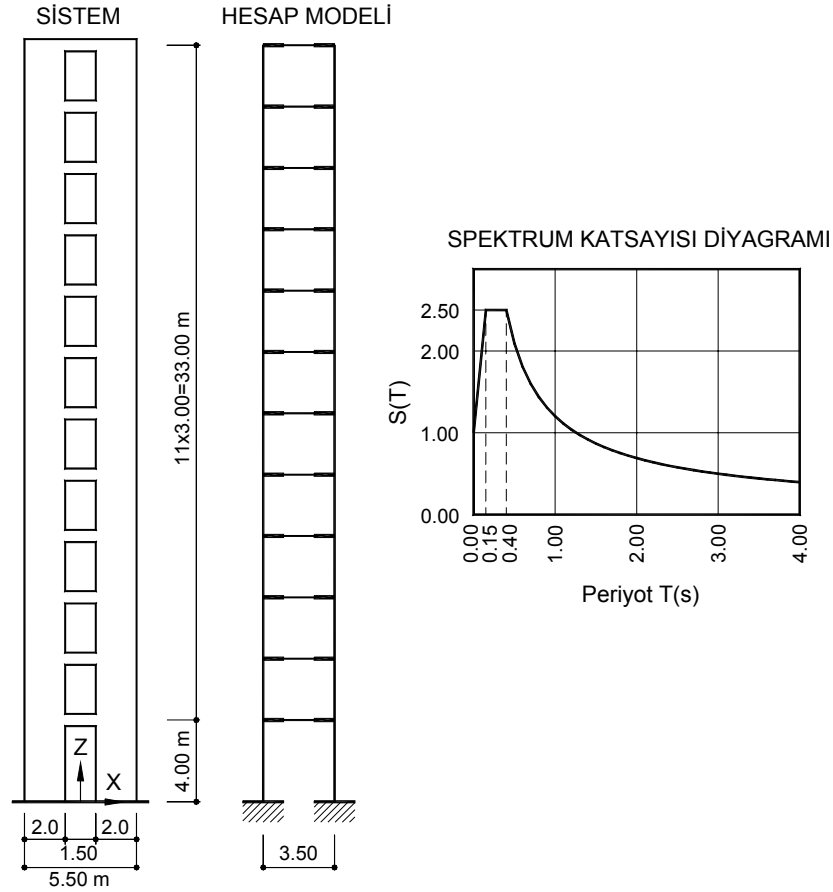


68. Sol pencerenin başlık çubuğuna tıklayarak aktif duruma gelmesini sağlayınız. Burada da  düğmesine basarak, ekrana sistemin 3 boyutlu görünümünü getiriniz.
69. **Select** menüsünden **Select→Groups...** seçeneklerini tıklayınız. Ekrana gelen ileti kutusundaki listeden **ALT** grubunu seçiniz.
70. **View** menüsünden **Show Selection Only** komutunu seçiniz. Ekranda sadece alt başlık çubukları görünecektir.
71.  düğmesine basarak seçimi kaldırınız.
72. Çubuk normal kuvvetlerini görmek için, **Display** menüsünde **Show Forces/Stresses→Frames/Cables** seçeneğine tıklayarak ekrana **Member Force Diagram for Frames** ileti kutusunu getiriniz. Ekrana gelen ileti kutusunda **Axial Force** radyo düğmesini seçiniz ve **OK** düğmesine basınız. Alt pencerede sadece alt başlık çubuklarına ait normal kuvvet diyagramları görünecektir.



73. Sonuçların bir dosyaya yazılması istenirse, **Display** menüsünde **Show Tables...** seçeneği kullanılmalıdır. Bu seçeneğe tıklayınız veya **Ctrl+T** tuşlarına beraber basınız.

## ÖRNEK 8: Boşluklu Perde



Şekilde görülen boşluklu perdenin verilen spektrum diyagramı kullanılarak mod birleştirme yöntemi ile dinamik hesaba 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 eksenine ile bağ kirişi arasında rijit bir bağlantının bulunması sağlanacaktır.

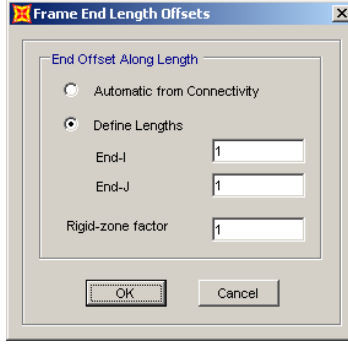
Hesaplarda aşağıdaki değerler esas alınmaktadır:

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

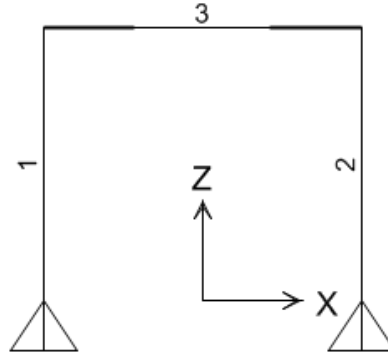
Bu durumda dinamik hesapta kullanılan parametreler

$$\text{Spektrum Ölçek Katsayısı } A_0 \times I \times g = 0.30 \times 1.0 \times 9.81 = 2.943$$



olmaktadır.

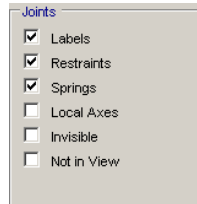





Bu işlem ile kirişin perde içinde kalan sol ve sağ uçlarındaki 1m'lik bölümlerin sonsuz rijit davranış göstermeleri sağlanmış olur. **Rigid-zone factor** kutucuğuna girilen değer tanımlanan bölgelerin içinde tamamen rijit alınacak uzunluğun oranını göstermektedir. Rijit bölgelerin uzunluklarının daha küçük verilmesi istenirse, **Rigid Zone Factor** değeri 1'den küçük bir değer olarak tanımlanmalıdır.

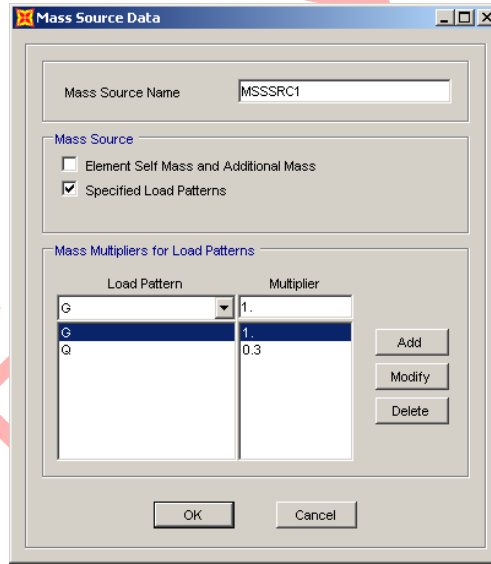





### Yüklemelerin ve Kütlelerin Tanımlanması:

21. **Define** menüsünde **Load Patterns** seçeneğine tıklayınız veya  düğmesine basınız.
22. Ekrana gelen ileti kutusunda,
  - **Load Pattern Name** kutucuğuna **G** yazınız ve **Add New Load Pattern** düğmesine basınız.
  - **Load Pattern Name** kutucuğuna **Q** yazınız.
  - **Type** açılır listesinden **LIVE** seçeneğini seçiniz ve **Add New Load Pattern** düğmesine basınız.
  - **DEAD** yüklemesini seçiniz ve **Delete Load Pattern** düğmesine basarak bu yüklemeyi siliniz.
  - **OK** düğmesine basarak yük tanımlama işlemini tamamlayınız.
23.  düğmesine basarak **Display Options For Active Window** ileti kutusunu ekrana getiriniz. Bu ileti kutusunun **Joints** bölümünde **Invisible** kutucuğunu seçili durumdan çıkarınız, **Labels** kutucuğunu seçili duruma getiriniz ve **OK** düğmesine basınız. Bu işlem düğüm noktalarının aktif pencerede görünmesini sağlayacaktır.

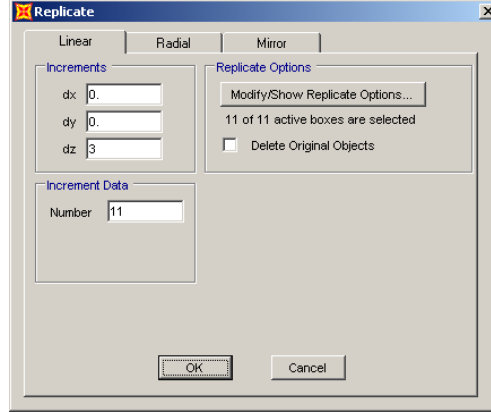


24. Bağ girişinin düğüm noktalarını (2 ve 4 numaralı düğüm noktaları) seçiniz.
25.  **Assign Joint Forces** (Düğüm Noktası Yüğü Atama) düğmesine basınız ve ekrana gelen ileti kutusunda **Load Pattern Name** açılır listesinden **G** yüklemesini seçiniz. **Force Global Z** yazı kutucuğuna **-148** yazıp **OK** düğmesine basınız.
26.  düğmesine basarak bir önceki seçim işlemini tekrarlayınız.
27.  **Assign Joint Forces** (Düğüm Noktası Yüğü Atama) düğmesine basınız ve ekrana gelen ileti kutusunda **Load Pattern Name** açılır listesinden **Q** yüklemesini seçiniz. **Force Global Z** yazı kutucuğuna **-90** yazıp **OK** düğmesine basınız.
28. **Define** menüsünden **Mass Source** seçeneğini seçiniz. Ekrana gelen **Mass Source** ileti kutusunda **MSSSRC1** seçeneği seçiliyken **Modify/Show Mass Source...** düğmesine basınız.
29. Ekrana gelen **Mass Source Data** ileti kutusunda
  - **Mass Source** bölümünde **Specified Load Patterns** seçeneğini seçiniz.
  - **Element Self Mass and Additional Mass** seçeneğini seçili durumdan çıkarınız.
  - **Load** açılır listesinden **G** yüklemesini seçiniz, **Multiplier** (Çarpan) kutucuğuna **1** yazınız ve **Add** düğmesine basınız.
  - **Load** açılır listesinden **Q** yüklemesini seçiniz, **Multiplier** (Çarpan) kutucuğuna **0.3** yazınız ve **Add** düğmesine basınız.
  - **2** kez **OK** düğmesine basarak kütle tanımlama işlemini tamamlayınız.




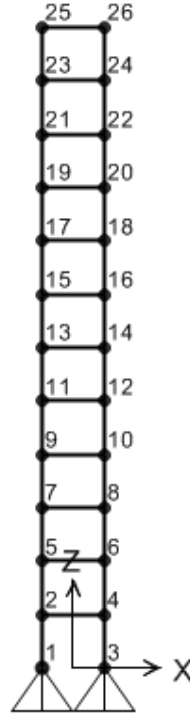
30.  düğmesine basarak **Display Options For Active Window** ileti kutusunu ekrana getiriniz. Bu ileti kutusunun **Frames/Cables/Tendons** bölümünde **Labels** kutucuğunu seçili durumdan çıkarınız ve **OK** düğmesine basınız.
31.  **Show Undeformed Shape** (Şekildeğiştirmemiş Durumu Gösterme) düğmesine basarak veya klavyede **F4** tuşuna basarak tekrar sadece sistem geometrisinin görünmesini sağlayınız.
32.  düğmesine basarak tüm sistemi seçili duruma getiriniz.
33. **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 **dz** yazı kutucuğuna **3**, **Number** yazı kutucuğuna da **11** yazıp **OK** düğmesine basınız.



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

34.  düğmesine basarak tüm görünümü ekrana getiriniz.






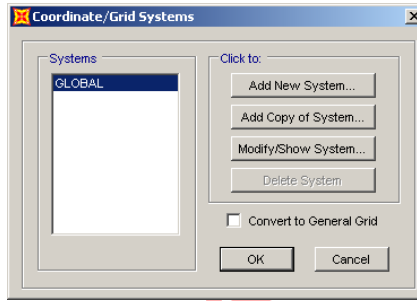
35.  **Pointer** düğmesini kullanarak, en üst kattaki iki düğüm noktasını seçiniz (25 ve 26 nolu düğüm noktaları).

36. **Edit** menüsünden **Interactive Database Editing...** seçeneğine tıklayınız.

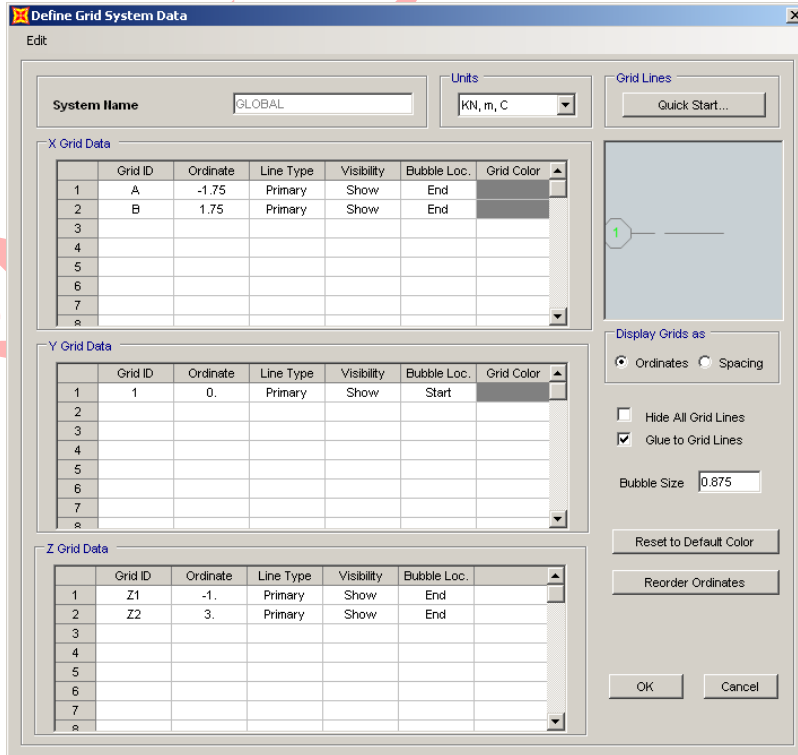
37. Ekrana gelen **Choose Tables for Interactive Editing** ileti kutusunda **Joint Assignments**→**Joint Load Assignments**→**Table:Joint Loads - Force** kutucuğunu seçili duruma getiriniz ve **OK** düğmesine basınız.

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.


40.  düğmesine basarak seçili hiçbir elemanın kalmamasını sağlayın.
41. 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.
42. **Define** menüsünden **Coordinate Systems/Grids...** seçeneğini tıklayınız. Ekrana gelen **Coordinate/Grid Systems** ileti kutusunda **Modify/Show System...** düğmesine basınız.

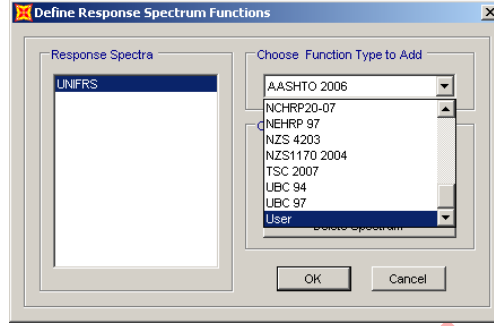


43. Ekrana gelen ileti kutusunda **Z Grid Data** bölümünde 1. satırda bulunan **0** değerini **-1** olarak değiştiriniz. İleti kutusunun sağ bölümündeki **Glue to Grid Lines** kutucuğunu seçili duruma getiriniz. **2** kez **OK** düğmesine basarak grid çizgilerinin düğüm noktaları ile birlikte ötelenmesi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



12 katlı düzlem bir sistem için her katta 1 öteleme serbestlik derecesinin önemli olacağı kabul edilirse 12 modun yeterli olması beklenmektedir. Gözönüne alınan mod sayısının yeterliliği ileriki adımlarda kontrol edilecektir.

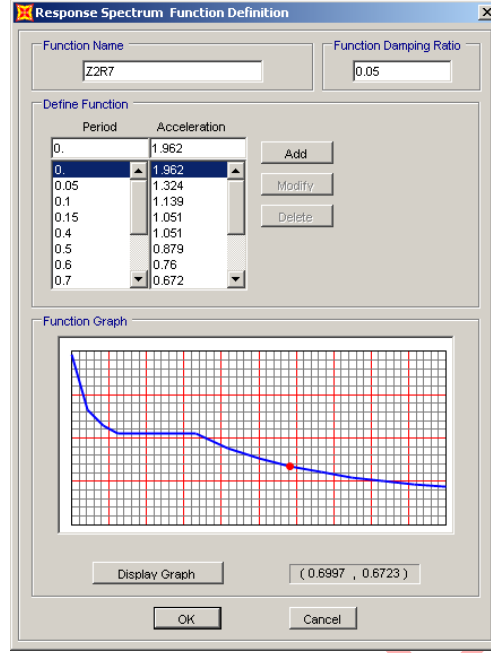
49. **Define** menüsünde **Functions**→**Response Spectrum...** seçeneğini tıklayınız veya  düğmesine basınız.
50. Ekran **Define Response Spectrum Functions** ileti kutusu gelecektir. **Choose Function Type to Add** açılır listesinden **User** seçeneğine tıklayınız.



51. **Add New Function** düğmesine basarak **Response Spectrum Function Definiton** ileti kutusunun görünmesini sağlayınız. Bu ileti kutusunda spektrum eğrisinin belirli noktadaki değerleri ve buna karşı gelen periyot değerleri girilecektir. **Function Name** yazı kutucuğuna **Z2R7** yazınız.
52. **Define Function** bölümünde **Period** kutucuğuna **0**, **Acceleration** kutucuğuna **1.962** yazıp **Add** düğmesine basınız. Benzer şekilde, aşağıdaki satırları sırasıyla girip her veri çiftinden sonra **Add** düğmesine basarak ivme spektrumu eğrisini oluşturunuz.


Period	S(T)	R <sub>a</sub> (T)	S(T)/R <sub>a</sub> (T)	A <sub>0</sub> ×I <sub>xg</sub> ×S(T)/R <sub>a</sub> (T)
0	1.00	1.50	0.667	1.962
0.05	1.50	3.33	0.450	1.324
0.1	2.00	5.17	0.387	1.139
0.15	2.50	7.00	0.357	1.051
0.4	2.50	7.00	0.357	1.051
0.5	2.091	7.00	0.299	0.879
0.6	1.807	7.00	0.258	0.760
0.7	1.598	7.00	0.228	0.672
0.8	1.436	7.00	0.205	0.604
0.9	1.307	7.00	0.187	0.549
1.0	1.201	7.00	0.172	0.505
1.1	1.113	7.00	0.159	0.468
1.2	1.038	7.00	0.148	0.436

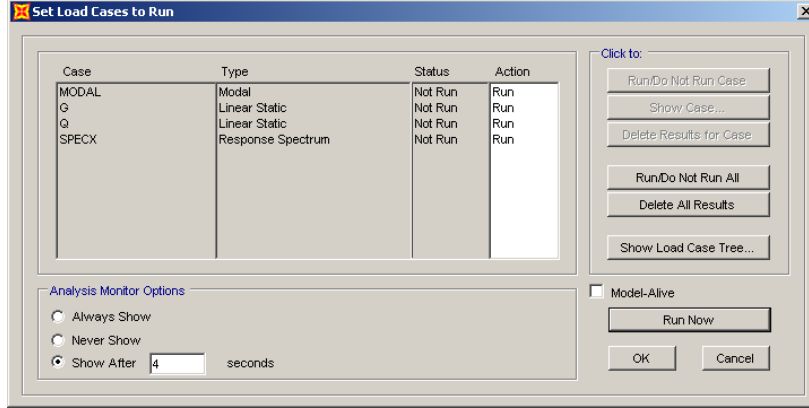




53. İşlemler tamamlandıktan sonra, **2** kez **OK** düğmesine basınız. Böylece spektrum eğrisi tanımlanmış olur.
54. **Define** menüsünde **Load Cases...** seçeneğini tıklayınız veya **1.0 D** / **1.5 E** düğmesine basınız.
55. Ekranı gelen **Define Load Cases** ileti kutusunda **Add New Load Case...** düğmesine basınız.
56. Ekranı gelen **Load Case Data** ileti kutusunda,
- **Load Case Name** kutusuna **SPECX** yazınız.
  - **Load Case Type** açılır listesinde **Response Spectrum** seçeneğine tıklayınız.
  - **Loads Applied** bölümünde,
    - **Load Name** bölümünden **U1** seçeneğine
    - **Function** bölümünden **Z2R7** seçeneğine tıklayınız.
    - **Scale Factor** bölümüne **1** yazınız ve **Add** düğmesine basınız.
  - **2** kez **OK** düğmesine basınız.

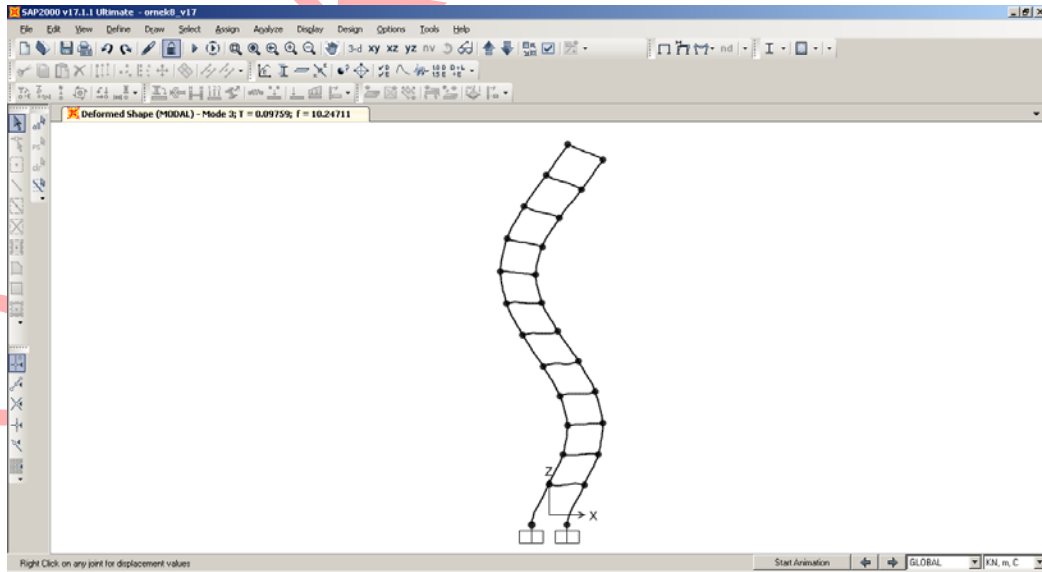
### Cözüm (Analiz):


58. Sistem geometrisinin ve yüklemelerin oluşturulması tamamlandıktan sonra düğmesine basarak, oluşturulan modele bir ad verip saklayınız.
59. Üst bölümdeki **Analyze** menüsünden, **Run Analysis** (Çözüm) düğmesine basarak veya  **Run Analysis** (Çözüm) düğmesine basarak analiz işlemine geçiniz.
60. 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.



### Sonuçların Görüntülenmesi:

61. 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).
62. Eğer başka bir yükleme türüne ilişkin görüntü geliyorsa klavyede **F6** tuşuna basınız. Ekrana gelen **Deformed Shape** ileti kutusunda **Case/Combo** açılır listesinden **MODAL** seçeneğini seçiniz ve **OK** düğmesine basınız.

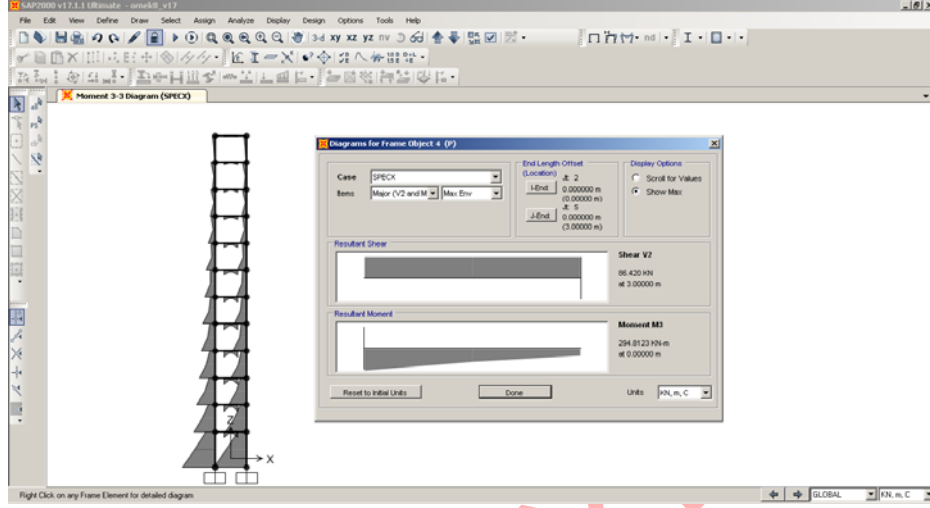


63. Pencerenin alt bölümündeki konum çubuğunun sağ tarafında bulunan  işaretlerinden sağdakine basarak sonraki periyotlar ve onlara ilişkin mod şekilleri de görülebilir. Soldaki tuş ise önceki periyotlara erişmek için kullanılmaktadır.


Start Animation

tuşu ile de mod şekillerinin animasyonu görüntülenmektedir. Aşağıda sistemin 3. moduna ilişkin mod şekli görülmektedir.

64. **Display** menüsünde **Show Forces/Stress** seçeneğinden **Frames/Cables/Tendons...** bölümüne tıklayınız. Ekranı gelen ileti kutusunda,
- **Case/Combo Name** açılır listesinden **SPECX** seçeneğine tıklayınız.
  - **Moment 3-3** radyo düğmesini seçiniz ve **OK** düğmesine basınız.

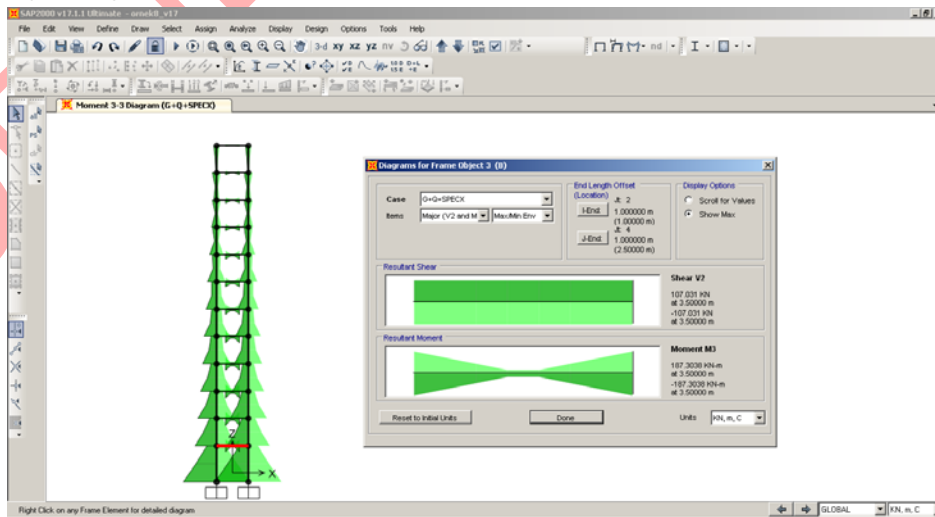


65. Ekranı dinamik spektrum analiz sonucu elde edilen çubuk eleman moment diyagramı gelecektir. Moment değerlerinin işaretli olduğuna dikkat ediniz. Bilindiği gibi, mod birleştirme yönteminde uç kuvvetlerinin mutlak değerleri elde edilmektedir.

66.  düğmesine basınız. Ekranı gelen ileti kutusunda,
- **Case/Combo Name** açılır listesinden **G+Q+SPECX** seçeneğine tıklayınız.
  - **Moment 3-3** radyo düğmesini seçiniz ve **OK** düğmesine basınız.

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

68. 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.



Modal Periods And Frequencies

File View Format-Filter-Sort Select Options

Units: As Noted Modal Periods And Frequencies

OutputCase	Step Type Text	StepIum Unitless	Period Sec	Frequency Cyc/sec	CircFreq rad/sec	Eigenvalue rad2/sec2
MODAL	Mode	1	0.966058	1.0351	6.5039	42.301
MODAL	Mode	2	0.217061	4.607	26.947	837.91
MODAL	Mode	3	0.097589	10.247	64.384	4145.4
MODAL	Mode	4	0.094868	10.541	66.231	4386.5
MODAL	Mode	5	0.060601	16.501	103.68	10750
MODAL	Mode	6	0.042351	23.612	148.36	22011
MODAL	Mode	7	0.03396	29.446	185.02	34231
MODAL	Mode	8	0.031756	31.49	197.86	39147
MODAL	Mode	9	0.030314	32.988	207.27	42962
MODAL	Mode	10	0.02514	39.778	249.93	62466
MODAL	Mode	11	0.023138	43.219	271.55	73740
MODAL	Mode	12	0.020408	49.001	307.88	94792

Record: << < 1 > >> of 12 Add Tables... Done

74. Açılır listeden **Modal Participating Mass Ratios** seçeneğine tıklayınız.

Modal Participating Mass Ratios

File View Format-Filter-Sort Select Options

Units: As Noted Modal Participating Mass Ratios

OutputCase	Step Type Text	StepIum Unitless	Period Sec	UX Unitless	UY Unitless	UZ Unitless	SumUX Unitless
MODAL	Mode	1	0.966058	0.68628	0	0	0.68628
MODAL	Mode	2	0.217061	0.20804	0	0	0.89433
MODAL	Mode	3	0.097589	0.05364	0	4.11E-20	0.94797
MODAL	Mode	4	0.094868	1.47E-18	0	0.8601	0.94797
MODAL	Mode	5	0.060601	0.0242	0	2.257E-17	0.97216
MODAL	Mode	6	0.042351	0.01206	0	2.506E-17	0.98422
MODAL	Mode	7	0.03396	0.0036	0	9.619E-17	0.98782
MODAL	Mode	8	0.031756	3.789E-18	0	0.08879	0.98782
MODAL	Mode	9	0.030314	0.00421	0	1.292E-17	0.99203
MODAL	Mode	10	0.02514	0.00331	0	1.636E-16	0.99534
MODAL	Mode	11	0.023138	0.00067	0	4.15E-17	0.99601
MODAL	Mode	12	0.020408	0.00207	0	2.094E-15	0.99808

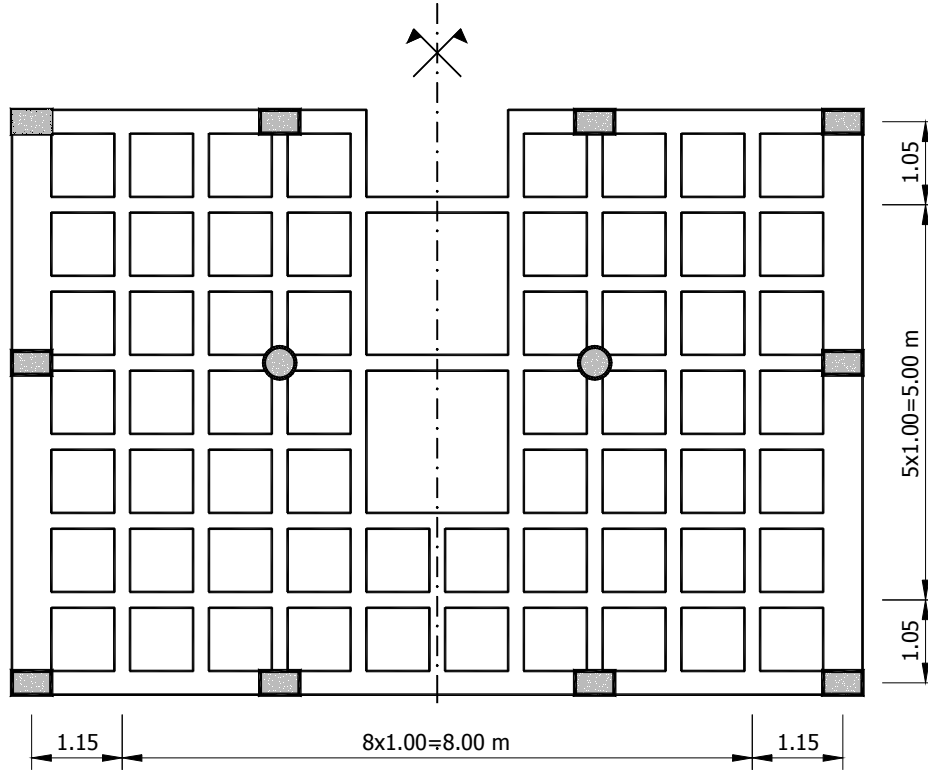
Record: << < 1 > >> of 12 Add Tables... Done

75. Görüldüğü gibi, 12 mod için toplam etkin kütle oranı % 99.81 olmaktadır. Bu örnekte, yönetmeliklerde belirlenen koşulların sağlanması için **3** modun gözönüne alınmasının yeterli olacağı anlaşılmaktadır. Örnek sistem için 3 mod gözönüne alınarak hesap yapılırsa etkin kütlelerin toplamı toplam kütlelerin %94.7' si olmaktadır.

*İlgili Yönetmelik maddesi: (D.B.Y.B.H.Y Madde 2.8.3.1)*

*Hesaba katılması gereken yeterli titreşim modu sayısı, gözönüne alınan birbirine dik X ve Y yatay deprem doğrultularının her birinde, her bir mod için hesaplanan etkin kütlelerin toplamının hiçbir zaman bina toplam kütlelerinin %90'ından daha az olmaması kuralına göre belirlenecektir.*

**Öneri:** SAP2000 programı ile mod birleştirme yöntemi kullanarak çözümlenme yapılmak istendiğinde tüm modları gözönüne almak, kullanıcıya ek bir zorluk getirmeyeceği için tüm modların gözönüne alınması önerilmektedir.

**ÖRNEK 9: Kaset Döşeme**


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

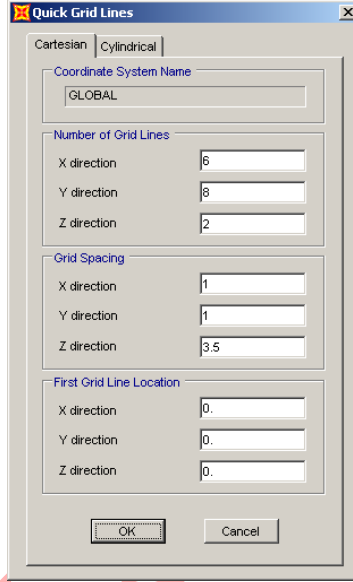
Eleman	Kesit (cm×cm)	Yük (kN/m)
Kaset Döşeme Kirişleri	20×75	10.90
Çevre Kirişleri	X Yönü	30×75
	Y Yönü	50×75
Boşluk Çevresi Kirişleri	X Yönü	20×75
	Y Yönü	20×75
Çevre Kolonları	50×30	-
Orta Kolonlar	φ 40	-



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 düzeltilenecektir. Y eksenine göre simetriden dolayı, sistemin yarısı ile hesap yapılacaktır.

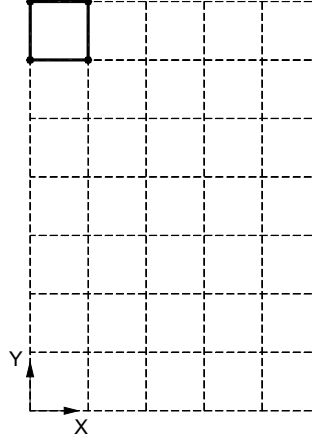
**Sistem Modelinin Oluşturulması:**


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

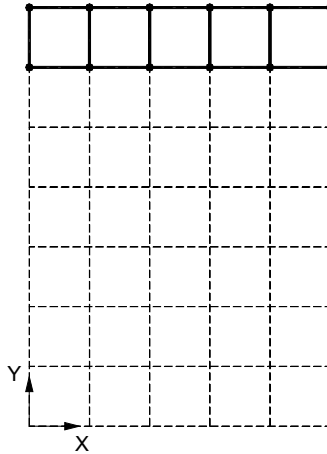
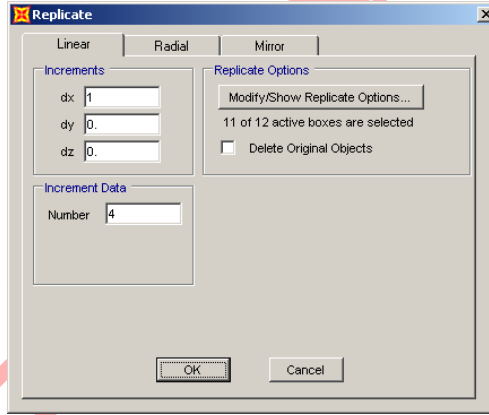
2. Üst bölümdeki  **New Model** düğmesine basarak **New Model** ileti kutusunu ekrana getiriniz. Bu ileti kutusunda **Grid Only** düğmesine basınız. Ekrana gelen **New Coord/Grid System** ileti kutusunun,
  - Number of Grid Lines** bölümünde,
    - X direction **6**
    - Y direction **8**
    - Z direction **2**
  - Grid Spacing** bölümünde,
    - X direction **1**
    - Y direction **1**
    - Z direction **3.5** yazınız ve **OK** düğmesine basınız.





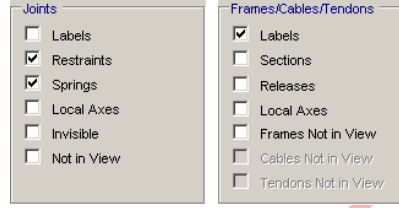
3. Üst bölümdeki  **New Model** düğmesine basarak **New Model** ileti kutusunu ekrana getiriniz. Bu ileti kutusunda **Grid Only** düğmesine basınız. Ekrana gelen **New Coord/Grid System** ileti kutusunun,
4. 3-D View penceresinin üst bölümündeki  düğmesine basarak pencereyi kapatınız. Bu işlem ekranda tek aktif pencere olarak Z=3.5 kotundaki X-Y düzlemini gösteren pencerenin bulunmasını sağlayacaktır.
5.  **Quick Draw Frame/Cable Element** (Hızlı Çubuk Eleman Oluşturma) düğmesine basınız.
6. Ekrana gelen **Properties of Object** ileti kutusunda **Section** bölümünde **FSEC1** seçeneği seçili durumdadır. Oluşturulacak elemanların kesitleri bu kesit özelliğini içerecektir. Söz konusu örnekteki kesitler daha sonra tanımlanacak ve elemanlara atanacaktır.
7. Sol üst köşedeki **4** adet grid çizgisini tıklayarak **4** adet çubuk oluşturunuz. Klavyede **Esc** tuşuna basarak çizim modundan çıkınız.




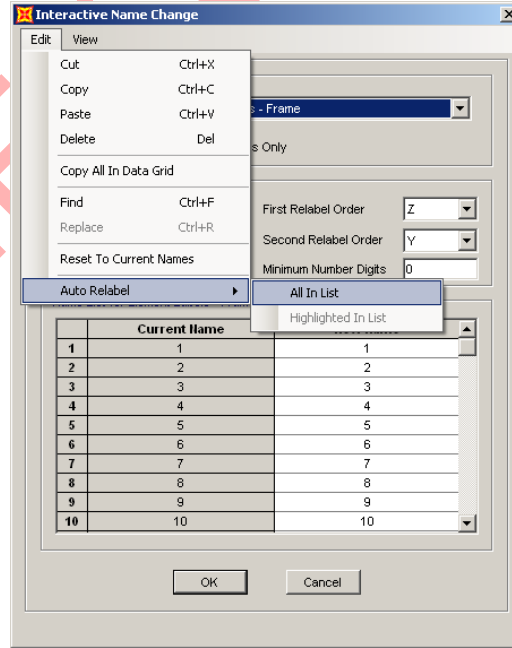
8.  **Select All** düğmesine basarak tüm çubukları seçiniz.
9. **Edit** menüsünden **Replicate** seçeneğini tıklayınız veya klavyede **Ctrl+R** tuşlarına birlikte basarak **Replicate** ileti kutusunun ekrana gelmesini sağlayınız. Bu kutuda **Linear** seçeneğinin aktif durumda olmasına dikkat ediniz. **Increments** bölümünde **dx** yazı kutucuğuna **1**, **Increment Data** yazı kutucuğuna da **4** yazıp **OK** düğmesine basınız. Bu işlem sonunda, seçilen nesnelere X doğrultusunda, 1.00 m aralık ile, 4 adet modül daha oluşturulması sağlanacaktır.




10. Yeniden  **Select All** düğmesine basarak tüm çubukları seçiniz.
11. **Edit** menüsünden **Replicate** seçeneğini tıklayınız. Ekranaya gelen **Replicate** ileti kutusunun **Linear** bölümündeki **dx** yazı kutucuğundaki değeri **0**, **dy** yazı kutucuğundaki değeri **-1** olarak değiştiriniz. **Increment data** bölümündeki **Number** yazı kutucuğuna **6** yazıp **OK** düğmesine basınız. Bu işlem sonunda, seçilen nesnelere Y doğrultusunda, -1.00 m aralık ile, 6 adet daha oluşturulması sağlanacaktır.
12.  düğmesine basarak **Display Options For Active Window** ileti kutusunu ekranaya getiriniz.
13. Ekranaya gelen ileti kutusunun **Frames/Cables/Tendons** bölümündeki **Labels** radyo düğmesini seçili duruma getiriniz, **Joints** bölümündeki **Invisible** seçeneğini seçili durumdan çıkarınız ve **OK** düğmesine basınız.



14.  düğmesine basarak tüm nesnelere seçili duruma getiriniz.
15. **Edit** menüsünden **Change Labels** seçeneğini tıklayınız. Ekranaya gelen **Interactive Name Change** ileti kutusunun **Choose A Named Item Type** açılır listesinden **Element Labels-Frame** seçeneğine tıklayınız.
16. **Auto Relabel Control** bölümünde **First Relabel Order** listesinden **Y**'yi, **Second Relabel Order** listesinden **X**'i seçiniz.
17. İleti kutusunun **Edit** menüsünde **Auto Relabel** → **All in List** seçeneğine tıklayınız ve **OK** düğmesine basınız.




18.  düğmesine basarak tüm nesnelere seçili durumdan çıkarınız.



24. **2** kez **OK** düğmesine basarak işlemi tamamlayınız. Ekranda, çevredeki düğüm noktalarının yer değiştirdikleri ve bunlara bağlı olan çubuk boylarının da değiştiği görülecektir.

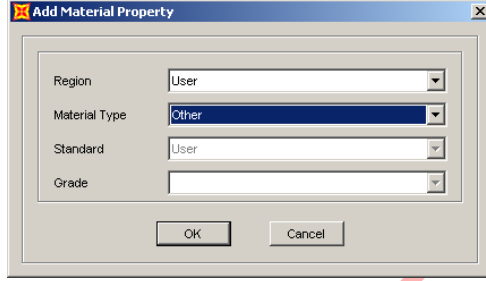
**Malzeme Özelliklerinin Tanımlanması:**

25. **Define** menüsünden **Materials...** komutunu seçiniz veya  düğmesine basınız.

26. Ekranaya gelen **Define Materials** ileti kutusunda **Add New Material** düğmesine basınız.

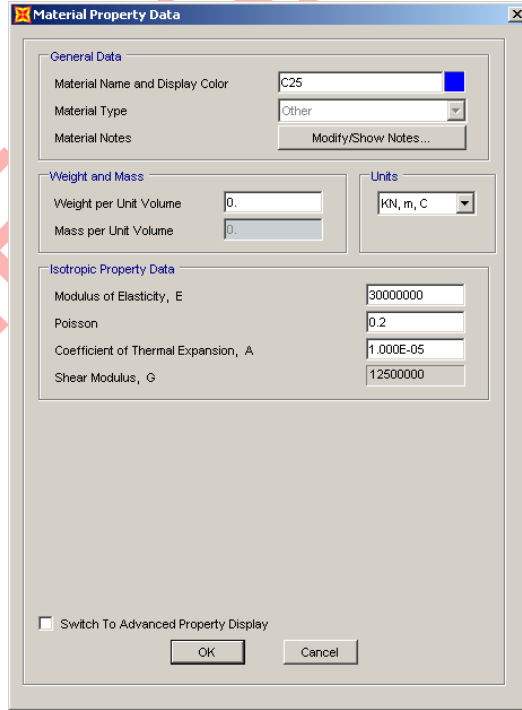
27. Ekranaya gelen **Add Material Property** ileti kutusunda,

- **Region** (Bölge) açılır listesinden **User** (Kullanıcı) seçeneğini,
- **Material Type** açılır listesinden **Other** seçeneğini seçiniz ve **OK** düğmesine basınız.




28. Bu işlemden sonra ekranaya gelen **Material Property Data** ileti kutusu gelecektir. Bu ileti kutusunda,

- **Material Name** yazı kutucuğuna **C25**
- **Weight per unit Volume** yazı kutucuğuna **0**
- **Modulus of Elasticity** yazı kutucuğuna **3E7**
- **Poisson's Ratio** yazı kutucuğuna **0.2**
- **Coefficient of Thermal Expansion** yazı kutucuğuna **1E-5** yazınız ve **2** kez **OK** düğmesine basınız.

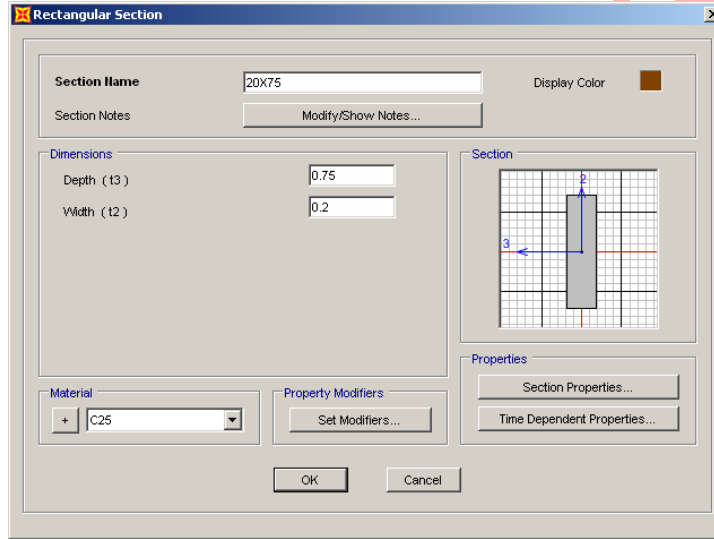


### Kesit Özelliklerinin Tanımlanması ve Kirişlere Atanması:

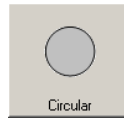
29. **Define** menüsünden **Section Properties**→**Frame Section...** komutunu seçiniz veya  düğmesine basınız.
30. Kaset kirişlerinin kesitini tanımlamak için, ekrana gelen ileti kutusunda **Add New Property** düğmesine basınız. **Frame Section Property Type** açılır listesinden **Concrete** seçeneğine tıklayınız.



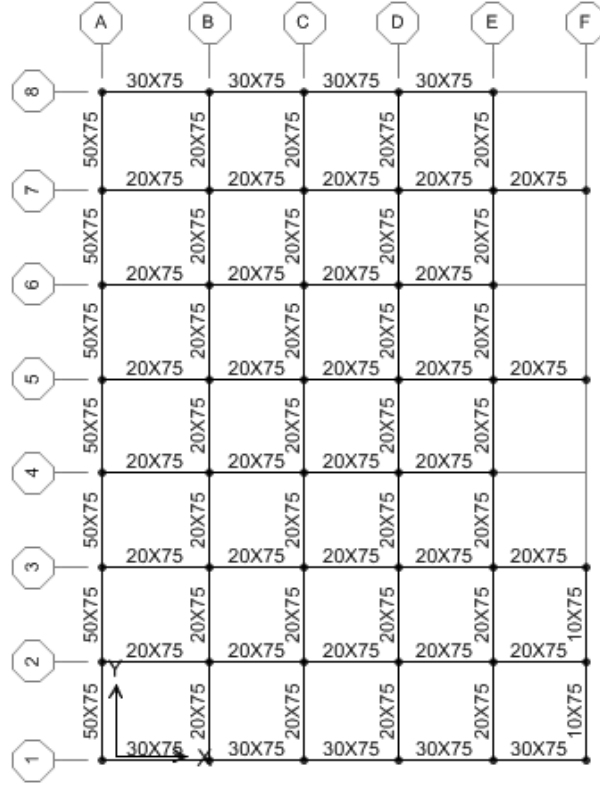
31. Ekrandaki listeden **Rectangular** seçeneğine tıklayınız.
32. Ekranı dikdörtgen kesit boyutlarının girileceği yeni bir ileti kutusu gelecektir. Bu ileti kutusunda
- **Depth (t3) 0.75**
  - **Width (t2) 0.20** yazınız.
  - **Material** açılır listesinden **C25** malzemesini seçiniz.
  - **Section Name** (Kesit adı) yazı kutucuğuna **20X75** yazınız ve **OK** düğmesine basınız.




33. Diğer kesitleri tanımlamak için, yine **Add Copy of Property** seçeneğini tıklayarak aşağıdaki kesit boyutlarını giriniz. Tüm kesitlerin malzemesini **C25** olarak düzenleyiniz.
- **Depth (t3) 0.75; Width (t2) 0.30 Section Name 30X75**
  - **Depth (t3) 0.75; Width (t2) 0.50 Section Name 50X75**
  - **Depth (t3) 0.50; Width (t2) 0.30 Section Name 30X50**
  - **Depth (t3) 0.75; Width (t2) 0.10 Section Name 10X75**
- 10X75 kesiti, simetri ekseninde bulunan kirişlerin boyutlarını tanımlamak için girilmiştir.
34. Yeniden **Add New Property** düğmesine basınız. İleti kutusunda **Circular** seçeneğini tıklayınız.



35. **Circle Section** ileti kutusu ekrana gelecektir. Bu ileti kutusunda,
- **Diameter (t3) 0.4** yazınız.
  - **Material** açılır listesinden **BETON** malzemesini seçiniz.




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

#### Yüklerin Tanımlanması ve Kirişlere Atanması:

46. **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.
47.  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.


Böylece tüm kaset döşeme kirişlerinde (boşluk çevresi kirişleri de dahil) -Z yönünde 10.9 kN şiddetindeki düzgün yayılı yük tanımlanmış olur.

48. **Select** menüsünden **Select**→ **Properties**→ **Frame Sections** komutlarını seçiniz. Ekranı gelen ileti kutusunda **30x75** seçeneğini tıklayınız. Böylece X yönündeki çevre kirişleri seçilmiş olur.


49.  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 **7.86** yazıp **OK** düğmesine basınız.


50. **Select** menüsünden **Select**→ **Properties**→ **Frame Sections** komutlarını seçiniz. Ekranı gelen ileti kutusunda **50x75** seçeneğini tıklayınız. Böylece Y yönündeki çevre kirişleri seçilmiş olur.

51.  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 **24.86** yazıp **OK** düğmesine basınız.


52. X yönündeki boşluk çevresi kirişlerini (49 ve 71 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.
- **Options** bölümündeki **Replace Existing Loads** radyo düğmesinin seçili olduğunu kontrol ediniz.
- **Uniform Load** bölümündeki yazı kutucuğuna **5.54** yazıp **OK** düğmesine basınız.

53. Y yönündeki boşluk çevresi kirişlerini (32, 43, 54, 65 ve 76 No.lu çubukları) seçiniz ve  düğmesine basınız. Ekranı gelen ileti kutusunun,

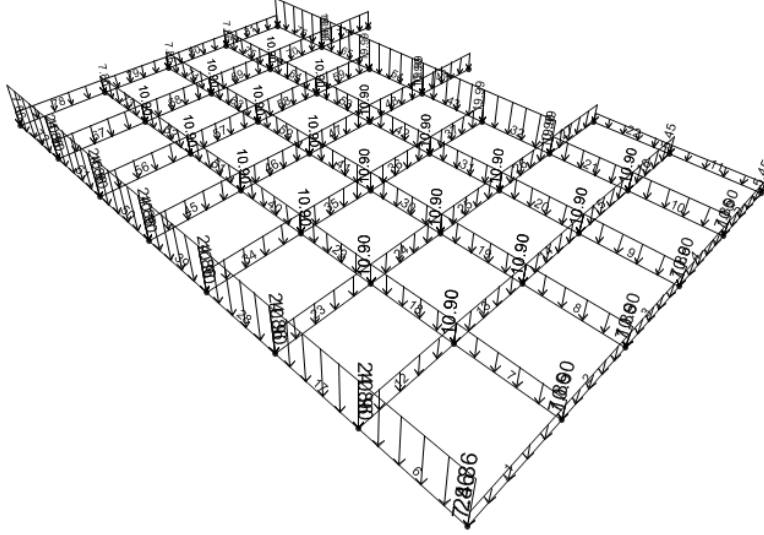
- **Forces** radyo düğmesini seçili duruma getiriniz.
- **Coord Sys** açılır listesinden **GLOBAL** seçeneğine
- **Direction** açılır listesinden **Gravity** seçeneğine tıklayınız.
- **Options** bölümündeki **Replace Existing Loads** radyo düğmesinin seçili olduğunu kontrol ediniz.
- **Uniform Load** bölümündeki yazı kutucuğuna **19.99** yazıp **OK** düğmesine basınız.

54. Simetri eksenı üzerindeki 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.



55. 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:

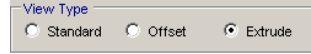
56.  düğmesine basarak X-Y düzlemindeki görüntüyü ekrana getiriniz,  **Perspective Toggle** düğmesine basınız ve düşey gridlerin görünmesini sağlayınız.
57.  düğmesine basınız. Ekrana gelen **Properties of Object** ileti kutusunda **Property** bölümünden **30x50** seçeneğine tıklayınız.
58. Kolonların 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.
59.  düğmesine basınız, orta kolonu seçiniz ve  düğmesine basarak ekrana gelen ileti kutusunda **F40** seçeneğini tıklayıp **OK** düğmesine basınız.

Section Name Text	Material Text	Shape Text	t3 m	t2 m	tf m	tw m	t2b m	tfb m	Area m2
10X75	C25	Rectangular	0.75	0.1					0.075
20X75	C25	Rectangular	0.75	0.2					0.15
30X50	C25	Rectangular	0.5	0.3					0.15
30X75	C25	Rectangular	0.75	0.3					0.225
50X75	C25	Rectangular	0.75	0.5					0.375
F40	C25	Circle	0.4						0.125664

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

64. Önce **3-d** düğmesine, daha sonra,  düğmesine basarak **Display Options For Active Window** ileti kutusunu ekrana getiriniz.

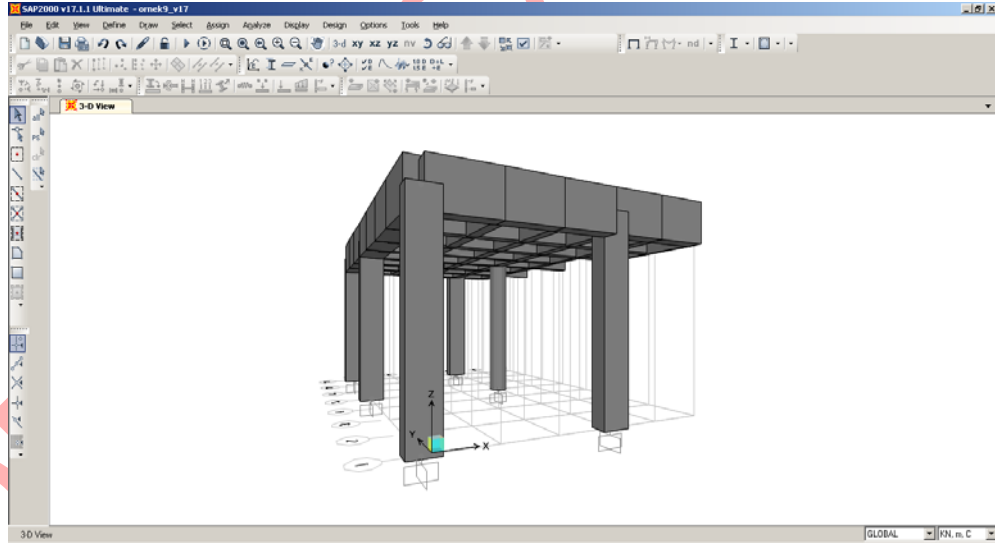
65. Ekrana gelen ileti kutusunda **View Type** bölümünde **Extrude** kutucuğunu seçili duruma getiriniz ve **OK** düğmesine basınız. Ekranda tüm çubuklar 3 boyutlu kesitleri ile birlikte görüntülenecektir.



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



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

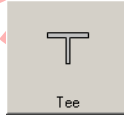
- **Plan** kutucuğuna **245**
- **Elevation** kutucuğuna **0**
- **Aperture** kutucuğuna **60** yazınız ve **OK** düğmesine basınız.



68. Bu görüntü de özellikle kolon kesitlerinin doğru yönde yerleştirilmiş olup olmadıklarını kontrol etmek için yararlıdır.

69.  düğmesine basarak **Display Options For Active Window** ileti kutusunu ekrana getiriniz. Ekrana gelen kutusunun **View Type** bölümünde **Standard** radyo düğmesini seçiniz ve **OK** düğmesine basınız.

14.  düğmesine basarak **Display Options For Active Window** ileti kutusunu ekrana getiriniz.
15. Ekrana gelen ileti kutusunun **Frames/Cables/Tendons** bölümündeki **Local Axes** radyo düğmesini seçili duruma getiriniz ve **OK** düğmesine basınız. Bu işlem ekranda tüm çubuklara ait Yerel Eksenlerin görülmesini sağlamaktadır. **1, 2** ve **3** yerel eksenleri, sırasıyla, **kırmızı, yeşil** ve **mavi** renklerde gösterilmektedir.
- SAP2000 programı yerel eksenler için aşağıdaki varsayımları kullanmaktadır.
- Elemanları 1 yerel eksenleri çubuk elemanı tanımlayan ilk düğüm noktasından diğer düğüm noktasına doğrudur. (Çubuk eksenini doğrultusunda)
  - 2 yerel eksenin belirlenmesi elemanın konumuna göre değişmektedir.
    - Eleman düşeyse (kolon gibi) 2 eksenini genel eksenlerde X'e paraleldir.
    - Eleman düşey değilse (kiriş veya eğimli bir eleman gibi) 2 eksenini, 1 yerel eksenini ile genel eksenlerden Z ekseninin oluşturduğu düzlem içindedir.
  - 1 ve 2 yerel eksenleri belirlenen 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.
16. Tablalı kesitleri tanımlamak için, **Define** menüsünden **Section Properties→Frame Sections...** komutuna tıklayınız veya  düğmesine basınız.
17. Ekrana gelen **Frame Properties** ileti kutusunda **Add New Property** (Yeni kesit özelliği ekle) düğmesine basınız.
18. Tablalı kiriş kesitlerini tanımlamak için **Tee** seçeneğine tıklayınız.



19. Ekrana T kesit boyutlarının girileceği yeni bir ileti kutusu gelecektir. Bu ileti kutusunda,
- **Material** açılır listesinden **C25** malzemesini seçiniz.
  - **Outside stem (t3)** yazı kutucuğuna **0.50**
  - **Outside flange (t2)** yazı kutucuğuna **0.65**
  - **Flange thickness (tf)** yazı kutucuğuna **0.12**
  - **Stem thickness (tw)** yazı kutucuğuna **0.25**
  - **Section Name** (Kesit adı) yazı kutucuğuna **YTX** yazınız.
  - **Concrete Reinforcement** düğmesine basınız.
    - Ekrana gelen **Reinforcement Data** ileti kutusunda **Longitudinal Bars** (Boyuna donatı) açılır listesinden S420, **Confinement Bars** (Sargı donatısı) açılır listesinden S420 seçeneğine tıklayınız.
    - Kesitin bir kiriş kesiti olduğunu belirtmek için **Design Type** bölümünde **Beam** radyo düğmesini seçili duruma getiriniz.
    - Alt ve üst donatı beton örtüsünü 4 cm olarak tanımlamak için **Concrete Cover to Longitudinal Rebar Center** bölümünde **Top** ve **Bottom** yazı kutucuklarına **0.04** yazın ve **2** kez **OK** düğmesine basarak kiriş kesiti tanımlama işlemini tamamlayınız.
  - **2** kez **OK** düğmesine basınız.

20. Görüldüğü gibi girilen bilgiler, yukarıdaki tablonun ilk satırında verilen bilgilerdir. Son işlemten sonra ekrana tekrar gelen **Frame Properties** iletisi kutusunun **Properties** bölümündeki listeye **YTX** kesiti eklenmiştir. Diğer kesitleri tanımlamak için, **Add Copy of Property** özelliğini kullanarak sırayla aşağıdaki tablonun ardışık satırlarındaki bilgileri de kullanarak, ilgili iletisi kutularını doldurunuz.

Kesit	Kesit Adı (Section Name)	Kesit Tipi	t3 (m)	t2 (m)	tf (m)	tw (m)
25×50 (X) Yarım Tablalı	YTX	Tee	0.50	0.65	0.12	0.25
25×50 (X) Tam Tablalı	TTX	Tee	0.50	1.05	0.12	0.25
25×50 (Y) Yarım Tablalı	YTY	Tee	0.50	0.53	0.12	0.25
25×50 (Y) Tam Tablalı	TTY	Tee	0.50	0.81	0.12	0.25

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.



25. Diğer kolon kesitleri için gerekli kesit özellikleri aşağıdaki tabloda verilmektedir. Benzer biçimde bu kesitleri de tanımlayınız.

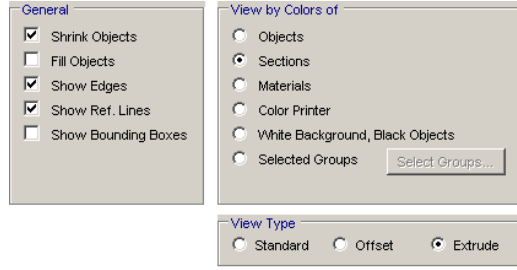
Kesit	Kesit Adı (Section Name)	Kesit Tipi	t3 (m)	t2 (m)
25×35 Kolon	25X35	Rectangular	0.25	0.35
40×40 Kolon	40X40	Rectangular	0.40	0.40
30×30 Kolon	30X30	Rectangular	0.30	0.30
45×45 Kolon	45X45	Rectangular	0.45	0.45
25×40 Kolon	25X40	Rectangular	0.25	0.40
40×30 Kolon	40X30	Rectangular	0.40	0.30



26. Tüm kesitler tanımlandığında **Frame Properties** listesi aşağıdakine benzer şekilde olacaktır. **OK** düğmesine basarak bu ileti kutusunu kapatınız.

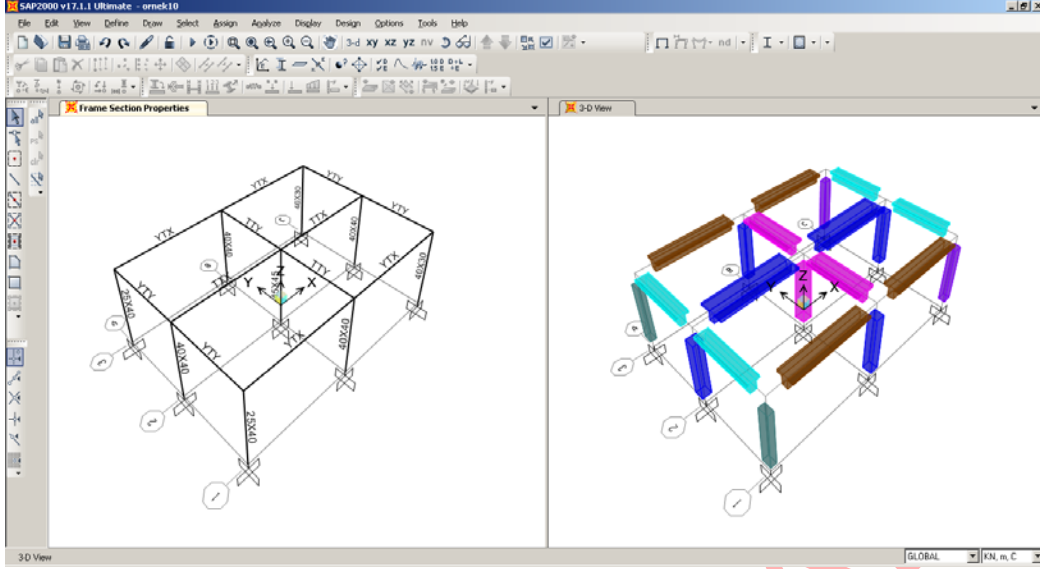
27. Sağ pencereye tıklayarak aktif duruma getiriniz.



28. **3-d** düğmesine basarak 3 boyutlu görünümü ekrana getiriniz.

29.  düğmesine basınız, **General** bölümündeki **Shrink Objects**, **View by Colors of** bölümünde **Sections** ve **View Type** bölümünde **Extrude** kutucuklarını seçili duruma getiriniz ve **OK** düğmesine basınız. Bu işlem ekranda çubuk elemanların kesit renkleri ile hacimsel ve boyları kısaltılmış şekilde gösterilmesini sağlamaktadır.




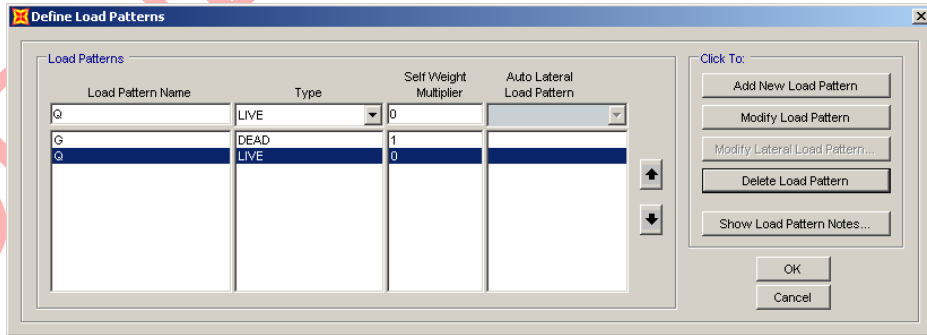
30. Sol pencereye tıklayarak aktif duruma getiriniz.
31.  düğmesine basınız, **Frames/Cables/Tendons** bölümündeki **Local Axes** radyo düğmesini seçili durumdan çıkarınız, **Frames/Cables/Tendons** bölümündeki **Labels** radyo düğmesini seçili duruma getiriniz ve **2** kez **OK** düğmesine basınız. Bu işlem ekranda çubuk elemanların numaralarının gösterilmesini sağlamaktadır.
32. **1** ve **3** akslarındaki X eksenine paralel kenar kirişleri (10, 11, 14 ve 15 No.lu çubukları) seçiniz ve  **Assign Frame Sections** (Çubuk Kesitleri Atama) düğmesine basınız. Ekranı gelen ileti kutusunun **Properties** bölümündeki listeden **YTX** seçeneğini tıklayıp **OK** düğmesine basınız. Böylece 1 ve 3 akslarındaki kirişlerin kesitleri atanmış olur.
33.  **Show Undeformed Shape** (Şekil Değiştirmemiş Durumu Gösterme) düğmesine basarak tekrar sadece çubuk eleman numaralarının görünmesini sağlayınız.
34. Benzer işlemleri tüm kirişler için tekrarlayınız. Yani,
- **2** aksındaki kirişleri seçiniz (12 ve 13 nolu elemanlar) ve **TTX** kesitini atayınız.
  - **A** ve **C** akslarındaki kirişleri seçiniz (16, 17, 20, 21 nolu elemanlar) ve **YTY** kesitini atayınız.
  - **B** aksındaki kirişleri seçiniz (18 ve 19 nolu elemanlar) ve **TTY** kesitini atayınız.
  - **S1** köşe kolonlarını (1ve 3 No.lu çubukları) seçiniz ve **25X40** kesitini atayınız.
  - Benzer işlemleri diğer kolonlar için tekrarlayınız. Yani,
  - **S2** kolonlarını (2, 4, 6 ve 8 No.lu çubukları) seçiniz ve **40X40** kesitini atayınız.
  - **S3** kolonlarını (7 ve 9 No.lu çubukları) seçiniz ve **40X30** kesitini atayınız.
  - **S4** kolonunu (5 No.lu çubuğu) seçiniz ve **45X45** kesitini atayınız.
35. Kesit atama işlemleri tamamlandıktan sonra  düğmesine basınız.
36. Ekranı gelen ileti kutusunun **Frames/Cables/Tendons** bölümündeki **Labels** radyo düğmesini seçili durumdan çıkarıp **Sections** düğmesini seçili duruma getiriniz ve **OK** düğmesine basınız. Böylece ekranda atanmış olan tüm çubuk kesitleri görünecektir. Bunları dikkatle izleyip yanlış atamalar varsa ilgili çubuğu seçip  düğmesini kullanarak düzeltiniz.



