

**T.C.**  
**HARRAN ÜNİVERSİTESİ**  
**FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ**

**BİR YAYA ÜST GEÇİDİNİN ÇELİK TAŞIYICI SİSTEM  
OLARAK HESABI, ÇİZİMİ VE MALİYET ANALİZİ**

**ELİF EBRU MAVİ**

**İNŞAAT MÜHENDİSLİĞİ ANA BİLİM DALI**

**ŞANLIURFA**  
**2011**



**T.C.**  
**HARRAN ÜNİVERSİTESİ**  
**FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ**

**BİR YAYA ÜST GEÇİDİNİN ÇELİK TAŞIYICI SİSTEM  
OLARAK HESABI, ÇİZİMİ VE MALİYET ANALİZİ**

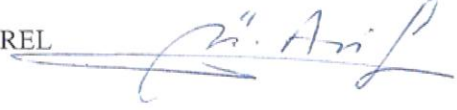
**ELİF EBRU MAVİ**

**İNŞAAT MÜHENDİSLİĞİ ANA BİLİM DALI**

**ŞANLIURFA**  
**2011**

Doç. Dr. M. Arif GÜREL danışmanlığında, Elif Ebru MAVİ' nin hazırladığı "Bir Yaya Üst Geçidinin Çelik Taşıyıcı Sistem Olarak Hesabı, Çizimi Ve Maliyet Analizi" konulu bu çalışma 15 / 07 / 2011 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı'nda Yüksek Lisans tezi olarak kabul edilmiştir.

Danışman : Doç. Dr. M. Arif GÜREL




Üye : Doç. Dr. Ziraddin MAMMADOV



Üye : Doç. Dr. Murat KISA



**Bu Tezin İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalında Yapıldığını ve Enstitümüz Kurallarına göre Düzenlendiğini Onaylarım**

  
Prof. Dr. Mehmet CICI  
Enstitü Müdürü

**Not:** Bu tezde kullanılan özgün ve başka kaynaktan yapılan bildirişlerin, çizelge, şekil ve fotoğrafların kaynak gösterilmeden kullanımı, 5846 sayılı Fikir ve Sanat Eserleri Kanunundaki hükümlere tabidir.

# İÇİNDEKİLER

	Sayfa No
ÖZ.....	i
ABSTRACT.....	ii
TEŞEKKÜR.....	iii
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	iv
ÇİZELGELER DİZİNİ.....	vii
SİMGELER DİZİNİ.....	viii
1. GİRİŞ.....	1
2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR.....	3
3.MATERYAL VE YÖNTEM.....	5
4. TAŞIYICI SİSTEM MODELİNİN OLUŞTURULMASI.....	7
4.1. Grid Sisteminin Oluşturulması.....	8
4.2. Orta Ana Kirişin Tanımlanması.....	10
4.3. Ana Kolonların Tanımlanması.....	11
4.4. Orta Kolonların Oluşturulması.....	13
4.5. Eleman Gruplarının Belirlenmesi.....	17
4.6. Arka Kolonların Oluşturulması.....	22
4.7. Köprü Aşıklarının Tanımlanması.....	25
4.8. Aşık 180x100 Değişken Kesitli Kirişlerin Tanımlanması.....	26
4.9. Cephe Aşıklarının Tanımlanması.....	28
4.10. Merdiven Sisteminin Tanımlanması.....	30
4.11. Engelli Rampa Sisteminin Tanımlanması.....	35
4.11.1. Engelli rampa kolonlarının oluşturulması.....	36
4.11.2. Engelli rampa aşıklarının oluşturulması.....	39
4.12. Mesnet Koşullarının Tanımlanması.....	41
4.13. Sistem Simetrisinin Alınması.....	41
4.14. Yüklerin Tanımlanması ve Sisteme Atanması.....	43
4.14.1. Yük kabulleri.....	43
4.14.2. Yük tanımlamaları.....	43
4.14.3. Yük kombinasyonlarının tanımlanması.....	45
4.14.4. Köprü aşıklarına yük atanması.....	47
4.14.5. Cephe aşıklarına yük atanması.....	48
4.15. Eşdeğer Deprem Yüğü Hesaplama Yöntemi.....	53
4.15.1. Yapının toplam sabit yükü ve hareketli yükünün hesaplanması.....	53
4.15.2. Deprem yüklerinin hesaplanması.....	54
4.15.3. Toplam eşdeğer deprem yükünün belirlenmesi.....	55

5. ARAŞTIRMA BULGULARI ve TARTIŞMA.....	58
5.1. Oluşturulan Sistemin Analizi ve Kurtarmayan Kesitlerin Kontrolü.....	58
5.1.1. Mesnet tepkilerinin oluşturulması.....	63
5.2. Temellerin Statik Olarak Çözümü ve Değerlendirilmesi.....	65
5.2.1. Genel bilgilerin tanımlanması.....	65
5.2.2. Aksların oluşturulması.....	67
5.2.3. Yüklerin kolonlara atanması.....	70
5.2.4. Döşeme seçiminin belirlenmesi (Temel Radye Plaklarının Seçimi).....	73
5.2.5. Oluşturulan temel projesinin analiz edilerek sonuçların irdelenmesi.....	75
5.2.5.1. Temel donatılarının belirlenmesi.....	78
5.3. Maliyet Analizi.....	81
5.3.1. Çelik Metraji.....	82
5.3.2. Demir Metraji.....	86
5.3.2. Ataşmanların ve metrajların çıkarılması.....	87
6. SONUÇLAR ve ÖNERİLER.....	88
KAYNAKLAR.....	90
ÖZET.....	92
SUMMARY.....	93
ÖZGEÇMİŞ.....	94
EK 1 ÇELİK TAŞIYICILI YAYA ÜST GEÇİDİNİN İMALAT FOTOĞRAFLARI.....	95
EK 2 ÇELİK TAŞIYICILI YAYA ÜST GEÇİTİ MİMARİ PROJESİ.....	105
EK 3 ÇELİK TAŞIYICILI YAYA ÜST GEÇİTİ MİMARİ PROJESİ YAN GÖRÜNÜŞ.....	106
EK 4 ÇELİK TAŞIYICILI YAYA ÜST GEÇİTİ BİRLEŞİM DETAYLARI.....	107
EK 5 ÇELİK TAŞIYICILI YAYA ÜST GEÇİTİ TEMEL PROJESİ.....	108
EK 6 ATAŞMANLARIN ve METRAJLARIN ÇIKARILMASI.....	109

**ÖZ**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ**

**BİR YAYA ÜST GEÇİDİNİN ÇELİK TAŞIYICI SİSTEM OLARAK  
HESABI, ÇİZİMİ VE MALİYET ANALİZİ**

**Elif Ebru MAVİ**

**Harran Üniversitesi  
Fen Bilimleri Enstitüsü  
İnşaat Mühendisliği Ana Bilim Dalı**

**Danışman: Doç. Dr. M. Arif GÜREL  
Yıl: 2011, Sayfa: 112**

Çelik yapıların tasarım, hesap ve projelendirme aşamaları uzun hesaplar gerektirmektedir. Dolayısıyla hesaplama aşamaları uzun zaman almakta ve dikkat istemektedir. Kesitlerin taşıma kapasiteleri, emniyet gerilmelerini aştığı durumlarda, aynı hesapların tekrar yapılması gerektirdiğinden çelik yapı tasarımında bilgisayar kullanımı kaçınılmaz olmaktadır. Bu nedenle, bu yüksek lisans tez çalışmasında bilgisayar kullanımını en üst düzeyde tutarak, daha kısa sürede daha doğru sonuçlara ulaşılmaya çalışılmıştır. Bu tez çalışması kapsamında genel olarak engelli rampası, merdiven ve yürüme platformundan oluşan bir çelik yaya üst geçidinin tasarlanması, statik ve mimari açıdan, çiziminin ve hesaplarının yapılması ile maliyet analizinin çıkarılması hedeflenmiştir. Bu amaç doğrultusunda proje yapı analiz programı olan SAP2000 ile çelik taşıyıcı sistem olarak tasarlanmıştır. Bilgisayar destekli çizim programı olan Autocad2007 ile mimari çizimleri yapılmıştır. Probina Orion V.15 programı ile statik açıdan çözümleri yapılmıştır. Atışmanları çizilip, metrajları çıkarılarak maliyet analizi yapılmıştır. Böylece bir çelik yaya üst geçidinin çizim ve hesap aşamaları tamamlanarak maliyet analizi oluşturulmuştur. Elle hesaplama yöntemlerine göre daha kısa sürede daha doğru sonuçlara ulaşılmıştır.

**ANAHTAR KELİMELER:** çelik yapı tasarımı, maliyet analizi

## **ABSTRACT**

**MSc Thesis**

### **CALCULATION, DRAWING AND COST ANALYSIS OF A PEDESTRIAN BRIDGE AS A STEEL STRUCTURAL SYSTEM**

**Elif Ebru MAVİ**

**Harran University  
Graduate School of Natural and Applied Sciences  
Department of Civil Engineering**

**Supervisor: Assoc. Prof. Dr. M. Arif GÜREL  
Year: 2011, Page: 112**

Steel structures designing, calculation and planning phases requires long calculations. Therefore, the stage of calculation takes a long time and requires attention. In the design of steel structures, when the carrying capacity of sections exceeds the safety limits, the same calculations must be done again. Because of this, the usage of computers is inevitable. Therefore, in this master's thesis work, the computer usage is kept at the highest level to reach the right results in less time. In the scope of this work is to design a steel pedestrian bridge consist of disabled ramp, stairs and walking platform. Also, the cost analysis is achieved with the performed drawing and calculations in terms of static and architecture. The project is designed as a steel structural system with project structure analysis software SAP2000. The architectural drawings are done with computer-aided drawing software Autocad2007. The static solutions are done with Probina Orion V.15 software. Attachments are drawn and cost analysis is done with extracted features. Thus, cost analysis of a steel pedestrian bridge is constituted after completion of drawing and calculation phases. In comparison to the hand calculation methods, the accurate results are obtained in less time.

**KEY WORDS:** steel structure design, cost analysis



## TEŞEKKÜR

Yüksek lisans tez çalışmasının hazırlanması sırasında, akademik anlamda üstün yardım ve desteklerinden dolayı danışmanım Sayın Doç. Dr. M. Arif GÜREL' e ve tüm bölüm hocalarıma teşekkürlerimi sunarım.

Ayrıca maddi ve manevi desteklerini esirgemeyen sevgili aileme, kıymetli tecrübelerinden yararlandığım çok değerli Mavi, Tutak ve Zaimođlu aileleri üyelerine, son olarak her zaman yanımda olan ve beni destekleyen, yardımlarını hiçbir zaman esirgemeyen, sonsuz sevgi ve anlayışından dolayı çok kıymetli sevgili eşime teşekkürü bir borç bilip, sonsuz sevgilerimi iletmek isterim.

## ŞEKİLLER DİZİNİ

	Sayfa No
Şekil 4.a. Sap2000 programına yeni model tanımlanması.....	7
Şekil 4.b. Sap2000 programından iki ve üç boyutlu temsili görünüş.....	7
Şekil 4.1.a. Koordinat sisteminin tanımlanması.....	8
Şekil 4.1.b Koordinatlarının girilmesi.....	9
Şekil 4.1.c. Oluşturulan koordinat sisteminden üç boyutlu görünüş.....	9
Şekil 4.2. Orta ana kirişin Sap2000 programında modellenmesi.....	10
Şekil 4.3.a. Y doğrultusunda (-130) koordinatının eklenmesi.....	11
Şekil 4.3.b. Sistemin ana taşıyıcı elemanlarının oluşturulması.....	12
Şekil 4.4.a. Orta kolonlar için yeni koordinat sisteminin tanımlanması.....	13
Şekil 4.4.b. Orta kolon koordinat sistemi.....	14
Şekil 4.4.c. Edit menüsü yardımıyla simetri oluşturulması.....	15
Şekil 4.4.d. Replicate komutuyla kesitlerin çoğaltılması.....	16
Şekil 4.4.e. Orta kolon sisteminin tamamlanması.....	16
Şekil 4.5.a. Grupların tanımlanması.....	17
Şekil 4.5.b. Assign menüsü yardımıyla kesitlerin atanması.....	18
Şekil 4.5.c. Malzeme kütüphanesinin ekrana getirilmesi için kesit seçimi yapılması.....	19
Şekil 4.5.d. Euro.pro malzeme dosyası seçimi.....	19
Şekil 4.5.e. Avrupa kesitli I ve H profillerinin sisteme eklenmesi, temsili gösterimi.....	20
Şekil 4.5.f. Kesit tanımlanması.....	21
Şekil 4.6.a. Arka kolon koordinat sistemi.....	23
Şekil 4.6.b. Arka kolonların çizilmesi.....	24
Şekil 4.6.c. Arka kenar kolonların üç boyutlu görünüşü.....	24
Şekil 4.7.a. Yardımcı ana kirişlerin oluşturulması.....	25
Şekil 4.7.b. Koordinat sistemine iki yeni grid eklenmesi, temsili görünüm.....	25
Şekil 4.8.a. Değişken kesit seçimi.....	26
Şekil 4.8.b. Değişken kesitli H profil tanımlanması.....	27
Şekil 4.8.c. Değişken kesitli H2 profil tanımlanması.....	27
Şekil 4.8.d. Köprü aşıklarının temsili gösterimi.....	28
Şekil 4.9. Geçiş bölgesi temsili gösterimi.....	29
Şekil 4.10.a. Merdiven koordinat sisteminin oluşturulması.....	30
Şekil 4.10.b. 2UNP160 kesitinin tanımlanması.....	31
Şekil 4.10.c. Arka kolonlarla merdiven sisteminin birbirine bağlanması.....	32
Şekil 4.10.d. Merdiven basamakları için kesit tanımlanması.....	32
Şekil 4.10.e. Merdiven sisteminin oluşturulması temsili görünüş.....	33
Şekil 4.10.f. Merdiven sisteminin YZ düzleminde temsili görünüşü.....	33

Şekil 4.10.g. İkinci kısım merdiven sisteminin (3D) üçboyutlu görünümü .....	34
Şekil 4.11.a. Engelli rampası koordinat sistemi.....	35
Şekil 4.11.b. 2UNP100 kesitinin tanımlanması.....	36
Şekil 4.11.c. Engelli rampasının modellenmesi, temsili gösterimi.....	36
Şekil 4.11.1.a. 2UNP300 kesit tanımlanması.....	37
Şekil 4.11.1.b. Engelli rampa kolonlarının temsili gösterimi.....	37
Şekil 4.11.1.c. Sap2000 programında görüntü ayarlama seçenekleri.....	38
Şekil 4.11.1.d. Engelli rampa modellenme aşamaları, temsili görünümü.....	38
Şekil 4.11.1.e. Engelli Rampa iskelet sisteminin son hali.....	38
Şekil 4.11.2.a. View menüsü Set Limits seçeneğiyle koordinat ayarlamaları.....	39
Şekil 4.11.2.b. Edit menüsü yardımıyla seçilen parçaların istenilen sayıda bölünmesi.....	39
Şekil 4.11.2.c. Aşıkların oluşturulması temsili gösterimi.....	40
Şekil 4.11.2.d. Engelli rampa sisteminin son hali .....	40
Şekil 4.12. Mesnet tanımlanması.....	41
Şekil 4.13.a. Replicate komutu yardımıyla simetri oluşturma.....	41
Şekil 4.13.b. Simetrisi alınmış sistemden temsili bir görünüş.....	42
Şekil 4.14.2.a. Hareketli yük tanımlanması.....	44
Şekil 4.14.2.b. Sisteme etkileyen tüm yüklerin temsili gösterimi.....	44
Şekil 4.14.3.a. Ölü yük ve hareketli yükün birlikte tanımlanması (d, h) .....	45
Şekil 4.14.3.b. Hareketli yük ve rüzgar yükünün birlikte tanımlanması (h, r).....	46
Şekil 4.14.3.c. Yüklerin kategorize edilmesi.....	46
Şekil 4.14.4.a. Select menüsü temsili görünüm.....	47
Şekil 4.14.4.b. Aşık profillerinin seçimi .....	47
Şekil 4.14.4.c. Ölü yük atanması.....	48
Şekil 4.14.4.d. Hareketli yük atanması.....	48
Şekil 4.14.5.a. Rüzgar yükü eklenmesi (x yönünde).....	49
Şekil 4.14.5.b. Rüzgar yükü eklenmesi (y yönünde).....	50
Şekil 4.14.5.c. Ölü yük eklenmesi.....	50
Şekil 4.14.5.d. Rüzgar yükü eklenmesi.....	51
Şekil 4.14.5.e. Mevcut yüklerin revize edilmesi.....	52
Şekil 4.15.3.a. Düğüm grubunun atanması.....	56
Şekil 4.15.3.b. Deprem yükü atanması (x yönünde).....	56
Şekil 4.15.3.c. Deprem yükü atanması (y yönünde).....	57
Şekil 5.1.a. Kenar kolonlara HE140B profilinin atanması.....	58
Şekil 5.1.b. Kesit kalınlığının artırılması.....	59
Şekil 5.1.c. HE160B kesitlerinin atanması.....	60
Şekil 5.1.d. Kesit kalınlıklarının artırılması.....	60
Şekil 5.1.e. Cephe aşıklarının değiştirilmesi.....	61

Şekil 5.2.1.a. Probina programı açılış arayüzü.....	65
Şekil 5.2.1.b. Probina programında kullanılan proje parametreleri .....	66
Şekil 5.2.1.c. Probina programında kullanılan proje parametreleri.....	66
Şekil 5.2.2.a. Pafta çerçevesi.....	67
Şekil 5.2.2.b. Kat bilgileri menüsü.....	68
Şekil 5.2.2.c. Referans aksları.....	68
Şekil 5.2.2.d. Aks türetme.....	69
Şekil 5.2.2.e Aks sistemi.....	70
Şekil 5.2.3.a. Düğüm noktalarının yerlerinin belirlenmesi.....	71
Şekil 5.2.3.b. Kolonlara düğüm yükü tanımlanması .....	71
Şekil 5.2.3.c. Kolonlara düğüm yükü tanımlanması .....	72
Şekil 5.2.3.d. 585. düğüm noktasına yük tanımlanması .....	72
Şekil 5.2.3.e. 1084. düğüm noktasına yük tanımlanması.....	73
Şekil 5.2.4.a. Kenar kolonlar için radye plaklarının atanması.....	73
Şekil 5.2.4.b. Kenar kolonlar için radye plaklarının atanması.....	74
Şekil 5.2.4.c. Kenar kolonlar için plaklara saçak oluşturulması.....	74
Şekil 5.2.5.a. Sonlu Elemanlar Radye Temel Hesabı seçimi.....	75
Şekil 5.2.5.b. Sonlu Elemanlar Radye Temel Hesabı - Analiz sonuçları irdeleme.....	75
Şekil 5.2.5.c. Radye temel hesabı analiz sonucunun temsili gösterimi.....	76
Şekil 5.2.5.d. Zemin gerilmesi kontrolü.....	76
Şekil 5.2.5.e. Deplasman kontrolü.....	77
Şekil 5.2.5.f. Kolon zımbalama kontrolü ileti kutusu.....	77
Şekil 5.2.5.g. Zımbalama dayanımı kontrolü temsili gösterimi.....	78
Şekil 5.2.5.1.a. X ve Y yönünde sonlu elemanlar aksı tanımlanması.....	78
Şekil 5.2.5.1.b. Temsili bir kolon seçilip x ve y yönündeki donatı kontrolü gösterimi.....	79
Şekil 5.2.5.1.c. Temsili olarak x ve y yönünde donatı seçilmesi gösterimi.....	79
Şekil 5.2.5.1.d. Sistemin son hali.....	80

## ÇİZELGELER DİZİNİ

	<b>Sayfa No</b>
Çizelge 4.2. Orta ana kiriş koordinatları.....	10
Çizelge 4.3. Ana kolon koordinatları.....	12
Çizelge 4.4. Orta kolon koordinatları.....	14
Çizelge 4.6. Arka kolon koordinatları.....	22

## SİMGELER DİZİNİ

$A_0$	Etkin Yer İvmesi Katsayısı
$W$	Binanın, Hareketli Yük Katılım Katsayısı Kullanılarak Bulunan Toplam Ağırlığı
$w_i$	Binanın $i$ 'inci Katının, Hareketli Yük Katılım Katsayısı Kullanılarak Hesaplanan Ağırlığı
$g_i$	Binanın $i$ 'inci Katındaki Toplam Sabit Yük
$q_i$	Binanın $i$ 'inci Katındaki Toplam Hareketli Yük
$V_t$	Toplam Eşdeğer Deprem Yüğü (Taban Kesme Kuvveti)
$I$	Bina Önem Katsayısı
$S(T)$	Spektrum Katsayısı

## **1. GİRİŞ**

Günümüzde çoğu yapı türünün taşıyıcı sisteminde en yaygın olarak kullanılan malzemeler betonarme ve çelik olup, gerekli koşullar sağlandığında her iki tür sistem içinde istenilen düzeyde güvenlik elde edilebilmektedir. Bu hususta önemli olan inşa edilecek yapı için daha uygun olan malzemenin seçilmiş olmasıdır. Malzeme seçimine etki eden başlıca faktörler; yapının işlevi, yapı yerindeki temel zeminin taşıma gücü, yapının coğrafi yeri, yapının geçici (kısa süreli) ya da kalıcı olması, yapının işletmeye açılması için düşünülen son tarih, yapım için ayrılan para, işletme giderleri, yapı malzemesinin bulunabilirliği ve fiyat hareketleri ile yerel alışkanlıklar ve isteklerdir. Yapının taşıyıcı sisteminin tasarım ve boyutlandırmasında, özelliklerine en uygun malzemeyi belirleyebilmek için kullanılacak olan malzemenin üstün ve sakıncalı yanlarının çok iyi bilinmesi ve gerekli olan karşılaştırmaların yapılması gerekir (YARDIMCI, N.).

Yapı çeliği, diğer yapı malzemeleri ile karşılaştırıldığında, kullanımını avantajlı kılacak bazı temel niteliklere sahiptir. Çeliğin bu nitelikleri; yüksek dayanım, yüksek elastisite modülü, homojen ve izotrop olması, eşit çekme ve basınç dayanımı ile yüksek süneklik olarak özetlenebilir. Bu özelliklerine bağlı olarak çelik yapıların yaygın olarak kullanım bulduğu alanlar ayırt edilebilir. Bu alanlar; kolonsuz aşılması gereken büyük açıklıkların söz konusu olduğu yapılar, taşıyıcı sistemi özellik gösteren yapılar, temel zemini zayıf nitelikte olan yapılar, deprem bölgelerindeki yapılar, çok katlı yapılar, endüstri yapıları, taşıt ve yaya köprüleri, geçici yapılar, hızlı inşa edilmesi gereken yapılar ile restorasyon, iyileştirme ve güçlendirme inşaatları olarak sıralanabilir.

Çeliğin ve çelik yapıların yukarıda özetlenmiş olan avantajlı özellikleri ve kullanım alanlarına bağlı olarak bugün dünyada çeliği ve çelik-betonarme kompozit malzemeyi çok yoğun olarak kullanan ülkeler vardır. Bu ülkelere örnek olarak Amerika Birleşik Devletleri, İngiltere, İsveç, Norveç, Rusya ve Japonya gibi ülkeler

örnek olarak verilebilir. Bu ülkelerde çelik inşaatın toplam inşaat yüz ölçümü içindeki payı ortalama %30'ların üzerinde iken bu oran ülkemizde %5'ler civarındadır. Ülkemizdeki bu %5'lik oranın büyük bölümünü ise endüstri yapıları, büyük açıklıklı çatılar ve köprüler oluşturmakta, çok katlı çelik yapı uygulamaları yok denecek kadar az gerçekleşmektedir. Uygulamadaki bu durum çok kez çelik iskeletli yapıların betonarme iskeletli yapılarına göre daha pahalı olmaları ile açıklanmaya çalışılır. Bu gerekçe sıradan betonarme yapılar için kabul edilebilirse de, özellikle depreme dayanıklı olarak projelendirilen ve sıkı bir denetim ile projesine uygun olarak inşa edilen betonarme bir yapının da, çelik bir yapı kadar maliyetli olduğunu unutmamak gerekir. Dolayısıyla amaca uygun taşıyıcı sistem türü kullanmak koşuluyla, çelik inşaatın pahalı olmasından pek söz edilemez. Çelik yapıların betonarme yapılara göre gerçek zorluğu, gerek proje gerekse imalat ve montaj aşamalarında çok daha vasıflı teknik eleman gereksinimidir. Çelik yapı bilgisi olmayan bir mimar, mühendis, usta ve sıradan bir teknik büro, atölye özellikle kapsamlı bir çelik yapı hesabı, çizimi, imalatı ve montajı yapamaz (YARDIMCI, N.).

Çelik yapı mimarisi ayrıcalıklıdır. Çelik yapılar ferah, büyük açıklıklı, işlevsel mekanlardır. Döşeme kalınlıkları düşüktür. Çelik yapıların ömürleri uzun, kullanımı esnek, yenilenmesi kolaydır. Çelik yapı tasarımı estetik ve yeniliğe açıktır. Çeliğin şekil alma olanağı sınırsız olduğundan, taşıyıcı yapı pek çok türde yapılabilir, taşıyıcı yapıda çelik çok çeşitli şekillerde kullanılabilir. Yapısal çelik fabrikada çok değişik şekillerde işlenebildiğinden tasarımcılar için sınırsız olanaklar sağlar. Uluslararası ödül alan yapıların çoğunun çelik taşıyıcılı yapılar olması, rastlantı değildir.

Bir ülkede çelik yapı sistemlerinin tercih edilip kullanmasında en önemli faktörlerden biride bu doğrultuda verilecek eğitimidir. Bu bağlamda, üniversitelerin Mimarlık ve İnşaat Mühendisliği Bölümlerinde, hem lisans hem de yüksek lisans düzeyinde çelik yapı sistemlerine yönelik derslerin verilmesi, öğrencilere bu konuda bitirme ödevi ve tez yaptırılması, ülkede çelik yapı kültürünün oluşmasında kritik öneme sahip faaliyetlerden biri olarak belirtilebilir. Bu noktadan hareketle, bu yüksek lisans tez çalışmasında bir yaya üst geçidinin çelik taşıyıcı sistem olarak tasarım ve hesabı, çizimi ve maliyet analizi gerçekleştirilmeye çalışılmıştır.



## 2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR

Literatüre bakıldığında, dünyada ve ülkemizde çelik yapılar konusunda, hem akademik hem de pratik düzeyde birçok çalışmanın yapılmış olduğu görülmektedir.

Çelik yapı elemanları ve çelik taşıyıcı sistemler ile ilgili mühendislik problemlerinin ele alındığı çok sayıda bilimsel makale, bu ve benzeri konularda yayımlar yapan periyodik dergilerde yayımlanmaktadır. Bu dergilere, Amerika İnşaat Mühendisleri Topluluğunun (ASCE) çıkarttığı “Journal of Structural Engineering” ve “Journal of Engineering Mechanics” dergileri, Amerika Çelik yapılar Enstitüsünün (AISC) çıkarttığı “Engineering Journal” dergisi Elsevier’in yayımladığı “Journal of Constructional Steel Research” ve “Thin Walled Structures” dergileri örnek olarak verilebilir.

Periyodik dergilerin yanında, çelik yapıların tasarım ve hesabı konusunda yazılmış hem öğrencilerin hem de pratikte çalışan mühendislerin yararlanabileceği yabancı dillerde birçok ve Türkçe olarak birkaç kapsamlı kitap da mevcuttur. “The Behaviour and Design of Steel Structures to EC3” (N. S. Trahair ve diğ., 2007), “Steel Structures, Design and Behavior” (C. G. Salmon ve diğ., 2009), “Architectural Design in Steel” (P. Trebilcock ve M. Lawson, 2004), “Steel Designers’ Manuel” (A. Hayward ve diğ. 2002) ve “Çelik Yapılar” (H. Deren ve diğ. 2008) adlı eserler bu kitaplara birkaç örnek olarak verilebilir.

Çelik yapılar konusunda yabancı dilde ve Türkçe hazırlanmış birçok yüksek lisans ve doktora tez çalışması olduğu yapılacak bir literatür araştırmasında görülebilmektedir. Ayrıca Dünya’da yaklaşık 200 yıllık bir geçmişi olan, Türkiye’de ise daha az bir geçmişi olan çelik yapılar üzerine yapılan çalışmalar hakkında kısaca bilgi verilebilir. Burada, yurt içinde yapılmış birkaç çalışmayı vermekte yarar vardır. İTÜ’de 1990 yılında “Çelik I Kesitlerin Optimizasyonu ve Kurbada Kompozit Çelik Demiryolu Köprüsü Hesabı” başlıklı bir yüksek lisans tez çalışması yapılmıştır.

Çalışmada I kesitlerin optimum tasarımı araştırılmış ve ayrıca örnek bir demiryolu köprüsünün hesabı ayrıntılı olarak ele alınmıştır. ODTÜ’de 2007 yılında “Seismic Roof Isolation of Halkapınar Gymnasium” başlıklı bir doktora tezi yapılmıştır. Tez çalışmaları dışında çelik yapılar konusunda yapılmış birçok diğer kapsamlı çalışmalar da mevcuttur. Bunlara, TCDD ile İTÜ arasında yapılmış olan bir protokol çerçevesinde ülkemizdeki birçok demiryolu köprüsünün yük taşıma kapasiteleri ve güvenlikleri üzerine yapılmış olan çalışma örnek olarak verilebilir (Ö. Çağlayan ve diğ., 2005).

Ülkemizde projelendirilip inşa edilmiş çok güzel çelik yaya köprüleri (geçitleri) bulunmaktadır. Bunlara Ankara’daki çelik kemer taşıyıcılı ya da çelik askı taşıyıcılı yaya geçitleri örnek olarak verilebilir. Tabi ki, çelik gibi tasarımcısına çok farklı alternatifler sunabilen bir malzeme ile daha değişik sistem şekline sahip yaya köprüleri de tasarlanıp, hayata geçirilebilir.

### 3. MATERYAL ve YÖNTEM

Mühendisler bilimsel olarak doğruluğu ispatlanmış bilgileri, pratiğe dönüştürerek ve gerçek hayata uyarlayarak kullanmak zorundadırlar.

İnşaat mühendisliğinde, yapı sistemlerinin üç boyutlu analizi, kolon, kiriş ve döşeme gibi yapı elemanlarının dizaynı ile temel hesaplarının hazırlanması amacıyla geliştirilmiş programlar kullanılır. Program kullanımındaki amaç ise, yapı sistemlerinin kısa sürede, hatasız, ekonomik ve güvenli olarak projelendirilmesini sağlamaktır.

Günümüzde gerek içerisinde kolon bulunmayan büyük açıklıklı yapılara, gerekse çok katlı binalara olan ihtiyaç, bu yapıların taşıyıcı sistemlerinde yüksek dayanımlı malzeme kullanma zorunluluğu getirmektedir. Dolayısıyla, yapılarda büyük kesitli kolon ve kirişler fazla yer kaplamakta olup, bina öz ağırlığının artmasına ve ayrıca maliyetlerin yükselmesine neden olmaktadır. Bu nedenle çelik malzeme kullanım ihtiyacı ortaya çıkmaktadır. Böylece büyük açıklıkların daha küçük kesitli taşıyıcı elemanlarla aşılması sayesinde rahat ve geniş hacimler elde edilmiş olacak ve nüfus yoğunluğu fazla olan yerleşim merkezlerindeki birçok ihtiyaç karşılanmış olacaktır.

Bugün ülkemizde çelik yapılar genellikle büyük açıklıklı, tek katlı endüstri yapıları ve çok katlı teknolojik binalar şeklinde uygulanmaktadır.

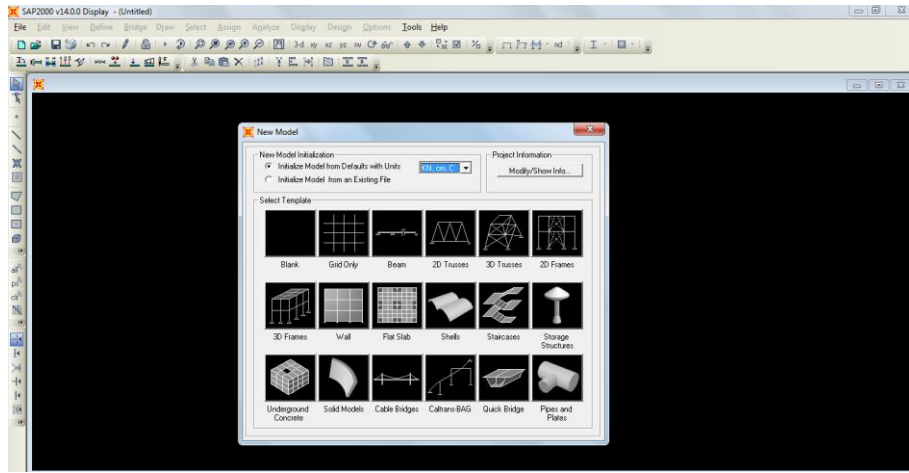
Bu çalışmanın temelini teşkil eden ve çelik yapı tasarımında kullanılan yapı analiz programı SAP2000'i kısaca tanıtmak gerekirse; sonlu elemanlar yöntemine dayalı, hızlı ve kolay modelleyebilme, hazır model kütüphanesinden kesit aktarabilme veya yeni kesit oluşturabilme, oluşturulan model üzerinde değişiklik yapabilme, analiz sonuçlarını şeklen ve sayısal olarak izleyebilme, boyutlandırma ve optimizasyon gibi pek çok işleme izin verebilen kapsamlı bir programdır. Ayrıca

tasarım ve analiz aşamasında oluşturulan verilerin Word ve Excel ortamına da aktarımını mümkün kılmaktadır.

