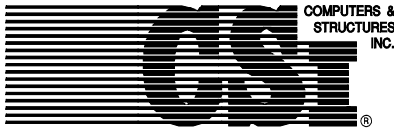


# SAP2000®

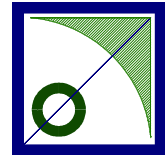
Yapıları Sonlu Elemanlarla  
Çözümleme ve Boyutlama için  
Yazılımlar Serisi

## HIZLI ALIŞTIRMALAR KILAVUZU

Bölüm I ve II  
**Temel Alıştırma**



COMPUTERS &  
ENGINEERING



Sürüm 7.0, Ekim 1998  
Türkçe Baskı 1.1.2001

# TELİF HAKKI

Copyright Computer & Structures, Computers & Engineering. Her hakkı saklıdır. SAP2000 programı ve ilgili tüm yazılı belgeler sahiplik ve çoğaltma hakları saklı ürünlerdir. Evrensel sahiplik hakları Computers & Structures Inc.'a aittir. Türkçe yazılı belgelerin sahiplik hakları Computers & Engineering kuruluşuna aittir. Computers & Structures Inc. ve Computers & Engineering kuruluşlarından yazılı izin alınmadan programın lisanssız kullanımı veya yazılı belgelerinin çoğaltılması tamamen yasaktır.

Daha ayrıntılı bilgi, yazılım lisansı ve belgelerin kopyaları için başvuru adresi:

Türkiye, Almanya ve Rus Fed. Devletleri

Ana Dağıtım:

COMPUTERS & ENGINEERING

Holzmühlerweg 87-89

D-35457 Lollar, ALMANYA

Tel: 0049 6406 73667

Fax: 0049 6406 4745

E-Mail: [baser@comp-engineering.com](mailto:baser@comp-engineering.com)

<http://www.comp-engineering.com>

<http://www.csiberkeley.com>

<ftp://ftp.csiberkeley.com/webdd>

© Copyright Computers and Structures Inc., 1978-2000

© Copyright Computers & Engineering 1992-2000

CSI Logo'su Computers & Structures Inc. kuruluşunun tescilli ticari markasıdır.

SAP2000 Computers & Structures Inc. kuruluşunun ticari markasıdır.

# SORUMLULUK

SAP2000 programının ve yazılı belgelerinin hazırlanmasına büyük zaman, çaba harcanmış ve maddi fedakarlık yapılmıştır. Program tam olarak test edilmiş ve kullanılmıştır. Bununla birlikte programı kullanırken, kullanıcı, programın güvenilirliği veya kesinliği konusunda programı hazırlayan veya dağıtanların herhangi bir sorumluluk almadığını veya bunu ima etmediğini kabul eder ve anlar.

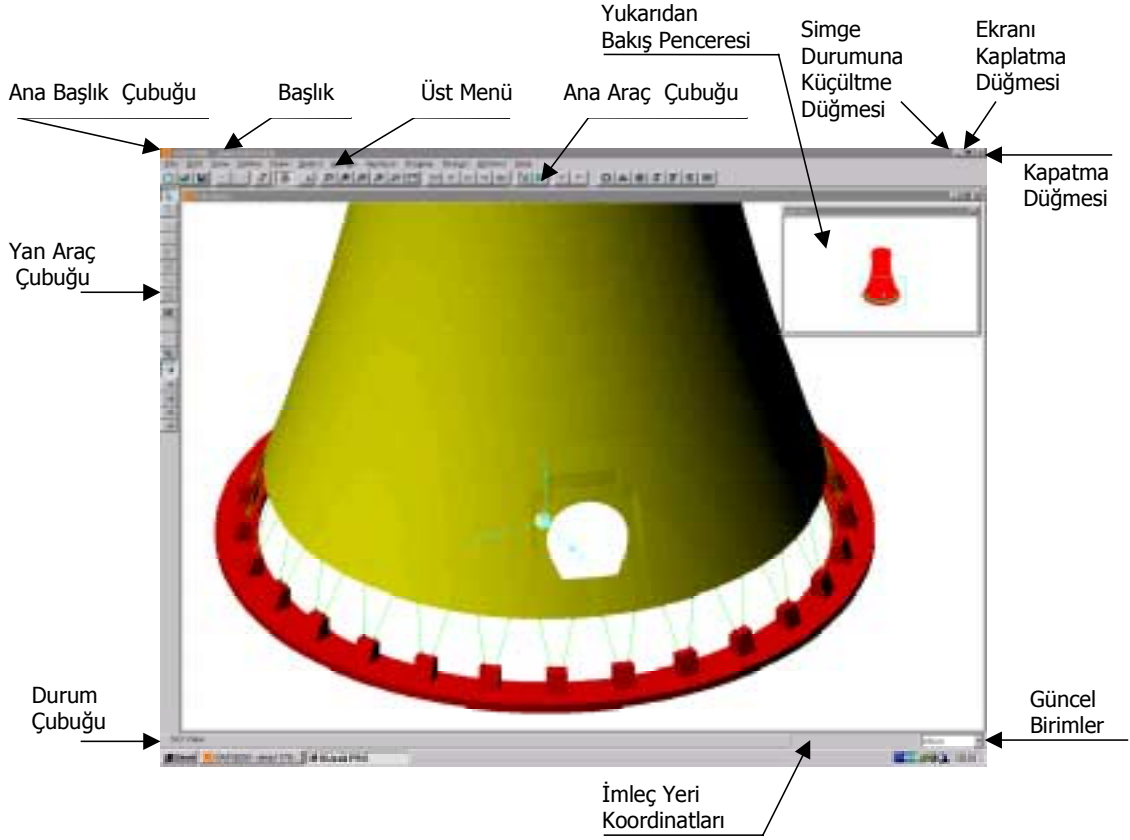
Program, betonarme çerçevelerin boyutlaması için çok pratik bir araçtır. Programın bundan önceki sürümleri çok başarılı olmuş ve çeşitli tür yapılarda kullanılmıştır. Bununla beraber kullanıcı, bu kılavuzu tamamen ve dikkatlice okumalı ve betonarme hesabında program algoritmalarının **kapsamadığı** durumları iyice anlamalıdır.

Kullanıcı, programın temel varsayımlarını açıkça anlamalı ve programın oluşturduğu sonuçları kendisi bağımsız olarak kontrol etmelidir.

# TEŞEKKÜR

Bu ürünün bugünkü durumuna gelmesinde yıllar boyu süren değerli çalışmalarıyla katkı sağlayan bütün mühendis meslekdaşlarımıza teşekkür ederiz.

Özellikle orjinal SAP serisi programlarının kavramsallaştırılması ve geliştirilmesinden sorumlu, California Berkeley Üniversitesi emekli profesörlerinden Dr. Edward L. Wilson'ı özel olarak anıyoruz. Kendisinin devam eden orijinal çözümler üretmesi, programın bu versiyonunda kullanılan eşsiz kavramlar oluşturulmasında rol oynamıştır.



## SAP2000 MENÜLERİNİN TANIMLARI

SAP2000 komutlarına Uygulama Simgeli (İkon'lu) **Ana Araç Çubuğu**, **Yan Araç Çubuğu**, ve **Üst Menü**'den (Pull Down) erişilecektir. Bununla birlikte Uygulama Simgeli araç çubukları **Üst Menü**'de bulunan işlemlerin çoğuna, daha çabuk erişimi sağlar.

Atama (*Assign*) işlemi sırasında hatırlamanız gereken iki önemli nokta vardır. Birincisi; bir değeri atayacağınız nesneyi belirtmeden önce o değeri tanımlamış (*Define*) olmalısınız. İkincisi; önce elemanları seçmeli (*Select*) sonra onlara yeni büyüklükler atamalı (*Assign*) ya da eskilerini değiştirmelisiniz .



---

# İÇİNDEKİLER:

---

<b>BÖLÜM 1.</b>	<b>Giriş</b>	I-1
	Genel	I-1
	Kitap Düzeni	I-2
	Önerilen Okuma Şekli	I-2
<b>BÖLÜM 2</b>	<b>Temel alıştırma</b>	II-1
	Genel	II-1
	Modelin Tanımlanması	II-2
	Alıştırmaya Başlangıç	II-2
	Geometriyi Oluşturmak	II-4
	Yapısal Eleman Kesitlerinin Tanımlanması	II-6
	Kesitlerinin Atanması	II-8
	Yükleme Durumlarının Tanımlanması	II-10
	Düğüm Noktası Yüklerinin Atanması	II-11
	Modelin Analizi	II-13
	Yapıdaki Şekil Değişikliklerinin Gösterilmesi	II-14
	Eleman Kesit Kuvvetlerinin Gösterilmesi	II-17
	Gerilme Kontrolleri ve Dizayn	II-19
	Yapı Üzerinde Değişiklikler Yapılması	II-21
	Sonuç Düşünceleri	II-24



---

# BÖLÜM I

---

## GİRİŞ

### Genel

SAP2000, kullanıcıya bir yapısal modelin oluşturulması, üzerinde değişiklikler yapılması, çözümlenmesi (analiz) ve boyutlandırılması (dizayn) ile ilgili işlemlerin tamamını aynı bilgisayar ortamı üzerinde yapma olanağı sağlar.

Program hem çelik hem de betonarme yapıların dizayn edilmesine olanak veren etkin ve tam bütünleştirilmiş modüller sunar. Bu program, kullanıcıya gerilmeleri kontrol ettikten sonra yapıyı tekrardan analiz etmeye gerek kalmadan eleman kesitlerini yeniden düzenleyip dizaynı güncelleştirmek gibi uygun değişikliklerin yapılabileceği ideal bir program ortamı sağlar.

Bu kullanım kılavuzunun amacı üç küçük alıştırmaya ile bu programı ilk defa kullanacaklara el alışkanlığı kazandırmaktır. İlk alıştırmada SAP2000 in temel bazı modelleme ve dizayn özellikleri işlenmektedir. SAP2000'e ait çelik ve betonarme ile ilgili diğer özellikler ilerideki iki alıştırmada işlenecektir.

Bu alıştırmalarda bir yapının modelleme ve dizayn işlemleri ana hatlarıyla adım adım anlatılmıştır. Bu kısımları okurken beraberinde program üzerinde uygulamasını da yapmanız tavsiye edilir.

### Kitap Düzeni

Bu el kitabı şu şekilde düzenlenmiştir:

Bölüm II ilk defa kullananlara el alışkanlığı kazandırmayı amaçlayan hızlı bir alıştırmayı içerir. Bu alıştırmada SAP2000'e ait bazı temel özellikler işlenir.

Bölüm III betonarme yapı dizaynı ile ilgili bir alıştırma içerir. Bu alıştırmada SAP2000' in betonarme dizaynı ile ilgili temel özellikleri işlenir.

Bölüm IV çelik yapı dizaynı ile ilgili bir alıştırma içerir. Bu alıştırmada SAP2000' in çelik dizaynı ile ilgili temel özellikleri işlenir.

*Not: Bu (Hızlı Alıştırmalar Kılavuzu) ndan bağımsız olarak ve eğitim amacıyla hazırlanmış olan SAP2000 ALIŞTIRMA KILAVUZU da Türkçe'ye çevrilmiş olarak sunulmuştur. Eğitime devam için salık veririz.*

### Önerilen Okuma Şekli

İlk defa kullanacak olanların bu kitaptaki alıştırmalara başlamadan önce “SAP2000'e Başlangıç” el kitabında bulunan “**Grafiksel Kullanıcı Ortamı**” bölümünü okumaları önerilir. Bu bölüm SAP2000 ‘Grafiksel Kullanıcı Ortamı’ndaki tuş ve menülerin ne işe yaradığının anlaşılmasını sağlar.

Bu kitapta verilen alıştırmaları tamamladıktan sonra kullanıcı eğer isterse daha detaylı bir alıştırma olan *Pushover analizi el kitabını da içeren SAP2000 / NL-Push Detaylı Analiz alıştırması* kısmını inceleyebilir.

