



YILDIZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

Yüksek Yapı, Proj., Blg., Prog., Mak. ve Bu Tip Yapı, Yayın Kur.

Yüksek Lisans Tezi

FATİH YEŞİSELVE

Ref
İNŞ
394
2001

YILDIZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

843

YÜKSEK YAPILARIN PROJELENDİRİLMESİNDE
BİLGİSAYAR PROGRAMLARININ MUKAYESESİ ve BU
TİP YAPILARIN YAPIM KURALLARI

İnş. Müh. Fatih YEŞİLSELVE

F.B.E İnşaat Anabilim Dalı Mekanik Programında
Hazırlanan

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Tez Danışmanı : Prof. Sinan ÇAĞDAŞ (YTÜ)

İSTANBUL, 2001

YILDIZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
KÜTÜPHANE VE DOKÜMANTASYON
DAİRE BAŞKANLIĞI

Yer No (DDC): R 150
406

Kayıt No : 1238
Geldiği Yer : Fen Bilimleri Enst.
Tarih : 04.03.2002
Fiyat : 1.920.000 TL
Fatura No : x
Ayniyat No : 1/1
Ek : x

İÇİNDEKİLER

YILDIZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

YILDIZ ÜNİVERSİTESİ

D.B. No: 62695

SİMGE LİSTESİ

KISALTIMA LİSTESİ

xiii-96

ŞEKİL LİSTESİ

ÇİZİM LİSTESİ

ÖZET

ÖZET

YÜKSEK YAPILARIN PROJELENDİRİLMESİNDE
BİLGİSAYAR PROGRAMLARININ MUKAYESESİ ve BU
TİP YAPILARIN YAPIM KURALLARI

406

İnş. Müh. Fatih YEŞİLSELVE

F.B.E İnşaat Anabilim Dalı Mekanik Programında
Hazırlanan

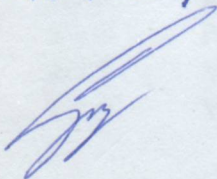
YÜKSEK LİSANS TEZİ

Tez Danışmanı : Prof. Sinan ÇAĞDAŞ (YTÜ)

Doç. Dr. Namık Kemal ÖZTORUN

Prof. Dr. Ercüment Kökçü

Prof. Sinan ÇAĞDAŞ



E. Kökçü

İSTANBUL, 2001

İÇİNDEKİLER

Sayfa

SİMGE LİSTESİ	v
KISALTMA LİSTESİ	vi
ŞEKİL LİSTESİ	vii
ÇİZELGE LİSTESİ	x
ÖNSÖZ	xi
ÖZET	xii
ABSTRACT	xiii
1. GİRİŞ	1
1.1 Bina Tanıtım Raporu	1
1.1.1 Yatay Taşıyıcılar	1
1.1.2 Düşey Taşıyıcılar	2
1.1.3 Kullanılması Düşünülen Malzeme	2
2. YÜK ANALİZLERİ	3
2.1 Sabit Yükler	3
2.2 Hareketli Yükler	4
2.3 Tasarım Deprem Karakteristikileri	4
3. KABULLER	5
3.1 Döşeme Kabulleri	5
3.2 Perde Kabulleri	6
3.3 Yük Aktarımları	9
4. KULLANILAN PROGRAMLARA DATA GİRİŞLERİ	10
4.1 İrfan Balıoğlu Programına Data Girişi	10
4.1.1 Düğümler	10
4.1.2 Plaklar	11
4.1.3 Levhalar	11
4.1.4 Çubuklar	12
4.1.5 Kolonlar	13
4.1.6 Perdeler	14
4.1.7 Yaylar	14
4.1.8 Verilerin Derlenmesi	14

4.1.9	Yük Verilerinin Girilmesi	15
4.1.10	Çözüm	12
4.2	Etabs 7.17 Programına Data Girişi	10
4.2.1	Aks Sistemi	20
4.2.2	Kat Bilgileri	20
4.2.3	Malzeme Bilgilerinin Tanımlanması	21
4.2.4	Kullanılacak Kesitlerin Tarif Edilmesi	22
4.2.5	Yük Bilgilerinin Girilmesi	23
4.2.6	Yük Kombinasyonlarının Tarif Edilmesi	25
4.2.7	Dinamik Hesaba Esas Kat Ağırlıklarının Belirlenmesi	25
4.2.8	Çubuk Elemanların Model Üzerinde Oluşturulması	26
4.2.9	Döşeme ve Perde Duvar Elemanlarının Model Üzerinde Oluşturulması	27
4.2.10	Döşeme Yüklerinin Verilmesi	28
4.2.11	Mesnet Şartları	29
4.2.12	Analiz Genel Özellikleri	29
4.2.13	Analiz	30
4.2.14	Analiz Sonuçlarının İrdelenmesi	30
4.3	SAP2000 V.11 Nonlinear Programına Data Girişi	31
4.3.1	Aks Sisteminin Girilmesi	32
4.3.2	Malzeme Bilgilerinin Tanımlanması	33
4.3.3	Kullanılacak Kesitlerin Tarif Edilmesi	33
4.3.4	Yük Bilgilerinin Girilmesi	35
4.3.5	Yük Kombinasyonlarının Tarif Edilmesi	36
4.3.6	Çubuk Elemanların Model Üzerinde Oluşturulması	37
4.3.7	Döşeme ve Perde Duvar Elemanlarının Model Üzerinde Oluşturulması	38
4.3.8	Döşeme Yüklerinin Verilmesi	39
4.3.9	Mesnet Şartları	40
4.3.10	Analiz Genel Özellikleri	40
4.3.11	Analiz	41
4.3.12	Analiz Sonuçlarının İrdelenmesi	41
4.4	Probina Orion V.11 Programına Data Girişi	43
4.4.1	Proje Parametreleri	43
4.4.2	Aksların Girilmesi	44
4.4.3	Kolonların Girilmesi	44
4.4.4	Perdelerin Girilmesi	45
4.4.5	Kirişlerin Girilmesi	46
4.4.6	Döşemelerin Girilmesi	46
4.4.7	Yük Bilgilerinin Girilmesi	47
4.4.7.1	Döşeme Yükleri	47
4.4.7.2	Kiriş Yükleri	48
4.4.8	Mesnet Elemanların Girilmesi	50
4.4.9	Kat Kopyalama, Kat Bilgileri Türetme İşlemleri	51
4.4.10	Analiz Öncesi Yapılması Gereken İşlemler	52
4.4.11	Analiz Aşaması	53
4.5	STA4CAD V.9 Programına Data Girişi	58
4.5.1	Yapı Genel Bilgileri	58
4.5.2	Kat Bilgileri	59

SİMGE LİSTESİ

E	X yönü deprem yükü	60
F	Y yönü deprem yükü	61
G	Sabit yük	65
I	Bina önem katsayısı	67
I	Çubuk elemanın başlangıç ucu	69
j	Çubuk elemanın son ucu	70
K	Yay katsayısı	71
M	Moment	73
m	Metre	74
m	Kütle	75
MPa	Megapascal	78
n	Hareketli yük katılım payı	82
N	Normal kuvvet	86
ν	Sönüm katsayısı	89
q	Hareketli yük	90
Q	Kesme kuvveti	94
R	Taşıyıcı sistem davranış katsayısı	95
t	Ton	96
T	Periyot	96
$T_A - T_B$	Spektrum karakteristik periyotları	1
ω	Açısal frekans	2
x	Deplasman	27
x'	Hız	35
x''	İvme	38
[K]	Sistem rijitlik matrisi	40
[M]	Kütle matrisi	41
[X]	Mod vektörleri matrisi	42

4.5.3	Aks Bilgi Giriş	60
4.5.4	Döşeme Bilgisi	61
4.5.5	Kiriş Bilgilerinin Girilmesi	63
4.5.6	Kiriş Dış Yükleri	65
4.5.7	Dikdörtgen ve Daire Kolon Bilgisi	65
4.5.8	Kolon Dış Yükleri	67
4.5.9	Poligon Kolon Bilgisi	67
4.5.10	Döşeme Şeritleri Bilgisi	69
4.5.11	Proje Opsiyonları	69
4.5.12	Beton ve Çelik Malzeme Bilgileri	70
4.5.13	Kat Kopyalama	71
4.5.14	Çözüm	71
5.	DEĞERLENDİRMELER	73
5.1	Dinamik Analiz Sonuçlarının İrdelenmesi	74
5.2	Kesit Tesirlerinin İrdelenmesi	78
5.2.1	Taban Kesme Kuvvetlerinin Karşılaştırılması	78
5.2.2	Taban Eğilme Momentlerinin Karşılaştırılması	82
5.2.3	Kesit Tesirlerinin Karşılaştırılması	86
5.2.3.1	Kolon Kesit Tesirlerinin Karşılaştırılması	86
5.2.3.2	Perdelerin Kesit Tesirlerinin Karşılaştırılması	89
5.2.3.3	Kirişlerin Kesit Tesirlerinin Karşılaştırılması	90
	KAYNAKLAR	94
	EKLER	95
	ÖZGEÇMİŞ	96
	EKLER (CİLT II)	1
Ek 1	Balıoğlu programı analiz sonuçları	2
Ek 2	SAP2000 V.6v11 Nonlinear programı analiz sonuçları	87
Ek 3	STA4CAD V.9 programı analiz sonuçları	238
Ek 4	Probina Orion V.11 programı analiz sonuçları	303
Ek 5	Etabs 7.17 programı analiz sonuçları	343
Ek 6	UBC97 hesap kabulleri	491

KISALTMA LİSTESİ

TDY97	Türkiye Deprem Yönetmeliği 1997 (Afet Bölgelerinde Yapılacak Yapılar Hakkında Yönetmelik 1997)	7
TS498	Türk Standardı No:498	8
TS500	Türk Standardı No:500	9
UBC97	Uniform Building Code 1997	11
Sekil 4.2	Kısa açıklıklı bir aralık	12
Sekil 4.3	Kısa açıklıklı bir aralık	12
Sekil 4.4	Kısa açıklıklı bir aralık	13
Sekil 4.5	Kısa açıklıklı bir aralık	13
Sekil 4.6	Kısa açıklıklı bir aralık	14
Sekil 4.7	Kısa açıklıklı bir aralık	20
Sekil 4.8	Kısa açıklıklı bir aralık	21
Sekil 4.9	Kısa açıklıklı bir aralık	21
Sekil 4.10	Kısa açıklıklı bir aralık	22
Sekil 4.11	Kısa açıklıklı bir aralık	23
Sekil 4.12	Kısa açıklıklı bir aralık	23
Sekil 4.13	Kısa açıklıklı bir aralık	24
Sekil 4.14	Kısa açıklıklı bir aralık	25
Sekil 4.15	Kısa açıklıklı bir aralık	26
Sekil 4.16	Kısa açıklıklı bir aralık	27
Sekil 4.17	Kısa açıklıklı bir aralık	28
Sekil 4.18	Kısa açıklıklı bir aralık	29
Sekil 4.19	Kısa açıklıklı bir aralık	29
Sekil 4.20	Kısa açıklıklı bir aralık	30
Sekil 4.21	Kısa açıklıklı bir aralık	31
Sekil 4.22	Kısa açıklıklı bir aralık	32
Sekil 4.23	Kısa açıklıklı bir aralık	33
Sekil 4.24	Kısa açıklıklı bir aralık	34
Sekil 4.25	Kısa açıklıklı bir aralık	35
Sekil 4.26	Kısa açıklıklı bir aralık	35
Sekil 4.27	Kısa açıklıklı bir aralık	36
Sekil 4.28	Kısa açıklıklı bir aralık	37
Sekil 4.29	Kısa açıklıklı bir aralık	38
Sekil 4.30	Kısa açıklıklı bir aralık	39

ŞEKİL LİSTESİ

Şekil 2.1	Modüler döşeme kesiti	3
Şekil 3.1	İrfan Balıoğlu programı perde modeli	7
Şekil 3.2	Perde rijitliği kontrolü	8
Şekil 3.3	Kırım çizgileri teoremi	9
Şekil 4.1	Plak elemanların CAD üzerinde tarifi	11
Şekil 4.2	Kesit tiplerinin bir kısmı	12
Şekil 4.3	Kirişlerin CAD ortamında tarif menüsü	12
Şekil 4.4	Kesit tiplerinin bir kısmı	13
Şekil 4.5	Kolonların CAD ortamında tarif menüsü	13
Şekil 4.6	Perdelerin CAD ortamında tarif menüsü	14
Şekil 4.7	Aks sisteminin Girilmesi	20
Şekil 4.8	Kat datasının oluşturulması	21
Şekil 4.9	Malzeme özellikleri menüsü	21
Şekil 4.10	Çubuk elemanlar kesit özellikleri menüsü	22
Şekil 4.11	Perde veya döşeme elemanlar kesit özellikleri menüsü	23
Şekil 4.12	Çubuk tiplerinin tarif edilmesi	23
Şekil 4.13	UBC 1997 Deprem şartnamesi tanımları	24
Şekil 4.14	Yük kombinasyonları menüsü	25
Şekil 4.15	Dinamik hesaba esas kütle çarpanlarının tarif	26
Şekil 4.16	Çubuk elemanlarının atanması	27
Şekil 4.17	Perde elemanlarının atanması	28
Şekil 4.18	Döşeme yükleri menüsü	29
Şekil 4.19	Analiz özellikleri genel menüsü ve dinamik analiz özellikleri menüsü	29
Şekil 4.20	Modelin üç boyutlu görüntüsü	30
Şekil 4.21	SAP2000 hazır model seçenekleri	32
Şekil 4.22	SAP2000'e excelde data hazırlanması	32
Şekil 4.23	Malzeme özellikleri datası	33
Şekil 4.24	Kolon – kiriş kesit tarifi	34
Şekil 4.25	Perde – döşeme kesit tarifi	35
Şekil 4.26	Yük bilgileri tarif menüsü	35
Şekil 4.27	Deprem yükleri bilgileri tarif menüsü	36
Şekil 4.28	Yük kombinasyonları menüsü	37
Şekil 4.29	Çubuk elemanların atanması	38
Şekil 4.30	Perde ve döşeme elemanların atanması	39

Şekil 4.31	Perde ve döşeme elemanların atanması	39
Şekil 4.32	Analiz özellikleri menüsü	40
Şekil 4.33	Yapının 3 boyutlu modeli	41
Şekil 4.34	Düğüm kütleleri menüsü	42
Şekil 4.35	Proje parametreleri menüsü	43
Şekil 4.36	Kolon elemanın girilmesi.....	45
Şekil 4.37	Perde elemanın girilmesi.....	45
Şekil 4.38	Kiriş elemanın girilmesi.....	46
Şekil 4.39	Döşeme elemanın girilmesi.....	47
Şekil 4.40	Döşeme yüklerinin girilmesi.....	48
Şekil 4.41	Kiriş düzeltme menüsü	49
Şekil 4.42	Kiriş yükleri çizimi	50
Şekil 4.43	Mesnet elemanı ve yönleri	51
Şekil 4.44	Kat türetme menüsü	52
Şekil 4.45	Modelin 3 boyutlu görünümü	53
Şekil 4.46	Analiz formu menüsü.....	54
Şekil 4.47	Bina modeli kontrolü menüsü	54
Şekil 4.48	Analiz verileri derleme işlemi.....	55
Şekil 4.49	Sonuç raporu	56
Şekil 4.50	Çerçeve deformasyon çizimleri	57
Şekil 4.51	Yapı genel bilgileri menüsü	58
Şekil 4.52	Kat bilgileri menüsü.....	59
Şekil 4.53	Aks yönü ve aks bilgi menüleri	60
Şekil 4.54	Eğik aks bilgisi.....	60
Şekil 4.55	Döşeme bilgi menüsü.....	61
Şekil 4.56	Plak kalınlığı, sabit yük, hareketli yük seçim menüsü.....	62
Şekil 4.57	İnteraktif döşeme tariflenmesi	62
Şekil 4.58	Döşeme kot farkı , Bo-Bt-d-t değerleri	63
Şekil 4.59	Kiriş bilgi menüsü.....	63
Şekil 4.60	Kiriş boyut ve yük menüsü	64
Şekil 4.61	Kirişin interaktif tarifi	64
Şekil 4.62	Kiriş ilave yük bilgi menüsü	65
Şekil 4.63	Kolon bilgi menüsü.....	66
Şekil 4.64	Kolon boyutları düzenleme menüsü	67
Şekil 4.65	Kolon ilave yük bilgi menüsü	67

Şekil 4.66	Poligon kolon bilgi menüsü	68
Şekil 4.67	Poligon kolon düzenleme menüsü	68
Şekil 4.68	Plak sürekliliği menüsü.....	69
Şekil 4.69	Proje analiz opsiyonları menüsü	70
Şekil 4.70	Deprem spektrum değerleri menüsü	70
Şekil 4.71	Yapı malzemesi menüsü	71
Şekil 4.72	Genel kat kopyalama menüsü	71
Şekil 4.73	Modelin 3 boyutlu görüntüsü.....	72
Şekil 5.1	Uzaysal çubuk elemanı	73
Şekil 5.2	Modal periyotların karşılaştırma grafiği	75
Şekil 5.3	Katlara göre kütle dağılım grafiği.....	77
Şekil 5.4	X yönü kolon kesme kuvvetleri grafiği	79
Şekil 5.5	Y yönü kolon kesme kuvvetleri grafiği	79
Şekil 5.6	X yönü perde kesme kuvvetleri grafiği.....	80
Şekil 5.7	Y yönü perde kesme kuvvetleri grafiği.....	80
Şekil 5.8	X yönü kolon-perde kesme kuvvetleri grafiği	81
Şekil 5.9	Y yönü kolon-perde kesme kuvvetleri grafiği	81
Şekil 5.10	X yönü kolon eğilme momentleri grafiği.....	83
Şekil 5.11	Y yönü kolon eğilme momentleri grafiği.....	83
Şekil 5.12	X yönü perde eğilme momentleri grafiği.....	84
Şekil 5.13	Y yönü perde eğilme momentleri grafiği.....	84
Şekil 5.14	X yönü kolon-perde eğilme momentleri grafiği	85
Şekil 5.15	Y yönü kolon-perde eğilme momentleri grafiği	85
Şekil 5.16	S21 kolonu katlara göre eksenel yük dağılım grafiği	87
Şekil 5.17	Perdelerin katlara göre eksenel yük dağılım grafiği	89
Şekil 5.18	K124 kirişi başlangıç ucu moment değerleri grafiği.....	90
Şekil 5.19	K124 kirişi son ucu moment değerleri grafiği	91

ÇİZELGE LİSTESİ

Çizelge 5.1	Mod periyotları	75
Çizelge 5.2	Kat kütleleri	76
Çizelge 5.3	Temel üstü kolon kesme kuvvetleri toplamı	78
Çizelge 5.4	Temel üstü perde kesme kuvvetleri toplamı	80
Çizelge 5.5	Temel üstü kolon-perde kesme kuvvetleri toplamı.....	81
Çizelge 5.6	Temel üstü kolon eğilme momentleri toplamı	82
Çizelge 5.7	Temel üstü perde eğilme momentleri toplamı	84
Çizelge 5.8	Temel üstü kolon-perde eğilme momentleri toplamı.....	85
Çizelge 5.9	S24 kolonu I. kat kesit tesirleri	86
Çizelge 5.10	S21 kolonu I. kat kesit tesirleri	87
Çizelge 5.11	S37 kolonu I. kat kesit tesirleri	88
Çizelge 5.12	Perdelerin I. kat kesit tesirleri	89
Çizelge 5.13	K124 kirişinin I. kat kesit tesirleri	90
Çizelge 5.14	K137 kirişinin I. kat kesit tesirleri	91
Çizelge 5.13	K146 kirişinin I. kat kesit tesirleri	92

ÖNSÖZ

Bilgisayar programlarıyla analizin, maalesef, mühendislik görevlerini oldukça hafiflettiği düşünülmektedir. Oysa analizin etkili bir şekilde uygulanması, önemli ölçüde deneyim gerektirmektedir. Analizin en zor aşaması yapının davranışını en uygun şekilde belirten bir model oluşturmaktır. Her zaman sonuna kadar desteklediğim bir sözü burada da ifade etmek gerektiğine inanıyorum. "Hiç bir bilgisayar programı tecrübeli bir mühendisin sağ duyusunun yerini alamaz."

Ülkemizde, yıllardır, proje üreten mühendislerin ortak sıkıntısı yaptıkları işe gereken değerin verilmemesidir. Ancak olmasını hiç birimizin arzulamadığı doğal afetlerle karşılaşıldığında projenin gerekliliği düşünülmektedir. *Deprem* kimseyi öldürmez, insanların ölmesinin tek nedeni mühendislik hizmeti görmemiş yapılardır. Dolayısıyla asıl sorumlular öğrenim olgusuna değer ve önem vermeyen insanlardır.

Öğrenim insanın doğumuyla başlayıp ölümüne dek yol alan bir süreçtir. Bu süreçte başarı, insanın istemesinin yanı sıra çevresinden göreceği desteğe de bağlıdır. Desteklerini hiç bir zaman esirgemeyen değerli aileme ve eşime sonsuz teşekkür ederim.

Mühendislik kariyerimde önemli rol oynayan, yalnızca bu çalışmada değil her problemimin aşılmasında maddi ve manevi yardımlarını sürekli hissettirdiği samimiyetiyle pekiştiren meslektaş ağabeyim Sn. Melih BULGUR'a, deneyimlerine ve desteğine inşaat konusuyla ilgilenen herkesin muhtaç olduğuna inandığım Sn. İrfan BALIOĞLU'na, gerçek dostluğun en güzel göstergesinin yardımlaşma olduğunu hissettiren meslektaşlarım Sn. Metin ERDOĞAN ve Sn. Tuncay GÜN'e, çalışmam süresince hem bürolarını hem ekipmanlarını hem de engin tecrübelerini esirgemeyen Sn. Turgut ALTINSOY ve Sn. Fikret BERKER'e, lisans dönemimin son yılında beni yüksek lisans yapmaya ikna eden ve her zaman yanımda olduklarına inandığım okulumuz öğretim üyelerinden Yrd. Doç. Dr. Zafer KÜTÜĞ, Dr. Ayşe KOÇAK ve Prof. Dr. Faruk YÜKSELER'e ve son olarak bu çalışmanın mimarı, danışmanım, Prof. Sinan ÇAĞDAŞ'a teşekkürü borç bilirim.

ÖZET

Bu çalışmada, yüksek yapıların projelendirilmesinde ülkemizde sıklıkla kullanılan bilgisayar programlarından İrfan Balıoğlu Yapı Analiz, SAP2000 V.6.11 Nonlinear, STA4CAD V.9, Probrina Orion V.11 ve Etabs 7.17 programları ile aynı bir bina modeli üzerinde üç boyutlu statik ve dinamik analizleri yapılmış ve sonuçlar karşılaştırılmıştır. Bina modeli, Bölüm 1’de “Bina Tanıtım Raporu” adı altında tanımlanmıştır.

Çözümde kullanılan bazı programlar kendi bünyelerinde kullanılan eleman özelliklerine göre yük analizlerini verdiği halde hepsinde aynı veri girişini sağlamak amacıyla Bölüm 2’de yapıya ait Yük Analizleri hesaplanmış, tasarım deprem karakteristikleri belirlenmiş ve analiz aşamasında her program için aynı yüklerin kullanılması sağlanmıştır.

Ayrıca modelin tüm programlarda benzer özellikleri göstermesi amacıyla programların kullanılmasından kaynaklanan çeşitli kabuller yapılması gerekmektedir. Bölüm 3’te bu kabullerin yanı sıra, eleman tanımlarında programların kendi bünyelerinde yapmış olduğu kabuller bulunmaktadır. Sözü edilen tüm kabuller, sonuçların farklı çıkmasının birer nedenini teşkil etmektedir.

Bölüm 4’de ise her program için data hazırlanması, çözüm aşaması ve yapılması gereken model kontrolleri ayrıntılı olarak anlatılmıştır.

Bu bilgiler ışığında çözümler tamamlanmış ve Bölüm 5’te karşılaştırmalı olarak sonuçlar değerlendirilmiştir. Değerlendirmede öncelikle dinamik analizden elde edilen sayısal sonuçlar, daha sonra da kesit tesirleri karşılaştırılmıştır. Mukayeselerin daha iyi anlaşılabilmesi amacıyla sonuçlar tablo olarak verildiği gibi çeşitli grafiklerle de gösterilmiştir.

Tüm programların hesap çıktıları ve sistem planları Ekler’de verilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Yapı analiz programları, yüksek yapılar, dinamik analiz, kesit tesirleri, yapı yönetmelikleri.

ABSTRACT

In this study, the static and dynamic analysis of a high-rise concrete building has been performed by computer programs, widely used in Turkiye and results have been compared. These computer programs are Structural Analysis Program by İrfan Balıoğlu, SAP2000 V.6.11 Nonlinear, STA4CAD V.9, Probrina Orion V.11, Etabs 7.17. Building is modeled and reported in Chapter 1.

Although some of those computer programs give load analysis with respect to their defined element codes, in Chapter 2, structural load analysis has been calculated and used in all above mentioned programs to enter unified data. Additionally, in this chapter, earthquake design parameters has been defined so that same parameters can be used in all different computer programs.

Furthermore, some assumptions must be taken into account since the model of the structure display similar responses for all computer programs. In Chapter 3, both those assumptions and defined assumption codes of each computer programs have been presented. All of those assumptions are reason why analysis results differ from each other.

In Chapter 4, it is explained how to set up input data and how to solve problem, and which of the model controls must be checked.

After structural analysis has been completed for all above mentioned computer programs, their results have been presented comparatively and evaluated in Chapter 5. In evaluation the results obtained from dynamical analysis, firstly, has been taken into account, then axial force, shear force and bending moment diagrams has been compared to each other. The results of those comparisons have been presented both tabulated and graphics.

All the outputs and system plans are given in Appendix.

Key words: Structural analysis programs, high-rise building, dynamic analysis, inner forces and moments, structural codes.

1. GİRİŞ

Çok katlı betonarme binaların projelendirilmesi için kullanılan bir çok program mevcuttur. Bu çalışmada ülkemizde kullanılan İrfan Balıoğlu programı, SAP2000 V.6.11 Nonlinear, STA4CAD V.9, Probina Orion V.11, Etabs 7.17 programları ile "Bina Tanıtım Raporu"nda tarif edilen modelin üç boyutlu statik ve dinamik analizi yapılmıştır.

Bu konuyla ilgili olarak programların bir kısmı, tanıtım ve kullanma klavuzlarında geçerliliği dünyaca kabul edilen başka programlarla çözümler sunarak kendi çözümlerinin doğruluğunu ifade etmeye çalışmaktadırlar. Ancak sundukları mukayeselerde kullanılan modellerin tamamı çerçeve veya bir iki katlı, sadece çubuk sistemlerden ibarettir. Dolayısıyla bizim çalışmamızda seçilen model onlardan farklı olarak hem yüksek yapı sınıfına girmekte hem de model sadece çubuk elemanlardan değil, çubuk ve levha elemanların birlikte kullanıldığı bir sistemden oluşmaktadır.

Bu çalışmada amaç sözü edilen programların, yüksek nitelikli yapıların projelendirilmesinde elde edilen dinamik ve statik analiz sonuçlarının bir birlerine yakınlığını veya uzaklığını ifade edebilmektir.