Bu yüksek lisans tez çalışmasında tasarlanan bir çelik yaya geçidi ile ilgili hesaplar ve çizimler, bu amaca uygun programlar kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Bu sürecin projelendirme aşamasında; çelik taşıyıcı sistemin tasarlanmasında kullanılan yapı analiz programı SAP2000 V.14, projenin temellerinin statik çözümünde kullanılan betonarme programı olan Probina Orion V.15, atışmanlarda ve çizimlerde kullanılan bilgisayar destekli çizim programı Autocad2007, MS Office uygulamalarından metraj ve maliyet hesaplamalarında kullanılan Microsoft Excel ve Microsoft Word, maliyet analizinde AMP Hakediş ve Yaklaşık Maliyet Programı, Çelik taşıyıcı sistemin tasarlanmasında ilgili standart olarak kullanılan Yapı Elemanlarının Boyutlandırılmasında Alınacak Yüklerin Hesap Değerleri TS 498-Kasım 1997 (TS 498:1987 + T1:1997 dahil), Betonarme yapıların tasarım ve yapım kuralları TS 500 - Şubat 2000, Çelik yapıların hesap ve yapım kuralları TS 648-Aralık 1980, Deprem bölgelerinde yapılacak binalar hakkında yönetmelik (DBYBHY 2007) kullanılmıştır.

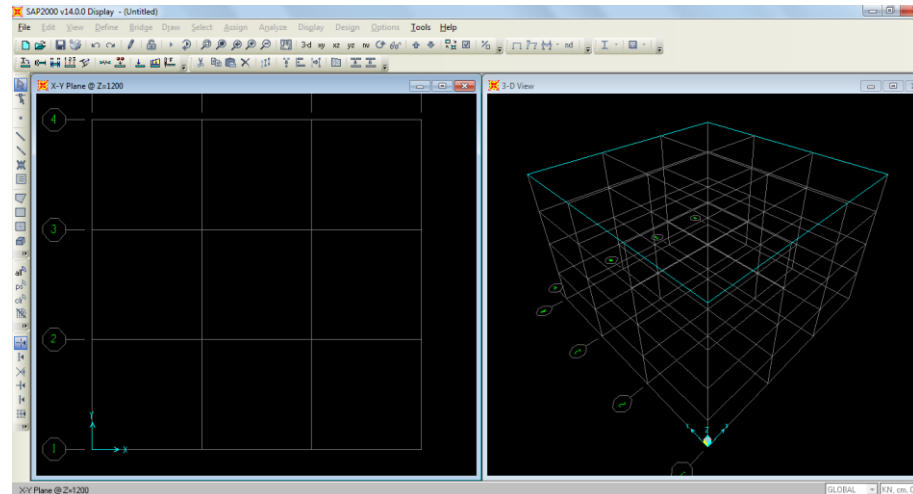
#### 4. TAŞIYICI SİSTEM MODELİNİN OLUŞTURULMASI

SAP2000 programı açılarak, File menüsünden » New Model seçeneği yardımıyla öncelikle birim seçimi kN, cm, C olarak yapılır (Şekil 4.a). Aynı işlem konum çubuğunun sağındaki açılır liste kutusundan da yapılabilir. Aks sisteminin manuel olarak tanımlanabilmesi için Grid Only düğmesi seçilerek Quick Grid Lines ileti kutusuna ulaşılır.



Şekil 4.a. SAP2000 programına yeni model tanımlanması

Açılan Quick Grid Lines koordinat sistemi, projeden alınan ölçülerle sisteme tanımlanacağı için olduğu gibi kabul edilerek temsili görünüşler elde edilir, daha sonra değiştirilir (Şekil 4.b).

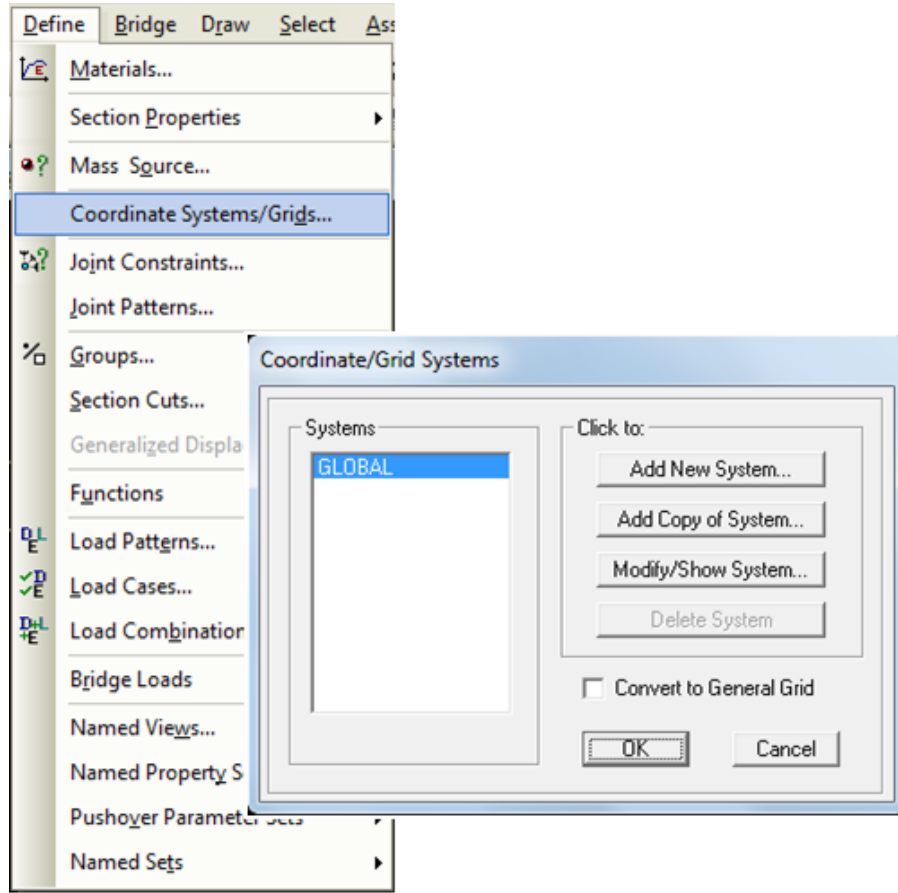


Şekil 4.b. SAP2000 programından iki ve üç boyutlu temsili görünüş

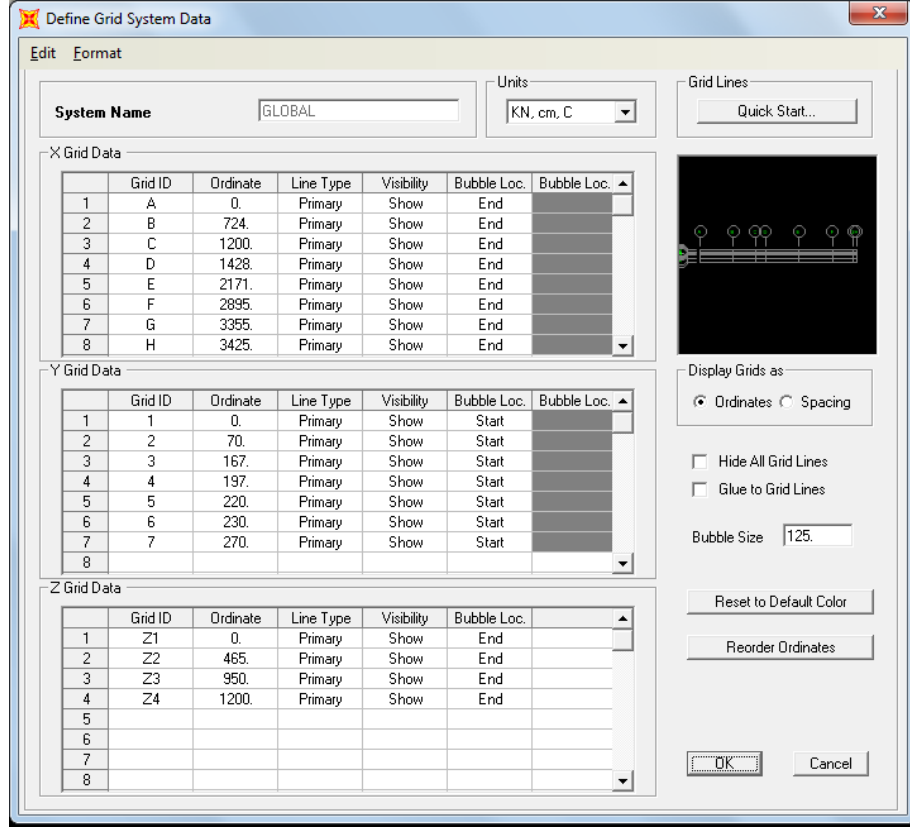
#### 4.1. Grid Sisteminin Oluşturulması

Sistem simetrik olarak çözüleceği için öncelikle sağ tarafı oluşturarak başlanılır. Bu doğrultuda mimari çizim projesi esas alınmak üzere koordinatlar belirlenir. Koordinatlar SAP2000 programında grid oluşturacak şekilde aşağıdaki gibi tanımlanır.

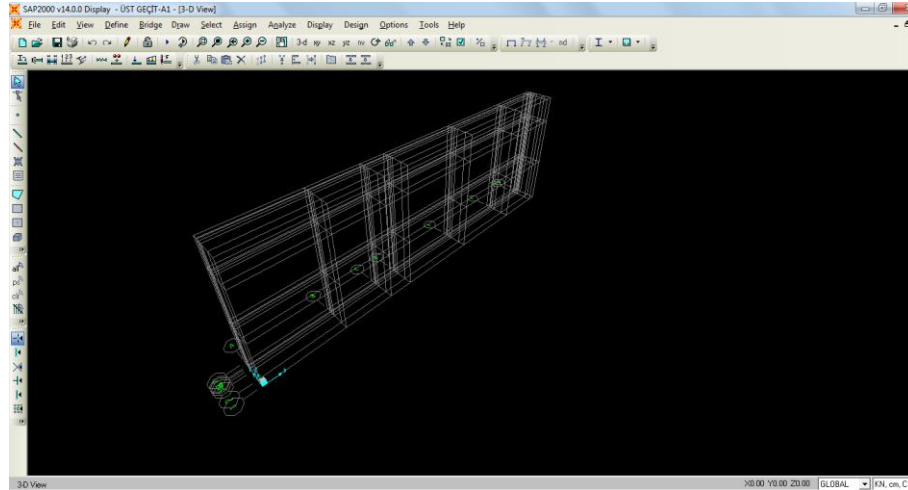
Define menüsünden » Coordinate System Grids » Modify/Show System seçilerek esas grid sistemi oluşturulur (Şekil 4.1.a, b, c).



Şekil 4.1.a. Koordinat sisteminin tanımlanması



Şekil 4.1.b. Koordinatların girilmesi



Şekil 4.1.c. Oluşturulan koordinat sisteminden üç boyutlu görünüş

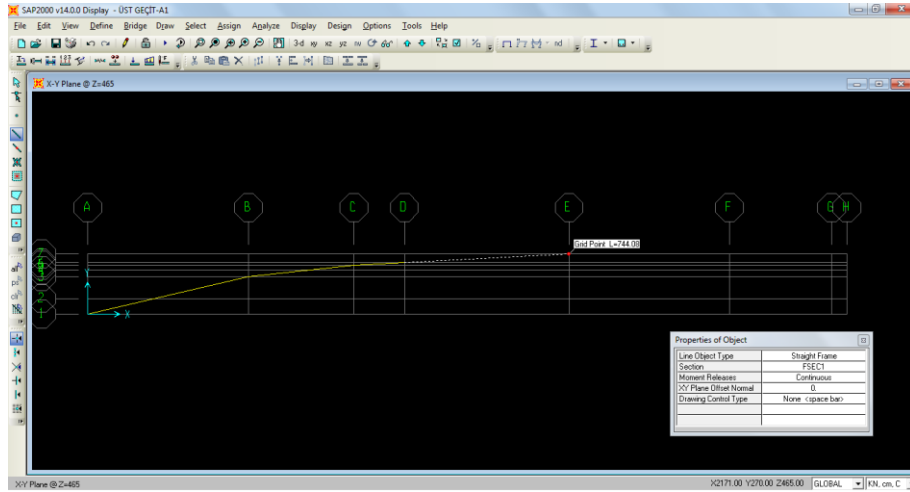
Öncelikle üç boyutlu (3d) görünüş kapatılır. Sistem xy düzleminde z = 465 kotuna getirilerek modellenmeye başlanır.

## 4.2. Orta Ana Kirişin Tanımlanması

Mimari projeden alınan ölçüler doğrultusunda orta ana kiriş xy düzleminde beş farklı noktada Çizelge 4.2., kullanılarak tanımlanır. Draw menüsünden » Draw/Frame/ Cable/ Tendon seçeneğiyle temsili bir kesit atanarak, köprünün orta ana kirişi başka bir deyişle ana kaburgası Global koordinat sisteminde oluşturulur (Şekil 4.2).

Çizelge 4.2. Orta ana kiriş koordinatları

	X koordinatı	Y koordinatı	Z koordinatı
Başlangıç noktası	0	0	0
1. nokta	724	167	465
2. nokta	1200	220	465
3. nokta	1428	230	465
4. nokta	2171	197	465
5. nokta	2895	70	465



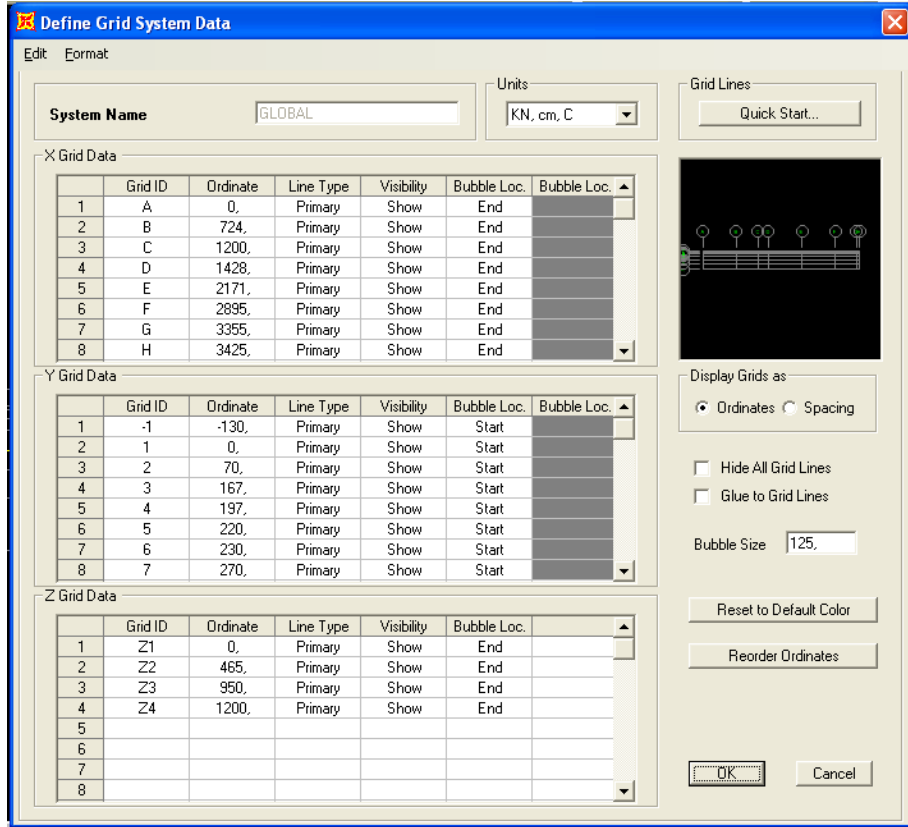
Şekil 4.2. Orta ana kirişin SAP2000 programında modellenmesi



### 4.3. Ana Kolonların Tanımlanması

Çalışılan xy düzleminden xz düzlemine geçilir. Mimari projede  $x=2895$  koordinatı ve  $z=1200$  kotunda y eksenini doğrultusunda  $y = -130$ ,  $y = 0$ ,  $y = 270$  koordinatında üç adet kolon görülmektedir.

Bu sebeple y doğrultusunda (-130) koordinatı eklenmelidir. Mouse sağ tıklanarak Edit Grid Data » Modify/show System seçeneğiyle Y Grid Data sistemine bir adet yeni grid eklenir (Şekil 4.3.a).



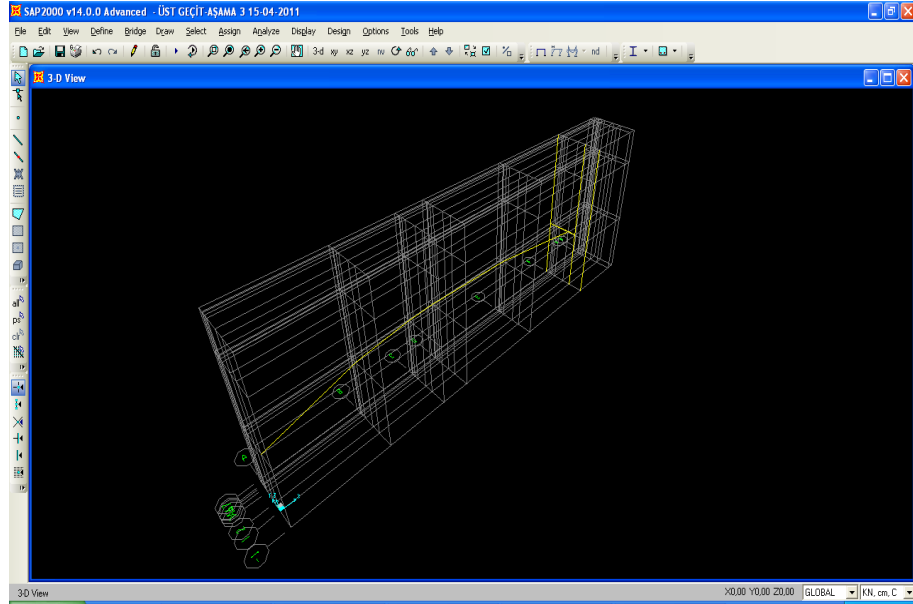
Şekil 4.3.a. Y doğrultusunda (-130) koordinatının eklenmesi

Mimari projede, xz düzleminde y koordinatının farklı değerleri için kolon koordinat tablosu aşağıdaki gibi oluşturulur (Çizelge 4.3). Draw menüsünden » Draw/Frame/Cable/ Tendon seçeneğiyle temsili bir kesit atanarak, kolonlar oluşturulur.

Çizelge 4.3. Ana kolon koordinatları

Kolon no	X koordinatı	Y koordinatı	Z koordinatı
1. kolon	2895	-130	1200
2. kolon	2895	0	1200
3. kolon	2895	270	1200

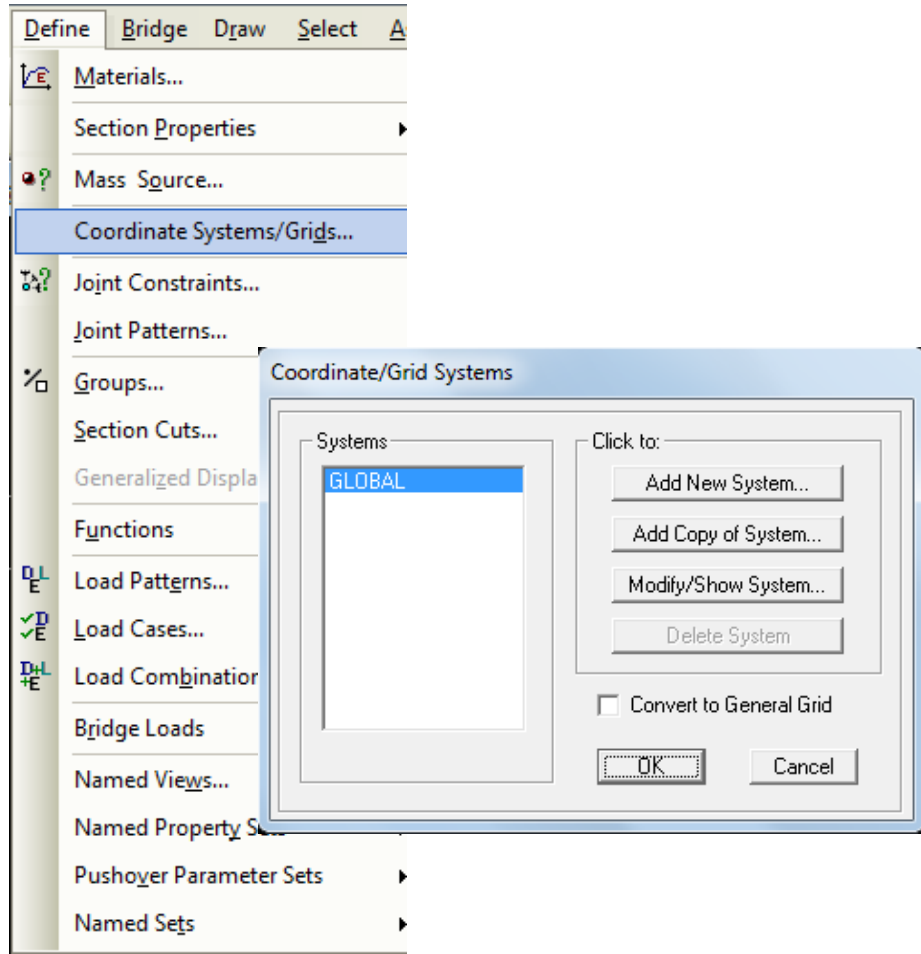
Draw menüsünden » Draw/Frame/Cable/Tendon seçeneğiyle temsili bir kesit atanarak,  $y=0$  ve  $y=270$  koordinatı arasındaki kiriş tanımlanır. XZ düzleminde  $x=2895$  noktası,  $z=465$  kotunda  $y=0$ 'dan  $y=270$  koordinatına doğru çubuk eleman çizilir. Böylece sistemin ana taşıyıcı elemanları oluşturulur (Şekil 4.3.b).



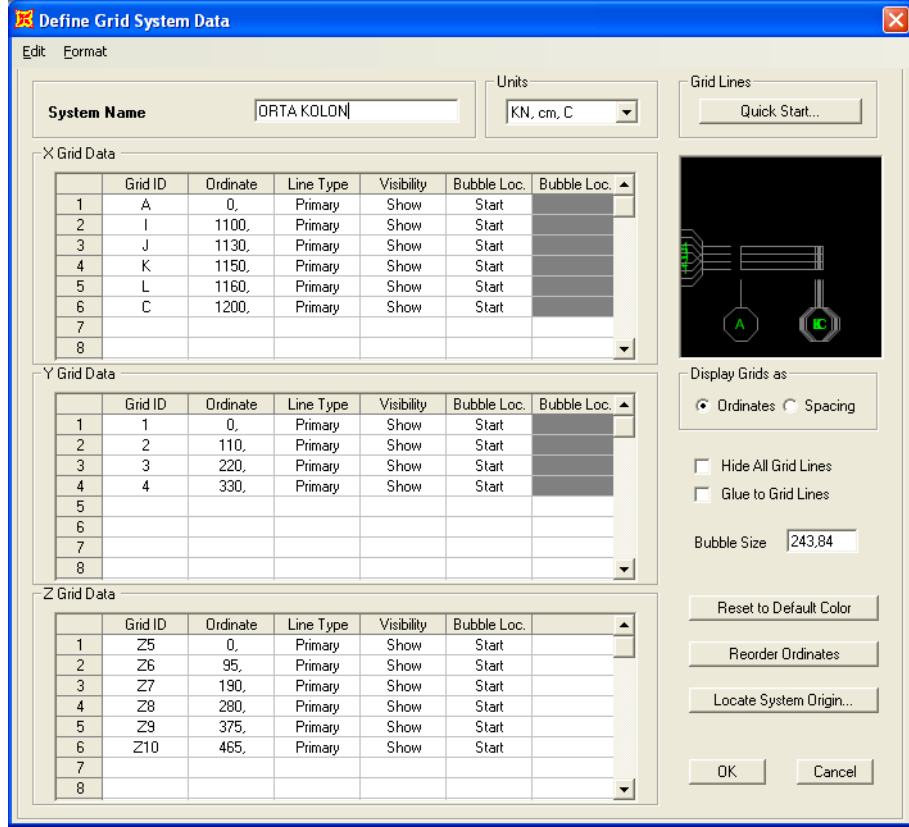
Şekil 4.3.b. Sistemin ana taşıyıcı elemanlarının oluşturulması

#### 4.4. Orta Kolonların Oluşturulması

Orta kolonların eğriselliklerini oluşturabilmek için projeden kolon boyu belirlenerek 5 parçaya bölünür. Buna bağlı olarak oluşan 6 yeni noktanın koordinatları Çizelge 4.4.'deki gibi belirlenir. Bu sistemi SAP2000 programına tanımlayabilmek için, işlem karmaşıklığını önlemek amacıyla, orta kolon adında yeni bir koordinat sistemi eklenir. Define » Coordinate/ System Grids » Add new system » Define Grid System Data ileti kutusuna koordinatlar girilir (Şekil 4.4.a, b).



Şekil 4.4.a. Orta kolonlar için yeni koordinat sisteminin tanımlanması



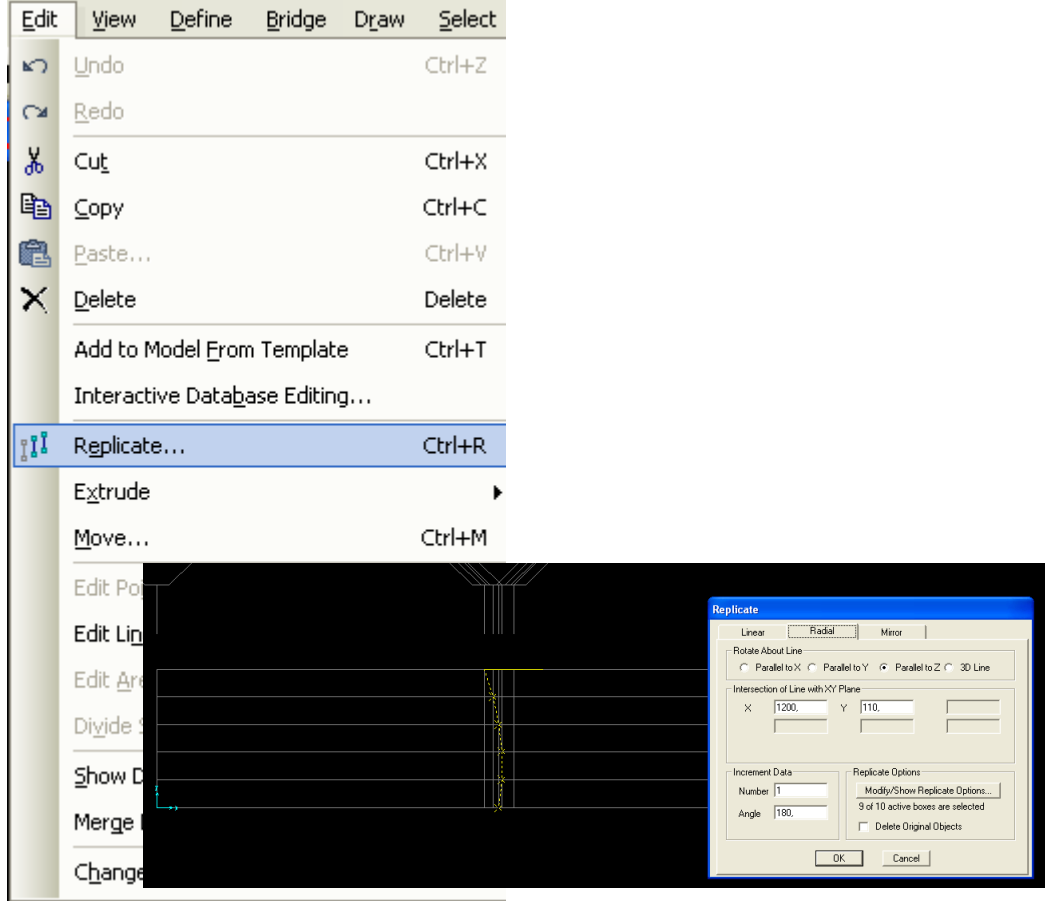
Şekil 4.4.b. Orta kolon koordinat sistemi

Draw menüsünden » Draw/Frame/Cable/Tendon » Property of object seçeneğiyle, HE240B kesiti seçilerek xz düzleminde, Çizelge 4.4. doğrultusunda sistem modellenir.

Çizelge 4.4. Orta kolon koordinatları

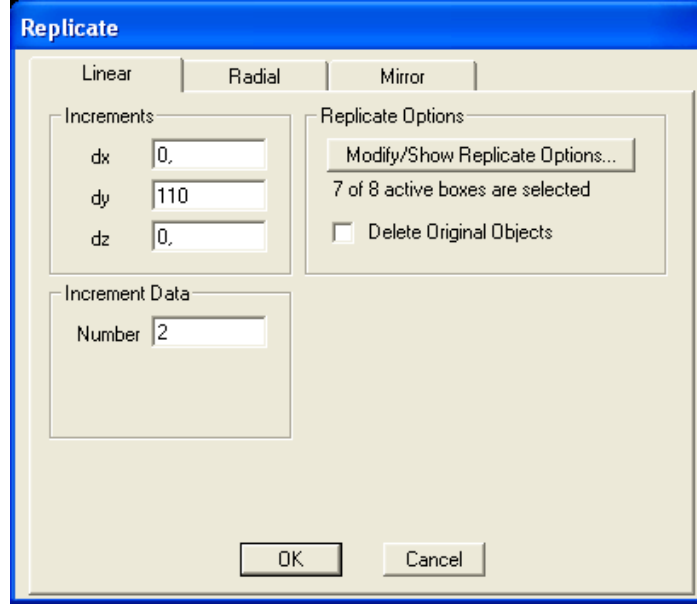
Nokta no	X koordinatı	Y koordinatı	Z koordinatı
1. nokta	1150	110	0
2. nokta	1160	110	95
3. nokta	1160	110	190
4. nokta	1150	110	280
5. nokta	1130	110	375
6. nokta	1100	110	465

Böylece orta kolonun bir tarafı oluşturulur (Şekil 4.4.c). Sistemin simetrisi alınarak modelleme tamamlanır. Edit menüsünden » Replicate komutu Radial sekmesiyle » Rotate About Line » Parallel to Z » x=1200 y=110 » 180 derecelik açı olacak şekilde orta kolon oluşumu tamamlanır (Şekil 4.4.c).



Şekil 4.4.c. Edit menüsü yardımıyla simetri oluşturulması

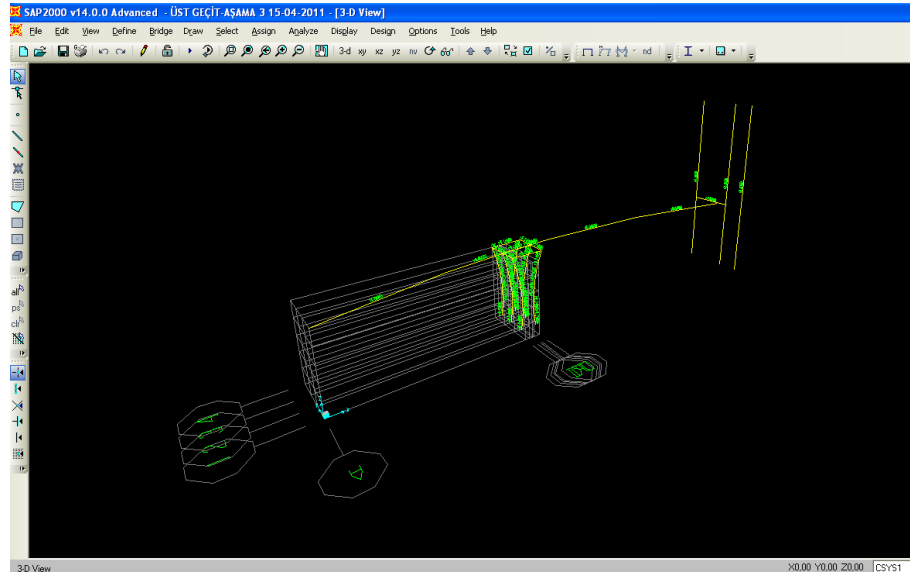
Draw menüsünden » Draw/Frame/Cable/Tendon » Property of object seçeneğiyle, HE160B kesiti seçilir. Karşılıklı iki kolonun üst uç kısımları birleştirilip kiriş oluşturularak, Edit menüsünden » Replicate komutu yardımıyla 110 cm aralıklı y yönünde iki adet kopyalanır (Şekil 4.4.d).