---

## BÖLÜM II

---

### TEMEL ALIŞTIRMA

#### Genel

Bu alıştırma SAP2000'i ilk defa kullanacak olanlara hem el alışkanlığı kazandırmak hem de SAP2000'e ait bazı temel özellik ve yetenekleri anlatmayı amaçlamaktadır. *SAP2000'e Başlama Kılavuzu*' içindeki 'Grafiksel Kullanıcı Ortamı' bölümünü okuduğunuz varsayılarak anlatımlar yapılacaktır. Aynı zamanda programda bulunan Ekranda Kapsamlı Yardım'ı (F1 tuşu ile) kullanmanız tavsiye edilir. Yapısal modellerle ilgili daha geniş bilgi için bu cildin III. bölümü olan *SAP2000 Temel Analiz Referansları* kısmına bakabilirsiniz.

Programa aşinalık kazandıkça burada anlatılan basamakların sırasının aslında çok da önemli olmadığını fark edeceksiniz. Yani biraz pratikten sonra, bir modeli kurup çalıştırmak için uygulamanız gereken basamakları farklı bir sıra ile de yapabileceğinizi göreceksiniz.

SAP2000 komutları için bazen araç çubuklarından (**Toolbar**) bazen de menülerden faydalanacağız. Bu sizin her iki metoda da aşına olabilmeniz için bilerek yapılmıştır. Araç çubukları sık kullanılan özelliklere hızlı erişimi sağlar. Araç çubuklarında mevcut tüm özelliklere üst menü çubuğunu kullanarak da erişebilirsiniz.

### Modelin Tanımlanması

Bu alıştırma için bir model seçilip geliştirilmiş, analiz edilmiş, dizayn sonuçları kontrol edilmiş ve sonra da değişiklikler yapılmıştır. Programın hazır şablonlarından basit, iki boyutlu, 5 açıklıklı bir makas seçilip sonra hareketli ve hareketsiz tekil yüklere maruz bırakılmış, ardından da her iki yükleme durumu için analiz edilmiştir. Daha sonra gerilme oranlarını izleyerek AISC /ASD89' a uygun olarak dizayn gerilmesi kontrolü yapılmıştır. Ardından modelin geometrisi ve yükleme durumları değiştirilerek işlemler tekrarlanmıştır.

İlk model şekil II.1. de gösterilmiştir. Kip-inç birim sistemi kullanılmıştır. Tüm model boyunca akma sınırı 36 ksi olan yapısal çelik ve çift köşebent kullanılmıştır.

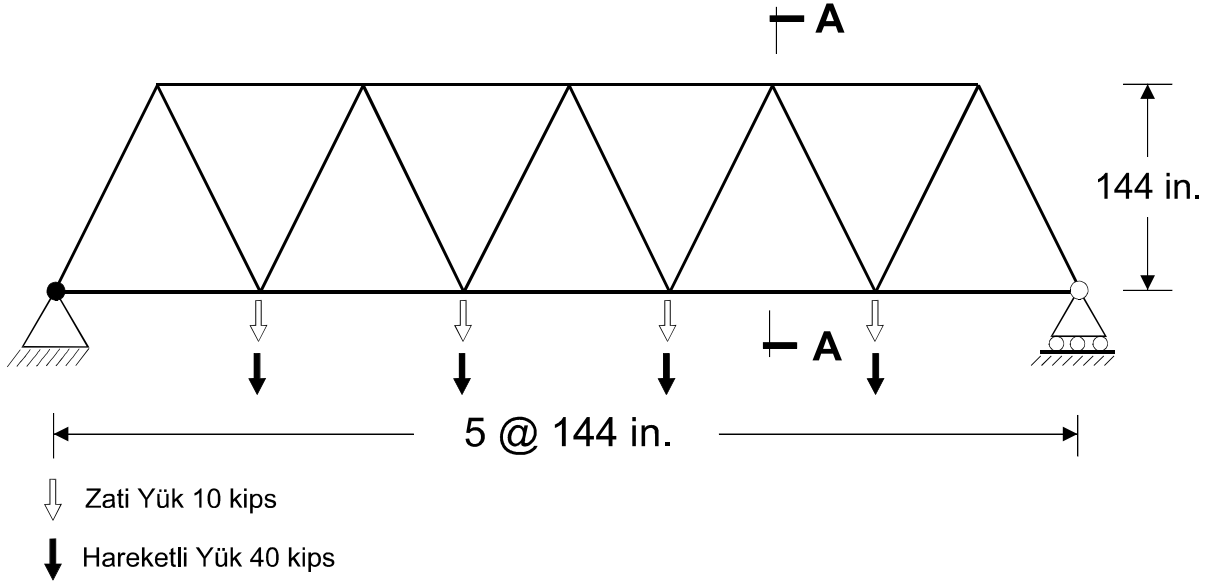
### Alıştırmaya Başlangıç

Takibeden konu başlıkları bir makas modelinin oluşturulup analiz edilmesini adım adım anlatmaktadır. Bu bölümü okurken beraberinde programı kullanarak bu adımları birebir uygulamanız ısrarla tavsiye edilir.

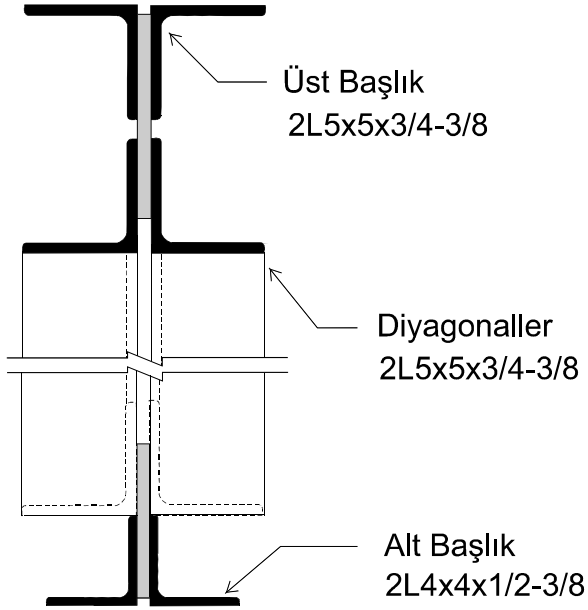
Makasın şekli mevcut şablonlardan elde edilir. Bu şablonlar sık kullanılan belli başlı birkaç yapı tipini göstermektedirler. Unutmayın ki yapı tipi bir kez belirlendikten sonra basamakların sırası sizin sağduyunuza kalmıştır. Kestirme yollar tecrübenizle birlikte gelecektir.

SAP2000 programınızı windows sürümünüze bağlı olarak ya başlangıç menüsünden ya da program yöneticisinden açın. Ve şimdi modeli geliştirmek için ilerleyebiliriz.

## Temel Alıştırma



## Görünüş



### Notlar:

- Kip-inch birimleri kullanıldı.
- Kafesin zati ağırlığı LOAD1 yük durumuna eklenmiştir .
- Çeliğin minimum akma gerilmesi  $F_y = 36$  ksi

## Kesit A-A

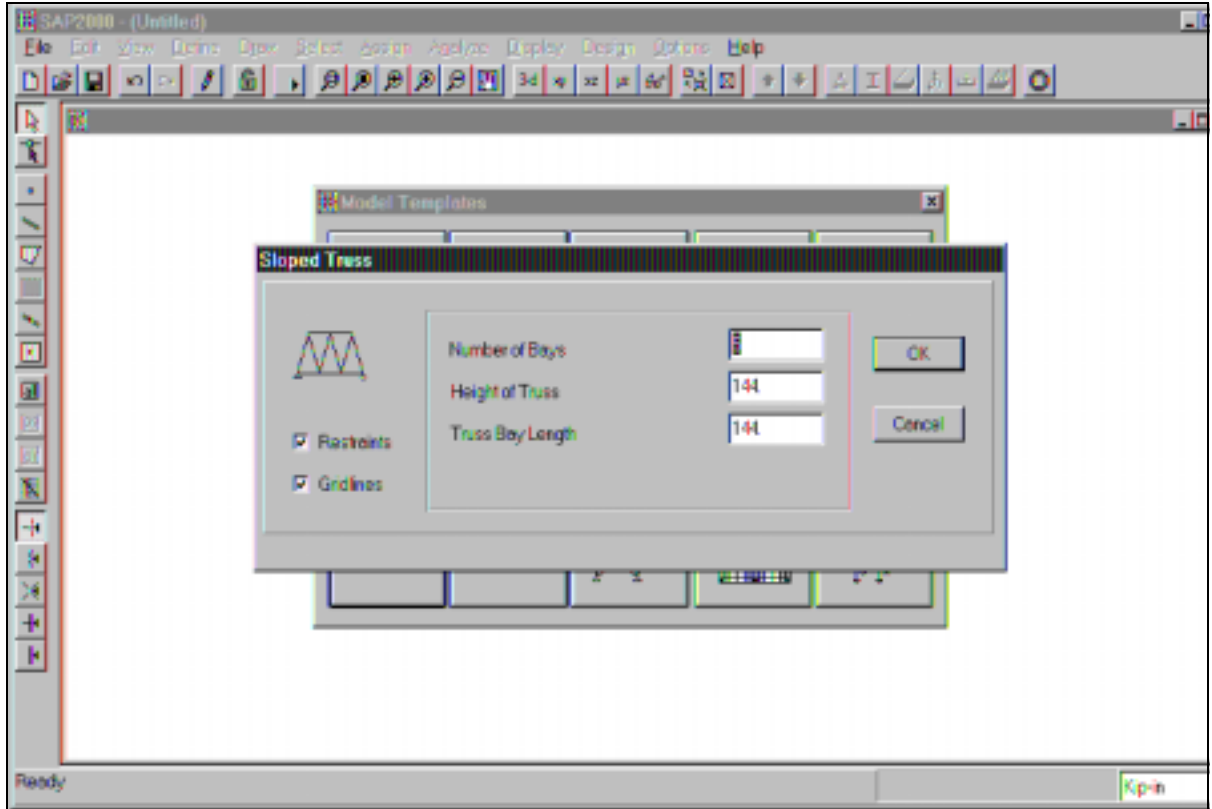
(Tipik)

### Şekil II-1

Modelin Geometrisi ve Yükler

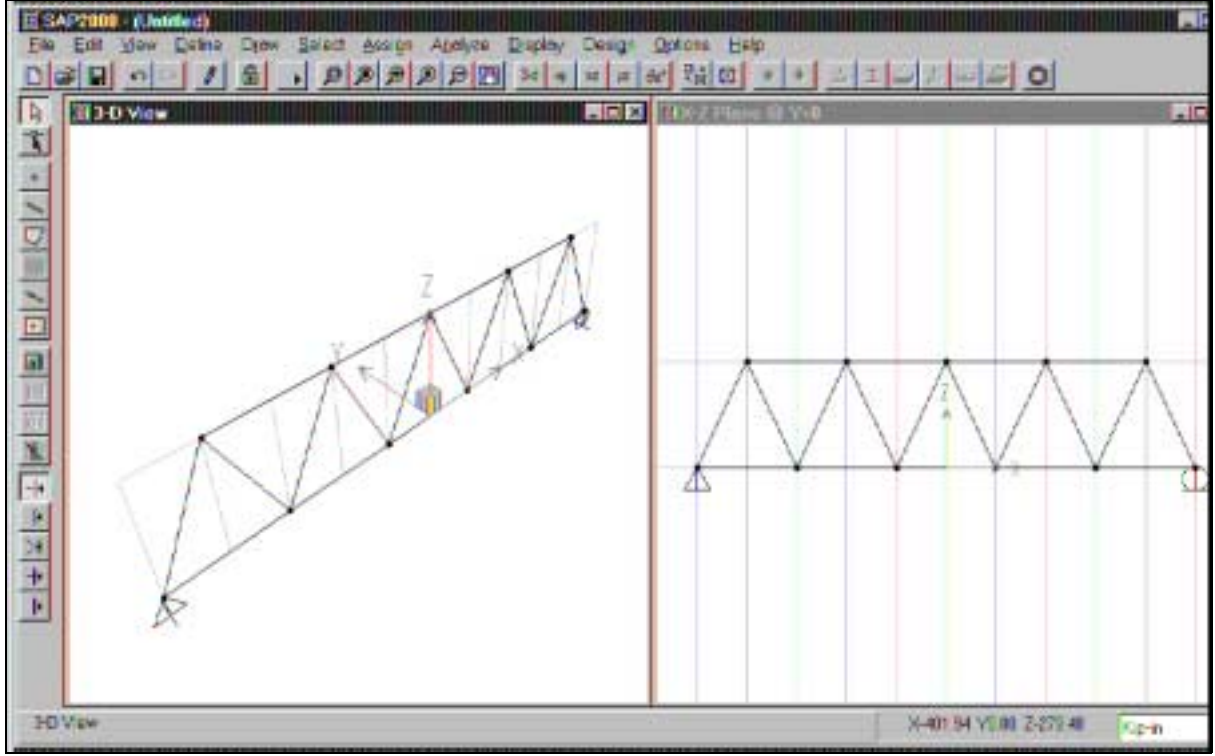
## Geometriyi Oluşturmak

1. **File** menüsünden **New Model From Template** (hazır şablonlardan model seçme)'ı seçin. Bu işlem model şablonlar iletişim kutusunu görüntüleyecektir.
2. Bu iletişim kutusundan :
  - Eğimli Makas şablonuna tıklayın. Bu Eğimli Makas iletişim kutusunu gösterecektir.
  - Bu iletişim kutusundan:
    - Açıklık sayısını (**number of bays**) 5'e değiştirin.
    - Sınır şartları kutucuğunu (**restraints**) işaretleyin.
    - Hasır (grid) çizgileri kutucuğunu (**gridlines**) işaretleyin.
    - Hazırdaki makas yükseklik ve uzunluklarını tanımlandığı gibi kabul edin.
    - **OK** tuşuna basın