1.1 Bina Tanıtım Raporu

Bu bölümde statik hesaplamaları ülkemiz proje piyasasında yoğunlukla kullanılmakta olan farklı programlarla çözülecek modelimizin statik izah raporu sunulmaktadır. Daha ileriki bölümlerde detaylı olarak da bahsedileceği üzere her programa modeli doğru tanımlayabilmek için programın özelliklerine, kullanım kolaylıklarına bağlı olarak çeşitli kabuller yapılmıştır. Ancak modelin taşıyıcı sistemi ana hatlarıyla aşağıda açıklanan tarzda teşkil edilmiştir.

Yapı, yirmiiç normal, bir tesisat, bir teras ve bir de çatı katı olmak üzere toplam yirmialtı betonarme tabliyeden ibarettir. Genel olarak yapı plan üzerinde sistem planlarından da anlaşılacağı üzere x yönünde 6.60, 6.24, 6.24, 6.24, 6.60 m. aralıklı y yönünde ise 4.35, 6.20, 4.55, 4.55, 6.20, 4.35 m. aralıklı aks sisteminden oluşturulmuştur.

1.1.1 Yatay Taşıyıcılar

Yukarıda tariflenen aks sisteminin yanı sıra model yatay taşıyıcıları, x ve y istikametlerinde 1.04 m.'lik aks sistemli waffle kaset döşemeler ve bu kaset döşemelerin oturduğu çeşitli ebatlarda 40 cm. yükseklikli yassı kirişlerden oluşmaktadır. Bina ortasında yer alan çekirdek perdelerin arasında ise bağ kiriş vazifesi gören 20/50 ebatlarında kirişler teşkil edilmiştir.

Mimari projenin de izin verdiği bazı kritik noktalarda ise kaset kirişlerin oturduğu kiriş yükseklikleri 75, 95 cm. mertebelerine kadar ulaşmaktadır. Bina çekirdeği içerisinde ise 15 cm. yükseklikli döşemeler teşkil edilmiştir.

1.1.2 Düşey Taşıyıcılar

Düşey taşıyıcılar yukarıda belirtilen aks sisteminde, cephelerde üst katlarda 30/130 ve 70/80 cm. ebatlarından başlayıp alt katlarda 40/130 ve 90/80 cm. ebatlarına ulaşan kolonlardan ve asansör ile merdiven etrafında bulunan 30 cm. kalınlıklı perdelerin oluşturduğu bir tüp sistem ile teşkil edilmiştir.

1.1.3 Kullanılması Düşünülen Malzeme

Gerek binanın kat adedinin gerekse açıklıkların fazla olması sebebiyle yapıda kullanılması düşünülen betonarme betonu BS35 ve betonarme çeliği BÇIII'tür.

2. YÜK ANALİZLERİ

2.1 Sabit Yükler

Çatı katı d:15 cm. döşeme yükü :

$$\text{Çakıl + İzolasyon + Koruma betonu} : 0.100 * 2.000 = 0.200 \text{ t/m}^2.$$

$$\text{Betonarme Plak} : 0.150 * 2.500 = 0.375 \text{ t/m}^2.$$

$$\text{Asma tavan} : 0.020 * 2.200 = \underline{0.044 \text{ t/m}^2}.$$

$$g = 0.620 \text{ t/m}^2.$$

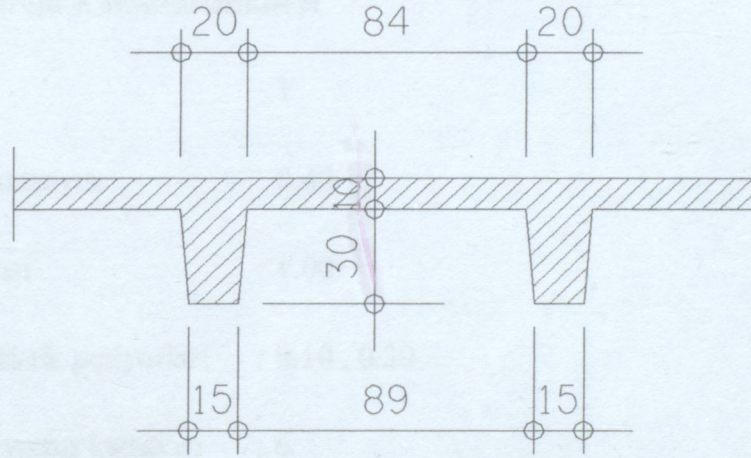
Normal katlar d:15 cm. döşeme yükü :

$$\text{Kaplama + Şap} : 0.080 * 2.200 = 0.176 \text{ t/m}^2.$$

$$\text{Betonarme Plak} : 0.150 * 2.500 = 0.375 \text{ t/m}^2.$$

$$\text{Asma tavan} : 0.020 * 2.200 = \underline{0.044 \text{ t/m}^2}.$$

$$g = 0.600 \text{ t/m}^2.$$



Şekil 2.1 Modüler döşeme kesiti

Teras kat kaset döşeme yükü :

$$\text{Dolu beton} : 1.040 * 1.040 * 0.40 * 2.500 = 1.086 \text{ t/modül}$$

$$\text{Boşluk} : 0.865 * 0.865 * 0.30 * 2.500 = \underline{-0.561 \text{ t/modül}}$$

$$\text{Döşeme ; g} = 0.521 \text{ t/modül} = 0.481 \text{ t/m}^2.$$

$$\text{Çakıl} : 0.030 * 1.800 = 0.054 \text{ t/m}^2.$$

$$\text{Eğim betonu + izolasyon} : 0.070 * 2.000 = 0.140 \text{ t/m}^2.$$

$$\text{Asma Tavan} : 0.020 * 2.200 = \underline{0.044 \text{ t/m}^2}.$$

$$g = 0.730 \text{ t/m}^2.$$

Normal katlar kaset döşeme yükü :

Dolu beton : $1.040 * 1.040 * 0.40 * 2.500 = 1.086 \text{ t/modül}$

Boşluk : $0.865 * 0.865 * 0.30 * 2.500 = -0.561 \text{ t/modül}$

Döşeme ; g = $0.521 \text{ t/modül} = 0.481 \text{ t/m}^2$.

Asma Tavan : $0.020 * 2.200 = 0.044 \text{ t/m}^2$.

g = 0.640 t/m^2 .

2.2 Hareketli Yükler

Çatı katı : $q = 0.150 \text{ t/m}^2$

Teras kat : $q = 0.500 \text{ t/m}^2$

Tesisat katı : $q = 0.750 \text{ t/m}^2$

Normal katlar : $q = 0.350 \text{ t/m}^2$

Merdivenler : $q = 0.500 \text{ t/m}^2$ (TSE,2000)

2.3 Tasarım Deprem Karakteristikileri

Deprem bölgesi : 1

Etkin yer ivmesi katsayısı : 0.40

Bina önem katsayısı : 1.00

Spektrum karakteristik periyotları : 0.10 , 0.30

Taşıyıcı sistem davranış katsayısı : 6

Hareketli yük katılım payı : 0.30

Spektrum : $2.5 * (T_b/T)^{0.8}$ (İmar ve İskan Bakanlığı,1997)

3. KABULLER

Modeli tanımlama aşamasında her programın farklı kabuller yapmasının yanı sıra kullanılan programların işleyişine, data girmeyi kolaylaştırmaya yönelik çeşitli kabuller yapılmaktadır. Bu kabuller mutlaka sonuçları etkilemektedir. Bu tezin konusu eğer programların sonuçlarını bir birlerine göre mukayese etmekse, yapılan kabullerin mümkün olduğu kadar her programda bir birine yakın olması gerekmektedir. Kullanıcı tarafından yapılması gereken kabuller bu bağlamda düşünülmüştür ancak programların bir kısmının bazı özellikleri desteklememesi, özellikle eleman kabulleri, diyafram kabulleri ve destekledikleri çözüm yöntemi nedenleriyle çeşitli farklı yaklaşımlar gereksinimi ortaya çıkmaktadır.

3.1 Döşeme Kabulleri

Yukarıda bahsedilen kabullerin en önemlisi ve kapsamlısı döşeme elemanlarda yapılması gerekli olan kabullerdir. Döşeme elemanları, yük aktarımları, giriş tabla hesapları dolayısıyla eleman rijitlikleri ve katların sonsuz rijit kabulü yani kat diyaframları hususlarında önemli rol oynamaktadır. Bu yüzden programların müsaade ettiği noktalarda bir birlerine en yakın kabuller yapılmaya çalışılmıştır.

Statik ve dinamik analiz yapmak üzere kullandığımız programlardan STA4CAD ve Probina Orion V.11 programları bu konuda kullanıcıya çok fazla şans tanımamaktadırlar. STA4CAD programında döşeme eleman tipi olarak modelde kullanılan kaset döşeme tipini seçmek, akslarını ve kalınlığını girmek mümkündür. Bu girilen değerler ışığında tablalar, eleman rijitlikleri, diyafram tanımı programın içsel kabullerine göre yapılmaktadır ancak kullanıcının bunlara müdahale şansı bulunmamaktadır.

Probina Orion V.11 programı ise böyle bir döşeme tarifini kapsamamaktadır. Bu programa girilebilen döşeme tipleri, giriş-plak veya tek yönlü nervürlü döşeme sistemleridir. Program yalnız bu iki döşeme tipine göre eleman rijitliklerini belirleyebilir ve yük aktarımını yapabilir. Bu durumdan dolayı, Probina Orion V.11 programına, modelde bulunan kaset döşemeler yerine tabla boyutlarını dolayısıyla eleman rijitliklerini gerçeğe en yakın hesaplabilmek ve ilgili kattaki sonsuz rijitliği tarif edebilmek üzere $d=10$ cm. kalınlıklı giriş-plak döşemeler tarif edilerek çözüm yaptırılmıştır. Bu sayede döşemeler üzerine yazılan yükler de ilgili girişlere ve perdelere doğru olarak aktarılabilir. Bu sayede döşemeler üzerine yazılan yükler de ilgili girişlere ve perdelere doğru olarak aktarılabilir.

Etabs ve SAP2000 programlarında da bu döşemeyi tarif edebilmek üzere kabuller yapılması gereklidir. Ancak bu programlar kullanıcıya daha fazla müdahale şansı tanıdığından istenirse tabla boyları elle hesaplanıp kullanılan elemanlara tablalı kesit girebilmek mümkündür.

Ayrıca yük aktarım işleri de elle hesaplanıp her türlü yük tipi her tip eleman üzerine yazılabilir ve döşeme tanımlanmadığı halde her kat için diyafram tanımlanıp katların sonsuz rijitliği sağlanmış olacaktır. Aslında bu özellikler de kullanıcıya ciddi külfetler yüklemektedir ve elle hesabın boyutlarının büyük olması yapılabilecek hataları da gündeme getirecektir. İstenirse diğer programlarda yapıldığı gibi $d=10$ cm. kalınlıklı plak döşeme elemanı tanımlanabilir ve yük aktarımı, bu döşemeye yazılacak yükün sonlu elemanlar yöntemiyle dağıtılmasıyla çözümlenebilir.

Bu hususlar göz önünde bulundurulduğunda çözümlere başka bir boyut gelmektedir. Bu yüzden SAP2000 programına veri girişinde yukarıda sözü edilen sistem kullanılmıştır. Yani hiç döşeme tanımlanmamış, kirişlerin tabla boyutları da hesaplanarak kesitleri girilmiş ve yükler kırım çizgileri teorisine dayanarak elle hesaplanarak ilgili elemanların üzerine yazılmıştır.

Etabs programında ise yukarıda bahsedildiği gibi döşemeler tanımlanmadan bir çözüm yapılmıştır ve bu kabullerin de sonuçlarının karşılaştırılabilmesi amacıyla $d=10$ cm. kalınlıklı bir döşeme elemanı tanımlanıp ayrı bir hesap daha yapılmıştır. Bu durumda Etabs programı ile farklı iki çözüm yapılmıştır. Bu çözümlerden sonuçlar bölümünde detaylı olarak da bahsedilecektir.

İrfan Balıoğlu programı da plak sistemler hariç döşeme sistemlerini kapsamamaktadır. Hatta program yazarı ve kullanıcıları plak döşemeleri de radye temeller haricinde kullanmadıklarını ifade etmektedirler. Bu yüzden kiriş kesitleri girilirken tabla boyutları kullanıcı tarafından hesaplanıp programa girilmektedir. Ayrıca daha ileride programa veri girişi safhasında da anlatılacağı üzere çözüm aşamasında katların sonsuz rijit olduğu programa ifade edilir ve çözüm bu yolla yaptırılır. Bir başka program sayesinde, döşemelerden gelen yükler de kat datasına tamamen kullanıcının kontrolünde ve müdahalesine müsade edilerek yazılmaktadır.

Döşeme eleman tariflerinde yukarıda bahsi geçen kabuller yapılmıştır. Her programda bire bir aynı kabulü yapmak mümkün olmadığından dolayı amaç bir birine en yakın neticeleri verebilecek, en yakın davranışı modelize edebilmektir.

3.2 Perde Kabulleri

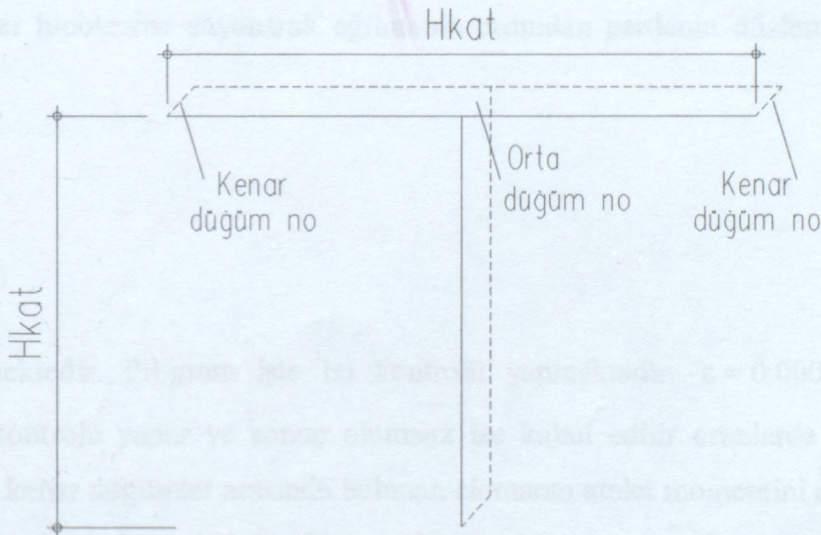
Perde elemanlarda da her programın özelliğine göre farklılık gösteren kabuller yapmak gerekmektedir. Ancak kullanıcı kabullerinden ziyade bu noktada kullanılan programların içerdikleri perde modelleri ve çözüm sistemleri önemli rol oynamaktadır.

Etabs ve SAP2000 programlarında perdeyi “shell” eleman olarak tanımlamak gereklidir. Bu iki programda sonlu elemanlar metodunu kullanır. Bu metoda göre de girilen perde elemanın bölünmesi gerekmektedir.

Etabs’in bu bölme işlemini kullanıcıya müdahale etmeye gereksinim bırakmadan yaptığı belirtilmektedir. Bu yüzden perde eleman kullanılan modellerde “shell” tarif edilir ve kullanıcı başka bir işlem yapmaz.

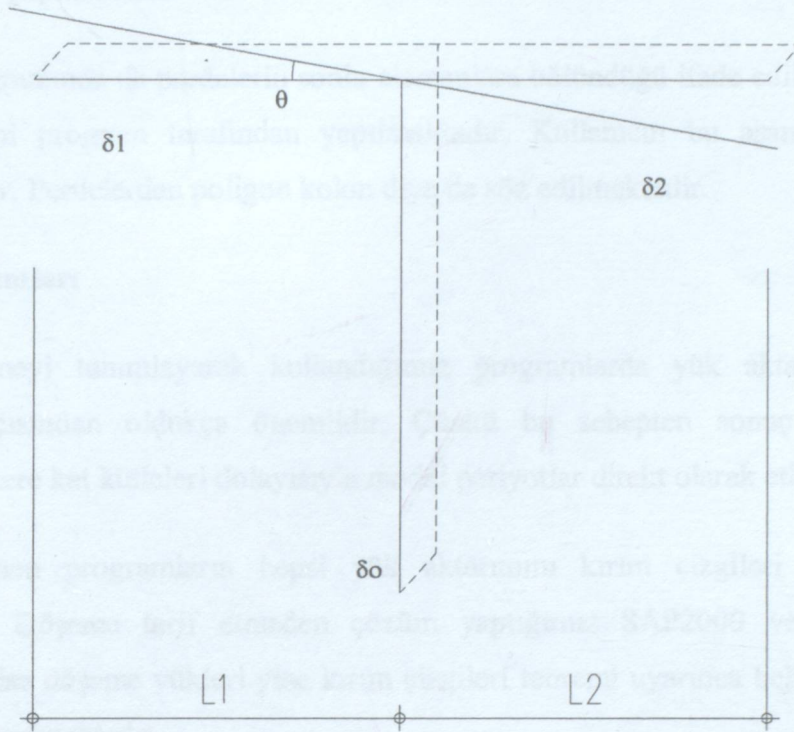
Ancak SAP2000 programında ise bu durum farklıdır. Kullanıcı perdenin yerini ve kesitini tarifledikten sonra perdeyi sonlu elemanlara uyacak şekilde parçalamalıdır. Bu bölme işlemi ise dolayısıyla yük aktarımını etkilemektedir.

İrfan Baloğlu programında ise durum biraz daha farklıdır. İstenirse perde elemanlar “levha” olarak tanımlanabilir ve sonlu elemalar mantığıyla Etabs ile SAP2000’de olduğu gibi bölünebilir. Ancak bizim modelimizde Sayın İrfan Baloğlu’nun tavsiyesi üzerine, çoğunlukla kullanılan bir perde eleman kabulüyle işlem yapılmıştır. Bu kabule göre plan üzerinde perdeler yaklaşık kat yüksekliği boyunca parçalanırlar. Her bir parçaya üç farklı düğüm numarası verilir. Bu düğüm numaralarından sağ ve sol uçlarda olanlar yataydaki, ortada olan ise düşeyde kabul edilen elemanı ifade etmektedir.



Şekil 3.1 İrfan Baloğlu programı perde modeli

Perde elemanlar bu şekilde oluşturulmasının ardından çözüm aşamasında programın kendi içerisinde yapmış olduğu bir kontrol söz konusudur. Bu kontrolde perde elemanların rijitlikleri ile ilgili olup Bernoulli-Navier hipotezine dayanmaktadır. Bu hipoteze göre, dik kesitler eğilmeden ve yer değiştirmeden sonra da düzlem kalırlar. (İnan,1988)



Şekil 3.2 Perde rijitliği kontrolü

Bernoulli-Navier hipotezine dayanarak eğilmenin ardından perdenin düzlem kalacağı kabul edilirse ;

$$\delta_1 = \delta_0 + \theta * L_1 \quad (3.1)$$

$$\delta_2 = \delta_0 - \theta * L_2 \quad (3.2)$$

olması gerekmektedir. Program işte bu kontrolü yapmaktadır. $\epsilon = 0,0001$ 'lik bir kabul aralığında bu kontrolü yapar ve sonuç olumsuz ise kabul edilir oranlarda perde rijitliğini arttırmak üzere kenar düğümler arasında bulunan elemanın atalet momentini artırır. Bu kabul ile ilgili bir çok yabancı kaynakta örnekler söz konusudur.

Ayrıca aynı perde modelinin program yazarı tarafından defalarca hem levha hem de T eleman olarak tanımlandığı ve sonuçlar karşılaştırıldığı ifade edilmektedir. Bu sonuçlara göre de perdeyi T olarak kabul edip işlem yapmak sonlu elemana ayırıp işlem yapmakla hemen hemen aynı neticeleri vermektedir.

Probina Orion V.11 programı perdeleri kat yüksekliği boyunca rijit kiriş kabul edip, hesaplamaları bu yöntemle yapmaktadır. Ancak elemanların rijitlik matrislerinin oluşturulmasında ise kirişlere değil perdelerle benzetildiği ifade edilmektedir. Kullanıcının perde ile ilgili herhangi bir kabul yapması söz konusu değildir. Çalışma tarzına göre program gerekli kabulleri yapmaktadır.

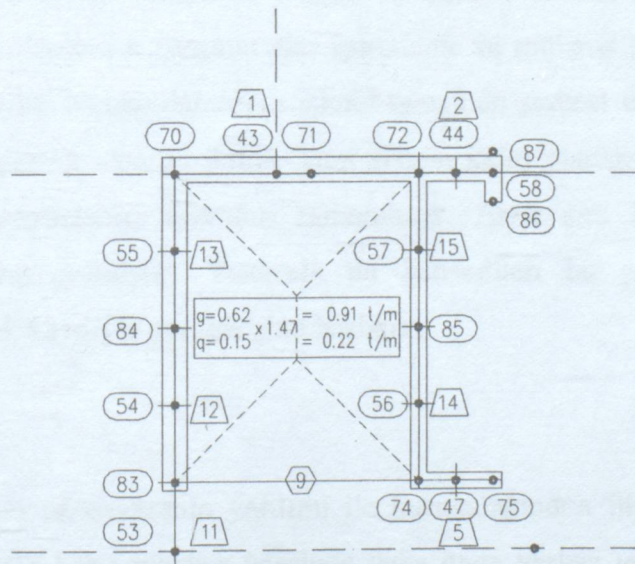
STA4CAD programında da perdelerin sonlu elemanlara bölüdüğü ifade edilmektedir. Ancak bu bölme işlemi program tarafından yapılmaktadır. Kullanıcının bu aşamada müdahalesi mümkün değildir. Perdelerden poligon kolon diye de söz edilmektedir.

3.3 Yük Aktarımları

Özellikle döşemeyi tanımlayarak kullandığımız programlarda yük aktarımı kabulü de karşılaştırma açısından oldukça önemlidir. Çünkü bu sebepten sonuç bölümünde de bahsedileceği üzere kat kütleleri dolayısıyla modal periyotlar direkt olarak etkilenmektedir.

Döşeme tariflenen programların hepsi yük aktarımını kırım çizgileri teoremine göre yapmaktadırlar. Döşeme tarif etmeden çözüm yaptığımız SAP2000 ve İrfan Balıoğlu programlarında ise döşeme yükleri yine kırım çizgileri teoremi uyarınca belirlenip ilgili kiriş ve perdelerle aktarılmaktadır.

Etabs programında, doğru yük aktarımını sağlayabilmek için "plate" eleman olarak tarif edilen döşemelerin uygun sonlu elemanlara parçalanması gerekmektedir. Bu uygulama ise tamamen kullanıcının inisiyatifine kalmıştır. Ancak doğru modelleme yapılmadığında yük aktarımlarında problem olacaktır.



Şekil 3.3 Kırım çizgileri teoremi

4. KULLANILAN PROGRAMLARA DATA GİRİŞLERİ

4.1 İrfan Baloğlu Programına Data Girişi

Program Windows platformunda matris deplasman metodları yardımı ile üç boyutlu statik ve dinamik analiz yapmaktadır. Programın ana mantığı tüm yapının düğüm koordinatları yardımıyla modellenmesidir. Modellemede kullanılan yöntemler ve parametreler aşağıda açıklanmıştır. Modellemede kullanılan ve programa matrisler yardımıyla aktarılan parametreler sırasıyla şunlardır;

- Düğümler
- Plaklar
- Levhalar
- Çubuklar
- Kolonlar
- Perdeler
- Yaylar.

Projelendirilecek olan binanın modellenmesine, tecrübeli bir mühendisin ve tecrübeli bir desinatörün birlikte çalışmaları sonucu yapıyı oluşturacak sistem kalıp planlarının çizilmesi ile başlanır. Bu aşama yapının sağlığı ve çözüm esnasında minimum problemle karşılaşılması açısından oldukça önemlidir. AutoCad ortamında çizilen sistem kalıp planları üzerinde programa giriş için kullanılacak parametreler işaretlenir ve mühendisin kolay anlayacağı bir biçimde numaralandırılır. Numaralandırma işlemi tamamen serbest olup mühendis programı kullandıkça kendisi için en idealini bulur. Tüm sistem kalıp planlarında, bir birlerinden de faydalanılarak, numaralandırma işlemleri tamamlanır. Artık sıra bu bilgilerin bilgisayar ortamına aktarılmasına gelmiştir. Yukarıda da bahsedilen bu parametreler ilk olarak düğümlerden başlamak kaydıyla veri girişine başlanır.

4.1.1 Düğümler

Tüm matris sistemi bu parametrenin yardımı ile kurulacağından ilk tanımlanması gereken veriler bunlardır. Sistem kalıp planları üzerinde daha önce yerleri ve numaraları belirlenen, Cad programı ve bu iş için Cad üzerine yazılmış programcıklar yardımıyla yarı interaktif

olarak girilir. Ekranı bilgi girişi sırasında program tüm bilgileri bir dosyaya yazar. Bu dosya aynı zamanda daha sonra oluşturacağımız ilgili kata ait data dosyasının bir parçasıdır. Tüm düğüm bilgileri bu şekilde girilir. Herhangi bir aşamada hata yapıldığı hissedilirse o kısımla ilgili bilgiler yeniden girilebilir ya da revize edilebilir.değişik katların düğüm bilgileri arasında benzerlik varsa veya aynı ise bundan faydalanılır. Bundan sonra tanımlanması ve numaralandırılması yapılacak parametrelerin sırası önemli değildir. Ancak burada anlatmaya alışılan sıra ile devam edilecektir.

4.1.2. Plaklar

Programda kullanılan plak elemanlar yatay düzlemde oluşturulan sonlu elemanlardan ibarettir. Plak elemanını matrise ifade edebilmemiz en az dört düğüm noktası ve bir kalınlık ile mümkündür. Eğer modelimizde plak kullanımı söz konusu ise tüm plaklar yukarıda açıklanan biçimde, CAD ortamında interaktif olarak girilebileceği gibi bunu hızlandırmak maksatlı otomatik programlar da geliştirilmiş olup bunlardan da faydalanılabilir.

378	379	380	381	382	383	384
391	392	393	394	395	396	397
345	350	351	352	353	354	355
361	362	363	364	365	366	367
320	321	322	323	324	325	326
331	332	333	334	335	336	337
291	292	293	294	295	296	297
301	302	303	304	305	306	307
262	263	264	265	266	267	268
271	272	273	274	275	276	277

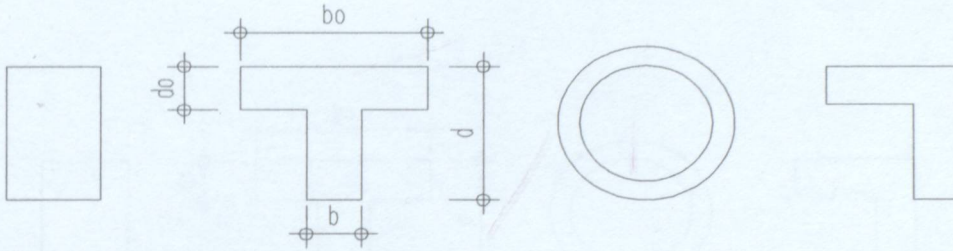
şekil 4.1 Plak elemanların CAD üzerinde tarifi

4.1.3 Levhalar

Programda kullanılan levha elemanlar düşey düzlemde oluşturulan sonlu elemanlardan ibarettir. Levha elemanını matrise ifade edebilmemiz en az dört düğüm noktası ve bir kalınlık ile mümkündür. Eğer modelimizde levha kullanımı söz konusu ise tüm levhalar CAD ortamında interaktif olarak tanımlanabileceği gibi bunu daha hızlı yapmak için otomatik programlar da geliştirilmiştir.