Şekil 4.4.d. Replicate komutuyla kesitlerin çoğaltılması

Draw menüsünden » Draw/Frame/Cable/Tendon » Property of object seçeneğiyle, HE240B kesiti seçilir. Orta kolonlar üst uçlarından HE240B kesiti atanarak kirişlerle birbirine bağlanır.

Böylelikle üç adet orta kolonun x ve y yönündeki kirişlerle birbirine bağlantıları yapıldığından orta kolon sistemi tamamlanmış olur (Şekil 4.4.e).



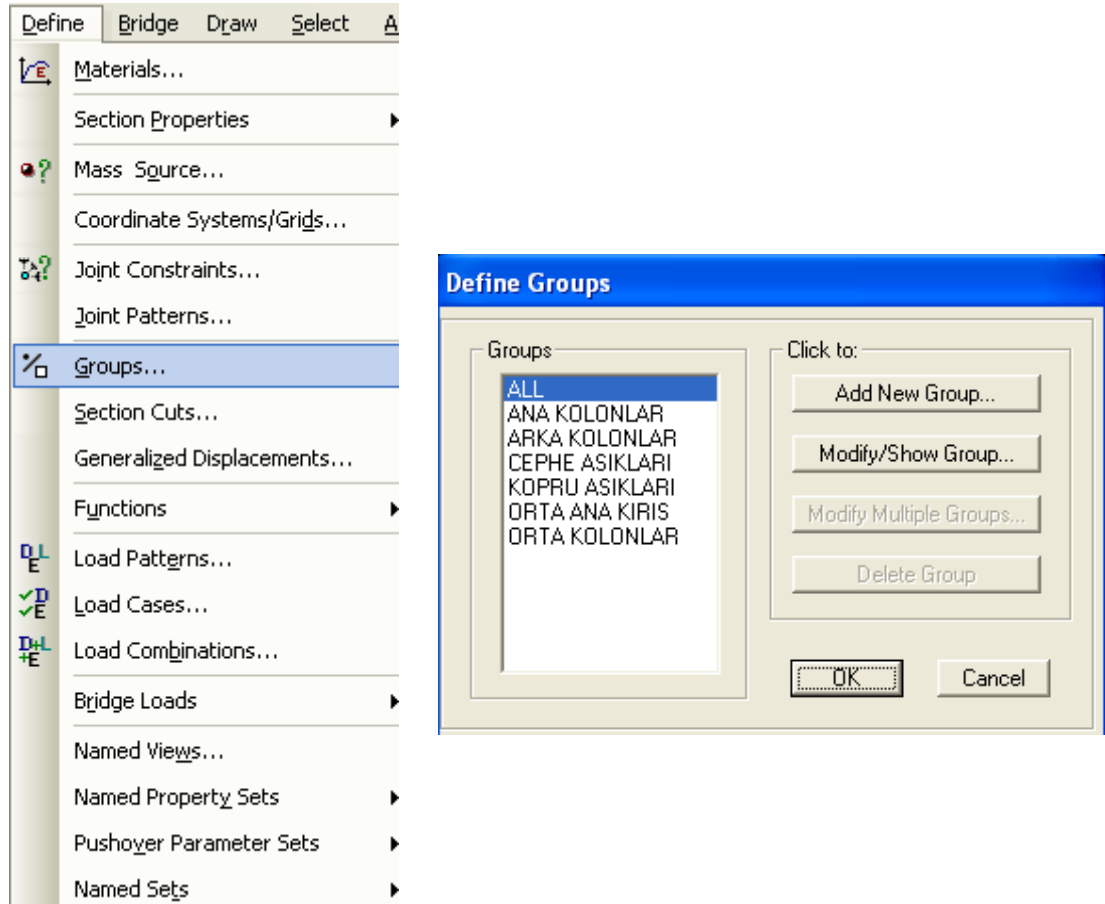
Şekil 4.4.e. Orta kolon sisteminin tamamlanması

#### 4.5. Eleman Gruplarının Belirlenmesi

Sistemde oluşacak karmaşıklığı (malzeme seçimi, yük atanması, kesit değiştirilmesi gereken durumlarda) engellemek amacıyla elemanları gruplandırma yoluna gidilir. Sistem kısaca 6 ana grupta toplanabilir. Bunlar modelleme sırasına göre şöyle oluşturulur;

- Orta ana giriş (ana kaburga)
- Ana kolonlar
- Orta kolonlar
- Arka kolonlar
- Köprü aşıkları
- Cephe aşıkları

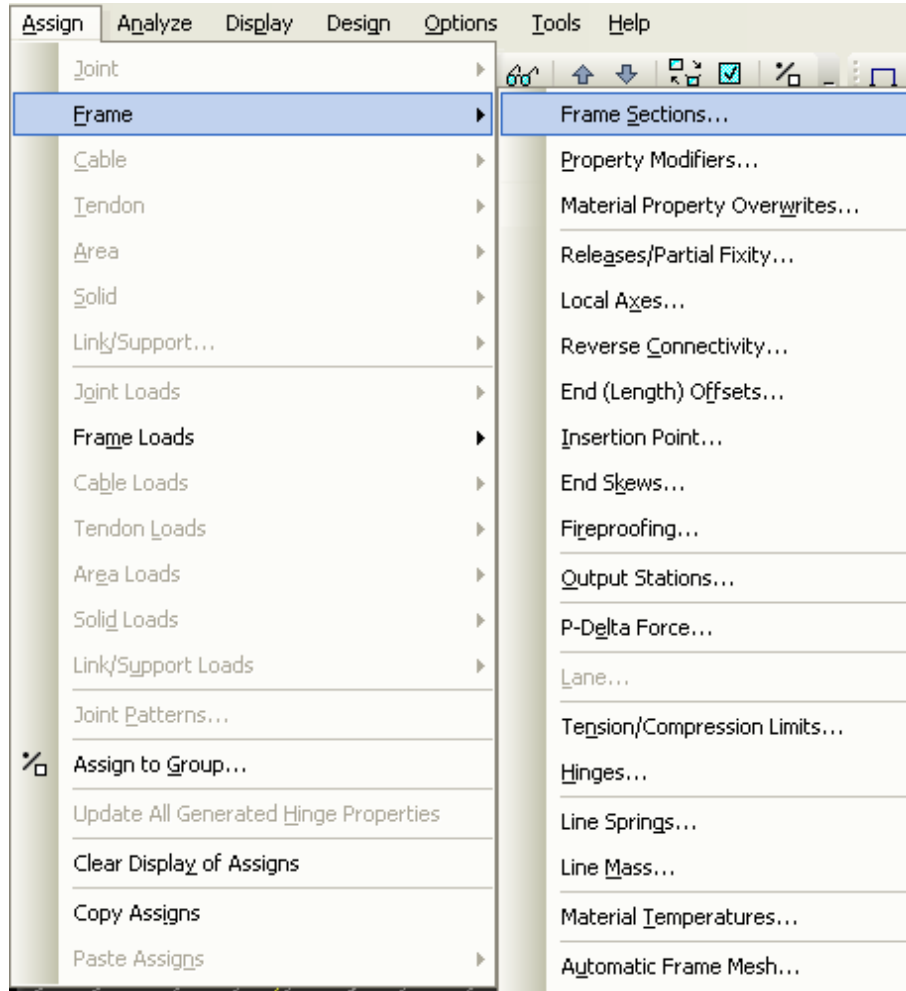
Grupların atanması, Define menüsünden » Groups » Add New Groups sekmesi yardımıyla Şekil 4.5.a' daki gibi gerçekleştirilir.



Şekil 4.5.a. Grupların tanımlanması

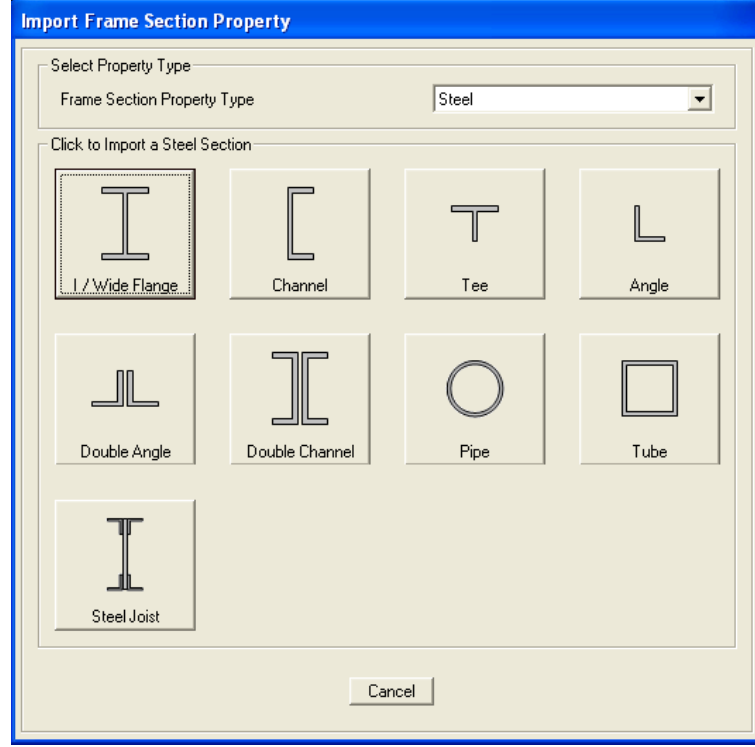
Oluşturulan bu gruplara kesitlerin atanması:

Program malzeme kütüphanesinde herhangi bir profil olmadığı için bilgisayarda kayıtlı program dosyalarından Avrupa kesitli I ve H profillerinin tamamı kütüphaneye eklenir. Kesit atanacak elemanlar seçildikten sonra, Assign » Frame » Frame Sections ileti kutusundan » İmport New Property seçilerek açılan ekrandan I/Wide Flange kesiti seçilir. Section Property File dosyası SAP2000 programının sistem dosyalarını gösterdiğinden EURO.PRO dosya seçimi yapılarak gelen ekrandan tüm kesitler seçilir ve sisteme eklenir (Şekil 4.5.b, c, d, e).

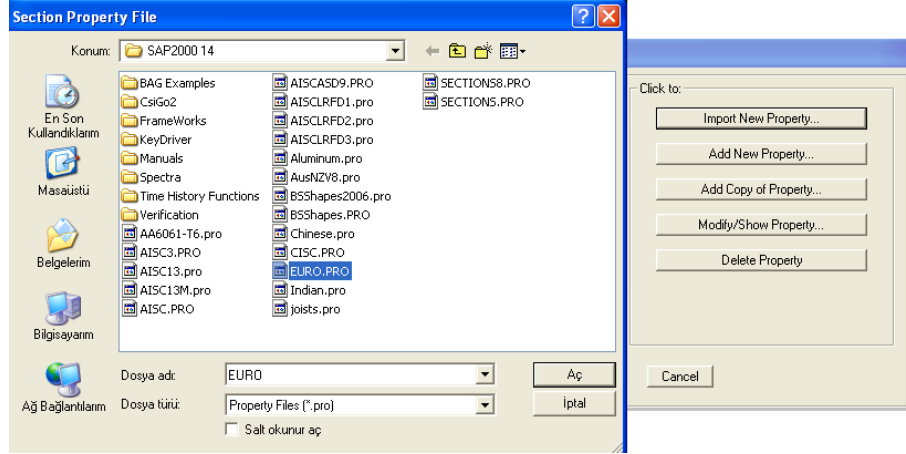


Şekil 4.5.b. Assign menüsü yardımıyla kesitlerin atanması

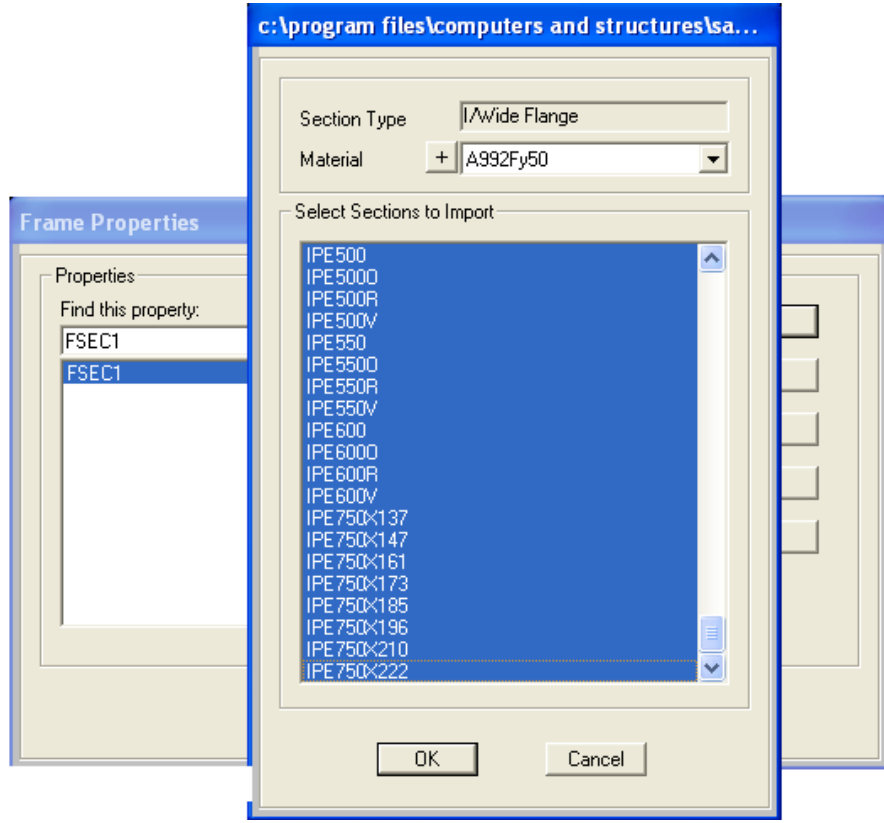




Şekil 4.5.c. Malzeme kütüphanesinin ekrana getirilmesi için kesit seçimi yapılması



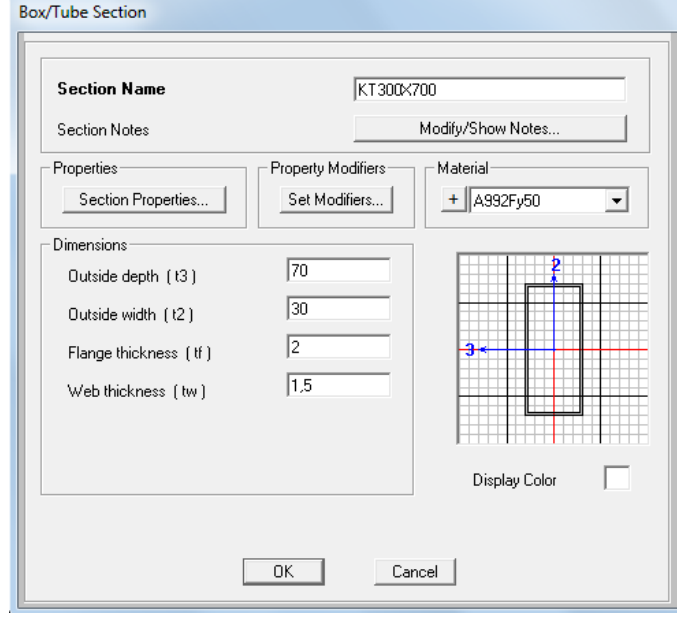
Şekil 4.5.d. Euro.pro malzeme dosyası seçimi



Şekil 4.5.e. Avrupa kesitli I ve H profillerinin sisteme eklenmesi, temsili gösterimi

Böylece program kütüphanesine malzeme eklenmiş olup şu ana kadar oluşturulan modele kesitler atanabilir.

Define » Section Properties » FrameSections » Frame Properties » Add Frame Section Property ileti kutusundan Tube seçeneği kullanılarak KT300x700 kesiti sisteme tanımlanır (Şekil 4.5.f). Orta ana giriş elemanları seçilip Assign » Frame » Frame Sections » Frame Properties ileti kutusundan KT300x700 kesiti atanır.



Şekil 4.5.f. Kesit tanımlanması

Kesitlerin atanma işlemi orta ana kiriş için temsili olarak gösterilip diğerleri benzer şekilde atanmıştır.

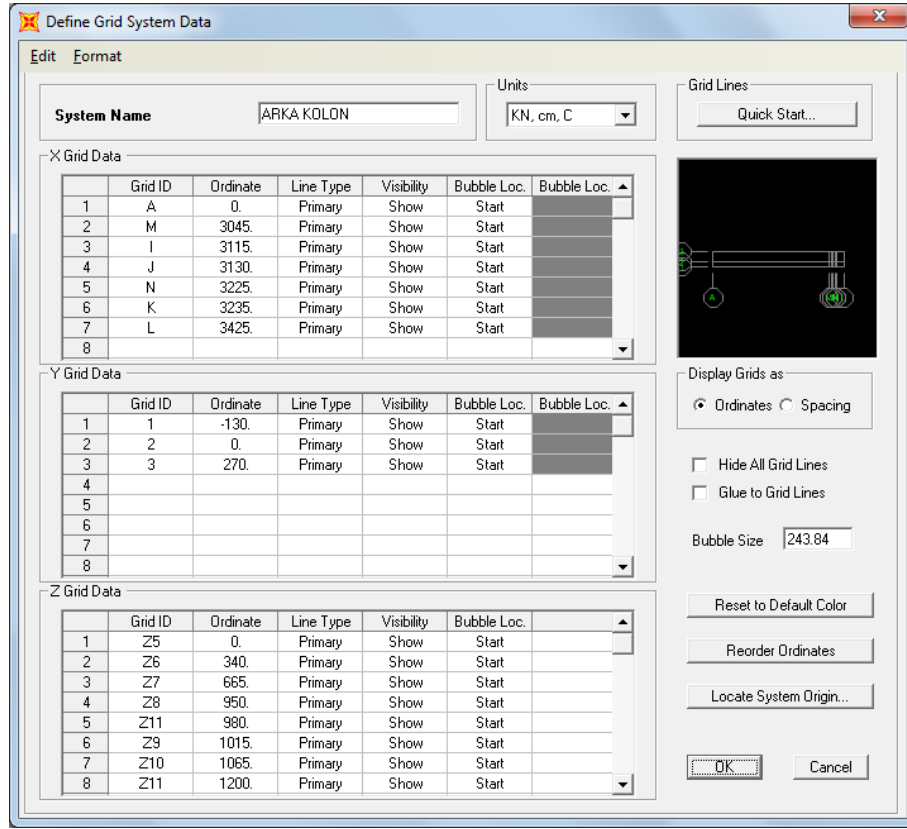
#### 4.6. Arka Kolonların Oluşturulması

Arka kolonların oluşturulabilmesi için buradaki eğrisellik; üst kısım eğrisellik ve alt kısım eğrisellik olarak iki aşamada sisteme tanımlanır. Mimari projedeki ilgili kısım üst ve alt için üçe bölünerek x ve z koordinatları belirlenip üçüncü grid sistemi programa tanımlanır. Böylelikle arka kolonlardaki eğrisellik için yukarıdan aşağıya doğru 6 nokta belirlenmiş olur. Bu noktaların SAP2000 programında tanımlanabilmesi için x yönündeki 2895 cm koordinatına bu ölçüler eklenerek aşağıdaki yeni oluşturulan koordinatlar belirlenir (Çizelge 4.6.)

Çizelge 4.6. Arka kolon koordinatları

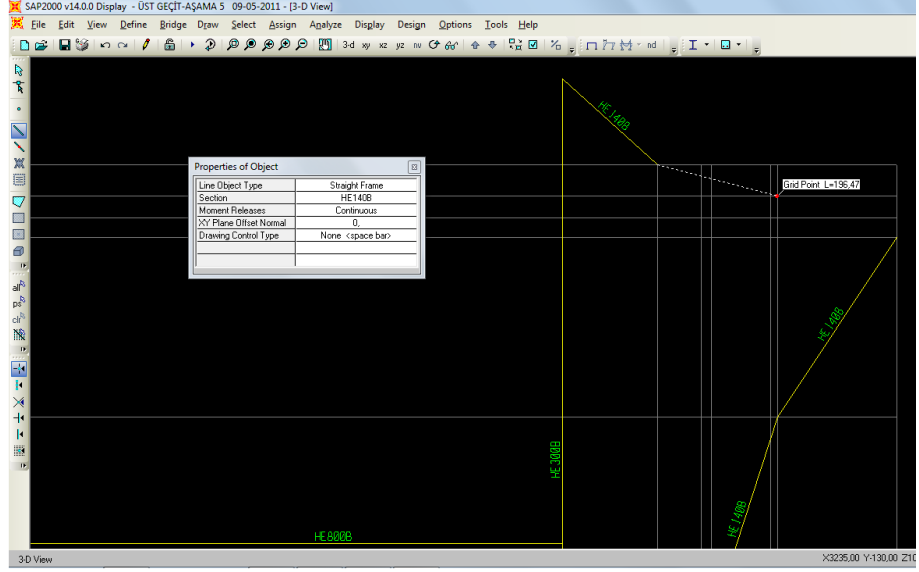
Nokta no	X koordinatı	Z koordinatı
1. nokta	3045 cm	1065 cm
2. nokta	3225 cm	980 cm
3. nokta	3425 cm	950 cm
4. nokta	3235 cm	665 cm
5. nokta	3130 cm	340 cm
6. nokta	3115 cm	0 cm

Define » Coordinate/ System Grids » Add new system » Define Grid System Data ileti kutusuna koordinatlar girilir. XZ düzleminde  $y = -130$  koordinatında yeni oluşturulan grid sistemine arka kolon adı verilerek kaydedilir (Şekil 4.6.a).



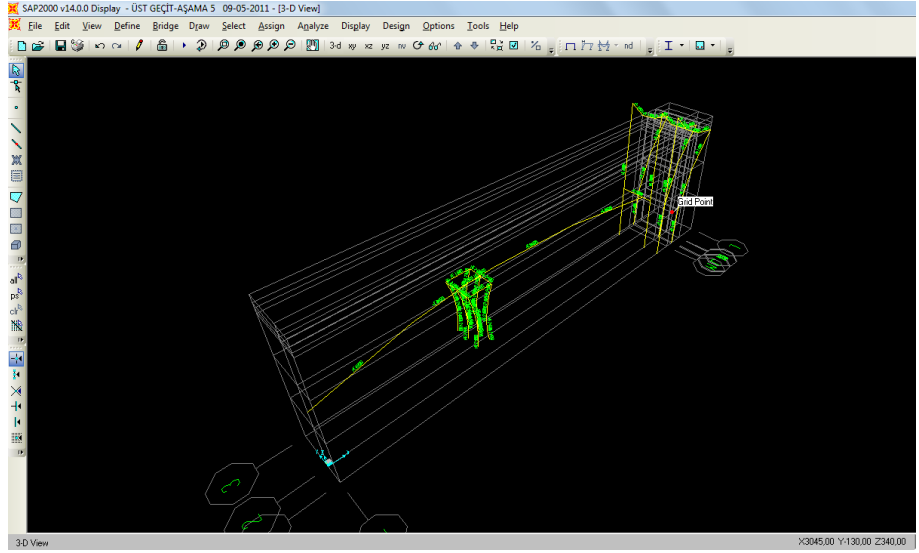
Şekil 4.6.a. Arka kolon koordinat sistemi

Arka kolon sisteminin oluşturulmasına ise Draw menüsü yardımıyla HE140B profil seçimi yapılarak başlanır. 1.nokta  $x = 3045$ ,  $y = -130$ ,  $z = 1065$ , 2.nokta  $x = 3225$ ,  $y = -130$ ,  $z = 980$  olacak şekilde çizilir. Benzer şekilde 6 nokta tamamlanır (Şekil 4.6.b).



Şekil 4.6.b. Arka kolonların çizilmesi

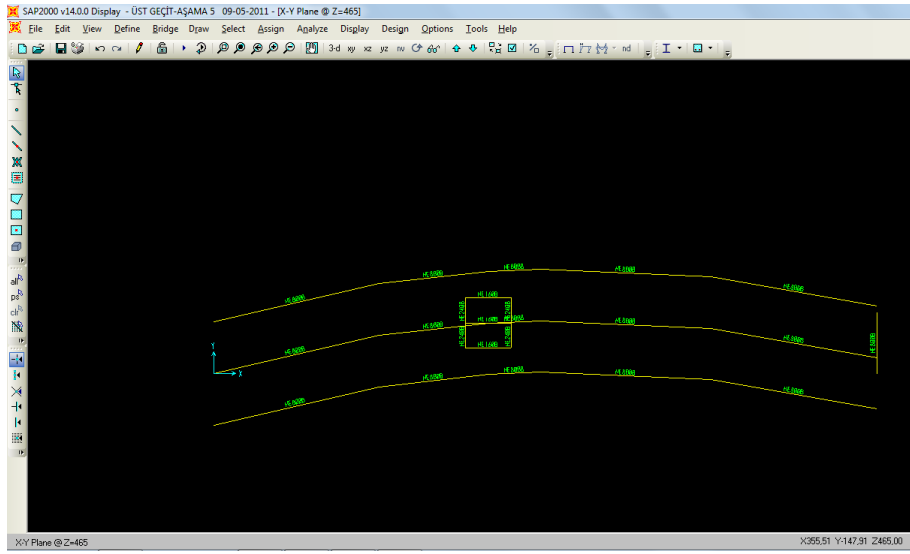
Eğrisel olarak oluşturulan bu sistem elemanları tek tek seçilip  $y = -130$  koordinatından, Edit » Replicate komutu yardımıyla  $y = 0$  ve  $y = +270$  koordinatına kopyalanarak işlem tamamlanır (Şekil 4.6.c).



Şekil 4.6.c. Arka kenar kolonların üç boyutlu görünüşü

#### 4.7. Köprü Aşıklarının Tanımlanması

Mimari projede köprü genişliği 450 cm olduğundan ve SAP2000 programında merkez (x, y, z) doğrultusu (0, 0, 0) olarak tanımlandığından  $y = 0$  kotundan  $y = \pm 225$  kotuna, yardımcı kesitler atanacaktır. İlk girilen ana kaburga kesiti yani orta ana kiriş Edit » Replicate seçeneği yardımıyla  $dy = \pm 225$  kopyalanır. Yardımcı kesitler sayesinde aşıklar oluşturulacak, daha sonra  $y = \pm 225$  kotundaki bu yardımcı orta ana kirişler silinecektir (Şekil 4.7.a).



Şekil 4.7.a. Yardımcı ana kirişlerin oluşturulması

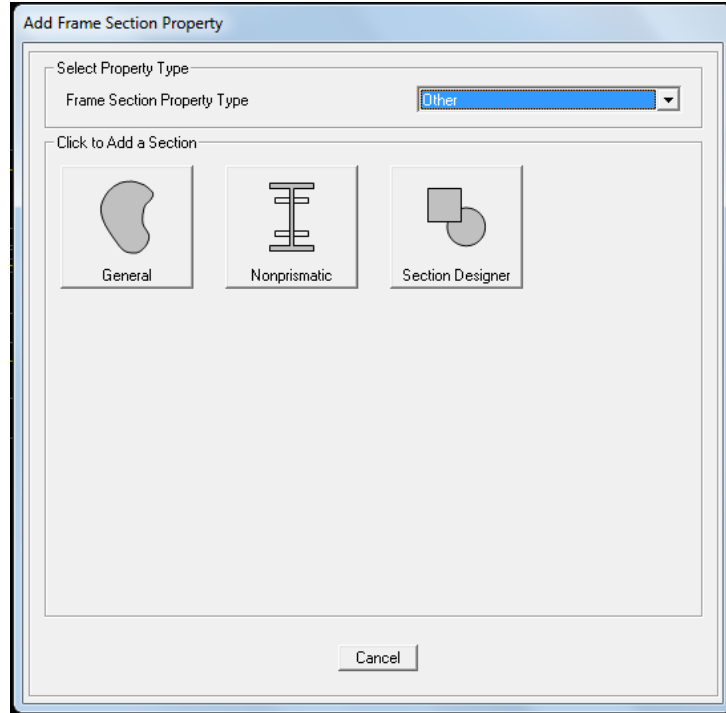
Sisteme dikkat edilecek olursa üst sınır için tepe noktası  $y = 455$  ve alt sınır için  $y = -225$  noktasının olduğu görülür. Aşıkları tanımlayabilmek için bu noktaların GLOBAL grid sistemine eklenmesi gerekir. Define menüsü yardımıyla y düzlemine 8.grid: 455 ve 9.grid: -225 eklenerek kaydedilir (Şekil 4.7.b).

Y Grid Data						
	Grid ID	Ordinate	Line Type	Visibility	Bubble Loc.	Bubble Loc. ▲
4	3	167,	Primary	Show	Start	
5	4	197,	Primary	Show	Start	
6	5	220,	Primary	Show	Start	
7	6	230,	Primary	Show	Start	
8	7	270,	Primary	Show	Start	
9	8	455	Primary	Show	Start	Primary
10	9	-225	Primary	Show	Start	Primary
11						

Şekil 4.7.b. Koordinat sistemine iki yeni grid eklenmesi, temsili görünüm

#### 4.8. Aşık 180x100 Değişken Kesitli Kirişlerin Tanımlanması

Define » Section Properties » Frame Sections » Add New Property iletisi kutusundan » Other » Nonprismatic seçimi yapılır. Aşık 180x100 kesitleri H,H2 adında iki kesit olarak tanımlanır. Önce HE180B profilinden başlayıp HE100B ile sonlandırılır. Sonra HE100B profilinden başlayıp HE180B ile sonlandırılarak değişken kesitli profiller sisteme atanır (Şekil 4.8.a, b, c).



Şekil 4.8.a. Değişken kesit seçimi



**Nonprismatic Section Definition**

**Nonprismatic Section Name** H Display Color

Section Notes

Start Section	End Section	Length	Length Type	E133 Variation	E122 Variation
HE180B	HE100B	1	Variable	Parabolic	Linear
HE180B	HE100B	1	Variable	Parabolic	Linear

Şekil 4.8.b. Değişken kesitli H profil tanımlanması

**Nonprismatic Section Definition**

**Nonprismatic Section Name** H2 Display Color

Section Notes

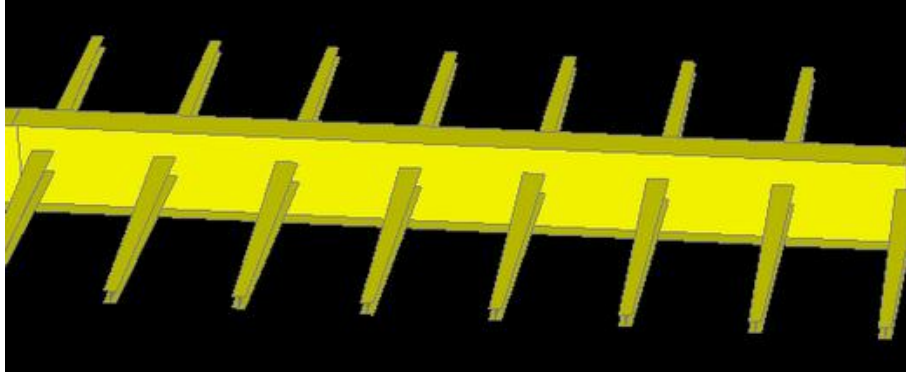
Start Section	End Section	Length	Length Type	E133 Variation	E122 Variation
HE100B	HE180B	1	Variable	Parabolic	Linear
HE100B	HE180B	1	Variable	Parabolic	Linear

Şekil 4.8.c. Değişken kesitli H2 profil tanımlanması

Mimari projede verilen aşıklar merkezde kalın, kenarlara doğru incelendiğinden ana orta kirişe H ve H2 kesiti seçilerek y doğrultusunda sisteme birer tane atanır.

Mimari projeden aşıkların sayısı 28 adet olarak belirlenir.  $2895/28=103,39$  cm tam olarak bölünemediğinden aşıklar sisteme yardımcı kesit atanarak girilir. Temsili bir profil kesiti seçilerek x doğrultusunda alta ve üste yardımcı kesitler atanır.

Edit » Edit Lines » Divide Frames ve Trim/Extend Frames seçenekleri yardımıyla 28 parçaya bölünüp, gerekli düzenlemeler yapılarak aşıklar oluşturulur (Şekil 4.8.d).