37. Büyük yapı sistemlerinde veri girişi sırasında, belirli aralıklarla, oluşturulan modelin saklanması yararlıdır.  **Save** düğmesine basınız ve oluşturulan sistem modeline bir ad vererek saklayınız.
38. Tekrar  düğmesine basarak **Sections** seçeneğini seçili durumdan çıkarınız, **Labels** seçeneğini seçili duruma getirerek çubuk eleman numaralarının görünmesini sağlayınız.

### Düsey Yüklerin Tanımlanması ve Çubuklara Atanması:

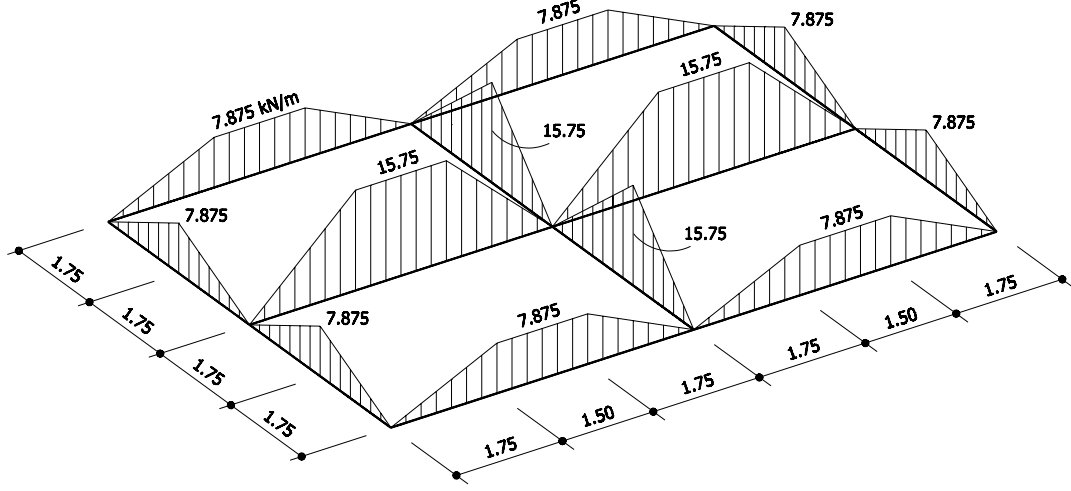
39. **Define** menüsünden **Load Patterns...** komutunu seçiniz veya  düğmesine basınız.
- **Load Pattern Name** bölümüne **G** yazınız, **Type** bölümündeki açılır listeden **DEAD** seçeneğine tıklayınız ve **Add New Load Pattern** düğmesine basınız.
  - **Load Pattern Name** bölümüne **Q** yazınız, **Type** bölümündeki açılır listeden **LIVE** seçeneğine tıklayınız, **Self Weight Multiplier** yazı kutucuğundaki **0** değeri olduğunu kontrol ediniz, daha sonra **Add New Load Pattern** ve **OK** düğmelerine basınız.
  - **Load Pattern Name** bölümünde yazan **DEAD** yüklemesine tıklayınız ve **Delete Load Pattern** düğmesine basarak bu yüklemeyi siliniz. **OK** düğmesine basınız.




Böylece, ileride yükleme birleşimlerinde kullanılacak olan sabit ve hareketli yük tipleri tanımlanmış olmaktadır. Deprem yüklemeleri ise ileride ayrıca tanımlanacaktır.

40. Normal katlarda, kirişler üzerindeki düzgün yayılı yükler, kenar aks kirişleri için, duvar yükünden 6.00, kendi ağırlığından 2.75 kN/m olmak üzere toplam **8.75 kN/m**, Orta aks kirişleri için ise, **2.375 kN/m** olarak hesaplanmaktadır.

44. Döşemelerden aktarılan sabit yükler, aşağıdaki şekilde şematik olarak gösterildiği gibi, üçgen ve trapez biçimindedir.



45. 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,

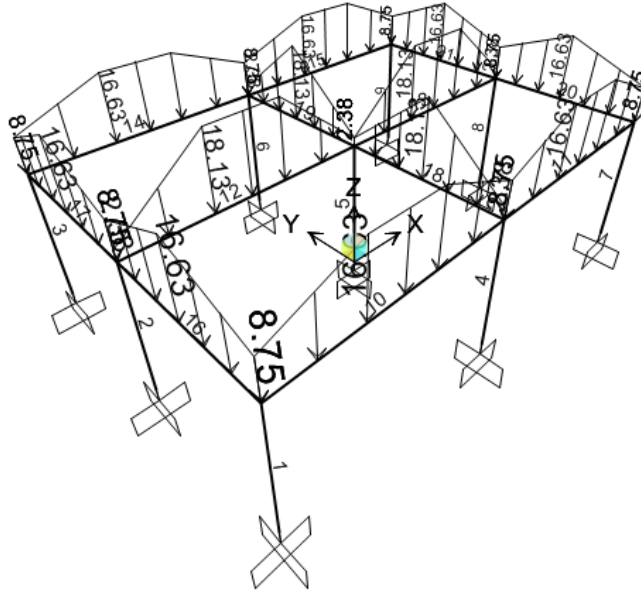
- **Load Pattern Name** yazı kutucuğunda **G** yazılı değilse, açılır listeden **G**'yi seçiniz.
- **Forces** radyo düğmesini seçili duruma getiriniz.
- **Coord Sys** açılır listesinden **GLOBAL** seçeneğine
- **Direction** açılır listesinden **Gravity** seçeneğine tıklayınız.
- **Options** bölümünde **Add to Existing Loads** (Varolan yüklerle 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	+ G			Units	KN, m, C
Load Type and Direction	<input checked="" type="radio"/> Forces <input type="radio"/> Moments Coord Sys: GLOBAL Direction: Gravity				
Options	<input checked="" type="radio"/> Add to Existing Loads <input type="radio"/> Replace Existing Loads <input type="radio"/> Delete Existing Loads				
Trapezoidal Loads	1.	2.	3.	4.	
Distance	0	1.75	3.25	5	
Load	0	7.875	7.875	0	
	<input type="radio"/> Relative Distance from End-I <input checked="" type="radio"/> Absolute Distance from End-I				
Uniform Load	Load: 0				
<input type="button" value="OK"/> <input type="button" value="Cancel"/>					

46. **Options** bölümündeki **Add to Existing Loads** radyo düğmesi seçili durumda olduğu için, ekranda yeni girilen trapez yüklerin eskiden girilmiş olan düzgün yayılı yüklere eklendiği görülecektir.
47. Diğer normal kat kirişlerine döşemelerden aktarılan yüklerin girilmesi için, **Trapezoidal Loads** iletici kutusunun **Distance** ve **Load** yazı kutucuklarına girilmesi gereken değerler aşağıdaki tabloda gösterilmiştir. (Tablodaki ilk satır değerleri girilmiştir).

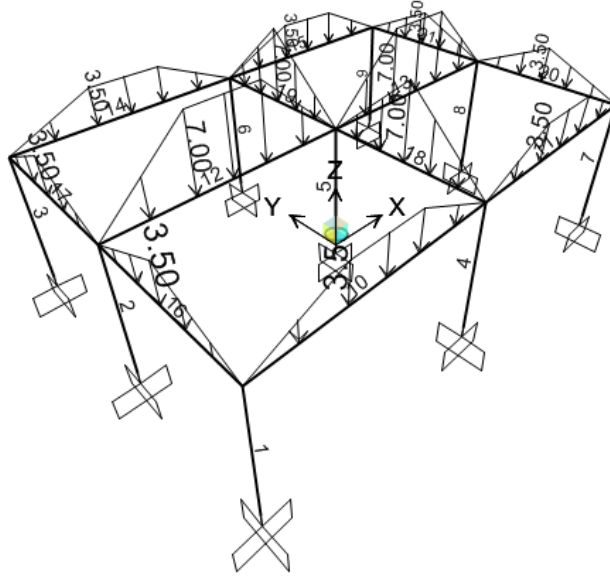
Aks	Çubuk No.	Yazı Kutucuğu	Kutu No.			
			1.	2.	3.	4.
1 ve 3	10, 11, 14, 15	Distance	0	1.75	3.25	5.00
		Load	0	7.875	7.875	0
2	12, 13	Distance	0	1.75	3.25	5.00
		Load	0	15.75	15.75	0
A ve C	16, 17 20, 21	Distance	0	1.75	1.75	3.50
		Load	0	7.875	7.875	0
B	18, 19	Distance	0	1.75	1.75	3.50
		Load	0	15.75	15.75	0


A, B ve C akslarında, 2. ve 3. kutucuklardaki **Distance** (Uzaklık) değerlerinin aynı olduğuna dikkat edin. Y eksenine paralel olan bu akslardaki kirişler üzerindeki yükler trapez değil, üçgen yayılı olduklarından, uzaklıklar bu şekilde verilmektedir.




48. Döşemelerden aktarılan hareketli yükler, aşağıdaki şekilde şematik olarak gösterilmiştir.


- **Options** bölümündeki **Add to Existing Loads** radyo düğmesinin seçilmiş olmalarına dikkat ediniz.

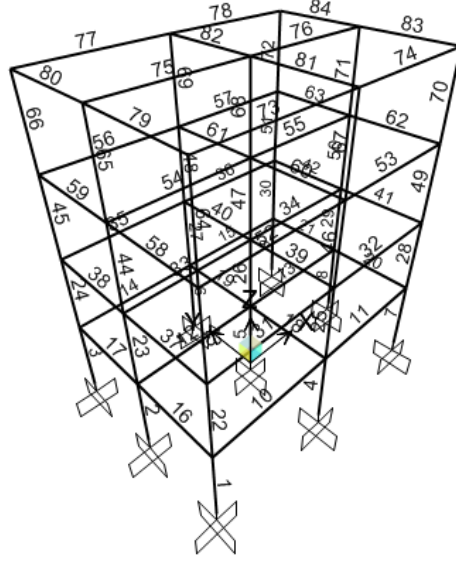
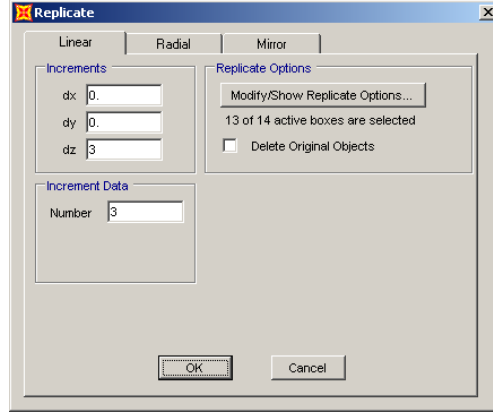


50. Yüklerin girilmesi sırasında çalışma kolaylığı sağlaması amacıyla,  **Show Undeformed Shape** (Şekildeğiştirmemiş Durumu Gösterme) düğmesine basarak veya klavyede **F4** tuşuna basarak tekrar sadece çubuk eleman numaralarının görünmesini sağlayınız.

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


#### Sistem Modelinin Tamamlanması:

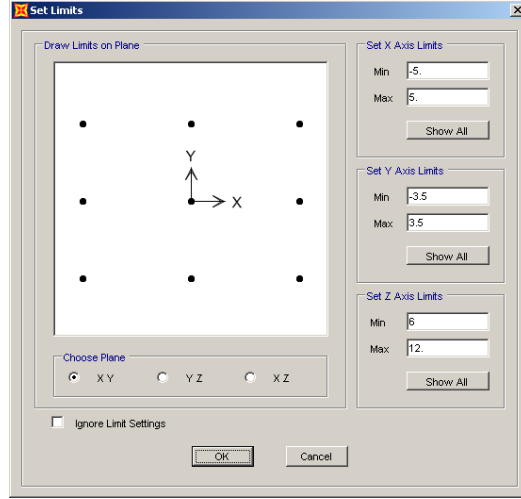
52.  düğmesine basarak (veya klavyede **Ctrl+A** tuşlarına basarak) tüm çubukları seçiniz.
53. **Edit** menüsünden **Replicate** seçeneğini tıklayınız veya klavyede **Ctrl+R** tuşlarına beraber basınız. Ekrana gelen **Replicate** ileti kutusunun **Linear** bölümündeki **dz** yazı kutucuğuna **3**, **Increment data** bölümündeki **Number** yazı kutucuğuna **3** yazıp **OK** düğmesine basınız.
54. Sırasıyla **F3** ve **F4** tuşlarına basınız.
55. Böylece tanımlanan tek katlı yapı, yükleri ile birlikte, 4 katlı hale getirilmiş olur. Bu yapıda,
- 3. ve 4. katlardaki kolon boyutlarının,
  - 4. kattaki çevre kirişleri üzerindeki düzgün yayılı yüklerin,
  - 4. kat **Q** yüklemesindeki değerlerin,
  - 1. kat yüksekliğinin düzeltilmeleri gereklidir.









56. Kopyalanan katlarda da yardımcı çizgileri (Grid) oluşturmak için sağ mouse tuşuna basınız. Ekrana gelen listeden **Edit Grid Data...** seçeneğine tıklayınız.
57. Ekrana gelen pencereden **Modify/Show System** düğmesine basınız.
58. 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					

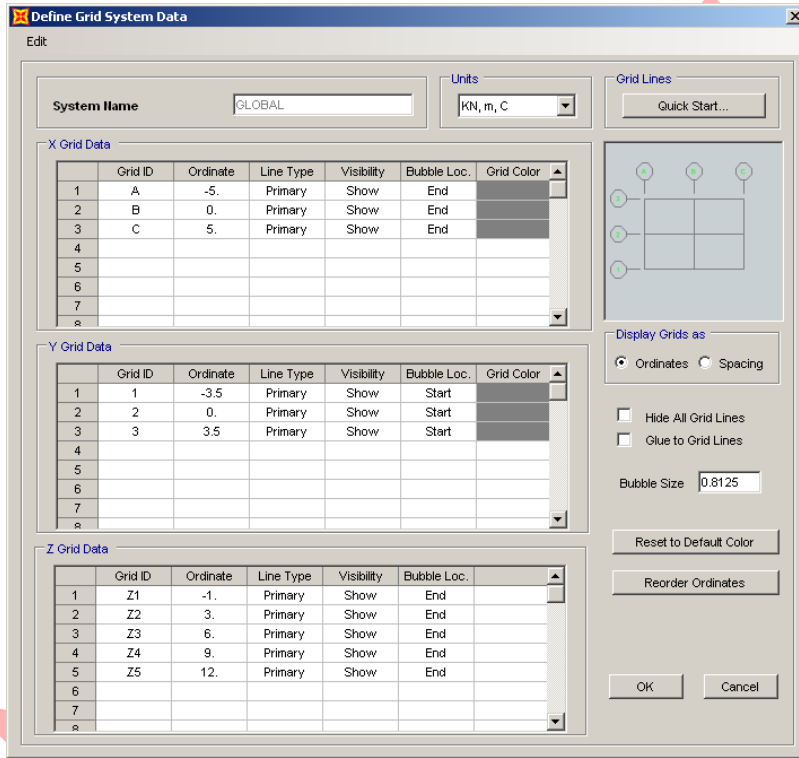
59.  düğmesine basarak sistem görünümünün ekrana sığdırılmasını sağlayınız.
60. Üst iki katı daha yakından görmek için, **View** menüsünden **Set Limits** komutunu seçiniz. Ekrana gelen **Set Limits** ileti kutusunun **Set Z Axis Limits** bölümündeki **Min** yazı kutucuğunda **0** olarak görünen değer yerine **6** yazınız ve **OK** düğmesine basınız. Ekranda sadece üstteki 2 kata ait çubuk elemanlar görünecektir.



61. Üst iki katın görüntüsünü büyötmek için,  düğmesini kullanarak bir pencere oluşturunuz.
62. Üst iki kattaki **S1** kolonlarını (43, 45, 64 ve 66 No.lu çubukları) seçiniz ve  düğmesine basınız. Ekranaya gelen **Frame Properties** ileti kutusunun **Properties** bölümündeki listeden **25X35** kesitini seçiniz ve **OK** düğmesine basınız.
63. Üst iki kattaki **S3** kolonlarını (49, 51, 70 ve 72 No.lu çubukları) seçiniz ve  düğmesini kullanarak **30X30** kesitini atayınız.
64. **S2** ve **S4** kolonlarının kesitleri tüm katlarda aynı olduğundan, bu çubukların kesitlerinde bir değişiklik yapmaya gerek yoktur.
65. Klavyede F4 tuşuna basınız.  düğmesine basarak plan görünümünü ekrana getiriniz.
66.  düğmelerin basarak Z=12 düzlemini ekrana getiriniz.
67. 4. kattaki tüm çevre kirişlerini (73, 74, 77, 78, 79, 80, 83 ve 84 No.lu çubukları) seçiniz ve  düğmesine basınız veya **Assign** menüsünde **Frame Loads**→**Distributed** seçeneğine tıklayınız.
68. Ekranaya gelen **Frame Distributed Loads** ileti kutusunun,
  - **Load Case Name** bölümündeki ağırlar listeden **G**'yi seçiniz. (Seçili durumdaysa bir işlem yapmaya gerek yoktur.)
  - **Options** bölümündeki **Delete Existing Loads** radyo düğmesine basınız.
  - **Direction** bölümündeki ağırlar listeden **Gravity**'yi seçiniz.
  - **Options** bölümündeki **Add to Existing Loads** radyo düğmesine basınız.
  - **Uniform Load** bölümündeki yazı kutucuğuna **-6.0** yazıp **OK** düğmesine basınız. İleti kutusunda **Add to Existing Loads** radyo düğmesi seçili durumda olduğundan varolan yüklerden **6 kN/m** duvar yükü çıkarılmış olur.
69. Çatı katı döşemelerindeki sabit yükler, normal kat döşeme yüklerinin aynısıdır. Bu nedenle, döşemelerden kirişlere aktarılan trapez ve üçgen yayılı **G** yüklerinde bir değişiklik yapmaya gerek yoktur. Ancak, çatı katında hareketli yük **1.00 kN/m<sup>2</sup>** olduğu için, döşemelerden aktarılan **Q** yüklerini düzeltmek gerekir. Bunun için de, kiriş grupları seçildikten sonra **Assign** menüsünden **Frame Loads**→**Distributed** komutları tıklanacaktır. Hareketli yükler için, **Trapezoidal Loads** ileti kutusunun **Distance** ve **Load** yazı kutucuklarına girilmesi gereken değerler aşağıdaki tabloda gösterilmiştir.



72. Klavyede **F4** düğmesine basarak genel sistem görünümünü ekrana getiriniz.
73. **3-d** düğmesine basarak 3 boyutlu görünümü ekrana getiriniz.
74.  düğmesini tıklayarak sistemin tümünün görünmesini sağlayınız.
75. **Define** menüsünde **Coordinate Systems/Grids...** seçeneğine tıklayınız.
- Ekrana gelen **Coordinate/Grid Systems** ileti kutusunda **GLOBAL** seçeneğine tıklayınız ve **Modify/Show System...** düğmesine basınız.
  - Ekrana gelen ileti kutusunda **Z** Grid Data bölümündeki **Z1** satırındaki **0** değerini **-1** olarak değiştiriniz.
  - İleti kutusunun sağındaki **Glue to Grid Lines** kutucuğunu seçili duruma getiriniz. **2** kez **OK** düğmesine basınız. **Glue to Grid Lines** (yardımcı çizgiye yapıştır) seçeneği, yardımcı çizginin yeri değiştiğinde bu yardımcı çizgi üzerindeki düğüm noktalarının da onunla birlikte konumunu değiştirmesini sağlamaktadır.



76. Böylece tüm sistem ekranda görülecek ve alt kat yüksekliğinin **4.00 m** olarak değişmesi sağlanmış olacaktır.




### Rijit Kat Döşemelerinin Tanımlanması:

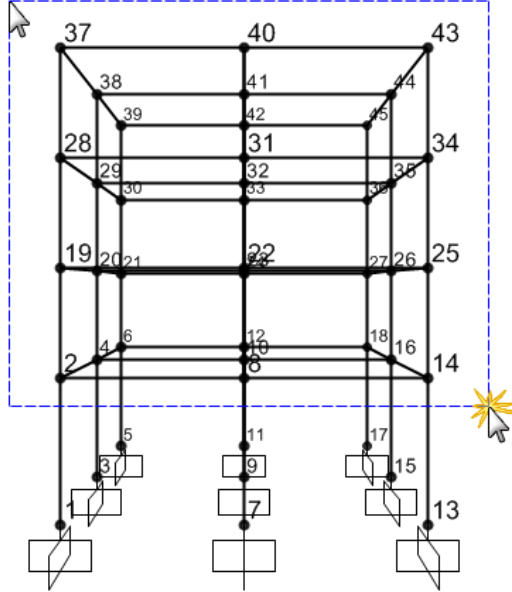
Yatay deprem yükleri altında, kat döşemelerinin, kendi düzlemleri içinde, rijit cisim hareketi yaptıklarının belirtilmesi gerekir. Bu özellik, her kat için "Rijit Diyaframlar" tanımlanarak sağlanmaktadır.

Bir döşeme sisteminin "Rijit diyafram" olarak kabul edilmesi ile döşemenin düzlemi içindeki düğüm noktalarının iki doğrultuda rijit öteleme ve düzlemine dik eksen etrafında rijit dönme yaptığı varsayılmaktadır. Bu durumda, döşeme üzerindeki bir noktada bu değerlerin bilinmesiyle, döşeme üzerindeki diğer tüm noktadaki yerdeğiştirme ve dönme değerleri belirlenebilir.

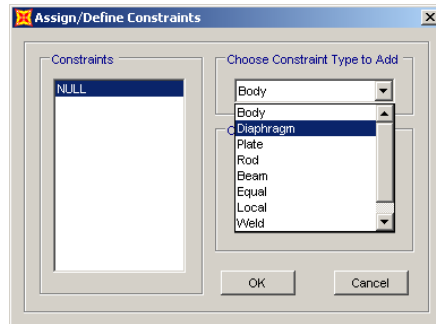
Rijit diyafram içinde kalan kirişlerde ekstenel uzama oluşmayacaktır.

Döşemede büyük boşlukların bulunması, rijit diyafram davranışı yapmasını engelleyebilir. Boşluklar büyüdükçe bu durum daha da belirginleşir ve bu durumda döşeme üzerindeki noktalar düzlem içinde birbirlerine göre rijit düzlem hareketinden farklı bir hareket yaparlar. Plandaki şekli H, L ve T benzeri olan yapılarda da döşemenin rijit diyafram kabulü yeterli yaklaşım sağlamayabilir. Kullanıcı SAP2000 programında bu özelliği kullanırken dikkatli olmalıdır.

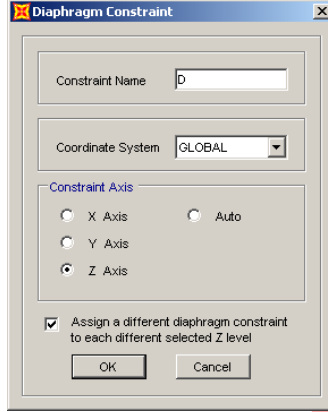
77.  düğmesine basarak **Display Options For Active Window** ileti kutusunu ekrana getiriniz.
78. Ekrana gelen ileti kutusunun **Frames/Cables/Tendons** bölümündeki **Labels** radyo düğmesini seçili durumdan çıkarıp **Joints** bölümündeki **Labels** radyo düğmesini seçili duruma getiriniz, **Invisible** kutucuğunu seçili durumdan çıkarınız ve **OK** düğmesine basınız. Bu işlem ekranda düğüm noktaları numaralarının gösterilmesini sağlayacaktır.
79. 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). Toplam 36 adet düğüm noktası seçili olmalıdır.



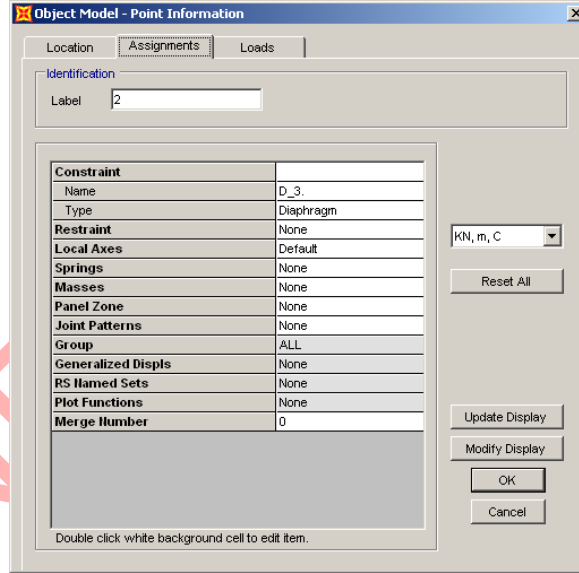
80. **Assign** menüsünden **Joint→Constraints...** komutlarını seçiniz. Ekrana gelen **Assign/Define Constraints** ileti kutusunun **Choose Constraint Type for Add** bölümündeki açılır listeden **Diaphragm** seçeneğini seçiniz ve **Add New Constraint** düğmesine basınız.



81. Ekranaya 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 diyafram oluşturulmasını sağlamaktadır) kutucuğunu seçili duruma getiriniz ve **2** kez **OK** düğmesine basınız.

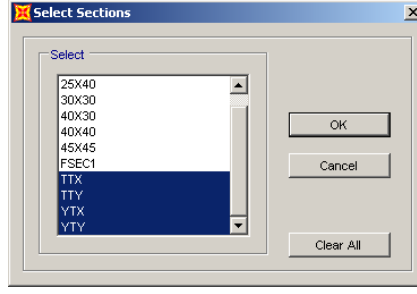


82. 1. kattaki herhangi bir düğüm noktasına sağ mouse tuşuyla tıklayınız ve ekrana gelen ileti kutusunda **Assignments** bölümüne geçiniz.

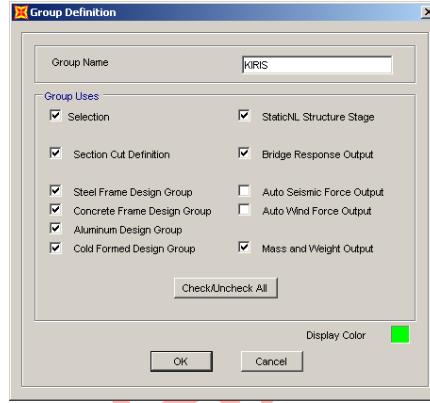


Bu bölümde bulunan **Constraint Name** kutucuğunda program tarafından oluşturulan diyafram (**D\_3**) görülebilmektedir. Diyafram adındaki 3 simgesi bu kattaki düğüm noktalarının Z koordinatı 3m olduğu için verilmektedir. Diğer katlar için de bu katlardaki düğüm noktaları incelendiğinde benzer durum görülebilecektir.

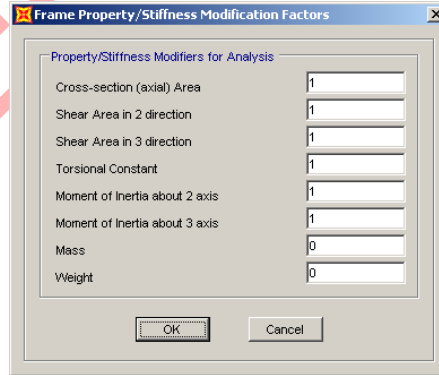
83. **Select** menüsünde **Select→Properties→Frame Sections...** seçeneğine tıklayınız.
84. Ekranaya gelen ileti kutusunda **Ctrl** tuşuna basılı tutarak Mouse ile giriş kesitlerini seçiniz ve **OK** düğmesine basınız.



85. Bu işlem ile tüm kirişler seçilmiş olacaktır.
86. **Assign** menüsünde **Assign to Group** seçeneğine tıklayınız.
87. Ekranaya gelen ileti kutusunda **Add New Group...** düğmesine basınız.
88. Ekranaya gelen ileti kutusunda **Group Name** kutucuğuna **KIRIS** yazınız ve **2** kez **OK** düğmesine basınız.



89. Klavyede **Ctrl+G** (Ctrl ve G tuşlarına beraber) tuşlarına basınız. Ekranaya gelen **Select Groups** ileti kutusunda **KIRIS** grubunu seçiniz ve **OK** düğmesine basınız.
90. **Assign** menüsünde **Frame→Property Modifiers...** seçeneğine tıklayınız. Ekranaya gelen ileti kutusunda **Mass** ve **Weight** kutucuklarındaki değerleri **0** olarak değiştiriniz.



Kirişlerin üzerine etkileyen yükler eleman ağırlıklarını içermektedir. Bu değişiklik ile kiriş elemanların ağırlıklarının ikinci kez hesaplanmasının (kiriş kesitlerinin kullandığı malzemenin (C25) birim hacim ağırlığı  $25\text{kN/m}^3$  olarak tanımlanmıştı) önüne geçilmiş olmaktadır. Kolonlarda bir düzenleme yapılmadığından ağırlıkları program tarafından hesaba katılacaktır.

### **Kat Kütlelerinin Tanımlanması ve Özel Periyotların Hesabı:**


91. SAP2000 programında kütlelerin tanımı için farklı yöntemler izlenebilmektedir. Kat kütleleri programa hesaplatılabileceği gibi, kullanıcı kütleleri dışarıdan programa giriş bilgisi olarak

da verebilmektedir. Bu örnekte kütlelerin dışarıdan bilgi olarak verildiği yöntem kullanılacaktır.

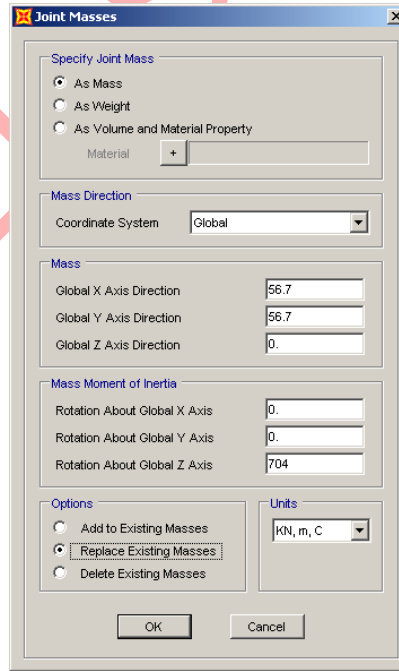
92. Yapının kat ağırlıkları ve kütleleri aşağıdaki tabloda gösterilmiştir:

Kat	Ağırlık (kN)	Kütle (kNs <sup>2</sup> /m)	Dönme Atalet Kütle
		M	M <sub>θ</sub>
4	556.2	56.7	704.0
3	866.7	88.4	1097.0
2	872.8	89.0	1104.7
1	909.9	92.8	1151.6
Toplam	3205.6		

3-d düğmesine basarak 3 boyutlu görüntüyü ekrana getiriniz, ilgili kat kütleleri, kütle merkezlerine karşılık gelen ve kat ortalarında bulunan 41, 32, 23 ve 10 No.lu düğüm noktalarına atanacaktır.

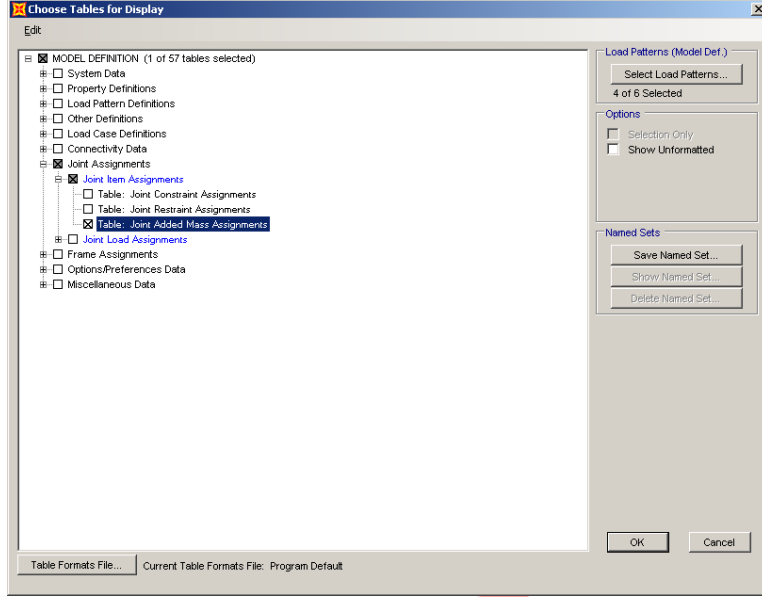
93. **41, 32, 23** ve **10** nolu düğüm noktalarını seçiniz ve **Assign** menüsünden **Joint→Masses...** seçeneğine tıklayınız veya  düğmesine basınız.

- Ekrana gelen **Joint Masses** ileti kutusunda,
- **Specify Joint Mass** bölümünde **As Mass** seçeneğine
- **Masses Direction** bölümünde **Global** seçeneğine tıklayınız.
- **Global X** ve **Global Y Direction** kutucuklarına **56.7**
- **Rotation About Global Z** yazı kutucuğuna **704** yazınız ve **OK** düğmesine basınız. Böylece, X ve Y doğrultularındaki öteleme ve Z eksenini etrafındaki dönme davranışına karşı gelen kat kütleleri atanmış olur. Bu katlardaki tüm düğüm noktaları rijit diyafram ile bağlanmış olduklarından düğüm noktasına atanmış olan kütle, tüm kat için geçerlidir.



Örnek olmak üzere 4. kat dönme atalet kütle  $M_{\theta} = 56.7 \frac{(10^2 + 7^2)}{12} = 704 \text{ kNm} - \text{s}^2$  bağıntısı ile hesaplanmıştır.

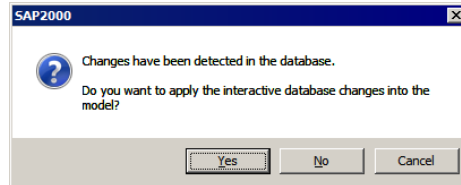
94. **Edit** menüsünden **Interactive Database Editing...** seçeneğini tıklayınız.
95. Ekranı gelen ileti kutusunda **MODEL DEFINITION** → **Joint Assignments** → **Joint Item Assignments** → **Table:Joint Added Mass Assignments** kutucuğunu seçili duruma getiriniz ve **OK** düğmesine basınız.



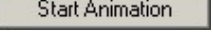


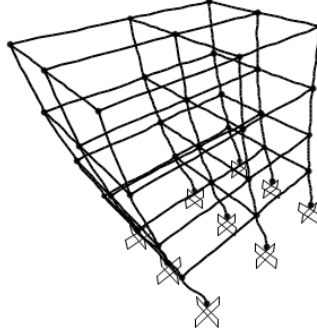
96. Ekranı gelen tabloda diğer kat kütlelerini giriniz. Yani sırasıyla, **32**, **23** ve **10** No.lu düğüm noktalarını karşı gelen satırlarda **Mass1**, **Mass2** ve **MMI3** kolonlarına yukarıdaki tabloda verilen ilgili kütle değerlerini yazınız.


Joint Text	CoordSys Text	Mass1 KII-s2.m	Mass2 KII-s2.m	Mass3 KII-s2.m	MMI1 KII-m-s2	MMI2 KII-m-s2	MMI3 KII-m-s2
10	Global	92.8	92.8	0	0	0	1151.6
23	Global	89	89	0	0	0	1104.7
32	Global	88.4	88.4	0	0	0	1097
41	Global	56.7	56.7	0	0	0	704

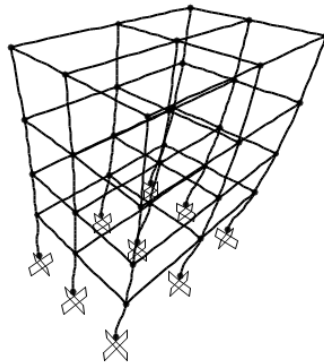
97. **Done** düğmesine basınız ve ekranı gelen uyarı mesajında **Evet (Yes)** düğmesine basarak değişiklikleri tamamlayınız.



102.  **Run Analysis** düğmesine basınız ve ekrana gelen ileti kutusunda **Analysis Monitor Options** bölümünden **Always Show** kutucuğunu seçili duruma getiriniz ve **Run Now** düğmesine basarak sistemin çözümüne başlayınız.
103. Analiz tamamlandığında ekrana gelen ve analiz adımlarını gösteren ileti kutusunda uyarı veya hata mesajları bulunmadığını gördükten sonra ileti kutusunu kapatınız.
104. Analizin bitiminde ekranda G yüklemesine ilişkin şekildeğiştirmiş durum gelecektir.
105. 1. mod şeklini görüntülemek için  düğmesine basınız.
106. Ekrana gelen **Deformed Shape** ileti kutusunda **Case/Combo Name** açılır listesinden **MODAL** seçeneğine tıklayınız.
107. **Mode Number** kutucuğunda **1** değeri varken **OK** düğmesine basınız.
108. Ekrana 1. mod şekli gelecek ve pencerenin başlık bölümünde **Mode 1 T=0.593, f=1.686** yazısı okunacaktır. İlgili modun doğrultusunu belirleyebilmek için ekranın sağ alt bölümünde bulunan  düğmesine basarak hareketli görünümü ekrana getiriniz. Görüntü izlendiğinde ilgili modun X doğrultusunda olduğu anlaşılacaktır. Dolayısıyla yapının X doğrultusundaki 1. doğal titreşim periyodu **T<sub>1x</sub>=0.59s** olarak belirlenmiş olur.



109. 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=0.57, f=1.753** 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.



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

### Deprem Yüklemelerinin Tanımlanması ve Deprem Yüklerinin Atanması:

111. 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.

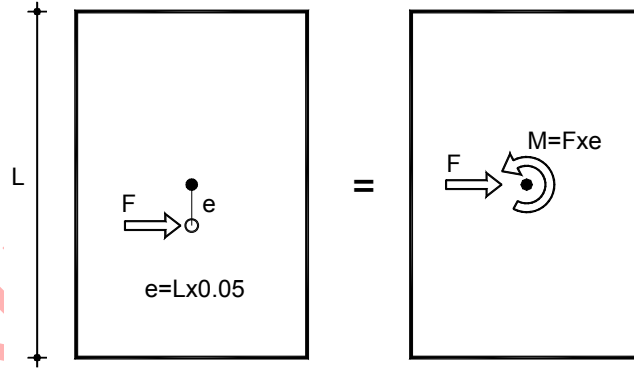
Yükleme Adı (Load)	Yükleme Tipi (Type)	Deprem Yönü	Dışmerkezlilik
EXP	QUAKE	X	+0.05
EXN	QUAKE		-0.05
EYP	QUAKE	Y	+0.05
EYN	QUAKE		-0.05

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 dışmerkezlilik 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 etkileyen yük statikçe eşdeğer olacak biçimde kaydırılmamış kütle merkezine etkileyen 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  $V_{bx} = 3206 \times 0.30 \times 1.00 \times 1.832/8 = 220.2 \text{ kN}$
- Y Yönünde  $V_{by} = 3206 \times 0.30 \times 1.00 \times 1.883/8 = 226.4 \text{ kN}$

olarak bulunur.

Binanın N'inci katına (en üst kotuna) etkiyen ek eşdeğer deprem yükü  $\Delta F_N$ 'in değeri aşağıdaki bağıntı ile belirlenecektir.

$$\Delta F_N = 0.0075 \cdot N \cdot V_t$$

$$\Delta F_{NX} = 0.0075 \cdot 4 \cdot 220.2 = 6.61 \text{ kN}$$

$$\Delta F_{NY} = 0.0075 \cdot 4 \cdot 226.4 = 6.79 \text{ kN}$$



Toplam eşdeğer deprem yükünün  $\Delta F_N$  dışında geri kalan kısmı, N'inci kat dahil olmak üzere, bina katlarına aşağıdaki bağıntı ile dağıtılacaktır.

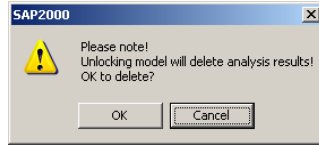
$$F_i = (V_t - \Delta F_N) \frac{w_i H_i}{\sum_{j=1}^N w_j H_j}$$



Bu yüklerin katlara dağıtılmış değerleri, +0.05 dışmerkezlikten doğan, Z eksenini etrafındaki momentlerle birlikte, aşağıdaki tabloda gösterilmiştir.

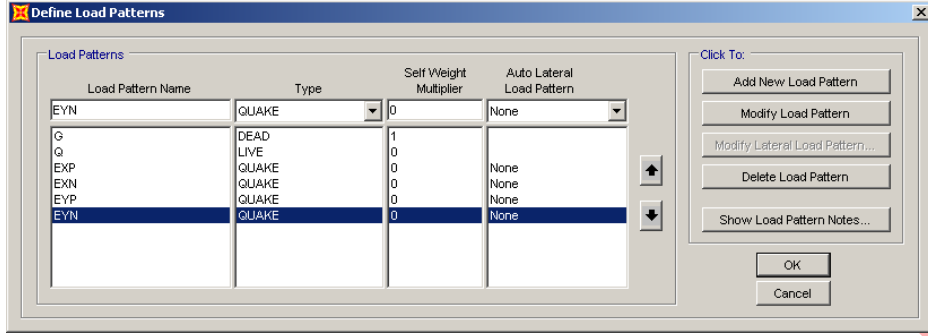
Kat	hi (m)	Hi (m)	Wi (kN)	WixHi	oran	$F_{ix}$ (kN)	$F_{iy}$ (kN)	$M_{ix}$ (kNm)	$M_{iy}$ (kNm)
4	3	13	556.2	7231	0.28	66.8	68.7	23.4	34.4
3	3	10	866.7	8667	0.34	72.2	74.2	25.3	37.1
2	3	7	872.8	6110	0.24	50.8	52.3	17.8	26.2
1	4	4	909.9	3640	0.14	30.3	31.2	10.6	15.6
Toplam:			3206	25647		220.1	226.4		

Örnek olmak üzere 4. katta  $M_{ix} = F_{ix} \times 0.05 \times L_y = 66.8 \text{ kN} \times 0.05 \times 7 \text{ m} = 23.4 \text{ kNm}$  şeklinde hesaplanmıştır.

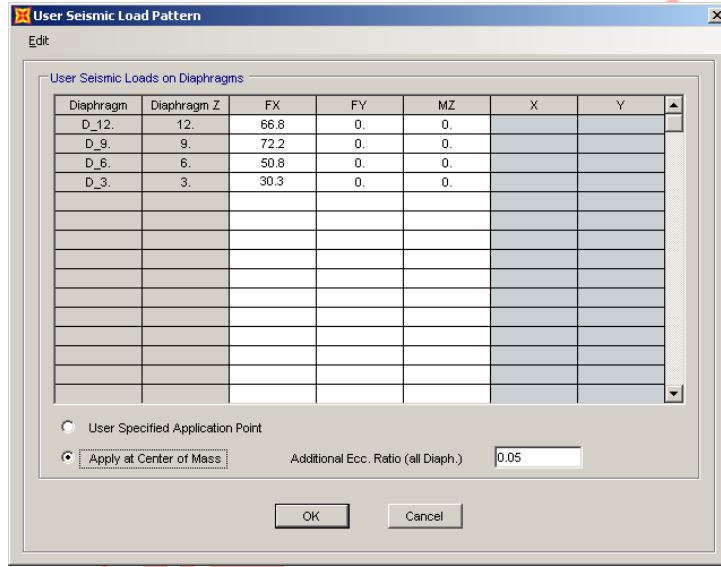
112. Son olarak özel periyotların hesabı yapıldığı için, sistem kilitlidir, yani  **Lock** (Kilit) düğmesi kapalı durumdadır. Bu durumda sisteme yeni veri girişi yapılamaz. Kilidi açmak için,  düğmesini tıklayınız. Bu durumda ekrana, analiz sonuçlarının silineceğini belirten, bir uyarı penceresi gelecektir.




113. **OK** düğmesine basınız. Kilit düğmesinin açık hale () geldiğini göreceksiniz.  düğmesini kullanarak ekrana gelen ileti kutusunda **Joints** bölümünde **Labels** kutucuğunu seçili duruma getiriniz ve **OK** düğmesine basarak düğüm noktası numaralarının görünmesini sağlayınız.
114. **Define** menüsünden **Load Patterns...** komutunu tıklayınız. Ekrana gelen ileti kutusunun **Loads** bölümündeki **Load Pattern Name** yazı kutucuğuna **EXP** yazınız, **Type** bölümündeki açılır listeden **QUAKE**'i seçiniz ve **Add New Load Pattern** düğmesine basınız.
115. Sıra ile **EXN**, **EYP** ve **EYN** yüklemeleri için de benzer işlemleri tekrarlayınız.



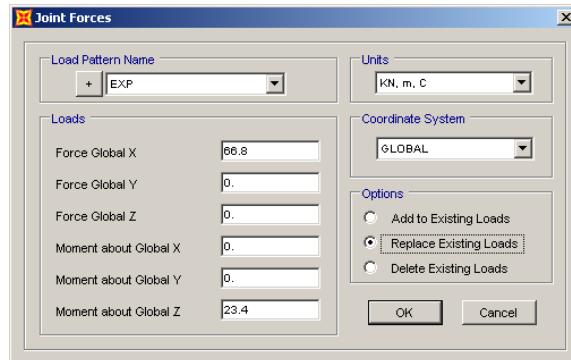
116. SAP2000 programında **Define Loads** ileti kutusunda bulunan **Auto Lateral Load Pattern** seçeneği ile yatay yüklerin sisteme etkiltilmesi ile ilgili birçok kolaylık sağlanmaktadır. Örneğin **User Loads** seçeneği kullanılarak yatay yükler doğrudan girilebilmektedir. Örnek bir görünüm aşağıda verilmektedir.



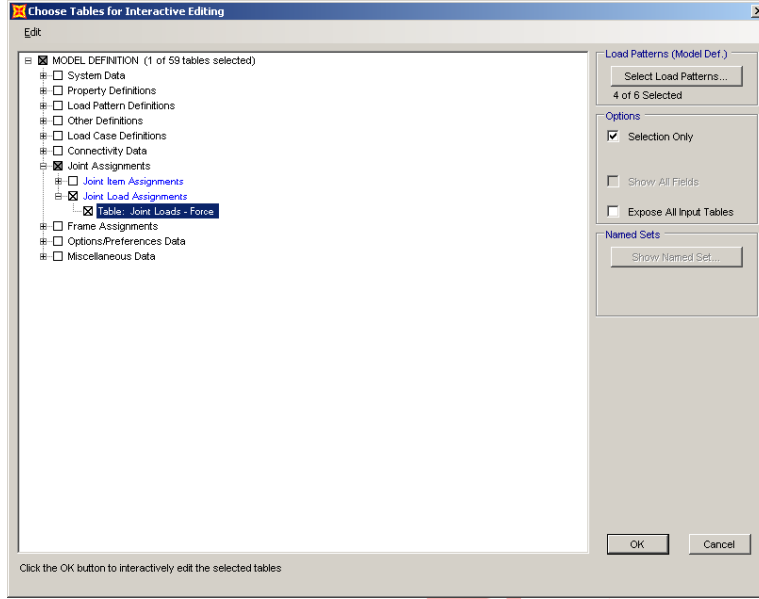
Bu örneğin çözümünde daha uzun ve genel bir yol izlenmekle birlikte kullanıcı isterse bu kolaylaştırıcı özelliklerden uygun olan bir tanesini kullanabilir.

117. Kat ortalarında kütlelerin tanımlandığı 41, 32, 23 ve 10 No.lu düğüm noktalarını seçiniz ve **Assign Joint Forces**  düğmesine basınız. Ekrana gelen **Joint Forces** ileti kutusunun

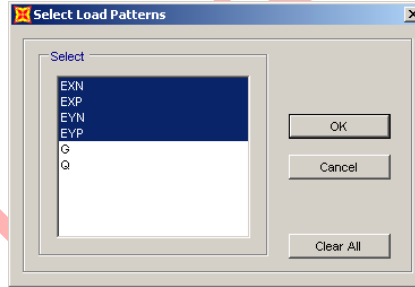
- **Load Pattern Name** bölümündeki açılır listeden **EXP**'yi seçiniz.
- **Loads** bölümündeki **Force Global X** yazı kutucuğuna **66.8**
- **Moment about Global Z** yazı kutucuğuna da **23.4** yazıp **OK** düğmesine basınız.



118. **Edit** menüsünden **Interactive Database Editing...** seçeneğini tıklayınız.
119. Ekranaya gelen **Choose Tables for Interactive Editing** ileti kutusunda **MODEL DEFINITION**→**Joint Assignments**→ **Joint Load Assignments**→ **Table: Joint Loads-Force** kutucuğunu seçili duruma getiriniz.



120. **Select Load Patterns...** düğmesine basınız ve ekrana gelen ileti kutusunda **EXN, EXP, EYN, EYP** yüklemelerini seçiniz ve **2** kez **OK** düğmesine basınız.



121. Ekranaya gelen tabloda
- F1 kolonunda 1. satırdaki değeri 30.3, M3 kolonundaki değeri 10.6
  - F1 kolonunda 2. satırdaki değeri 50.8, M3 kolonundaki değeri 17.8
  - F1 kolonunda 3. satırdaki değeri 72.2, M3 kolonundaki değeri 25.3 olarak değiştiriniz.
  - Tüm tabloyu seçiniz, sırasıyla **Copy** ve **Paste Append** düğmesine basarak tabloya ekleme yapınız.
  - 5,6,7 ve 8. satırlardaki yükleme ismini **EXN** olarak değiştiriniz.
  - 5,6,7 ve 8. satırlarda M3 kolonundaki değerleri negatif değerleri ile değiştiriniz.
  - Tüm tabloyu seçiniz, sırasıyla **Copy** ve **Paste Append** düğmesine basarak tabloya ekleme yapınız.
  - 9,10,11 ve 12. satırlardaki yükleme ismini **EYP** olarak değiştiriniz.
  - 13,14,15 ve 16. satırlardaki yükleme ismini **EYN** olarak değiştiriniz.
  - 9 ile 16. satırlar arasında **F1** kolonundaki değerleri **0** olarak değiştiriniz.


Y yönündeki yükleri etkilemek için ilgili katlardaki **F2** ve **M3** kolonlarındaki değerleri, yukarıdaki tabloda verilen değerleri kullanarak yeniden düzenleyiniz. Tablo aşağıda verile ekran görünümüne benzer hale gelecektir. **Done** düğmesine basınız. Ekranaya gelen uyarı mesajında da **Evet (Yes)** düğmesine basarak düzenleme işlemi tamamlayınız.

Joint	LoadPat	CoordSys	F1	F2	F3	M1	M2	M3
Text	Text	Text	KN	KN	KN	KN-m	KN-m	KN-m
1	10 EXP	GLOBAL	30.300	0.000	0.000	0.0000	0.0000	10.6000
2	10 EXN	GLOBAL	30.300	0.000	0.000	0.0000	0.0000	-10.6000
3	10 EYP	GLOBAL	0.000	31.200	0.000	0.0000	0.0000	15.6000
4	10 EYN	GLOBAL	0.000	31.200	0.000	0.0000	0.0000	-15.6000
5	23 EXP	GLOBAL	50.800	0.000	0.000	0.0000	0.0000	17.8000
6	23 EXN	GLOBAL	50.800	0.000	0.000	0.0000	0.0000	-17.8000
7	23 EYP	GLOBAL	0.000	52.300	0.000	0.0000	0.0000	26.2000
8	23 EYN	GLOBAL	0.000	52.300	0.000	0.0000	0.0000	-26.2000
9	32 EXP	GLOBAL	72.200	0.000	0.000	0.0000	0.0000	25.3000
10	32 EXN	GLOBAL	72.200	0.000	0.000	0.0000	0.0000	-25.3000
11	32 EYP	GLOBAL	0.000	74.200	0.000	0.0000	0.0000	37.1000
12	32 EYN	GLOBAL	0.000	74.200	0.000	0.0000	0.0000	-37.1000
13	41 EXP	GLOBAL	66.800	0.000	0.000	0.0000	0.0000	23.4000
14	41 EXN	GLOBAL	66.800	0.000	0.000	0.0000	0.0000	-23.4000
15	41 EYP	GLOBAL	0.000	68.700	0.000	0.0000	0.0000	34.4000
16	41 EYN	GLOBAL	0.000	68.700	0.000	0.0000	0.0000	-34.4000

122. 1. katta bulunan 10 Nolu düğüm noktasına sağ mouse tuşuyla tıklayınız. Ekrana gelen **Point Information** ileti kutusunda **Loads** bölümüne geçiniz. Bu bölümde değişen yük değerleri görülebilmektedir.

Location	Assignments	Loads
Identification		
Label	10	
<b>Load Pattern</b>	EXP	Assign Load...
Joint Force		
Coordinate System	GLOBAL	
Force in X Dir	30.3	KN, m, C
Moment about Z	10.6	
<b>Load Pattern</b>	EXN	Reset All
Joint Force		
Coordinate System	GLOBAL	
Force in X Dir	30.3	
Moment about Z	-10.6	
<b>Load Pattern</b>	EYP	Update Display
Joint Force		Modify Display
Coordinate System	GLOBAL	OK
Force in Y Dir	31.2	Cancel
Moment about Z	15.6	
<b>Load Pattern</b>	EVN	
Joint Force		
Coordinate System	GLOBAL	
Force in Y Dir	31.2	

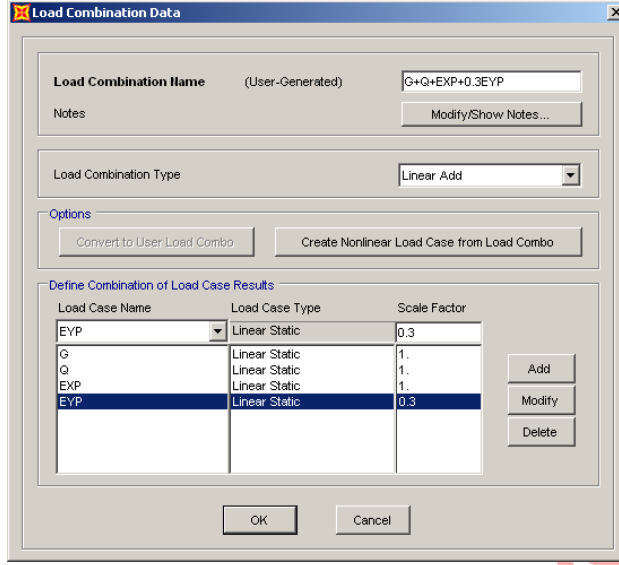
Double click white background cell to edit item.

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

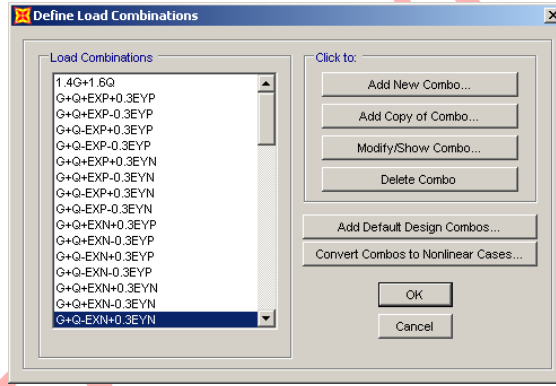
### Yük Birleşimlerinin Tanımlanması:

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±EX±0.3EY	(16 adet)	Örnek:G+Q+EXP-0.3EYN
0.9G±EX±0.3EY	(16 adet)	Örnek:0.9G+EXN+0.3EYP
G+Q±EY±0.3EX	(16 adet)	Örnek:G+Q+EYN-0.3EXN
0.9G±EY±0.3EX	(16 adet)	Örnek:0.9G+EYN+0.3EXP




127. Ekrana gelen **Define Load Combinations** ileti kutusunu ardışık olarak kullanıp, yukarıdaki tanımlanan diğer Yükleme Birleşimlerini oluşturunuz.
128. Böylece yükleme kombinasyonlarının tanımlanması tamamlanmış olur.




129. SAP2000 programında **Generalized Displacements...** seçeneği kullanılarak seçilen noktalar arasındaki yer değiştirme farkı bulunabilmektedir. İzleyen adımlarda bu özellik kullanılarak seçilen düşey noktalar arasında etkin görel kat yerdeğistirmelerinin kat yüksekliğine oranının belirlenmesinde kullanılacak bir tanımlama yapılmaktadır.
130. **Define** menüsünde **Generalized Displacements...** seçeneğine tıklayınız.
131. Ekrana gelen ileti kutusunda **Add New Gen. Displ...** düğmesine basınız. Ekrana gelen ileti kutusunun

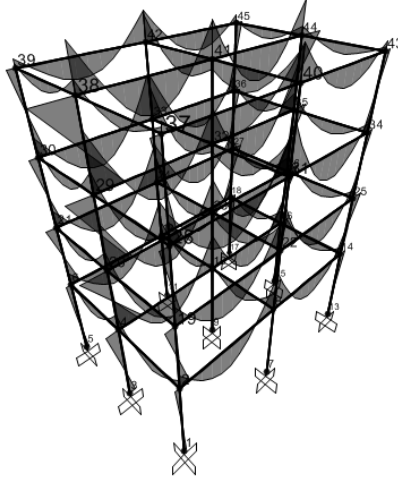
- **Generalized Displacement Name** yazı kutusuna **GYDKAT4**
- **Joint** kutusuna **43** yazınız.
- **U1** kutusuna da **2.667** yazıp **Add** düğmesine basınız. Çözüm sonucu elde edilen görel yerdeğistirmeler azaltılmış yükler altında hesaplandığından R değeri ile çarpılarak etkin görel kat ötelemesi değeri elde edilecek ve bu değer kat yüksekliğine bölünecektir. ( $R/h_{kat}=8/3=2.667$ )
- **Joint** kutusuna **34** yazınız.
- **U1** kutusuna da **-2.667** yazıp **Add** düğmesine basınız. (Sayının negatif olması 83 nolu düğüm noktasının yer değistirme değeri ile farkını bulmak içindir.)
- **OK** düğmesine basarak ilk tanımlama işlemini tamamlayınız.

**Çözüm (Analiz):**

137.  **Run Analysis** düğmesine basınız. Analiz adımlarını ekranda izleyebilmek için **Analysis Monitor Options** bölümünde **Always Show** (Her zaman göster) kutucuğunu seçili duruma getiriniz.
138. **Run Now** düğmesine basarak sistemin çözümünü başlatınız.
139. Analiz tamamlandığında menüde **Show Last Run Details** seçeneğine tıklayınız. Ekrana gelen ve analiz adımlarını gösteren ileti kutusunda uyarı veya hata mesajları bulunmadığını gördükten sonra ileti kutusunu kapatınız.

**Sonuçların Görüntülenmesi:**

140. Çözüm sonunda, yukarıda tanımlanmış olan 6 adet yükleme ile yükleme kombinasyonlarına ait sonuçlar elde edilmiş bulunmaktadır. Herhangi bir yüklemeye (veya kombinasyona) ait iç kuvvetler,  düğmesine basarak veya **Display** menüsünde **Show Forces/Stresses→Frames/Cables** seçeneğine tıkladıktan sonra **Member Force Diagram for Frames** ileti kutusu kullanılarak ekrana getirilebilir.
141. Ekrana gelen ileti kutusunun **Load Case** bölümündeki açılır liste kutusundan ilgili yükleme (veya kombinasyon) seçilerek incelenebilir.
142. Örnek olmak üzere 1.4G+1.6Q yük birleşimi için M33 moment diyagramı aşağıda gösterilmektedir.



143. Menüde **Display→Show Tables** seçeneğine tıklayınız veya **Ctrl+T** tuşlarına birlikte basınız.

144. Ekrana gelen **Choose Tables for Display** ileti kutusunda **ANALYSIS RESULTS→Joint Output→Displacements→Table: Joint Displacements-Generalized** kutucuğunu seçili duruma getiriniz.

göre hesaplanan yatay yerdeğiştirmeleri göstermektedir. Ancak 2.7.4.2'deki koşul ve ayrıca Denk.(2.4)'te tanımlanan minimum eşdeğer deprem yükü koşulu  $d_i$ 'nin ve  $\Delta_i$ 'nin hesabında gözönüne alınmayabilir.

2.10.1.2 – Her bir deprem doğrultusu için, binanın i'inci katındaki kolon veya perdeler için etkin görelı kat ötelemesi,  $\delta_i$ , Denk.(2.18) ile elde edilecektir.

$$\delta_i = R \Delta_i \quad (2.18)$$

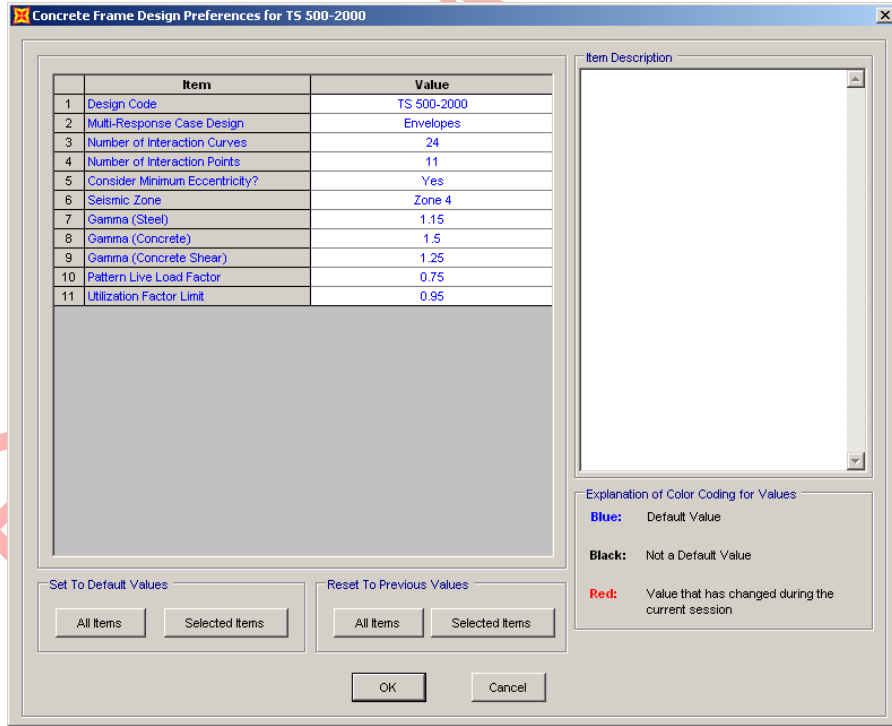
2.10.1.3 – Her bir deprem doğrultusu için, binanın herhangi bir i'inci katındaki kolon veya perdelerde, Denk.(2.18) ile hesaplanan  $\delta_i$  etkin görelı kat ötelemelerinin kat içindeki en büyük değeri  $(\delta_i)_{\max}$ , Denk.(2.19)'da verilen koşulu sağlayacaktır:

$$\frac{(\delta_i)_{\max}}{h_i} \leq 0.02 \quad (2.19)$$

2.10.1.4 – Denk.(2.19)'de verilen koşulun binanın herhangi bir katında sağlanamaması durumunda, taşıyıcı sistemin rijitliği arttırılarak deprem hesabı tekrarlanacaktır. Ancak verilen koşul sağlansa bile, yapısal olmayan gevrek elemanların (cephe elemanları vb) etkin görelı kat ötelemeleri altında kullanılabilirliği hesapla doğrulanacaktır.

### Boyutlandırma

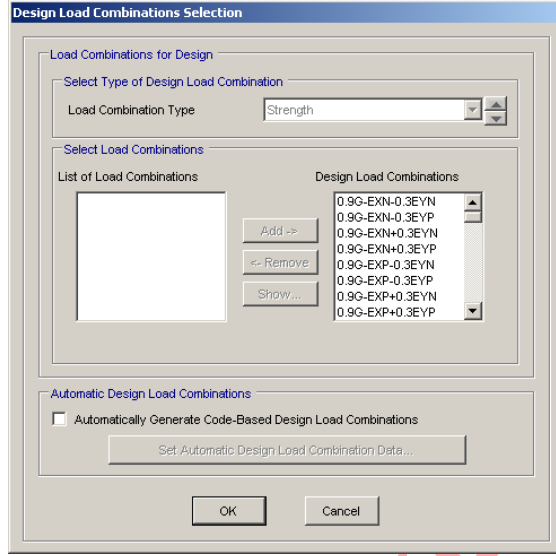
147. **Design** menüsünden **Concrete Frame Design...→ View/Revise Preferences** seğeneğine tıklayınız.
148. Ekrana gelen ileti kutusunda **Design Code** açılır liste kutusundan **TS500-2000** seğeneğine tıklayınız. Bu işlem betonarme hesap için TS500 yönetmeliğinin kullanılacağını belirtmektedir.



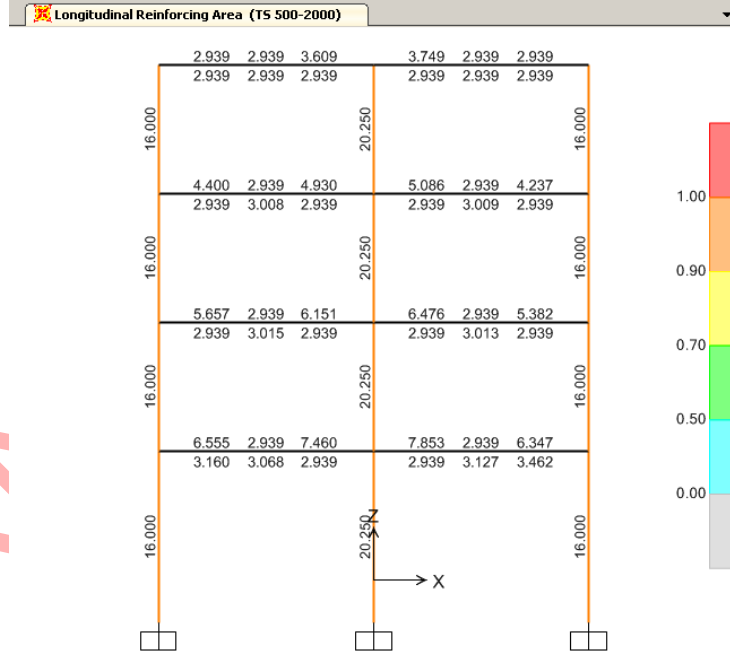
149. İç kuvvetleri belirlenen sistemin betonarme hesabını yapmak için **Design** menüsünde **Concrete Frame Design→Select Design Combos** seğeneğine tıklayınız.

150. **List of Load Combinations** bölümünde bulunan tüm yük birleşimlerini seçiniz ve **Add** düğmesine basarak seçilen yükleme kombinasyonlarını **Design Load Combinations** bölümüne aktarınız. Böylece **Design Load Combinations** bölümünde

betonarme hesapta kullanılacak tüm yükleme kombinasyonlarının olmasını sağlayınız. **Automatically Generate Code-Based Design Load Combinations** kutucuğunu seçili durumdan çıkarınız. **OK** düğmesine basarak ileti kutusunu kapatınız.