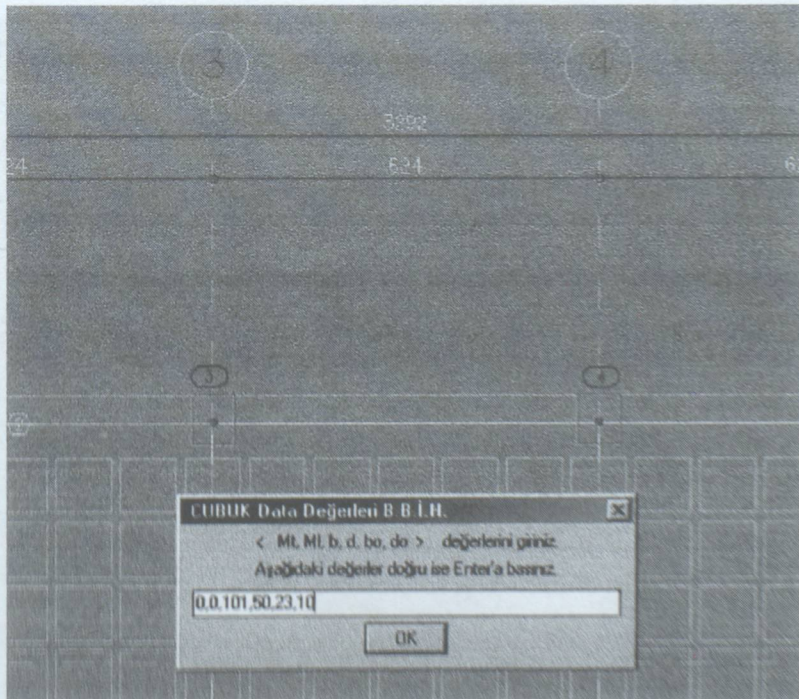
4.1.4 Çubuklar

Programda kullanılan çubuk elemanlar iki düğüm arasında tariflenen prizmatik elemanlardır. Programın yardımıyla aşağıdaki tarzda tertiplenmiş tüm prizmatik elemanlar modellenebilmektedir. Bu tarzda tertiplenmeyenler eğilme ve burulma statik tesirleri dışarıdan girilerek de çözüm yapılabilir ancak betonarme hesabı yapılamaz. Aynı data formatı içerisinde modellenebilen kesit tipleri ;



Şekil 4.2 Kesit tiplerinin bir kısmı

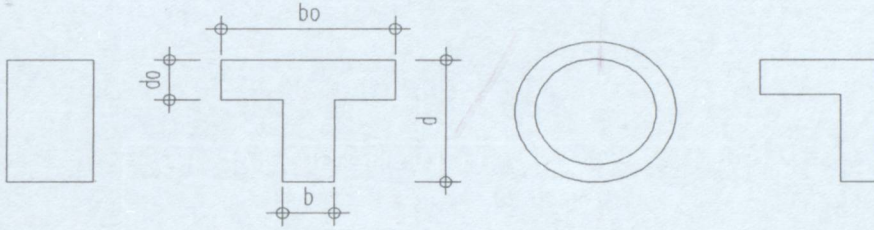
Çubuk elemanlarda eleman uç özellikleri, rijit bölgeler ve plastik mafsallaşma modelleme esnasında dikkate alınabilir.



Şekil 4.3 Kirişlerin CAD ortamında tarif menüsü.

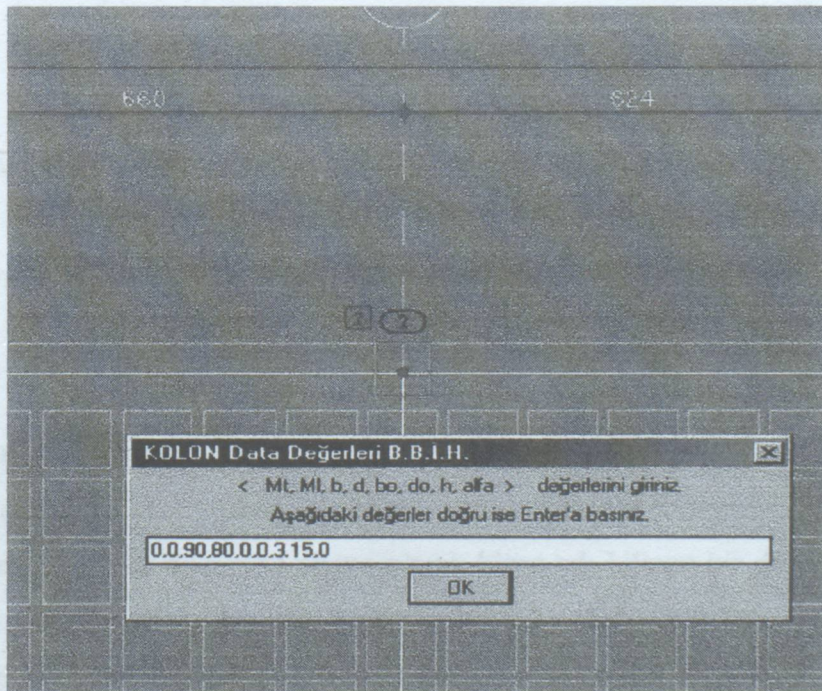
4.1.5 Kolonlar

Programda kullanılan çubuk elemanlar iki düğüm arasında tariflenen prizmatik elemanlardır. Çubuk elemanları ile aynı özellikleri taşımaktadırlar. Program yardımıyla aşağıdaki tarzda tertiplenmiş tüm prizmatik elemanlar modellenebilmektedir. Bu tarzda tertiplenmeyenler için eğilme ve burulma statik tesirleri dışarıdan girilerek de çözüm yapılabilir ancak betonarme hesabı yapılamaz. Çubuk elemanlar ile ayrı modellenmesinin nedeni eğilme etkisi altındaki elemanlarla, eğilme ve normal kuvvet etkisi altındaki elemanların betonarme hesaplarının farklı oluşundandır. Aynı data formatı içerisinde verilebilen kesit tipleri ;



Şekil 4.4 Kesit tiplerinin bir kısmı

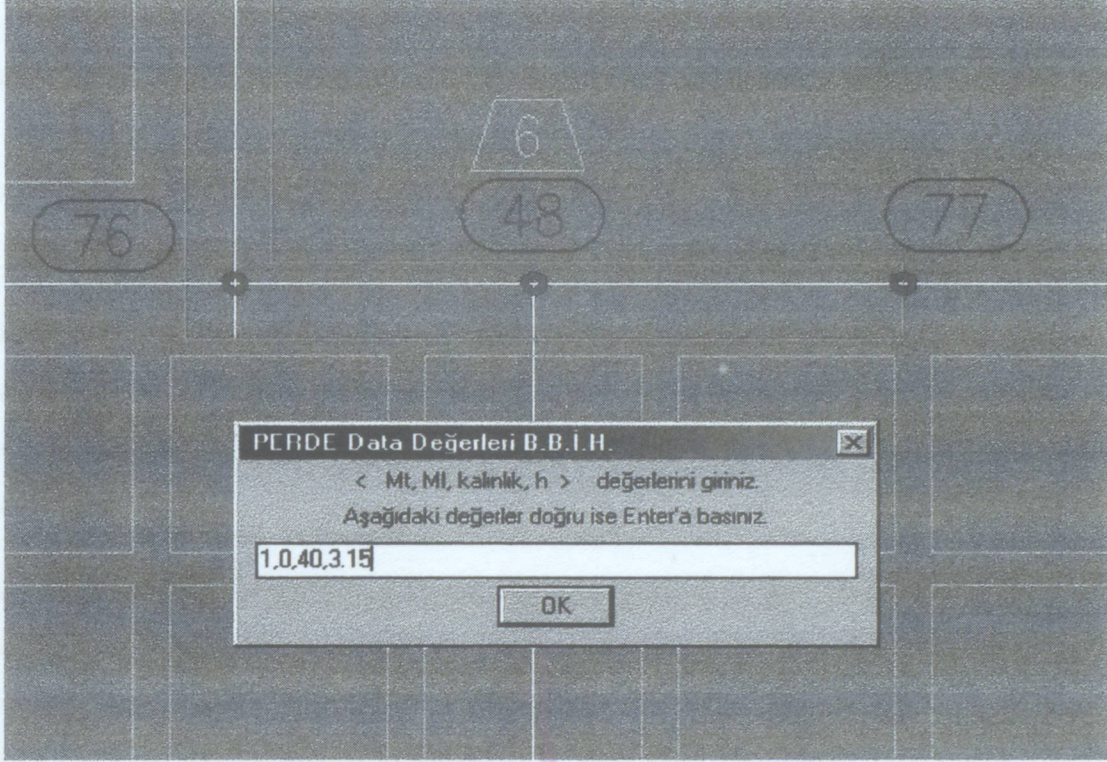
Kolon elemanlarda eleman uç özellikleri modellenme sırasında dikkate alınabilmektedir.



Şekil 4.5 Kolonların CAD ortamında tarif menüsü

4.1.6 Perdeler

Bu programda perde elemanlar daha önce de ifade edilen levha elemanlar kullanılarak tanımlanabilmektedirler. Bununla birlikte daha öncelerde kullanılan sonsuz rijit T kirişli modellemeler de bu eleman yardımı ile kullanılabilir. Elemanın tarifi için en az üç düğüm noktasına ve bir perde kalınlığına ihtiyaç vardır.



Şekil 4.6 Perdelerin CAD ortamında tarif menüsü

4.1.7 Yaylar

Programda kullanılan yay elemanlar iki düğüm arasında tariflenen prizmatik elemanlar ibarettir. Yine çubuk ve kolon elemanlarda olduğu gibi dışarıdan yay katsayıları ve diğer bilgilerin girilmesiyle her tür yay eleman modellenebilir.

4.1.8 Verilerin Derlenmesi

Tüm sistem kalıp planlarına ait kat dataları yukarıda bahsi geçen parametrelerin girişleri yardımı ile oluşturulur. Oluşturulma işleminde data dosyası txt formatında ve parametrelerin sıraları, I kodları ve yazım düzenine uygun olarak bizce adı bilinen bir dosyada toplanır. Txt dosyası başında datanın hangi yapının hangi katına ait olduğu, yükleme sayıları, kullanılan elemanların adetleri belirtilir.

Artık iş ilk kontrol safhasına gelmiştir. Birinci kontrolde, girilen tüm veriler yardımıyla oluşturulan txt dosyalarından, bir program vasıtasıyla dxf formatlı kat data kontrol çizimleri oluşturulur. Bu çizimler, modelleyen tarafından, eleman yerleri, numaraları ve boyutları kontrol edilir. Birinci kontrol tamamlanmıştır ve data da yükler ile ilgili veri girişine hazır durumdadır.

4.1.9 Yük Verilerinin Girilmesi

Yukarıda bahsi geçen tüm elemanlar üzerinde ve istenilen formatta yük vermek mümkündür. Plak ve levha elemanlar kullanıldığında, bunlara ait yükler otomatik alınır, sadece çubuk ve kolon elemanlar üzerindeki ekstra yükler verilebilir.

Tüm bu yük işlemleri yapıldıktan sonra sıra ikinci kontrole gelmiştir. Artık içlerinde yük vektörleri ile ilgili bilgiler de bulunan datalar teker teker genel kontrolden geçirilirler. İkinci aşama olan bu kontrolde tüm kat dataları ayrı ayrı kendi içlerinde düğüm dengeleri, düğüm deplasman bilgileri, eleman özellikleri olarak kontrol edilir ve üç boyutlu data hazırlama aşamasına gelinir.

Çözüm aşamasında daha ayrıntılı bahsedeceğimiz üç boyutlu data dosyası, tüm kat datalarına ait eleman bilgilerinin içinde bulunduğu bir txt dosyasıdır. Bir program yardımıyla en üst kat datasından başlanarak üç boyutlu data oluşturulur. Kullanılan program tüm data dosyalarını kat yüksekliklerini de kullanarak düğümleri ve tüm diğer elemanları yeniden numaralandırır ve üç boyutlu tek bir data dosyasına çevirir.

Gerekmesi durumunda üç boyutlu data dosyasından da dxf formatlı bir çizim dosyası elde edilip CAD ortamında kontroller yapılabilir.

Tüm kontroller tamamlandıktan sonra artık çözüm aşamasına gelinmiştir.

4.1.10 Çözüm

I. Aşama :

İlk aşamada düğümlerle boğulmamak için kat datası formatında hazırlanan datalar yapının üç boyutlu modelinin hazırlanmasına yardımcı olmak amacıyla *.txt formatında yazılan yeni bir dosya ile şekillendirilirler. Bu yeni *.txt formatlı dosya içerisine yukarıdan aşağıya doğru sırasıyla kat adedi, her katın düğüm, plak, levha, çubuk, kolon, perde, yay adetleri, kotları, yükleme bilgileri, yatay ve düşey serbestlik adetleri ve bu kata ait datanın adı yer almaktadır.

Minik bir programcık yardımıyla ki GENHAZ komutu ile çalışmaktadır, tüm kat dataları sırasıyla birleştirilir ve üç boyutlu tek bir bina datası şeklini alır. Bu sıralama en üst kattan başlar ve tüm elemanlar arka arkaya gelecek şekilde üç boyutlu data oluşturulur.

II. Aşama :

Artık ilk çözüm aşamasın gelinmiştir. Çözüm programlarının ilki GENMER'dir. Bu program çalıştırıldığında interaktif olarak bizden bazı özelliklerin girilmesi istenir. Program ilk olarak üç boyutlu data adını ve çıkışları yazacağı dosyanın adının ne olması istediğimizi sorar. Bundan sonra kayma deformasyonlarının dikkate alınıp alınmayacağını ve çıkış için istediğimiz dili sorar ve çözüme başlar.

Çalışma esnasında ise yapının her farklı katı için yapının kullanım amacına bağlı olarak hareketli yük katılım paylarını, kullanılan şartnamelere göre yük arttırım katsayılarını, yine şartnameler gereği kullanılan statik ve dinamik deprem parametrelerini interaktif olarak ister.

Bu bilgiler ışığında ilgili çözümler yapılır. Bu programın çıktısında katların zati ağırlıkları, ağırlık merkezleri, yapıya etkileyen statik deprem kuvvetlerini, dinamik hesaba esas kütle çarpanlarını görebilirsiniz.

Artık dinamik hesabın yapılmasında kullanılacak olan tüm parametreler elde edilmiştir ve bunlar çıkış dosyalarında yer aldığı gibi bir sonraki programın da bunları okuyabilmesi açısından farklı bir formatla da bilgisayar hafızasına yazılmıştır.

III. Aşama :

Genmer programının tamamlanmasından sonra elde edilen dinamik hesap parametreleri ve kat ağırlıkları kontrol edilir. Eğer gerekiyorsa düzeltmeler yapıp yeniden çözüm yaptırılabilir.

Sıra GENDIN programına gelmiştir. Bu program vasıtasıyla mod süperpozisyonu yöntemiyle dinamik analiz yaptırılır. Program başlangıçta data adını, çıkış dosyasının adını ve çıkışın hangi dilde olmasını istediğimizi sormaktadır. Ardından çalışmaya başlar.

Bu esnada da hesap için hangi şartnamelerin kullanılacağını, buna bağlı olarak maksimum zemin ivmesinin ne alınacağını, katlardaki sonsuz rijitliğin yani diyafram oluşturmanın dikkate alınıp alınmayacağını, deprem kuvvetlerinin kaç istikamette hesaplanacağını ve bunların açılarının ne olmasını istediğimizi, deprem kuvvetlerinin hangi metodla hesaplanacağını (Modal, Kuvvet, Kesme), yine şartnameler gereği düktilite katsayısının kaç olarak hesaba katılacağını, statik deprem kuvvetlerinde hesapladığımız minimum deprem

katsayılarını ve zemin sınıfına göre şartnamelerle belirlenen spektrum bilgilerinin ne olacağını interaktif olarak sorar.

Bu bilgiler ışığında çözüm tamamlanır. Çözüm neticesinde indirgenmiş rijitlik matrisi, mod şekilleri, modların katılım payları, her modda katlara etkiyen kuvvetler ve efektif kütlelerin katılım oranları, mod periyotları elde edilir.

Hesaba katılan efektif kütle oranlarının hesabı ardından, Türk şartnameleri gereği bu değer %90'ın üzerinde olması gerekmektedir. Eğer aksi bir durum söz konusu ise hesaba alınan mod adedi artırılarak çözümler tekrarlanmalıdır. (İmar ve İskan Bakanlığı,1997)

IV. Aşama :

Artık yapımız üç boyutlu yatay ve düşey yüklerin dikkate alınarak yapılacak analize hazır duruma gelmiştir. Bu aşamada kullanılacak program GENAK adıyla anılmaktadır. Program yine çalışması esnasında bize üç boyutlu data adını, çıkış dosyasının adının ne olmasını istediğimizi ve çıkışlarda kullanılmasını istediğimiz dili sormaktadır.

Bu işlemlerden sonra çalışmaya başlar. Bu esnada da ekrandan matrisin kurulması, çözüme başlanması, indirgenme işlemi ve yük vektörlerinin matrise katılımı izlenebilir.

Genak programı sonucunda istenilen tüm yüklemelere göre yapının her elemanına ait uç kuvvetleri ve düğüm deplasmanları elde edilmiş olunur. Program en genel üç boyutlu yapı çözümü neticelerini vermektedir.

V. Aşama :

Bu aşamada kullanılacak olan program GENTOP programıdır. Bu program gerçek anlamda bundan önce kullandığımız program olan genak sonucunda tüm yükleme tiplerine göre elde edilen sonuçları, kullanılan şartnameler ışığında birleştirir. Programın çalıştırılmasıyla üç boyutlu data adı, çıkış dosyasının adının ne olacağı ve çıkış dile yine bize sorulacaktır. Ardından tüm yük tipleri için azaltma katsayıları bizden istenecektir ve bu bilgiler vasıtasıyla çözüm tamamlanacaktır.

Türk şartnamelerine göre; Depremde taşıyıcı sistemin kendine özgü doğrusal elastik olmayan davranışını göz önüne almak üzere, spektral ivme katsayısına göre bulunacak elatik deprem yükleri deprem yükü azaltma katsayısına bölünecektir. Bu şartname gereği bu programla yerine getirilmiş olur. (İmar ve İskan Bakanlığı,1997)

Bu programın çıktılarında betonarme hesaplarda kullanılacak olan tüm statik tesirler hesaplanmış olarak bulunur. Düğümlerin reel deplasmanları, her katta bulunan tüm elemanların uç noktalarında hesaplanan statik tesirler elde edilmiştir.

VI. Aşama :

Bu aşamaya gelinceye kadar programın bizden girilmesini istedeği değerlerden birisi de "Taşıyıcı Sistem Davranış Katsayısı" idi. Ülkemizde kullanılan "Afet Bölgelerinde Yapılacak Yapılar Hakkında Yönetmelik" bu katsayıyla ilgili olarak başlangıçta oluşturulan taşıyıcı sistemin özelliklerine göre bir değer belirlemiştir. (İmar ve İskan Bakanlığı,1997). Ancak statik analiz sonucu elde edilen perde ve kolonların aldıkları deprem kuvvetlerine bağlı olarak bu katsayının hesaplanacağı bağıntıları da aynı şartnamede bulmak mümkündür.

Aynı şekilde yine hesaplarda kullanılan elastik deprem yükü azaltma katsayısı da direkt olarak taşıyıcı sistem davranış katsayısına bağlı hesaplanan bir değerdir.

Bu aşamada GENSUN programı ile analiz sonucu elde edilen bilgiler ışığında binanın taşıyıcı sistem davranış katsayısı hesaplanır. Program çalışması sırasında bize data adını, çıkış dosyası adının ne olmasını istediğimizi ve çıkış dilini sorar. Bunların yanı sıra hesaplaması için gerekli süneklilik düzeyi sorulmaktadır.

Bu programın çıktısında perde ve kolonların aldığı tüm deprem kuvvetleri ve bu kuvvetler bağlı olarak hesaplanan her kata ait ve her iki deprem yönünde taşıyıcı sistem davranış katsayıları bulunmaktadır.

Eğer sonuç bizim çözüm esnasında kullandığımız taşıyıcı sistem davranış katsayısından farklı ise tüm çözüm bu yeni taşıyıcı sistem davranış katsayısına göre tekrarlanır.

Gerektiğinde yapılan bu yeni çözümün ardından statik ve dinamik analiz tamamlanmış olacaktır. Elde edilen kesit tesirleri ışığında betonarme hesapların yapılması aşamasına gelinmiştir. Bu hesaplar da hem kolonlar hem kirişler hem de perdeler için ayrı ayrı programların çalıştırılmasıyla programa yaptırılır.

İrfan Balıoğlu programının en büyük zaafî görsellikten uzak olmasıdır. Çıktılarda da görsel çok fazla bir şey elde edilememektedir. Ancak mühendisin boyutlama kriterlere ait gerekli tüm bilgiler, betonarme hesabın ardından en elverişsiz yüklemelere ait donatı alanları ve ülkemizde kullanılan şartnameler gereği yapılması gereken tüm kontroller çıktı dosyalarında anlaşılır tarzda yer almaktadır.

4.2 ETABS 7.17 Programına Data Giriş

ETABS hem çelik, hem de betonarme yapıların boyutlaması için güçlü ve tümüyle bütünleştirilmiş program modülleri sunmaktadır Program kullanıcıya, tümü aynı kullanıcı arabirimi içinde olmak üzere, yapısal modeller oluşturma, değiştirme, çözümlene ve boyutlama seçenekleri sağlar.

Program, kullanıcının gerilme durumlarını inceleyebildiği, kesit büyüklüklerinin yeniden düzenlenmesi gibi uygun değişiklikleri yapabildiği ve yapıyı yeniden çözümleneksizin boyutlamayı iyileştirebildiği etkileşimli bir çevre sağlar. Bir eleman üzerine fare ile tek bir tıklama ayrıntılı boyutlama bilgisini ekrana getirir. Boyutlama amacı ile elemanlar gruplandırılabilir. Sonuçlar hem grafik ve hem de tablo düzeninde görüntülenebilir ve basılabilir.

Program betonarme ve çelik çerçeve elemanlarının otomatik hesabı ve boyutlaması için çok sayıda yönetmeliği destekleyebilen bir yapıya sahiptir. Şu anda programın desteklediği betonarme yönetmelikleri şunlardır:

- A.B.D. - ACI (1999)
- A.B.D. & UBC (UBC 1 997)
- Kanada (CSA 1 994)
- İngiliz (BSI 1 989)
- Avrupa (CEN 1 992)
- Yeni Zelanda (NSZ 3 0 -95).

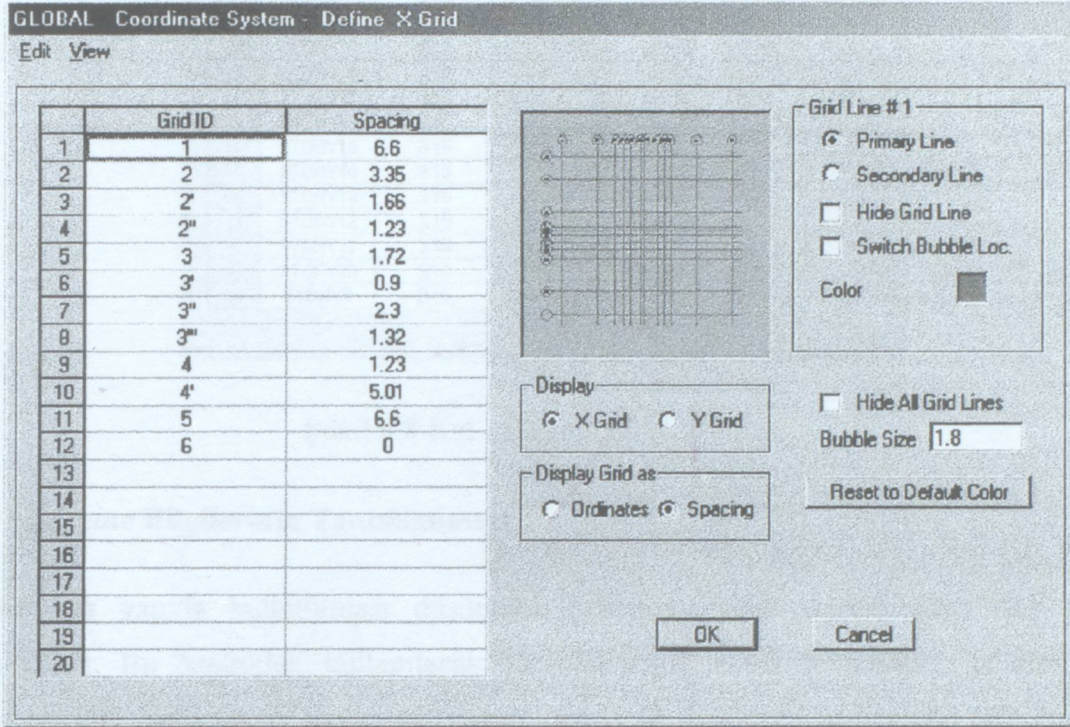
Sonuçların sunulumu açık ve özdür. Çıktı bilgileri mühendise, elemanın gerilme sınırlarını aşması durumunda uygun önlemler alma olanağını verecek formdadır. Programın ürettiği boyutlama bilgileri de, sonuçları kolayca gerçeklemek için hazırlanıp saklanır.

Model geometrisini tanımlama ve boyutlama parametrelerini belirtmede İngiliz birimleri kullanılabilir gibi SI ve MKS metrik birimleri de kullanılabilir.

Bu programla analizin doğuracağı en büyük sıkıntı programın yerli şartnameleri desteklememesinden kaynaklanır. Elde edilen sonuçların ülkemiz şartnamelerine göre kullanıcı tarafından yorumlanması gerekmektedir.

4.2.1 Aks Sistemi

Modellemede ilk olarak ana ve tali aks sisteminin tanımlanması gerekmektedir. Şekil 4.7' de görüldüğü üzere aks isimleri ve aralıkları her iki yön için interaktif olarak girilebilmektedir.



Şekil 4.7 Aks sisteminin girilmesi

Program girilen bu aksların kesişim noktalarını birer düğüm noktası olarak kabul etmektedir. Daha sonradan tanımlayacağımız her eleman bu düğüm noktaları arasında yerleştirilecektir.

Bu işlem sonrasında oluşturulan her aks isim ve ölçüleri ile birlikte ekranda görülecektir.

Yukarıdaki menüde daha sonradan yapılacak olan her değişiklikle birlikte tanımlanmış olan elemanların boyları da program tarafından otomatik olarak güncellenecektir.

4.2.2 Kat Bilgileri

Bu aşamada her katın yüksekliği, adı ve kotu tanımlanmaktadır. Yapının mevcut kat adedi de bu aşamada girilmektedir. Birbirinin aynısı veya sadece belli bazı bölgelerinde farklılıklar gösteren katlar bu bölümde "benzer kat" olarak tarif edilmektedir. Böyle bir katta yapılacak tüm değişiklikler bu özellik sayesinde benzer katlara da yansacaktır.