Şekil 4.8.d. Köprü aşıklarının temsili gösterimi

#### 4.9. Cephe Aşıklarının Tanımlanması

- Orta kolon aşıklarının sisteme atanması

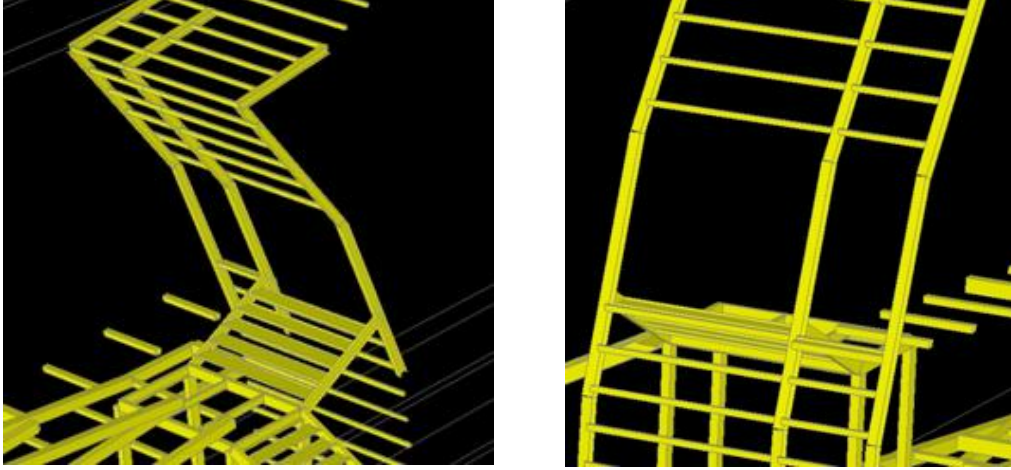
Orta kolon aşıkları için 40x80x3 mm K.P. kutu profil tercih edilir. Define menüsü » Box/tube section seçimi yardımıyla sisteme tanımlanır. Orta kolonun 15 cm alttan pay bırakıldıktan sonra net boyu 450 cm olup, 50 cm aralıklarla aşıklar atılacağından 9 adet aşıkların atılması gerekir. Orta kolonun üst kısmından başlanarak Assign » Frame Sections komutu yardımıyla bir adet aşıklar tanımlanır. Daha sonra 8 tane kopyalanarak tüm aşıklar eklenmiş olur. Bu aşıkların tümü seçilerek Edit » Divide Frames » Trim/Extend seçeneği yardımıyla aşıkların boyları düzenlenir. Son olarak aşıklar yan kutu profillerle birleştirilerek orta kolon sistemi tamamlanmış olur.

- Arka kolon aşıklarının sisteme atanması

Orta kolon aşıklarında olduğu gibi burada da yine 50 cm aralıklarla 40x80x3 mm kutu profiller atanacaktır. Toplam kolon yüksekliği  $z=1200$  cm olduğundan  $z$

doğrultusunda bir adet aşık tanımlandıktan sonra 24 adet aşık kopyalanır. Edit » replicate komutu yardımıyla z yönünde 50 cm ara ile 24 adet aşık oluşturulur. Bu aşıkların tümü seçilerek Edit » Divide Frames » Trim/Extend seçeneği yardımıyla aşık boyları düzenlenir.

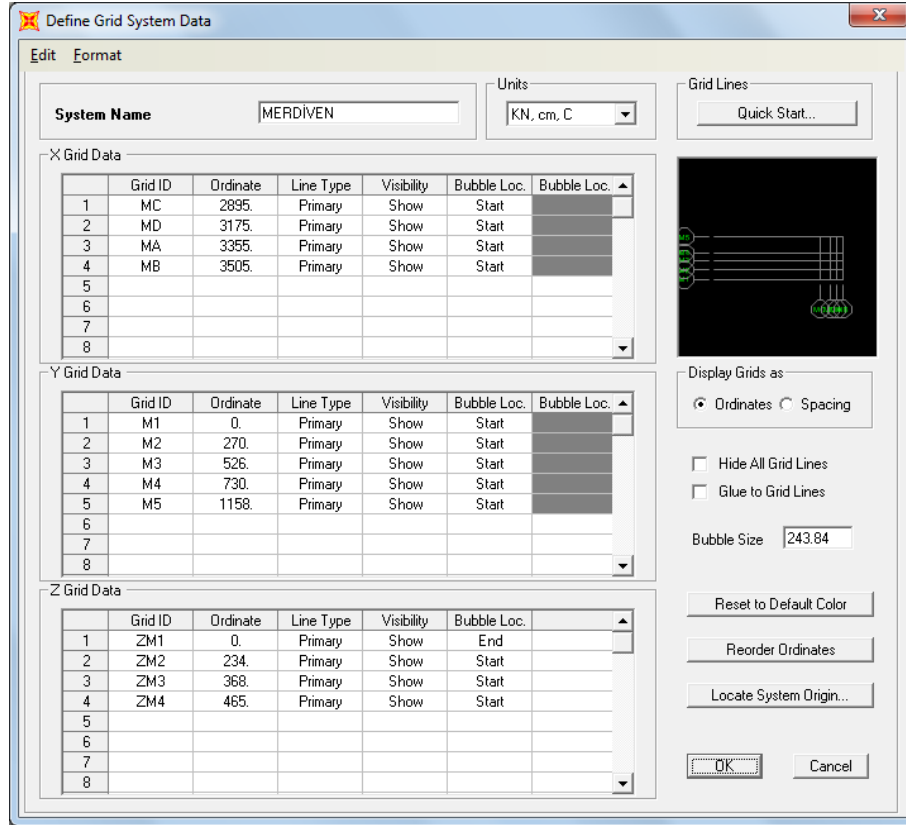
Son olarak kolonların yan tarafı birbiriyle çerçeve oluşturacak şekilde profillerle bağlanır. Eğrisel kolonun üçe bölünen üst kısmın her bir parçası basit kiriş gibi çalışabilmesi için kendi arasında yeniden bölünerek aşıklarla birbirine bağlanır. En üst tepe noktasına IPE200'lük profiller atanarak arka kolon sistemi tamamlanmış olur. Ayrıca merdiven ve engelli rampasının köprüye bağlandığı noktada yaya geçişinin sağlanabilmesi için arka kolonlarda 3 m' lik geçiş bölgesi oluşturulması gerekir. Bunun için z=465 kotundan yukarıya doğru 6 adet aşık silinir (Şekil 4.9).



Şekil 4.9. Geçiş bölgesi temsili gösterimi

#### 4.10. Merdiven Sisteminin Tanımlanması

Merdivenin tanımlanabilmesi için öncelikle Merdiven adı altında yeni bir koordinat sistemi eklenir. Merdivenlerin sisteme tanımlanması ise iki kısımda gerçekleştirilir. Mimari projeden alınan ölçüler doğrultusunda merdiven koordinatları tanımlanır (Şekil 4.10.a).



Şekil 4.10.a. Merdiven koordinat sisteminin oluşturulması

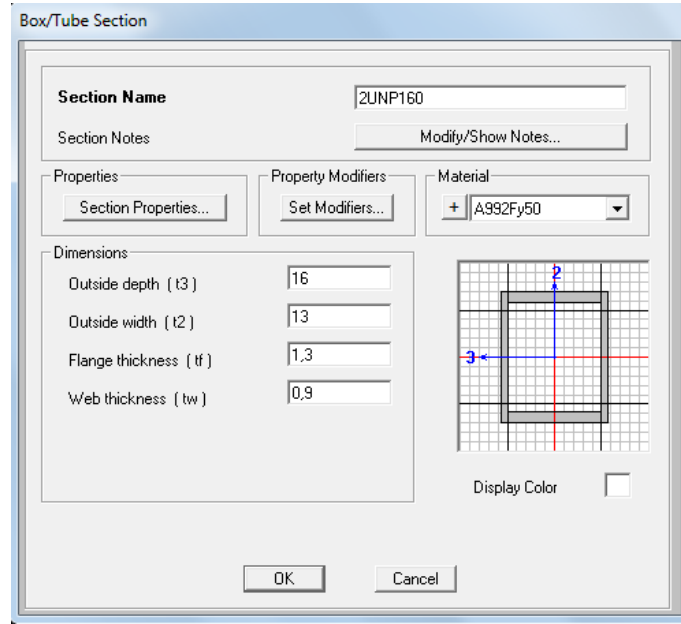
Projede kullanılmak üzere SAP2000 programının malzeme kütüphanesinden UPN profilleri seçilerek malzeme listesine aşağıdaki şekilde eklenir.

Define menüsünden Section Properties » Frame Sections » Import New Property » Channel seçilir. Bilgisayarım » Yerel disk C seçimi yapılır ve program dosyalarından SAP2000 dosyasının kayıtlı olduğu yere ulaşılarak EURO.PRO uzantılı dosya seçimi yapılarak UPN profilleri malzeme kütüphanesine eklenir.

**1. Kısım:** Öncelikle kenar kolonla merdiven arasındaki ana bağlantılar (IPE200, UNP200 ve 2UNP160) atılarak merdivenin ilk kısmı oluşturulmaya başlanabilir (Şekil 4.10.c).

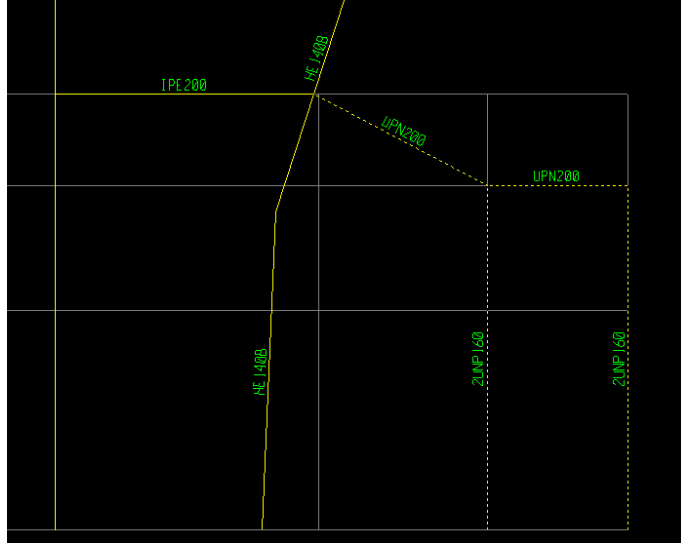
Draw menüsünden » Draw Frame Cable/Tendon seçimi yapılır. Açılan Properties of object ileti kutusunun Section sekmesinden ilgili profiller seçilerek kesitler atanır. Sisteme eklenen son merdiven koordinat sistemine Şekil 4.10.a'ya göre UPN200 profili seçilerek merdiven XZ Düzleminde  $Y=0$  da modellenmeye başlanır.

Define menüsünden Section Properties » Frame Sections » Add New Property » Tube seçimi yapılır. Açılan Box/Tube Section ileti kutusuna 2UNP160 profili sisteme tanımlanır (Şekil 4.10.b).



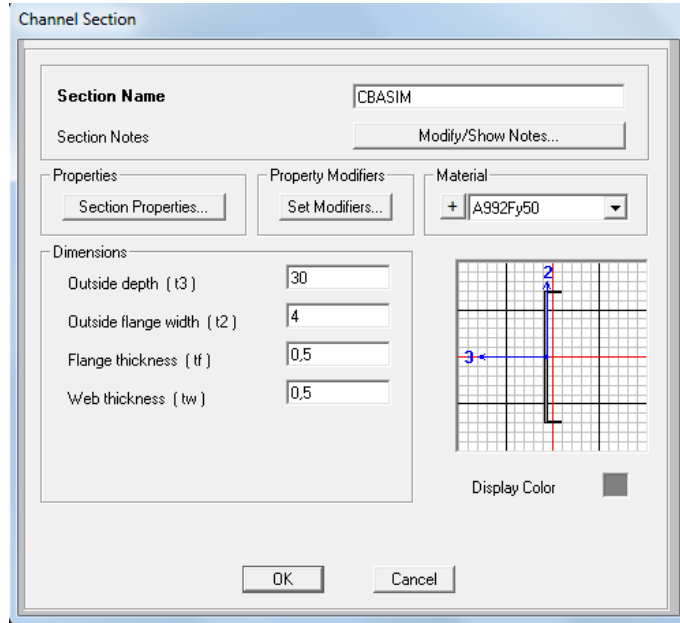
Şekil 4.10.b. 2UNP160 kesitinin tanımlanması

Draw menüsünden » Draw Frame Cable/Tendon seçimi yapılır. Açılan Properties of object ileti kutusunun Section sekmesinden 2UNP160 profili seçilerek merdiven kolonları oluşturulur. XZ düzlemi  $y=0$  koordinatında oluşturulan bu sistem Edit » Replicate komutu kullanılarak y yönünde 270 cm kopyalanır.



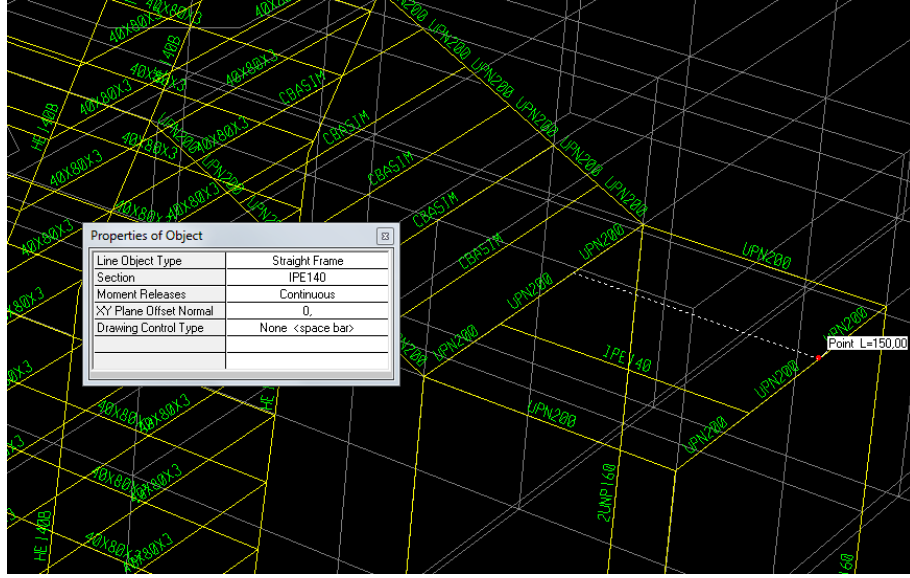
Şekil 4.10.c. Arka kolonlarla merdiven sisteminin birbirine bağlanması

Mimari projeye uygun olarak sahanlıklar, basamak yerleri ve basamak (basım) sayıları belirlenir ve ilgili profiller seçilerek aşağıdaki şekilde oluşturulur. Edit » Edit Lines » Divide Frames seçeneği kullanılarak UNP200 profili basamakların oluşturulabilmesi için 6' ya bölünür. Define » Section Properties » Frame Sections » Frame Properties » Channel Section ileti kutusuna CBASIM adı altında kesit tanımlaması yapılır (Şekil 4.10.d).



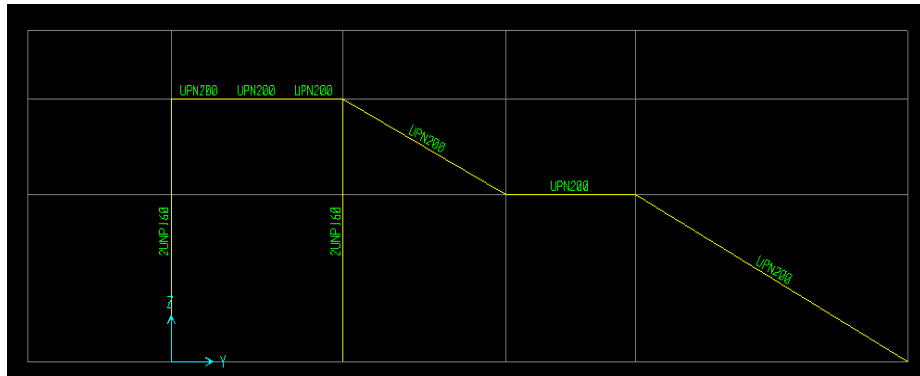
Şekil 4.10.d. Merdiven basamakları için kesit tanımlanması

Draw menüsünden » Draw Frame Cable/Tendon seçimi yapılır. Açılan Properties of object iletisi kutusunun Section sekmesinden CBASIM profili seçilerek merdiven basamakları oluşturulur. Benzer şekilde Draw menüsü yardımıyla merdiven kolonları UPN200 kirişleriyle, sahanlık da IPE140'lık kirişlerle birbirine bağlanır (Şekil 4.10.e).



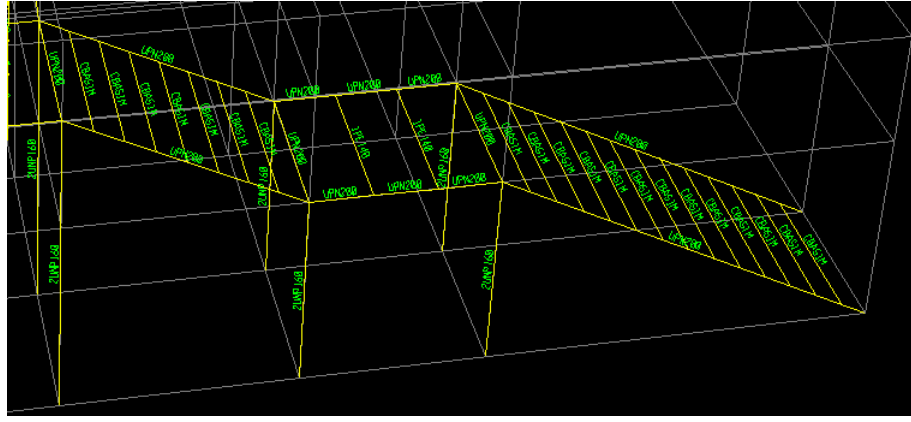
Şekil 4.10.e. Merdiven sisteminin oluşturulması temsili görünüş

**2. Kısım:** YZ düzlemi  $x=3505$  ve  $x=3355$  koordinatlarında merdivenler ve sahanlıkların ikinci kısmı oluşturulmaya başlanabilir. Draw menüsü yardımıyla ilk olarak  $x=3505$ ' de sonra merdivenin diğer ucu olan 3355 koordinatlarında sistemin merdiven ve sahanlıkları modellenir (Şekil 4.10.f).



Şekil 4.10.f. Merdiven sisteminin YZ düzleminde temsili görünüşü

SAP2000 programında 3D görünümü açılarak 8 basamak, sahanlık ve 14 basamaktan oluşan ikinci kısım merdiven sistemi aşağıdaki şekilde oluşturulur. Edit menüsünden Divide komutu yardımıyla basamak kısımlarındaki UPN200 profilleri, basamakların oluşturulması amacıyla sırasıyla 8'e ve 14'e bölünür. CBASIM kesiti seçilerek merdiven basamakları oluşturulur. Son olarak sahanlık kolon ve kirişleri de oluşturularak merdiven sistemi tamamlanır. Draw menüsü yardımıyla öncelikle 2UNP160'lık kolonlar sisteme eklenir. Ardından UNP200 ve IPE140 sahanlık kiriş profilleri de sisteme eklenerek ikinci kısım da tamamlanmış olur (Şekil 4.10.g).

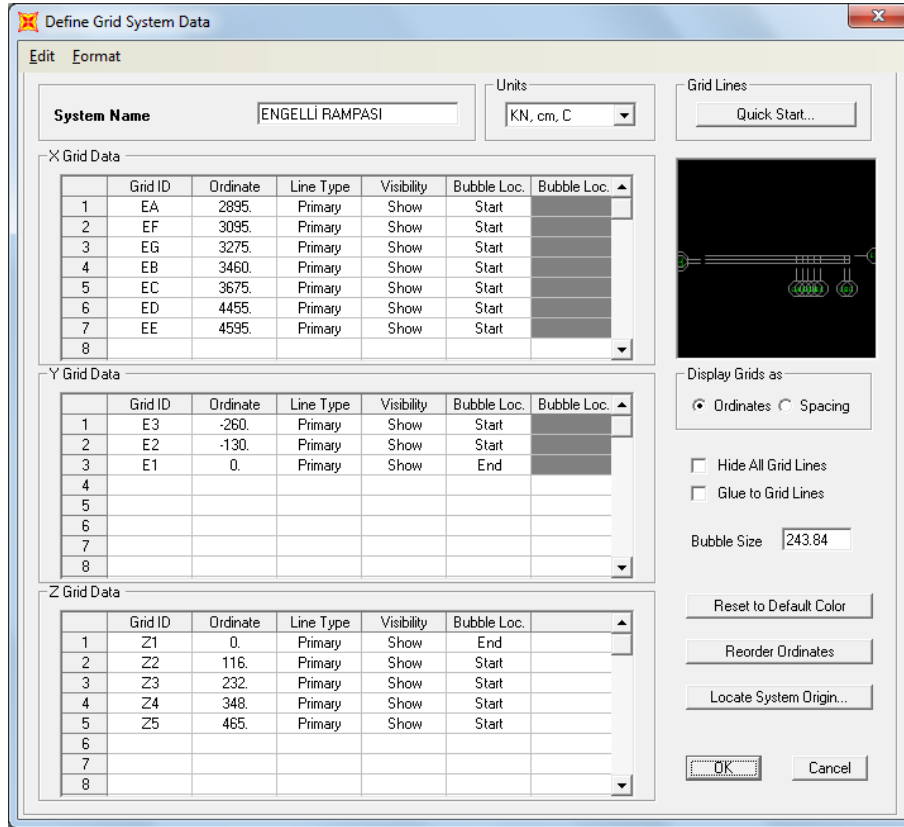


Şekil 4.10.g. İkinci kısım merdiven sisteminin (3D) üçboyutlu görünümü



### 4.11. Engelli Rampa Sisteminin Tanımlanması

Engelli rampasının sisteme tanımlanması için yeni bir koordinat sistemi oluşturulmalıdır. Bu amaçla Define menüsünden » Coordinate/Grid System sekmesi kullanılarak Engelli Rampası adında yeni bir koordinat sistemi tanımlanır. Mimari projeden alınan ölçülerle rampanın koordinatları oluşturularak sisteme eklenir (Şekil 4.11.a).



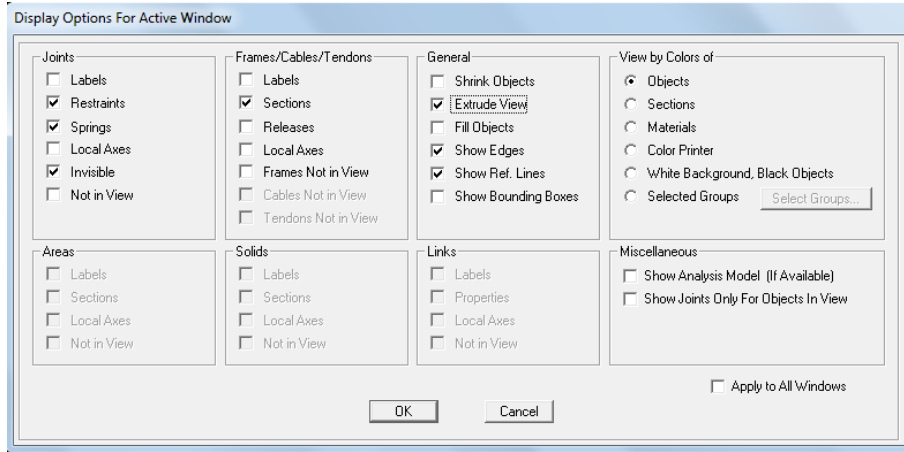
Şekil 4.11.a. Engelli rampası koordinat sistemi

Bu doğrultusunda ekranın sağ alt köşesinde bulunan koordinat sistemi göstergesinden Engelli Rampası seçilip, XZ düzleminde  $y = -260$  koordinatında sistem modellenmeye başlanır.

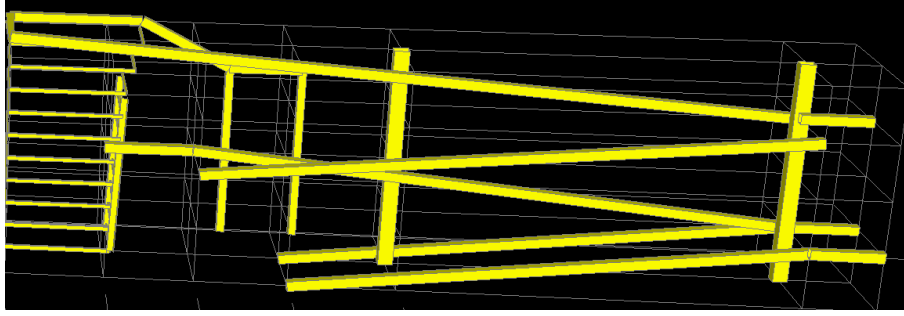
Define » Frame Sections » Box/Tube Section sekmesinden ilgili seçenekler kullanılarak 2UNP200 ve 2UNP100' lük profiller sisteme tanımlanıp Engelli Rampasının adım adım sisteme eklenmesi sağlanacaktır (Şekil 4.11.b, c).





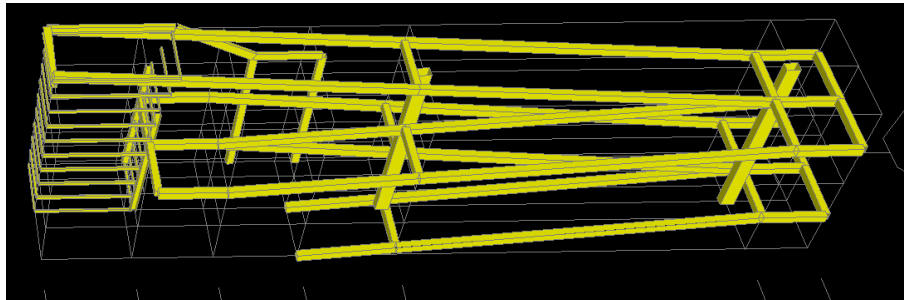


Şekil 4.11.1.c. SAP2000 programında görüntü ayarlama seçenekleri



Şekil 4.11.1.d. Engelli rampa modellenme aşamaları, temsili görünümü

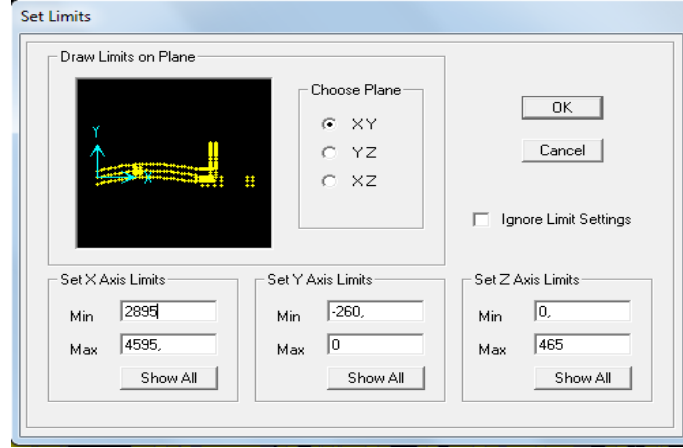
Engelli Rampasının yürüyüş yolu ve sahanlık kısmının son hali Edit » Replicate ve Edit » Move seçeneği yardımıyla oluşturulur. Taşıma ve kopyalama işlemleri gerekli görüldüğü adımlarda tekrarlanarak ve yardımcı elemanlar Ekle/Sil yapılarak iskelet sisteminin modellenmesi tanımlanıp son görüntü elde edilir (Şekil 4.11.1.e).



Şekil 4.11.1.e. Engelli Rampa iskelet sisteminin son hali

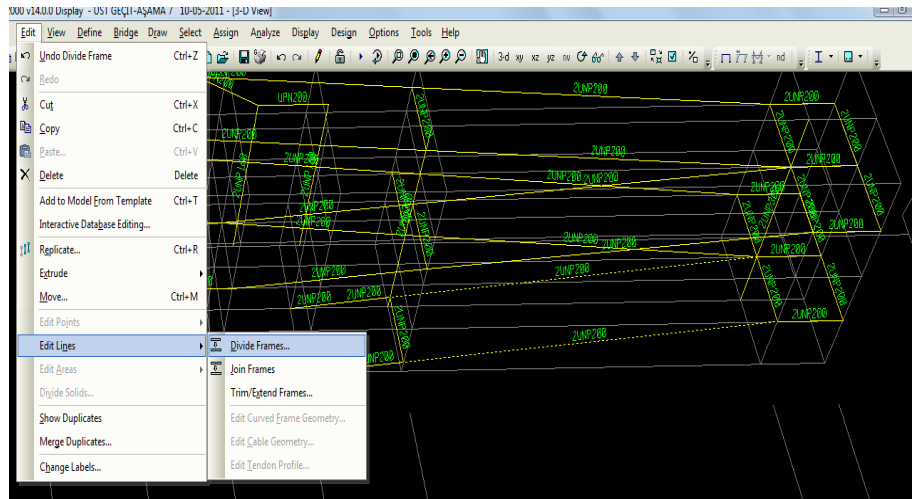
#### 4.11.2. Engelli rampa aşıklarının oluşturulması

View menüsünden Set Limits seçeneği kullanılarak sadece rampanın koordinatlarını görebilmek amacıyla XY düzleminde aşağıdaki değerler girilir (Şekil 4.11.2.a).



Şekil 4.11.2.a. View menüsü Set Limits seçeneğiyle koordinat ayarlamaları

Edit » Edit Lines » Divide Frames seçenekleri kullanarak Engelli Rampasının ilk kolondan önceki kısmı 2 eşit parçaya, sonraki kısmı 6 eşit parçaya bölünerek aşıklar oluşturulmaya başlanabilir (Şekil 4.11.2.b).

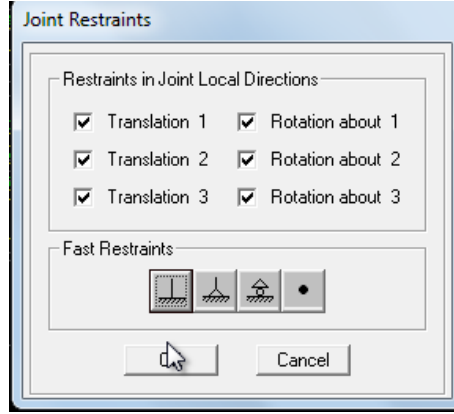


Şekil 4.11.2.b. Edit menüsü yardımıyla seçilen parçaların istenilen sayıda bölünmesi



#### 4.12. Mesnet Koşullarının Tanımlanması

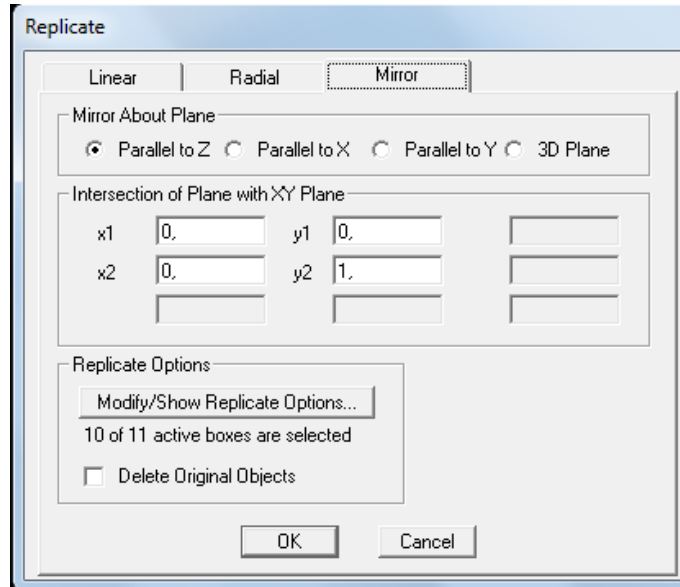
SAP2000 programından tüm mesnet noktaları tek tek seçilip tümüne ankastre mesnet tanımlaması yapılacaktır. Assign menüsünden » Joint » Restraints seçimi yapılır. Gelen ileti kutusundan ankastre mesnet seçilir. Böylelikle tüm mesnet noktalarına ankastre mesnet tanımlanması yapılmış olur (Şekil 4.12).



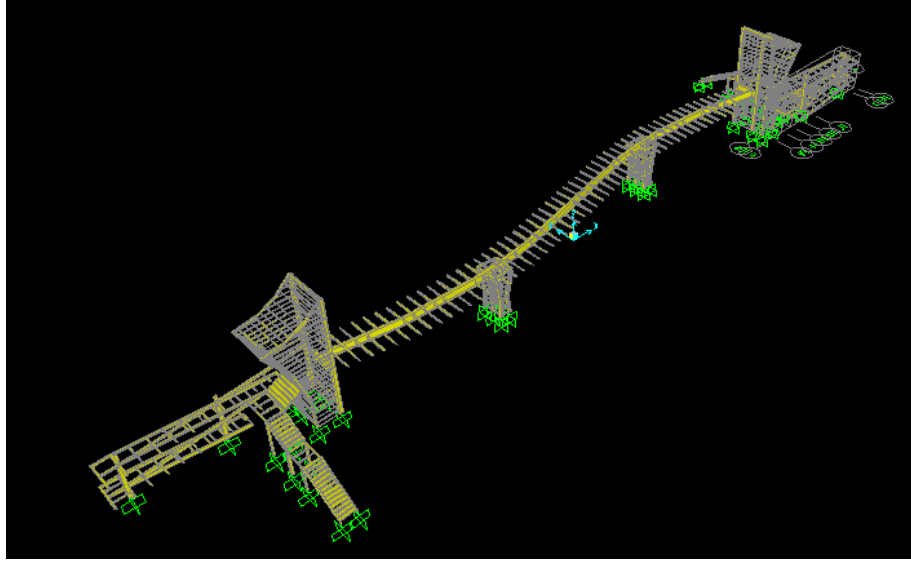
Şekil 4.12. Mesnet tanımlanması

#### 4.13. Sistem Simetrisinin Alınması

Edit menüsünden Replicate komutu » Mirror sekmesi yardımıyla sistemin simetrisinin oluşturulması sağlanır (Şekil 4.13.a, b).