Ekran yenilenecek ve ekranda birbirine bitişik iki dik pencere açılarak modelin biri 3 diğeri 2 boyutlu olmak üzere iki görüntüsü belirecektir. Sağ taraftaki pencere, modelin  $Y=0$  daki X-Z plan görünüşünü gösterecektir. Sol pencere ise 3-D perspektif görünüş verecektir.

## Temel Alıştırma



Bu işlem ön tanımlı sınır şartlarını da içeren geometrik modellemeyi tamamlamış olur

*Dikkat: Eğimli makas iletişim kutusundaki (sınır şartları) **restraints** kutusu işaretlendiğinde programın hazır sınır şartları otomatik olarak atanmış olur.*

## Yapısal Eleman Kesitlerinin Tanımlanması

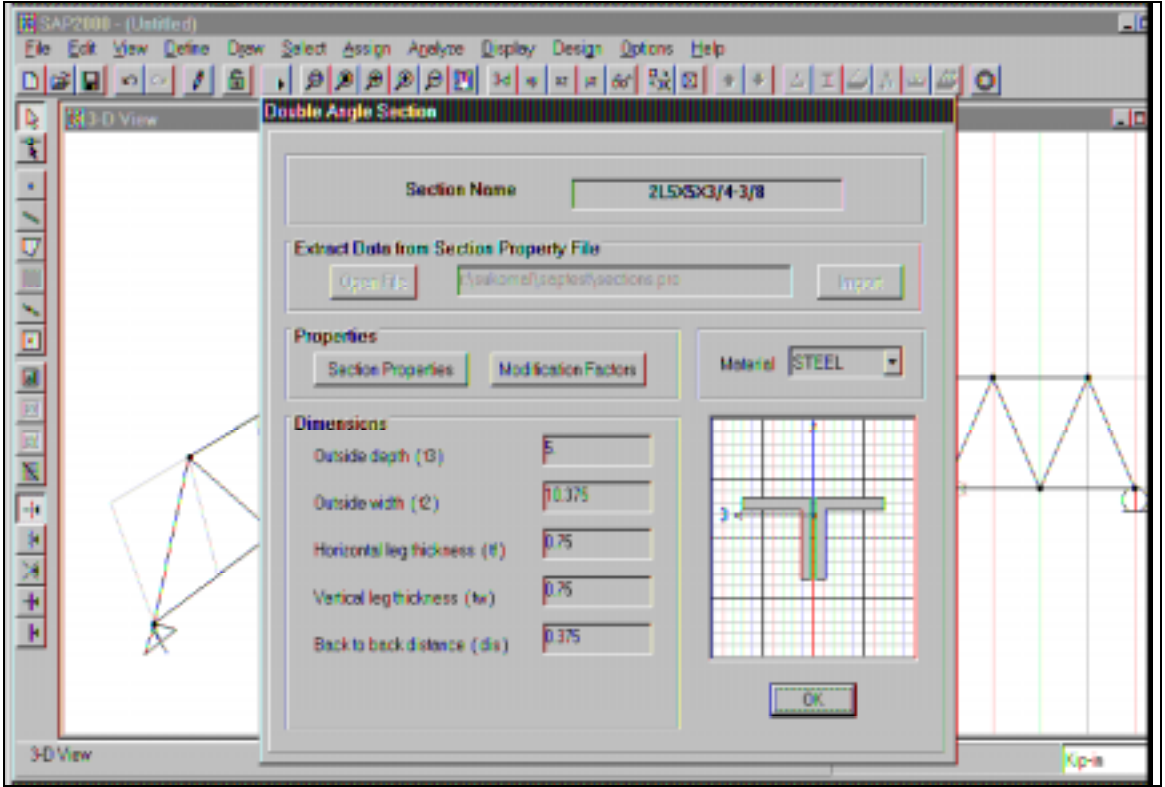
Makasın tümünde çift köşebent kesit kullanacağız. Bu iş için SAP2000 tarafından sağlanan Yapısal kesit veri dosyalarını kullanacağız. Bu dosyalar **SECTIONS.PRO** adıyla SAP2000 dosyaları ile birlikte aynı alt dizinde (SAP2000\utilities) bulunur.

1. **Define** (tanımla ) menüsünden **Frame sections** (çubuk elemanı kesit tipleri) ni seçiniz. Bu işlem, Çubuk Kesitleri İletişim Kutusunu (**dialog box**) görüntüleyecektir.
2. Bu iletişim kutusundan:
  - Aşağı açılır **Import** (içine taşı) tuşunu tıklayın
  - **Import Double Angle** (çift köşebent taşı) tuşunu tıklayın. Bu, **Section Property File** (kesit özellikleri dosyası)'ı görüntüleyecektir.
  - Bu iletişim kutusundan:
    - **SECTIONS.PRO** data dosyasını işaretleyin
    - Dosyayı ya üzerine çift tıklayarak ya da aç tuşuyla açın.
    - Bu işlem aşağı doğru açılan bir liste kutusunda, data dosyalarındaki mevcut tüm çift köşebentleri görüntüler.

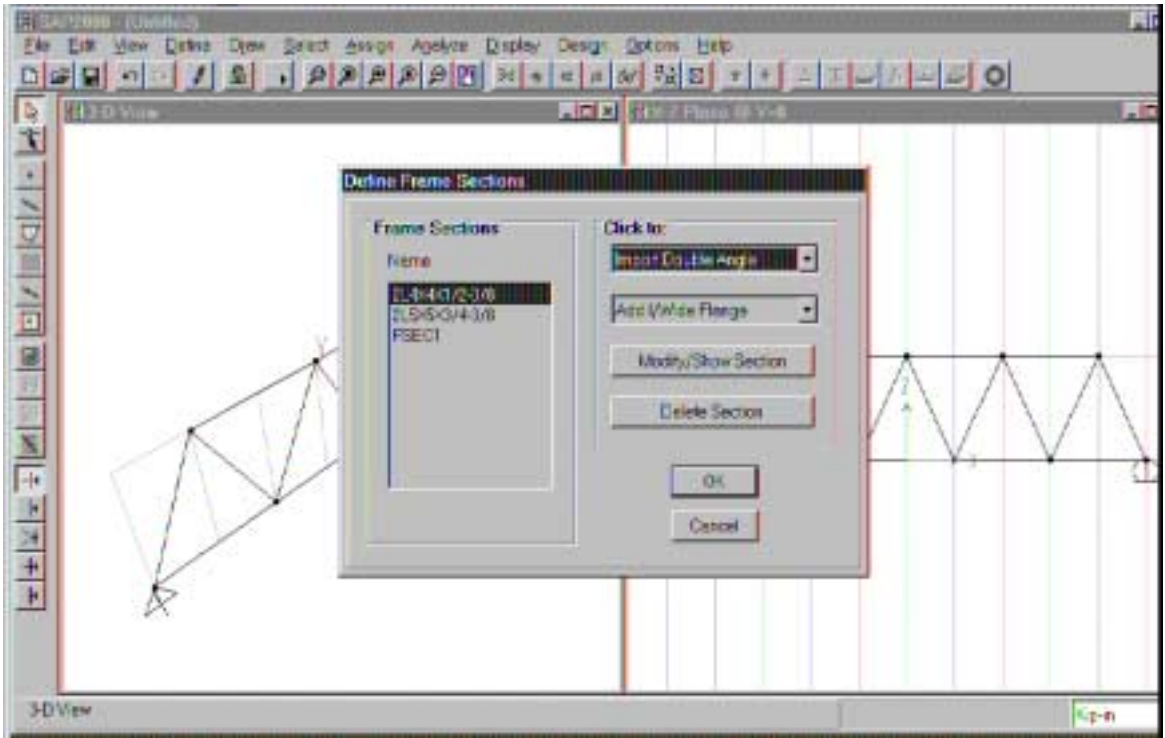
*Dikkat: Herhangi bir SAP2000 oturumunda SECTIONS.PRO veri dosyasını sadece bir kez seçip açabilirsiniz. Ancak **Options** (seçenekler) menüsündeki **Preferences** (tercihler) seçeneğini kullanarak başka bir veri dosyası kullanma şansınız vardır.*

3. Çift köşebent listesinden:
  - Herhangi bir eleman kesitini belirlemek için, mesela 2L5x5x3/4-3/8, klavyedeki aşağı yukarı hareket (scroll) tuşlarını kullanabilirsiniz.
  - 2L5x5x3/4-3/8 üzerine çift tıklayın. Bu işlem çift köşebent kesiti iletişim kutusunu görüntüleyecektir. Bu kutuda seçilen kesitin şematik görüntüsü, kesit ölçüleri ve önceden seçilmiş malzeme tipi olarak STEEL (çelik) vardır.
  - **OK** tuşunu tıklayın. Bu işlem çift köşebent kesiti iletişim kutusunu kapayacaktır. Dikkat ederseniz Çubuk Kesiti iletişim kutusunda, seçilen kesite (2L5x5x3/4-3/8) ait sembol önceden tanımlı kesit isminin bulunduğu Çubuk Kesitleri alanına eklenmiştir.

## Temel Alıştırma



4. Başka bir çift köşebentini (2L4x4x1/2-3/8) seçmek için 2 ve 3 numaralı basamakları tekrarlayın.
5. **OK** tuşunu tıklayın.



## Kesitlerin Atanması

Bu aşamada makas çubuk elemanlarına Őimdiye kadar tarif ettiğimiz iki kesiti atayacağız. 2L5x5x3/4-3/8 çift kosebent kesitini makas st başlık ve diyagonallerine, (2L4x4x1/2-3/8) kesitini ise sadece makas alt başlığına atayacağız.

1. Makasın st başlığını, **windowing** yani istenen nokta ve elemanları farenin imleci ile çizilen bir pencere içine alma yolu ile seçeceğiz. Bunu yapmak için:

- Yan araç çubuğunda bulunan fare imlecine benzer okun (**pointer tool**) zerine tıklayın.

*Dikkat: Seçim işlemlerini ancak SAP2000 seçme (SELECT) modunda iken yapabiliriz. Diğer bir mod ise izim (DRAW) modudur. SAP2000 genellikle seçme modundadır ki bu moda Yan Araç çubuğundaki ok benzeri işarete (**pointer tool**) tıklanarak geçilir. EĞer izim modunda iseniz seçim moduna bahsettiğimiz tuşu kullanarak geçebilirsiniz ama bu tuş zaten basılı duruyorsa o zaman tekrardan tıklamanıza gerek yoktur.*

- İmlecinizi seçeceğiniz elemanların sol st köşesinde tutunuz.
- Farenin sol tuşunu tıklayın ve basılı tutun.
- Tuşu basılı vaziyette tutarken imlecinizi seçilecek elemanların sağ alt köşesine getirin. Seçilen bölge kesikli çizgilerden oluşan bir ereve içine alınmış olacaktır.
- Tuşu serbest bıraktığınızda istediğiniz elemanları seçmiş olduğunuzu göreceksiniz.