	Label	Height	Elevation	Similar To
27	STORY28	3.15	81.9	NONE
26	STORY25	3.15	78.75	STORY26
25	STORY24	3.15	75.6	STORY26
24	STORY23	3.15	72.45	NONE
23	STORY22	3.15	69.3	NONE
22	STORY21	3.15	66.15	NONE
21	STORY20	3.15	63	NONE
20	STORY19	3.15	59.85	NONE
19	STORY18	3.15	56.7	NONE
18	STORY17	3.15	53.55	NONE
17	STORY16	3.15	50.4	NONE
16	STORY15	3.15	47.25	NONE
15	STORY14	3.15	44.1	NONE
14	STORY13	3.15	40.95	NONE
13	STORY12	3.15	37.8	NONE
12	STORY11	3.15	34.65	NONE
11	STORY10	3.15	31.5	NONE
10	STORY9	3.15	28.35	NONE

Şekil 4.8 Kat datasının oluşturulması

4.2.3 Malzeme Bilgilerinin Tanımlanması

Bu aşamada yapıda kullanılması düşünülen beton ve çelik malzemelere dair bilgiler girilmektedir. Bu özellikler, kullanılacak betonun sınıfı, elastisite modülü, poisson oranı, kayma modülü, çelik akma dayanımı, etriye kayma gerilmesi ve bunun gibi bilgilerdir. Bu özellikler çözüm öncesi her aşamada değiştirilebilir. Eğer betonarme kesit hesapları veya çelik kesit tahkikleri programa yaptırılacaksa kullanılan malzemenin dizayn kriterleri de bu bölümde menüye işlenmelidir.

Material Property Data	
Material Name	CONC
Type of Material	<input checked="" type="radio"/> Isotropic <input type="radio"/> Orthotropic
Analysis Property Data	
Mass per unit Volume	0.25
Weight per unit Volume	2.5
Modulus of Elasticity	3320000
Poisson's Ratio	0.2
Coeff of Thermal Expansion	9.900E-06
Shear Modulus	1.263417
Display Color	Color
Type of Design	Design
Design Property Data	
Specified Conc Comp Strength, f_c	3500
Bending Reinf. Yield Stress, f_y	42000
Shear Reinf. Yield Stress, f_{ys}	42000
<input type="checkbox"/> Lightweight Concrete	Shear Strength Reduc. Factor

Şekil 4.9 Malzeme özellikleri menüsü

4.2.4 Kullanılacak Kesitlerin Tarif Edilmesi

Kullanılması düşünölen malzemelerin girilmesinin ardından modelde kullanılması düşünölen tüm kolon ve kiriş kesitleri de bu aşamada tarif edilmelidir. Kullanılacak kesitlerin tipine göre genişlikleri, derinlikleri, varsa tabla bilgileri ve kesitin tüm hesap çıktılarında hangi isimle anılacağı, aşağıda görölen menüde interaktif olarak girilmektedir. Ayrıca daha önce belirlenen malzemelerden kesitin hangi sınıfa girdiği tarif edilir.

Şekil 4.10 Çubuk elemanlar kesit özellikleri menüsü

Bu girilen bilgiler ışığında program otomatik olarak kesit özelliklerini yani her iki yöne ait atalet momentlerini, mukavemet momentlerini, kesit alanlarını, kayma alanlarını, atalet yarıçaplarını ve burulma sabitini hesaplar.

Kolon ve kirişlerin kesit tarifleri çubuk kesit tarifleri olarak aynı menüde yer almaktadır ancak bu iki elemanın betonarme hesap yöntemleri farklı olacağından malzemenin beton seçilmesine yeni bir menü açılır ve buraya da elemanın kolon mu kiriş mi olduğu, kullanılması düşünölen donatı adedi veya kullanılması düşünölen birim donatı alanı, paspayları girilerek betonarme hesaba dair bilgiler de tanımlanmış olur.

Buna benzer olarak modelde kullanılması düşünölen döşeme ve perde elemanlarının boyut bilgileri şekilde göröldüğü gibi tarif edilmektedir. Aşağıdaki menüde çıktılarda görmek istediğimiz kesit ismi, modelde kullanıldığı yere bağlı olarak tipi yani levha, kabuk veya plak özelliklerinden hangisine sahip olduğu ve elemanın kalınlığı girilmektedir.

Elemanlar programın kendi kabullerine göre belirli sayıda sonlu elemana ayrılmaktadır. Eğer istenirse bu bölme işlemi kullanıcı tarafında da dışarıdan müdahale edilemek suretiyle yapılabilmektedir.

Wall/Slab Section

Section Name: PERDE1

Material: CONC

Thickness

Membrane: 0.35

Bending: 0.35

Type

Shell Membrane Plate

Thick Plate

Display Color:

OK Cancel

Şekil 4.11 Perde veya döşeme elemanlar kesit özellikleri menüsü

4.2.5 Yük Bilgilerinin Girilmesi

Bu bölümde statik ve dinamik analizde kullanılacak olan yük tipleri tarif edilir.

Yüke verilecek isim, cinsi yani sabit, hareketli, rüzgar, kar ve deprem yüklemesinden hangisi olduğu, yük çarpanı ve deprem yüklemesine ait yönetmelik seçimi aşağıda görülen şekilde tarif edilmektedir.

Define Static Load Case Names

Load	Type	Self Weight Multiplier	Auto Lateral Load
F	QUAKE	0	UBC 97
G	DEAD	1	
Q	LIVE	0	
E	QUAKE	0	UBC 97
	QUAKE	0	UBC 97

Click To:

Add New Load

Modify Load

Modify Lateral Load >>

Delete Load

OK

Cancel

Şekil 4.12 Yük tiplerinin tarif edilmesi

Yük çarpanı elemanın zati ağırlığının haricen girilip girilmediğini göstermektedir. Eğer sabit yük çarpanı 1 olarak girilmişse, her elemanın kendi ağırlığı otomatik olarak sabit yüke eklenmektedir. Bu durumda elemanın kendi ağırlığı modelde ayrıca verilmemelidir.

Deprem yüklemesinde, seçilen yönetmeliğe bağlı olarak o yönetmeliğin içeriğine ait bilgilerin girilebileceği bir menü gelir. Modelimizde seçilen deprem yüklemesine ait şartname UBC 97 olduğundan şekilde görülen menüyle karşılaşılır. Buna göre, deprem yüklemesinin yönü, varsa eksantrisite değeri, periyot hesaplama yöntemi, süneklik katsayısı, spektrum ivme katsayısı ve yapı önem katsayısı interaktif olarak girilir.

1997 UBC Seismic Loading

Directional Data

Direction and Eccentricity

X Dir Y Dir

X Dir + Eccen Y Y Dir + Eccen X

X Dir - Eccen Y Y Dir - Eccen X

* Eccen (all Diaphragms)

Override Eccentricities

Time Period

Method A

Program Calculated

User Defined

Story Range

Top Story

Bottom Story

Factors

Overstrength Factor, R

Seismic Coefficients

Per Code User Defined

Soil Profile Type

Seismic Zone Factor

User Defined Ca

User Defined Cv

Near Source Factor

Per Code User Defined

Seismic Source Type

Dist. to Source (km)

User Defined Na

User Defined Nv

Other Factors

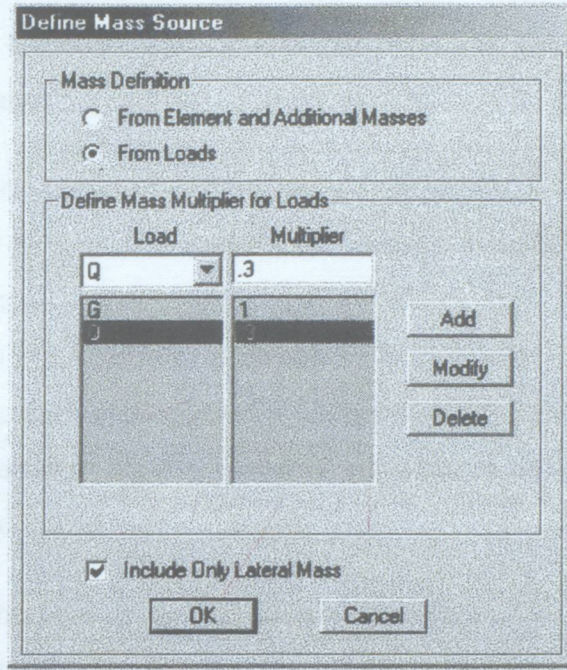
Importance Factor I

Şekil 4.13 UBC 1997 Deprem şartnamesi tanımları

Deprem yüklemesinin UBC97 olarak seçilmesinin sebebi, ülkemizde kullanılan “Afet bölgelerinde yapılacak yapılar hakkında yönetmelik” e olan yakınlığıdır.

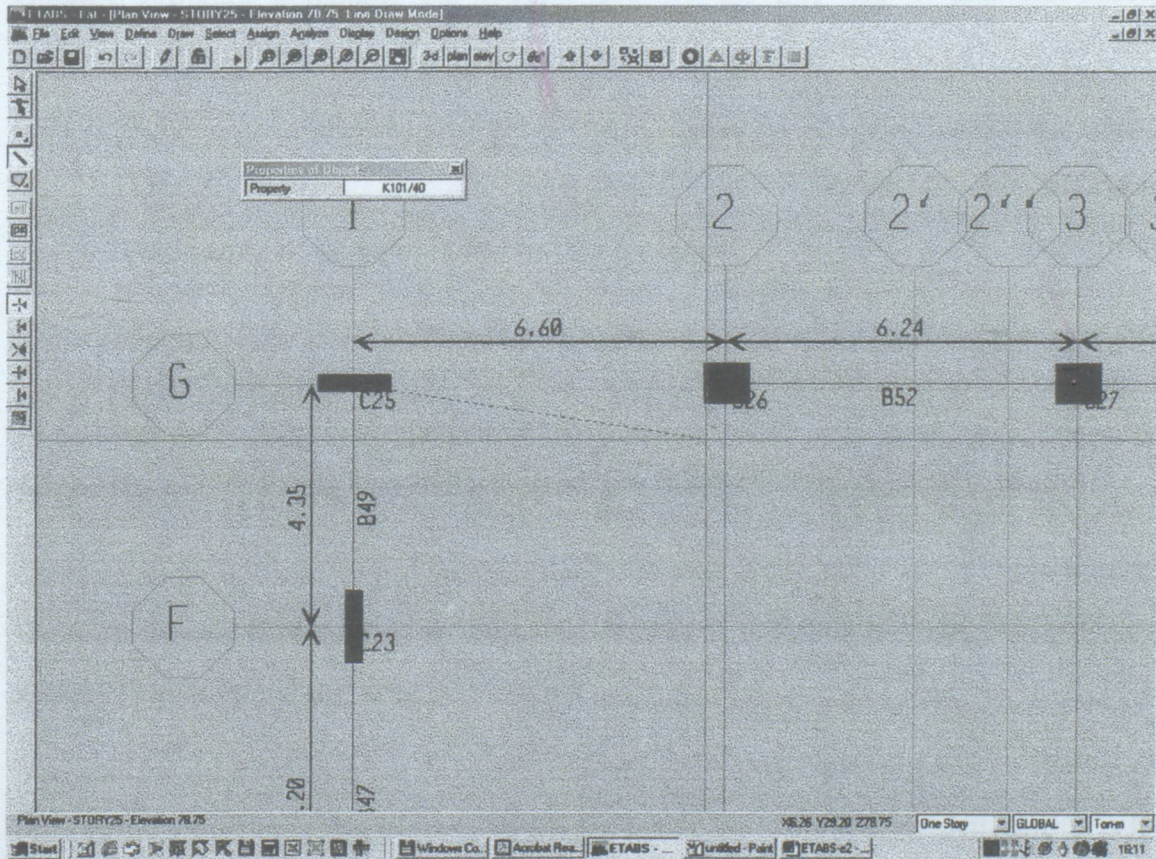
Taşıyıcı sistem davranış “R” katsayısı 6 olarak seçilmiştir. Çözüm sonucunda elde edilen kolon ve perde taban momentlerinin toplam devrilme momentine olan oranına bağlı olarak R katsayısı hesaplanır. (İmar ve İskan Bakanlığı,1997). Ancak bu hesaplar UBC tarafından yaptırılmadığı için kullanıcı sonuçları aldıktan sonra kendisi karşılaştırmayı yapmalıdır ve yeni taşıyıcı sistem davranış katsayısını hesaplamalıdır. Ardından çözüm kısmında başa

amacına göre deprem şartnamemizde yer alan hareketli yük katılım katsayısı “n” bu bölümde tarif edilerek dinamik hesaba esas kat kütleleri programa hesaplatılmaktadır.



Şekil 4.15 Dinamik hesaba esas kütle çarpanlarının tarif

4.2.8 Çubuk Elemanların Model Üzerinde Oluşturulması



Şekil 4.16 Çubuk elemanlarının atanması

Daha önceden boyut ve kesit özellikleri belirtilmiş olan kirişleri model üzerinde oluşturmak için öncelikle plan düzlemine geçilir. Çubuk eleman çizim menüsünden kullanılacak olan kesit seçilerek ekran üzerinden kirişin sol ve sağ düğüm noktaları tıklanarak kiriş elemanı çizilir. Benzer şekilde, kolonları çizmek için x-z veya y-z düzlemlerine geçilir ve aynı işlemler düşeyde tekrarlanır.

Eğer daha önceden birbirine benzetilecek katlar tarif edilmişse bu kat üzerinde yapılacak olan her işlem benzer katlara da otomatik olarak yansıtacaktır. Benzer katlarda her hangi birinde işlem yapmak yeterli olacaktır. Bunu yanı sıra tüm katlarda kolonların veya kirişlerin benzer olması veya bir kısmının benzer olması durumunda ise programın özelliklerinden "all stories" yani tüm katlara uygula modülüne geçilerek bu işlemler tek katta yapılırsa tüm katlara da otomatik olarak uygulanacaktır. Bu uygulamadan emin olmak amacıyla da üç boyutlu model çizimi açılarak kontrol edilebilir.

Eğer sistemde simetri söz konusu ise veri girişini kolaylaştırmak ve hızlandırmak amacıyla sistemin sadece yarısını tarifleyip diğer yarısını aynalama özelliği ile oluşturmak mümkündür.

Girilen her kiriş ve kolon elemanına program tarafından çubuk tipine göre otomatik olarak ad verilmektedir. İstenirse bu isimlerin sıralamasına veya ön karakterlerine de müdahale edilir. Genelde program kolonlara C1, C2....., kirişlere ise B1, B2,..... şeklinde devam eden numaralar atamaktadır.

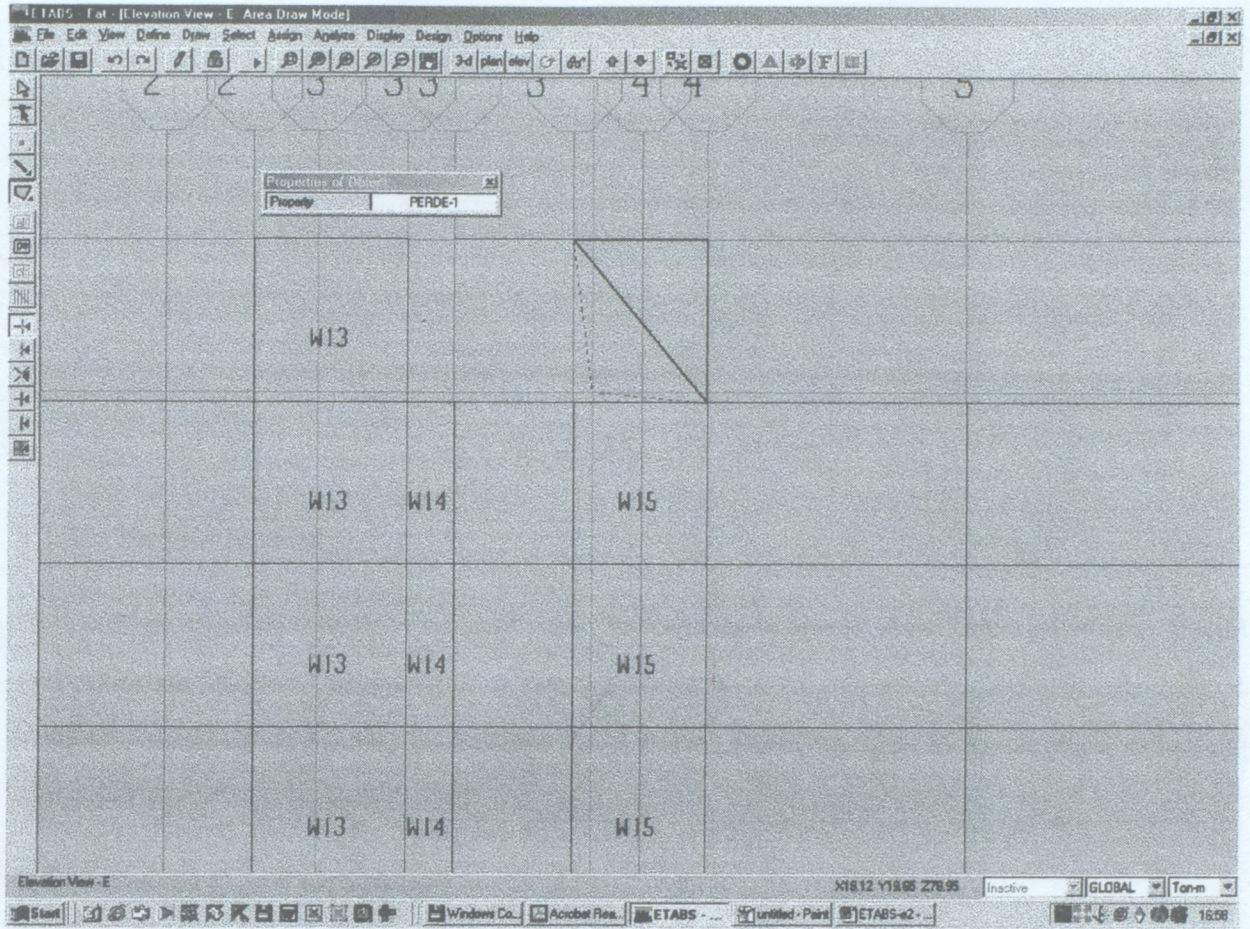
Herhangi bir çubuk elemana sol ve sağ uç düğüm noktaları dışında sapsanan farklı bir eleman varsa bu birleşim noktasına program tarafından otomatik olarak yeni bir düğüm noktası atanır ve yük aktarımında bu düğüm noktası da dikkate alınır.

Etabs programı sonlu elemanlarla işlem yaptığından sapsanan kirişleri bölmek gerekmektedir. Ancak bu bölme işlemini program otomatik yapmaktadır.

4.2.9 Döşeme Ve Perde Duvar Elemanlarının Model Üzerinde Oluşturulması

Perde duvar ve döşeme tarifini yapmak ilgili düzleme geçilir daha önceden tanımlanmış plak, levha ya da kabuk kesitlerinden ilgili olan seçilir ve elemanın köşe düğüm noktaları ekran üzerinden tıklanarak kesit oluşturulmuş olur.

Yerleştirilen perde elemanlara da çubuk elemanlarda olduğu gibi program tarafından otomatik olarak isim verilir. Yine bu isimlere müdahale etmek mümkündür. Verilen isimler W1, W2..... şeklindedir.



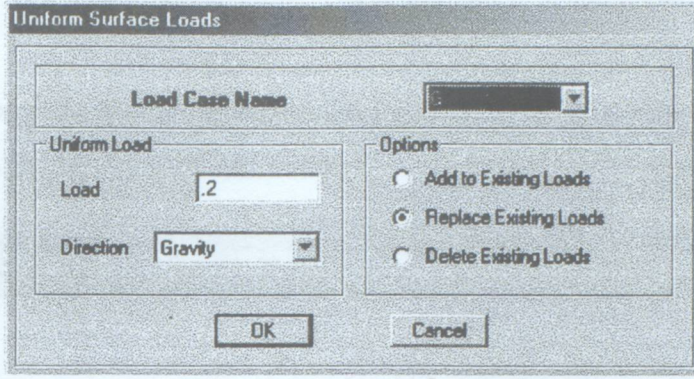
Şekil 4.17 Perde elemanlarının atanması

Döşemeleri de tariflemek benzer şekildedir ancak plan düzleminde yapılması işi daha kolaylaştıracaktır. Ayrıca döşeme elemanların tarifinden sonra yük aktarımının doğru yapılabilmesi için uygun sonlu elemanlara ayrılmalıdır. Bu uygunluk şartı döşemenin oturduğu çubuk veya perde elemanlara bağlıdır. Dolayısıyla düğümlere bağlıdır. Bu yüzden ilgili düğümler işaretlenip döşeme böldürüldüğünde yük aktarımının da doğru yapılması sağlanacaktır.

4.2.10 Döşeme Yüklerinin Verilmesi

Yük analizleri ile elde edilen statik yükleri döşemelere atamak için ilgili döşeme plan düzleminde ekran üzerinden seçilir ve sabit yada hareketli yük tipine göre değeri ve yönü interaktif olarak girilir. Döşemenin oturduğu kiriş ve kolonlara olan yük aktarımı kırım çizgileri teorisine göre program tarafından otomatik olarak yapılır. Ancak yukarıda bahsedildiği üzere bu noktada sonlu elemanlara ayırma işlemi önemli rol oynamaktadır.

Gerekli olduğu durumlarda herhangi bir düğüme veya çubuğa da yük verilebilir. Bunlar için de ilgili çubuk veya düğüm seçilerek menüden yük verme opsiyonuyla işlem yapılır.



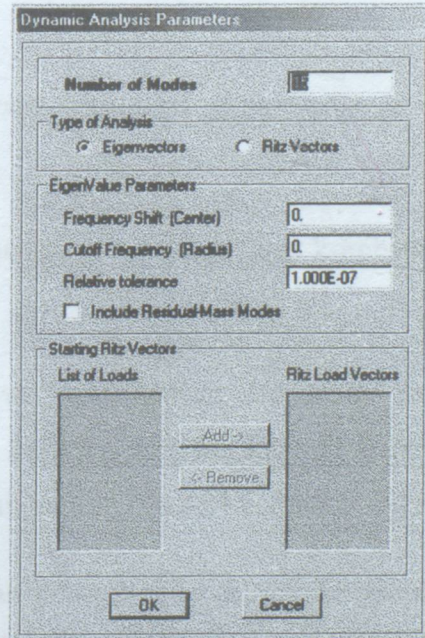
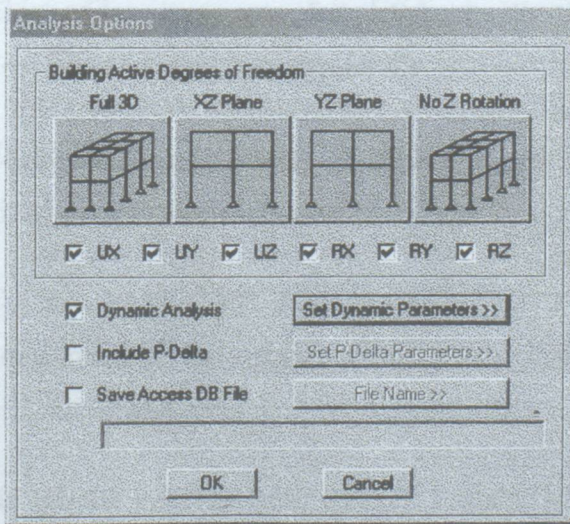
Şekil 4.18 Döşeme yükleri menüsü

4.2.11 Mesnet Şartları

Bu aşamada yapının temele nasıl bağlı olduğu (ankastre yada mafsalı) belirtilmelidir. Temel seviyesindeki düğüm noktalarının serbestlikleri tanımlanır. İstenirse temelde üst yapıyla beraber çözülebilir. Bu durumda zeminle ilgili zemin yatak katsayısı, zemin emniyet gerilmesi gibi diğer parametlerde verilmelidir

4.2.12 Analiz Genel Özellikleri

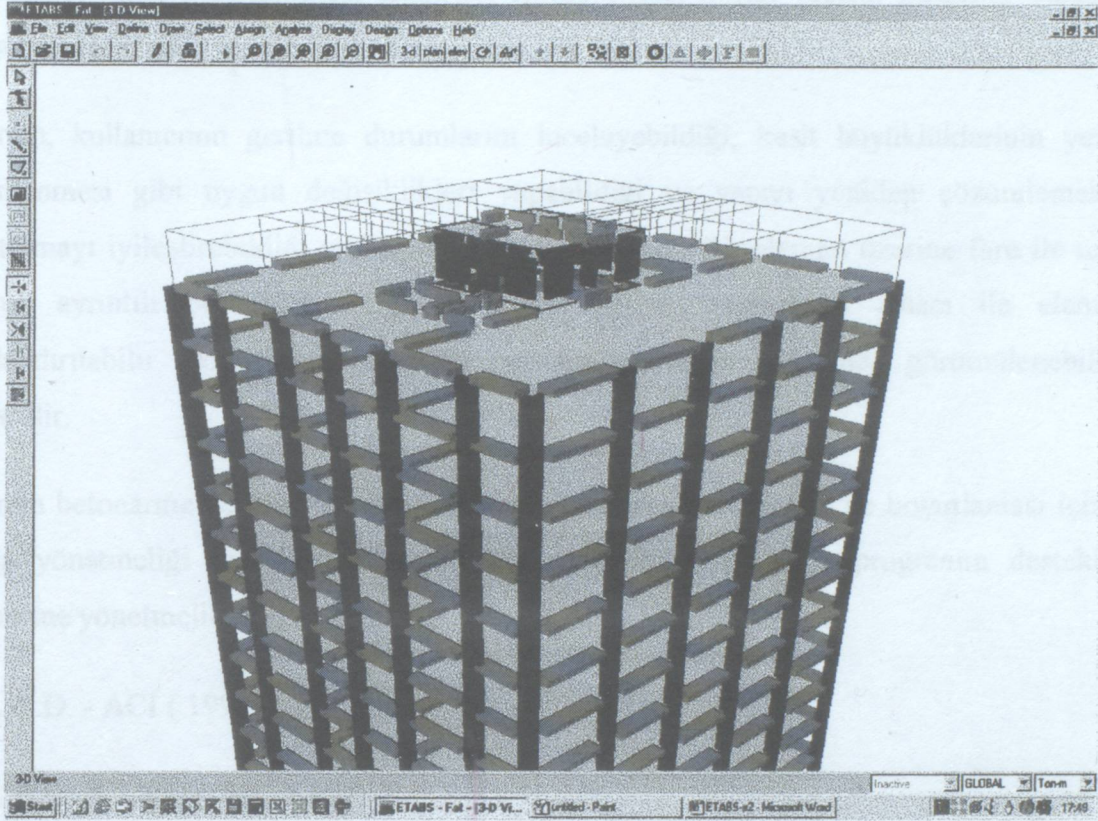
Çözümünden önceki son aşama budur. Bu aşamaya gelinceye dek tüm veri girişi tamamlanmış olmalıdır. Sistemle ilgili genel tanımlama bu bölümde yapılır. Sistemin her bir düğüm noktasında kaç tane ve hangi serbestliklerin alınacağı, dinamik analizin hangi yöntemle yapılacağı, kaç adet mod alınacağı, eğer P-delta yöntemi ile burkulma analizi yapılacaksa kaç adet iterasyon yapılacağı bu aşamada tariflenir.



Şekil 4.19 Analiz özellikleri genel menüsü ve dinamik analiz özellikleri menüsü .