Şekil 4.13.a. Replicate komutu yardımıyla simetri oluşturma



Şekil 4.13.b. Simetrisi alınmış sistemden temsili bir görünüş



#### 4.14. Yüklerin Tanımlanması Ve Sisteme Atanması

##### 4.14.1. Yük kabulleri

Esas Yükler: Öz Ağırlık Yükleri, Hareketli Yük

İlave Yükler: Deprem Yükleri

Öz Ağırlık Yükleri: Çelik elemanların öz ağırlık yükleri kullanılan SAP2000 bilgisayar programı tarafından otomatik olarak hesaplanıp sisteme etkitilmektedir.

❖ Yürüme Platformu (tartan pist) için TS 498'e göre yapılan yük kabulleri:

Hareketli yük  $3,5 \text{ KN/m}^2$  z yönünde

Ölü yük  $0,5 \text{ KN/m}^2$  z yönünde

Rüzgar yükü  $0,8 \text{ KN/m}^2$  y yönünde

❖ Engelli Rampası ve Merdiven için TS 498'e göre yapılan yük kabulleri:

Hareketli yük  $3,5 \text{ KN/m}^2$  z yönünde

Ölü yük  $0,5 \text{ KN/m}^2$  z yönünde

Rüzgar yükü  $0,8 \text{ KN/m}^2$  y yönünde

❖ Kolon Kaplamaları için yapılan yük kabulleri:

Ölü yük  $0,4 \text{ KN/m}^2$  z yönünde (Granit kaplamaları)

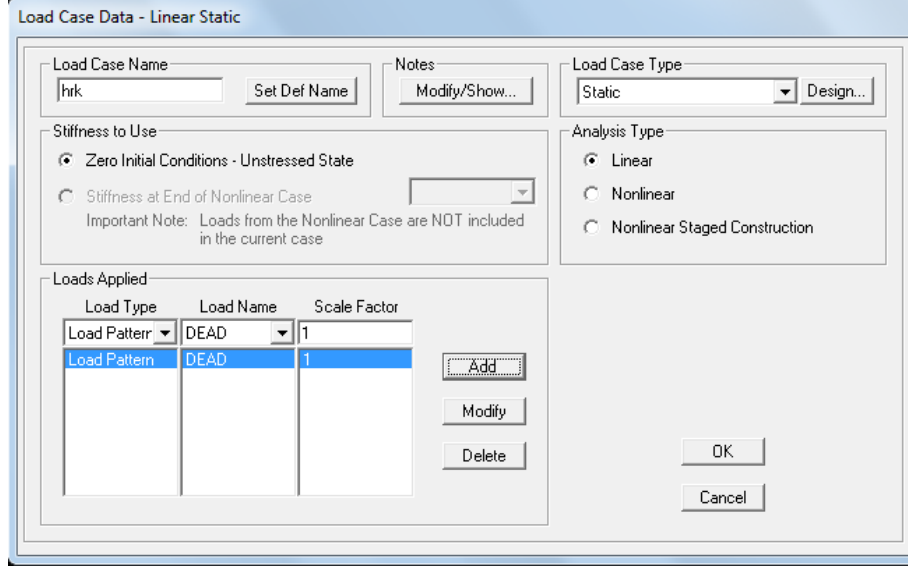
Rüzgar yükü  $0,4 \text{ KN/m}^2$  x,y yönünde

(Aşıkların 50 cm aralıklarla atılmasından dolayı)

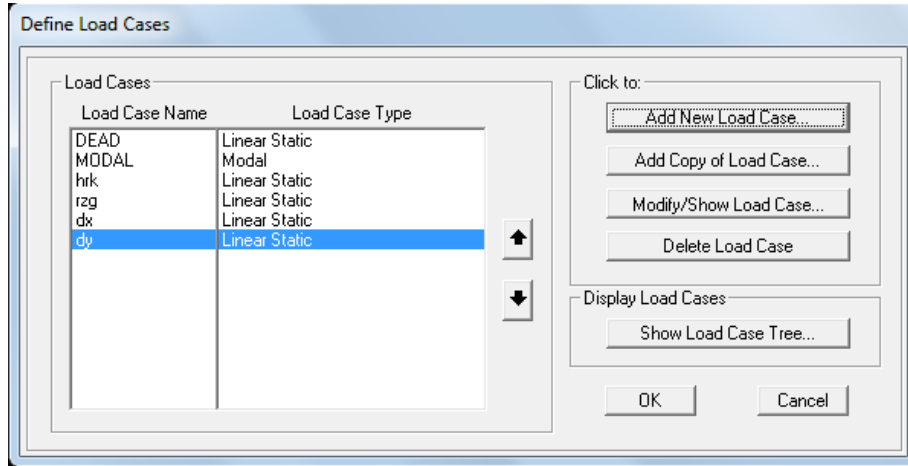
##### 4.14.2. Yük tanımlamaları

SAP2000 programına yük atamak için öncelikle yüklerin sisteme tanımlanması gerekir. Ölü yük (Dead) sistemde mevcut olduğundan diğer yükler sisteme eklenir. Hareketli yük (hrk), rüzgar yükü (rzg), x ve y yönündeki deprem yükleri (dx, dy) sisteme tanımlanır.

Define menüsünden » Load Cases » Define Load Cases » Add New Load Case seçilimi yapılarak hareketli yük (hrk) sisteme tanımlanmış olur. Benzer şekilde rüzgar yükü ve deprem yükleri de sisteme tanımlanır (Şekil 4.14.2.a, b).



Şekil 4.14.2.a. Hareketli yük tanımlanması



Şekil 4.14.2.b. Sisteme etkileyen tüm yüklerin temsili gösterimi

#### 4.14.3. Yük kombinasyonlarının tanımlanması

Define » Load Combinations » Add New Combo seçeneğiyle 9 farklı yük kombinasyonu aşağıdaki şekilde sisteme tanımlanır (Şekil 4.14.3.a, b).

- 1) Ölü yükün (d) sisteme tanımlanması,
- 2) Ölü yük ve hareketli yükün (d, h) birlikte tanımlanması,
- 3) Ölü yük, hareketli yük ve rüzgar yükünün (d, h, r) birlikte tanımlanması,
- 4) Ölü yük, hareketli yük ve x yönündeki deprem yükünün (d, h, dx) birlikte tanımlanması,
- 5) Ölü yük, hareketli yük ve y yönündeki deprem yükünün (d, h, dy) birlikte tanımlanması,
- 6) Hareketli yük ve rüzgar yükünün (h, r) birlikte tanımlanması,
- 7) Hareketli yük ve x yönündeki deprem yükünün (h, dx) birlikte tanımlanması,
- 8) Hareketli yük ve y yönündeki deprem yükünün (h, dy) birlikte tanımlanması,
- 9) Ölü yük, hareketli yük, rüzgar yükü ve y yönündeki deprem yükünün (d, h, dy, r) birlikte tanımlanması.

Load Case Name	Load Case Type	Scale Factor
h1k	Linear Static	1
DEAD	Linear Static	1
h1k	Linear Static	1

Şekil 4.14.3.a. Ölü yük ve hareketli yükün birlikte tanımlanması (d, h)

**Load Combination Data**

Load Combination Name (User-Generated): h,r

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
rzg	Linear Static	1
hrk	Linear Static	1
rzg	Linear Static	1

Buttons: Add, Modify, Delete

OK, Cancel

Şekil 4.14.3.b. Hareketli yük ve rüzgar yükünün birlikte tanımlanması (h, r)

Yüklerin kategorize edilmesi

Sisteme kayıtlı ölü yük, hareketli yük, deprem yükü... vb yüklerin yukarıda girilen ölü yük, hrk, rzg, dx, dy adı altında sistemde kategorize edilerek tanıtılması gerekir.

Define » Load Patterns » Add New Load Pattern komutu kullanılarak yükler Dead, hrk, rzg, dx, dy şeklinde sisteme tanıtılır (Şekil 4.14.3.c).

**Define Load Patterns**

Load Patterns:

Load Pattern Name	Type	Self Weight Multiplier	Auto Lateral Load Pattern
rzg	WIND	1	None
DEAD	DEAD	1	None
hrk	LIVE	1	None
dx	QUAKE	1	None
dy	QUAKE	1	None
rzg	WIND	1	None

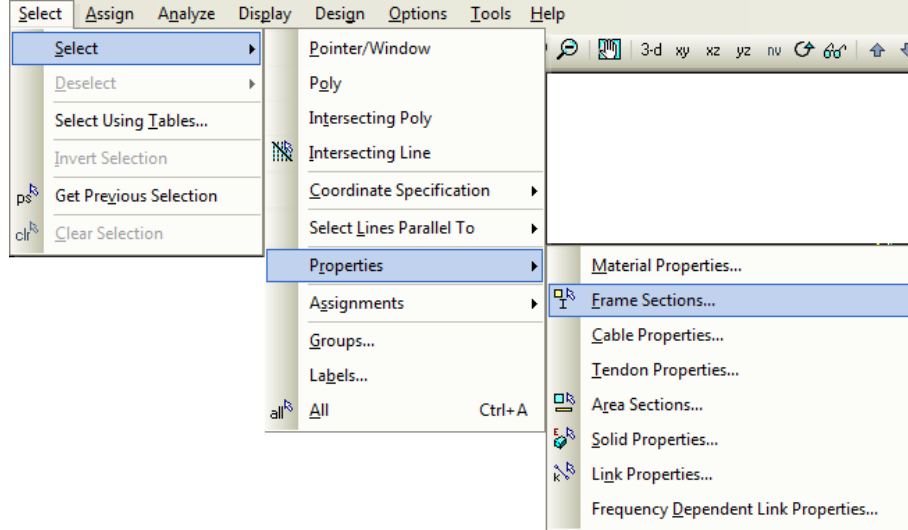
Click To: Add New Load Pattern, Modify Load Pattern, Delete Load Pattern, Show Load Pattern Notes...

OK, Cancel

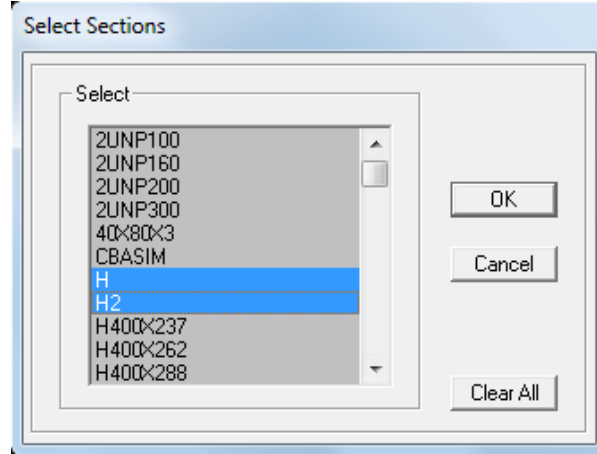
Şekil 4.14.3.c. Yüklerin kategorize edilmesi

#### 4.14.4. Köprü aşıklarına yük atanması

Select menüsünden Select » Properties » Frame sections » Select sections ileti kutusundan H ve H2 aşık profilleri seçilerek yük atanır (Şekil 4.14.4.a, b).



Şekil 4.14.4.a. Select menüsü temsili görünüm



Şekil 4.14.4.b. Aşık profillerinin seçimi

Assign menüsünden Frame Loads » Distributed » Frame Distributed Loads ileti kutusuna ölü yük ve hareketli yük atanır (Şekil 4.14.4.c,d).

Frame Distributed Loads

Load Pattern Name: + DEAD Units: KN, m, C

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

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

Trapezoidal Loads:

	1.	2.	3.	4.
Distance	0.	0,25	0,75	1.
Load	0.	0.	0.	0.

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

Uniform Load: Load: 0,5

OK Cancel

Şekil 4.14.4.c. Ölü yük atanması

Frame Distributed Loads

Load Pattern Name: + hık Units: KN, m, C

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

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

Trapezoidal Loads:

	1.	2.	3.	4.
Distance	0.	0,25	0,75	1.
Load	0.	0.	0.	0.

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

Uniform Load: Load: 3,5

OK Cancel

Şekil 4.14.4.d. Hareketli yük atanması

#### 4.14.5. Cephe aşıklarına yük atanması

##### Cephe aşıklarına rüzgar yükü eklenmesi

Aşıklar 50 cm ara ile oluşturulduğundan her bir aşığa gelen yük normal değerinin yarısı kadar olur. Yani  $0,8 \text{ KN/m}^2 * 0,5 \text{ m} = 0,4 \text{ KN/m}^2$  şeklinde bir yük atanması

yapılır. Ayrıca bu sistemin açık sistemli bir yapı olduğu ve hesapların buna bağlı yapıldığı unutulmamalıdır.

Y yönündeki Rüzgâr yükünü tanımlayabilmek için X yönünde, X yönündeki rüzgâr yükünü tanımlayabilmek içinde Y yönünde yük atanır. Select menüsünden Select » Properties » Frame sections » Select sections ileti kutusundan 40x80x3 profilleri seçilir.

Assign menüsünden Frame Loads » Distributed » Frame Distributed Loads ileti kutusuna  $0,4 \text{ KN/m}^2$  ' lik X yönünde rüzgar (rzg) yükü eklenir (Şekil 4.14.5.a). Benzer şekilde Y yönünde rüzgar yükü de eklenir (Şekil 4.14.5.b).

Trapezoidal Loads				
	1.	2.	3.	4.
Distance	0.	0,25	0,75	1.
Load	0.	0.	0.	0.

Şekil 4.14.5.a. Rüzgar yükü eklenmesi (x yönünde)

Şekil 4.14.5.b. Rüzgar yükü eklenmesi (y yönünde)

Cephe aşıklarına ölü yük eklenmesi

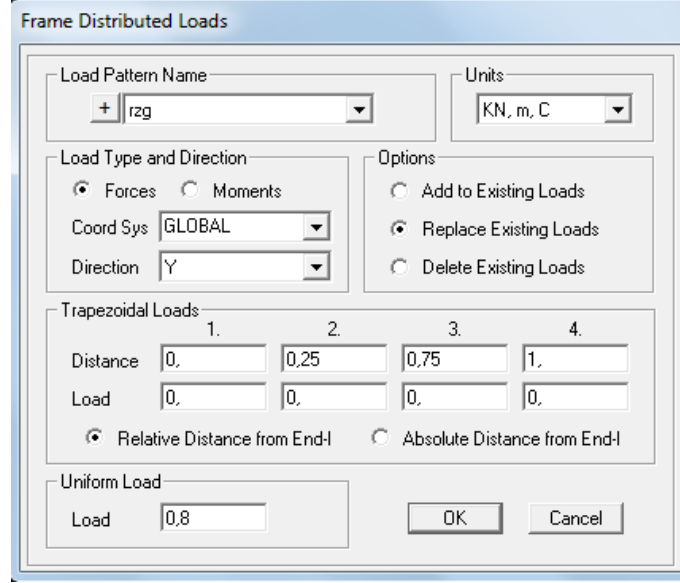
Select menüsü yardımıyla tekrar 40x80x3 profilleri seçilerek 0,4 KN/m<sup>2</sup> ' lik Gravity (yer çekimi) yönünde Dead (ölü yük) eklenir (Şekil 4.14.5.c).

Şekil 4.14.5.c. Ölü yük eklenmesi



Orta ana kirişe rüzgar yükü eklenmesi

Select menüsünden Select » Properties » Frame Sections » Select sections ileti kutusundan HE800B profili seçilir. Assign menüsünden Frame Loads » Distributed » Frame Distributed Loads ileti kutusuna rüzgar yükü atanır (Şekil 4.14.5.d).



Şekil 4.14.5.d. Rüzgar yükü eklenmesi

Rampa aşıklarına ölü yük ve hareketli yük eklenmesi

Diğer yük atamalarına benzer şekilde 2UNP100 profilleri seçilerek yük atamaları yapılır. Ölü yük yerçekimi ve y yönünde yönünde 0,5 KN/m<sup>2</sup> olarak, hareketli yük yerçekimi yönünde 3,5 KN/m<sup>2</sup> olarak atanır.

Merdiven kirişlerine grup atanarak ölü yük ve hareketli yük eklenmesi

Tüm merdiven kirişleri seçilerek merdiven kirişleri adı altında merdkir grubu oluşturulur. Benzer şekilde bu grup elemanları seçilerek yük atama işlemi gerçekleştirilir. Hareketli yük 3,5 KN/m<sup>2</sup> ve ölü yük 0,5 KN/m<sup>2</sup> olarak yerçekimi yönünde atanır.

Engelli rampası ve merdiven sistemine korkuluk, 2 mm çelik baklavalı sac yapılmasından dolayı ilave gelen ölü yüklerin eklenmesi

Select menüsü » Select sections ileti kutusu yardımıyla engelli rampasındaki 2UNP200 profilleri seçilir.

Assign menüsü yardımıyla korkuluklardan dolayı oluşan  $0,22 \text{ KN/m}^2$  'lık ölü yük sisteme eklenir.

Select menüsünden Select » Groups » Select Groups ileti kutusundan merdkir (UNP200) seçilir.

Assign menüsünden Frame Loads » Distributed » Frame Distributed Loads ileti kutusuna mevcut ölü yük ;

$0,5 \text{ KN/m}^2 + 0,22 \text{ KN/m}^2$  korkuluk yükü =  $0,72 \text{ KN/m}^2$  olarak revize edilir (Şekil 4.14.5.e).

Load Pattern Name		Units	
+ DEAD		KN, m, C	

Load Type and Direction		Options	
<input checked="" type="radio"/> Forces	<input type="radio"/> Moments	<input type="radio"/> Add to Existing Loads	<input checked="" type="radio"/> Replace Existing Loads
Coord Sys: GLOBAL		<input type="radio"/> Delete Existing Loads	
Direction: Gravity			

Trapezoidal Loads			
1.	2.	3.	4.
Distance: 0.	0.25	0.75	1.
Load: 0.	0.	0.	0.

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

Uniform Load
Load: 0.72

OK Cancel

Şekil 4.14.5.e. Mevcut yüklerin revize edilmesi

#### 4.15. Eşdeğer Deprem Yüğü Hesaplama Yöntemi

##### 4.15.1. Yapının toplam sabit yükü ve hareketli yükünün hesaplanması

###### Yürüme Platformu (Y.P.) için yapılan hesaplamalar

- Toplam Yürüme Platform Alanı  $\rightarrow 4,5\text{m} \times 58\text{m} = 261 \text{ m}^2$   
Y. P. için Toplam Ölü Yük  $\rightarrow 261 \text{ m}^2 \times 0,5 \text{ KN/m}^2 = 130,5 \text{ KN}$
- Y. P. için Toplam Hareketli Yük  $\rightarrow 261 \text{ m}^2 \times 3,5 \text{ KN/m}^2 = 913,5 \text{ KN}$

###### Orta kolonların kaplama yükleri için yapılan hesaplamalar

- Mimari projeye göre alanlar autocad programı yardımıyla hesaplanır.  
Orta Kolon Alanı  $\rightarrow (2 \times 5,6) + (2 \times 2,5 \times 4,4) = 33,2 \text{ m}^2$
- $\Sigma$  Orta Kolon Alanı  $\rightarrow 33,2 \text{ m}^2 \times 2$  adet orta kolon =  $66,4 \text{ m}^2$
- Orta Kolon Kaplama Yükleri  $\rightarrow 66,4 \text{ m}^2 \times 0,4 \text{ KN/m}^2 = 26,56 \text{ KN}$

###### Kenar kolonların kaplama yükleri için yapılan hesaplamalar

- Kenar Kolon Alanı  $\rightarrow$   
 $(2 \times 37,74) + (12 \times 4,5) + (17,14 \times 4,5) - (2 \times 2,5 \times 2,7) - (2,5 \times 1,30)$   
 $\cong 190 \text{ m}^2$
- $\Sigma$  Kenar Kolon Alanı  $\rightarrow 190 \text{ m}^2 \times 2$  adet kenar kolon =  $380 \text{ m}^2$
- Kenar Kolon Kaplama Yükleri  $\rightarrow 380 \text{ m}^2 \times 0,4 \text{ KN/m}^2 = 152 \text{ KN}$

###### Engelli Rampası ve Merdiven korkulukları için yapılan hesaplar:

- Ölü yük ( korkuluk profilleri toplam birim ağırlık)  $22 \text{ kg/m} =$   
 $220 \text{ N/M} = 0,22 \text{ KN/m}$
- Eng. Rampası için Toplam Ölü Yük  $\rightarrow$   
 $58,56\text{m} \times 2$  sıra  $\times 2$  adet Eng. Rampa  $\times 0,22 \text{ KN/m} = 51,53 \text{ KN}$
- Merdiven için Toplam Ölü Yük  $\rightarrow$   
 $17,68\text{m} \times 2$  sıra  $\times 2$  adet Merdiven  $\times 0,22 \text{ KN/m} = 15,56 \text{ KN}$
- Engelli Rampa ve Merdiven için Toplam Ölü Yük  $\rightarrow$   
 $51,53 + 15,56 = 67,09 \text{ KN}$

Ölü Yüklerin Toplamı = Çelik Öz Yükü + Kaplama Yükleri

- Çelik Öz Yükü: 814 KN olarak SAP2000 programından Display menüsü yardımıyla Show Tables seçeneği kullanılarak toplam yapı ağırlığı ve mesnet tepkileri elde edilir.
- Kaplama Yükleri:  
Yürüme Platformu 130,5 KN , Orta kolonlar 26,56 KN , Kenar Kolonlar 152 KN ve Korkuluklar 67,09 KN toplamından 376,15 KN oluşmaktadır.
- $\Sigma$  Ölü Yük  $\rightarrow 814 \text{ KN} + 376,15 = 1189,15 \text{ KN}$  olarak bulunur.

#### 4.15.2. Deprem yüklerinin hesaplanması

Deprem yükleri "Deprem Bölgelerinde Yapılacak Binalar Hakkında Yönetmelik (DBYBHY 2007)"e göre, Eşdeğer Deprem Yükü Hesaplama Yöntemi kullanılarak aşağıdaki şekilde elde edilmiştir.

- Yapının Doğal Titreşim Periyodu ( T ):  $T = C_t \times H^{3/4}$   
 $C_t = 0,08 \dots \dots$  Çelik Yapılarda  
Max. Yapı Yüksekliği  $H_n = 12 \text{ m}$   
Yapının Doğal Titreşim Periyodu  $T = 0,08 \times 12^{3/4} = 0,52 \text{ sn}$
- Zemin Sınıfı: Z3  
Zemin sınıfı araştırması yapılmış ve Z3 olarak belirlenmiştir.
- Z3 için Spektrum Karakteristik Periyotları  $\rightarrow T_A = 0,15 \text{ sn}, T_B = 0,60 \text{ sn}$
- Spektral İvme Katsayısı:  $A(T) = A_0 \times I \times S(T) \rightarrow 0,20 \times 1 \times 2,5 = 0,5$
- Etkin Yer İvmesi Katsayısı:  
 $A_0 = 0.20$  Gaziantep için 3. derece Deprem Bölgesi
- Bina Önem Katsayısı (I): Deprem yönetmeliğinde bina kullanım amacı ve türüne göre oluşturulmuş ilgili tablolardan  $I = 1.0$  olarak belirlenir.
- Spektrum Katsayısı S(T): Yerel zemin koşullarına ve bina doğal periyodu T 'ye bağlı olarak hesaplanır.
- $T_A < T < T_B \rightarrow 0,15 < 0,52 < 0,60$  olduğundan  $S(T) = 2.5$  olarak elde edilir.

- Taşıyıcı Sistem Davranış Katsayısı ( R ): Deprem yüklerinin tamamının çerçevelerle taşındığı süneklik düzeyi normal çelik binalar için R=5 olarak belirlenir.
- $T_A < T \rightarrow 0,15 < 0,52$  olduğundan deprem yükü azaltma katsayısı  $R_A(T) = R$  olarak belirleneceği açıktır.

#### 4.15.3. Toplam eşdeğer deprem yükünün belirlenmesi

Daha önce bulunmuş olan yapının toplam ölü yük ve hareketli yük değerleri kullanılarak hesaplamalara aşağıdaki şekilde devam edilir. Deprem yönetmeliğinde bina kullanım amacına göre oluşturulmuş tablolardan hareketli yük katılım katsayısı  $n= 0.30$  olarak belirlenir.

**W** : Binanın, hareketli yük katılım katsayısı kullanılarak bulunan toplam ağırlığı

**$w_i$**  : Binanın i'inci katının, hareketli yük katılım katsayısı kullanılarak hesaplanan ağırlığı

**$g_i$**  : Binanın i'inci katındaki toplam sabit yük

**$q_i$**  : Binanın i'inci katındaki toplam hareketli yük

**$V_t$**  : Toplam eşdeğer deprem yükü (taban kesme kuvveti) değerlerini gösterir.

"  $W = \sum w_i$  ve  $w_i = g_i + (n * q_i)$  " yönetmelik formüllerinden alınarak eşdeğer deprem yükü hesabına uygulanır.

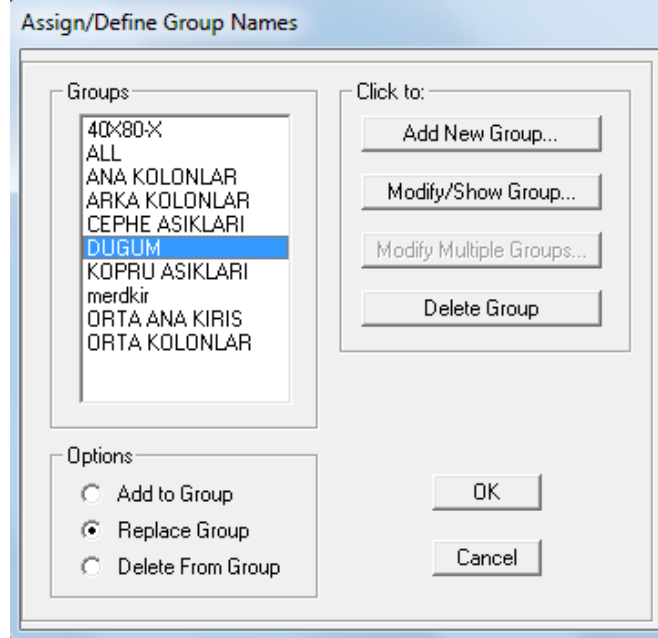
$$W = g_i + (n * q_i) \Rightarrow 1189,15 + (913,5 * 0,3) = 1463,2 \text{ KN}$$

"  $V_t = (W * A(T)) / (R_a(T)) \geq 0,10 * A_o * I * W$  " yönetmelik formüllerinden alınarak eşdeğer deprem yükü hesabına uygulanır.

$$V_t = \left( \frac{1463,2 * 0,5}{5} \right) \geq 0,10 * 0,20 * 1 * 1463,2 \Rightarrow 146,32 > 29,264 \text{ Uygun}$$

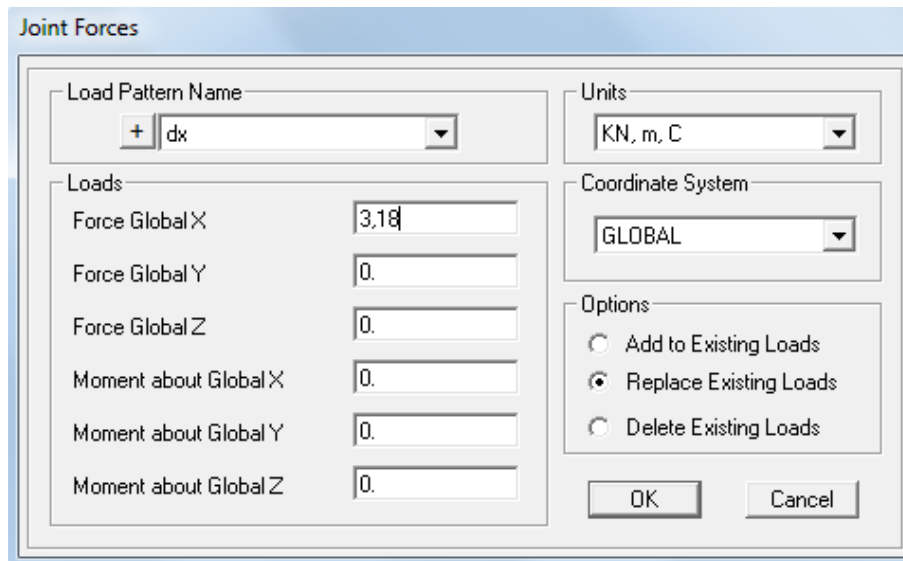
SAP2000 programındaki projeden düğüm noktaları seçilerek, toplam düğüm noktası sayısı 46 adet olarak belirlenir. Assign menüsünden Assign to Group seçeneği yardımıyla seçilmiş olan 46 adet düğüm noktasına DUGUM adında yeni bir grup ataması yapılır (Şekil 4.15.3).

Sisteme x ve y yönünde her bir düğüm noktasına etkiyecek deprem yükleri  $d_y = d_x = 146,32 / 46 = 3,18$  KN olarak bulunur.



Şekil 4.15.3.a. Düğüm grubunun atanması

Select menüsünden Select » Groups » Select Goups ileti kutusundan DUGUM grubu seçilir. Assign menüsünden » Joint Loads » Forces » Joint Forces ileti kutusuna x ve y yönünde deprem yükleri atanır (Şekil 4.15.3.b, c).



Şekil 4.15.3.b. Deprem yükü atanması (x yönünde)

Joint Forces

Load Pattern Name: + dy

Units: KN, m, C

Coordinate System: GLOBAL

Options:

- Add to Existing Loads
- Replace Existing Loads
- Delete Existing Loads

OK Cancel

Loads:

Force Global X	0
Force Global Y	3,18
Force Global Z	0.
Moment about Global X	0.
Moment about Global Y	0.
Moment about Global Z	0.

Şekil 4.15.3.c. Deprem yükü atanması (y yönünde)

## 5. ARAŞTIRMA BULGULARI ve TARTIŞMA

### 5.1. Oluşturulan Sistemin Analizi ve Kurtarmayan Kesitlerin Kontrolü

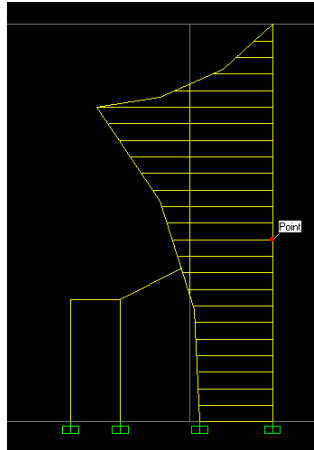
Yük atamaları ve modelleme işlemi tamamlandığından mevcut sistem ilgili dosyaya kaydedilerek, SAP2000 programına analiz yaptırılır. Analiz sonucunda kurtarmayan kesitler belirlenerek gerekli düzenlemeler yapılır. Sistem güvenli hale gelene kadar analiz adımları birkaç kez tekrarlanabilir. Son olarak da analiz çıktılarının değerlendirilmesi yapılır.

Bu ön bilgi doğrultusunda analiz sonucunda kurtarmayan kesitler için yapılan değişiklikler kısaca aşağıdaki şekilde gösterilir. Ancak unutmamak gerekir ki; modellenen sistemin simetrik olması dolayısıyla yapılan bu değişiklikler temsili olarak gösterilmiş olup sistemin hem sol hem de sağ tarafına ayrı ayrı uygulanmıştır.

- Kenar kolonların üst kısmındaki cephe aşıkları kurtarmadığı için ek profil atılması uygun görülür.

Bunu yapabilmek için programdaki yardımcı (yrd) grid koordinat sistemine, Define » Coordinate Systems/Grids » Modify/Show System seçeneği kullanılarak X yönünde ( $\pm 3145$  cm) olmak üzere iki adet yeni grid eklenir.