2. Diyagonalleri de kesiştirme yolu ile seçeceğiz. Bunun için:

- Yan Araç çubuğunda bulunan **Set Intersecting Line Select Mode** (izgi ile keserek seçme moduna geç) tuşunu tıklayın
- İmlecinizi seçeceğiniz elemanların soluna getirin
- Farenin sol tuşuna basın ve basılı tutun
- Tuşu basılı tutarak imlecinizi seçmek istediğiniz elemanların sağına doğru onları kesecek Şekilde hareket ettirin. Kesikli çizgiler kestiğiniz elemanları gösterecektir.
- Ve izdiğiniz çizgiyle kesişen tüm elemanları seçmek için farenin sol tuşunu serbest bırakın.

Şimdi makasın tüm st başlık elemanları ile diyagonallerinin seçimi tamamlanmış oldu. Seçilen ubuk elemanları kesikli çizgiler Őeklinde görüntülenmektedir.

3. Atama (**Assign**) menüsünden önce ubuk (**Frame**) ardından da bunun alt menüsünden kesitler (**Sections**) i seçin. Bu işlem **Define Frame Sections** (ubuk kesitlerinin tanımlanması) iletişim kutusunu görüntüleyecektir.

## Temel Alıştırma

4. Bu iletişim kutusunda :

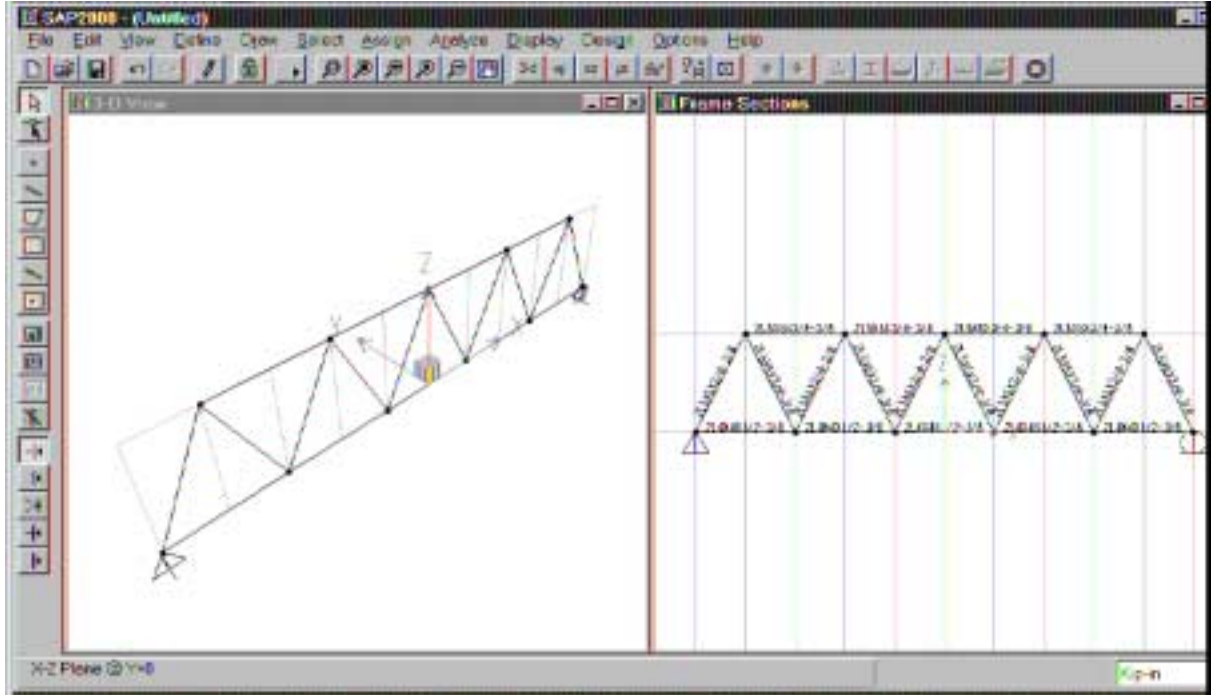
- **Name area** (isim kutucuğundan) 2L5x5x3/4-3/8 kesitine tıklayın
- **OK** tuşuna tıklayın

Bu aşamadan sonra üzerinde çalışılan SAP2000 penceresi yenilenir ve tüm elemanlar üzerinde kesitlere ait semboller görüntülenir.

5. Makas alt başlık elemanlarını seçmek için yukarıda anlatılan 1 no lu alt basamağı yani **windowing** (pencere içine alma ) metodunu tekrarlayın.

6. Bu elemanlara kesit 2L4x4x12-3/8 'i atamak için yukarıda anlatılan 3 ve 4 nolu alt basamakları tekrarlayın.

Bu aşamada yapı elemanlarına yapılan tüm kesit atamaları ekranda görülür.



*Dikkat: ekranda görüntülenen semboller üzerinde **Options** (seçenekler) menüsünde bulunan **preferences** (tercihler) seçeneği kullanılarak istenen değişiklikler yapılabilir.*

Kesitlere ait sembolleri **Display** (gösterim) menüsündeki **Show Undeformed Shape** (Şekil değiştirmemiş durumu göster) seçeneğini kullanarak görünmez hale getirebilirsiniz.

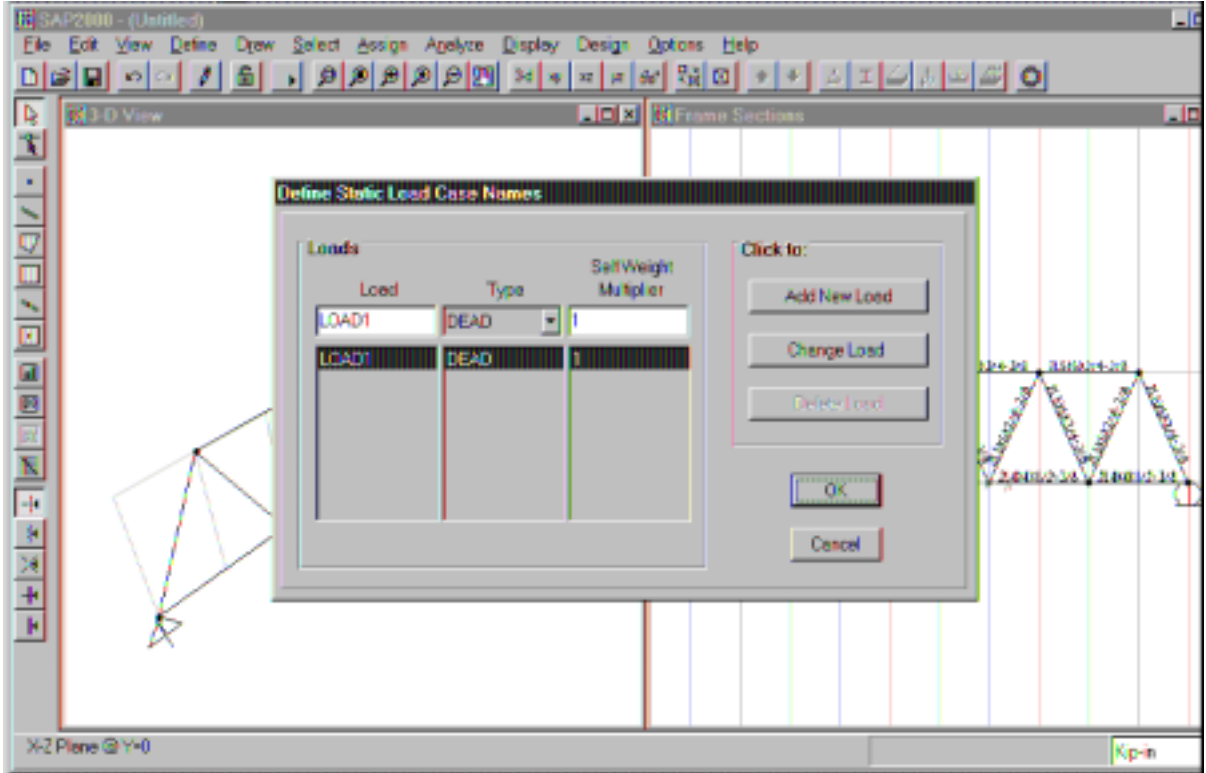
## Yükleme Durumlarının Tanımlanması

Bu analizde iki tür yükleme durumu göz önüne alınacaktır. İlk yükleme durumu, yapının kendi ağırlığını da içeren zati ağırlık dahil **hareketsiz yük** (dead load) durumudur. Programın ön kabulü olan LOAD1 isimli yük bu yük türü için kabul edilmiştir. İkinci yükleme durumu olan **hareketli yük** (live load) için ise LOAD2 diyeceğiz.

1. **Define** menüsünden **Static Load Cases** (statik yük durumu)'i seçin. Bu, **Define Static Load Case Names** (statik yük isimlerini tanımlayın ) iletişim kutusunu görüntüleyecektir.

Bu işlem önceden tanımlı yük olan LOAD1 i yük tipini **hareketsiz yük** ve zati ağırlık çarpanını da **1** kabul ederek gösterir.

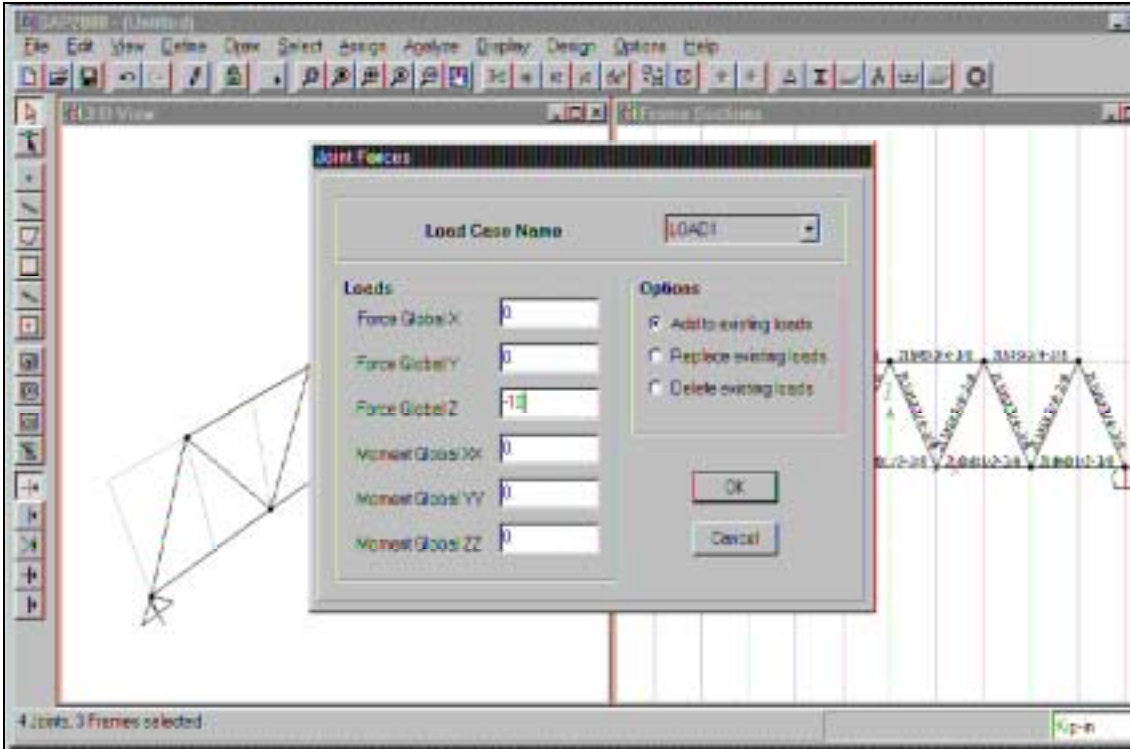
- Zati ağırlık çarpanını sıfır olarak değiştirin.
- **Add New Load** (yeni yük ekle) tuşunu tıklayın. Şimdi yük (Loads) listesi kutusunda her iki yüke ait isimler ve yük tipleri görülebilir.
- **OK** tuşunu tıklayın



## Düğüm Noktası Yüklerinin Atanması

Hareketli ve hareketsiz yükler makasın alt başlığına düğüm noktası yükleri olarak uygulanır. Hareketli ve hareketsiz yüklerin büyüklüklerini sırası ile 10 kips ve 40 kips olarak alalım.