4.2.13 Analiz

Çözümünden önce 3 boyutlu görüntüde elemanlar kalınlıkları ile gösterilerek herhangi bir yanlış veri girişinin olup olmadığı kontrol edilmelidir.



Şekil 4.20 Modelin üç boyutlu görüntüsü

4.2.14 Analiz Sonuçlarının İrdelenmesi

Elde edilen tüm sonuçlar, isteğe bağlı olarak ekran üzerinden yada herhangi bir çıktı dosyasına yazdırılarak görülebilir.

Ekran üzerinde herhangi bir çerçevenin istenen herhangi bir yükleme veya kombinasyonuna ait M-N-Q diagramları çizdirilebilir.

Çıktının yazdırıldığı dosyalarda ise her yükleme ve kombinasyon durumuna ait düğüm deplasmanları, kat deplasmanları, kolon, kiriş, perde kesit tesirleri, her kata ait kesit tesirleri, dinamik analiz sonuçları, modal periyotlar ve modların katılım oranları yer almaktadır.

Bu bilgiler ışığında kesit tesirleri mühendis tarafından kontrol edilerek, gerekli görülen kesit değişiklikleri veya sistem değişiklikleri yapılarak model tekrar çözülebilir. Statik ve dinamik analiz sonucunda istenen sonuçlar elde edilmişse betonarme kesit hesabına geçilebilir. Bu hesaplarda yine program tarafından yapılabilmektedir.

4.3 SAP2000 V.6.11 Nonlinear Programına Data Giriş

SAP2000 programı da Etabs programı gibi hem çelik, hem de betonarme yapıların boyutlaması için güçlü ve tümüyle bütünleştirilmiş program modülleri sunmaktadır Program kullanıcıya, tümü aynı kullanıcı arabirimi içinde olmak üzere, yapısal modeller oluşturma, değiştirme, çözümlenme ve boyutlama seçenekleri sağlar.

Program, kullanıcının gerilme durumlarını inceleyebildiği, kesit büyüklüklerinin yeniden düzenlenmesi gibi uygun değişiklikleri yapabildiği ve yapıyı yeniden çözümleneksizin boyutlamayı iyileştirebildiği etkileşimli bir çevre sağlar. Bir eleman üzerine fare ile tek bir tıklama ayrıntılı boyutlama bilgisini ekrana getirir. Boyutlama amacı ile elemanlar gruplandırılabilir. Sonuçlar hem grafik ve hem de tablo düzeninde görüntülenebilir ve basılabilir.

Program betonarme ve çelik çerçeve elemanlarının otomatik hesabı ve boyutlaması için çok sayıda yönetmeliği destekleyebilen bir yapıya sahiptir. Şu anda programın desteklediği betonarme yönetmelikleri şunlardır:

- A.B.D. - ACI (1999)
- A.B.D. & UBC (UBC 1 997)
- Kanada (CSA 1 994)
- İngiliz (BSI 1 989)
- Avrupa (CEN 1 992)
- Yeni Zelanda (NSZ 3 0 -95).

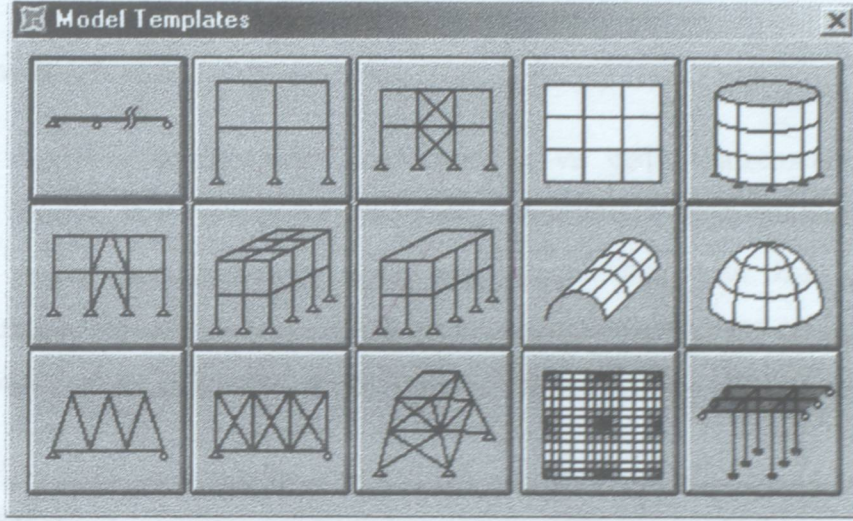
Sonuçların sunulumu açık ve özür. Çıktı bilgileri mühendise, elemanın gerilme sınırlarını aşması durumunda uygun önlemler alma olanağını verecek formdadır. Programın ürettiği boyutlama bilgileri de, sonuçları kolayca gerçeklemek için hazırlanıp saklanır.

Programın oldukça kapsamlı ve kullanıcıya çok yerde müdahale özgürlüğü vermesi dolayısıyla tam olarak değilse bile kısmen şartnamelerimize uydurmamız da mümkündür.

Model geometrisini tanımlama ve boyutlama parametrelerini belirtmede İngiliz birimleri kullanılabilir gibi SI ve MKS metrik birimleri de kullanılabilir.

4.3.1 Aks Sisteminin Girilmesi

Bu programda da daha öncekiler gibi modelin oluşturulmasına ilk olarak aks sistemi ve bununla birlikte ortaya çıkan düğüm noktaları koordinatları girilmesiyle başlanılmalıdır. Aslında bu aşama için SAP2000 programı bir çok alternatif içermektedir. Programın çalıştırılmasıyla istenirse ana bir menüden şekilde de görüldüğü üzere modele an yakın mevcut tiplerden birisi seçilebilir.



Şekil 4.21 SAP2000 hazır model seçenekleri

Ancak üç boyutlu ve çok akslı sistemlerde bu özellik yeteri kadar elverişli değildir. Çünkü bu seçimde aks aralıkları tipik olarak verilir ve daha sonra model üzerinde gerekli kaydırmalar yapılır. Bu da hata yapma riskini arttırmaktadır.

Düğüm noktaları veya aks sistemi girmenin bir diğer yolu da modelin herhangi bir katındaki düğümlerin koordinatlarını tespit edip şekilde görülen tarza uygun olarak bir EXCEL dosyası oluşturmak ve bu dosyayı kopyalayıp SAP2000 içine yapıştırmaktır. Bu özellik SAP2000'i diğer programlardan daha kullanışlı hale getiren en önemli özelliklerden biridir.

	NAME	X	Y	Z
POINT	1	0	0	7.5
POINT	2	0.5	0	7.5
POINT	3	2.15	0	7.755
POINT	4	3.8	0	8.01
POINT	5	5.45	0	8.265
POINT	6	7.1	0	8.52
POINT	7	8.75	0	8.775
POINT	8	10.4	0	9.03
POINT	9	12.15	0	9.3

Şekil 4.22 SAP2000'e excelde data hazırlanması

Program girilen bu aksların kesişim noktalarını birer düğüm noktası olarak kabul etmektedir. Daha sonradan tanımlayacağımız her eleman bu düğüm noktaları arasında yerleştirilecektir. Bunun yanı sıra herhangi bir datadan faydalanmadan da programın içerisinde düğümler ve bunlara bağlı aks sistemlerinin yerleştirilmesi mümkündür. Bu seçim direkt kullanıcının isteğine bağlıdır.

Daha sonradan düğümler üzerinde yapılacak her değişiklikle birlikte tanımlanmış olan elemanların boyları da program tarafından otomatik olarak güncellenecektir.

4.3.2 Malzeme Bilgilerinin Tanımlanması

Bu aşamada yapıda kullanılması düşünülen beton ve çelik malzemelere dair bilgiler girilmektedir. Bunlar, kullanılacak betonun sınıfı, elastisite modülü, poisson oranı, kayma modülü, çelik akma dayanımı, etriye kayma gerilmesi vs.. bilgilerdir. Bu özellikler çözüm öncesi her aşamada değiştirilebilir. Eğer betonarme kesit hesapları veya çelik kesit tahkikleri programa yaptırılacaksa kullanılan malzemenin dizayn kriterleri de bu bölümde menüye işlenmelidir.

Material Property Data	
Material Name	CDNC
Design Type	Concrete
Analysis Property Data	
Mass per unit Volume	0.25
Weight per unit Volume	2.5
Modulus of elasticity	3320000
Poisson's ratio	0.2
Coeff of thermal expansion	9.900E-06
Design Property Data	
Reinforcing yield stress, fy	42000
Concrete strength, fc	4000.
Shear steel yield stress, fys	42000
Concrete shear strength, fcs	4000.
OK Cancel	

Şekil 4.23 Malzeme özellikleri datası

4.3.3 Kullanılacak Kesitlerin Tarif Edilmesi

Modelde kullanılması düşünülen tüm kolon ve kirişler bu aşamada tarif edilmektedir. Kullanılacak kesitlerin tipine göre genişlikleri, derinlikleri, varsa tabla bilgileri ve kesitin tüm hesap çıktılarında hangi isimle anılacağı, aşağıda görülen menüde interaktif olarak

girilmektedir. Ayrıca daha önce belirlenen malzemelerden kesitin hangi sınıfa girdiği tarif edilir.

The image shows a 'Tee Section' dialog box with the following details:

- Section Name:** K30/50
- Material:** CONC
- Dimensions:**
 - Outside stem (t3): 0.3
 - Outside flange (t2): 0.5
 - Flange thickness (tf): 0.1
 - Stem thickness (tw): 0.2
- Buttons:** Section Properties, Modification Factors, Reinforcement, OK, Cancel
- Grid:** A grid showing a T-shaped cross-section with dimensions t3 and t2 indicated.

Şekil 4.24 Kolon – kiriş kesit tarifi

Bu girilen bilgiler ışığında program otomatik olarak kesit özelliklerini yani her iki yöne ait atalet momentlerini, mukavemet momentlerini, kesit alanlarını, kayma alanlarını, atalet yarıçaplarını ve burulma sabitini hesaplar.

Kolon ve kirişlerin kesit tarifleri çubuk kesit tarifleri olarak aynı menüde yer almaktadır ancak bu iki elemanın betonarme hesap yöntemleri farklı olacağından malzemenin beton seçilmesine yeni bir menü açılır ve buraya da elemanın kolon mu kiriş mi olduğu, kullanılması düşünülen donatı adedi veya kullanılması düşünülen birim donatı alanı, paspayları girilerek betonarme hesaba dair bilgiler de tanımlanmış olur.

Buna benzer olarak modelde kullanılması düşünülen döşeme ve perde elemanların boyut bilgileri şekilde görüldüğü gibi tarif edilmektedir. Aşağıdaki menüde çıktılarda görmek istediğimiz kesit ismi, modelde kullanıldığı yere bağlı olarak tipi yani levha, kabuk veya plak özelliklerinden hangisine sahip olduğu elemanın kalınlığı ve malzemesi girilmektedir. Etabs programındaki gibi perde elemanlar otomatik olarak bölünmeyecektir. Kullanıcı tarafından elemanların bölünüp yeterli sonlu elemanlara ayrılması gerekmektedir. Bu konuyla ilgili detaylı bilgi ileriki aşamalarda verilecektir.

Shell Sections

Section Name: D20

Material: CONC

Thickness:

Membrane: 0.20

Bending: 0.20

Type:

Shell Membrane Plate

OK Cancel

Şekil 4.25 Perde – döşeme kesit tanımı

4.3.4 Yük Bilgilerinin Girilmesi

Bu bölümde statik ve dinamik analizde kullanılacak olan yük tipleri tanımlanır.

Yüke verilecek isim, cinsi yani sabit, hareketli, rüzgar, kar ve deprem yüklemesinden hangisi olduğu ve yük çarpanı aşağıda görülen şekilde tanımlanmaktadır.

Define Static Load Case Names

Load	Type	Self Weight Multiplier
F	QUAKE	0
G	DEAD	1
Q	LIVE	0
E	QUAKE	0
F	QUAKE	0

Click to:

Add new Load

Change Load

Delete Load

OK

Cancel

Şekil 4.26 Yük bilgileri tanımlama menüsü

Yük çarpanı elemanın zati ağırlığının haricen girilip girilmediğini göstermektedir. Eğer sabit yük çarpanı 1 olarak girilmişse, her elemanın kendi ağırlığı otomatik olarak sabit yüke eklenmektedir. Bu durumda elemanın kendi ağırlığı modelde ayrıca verilmemelidir.

Response Spectrum Case Data

Spectrum Case Name:

Excitation angle:

Modal Combination
 CQC SRSS ABS GMC
 Damping:
 F1: F2:

Directional Combination
 SRSS ABS
 Scale Factor:

Input Response Spectra

Direction	Function	Scale Factor
U1	UBC94S1	<input type="text" value="1"/>
U2	UBC94S2	<input type="text" value="1"/>
U3	UBC94S3	<input type="text" value="1"/>

OK Cancel

Şekil 4.27 Deprem yükleri bilgileri tarif menüsü

Bu programda ayrıca deprem yüklerinin tarifi için yukarıdaki tablonun da doldurulması gerekmektedir. Bu tablo yardımıyla programa deprem hesabının hangi şartname gereği yapılacağı, sönüm oranı, modal toplamının hangi yöntemle yapılmasının istendiği tarif edilmektedir.

İstenirse programa dışarıdan da zemin periyotlarını vermek mümkündür ki bizim modelimizde de bizim şartnamelerimize uygun zemin durumunu ifade eden periyotlar haricen programa okutulmuştur.

Ayrıca yine Türk şartnamelerinde yer alan ancak diğer ülke şartnamelerinde ifadesi farklı bazı katsayıları örneğin bina önem katsayısı, düktilite katsayısı gibi değerleri SAP2000 programına girmek için yapılan kabuller tezin başında tarif edilmiştir.

4.3.5 Yük Kombinasyonlarının Tarif Edilmesi

Bu bölümde ülkemizde kullanılan şartnamelerin bizden istediği yük kombinasyonları belirtilir. Kombinasyonun ismi ve daha önceden belirlenmiş olan yük tipleri ve katsayıları bu bölümde girilerek istenilen sayıda kombinasyon üretilebilir. Çözüm sonrasında bu kombinasyonlara ait kesit tesirleri çıktı dosyalarında yer alacaktır. Gerektiğinde çözüm sonrasında da bu aşamaya müdahale etmek mümkündür.

Load Combination Data

Load Combination Name:

Load Combination Type:

Title:

Define Combination

Case Name	Scale Factor
F Load Case	-1
G Load Case	1
Q Load Case	1
F Load Case	-1

Buttons: Add, Modify, Delete

Use for Steel Design
 Use for Concrete Design

Buttons: OK, Cancel

Şekil 4.28 Yük kombinasyonları menüsü

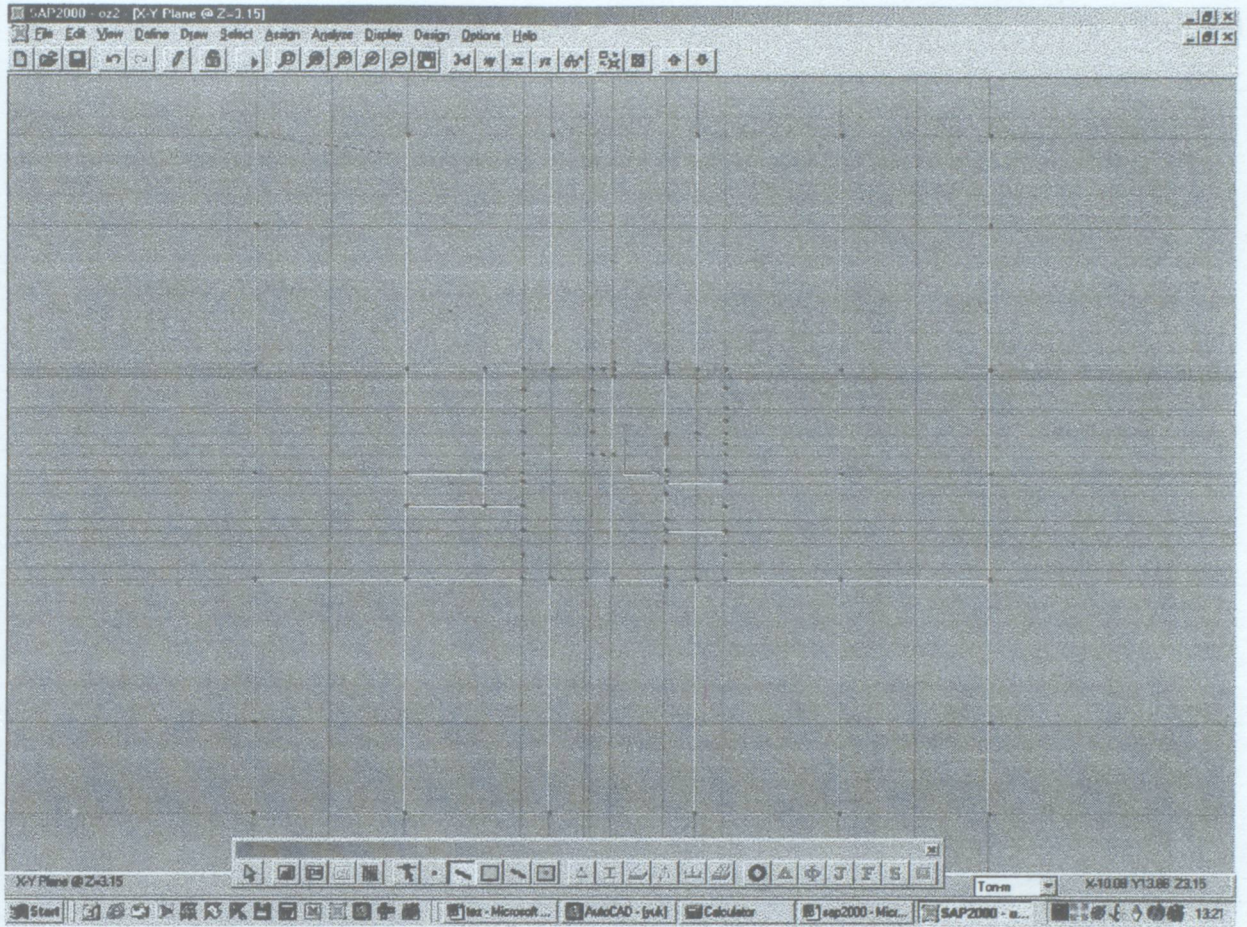
4.3.6 Çubuk Elemanların Model Üzerinde Oluşturulması

Daha önceden boyut ve kesit özellikleri belirtilmiş olan kirişleri model üzerinde oluşturmak için öncelikle plan düzlemine geçilir. Çubuk eleman çizim menüsünden kullanılacak olan kesit seçilerek ekran üzerinden kirişin sol ve sağ düğüm noktaları tıklanarak kiriş elemanı çizilir. Benzer şekilde, kolonları çizmek için x-z veya y-z düzlemlerine geçilir ve aynı işlemler tekrarlanır.

Eğer sistemde simetri söz konusu ise veri girişini kolaylaştırmak amacıyla sistemin sadece yarısını tarifleyip diğer yarısını aynalama özelliği ile oluşturmak mümkündür.

Girilen her kiriş ve kolon elemanına program tarafından çubuk tipine göre otomatik olarak ad verilmektedir.

Herhangi bir çubuk elemana sol ve sağ uç düğüm noktaları dışında saplanan farklı bir eleman varsa bu birleşim noktasına program tarafından otomatik olarak yeni bir düğüm noktası atanır ve yük aktarımında bu düğüm noktası da dikkate alınır.



Şekil 4.29 Çubuk elemanların atanması

SAP2000 programı da sonlu elemanlarla işlem yaptığından saplanan kirişleri bölmek gerekmektedir. Ancak bu bölme işlemi program tarafından değil kullanıcı tarafından yapılmaktadır.

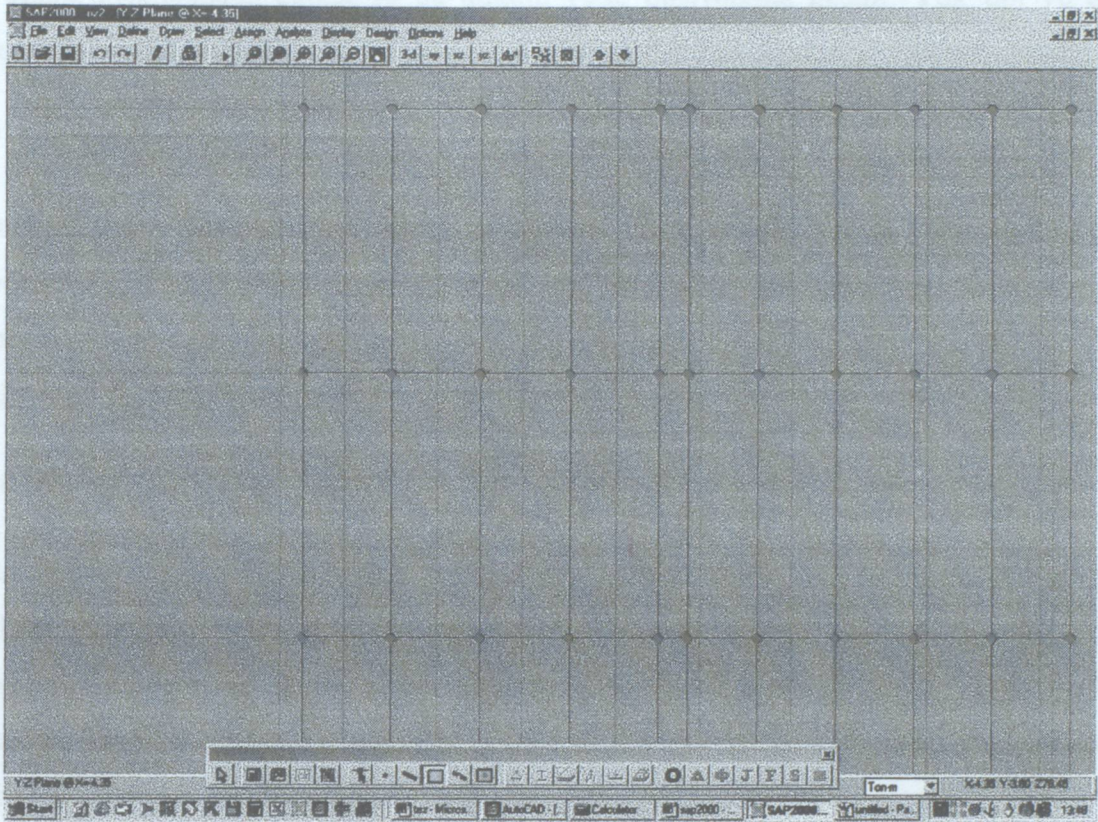
4.3.7 Döşeme Ve Perde Elemanlarının Model Üzerinde Oluşturulması

Perde duvar ve döşeme tarifini yapmak ilgili düzleme geçilir daha önceden tanımlanmış plak, levha yada kabuk kesitlerinden ilgili olan seçilir ve elemanın köşe düğüm noktaları ekran üzerinden tıklanarak kesit oluşturulmuş olur.

Yerleştirilen perde ve döşeme elemanlara da program tarafından otomatik olarak isim verilir. Yine Etabs programında olduğu gibi istenirse bu adlandırma sistemine kullanıcı tarafından müdahale edilebilir.

Döşemeleri de tariflemek benzer şekildedir ancak plan düzleminde yapılması işi daha kolaylaştıracaktır. Ayrıca döşeme elemanların tarifinden sonra yük aktarımının doğru yapılabilmesi için uygun sonlu elemanlara ayrılmalıdır. Bu uygunluk şartı döşemenin oturduğu çubuk veya perde elemanlara bağlıdır. Dolayısıyla düğümlere bağlıdır. Bu yüzden

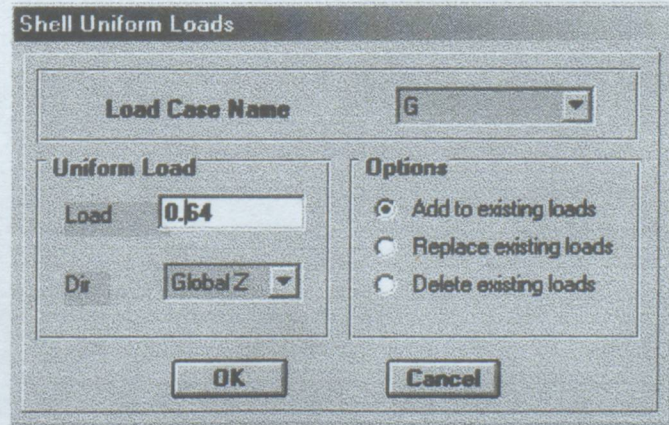
ilgili düğümler işaretlenip döşeme böldürüldüğünde yük aktarımının da doğru yapılması sağlanacaktır.



Şekil 4.30 Perde ve döşeme elemanların atanması

4.3.8 Döşeme Yüklerinin Verilmesi

Yük analizleri ile elde edilen statik yükleri döşemelere atamak için ilgili döşeme ekran üzerinden seçilir ve sabit yada hareketli yük tipine göre değeri ve yönü interaktif olarak girilir. Döşemenin oturduğu kiriş ve kolonlara olan yük aktarımı kırım çizgileri teorisine göre program tarafından otomatik olarak yapılır.



Şekil 4.31 Perde ve döşeme elemanların atanması

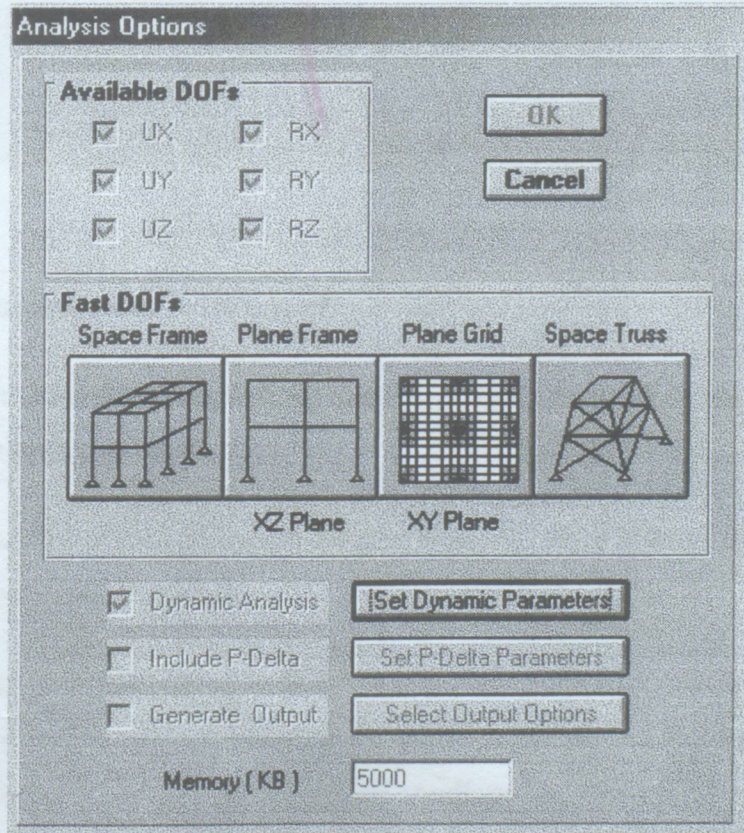
Gerekli olduğu durumlarda herhangi bir düğüme ya da çubuğa da haricen yük verilebilir. Bu işlem için ilgili düğüm veya çubuk işaretlenerek istenilen tipte yükü yazmak için "assign" yani atama menüsünden çubuk ya da düğüm yükü opsiyonuna geçilir. Yük tipi ve değeri yazılarak işlem son erdirilir.