151. **Design** menüsünde **Concrete Frame Design**→**Start Design/Check of Structure** seçeneğine tıklayarak sistemin betonarme hesabını yapınız.



152. Hesaplama tamamlandıktan sonra aktif pencerede elemanların üzerinde hesaplanan donatı alanları yazılmaktadır. Örnekte kN ve m birimleri kullanıldığı için donatı alanları m<sup>2</sup> cinsindedir. Bunları cm<sup>2</sup> cinsinden görmek için konum çubuğunun sağındaki birimleri içeren açılır liste kutusundan **KN-cm** seçeneğine tıklayınız.

153. **xz** düğmesine basarak düşey düzlemde donatı alanlarını ekrana getiriniz.

154. Ekranda giriş elemanların üzerinde yazan donatı alanları, gerekli eğilme donatısı alanlarıdır. Elemanın üzerinde yazanlar ilgili noktadaki kesitin üstüne yerleştirilecek donatı alanlarını, altında yazanlar ilgili noktadaki kesitin altına yerleştirilecek donatı alanlarını



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-	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
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 Table Format File

OK Cancel

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.

Interaction Surface for section 45X45 (TS 500-2000)

Edit

	P	M3	M2
1	-3037.5	0.	0.
2	-2987.6709	9885.317	0.
3	-2642.0578	15487.188	0.
4	-2216.9904	19919.066	0.
5	-1750.0319	23231.465	0.
6	-1256.1983	25116.44	0.
7	-931.3022	23918.335	0.
8	-554.8957	21642.797	0.
9	-211.979	16914.998	0.
10	305.8788	8241.0662	0.
11	739.5652	0.	0.
12			
13			
14			
15			
16			

Curve 1 Angle 0.

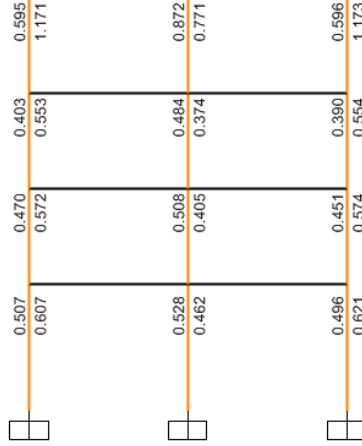
3D View: Plan, Elevation, 3d, MM, PM3, PM2

Done

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

(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.

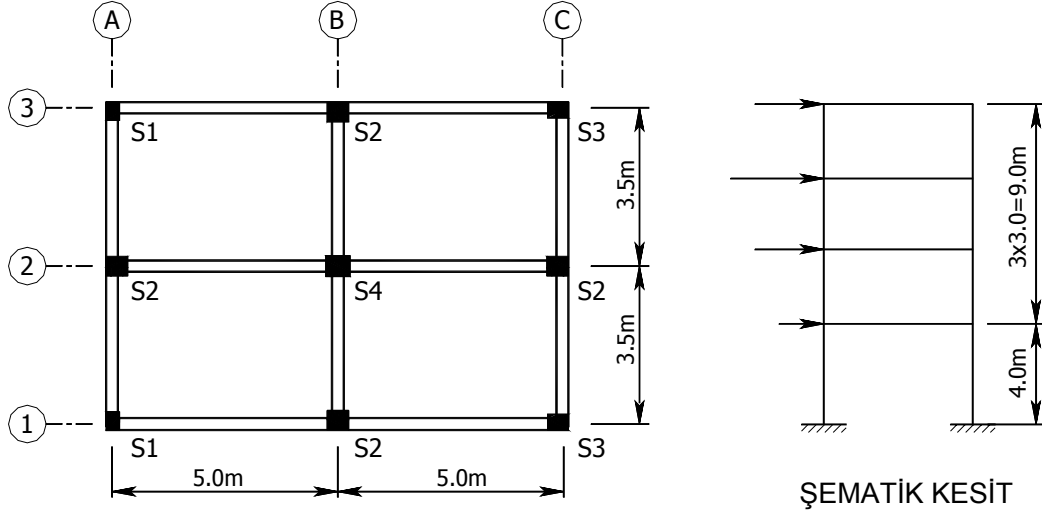


164. Ekrana gelen değerlerin 1'den küçük olması ilgili noktada kolonların kirişlerden güçlü olma koşulunun sağlandığını göstermektedir. En üst katta bu koşulun sağlanmasına gerek yoktur.
165. Tüm tasarım bilgilerinin bir dosyaya yazılması istenirse, **Display** menüsünde **Show Tables...** seçeneği kullanılmalıdır. 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	DesignOpt Text	Status Text	Location cm	PMMCombo Text	PMMArea cm2	PMMR, Unitle
1	25X40	Column	Design	No Messages	0	1.4G+1.6Q	10	
1	25X40	Column	Design	No Messages	200	1.4G+1.6Q	10	
1	25X40	Column	Design	No Messages	400	1.4G+1.6Q	10	
2	40X40	Column	Design	No Messages	0	1.4G+1.6Q	16	
2	40X40	Column	Design	No Messages	200	1.4G+1.6Q	16	
2	40X40	Column	Design	No Messages	400	1.4G+1.6Q	16	
3	25X40	Column	Design	No Messages	0	1.4G+1.6Q	10	
3	25X40	Column	Design	No Messages	200	1.4G+1.6Q	10	
3	25X40	Column	Design	No Messages	400	1.4G+1.6Q	10	
4	40X40	Column	Design	No Messages	0	1.4G+1.6Q	16	
4	40X40	Column	Design	No Messages	200	1.4G+1.6Q	16	
4	40X40	Column	Design	No Messages	400	1.4G+1.6Q	16	
5	45X45	Column	Design	No Messages	0	1.4G+1.6Q	20.25	
5	45X45	Column	Design	No Messages	200	1.4G+1.6Q	20.25	

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

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



KALIP PLANI

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  $25 \times 50 \text{ cm}^2$  boyutundadır. Döşeme kalınlıkları  $12 \text{ cm}$ '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.

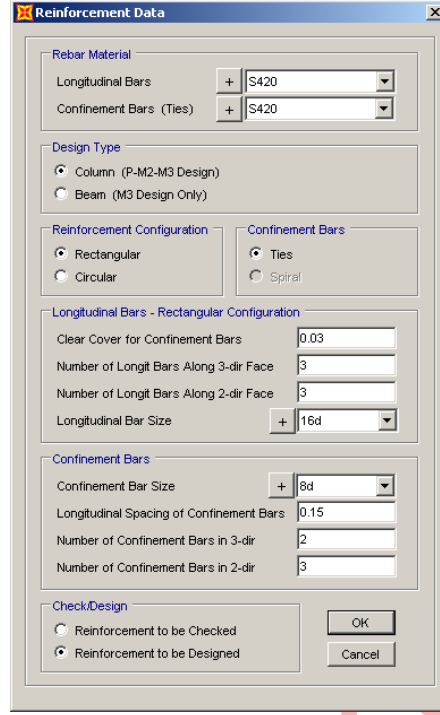
KAT	Sabit Yük ( $\text{kN/m}^2$ )	Hareketli Yük ( $\text{kN/m}^2$ )
Çatı	1.50	1.00
Normal	1.50	2.00

Normal katlarda, sadece dış çevre kirişleri üzerinde,  $6.00 \text{ kN/m}$  duvar yükü vardır. Çatı katı kirişleri üzerinde duvar yükü yoktur.

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

### Sistem Modelinin Oluşturulması:

- SAP2000'i çalıştırınız ve konum çubuğunun sağındaki ağırlar liste kutusundan  boyutlarını seçiniz.
- Üst bölümdeki **New Model** düğmesine basarak **New Model** ileti kutusunu ekrana getiriniz. Bu ileti kutusunda **3D Frames** düğmesine basınız.




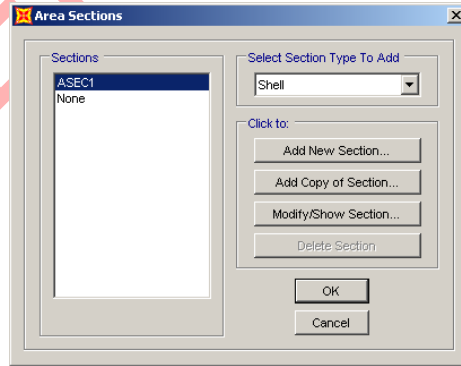
The image shows the 'Reinforcement Data' dialog box in a software application. It is divided into several sections: 'Rebar Material' with dropdowns for 'Longitudinal Bars' and 'Confinement Bars (Ties)' both set to 'S420'; 'Design Type' with radio buttons for 'Column (P-M2-M3 Design)' (selected) and 'Beam (M3 Design Only)'; 'Reinforcement Configuration' with radio buttons for 'Rectangular' (selected) and 'Circular'; 'Confinement Bars' with radio buttons for 'Ties' (selected) and 'Spiral'; 'Longitudinal Bars - Rectangular Configuration' with input fields for 'Clear Cover for Confinement Bars' (0.03), 'Number of Longit Bars Along 3-dir Face' (3), 'Number of Longit Bars Along 2-dir Face' (3), and a dropdown for 'Longitudinal Bar Size' (16d); 'Confinement Bars' with a dropdown for 'Confinement Bar Size' (8d), and input fields for 'Longitudinal Spacing of Confinement Bars' (0.15), 'Number of Confinement Bars in 3-dir' (2), and 'Number of Confinement Bars in 2-dir' (3); and 'Check/Design' with radio buttons for 'Reinforcement to be Checked' and 'Reinforcement to be Designed' (selected). There are 'OK' and 'Cancel' buttons at the bottom right.

25. Tabloda gösterilen diğer kesitleri (kolon kesitlerini) tanımlamak için, sırayla tablonun ardışık satırlarındaki bilgileri kullanarak, ilgili ileti kutularını doldurunuz. Yeni kesitler oluşturulurken **Add Copy of Property** özelliği kullanılabilir.

26. Döşemeler başlangıçta program tarafından tanımlanmış olan ASEC1 kesitini kullanılmaktadır. Program tarafından oluşturulan bu kesit üzerinde düzenlemeler yapılarak kullanılacak döşeme kesiti oluşturulabilir. Böylece mevcut döşemelere yeniden kesit atama işlemi yapılmasına gerek kalmayacaktır.

27. Bu işlemi yapmak için **Define** menüsünden **Section Properties→Area Sections...**

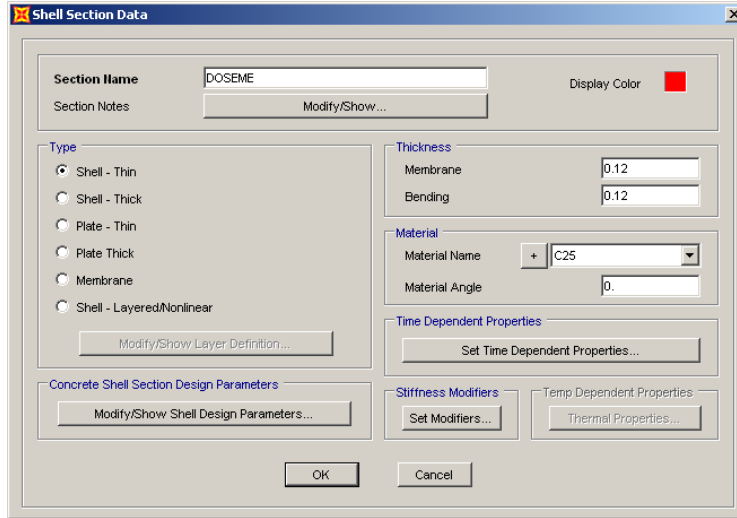
komutunu seçiniz veya  düğmesine basınız. Ekrana gelen ileti kutusunda **ASEC1** seçeneğine tıklayınız **Modify/Show Section** (Kesit düzenle/göster) düğmesine basınız.



The image shows the 'Area Sections' dialog box. It has a list box on the left labeled 'Sections' containing 'ASEC1' and 'None'. On the right, there is a 'Select Section Type To Add' dropdown menu set to 'Shell'. Below this, there are four buttons: 'Add New Section...', 'Add Copy of Section...' (which is highlighted), 'Modify/Show Section...', and 'Delete Section'. At the bottom, there are 'OK' and 'Cancel' buttons.

28. Ekrana gelen ileti kutusunda,

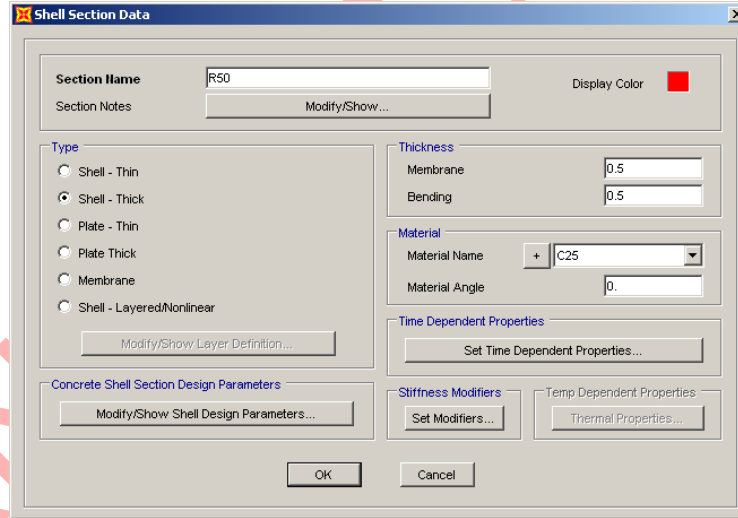
- **Section Name** (Kesit adı) yazı kutucuğuna **DOSEME** yazınız.
- **Type** bölümünde **Shell-Thin** radyo düğmesini işaretleyiniz.
- **Material Name** açılır listesinden **C25** malzemesini seçiniz.
- **Thickness** bölümünde **Membrane** ve **Bending** yazı kutucuklarına **0.12** yazınız ve **OK** düğmesine basınız.



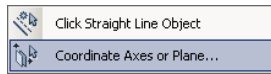
29. Radye temel in kesitini tanımlamak için Add Copy of Section... düğmesine basınız.

30. Ekranaya gelen ileti kutusunda,

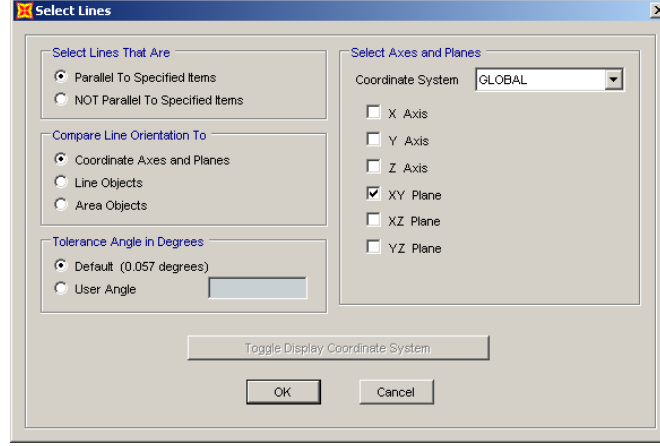
- **Section Name** (Kesit adı) yazı kutucuğuna **R50** yazınız.
- **Type** bölümünde **Shell-Thick** radyo düğmesini işaretleyiniz.
- **Material Name** açılır listesinden **C25** malzemesini seçiniz.
- **Thickness** bölümünde **Membrane** ve **Bending** yazı kutucuklarına **0.50** yazınız ve **2** kez **OK** düğmesine basınız.







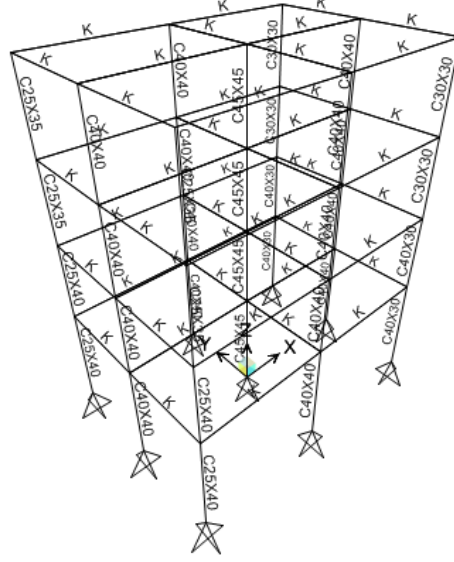
31. Select menüsünde **Select** → **Select Lines Parallel To** → **Coordinate Axes or Plane...** seçeneğine tıklayınız.





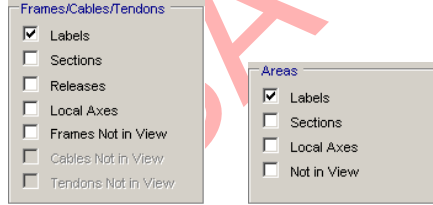
32. Ekranaya gelen **Select Lines** ileti kutusunda **X-Y Plane** kutucuğunu seçili duruma getiriniz ve **OK** düğmesine basınız. Bu seçenek X-Y düzlemi içindeki (bu örnek için kirişleri) çubuk elemanların bir seferde seçilmesini sağlamaktadır.






33. Ekranın sol alt bölümünde **48** adet çubuk elemanın seçili olduğu yazacaktır.
34. Bu işlem ile tüm kirişler seçili duruma gelecektir.  **Assign Frame Sections** (Çubuk Kesitleri Atama) düğmesine basınız. Ekrana gelen ileti kutusunun **Properties** bölümündeki listeden **K** seçeneğini tıklayıp **OK** düğmesine basınız. Böylece tüm kirişlerin kesitleri atanmış olur.
35.  düğmesine basarak **Display Options For Active Window** ileti kutusunu ekrana getiriniz.
36. Ekrana gelen ileti kutusunun **Frames/Cables/Tendons** bölümündeki **Labels** radyo düğmesini seçili duruma getiriniz, **Local Axes** kutucuğunu seçili durumdan çıkarınız ve **OK** düğmesine basınız. Bu işlem ekranda çubuk elemanların numaralarının gösterilmesini sağlamaktadır.
37. 1. ve 2. katta **S1** köşe kolonlarını (1, 2, 9 ve 10 No.lu çubukları) seçiniz ve **C25X40** kesitini atayınız.
38.  **Show Undeformed Shape** (Şekildeğiştirmemiş Durumu Gösterme) düğmesine basarak veya kalvyede **F4** tuşuna basarak tekrar sadece çubuk eleman numaralarının görünmesini sağlayınız.
39. Benzer işlemleri tüm kolonlar için tekrarlayınız. Yani,
- 3. ve 4. katta **S1** köşe kolonlarını (3,4,11 ve 12 No.lu çubukları) seçiniz ve **C25X35** kesitini atayınız.
  - Tüm katlardaki **S2** kolonlarını (5,6,7,8,13,14,15,16,21,22,23,24,29,30,31 ve 32 No.lu çubukları) seçiniz ve **C40X40** kesitini atayınız.
  - 1. ve 2. kattaki **S3** kolonlarını (25,26,33 ve 34 No.lu çubukları) seçiniz ve **C40X30** kesitini atayınız.
  - 3. ve 4. kattaki **S3** kolonlarını (27,28,35 ve 36 No.lu çubukları) seçiniz ve **C30X30** kesitini atayınız.
  - Tüm katlardaki **S4** kolonunu (17,18,19, ve 20 No.lu çubukları ) seçiniz ve **C45X45** kesitini atayınız.
40. Kesit atama işlemleri tamamlandıktan sonra  düğmesine basınız.
41. Ekranın gelen ileti kutusunun **Frames/Cables/Tendons** bölümündeki **Labels** radyo düğmesini seçili durumdan çıkarıp **Sections** düğmelerini seçili duruma getiriniz ve **OK** düğmesine basınız. Böylece ekranda atanmış olan tüm çubuk ve döşeme kesitleri görünecektir. Bunları dikkatle izleyip yanlış atamalar varsa ilgili elemanları seçip, çubuk elemanı atama menülerini kullanarak düzeltiniz.

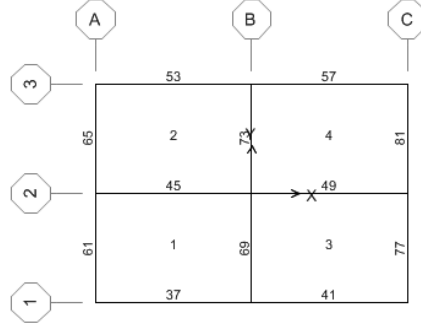


42. Büyük yapı sistemlerinde veri girişi sırasında, belirli aralıklarla, oluşturulan modelin saklanması yararlıdır.  **Save** düğmesine basınız ve oluşturulan sistem modeline bir ad vererek saklayınız.
43. Tekrar  düğmesine basarak çubuk ve döşeme elemanlarının numaralarının görünmesini sağlayınız.



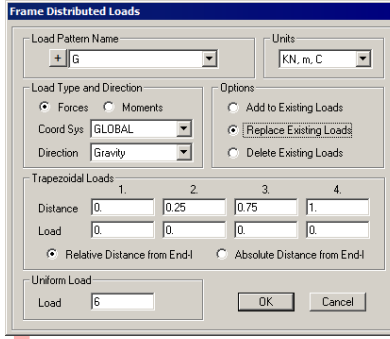
### Düşey Yüklerin Tanımlanması ve Çubuklara Atanması:


44. **Define** menüsünde **Load Patterns** seçeneğine tıklayınız veya  düğmesine basınız.
- **Load Pattern Name** bölümüne **G** yazınız ve **Add New Load Pattern** düğmesine basınız.
  - **Load Pattern Name** bölümüne **Q** yazınız, **Type** bölümündeki açılır listeden **LIVE** seçeneğine tıklayınız, **Self Weight Multiplier** yazı kutucuğundaki **0** değeri olduğunu kontrol ediniz ve **Add New Load Pattern** düğmesine basınız.
  - **Load Pattern Name** bölümündeki **DEAD** seçeneğine tıklayınız ve **Delete Load Pattern** düğmesine basarak bu yüklemeyi siliniz.
  - **OK** düğmesine basarak yük tanımlama işlemi tamamlayınız.
45. Böylece, ileride yükleme birleşimlerinde kullanılacak olan, sabit ve hareketli yük tipleri tanımlanmış olmaktadır. Deprem yüklemeleri aşağıda ayrıca tanımlanacaktır.
46. Normal katlarda, kenar aks kirişleri için, 6.00 kN/m düzgün yayılı duvar yükü tanımlanacaktır.
47. Bu yükleri girmek için önce,  düğmesine basınız ve plan görünümünü ekrana getiriniz.  Aşağı ok tuşuna basarak **Z=4** düzlemine geliniz. Tüm kenar aks kirişlerini (37,41,53,57,61,65,77,81 No.lu çubukları) seçiniz.




48. **Assign** menüsünde **Frame Loads** → **Distributed** seçeneğine tıklayınız. Ekranı gelen **Frame Distributed Loads** ileti kutusunun,

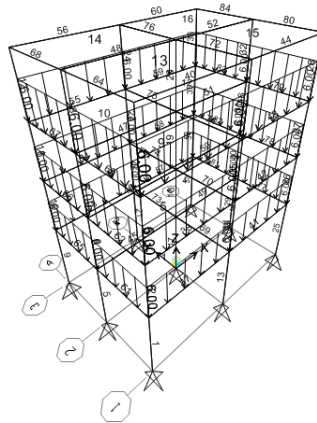
- **Load Pattern Name** bölümündeki açılır listeden **G**'yi seçiniz. (Seçili durumdaysa bir işlem yapmaya gerek yoktur.)
- **Forces** radyo düğmesini seçili duruma getiriniz.
- **Coord Sys** açılır listesinden **GLOBAL** seçeneğine
- **Direction** açılır listesinden **Gravity** seçeneğine tıklayınız.
- **Uniform Load** bölümündeki yazı kutucuğuna **6** yazıp **OK** düğmesine basınız.





49.  düğmesini kullanarak diğer kat planı düzlemlerine geçiş yapınız ve benzer işlemleri **Z=7, Z=10** düzlemlerinde yineleyiniz. (Z=13 düzleminde yinelemeyiniz.)

50.  düğmesine basarak 3 boyutlu görünümü ekrana getiriniz ve yükleme yapılmış elemanları kontrol ediniz.

51. **Select** menüsünden **Select**→**Properties**→**Area Sections** seçeneğine tıklayınız. Ekranı gelen ileti kutusunda **DOSEME** kesitine tıklayınız ve **OK** düğmesine basınız.




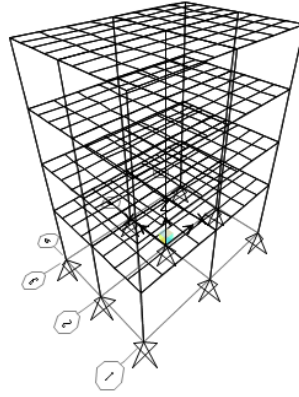



55.  düğmesine basarak **Frames/Cables/Tendons** ve **Areas** bölümlerinde **Labels** kutucuklarını seçili durumdan çıkarınız.
56.  düğmesine basarak tüm elemanları seçiniz. **Edit** menüsünden **Edit Areas→Divide Areas...** seçeneğine tıklayınız.
57. Ekranı gelen ileti kutusunda aşağıda gösterilen bölüme uygun olarak bölme işlemini yapınız ve **OK** düğmesine basınız.

• Divide Area Into This Number of Objects (Quads and Triangles Only)

Along Edge from Point 1 to 2	4
Along Edge from Point 1 to 3	4

58.  **Show Undeformed Shape** (Şekil Değiştirmemiş Durumu Gösterme) düğmesine basınız.



59.  **Save** düğmesine basarak oluşturulan sistem modelinin son durumunu tekrar saklayınız.

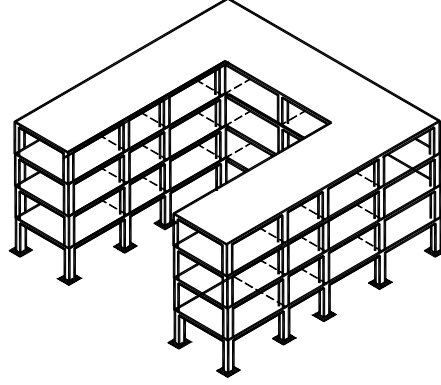
### Rijit Kat Döşemelerinin Tanımlanması:

Yatay deprem yükleri altında, kat döşemelerinin, kendi düzlemleri içinde, rijit cisim hareketi yaptıklarının belirtilmesi gerekir. Bu özellik, her kat için "Rijit Diyaframlar" tanımlanarak sağlanmaktadır.

Bir döşeme sisteminin "Rijit diyafram" olarak kabul edilmesi ile döşemenin düzlemi içindeki düğüm noktalarının iki doğrultuda rijit öteleme ve düzlemine dik eksen etrafında rijit dönme yaptığı varsayılmaktadır. Bu durumda döşeme üzerindeki bir noktada bu değerlerin bilinmesiyle, döşeme üzerindeki diğer tüm noktadaki yerdeğiştirme ve dönme değerleri belirlenebilir.

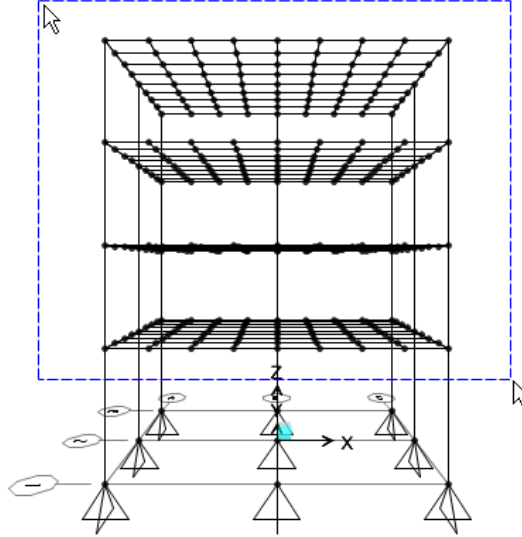
Rijit diyafram içinde kalan kirişlerde aksinel uzama oluşmayacaktır.

Döşemede büyük boşlukların bulunması, rijit diyafram davranışı yapmasını engelleyebilir. Boşluklar büyüdükçe bu durum daha da belirginleşir ve bu durumda döşeme üzerindeki noktalar düzlem içinde birbirlerine göre rijit hareketten farklı bir öteleme yaparlar. Plandaki şekli H, L ve T benzeri olan yapılarda da döşemenin rijit diyafram kabulü yeterli yaklaşım sağlamayabilir. Kullanıcı SAP2000 programında bu özelliği kullanırken dikkatli olmalıdır.

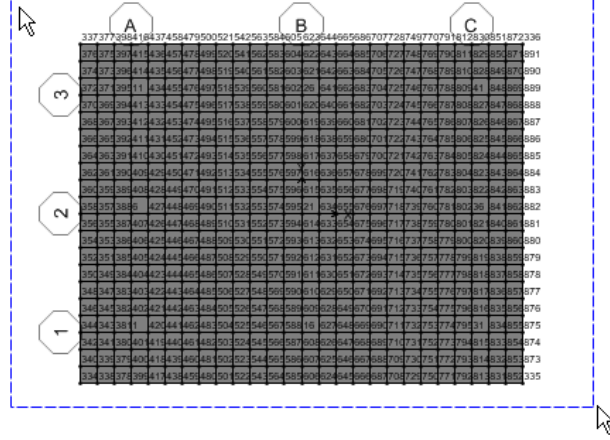



Rijit diyafram davranışının uygun olmadığı bir döşeme sistemi

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 **xz**, daha sonra **6d** 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.






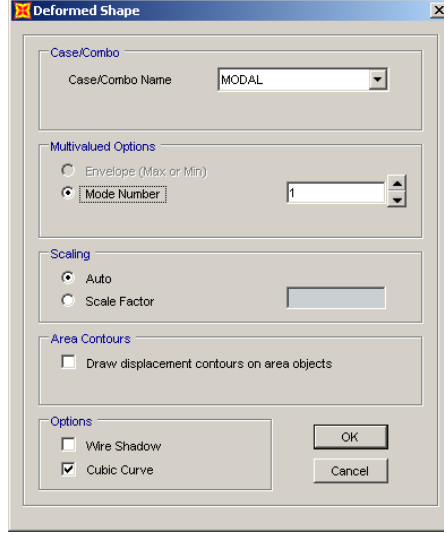
83. Menüde **Assign→Joint→Restrains...** komutunu seçiniz veya  düğmesine basınız.
84. Ekrana gelen **Joint Restraints** ileti kutusunda **Translation 1**, **Translation 2** ve **Rotation about 3** kutucuklarını seçili durumda, diğer kutucukları boş olacak şekilde düzenleyiniz. Böylece, diğer yerdeğiştirme ve dönme bileşenleri serbest bırakılarak, düzlemine dik yükler etkisi altında bulunan plak davranışı tanımlanmış olacaktır.



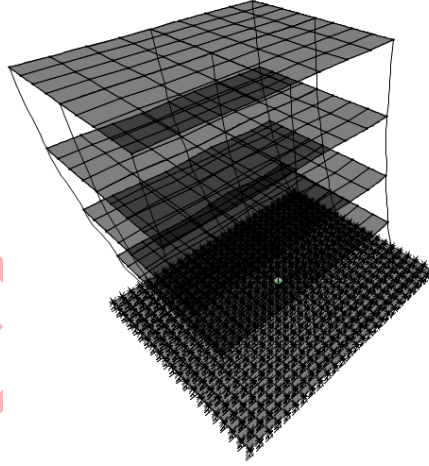
85.  düğmesine basarak radye temeli yeniden seçili duruma getiriniz.
86. Elastik zemine oturan plaklar, düşey doğrultuda bulunan yaylar (Springs) ile temsil edilecektir.
87. Menüde **Assign→Area→Area Springs...** komutunu seçiniz.
88. Ekrana gelen **Assign Springs To Area Object Face** ileti kutusunda,
- **Spring Type** bölümünde **Simple** seçeneğine tıklayınız.
  - **Spring Stiffness per Unit Area** yazı kutucuğuna **50000** yazınız.
  - **Simple Spring Resists** açılır listesinde **Tension and Compression** seçeneğine tıklayınız.
  - **Area Object Face** açılır listesinden **Bottom** seçeneğini seçiniz.
  - **Spring Tension Direction** bölümünde **Parallel to Area Object Local Axis** seçeneğine tıklayınız ve açılır listeden **3** eksenini seçiniz, **OK** düğmesine basınız.


92.  **Save** düğmesine basarak oluşturulan sistem modelinin son durumunu saklayınız.
93. **Define** menüsünden **Load Cases...** seçeneğine tıklayınız veya  düğmesine basınız. Ekranaya gelen **Define Load Cases** ileti kutusunda **DEAD** seçeneğine tıklayınız ve **Delete Load Case** düğmesine basarak bu yüklemeyi siliniz.
94. Ekranaya gelen **Analysis Cases** ileti kutusunda **MODAL** seçeneğine tıklayınız ve **Modify/Show Case** düğmesine basınız.
95. Özel titreşim periyotlarını hesaplayabilmek için ekranaya gelen **Load Case Data – Modal** ileti kutusunun **Minimum 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.

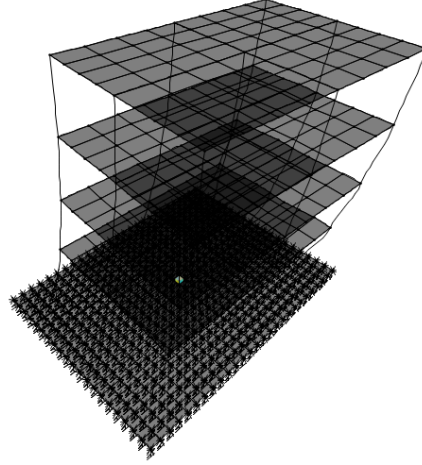
96.  düğmesine basarak 3 boyutlu görünümü ekranaya getiriniz.
97.  **Run Analysis** düğmesine basınız ve ekranaya gelen ileti kutusunda **Analysis Monitor Options** bölümünden **Always Show** kutucuğunu seçili duruma getiriniz ve **Run Now** düğmesine basarak sistemin çözümünü başlatınız.
98. Analizin bitiminde ekranada **G** yüklemesine ilişkin şekildeğiştirmiş durum gelecektir.
99. 1. mod şeklini görüntülemek için  düğmesine basınız.
100. Ekranaya gelen **Deformed Shape** ileti kutusunda **Case/Combo Name** açılır listesinden **MODAL** seçeneğine tıklayınız.
101. **Mode Number** kutucuğunda **1** değeri varken **OK** düğmesine basınız.



102. Ekranı 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  $T_{1X}=0.60$  s olarak belirlenmiş olur.



103. 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  $T_{1Y}=0.57$  s olarak belirlenmiş olur.





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

### Deprem Yüklemelerinin Tanımlanması ve Deprem Yüklerinin Atanması:

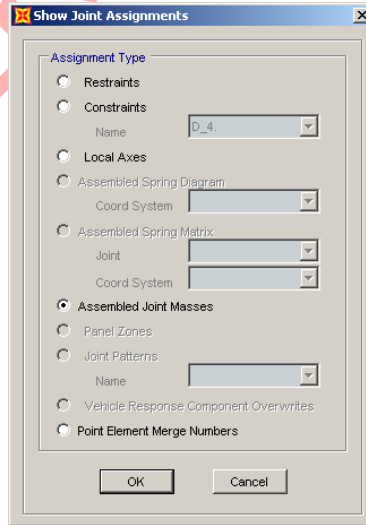
105. Deprem yüklerine esas olacak kat ağırlıkları program tarafından otomatik olarak oluşturulan kütle değerlerinin ilgili kattaki toplamından elde edilecektir.

106.  düğmesine basarak **Display Options For Active Window** ileti kutusunu ekrana getiriniz.

107. Ekrana gelen ileti kutusunun **Miscellaneous** bölümündeki **Show Analysis Model (If Available)** kutucuğunu seçili duruma getiriniz ve **OK** düğmesine basınız.

108. Sırasıyla  ve  simgelerine tıklayarak XZ düzleminde perspektif görünümü ekrana getiriniz.

109. Menüde **Display→Show Misc Assigns→Joint...** seçeneğine tıklayınız. Ekrana gelen ileti kutusunda **Assembled Joint Masses** radyo düğmesini seçiniz ve **OK** düğmesine basınız.



110. Ekrana düğüm noktalarında program tarafından belirlenmiş kütle değerleri gösterilecektir. İlgili katta bu değerlerin toplamı kat kütesine eşit olacaktır. Temel üzerindeki değerler deprem hesabına esas olan ağırlık hesabında kullanılmayacaktır.

116. Değerleri EXCEL programına aktarıp toplama işlemi yapıldığında toplam kütle değeri **55.33kN-s<sup>2</sup>/m** ve karşı gelen kat ağırlığı da **542.8kN** olarak elde edilmektedir.

Joint	U1	U2	U3	R1	R2	R3
325	0.54	0.54	0.54	0	0	0
326	0.67	0.67	0.67	0	0	0
327	0.54	0.54	0.54	0	0	0
328	0.54	0.54	0.54	0	0	0
329	0.54	0.54	0.54	0	0	0
330	0.67	0.67	0.67	0	0	0
331	0.55	0.55	0.55	0	0	0
332	0.55	0.55	0.55	0	0	0
333	0.55	0.55	0.55	0	0	0
85	55.33	542.8				

117. EXCEL programını herhangi bir kayıt yapmadan kapatınız. **Done** düğmesine basarak SAP2000 veri tablosunu da kapatınız.
118. Benzer şekilde diğer katların kütlelerini ve ağırlıklarını belirleyiniz.
119. Bu değerler aşağıdaki tabloda verilmektedir.

Kat	Kütle $M_i$	Ağırlık $W_i$
4	55.33	542.8
3	82.73	811.6
2	83.5	814.7
1	85.01	834.0
	Toplam $W=$	3003.1kN

120. Deprem yüklemesine esas olacak yapı ağırlığı  **$W=3003.1kN$**  olarak belirlenir.
121. Yukarıda düşey yükler için **G** ve **Q** yüklemeleri tanımlanmıştı. Deprem yönetmeliğine göre, eşdeğer deprem yükü yöntemine göre yatay deprem yükleri,  $\pm 0.05$  dışmerkezlikler 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	Dışmerkezlik
EXP	QUAKE	X	+0.05
EXN	QUAKE	X	-0.05
EYP	QUAKE	Y	+0.05
EYN	QUAKE	Y	-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.

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

$$X \text{ Yönünde } S(T_{1X}) = 2.5 \left( \frac{0.40}{0.60} \right)^{0.8} = 1.81$$

$$Y \text{ Yönünde } S(T_{1Y}) = 2.5 \left( \frac{0.40}{0.57} \right)^{0.8} = 1.88$$

olarak hesaplanmaktadır. Buna göre Toplam Deprem Yükleri

$$X \text{ Yönünde } V_{tx} = 3003.1 \cdot \frac{0.30 \cdot 1.0 \cdot 1.81}{8} = 203.8 \text{ kN}$$

$$Y \text{ Yönünde } V_{ty} = 3003.1 \cdot \frac{0.30 \cdot 1.0 \cdot 1.88}{8} = 211.7 \text{ kN}$$

olarak bulunur.

Deprem Yönetmeliği **Madde 2.7.2**'ye göre toplam eşdeğer deprem yükü, bina katlarına etkiyen eşdeğer deprem yüklerinin toplamı olarak ifade edilir. Binanın N'inci katına (en üst kotuna) etkiyen ek eşdeğer deprem yükü,  $\Delta F_{Nx}$  (x) ve (y) doğrultuları için

$$\Delta F_{Nx} = 0.0075 N V_{tx} = 0.0075 \times 4 \times 203.8 = 6.11 \text{ kN}$$

$$\Delta F_{Ny} = 0.0075 N V_{ty} = 0.0075 \times 4 \times 211.7 = 6.35 \text{ kN}$$

Katlara dağıtılacak deprem kuvvetleri

$$X \text{ Yönünde } V_{tx} - \Delta F_{Nx} = 203.8 - 6.11 = 197.6 \text{ kN}$$



$$Y \text{ Yönünde } V_{ty} - \Delta F_{Ny} = 211.7 - 6.35 = 205.35 \text{ kN}$$

Toplam eşdeğer deprem yükünün  $\Delta F_N$  tepe kuvveti dışında geri kalan kısmı, N'inci kat dahil olmak üzere, binanın katlarına aşağıdaki bağıntı ile dağıtılacaktır.

$$F_i = (V_t - \Delta F_N) \frac{w_i H_i}{\sum_{j=1}^N w_j H_j}$$

Bu yüklerin katlara dağıtılmış değerleri aşağıdaki tabloda gösterilmiştir.

Kat	$h_i$ (m)	$H_i$ (m)	$W_i$ (kN)	$W_i \times H_i$	oran	$F_{ix}$ (kN)	$F_{iy}$ (kN)	$F_{ix} + \Delta F_{Nx}$ (kN)	$F_{iy} + \Delta F_{Ny}$ (kN)
4	3	13	542.8	7056	0.29	57.5	59.8	63.6	66.1
3	3	10	811.6	8116	0.34	66.2	68.8	66.2	68.8
2	3	7	814.7	5703	0.24	46.7	48.5	46.7	48.5
1	4	4	834	3336	0.14	27.3	28.3	27.3	28.3
Toplam:			3003.1	24211	1.0	197.7	205.4	203.8	211.7

122. Son olarak özel periyotların hesabı yapıldığı için, sistem kilitlidir, yani  **Lock** (Kilit) düğmesi kapalı durumdadır. Bu durumda sisteme yeni veri girişi yapılamaz. Kilidi açmak için,  düğmesini tıklayınız. Bu durumda ekrana, analiz sonuçlarının silineceğini belirten, bir uyarı penceresi gelecektir.




130. **EYP** yüklemesini seçiniz. **Modify Lateral Load** düğmesine basınız. Ekranı gelen ileti kutusunun **FY** kolonuna katlara Y doğrultusunda etkiyen yükleri yazınız.
131. **Apply at Center of Mass** kutucuğunu seçili duruma getiriniz. Ek dışmerkezliğin tanımlandığı **Additional Ecc. Ratio (all Diaph.)** yazı kutucuğuna **0.05** yazınız ve **OK** düğmesine basınız.

Diaphragm	Diaphragm Z	FX	FY	MZ	X	Y
D_13.	13.	0.	66.1	0.		
D_10.	10.	0.	68.8	0.		
D_7.	7.	0.	48.5	0.		
D_4.	4.	0.	28.3	0.		

User Specified Application Point  
 Apply at Center of Mass      Additional Ecc. Ratio (all Diaph.)      0.05

OK      Cancel

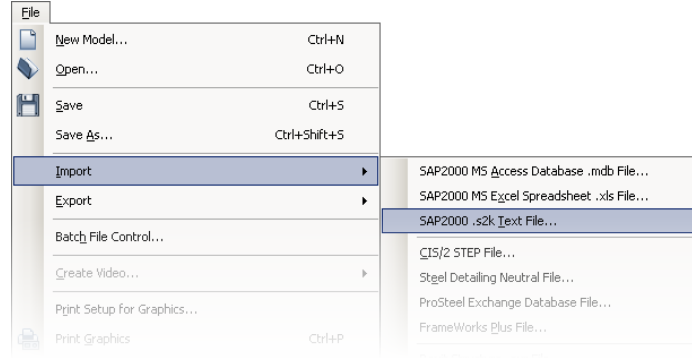
132. **EYN** yüklemesini seçiniz. **Modify Lateral Load** düğmesine basınız. Ekranı gelen ileti kutusunun **FY** kolonuna katlara Y doğrultusunda etkiyen yükleri yazınız.
133. **Apply at Center of Mass** kutucuğunu seçili duruma getiriniz. Ek dışmerkezliğin tanımlandığı **Additional Ecc. Ratio (all Diaph.)** yazı kutucuğuna **-0.05** yazınız ve **2** kez **OK** düğmesine basınız.
134.  **Save** düğmesine basarak oluşturulan sistem modelinin son durumunu saklayınız.

### Yük Birleşimlerinin Tanımlanması:

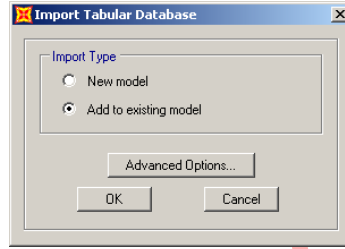
Yukarıdaki bölümlerde tanımlanmış olan çeşitli düşey ve yatay yüklemelerden, kesit hesaplarında kullanılacak olan, en elverişsiz iç kuvvetleri elde etmek için birçok Yükleme Birleşimi tanımlanmalıdır. Kitaptaki Örnek10'da bu yükleme birleşimlerinin SAP2000 grafik ortamından tanımlanması yöntemi kullanılmıştır. Benzer yöntemi bu örnek için de kullanabilirsiniz. Bu yük birleşimlerinin her modelde yeniden tanımlanması zaman alıcı olmaktadır. Bu örnekte yükleme birleşimlerinin tanımlı olduğu s2k dosyasından bilgiler aktararak çok daha hızlı biçimde yük birleşimleri tanımlanacaktır. Yazarlar kullanıcılara bu yöntemin kullanımını önermektedir.

Kullanılan s2k dosyası <http://web.itu.edu.tr/darilmazk/tr/kitaplar.htm> adresinden indirilebilmektedir.

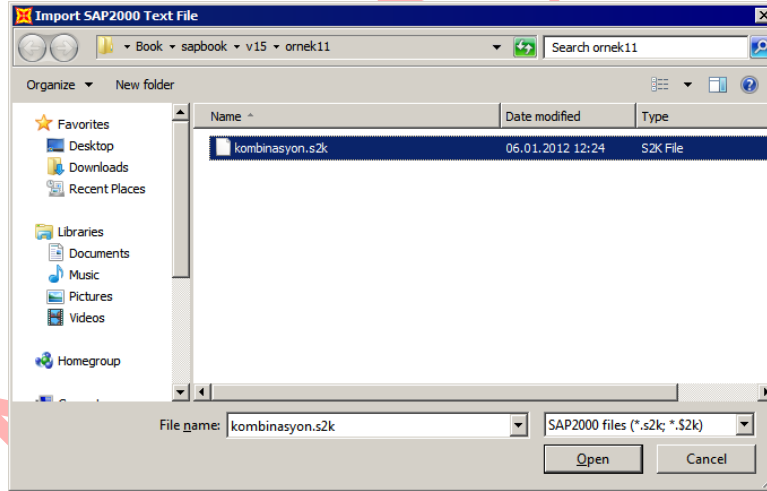
135. **File** menüsünden **Import→SAP2000 .s2k Text File...** seçeneğine tıklayınız.



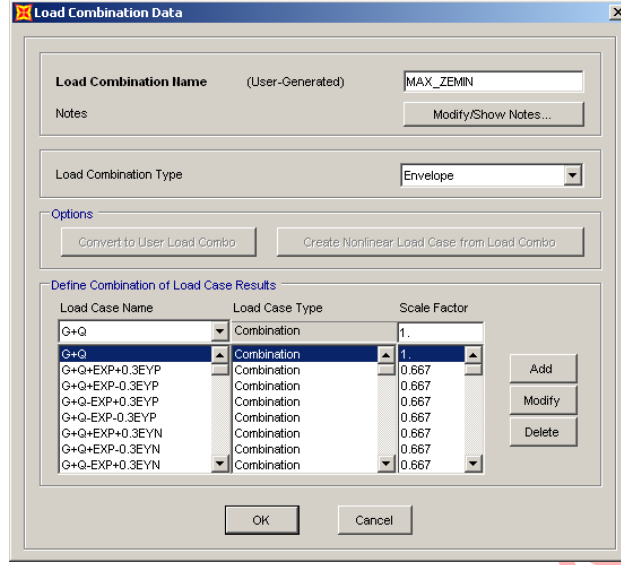
136. Mevcut modele ekleme yapılacağı için ekrana gelen ileti kutusunda **Add to existing model** seçeneğini seçili duruma getiriniz ve **OK** düğmesine basınız.



137. Yük birleşim bilgilerini içeren s2k dosyasını açınız.



138. Hatasız olarak bilgilerin aktarıldığını kontrol ettikten sonra **Done** düğmesine basınız.



MAX\_ZEMIN yüklemesi birleşimi, zemin gerilmelerinin kontrolü için oluşturulmuştur ve depremli durumda zemin emniyet gerilmesinin %50 arttırılabileceği gözönüne alınarak hazırlanmıştır.

#### 6.3.2. Zemin Emniyet Gerilmeleri ve Kazıkların Emniyetli Taşıma Yükleri

6.3.2.1 - Temel zemini olarak Tablo 6.1'de (A), (B) ve (C) gruplarına giren zeminlerde, statik yüklere göre tanımlanan zemin emniyet gerilmesi ve kazıklı temellerde kazığın yatay ve eksenel yükler için emniyetli taşıma yükü, deprem durumunda en fazla %50 arttırılabilir.

6.3.2.2 - Temel zemini olarak Tablo 6.1'de (D) grubuna giren zeminlerde, deprem durumunda zemin emniyet gerilmesi ve kazıkların emniyetli taşıma yükü arttırılmaz.


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

141. Böylece yüklemesi birleşimlerinin tanımlanması tamamlanmış olur.


#### Çözüm (Analiz):

142.  **Run Analysis** düğmesine basınız.

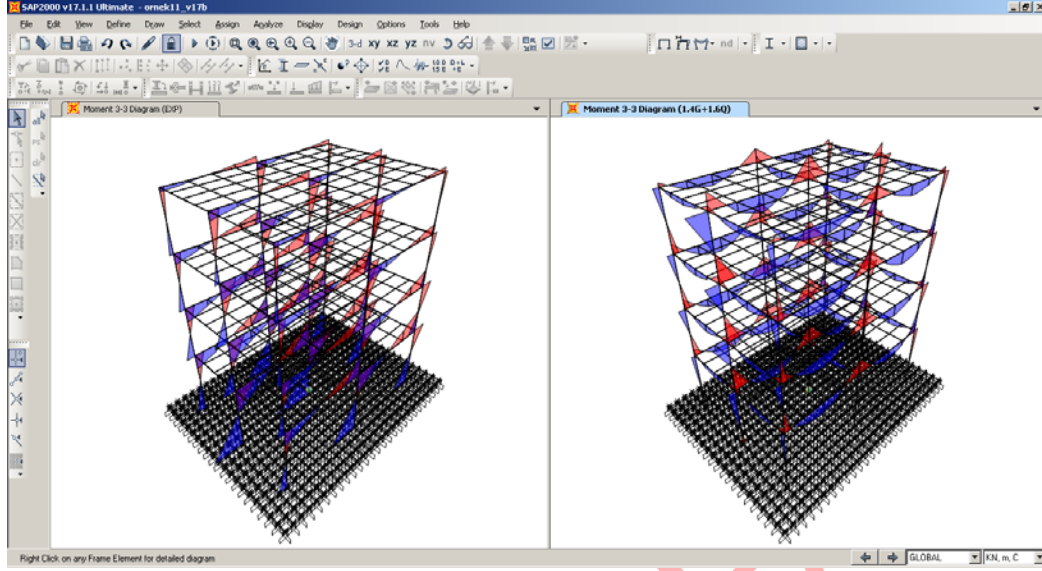
143. Analiz adımlarını ekranda izleyebilmek için **Analysis Monitor Options** bölümünde **Always Show** (Her zaman göster) kutucuğunu seçili duruma getiriniz. **Run Now** düğmesine basarak sistemin çözümünü başlatınız.

144. Çözüm sonunda, yukarıda tanımlanmış olan 6 adet yüklemesi ile yüklemesi birleşimlerine ait sonuçlar elde edilmiş bulunmaktadır. Herhangi bir yüklemesi (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.

145. Ekrana gelen ileti kutusunun **Case/Combo Name** bölümündeki açılır liste kutusundan ilgili yüklemesi (veya kombinezon) seçilerek incelenebilir.

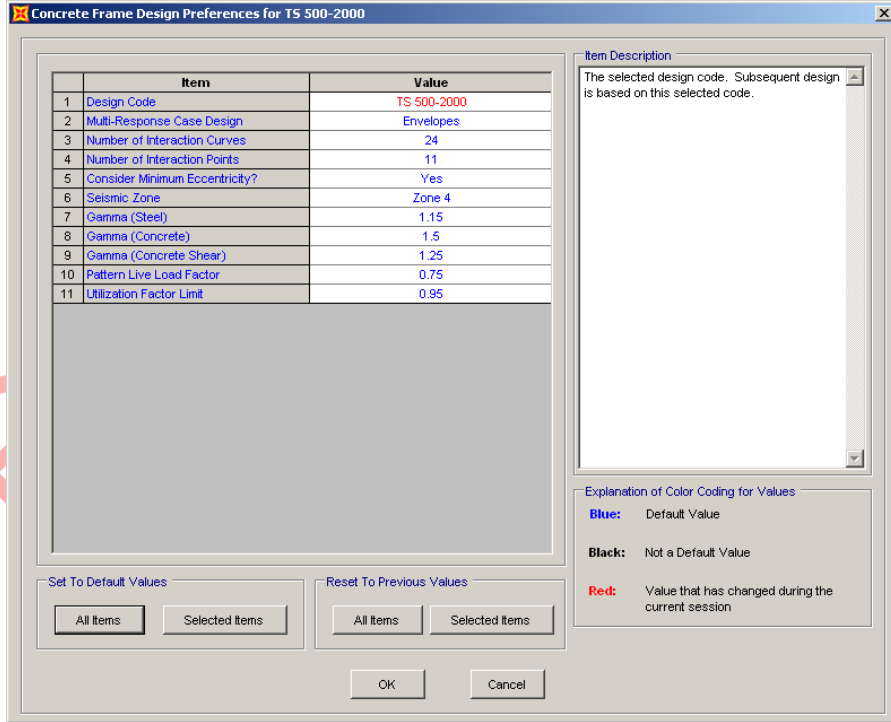
146. Her iki pencerede de  düğmesine basarak 3 boyutlu görünümü ekrana getiriniz.

147. Örnek olmak üzere **EXP** yüklemesi ve **1.4G+1.6Q** yük birleşimi için moment diyagramı aşağıda gösterilmektedir.



148. **Design** menüsünden **Concrete Frame Design...→ View/Revise Preferences** seçeneğine tıklayınız.

149. Ekrana gelen ileti kutusunda **Design Code** ağırlı liste kutusundan **TS500-2000** seçeneğine tıklayınız. Bu işlem betonarme hesap için TS500 yönetmeliğinin kullanılacağını belirtmektedir.



150. İç kuvvetleri belirlenen sistemin betonarme hesabını yapmak için **Design** menüsünde **Concrete Frame Design→Select Design Combos** seçeneğine tıklayınız.

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

Frame ID: 57 Analysis Section: K  
 Design Code: TS 500-2000 Design Section: K

COMBO ID	STATION LOC	TOP STEEL	BOTTOM STEEL	SHEAR STEEL
G+Q+EXP-0	333.33	2.939	2.939	0.024
G+Q+EXP-0	375.00	2.939	2.939	0.024
G+Q+EXP-0	375.00	2.939	2.939	0.024
G+Q+EXP-0	416.67	2.939	2.939	0.024
G+Q+EXP-0	458.33	3.385	2.939	0.043
G+Q+EXP-0	500.00	4.826	2.939	0.045
G+Q-EXP+0	0.00	5.539	2.939	0.045

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 Table Format File

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

**Concrete Design Data TS 500-2000**

File

Units: kN, cm, C

TS 500-2000 BEAM SECTION DESIGN Type: HIGH DUCTILE Units: kN, cm, C (Summary)

L=500.000  
 Element : 57 D=50.000 B=25.000 bf=25.000  
 Station Loc : 0.000 ds=0.000 dct=4.000 dcb=4.000  
 Section ID : K E=3000.000 fck=2.500 Lt.Wt. Fac.=1.000  
 Combo ID : G+Q-EXP+0.3EYP fyk=42.000 fywk=42.000

Gamma(Concrete): 1.500  
 Gamma(Steel) : 1.150  
 Gamma(Shear) : 1.250

Design Moments, Md3

	Positive Moment	Negative Moment	Special +Moment	Special -Moment
	2618.362	-8727.873	2618.362	-8727.873

Flexural Reinforcement for Moment, Md3

	Required Rebar	+Moment Rebar	-Moment Rebar	Minimum Rebar
Top (+2 Axis)	5.539	0.000	5.539	2.939
Bottom (-2 Axis)	2.939	1.587	0.000	2.939

Shear Reinforcement for Shear, Vd2

	Design Rebar	Shear Vd	Shear Vc	Shear Vs	Shear Vp
	0.045	75.292	0.000	75.292	38.909

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

158. 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: 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-	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
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

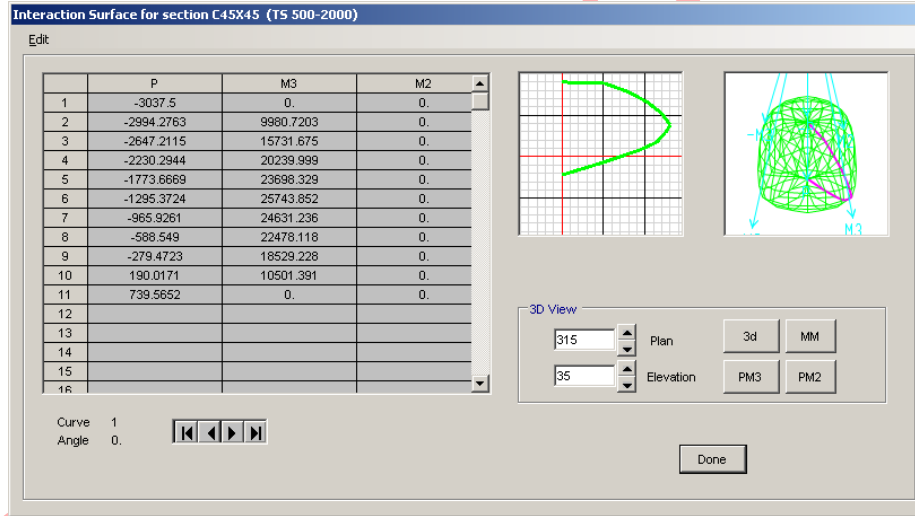
Display Complete Details: Tabular Data

Stylesheet: Default Table Format File

OK Cancel

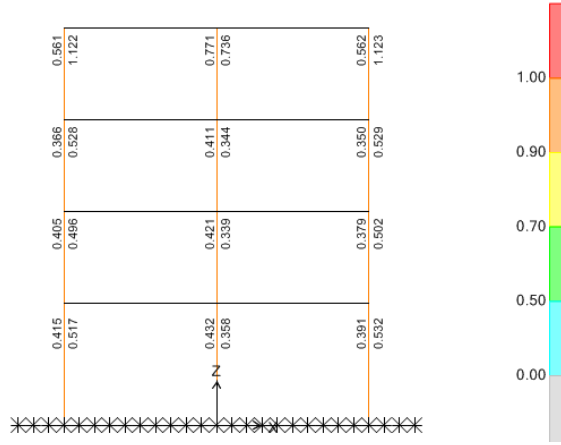
Bu kolon için en elverişsiz yüklemenin **0.9G-EYN-0.3EXN** yüklemesi olduğu ve bu yüklemedeki iç kuvvetlere karşı **20.25 cm<sup>2</sup>** donatı gerektiği (minimum donatının yeterli olduğu) görülmektedir.

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



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

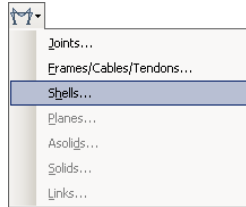
pencerenin **Design Output** bölümünden **(6/5) Beam/Column Capacity Ratio** seçeneğine tıklayınız ve **OK** düğmesine basınız.



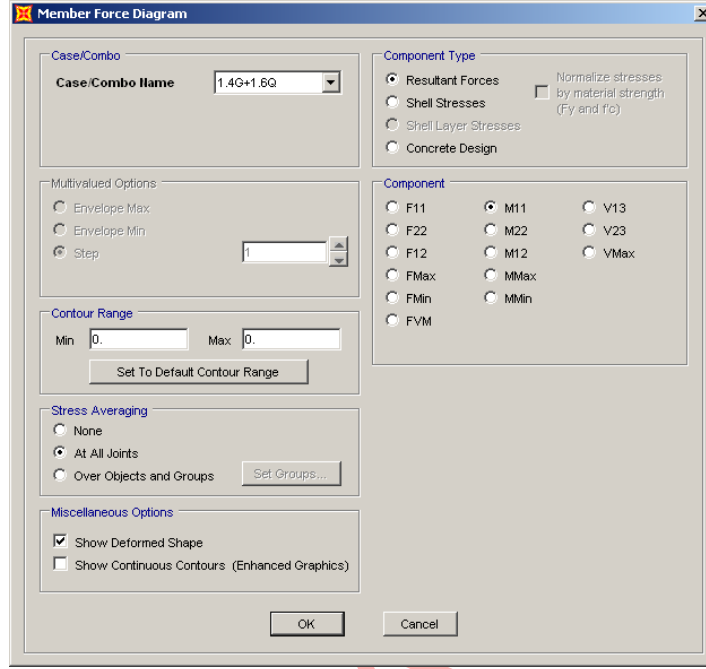
165. Ekranaya gelen değerlerin 1'den küçük olması ilgili noktada kolonların girişlerden güçlü olma koşulunun sağlandığını göstermektedir. En üst katta bu koşulun sağlanmasına gerek yoktur.
166. Tüm tasarım bilgilerinin bir dosyaya yazılması istenirse, **Display** menüsünde **Show Tables...** seçeneği kullanılmalıdır. Bu seçeneğe tıklayınız.
167. Ekranaya 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	DesignOpt Text	Status Text	Location cm	PMMCCombo Text	PMMArea cm2	PMMRatio Unitless	VMajCombo Text	VMajRebar cm2/cm
1	C25X40	Column	Design	No Messages	0	1.4G+1.6Q	10		0.9G-EYN-0.3EXN (Sp)	0.0383
1	C25X40	Column	Design	No Messages	200	1.4G+1.6Q	10		0.9G-EYN-0.3EXN (Sp)	0.0383
1	C25X40	Column	Design	No Messages	400	1.4G+1.6Q	10		0.9G-EYN-0.3EXN (Sp)	0.0383
2	C25X40	Column	Design	No Messages	0	1.4G+1.6Q	10		0.9G-EYN-0.3EXN (Sp)	0.0383
2	C25X40	Column	Design	No Messages	150	1.4G+1.6Q	10		0.9G-EYN-0.3EXN (Sp)	0.0383
2	C25X40	Column	Design	No Messages	300	1.4G+1.6Q	10		0.9G-EYN-0.3EXN (Sp)	0.0383
3	C25X35	Column	Design	No Messages	0	1.4G+1.6Q	8.75		0.9G-EYN-0.3EXN (Sp)	0.0335
3	C25X35	Column	Design	No Messages	150	1.4G+1.6Q	8.75		0.9G-EYN-0.3EXN (Sp)	0.0335
3	C25X35	Column	Design	No Messages	300	1.4G+1.6Q	8.75		0.9G-EYN-0.3EXN (Sp)	0.0335
4	C25X35	Column	Design	No Messages	0	1.4G+1.6Q	8.75		0.9G-EYN-0.3EXN (Sp)	0.0335
4	C25X35	Column	Design	No Messages	150	1.4G+1.6Q	8.75		0.9G-EYN-0.3EXN (Sp)	0.0335
4	C25X35	Column	Design	No Messages	300	1.4G+1.6Q	8.75		0.9G-EYN-0.3EXN (Sp)	0.0335

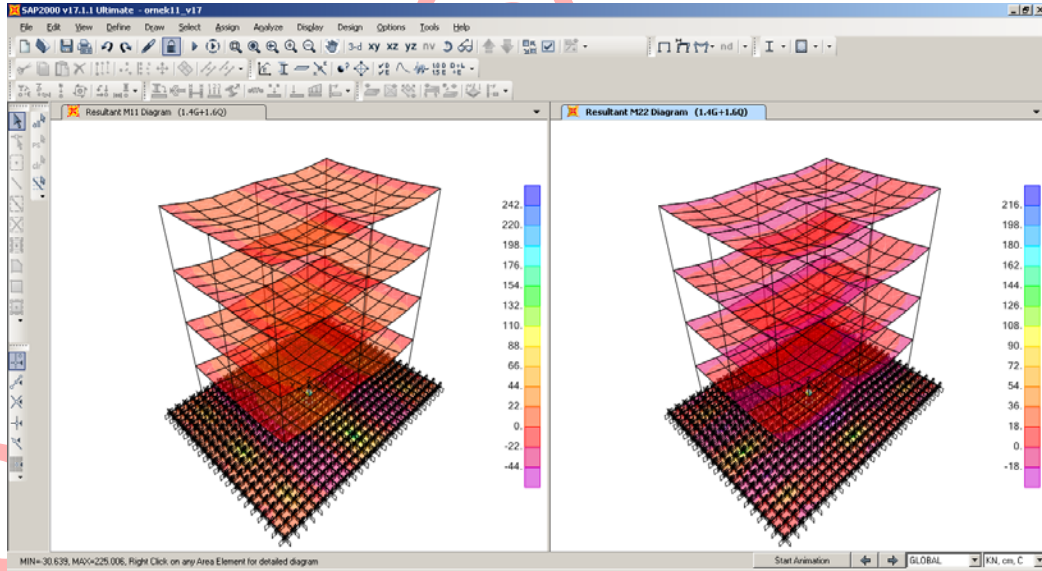
168. Bu tabloyu bir text dosyasına aktarmak için ileti kutusundaki **File** menüsünden **Display Current Table** → **In Text Editor w/No splits** seçeneği kullanılabilir.
169. Döşemelerin **1.4G+1.6Q** yük birleşimi altındaki **M11** moment diyagramını ekrana getirmek için **Display** → **Show Forces/Stresses** → **Shells** seçeneğine veya simge menüsünde aşağıda gösterilen seçeneğe tıklayınız.



170. Ekranı gelen **Member Force Diagram** ileti kutusunda,
- **Component Type** (Bileşen türü) bölümünde **Resultant Forces** (Bileşke kuvvetler)
  - **Component** bölümünde **M11** radyo düğmelerini tıklayınız.



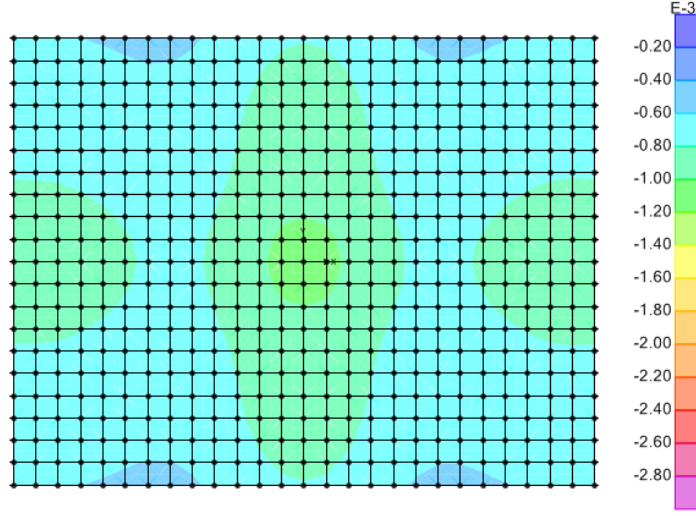
171. Benzer işlemi sağ pencerede **M22** için yineleyiniz.



172. 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.

173. **xy** düğmesine basarak Z=0 kotundaki radye temel plan görünümünü ekrana getiriniz.