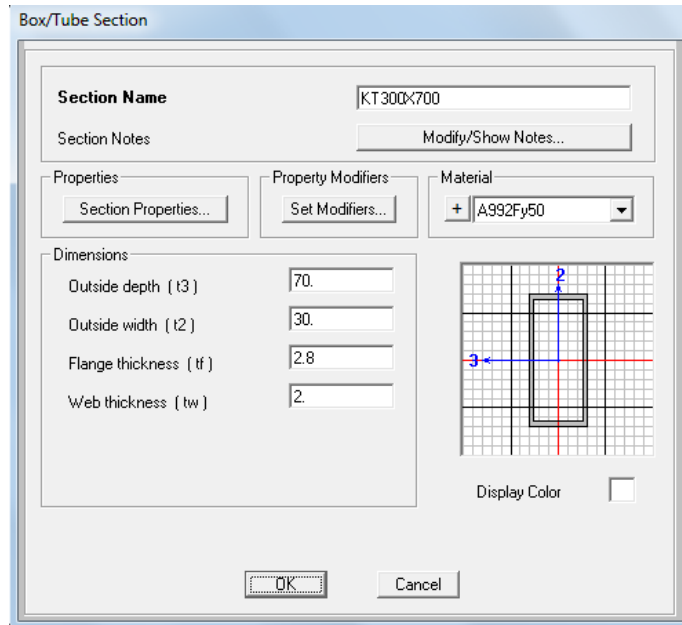
Draw menüsünden, 40x80x3mm cephe aşıklarını kesecek şekilde düşey doğrultuda HE140B profili atanır (Şekil 5.1.a).



Şekil 5.1.a. Kenar kolonlara HE140B profilinin atanması

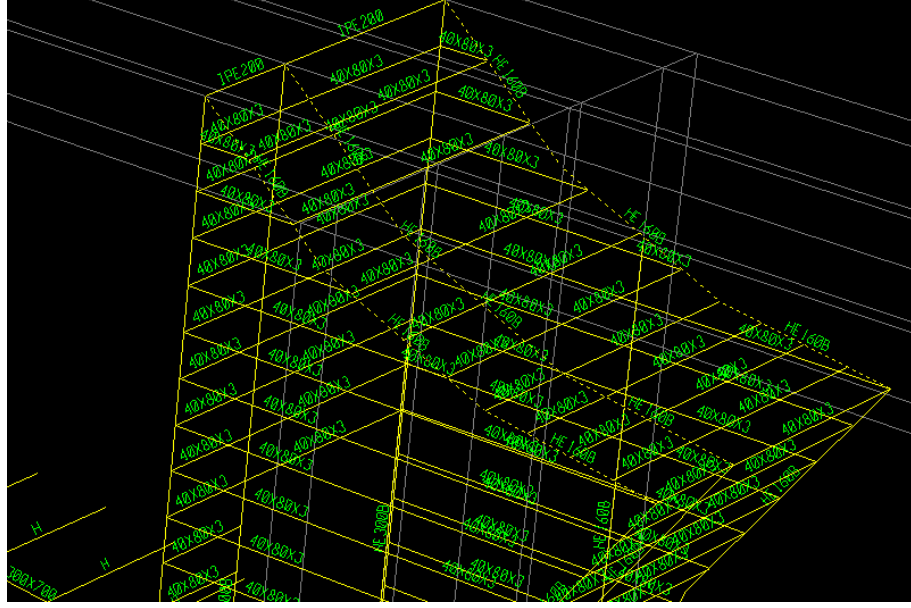


- Orta kolon x yönündeki 2. bağlantı elemanı HE160B kesiti kurtarmadığı için Assign » Frame Properties ileti kutusu kullanılarak HE300B olarak değiştirilmesi uygun görülür.
- Orta kolon y yönündeki bağlantı elemanı HE240B kesiti kurtarmadığından HE300B kesitiyle değiştirilmesi uygun görülür.
- KT300x700 köprü orta ana kiriş kesitinin kalınlığının artırılması uygun görülür. Define » Section Properties » Frame Sections seçeneği kullanılarak KT300x700 kesitinin sistemdeki kalınlıkları değiştirilir (Şekil 5.1.b).



Şekil 5.1.b. Kesit kalınlığının artırılması

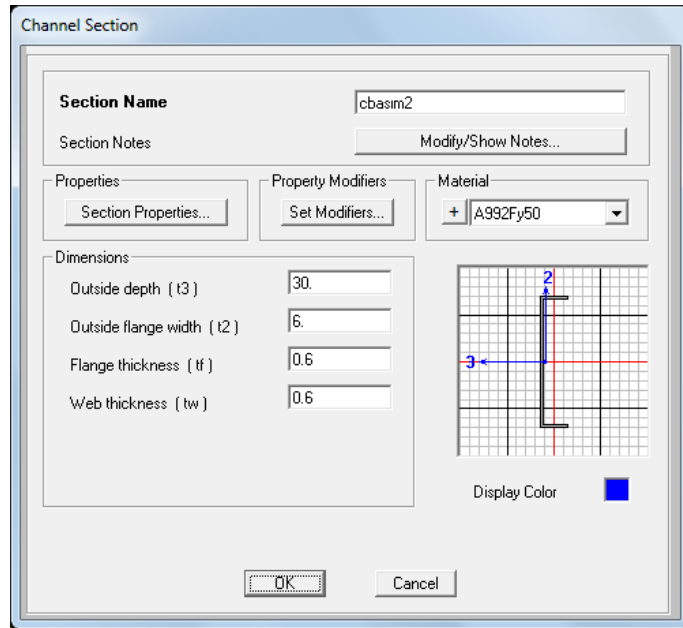
- Kenar kolonların eğrisel üst kısmında HE140B olarak tanımlanmış olan kesitlerin de HE160B profilleriyle değiştirilmesi uygun görülür (Şekil 5.1.c).



Şekil 5.1.c. HE160B kesitlerinin atanması

- Kenar kolonlarla merdiven sisteminin bağlandığı kısımlardaki basamak kesitlerinin kurtarmadığı görülür.

Bu sebeple; sadece o bölgedeki CBASIM kesitlerinin et kalınlıkları artırılıp cbasım2 kesiti olarak değiştirilir (Şekil 5.1.d).



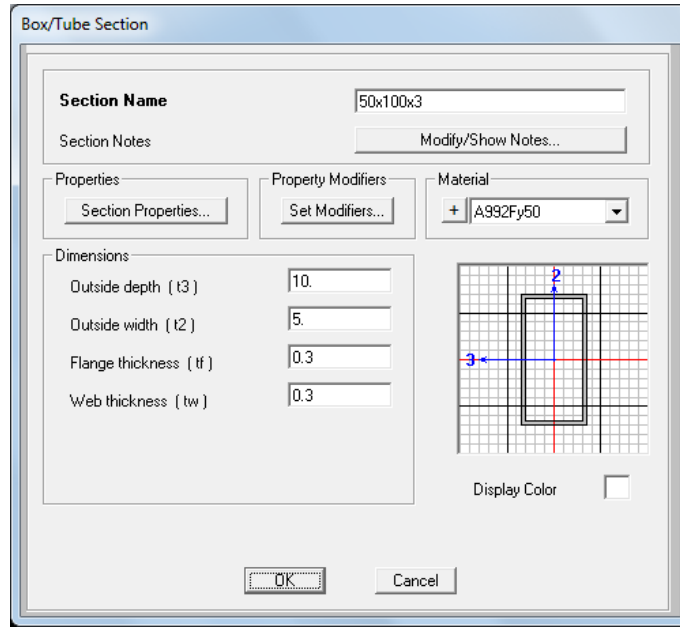
Şekil 5.1.d. Kesit kalınlıklarının artırılması

- Cephe aşık kesitlerinin değiştirilmesi

Yapılan analiz sonucunda 40x80x3mm olarak atanan kesitlerin kurtarmadığı görülmüştür. Bu profillerin kesit kalınlığı aşamalı olarak arttırılıp 40x80x4mm ve 40x80x 5mm olarak analiz yapılmıştır. Ancak kesitlerin yine kurtarmaması nedeniyle kesit değişikliğine gidilmiştir.

Define » Section Properties » Frame Sections » Frame Properties » Add New Property » Tube » Box/Tube Section seçeneğinden 50x100x3 kesiti tanımlanmıştır (Şekil 5.1.e).

Select menüsü yardımıyla 40x80x3 olan tüm cephe aşıklarına 50x100x3 kesiti atanmıştır.



Şekil 5.1.e. Cephe aşıklarının değiştirilmesi

- Ek bağlantı elemanının oluşturulması

Yapılan analiz sonucu engelli rampaları 2UNP200 kiriş kesitlerinin kurtarmadığı açıkça görülmüştür.

Bu kesitin boyunun çok uzun olması ve kesitin altında sağlam bir mesnetlenme olmaması dolayısıyla; merdiven kirişiyle eng. rampa kirişi arasına düğüm noktası profili atayarak askıya alınması sağlanacaktır.

Böylelikle bu iki noktadan mesnetlenmiş olacaktır. Rampa 2UNP200 kirişi, arka kolonun HE160B seviyesinde merdiven UNP200 kirişine 2UNP100'lük ek bağlantı elemanı ile birleştirilmesi uygun görülmüştür.

- Yapılan bu değişikliklerden sonra sistem yeniden analiz edilir. Buna bağlı olarak yapı ağırlığı artmış olacağından deprem yükleri hesabı revize edilir. Toplam yapı ağırlığı 834 KN, deprem yükleri  $d_y = d_x = 3,22$  KN olarak bulunur ve sisteme etki ettirilir.
- Sistemin tamamen güvenli olduğu yapılan analiz sonucu anlaşılır ve buna göre mesnet reaksiyonları oluşturularak temellerin çözümüne başlanılabilir.

## 5.1.1. Mesnet tepkilerinin oluşturulması

TABLE: Joint Reactions								
Joint	OutputCase	CaseType	F1	F2	F3	M1	M2	M3
Text	Text	Text	KN	KN	KN	KN-cm	KN-cm	KN-cm
7	DSTL2	Combination	19.725	3.68	271.044	-501.33	2159.32	8.29
9	DSTL2	Combination	-58.833	5.256	649.715	-430.74	-8119.52	7.53
14	DSTL2	Combination	15.104	0.178	329.272	50.82	420.72	-1.17
15	DSTL2	Combination	-20.137	-0.357	499.787	-659.44	-2681.62	-3.91
25	DSTL2	Combination	12.777	1.355	160.153	129.59	593.65	1.32
27	DSTL2	Combination	-1.778	-14.834	455.202	2059.78	-3519.84	-189.82
33	DSTL2	Combination	-50.07	-2.914	102.493	519.34	-2644.6	44.13
39	DSTL2	Combination	-131.326	-13.435	961.085	2030.5	-23727.71	-213.9
45	DSTL2	Combination	5.331	-3.702	168.598	538.39	2179.31	54.73
51	DSTL2	Combination	0.017	-12.146	258.758	1995.16	-2838.91	-218.5
57	DSTL2	Combination	-32.618	-2.538	126.171	518.57	-2209.75	62.99
67	DSTL2	Combination	7.725	-3.342	313.143	-103.07	-265.78	-4.33
356	DSTL2	Combination	0.58	1.153	32.473	-143.61	163.05	3.78
357	DSTL2	Combination	0.967	0.981	129.294	-117.28	210.04	-28.21
361	DSTL2	Combination	0.639	0.035	57.74	-7.41	156.26	6.2
362	DSTL2	Combination	1.034	-0.089	71.769	12.72	204.35	13.05
378	DSTL2	Combination	-0.764	-3.145	37.448	-2696.09	-3.85	-8.22
381	DSTL2	Combination	0.702	-10.488	41.455	-2693.32	2.59	6.12
426	DSTL2	Combination	0.609	-1.768	40.713	143.88	75.74	11.91
427	DSTL2	Combination	0.359	-1.551	35.331	116.93	56.43	8.42
428	DSTL2	Combination	-0.076	4.417	57.358	-342.72	-4.09	1.22
429	DSTL2	Combination	0.166	4.248	53.529	-322.01	14.12	4.62
430	DSTL2	Combination	3.223	0.774	16.103	-397.63	-2022.85	-1.5
438	DSTL2	Combination	48.012	5.781	613.501	-4697.23	-2784.77	-529.62
440	DSTL2	Combination	-59.001	-3.392	500.354	857.8	-986.7	-398.66
442	DSTL2	Combination	0.466	0.377	13.816	-325.37	-265.49	27.93
528	DSTL2	Combination	-0.592	-1.159	28.717	144.5	-121.61	-2.83
529	DSTL2	Combination	0.792	-1.066	70.932	126.78	46.56	6.27
533	DSTL2	Combination	59.089	-4.661	624.555	314.8	7890.02	7.77
585	DSTL2	Combination	-15.818	-0.001524	204.774	-241.2	-1104.24	-3.98
1054	DSTL2	Combination	-21.993	-3.123	262.077	386.37	-2414.46	8.55
1056	DSTL2	Combination	20.342	0.859	501.805	545.45	2664.57	-5.34
1060	DSTL2	Combination	1.153	14.79	454.753	-2058.63	3312.63	-189.8
1066	DSTL2	Combination	49.266	3.21	100.843	-569.75	2440.76	49.09
1072	DSTL2	Combination	129.852	13.418	960.659	-2030.18	23328.98	-213.91
1078	DSTL2	Combination	-6.535	3.99	171.357	-588.61	-2537.58	59.91
1084	DSTL2	Combination	-1.285	12.128	260.093	-1994.78	2497.46	-218.43
1090	DSTL2	Combination	31.45	2.825	126.061	-568.65	1866.33	67.98

1099	DSTL2	Combination	-15.291	1.026	328.156	-160.55	-457.14	-6.54
1105	DSTL2	Combination	-7.634	4.366	312.309	-2.63	264.97	-8.79
1344	DSTL2	Combination	-0.696	-0.039	57.692	8.05	-169.31	4.73
1345	DSTL2	Combination	-1.17	0.022	70.084	-5.86	-227.21	25.85
1357	DSTL2	Combination	0.772	3.029	37.385	2696.15	4	-8.47
1360	DSTL2	Combination	-0.695	11.96	42.26	2693.09	-2.44	5.87
1405	DSTL2	Combination	-0.622	1.84	41.761	-151.53	-77.7	12.65
1406	DSTL2	Combination	-0.372	1.547	35.225	-116.5	-58.39	9.16
1407	DSTL2	Combination	0.076	-4.42	57.434	343.11	4.27	1.59
1408	DSTL2	Combination	-0.167	-4.221	52.707	318.38	-13.94	4.99
1409	DSTL2	Combination	6.536	-0.891	14.15	359.11	1843.33	4.88
1414	DSTL2	Combination	-47.639	-15.164	671.005	3161.62	2921.38	-632.36
1416	DSTL2	Combination	58.34	5.639	521.289	-4506.48	900.07	-337.51
1418	DSTL2	Combination	0.00443	-0.437	13.837	291.01	270.1	32.25

## 5.2. Temellerin Statik Olarak Çözümü ve Değerlendirilmesi

SAP2000 de çelik projesi çözümlenip mesnet noktalarına gelen yükler bulunduğundan sonra temellerin statik hesabının çözümü için bir betonarme programa ihtiyaç duyulmaktadır. Bu çalışmada betonarme program olarak Probina Orion V.15 tercih edilmiştir.

Temellerin statik olarak çözülebilmesi için mimari projedeki sistemin koordinatları doğrultusunda Probina programında iki adım da oluşturulması uygun görülmüştür. Öncelikle köprünün ana taşıyıcıları sisteme eklenir (kenar kolonlar, orta kolonlar). Sonra engelli rampası ve merdiven eklenip, döşeme seçimi yapılır ve sisteme analiz yaptırılıp sonuçlara ulaşılır.


### 5.2.1. Genel bilgilerin tanımlanması


Probina programı açılır. Bu esnada gelen arayüz ekranı sağ üst köşesinden kapatılır (Şekil 5.2.1.a). Projenin adı tez temel olarak girilir ve kaydedilir. Daha sonra ekrana gelen Proje Parametreleri ileti kutusunun Yönetmelikler sekmesinde Türkiye’de kullanılan yönetmelikler ekrana gelir (Şekil 5.2.1.b). Tüm yönetmeliklerin seçili durumda olmasına dikkat edilecektir.



Şekil 5.2.1.a. Probina programı açılış arayüzü

Proje Parametreleri

Proje: **teztemel** 

Tamam 


Yönetmelikler Genel Deprem Spektrum Yapı Düzensizlikleri Antet


Aktif	Şartname	Ülke	Açıklama
<input checked="" type="checkbox"/>	TS500-2000	Türkiye	Betonarme Yapıların Tasarım ve Yapım Kuralları (2000)
<input checked="" type="checkbox"/>	TS 498	Türkiye	Yapılara Uygulanacak Yükler
<input checked="" type="checkbox"/>	TDY 2007	Türkiye	2007 Deprem Bölgelerinde Yapılacak Binalar Hakkında Yönetme

Şekil 5.2.1.b. Probina programında kullanılan proje parametreleri (Yönetmelikler)

Proje Parametreleri ileti kutusunun genel sekmesi için ayarlar yapılır. Zemin emniyet gerilmesi  $3 \text{ t/m}^2$ , zemin yatak katsayısı  $1500 \text{ t/m}^3$  olarak kabul edilir (Şekil 5.2.1.c).

Proje Parametreleri

Proje: **teztemel** 

Tamam 

Yönetmelikler Genel Deprem Spektrum Yapı Düzensizlikleri Antet

Zemin Emniyet Gerilmesi:  t/m<sup>2</sup>

Zemin Yatak Katsayısı:  t/m<sup>3</sup>

Bina Kullanım Amacı ve Türü:

Şekil 5.2.1.c. Probina programında kullanılan proje parametreleri (Genel)



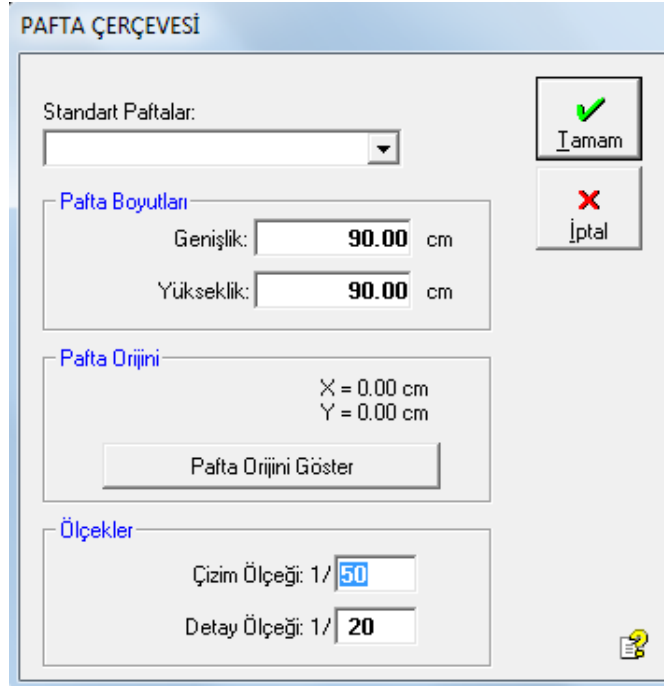
Proje Parametreleri ileti kutusunda diğer sekmeler için ayarlar şöyle yapılır:

Deprem sekmesi için, yapı Gaziantep’ de olduğu için deprem bölgesi 3.bölge, etkin yer ivmesi katsayısı ( $A_0$ ) 0.20, yapının süneklik düzeyi normal, bina önem katsayısı  $I = 1.0$ , hareketli yük katılım sayısı 0.30 alınır.

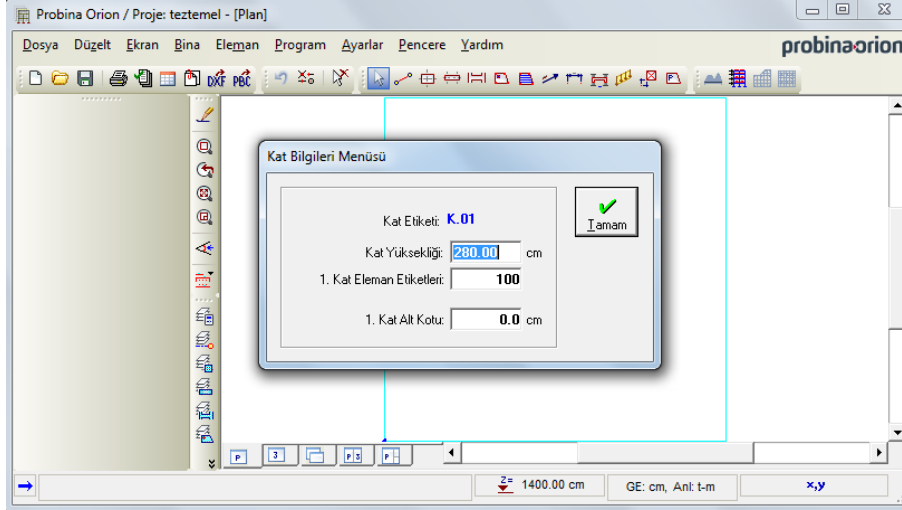
Spektrum sekmesi için; zemin sınıfı Z3 seçilerek sistem girdileri tamamlanarak kaydedilir.

### 5.2.2. Aksların oluşturulması

Probina programında Teztemel dosyası açılarak, pafta çerçevesi ve ölçekler belirlenir. Sadece temel çözümü yapılacağı için kat bilgileri menüsünden temsili kat yüksekliği 280 cm olarak belirlenip kaydedilir (Şekil 5.2.2.a, b).

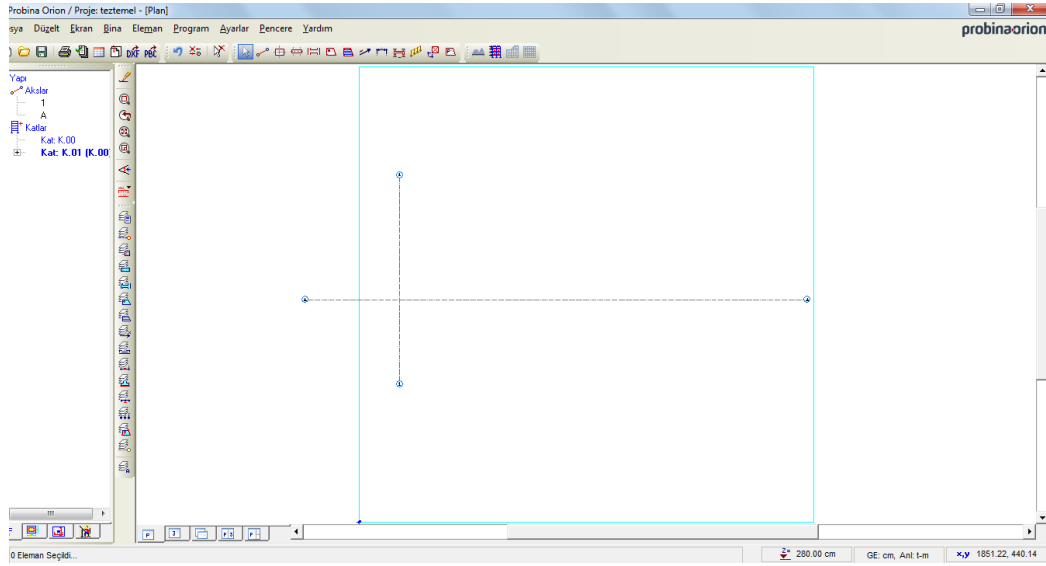


Şekil 5.2.2.a. Pafta çerçevesi



Şekil 5.2.2.b. Kat bilgileri menüsü

Öncelikle x ve y yönünde birer tane referans aksı oluşturulur (Şekil 5.2.2.c). Diğer akslar referans aksına göre türetilerek koordinatları doğrultusunda sisteme tanımlanır.

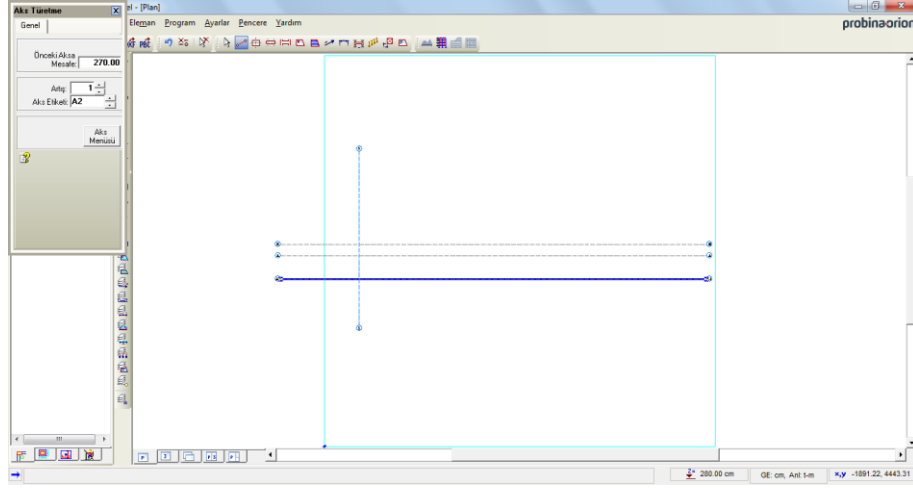


Şekil 5.2.2.c. Referans aksları

Köprünün ana taşıyıcıları olan eğrisel kenar kolonlar ve orta kolonların sisteme eklenmesi yalnızca projenin temelini çözeceğimiz için kolonlar 40x40cm'lik temsili olarak seçilip koordinatları doğrultusunda gerçekleştirilir.

Mimari projeye göre kolonlar soldan başlanarak sağa doğru sisteme şöyle girilmiştir:

- i) Sol kenar kolonların koordinatları çizilen referans aksına göre x yönünde yukarı 130cm, aşağı 270 cm olarak iki yeni aks türetilir (Şekil 5.2.2.d).  
Y yönünde sağa 220cm olacak şekilde referans y aksından yeni aks türetilerek kenar kolonların aks sistemi tamamlanmış olur.

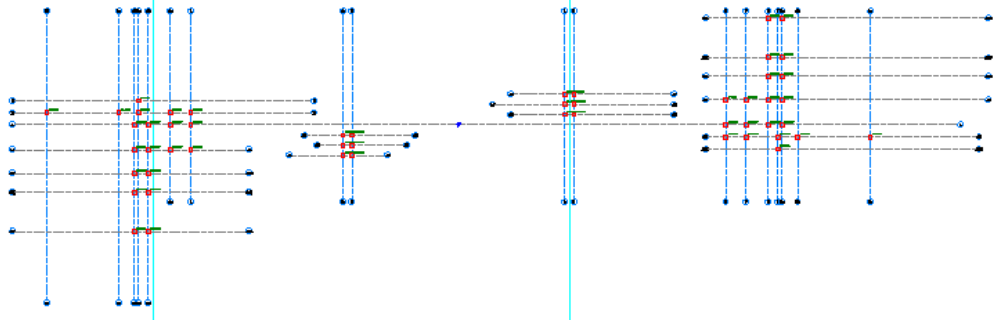


Şekil 5.2.2.d. Aks türetme

- ii) Birinci orta kolon için de bir önce çizilen aks referans alınarak, ara mesafelere göre sırasıyla 1645 cm, 100 cm aralıklarla orta kolonun y yönündeki iki aksı oluşturulur. X yönündeki akslar için ilk çizilen referans A aksına göre 110 cm aşağı yönde aks türetilir. Son çizilen aks referans alınmak şartı ile iki adet 110 cm arayla aşağı doğru yeni akslar türetilir.
- iii) İkinci orta kolon için 2300 cm, 100 cm aralıklarla y yönündeki diğer akslar türetilir. X yönündeki akslar için ilk çizilen referans A aksına göre 110 cm yukarı yönde aks türetilir. Son çizilen aks referans alınmak şartı ile iki adet 110 cm arayla yukarı doğru iki yeni aks daha türetilir.
- iv) Sağ kenar kolon için ise referans x yönündeki A aksından yukarı 270 cm, aşağı 130 cm olarak akslar türetilir. Y yönünde son çizilen aksa göre 220 cm sağa yeni aks türetilerek sistemin ana aksları tamamlanır.

Yukarıda oluşturulan ana sistemin sol ve sağ kenarına mimari projeye uygun olacak şekilde engelli rampası ve merdiven, koordinatları doğrultusunda eklenir.

- v) Sol kenar kolonun uç noktasından 1 aksı referans alınarak y yönünde sola doğru 240 cm, 105 cm, 45 cm, 170 cm, 780 cm aralıklarla beş yeni aks türetilir. A aksı referans alınarak x yönünde; yukarı doğru 130 cm ara ile iki yeni aks türetilip, aşağı doğru sırası ile 270 cm, 256 cm, 204 cm, 428 cm ara ile dört yeni aks daha türetilerek engelli rampa ve merdiven koordinatları sisteme tanımlanmış olur.
- vi) Aynı işlem sağ kenar kolonun son girilen x ve y koordinatları referans alınarak benzer şekilde tekrarlanarak aks sistemi tamamlanmış olur (Şekil 5.2.2.e).

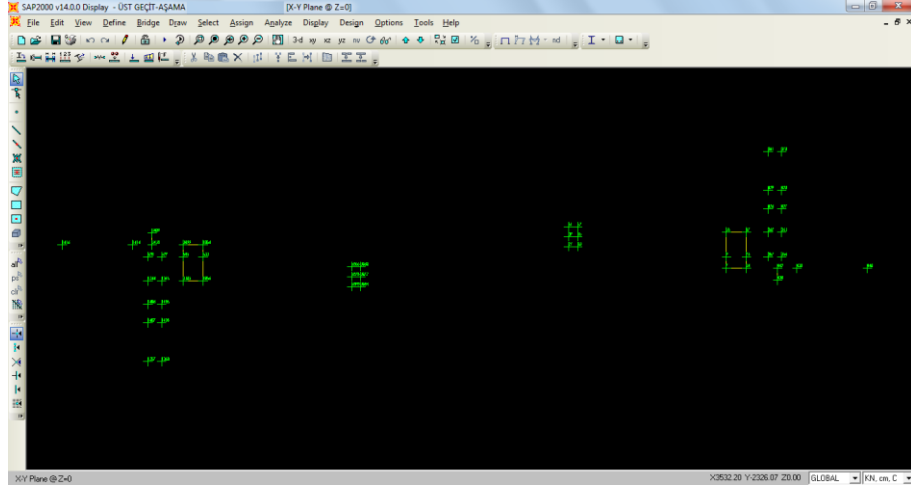


Şekil 5.2.2.e Aks sistemi

### 5.2.3. Yüklerin kolonlara atanması

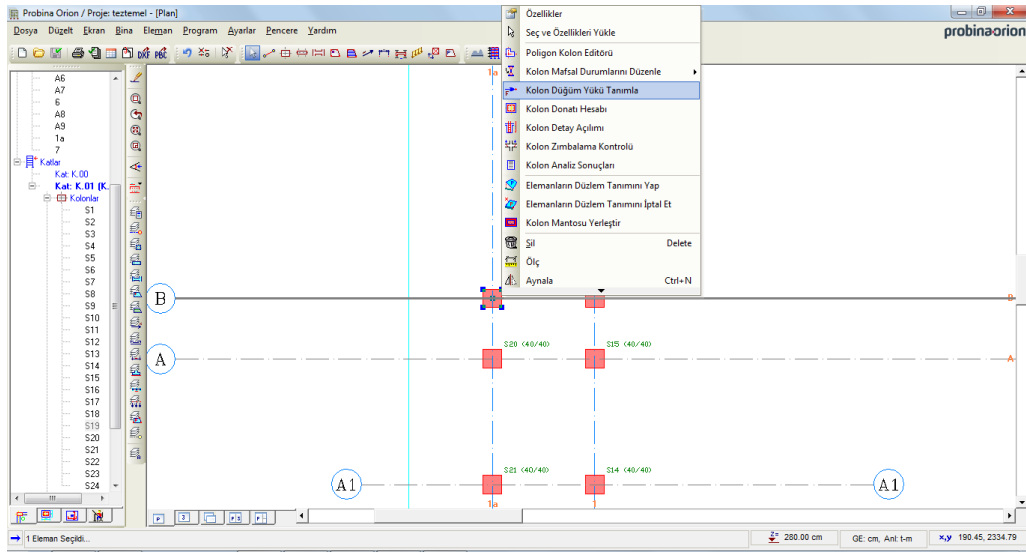
SAP2000 programında çözülen projenin analiz sonuçlarına göre elde edilen mesnet reaksiyonları Probina betonarme programına x,y,z yönündeki F1, F2, F3 kuvvetleri ve M1, M2, M3 momentleri gerekli birim çevirmeler yapılarak kolonlara yük olarak atanır.

Microsoft Office Excel dosyası olarak elde edilen mesnet reaksiyonları SAP2000 programındaki düğüm noktası isimlerine bakılarak Şekil 5.2.3.a'dan Probina programına girilen kolonlara göre sırasıyla atanır.