4.3.9 Mesnet Şartları

Yapının temele nasıl bağlı olduğu (ankastre yada mafsallı) belirtilmelidir. Temel seviyesindeki düğüm noktalarının serbestlikleri tanımlanır. İstenirse temelde üst yapıyla beraber çözülebilir. Bu durumda zeminle ilgili zemin yatak katsayısı, zemin emniyet gerilmesi gibi diğer parametlerde verilmelidir

4.3.10 Analiz Genel Özellikleri

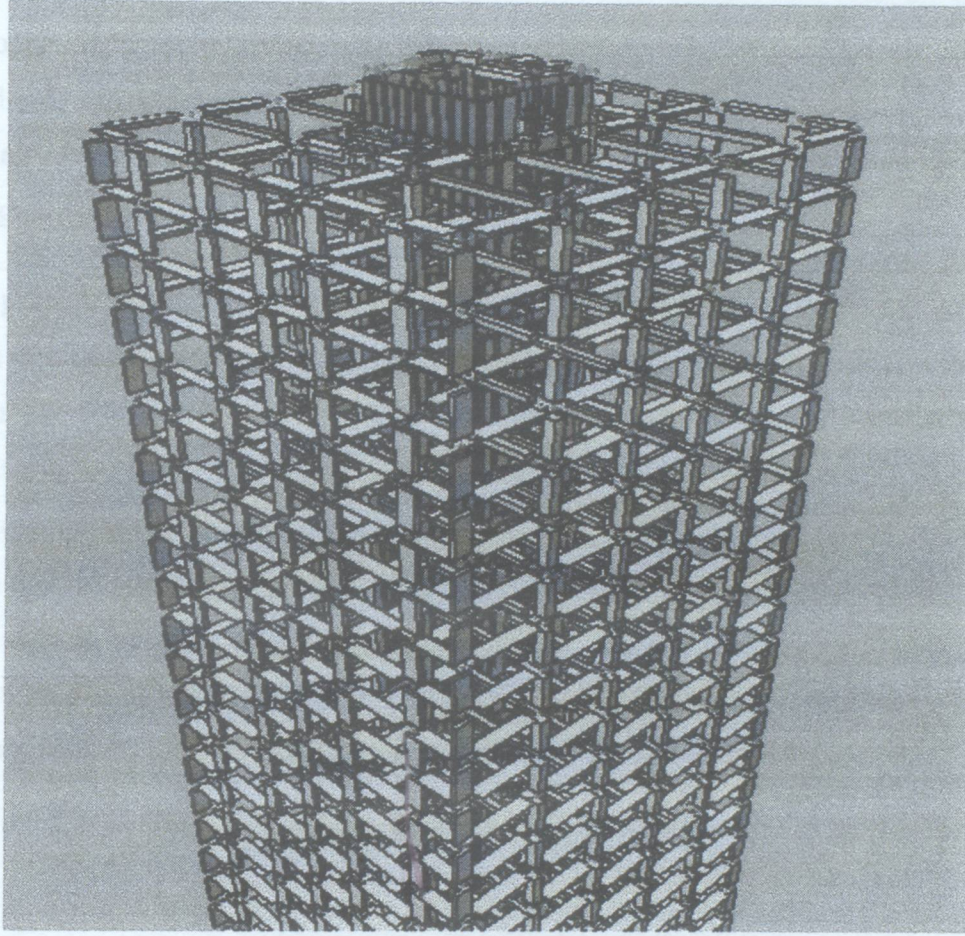
Çözümünden önceki son aşama budur. Bu aşamaya gelinceye dek tüm veri girişi tamamlanmış olmalıdır. Sistemle ilgili genel tanımlama bu bölümde yapılır. Sistemin herbir düğüm noktasında kaç tane ve hangi serbestliklerin alınacağı, dinamik analiz için hangi yöntemle yapılacağı, kaç adet mod alınacağı, eğer P-delta yöntemi ile burkulma analizi yapılacaksa kaç adet iterasyon yapılacağı bu aşamada tariflenir.



Şekil 4.32 Analiz özellikleri menüsü

4.3.11 Analiz

Analiz öncesinde yapının 3 boyutlu görüntüde elemanlar kalınlıkları ile gösterilerek herhangi bir yanlış veri girişinin olup olmadığı kontrol edilmelidir.



Şekil 4.33 Yapının 3 boyutlu modeli

4.3.12 Analiz Sonuçlarının İrdelenmesi

Elde edilen tüm sonuçlar, isteğe bağlı olarak ekran üzerinden yada herhangi bir çıktı dosyasına yazdırılarak görülebilir.

Ekran üzerinde herhangi bir çerçevenin istenen herhangi bir yükleme veya kombinasyonuna ait M-N-Q diagramları çizdirilebilir.

Çıktının yazdırıldığı dosyalarda ise her yükleme ve kombinasyon durumuna ait düğüm deplasmanları, kat deplasmanları, kolon, kiriş, perde kesit tesirleri, her kata ait kesit tesirleri, dinamik analiz sonuçları, modal periyotlar ve modların katılım oranları yer almaktadır. Bu bilgiler ışığında kesit tesirleri mühendis tarafından kontrol edilerek, gerekli görülen kesit değişiklikleri veya sistem değişiklikleri yapılarak model tekrar çözülebilir.

Statik ve dinamik analiz sonucunda istenen sonuçlar elde edilmişse betonarme kesit hesabına geçilebilir. Bu hesaplarda yine program tarafından yapılabilmektedir. Ancak Türk şartnamelerine göre analiz mümkün değildir.

SAP2000 programı ana hatlarıyla Etabs programının aynı özelliklerini taşımaktadır. Bunun nedeni doğal olarak aynı grubun yazdığı iki farklı program oluşudur. Bina analizlerinde yaygın olarak kullanılmasına karşın SAP2000 çoğunlukla özel yapıların örneğin kubbe, makas, tank gibi modellerin projelendirilmesinde etkilidir. Üç boyutlu bina modellerinde ise Etabs programının kullanımı ve sonuçları daha etkili olacaktır.

Bununla paralel olarak dinamik analiz yapıldığında SAP2000 programının kat kütleleri hesabında yük tiplerine göre kütle çarpanlarını girmek mümkün değildir. Bizim modelimizde de olduğu gibi kütlelerin $G+n*Q$ kombinasyonu haricen hesaplanıp kütlelerin girilmesi gerekmektedir. Bu yüzden bizim modelimizde sistem ve yük bilgileri SAP2000 programına girildikten sonra $G+0,3Q$ kombinasyonuna göre hesap yaptırılıp elde edilen düğüm normal kuvvetleri düğüm kütleleri olarak teker teker yazılıp dinamik hesap yaptırılmalıdır. Bu durum özellikle yüksek ve çok düğüm içeren modellerde oldukça büyük bir handikaptır. İşin kullanıcıya getireceği zahmetin yanı sıra hata yapma riski de oldukça fazladır. Ancak dinamik analizin tam anlamıyla doğru yapılması için de kaçınılmaz bir durumdur.

Joint Masses

Masses in Local Directions

Direction 1	0.14
Direction 2	0.06
Direction 3	0.

Mom. of Inertia in Local Directions

Rotation about 1	0.
Rotation about 2	0.
Rotation about 3	0.

Options

- Add to existing masses
- Replace existing masses
- Delete existing masses

OK Cancel

Şekil 4.34 Düğüm kütleleri menüsü

4.4 Probina Orion V.11 Programına Data Girişi

Ülkemizde yaygın olarak kullanılan programlardan bir diğeri de Probina Orion V11'dir. Bu program da Türk şartnamelerine göre yazılmış olup 3 boyutlu statik ve dinamik analizin yanı sıra betonarme hesapları da yapmaktadır. Probina Orion V11 windows platformunda çalışır ve kullanımını oldukça rahat bir programdır.

4.4.1 Proje Parametreleri

Program çalıştırıldığında ilk olarak yapılacak projeye ait parametrelerin programa girilmesi açısından şekilde görülen tablo doldurulmalıdır.

Şekil 4.35 Proje parametreleri menüsü

Bu menüde yönetmelikler, analiz, deprem, spektrum, yapı düzensizlikleri, malzeme ve antet bölümleri yer almaktadır.

Yönetmelikler başlıklı menüde TS500, TS498 ve Afet Bölgelerinde Yapılacak Yapılar Hakkında Yönetmelik adlı ve ülkemizde kullanılan başlıca yönetmeliklerin hangilerine göre analiz yapılacağı seçilmektedir.

Deprem menüsünde ise şekilde de görüldüğü üzere yapının yapılacağı yerin deprem bölgesi, bu yerin etkin yer ivmesi katsayısı, yapının süneklik düzeyi, taşıyıcı sistem tipi ve bunlara bağlı olarak taşıyıcı sistem davranış katsayısı, yapı önem katsayısı ve dinamik hesaba esas kat kütleleri hesabında kullanılacak hareketli yük azaltma faktörü değerleri yer almaktadır.

Spektrum menüsünde, zemin etütlerine göre yapının yer alacağı zemin sınıfı, bu zemin sınıfına göre spektrum karakteristik periyotları, sönüm oranı ve hesaba katılacak mod adedi programa işlenmektedir.

Yapı düzensizlikleri menüsünde Afet Bölgelerinde Yapılacak Yapılar Hakkında Yönetmelik'te yer alan planda ve yatayda düzensizlikler yer almaktadır.

Malzeme menüsünde yapıda kullanılması düşünülen beton ve çelik sınıfları seçilecektir. Betonarme hesap yapılan durumlar için de her tip eleman için seçilmesi istenilen donatı çapları da bu menüde belirlenmelidir.

4.4.2 Aksların Girilmesi

Proje parametreleri tanımlandıktan sonra ilk tanımlanması gereken eleman yine akslardır. Tüm eleman tarifleri akslara ve kesişim noktalarına göre grafik editör üzerinde yapılmaktadır. Akslar tanımlanırken diğer önemli bir unsur da aksların yönlerinin ifade edilmesidir. Yatay akslar 1, düşey akslar ise 2 tipleriyle ifade edilmektedir.

Aks girme komutuna tıklandıktan sonra ekranın alt bölümünde çıkan menüye aks adı yazılabilir ve mouse yardımıyla ekran üzerinde ilk aks oluşturulur. İlk aksın oluşturulmasından sonra aynı yöndeki diğer akslar aks türetme işlemiyle diğer aksa olan mesafesi girilerek de oluşturulabilir.

Proje gereği her iki yödeki tüm ana akslar girildikten sonra modele göre bazı elemanları tanımlayabilmek için gerekiyorsa tali akslar da yine yön koşullarına uygun olarak girilmektedir. İstenirse bu tür tali akslar için çıktıda gizleme opsiyonu da söz konusudur.

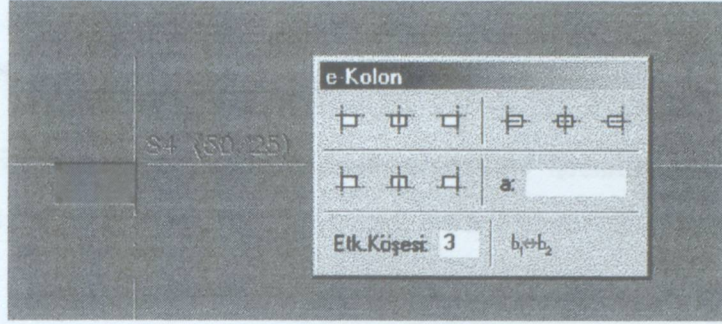
Aks girme işlemi tamamlandığında yerlerinin kaydırılmaması veya yanlışlıkla silinmemesi için aks kilitleme tuşuyla akslara müdahale engellenmiş olur ki program bunu aks harici elemanlar girilmeye başladığında kullanıcıya hatırlatmaktadır.

4.4.3 Kolonların Girilmesi

Probina Orion V11 programında elemanlar tarif edilirken boyutları verilmektedir. Kolon komutunun çalışmasıyla ekranın alt tarafın kolon boyutlarının ve akslara göre sapmaların girilebileceği menü gelir.

Ayrıca şekilde de görülen menü kullanımı kolaylaştırmak amacıyla oluşturulmuş olup akslara göre sapması simetrik olan veya köşeleri akslara oturan kolonlarda kullanılabilir. Boyutlar,

sapmalar ve kolon isminin belirlenmesinden sonra grafik editör üzerinde ilgili aks kesişimi tıklanarak kolon yeri de tarif edilmiş olur ve kolon çizimi yine grafik editör üzerinden takip edilebilir.



Şekil 4.36 Kolon elemanın girilmesi

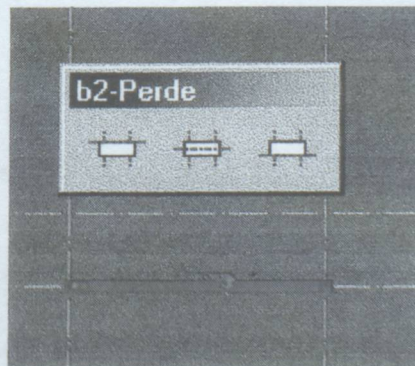
Kolon tarifleri sırasında yapılacak değişiklik ve düzeltmeler güncelleme komutuyla grafik editöre yansıtılmaktadır.

4.4.4 Perdelerin Girilmesi

Bu programda perde elemanların tarifi de diğer elemanlar gibi akslar arasında ve bir aks üzerinde gerçekleştirilmektedir. Program sonlu elemanlar metoduyla çözüm yapmadığından perdeleri kat yüksekliğinde rijit kirişler olarak kabul etmektedir.

Perde elemanlarda da kolon tarifi sırasında izlenecek yol aynen izlenmektedir. Perde girme komutu verildiğinde ekranın alt tarafında perde adına, kalınlığına, üzerinde bulunduğu aksa göre sapmasına ve perdenin uçlarında yer alan akslara göre sapmasına ait parametreler kullanıcı mühendis tarafından doldurulacak tablo yer alacaktır.

Bunun yanı sıra perdenin yerleşimini ifade eden küçük menüde şekilde görüldüğü üzere grafik editör üzerinde belirecektir.



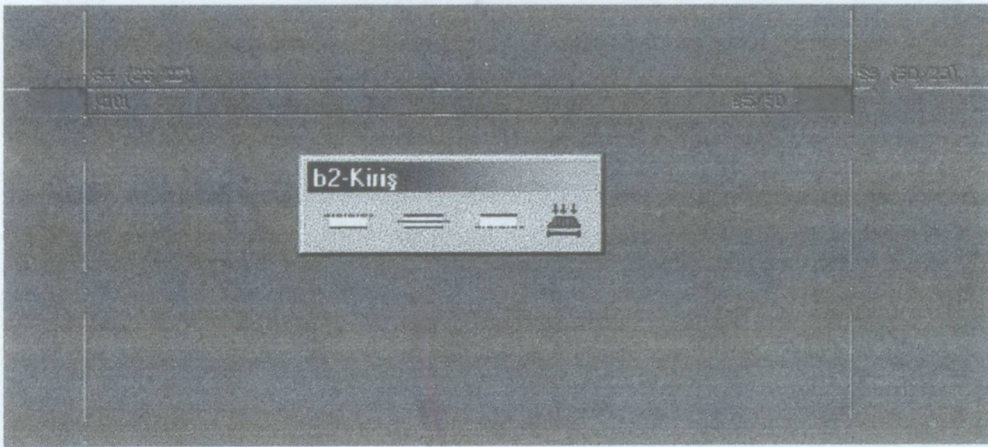
Şekil 4.37 Perde elemanın girilmesi

Boyutların tarif edilmesinin ardından grafik editör üzerinde perdenin yerleştirileceği aks üzerinde mouse sürüklenerek perde girme işlemi tamamlanmış olur ve bir sonraki perdeye geçilir. Yine perde tarifleri sırasında yapılacak değişiklik ve düzeltmeler güncelleme komutuyla grafik editöre yansıtılmaktadır.

4.4.5 Kirişlerin Girilmesi

Kolon ve perde tarifleri ardından modelin düşey taşıyıcılar işlenmiş olmaktadır ve sıra yatay taşıyıcılara gelmiştir. Bu bölümde de ilk olarak modelde yer alan kirişlerin tarif edilmesi gerekmektedir.

Aslında kiriş tarifi perde tarifiyle aynı özellikleri taşımaktadır. Yalnızca perde tarifine ek olarak kiriş yüksekliği de tanımlanmalıdır.



Şekil 4.38 Kiriş elemanın girilmesi

Yine komutun çalışmasıyla ekranın altında oluşacak menüye daha önce sözü edilen değerle girilir ve grafik editör üzerinde mouse sürüklenmesiyle kiriş tarif edilmiş olur. Kirişler için de yukarıda görülen yardımcı menü ekrana gelir. Diğerlerinden farklı olarak bu menüde yer alan kiriş yükleri seçeneği kiriş üzerine yazılmış olan yükleri ekrana getirmektedir. Bu konu yükler kısmında anlatılacaktır.

Yine diğer elemanlardaki gibi kiriş tarifleri sırasında da yapılacak değişiklik ve düzeltmeler güncelleme komutuyla grafik editöre yansıtılmaktadır.

4.4.6 Döşemelerin Girilmesi

Programı tarif edilmesi gereken en son eleman ise döşemelerdir. Döşemelerde akslardan faydalanılarak girilebilmektedir.

Döşeme komutunun çalışmasıyla ekranın altında oluşan tabloya döşeme adı, kalınlığı işlenir. Ardından "ctrl" tuşuna basılı tutularak döşemenin yer aldığı kas aralıkları sırayla işaretlenir. Bu işaretleme esnasında yük dağıtımıyla ilgili kırım çizgileri de ekrandan izlenebilmektedir. İstenirse bu aşamada döşeme zati ve hareketli yükleri de programa girilebilir.



Şekil 4.39 Döşeme elemanın girilmesi

Döşeme tanımlarının da yapılmasının ardından bir katta bulunan tüm elemanlar girilmiş olmaktadır.

4.4.7 Yük Bilgilerinin Girilmesi

4.4.7.1 Döşeme Yükleri

Tüm elemanlar tanımlandıktan sonra sıra modelimizi yüklemeye gelmiştir. Bu programda da döşeme üzerine yazılacak zati ve hareketli yükler kırım çizgileri teorisine dayanarak kirişlere aktarılmaktadır.

Döşeme yüklerinin girilmesi için bir çok yöntem mevcuttur. Ancak isteğe bağlı olarak kattaki veya modeldeki tüm döşemeleri ve bunların tüm özelliklerini bir arada görebilmek ve yükleri bu özelliklere göre işlemek daha doğru ve hatasız olacağından bu bölümde döşeme elemanları tablosundan söz edilecektir.

Program, elemanların giriş işlemleri sırasında her tip eleman için ayrı ayrı eleman tabloları oluşturmaktadır. Şekilde görülen döşeme eleman tablosu da bunlardan bir tanesidir. Bu tablo

üzerinde elemanın yer aldığı kata göre ismi, tipi, döşeme kalınlığı, zati ağırlığı, varsa diğer sabit yükleri, hareketli yükleri ve beton örtüsü yani paspayı yer almaktadır.

Daha önce yapılan yük analizleri uyarınca hesaplanan yükleri bu menüde programa işlemek mümkündür. Ayrıca yine bu menüyü kullanarak döşeme elemanlarının tipleri, yükseklikleri ve betonarme hesap için gerekli olacak beton örtüsü yani paspayı miktarları da bu menü yardımıyla değiştirilebilmektedir.

DÖŞEME DÜZELTME MENÜSÜ

AnalMenü

Element:

Tüm Katlar

Tamam iptal

Kat	Döşeme	Tip	h (cm)	g-zati (kN/m ²)	g-diğer (kN/m ²)	q (kN/m ²)	Beton Örtüsü (cm)
26	D2601	1	15.0	0.620	0.000	0.150	1.5
26	D2603	1	15.0	0.620	0.000	0.150	1.5
26	D2604	1	15.0	0.620	0.000	0.150	1.5
26	D2605	1	15.0	0.620	0.000	0.150	1.5
26	D2606	1	15.0	0.620	0.000	0.150	1.5
26	D2607	1	15.0	0.620	0.000	0.150	1.5
26	D2608	1	15.0	0.620	0.000	0.150	1.5

Döşeme Etiket:

Şekil 4.40 Döşeme yüklerinin girilmesi

4.4.7.2 Kiriş Yükleri

Kirişler döşemelerden gelen yükleri daha önce de ifade edildiği gibi otomatik olarak almış bulunmaktadır. Ancak gerek görüldüğü durumlarda kiriş üzerine de yük yazmak mümkündür. Bu yükler eğer duvar yükü ise kiriş oluşturulurken ekranın alt kısmında çıkan menüye duvar yüksekliği, kalınlığı varsa pencere boşluğu ebatları da girilerek, duvar yükü otomatik olarak hesaplatılabilir.

Farklı cinsten bir yükün yazılması için ise kiriş elemanları tablosundan faydalanmak yine en kullanışlı ve doğru yol olacaktır. Kiriş düzeltme tablosu adıyla da anılan ve aşağıdaki şekilde görüldüğü üzere gerekli buton tıklandığında ekrana gelen menüde kirişler söz konusu kata ait olarak ve yahut da tüm katlara ait olarak sıralanmaktadır. Girilmiş olan tüm kirişlerin zati yüklerine, olası diğer yüklere, hareketli yüklere, duvar yüklerine, eleman atalet momentine, kayma alanına ve elastisite modülüne bu tablo vasıtasıyla müdahale etmek mümkün olacaktır.

Ayrıca yine bu menünün sağ üst tarafında görülen hesap/düzeltil butnu tıklanarak ilgili kirişin tüm yük bilgilerine, tablasını oluşturan komşu döşemelerin aktardığı yüklerine de ulaşmak mümkündür. Bunlar üzerinde de gerektiğinde değişiklik ve düzeltme yapılabilmektedir. Bu yeni menüde kirişin uç reaksiyonları da hesaplanmış olarak yazmaktadır. Yapılacak değişikliklerle bu reaksiyonlar da otomatik olarak değişecektir.

KIRIŞ DÜZELTME MENÜSÜ

Ana Menü

Hesap/Düzeltil

Elemen: Ara

Sırala

Elemana göre

Kata göre

Tüm Katlar

Tamam

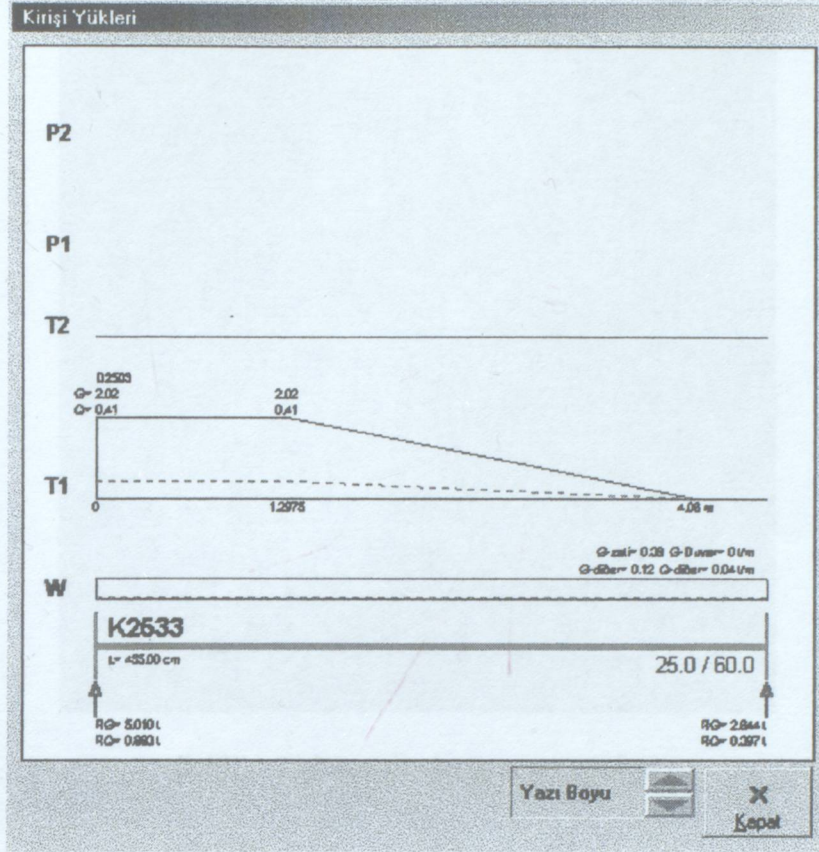
İptal

J-Aks Yön 2	G-Düvar (t/m ²)	H-Düvar (m)	b-boşluk1 (m)	h-boşluk1 (m)	b-boşluk2 (m)	h-boşluk2 (m)	G-Diğer (t/m)	D-Diğer (t/m)	Atalet (m ⁴)	Kayma Alanı (m ²)	E Modül (t/m ²)
12	0.000	0.000000	0.00	0.00	0.00	0.00	0.39	0.35	0.000000	0.0000	0.
1	0.000	0.000000	0.00	0.00	0.00	0.00	0.37	0.33	0.000000	0.0000	0.
1	0.000	0.000000	0.00	0.00	0.00	0.00	0.37	0.33	0.000000	0.0000	0.
1	0.000	0.000000	0.00	0.00	0.00	0.00	0.37	0.33	0.000000	0.0000	0.
1	0.000	0.000000	0.00	0.00	0.00	0.00	0.37	0.33	0.000000	0.0000	0.
1	0.000	0.000000	0.00	0.00	0.00	0.00	0.37	0.33	0.000000	0.0000	0.
1	0.000	0.000000	0.00	0.00	0.00	0.00	0.37	0.33	0.000000	0.0000	0.
1	0.000	0.000000	0.00	0.00	0.00	0.00	0.37	0.33	0.000000	0.0000	0.
2	0.000	0.000000	0.00	0.00	0.00	0.00	0.10	0.09	0.000000	0.0000	0.
2	0.000	0.000000	0.00	0.00	0.00	0.00	0.10	0.09	0.000000	0.0000	0.
3	0.000	0.000000	0.00	0.00	0.00	0.00	0.06	0.13	0.000000	0.0000	0.
7	0.000	0.000000	0.00	0.00	0.00	0.00	0.04	0.10	0.000000	0.0000	0.
7	0.000	0.000000	0.00	0.00	0.00	0.00	0.04	0.10	0.000000	0.0000	0.
8	0.000	0.000000	0.00	0.00	0.00	0.00	0.04	0.10	0.000000	0.0000	0.
8	0.000	0.000000	0.00	0.00	0.00	0.00	0.04	0.10	0.000000	0.0000	0.
8	0.000	0.000000	0.00	0.00	0.00	0.00	0.04	0.10	0.000000	0.0000	0.
8	0.000	0.000000	0.00	0.00	0.00	0.00	0.04	0.10	0.000000	0.0000	0.
8	0.000	0.000000	0.00	0.00	0.00	0.00	0.04	0.10	0.000000	0.0000	0.
11	0.000	0.000000	0.00	0.00	0.00	0.00	0.46	0.42	0.000000	0.0000	0.
11	0.000	0.000000	0.00	0.00	0.00	0.00	0.46	0.42	0.000000	0.0000	0.
12	0.000	0.000000	0.00	0.00	0.00	0.00	0.37	0.33	0.000000	0.0000	0.
12	0.000	0.000000	0.00	0.00	0.00	0.00	0.37	0.33	0.000000	0.0000	0.