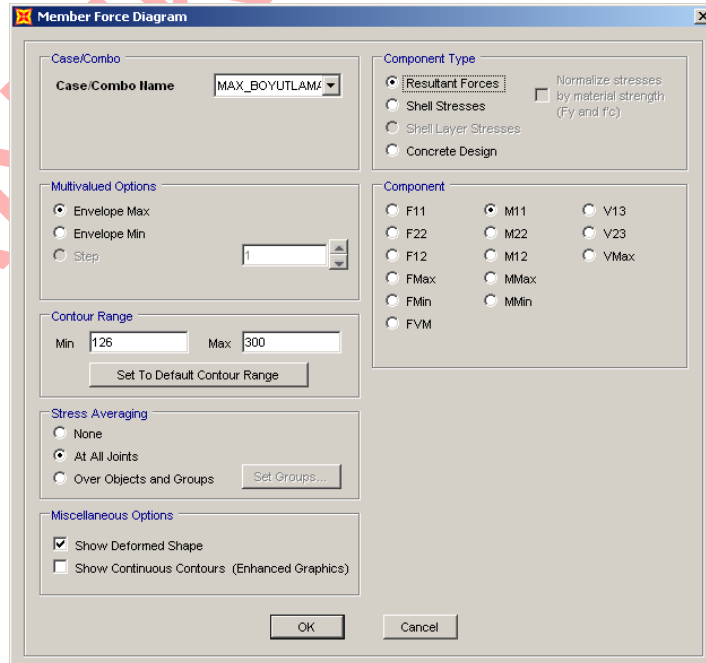
177. 50cm kalınlığındaki kirişsiz radye plağın minimum donatı ile taşıyabileceği moment değeri belirlenebilir.

$$A_{s,min} = 0.00175 \cdot 1000 \cdot 450 = 787.5 \text{ mm}^2 \quad \rightarrow \quad M_{r,min} = 126.6 \text{ kNm}$$

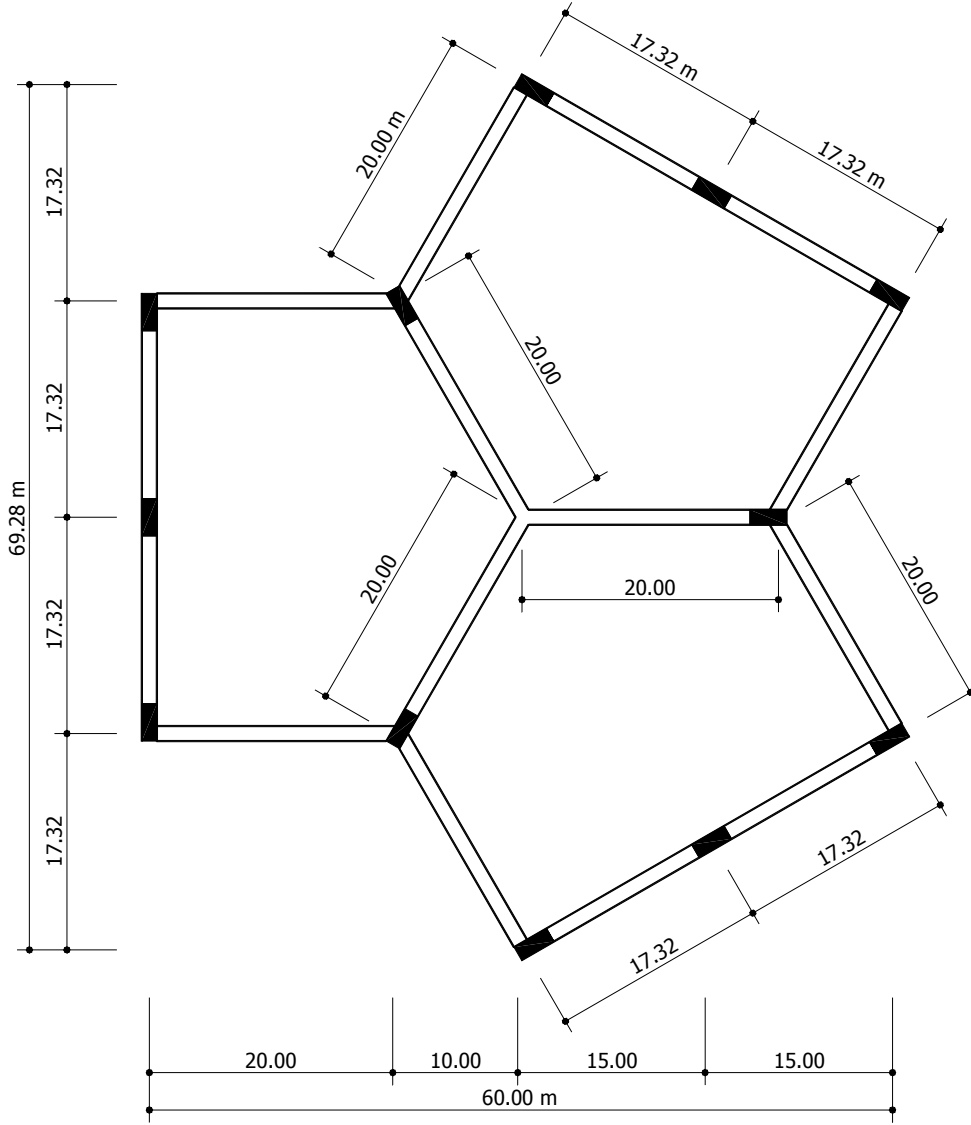
178. MAX\_BOYUTLAMA zarf yük birleşiminde bu moment değerini aşan bölgeleri ekranda görmek için menüde **Display→Show Forces/Stresses→Shells** komutunu seçiniz veya klavyede **F9** tuşuna basınız.

179. Ekranı gelen **Member Force Diagram** ileti kutusunda,

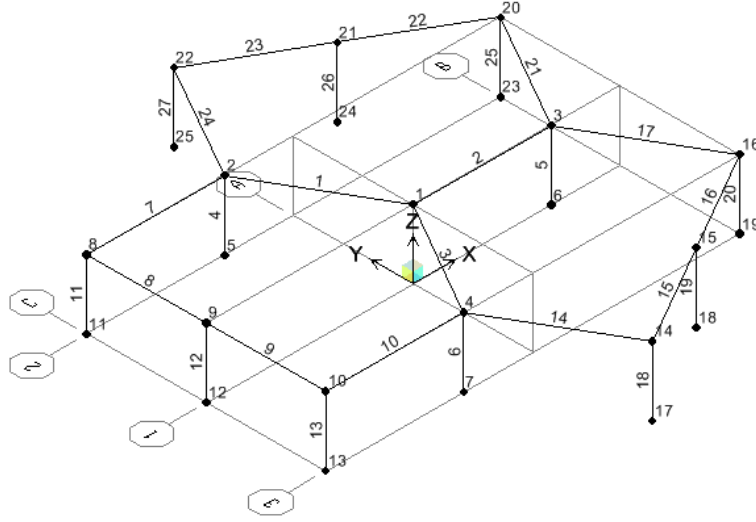
- **Case/Combo Name** açılır listesinden **MAX\_BOYUTLAMA** seçeneğini,
- **Multivalued Options** bölümünde **Envelope Max** radyo düğmesini seçiniz.
- **Contour Range** bölümünde **Min** kutucuğuna minimum donatı ile taşınabilecek moment değerini yazınız. **Max** yazı kutucuğuna renk ölçeğinde okunan en büyük pozitif değerden büyük bir değer yazılması yeterlidir.
- **Component** bölümünde **M11** seçeneğini seçiniz ve **OK** düğmesine basınız.










**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.

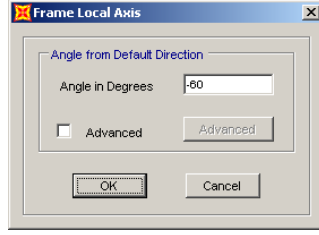


33.  **Save** düğmesine basarak oluşturulan modelin bu adıma kadar geliştirilmiş durumunu bir isim vererek saklayınız.
34. Tüm kolon mesnetlerini seçiniz. Bu seçim teker teker yapılabileceği gibi X-Y düzleminde Z=0 kotunda düğüm noktalarını pencere içine alarak da seçim işlemi kolayca gerçekleştirilebilir.
35.  düğmesine basınız. Ekranı gelen Assign Joint Restraints ileti kutusunun **Fast Restraints** bölümünde ankastre mesnet tanımlaması yapmak için  düğmesine basınız.
36.  düğmesine basarak üç boyutlu görünümü ekrana getiriniz.
37.  düğmesine basarak **Display Options For Active Window** ileti kutusunu ekrana getiriniz.
38. Ekranı gelen ileti kutusunun **Frames** bölümündeki **Local Axes** radyo düğmesini seçili duruma getiriniz ve **OK** düğmesine basınız.

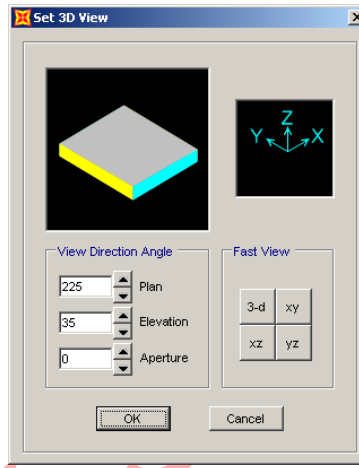
Çubuk No.	Dönme Açısı (Angle in Degrees)
4	-60
6	60
11, 12, 13	-90
18, 19, 20	30
25, 26, 27	150

Bu durumda tüm çubuklara ait Yerel Eksenler görüntülenecektir. Çubuk kesitlerinin yönlerinin belirlenmesinde etkin olan **Güçlü** yerel eksen, mavi olarak çizilmiş olan **3** eksenidir. Görüldüğü gibi, tüm kirişlerin güçlü eksenleri, çubuk eksenine dik yönde ve yatay düzlem içindedir. Kolonların güçlü eksenleri ise, **Y** eksenine paraleldir. Bu durumda, **5** No.lu kolon dışında kalan tüm kolonların yerel eksenlerini döndürmek gerekir. Kolon güçlü eksenlerinin aynı aksta buldukları kirişlerin yerel eksenleri ile çakışması için, gerekli olan yerel eksen dönme açıları tabloda gösterilmiştir.

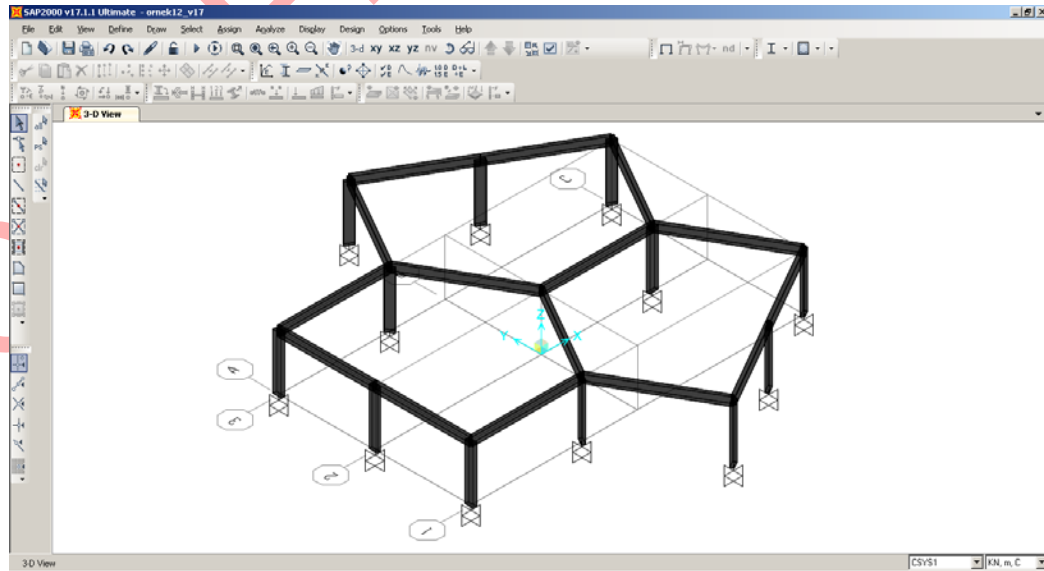
39. 4 No.lu çubuğu seçiniz ve **Assign** menüsünden **Frame** → **Local Axes...** seçeneğine tıklayınız veya  düğmesine basınız. Ekranı gelen **Frame Local Axis** ileti kutusundaki **Angle in Degrees** yazı kutucuğuna **-60** yazıp **OK** düğmesini tıklayınız.




40. Tabloda gösterilen çubuk ve çubuk gruplarını sırayla seçerek aynı işlemleri tekrarlayınız. Ekranda tüm kolon güçlü eksenlerinin aynı aksta bulunan kirişlerin yerel eksenleri ile aynı yönde oldukları görülecektir.
41. Kolon yerel eksenlerinin doğru olup olmadıklarını kontrol etmek için önce, **View** menüsünden **Set 3-D View...** komutunu seçiniz. Ekranı gelen ileti kutusunun **View Direction Angle** bölümündeki **Aperture** yazı kutucuğundaki değeri **0** yaparak Aksonometrik (kaçma noktasız) görünümünü sağlayınız.




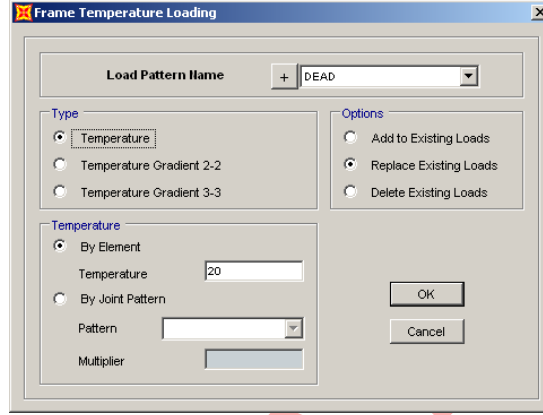
42.  düğmesine basarak **Display Options For Active Window** ileti kutusunu ekrana getiriniz. Ekrana gelen ileti kutusunun **View Type** bölümünde **Extrude** kutucuğunu seçili duruma getiriniz ve **OK** düğmesine basınız.




43. Kolon kesitlerinin yerleşme durumlarını dikkatle inceleyiniz ve yanlış yerleştirilmiş kolonlar varsa, **Assign** menüsünden **Frame → Local Axes...** komutlarını seçerek düzeltiniz.
44.  düğmesine basarak oluşturulan modelin son durumunu saklayınız.

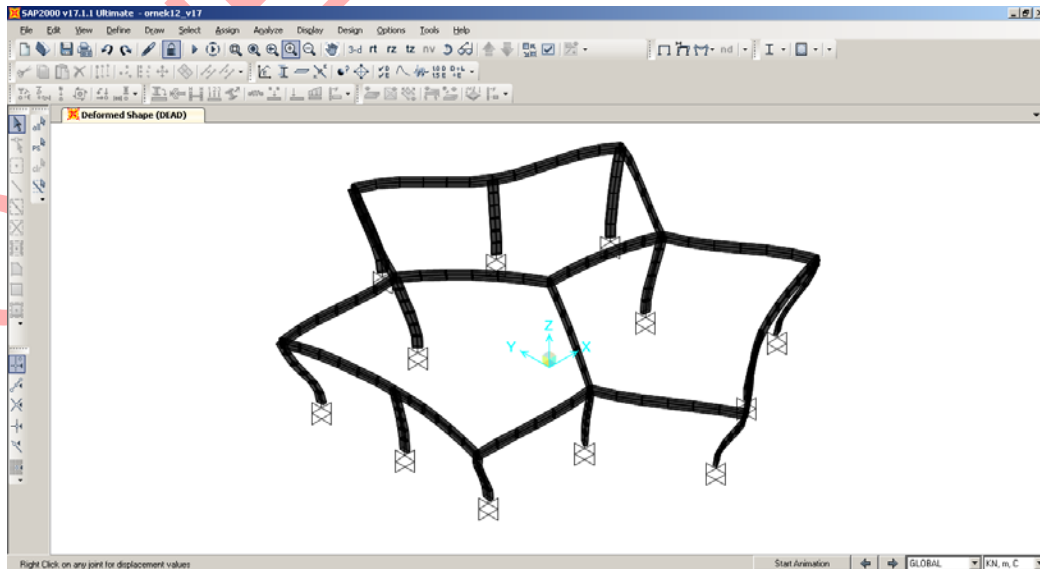
#### Yüklemenin Tanımlanması:

45.  düğmesine basarak tüm elemanları seçiniz ve **Assign** menüsünden **Frame Loads → Temperature...** komutlarını tıklayınız.
46. Ekranı gelen **Frame Temperature Loading** ileti kutusundaki **Temperature** yazı kutucuğuna **20** yazıp **OK** düğmesine basınız.



#### Çözüm (Analiz):

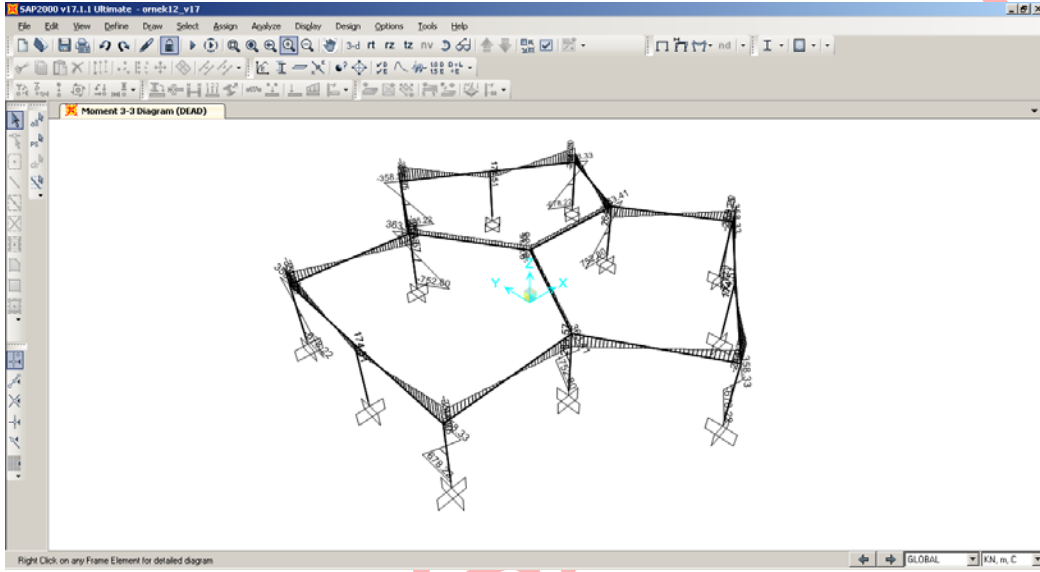
47.  **Run Analysis** düğmesine basınız. Ekranı gelen ileti kutusunda bu örnek için herhangi bir modal analiz yapılmayacağı için **Case Name** bölümündeki **MODAL** seçeneğine tıklayınız ve **Run/Do Not Run Case** düğmesine basarak bu yükleme için çözüm yapılmayacağını belirtiniz. Bu yükleme için **Action**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



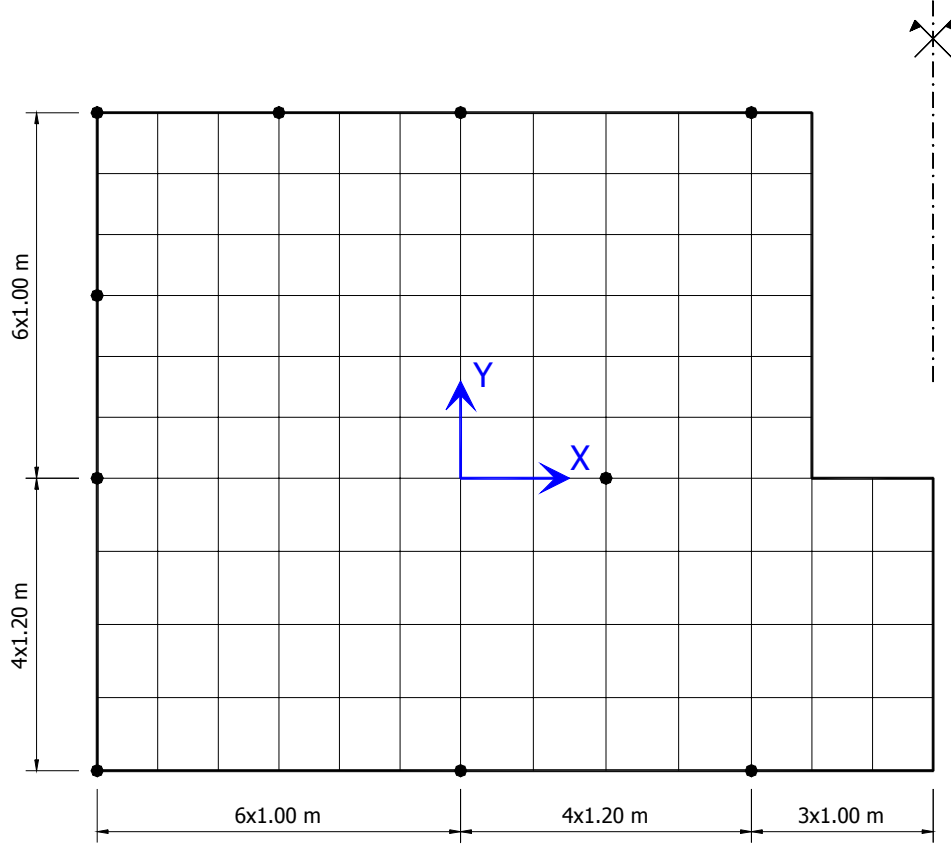
50. Şekildeğiştirmiş durumda, mouse istenen bir düğüm noktası üzerine getirildiğinde bu düğüm noktasının yerdeğiştirmeleri ekrana gelmektedir. Elemanların düzgün sıcaklık değışmesi değerin pozitif olmasından dolayı uzadıkları gözlemlenmektedir.

#### 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. Ekrana gelen ileti kutusunda, **Moment 3-3** radyo düğmesini seçiniz ve **OK** düğmesine basınız.



Mouse sol tuşu yardımı ile istediğiniz çubuğun üzerine gelip tıklayarak çubuk üzerindeki eğilme momenti değerlerini sayısal olarak da görebilirsiniz. En büyük uç momentlerinin kolon tabanlarında olduğu görülmektedir. Bu moment değerleri, kolon kesitlerini biraz küçülterek azaltılabilir.

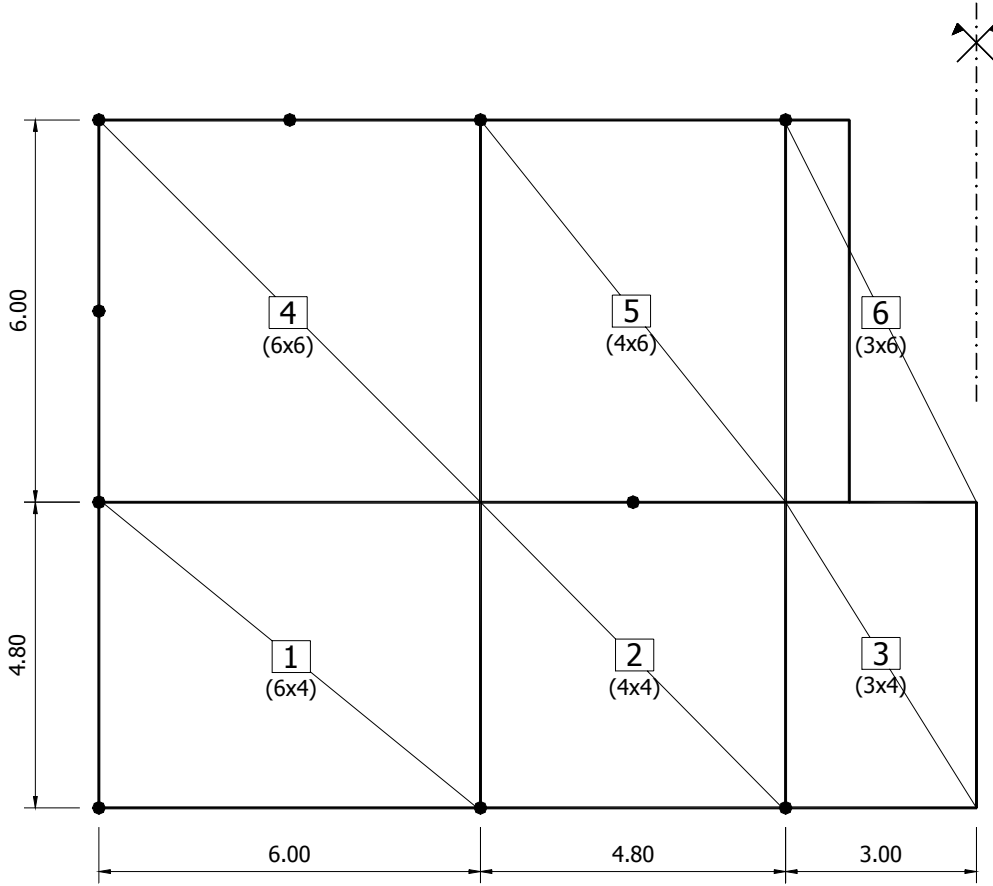
**ÖRNEK 13: Kirişsiz Döşeme**


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.






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. Bu ileti kutusunda **Grid Only** düğmesine basınız. Ekrana gelen **Quick Grid Lines** ileti kutusunda,
  - Number of Grid Lines** (Yardımcı çizgi sayısı) bölümünde,
    - X direction **4**
    - Y direction **3**
    - Z direction **1**
  - Grid Spacing** (Yardımcı çizgi aralık uzunlukları) bölümünde,
    - X direction **6**
    - Y direction **6**
    - Z direction **1** yazınız ve **OK** düğmesine basınız.

- **Along Edge from Point 1 to 2** yazı kutucuğuna **6**
- **Along Edge from Point 1 to 3** yazı kutucuğuna **4** yazınız ve **OK** düğmesine basınız.

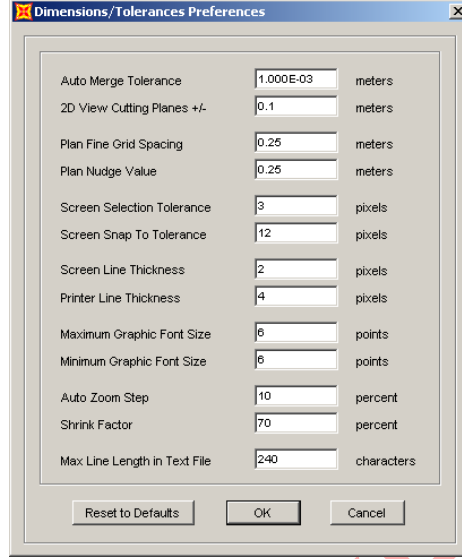
Bu işlem ile, seçilen büyük eleman 24 parçaya bölünerek bir sonlu eleman ağı üretilmiş olur.


26. Sırasıyla 2, 3, 4, 5 ve 6 No.lu bölgeler için aynı işlemi tekrarlayınız. Her bir bölge için, ekrana gelen **Divide Selected Area** ileti kutusunun **Divide Area Into This Number of Objects** bölümündeki yazı kutucuklarına tabloda X ve Y doğrultularındaki parça sayılarını yazıp **OK** düğmesine basınız.
27. Ekranda,  $13 \times 10 = 130$  elemandan oluşan bir sonlu eleman ağı görülecektir. Sonlu elemanlara atanan numaralar her bir bölge için, kolon düzeninde ve aşağıdan yukarı artan biçimdedir. Oldukça karışık görünümde olan bu numaraların nasıl yeniden düzenleneceği aşağıda açıklanmıştır.

64	70	76	82	88	94	100	106	112	118	124	130	136
63	69	75	81	87	93	99	105	111	117	123	129	135
62	68	74	80	86	92	98	104	110	116	122	128	134
61	67	73	79	85	91	97	103	109	115	121	127	133
60	66	72	78	84	90	96	102	108	114	120	126	132
59	65	71	77	83	89	95	101	107	113	119	125	131
10	14	18	22	26	30	34	38	42	46	50	54	58
9	13	17	21	25	29	33	37	41	45	49	53	57
8	12	16	20	24	28	32	36	40	44	48	52	56
7	11	15	19	23	27	31	35	39	43	47	51	55


28. Sağ üst köşedeki, 125-136 No.lu 12 adet sonlu elemanı seçiniz ve klavyedeki **Delete** tuşuna basarak siliniz.
29.  düğmesine basarak (veya **Select** menüsünden **Select**→**All** komutlarını tıklayarak) tüm nesnelere seçili duruma getiriniz.
30. **Edit** menüsünden **Change Labels** seçeneğini tıklayınız.
31. Ekrana gelen **Interactive Name Change** ileti kutusunun **Item Type** açılır listesinden **Element Labels-Area** 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.
32. İleti kutusunun **Item Type** açılır listesinden **Element Labels-Joints** 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.
33. Böylece tüm sonlu elemanlar ve düğüm noktaları, satır düzeninde ve 1'den başlayarak, yeniden numaralanmış olacaktır.

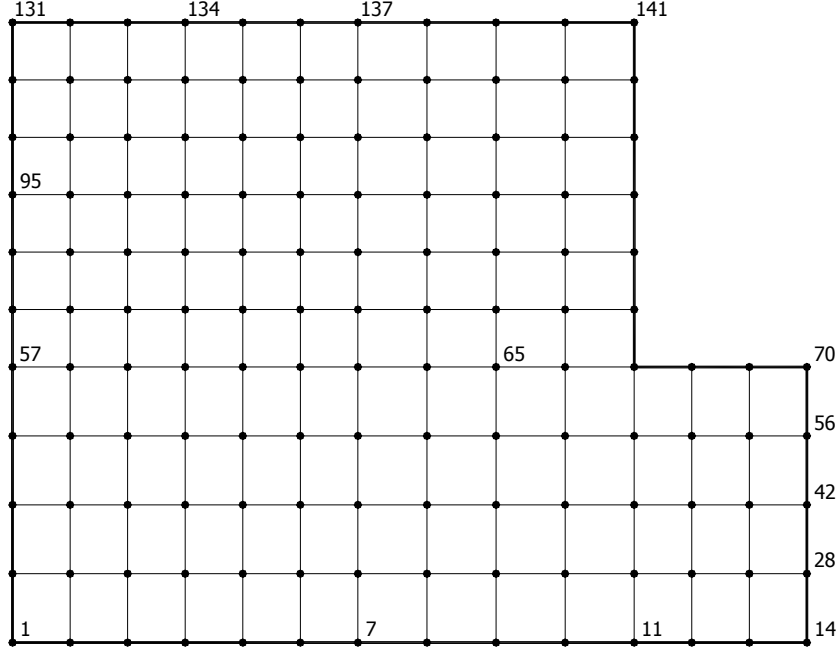
karakterlerini büyütme. Bu işlemi gerçekleştirmek için, **Options** menüsünden **Dimensions/Tolerances** bölümüne tıklayınız. Bu bölümdeki **Maximum Graphic Font Size** ve **Minimum Graphic Font Size** yazı kutucuklarına **6** yazıp **OK** düğmesine basınız.



40. Mesnetlerin bulunduğu noktaları, yani **1, 7, 11, 57, 65, 95, 131, 134, 137** ve **141** No.lu düğüm noktalarını seçiniz ve  düğmesine basınız.
41. Ekran **Joint Restraints** ileti kutusu gelecektir. Bu ileti kutusunda, seçili durumda olan **Translation 1, Translation 2** ve **Rotation About 3** kutucuklarına ek olarak, düşey yer değiştirmeyi **0** yapan **Translation 3** kutucuğunu da seçili duruma getiriniz ve **OK** düğmesine basınız.





42. Simetri eksenini üzerinde bulunan noktaları, yani **14, 28, 42, 56** ve **70** No.lu düğüm noktalarını seçiniz ve  düğmesine basınız.

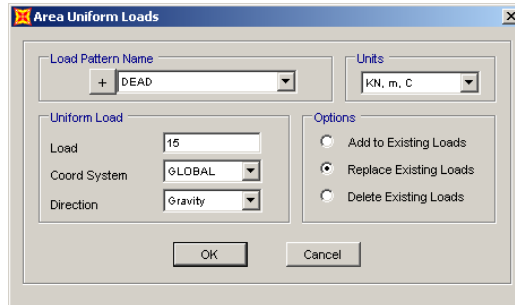


43. Ekranı yeniden **Joint Restraints** ileti kutusu gelecektir. Bu ileti kutusunda, seçili durumda olan **Translation 1**, **Translation 2** ve **Rotation About 3** kutucuklarına ek olarak Y eksenı etrafındaki dönmeyi 0 yapan **Rotation About 2** kutucuğunu da seçili duruma getiriniz, **Translation 3** kutucuğunu seçili durumdan çıkarınız ve **OK** düğmesine basınız.



### Yüklerin Atanması:

44.  düğmesine basarak tüm elemanları seçiniz.
45. **Assign** menüsünde **Area Loads** bölümünden **Uniform (Shell)** seçeneğine tıklayınız veya  düğmesine basınız.



46. Ekranı gelen **Area Uniform Loads** ileti kutusunun **Uniform Load** bölümündeki,

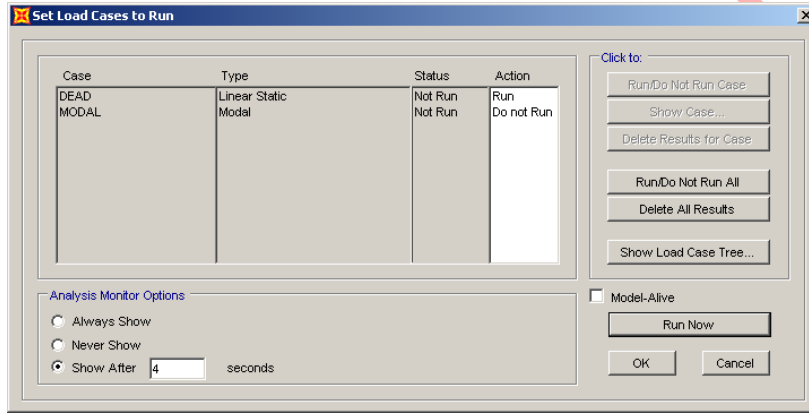
- **Load** yazı kutucuğuna **15** yazınız.
- **Direction** açılır listesinden **Gravity**'yi seçiniz.
- **OK** düğmesine basınız.

47. **3-d** düğmesine bakarak sistemin 3 boyutlu görüntüsünü ekrana getiriniz.

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

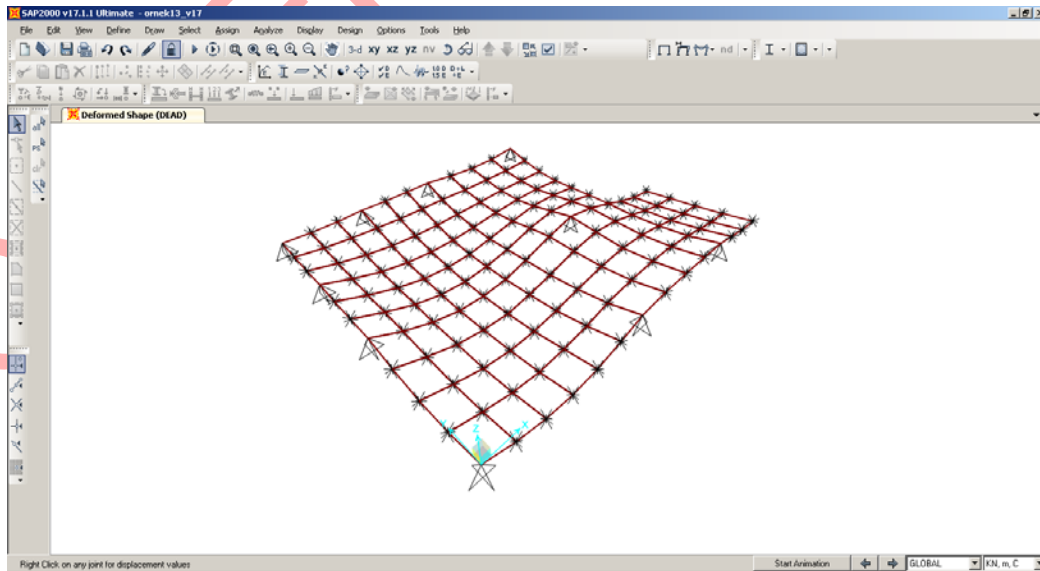
### Çözüm (Analiz):

49. **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.



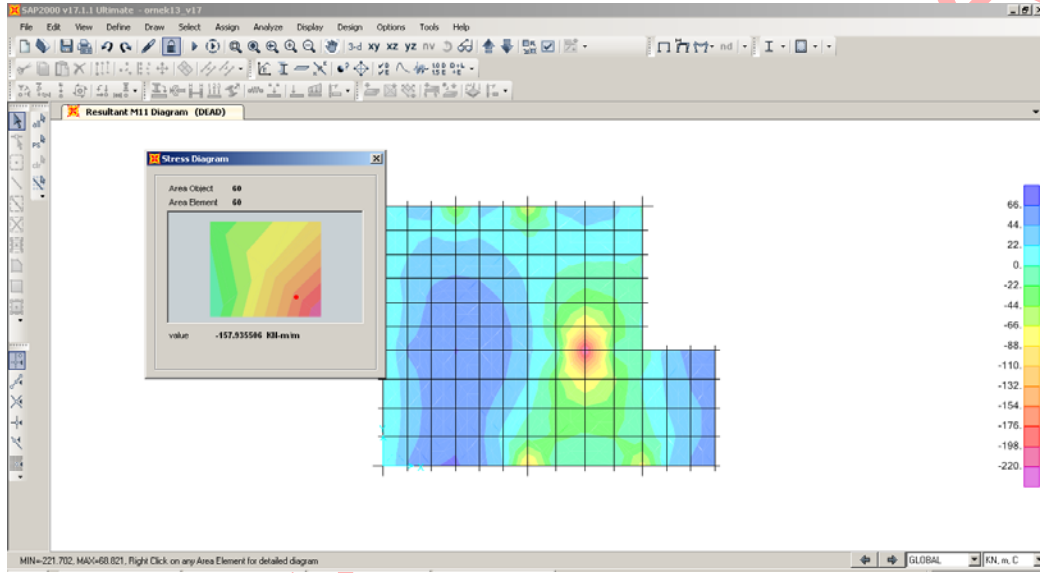
50. **Run Now** düğmesine basarak sistemin çözümünü başlatınız.

51. Analiz tamamlandığında, ekranda döşeme sisteminin şekildeğiştirilmiş durumu görünecektir. Bu durumda herhangi bir düğüm noktasının üzerine sağ mouse tuşuyla tıklanırsa, bu düğüm noktasına ilişkin çökme ve dönme değerleri görülebilir.

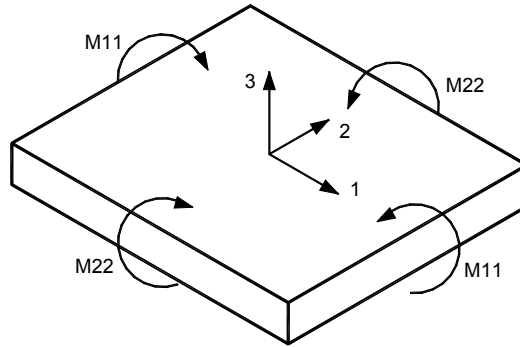


52. **xy** düğmesine bakarak sistemin X-Y düzlemindeki görüntüsünü elde ediniz.

53. **Display** menüsünde **Show Forces/Stresses**→**Shells** seçeneğine tıklayarak ekrana **Member Force Diagram** ileti kutusunu getiriniz.
54. Bu ileti kutusunun **Component Type** bölümünden **Resultant Forces** radyo düğmesini seçili duruma getiriniz.
55. **Component** bölümündeki **M11** radyo düğmesini seçili duruma getiriniz ve **OK** düğmesine basınız.
56. 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.
57. İstenen bir elemanın üzerine gelip sağ mouse tuşuyla tıklayarak, bu bölgedeki momentlerin değişimini ayrıntılı olarak gösteren küçük bir pencere oluşturulabilir.

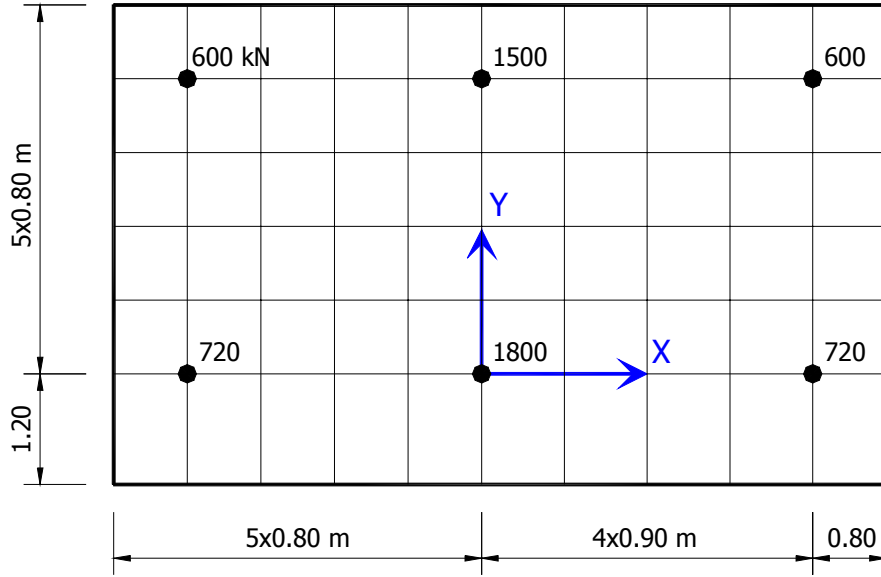


58. Çözümde elde edilen iç kuvvetler **birim uzunluğa** etkiyen iç kuvvetlerdir. Momentler için pozitif yönler (kesitin altında çekme oluşturan) eleman yerel eksenlerine göre aşağıdaki şekilde gösterilmektedir.



59. **Display** menüsünde **Show Forces/Stresses**→**Shells** seçeneğine tıklayarak ekrana **Member Force Diagram** ileti kutusunu getiriniz.
60. Bu ileti kutusunun **Component Type** bölümünden **Resultant Forces** radyo düğmesini seçili duruma getiriniz.

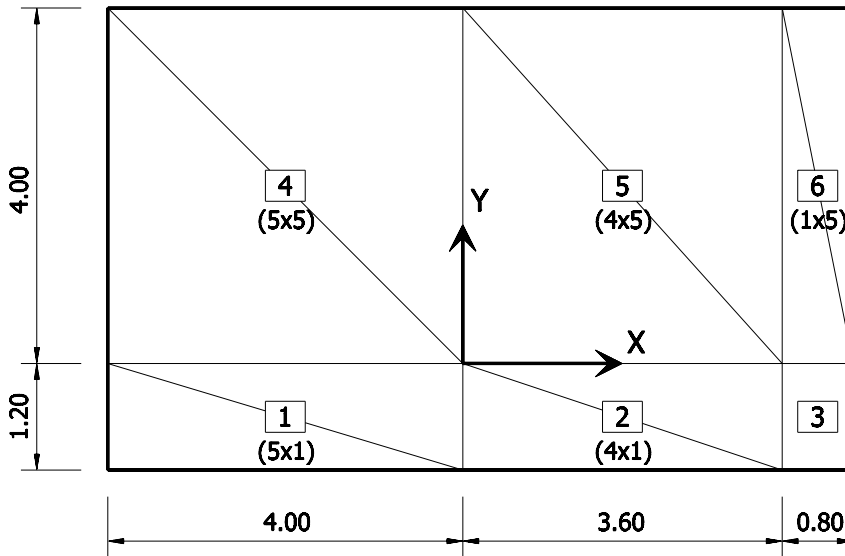
## ÖRNEK 14: Radye Temel



Şekilde gösterilen 50 cm kalınlığındaki Radye Temelin verilen düşey yüklere göre hesabı yapılacaktır. Zemin yatak katsayısı  $C_z = 20000 \text{ kN/m}^3$  dir. Çözümde, şekilde belirtilmiş olan sonlu eleman düzeni kullanılacaktır.

### 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 3 No.lu parça olarak gösterilen elemanın parçalanmasına gerek yoktur.



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

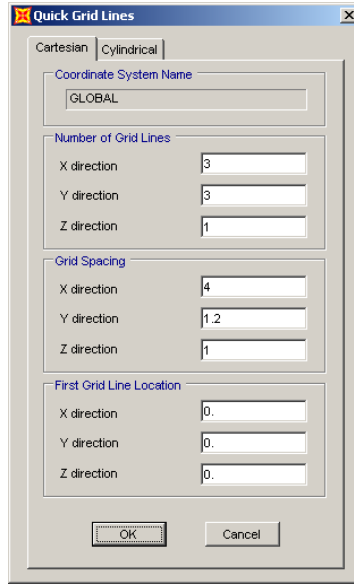
2. Üst bölümdeki **New Model** düğmesine basarak **New Model** ileti kutusunu ekrana getiriniz. Bu ileti kutusunda **Grid Only** düğmesine basınız. Ekrana gelen **Quick Grid Lines** ileti kutusunda,

**Number of Grid Lines** (Yardımcı çizgi sayısı) bölümünde,

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

**Grid Spacing** (Yardımcı çizgi aralık uzunlukları) bölümünde,

- X direction **4**
- Y direction **1.2**
- Z direction **1** yazınız ve **OK** düğmesine basınız.

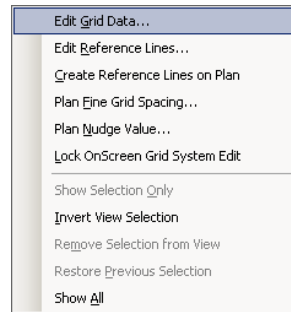


3. 3-D View penceresinin üst bölümündeki  düğmesine basarak pencereyi kapatınız. Bu işlem ekranda tek aktif pencere olarak X-Y düzlemini gösteren pencerenin bulunmasını sağlayacaktır.

4. Pencere üzerinde sağ mouse tuşuna tıklayınız. Ekrana gelen menüde **Edit Grid Data...** seçeneğine tıklayınız.

5. Ekrana gelen **Coordinate/Grid Systems** ileti kutusunda **GLOBAL** seçeneğine tıklayınız ve **Modify/Show System...** düğmesine basınız.

6. İleti kutusunun **X Grid Data** bölümünün 3. satırındaki **8** sayısını **7.6** olarak değiştiriniz.



7. 4. satırdaki **Grid ID** kolonuna **D**, **Ordinate** kolonuna **8.4** yazınız. Aynı satırdaki diğer kutucuklara mouse sol tuşuyla çift tıklayınız.

8. İleti kutusunun **Y Grid Data** bölümünün 3. satırındaki **2.4** sayısını **5.2** olarak değiştiriniz. **2** kez **OK** düğmesine basarak Grid çizgilerini düzenleme işlemi tamamlayınız.




- **Coeff of Thermal Expansion** yazı kutucuğuna **0** yazınız.
- **2** kez **OK** düğmesine basınız.

The dialog box 'Material Property Data' is shown with the following fields:

- General Data:** Material Name and Display Color: C20; Material Type: Other; Material Notes: Modify/Show Notes...
- Weight and Mass:** Weight per Unit Volume: 0.; Mass per Unit Volume: 0.; Units: KN, m, C
- Isotropic Property Data:** Modulus of Elasticity, E: 28500000; Poisson: 0.2; Coefficient of Thermal Expansion, A: 0.; Shear Modulus, G: 11875000

Buttons: OK, Cancel. A checkbox 'Switch To Advanced Property Display' is present at the bottom.

#### Kesit Özelliklerinin Tanımlanması:

14. Radye temel kesitini tanımlamak için, **Define** menüsünden **Section Properties** → **Area Sections...** seçeneğine tıklayınız veya  düğmesine basınız.
15. Ekrana gelen **Area Sections** ileti kutusunda **Select Section Type To Add** açılır listesinde **Shell** seçeneğine tıklayınız ve **Add New Section...** düğmesine basınız.
16. Ekrana gelen **Shell Section Data** ileti kutusunda,


The dialog box 'Shell Section Data' is shown with the following fields:

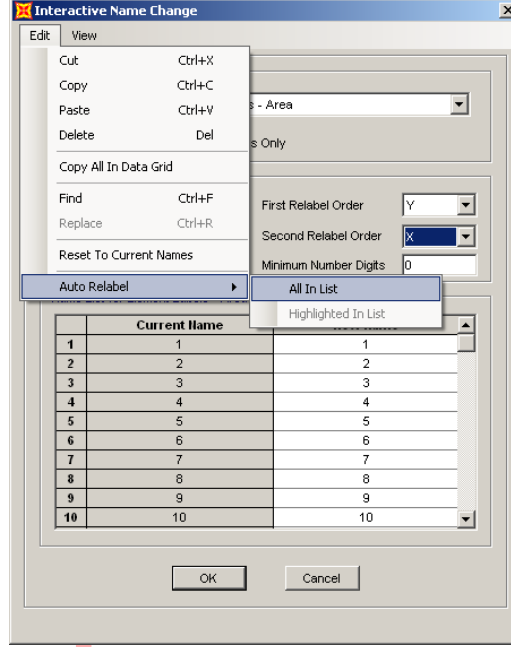
- Section Name:** R50; Display Color: Green
- Type:** Shell - Thin, Shell - Thick, Plate - Thin, Plate Thick (selected), Membrane, Shell - Layered/Nonlinear
- Thickness:** Membrane: 0.5; Bending: 0.5
- Material:** Material Name: C20; Material Angle: 0.
- Time Dependent Properties:** Set Time Dependent Properties...
- Concrete Shell Section Design Parameters:** Modify/Show Shell Design Parameters...
- Stiffness Modifiers:** Set Modifiers...
- Temp Dependent Properties:** Thermal Properties...

Buttons: OK, Cancel.

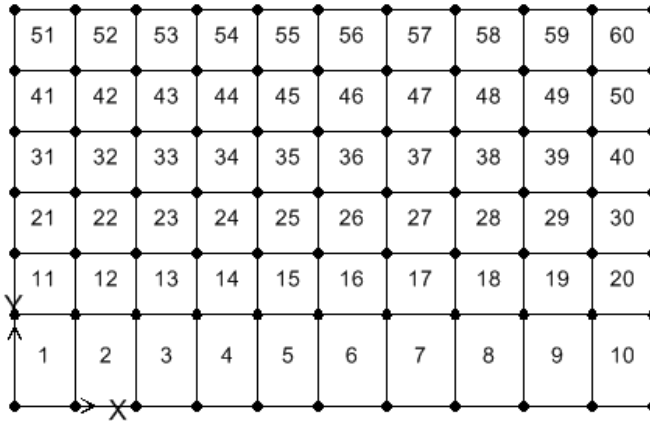
- **Section Name** (Kesit Adı) yazı kutucuğuna **R50** yazınız.
- **Type** bölümünde **Plate-Thick** radyo düğmesine tıklayınız.
- **Material** bölümündeki **Material Name** açılır listesinden **C20** malzemesini seçiniz.
- **Thickness** bölümündeki **Membrane** ve **Bending** yazı kutucuklarına **0.5** yazınız.
- **2** kez **OK** düğmesine basınız.

şağıdan yukarı artan biçimdedir. Oldukça karışık görünümde olan bu numaralar, aşağıda yeniden düzenlenecektir.

28.  düğmesine basarak tüm nesnelere seçili duruma getiriniz.
29. **Edit** menüsünden **Change Labels** seçeneğini tıklayınız.
30. Ekrana gelen **Interactive Name Change** ileti kutusunun **Item Type** açılır listesinden **Element Labels-Area** 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.



31. Böylece tüm sonlu elemanlar satır düzeninde ve 1'den başlayarak, yeniden numaralanmış olacaktır.



32. **Set Display Options...**  düğmesine basınız. Ekrana gelen ileti kutusunun **Joints** bölümünde **Labels** kutucuğunu seçili duruma getiriniz, aynı bölümdeki **Invisible** kutucuğunu seçili durumdan çıkarınız. **Areas** bölümündeki **Labels** kutucuğunu da seçili durumdan çıkarınız ve **OK** düğmesine basınız. Böylece, ekrandaki sonlu eleman numaraları kaybolacak, düğüm noktası numaraları görünecektir.

41. **Assign** menüsünden **Area→ Area Springs...** seçeneğine tıklayınız. Ekrana gelen **Assign Springs To Area Object Face** ileti kutusunda,
- **Spring Type** bölümünde **Simple** seçeneğine tıklayınız.
  - **Spring Stiffness per Unit Area** yazı kutucuğuna **20000** yazınız.
  - **Simple Spring Resists** açılır listesinde **Tension and Compression** seçeneğine tıklayınız.
  - **Area Object Face** açılır listesinden **Bottom** seçeneğini seçiniz.
  - **Spring Tension Direction** bölümünde **Parallel to Area Object Local Axis** seçeneğine tıklayınız, açılır listeden **3** eksenini seçiniz ve **OK** düğmesine basınız.

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

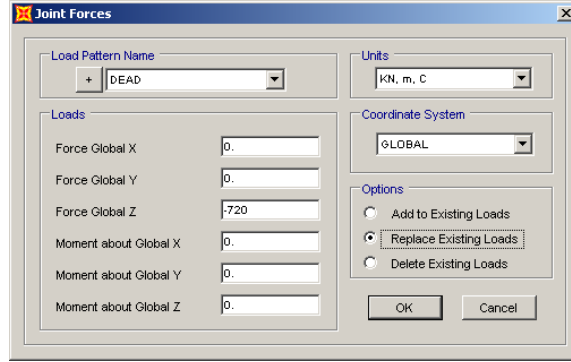
### Yüklerin Düğüm Noktalarına Atanması:

Düğüm noktalarına düşey doğrultuda etki eden yükler aşağıdaki tabloda gösterilmiştir.

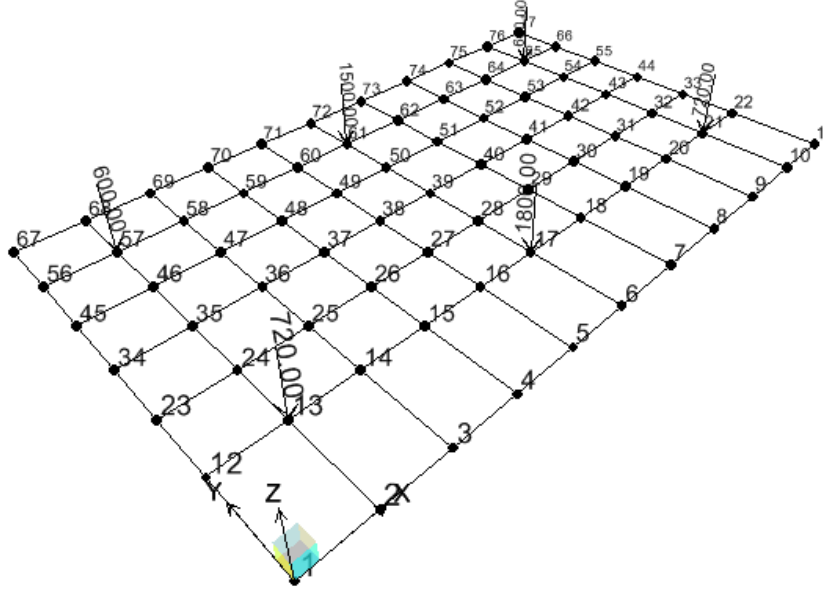
Düğüm Noktası No.	Düşey Yük (kN)
13	720
17	1800
21	720
57	600
61	1500
65	600


43. **Show Undeformed Shape** (Şekildeğiştirmemiş Durumu Gösterme) düğmesine basarak veya klavyede **F4** tuşuna basarak tekrar sadece düğüm noktası numaralarının görünmesini sağlayınız.
44. düğmesine basarak ekrana 3 boyutlu görüntüyü getiriniz. **13** ve **21** No.lu düğüm noktalarını seçtikten sonra, **Assign Joint Forces...** (Düğüm Noktası Yükü Atama)

düğmesine basınız. Ekrana gelen **Joint Forces** ileti kutusunun **Loads** bölümündeki **Force Global Z** kutucuğuna **-720** yazıp **OK** düğmesine basınız.





45. Diğer düğüm noktaları için de benzer işlemleri yaparak **Joint Forces** ileti kutusunun **Loads** bölümündeki **Force Global Z** kutucuğuna, yukarıdaki tabloda gösterilen değerleri yazıp **OK** düğmesine basınız.

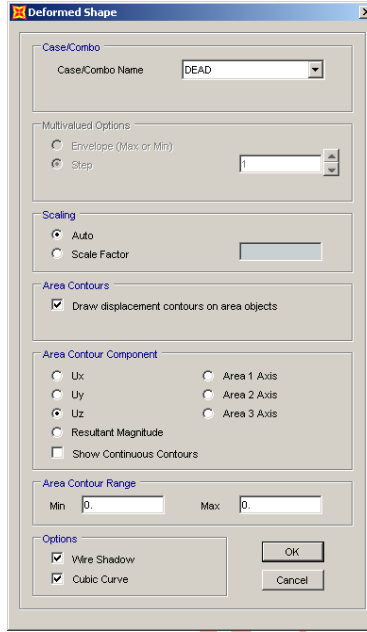


46.  **Save** düğmesine basarak oluşturulan sistem modelinin son durumunu saklayınız.

### Çözüm (Analiz):

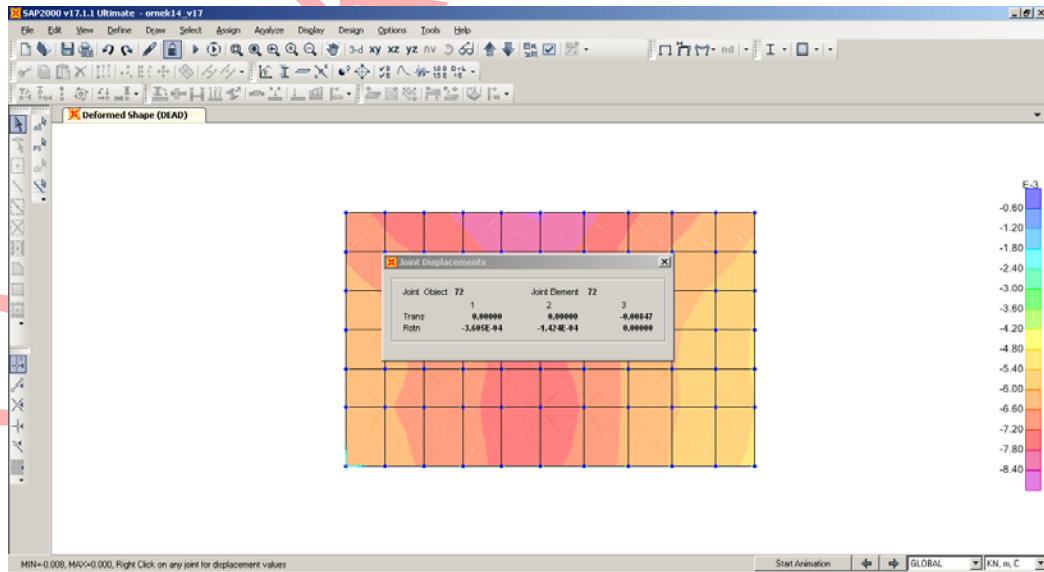
47.  **Run Analysis** düğmesine basınız.
48. Ekrana gelen ileti kutusunda bu örnek için herhangi bir modal analiz yapılmayacağı için Case Name bölümündeki **MODAL** seçeneğine tıklayınız ve **Run/Do Not Run Case** düğmesine basarak bu yükleme için çözüm yapılmayacağını belirtiniz. Bu yükleme için **Action** bölümünde **Do Not Run** yazılı olacaktır.
49. **Run Now** düğmesine basarak sistemin çözümünü başlatınız.
50. Analiz tamamlandığında ekrana radye temelin şekildeğiştirmiş durumu gelecektir. Bu durumda herhangi bir düğüm noktasının üzerine sağ mouse tuşuyla tıklanırsa, bu düğüm noktasına ilişkin çökme ve dönme değerleri gözlenebilir.

57.  düğmesine veya klavyede **F6** tuşuna basınız.
58. Ekranı gelen ileti kutusunda **Draw Displacement Contours on area objects** kutucuğunu seçili duruma getiriniz.
59. **Area Contour Component** bölümünden **Uz** seçeneğine tıklayınız ve **OK** düğmesine basınız.



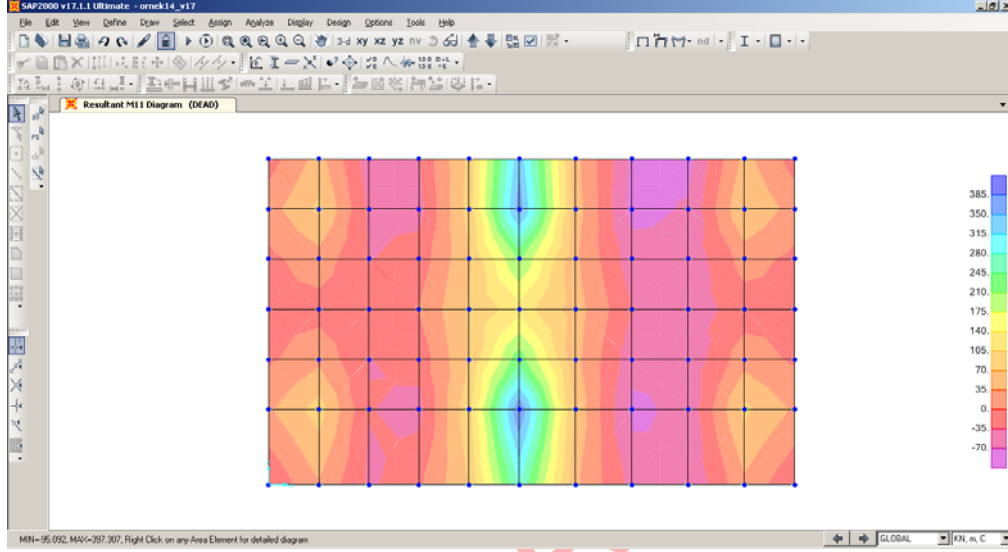
60. Bu işlem radye temel yerdeğıştirmelerinin seçilen bileşenin (burada Z doğrultusundaki yerdeğıştirme bileşeni Uz seçilmiştir), renk ölçeği olarak ekranda gösterilmesini sağlar. En büyük yerdeğıştirme değeri yaklaşık olarak 0.00847m olarak belirlenmiştir. Bu değeri yatak katsayısı ile çarparak en büyük zemin gerilmesi de elde edilebilir.

$$0.00847 \times 20000 = 169.4 \text{ kN/m}^2$$



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

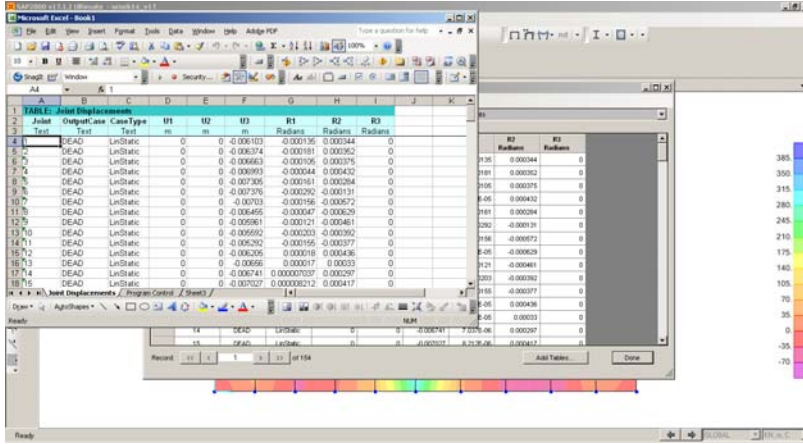
62. Bu ileti kutusunun **Component Type** bölümünden **Resultant Forces** radyo düğmesini seçili duruma getiriniz.
63. **Component** bölümündeki **M11** radyo düğmesini seçili duruma getiriniz ve **OK** düğmesine basınız.
64. Bu işlem ekrana, elemanların 2 yerel eksenli etrafındaki (bu örnek için sistemin **Y** eksenli etrafındaki) eğilme momenti değerlerini gösteren renkli bir diyagram getirecektir. Diyagramın yan tarafında çeşitli renklerle ilgili değerleri gösteren bir ölçek çubuğu bulunmaktadır.



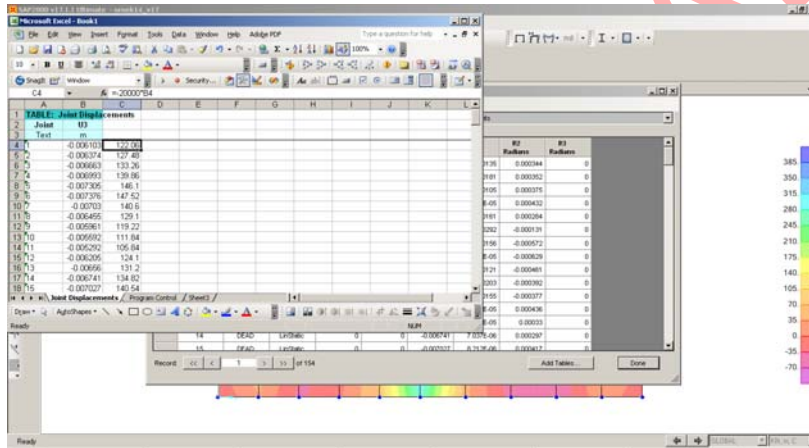
65. İstenen bir elemanın üzerine sağ mouse tuşuyla tıklayarak moment değişimi de izlenebilir.

#### **Sonuçların Dosyaya Yazdırılması ve Excel Ortamında İncelenmesi :**

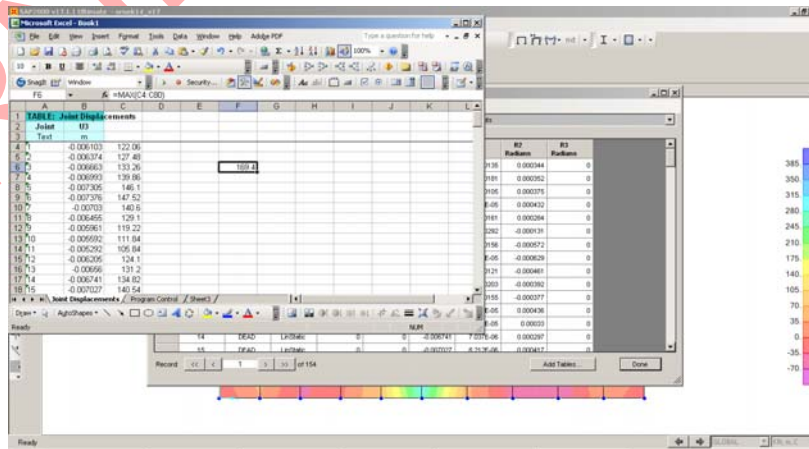
66. Sonuçların bir dosyaya yazdırılması istenirse, **Display** menüsünde **Show Tables...** seçeneği kullanılmalıdır. Bu seçeneğe tıklayınız veya **Ctrl+T** tuşlarına beraber basınız.
67. Ekrana gelen **Choose Tables for Display** ileti kutusunda **ANALYSIS RESULTS**→**Joint Output**→**Displacements** →**Table: Joint Displacements** kutucuğunu seçili duruma getiriniz ve **OK** düğmesine basınız.



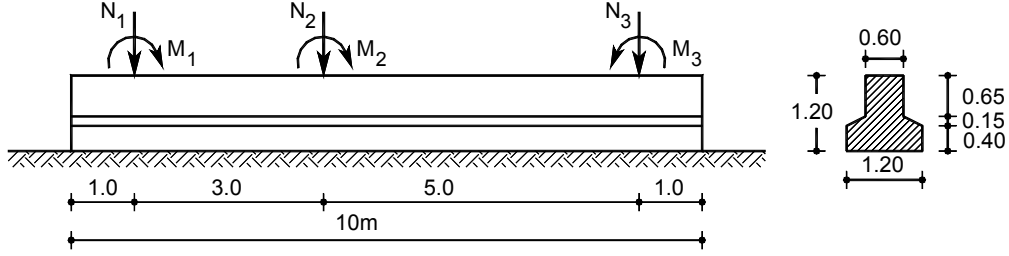
71. Excel tablosunda, B, C, D, E ve G, H, I kolonlarını siliniz ve C4 hücresine zemin gerilmesi hesabı için gerekli olan ve  $\sigma_z = C_2 U_3$  formülüne karşı gelen Excel ifadesini yazınız. Daha sonra bu ifadeyi kopyalayıp C kolonunun tüm hücrelerine yapıştırınız.