1. Makasın alt başlığındaki düğüm noktalarını, eleman kesitlerine değer atarken yaptığımız gibi yani “windowing” ile seçin.
2. **Assign** menüsünden **Joint Static Loads** (düğüm noktası statik yükleri)’u seçin. Ardından **Forces** (yükler) i seçin. Bu işlem Düğüm Noktası Yükleri iletişim kutusunu görüntüleyecektir.
3. Bu iletişim kutusundan :
  - Önceden tanımlı yük durumu için **LOAD1** i isim olarak kabul edin.
  - Loads (yükler)bölgesindeki **Force Global Z** (asal Z yönündeki yük) satırına -10 girin.

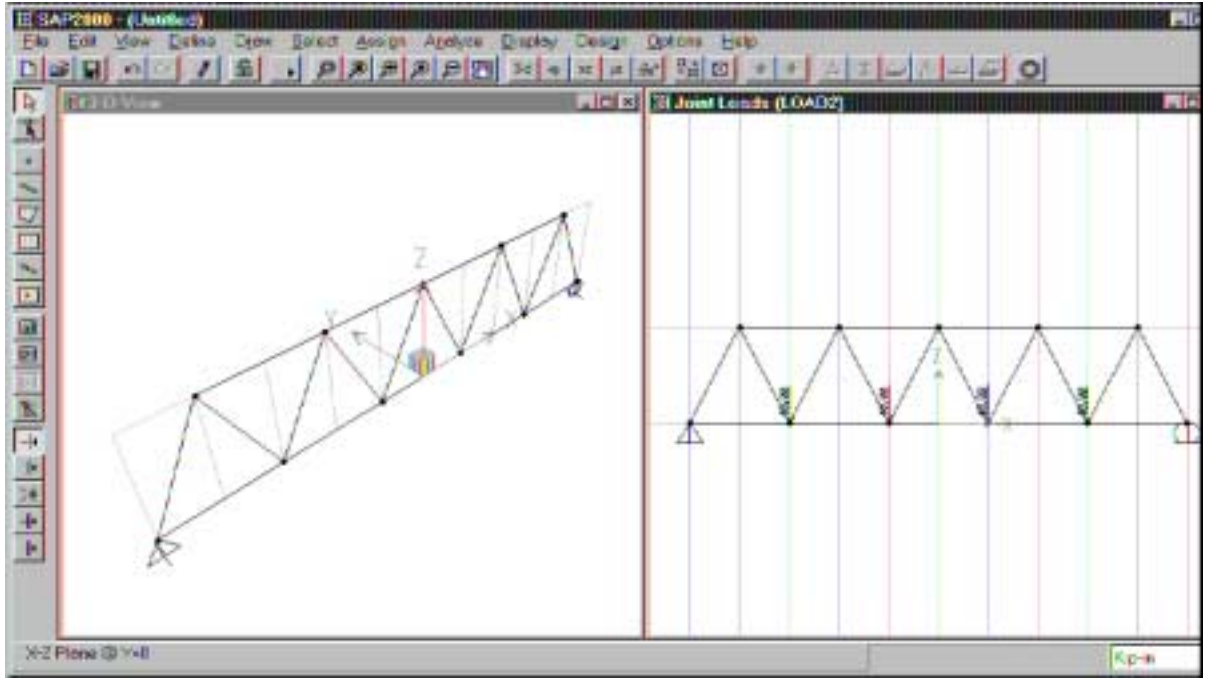


- OK tuşunu tıklayın
- Şimdi hareketli yükleri girmek için ilerleyebiliriz.
4. Yan Araç çubuğundan **Restore Previous Selection** (bir önceki seçilenleri tekrar seç) tuşunu tıklayın. Bu işlem makas at başlık düğüm noktalarını tekrar seçecektir.

## Temel Alıştırma

5. **Assign** menüsünden **Joint Static Loads** 'u ve buradaki alt menüden de **Forces** 'ı seçin. Bu işlem Joint Forces (düğüm noktası yükleri) iletişim kutusunu tekrardan görüntüleyecektir.
6. Bu iletişim kutusundan :
  - Yükleme durumu adını (Load Case Name) LOAD2 olarak değiştir.
  - Loads (yükler) bölgesindeki Force Global Z (asal Z yönündeki yük) satırına -40 girin.
  - OK tuşunu tıklayın

Modele tüm yükleri de uygulayarak modeli tamamlamış bulunmaktasınız.



## Modelin Analizi

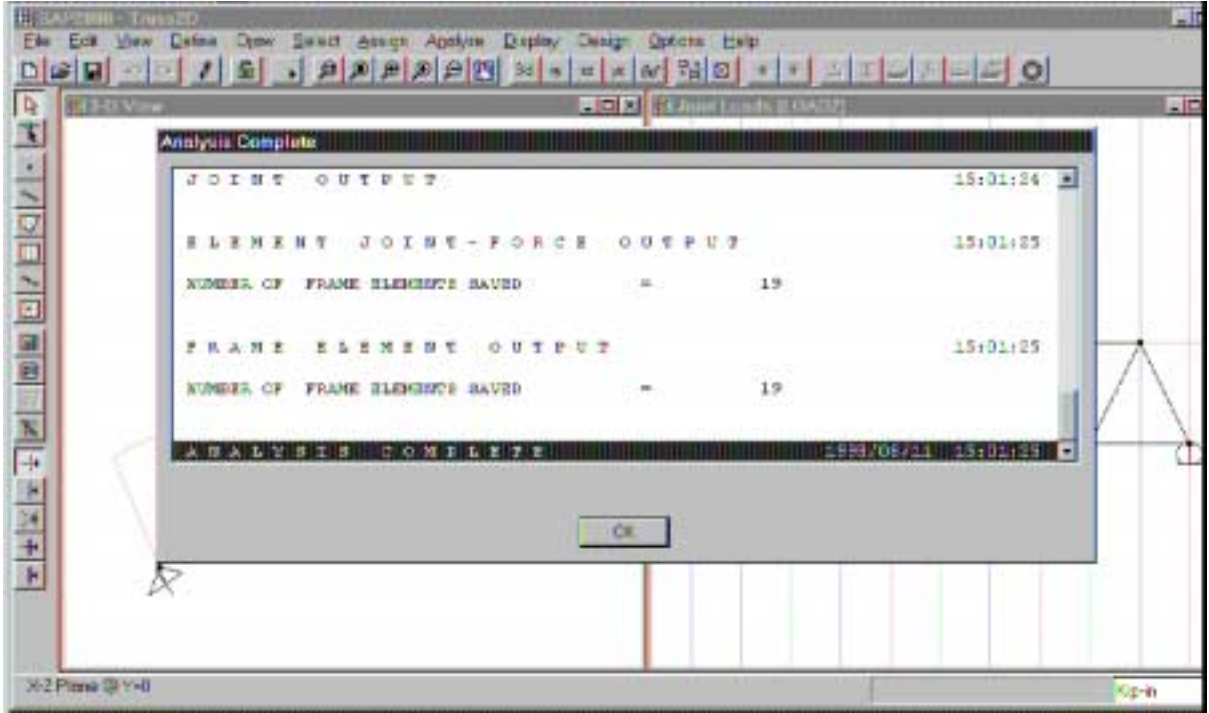
Şimdi de modeli analiz edeceğiz.

1. **Analyze** (analiz) menüsünden Run (çalıştır) komutunu seçin. Bu **Save Model File As** (model dosyasını .....olarak kaydediniz) iletişim kutusunu görüntüler.
2. Bu iletişim kutusundan:
  - Modelinizi herhangi dosya adı ile kaydediniz. Biz örneğimizi TRUSSD.SDB. adı ile kaydedeceğiz.

*Dikkat: SDB uzantısını yazmasanız da program bu uzantıyı otomatik olarak ekleyecektir.*

- **Save** (sakla) tuşunu tıklayın.

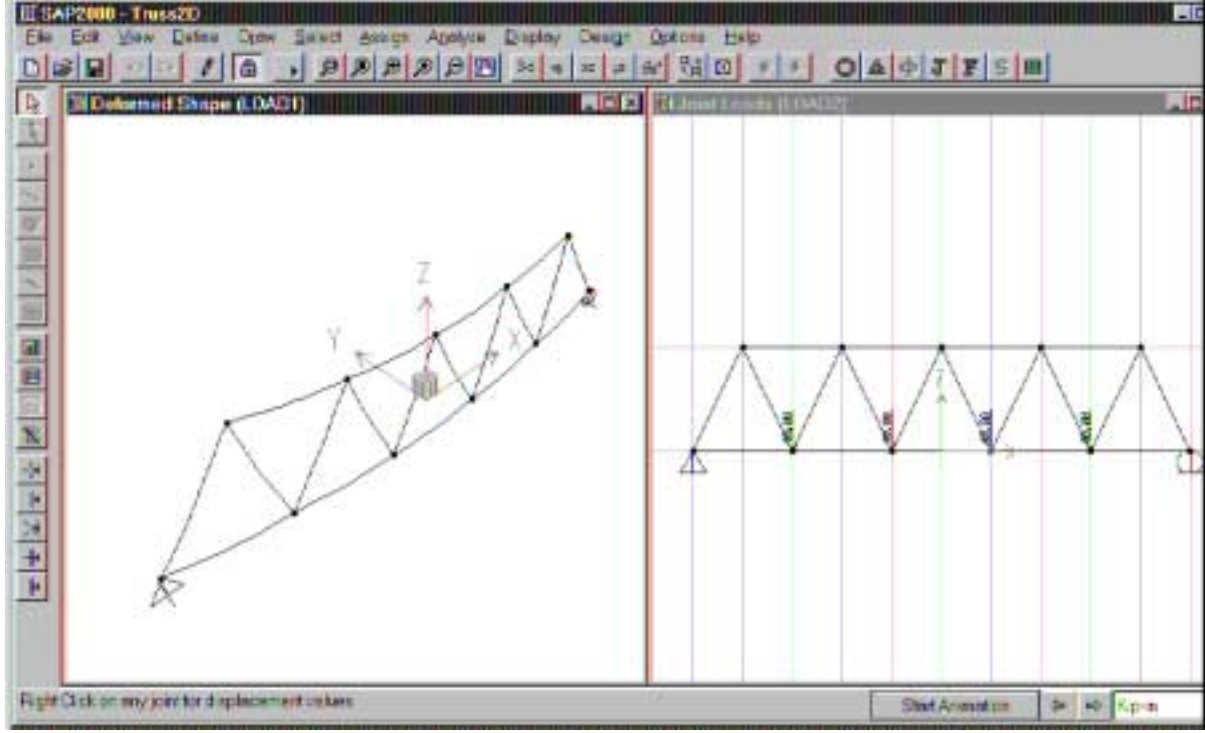
Analiz işlemi ilerlerken ekranda analizin değişik aşamalarını rapor eden bir üst pencere açılır.



3. Analiz verilerini incelemek ve herhangi bir hata veya uyarı mesajını (ki doğru bir analizde olmaması gereken bir şeydir) kontrol etmek için bu ekrandaki aşağı-yukarı kaydırma tuşunu kullanınız.
4. Ekranı kapatmak için üzerindeki OK tuşuna tıklayınız.