Kiriş Etiket:

Şekil 4.41 Kiriş düzeltme menüsü

Hesap/düzeltil butonuyla girdiğimiz bu yeni menü ayrıca diğer programlardan da farklı olarak kiriş üzerine yazılmış ve döşemelerden gelen tüm yükleri çizerek yapılan statik hesabı görselleştirmektedir.



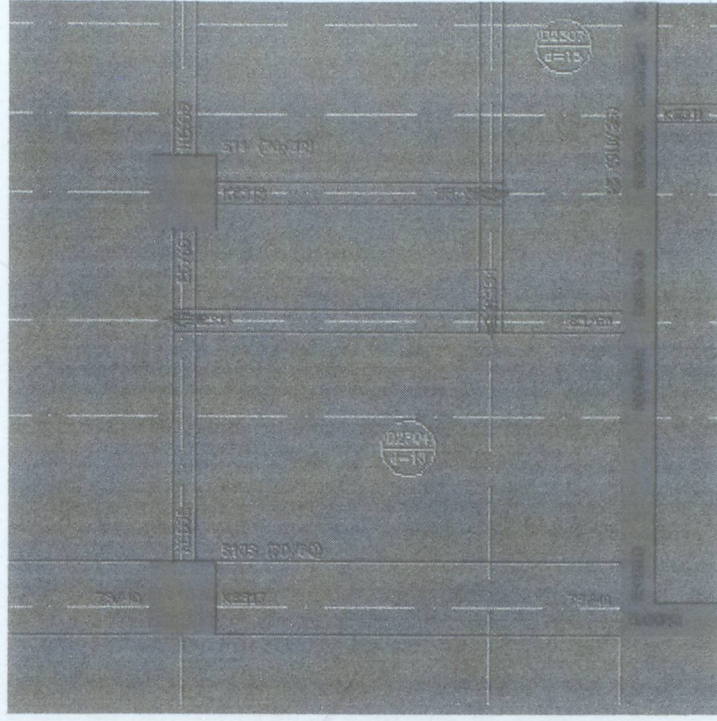
Şekil 4.42 Kiriş yükleri çizimi

Bu tablolarla eşdeğer diğer eleman tabloları da perde ve kolon elemanlara ait olan tablolardır. Yine bu tablolar vasıtasıyla perde gerek perde elemanların gerekse kolon elemanların atalet momentlerine, kesit alanlarına, kayma alanlarına ve elastisite modüllerine dışarıdan kullanıcı tarafından direkt müdahale edilebilmektedir. Herhangi bir müdahalede bulunulmadığında bu değerlerin program tarafından hesaplanacağını gösteren "0" rakamı görülecektir.

4.4.8 Mesnet Elemanlarının Girilmesi

Programın genel bina çözümünde sonlu elemanlar metodunun kullanmadığı daha önce de belirtilmişti. Bu nedenle saplama kirişler yani kirişin kirişe oturması söz konusu olduğunda program oturan kirişin mesnet reaksiyonunu oturduğu noktada tekil yük olarak diğer kirişe aktarmaktadır. Modelde saplama kiriş olması durumunda bu noktada mesnet eleman tanımlanmalıdır. Bu eleman da yükün aktarılacağı kirişe göre bir yön numarası almaktadır.

Bu bilgilerin girilmesinde yapılacak hatalar sistemin çözümünü direkt olarak etkileyecektir. Mesnet tarif edilmesinin unutulduğu durumlarda çözüm aşamasına gelindiğinde program çözüme geçmeden önce bu elemanın eksikliğini bildirmektedir. Ancak yön tayini kullanıcının opsiyonundadır ve doğru olarak yapılmadığında sonuçlar da hatalı olacaktır.



Şekil 4.43 Mesnet elemanı ve yönleri

4.4.9 Kat Kopyalama, Kat Bilgileri Türetme İşlemleri

Bir katın modellenmesi yükleri dahil tamamen sona erdiğinde benzer katlar kat kopyalama seçeneğiyle oluşturulabilmektedir. Ayrıca kattaki elemanların bir bölümünü örneğin yalnızca kirişleri veya yalnızca kolonları veya hem kolonları hem de döşemeleri yeni oluşturulacak kata kopyalamak mümkündür.

Bu kopyalamanın yanı sıra eğer ardışık bir kaç kat yükleri dahil bir birinin tamamen benzeri ise bu katlardan sadece en üsttekini modellemek, aşağıdakileri kopyalamamak da onların aynı olduğunu programa ifade etmektedir. Bu özelliğin kullanıcıya kazandırdığı en büyük avantaj ise bu katlarda olabilecek herhangi bir revizyonun veya düzeltmenin sadece girilen en üst katta yapılacağı olmasıdır. Aksi takdirde, tüm aynı katlarda aynı revizyonun yapılması gereklidir veya kopyalama işleminin tekrarlanması gerekmektedir. Bir diğer avantaj ise bu durumun çözüm aşamasını daha da hızlandırmasıdır. Elemanların bu katlarda rijitlik matrislerinin ve yüklerinin aynı olmasından dolayı çözüm hızlanır.

Ayrıca programın çizim modülünün de bulunmasından dolayı kat türetme esnasında verilmiş iç, dış ölçüler ve çizilmiş döşeme donatıları da diğer kata kopyalanabilir veya kopyalanmayabilir.

Kat Türetme Menüsü

Kopyalanacak Kat:

Türetilecek Kat:

Türetilecek Elemanlar

<input checked="" type="checkbox"/> Kolonlar	<input checked="" type="checkbox"/> Nervür Döşemeler
<input checked="" type="checkbox"/> Mesnetler	<input checked="" type="checkbox"/> Döşeme/Nervür Aksları
<input checked="" type="checkbox"/> Perdeler	<input checked="" type="checkbox"/> Döşeme Boşlukları
<input checked="" type="checkbox"/> Kirişler	<input checked="" type="checkbox"/> Ölçüler
<input checked="" type="checkbox"/> Plak Döşemeler	<input checked="" type="checkbox"/> Donatılar

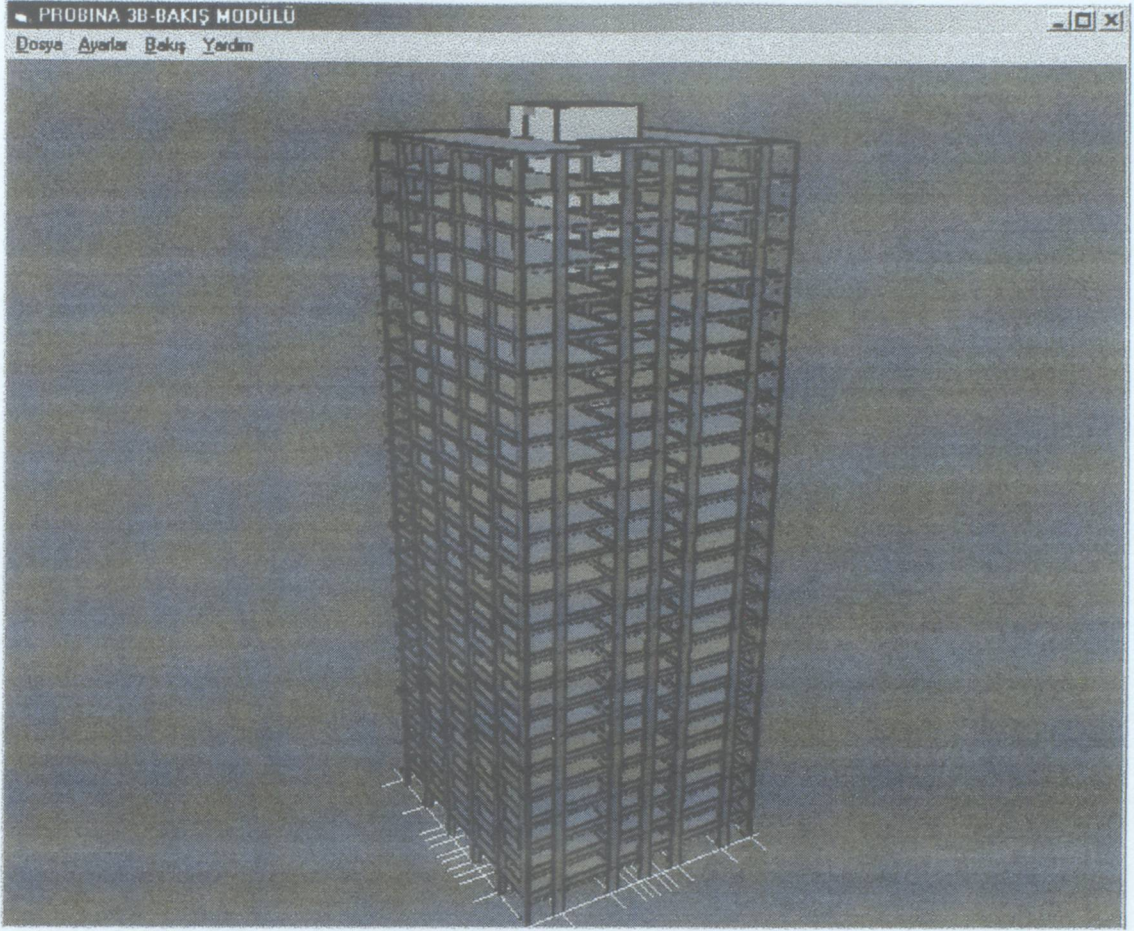
Sadece Seçilen Elemanlar

Şekil 4.44 Kat türetme menüsü

4.4.10 Analiz Öncesi Yapılması Gereken İşlemler

Model artık tüm elemanların ve yüklerin de tanıtılmasıyla paralel olarak tam anlamıyla programa yansıtılmıştır. Eleman tanımlama sonrasında yapılması gereken ilk iş “elemanları akslara göre düzelt” komutunun çalıştırılmasıdır ki bu da kullanıcı tarafından modelin ilk kontrolü olacaktır. Bu komutun çalışmasıyla program girilmiş tüm elemanların tek tek üzerinden geçer ve ait oldukları aks kesişimlerine göre boylarını yeniden hesaplayıp ilgili dosyaya yazar. Ancak modelin tarifinde bir problem söz konusu ise bu problemi de bildirir ve düzeltmeden sonra yeniden çalıştırılır.

Elemanların akslara göre düzeltilmesi işlemi de sorunsuz olarak tamamlandığında sıra kullanıcı mühedisin yapması gereken diğer bir kontrole gelmiştir. Bu kontrol için program modelin en son halini kaydedip üç boyutlu ve renkli bir görüntüsünü ekrana getirir. Bu görüntü üzerinde varsa tüm hatalar tespit edilebilir ve geri dönerek analize geçmeden düzeltilebilir. Modelin sorunsuz olması halinde artık analiz kısmına geçilecektir. Zaten analiz kısmı da modeli bir kaç tane kontrolden geçirecektir. Bu kontrollerle ilgili detaylı bilgiyi analiz aşamasında bulmak mümkündür.



Şekil 4.45 Modelin 3 boyutlu görünümü

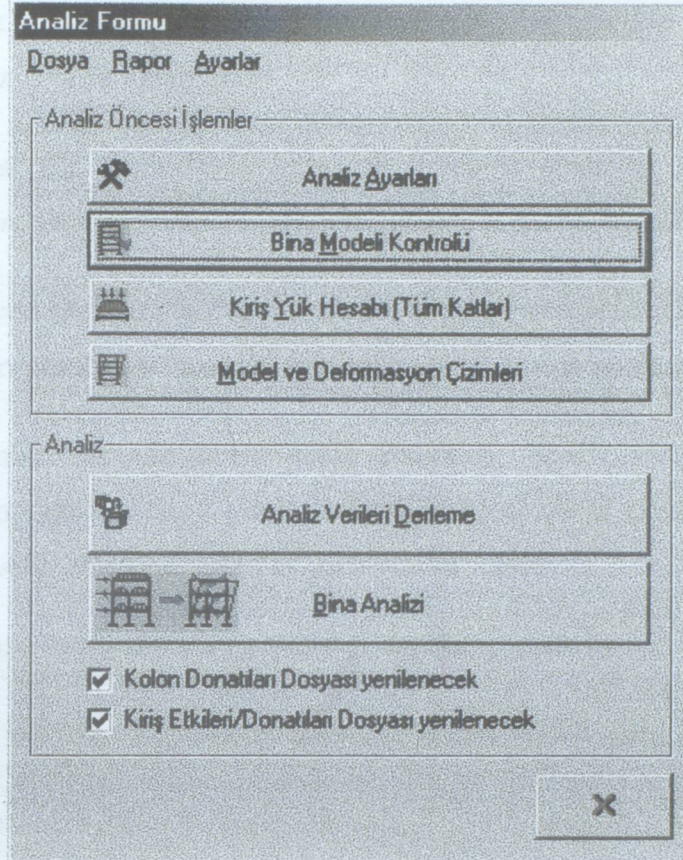
4.4.11 Analiz Aşaması

Bu bölümde Probina Orion V11 programının bina analizi öncesi yapılan son işlemlerden ve analiz için yapılması gerekenlerden söz edilecektir.

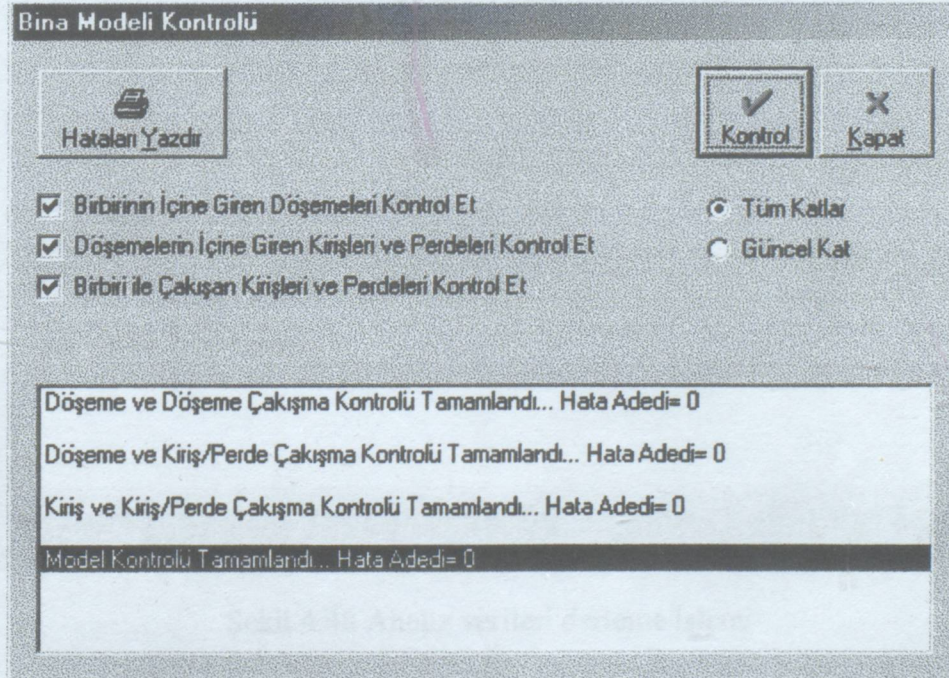
Artık model herşeyiyle oluşturulmuş ve yukarıda bahsedilen kontrollerden geçirilmiştir. “Bina Analizi” butonu tıklandığında bununla ilgili olarak analiz formu menüsü ekrana gelecektir. Bu menüde ilk olarak kullanılması gereken işlem analiz ayarları işlemidir. Bunlar deprem yönetmeliği ayarları, analiz parametreleri ve çıktı dosyalarının formu ile ilgili ayarlardır.

Bu işlemin hemen ardından ise “Bina modeli kontrolü” butonu tıklanarak programa model ile ilgili son bir kontrol yaptırılır. Bu kontrolde program model içerisinde bir biri içine geçmiş döşemeleri, döşemelerin içine giren kirişleri ve perdeleri, birbiriyle çakışan kirişleri ve perdeleri kontrol eder. Yapılan işlemleri ise aşağıdaki şekilde görüldüğü gibi kullanıcıya iletir.

Bina modeli kontrolü sonucunda yukarıda bahsedilen her aşama için sıfır hata bulunması durumunda analiz işlemlerine devam edilebilir. Aksi bir durumda hata tespit edilip giderilmelidir ve şu ana kadar analiz aşamasında yapılan işlemler tekrarlanmalıdır.



Şekil 4.46 Analiz formu menüsü



Şekil 4.47 Bina modeli kontrolü menüsü

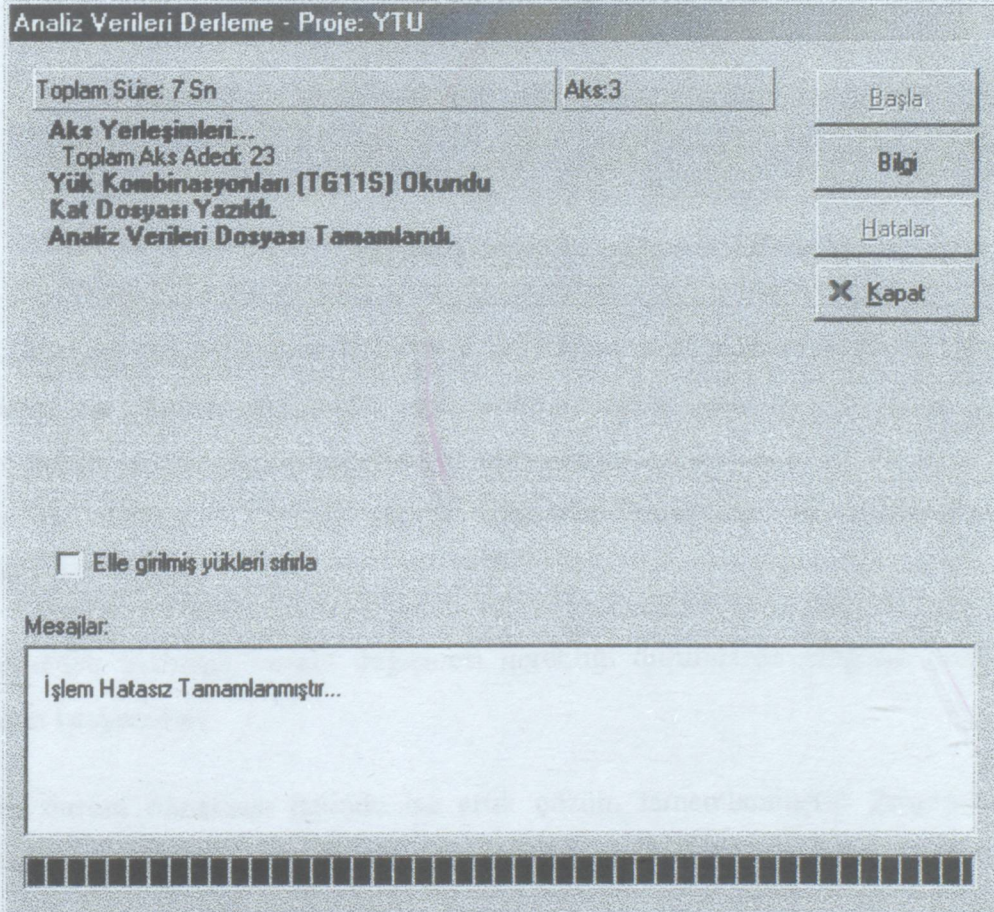
Bina modeli kontrolü isteğe bağlı olarak herhangi bir kat için veya tüm katlar için yaptırılabilir. Bu özellik programın en önemli avantajlarından biridir çünkü yapılabilecek bu tür

ufak hatalar dinamik ve statik analiz sonuçlarının tamamen değişmesine neden olabilmektedir. Gerekirse hatalar yazıcıya da aktarılabilir.

Artık sıra tüm katlar için yaptırılacak kiriş yük hesabına gelmiştir. Program bu aşamada mevcut tüm kirişlerin tabla boylarını ve yüklerini otomatik olarak hesaplar.

Model ve deformasyon çizimleri başlığı altında ise çözüm yapılmadan önce tüm çerçeveler ve elemanların boyutları görülebilir. Bu bölümle ilgili olarak çözüm sonrasında bahsedilecektir.

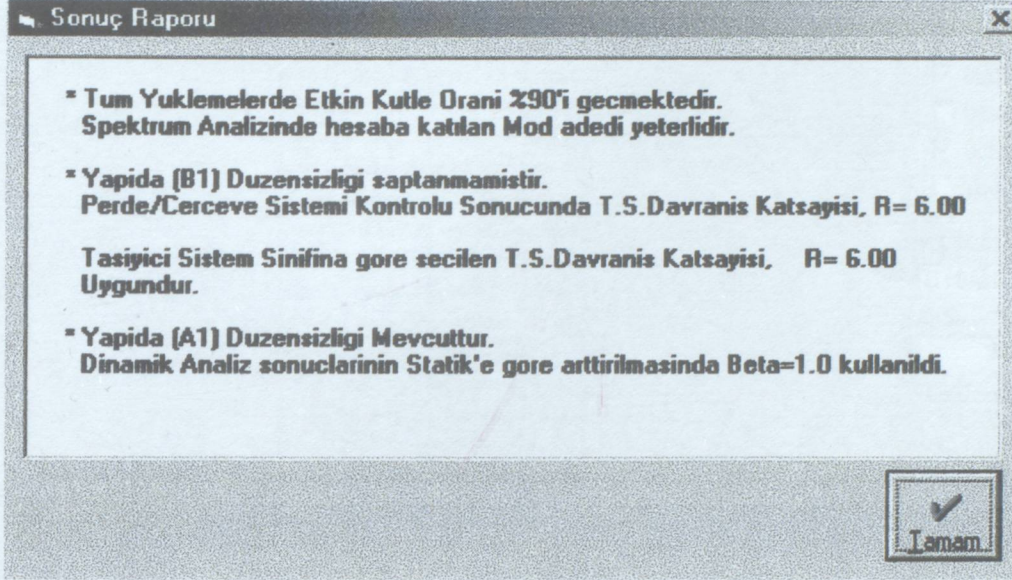
Analiz öncesi işlemler tamamlandıktan sonra menüden “Analiz verileri derleme” butonu tıklanır. Böylece program ilk olarak grafik verileri derleme işlemi yapar. Program tarafından tip kesitler ve çerçeveler oluşturulur ve aks yerleşimleri yazılır.



Şekil 4.48 Analiz verileri derleme işlemi

Bu işlemin ardından şekilde de görüldüğü üzere her aksta bulunan elemanlar okunur, tipleri, kesitleri ve yükleri yazılır, yük kombinasyon datası oluşturulur ve üç boyutlu kat datası oluşturulmuş olur. Yani grafik editör üzerinde girilen her bilgi bu sırada data olarak yazılmıştır.

Artık son aşamaya geçilmiştir. Bina analizi butonu tıklanarak çözüm yaptırılır. Çözüm aşamasında program bizden herhangi bir değer girmemizi veya herhangi bir seçim yapmamızı istemeyecektir. Çünkü bu aşamaya kadar gerek proje parametrelerinde gerekse analiz ayarları menüsünde bu değerler tamamıyla programa girilmiştir.



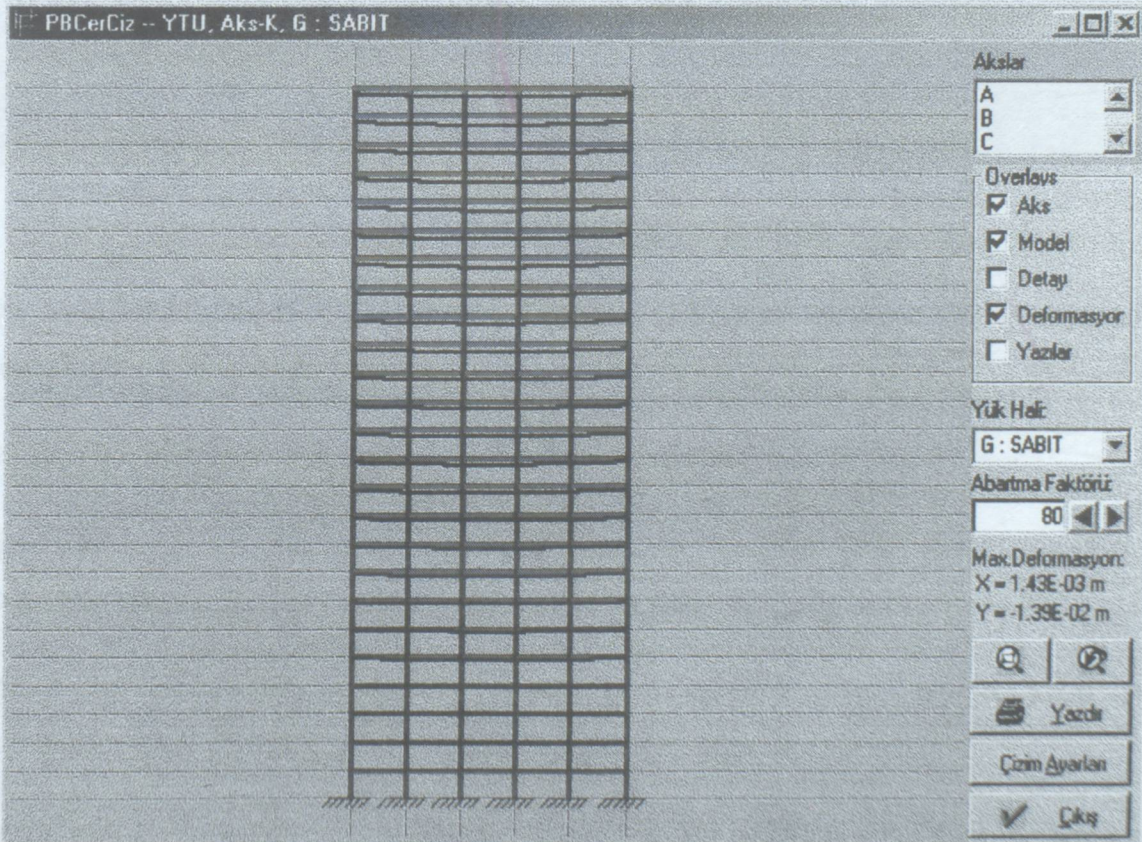
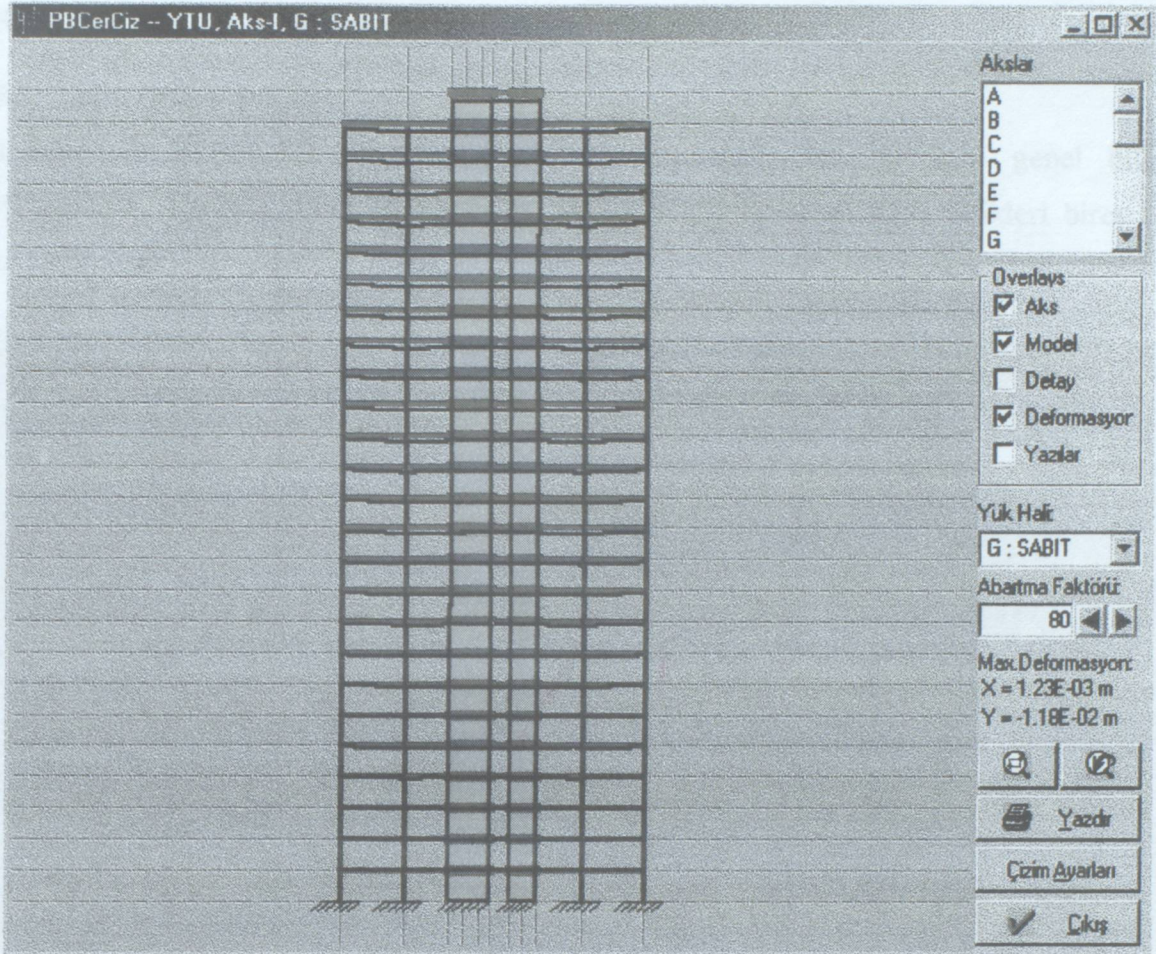
Şekil 4.49 Sonuç raporu

Çözüm işleminin tamamlanmasıyla birlikte yukarıdaki şekilde görülen sonuç raporu ekrana gelmektedir. Bu raporda kullanılan mod adedinin etkin kütle oranına göre yeterli olup olmadığı, taşıyıcı sistem sınıfına göre seçilen taşıyıcı sistem davranış katsayısının uygun olup olmadığı ve şartnameler gereği yapıda kullanılan katsayıları ve nedenlerini program göstermektedir.