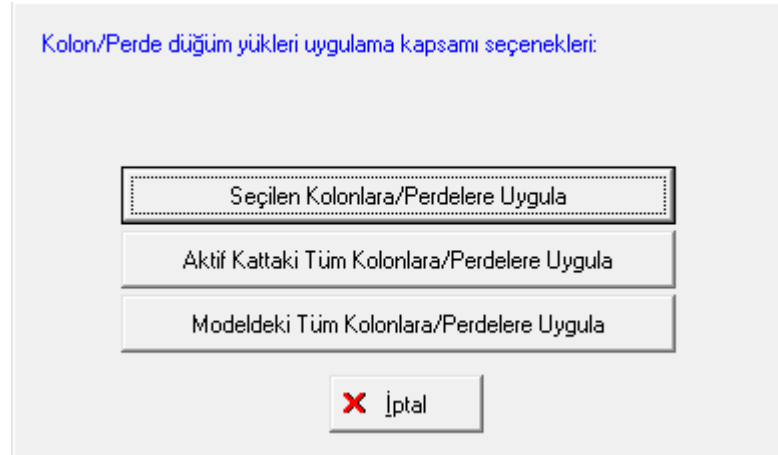


Şekil 5.2.3.a. Düğüm noktalarının yerlerinin belirlenmesi

Yük atanmak istenilen kolon seçilip sağ tıklanarak kolon düğüm yükü tanımla, seçilen kolon ve perdeye uygula sekmesi kullanılır (Şekil 5.2.3.b, c). Açılan ekrana  $F_x(t)$ ,  $F_y(t)$ ,  $F_z(t)$  kuvvetleri ve  $M_x(t.m)$ ,  $M_y(t.m)$ ,  $M_z(t.m)$  momentleri projenin sadece temelleri çözüleceği için ölü yük olarak atanır (Şekil 5.2.3.d, e).



Şekil 5.2.3.b. Kolonlara düğüm yükü tanımlanması



Şekil 5.2.3.c. Kolonlara düğüm yükü tanımlanması

Düğüm Yüğü

Gri Tarama: Otomatik Hesaplanan Yükleler (Deprem gibi).

Tamam İptal

No	Yük Hali	F <sub>x</sub> (t)	F <sub>y</sub> (t)	F <sub>z</sub> (t)	M <sub>x</sub> (t.m)	M <sub>y</sub> (t.m)	M <sub>z</sub> (t.m)
1	G	-1.580	-0.000	20.470	-0.24	-1.10	-0.0039
2	Q	0.000	0.000	0.000	0.00	0.00	0.00
3	QS1	0.000	0.000	0.000	0.00	0.00	0.00
4	QS2	0.000	0.000	0.000	0.00	0.00	0.00
5	DX+	0.000	0.000	0.000	0.00	0.00	0.00
6	DX-	0.000	0.000	0.000	0.00	0.00	0.00
7	DY+	0.000	0.000	0.000	0.00	0.00	0.00
8	DY-	0.000	0.000	0.000	0.00	0.00	0.00

Global Z Eksenini Etrafındaki Moment... (Saat ibresi ters yönünde pozitif)

Şekil 5.2.3.d. 585. düğüm noktasına yük tanımlanması

† Düğüm Yüğü

Gri Tarama: Otomatik Hesaplanan Yükler (Deprem gibi).

Tamam İptal

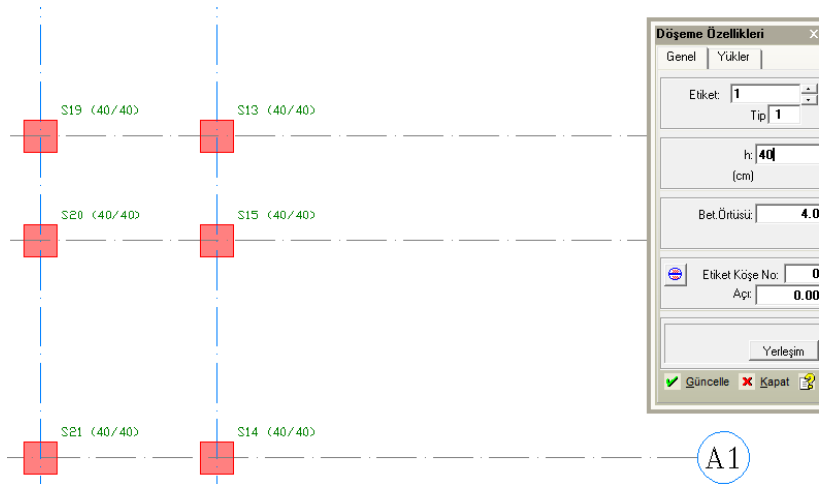
No	Yük Hali	Fx (t)	Fy (t)	Fz (t)	Mx (t.m)	My (t.m)	Mz (t.m)
1	G	-0.128	1.210	26.000	-1.99	2.49	-0.215
2	Q	0.000	0.000	0.000	0.00	0.00	0.00
3	QS1	0.000	0.000	0.000	0.00	0.00	0.00
4	QS2	0.000	0.000	0.000	0.00	0.00	0.00
5	DX+	0.000	0.000	0.000	0.00	0.00	0.00
6	DX-	0.000	0.000	0.000	0.00	0.00	0.00
7	DY+	0.000	0.000	0.000	0.00	0.00	0.00
8	DY-	0.000	0.000	0.000	0.00	0.00	0.00

Global Z Eksenine Etrafındaki Moment... (Saat ibresi ters yönünde pozitif)

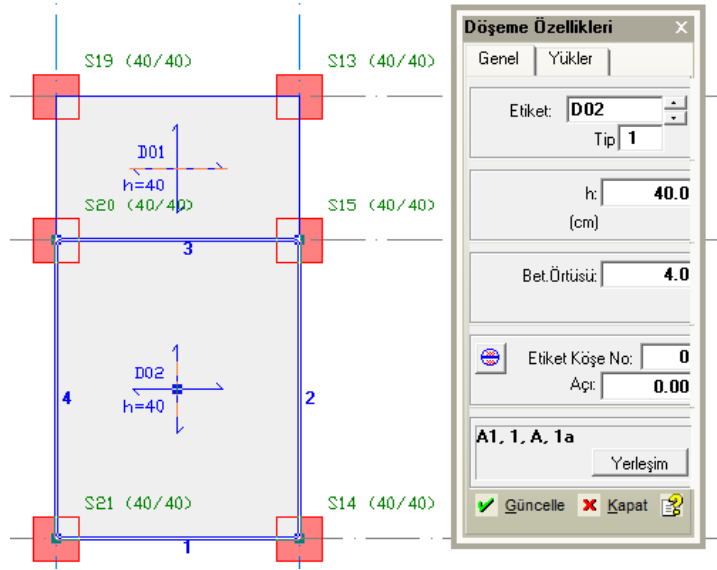
Şekil 5.2.3.e. 1084. düğüm noktasına yük tanımlanması

#### 5.2.4. Döşeme seçiminin belirlenmesi ( Temel Radye Plaklarının Seçimi )

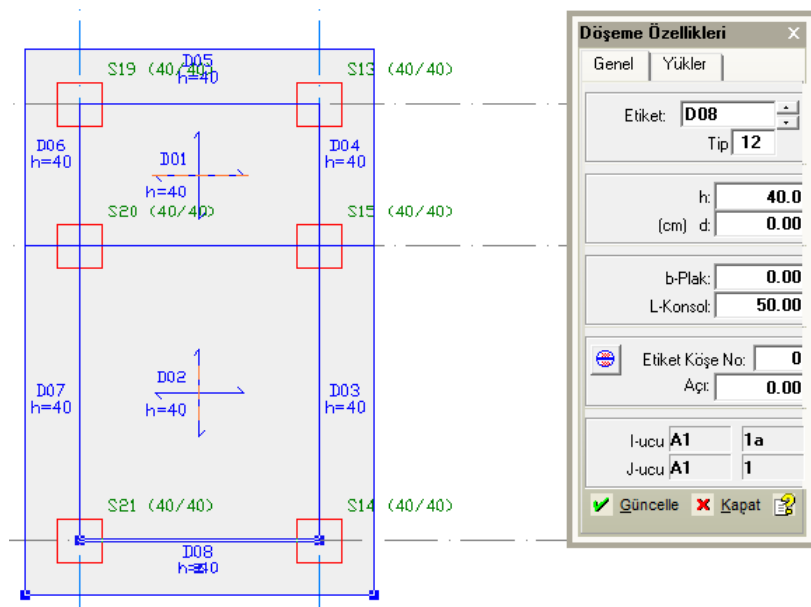
Projede temel kalınlığı 40 cm seçilerek kirişsiz radye plak kullanılması kabul edilmiştir. Öncelikle köprünün ana taşıyıcı kolonları, sonra engelli rampası ve merdivenler için plaklar (döşemeler) atanır, Şekil 5.2.4.a,b. Daha sonra kenarlara konsol olacak şekilde saat yönünün tersi yönde 50 cm genişliğinde 40 cm kalınlığında plaka saçak oluşturulur, Şekil 5.2.4.c.



Şekil 5.2.4.a. Kenar kolonlar için radye plaklarının atanması



Şekil 5.2.4.b. Kenar kolonlar için radye plaklarının atanması

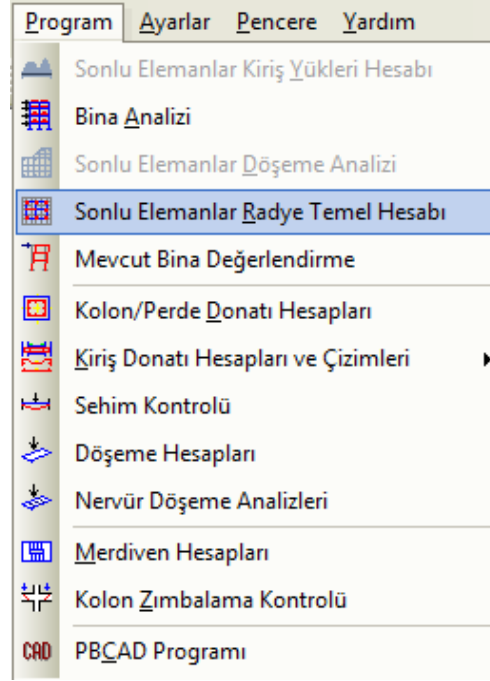


Şekil 5.2.4.c. Kenar kolonlar için plaklara saçak oluşturulması

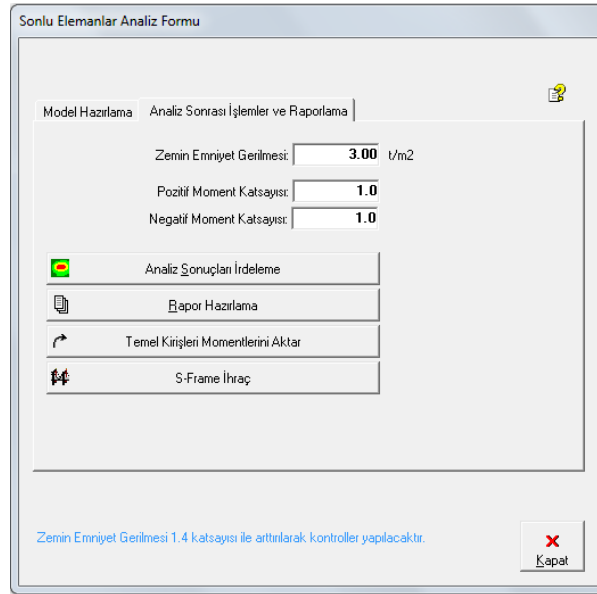


### 5.2.5. Oluşturulan temel projesinin analiz edilerek sonuçların irdelenmesi

Sonlu Elemanlar yöntemi kullanılarak radye temel hesabı için analiz yaptırılır. Program menüsünden » Sonlu Elemanlar Radye Temel Hesabı seçilir » açılan ileti kutusundan » Analiz sonuçlarını irdeme seçeneği kullanılarak tek tek tüm döşemelerin (plakların) hesapları kontrol edilir (Şekil 5.2.5.a, b, c).

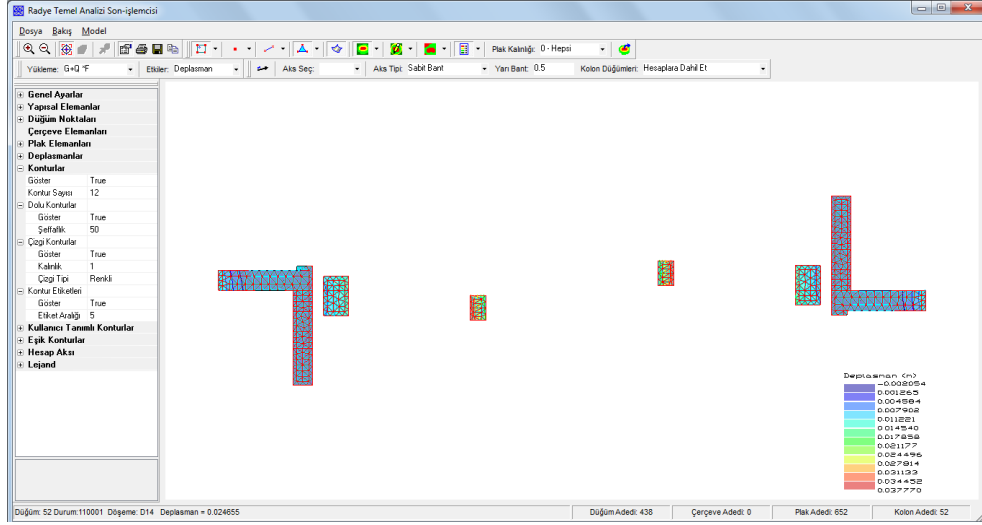


Şekil 5.2.5.a. Sonlu Elemanlar Radye Temel Hesabı seçimi

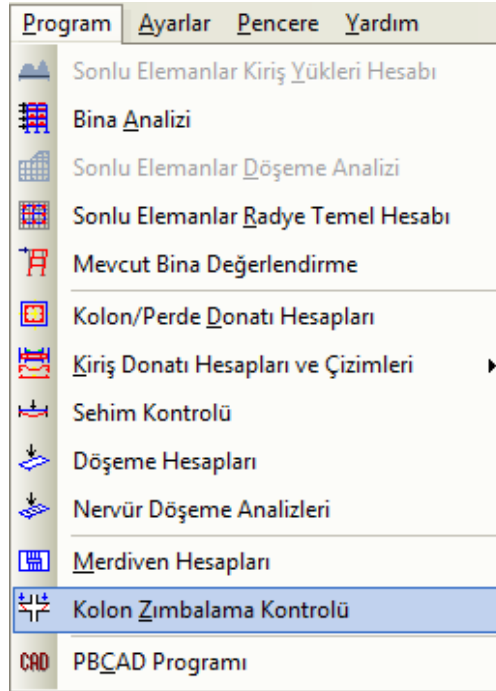


Şekil 5.2.5.b. Sonlu Elemanlar Radye Temel Hesabı - Analiz sonuçları irdeme





Şekil 5.2.5.e. Deplasman kontrolü



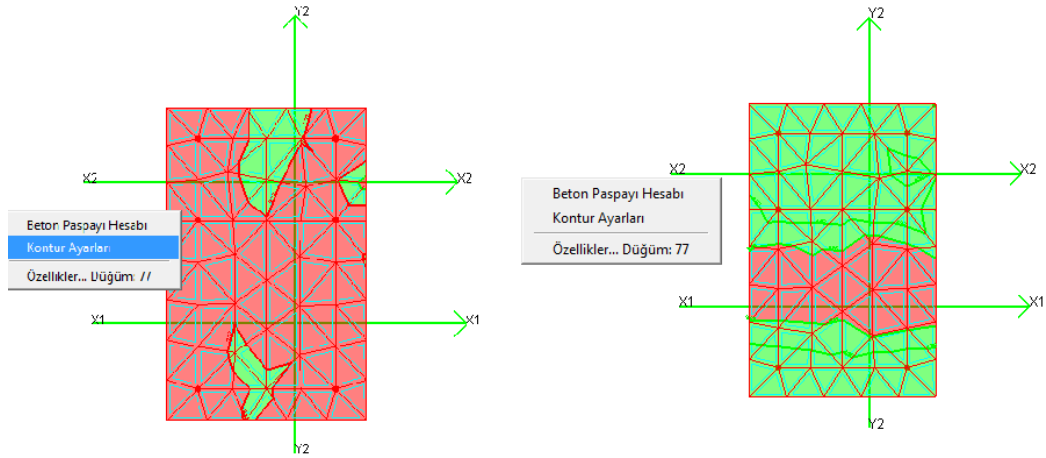
Şekil 5.2.5.f. Kolon zımbalama kontrolü ileti kutusu

Program menüsünden » kolon zımbalama kontrolü seçeneği yardımıyla kolonlara zımbalama dayanımı kontrolü yaptırılır.

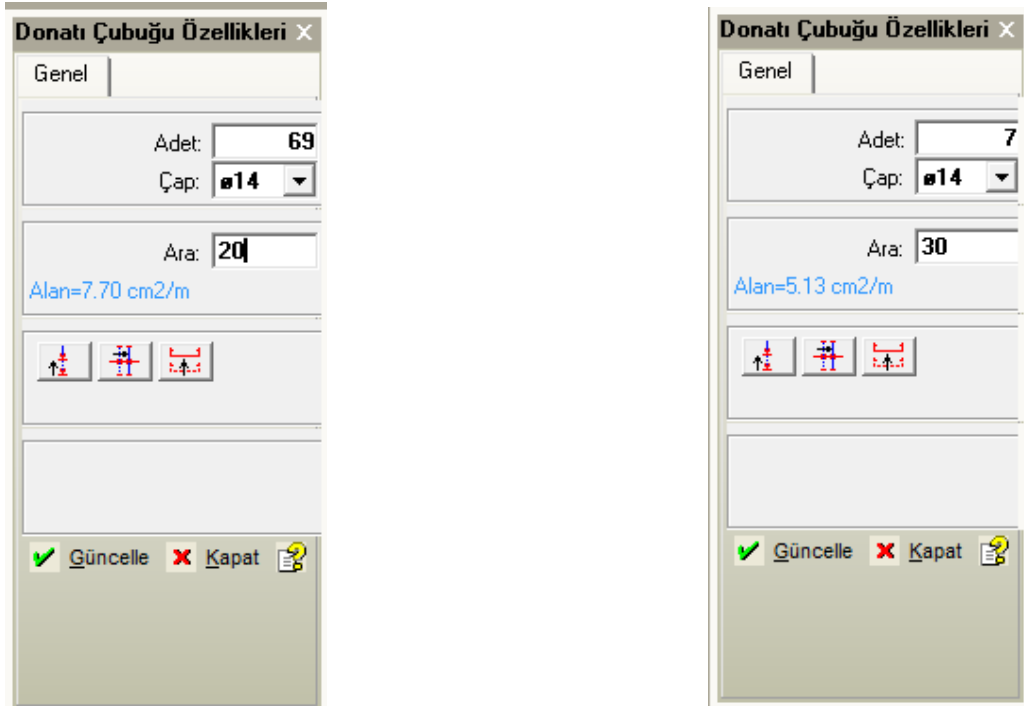
Zımbalama kontrolü için analiz sonuçlarına göre; yeşil kesik çizgi olanlar kurtardığı anlamına gelip, temel plakının zımbalama tehlikesinin olmadığını gösterir. Kırmızı olanlar ise zımbalama tehlikesini gösterir ki sistemde böyle bir durum söz konusu değildir. Tüm sistem incelenerek sistemin uygun olduğu anlaşılır (Şekil 5.2.5.g).



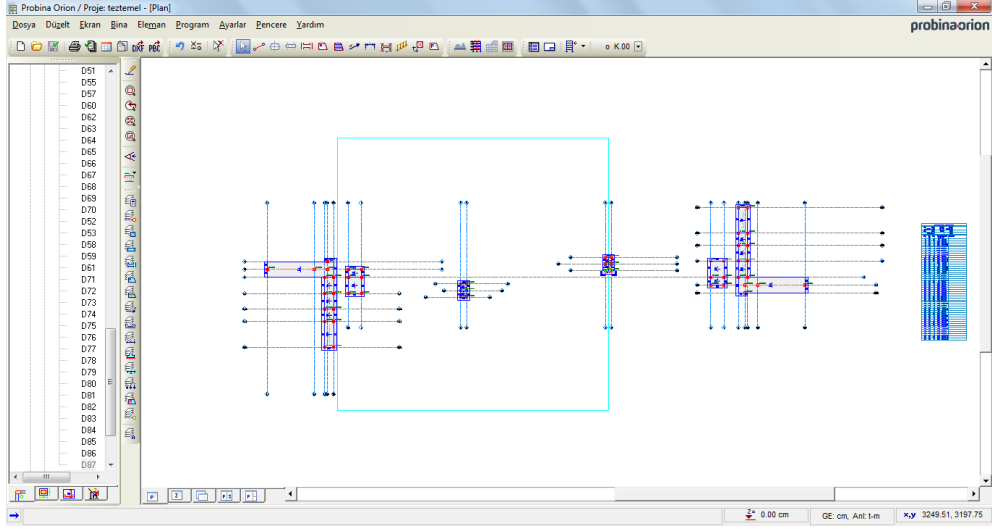
As(d)1-alt x yönündeki ve As(d)2-alt y yönündeki donatı alanını göstermek üzere x ve y yönündeki donatıların yeterli olup olmadıkları kontrol edilir. Şekil 5.2.5.1.b'den görüleceği üzere yeşil renkli olan kısımlardaki donatıların yeterli olduğu görülür. Ancak kırmızı renkli olan bölgelerde donatıların az olması dolayısıyla kontur ayarlarından demir çapı veya donatı aralıkları değiştirilerek sisteme gerekli olan yeterli donatı bulunana kadar devam edilir. Çeşitli denemelerden sonra x doğrultusunda donatı çapının  $\varnothing 14/ 30$  cm ara ile kesiti kurtardığı görülür. Y doğrultusunda ise  $\varnothing 14/ 20$  cm ara ile kesiti kurtardığı görülür (Şekil 5.2.5.1.c).



Şekil 5.2.5.1.b. Temsili bir kolon seçilip x ve y yönündeki donatı kontrolü gösterimi



Şekil 5.2.5.1.c. Temsili olarak x ve y yönünde donatı seçilmesi gösterimi



Şekil 5.2.5.1.d. Sistemin son halı

Böylelikle analiz raporlarının yazdırılabilmesi için sistem son haline getirilmiş olunur ve ilgili dosyaya kaydedilerek temellerin statik açıdan çözülme işlemi tamamlanır (Şekil 5.2.5.1.d). Ayrıca, Probina programından » dxf hazırlama seçeneği kullanılarak sonuçların autocad ortamına aktarılması da sağlanır.

## 5.3. Maliyet Analizi

YAYA ÜST GEÇİTİ YAKLAŞIK MALİYET ANALİZİ						
İNŞAAT İMALATLARI						
SIRA NO	POZ NO	İMALATIN ADI	BR.	METRAJ	BİRİM FİYAT (TL)	TUTAR (TL)
1	15.006/1A	Makina ile Her Derinlikte Yumuşak ve Sert Küskülük Kazı Yapılması	m <sup>3</sup>	179,57	4,3	772,15
2	PİYASA	Demir Karkas (Çerçeve) İnşaat Yapılıp Yerine Tesbiti	ton	118,42	3500	414470
3	23.015	Ø 14-28 mm Kalın Nervürlü Çeliğin Bükülüp Döşenmesi	ton	4,3668	1964,38	8578,05
5	16.059	BS.25 Hazır Beton	m <sup>3</sup>	67,78	98,79	6695,98
6	21.011	Düz Yüzeyle Beton ve Betonarme Kalıbı.	m <sup>2</sup>	64,88	16,99	1102,31
7	04.410/1B	(30x60 60x60) 2 cm. Mermer Agregalı Kompoze Taş Kaplama Plakları (0.1-10 mm Arası Boyut)	m <sup>2</sup>	464,74	26,25	12199,42
8	16.003	250 Dozlu Demirsiz Beton	m <sup>3</sup>	38,48	110,13	4237,80
9	18.466/1	Plastomer Esaslı (-7°C,PB1-PB180) 3 mm. Poly. Keçe Taş.Polimer Bitümlü Ört.2 Kat Su Yal.6m.	m <sup>2</sup>	256,54	26,69	6847,05
10	PİYASA	Zeminin Kauçuk Tartan ile Kaplanması	m <sup>2</sup>	460,31	55	25317,05
SAYFA TOPLAMI						480.219,81
<b>GENEL TOPLAM ( TL )</b>						<b>480.219,81</b>

## 5.3.1. ÇELİK METRAJİ

YAYA ÜST GEÇİDİ ÇELİK METRAJİ						
RAMPA	PROFİL	ADET	MT	BİRİM AĞ.	TOPLAM AĞIRLIK	BR
	2UNP100	46	1.2	21.2	1170.24	KG
	2UNP100	6	1.2	21.2	152.64	KG
	2UNP200	2	10.23	50.6	1035.276	KG
	2UNP200	2	1.5	50.6	151.8	KG
	2UNP200	2	12.05	50.6	1219.46	KG
	2UNP200	2	1.8	50.6	182.16	KG
	2UNP200	2	12.05	50.6	1219.46	KG
	2UNP200	2	1.5	50.6	151.8	KG
	2UNP200	2	15.9	50.6	1609.08	KG
	2UNP200	2	2.86	50.6	289.432	KG
5 MM	ÇELİK BAKV SAÇ	1	482.2	35	16877	KG
	2UNP300	4	4.77	92.4	1762.992	KG
				TOPLAM	25821.34	KG
BÜYÜK MERD.	PROFİL	ADET	MT	BİRİM AĞ.	TOPLAM AĞIRLIK	BR
(SOL)	U200	2	12.41	25	620.5	KG
	I140	4	1.42	14.3	81.224	KG
	U200	4	1.4	25	140	KG
	2U160	2	3.9	37.6	293.28	KG
	2U160	4	2.45	37.6	368.48	KG
				TOPLAM	1503.484	KG



YAYA ÜST GEÇİDİ ÇELİK METRAJİ						
KULE 1	PROFİL	ADET	MT	BİRİM AĞ.	TOPLAM AĞIRLIK	BR
	H160	2	10.37	30	622.2	KG
	H600	1	12.5	260	3250	KG
	50*100*3	2	72.85	6.63	965.991	KG
	50*100*3	30	33.5	6.63	6663.15	KG
	I200	2	5.4	26.2	282.96	KG
				TOPLAM	11784.301	KG
KÖPRÜ	PROFİL	ADET	MT	BİRİM AĞ.	TOPLAM AĞIRLIK	BR
	KT300*700	1	2.23	7490	16702.7	KG
	I140	128	2.1	17	4569.6	KG
				TOPLAM	21272.3	KG

YAYA ÜST GEÇİDİ ÇELİK METRAJİ						
KÖPRÜ ALTI	PROFİL	ADET	MT	BİRİM AĞ.	TOPLAM AĞIRLIK	BR
PABUCU	H300	6	4.05	120	2916	KG
	H160	2	1.4	30	84	KG
	50*100*3	2	10.27	6.63	136.1802	KG
	50*100*3	20	2.2	6.63	291.72	KG
				TOPLAM	3427.9002	KG
TEMELLER	ALAN	ADET	DERINLIK	YOĞUNLUK	TOPLAM AĞIRLIK	BR
TAB PLATİN	0.0928	20	0.02	7850	291.392	KG
TAB PLATİN	0.665	6	0.03	7850	939.645	KG
TAB PLATİN	0.276	12	0.03	7850	779.976	KG
KLAVUZ P.	0.276	12	0.008	7850	207.9936	KG
KLAVUZ P.	0.665	6	0.008	7850	250.572	KG
KLAVUZ P.	0.0928	20	0.008	7850	116.5568	KG
				TOPLAM	2586.1354	KG

YAYA ÜST GEÇİDİ ÇELİK METRAJI				
	ADET	METRAJ	TOPLAM	BİRİM
RAMPA	2	25821.34	51642.68	TON
BÜYÜK MERDİVEN	2	1503.484	3006.968	TON
KULE 1	1	11784.301	11784.3	TON
KÖPRÜ	2	21272.3	42544.6	TON
KÖPRÜ ALTI PABUCU	2	3427.9002	6855.8	TON
PLATIN	1	2586.1354	2586.135	TON
GENEL TOPLAM			118420.5	TON

## 5.3.2. DEMİR METRAJI

	DEMİR ÇAPI	ADET	BOY	TOPLAM	
1	Ø14	130	65	84.5	Düz
2	Ø14	14	255	35.7	Düz
3	Ø14	14	135	18.9	Düz (L)
4	Ø14	15	135	20.3	Düz (L)
5	Ø14	18	1280	230.4	Pilye
6	Ø14	18	1135	204.3	Düz
7	Ø14	18	355	63.9	Düz (L)
8	Ø14	14	355	49.7	Düz (L)
9	Ø14	30	185	55.5	Düz
10	Ø14	30	115	34.5	Düz (L)
11	Ø14	30	115	34.5	Düz (L)
12	Ø14	4	215	8.6	Düz
13	Ø14	10	75	7.5	Düz
14	Ø14	8	120	9.6	Düz (L)
15	Ø14	8	120	9.6	Düz (L)
16	Ø14	4	205	8.2	Düz
17	Ø14	5	400	20.0	Pilye
18	Ø14	110	340	374.0	Pilye
19	Ø14	110	255	280.5	Düz
20	Ø14	220	95	209.0	Düz (L)
21	Ø14	122	65	79.3	Düz
22	Ø14	16	580	92.8	Pilye
23	Ø14	16	460	73.6	Düz
24	Ø14	16	240	38.4	Düz
25	Ø 14	16	400	64.0	Pilye
26	Ø14	16	295	47.2	Düz
27	Ø14	16	425	68.0	Pilye
28	Ø14	38	305	115.9	Düz
29	Ø14	110	435	478.5	Pilye
30	Ø14	110	295	324.5	Düz
31	Ø14	8	185	14.8	Düz (L)
32	Ø14	16	160	25.6	Düz
33	Ø14	16	115	18.4	Düz
34	Ø14	6	145	8.7	Düz (L)
35	Ø14	11	410	45.1	Pilye
36	Ø14	22	165	36.3	Düz
37	Ø14	11	145	16.0	Düz (L)
38	Ø14	11	100	11.0	Düz
39	Ø14	21	110	23.1	Düz (L)
40	Ø14	36	145	52.2	Düz
41	Ø14	29	115	33.4	Düz (L)
42	Ø14	18	70	12.6	Düz

43	Ø14	6	110	6.6	Düz (L)
44	Ø14	11	410	45.1	Pilye
45	Ø14	11	105	11.6	Düz
46	Ø14	12	145	17.4	Düz (L)
47	Ø14	55	145	79.8	Düz (L)
48	Ø14	8	185	14.8	Düz (L)
			TOPLAM BOY (m)	3613.7	

DEMİR ÇAPI	BİRİM AĞIRLIK (kg/m)	TOPLAM BOY (m)	TOPLAM AĞIRLIK (kg)
Ø14	1.2084	3613.7	4366.8
	<b>GENEL TOPLAM</b>		<b>4366.8 kg</b>

### 5.3.2. Ataşmanların ve metrajların çıkarılması

Ataşmanlar ve metrajlar detaylı çizimleriyle birlikte çıkarılmış olup Ek 6' da verilmiştir.

## 6. SONUÇLAR ve ÖNERİLER

Bu çalışmada, ilerleyen teknoloji ve beyin gücü ile en zorlu uygulamaların bile kullanılan bilgisayar programları yardımıyla hayata geçirilebileceği görülmüştür. Bu sürecin projelendirme aşaması faydalanılan üç boyutlu yapı modelleme (SAP2000, Probrina Orion), çizim (Autocad), yaklaşık maliyet ve hakediş hesaplama programları sayesinde gerçekleştirilmiştir.

Bu tez kapsamında; beklentileri karşılayabilmek ve teknolojiyi yakalayabilmek için, kalifiye elemanların ve bu konuda çalışan projecilerin az olması gibi caydırıcı sebeplere rağmen çelik kullanımını artırmaya, ufku açık bireyler yetiştirmenin de önünü açmaya yönelik çalışmalar arasında yer alması hedeflenmiştir. Ayrıca çelik ile ilgili mevcut bilgi düzeyini artırmanın yanında, çelik yapıların SAP2000 programı ile tasarımı ve analizi yapıp, AMP hakediş ve yaklaşık maliyet hesaplama programı vasıtasıyla da maliyet analizinin oluşturulması amaçlanmıştır.

Bilgisayar programları birçok kolaylık sağlamasına rağmen, bu programlar mutlaka programın işleyişini bilen, programa hakim, deneyimli, teknik bilgiye sahip mühendisler tarafından kullanılmalıdır. Kullanıcılar program üzerinde oluşabilecek hatalara karşı gerekli kontrolleri yapabilir düzeyde olmalıdır.

Çelik yapılar gerek modellemelerde, gerek taşıyıcı sistem çeşitliliği açısından projeciye çok değişik seçenekler sunar. Böyle durumlarda tercih ve hesap yöntemlerindeki farklılıklar, çelik yapıların proje aşamasında tercih edilmeyerek gelişmesini engellediğinden çok hızlı gelişmemesine neden olmaktadır. Bu olumsuz faktörler düşünüldüğünde çelik yapı hesaplarında gösterilecek olan titizlik çok daha önem kazanmaktadır. Bu amaçla çelik yapılarla ilgili mevcut bilgi düzeyini artırmanın yanında çizimlerin hazırlanmasında, statik hesapların yapılmasında, hız, güvenilirlik ve hatasız çalışma hedeflenerek bilgisayar kullanımı en üst düzeyde tutulmaya çalışılmıştır.