## Şekil Değişikliklerinin Görüntülenmesi

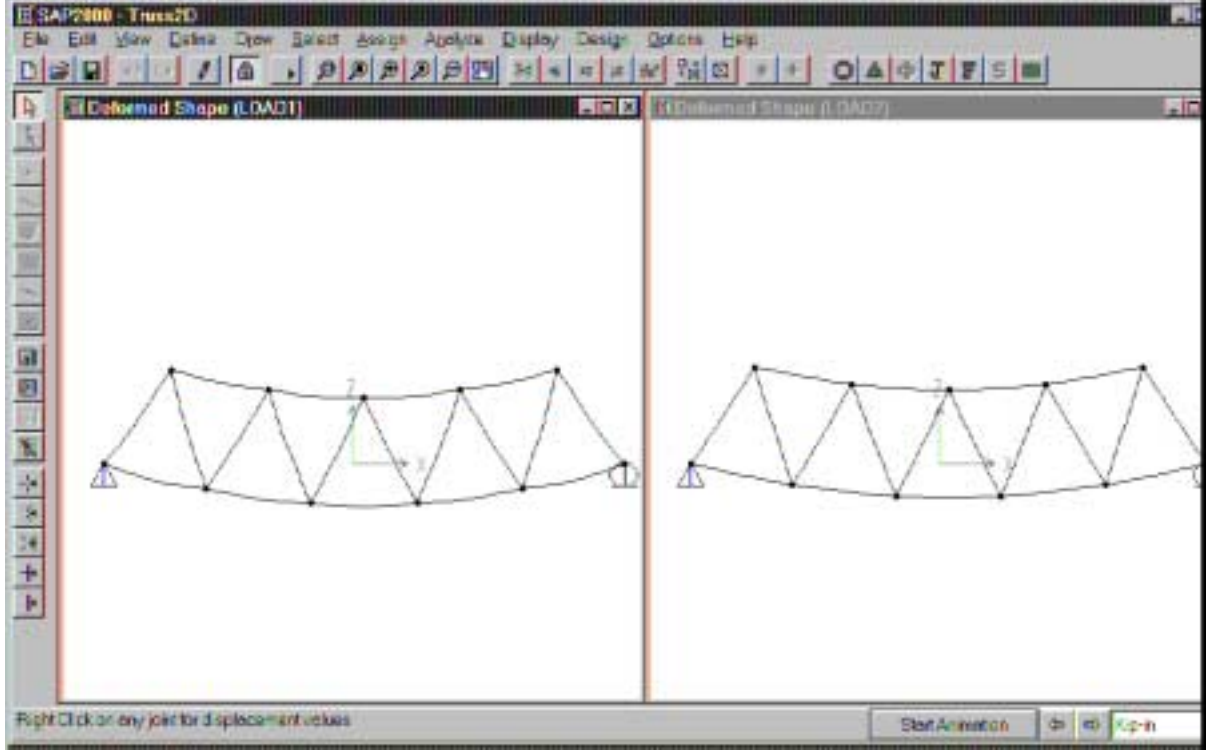
SAP2000 Analiz tamamlandıktan sonra, modelin önceden tanımlı yüklerin (LOAD1) etkisi altında uğradığı şekil değişikliklerini otomatik olarak gösterir. Bizim örneğimizde sol penceredeki 3 boyutlu görüntüde görüntülenmiştir.



Şimdi de modelin yükleme durumu LOAD2 etkisi altında gösterdiği şekil değişikliklerini sağ pencerede göstereceğiz.

1. Sağ ekran üzerinde herhangi bir yer tıklayınız, bu sağ ekranı aktif hale getirecektir.
2. Ana menüden (ki bu sabit araç çubuğudur) **Display Static Deformed Shape** (statik şekil değişikliklerini göster) tuşunu tıklayın. Bu şekil değişiklikleri iletişim kutusunu görüntüler.
3. Bu iletişim kutusundan:
  - Yükler alanındaki aşağı açılır listeden LOAD2 yükleme durumunu seçin.
  - OK tuşunu tıklayın.
  - Şekillerdeki değişiklikleri karşılaştırabilmek için LOAD1 yüklemesinden kaynaklanan şekil değişikliğinin görüntülediği pencereyi de iki boyutlu hale getirelim. Bunun için:
    1. Sol ekranı aktif hale getirmek için sol ekran üzerinde herhangi bir yere tıklayın.
    2. Şeklin yüksekliğinin görüntülediği iki boyutu görmek için ana menüden **2D X-Z** tuşuna tıklayınız.

## Temel Alıştırma



*Dikkat: İstendiği takdirde **File** menüsünden **Print Output Tables** komutları seçilerek sonuçlara ait veri ve çıktı bilgileri tablo halinde dosyalara kaydedilebilir veya basılabilir. (**Display > Set Output Table Mode**)*

Gördüğünüz gibi yükler farklı olduğu halde şekil değişiklikleri birbirine benzemektedir. Bunun sebebi SAP2000 in deformasyonları gösterebilmek ve kıyasını kolaylaştırabilmek amacıyla uygun şekilde ölçeklendirmesidir. Az önce kullandığımız iletişim kutusunu kullanarak ölçekleri değiştirebilirsiniz.

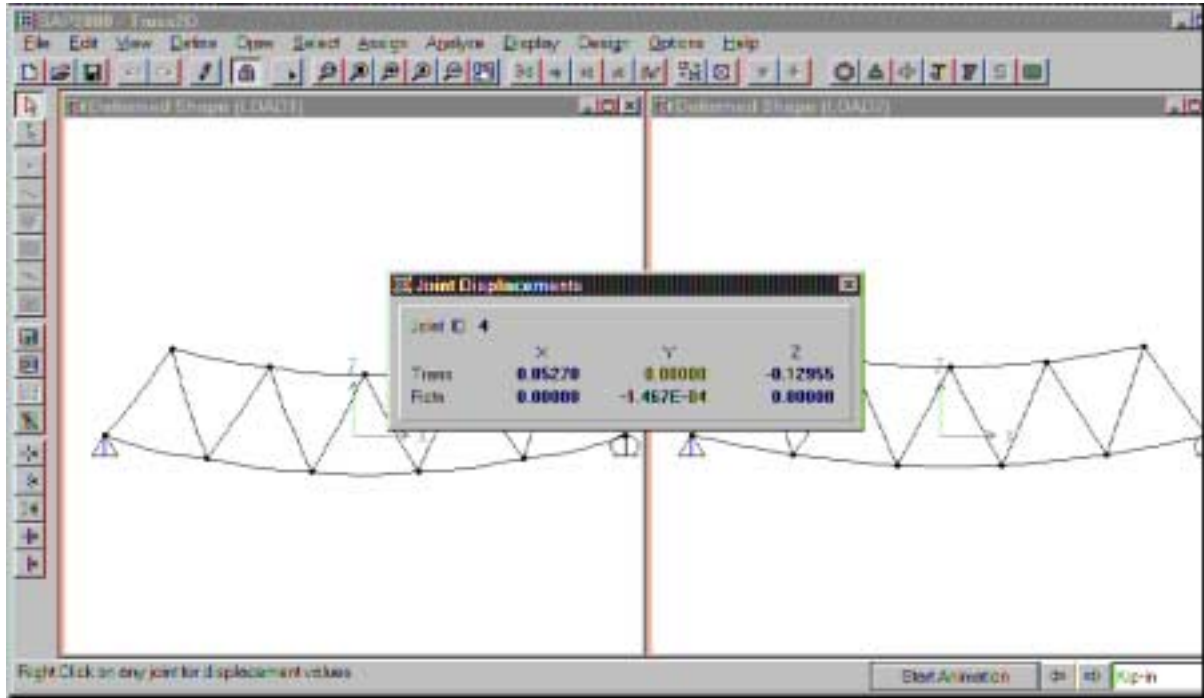
Ekranın alt kısmındaki **Start Animation** (hareketli gösterimi başlat) tuşunu kullanarak yapıdaki şekil değişikliklerini hareketlendirebilirsiniz. Animasyon hızını hemen bu tuşun yanında görülen yatay sağ-sol tuşu yardımı ile kontrol edebilirsiniz. Ayrıca animasyonu **Stop Animation** tuşunu kullanarak durdurabilirsiniz.

Ekranın sağ alt köşesinde bulunan sağ ve solu gösteren oklar, ekranın aktif penceresinde görünen yükleme durumlarını değiştirmek için kullanılır.

Şimdi ise bir düğüm noktası seçerek bu noktanın LOAD1 yüklemesi altındaki yer değiştirme, deplasman değerlerini irdedeleyeceğiz.

5. Düğüm noktası üzerine fare sağ tuşu ile tıklayın. Bu, ekranda, seçilen düğüm noktasının tüm deplasman ve rotasyon değerlerini gösteren bir yüzer pencere açacaktır. Aynı zamanda seçilen nokta ekranda yanıp sönecektir.

## Temel Alıştırma

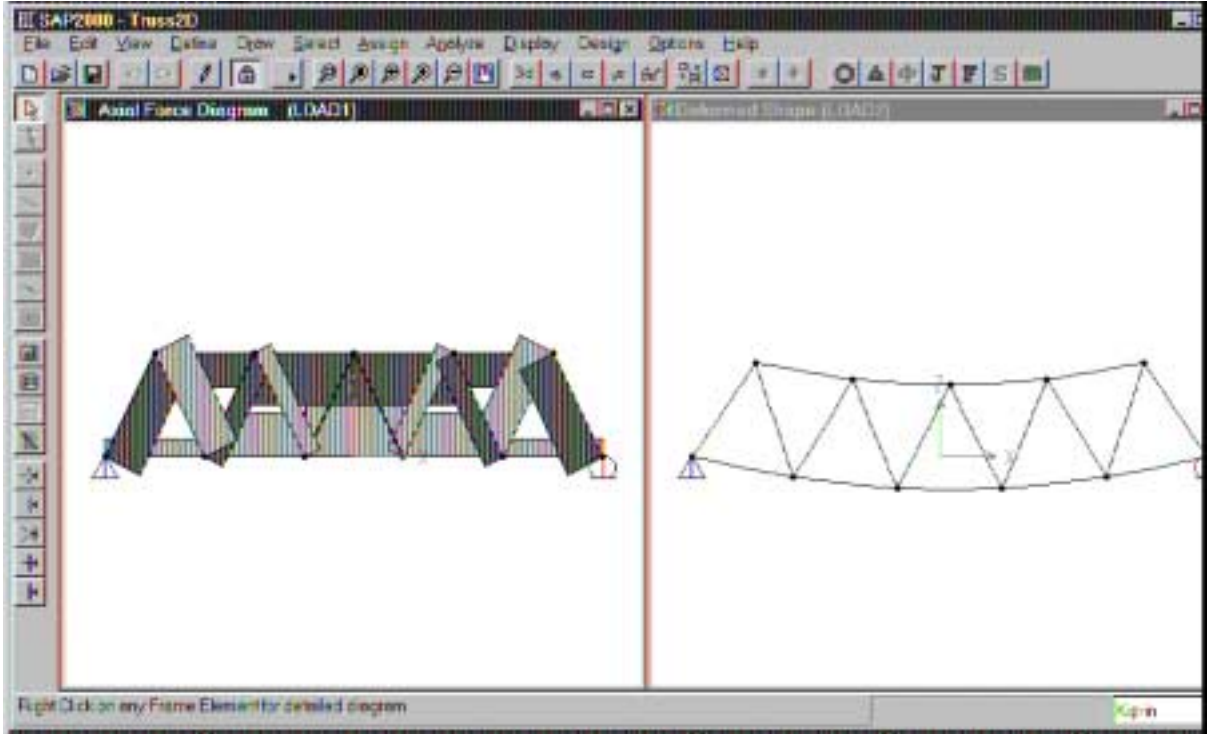


## Eleman Kesit Kuvvetlerinin Gösterimi

Örnek olarak, sol pencerede LOAD 1 yüklemesi için bir eksensel kuvvet diyagramı çizdireceğiz.