72. Excel programının belirli bir dizi içindeki en büyük değeri bulmak amacıyla kullanılan **max** fonksiyonu kullanarak en büyük zemin gerilmesi değeri kolaylıkla bulunabilmektedir.
73. **F6** hücresine en büyük zemin gerilmesini bulmak için gerekli olan Excel ifadesini yazınız. Bulunan değer zemin emniyet gerilmesi değeri ile karşılaştırılarak zemin güvenliğinin sağlanıp sağlanmadığı kontrol edilebilir.



## ÖRNEK 15: Elastik Zemine Oturan Temel Kirişi



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

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

Yüklem	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

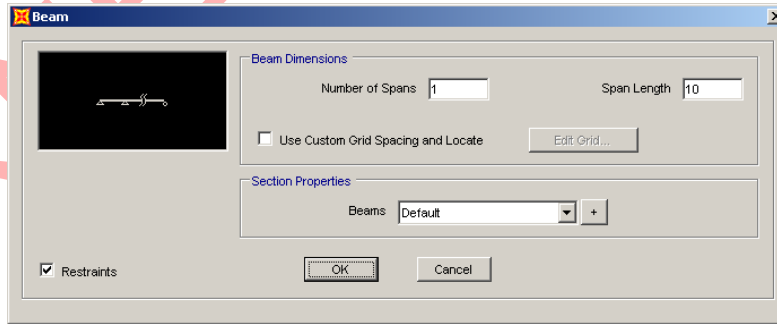
Verilen etkiler altında elastik zemine oturan sürekli temelin hesabı.

### Sistem Modelinin Oluşturulması:

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

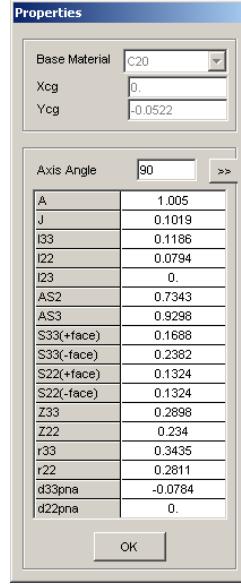


- Bu işlem hesap modelinin parametrik olarak oluşturmakta kullanılacak ileti kutusunu ekrana getirecektir.

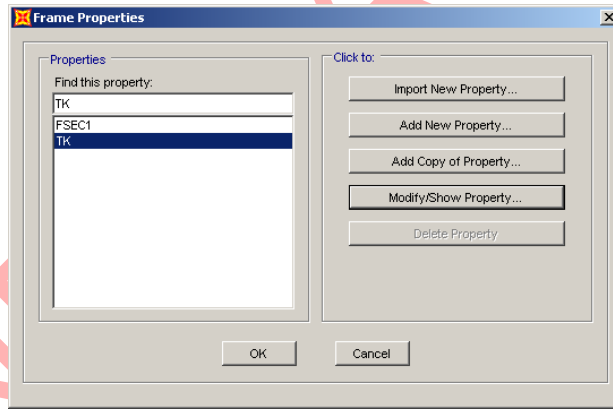



- Ekrana gelen ileti kutusunda,
  - Number of spans** (Açıklık sayısı) yazı kutucuğuna **1**
  - Span Length** (Açıklık uzunluğu) yazı kutucuğuna **10** yazınız ve **OK** düğmesine basınız.
- Ekranın sol penceresinde 10m uzunluğunda basit mesnetli kirişin üç boyutlu görünümü, sağ penceresine ise X-Z düzlemindeki görünümü gelecektir.



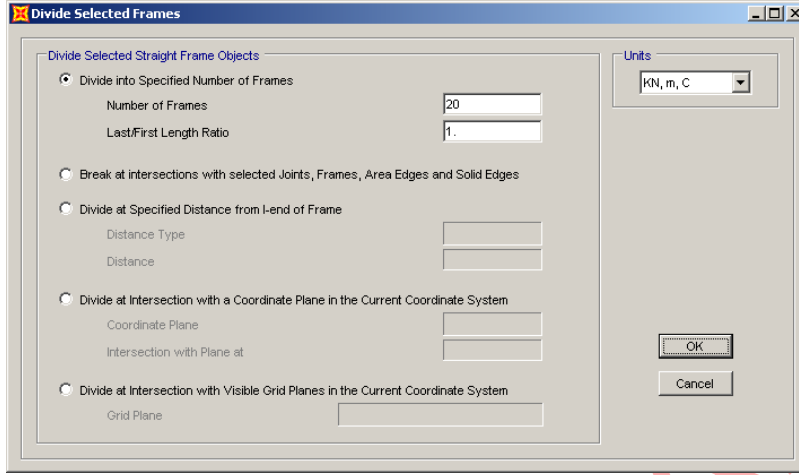


25. Bu ileti kutusunda program tarafından hesaplanan kesit alanı, burulma rijitliği, atalet momentleri, kayma alanları vb. özellikleri listelenmektedir. İleti kutusunu kapatmak için **OK** düğmesine basınız.
26. Kesitin tanımını tamamlamak için ekranın sağ alt bölümünde bulunan **Done** düğmesine basınız. Ekrana gelen yeni ileti kutusunda **OK** düğmesine basınız.





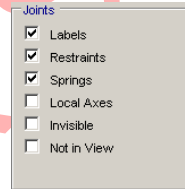
27. Ekranaya yeniden **Frame Properties** ileti kutusu gelecektir. Bu ileti penceresinde de **OK** düğmesine basınız.
28. Sol mouse tuşu ile temel kirişinin üzerine tıklayarak seçili duruma getiriniz.
29. Üst bölümdeki ana menüden,  **Assign Frame Sections** düğmesini tıklayınız. Ekranaya gelen ileti kutusundan **TK** seçeneğini seçerek **OK** düğmesine basınız.
30. Elastik zemine oturan temelin zemin ile etkileşimini uygun biçimde hesap modelinde gözönüne alabilmek için kirişin küçük parçalara bölünmesi gerekmektedir. Örnek sistemdeki temel kirişi 0.5m uzunluğunda parçalara bölünecektir.
31. Sol mouse tuşu ile temel kirişinin üzerine tıklayarak seçili duruma getiriniz.
32. **Edit** menüsünde **Edit Lines** → **Divide Frames...** seçeneğine tıklayınız veya  düğmesine basınız.

33. Ekranaya gelen **Divide Selected Frames** (Seçilen çubuk elemanları böl) ileti kutusunda **Divide into Specified Number of Frames** yazı kutucuğuna **20** yazınız ve **OK** düğmesine basınız.

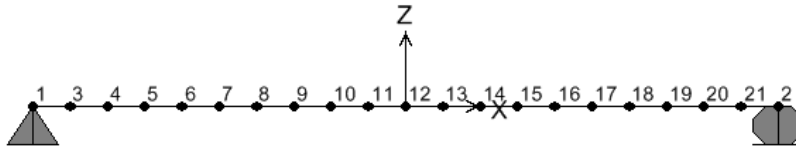


10m uzunluğundaki temel kirişi 20 eşit parçaya bölüldüğünde her parçanın uzunluğu 0.5m olacaktır. İleti kutusundaki **Last/First ratio** (Son parçanın uzunluğunun ilk parçanın uzunluğuna oranı) değeri **1** olarak tanımlanarak parçaların boylarının eşit olması sağlanmaktadır.

34. Üst bölümdeki ana menüden  **Show Undeformed Shape** düğmesini tıklayınız.
35.  **Set Display Options** düğmesine basınız, ekranaya gelen ileti kutusunun **Joints** bölümündeki **Labels** radyo düğmesini seçili duruma getiriniz, **Invisible** (Görünmez) radyo düğmesini seçili durumdan çıkarınız ve **OK** düğmesine basınız.



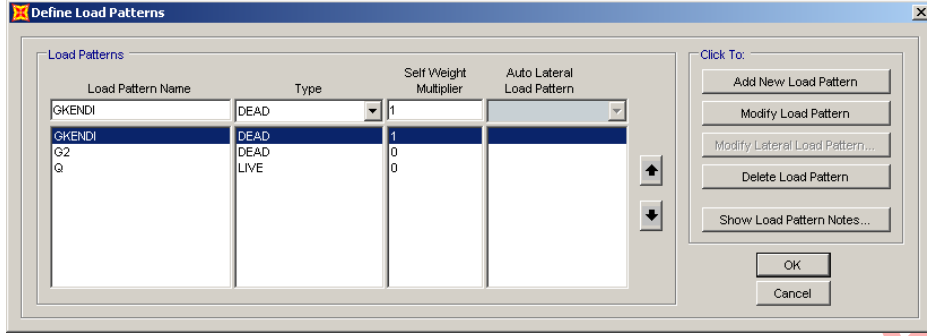
36. Bu işlem ekranda düğüm noktalarının ve numaralarının gösterilmesini sağlamaktadır.



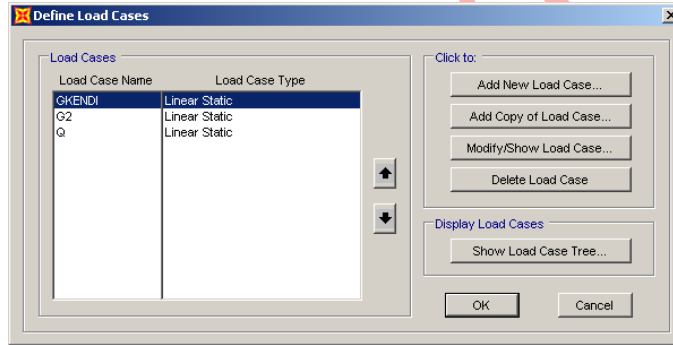
### Yüklerin Tanımlanması ve Çubuklara Atanması:



37. **Define** menüsünden **Load Patterns...** komutunu seçiniz. Ekranaya gelen **Define Load Patterns** ileti kutusunun,
- **Load Pattern Name** bölümündeki yazı kutucuğuna **GKENDI** yazın ve **Modify Load Pattern** düğmesine basınız.
  - **Load Pattern** bölümüne **G2** yazınız, **Type** bölümündeki açılır listeden **DEAD** seçeneğini tıklayınız, **Self Weight Multiplier** kutucuğuna **0** yazınız ve **Add New Load Pattern** düğmesine basınız.
  - **Load Pattern** bölümüne **Q** yazınız, **Type** bölümündeki açılır listeden **LIVE** seçeneğini tıklayınız ve **Add New Load Pattern** düğmesine basınız.

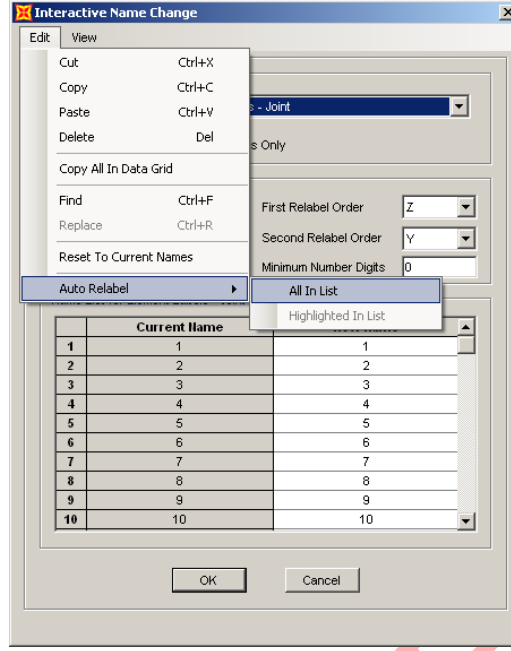
- **DEAD** yüklemesini seçiniz ve **Delete Load Pattern** düğmesine basarak bu yüklemeyi siliniz.
- Yüklemeleri tanımlama işlemini tamamlamak için **OK** düğmesine basınız.



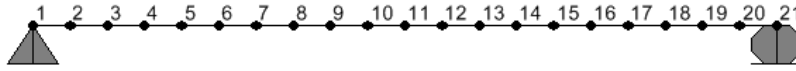
38. **Define** menüsünde **Load Cases...** seçeneğine tıklayınız.
39. Ekranaya gelen ileti kutusunda **DEAD** seçeneğine tıklayınız ve **Delete Load Case...** düğmesine basınız.
40. Ekranaya gelen mesaj kutusunda **Evet** (Yes) tuşuna basarak **DEAD** analiz seçeneğini siliniz.
41. Benzer işlemi **MODAL** için tekrarlayınız.
42. Analiz seçeneği olarak **GKENDI**, **G2** ve **Q** yüklemeleri kalacaktır.




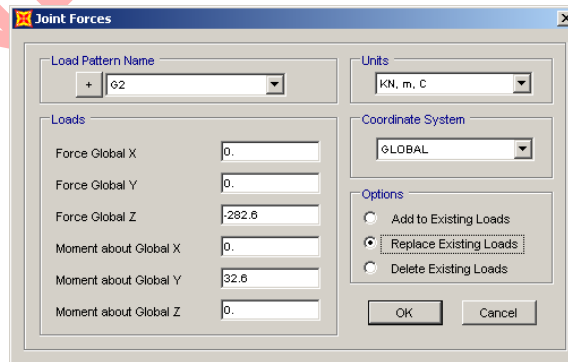
43. **View** menüsünde **Show Grid** seçeneğine tıklayarak veya klavyede **F7** tuşuna basarak grid çizgilerinin ekranda görünmemesini sağlayınız.
44. **View** menüsünde **Show Axes** seçeneğine tıklayarak veya  düğmesine basarak eksen çizgilerinin ekranda görünmemesini sağlayınız.
45.  düğmesine basarak tüm elemanların seçilmesini sağlayınız.
46. **Edit** menüsünden **Change Labels...** (Yeniden adlandırma) seçeneğine tıklayınız. Ekranaya gelen **Interactive Name Change** ileti kutusunun **Item Type** bölümünde **Element Labels-Joint** seçeneğine tıklayınız.
47. İleti kutusundaki **Edit** menüsünde **Auto Relabel** → **All In List** seçeneğine tıklayınız.




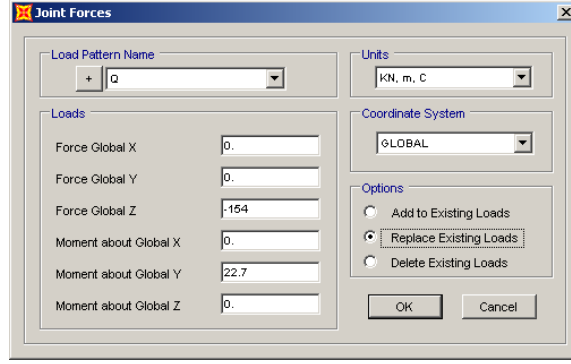
48. Böylece düğüm noktaları yeniden numaralandırılacaktır. **OK** düğmesine basarak yeniden adlandırma işlemini tamamlayınız.





49. Sistemde tüm elemanların boyu 0.5m'dir. Sol uçtan 1m içeride bulunan **3** nolu düğüm noktasına tıklayarak seçili duruma getiriniz.
50. **Assign** menüsünde **Joint Loads** → **Forces** seçeneğine tıklayınız veya  düğmesine basınız.
51. Ekranı gelen ileti kutusunda,
- **Load Case Name** bölümünde **G2** seçeneğine tıklayınız.
  - **Force Global Z** kutucuğuna **-282.6**
  - **Moment about Global Y** kutucuğuna **32.6** yazınız ve **OK** düğmesine basınız.





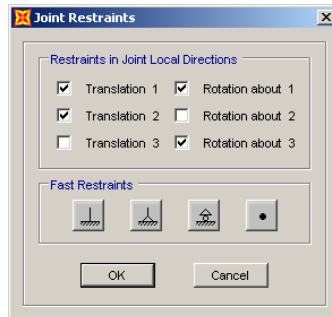
52. Sol uçtan 4m içeride bulunan **9** nolu düğüm noktasına tıklayarak seçili duruma getiriniz.
53. **Assign** menüsünde **Joint Loads** → **Forces** seçeneğine tıklayınız veya  düğmesine basınız.
54. Ekranı gelen ileti kutusunda,

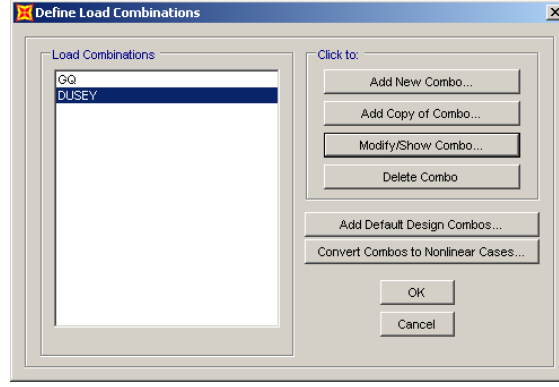


63. Sol uçtan 4m içeride bulunan **9** nolu düğüm noktasına tıklayarak seçili duruma getiriniz.
64. **Assign** menüsünde **Joint Loads**→ **Forces** seçeneğine tıklayınız veya  düğmesine basınız.
65. Ekranı gelen ileti kutusunda,
- **Load Case Name** bölümünde **Q** seçeneğinin seçili olduğunu kontrol ediniz.
  - **Force Global Z** kutucuğuna **-440**
  - **Moment about Global Y** kutucuğuna **22.5** yazınız ve **OK** düğmesine basınız.
66. Sağ uçtan 1m içeride bulunan **19** nolu düğüm noktasına tıklayarak seçili duruma getiriniz.
67. **Assign** menüsünde **Joint Loads**→ **Forces** seçeneğine tıklayınız veya  düğmesine basınız.
68. Ekranı gelen ileti kutusunda,
- **Load Case Name** bölümünde **Q** seçeneğinin seçili olduğunu kontrol ediniz.
  - **Force Global Z** kutucuğuna **-217.5**
  - **Moment about Global Y** kutucuğuna **-40.8** yazınız (momentin değeri negatif olmalı) ve **OK** düğmesine basınız.

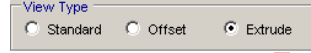
#### Mesnet Koşullarının Tanımlanması:

69. **Select** menüsünde **Select**→**All** seçeneğine tıklayınız veya ekranın solunda bulunan  düğmesine basarak tüm nesnelere seçili duruma getiriniz.
70. Mesnet koşullarının tanımlandığı **Joint Restraints** ileti kutusunu ekrana getirmek için,  düğmesini tıklayınız.
71. Temel sistemi X-Z düzleminde bulunan bir düzlem sistem olduğundan yalnızca Z doğrultusunda çökme ve Y eksenini etrafında dönme hareketi yapabilmektedir. Diğer doğrultulardaki yerdeğişmelerin hesapta gözönüne alınmasına gerek yoktur. Bu nedenle bu doğrultulardaki hareketler tutulacaktır. Ekrandaki ileti kutusunda **Translation 3** ve **Rotation about 2** kutucuklarını seçili durumdan çıkarınız ve diğer tüm kutucukları seçili duruma getirerek **OK** düğmesine basınız.

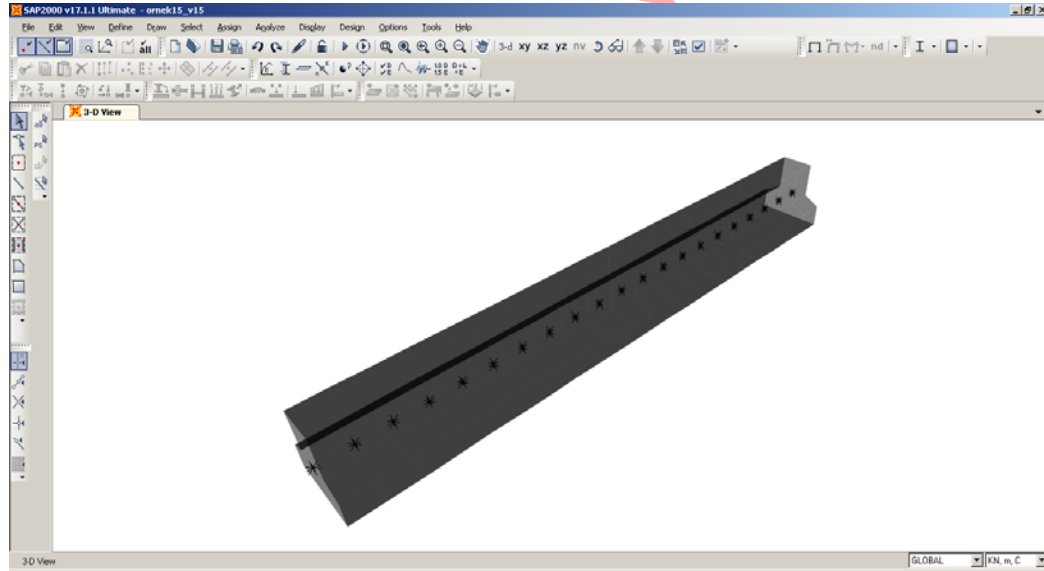




81. Yük birleşimlerini tanımlama işlemini tamamlamak için **OK** düğmesine basınız.
82. Üç boyutlu görünümü ekrana getirmek için **3-d** düğmesine basınız.
83.  **Set Display Options** düğmesine basınız, ekrana gelen ileti kutusunun **View Type** bölümündeki **Extrude View** radyo düğmesini seçili duruma getiriniz ve **OK** düğmesine basınız.




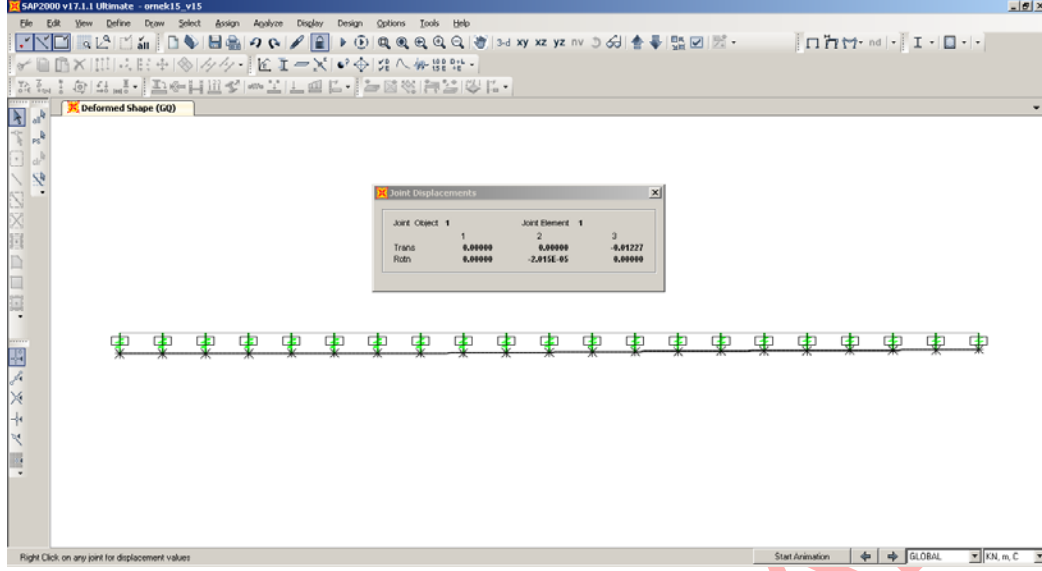
84. Bu işlem sistemin hacimsel görünümünü ekrana getirecektir.




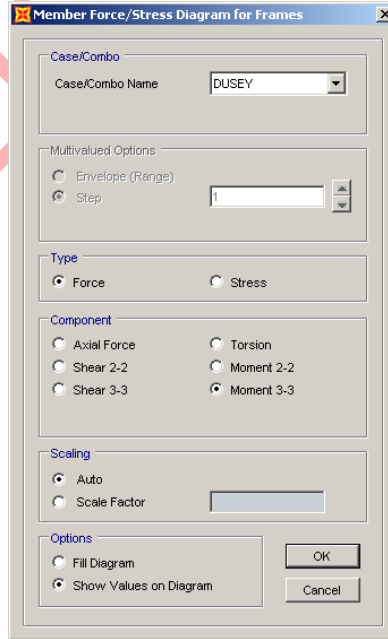
85. Yeniden X-Z düzlemine dönmek için **xz** düğmesine basınız.
86.  **Set Display Options** düğmesine basınız, ekrana gelen ileti kutusunun **View Type** bölümünde **Standard** radyo düğmesini seçiniz ve **OK** düğmesine basınız. Bu işlem yeniden çizgisel görünümü ekrana getirecektir.

### Çözüm (Analiz):

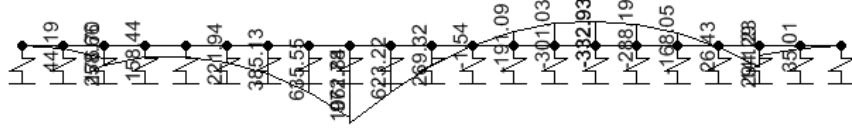
87. Sistem geometrisinin ve yüklemelerin oluşturulması tamamlandıktan sonra, üst bölümdeki  **Save** düğmesine basarak (veya **File** menüsünden **Save** komutunu seçerek) oluşturulan sistem modeline bir ad verip saklayınız.



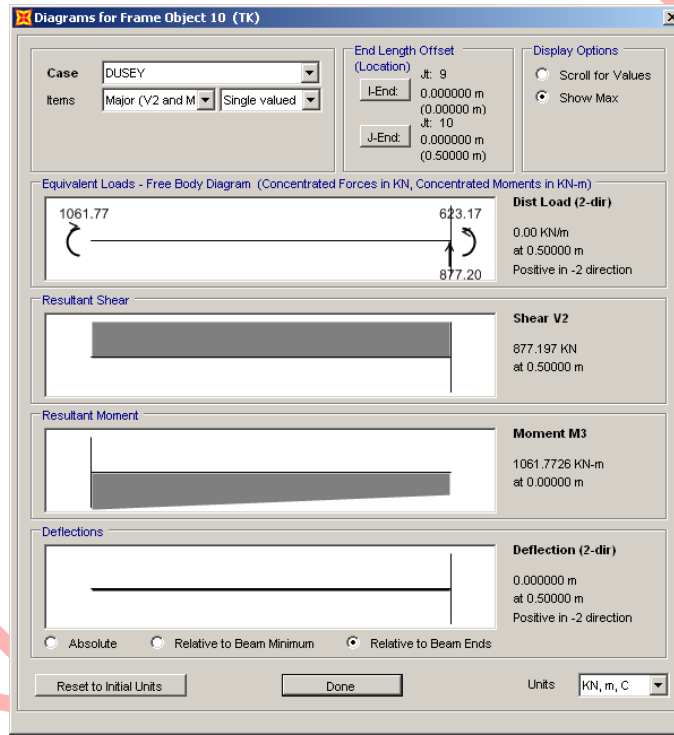
95. Z doğrultusundaki çökme değeri **-0.01227m** olarak hesaplanmıştır. Aynı örneğin teorik çözümünde bu değer **-0.01257m** olarak bulunmuştur.
96. Zemindeki en büyük gerilme değeri zemin birim hacim ağırlığı  $18\text{kN/m}^3$  olarak alınırsa  $0.01227 \times 18000 + 18 \times 2 \times 0.5 \times (0.8 + 0.65) \times 0.3 / 1.2 = 227.4\text{kN/m}^2$  olarak bulunur. Teorik çözümde bu değer  $232.1\text{kN/m}^2$  olarak elde edilmiştir.
97. Arttırılmış yükleri içeren **DUSEY** yük birleşiminde temel kirişi moment diyagramının çizimi için üst bölümdeki menüden,  düğmesini ve çıkacak alt menüden **Frames/Cables** seçeneğini tıklayınız. Ekrana gelen ileti kutusunda, **Moment 3-3** radyo düğmesini seçiniz. **Case/Combo Name** bölümündeki açılır liste kutusundan **DUSEY**'i seçiniz. **Fill diagram** seçeneğini kapatın, **Show Values on Diagram** seçeneğini tıklayınız ve **OK** düğmesine basınız.



98. Ekranda kritik noktadaki değerleri ile birlikte eğilme momenti diyagramı görünecektir. 2. açıklıkta açıklık momenti **332.93kNm** olarak hesaplanmıştır. Teorik çözümde bu değer **333.7kNm** olarak elde edilmiştir.

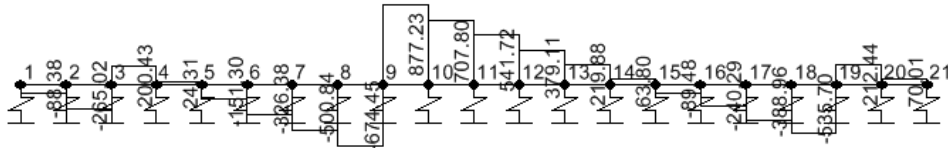


99. **9** ile **10** düğüm noktaları arasındaki çubuğun üzerine sağ mouse tuşuyla tıklayınız. Bu çubuk için ilgili yüklemeye ait iç kuvvet ve yerdeğiştirmelerin değişimini gösteren ileti kutusu ekrana gelmektedir. Bu ileti kutusunda **Display Options** bölümünde **Show Max** radyo düğmesi seçilirse ilgili büyüklüklerin en büyük değerleri gösterilecektir. Mouse sol tuş basılı tutularak eleman üzerinde gezdirilirse ilgili büyüklüklerin çubuk boyunca değişimi de incelenebilir. Daha sonra **Done** düğmesine basılarak ekran kapatılır.



100. En büyük moment değeri **1061.77kNm** olarak hesaplanmıştır. Teorik çözümde bu değer **1059.1kNm** olarak elde edilmiştir.

101. Kesme kuvveti diyagramının görüntülenmesi için, **Member Force Diagram for Frames** ileti kutusunda, **Shear 2-2** radyo düğmelerinin seçilmesi gerekir.



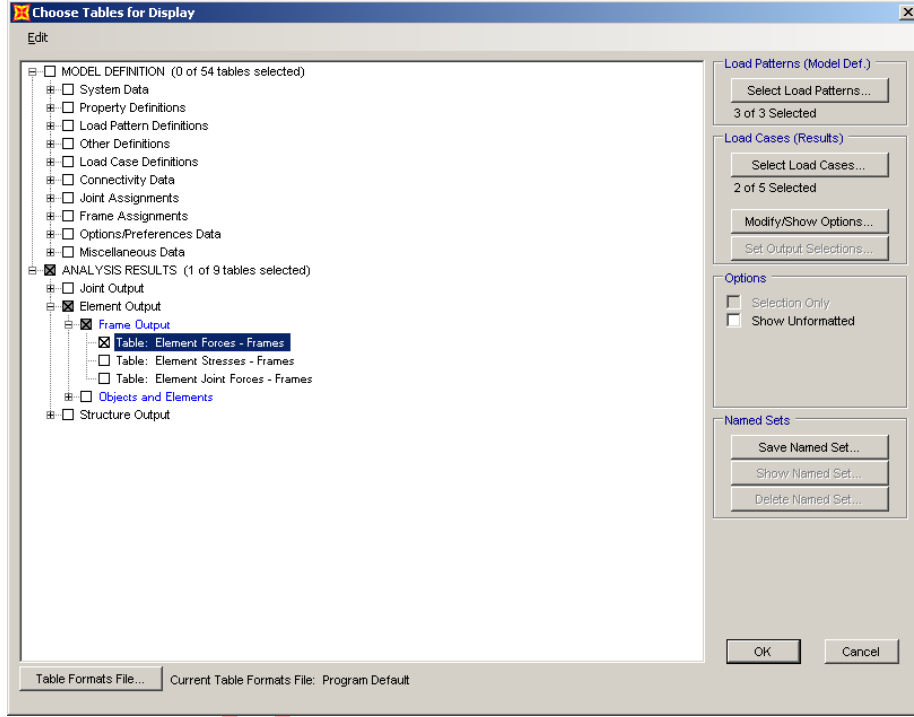
102. Kesme kuvveti değeri **DUSEY** yük birleşiminde eleman içinde sabit değer almaktadır. Gerçek sistemde bu değer eleman içinde değişkindir. Örneğin en büyük kesme kuvveti değeri 9 düğüm noktasında **877.23kN** olarak hesaplanmıştır. Teorik çözümde bu değer **963.8kN** olarak elde edilmiştir. Temel kirişi daha küçük parçalara bölünerek kesme



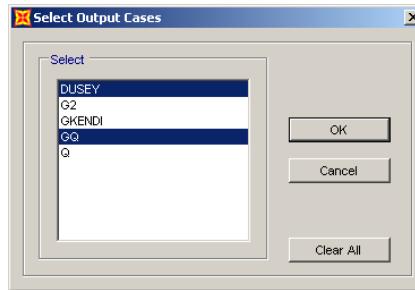
kuvveti için daha gerçekçi bir dağılım elde edilebilir. Örneğin temel kirişi 40 parçaya bölündüğünde kesme kuvveti değeri aynı noktada **920kN** olarak elde edilmektedir.

### Sonuçların Bir Dosyaya Yazdırılması:

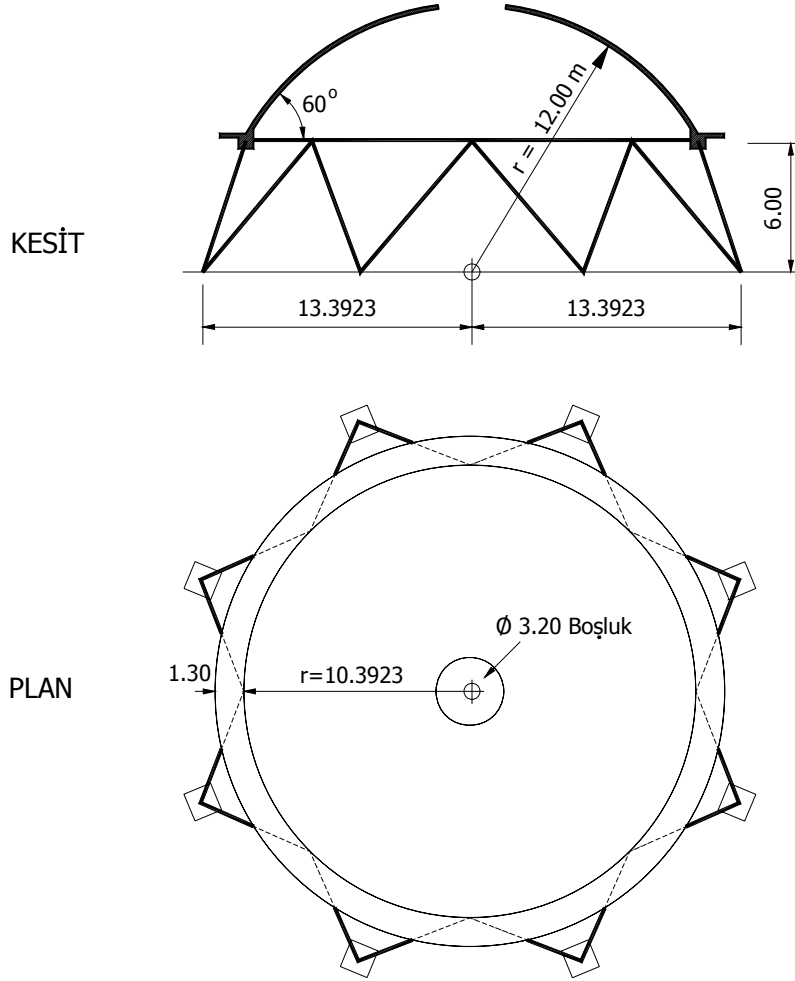
103. Sonuçların bir dosyaya yazdırılması istenirse, **Display** menüsünde **Show Tables...** seçeneği kullanılmalıdır. Bu seçeneğe tıklayınız veya **Ctrl+T** tuşlarına beraber basınız.
104. Ekranı gelen **Choose Tables for Display** ileti kutusunda **ANALYSIS RESULTS→Element Output→Frame Output→Table: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



105. Ekranın sağındaki **Select Load Cases** düğmesine basınız.
106. Ekranı gelen ileti kutusunda klavyede **Ctrl** tuşuna basılı tutarak **DUSEY** ve **GQ** yük birleşimlerini sol mouse tuşuyla tıklayarak seçili duruma getiriniz. Seçili durumdaysa bir işlem yapmayınız.



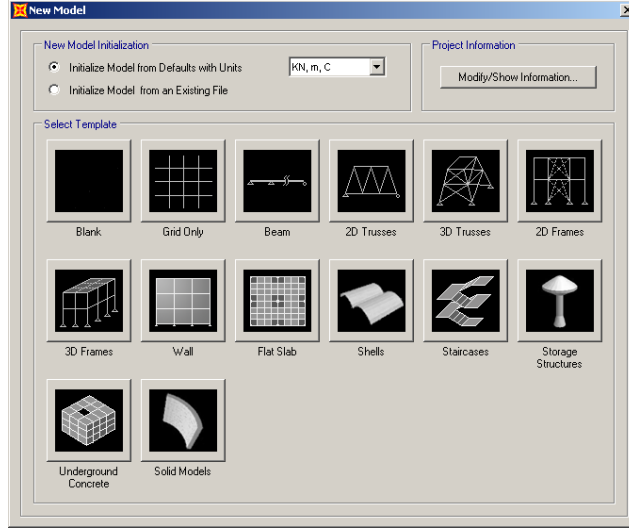
107. **2** kez **OK** düğmesine basınız.
108. Ekranı eleman iç kuvvetlerini içeren tablo gelecektir. Menüde **Format-Filter-Sort** bölümünden **Format Table** seçeneğine tıklayınız.
109. Ekranı gelen pencerede **Display Order and Field Visibility** bölümünde 4, 5, 7, 8, 9, 11 ve daha sonraki satırlarında Printed bölümüne sol mouse tuşuyla çift tıklayarak Not Printed (Tabloya yazılmasın) durumuna getiriniz ve **OK** düğmesine basınız.

**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.

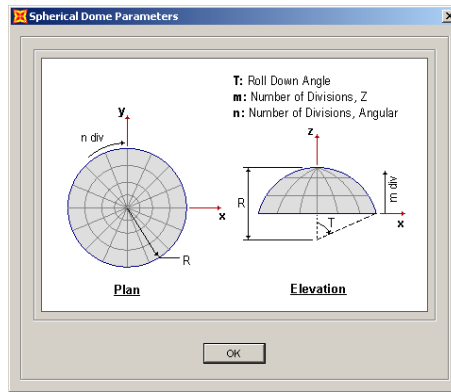
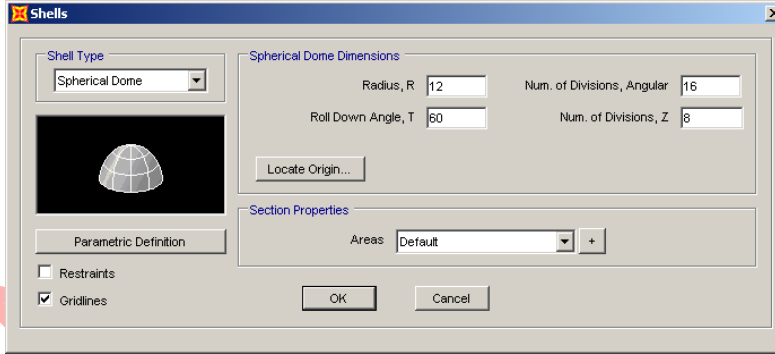
**Sistem Modelinin Oluşturulması:**

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



3. Ekranı gelen **Shells** ileti kutusunda,

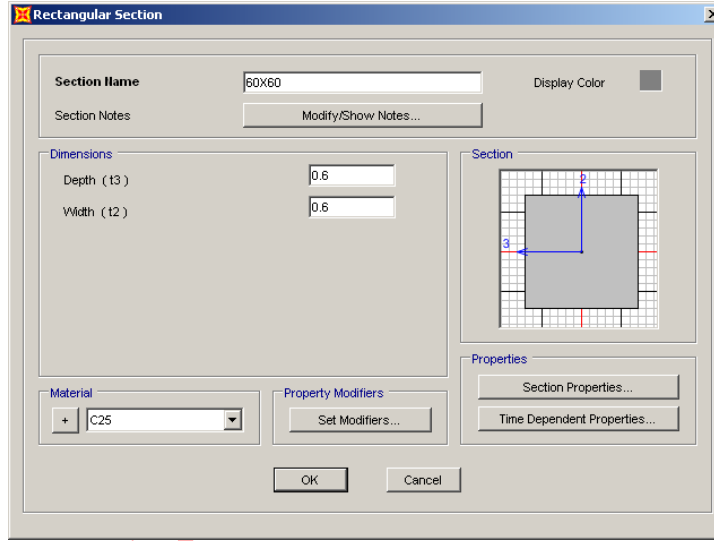
- **Shell Type** açılır listesinden **Spherical Dome** seçeneğine tıklayınız.
- **Radius** yazı kutucuğuna **12**
- **Num. of Divisions, Angular** yazı kutucuğuna **16**
- **Roll Down Angle, T** yazı kutucuğuna **60**
- **Num. Of Divisions, Z** yazı kutucuğuna **8** yazınız.
- İleti kutusundaki **Restraints** seçeneğini seçili durumdan çıkarınız.
- Bu değişkenlerin anlamlarını şekil üzerinde görmek için **Parametric Definition** düğmesine basınız.
- Sistemi oluşturmak için **2** kez **OK** düğmesini tıklayınız.




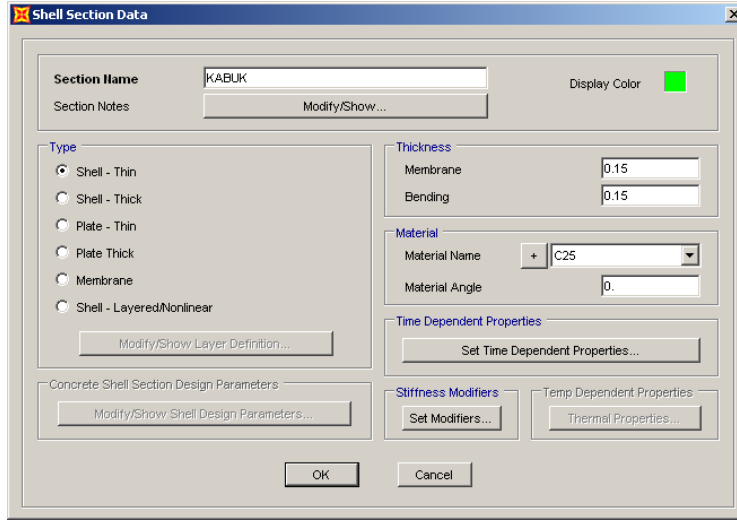
4. **3-D View** penceresinin üst bölümündeki  düğmesine basarak pencereyi kapatınız.



### Kesit Özelliklerinin Tanımlanması:

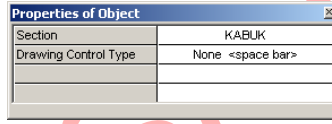
18. **Define** menüsünden **Section Properties** → **Frame Sections...** seçeneğine tıklayınız.
19. **Frame Properties** ileti kutusunda **Add New Property** düğmesine basınız.
20. Ekranaya gelen ileti kutusunda **Frame Section Property Type** açılır listesinden **Concrete** seçeneğine tıklayınız.
21. Dikdörtgen kesit tanımlamak için **Rectangular** seçeneğine tıklayınız. Ekranaya gelen **Rectangular Section** ileti kutusunda,
  - **Section Name** yazı kutucuğuna **60x60**
  - **Depth (t3)** yazı kutucuğuna **0.6**
  - **Width (t2)** yazı kutucuğuna **0.6** değerlerini yazınız.
  - **Material** açılır liste kutusundan **C25** malzemesini seçiniz ve **2** kez **OK** düğmesine basınız.



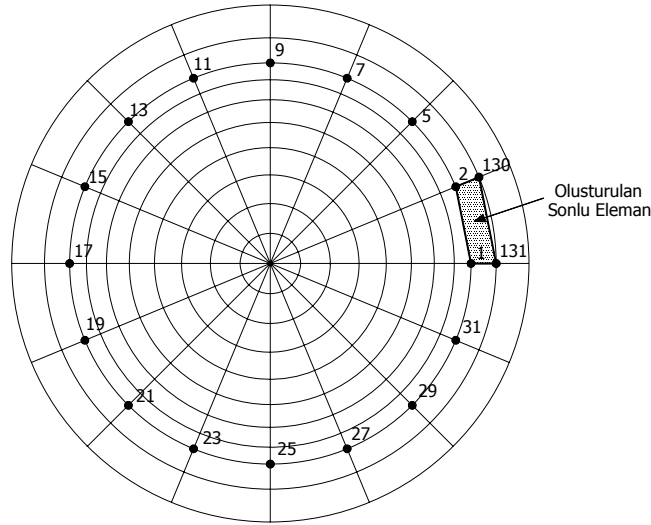
22. **Define** menüsünden **Section Properties** → **Area Sections...** seçeneğine tıklayınız veya  düğmesine basınız.
23. Ekranaya gelen **Area Sections** ileti kutusunda **ASEC1** seçeneğine tıklayınız.
24. **Select Section Type To Add** açılır listesinde **Shell** seçeneğine tıklayınız ve **Modify Show Section...** düğmesine basınız.
25. Ekranaya gelen **Shell Section Data** ileti kutusunda,
  - Kesit Adı (**Section Name**) yazı kutucuğuna **KABUK** yazınız.
  - **Type** bölümünde **Shell-Thin** radyo düğmesine tıklayınız.
  - **Material** bölümündeki **Material Name** açılır listesinden **C25** malzemesini seçiniz.
  - **Thickness** bölümündeki **Membrane** yazı kutucuğuna **0.15**
  - **Bending** yazı kutucuğuna **0.15** yazınız ve **2** kez **OK** düğmesine basınız.




26.  **Save** düğmesine basınız ve oluşturulan sistem modelinin son durumunu bir isim vererek saklayınız.
27.  **Draw Poly Area** (Poligon Eleman Çizimi) düğmesine basınız.
28. Ekrana gelen **Properties of Object** ileti kutusunda **Section** bölümünde **KABUK** seçeneğine tıklayınız.

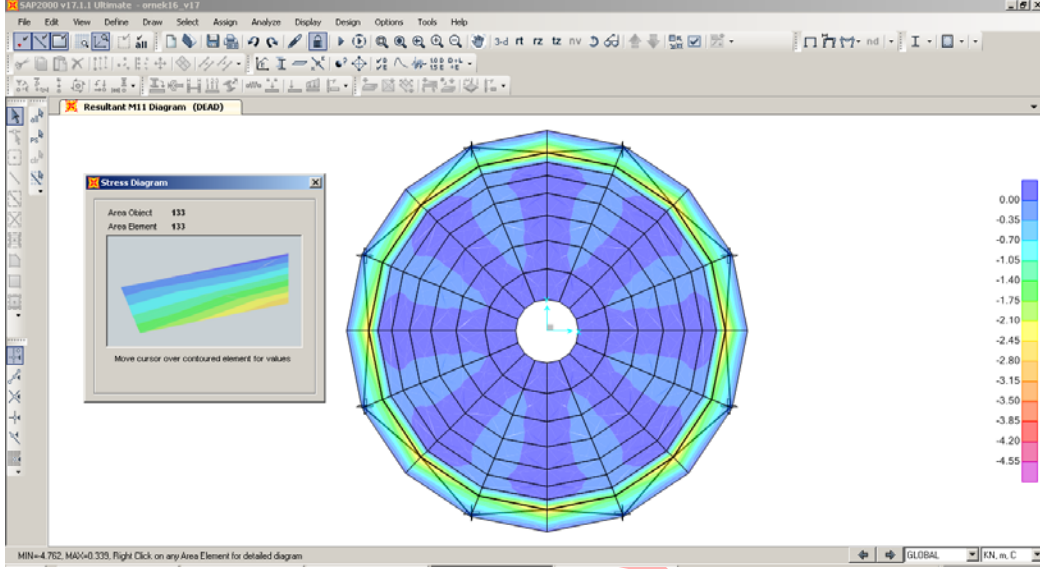


29. Yardımcı çizgiler ile tanımlanan bölgede, sol alt köşesi **1** No.lu, sol üst köşesi **2** No.lu düğüm noktası olacak şekilde, bir dörtgen sonlu eleman oluşturunuz. (Aşağıdaki şekildeki 1, 131, 130, 2 noktalara tıklayınız ve klavyede Enter tuşuna basınız). Klavyede **Esc** tuşuna basarak çizim modundan çıkınız.



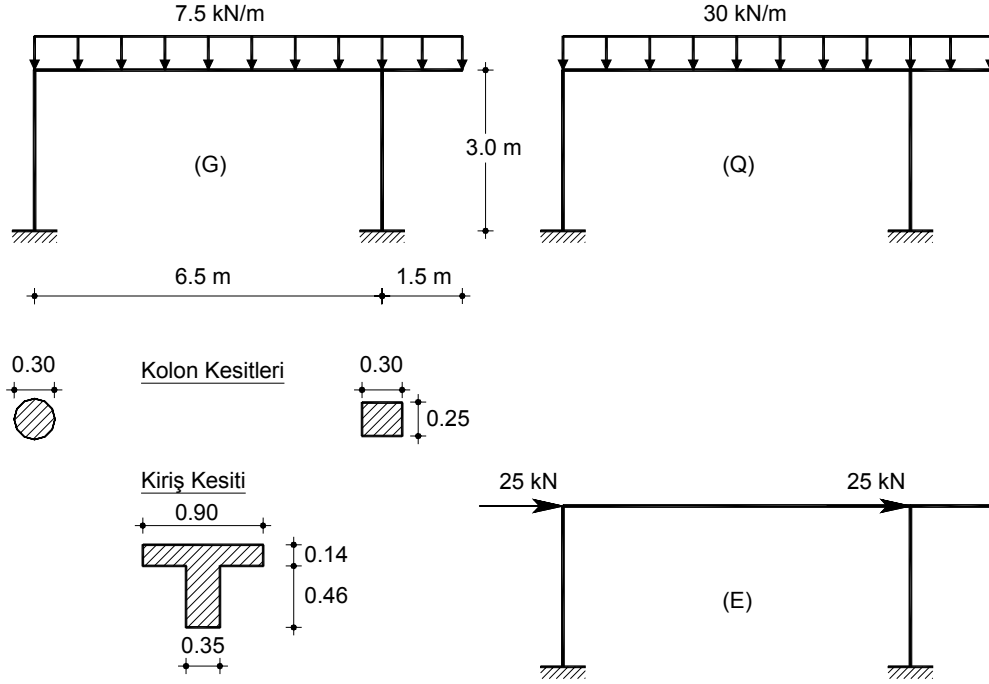
30.  düğmesine basarak çubuk oluşturma moduna geçiniz.

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 olduğu görülebilmektedir. İstenen bir elemanın üzerine gelip sağ mouse tuşuyla tıklayarak, bu bölgedeki momentlerin değişimini ayrıntılı olarak gösteren küçük bir pencere oluşturulabilir.

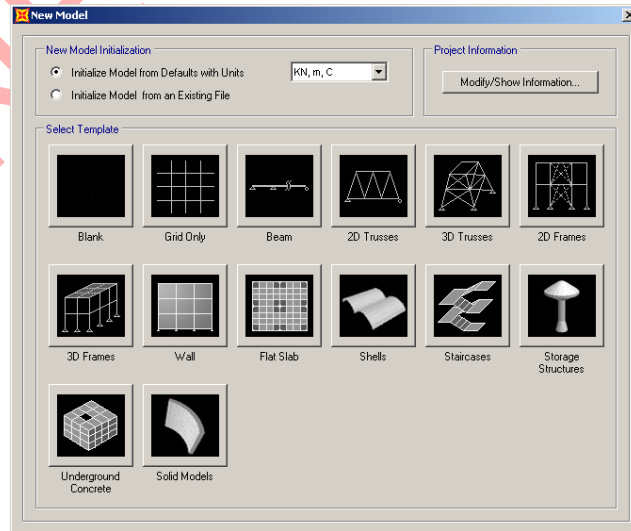
## ÖRNEK 17: Betonarme Çerçeve Analizi ve Boyutlandırması



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,

Section Name: C25X30  
Display Color: [Blue]

Section Notes: Modify/Show Notes...

Dimensions:  
Depth (t3): 0.3  
Width (t2): 0.25

Material: C25  
Property Modifiers: Set Modifiers...

Concrete Reinforcement...

Properties: Section Properties..., Time Dependent Properties...

OK Cancel

Rebar Material:  
Longitudinal Bars: S420  
Confinement Bars (Ties): S220

Design Type:  
 Column (P-M2-M3 Design)  
 Beam (M3 Design Only)

Reinforcement Configuration:  
 Rectangular  
 Circular

Confinement Bars:  
 Ties  
 Spiral

Longitudinal Bars - Rectangular Configuration:  
Clear Cover for Confinement Bars: 0.03  
Number of Longit Bars Along 3-dir Face: 3  
Number of Longit Bars Along 2-dir Face: 3  
Longitudinal Bar Size: 14d

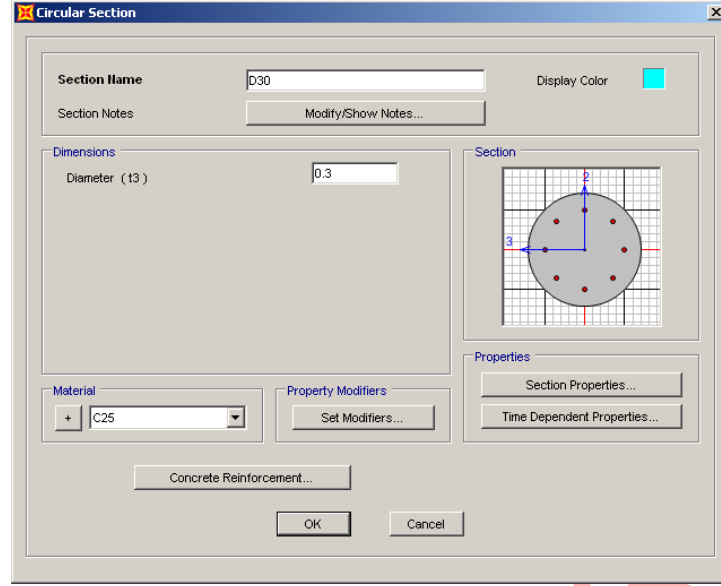
Confinement Bars:  
Confinement Bar Size: 8d  
Longitudinal Spacing of Confinement Bars: 0.15  
Number of Confinement Bars in 3-dir: 3  
Number of Confinement Bars in 2-dir: 2

Check/Design:  
 Reinforcement to be Checked  
 Reinforcement to be Designed

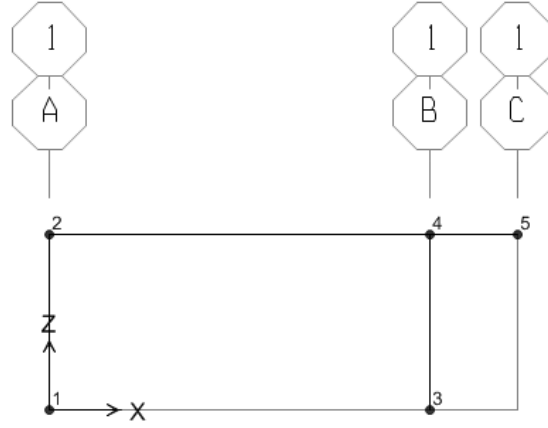
OK Cancel


28. Böylelikle kesit tanımlama ileti kutusunda, donatıların yerleşimi de kesit üzerinde gösterilecektir. **OK** düğmesine basarak dikdörtgen kesit tanımlama işlemini tamamlayınız.
29. Ekranaya yeniden **Frame Properties** kutusu gelecektir. Çapı 0.30 m olan dairesel kolon kesitini tanımlamak için **Add New Property** düğmesine basınız.
30. Ekranaya gelen ileti kutusunda **Circular** seçeneğine tıklayınız. **Circle Section** ileti kutusunda,

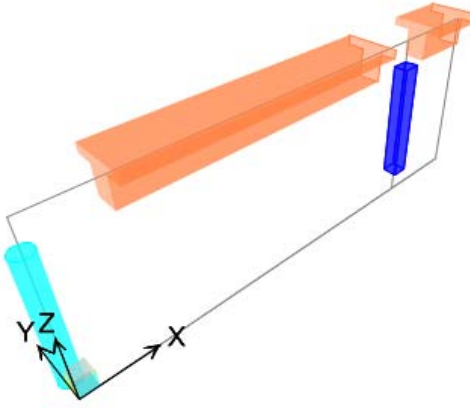







- **Section Name** yazı kutucuğuna **D30**
- **Diameter (t3)** yazı kutucuğuna **0.30** yazınız.
- **Material** açılır liste kutusundan **C25** malzemesini seçiniz.
- **Concrete Reinforcement** düğmesine basınız.
- Ekrana gelen **Reinforcement Data** ileti kutusunda,
  - **Confinement Bars (Ties)** açılır listesinden **S220**'yi seçiniz.
  - Kesitin bir kolon kesiti olduğunu belirtmek için **Design Type** bölümünde **Column** radyo düğmesini seçili duruma getiriniz.
  - Donatı yerleşiminin dairesel biçimde olacağını belirtmek için **Reinforcement Configuration** bölümünde **Circular** radyo düğmesini seçili duruma getiriniz.
  - **Confinement Bars** bölümünde **Ties** (Etriye) seçeneğine tıklayınız.
  - Paspayını 3 cm olarak tanımlamak için **Clear Cover for Confinement Bars** yazı kutucuğuna **0.03** yazınız.
  - Kesitteki donatı adedinin 8 tane olacağını belirtmek için **Number of Longitudinal bars** yazı kutucuğuna **8** yazınız.
  - **Bar Size** açılır listesinden **14d** seçeneğine tıklayınız ve **OK** düğmesine basınız.
  - **Confinement Bar Size** açılır listesinden **8d** seçeneğine tıklayınız.
  - **Longitudinal Spacing of Confinement Bars** yazı kutucuğuna **0.15** yazınız ve **OK** düğmesine basınız.
  - Böylece, dairesel kolonun donatıların yerleşimi de kesit üzerinde gösterilecektir. **3** kez **OK** düğmesine basarak kesit tanımlama işlemini tamamlayınız.



41. Sağ pencereye 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, View Type** bölümünde **Extrude; 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.
45.  **Pointer** düğmesine basarak "Select" moduna geçiniz ve **1** ve **3** No.lu düğüm noktalarının üzerine gelip sol mouse tuşuyla tıklayınız. Noktanın seçilmiş olduğu, üzerine çizilen kesikli bir çarpı işareti ile belirtilecektir.
46. Mesnet koşullarının tanımlandığı **Joint Restraints** ileti kutusunu ekrana getirmek için, üst bölümdeki  düğmesine basınız. (**Assign** menüsünden sırasıyla, **Joints...→ Restraints** komutlarını tıklayarak da aynı işlem gerçekleştirilebilir.)
47. Ekrana gelen **Joint Restraints** ileti kutusunun **Fast Restraints** bölümünde, ankastre mesnet tanımlaması yapmak için,  düğmesine basınız. Düğüm noktası serbestliklerine

**Load Combination Data**

Load Combination Name (User-Generated): 1.4G+1.6Q

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	1.4
Q	Linear Static	1.6

Add, Modify, Delete, OK, Cancel

64. **Add New Combo** düğmesini tıklayınız. Ekranaya gelen **Load Combination Data** ileti kutusunun

- **Load Combination Name** yazı kutucuğuna **G+Q+E** yazınız.
- **Combination Type** bölümünden **Linear Add** seçeneğine tıklayınız. (Seçili durumdaysa değiştirmeyiniz.)
- **Define Combination of Case Results** bölümünün **Load Case Name** bölümünde **G** seçeneğine tıklayınız.
- **Scale Factor** yazı kutucuğuna **1.0** yazınız ve **Add** düğmesine basınız.
- **Load Case Name** bölümünde **Q** seçeneğine tıklayınız.
- **Scale Factor** yazı kutucuğuna **1.0** yazınız ve **Add** düğmesine basınız.
- **Load Case Name** açılır listesinden **E**'yi seçiniz.
- **Scale Factor** yazı kutucuğuna **1.0** yazınız ve **Add** düğmesine basınız.
- **OK** düğmesine basarak **G+Q+E** yükleme kombinasyonunun tanımlanmasını tamamlayınız.

**Load Combination Data**

Load Combination Name (User-Generated): G+Q+E

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	1.0
Q	Linear Static	1.0
E	Linear Static	1.0



Add, Modify, Delete, OK, Cancel

65. **G+Q+E** kombinasyonunu seçiniz ve **Add Copy of Combo** düğmesini tıklayınız. Ekranaya gelen **Load Combination Data** ileti kutusunun,

- **Load Combination Name** yazı kutucuğuna **G+Q-E** yazınız.
- **Load Combination Type** bölümünden **Linear Add** seçeneğine tıklayınız. (Seçili durumdaysa değiştirmeyiniz.)
- **Load Case Name** bölümünde **E**'nin üzerine tıklayınız.
- **Scale Factor** yazı kutucuğundaki **1.0** değerini **-1.0** olarak değiştiriniz ve **Modify** düğmesine basınız.
- **2** kez **OK** düğmesine basarak yükleme kombinasyonlarının tanımlanmasını tamamlayınız.

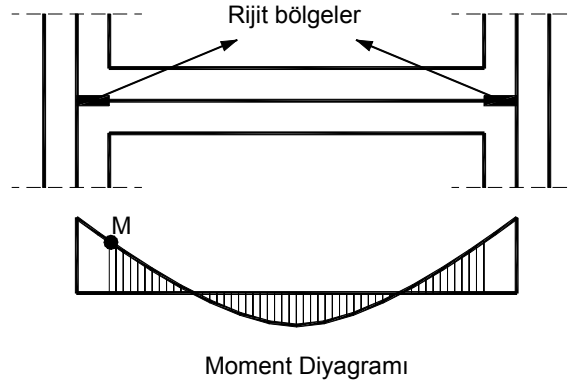
Load Case Name	Load Case Type	Scale Factor
G	Linear Static	1.
Q	Linear Static	1.
E	Linear Static	-1.

Not: Örnek sistemde basitlik açısından 0.9G+E ve 0.9G-E yüklemeleri gösterilmemiştir.

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. Ekranı gelen **Frame End Length Offsets** iletişim kutusunda
  - a. **Automatic from Connectivity** radyo düğmesini seçili duruma getiriniz.
  - b. **Rigid-Zone Factor** yazı kutucuğuna **1** yazıp **OK** düğmesine basınız.

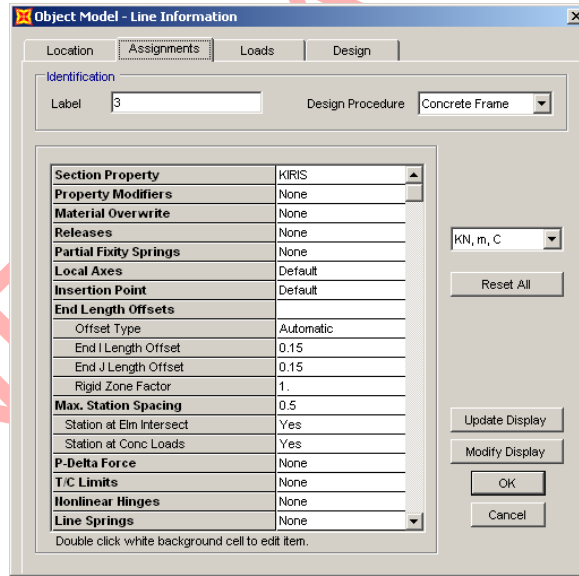
Bu işlem ile kirişin kolon içinde kalan rijit bölümü hesap modelinde gözönüne alınmış olur. Ayrıca SAP2000 iç kuvvetleri bu rijit bölgenin dışında kalan bölgede belirlediğinden çoğu durumda gereksinim duyulan mesnet yüzündeki değerler otomatik olarak belirlenmiş olacaktır.

**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.





70. 3 No.lu çubuğun üzerine sağ mouse tuşuyla tıklandığında 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.


71. **OK** düğmesine basarak ileti kutusunu kapatınız.

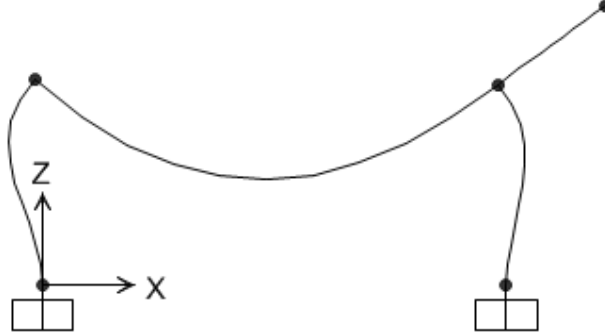


### Çözüm (Analiz):

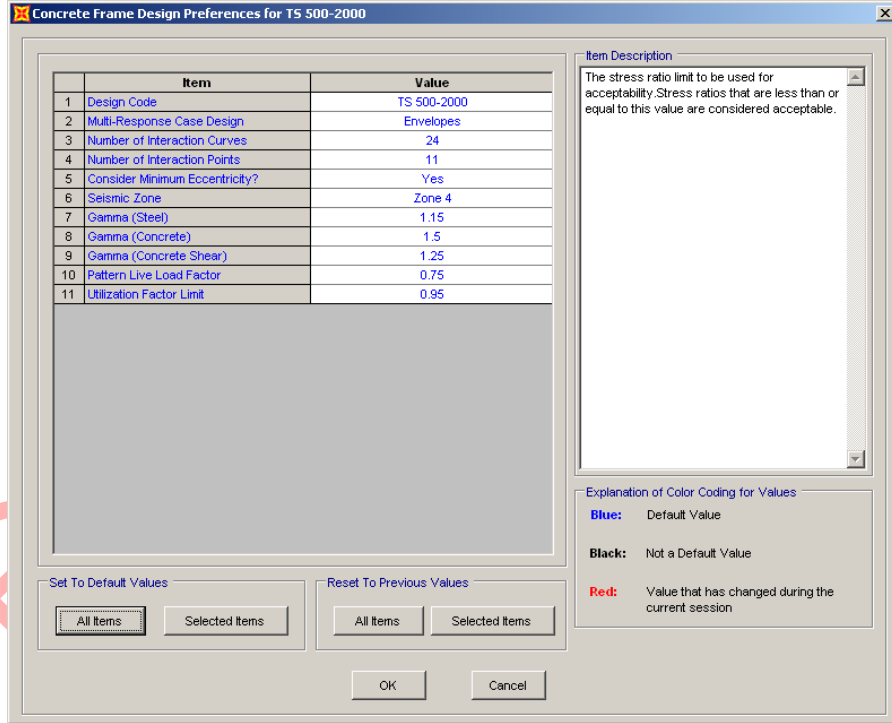
72. Sistem geometrisinin ve yüklemelerin oluşturulması tamamlandıktan sonra, üst bölümdeki  **Save** düğmesine basarak (veya **File** menüsünden **Save** komutunu seçerek) oluşturulan sistem modeline uygun bir ad verip saklayın.

73.  **Run Analysis** düğmesine basınız ve ekrana gelen ileti kutusunda **Run Now** düğmesine basarak sistemin çözümünü başlatınız.

74. Analiz tamamlandığında ekranda, **G** yüklemesi için, sistemin şekildeğiştirilmiş durumu görülecektir. Pencerenin alt bölümündeki konum çubuğunun sağ tarafında bulunan  işaretlerinden sağdakine basarak daha sonraki yüklemelere ait yerdeğiştirme durumları görüntülenebilir.