Bir programda, yapı modeli oluşturulduktan sonra çok kısa sürede ve hata oranı çok düşük olarak hesaplar yapılır, çizimler ve hesap raporları hazırlanır.

Son olarak, bu tez çalışmasında görülmüştür ki; çelik taşıyıcı sistemli yaya üst geçidinin Bayındırlık ve İskan Bakanlığı'nın yayınladığı 2011 Birim Fiyatları ile yapılmış olan maliyet analizi 480.219,81 TL olarak hesaplanmıştır. Bu rakam piyasa fiyatları ile karşılaştırıldığında %25 - %30 civarında daha düşük rakamlar elde edileceği yapılacak küçük bir piyasa araştırması sonucunda görülebilir.

Bu noktadan hareketle bu konuda çalışma yapan teknik elemanlara ve özel sektör firmalarına karşılaştırmalı maliyet analizi çıkarmaları hususunda çalışma yapmaları tavsiye edilir.

## KAYNAKLAR

- AISC, American Institute of Steel Construction, Engineering Journal.
- ASCE, American Society of Civil Engineers, Journal of Engineering Mechanics.
- ASCE, American Society of Civil Engineers, Journal of Structural Engineering
- ÇAĞLAYAN, B.Ö., UZGİDER, E., PİROĞLU, F., ÖZAKGÜL, K., TEZER, Ö.,  
2005/2, Demiryolu Köprüleri İçin Yük Taşıma Güvenliğinin Belirlenmesi,  
TMH-Türkiye Mühendislik Haberleri, sayı 436, s. 71-79.
- ÇELİK, O. C ., 1990, Çelik I Kesitlerin Optimizasyonu ve Kurbada Kompozit Çelik  
Demiryolu Köprüsü Hesabı, İTÜ, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi,  
İstanbul.
- DEREN, H., UZGİDER, E., PİROĞLU, F., ÇAĞLAYAN, Ö., 2008, Çelik Yapılar,  
3.baskı, Çağlayan Kitabevi, İstanbul
- DURAN, C. K., 2007, Seismic Roof Isolation of Halkapınar Gymnasium, METU,  
Civil Eng. Dep., Ankara.
- ELSEVIER, Journal of Constructional Steel Research.
- ELSEVIER, Thin Walled Structures.
- HAYWARD, A. and WEARE, F., 2002, Steel Designers' Manuel, Blackwell  
Science Company.
- KURTAY, C. ve BADEM, M., 2004, Avrupa Ülkeleri ve Türkiye'deki Çelik Yapı  
Uygulama Olanak ve Kısıtlarının İncelenmesi, Gazi Üniv. Müh. Mim. Fak. Der.  
Cilt 19, No 4, s. 351-363
- SALMON, C. G., JOHNSON, J. E., MALHAS, F. A., 2009, Steel Structures, Design  
and Behavior, Fifth Edition, Pearson Education Inc., New Jersey.
- TRAHAIR, N. S., BRADFORD, A., NETHERCOT, D.A., GARDNER, L., 2008,  
The Behaviour and Design of Steel Structures to EC3, Fourth Edition, Taylor  
and Francis, New York
- TREBILCOCK, P and LAWSON, M., 2004, Architectural Design in Steel, Spon  
Press, New York.
- YARDIMCI, N. 2005/1, Türkiye'de Çelik Yapılar, TMH-Türkiye Mühendislik  
Haberleri, sayı 435, s.22-24.
- ÖZMEN, G., ORAKDÖĞEN, E., DARILMAZ, K., SAP2000 Uygulamaları,  
İstanbul, 2009.
- The Apache Software Foundation "AutoCAD" Autodesk.
- WILSON, E.L., "SAP2000 Integrated Finite Element Analysis and Design of  
Structures", Computers and Structures Analysis.
- TS 498-Kasım 1997, (TS 498:1987 + T1:1997 dahil), Yapı Elemanlarının  
Boyutlandırılmasında Alınacak Yüklerin Hesap Değerleri
- TS 500 - Şubat 2000, Betonarme yapıların tasarım ve yapım kuralları,
- TS 648 - Aralık 1980, Çelik yapıların hesap ve yapım kuralları
- Deprem bölgelerinde yapılacak binalar hakkında yönetmelik DBYBHY 2007.
- KOCABAŞ, S., 2005, Çelik Yapıların SAP2000 Programı İle Analiz ve Tasarımı,  
Çukurova Üniv., Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Adana.
- ÖZTÜRK, V., 2010, Çelik Prefabrik Yapı Sistemlerinin İmalatı, Montajı, Yalıtım  
Usulleri ve Maliyet Analizi İle Uygun Kaplamanın Belirlenmesi, Gazi Üniv., Fen  
Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Yapı Eğitimi, Ankara.



PROTA Yazılım Bilişim ve Mühendislik Hiz. Ltd. Şti., Ankara.  
AMP Yazılım Sanayi ve Ticaret Ltd. Şti., İstanbul.  
[www.prota.com.tr](http://www.prota.com.tr)  
[www.probina.com.tr](http://www.probina.com.tr)  
[www.ampyazilim.com.tr](http://www.ampyazilim.com.tr)  
[www.serki.com](http://www.serki.com)  
[www.serki.com/index.php?bolumsec=makale&id=96ra](http://www.serki.com/index.php?bolumsec=makale&id=96ra)  
[www.belgeler.com](http://www.belgeler.com)

## ÖZET

Çelik, hızlı ve kolay uygulanması sebebiyle inşaat sektöründe son zamanlarda sıklıkla tercih edilir duruma gelmiştir. Çelik yapıların tasarım, hesap ve projelendirme aşamaları uzun hesaplar gerektirmektedir. Dolayısıyla hesaplama aşamaları uzun zaman almakta ve dikkat istemektedir. Kesitlerin taşıma kapasiteleri, emniyet gerilmelerini aştığı durumlarda, aynı hesapların tekrar yapılması gerektirdiğinden çelik yapı tasarımında bilgisayar kullanımı kaçınılmaz olmaktadır. Bu nedenle, bu yüksek lisans tez çalışmasında bilgisayar kullanımını en üst düzeyde tutarak, daha kısa sürede daha doğru sonuçlara ulaşılmaya çalışılmıştır.

Bu tez çalışması kapsamında engelli rampası, merdiven ve yürüme platformundan oluşan bir çelik yaya üst geçidinin tasarlanması, statik ve mimari açıdan, çiziminin ve hesaplarının yapılması ile maliyet analizinin çıkarılması hedeflenmiştir.

Bu amaç doğrultusunda proje yapı analiz programı olan SAP2000 ile çelik taşıyıcı sistem olarak tasarlanmıştır. Probina Orion V.15 programı ile statik açıdan çözümleri yapılmıştır. Bilgisayar destekli çizim programı olan Autocad2007 ile mimari çizimleri yapılmıştır. Yapı yaklaşık 170 m<sup>2</sup> temel alanına sahip bir zemine oturmaktadır. Yapı uygulama yeri Gaziantep olup, 3. derece deprem bölgesindedir. Zemin sınıfı Z3 olup, radye plak kalınlığı 40 cm seçilerek Probina Orion programıyla kirişsiz radye temel olarak çözülmüştür. Statik ve mimari projelere göre kalıp, demir, beton, kazı vb. metrajları ataşmanları ile birlikte çıkarılmıştır. Yapının maliyet analizi ise Hakediş ve Yaklaşık Maliyet programı (AMP) ile poz numaralarına göre Bayındırlık ve İskan Bakanlığı'nın 2011 Birim Fiyatları kullanılarak hesaplanmıştır.

Böylece bir yaya üst geçidinin çelik taşıyıcı sistem olarak hesabı, çizimi ve maliyet analizi gerçekleştirilmiştir. Bilgisayar kullanıcısının, programın temel varsayımlarını açıkça anlaması ve programın oluşturduğu sonuçları kendisi bağımsız olarak kontrol edebilmesi şartıyla; bilgisayar kullanımının elle hesaplama yöntemlerine göre daha kısa sürede daha doğru sonuçlara ulaştırdığı görülmüştür. Dolayısıyla ülkemizde çelik kullanımının yaygınlaşmasında katkıda bulunan programların ve bilgisayar kullanımının önemi gözler önüne serilmiştir.

## SUMMARY

Recently, steel is often preferred in construction sector due to its fast and easy implementation. Steel structures' designing, calculation and planning phases requires long calculations. Therefore, the stage of calculation takes a long time and requires attention. In the design of steel structures, when the carrying capacity of sections exceeds the safety tensions, the same calculations must be done again. Because of this, the usage of computers is inevitable. Therefore, in this master's thesis work, the computer usage is kept at the highest level to reach the right results in less time.

In the scope of this work is to design a steel pedestrian bridge consist of disabled ramp, stairs and walking platform. Also, the cost analysis is achieved with the performed drawing and calculations in terms of static and architecture.

The project is designed as a steel system with project structure analysis software SAP2000. The static solutions are done with Probrina Orion V.15 software. The architectural drawings are done with computer-aided drawing software Autocad2007. Building sits on a base of area approximately 170 m<sup>2</sup>. The building application site Gaziantep is in third seismic region. The system is solved as a raft foundation in Probrina Orion software with the class of base as Z3 and slab thickness as 40 cm. Due to the static and architectural projects, formwork metering, iron metering, metering the concrete, the excavation metering etc. features are obtained with attachments. The cost analysis of the building is calculated with AMP progress and cost analysis software according to Ministry of Public Works 2011 unit prices.

Thus, the calculation of a pedestrian bridge as a steel system, drawing and cost analysis is constituted. With the conditions of understanding the software's main assumptions clearly and controlling the results of the software independently by a computer user; the use of computers achieves more accurate results than hand-calculation methods in less time. Therefore, the importance of the software that contributes to the expansion of the use of steel and the computer usage is demonstrated.

## ÖZGEÇMİŞ

Elif Ebru Mavi, 29.10.1983’de Gaziantep’te doğdu. İlk ve orta öğrenimini Gaziantep’te tamamladı. 2003 yılında Harran Üniversitesi Mühendislik Fakültesi İnşaat Mühendisliği bölümünde lisans eğitimine başladı. 2007 yılında İnşaat Mühendisliği bölüm birincisi ve Harran Üniversitesi Mühendislik Fakültesi birincisi olarak lisans eğitimini bitirdi. 2008 yılında aynı üniversitenin Fen Bilimleri Enstitüsü İnşaat Mühendisliği bölümünde yüksek lisans eğitimine başladı. Halen yüksek lisans eğitimine devam etmekte olup, aynı zamanda Gaziantep’ de özel bir inşaat firmasında görev yapmaktadır.

EK 1 (Çelik taşıyıcılı yaya üst geçidinin imalat fotoğrafları)

















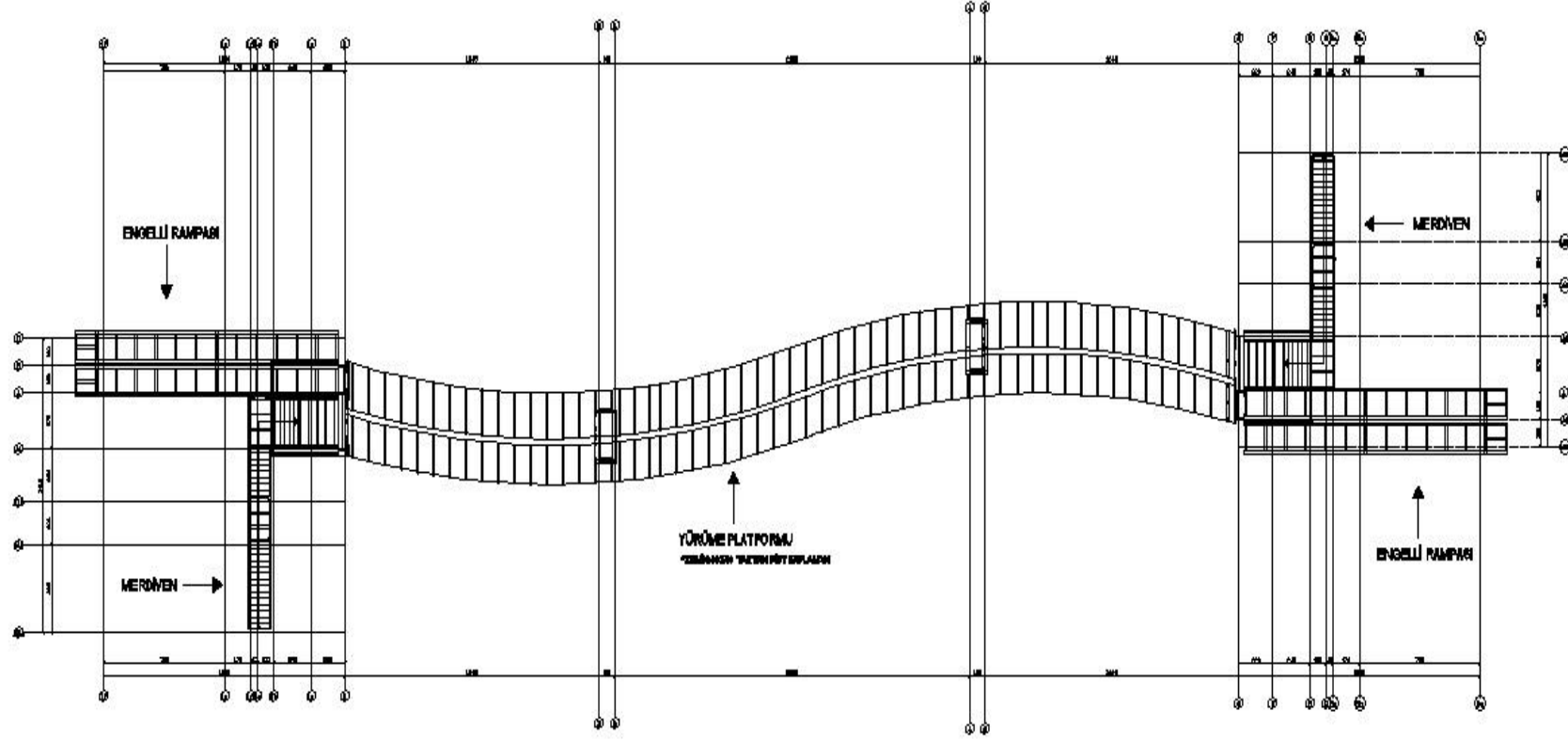






# YAYA ÜST GEÇİTİ MİMARİ PLANI

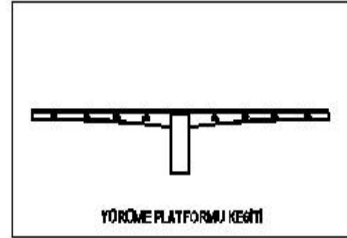
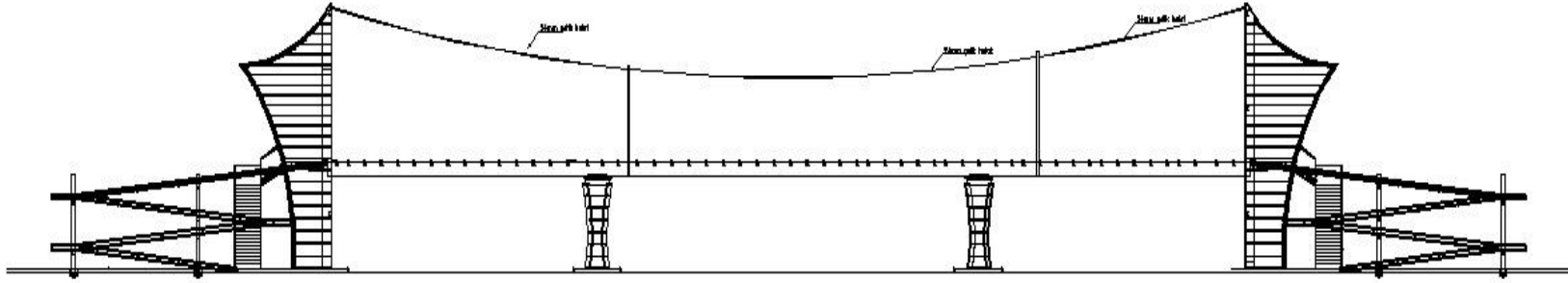
EK 2



ELİF EBRU MAVİ İNŞAAT MÜHENDİSİ

# YAYA ÜST GEÇİTİ MİMARİ PROJESİ YAN GÖRÜNÜŞ

EK 3



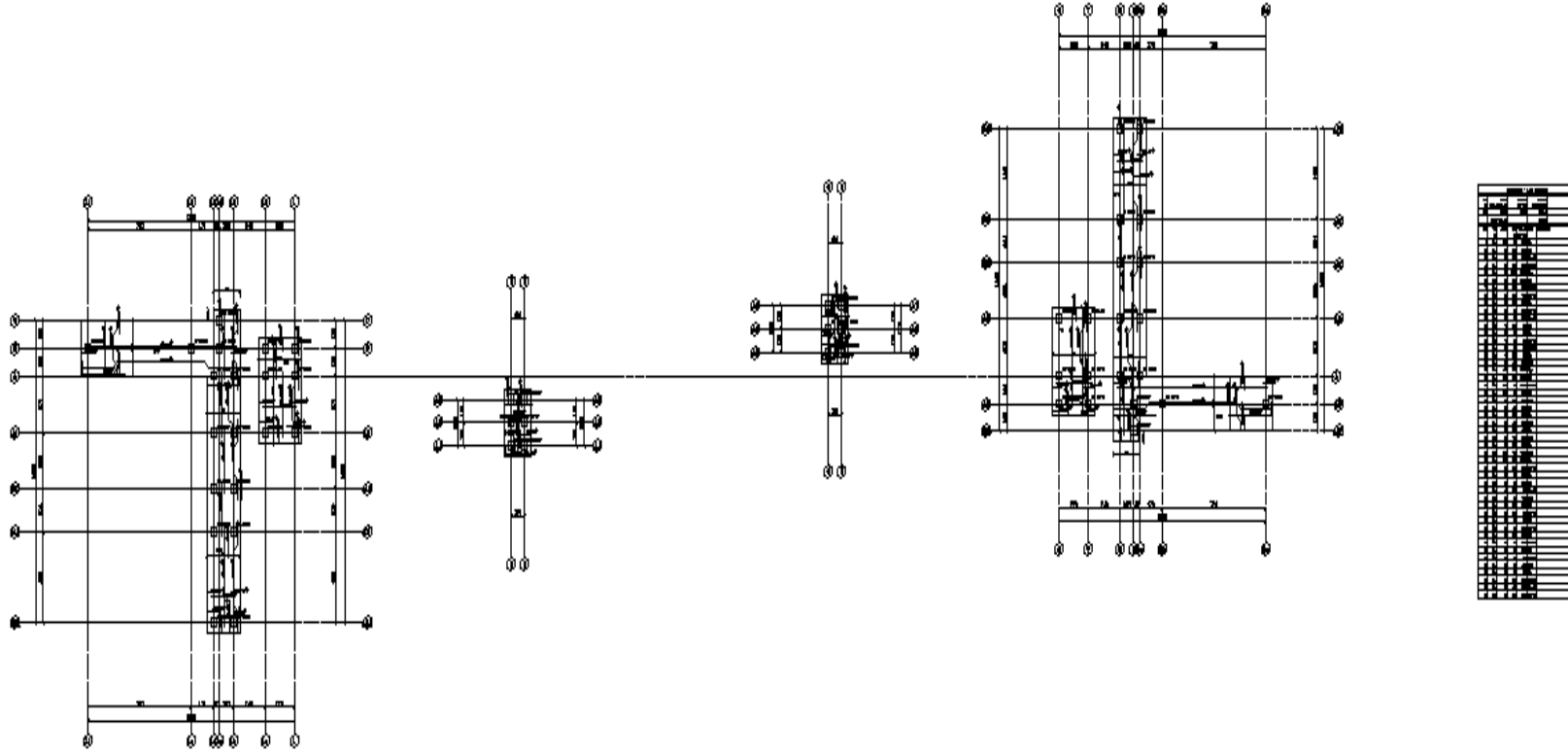
ELİF EBRU MAVİ İNŞAAT MÜHENDİSİ





YAYA ÜST GEÇİTİ TEMEL PROJESİ

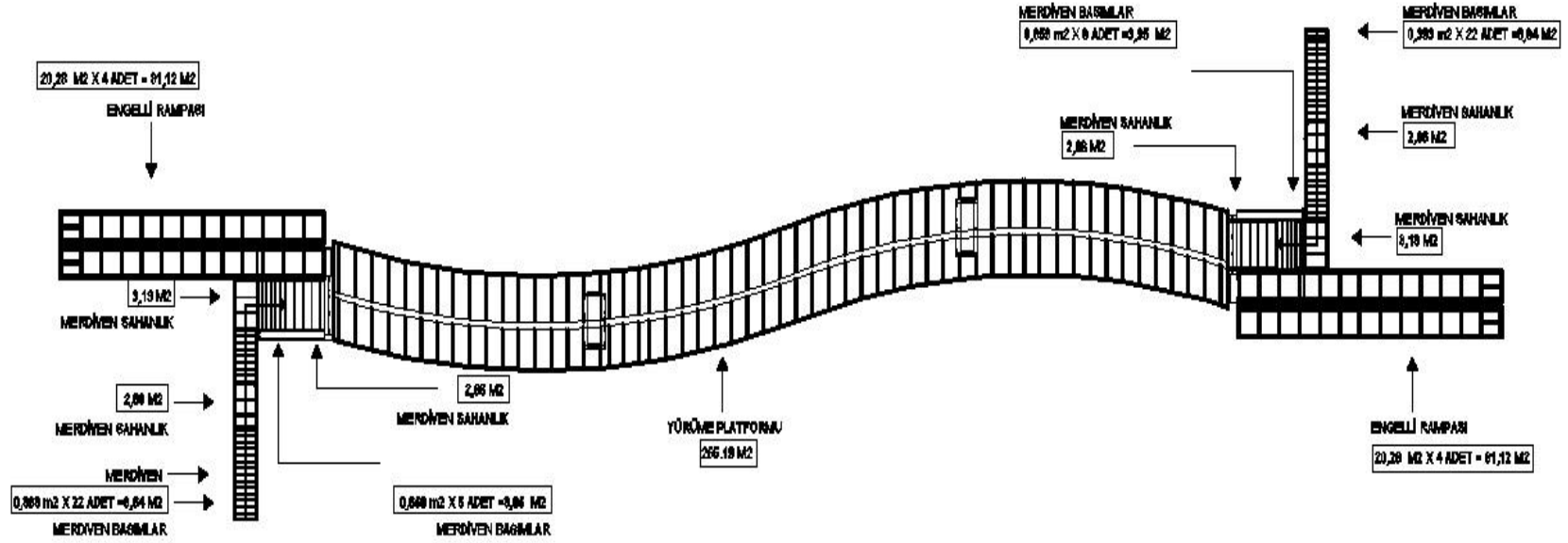
EK 5



ELİF EBRU MAVİ İNŞAAT MÜHENDİSİ

# YAYA ÜST GEÇİTİ TARTAN ZEMİN METRAJI

EK 6

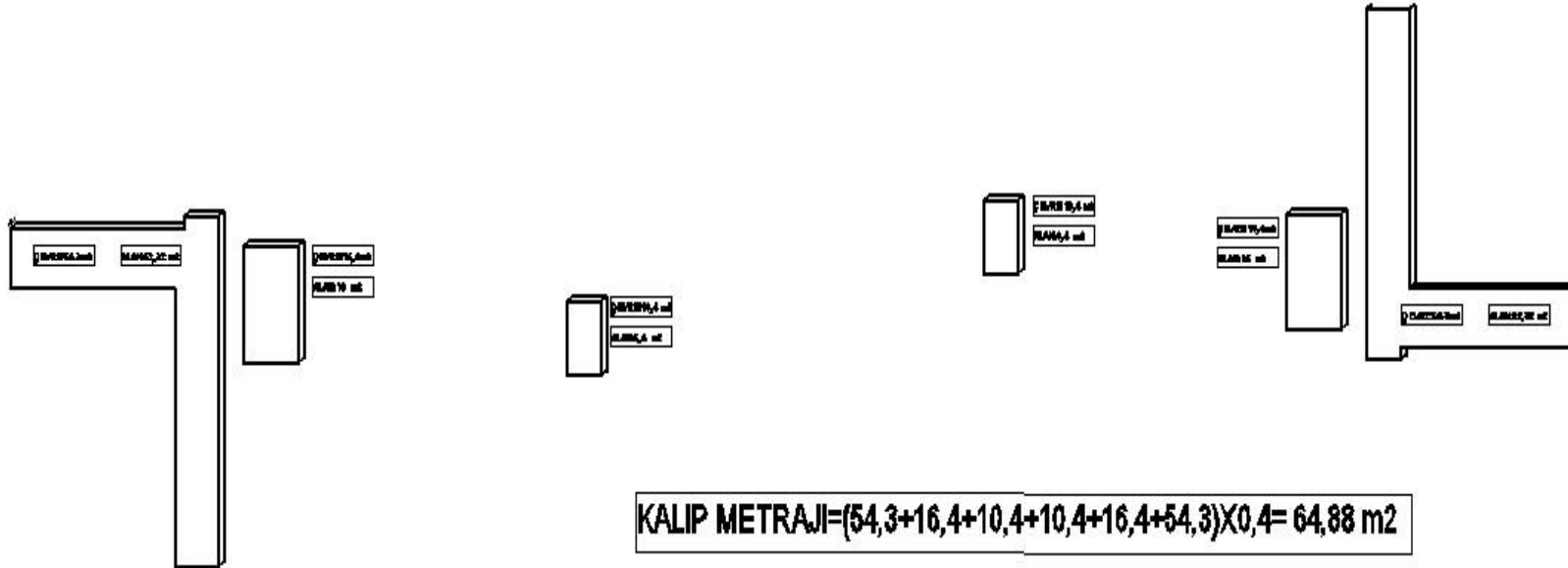


TOPLAM TARTAN ZEMİN ALANI= 480,31 m<sup>2</sup>

ELİF EBRU MAVİ İNŞAAT MÜHENDİSİ

# YAYA ÜST GEÇİTİ KALIP BETON METRAJİ

EK 6



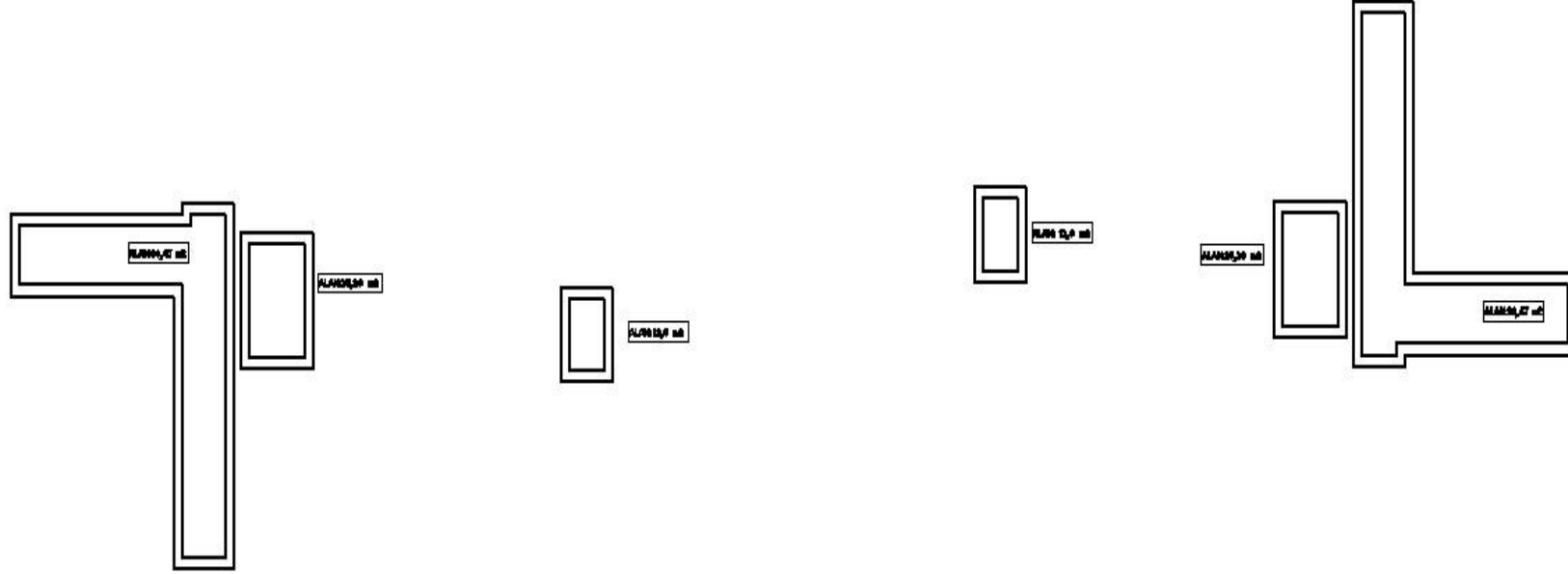
$$\text{KALIP METRAJİ} = (54,3 + 16,4 + 10,4 + 10,4 + 16,4 + 54,3) \times 0,4 = 64,88 \text{ m}^2$$

$$\text{BETON METRAJİ} = (16 + 6,4 + 62,32 + 16 + 6,4 + 62,32) \times 0,4 = 67,78 \text{ m}^3$$

ELİF EBRU MAVİ İNŞAAT MÜHENDİSİ

## YAYA ÜST GEÇİTİ KAZI,DEMİRSİZ BETON VE TEMEL YALITIMI METRAJİ

EK 6



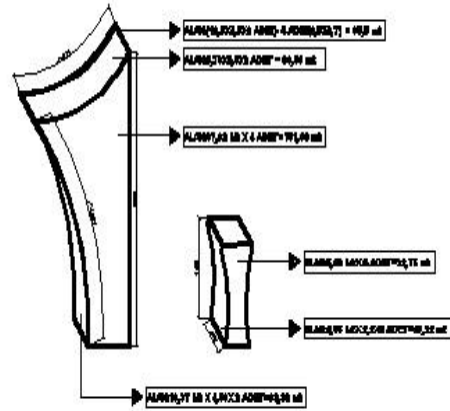
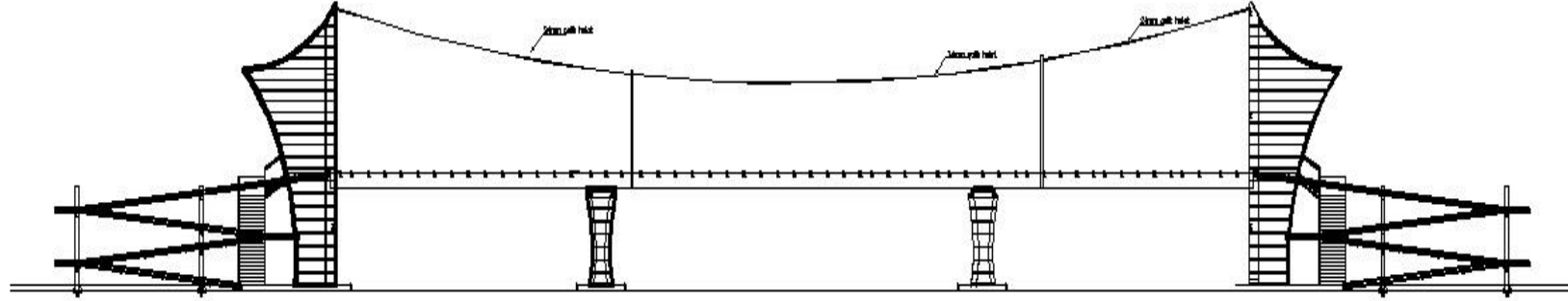
$$\text{KAZI METRAJİ}=(90,47+25,20+12,6+12,6+25,20+90,47) \times 0,7= 179,57 \text{ m}^2$$

$$\text{PLASTOMER 3mm POLY.KEÇE TAŞ.POLİMER BİTÜMLÜ 2KAT SUYALITIMI}=90,47+25,20+12,6+12,6+25,20+90,47= 256,54 \text{ m}^2$$

$$\text{250 DOZLU DEMİRSİZ BETON}=(90,47+25,20+12,6+12,6+25,20+90,47) \times 0,15= 38,48 \text{ m}^3$$

ELİF EBRU MAVİ İNŞAAT MÜHENDİSİ

## YAYA ÜST GEÇİTİ 2CM MERMER AGREGALI KOMPOZE TAŞ KAPLAMA PLAKLARI METRAJİ EK 6



2CM MERMER AGREGALI KOMPOZE TAŞ KAPLAMA PLAKLARI METRAJİ=(60,56+161,68+22,76+40,92+93,32+85,5)= 464,74 m<sup>2</sup>

ELİF EBURU MAVİ İNŞAAT MÜHENDİSİ