1. Ana menü çubuğundan **Member Force Diagram for Frames** (çubuk sistemi için eleman kuvvetleri diyagramı) tuşuna tıklayınız. Bu, **Member Force Diagram for Frames** iletişim kutusunu görüntüleyecektir.
2. Bu iletişim kutusundan :
  - Bu alandan **Axial Force** (eksensel kuvvet )'u seçin
  - OK tuşunu tıklayın

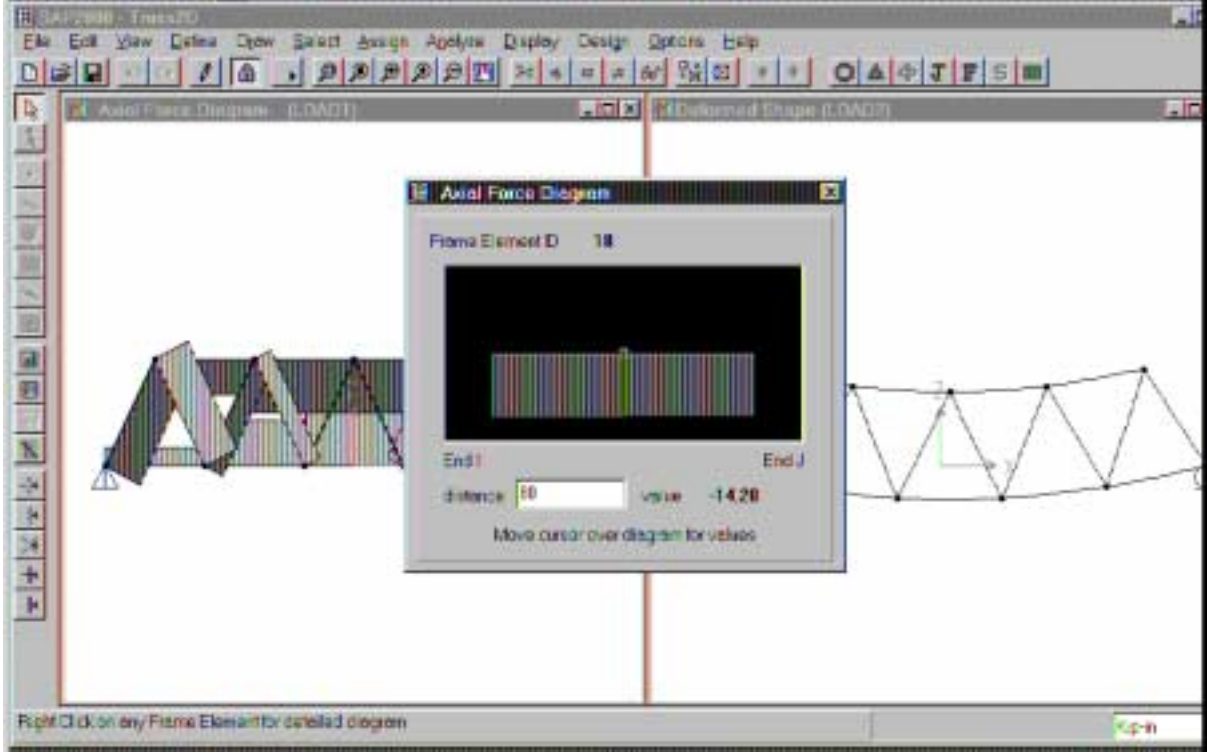
Tüm makas için bir eksensel kuvvet diyagramı görüntülenecektir.



Artık bu kuvvet parçalarını eleman eleman gözden geçirebiliriz.

3. Sol ekrandaki elemanlardan istediğiniz birinin üzerine sağ tıklayın. Bu işlem mevcut pencereler üzerinde, eleman boyunca eksensel kuvvet değişimlerini görüntüleyebileceğiniz **Axial Force Diagram** başlığıyla bir yüzer pencere açacaktır. Eksensel kuvvet değerini ve buna tekabül eden mesafeyi görmek için fare imlecini yüzer pencere içinde eleman üzerinde gezdirmelisiniz. Bu pencereyi kapatmak için pencere dışında herhangi bir yere tıklayın.

## Temel Alıştırma



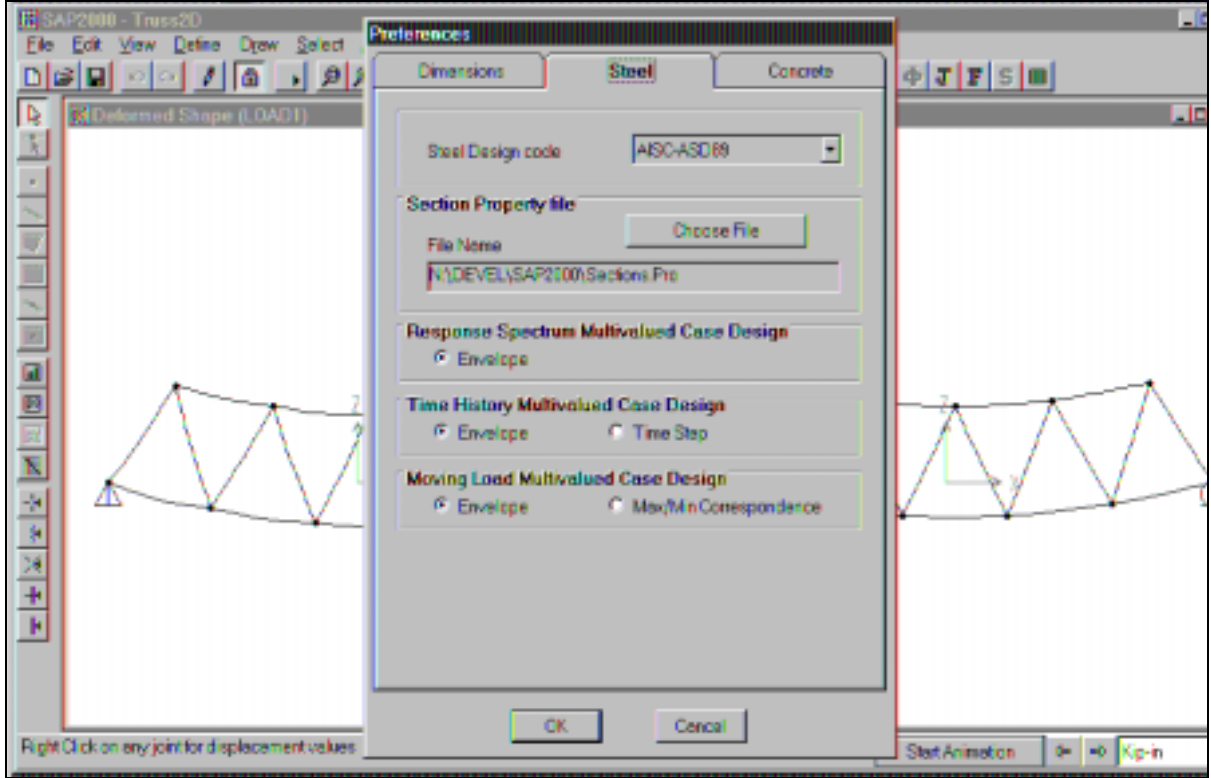
*Dikkat: Diğer elemanların kuvvet ve gerilme değerlerini de benzer şekilde görüntüleyebilirsiniz.*

*Dikkat : İstendiği takdirde **File** menüsünden **Print Output Tables** komutları seçilerek sonuçlara ait veri ve çıktı bilgileri tablo halinde dosyalara kaydedilebilir veya basılabilir. Yine istendiği takdirde **Display** menüsünden **Set Output Table Mode** komutları seçilerek ve sonra da istenen eleman üzerine sağ tıklanarak sonuçlar tablo halinde görüntülenebilir.*

## Gerilme Kontrolleri ve Dizayn

Çelik yapıların dizaynında önceden tanımlı (default) dizayn yönetmeliği AISC-ASD89 dur. Dizayn yönetmeliğini doğrulamak için aşağıdaki işlemleri yapınız:

1. **Options** (seçenekler) menüsünden **Preferences** (tercihler) tuşuna tıklayın. Bu **Preferences** iletişim kutusunu açacaktır.
2. İletişim kutusundan **Steel** etiketini tıklayın. Kullanımdaki geçerli çelik dizayn yönetmeliğini görebilirsiniz, ayrıca aşağıda da görülebileceği gibi önceden tanımlı (default) çelik kesit özellikleri dosyasını ve diğer bazı seçenekleri de görebilirsiniz.
3. Herhangi bir değeri değiştirmeye gerek yoktur.

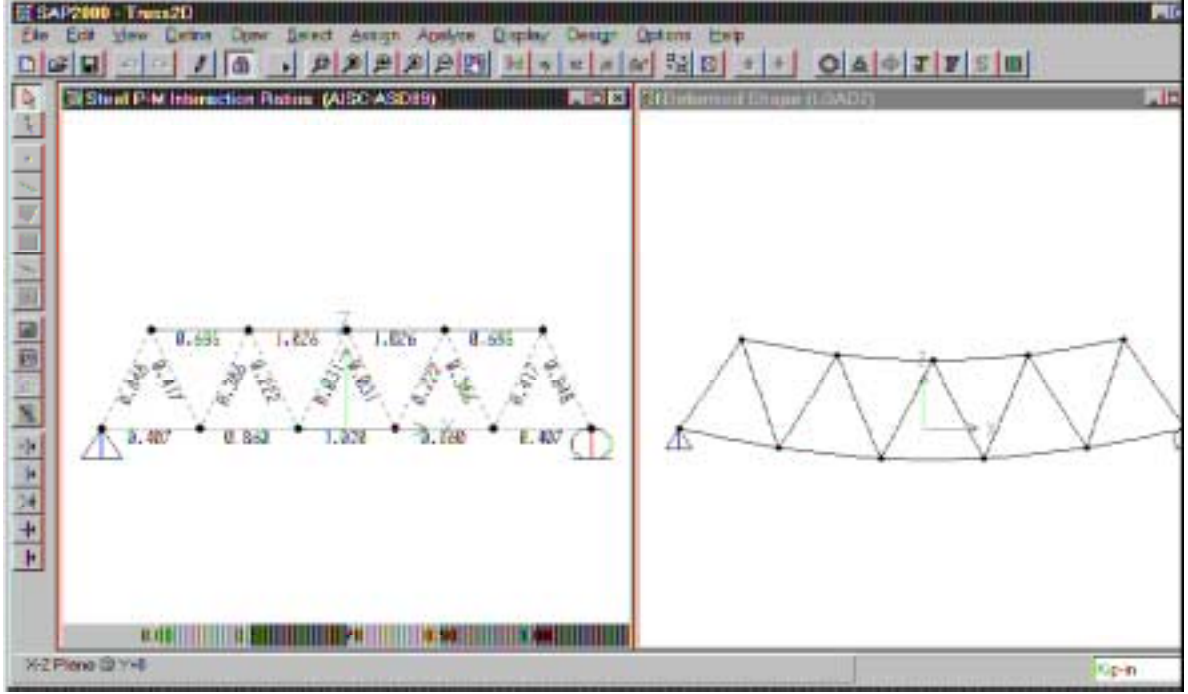


4. İletişim kutusunu kapatmak için **Cancel** tuşunu tıklayın.
5. Bulduğunuz SAP2000 oturumunun çelik yapı elemanlarını dizayn edeceğinden emin olmak için **Design** menüsünden **Steel Design** seçin.

Şimdide eleman gerilme oranlarını AISC-ASD89 standartlarına göre irdelleyeceğiz.

## Temel Alıştırma

1. **Design** menüsünden **Start Design/Check of Structure** (Yapıyı dizayn ve kontrol etmeye başla) 'ı seç. Bu işlem sonucunda, yapı elemanlarının her biri için, farklı gerilme oranları farklı renk kodlarında boyanarak eleman üzerinde gösterilir.



*Dikkat: Elemanlar üzerinde beliren, önceden tanımlı gerilme oran değerleri önceden tanımlı dizayn kombinasyonu DSTL1'e ait değerlerdir ve bu sadece hareketsiz yükleri içeren bir kombinasyondur. DSTL2 de ise katsayılarla değiştirilmemiş hareketsiz ve hareketli yüklerden oluşan bir kombinasyondur.*

2. İstedığınız herhangi bir yapı elemanı üzerine sağ tıkladığınızda, ekranda, eleman boyunca bazı noktalarda tespit edilmiş dizayn kontrol sonuçlarını ve çelik gerilme kontrolü değerlerini detaylı bir şekilde gösteren yüzer bir ekran belirecektir. **Details** tuşunu tıklayarak belli bir yük kombinasyonu ve her hangi bir nokta için çelik gerilme kontrol bilgilerini ve detaylı bir şekilde görebilirsiniz. Pencereyi kapatmak için **OK** tuşunu kullanın.