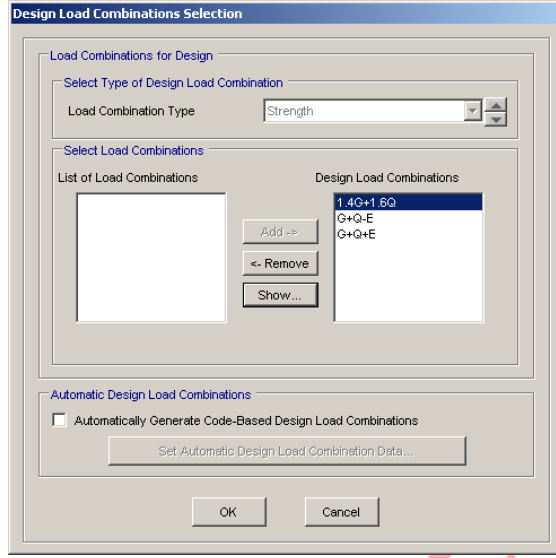




75. **Design** menüsünden **Concrete Frame Design... → View/Revise Preferences** seçeneğine tıklayınız.
76. Ekranı gelen ileti kutusunda,
- **Design Code** ağırlık listesi kutusundan **TS500-2000** seçeneğine tıklayınız.

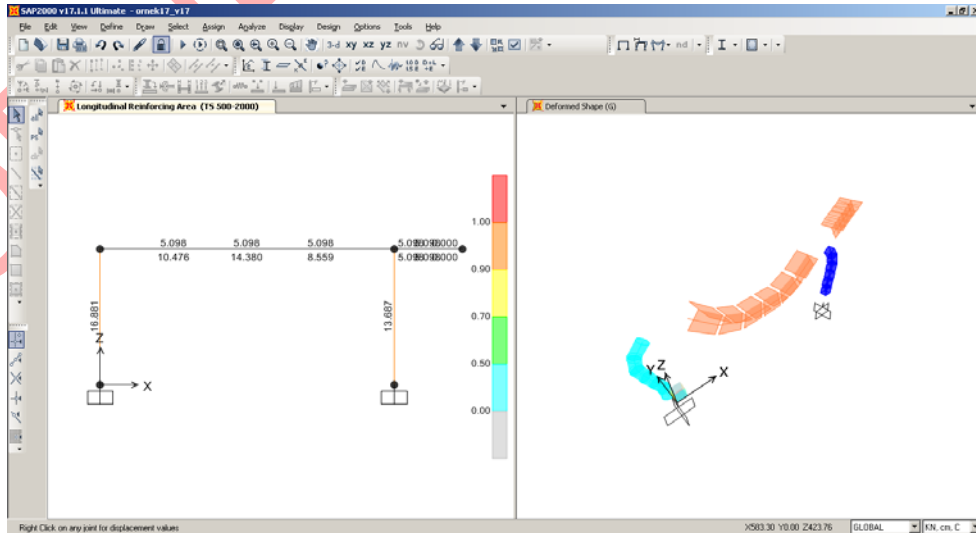


77. İç kuvvetleri belirlenen sistemin betonarme hesabını yapmak için **Design** menüsünde **Concrete Frame Design → Select Design Combos** seçeneğine tıklayınız.
78. **List of Load Combinations** bölümünde bulunan **1.4G+1.6Q**, **G+Q+E** ve **G+Q-E** yüklemelerini seçiniz ve **Add** düğmesine basarak seçilen yüklemeleri **Design Load Combinations** bölümüne aktarınız. Böylece **Design Load Combinations** bölümünde betonarme hesapta kullanılacak tüm yüklemelerin bulunmasını sağlayınız.

79. **Automatically Generate Code-Based Design Load Combinations** kutucuğunu seçili durumdan çıkarınız ve **OK** düğmesine basarak ileti kutusunu kapatınız.



80.  **Show Undeformed Shape** (Şekildeğiştirmemiş Durumu Gösterme) düğmesine basarak veya klavyede **F4** tuşuna basarak tekrar sadece çubuk ve düğüm noktası eleman numaralarının görünmesini sağlayınız.
81.  düğmesine basarak **Display Options For Active Window** ileti kutusunu ekrana getiriniz.
82. Ekrana gelen ileti kutusunun **Joints** ve **Frames** bölümlerindeki **Labels** radyo düğmelerini seçili durumdan çıkarınız ve **OK** düğmesine basınız. Bu işlem ekranda sadece çubuk elemanların görünmesini sağlayacaktır.
83. **Design** menüsünde **Concrete Frame Design**→**Start Design/Check of Structure** seçeneğine tıklayarak betonarme hesabı yapınız. Hesaplama tamamlandıktan sonra aktif pencerede elemanların üzerinde hesaplanan donatı alanları yazılmaktadır. Örnekte kN ve m birimleri kullanıldığı için donatı alanları m<sup>2</sup> cinsindedir. Bunları cm<sup>2</sup> cinsinden görmek için konum çubuğunun sağındaki birimleri içeren açılır liste kutusundan **KN-cm** seçeneğine tıklayınız.



5. Bu ileti kutusunda

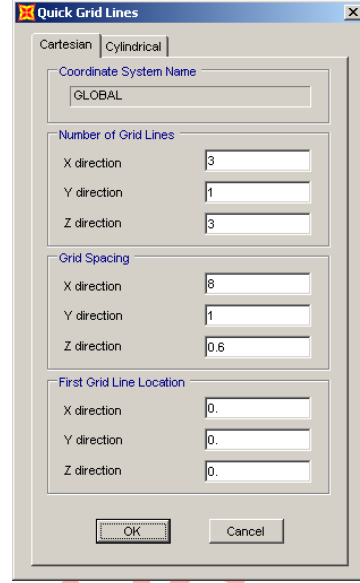
**Number of Grid Lines** bölümünde,

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

**Grid Spacing** bölümünde,

- X direction **8**
- Y direction **1**
- Z direction **0.6** yazınız.
- **OK** düğmesine basınız.

6. Bu işlem sonunda ekrana; sağda üç boyutlu (3D View), solda Z=1.2 kotunda X-Y düzlemindeki (X-Y Plane @ Z=1.2) plan görünümü içeren 2 pencere gelecektir. Aktif pencerenin başlık bölümü mavi renkte, aktif olmayan pencerenin başlık bölümü gri renktedir.



7. Sol pencerenin başlık çubuğuna tıklayarak aktif duruma gelmesini sağlayınız. X-Z düzlemindeki görünümü ekrana getirmek için **XZ** düğmesine basınız.

8. **Define** menüsünden **Coordinate Systems/Grids...** seçeneğini tıklayınız. Ekrana gelen **Coordinate/Grid Systems** ileti kutusunda **GLOBAL** seçeneğine tıklayınız ve **Modify/Show System...** düğmesine basınız.

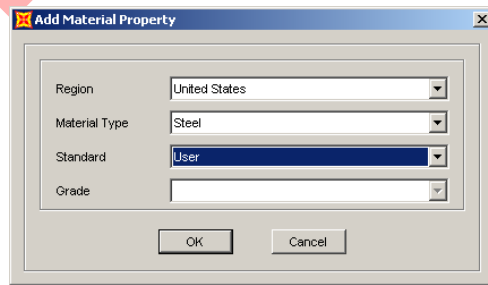
9. Ekrana gelen ileti kutusunda **Z Grid Data** bölümünde **1.2** sayısını **1.8** olarak değiştiriniz ve **2** kez **OK** düğmelerine basınız. Bu işlem **Z=1.2** kotundaki grid çizgilerini **1.8** kotuna taşıyacaktır.

### Malzeme ve Kesit Özelliklerinin Tanımlanması:

10. **Define** menüsünden **Materials...** komutunu seçiniz veya **ME** düğmesine basınız.

11. Ekrana gelen **Define Materials** ileti kutusunda **Add New Material...** düğmesine basınız.

12. Ekrana gelen **Add Material Property** ileti kutusunda **Material Type** bölümünü **Steel, Standard** bölümünü **User** olarak seçiniz ve **OK** düğmesine basınız.

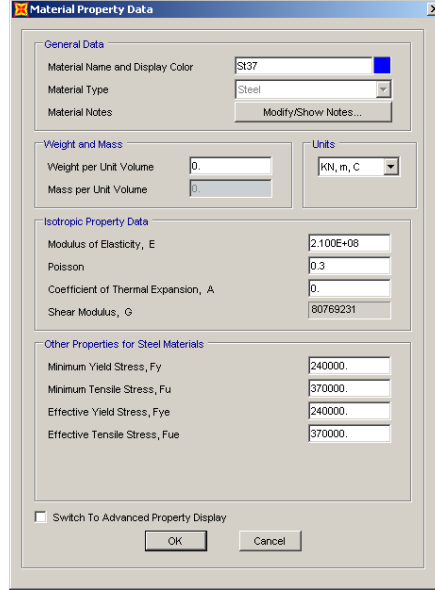


13. Ekrana gelen **Define Materials** ileti kutusunda **Add New Material** düğmesine basınız. Bu işlemden sonra ekrana **Material Property Data** ileti kutusu gelecektir. Bu ileti kutusunda,

- **Material Name** yazı kutucuğuna **St37** yazınız.
- **Material Type** açılır listesinden **Steel** seçeneğine tıklayınız.
- **Weight per unit Volume** yazı kutucuğuna **0**
- **Modulus of Elasticity** yazı kutucuğuna **210000000**

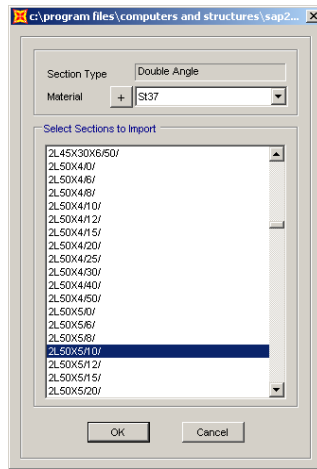


- **Poisson's Ratio** yazı kutucuğuna **0.3**
- **Coeff of Thermal Expansion** yazı kutucuğuna **0**
- **Minimum Yield Stress, Fy** yazı kutucuğuna **240000**
- **Minimum Tensile Stress, Fu** yazı kutucuğuna **370000**
- **Expected Yield Stress, Fye** yazı kutucuğuna **240000**
- **Expected Tensile Stress, Fue** yazı kutucuğuna **370000** yazınız ve **2** kez **OK** düğmesine basınız.

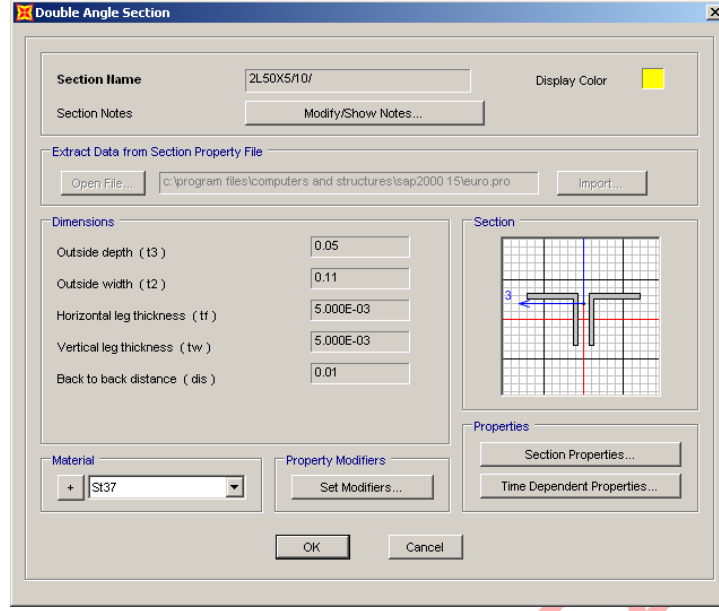


The image shows the 'Material Property Data' dialog box in a software application. The 'General Data' section has 'Material Name and Display Color' set to 'St37' and 'Material Type' set to 'Steel'. The 'Weight and Mass' section has 'Weight per Unit Volume' and 'Mass per Unit Volume' both set to '0'. The 'Units' dropdown is set to 'kN, m, C'. The 'Isotropic Property Data' section has 'Modulus of Elasticity, E' set to '2.100E+08', 'Poisson' set to '0.3', 'Coefficient of Thermal Expansion, A' set to '0', and 'Shear Modulus, G' set to '80769231'. The 'Other Properties for Steel Materials' section has 'Minimum Yield Stress, Fy' set to '240000', 'Minimum Tensile Stress, Fu' set to '370000', 'Effective Yield Stress, Fye' set to '240000', and 'Effective Tensile Stress, Fue' set to '370000'. There is a checkbox for 'Switch To Advanced Property Display' which is unchecked. The 'OK' and 'Cancel' buttons are at the bottom.

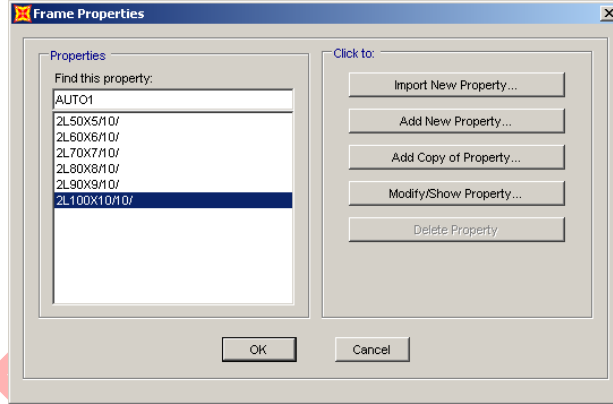
14. **Define** menüsünden **Section Properties** → **Frame Sections...** seçeneğine tıklayınız.
15. **Frame Properties** ileti kutusunda **Import New Property** düğmesine basınız.
16. Ekrana gelen ileti kutusunda **Double Angle** seçeneğine tıklayınız.
17. Ekrana gelen ileti kutusunda yazı kutucuğundan SAP2000 programının bulunduğu dizini seçiniz. Bu bölümde listelenen ve uzantıları pro olan dosyalardan **Euro.Pro** dosyasını seçiniz ve Aç (Open) düğmesine basınız.
18. Ekrana gelen ileti kutusunda **Material** bölümünden **St37**'yi seçiniz.
19. Listedten **2L50x5/10/** kesitini seçiniz ve **OK** düğmesine basarak kesiti yükleyiniz.



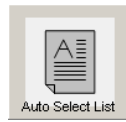
The image shows the 'Section Properties' dialog box in a software application. The 'Section Type' dropdown is set to 'Double Angle'. The 'Material' dropdown is set to 'St37'. The 'Select Sections to Import' list contains the following sections: 2L45x30x6/50/, 2L50x40/, 2L50x46/, 2L50x48/, 2L50x410/, 2L50x412/, 2L50x415/, 2L50x420/, 2L50x425/, 2L50x430/, 2L50x440/, 2L50x450/, 2L50x50/, 2L50x56/, 2L50x58/, 2L50x510/ (highlighted), 2L50x512/, 2L50x515/, and 2L50x520/. The 'OK' and 'Cancel' buttons are at the bottom.



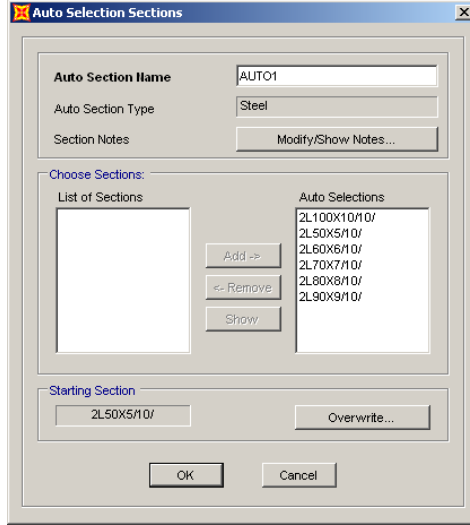
20. Benzer işlemleri yaparak sırası ile **2L60X6/10/**, **2L70X7/10/** , **2L80X8/10/** , **2L90X9/10/** , **2L100X10/10/** kesitlerini tanımlayınız. Listedен birден fazla kesitin bir seferde seçmesi istenirse seçim işlemi sırasında klavyede **Ctrl** tuşu basılı tutulmalıdır.



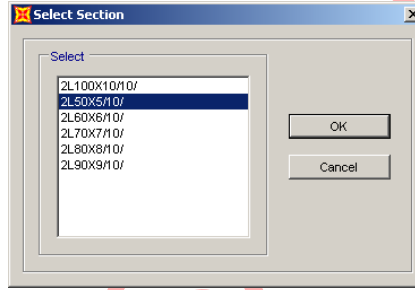
21. **Define** menüsünden **Section Properties** → **Frame Sections...** seçeneğine tıklayınız.  
 22. **Frame Properties** ileti kutusunda **Add New Property** düğmesine basınız.  
 23. Ekranа gelen ileti kutusunda **Auto Select List** seçeneğine tıklayınız.



24. Soldaki **List of Sections** listesinden klavyede **Shift** tuşunu basılı tutarak tüm **2L** kesitlerini seçiniz.  
 25. **Add** düğmesine basarak **AUTO1** kesitinde kullanılacak kesitleri ekleyiniz.




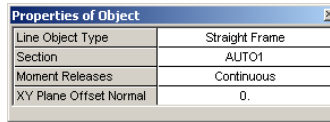
26. **Overwrite...** düğmesine basınız ve ekrana gelen **Select Sections** ileti kutusunda **2L50x5/10/** seçeneğine tıklayınız.



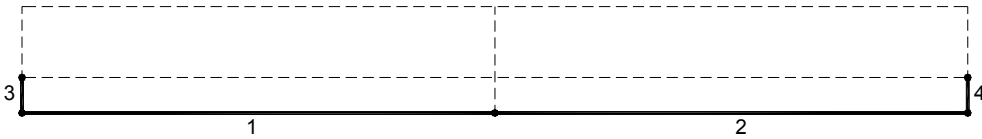
27. **3** kez **OK** düğmesine basarak kesit tanımlama işlemini tamamlayınız.

### Sistem Geometrisinin Oluşturulması:

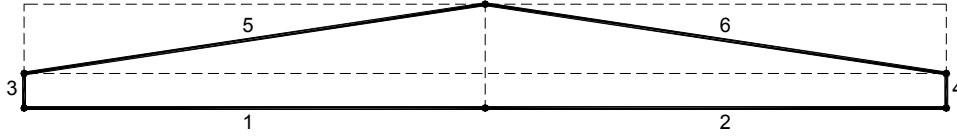
28. Elemanları oluşturmaya başlamak için ekranın solundaki simge tablosundan hızlı çubuk eleman oluşturma (**Quick Draw Frame Element**) simgesine  tıklayınız. Çizim moduna geçildiğinden mouse imlecinin şeklinin değiştiğine dikkat ediniz.
29. Ekrana gelen **Properties of Object** ileti kutusu oluşturulacak elemanın özelliklerinin seçilmesine olanak sağlamaktadır. Oluşturulacak elemanların malzeme ve kesit özellikleri yukarıda oluşturulduğundan bu aşamada **Properties of Object** penceresinden ilgili kesit seçimi yapılabilir.
30. **Section** açılır listesinden **AUTO1** seçeneğine tıklayınız.



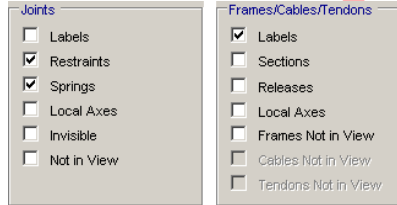
31. Aşağıda verilen sırada gridlerin üzerine tıklayarak çubukları oluşturunuz.




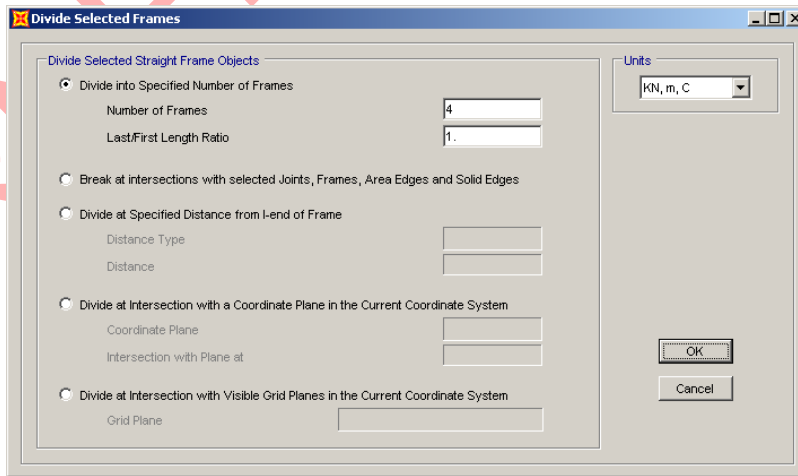
32. Ekranın solundaki simge tablosundan  çubuk eleman oluşturma düğmesine basınız.



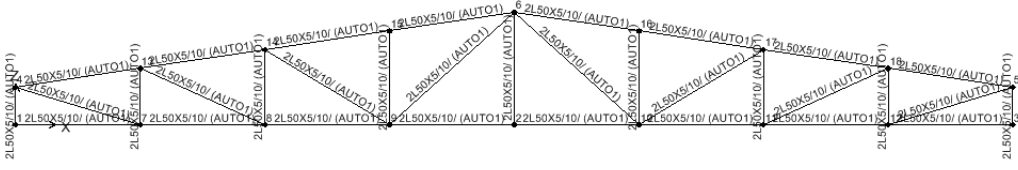
33. Grid çizgilerinin kesişim noktalarını sol mouse tuşuyla tıklayarak yukarıda verilen şekildeki **5** ve **6** numaralı elemanları oluşturunuz.
34. Klavyede **Esc** tuşuna basarak çizim modundan çıkınız.
35. Toplam 6 adet çubuk eleman oluşturulduktan sonra **View** menüsünden **Set Display Options** seçeneğine tıklayınız.
36. Ekranı gelen **Display Options For Active Window** ileti kutusunda oluşturulan çubuk elemanların adlarını veya numaralarını ekranda göstermek için **Frame/Cables/Tendons** bölümündeki **Labels** seçeneğini seçili duruma getiriniz, ekranda düğüm noktalarının gösterilmesini sağlamak için de **Joints** bölümünde **Invisible** seçeneğini seçili durumdan çıkarıp **OK** düğmesine basınız.




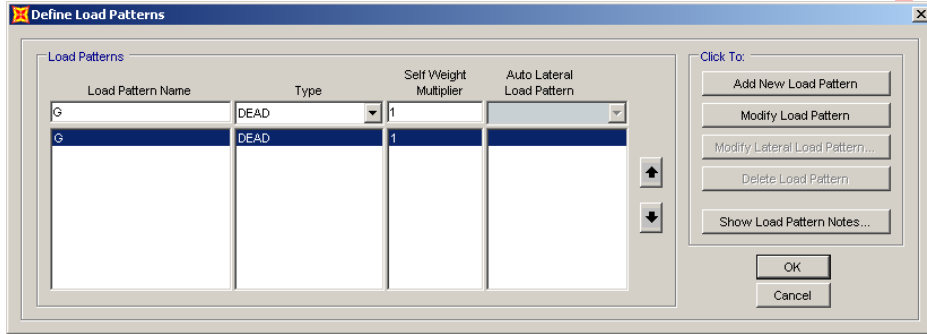
37. Ekranda **1, 2, 5, 6** numaralı elemanları sol mouse ile üzerlerine tıklayarak seçili duruma getiriniz.
38. **Edit** menüsünde **Edit Lines** → **Divide Frames** seçeneğine tıklayınız veya  düğmesine basınız.
39. Ekranı gelen **Divide Selected Frames** ileti kutusunda **Divide into** yazı kutucuğuna **4**, **Last/First ratio** yazı kutucuğuna **1** yazıp **OK** düğmesine basınız.




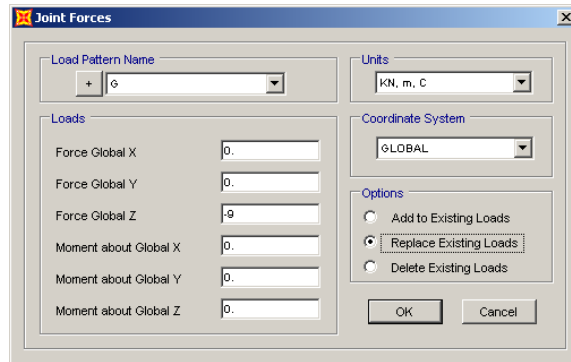


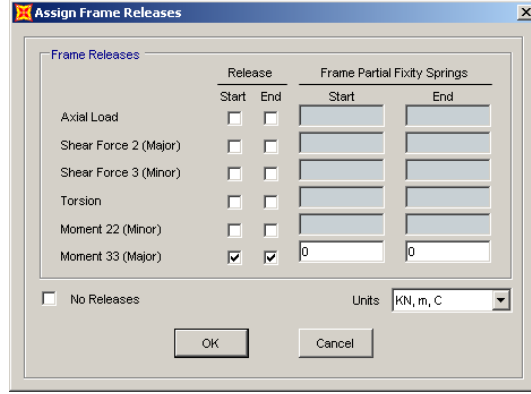


51. Ekranın üst bölümündeki **Save** (dosya kaydetme)  düğmesine basınız ve oluşturulan sistem modeline uygun bir ad vererek saklayınız.
52. **Define** menüsünden **Load Patterns...** seçeneğine tıklayınız. Ekrana gelen **Define Load Patterns** ileti kutusunun **Load Patterns** bölümündeki **Load Pattern Name** yazı kutucuğuna **G** yazınız, **Add New Load Pattern** düğmesine basınız.
53. **DEAD** yüklemesine tıklayınız ve **Delete Load Pattern** düğmesine basarak bu yüklemeyi siliniz. **OK** düğmesine basarak yükleme türü tanımını tamamlayınız.

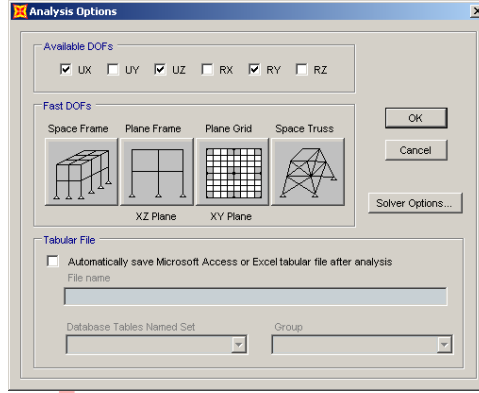


54. **View** menüsünden **Set Display Options** seçeneğine tıklayınız.
55. Ekrana gelen **Display Options For Active Window** ileti kutusunda oluşturulan çubuk elemanların kesit özelliklerini ekranda göstermek için **Frame/Cables/Tendons** bölümündeki **Sections** seçeneğini seçili durumdan çıkarınız ve **OK** düğmesine basınız.
56. **4** ve **5** numaralı düğüm noktalarına tıklayarak seçili duruma getiriniz.
57. **Assign** menüsünde **Joint Loads** → **Forces** seçeneğine tıklayınız veya  düğmesine basınız.
58. Ekrana gelen **Joint Forces** ileti kutusunun,
  - **Load Case Name** bölümündeki açılır listede **G** yüklemesi bulunmaktadır. Birden fazla yükleme olması durumunda açılır listeden ilgili yüklemenin seçilmesi ve yük değerinin bu işlemde sonra girilmesi uygundur.
  - **Loads** bölümündeki **Force Global Z** yazı kutucuğuna **-9** yazıp **OK** düğmesine basınız.

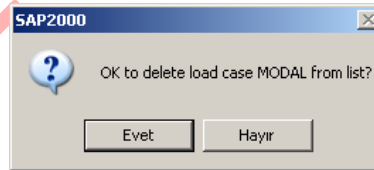





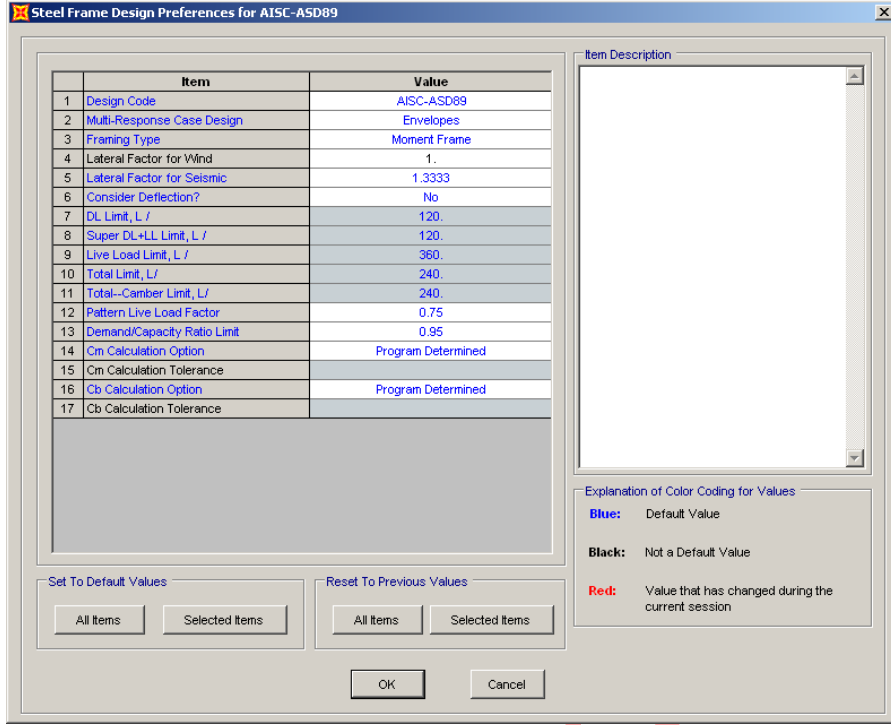
67. **Analyze** menüsünde **Set Analysis Options...** seçeneğine tıklayınız.
68. Ekrana gelen **Analysis Options** ileti kutusunda sistem X-Z düzleminde bulunan bir düzlem sistem olduğundan **Fast DOFs** bölümünde **Plane Frame X-Z Plane** seçeneğine tıklayınız veya **Available DOFs** bölümünde yalnızca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



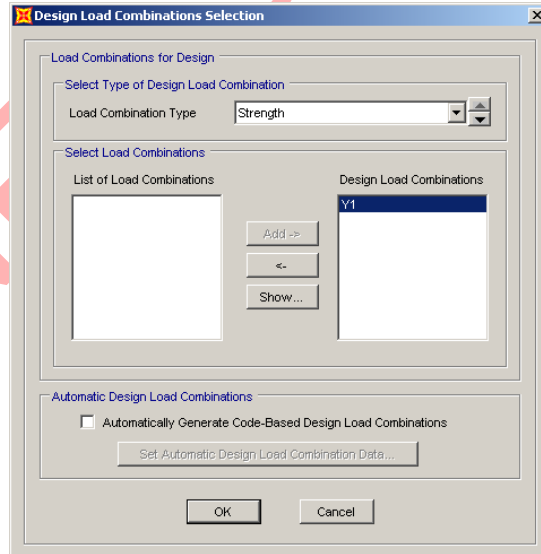
69. **Define** menüsünde **Load Cases...** seçeneğine tıklayınız. Ekrana gelen ileti kutusunda **MODAL** seçeneğine tıklayınız ve **Delete Load Case** düğmesine basınız. Ekrana gelen ileti kutusunda **Evet (Yes)** düğmesine basarak bu yüklemeyi kaldırınız.



70. Benzer işlemi **DEAD** yüklemesi için tekrarlayınız. **OK** düğmesine basarak işlemi sonlandırınız.
71. **Define** menüsünde **Load Combinations** seçeneğine tıklayınız veya  düğmesine basınız.
72. Ekrana gelen **Define Load Combinations** ileti kutusunda **Add New Combo** düğmesine basınız.
73. Ekrana gelen **Load Combination Data** ileti kutusunun,
- **Load Combination Name** yazı kutucuğuna **Y1** yazınız.
  - **Load Case Name** bölümü **G**
  - **Load Case Type** bölümü **Linear Static**
  - **Scale Factor** bölümü **1**

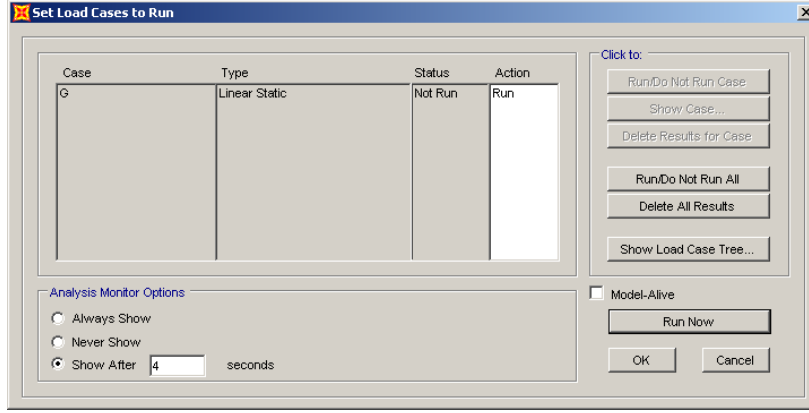


77. **Design** menüsünde **Steel Frame Design** bölümünde **Select Design Combos** (Tasarımda kullanılacak yükleme kombinasyonları) seçeneğine tıklayınız.
78. Ekranı boyutlama kullanılacak kombinasyon bilgilerini içeren ileti kutusu gelecektir. Sol bölümde olan **Y1** yük kombinasyonunu seçiniz ve **Add** düğmesine basınız. **Automatic Generate Code-Based Design Load Combinations** bölümündeki seçeneği kaldırınız ve **OK** düğmesine basınız.

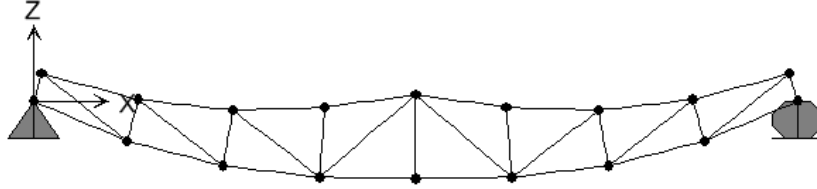


79. **Analyze** menüsünden **Run Analysis** seçeneğine tıklayınız.

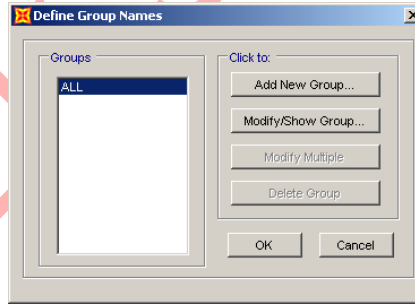




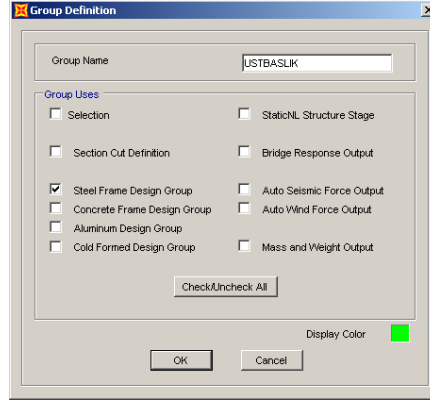
80. Ekrana gelen ileti kutusunda **Run Now** düğmesine basarak hesaplamayı başlatınız.
81. Analiz tamamlandığında ekrana **G** yüklemesine ilişkin şekildegıştirmiş durum görünecektir.



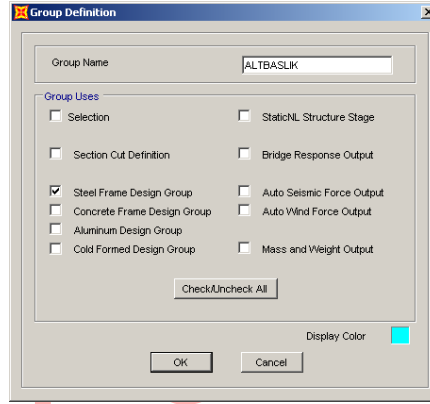
82. Uygulamada başlık çubuklarının kesitlerinin benzer seçilmesi sıklıkla uygulanmaktadır. Bu nedenle üst başlık çubuklarının tamamı için bir kesit ve alt başlık çubuklarının tamamı için bir başka kesit seçimi yapılmalıdır. SAP2000 programında bu işlem gruplama ile yapılabilmektedir.
83. **Define** menüsünde **Groups...** seçeneğine tıklayınız.



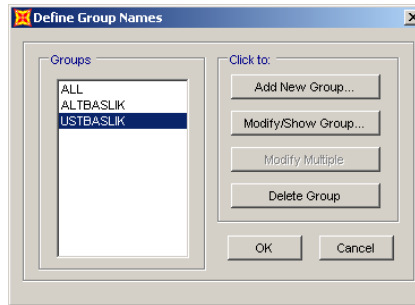
84. Ekrana gelene **Define Groups** ileti kutusunda **Add New Group** düğmesine basınız. Ekrana gelen **Group Definition** ileti kutusunda **Group Name** yazı kutucuğuna **USTBASLIK** yazınız.
85. Sadece **Steel Frame Design Group** (Çelik çerçeve tasarım grubu) kutucuğunu seçili duruma getirip **OK** düğmesine basınız.



86. Ekranaya gelen ileti kutusunda yeniden **Add New Group** düğmesine basınız.
87. Ekranaya gelen **Group Definition** ileti kutusunda **Group Name** yazı kutucuğuna **ALTBASLIK** yazınız. **Steel Frame Design Group** (Çelik çerçeve tasarım grubu) kutucuğunu seçili duruma getirip **2** kez **OK** düğmesine basınız.

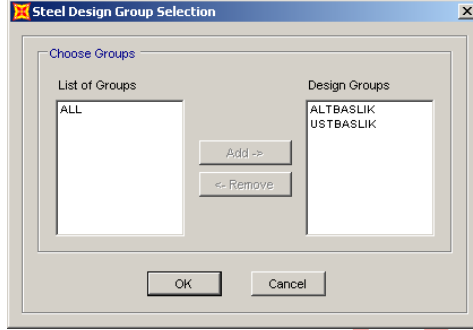



88. Bu işlem ile kullanılacak grup adları tanımlanmış olmaktadır.
89. Klavyede **F4** tuşuna basarak şekildeğiştirmemiş durumu ekranaya getiriniz.
90. Üst başlık çubuklarından oluşacak grubu tanımlamak için tüm üst başlık çubuklarını seçili duruma getiriniz (8 adet çubuk).
91. **Assign** menüsünde **Assign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

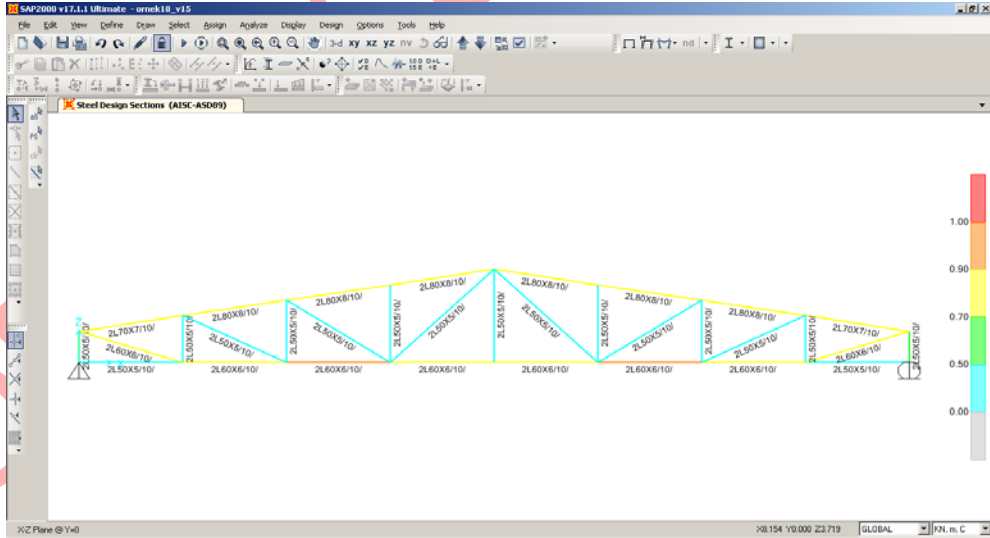


92. Alt başlık çubuklarından oluşacak grubu tanımlamak için tüm alt başlık çubuklarını seçili duruma getiriniz. (8 adet çubuk)

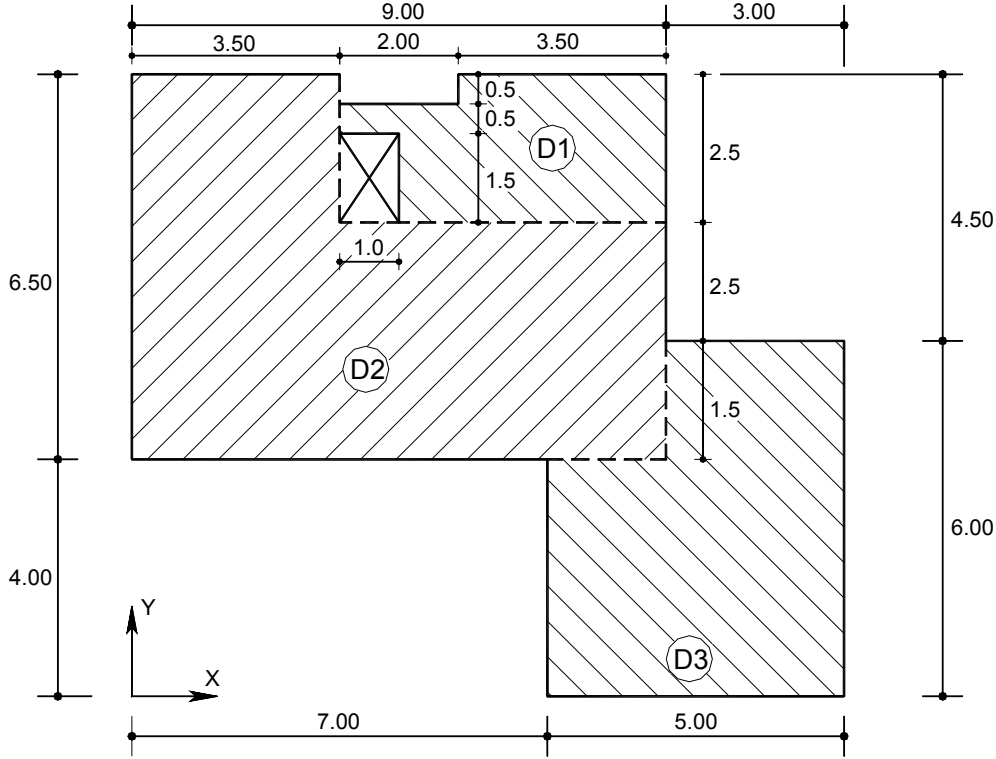
93. **Assign** menüsünde **Assign to Group...** seçeneğine tıklayınız. Ekranı gelen **Assign/Define Group Names** ileti kutusunda **ALTBASLIK** seçeneğine tıklayınız ve **OK** düğmesine basınız.
94. **Design** menüsünde **Steel Frame Design** bölümünde **Select Design Groups** seçeneğine tıklayınız.
95. Ekranı gelen **Steel Design Group Selection** ileti kutusunun **List of Groups** bölümünde **ALTBASLIK** ve **USTBASLIK** seçeneklerini seçili duruma getiriniz. (Klavyede Ctrl tuşu basılı durumdayken sol mouse tuşu tıklanarak seçim işlemi yapılabilir.)
96. **Add** düğmesine basarak bu grupların çelik tasarımda tasarım grubu olarak kullanılacağını belirtiniz. **OK** düğmesine basarak ileti kutusunu kapatınız.



97. **Design** menüsünde **Steel Frame Design** bölümünde **Start Design/Check of Structure** seçeneğine tıklayarak veya  düğmesine basarak boyutlandırma işlemi başlatınız.
98. Tasarım bittiğinde program tarafından gerilme koşullarını sağlayacak şekilde çubuk eleman kesitlerinin **AUTO1** kesiti içinde tanımlanan kesitler arasından otomatik olarak seçildiği ve ayrıca üst başlık ve alt başlık için ortak kesit seçim işleminin de program tarafından gerçekleştirildiği görülecektir.




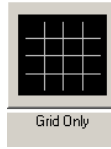
99. Gerilme durumlarının oranı renklerle belirtilmektedir. Kırmızı renk, oranın 1.0'den büyük olduğu diğer bir deyişle  $\sigma > \sigma_{em}$  olan çubukları göstermektedir. Çözülen örnekte böyle bir durum bulunmamaktadır.
100. Ekranın en solundaki **24** numaralı diyagonal çubuğun üzerinde sağ mouse tuşuyla tıkladığında ekrana boyutlandırma bilgilerin içeren **Steel Stress Check Information** ileti kutusu gelmektedir.

**ÖRNEK 19: Döşeme Sistemi**

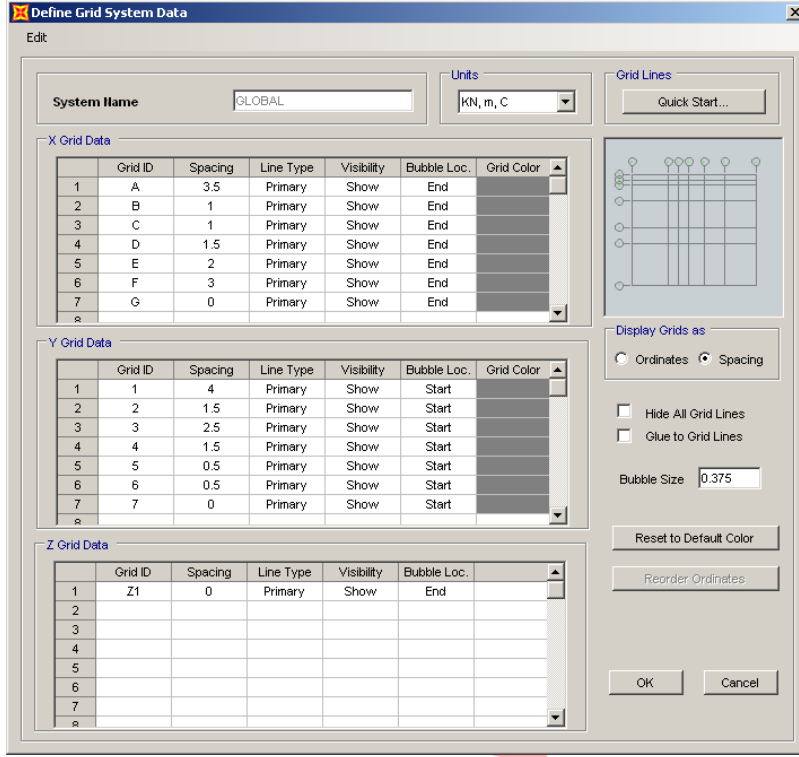
Şekilde verilen döşeme sisteminin çözümü.


**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.




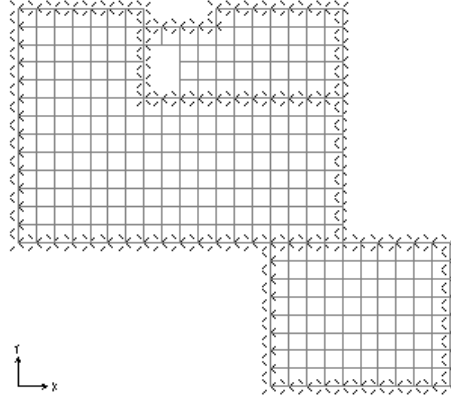
3. Ekrana gelen **Quick Grid Line** ileti kutusunda,
  - **Number of Grid Lines** bölümüne,
    - X direction yazı kutucuğuna **7**
    - Y direction yazı kutucuğuna **7**
    - Z direction yazı kutucuğuna **1**
  - **Grid Spacing** bölümüne
    - X direction yazı kutucuğuna **1**
    - Y direction yazı kutucuğuna **1**
    - Z direction yazı kutucuğuna **3**
 yazınız ve **OK** düğmesine basınız.



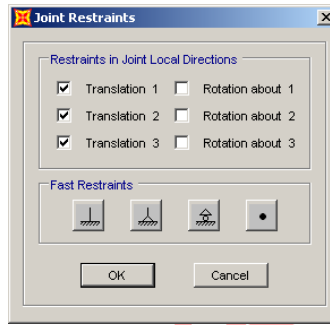
11.  düğmesine veya klavyede **F3** tuşuna basınız.

#### Malzeme Özelliklerinin Tanımlanması:


12. Döşeme malzemesini tanımlamak için **Define** menüsünden **Materials...** komutunu seçiniz veya  düğmesine basınız.
13. Ekrana gelen ileti kutusunda yeni bir malzeme tanımlamak için **Add New Material...** düğmesine basınız.
14. Ekrana gelen **Add Material Property** ileti kutusunda **Material Type** bölümünü **Other** olarak seçiniz ve **OK** düğmesine basınız.
15. Bu işlemden sonra ekrana malzeme özelliklerini gösteren **Material Property Data** ileti kutusu gelecektir. Bu ileti kutusunda,
- **Material Name** yazı kutucuğuna **BETON** yazınız.
  - **Material Type** bölümünde **Other** seçeneğine tıklayınız.
  - **Weight per unit Volume** yazı kutucuğuna **25**
  - **Modulus of Elasticity** yazı kutucuğuna **30000000**
  - **Poisson's Ratio** yazı kutucuğuna **0.2**
  - **Coeff of Thermal Expansion** yazı kutucuğuna **0** yazınız ve **OK** düğmesine basınız.

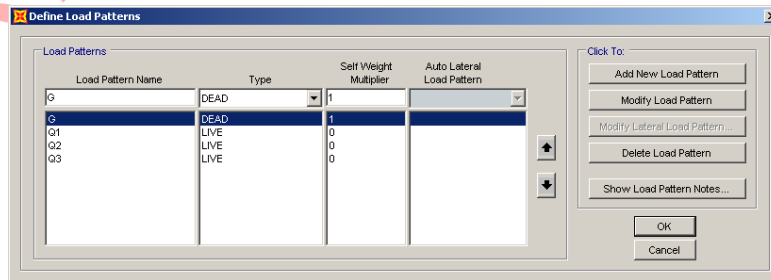


42. Ekranı gelen ileti kutusunda **Translation 1**, **Translation 2** ve **Translation 3** yerdeğiştirme bileşenlerini tutulu duruma getiriniz ve **OK** düğmesine basınız.

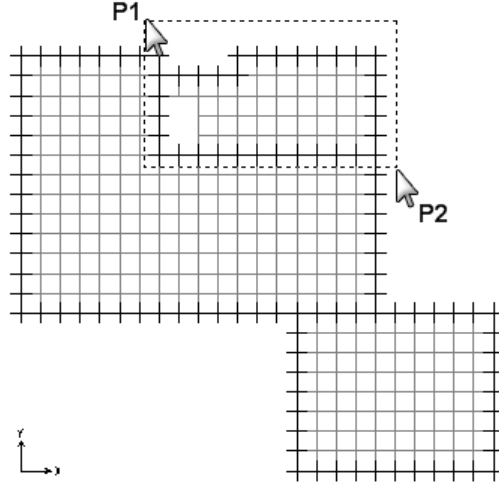


#### Yüklerin Tanımlanması ve Elemanlara Atanması:

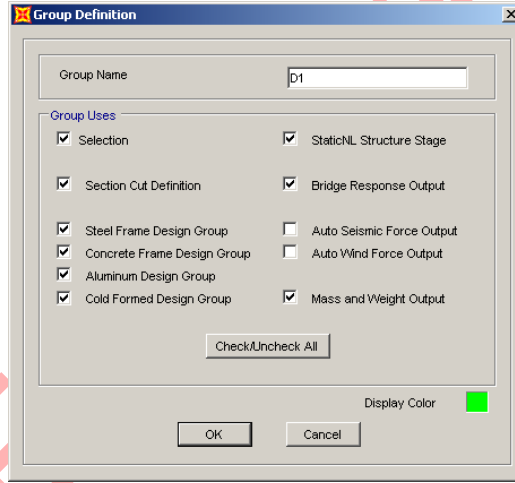
43. **Define** menüsünde **Load Patterns** seçeneğine tıklayınız veya  düğmesine basınız. Ekranı gelen **Define Load Patterns** ileti kutusunda **Load Pattern Name** kutucuğuna **G** yazınız ve **Add New Load Pattern** düğmesine basınız.
44. **Load Pattern Name** kutucuğuna **Q1** yazınız. **Type** açılır listesinden **LIVE** seçeneğine tıklayınız ve **Add New Load Pattern** düğmesine basınız.
45. **Load Pattern Name** kutucuğuna **Q2** yazınız. **Type** açılır listesinden **LIVE** seçeneğine tıklayınız ve **Add New Load Pattern** düğmesine basınız.
46. **Load Pattern Name** kutucuğuna **Q3** yazınız. **Type** açılır listesinden **LIVE** seçeneğine tıklayınız ve **Add New Load Pattern** düğmesine basınız.
47. **DEAD** yüklemesinin üzerine tıklayınız ve **Delete Load Pattern** düğmesine basınız.



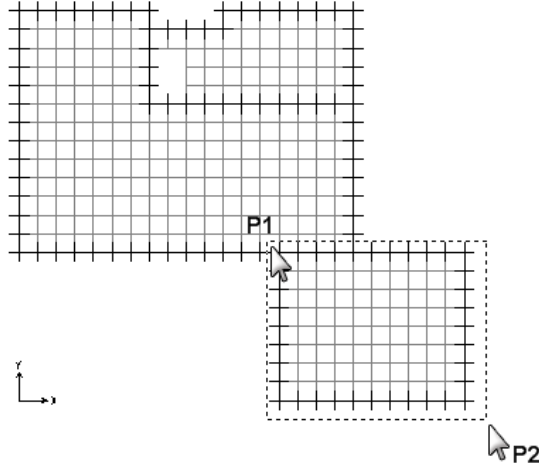
48. **OK** düğmesine basarak yükleme tanımlama işlemini tamamlayınız.
49. P1 ve P2 noktaları ile gösterilen şekle benzer bir biçimde pencere oluşturarak D1 döşemesini oluşturan elemanları seçili duruma getiriniz.




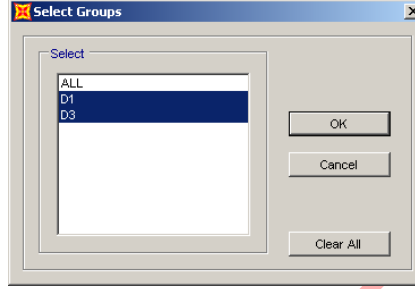
50. Menüde **Assign**→**Assign to Group** seçeneğine tıklayınız. Ekranı gelen ileti kutusunda **Add New Group** düğmesine basınız.
51. Ekranı gelen ileti kutusunda **Group Name** kutucuğuna **D1** yazınız ve **2** kez **OK** düğmesine basınız.



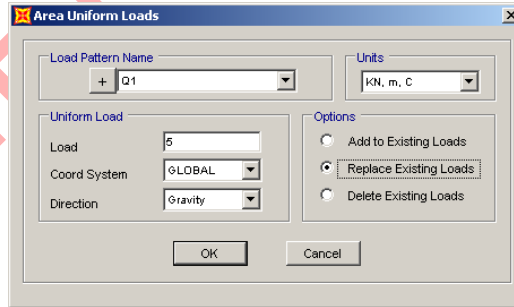
52. P1 ve P2 noktaları ile gösterilen şekle benzer bir biçimde pencere oluşturarak D3 döşemesini oluşturan elemanları seçili duruma getiriniz.



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.




57. Bu işlem D1 ve D3 döşemelerini seçimden çıkarır ve D2 döşemesi seçili olarak kalır.
58. Menüde **Assign→Assign to Group** seçeneğine tıklayınız. Ekranı gelen ileti kutusunda **Add New Group** düğmesine basınız.
59. Ekranı gelen ileti kutusunda **Group Name** kutucuğuna **D2** yazınız ve **2** kez **OK** düğmesine basınız.
60. D1 döşemesini seçmek için menüde **Select→Select→Groups...** seçeneğine tıklayınız. Ekranı gelen ileti kutusunda **D1** seçeneğine tıklayınız ve **OK** düğmesine basınız.
61. Menüde **Assign→Area Loads→Uniform (Shell)...** seçeneğine tıklayınız.
62. Ekranı gelen ileti kutusunda,
  - **Load Pattern Name** listesinden **Q1**'i seçiniz.
  - **Load** kutucuğuna **5** yazınız ve **OK** düğmesine basınız.



Böylece D1 döşemesine **5kN/m<sup>2</sup>** yayılı yük etkilmiş olur. Gravity (Yerçekimi yönü) **-Z** yönünde olduğundan yük değeri pozitif olarak girilmektedir.

63. D2 döşemesini seçmek için menüde **Select→Select→Groups...** seçeneğine tıklayınız. Ekranı gelen ileti kutusunda **D2** seçeneğine tıklayınız ve **OK** düğmesine basınız.
64. Menüde **Assign→Area Loads→Uniform (Shell)...** seçeneğine tıklayınız.
65. Ekranı gelen ileti kutusunda,
  - **Load Pattern Name** listesinden **Q2**'yi seçiniz.
  - **Load** kutucuğuna **3.5** yazınız ve **OK** düğmesine basınız.



66. D3 döşemesini seçmek için menüde **Select→Select→Groups...** seçeneğine tıklayınız. Ekranaya gelen ileti kutusunda **D3** seçeneğine tıklayınız ve **OK** düğmesine basınız.
67. Menüde **Assign→Area Loads→Uniform (Shell)...** seçeneğine tıklayınız.
68. Ekranaya gelen ileti kutusunda,
  - **Load Pattern Name** listesinden **Q3**'ü seçiniz.
  - **Load** kutucuğuna **2** yazınız ve **OK** düğmesine basınız.
69. **Define** menüsünde **Load Cases...** seçeneğine tıklayınız veya  düğmesine basınız. Ekranaya gelen ileti kutusunda **DEAD ve MODAL** yüklemelerini, önce tıklayarak ve sonra **Delete Load Case...** düğmesine basarak siliniz.
70. Yüklemenin silineceğini belirten uyarı mesajına **Evet (Yes)** düğmesine basarak yanıt veriniz. **OK** düğmesine basarak yükleme durumlarının tanımlanması işlemini tamamlayınız.

#### **Yük Birleşimlerinin Tanımlanması:**

71. **Define** menüsünde **Load Combinations...** seçeneğine tıklayınız.
72. Ekranaya gelen ileti kutusunda **Add New Combo** düğmesine basınız.
73. Ekranaya gelen ileti kutusunda,
  - **Load Combination Name** yazı kutucuğuna **KOMBO1** yazınız.
  - **Load Case Name** listesinden **G**'yi seçiniz.
  - **Scale Factor** kutucuğuna **1.4** yazınız ve **Add** düğmesine basınız.
  - **Load Case Name** listesinden **Q1**'i seçiniz.
  - **Scale Factor** kutucuğuna **1.6** yazınız ve **Add** düğmesine basınız.
  - **OK** düğmesine basarak yükleme birleşimi tanımını tamamlayınız.
74. Ekranaya gelen ileti kutusunda **Add New Combo** düğmesine basınız.
75. Ekranaya gelen ileti kutusunda,
  - **Load Combination Name** yazı kutucuğuna **KOMBO2** yazınız.
  - **Load Case Name** listesinden **G**'yi seçiniz.
  - **Scale Factor** kutucuğuna **1.4** yazınız ve **Add** düğmesine basınız.
  - **Load Case Name** listesinden **Q2**'yi seçiniz.
  - **Scale Factor** kutucuğuna **1.6** yazınız ve **Add** düğmesine basınız.
  - **OK** düğmesine basarak yükleme birleşimi tanımını tamamlayınız.
76. Ekranaya gelen ileti kutusunda **Add New Combo** düğmesine basınız.
77. Ekranaya gelen ileti kutusunda,
  - **Load Combination Name** yazı kutucuğuna **KOMBO3** yazınız.
  - **Load Case Name** listesinden **G**'yi seçiniz.
  - **Scale Factor** kutucuğuna **1.4** yazınız ve **Add** düğmesine basınız.
  - **Load Case Name** listesinden **Q3**'ü seçiniz.
  - **Scale Factor** kutucuğuna **1.6** yazınız ve **Add** düğmesine basınız.
  - **OK** düğmesine basarak yükleme birleşimi tanımını tamamlayınız.
78. Ekranaya gelen ileti kutusunda **Add New Combo** düğmesine basınız.
79. Ekranaya gelen ileti kutusunda
  - **Load Combination Name** yazı kutucuğuna **KOMBO4** yazınız.
  - **Load Case Name** listesinden **G**'yi seçiniz.
  - **Scale Factor** kutucuğuna **1.4** yazınız ve **Add** düğmesine basınız.
  - **Load Case Name** listesinden **Q1**'i seçiniz.
  - **Scale Factor** kutucuğuna **1.6** yazınız ve **Add** düğmesine basınız.
  - **Load Case Name** listesinden **Q2**'yi seçiniz.

- **Scale Factor** kutucuğuna **1.6** yazınız ve **Add** düğmesine basınız.
  - **OK** düğmesine basarak yükleme birleşimi tanımını tamamlayınız.
80. Ekranı gelen ileti kutusunda **Add New Combo** düğmesine basınız.
81. Ekranı gelen ileti kutusunda,
- **Load Combination Name** yazı kutucuğuna **KOMBO5** yazınız.
  - **Load Case Name** listesinden **G**'yi seçiniz.
  - **Scale Factor** kutucuğuna **1.4** yazınız ve **Add** düğmesine basınız.
  - **Load Case Name** listesinden **Q1**'i seçiniz.
  - **Scale Factor** kutucuğuna **1.6** yazınız ve **Add** düğmesine basınız.
  - **Load Case Name** listesinden **Q3**'ü seçiniz.
  - **Scale Factor** kutucuğuna **1.6** yazınız ve **Add** düğmesine basınız.
  - **OK** düğmesine basarak yükleme birleşimi tanımını tamamlayınız.
82. Ekranı gelen ileti kutusunda **Add New Combo** düğmesine basınız.
83. Ekranı gelen ileti kutusunda,
- **Load Combination Name** yazı kutucuğuna **KOMBO6** yazınız.
  - **Load Case Name** listesinden **G**'yi seçiniz.
  - **Scale Factor** kutucuğuna **1.4** yazınız ve **Add** düğmesine basınız.
  - **Load Case Name** listesinden **Q2**'yi seçiniz.
  - **Scale Factor** kutucuğuna **1.6** yazınız ve **Add** düğmesine basınız.
  - **Load Case Name** listesinden **Q3**'ü seçiniz.
  - **Scale Factor** kutucuğuna **1.6** yazınız ve **Add** düğmesine basınız.
  - **OK** düğmesine basarak yükleme birleşimi tanımını tamamlayınız.
84. Ekranı gelen ileti kutusunda **Add New Combo** düğmesine basınız.

Load Case Name	Load Case Type	Scale Factor
G	Linear Static	1.4
G1	Linear Static	1.6
Q2	Linear Static	1.6
Q3	Linear Static	1.6

85. Ekranı gelen ileti kutusunda,
- **Load Combination Name** yazı kutucuğuna **KOMBO7** yazınız.
  - **Load Case Name** listesinden **G**'yi seçiniz.
  - **Scale Factor** kutucuğuna **1.4** yazınız ve **Add** düğmesine basınız.
  - **Load Case Name** listesinden **Q1**'i seçiniz.
  - **Scale Factor** kutucuğuna **1.6** yazınız ve **Add** düğmesine basınız.
  - **Load Case Name** listesinden **Q2**'yi seçiniz.
  - **Scale Factor** kutucuğuna **1.6** yazınız ve **Add** düğmesine basınız.

- **Load Case Name** listesinden **Q3**'ü seçiniz.
  - **Scale Factor** kutucuğuna **1.6** yazınız ve **Add** düğmesine basınız.
  - **OK** düğmesine basarak yükleme birleşimi tanımını tamamlayınız.
86. Bu yük birleşimleri (kombinasyonları) hareketli yükün farklı etkiye durumlarını gözönüne almak için yapılmaktadır. Tasarımda bu farklı yükleme durumlarının oluşturacağı en elverişsiz iç kuvvetlere gereksinim olacağından tüm bu yük birleşimlerinin zarfının elde edilmesi gerekmektedir. SAP2000'de bu işlem türü **Envelope** (zarf) olan yeni bir yük birleşiminin tanımlanması ile yapılabilmektedir. Bu yük birleşimini tanımlamak için ekrana gelen ileti kutusunda **Add New Combo** düğmesine basınız.
87. Ekrana gelen ileti kutusunda,
- **Load Combination Name** yazı kutucuğuna **ZARF** yazınız.
  - **Load Combination Type** bölümünden **Envelope**'u seçiniz.
  - **Load Case Name** listesinden **KOMBO1**'i seçiniz ve **Add** düğmesine basınız.
  - **Load Case Name** listesinden **KOMBO2**'yi seçiniz ve **Add** düğmesine basınız.
  - **Load Case Name** listesinden **KOMBO3**'ü seçiniz ve **Add** düğmesine basınız.
  - **Load Case Name** listesinden **KOMBO4**'ü seçiniz ve **Add** düğmesine basınız.
  - **Load Case Name** listesinden **KOMBO5**'i seçiniz ve **Add** düğmesine basınız.
  - **Load Case Name** listesinden **KOMBO6**'yi seçiniz ve **Add** düğmesine basınız.
  - **Load Case Name** listesinden **KOMBO7**'yi seçiniz ve **Add** düğmesine basınız.
  - **2** kez **OK** düğmesine basarak yükleme birleşimi tanımını tamamlayınız.

Load Case Name	Load Case Type	Scale Factor
KOMB07	Combination	1.
KOMB01	Combination	1.
KOMB02	Combination	1.
KOMB03	Combination	1.
KOMB04	Combination	1.
KOMB05	Combination	1.
KOMB06	Combination	1.
KOMB07	Combination	1.

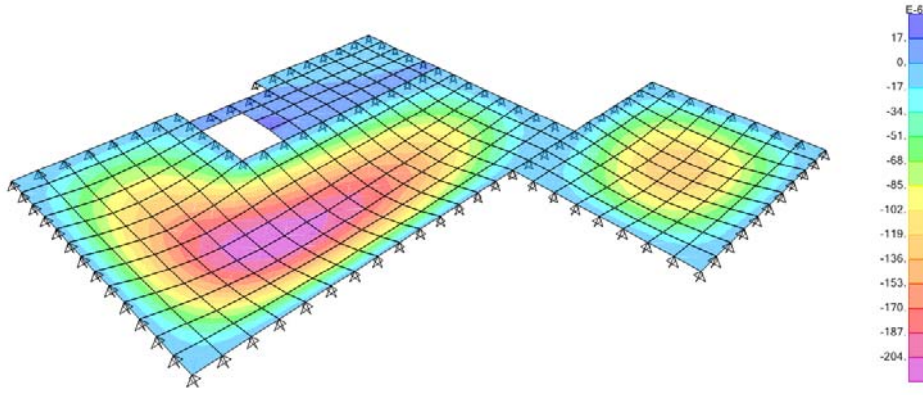
88. Böylece 8 adet yük kombinasyonu tanımlanmış olmaktadır.

93. Ekranı gelen ileti kutusunda

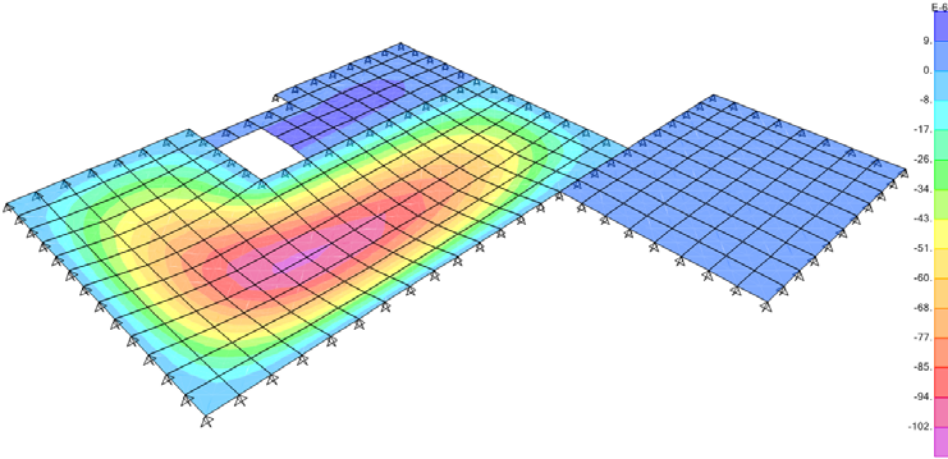
- **Case/Combo Name** bölümünden **G**'yi seçiniz.
- **Area Contours** bölümünde **Draw displacement contours on area objects** (yerdeğiştirmeleri renk ölçeği ile göster) kutucuğunu seçili duruma getiriniz.
- **Area Contour Component** bölümünden **Uz**'i seçiniz ve **OK** düğmesine basınız.


94. Ekranı G yüklemesine ait yerdeğiştirmiş şekil renklendirilmiş ölçek olarak getirilecektir.

**3-d** düğmesine basarak 3 boyutlu görünümü ekranı getiriniz.




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

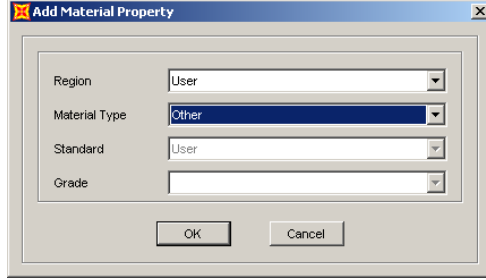


96. En elverişsiz yüklemde yüzeysel taşıyıcı elemanların iç kuvvetlerini ekranı getirmek için üst bölümdeki menüden,  düğmesini ve çıkacak alt menüden **Shells** seçeneğini tıklayınız.

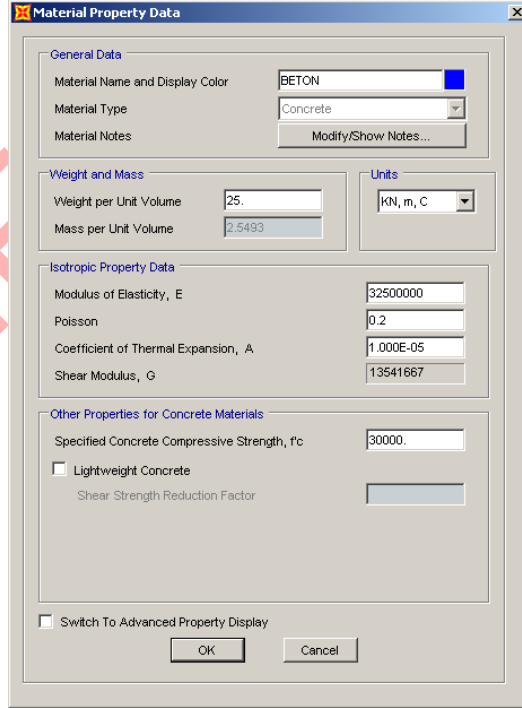
97. Ekranı gelen ileti kutusunda,

- **Case/Combo Name** bölümünden **ZARF**'i
- **Multivalued Options** bölümünde **Envelope Max**'i seçiniz.
- **Component Type** bölümünden iç kuvvetleri göstermek için **Resultant Forces** seçeneğine tıklayınız.
- **Component** bölümünden **M11** seçeneğine tıklayınız. M11 momenti yüzeysel elemanların 2 eksenı etrafındaki eğilme momentini belirtmektedir.

8. Beton malzemeyi tanımlamak için **Define** menüsünden **Materials...** komutunu seçiniz veya  düğmesine basınız.
9. Ekranı gelen ileti kutusunda yeni bir malzeme tanımlamak için **Add New Material...** düğmesine basınız.
10. Ekranı gelen **Add Material Property** kutusunda,
  - **Region** (Bölge) açılır listesinden **User** (Kullanıcı) seçeneğini
  - **Material Type** açılır listesinden **Other** seçeneğini seçiniz ve **OK** düğmesine basınız.



11. Bu işlemten sonra ekrana malzeme özelliklerini gösteren **Material Property Data** ileti kutusu gelecektir. Bu ileti kutusunda,
  - **Material Name** yazı kutucuğuna **BETON** yazınız.
  - **Material Type** bölümünde **Concrete** seçeneğine tıklayınız.
  - **Weight per unit Volume** yazı kutucuğuna **25**
  - **Modulus of Elasticity** yazı kutucuğuna **32500000**
  - **Poisson's Ratio** yazı kutucuğuna **0.2**
  - **Coeff of Thermal Expansion** yazı kutucuğuna **1.E-5**
  - **Specified Concrete Compressive Strength f<sub>c</sub>** yazı kutucuğuna **30000** yazınız ve **OK** düğmesine basınız.




12. Çelik ardgerme kablosunun malzemesini tanımlamak için ekrandaki ileti kutusunda **Add New Material** düğmesine basınız.
13. Ekranı gelen **Add Material Property** kutusunda,

- **Region** bölümünde **User**
- **Material Type** bölümünde **Tendon** seçeneklerini seçiniz ve **OK** düğmesine basınız.

14. Bu işlemden sonra ekrana malzeme özelliklerini gösteren yeni bir ileti kutusu gelecektir. Bu ileti kutusunda,

- **Material Name** yazı kutucuğuna **CELİK**
- **Weight per unit Volume** yazı kutucuğuna **0**
- **Modulus of Elasticity** yazı kutucuğuna **200000000**
- **Coeff of Thermal Expansion** yazı kutucuğuna **1.2E-5**
- **Minimum Yield Stress, Fy** yazı kutucuğuna **1500000**
- **Minimum Tensile Stress, Fu** yazı kutucuğuna **1725000** yazınız ve 2 kez **OK** düğmesine basınız.

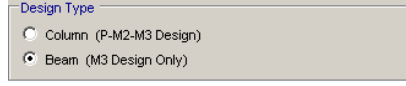
#### Kesit Özelliklerinin Tanımlanması ve Çubuklara Atanması:

15. **Define** menüsünden **Section Properties → Frame Sections...** komutunu seçiniz veya  düğmesine basınız.
16. Yeni kesit oluşturmak için ekrana gelen ileti kutusunda **Add New Property** (Yeni kesit özelliği ekle) düğmesine basınız.
17. Ekrana gelen ileti kutusunda **Frame Section Property Type** açılır listesinden **Concrete**'i seçiniz.
18. Dikdörtgen kesitleri tanımlamak için, **Rectangular** seçeneğine tıklayınız.

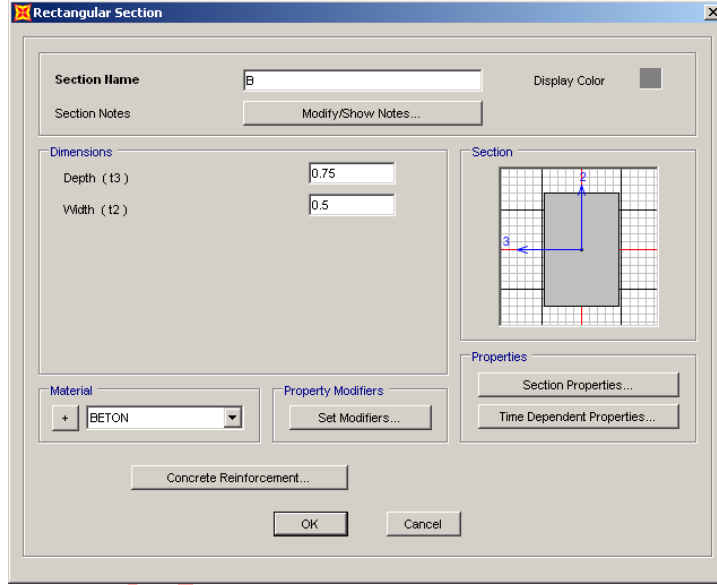
19. Ekrana dikdörtgen kesit boyutlarının girileceği yeni bir ileti kutusu gelecektir.

Bu ileti kutusunda,

- **Section Name** (Kesit adı) kutucuğuna **B**
- **Depth (t3)** yazı kutucuğuna **0.75**
- **Width (t2)** yazı kutucuğuna **0.5** yazınız,
- **Material** açılır listesinden **BETON** malzemesini seçiniz.
- Concrete Reinforcement düğmesine basınız ve kesitin kiriş kesiti olduğunu belirtmek için **Design Type** bölümünde **Beam** seçeneğine tıklayınız.



- **3** kez **OK** düğmesine basınız.



20. **Define** menüsünden **Section Properties** → **Tendon Sections...** komutunu seçiniz.

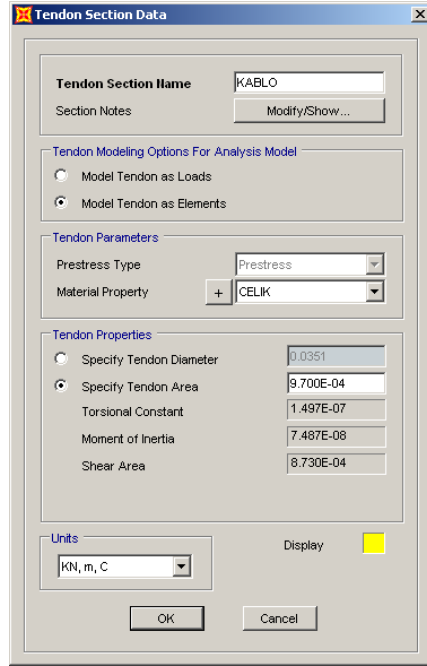
21. Ekrana gelen pencerede **Add New Section** düğmesine basınız.


22. Ekrana kablo kesit özelliklerinin girileceği yeni bir ileti kutusu gelecektir. Bu ileti kutusunda,

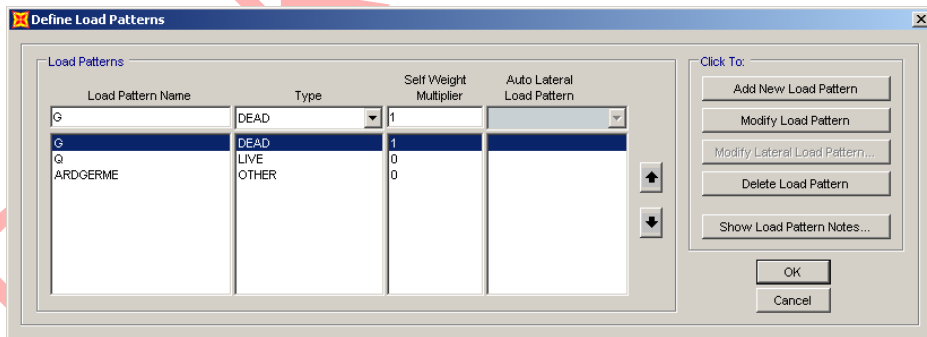
- **Section Name** (Kesit adı) kutucuğuna **KABLO** yazınız.
- **Tendon Modeling Options For Analysis Model** bölümünde **Model Tendon As Elements** seçeneğine tıklayınız.


Not: **Model Tendon As Elements** seçeneği kullanıldığında elastik kısılma, ardgerme kablosunun gevşemesi, sünme ve rötreden oluşan gerilme kayıpları, malzeme özelliklerinde tanımlanan bilgiler esas alınarak program tarafından otomatik olarak hesaplanmaktadır. **Model Tendon as Loads** seçeneği kullanılırsa bu gerilme kayıpları kullanıcı tarafından hesaplanıp programa dışarıdan bilgi olarak girilmelidir.

- **Material Property** açılır listesinden **CELIK** seçeneğine tıklayınız.
- **Specify Tendon Area** yazı kutucuğuna **9.7E-4** yazınız ve **2** kez **OK** düğmesine basınız.



23. **Define** menüsünden **Load Patterns...** komutunu seçiniz veya  düğmesine basınız. Ekranı gelen **Define Load Patterns** ileti kutusunun,
- **Load Pattern Name** bölümüne **G** yazınız ve **Add New Load Pattern** düğmesine basınız.
  - **Load Pattern Name** bölümüne **Q** yazınız, **Type** açılır listesinden **LIVE** seçeneğine tıklayınız ve **Add New Load Pattern** düğmesine basınız.
  - **Load Pattern Name** bölümüne **ARDGERME** yazınız, **Type** açılır listesinden **OTHER** seçeneğine tıklayınız ve **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.

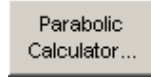


24. Kiriş seçiniz. Üst bölümdeki ana menüden,  **Assign Frame Sections** düğmesini tıklayınız. Ekranı gelen ileti kutusundan **B** seçeneğini seçerek **OK** düğmesine basınız.
25. **Draw** menüsünde **Draw Frame/Cable/Tendon** seçeneğine tıklayınız. Ekranı gelen **Properties of Object** ileti kutusunda **Line Object Type** bölümünden **Tendon**'ı seçiniz.



Properties of Object	
Line Object Type	Tendon
Section	KABLO
XY Plane Offset Normal	0.
Drawing Control Type	None <space bar>

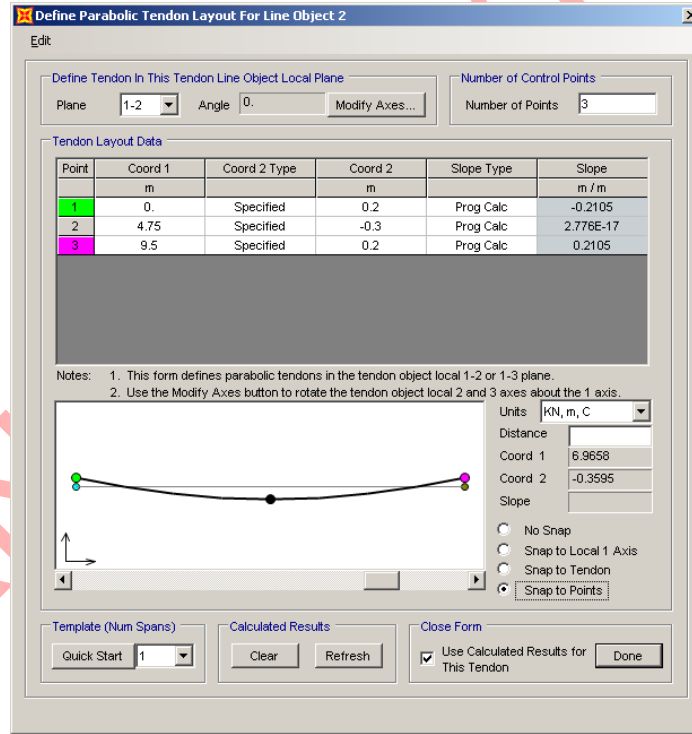
26. Kirişin önce sol ucuna sonra sağ ucuna tıklayınız. Ekran **Tendon** ile ilgili bilgi penceresi gelecektir.
27. Bu pencerede **Parabolic Calculator** düğmesine basınız.



28. Ekran gelen yeni ileti kutusunun sol altındaki **Quick Start** ağırlık listesinden **1**'i seçiniz ve **Quick Start** düğmesine basınız.



29. **Coord2** kolonundaki satırlara sırasıyla **0.2**, **-0.3** ve **0.2** yazınız ve **Refresh** 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 etki olduğundan **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.

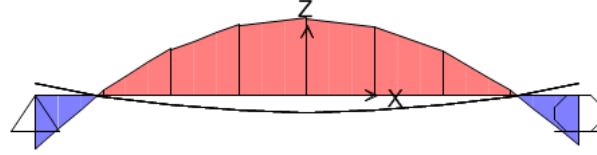
35. Ekrana gelen ileti kutusunun,

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

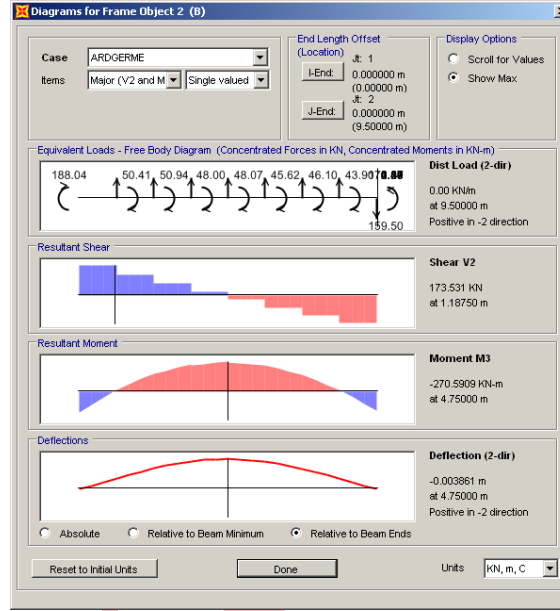
36. Kirişi tekrar seçiniz. Üst bölümdeki ana menüden  düğmesini tıklayınız. Ekrana gelen **Frame Distributed Loads** ileti kutusunda,

- **Load Pattern Name** bölümündeki ağırlar listeden **Q**'yi seçiniz.

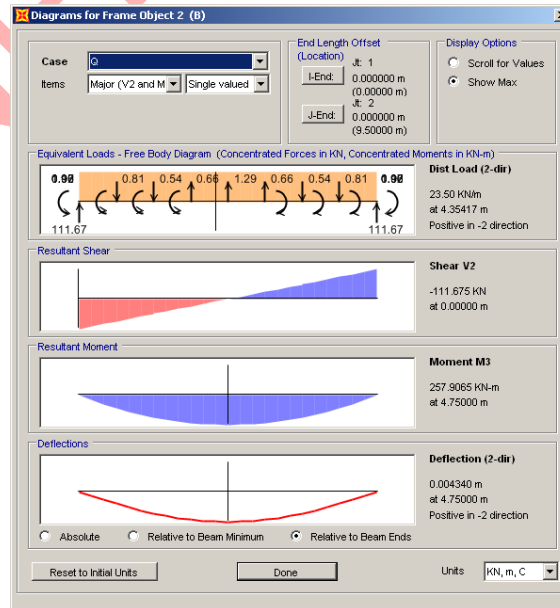
44. Ekranı gelen ileti kutusunun **Load Case** bölümündeki ağırlar liste kutusundan ilgili yükleme (veya kombinasyon) seçilerek incelenebilir. Örnek olarak **ARDGERME** yüklemesi için **M33** moment diyagramı aşağıda gösterilmektedir.



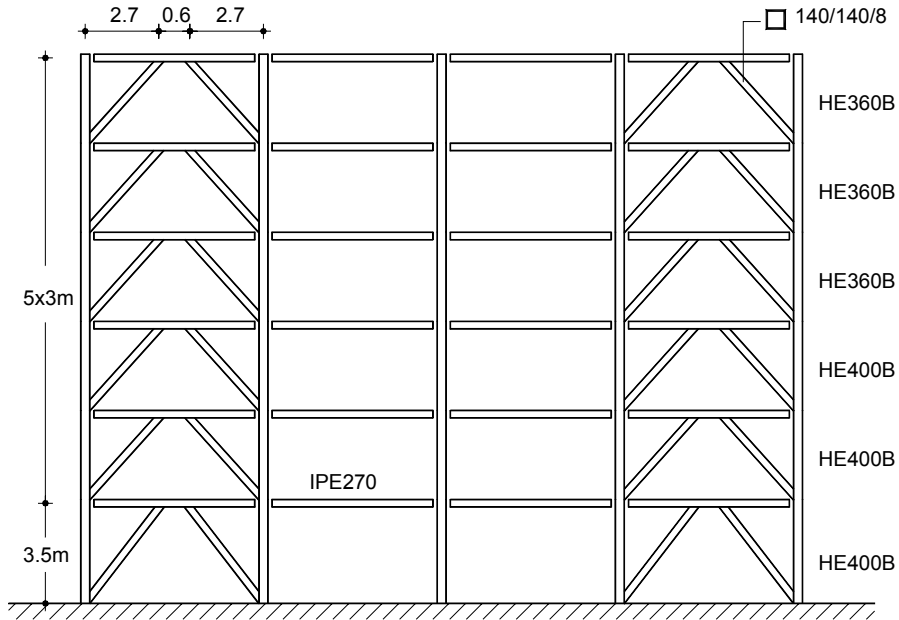
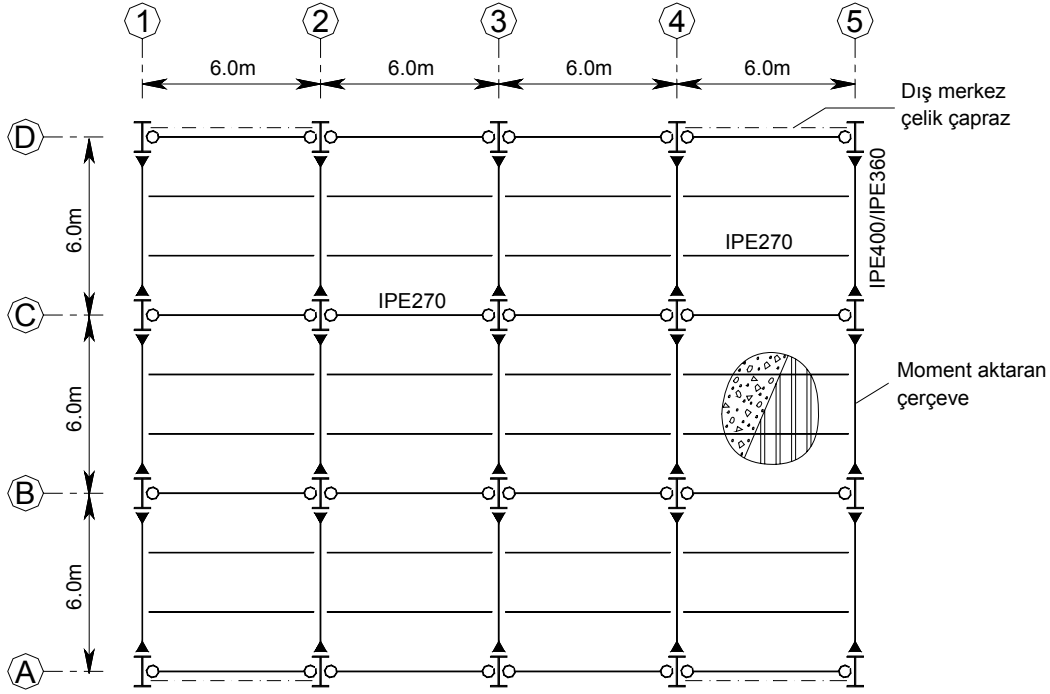
45. Kirişin üzerine sağ mouse tuşuyla tıklayınız. Show Max düğmesine basarak iç kuvvetlerin en büyük değerleri diyagram üzerinde incelenebilir.



46. **Case** bölümünden **Q** seçeneğine tıklayınız. Ard germe ağırlık momentinin (~270kNm), merteye olarak hareketli yüklemdeki ağırlık momenti dolaylarında olduğu (~258kNm) 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  $F_y=360000\text{kN/m}^2$   $F_u=520000\text{kN/m}^2$

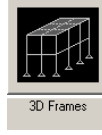
Çatı katı döşemesi:  $g=3.8\text{kN/m}^2$  ;  $q=1.0\text{kN/m}^2$

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

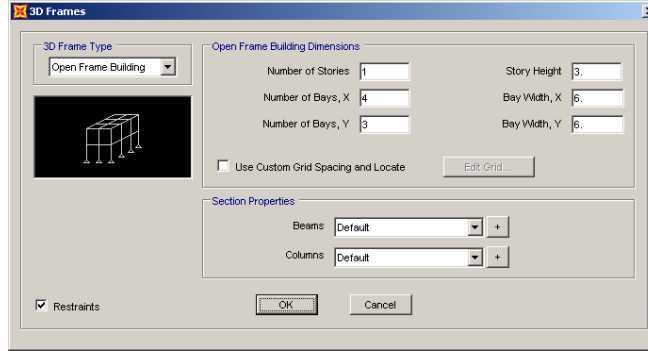
Örnek sistem Kaynak [3]'den alınmış bir çelik yapı sistemidir.

**Sistem Modelinin Oluşturulması:**

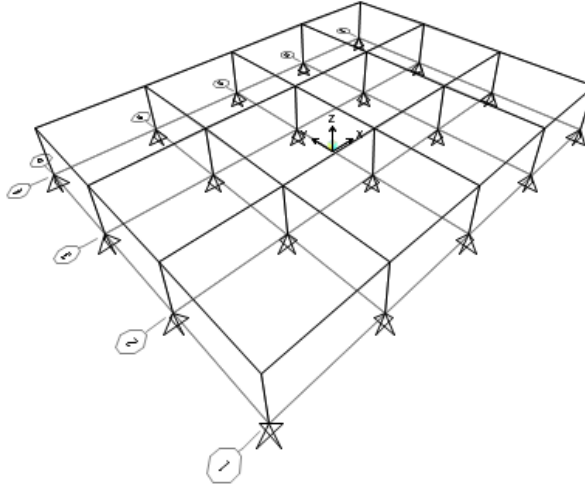
1. SAP2000 programını çalıştırınız ve konum çubuğunun sağındaki açılır liste kutusundan **KN, m, C** boyutlarını seçiniz.
2. Üst bölümdeki  **New Model** düğmesine basarak **New Model** ileti kutusunu ekrana getiriniz. Bu ileti kutusunda **3D Frames** düğmesine basınız.



3. Ekrana gelen **3D Frames** (3 boyutlu çerçeve) ileti kutusunda,
  - 3D Frame Type açılır listesinden Open Frame Building seçeneğine tıklayınız.
  - **Number of stories** yazı kutucuğuna **1**
  - **Story Height** yazı kutucuğuna **3**
  - **Number of Bays, X** yazı kutucuğuna **4**
  - **Bay Width, X** yazı kutucuğuna **6**
  - **Number of Bays, Y** yazı kutucuğuna **3**
  - **Bay Width, Y** yazı kutucuğuna **6** yazınız ve **OK** düğmesine basınız.
  - Ekranda tek katlı, X yönünde dört, Y yönünde üç açıklıklı ve mesnetleri mafsallı olan bir uzay çerçeve oluşacaktır.



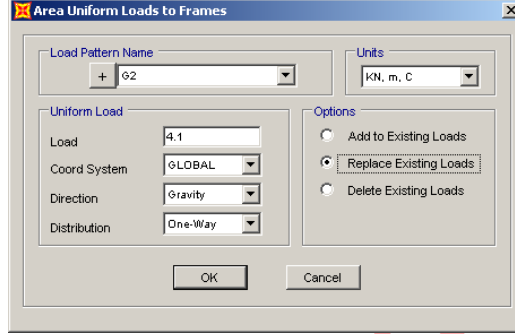
Gerçekte 6 katlı olan sistemin tek katlı olarak modellenmesinin nedeni tüm katların özelliklerinin hemen hemen aynı olmasıdır. Aşağıda, önce bu tek katın özellikleri tanımlanacak, daha sonra **Replicate** komutu kullanılarak kat sayısı arttırılacaktır. Son olarak farklı katlarda gerekli değişiklikler yapılarak sistem modeli tamamlanacaktır.



93. Menüde **Assign→Area Loads→Uniform to Frame (Shell)** seçeneğini seçiniz.

94. Ekranı gelen ileti kutusunda,

- **Load Pattern Name** açılır listesinden **G2** yüklemesini seçiniz.
- **Load** kutucuğuna **4.1** yazınız.
- **Direction** açılır listesinden **Gravity** seçeneğini seçiniz.
- **Distribution** açılır listesinden **One-Way** seçeneğini seçiniz. Bu seçenek ile yüklerin bir doğrultuda aktarılması sağlanmaktadır. SAP2000 programında bir doğrultuda aktarılması yerel 1 eksenı doğrultusunda yapılmaktadır. Bu nedenle gerçek sistemde yüklerin aktarılma yönü ile area elamanların yerel 1 eksenleri uyumlu olmalıdır.
- **OK** düğmesine basarak **G2** yüklemesini tamamlayınız.

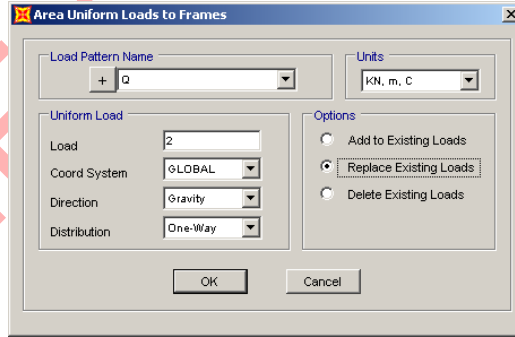


95.  düğmesine basarak döşemeleri tekrar seçiniz.

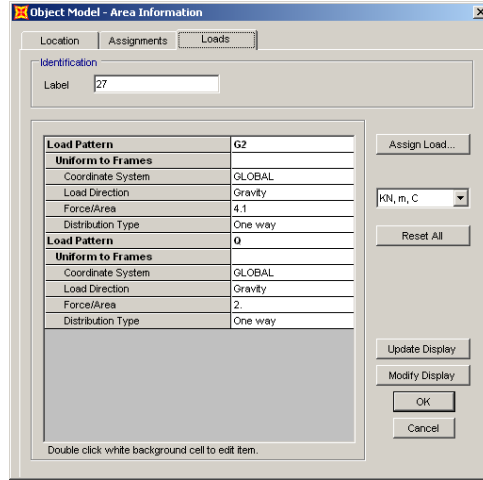
96. Menüde **Assign→Area Loads→Uniform to Frame (Shell)** seçeneğini seçiniz.

97. Ekranı gelen ileti kutusunda,

- **Load Pattern Name** açılır listesinden **Q** yüklemesini seçiniz.
- **Load** kutucuğuna **2** yazınız.
- **Direction** açılır listesinden **Gravity** seçeneğini,
- **Distribution** açılır listesinden **One-Way** seçeneğini seçiniz.



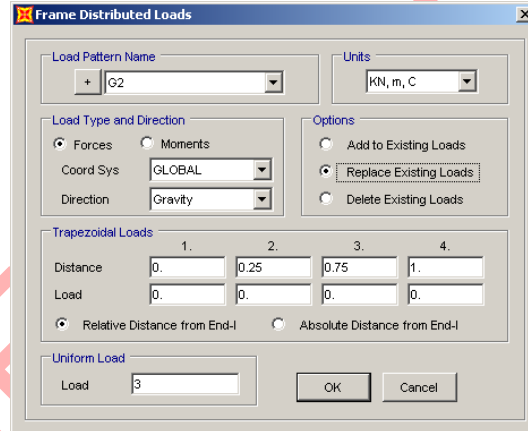
98. Herhangi bir döşeme elemanın üzerine sağ mouse tuşuyla tıklayınız. Ekranı gelen **Object Model – Area Information** ileti kutusunda **Loads** sekmesine tıklayınız.



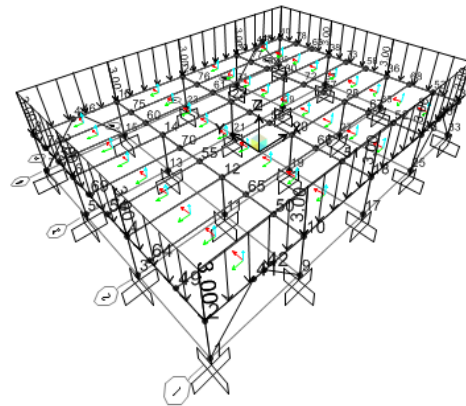
99. 1, 4, A ve E aksları üzerindeki dış kirişleri seçili duruma getiriniz.

100. **Assign** menüsünde **Frame Loads** → **Distributed** seçeneğine tıklayınız. Ekranaya gelen **Frame Distributed Loads** ileti kutusunun,

- **Load Pattern Name** bölümündeki açılır listeden **G2**'yi seçiniz.
- **Forces** radyo düğmesini seçili duruma getiriniz.
- **Coord Sys** açılır listesinden **GLOBAL** seçeneğine
- **Direction** açılır listesinden **Gravity** seçeneğine tıklayınız.
- **Uniform Load** bölümündeki yazı kutucuğuna **3** yazıp **OK** düğmesine basınız.

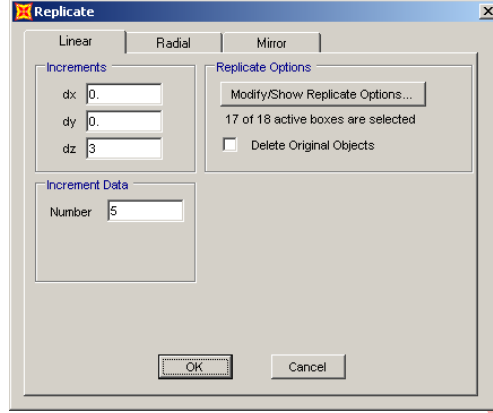


101. **3-d** düğmesine basarak 3 boyutlu görünümü ekrana getiriniz.

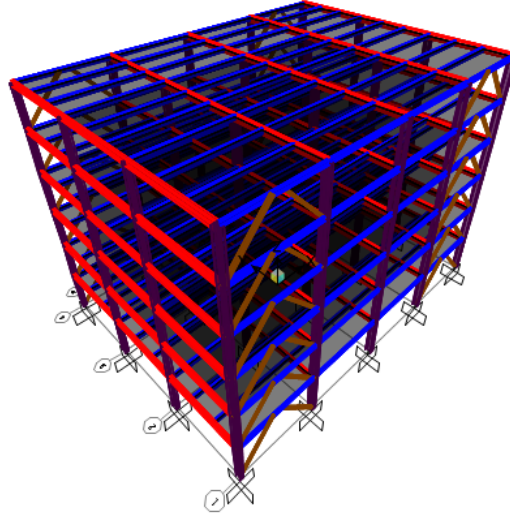


102.  düğmesine basarak tüm elemanları seçiniz.

103. Menüde **Edit→Replicate** komutunu çalıştırınız. Ekranı gelen ileti kutusunda **dz** kutucuğuna **3**, **Number** kutucuğuna **5** yazınız ve **OK** düğmesine basınız.



104. Bu işlem ile ilk kat ile benzer özelliklerde 3m yüksekliğinde 5 yeni kat oluşturulmuş olmaktadır.

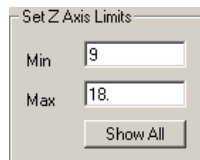


105. Yeni oluşturulan katlardaki farklı özelliklerin düzenlenmesi gerekmektedir. **Select** menüsünde **Select→Properties→Frame Sections** seçeneğini seçiniz.


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. Ekranaya gelen ileti kutusunda **HE360B** seçeneğini seçiniz ve **OK** düğmesine basınız.


112. **View** menüsünde **Show All** düğmesine basınız.

113. **View** menüsünde **Set Limits...** komutunu çalıştırınız. Ekranaya 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.

115. Ekranaya gelen ileti kutusunda **IPE400** kesitini seçiniz ve **OK** düğmesine basınız.

116. **View** menüsünde **Show Selection Only** düğmesine basarak ekranda yalnızca seçili elemanların görünmesini sağlayınız.

117. Yalnızca üst üç kat kirişlerinin seçimi için önce  düğmesine basarak seçim işlemi kaldırınız, daha sonra sağ penceredeki üst üç kat kirişlerini pencere içine alarak seçiniz.

118. Menüde **Assign→Frame→Frame Sections...** seçeneğini seçiniz veya  düğmesine basınız.

119. Ekranaya gelen ileti kutusunda **IPE360** seçeneğini seçiniz ve **OK** düğmesine basınız.

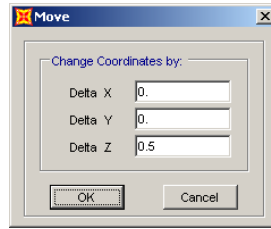
120. **View** menüsünde **Set Limits...** komutunu çalıştırınız. Ekranaya gelen ileti kutusunda **Set Z Axis Limits** bölümünde **Min** kutucuğuna **0** yazınız ve **OK** düğmesine basınız.

121. **View** menüsünde **Show All** düğmesine basınız.

122.  düğmesine basarak tüm elemanları seçiniz.

123. **Edit** menüsünden **Move** komutunu seçiniz veya klavyede **Ctrl+M** tuşlarına basınız.

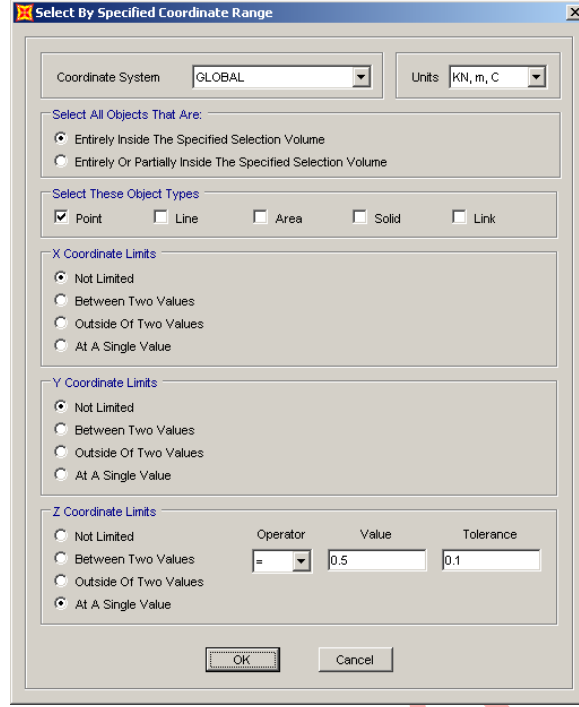
124. Ekranaya gelen ileti kutusunda **Delta Z** kutucuğuna **0.5** yazınız ve **OK** düğmesine basınız.



125. **Select** menüsünde **Select→Coordinate Specification→Specified Coordinate Range...** seçeneğini seçiniz.

126. Ekranaya gelen ileti kutusunda,


- **Select These Object Types** bölümünde **Point** kutucuğunu seçili duruma getiriniz.
- **Z Coordinate Limits** bölümünde **At A Single Value** radyo düğmesini seçtikten sonra,
  - **Operator** açılır listesinden "=" seçeneğini seçiniz.
  - **Value** kutucuğuna **0.5**
  - **Tolerance** kutucuğuna **0.1** yazınız ve **OK** düğmesine basınız.

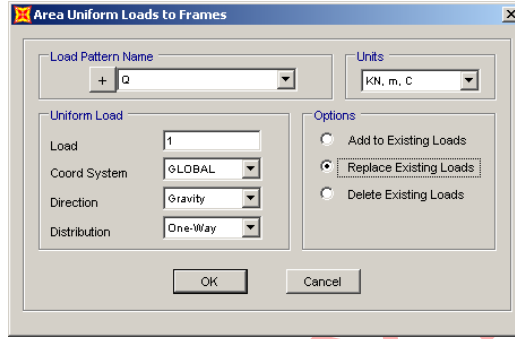


127. **Edit** menüsünde **Move** komutunu çalıştırınız veya klavyede **Ctrl+M** tuşlarına basınız.
128. Ekranaya gelen ileti kutusunda **Delta Z** kutucuğuna **-0.5** yazınız ve **OK** düğmesine basınız.
129. **Define** menüsünde **Coordinate Systems/Grids...** komutunu çalıştırınız. Ekranaya gelen ileti kutusunda **Modify/Show System...** düğmesine basınız.
130. Ekranaya gelen ileti kutusunun **Z Grid Data** bölümünde **2,3,4,5,6** ve **7.** satırlarında **Coordinate** kolonuna **3.5, 6.5, 9.5, 12.5, 15.5, 18.5** yazınız ve **2** kez **OK** düğmesine basınız.

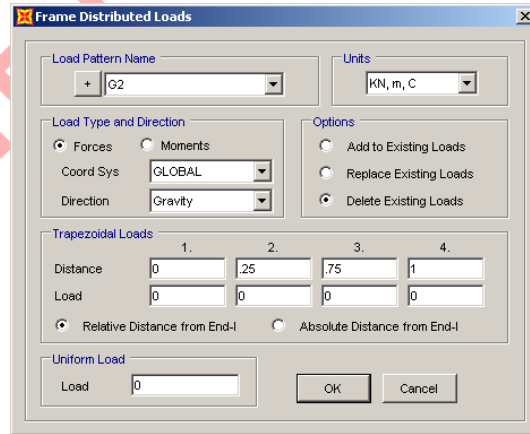
	Grid ID	Coordinate	Line Type	Visibility	Bubble Loc.
1	Z1	0.	Primary	Show	End
2	Z2	3.5	Primary	Show	End
3		6.5			
4		9.5			
5		12.5			
6		15.5			
7		18.5			
8					

131. Sağ pencere aktif durumdayken klavyede **F4** tuşuna basınız.
132. **xy** ve **↑** düğmelerine basarak Z=18.5 kotunda plan görünümünü ekranaya getiriniz.
133. Sağ pencerede tüm döşemeleri pencere içine alarak seçiniz.
134. Menüde **Assign→Area Loads→Uniform to Frame (Shell)** seçeneğini seçiniz.
135. Ekranaya gelen ileti kutusunda,
  - **Load Pattern Name** açılır listesinden **G2** yüklemesini seçiniz.
  - **Load** kutucuğuna **3.8** yazınız.
  - **Direction** açılır listesinden **Gravity** seçeneğini,
  - **Distribution** açılır listesinden **One-Way** seçeneğini seçiniz.
  - **Options** bölümünde **Replace Existing Loads** seçeneğinin seçili olduğunu kontrol ediniz.

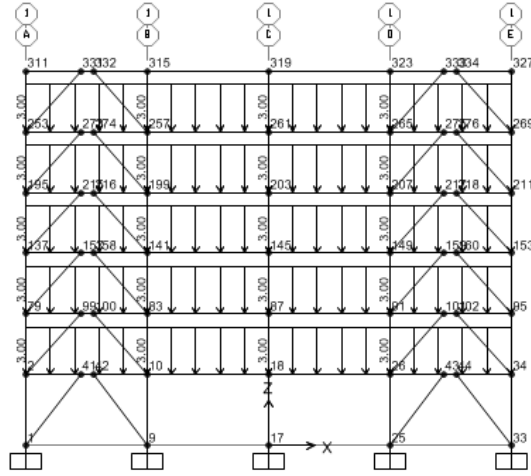
- **OK** düğmesine basarak **G2** yüklemesini değiştiriniz.
136.  düğmesine basarak döşemeleri tekrar seçiniz.
137. Menüde **Assign**→**Area Loads**→**Uniform to Frame (Shell)** seçeneğini seçiniz.
138. Ekranı gelen ileti kutusunda,
- **Load Pattern Name** açılır listesinden **Q** yüklemesini seçiniz.
  - **Load** kutucuğuna **1** yazınız.
  - **Direction** açılır listesinden **Gravity** seçeneğini,
  - **Distribution** açılır listesinden **One-Way** seçeneğini seçiniz.
  - **Options** bölümünde **Replace Existing Loads** seçeneğinin seçili olduğunu kontrol ediniz.



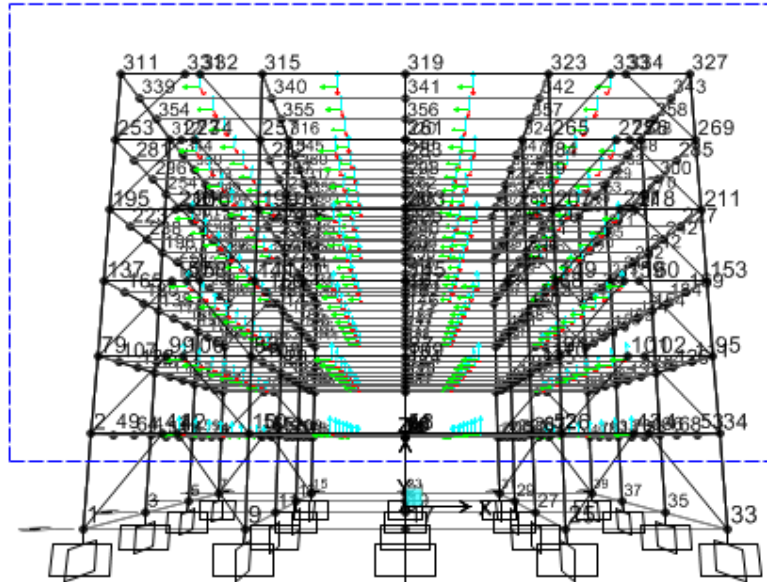
139. 1, 4, A ve E aksları üzerindeki dış kirişleri seçili duruma getiriniz.
140. **Assign** menüsünde **Frame Loads** → **Distributed** seçeneğine tıklayınız. Ekranı gelen **Frame Distributed Loads** ileti kutusunun,
- **Load Pattern Name** bölümündeki açılır listeden **G2**'yi seçiniz.
  - **Forces** radyo düğmesini seçili duruma getiriniz.
  - **Coord Sys** açılır listesinden **GLOBAL** seçeneğine
  - **Direction** açılır listesinden **Gravity** seçeneğine tıklayınız.
  - **Options** bölümünde **Delete Existing Loads** seçeneğini seçiniz ve **OK** düğmesine basınız.



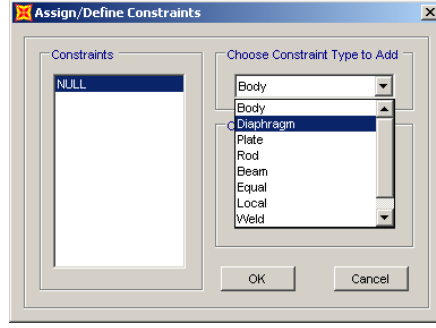
141.  düğmesine basarak XZ düzleminde dişey görünümü ekranı getiriniz.



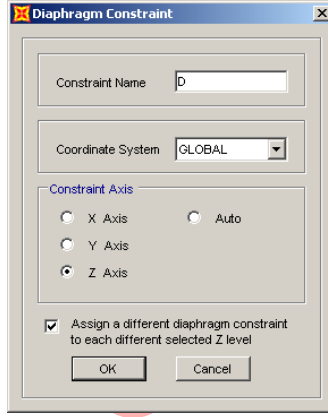
142.  düğmesine basarak **Display Options For Active Window** ileti kutusunu ekrana getiriniz.
143. Ekrana gelen ileti kutusunun **Joints** bölümündeki **Invisible** kutucuğunu seçili durumdan çıkarınız ve **OK** düğmesine basınız. Bu işlem ekranda düğüm noktalarının gösterilmesini sağlayacaktır.
144. **View** menüsünde **Set 3D View** komutunu çalıştırınız.
145. Ekrana gelen ileti kutusunda **Plan** kutucuğuna **270**, **Elevation** kutucuğuna **-10** ve **Aperture** kutucuğuna **60** yazınız ve **OK** düğmesine basınız.
146. X-Z düzlemindeki perspektif görüntüsünü elde edin ve tüm katlardaki düğüm noktalarını pencere içine alarak seçiniz. (Mesnetleri içeren düğüm noktalarının dışında kalan düğüm noktaları).



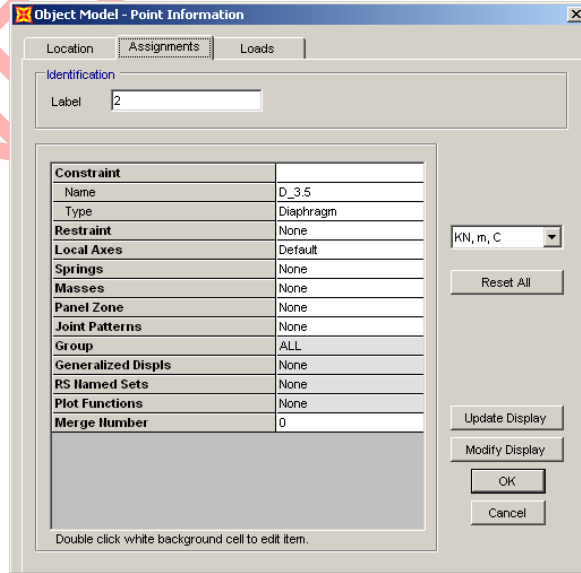
147. **Assign** menüsünden **Joint**→**Constraints...** komutlarını seçiniz.
148. Ekrana gelen **Assign/Define Constraints** ileti kutusunun **Choose Constraint Type to Add** bölümündeki açılır listeden **Diaphragm** seçeneğini seçiniz ve **Add New Constraint** düğmesine basınız.





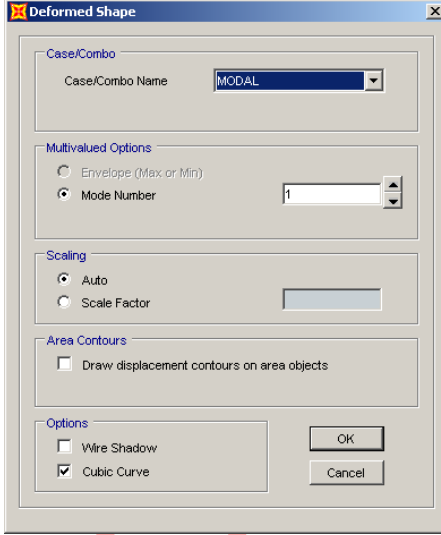
149. Ekranı gelen **Diaphragm Constraint** ileti kutusunun **Constraint Name** yazı kutucuğuna **D** yazınız. **Constraint Axis** bölümündeki **Z Axis** radyo düğmesinin seçili durumda olduğuna dikkat ederek ileti kutusunun altındaki **Assign a different diaphragm constraint to each different selected 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.



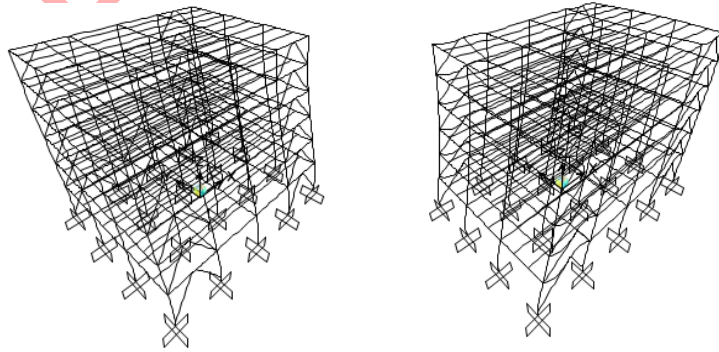
150. 1. kattaki herhangi bir düğüm noktasına sağ mouse tuşuyla tıklayınız ve ekrana gelen ileti kutusunda **Assignments** bölümüne geçiniz.




160.  **Run Analysis** düğmesine basınız ve ekrana gelen ileti kutusunda **Analysis Monitor Options** bölümünden **Always Show** kutucuğunu seçili duruma getiriniz ve **Run Now** düğmesine basarak sistemin çözümünü başlatınız.
161. Analizin bitiminde ekranda **G1** yüklemesine ilişkin şekildeğiştirmiş durum gelecektir.
162. 1. mod şeklini görüntülemek için  düğmesine basınız.
163. Ekrana gelen **Deformed Shape** ileti kutusunda **Case/Combo Name** açılır listesinden **MODAL** seçeneğine tıklayınız.
164. **Mode Number** kutucuğunda **1** değeri varken **OK** düğmesine basınız.

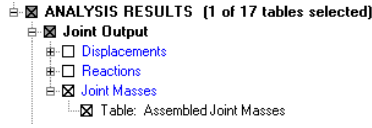


165. Ekrana 1. mod şekli gelecek ve pencerenin başlık bölümünde **Mode 1 Period 1.06427 ; f=0.93961** yazısı okunacaktır. İlgili modun doğrultusunu belirleyebilmek için ekranın sağ alt bölümünde bulunan **Start Animation** düğmesine basarak hareketli görünümü ekrana getiriniz. Görüntü izlendiğinde ilgili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

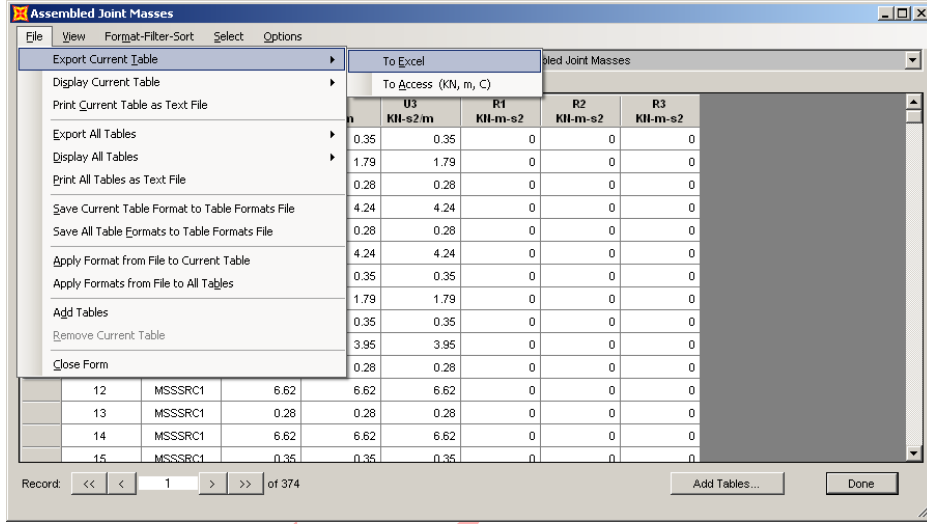


166. Bir sonraki mod şeklini görmek için konum çubuğunun sağ tarafındaki  sonraki modu görüntüleme düğmesine basınız. Bu kez ekranda, 2. mod şekli görüntülenecek ve pencerenin başlık bölümünde **Mode 2 Period 0.7078** yazısı okunacaktır. Bu görüntüden de, 2. modun **X** yönünde olduğu anlaşılmaktadır.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

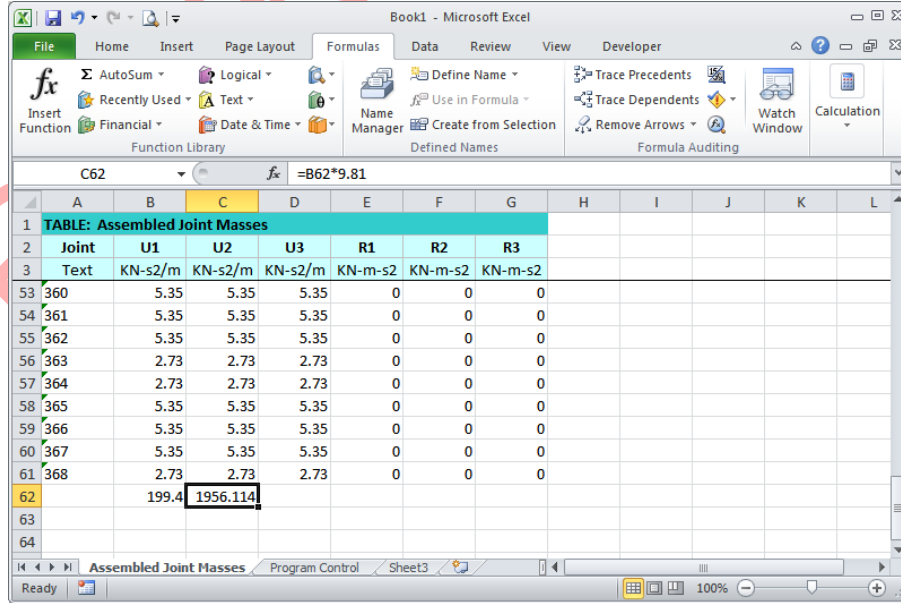
178. Ekranı gelen ileti kutusunda **ANALYSIS RESULTS** bölümünde **Joint Output** seçeneğinin **Joint Masses** (Düğüm Noktası Kütleleri) alt bölümünü seçili duruma getiriniz ve **OK** düğmesine basınız.



179. Ekranı seçilen düğüm noktalarındaki kütle değerlerini içeren tablo gelecektir. Bu tablodaki kütlelerin toplam değerini belirlemenin en uygun yolu değerleri **EXCEL** programına aktarıp **EXCEL** programındaki **Toplam** (AutoSum) fonksiyonunu kullanmaktır. Bu amaçla ilgili ileti kutusunun File menüsünde **Export Current Table** → **To Excel** seçeneğine tıklayınız.



180. Değerleri **EXCEL** programına aktarıp toplama işlemi yapıldığında toplam kütle değeri **199.4kN-s<sup>2</sup>/m** ve karşı gelen kat ağırlığı da **1956.114kN** olarak elde edilmektedir.







181. **EXCEL** programını herhangi bir kayıt yapmadan kapatın. **Done** düğmesine basarak **SAP2000** veri tablosunu da kapatın.

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.

184. Deprem yüklerine ek olarak TS498 Yük Yönetmeliğine göre X ve Y doğrultularında **WX** ve **WY** adlarında iki adet yükleme tanımlanacaktır.

185. Son olarak özel periyotların hesabı yapıldığı için, sistem kilitlidir, yani  **Lock (Kilit)** düğmesi kapalı durumdadır. Bu durumda sisteme yeni veri girişi yapılamaz. Kilidi açmak için,  düğmesini tıklayınız. Bu durumda ekrana, analiz sonuçlarının silineceğini belirten bir uyarı penceresi gelecektir.

186. **OK** düğmesine basınız. Kilit düğmesinin açık hale () geldiğini göreceksiniz.  düğmesini kullanarak ekrana gelen ileti kutusunda **Joints** bölümünde **Labels** kutucuğunu seçili duruma getiriniz ve **OK** düğmesine basarak düğüm noktası numaralarının görünmesini sağlayınız.

187. **Define** menüsünden **Load Patterns...** komutunu tıklayınız.

188. Ekrana gelen ileti kutusunun,

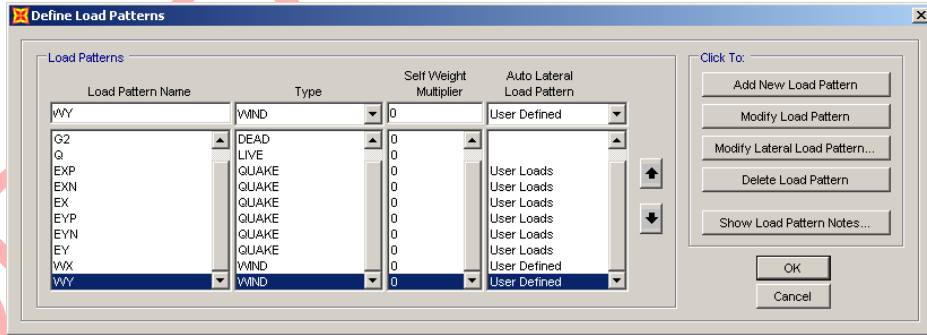
- **Loads** bölümündeki **Load Pattern Name** yazı kutucuğuna **EXP** yazınız.
- **Type** bölümündeki açılır listeden **QUAKE**'i seçiniz.
- **Auto Lateral Load Pattern** açılır listesinden **User Loads** seçeneğini seçiniz ve **Add New Load Pattern** düğmesine basınız.

189. Sıra ile **EXN, EX, EYP, EYN** ve **EY** yüklemeleri için de benzer işlemleri tekrarlayınız.

**Loads** bölümündeki **Load Pattern Name** yazı kutucuğuna **WX** yazınız,

- **Type** bölümündeki açılır listeden **WIND**'i
- **Auto Lateral Load Pattern** açılır listesinden **User Defined** seçeneğini seçiniz ve **Add New Load Pattern** düğmesine basınız.

190. Benzer şekilde **WY** yüklemesini de tanımlayınız.



191. **EXP** yüklemesini seçiniz. **Modify Lateral Load Pattern...** düğmesine basınız. Ekrana gelen ileti kutusunun **FX** kolonuna X doğrultusunda katlara etkiyen yükleri yazınız.

192. **Apply at Center of Mass** kutucuğunu seçili duruma getiriniz. Ek dışmerkezliğin tanımlandığı **Additional Ecc. Ratio (all Diaph.)** yazı kutucuğuna **0.05** yazınız ve **OK** düğmesine basınız.



199. **EYN** yüklemesini seçiniz. **Modify Lateral Load** düğmesine basınız. Ekranaya gelen ileti kutusunun FY kolonuna katlara Y doğrultusunda etkiyen yükleri yazınız.
200. **Apply at Center of Mass** kutucuğunu seçili duruma getiriniz. Ek dışmerkezliğin tanımlandığı **Additional Ecc. Ratio (all Diaph.)** yazı kutucuğuna **-0.05** yazınız ve **2** kez **OK** düğmesine basınız.
201. **EY** yüklemesini seçiniz. **Modify Lateral Load** düğmesine basınız. Ekranaya gelen ileti kutusunun FY kolonuna katlara Y doğrultusunda etkiyen yükleri yazınız.
202. **Apply at Center of Mass** kutucuğunu seçili duruma getiriniz. Ek dışmerkezliğin tanımlandığı **Additional Ecc. Ratio (all Diaph.)** yazı kutucuğuna **0** yazınız ve **2** kez **OK** düğmesine basınız.
203. Rüzgar doğrultusuna dik yönde yüzeye yayılı olarak etkiyen rüzgar yükleri; yüksekliğe bağlı olarak belirlenen nominal rüzgar basıncı (q), aerodinamik yük katsayısı (c<sub>f</sub>) ve etkime alanının (A) çarpımı ile belirlenerek kat döşemelerinin ağırlık merkezine etkittirilecektir.

$$W_i = c_f \cdot q \cdot A_i$$

Plandaki izdüşümü dikdörtgen olan ve yükseklik/genişlik ≤ 5 olan bina türü yapılarda c<sub>f</sub>=1.2 değerini almaktadır.

q:nominal rüzgar basıncı

Bina yüksekliğine bağlı olarak

$$0 < H \leq 8.0m \quad \rightarrow \quad q = 0.5kN/m^2$$

$$8 < H \leq 20.0m \quad \rightarrow \quad q = 0.8kN/m^2$$

A<sub>i</sub>: Kat döşemesine rüzgar yükü aktaran alan,

rüzgar doğrultusuna dik olan yüzeyin genişliği ile ardışık iki katın yüksekliklerinin ortalamasının çarpımı ile elde edilir.

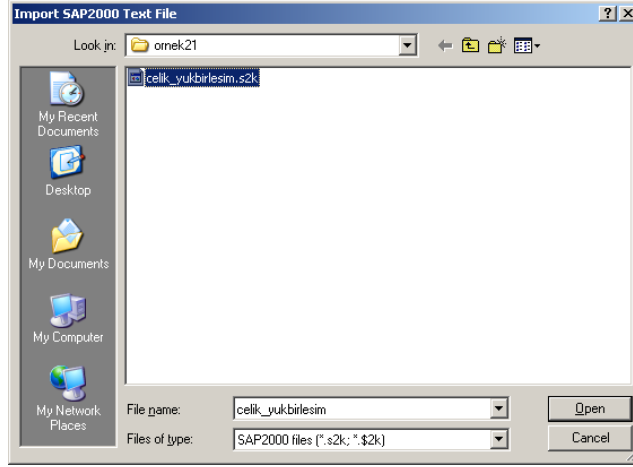
Hesaplanan rüzgar yükü değerleri

Kat	Rüzgar Yükü (X doğrultusu) [kN]	Rüzgar Yükü (Y doğrultusu) [kN]
6	25.92	34.56
5	51.84	69.12
4	51.84	69.12
3	49.41	65.88
2	34.83	46.44
1	35.10	46.80

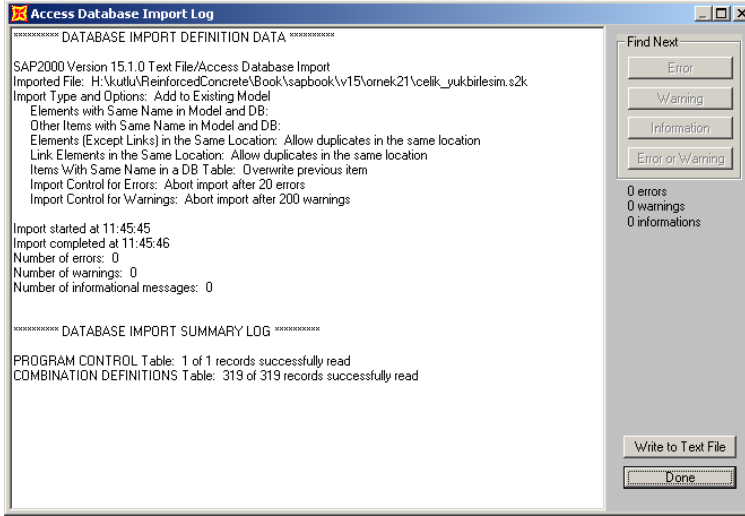
$$\text{Örnek: } W_{1x} = 1.2 \cdot 0.5 \cdot 18 \cdot \frac{3.5 + 3}{2} = 35.10kN$$

204. **WX** yüklemesini seçiniz. **Modify Lateral Load Pattern...** düğmesine basınız. Ekranaya gelen ileti kutusunun **FX** kolonuna X doğrultusunda etkiyen yükleri yazınız ve **OK** düğmesine basınız.

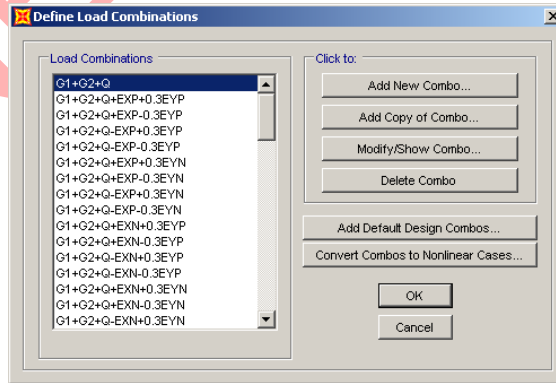




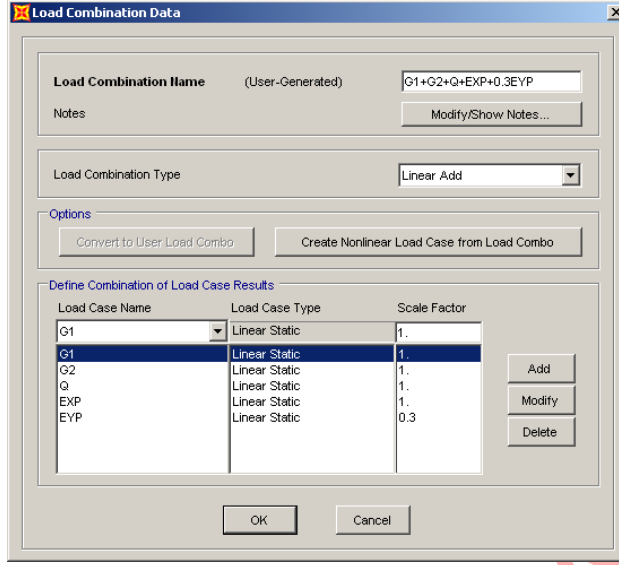
211. Bilgilerin hatasız olarak aktarıldığını kontrol ettikten sonra **Done** düğmesine basınız.



212. **Define** menüsünde **Load Combinations** seçeneğine tıklayınız ve oluşturulan yük birleşimlerini kontrol ediniz.



213. Örnek olmak üzere  $G1+G2+Q+EXP+0.3EYP$  yük birleşiminin içeriği aşağıda gösterilmektedir.