SAP2000 size aynı modelleme ve analiz ortamı içinde dizayn yönetmeliklerini, eleman özelliklerini ve diğer bazı parametreleri değiştirerek Dizayn işlemlerini bu yeni değerler için tekrar çalıştırabilmeyi sağlar.

## Yapı Üzerinde Değişiklikler Yapılması

Varsayalım ki makas üzerinde, alt başlığın merkezine konacak 100 kips lik düşey bir ek yük için değişiklikler yapmamız gerekiyor. Bu işlemi merkeze düşey bir eleman yerleştirip, merkezdeki yatay elemanı ikiye bölerek yapabiliriz.

Modelimiz analiz sonrasında kilitlenir. Bu kilit elde ettiğimiz dizayn ve analiz sonuçlarını geçersiz kılacak herhangi bir değişiklik yapılmasını diye SAP2000 tarafından konmuştur. Bu sebeple değişiklik yapmak için önce kilidi açmamız gerekmektedir. Sonra istenen değişiklikler yapılır, yeniden analiz edilir ve nihayet dizayn sonuçları tekrar gözden geçirilir.

1. Model kilidini açmak için **Lock/Unlock Model** tuşunu tıklayın.
2. Kilit açmanın analiz sonuçlarını iptal edeceğine dair uyarılacaksınız. Bunun bilginiz dahilinde olduğunu bildirmek için OK tuşunu tıklayın.

Gösterim amacıyla, yeni bir çubuk elemanı girmenin iki farklı yolunu kullanacağız. Bu örnek üzerinde tüm eklenmiş elemanlar için bu metodlardan herhangi birini kullanabilirsiniz.

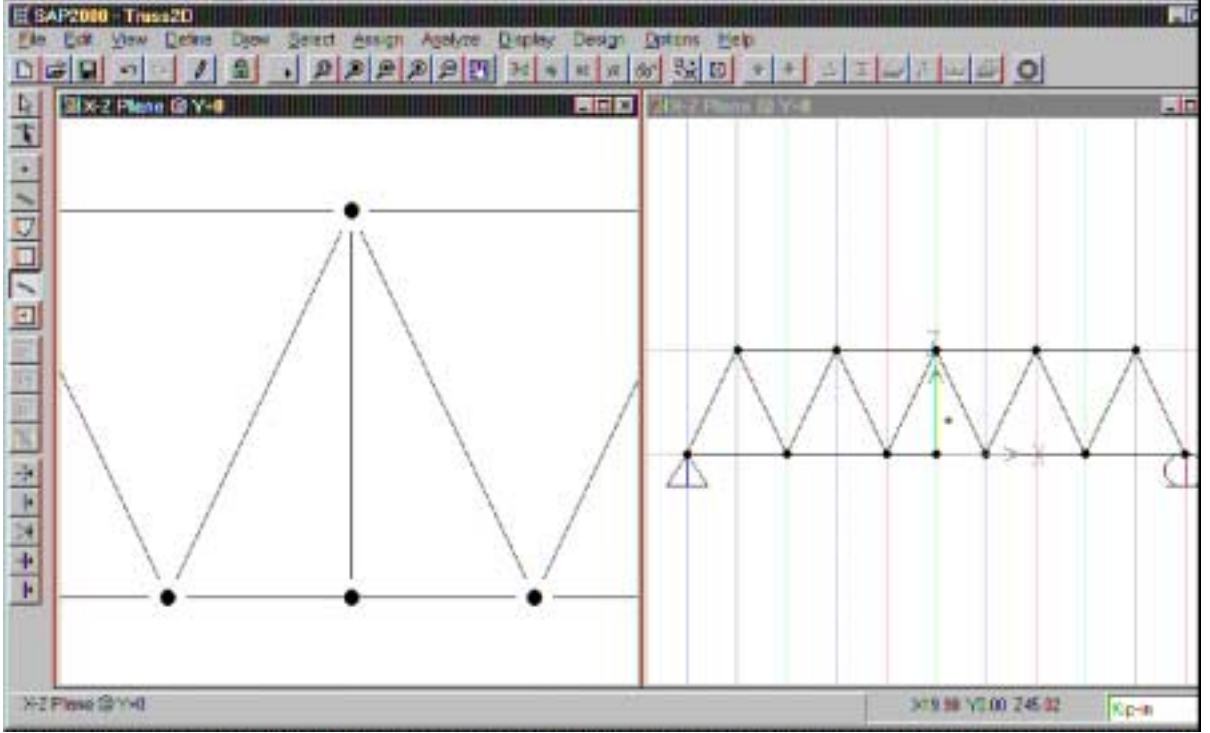
3. Yan Araç çubuğundan **Quick Draw Frame Element** (hızlı çubuk elemanı çizimi) tuşunu tıklayın veya Draw menüsünden seçin. Hasır (grid) çizgisine her dokunduğunuzda bir eleman çizilecektir.
4. Makasın alt ve üst başlıkları arasındaki dikey elemanları çizmek için modelin merkezindeki dikey hasır çizgilerine tıklayın.

Şimdi makas tamamlanmış görünebilir. Ancak dikey eleman aslında makas alt başlığında bulunan yatay elemana bağlanmadı. Bu durum **ayrılmış eleman boyu** (shrunken element) görüntüsünde açıkça görülebilir.

5. Ana menüde bulunan **Element Shrink Toggle** tuşunu tıklayın.
6. Daha açık görebilmek için :
  - Hasır çizgilerini görünmez yapmak için **View** menüsünden **Show Grid** kısmını seçin.
  - Asal eksenleri görünmez yapmak için **View** menüsünden **Show Axes** kısmını seçin
  - Ana menüden **Rubber Band Zoom** (çerçeve içine alıp yakınlaştırmak) tuşunu tıklayın.

## Temel Alıştırma

- Yapının ortasını çerçevelemek için aktif görüntü penceresinde, fare sol tuşuna basıp sürükleyerek bölgeyi içine alan bir pencere çizin. Pencere içinde kalan bölge ekranı dolduracak kadar büyüyecektir.



Görüldüğü üzere makas alt başlık orta elemanı iki parçaya bölünmüş olmalıdır. Bunun bir yolu Edit menüsünden Divide Frame seçeneğini kullanmaktır. Bunun yerine burada mevcut elemanı silip yerine iki ayrı eleman yerleştireceğiz.

7. Eski elemanı silmek için :

- SELECTION (seçim) moduna geçmek için Yan Araç Çubuğundan (Pointer Tool) ok işaretini tıklayacağız.
- Silinecek elemanın üzerine tıklayın
- **Ya Delete tuşuna basın veya Edit menüsünden Delete komutunu seçin**

8. İki adet yeni elemanın çizimi için :

- Yan araç çubuğundan **Draw Frame Element** tuşuna tıklayın veya **Draw** menüsünden seçin.

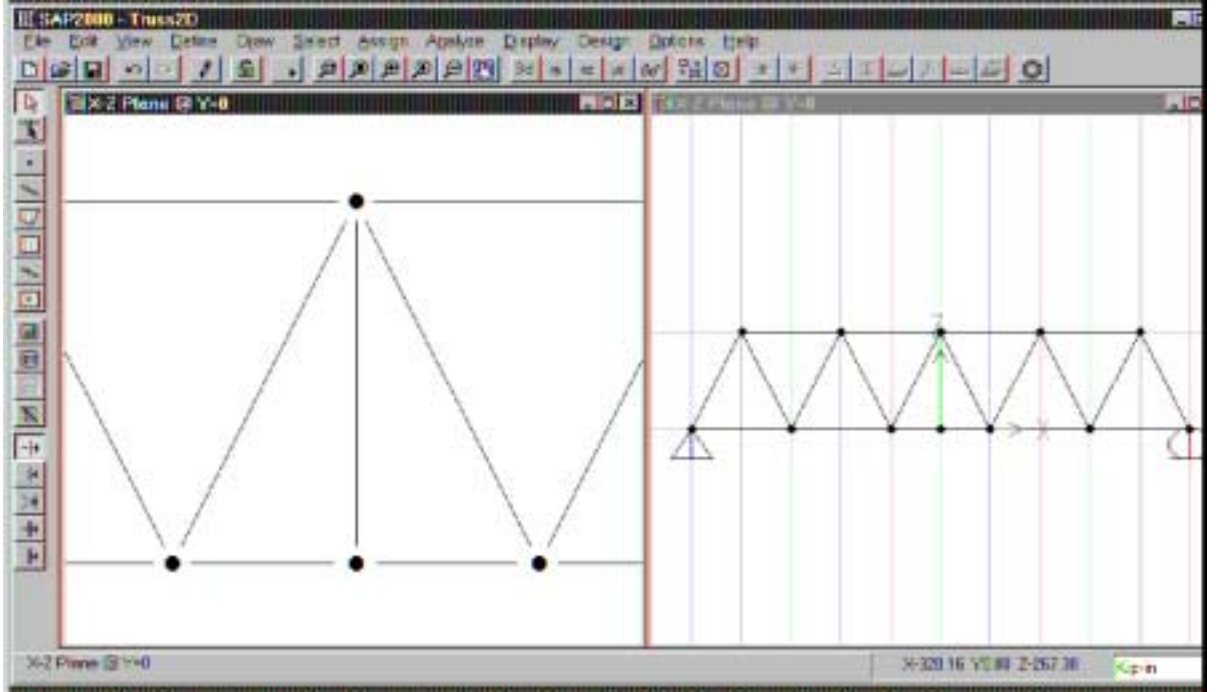
*Dikkat: Şimdi istediğiniz pencerelerden birinde çizim yapabilirsiniz.*

- Yan araç çubuğundan **Snap to Joints or Grid Points** (hasır veya düğüm noktası yakala) tuşuna tıklayın.

## Temel Alıştırma

- Ortadaki üç noktadan en soldakine tıklayın. İlk elemanın başlangıç noktası gerçek düğüm noktası üzerine yapışacaktır.
- Fareyi hareket ettirdikçe kesikli çizgi size elemanın nereye çizileceğini gösterecektir. Çizimi tamamlamak için orta noktaya tıklayın.
- Fareyi hareket ettirdikçe bir sonraki elemanın nerede başlayıp nerede biteceğini görebilirsiniz.
- İkinci elemanın çizimini sonlandırmak için üç noktanın en sağındakine çift tıklayın. Çift tıklama kesikli çizgiyi bir sonraki tıklamaya kadar bitirmiş olacaktır.

9. **Draw** (çizim) modundan çıkmak için imleç işaretine tıklayın.



Bundan sonraki basamaklar, daha önce orijinal model için yaptıklarımızın bir tekrarı gibi olacaktır.

- Yeni çubuk elemanlarını seçin ve istendiği şekilde kesit atayın
- Ve altta yeni oluşturulan düğüm noktasını üzerine tıklayarak seçin ve LOAD2 yükleme durumunda –100 kips lik bir yük atayın
- Ana başlık çubuğundan **Restore Full Preview** (tüm görüntüyü yenile) tuşuna tıklayın.
- Yapıyı analiz edin
- Eleman kuvvetlerini gösterin
- Dizayn sonuçlarını kontrol edin.

Bu aşamada, dizayn sonucu gerekli mukavemeti sağlamayan elemanların kesit özelliklerini değiştirmeyi gerekli görebilirsiniz. Bu işlem için modeli tekrar

## Temel Alıştırma

kilitten kurtarmanız, çubuk elemanı seçmeniz, bunlara kesit atmanız ve analizi ve kontrollerini tekrarlamanız gerekecektir.

## Sonuç Düşünceleri

SAP2000 içinde attığımız hızlı turu bitirmiş bulunmaktayız. Amacımız birkaç temel özelliği vurgulamak ve açıklamaktı. Diğer seçenekleri araştırmakta ve denemekte serbestsiniz. İhtiyaç duyacağınız ilave bilgileri **Help** menüsünde bulabilirsiniz.