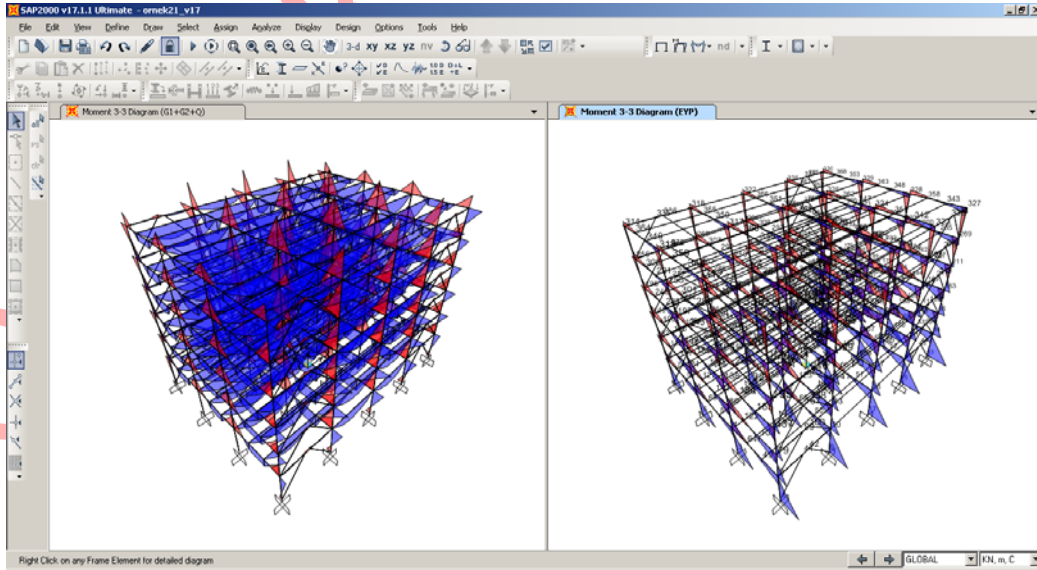


### Çözüm (Analiz):

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

### Sonuçların Görüntülenmesi:

216. Çözüm sonunda, yukarıda tanımlanmış olan yüklemeler 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** seçeneğinin tıklanmasından sonra **Member Force Diagram for Frames** ileti kutusu kullanılarak ekrana getirilebilir.



217. Ekrana gelen ileti kutusunun **Case/Combo Name** bölümündeki açılır liste kutusundan ilgili yüklemeye (veya kombinezon) seçilerek incelenebilir.
218. Her iki pencerede de düğmesine basarak 3 boyutlu görünümünü ekrana getiriniz.

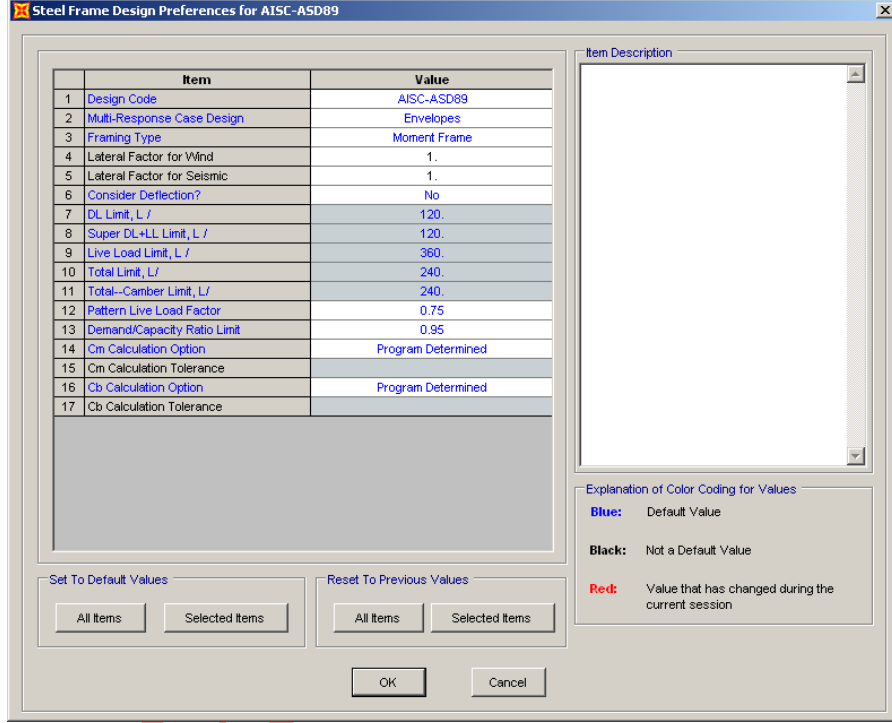
219. Örnek olmak üzere **EYP** yüklemesi ve **G1+G2+Q** yük birleşimi için **M33** moment diyagramları aşağıda gösterilmektedir.

### Boyutlandırma:

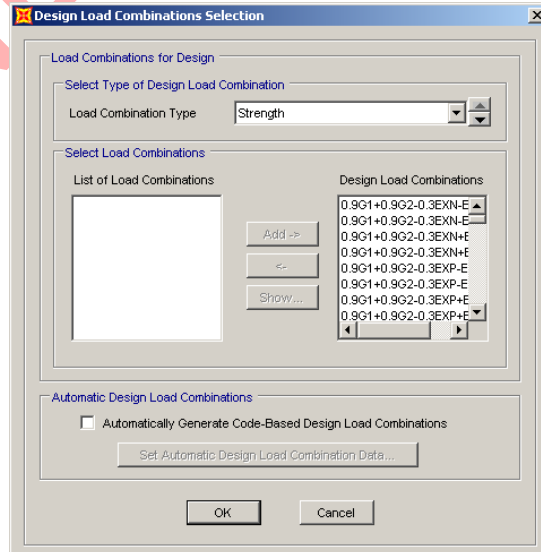
220. **Design** menüsünden **Steel Frame Design...→ View/Revise Preferences** seçeneğine tıklayınız.

221. Ekranı gelen ileti kutusunda,

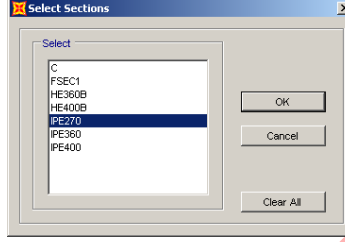
- **Design Code** (Yönetmelik) bölümünden **AISC-ASD89**'u seçili duruma getiriniz.
- **Lateral Factor for Wind** ve **Lateral Factor for Seismic** yazı kutucuklarındaki değerleri **1** olarak değiştiriniz ve **OK** düğmesine basınız.



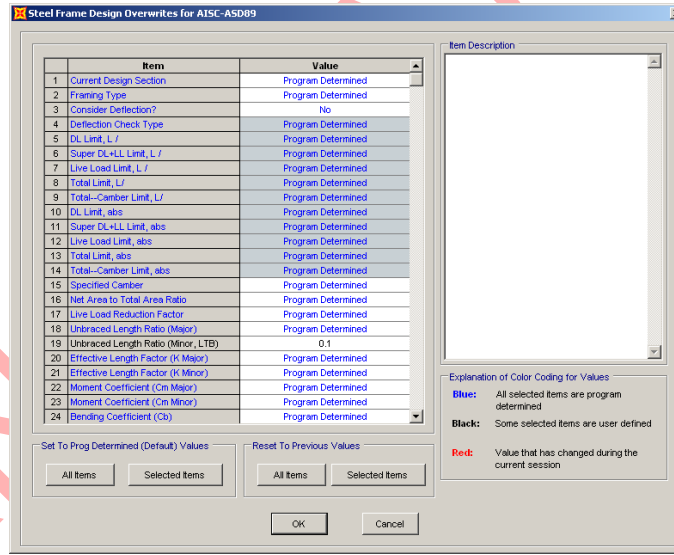
222. İç kuvvetleri belirlenen sistemin boyutlandırmasını yapmak için **Design** menüsünde **Steel Frame Design→Select Design Combos** seçeneğine tıklayınız.



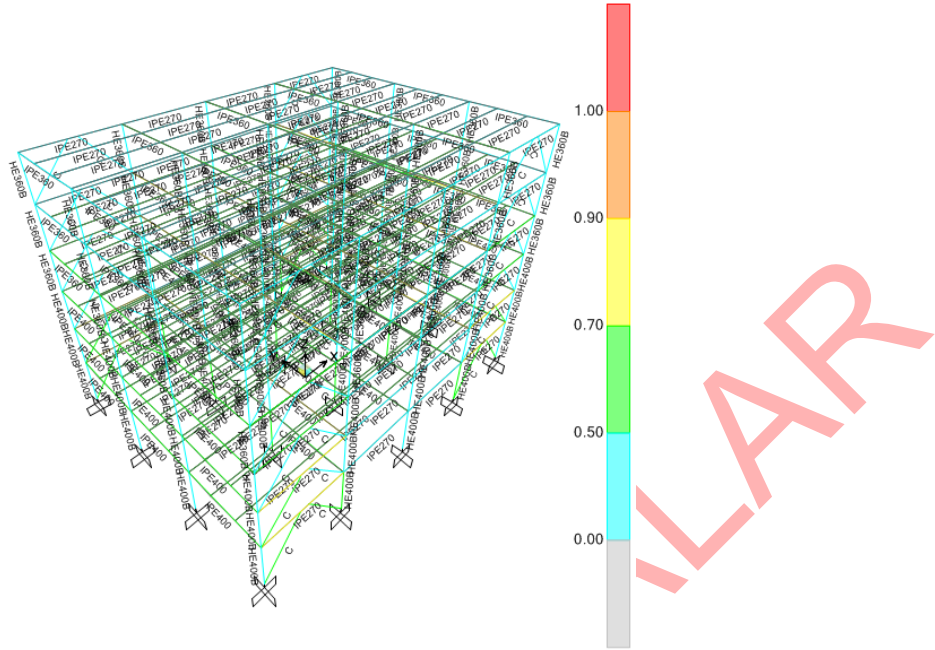
223. **List of Load Combinations** bölümünde bulunan tüm yük birleşimlerini seçiniz ve **Add** düğmesine basarak seçilen yükleme kombinasyonlarını **Design Load Combinations** bölümüne aktarınız. Böylece **Design Load Combinations** bölümünde çelik boyutlandırmada kullanılacak tüm yükleme kombinasyonlarının bulunmasını sağlayınız. **Automatically Generate Code-Based Design Load Combinations** kutucuğunu seçili durumdan çıkarınız ve **OK** düğmesine basarak ileti kutusunu kapatınız.
224. Gerçek yapıda X yönündeki kesiti IPE270 olan elemanlar yanıl doğrultuda döşeme tarafından tutulu bulunmaktadır. Hesap modelinde bu durumu gözönüne alabilmek için kesit IPE270 olan çubukları aşağıdaki açıkladığı gibi seçiniz.
225. **Select** menüsünde **Select→Properties→Frame Sections...** komutunu çalıştırınız. Ekranı gelen ileti kutusunda **IPE270** kesitini seçiniz ve **OK** düğmesine basınız.



226. **Design** menüsünde **Steel Frame Design→View/Revise Overwrites...** seçeneğini seçiniz.
227. Ekranı gelen ileti kutusunda 19. satırdaki **Unbraced Length Ratio (Minor, LTB)** kutucuğuna **0.1** yazınız ve **OK** düğmesine basınız.



228. **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.



229. 1. katta B aksı üzerinde 1 ve 2 aksları arasında kalan 40 numaralı ana çerçeve kirişinin üzerinde sağ mouse tuşuyla tıkladığında ekrana boyutlandırma bilgilerinin içeren **Steel Stress Check Information** iletisi gelmektedir.

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

Frame ID: 40 Analysis Section: IPE400  
Design Code: AISC-ASD89 Design Section: IPE400

COMBO ID	STATION LOC	---MOMENT RATIO	INTERACTION CHECK = A*XL + B*MAJ + B*MIN	---MAJ-SHR RATIO	---MIN-SHR RATIO
G1+G2+Q+0	3.50	0.176 (T)	= 0.000 + 0.176 + 0.000	0.047	0.000
G1+G2+Q+0	4.00	0.129 (T)	= 0.000 + 0.129 + 0.000	0.048	0.000
G1+G2+Q+0	4.00	0.129 (T)	= 0.000 + 0.129 + 0.000	0.200	0.000
G1+G2+Q+0	4.50	0.070 (T)	= 0.000 + 0.070 + 0.000	0.201	0.000
G1+G2+Q+0	5.00	0.269 (T)	= 0.000 + 0.269 + 0.000	0.201	0.000
G1+G2+Q+0	5.50	0.469 (T)	= 0.000 + 0.469 + 0.000	0.202	0.000
G1+G2+Q+0	6.00	0.670 (T)	= 0.000 + 0.670 + 0.000	0.203	0.000

Buttons: Modify/Show Overwrites, Display Details for Selected Item, Display Complete Details, Overwrites, Details, Tabular Data, Strength, Deflection, OK, Cancel, Table Format File, Stylesheet: Default

230. Tasarım bilgileri incelendiğinde çubuk kesitinin iç kuvvet hesaplarında IPE400 kesiti ile gerilme kontrollerinin sağlandığı görülmektedir. Oran (**RATIO**) bölümündeki değer 1.0'den küçüktür ( $0.67 < 1.0$ ).

231. **Details** düğmesine basarak ilgili çubuk ayrıntılı boyutlandırma bilgilerine ulaşabilmektedir. En elverişsiz yük birleşimi  $G1+G2+Q+EYN+0.3EXP$  olarak bulunmuştur.

Bu yüklemdeki iç kuvvetler  
 $M=167.36$  kNm  
 $V=100.439$  kN

olarak elde edilmiştir.

Not: Rijit diyafram davranışı nedeniyle kirişlerdeki aksel kuvvet değerleri 0 olarak bulunur.

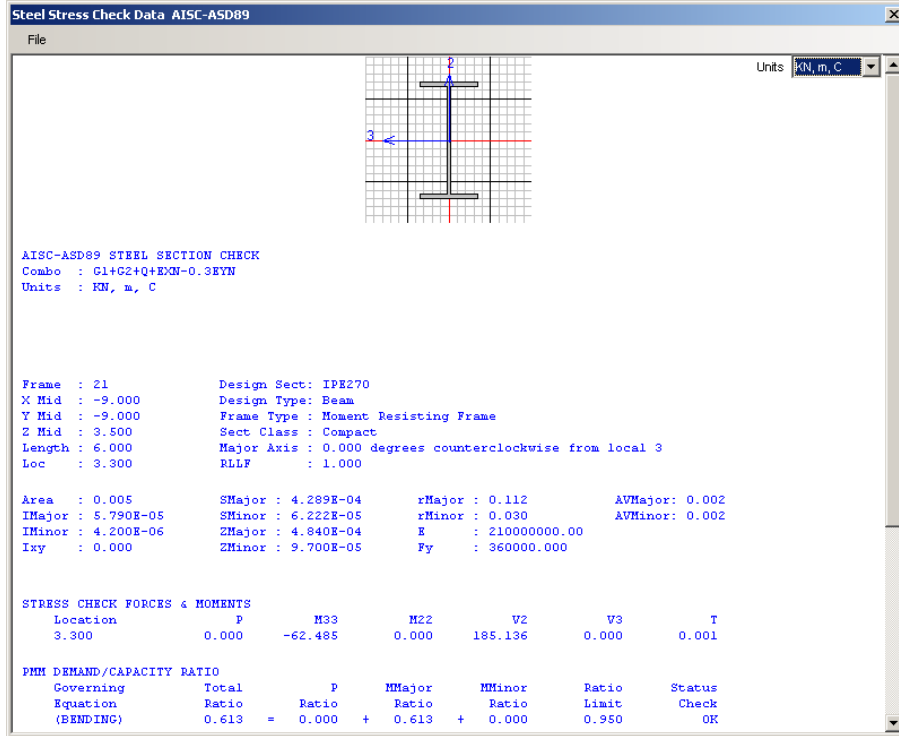
$$M=62.485 \text{ kNm}$$

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

olarak elde edilmiştir. Döşemelerin düzlem içinde şekildeğişirmelerinin 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.

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

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



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

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

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

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

Buna göre, seçilen bağ kirişinin boyu uygundur.

Bağ kirişinin tasarım kesme kuvvetinin kontrolü:

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

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



$\gamma$  bağ kirişi dönme açısı bağ kirişi uzunluğunun  $1.6 \frac{M_p}{V_p}$  'ye eşit veya daha küçük olması halinde 0.10 radyan sınır değerini aşmamalıdır.

$$e \leq 1.6 \frac{M_p}{V_p} \rightarrow \gamma \leq 0.10$$

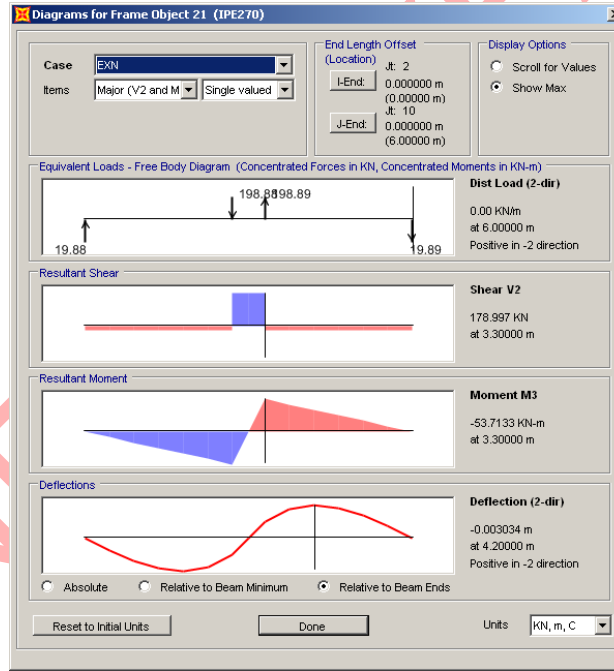
$$e = 0.60 \text{ m} < 1.6 \frac{M_p}{V_p} = 1.6 \frac{174.2}{385} = 0.72 \text{ m}$$

$$\gamma_p = 0.082 < 0.10$$

Görüldüğü gibi, bu koşul da sağlanmaktadır.

238. Kat kirişinin bağ kirişi dışında kalan bölümü, bağ kirişinin plastikleşmesine neden olan yüklemenin  $1.1D_a$  katından oluşan iç kuvvetlere göre boyutlandırılmalıdır, (DBYBHY 4.8.6.3).

Bağ kirişinin plastikleşmesine neden olan yükleme; deprem etkilerinden oluşan iç kuvvetlerin, bağ kirişinin kesit seçimi sonucunda hesaplanan  $\frac{M_p}{M_d}$  ve  $\frac{V_p}{V_d}$  tasarım büyütme katsayılarının küçüğü ile uyumlu olacak şekilde arttırılmasıyla belirlenmektedir.



## Örnek 21 Dışmerkez Çaprazlı Çelik Yapı Sistemi

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

Frame ID: 53 Analysis Section: C  
 Design Code: AISC-ASD89 Design Section: C

COMBO	STATION	LOC	RATIO	AXL + B-MAJ + B-MIN	RATIO	RATIO
G1+G2+Q+E	2.21	0.265(T)	= 0.252 + 0.013 + 0.000	0.000	0.000	
G1+G2+Q+E	4.42	0.253(T)	= 0.253 + 0.000 + 0.000	0.001	0.000	
G1+G2+Q+E	0.00	0.480(C)	= 0.480 + 0.000 + 0.000	0.001	0.000	
G1+G2+Q+E	2.21	0.501(C)	= 0.479 + 0.022 + 0.000	0.000	0.000	
G1+G2+Q+E	4.42	0.478(C)	= 0.478 + 0.000 + 0.000	0.001	0.000	
G1+G2+Q+E	0.00	0.494(C)	= 0.494 + 0.000 + 0.000	0.001	0.000	
G1+G2+Q+E	2.21	0.515(C)	= 0.493 + 0.022 + 0.000	0.000	0.000	

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

Strength Deflection OK Cancel Stylesheet: Default Table Format File

**Steel Stress Check Data AISC-ASD89**

File Units: KN, m, C

AISC-ASD89 STEEL SECTION CHECK  
 Combo : G1+G2+Q+EXN-0.3EYN  
 Units : KN, m, C

Frame : 53 Design Sect: C  
 X Mid : -7.350 Design Type: Brace  
 Y Mid : -9.000 Frame Type: Moment Resisting Frame  
 Z Mid : 1.750 Sect Class : Compact  
 Length : 4.420 Major Axis : 0.000 degrees counterclockwise from local 3  
 Loc : 2.210 PLLF : 1.000

Area : 0.004 SMajor : 1.759E-04 rMajor : 0.054 AVMajor : 0.002  
 IMajor : 1.231E-05 SMInor : 1.759E-04 rInor : 0.054 AVMinor : 0.002  
 IMInor : 1.231E-05 ZMajor : 2.093E-04 E : 210000000.00  
 Ixy : 0.000 ZInor : 2.093E-04 Fy : 360000.000

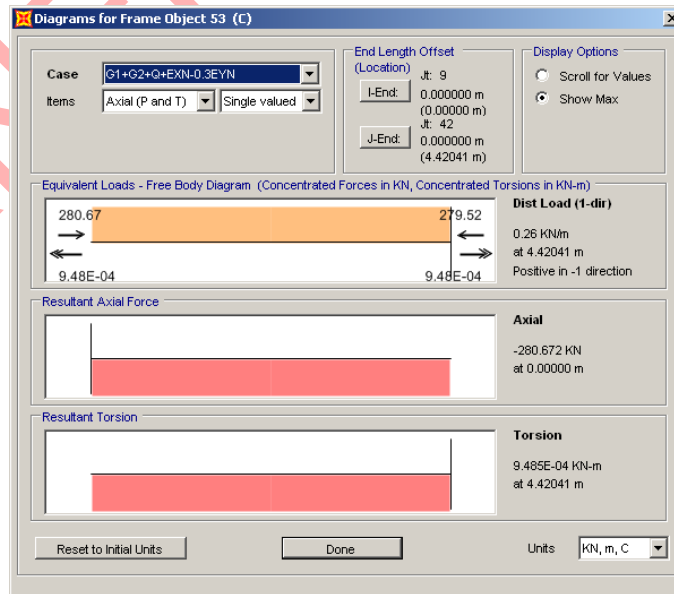
STRESS CHECK FORCES & MOMENTS

Location	P	M33	M22	V2	V3	T
2.210	-280.096	0.492	0.000	0.000	0.000	9.485E-04

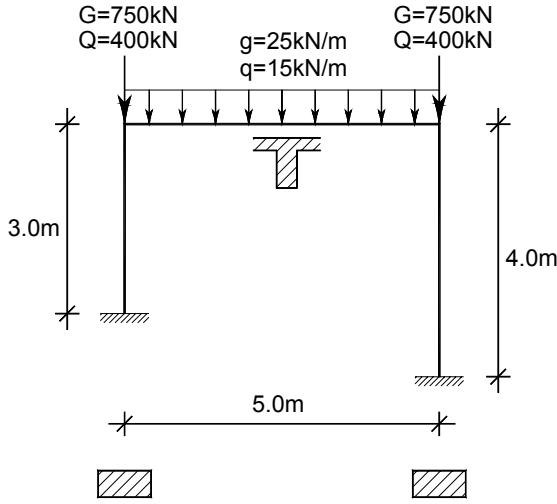
PHM DEMAND/CAPACITY RATIO

Governing Equation	Total Ratio	P Ratio	MMajor Ratio	MMInor Ratio	Ratio Limit	Status Check
(H1-1)	0.515	= 0.493	+ 0.022	+ 0.000	0.950	OK

Düşey ve deprem etkileri altında çapraz elemenda oluşan en büyük eksenel basınç kuvveti  $N_{G+Q+E} = -280.67$  kN olarak belirlenmektedir.



## ÖRNEK 22: Basit Betonarme Çerçeve Statik İtme analizi



Malzeme: C30/S420  
Kolon boyutu: 400mmX500mm  
Kolon donatısı: 8φ20

Kiriş boyutu  
b/b<sub>w</sub>/h/h<sub>f</sub>: 900/250/600/140mm

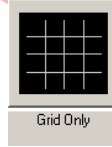
Kiriş sol uç donatı alanı  
Alt: 8.04cm<sup>2</sup>  
Üst: 12.57cm<sup>2</sup>

Kiriş sağ uç donatı alanı  
Alt: 8.04cm<sup>2</sup>  
Üst: 15.71cm<sup>2</sup>

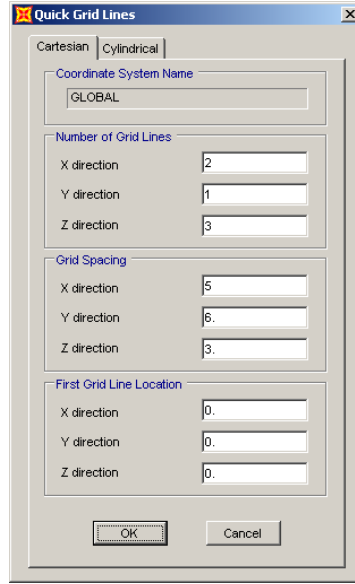
Şekilde verilen betonarme basit çerçevenin statik itme analizinin yapılarak taşıyabileceği yatay yükün belirlenmesi.

### Sistem Modelinin Oluşturulması:

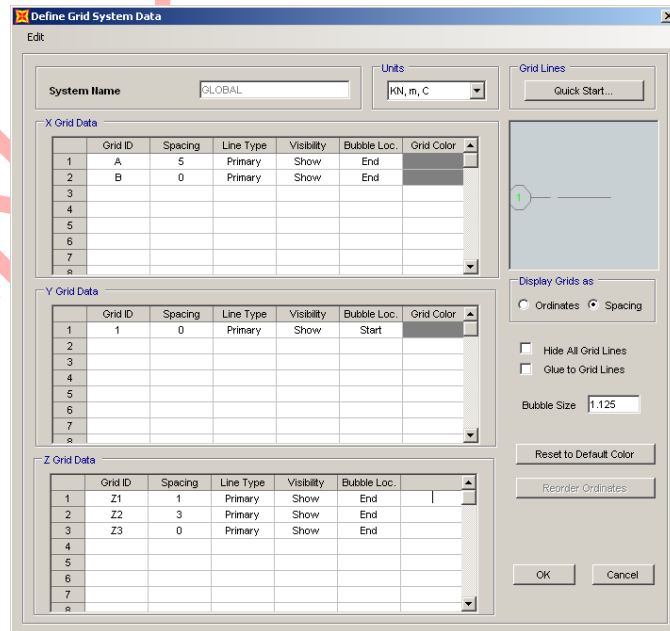
1. SAP2000 programını çalıştırınız ve konum çubuğunun sağ tarafında bulunan açılır liste kutusundan **KN, m, C** boyutlarını seçiniz.
2. Üst bölümdeki **New Model** düğmesine basarak **New Model** ileti kutusunu ekrana getiriniz. Bu ileti kutusunda **Grid Only** düğmesine basınız.




3. Ekrana gelen **Quick Grid Lines** ileti kutusunda
  - Number of Grid Lines** (Yardımcı çizgi sayısı) bölümünde,
    - **X direction** bölümüne **2**
    - **Y direction** bölümüne **1**
    - **Z direction** bölümüne **3**
  - Grid Spacing** (Yardımcı çizgi aralık uzunlukları) bölümünde,
    - **X direction** bölümüne **5**
    - **Z direction** bölümüne **3** yazınız ve **OK** düğmesine basınız.

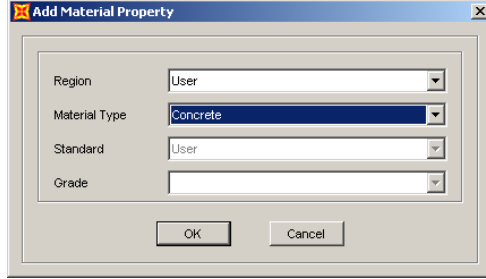


4. Ekranın solundaki X-Y Plane penceresine tıklayarak aktif duruma getiriniz.
5. Yapının tanımlandığı X-Z düzlemine geçmek için, **XZ** düğmesine basınız.
6. **Define** menüsünden **Coordinate Systems/Grids...** seçeneğini tıklayınız.
7. Ekrana gelen **Coordinate/Grid Systems** ileti kutusunda **GLOBAL** seçeneğine tıklayınız ve **Modify/Show System...** düğmesine basınız.
8. Ekranı gelen ileti kutusunda
  - **Display Grids as** bölümünde **Spacing** seçeneğini seçiniz.
  - **Z Grid Data** bölümünde 1. satırdaki **3** sayısını **1** olarak değiştiriniz ve **2** kez **OK** düğmelerine basınız.



### Malzeme Özelliklerinin Tanımlanması:

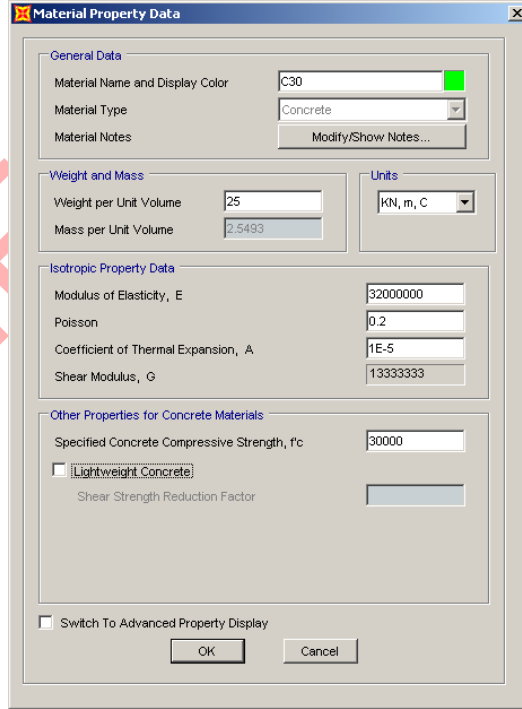
9. **Define** menüsünden **Materials...** komutunu seçiniz veya  düğmesine basınız. Ekranaya gelen **Define Materials** ileti kutusunda **Add New Material** düğmesine basınız.
  - **Region** (Bölge) açılır listesinden **User** (Kullanıcı) seçeneğini seçiniz
  - **Material Type** açılır listesinden **Concrete** seçeneğini seçiniz ve **OK** düğmesine basınız.



The dialog box titled "Add Material Property" contains four dropdown menus: "Region" (set to "User"), "Material Type" (set to "Concrete"), "Standard" (set to "User"), and "Grade" (empty). At the bottom are "OK" and "Cancel" buttons.

10. Bu işlemden sonra ekrana gelen **Material Property Data** ileti kutusu gelecektir. Bu ileti kutusunda,

- **Material Name** yazı kutucuğuna **C30**
- **Weight per unit Volume** yazı kutucuğuna **25**
- **Modulus of Elasticity** yazı kutucuğuna **32000000**
- **Poisson's Ratio** yazı kutucuğuna **0.2**
- **Coeff of Thermal Expansion, A** yazı kutucuğuna **1E-5** yazınız
- **Other Properties for Concrete Materials** bölümünde,
  - **Specified Concrete Compressive Strength, f'c** yazı kutucuğuna **30000** yazınız ve **OK** düğmesine basınız.



The dialog box titled "Material Property Data" is divided into several sections:
 

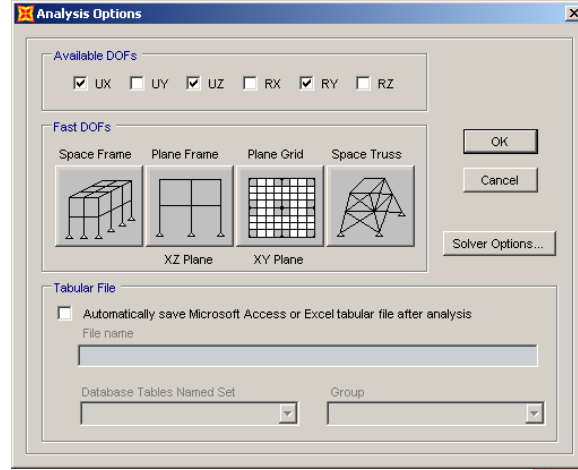
- General Data:** Material Name and Display Color (C30), Material Type (Concrete), and Material Notes (Modify/Show Notes...).
- Weight and Mass:** Weight per Unit Volume (25), Mass per Unit Volume (2.5493), and Units (KN, m, C).
- Isotropic Property Data:** Modulus of Elasticity, E (32000000), Poisson (0.2), Coefficient of Thermal Expansion, A (1E-5), and Shear Modulus, G (13333333).
- Other Properties for Concrete Materials:** Specified Concrete Compressive Strength, f'c (30000), and a checkbox for Lightweight Concrete (unchecked). Below it is a Shear Strength Reduction Factor field.

 At the bottom are "OK" and "Cancel" buttons, and a checkbox for "Switch To Advanced Property Display".


11. Boyuna donatı için kullanılacak malzemeyi tanımlamak için **Add New Material** düğmesine yeniden basınız.

12. Ekranaya gelen **Add Material Property** ileti kutusunda,

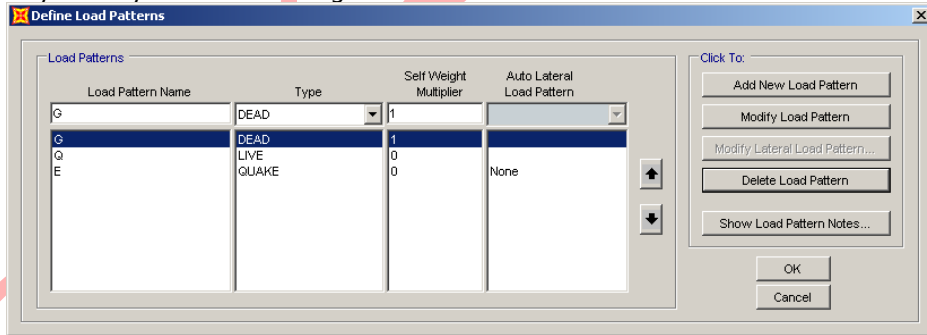
seçeneğin sistemin **X-Z** düzleminde olduğunu varsaydığına dikkat ediniz ve **OK** düğmesine basınız.



### Yüklerin Tanımlanması ve Çubuklara Atanması:

35. **Define** menüsünden **Load Patterns...** komutunu seçiniz veya  düğmesine basınız. Ekranı gelen ileti kutusunun,

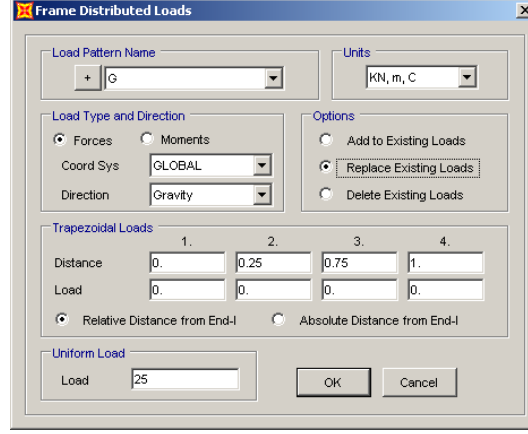
- **Load Pattern Name** bölümüne **G** yazın, **Add New Load Pattern** düğmesine basınız.
- **Load Pattern Name** bölümüne **Q** yazın, **Type** bölümündeki açılır listeden **LIVE** seçeneğine tıklayınız, **Self Weight Multiplier** yazı kutucuğunda **0** değeri olduğunu kontrol ediniz ve **Add New Load Pattern** düğmesine basınız.
- **Load Pattern Name** bölümüne **E** yazın, **Type** bölümündeki açılır listeden **QUAKE** seçeneğini tıklayınız, sırasıyla **Add New Load Pattern** düğmesine basınız.
- **DEAD** seçeneğine tıklayınız ve **Delete Load Pattern** düğmesine basarak bu yüklemeyi siliniz ve **OK** düğmesine basınız.









36. Kirişin üzerine tıklayarak seçili duruma getiriniz.

37.  düğmesine basınız veya **Assign** menüsünde **Frame Loads**→**Distributed** seçeneğine tıklayınız. Ekranı 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 Pattern Name** bölümündeki açılır listeden **G**'yi seçiniz. (Seçili durumdaysa bir işlem yapmaya gerek yoktur.)
- **Uniform Load** bölümündeki **Load** yazı kutucuğuna **25** yazınız ve **OK** düğmesine basınız.



38. Kirişi tekrardan seçili duruma getiriniz.
39.  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 **15** yazınız ve **OK** düğmesine basınız.
40.  **Show Undeformed Shape** (Şekildeğiştirmemiş Durumu Gösterme) düğmesine basarak veya klavyede **F4** tuşuna basınız.
41.  düğmesine basarak **Display Options For Active Window** ileti kutusunu ekrana getiriniz.
42. Ekrana gelen ileti kutusunun **Joints** bölümündeki **Labels** radyo düğmesini seçili duruma getiriniz, **Invisible** radyo düğmesini seçili durumdan çıkarınız ve **OK** düğmesine basınız.
43. **2** ve **4** No.lu düğüm noktalarının üzerine tıklayınız ve seçili duruma getiriniz.
44. Düğüm noktası yüklerini tanımlamak için, üst bölümdeki  **Assign Joint Forces** (Düğüm Noktası Yüğü Atama) düğmesine basınız. Ekrana gelen **Joint Forces** ileti kutusunun,
- **Load Case Name** bölümündeki açılır listeden **G**'yi seçiniz.
  - **Loads** bölümündeki **Force Global Z** kutucuğuna **-750** yazıp **OK** düğmesine basınız.
45. **Select** menüsünden **Get Previous Selection** seçeneğine tıklayarak veya  düğmesine basarak bir önceki seçim işleminde seçili olan düğüm noktalarını tekrar seçili duruma getiriniz.
46. Düğüm noktası yüklerini tanımlamak için, üst bölümdeki  **Assign Joint Forces** (Düğüm Noktası Yüğü Atama) düğmesine basınız. Ekrana gelen **Joint Forces** ileti kutusunun,
- **Load Case Name** bölümündeki açılır listeden **Q**'yu seçiniz.
  - **Loads** bölümündeki **Force Global Z** kutucuğuna **-400** yazıp **OK** düğmesine basınız.

47. **Define** menüsünden **Mass Source** seçeneğini seçiniz. Ekranaya gelen **Mass Source** ileti kutusunda **MSSSRC1** seçeneği seçiliyken **Modify/Show Mass Source...** düğmesine basınız.

48. Ekranaya gelen **Mass Source Data** ileti kutusunda

- **Mass Source** bölümünde **Specified Load Patterns** seçeneğini seçiniz.
- **Element Self Mass and Additional Mass** seçeneğini seçili durumdan çıkarınız.
- **Load** açılır listesinden **G** yüklemesini seçiniz, **Multiplier** (Çarpan) kutucuğuna **1** yazınız ve **Add** düğmesine basınız.
- **Load** açılır listesinden **Q** yüklemesini seçiniz, **Multiplier** (Çarpan) kutucuğuna **0.3** yazınız ve **Add** düğmesine basınız.
- **2** kez **OK** düğmesine basarak kütle tanımlama işlemini tamamlayınız.

Load Pattern	Multiplier
Q	0.3
G	1
Q	0.3

49. **Define** menüsünde **Load Cases...** seçeneğine tıklayınız veya **1.0 D** / **1.5 E** düğmesine basınız. Ekranaya gelen ileti kutusunda **DEAD** yüklemesini, önce tıklayarak ve sonra **Delete Load Case...** düğmesine basarak siliniz.



50. Yüklemenin silineceğini belirten uyarı mesajına **Evet (Yes)** düğmesine basarak yanıt veriniz ve **OK** düğmesine basınız.

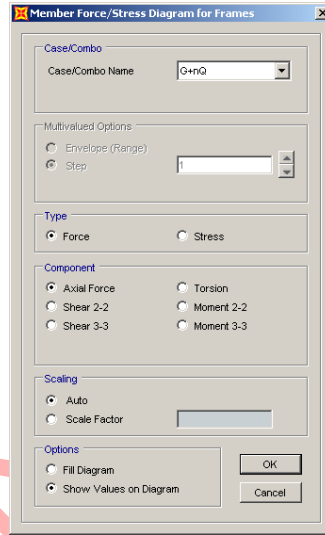
51. **Define** menüsünde **Load Combinations...** seçeneğini tıklayınız veya **D+L** / **+E** düğmesine basınız. Ekranaya **Define Load Combinations** ileti kutusu gelecektir. **Add New Combo** düğmesine basarak **Load Combination Data** ileti kutusunun görünmesini sağlayınız. Bu ileti kutusunda,




Load Case Name	Load Case Type	Scale Factor
Q	Linear Static	0.3
G	Linear Static	1
Q	Linear Static	0.3

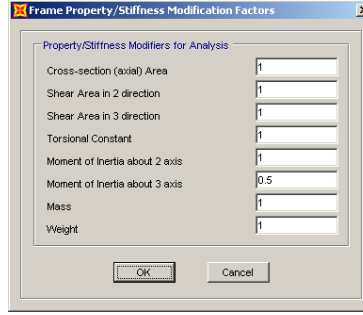
- **Load Combination Name** kutucuğuna **G+nQ** yazınız.
- **Load Combination Type** açılır listesinden **Linear Add** adını seçiniz.





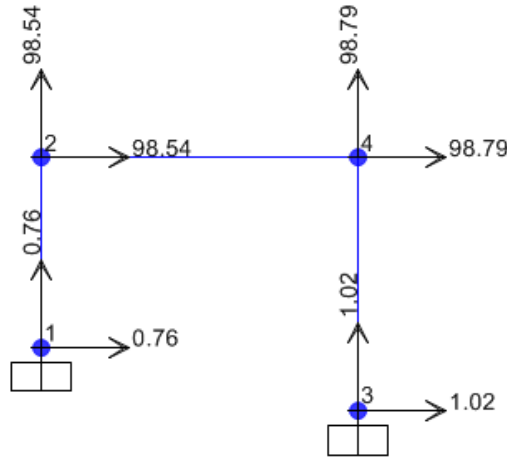
- **Load Case Name** açılır listesinden **G** seçeneğine tıklayınız.
  - **Scale Factor** kutucuğuna **1** yazıp **Add** düğmesine basınız.
  - **Load Case Name** açılır listesinden **Q** seçeneğine tıklayınız.
  - **Scale Factor** kutucuğuna **0.3** yazıp **Add** düğmesine basınız.
  - **2** kez **OK** düğmesine basınız.
52. Üst bölümdeki **Analyze** menüsünden, **Run Analysis** (Çözüm) düğmesine basarak veya  simgesine basarak analiz işlemine geçiniz. **Run Now** düğmesine basarak sistemin çözümüne başlayınız.
53. Ekranda **G** yüklemesine ilişkin sistemin şekildeğiştirmiş durumu görülecektir.
54. Çubuk eleman iç kuvvet diyagramlarının çizimi için, üst bölümdeki menüden  düğmesini ve çıkacak alt menüden **Frames/Cables/Tendons...** seçeneğini tıklayınız.
55. Ekranaya gelen ileti kutusunda, **Axial Force** radyo düğmesini seçiniz. **Case/Combo Name** bölümündeki açılır liste kutusundan **G+nQ**'yu seçiniz. (Seçili durumda ise bir işlem yapmaya gerek yoktur.) **Show Values on Diagram** (Diyagram üzerinde değerleri göster) seçeneğini tıklayınız ve **OK** düğmesine basınız.



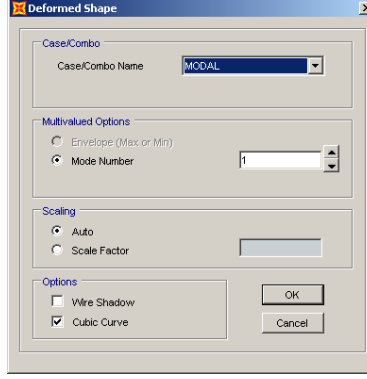
56. Sol ve sağ kolondaki eksenel kuvvetler G+nQ yük birleşiminde 973kN ve 979kN olarak hesaplanmıştır. Basınç kuvveti olduklarından negatif değere sahiptirler. Bu değerler,  $A_c \cdot f_{cm} = 0.4 \cdot 0.5 \cdot 30000 = 6000 \text{ kN}$  değerinin %16'sı dolaylarındadır. Kolonlarda etkin eğilme rijitliği, DBYBHY2007 7.4.13 maddesine göre kolonlarda  $(EI)_e = 0.50EI$ , kirişlerde  $(EI)_e = 0.40EI$  olarak alınacaktır.
57. Son olarak hesap yapıldığı için, sistem kilitlidir, yani  **Lock** (Kilit) düğmesi kapalı durumdadır. Bu durumda sisteme yeni veri girişi yapılamaz. Kilidi açmak için,  düğmesini tıklayınız. Bu durumda ekrana, analiz sonuçlarının silineceğini belirten, bir uyarı penceresi gelecektir.
58. **OK** düğmesine basınız. Kilit düğmesi açık hale () gelecektir.
59. Kolonları seçili duruma getiriniz.
60. **Assign** menüsünde **Frame→Property Modifiers...** seçeneğine tıklayınız. Ekranaya gelen ileti kutusunda **Moment of Inertia about 3 axis** kutucuğundaki değeri **0.5** olarak değiştiriniz.



61. Kirişi seçili duruma getiriniz.
62. **Assign** menüsünde **Frame**→**Property Modifiers...** seçeneğine tıklayınız. Ekrana gelen ileti kutusunda **Moment of Inertia about 3 axis** kutucuğundaki değeri **0.4** olarak değiştiriniz.
63. Üst bölümdeki **Analyze** menüsünden, **Run Analysis** (Çözüm) düğmesine basarak veya  simgesine basarak analiz işlemine geçiniz. **Run Now** düğmesine basarak sistemin çözümüne başlayınız.
64.  düğmesine basarak **Display Options For Active Window** ileti kutusunu ekrana getiriniz.
65. Ekrana gelen ileti kutusunun **Miscellaneous** bölümündeki **Show Analysis Model (If Available)** kutucuğunu seçili duruma getiriniz ve **OK** düğmesine basınız
66. Menüde **Display**→**Show Misc Assigns**→**Joint...** seçeneğine tıklayınız. Ekrana gelen ileti kutusunda **Assembled Joint Masses** radyo düğmesini seçiniz ve **OK** düğmesine basınız

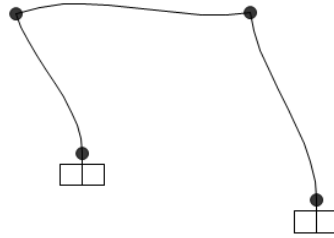




67. Klavyede **F6** tuşuna basınız. Ekrana gelen **Deformed Shape** ileti kutusunda **Case/Combo Name** açılır listesinden **MODAL** seçeneğini seçiniz ve **OK** düğmesine basınız.



68. 4 nolu düğüm noktası üzerine sağ mouse tuşuyla tıklayınız. Modal genlik yaklaşık olarak **0.071** olarak elde edilmektedir.

Joint Object	4	Joint Element	4
	1	2	3
Trans	-0.07129	0.00000	3.542E-04
Rotn	0.00000	-0.00786	0.00000




69. Son olarak hesap yapıldığı için, sistem kilitlidir, yani  **Lock** (Kilit) düğmesi kapalı durumdadır. Kilidi açmak için,  düğmesini tıklayınız. Bu durumda ekrana, analiz sonuçlarının silineceğini belirten, bir uyarı penceresi gelecektir

70. **OK** düğmesine basınız. Kilit düğmesi açık hale ( ) gelecektir.

71. 2 ve 4 nolu düğüm noktalarına kütle ve modal genliklerin çarpımı ile orantılı yükler etkilenecektir. Bu iki noktada kütle ve modal genlik değerleri birbirine yakın değerlere sahip olduğundan  $0.071 \cdot 98 \cong 7 \text{ kN}$ 'luk yük etkilenecektir.

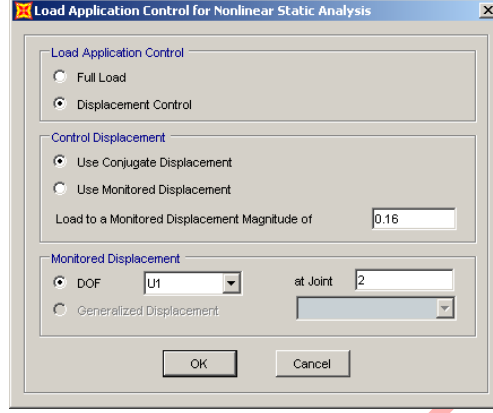
Not: Bu örnek için gerçekte tek serbestlik dereceli sisteme benzerlik bulunduğundan bu yük değerinin bir önemi bulunmamaktadır. Çok serbestlik dereceli sistemlerde ise yüklerin katlar arasındaki oranının, başlangıç yükü olarak etkilmesi gerekir.

72. **2** ve **4** No.lu düğüm noktalarının üzerine tıklayınız ve seçili duruma getiriniz.

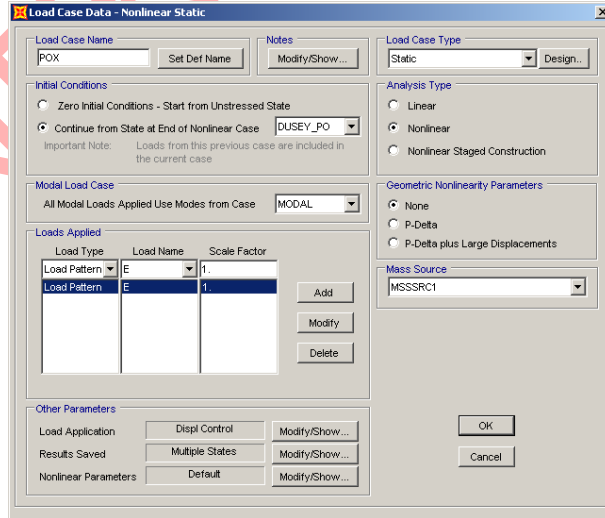
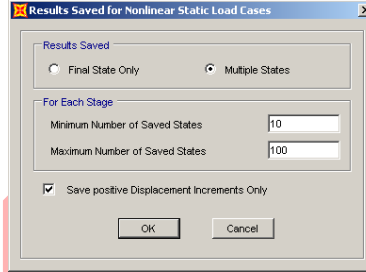
73. Düğüm noktası yüklerini tanımlamak için, üst bölümdeki  **Assign Joint Forces** (Düğüm Noktası Yükü Atama) düğmesine basınız. Ekrana gelen **Joint Forces** ileti kutusunun,

- **Load Case Name** bölümündeki açılır listeden **E**'yi seçiniz.
- **Loads** bölümündeki **Force Global X** kutucuğuna **7** yazıp **OK** düğmesine basınız.

- **Load to a Monitored Displacement Magnitude of** kutucuğuna **0.16** yazınız. Bu kutucuğa performansa bağlı tasarımda performans noktası yerdeğiştirmesi yazılmalıdır. Performans noktasına karşı gelen yerdeğiştirme değerinin belirlenmesi için bir kaç kez çözüm yapılması gerekebilir. Bu örnekte, yalnızca yatay yük taşıma kapasitesinin belirlenmesi amaçlandığından, sistemde plastikleşmeyi sağlayan herhangi bir değer kullanılabilir.



- **OK** düğmesine basınız.
- **Other Parameters** bölümünde **Results Saved** bölümünde **Modify/Show...** düğmesine basınız. Ekrana gelen ileti kutusunda **Multiple States** seçeneğini seçiniz ve **3** kez **OK** düğmesine basınız.

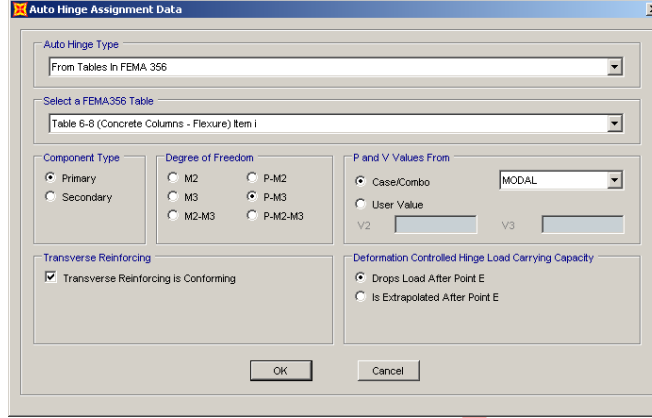


### Plastik Mafsal Özelliklerinin Tanımlanması:

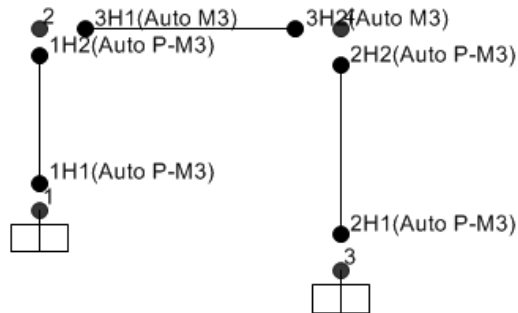
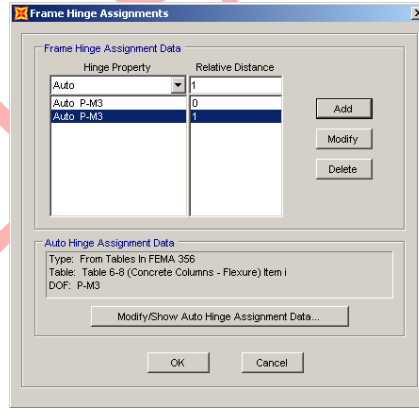
77. Kirişini seçiniz.
78. Menüde **Assign**→**Frame**→**Hinges** seçeneğine tıklayınız.

82. Ekranı gelen ileti kutusunda

- Kolonun başlangıç ucuna plastik mafsallık özelliği tanımlamak için **Relative Distance** kutucuğuna **0** yazınız.
- Plastik mafsallık özelliklerini program tarafından hesaplanması istendiğinden **Hinge Property** bölümünde **Auto** seçeneğini seçiniz ve **Add** düğmesine basınız.
- Ekranı gelen **Auto Hinge Assignment Data** ileti kutusunda ikinci listeden **Table 6-8 (Concrete Columns – Flexure) Item 1** seçeneğini seçiniz.
- **Degree of Freedom** bölümünde **P-M3** seçeneğini seçiniz ve **OK** düğmesine basınız. (3 boyutlu sistemlerde P-M2-M3 seçilmelidir.)



- Kolonun bitiş ucuna plastik mafsallık özelliği tanımlamak için **Relative Distance** kutucuğuna **1** yazınız ve **Add** düğmesine basınız.
- Ekranı az önceki benzer mafsallık tanımlama penceresi gelecektir. Değişkenleri kontrol ederek **2** kez **OK** düğmesine basınız.

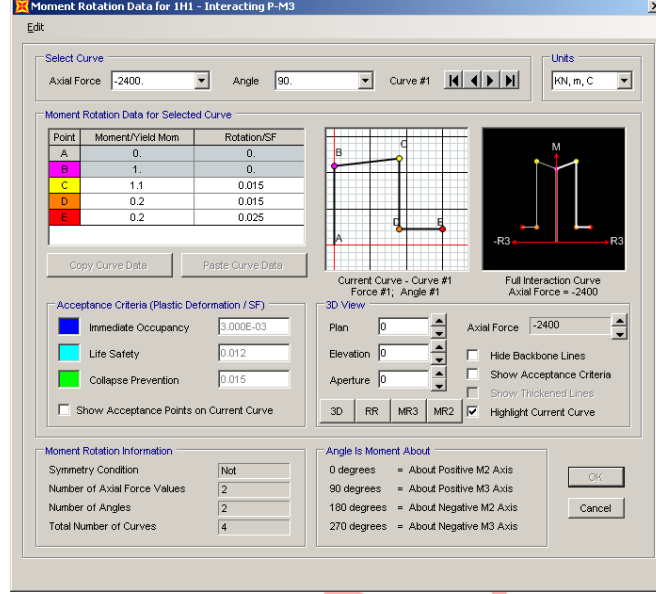



87. Ekranla ilgili plastik mafsal özelliklerini içeren ileti kutusu gelecektir. Burada kesitin negatif akma momenti 268.5kNm, pozitif akma momenti 183.2kNm olarak hesaplandığı görülmektedir. Moment-Dönme ilişkisindeki önemli noktalar bu momentlerin çarpanları ile belirlenmektedir. **2** kez **Cancel** düğmesine basarak 3H1 plastik mafsal özelliğinin incelenmesini tamamlayınız.
88. Kolonun başlangıç ucu için oluşturulan mafsal özelliğini incelemek için **1H1** adlı özelliği seçiniz ve **Modify/Show Property...** düğmesine basınız.
89. Ekranla gelen ileti kutusunda **Modify/Show Hinge Property...** düğmesine basınız.

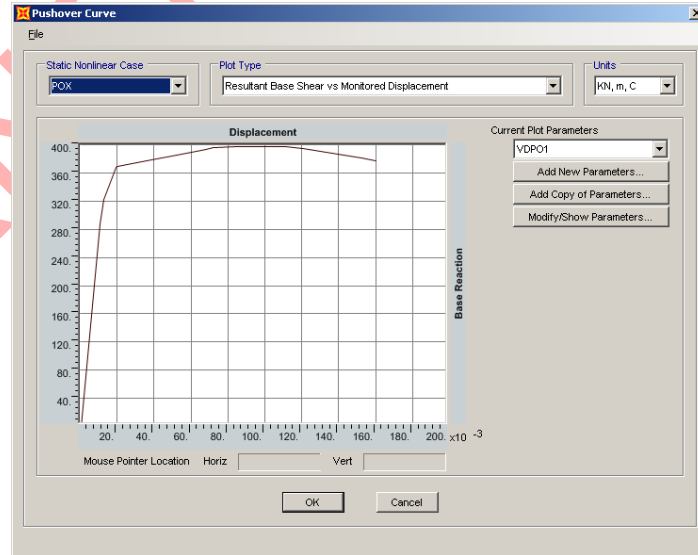
- Ekranla gelen ileti kutusunda **Modify/Show P-M3 Interaction Surface Data...** düğmesine basınız.
- Ekranla gelen ileti kutusunda **Define/Show User Interaction Surface...** düğmesine basınız. Ekranla Belirli bir eksenel kuvvet ve eğilme momentine bağlı olarak kolon kesiti karşılıklı etki diyagramını oluşturan noktalara ait bilgileri içeren tablo ve grafiksel gösterim gelecektir.

Point	P	M3
1	-1.	0.
2	-0.8454	0.4022
3	-0.7363	0.6342
4	-0.6259	0.7976
5	-0.5033	0.9189
6	-0.3658	1.
7	-0.2801	0.9503
8	-0.1805	0.8546
9	-0.0843	0.6822
10	0.0333	0.3914
11	0.1732	0.

- 2 kez **Cancel** düğmesine basarak pencereyi kapatınız.
- Ekrana gelen ileti kutusunda **Modify/Show Moment Rotation Curve Data...** düğmesine basınız.
- Ekrana farklı eksenel kuvvet düzeyleri için moment-dönme ilişkisini gösteren ileti kutusu gelecektir.



- 4 kez **Cancel** düğmesine basarak plastik mafsal inceleme işlemini tamamlayınız.
90. Üst bölümdeki **Analyze** menüsünden, **Run Analysis** (Çözüm) düğmesine basarak veya  simgesine basarak analiz işlemine geçiniz. **Run Now** düğmesine basarak sistemin çözümüne başlayınız.
91. Çözüm tamamlandıktan sonra Taban kesme kuvveti-Tepe Yerdeğiştirme ilişkisini grafik olarak görmek için **Display** menüsünde **Show Static Pushover Curve** seçeneğini seçiniz.



## 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. Aydınoğlu, 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 71, 86, 129, 143, 144, 145, 160, 164, 165, 169, 177, 192, 219, 225, 230, 232, 259, 264, 321, 333, 334, 335, 343, 353, 354, 396, 398, 401, 409, 411, 413, 439, 442  
Add Copy of Property 56, 84, 97, 108, 142, 163, 178, 223  
Add New Property ..... 34, 330  
Additional Ecc. Ratio.... 241, 242, 416, 417, 418  
AISC-ASD89 ..... 358, 423  
Analysis Model ..... 237, 445  
Analyze 14, 18, 32, 42, 52, 65, 72, 75, 88, 101, 119, 135, 149, 153, 171, 308, 335, 440, 444, 445, 453  
Angle ..... 396  
Apply at Center of Mass ..... 418  
Ardgerme ..... 382  
Area Loads ..... 276  
Area Section ..... 10  
Area Springs ..... 23, 233, 287  
Assembled Joint Masses ..... 237, 445  
Assign Frame Sections. 36, 37, 58, 59, 86, 132, 143, 164, 181, 225, 299, 386  
Auto Hinge Assignment ..... 449  
Auto Select ..... 351  
AutoCAD ..... 1, 123, 124  
Available DOFs ..... 32, 52, 335  
Axial Force ..... 43, 76, 120, 136, 137, 154

## B

Beam/Column Capacity Ratio ..... 251

## C

Circle Section ..... 331  
Coeff of Thermal Expansion . 34, 53, 69, 82, 95, 142, 175, 176, 218, 219, 258, 270, 283, 296, 316, 326, 327, 350, 366, 383, 384, 393, 435, 436  
Component Type ..... 278  
Concrete ..... 251  
Concrete Reinforcement ..... 332  
Concrete Summary Data ..... 251  
Confinement Bars 177, 179, 221, 222, 329, 330, 332, 437, 438  
Cross section ..... 66  
Curvature Coefficient ..... 388

## D

Deprem ..... 413  
Design Output ..... 251  
Displacement Control ..... 447  
Display 9, 14, 19, 31, 37, 44, 46, 47, 64, 67, 71, 76, 77, 78, 86, 88, 94, 95, 99, 102, 104, 109, 111, 120, 121, 122, 129, 136, 137, 138, 143, 145, 155, 160, 164, 165, 168, 169, 177, 192, 207, 213, 214, 216, 225, 230, 237, 238, 245, 250, 251, 259, 264, 266, 271, 274, 278, 284, 285, 291, 298, 307, 311, 316, 321, 322, 333, 334, 335, 343, 353, 354, 355, 365, 371, 389, 396, 398, 401, 409, 411, 413, 422, 428, 439, 442, 445  
Display Design Info ..... 250  
Display Options.... 44, 67, 71, 77, 86, 129, 143, 144, 145, 160, 164, 165, 169, 177, 192, 225, 230, 232, 259, 264, 321, 333, 334, 335, 343, 439, 442  
Distribution ..... 403  
Divide Areas ..... 284  
Double Angle ..... 350  
Döşeme..... 157, 172, 215, 271, 364, 366, 381, 401, 402  
Draw Frame Element ..... 24, 31, 71  
Düğmeler ..... 18

## E

Edit Areas ..... 284  
Edit Menüsü ..... 8  
etkin kütle ..... 156  
Excel..... 47, 89, 91, 92, 93, 94, 238, 291, 292, 293, 414  
Extrude ..... 396

## F

Force Global ... 40, 64, 111, 134, 145, 201, 288, 302, 303, 304, 337, 442, 446  
Frame Distributed Loads ..... 40  
Frequencies ..... 155  
Functions ..... 11, 15, 23, 150

## G

General ..... 83  
General Section ..... 83, 84  
Generate Code-Based Design Load  
Combinations ..... 210, 247, 343, 359  
GLOBAL ..... 2  
Glue to Grid Lines ..... 49, 148, 161, 191  
Gravity ..... 403  
Grid ..... 3  
Grid Spacing ..... 105

## H

Hinges ..... 448

## I

Import New Property..... 350

Interaction ..... 249

## J

Joint Restraints..... 32, 33, 51, 52, 72, 94, 118,  
133, 148, 171, 174, 233, 263, 274, 275, 276,  
286, 304, 321, 334, 335, 440

## K

Kabuk ..... 313

Kartezyen..... 2

Koordinat

    Kartezyen ..... 2

    Silindirik ..... 2

Kütle..... 10, 23, 195, 239

## L

Length Offset ..... 341

Length Type ..... 85

Load Cases. 11, 14, 23, 41, 42, 63, 75, 88, 100,  
119, 135, 149, 151, 155, 171, 197, 208, 235,  
256, 301, 311, 338, 443, 447

Load Combinations 11, 152, 204, 205, 209, 244,  
247, 305, 306, 338, 342, 357, 443

Local Axes ..... 396

Longitudinal Bars ..... 177, 221, 329, 437

## M

Malzeme Özellikleri..... 33

mass source ..... 234, 411

Material Property Data. 33, 53, 69, 82, 95, 106,  
126, 141, 162, 175, 176, 218, 219, 258, 270,  
282, 295, 316, 326, 327, 328, 349, 366, 383,  
393, 435, 436

Member Force Diagram ..... 278

Member Force Diagram for Frames..... 66

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..... 284

Mesnet. 31, 32, 51, 72, 94, 118, 133, 143, 171,  
174, 274, 304, 321, 334, 440

Modal Participating Mass Ratios..... 156

Modal Periods ..... 155

Model Information..... 155

Modify Lateral Load Pattern..... 416

Moment of Inertia ..... 84

Monitored Displacement ..... 448

Move..... 407

Multiple States ..... 448

## N

New Model .. 6, 18, 27, 48, 68, 80, 91, 93, 105,  
140, 158, 172, 215, 258, 268, 281, 294, 313,  
324, 348, 364, 382, 392, 433

Nonlinear Case..... 447

Nonprismatic ..... 84

## O

One-Way ..... 408

Output Stations..... 22, 41, 75

## P

Partial Fixity..... 397

Periods..... 155

Perspective Toggle ..... 102, 129, 131, 167

Plane Frame ..... 32, 52, 72, 335, 440

Plastik Mafsal..... 448

## Q

Quick Draw Frame.. 12, 19, 24, 30, 31, 71, 158,  
259, 333, 352, 439

Quick Material Definition ..... 33, 69

## R

Rebar.. 175, 177, 213, 218, 221, 250, 327, 328,  
330, 346, 436, 437

Reinforcement to be Checked..... 222

Reinforcement to be Designed..... 222

Releases.. 22, 61, 119, 133, 356, 397, 398, 399

Releases/Partial Fixity..... 22, 61, 119, 133

Replicate 1, 8, 21, 24, 105, 112, 115, 118, 140,  
145, 157, 159, 160, 173, 187, 262, 319, 320,  
392, 398, 399, 400, 405

Response Spectrum..... 15, 23, 150, 151

Resultant Forces ..... 278

## S

s2k Text File.....	242
SAFE.....	256
Section Designer.....	1, 296
Section Properties.....	34
Set Analysis Options... 14, 32, 52, 72, 149, 335, 440	
Set Default 3D View.....	37
Set Display Options... 9, 19, 30, 31, 36, 37, 94, 95, 99, 109, 111, 271, 274, 284, 285, 307, 316, 321	
Set Limits.....	405
Set Z Axis Limits.....	405
Show Deformed Shape.....	428
Show Tables..... 15, 45, 77, 88, 104, 121, 137, 155, 168, 207, 214, 238, 251, 291, 311, 346, 413	
Show Undeformed Shape .... 14, 19, 36, 37, 39, 40, 41, 58, 64, 87, 143, 145, 181, 187, 225, 229, 287, 300, 337, 340, 343, 442	
Show Values on Diagram... 43, 66, 76, 88, 102, 121, 136, 309, 444	
Shrink.....	396
Shrink Objects .... 37, 38, 59, 60, 181, 334, 440	
spektrum analiz.....	154
Spherical Dome.....	314
Steel Frame Design 15, 19, 358, 359, 360, 361, 362	

## T

Tee.....	34
Tendon.....	385
trapez yük.....	74

## U

Uniform (Shell).....	276
Uniform Load..... 39, 40, 63, 64, 72, 73, 74, 87, 100, 165, 166, 167, 183, 184, 189, 190, 227, 277, 322, 336, 337, 441, 442	
Uniform to Frame (Shell).....	403, 407

## V

View by Colors of 37, 38, 59, 60, 181, 334, 440
---

## W

Wire Shadow.....	428
Wobble Coefficient.....	388

## Y

yapı 1, 2, 33, 52, 116, 157, 182, 187, 197, 226, 235, 239, 274, 327, 335, 391, 412, 430, 432	
Yerel eksen.....	2

## Z

zemin gerilmesi.....	253, 290, 293
----------------------	---------------

ÖRNEK SAHA