Bu değerlerden herhangi birinin değişmesi gerektiği durumlarda program analizin tekrar yapılmasını isteyecektir.

Böyle bir durum olmaması halinde ise artık çözüm tamamlanmıştır. Program tüm çıktı dosyalarını isteğe bağlı olarak hazırlamaktadır. İstenirse eleman eleman, istenirse kat kat, istenirse aks aks sonuçlar yazdırılabilir. Hazırlanan bu çıktı dosyaları yalın ve anlaşılır bir tarza sahiptir. Şartnamelerin gerektirdiği tüm kontroller bu dosyalarda mevcuttur.

Model ve deformasyon çizimleri ile ilgili bu bölümde bahsedileceği belirtilmişti. Tüm deplasmanların hesaplanmasının ardından bina çerçevelerinin uğrayacağı deformasyonlar ve ilk hal çizimleri iki boyutlu olarak oluşturulabilir.



Şekil 4.50 Çerçeve deformasyon çizileri

4.5 STA4CAD V.9 Programına Data Girişi

4.5.1 Yapı Genel Bilgileri

Bu bölümde STA4CAD programına çözümü yapılacak bina ile ilgili genel bilgiler girilmektedir. Aşağıda genel bilgi menüsü ve bu bilgilerin neleri ifade ettikleri birer birer ifade edilmiştir.

YAPI GENEL BİLGİLERİ		FATİH YEŞİLSELVE BİTİRME PROJESİ	
YAPI PROJE ISMI		FATİH YEŞİLSELVE BİTİRME PROJESİ	
KAT SAYISI		26	
DEPREM BÖLGE KATSAYISI	A_0	.4	
DEPREM YAPI TİPİ KAT SAYISI	R	6	
DEPREM YAPI ÖNEM KAT SAYISI	I	1	
ZEMİN PERİYODU	T_b	.3	
HAREKETLİ YUK KATSAYISI	n	.3	
DEPREM YUKU ALT YUKSEKLİĞİ	(m)	0	
ZEMİN YATAK KATSAYISI	$[t/m^2]$	10000	
ZEMİN EMNİYET GERİLMESİ	$[t/m^2]$	50	
ZEMİN YUK AZALTMA KATSAYISI	C_z	1	
DEPREM YUKU EKSANTİRİSİTESİ		.05	
MODAL ANALİZ Min. YUK ORANI	β	1	
UST KAT no (TDY için)		26	

UserKey

kat sayısı

Üst kat

Fdt

BAP

deprem alt kotu

YENİ YAPI PROJESİ

Şekil 4.51 Yapı genel bilgileri menüsü

Yapı proje ismi projenin 40 karakterlik özel tanımlamasıdır. İstenilen başlık veya ad bu bölüme kullanıcı tarafından işlenir.

Kat sayısı bölümüne yapının toplam kattan oluştuğu yazılmaktadır.

Deprem katsayısı yapının yapılacağı yerin etkin yer ivmesini ifade etmektedir. Deprem şartnamesi gereği I. Derece deprem bölgeleri için bu değer 0.40 olmalıdır.

Deprem yapı tipi katsayısı ise deprem yönetmeliğinde tanımlanan yapı davranış katsayısıdır. Yapının süneklilik düzeyine, perde eleman kullanılmasına göre hesaplanır.

Deprem yapı önem katsayısı yine deprem yönetmeliğinde tanımlanan kullanım amacına göre deprem hesabında kullanılan katsayıdır.

Zemin periyodu deprem yönetmeliğinde tanımlanan, zemin cinsine göre alınması gereken T_a , T_b değerlerinin T_b 'ye göre verilmiş değeridir.

Hareketli yük katsayısı da deprem yönetmeliğimizde tanımlanan yapı tipine ve kullanım amacına bağlı, hareketli yükün dinamik analiz için kütle hesabında katılım payıdır.

Deprem alt kotu yüksekliği, yapının her iki yönünde kat yüksekliğinde rijit bodrum perdesi olması durumunda, bodrum üst kat kotunu ifade eder.

Zemin yatak katsayısı, temel hesaplarında kullanılan, zemin cinsine bağlı olarak alınan zemin parametrelerindedir. Ayrıca zemin emniyet gerilmesi de t/m^2 cinsinden bu bölümde ifade edilir.

Deprem yükü eksantirisitesi, minimum %5 bina genişliği alınmalıdır, ancak analiz sonuçlarında deprem raporu tarafından uyarı olması durumunda verilen değer alınmalıdır.

Modal analiz minimum yük oranı, şartnamemize göre, deprem raporunda A1, B2, B3 düzensizliği olması durumunda β katsayısı 1.0, olmaması halinde ise 0,90 alınmaktadır.

4.5.2 Kat Bilgileri

Bu bölümde programa hesabı yapılacak modelin katların kotları, z düzleminde bir referans noktasına göre interaktif olarak girilir. Böylece hem kat kotları hem de kat yükseklik bilgileri tanımlanmış olur. Aynı menüde görüldüğü üzere benzer olan katlar ve kat isimleri de girilebilir.

	Kat sembol	Kat koordinatı [m]	Kırs benzer kat çizimi	Kat uygulama açıklaması
1. kat	B	3	1	BODRUM
2. kat	Z	6	2	ZEMİN
3. kat	1	9	3	1. NORMAL
4. kat	2	12	3	2. NORMAL
5. kat		0	0	
6. kat		0	0	
7. kat		0	0	
8. kat		0	0	
9. kat		0	0	
10. kat		0	0	

Kısaltılmış kat isimleri girin,
Z, B, 01, 1, 2 gibi

Şekil 4.52 Kat bilgileri menüsü

Kat sembolü, proje mimari tanımı için kullanılan katın çıkış ve çizimlerinde eleman indislerinin katını tanımlamaktadır.

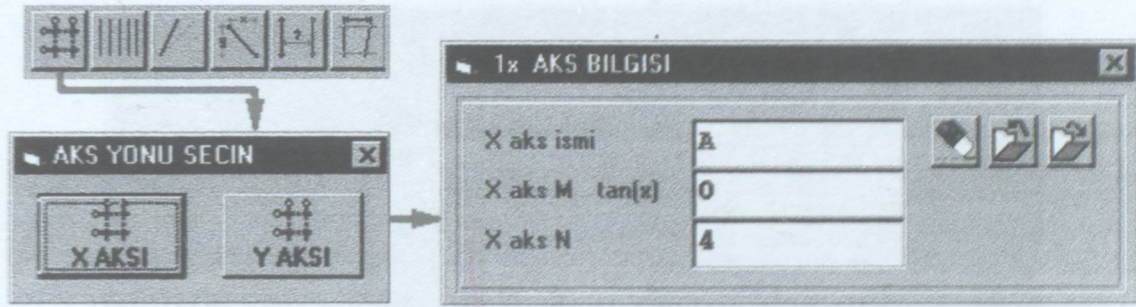
Kat koordinatı ise yapının en alt kotu 0 kabul edilerek verilen katların statik kotudur.

Kiriş benzer kat çizimi, sadece kiriş çizimleri için gerekli olan ve kiriş çizimlerinde aynı açılımda çizimlerin birlikte yapılmasını sağlar.

Kat aplikasyon açıklaması, çizimlerin aplikasyon tanımında kullanılır.

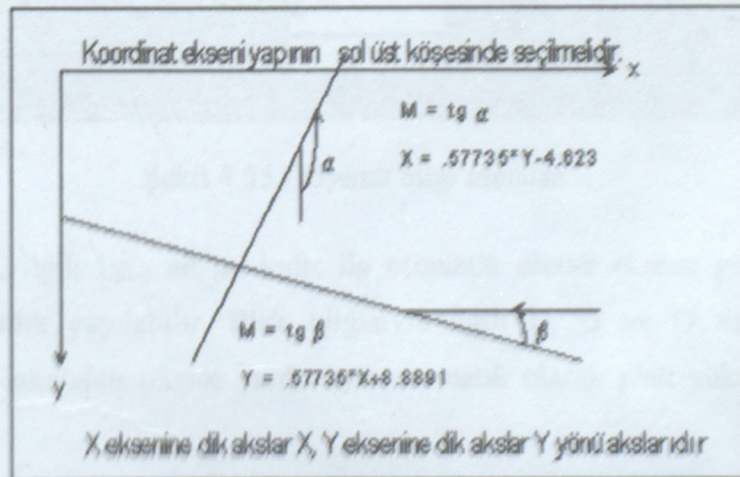
4.5.3 Aks Bilgi Girişi

Eleman bilgilerinin girilebilmesi için öncelikle akslarının oluşturulması gerekir. Akslar yapının her katında ortak olarak kullanılabilir. Proje uygulamasının başında girilebildiği gibi sonrada girilebilir ve düzeltme yapılabilir.



Şekil 4.53 Aks yönü ve Aks bilgi menüleri

İstenilirse bu bölümden de x, y aksı bilgileri buradan girilebilir. Çizimlerde aksın mimari tanımını sağlayan aks ismi buradan girilebilir..



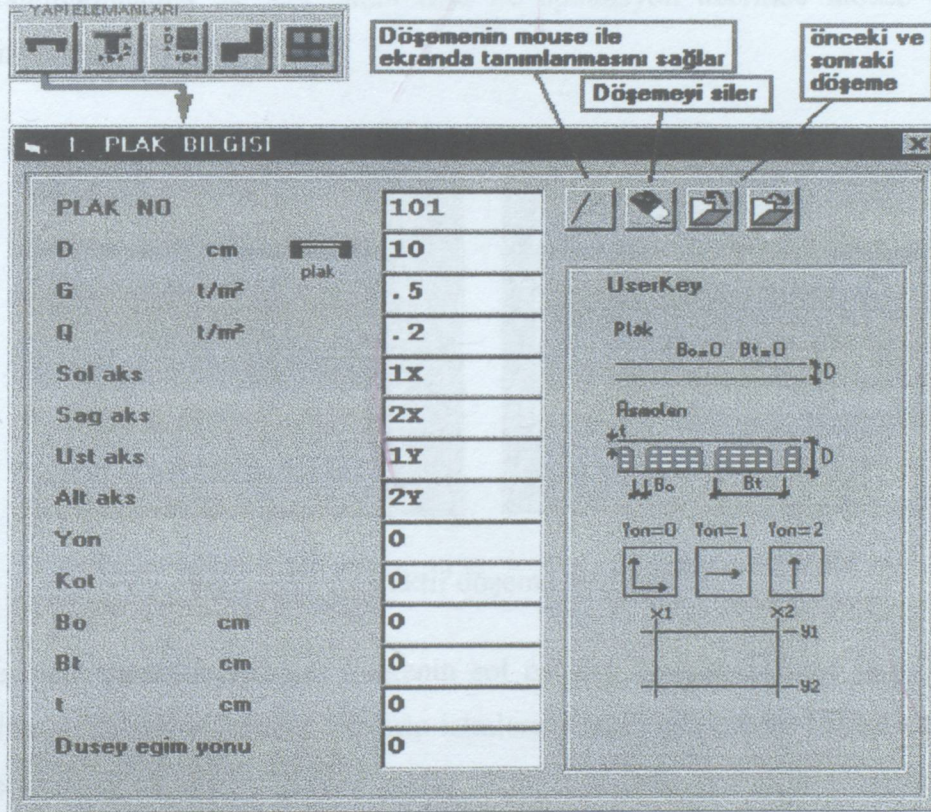
Şekil 4.54 Eğik aks bilgisi

Modelimizin sağ üst köşesi başlangıçta (0,0) koordinat noktası olarak kabul edilmektedir. Bu başlangıç noktası kullanılarak aks sistemi oluşturulur. Aşağı ve sağ yönlerdeki artışlar pozitif kabul edilir. Gerekli durumlarda negatif mesafe girilerek de aks tanımlaması yapılmaktadır.

Bu programda da her aksın kesişim noktası birer düğüm noktasını ifade etmektedir. Aplikasyonda her elemanın akslarla geometrik yeri tarif edildiği için öncelikle akslar oluşturulmalıdır.

4.5.4 Döşeme Bilgisi

STA4CAD programında bilgi girişi sırası ile ilgili bir zorunluluk yoktur. Ancak aplikasyonu daha iyi göstermesi açısından önce plakların tercih edilmesi daha uygundur.



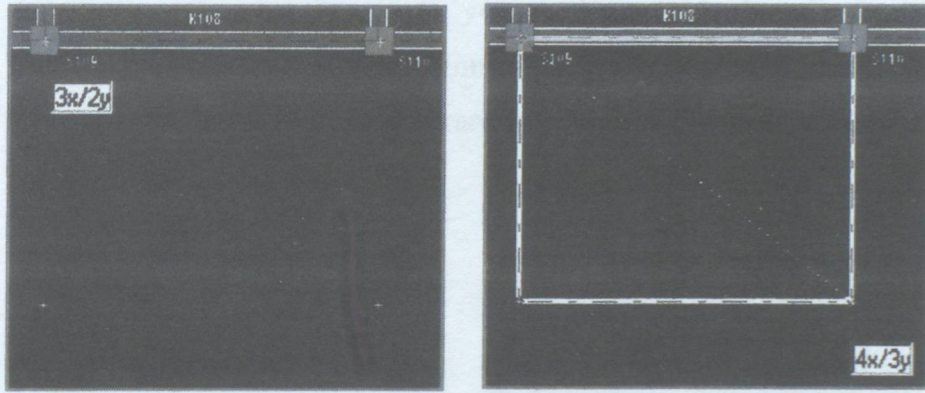
Şekil 4.55 Döşeme bilgi menüsü

Döşeme numaraları, ilgili kata ait ön indis ile otomatik olarak ekrana gelir. İstenilirse bu numaralarda değişiklik yapılabilir. Plak bilgisiyle ilgili D, G ve Q değerleri girilirken aşağıdaki yardımcı menüden mouse yardımıyla otomatik olarak plak yüksekliğini de ilave ederek işler.

UserKey				UserKey		UserKey	
plak	asamelen	ytong	kaset				
10	5/25	5/25	5/25	MARLEY KAP. OD	G = .148 t/m ²	HAREKETLİ YUK	P = .15 t/m ²
11	5/28	5/28	5/28	FAYANS KAP. OD	G = .169 t/m ²	HAREKETLİ YUK	P = 2 t/m ²
12	5/30	5/30	5/30	KARO KAP. ODA	G = .211 t/m ²	HAREKETLİ YUK	P = 3 t/m ²
13	5/35	5/35	5/35	DÜŞÜK DOSEME	G = .532 t/m ²	HAREKETLİ YUK	P = 35 t/m ²
14	7/27	7/27	7/27	ÇATI DÖŞEMESİ	G = .149 t/m ²	HAREKETLİ YUK	P = 5 t/m ²
15	7/30	7/30	7/30	MERDİVEN	G = .191 t/m ²	HAREKETLİ YUK	P = .75 t/m ²
16	7/32	7/32	7/32				
17	7/35	7/35	7/35				
18							
20							

Şekil 4.56 Plak kalınlığı, sabit yük, hareketli yük seçim menüsü

Şekil 4.55'te görülen döşeme bilgi menüsünde aks bilgilerine kadar olan bilgiler işlendikten sonra, aks tanımlanmamış ise aks tanım tuşu ile aplikasyon üzerinde mouse yardımıyla kolayca tanımlanabilir.



Şekil 4.57 İnteraktif döşeme tariflenmesi

Plak döşeme olarak sınırlandırılacak bölgenin sol üst aks kesişim noktası işaretlenir. Grid noktası üzerine gelindiğinde kesişen aksların isimleri ekranda oluşur, bu kesişim onaylanırsa ikinci işleme yani sağ alt aks kesişimine geçilir. Aynı şekilde bu grid üzerine gelindiğinde de kesişen iki aksın adı ekrana gelir ve döşemenin yerleşeceği konumu gösterir. Bu gösterim de onaylanınca plak döşeme tariflenmiş olur.

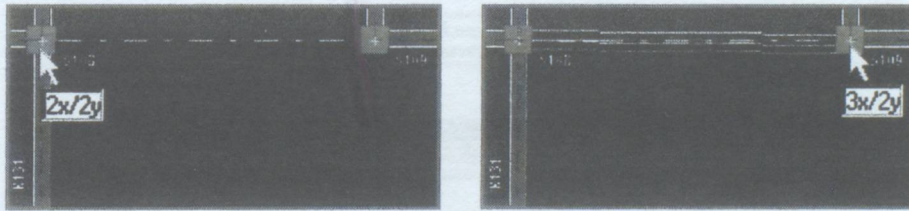
Plak döşeme sınırları tanımlandıktan sonra plak döşemenin çalışma yönü tarif edilmelidir. Hesap sırasında yük aktarımı bu yönlere göre yapılacaktır. "0" tipi çift doğrultuda çalışan döşemeyi, "1" x yönünde çalışan döşemeyi, "2" ise y yönünde çalışan döşemeyi ifade etmektedir.

Döşeme kat kotunda değil ise döşeme bilgi menüsünde yer alan kot bölümüne bu fark yazılmalıdır.

UserKey				UserKey	
20	70	120	170	19 cm tuğla	19 cm gtong
25	75	125	175	G = .864 t/m	G = .781 t/m
30	80	130	180	13 cm tuğla	13 cm gtong
35	85	135	185	G = .675 t/m	G = .54 t/m
40	90	140	190	9 cm tuğla	9 cm gtong
45	95	145	195	G = .54 t/m	G = .453 t/m
50	100	150	200	19 cm tuğ. pen	19 cm gtg. pen
55	105	155	205	G = .405 t/m	G = .345 t/m
60	110	160	210	13 cm tuğ. pen	13 cm gtg. pen
65	115	165	215	G = .335 t/m	G = .285 t/m
Hk=300				9 cm tuğ. pen.	9 cm gtg. pen.
				G = .285 t/m	G = .255 t/m
				KIRIŞ ÖLÜ YÜK	
				G = 0 t/m	

Şekil 4.60 Kiriş boyut ve yük menüsü

Kirişler üzerine yazılacak yük “G” bölümüne direkt olarak yazılabildiği gibi yukarıdaki menüden de programın yük kütüphanesinde yer alan seçeneklerden de faydalanılabilir. Herhangi bir yük yazılmadığı durumlarda yalnızca kirişin zati ağırlığı hesaba katılacaksa “Kiriş Ölü Yük” seçeneği işaretlenir ve program zati ağırlığı hesaplayıp “G” yükü olarak yazar.

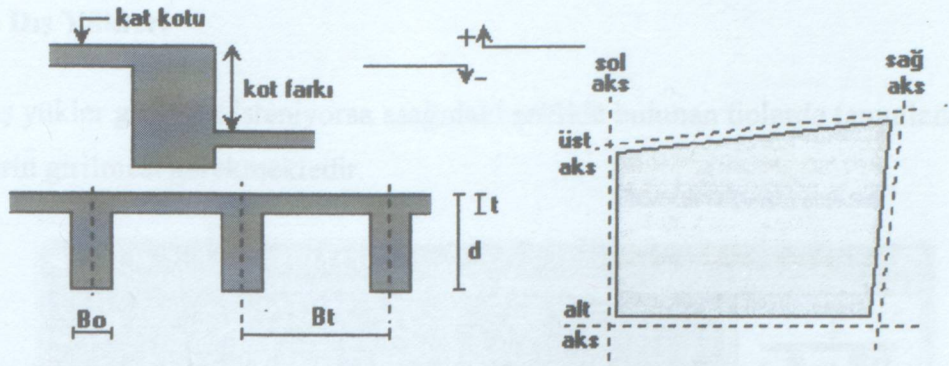


Şekil 4.61 Kirişin interaktif tarifi

Kirişin konumlanacağı akslar elle tabloya işlenebileceği gibi grafik editör üzerinde mouse yardımıyla da işaretlenebilmektedir. İlgili kesişim noktalarının işaretlenmesiyle otomatik olarak kiriş kalıp planında çizilecektir. Kiriş aksı tanımında önce sol uç, sonra sağ uç işaretlenir.

Şekil 4.59’da yer alan tablodaki Dxy seçeneğinde ise kirişin yerleştirildiği aksa göre sapması yazılacaktır.

Kirişin Do, La ve Lb değerleri guse veya değişken kesit için verilebileceği gibi, kirişin uç mesnet şartlarının tanımında da kullanılabilir. Do guse yüksekliği, La ve Lb sırasıyla sol ve sağ guse genişliklerini ifade etmektedir. Fakat Do’ın “0” olması ve La ve Lb’nin “-1” olması durumunda iki ucu mafsallı kiriş tariflenmiş olur.



Şekil 4.58 Döşeme kot farkı , Bo-Bt-d-t değerleri

Nervürlü döşeme kullanılması halinde Bo nervür genişliği, Bt nervür aksları arasındaki mesafe, d nervür yüksekliği ve t döşeme kalınlığı da Şekil 4.55'teki menüye işlenmelidir.

Aynı menüde yer alan düşey eğim yönü bölümüne "0" yazılması halinde ilgili döşemenin x-y düzleminde yatay olarak yer aldığını ifade eder.

4.5.5 Kiriş Bilgilerinin Girilmesi

Kiriş tarifi için ilk yapılması gereken işlem aşağıda görülen tablonun doldurulmasıdır. Bu bölümde bu tabloda yer alan değerlerle ilgili bilgiler verilecektir..

YAPILANLAR

kiriş aksını mouse ile tanımlanmasını sağlar.

önceki ve sonraki kirişe geçer

kirişi siler

kiriş dış yük bilgisi

1 KIRIŞ BİLGİSİ
X

KIRIŞ NO		101
B	cm	25
D	cm	50
G	t/m	.31
Kiriş aksı		1Y
Sol aks		1X
Sag aks		2X
Dxy	cm	0
Do	cm	0
La	cm	0
Lb	cm	0
Kot	cm	0

La=0
Lb=0

La=-1
Lb=-1

UserKey

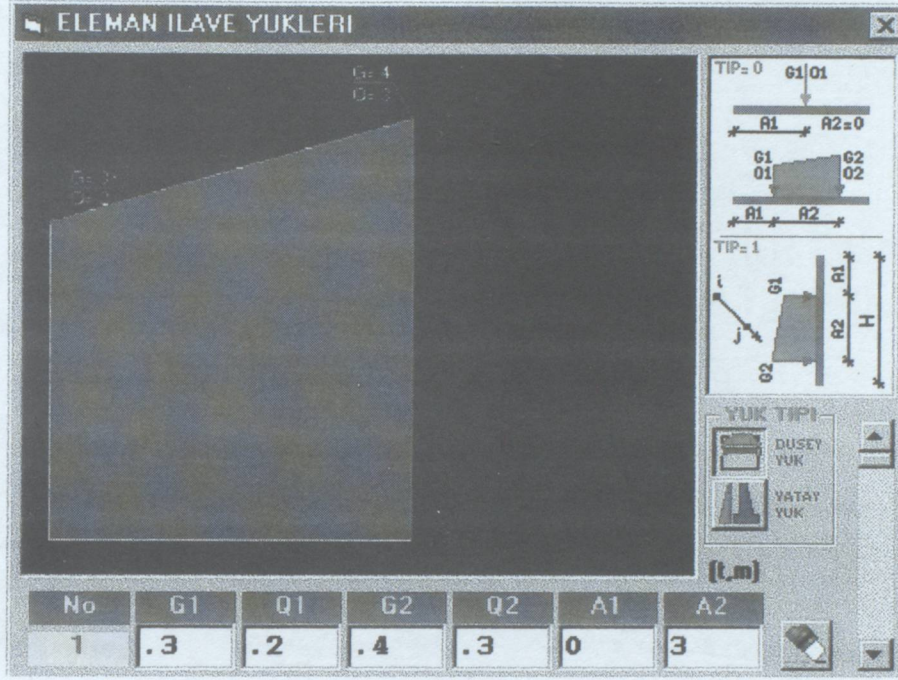
Sol uc:5101-Sag uc:5102
← kirişin uçlarındaki elemanları gösterir

Şekil 4.59 Kiriş bilgi menüsü

Kiriş numarası yazıldıktan sonra kiriş genişliği "B" ve derinliği "D" tabloya işlenir. Ayrıca Şekil 4.60'da görülen menüler yardımıyla da kiriş boyutları işaretlenebilir.

4.5.6 Kiriş Dış Yükleri

Kirişe ait dış yükler girilmek isteniyorsa aşağıdaki şekilde bulunan tiplerde tanımlanan parametrelerin girilmesi gerekmektedir.



Şekil 4.62 Kiriş ilave yük bilgi menüsü

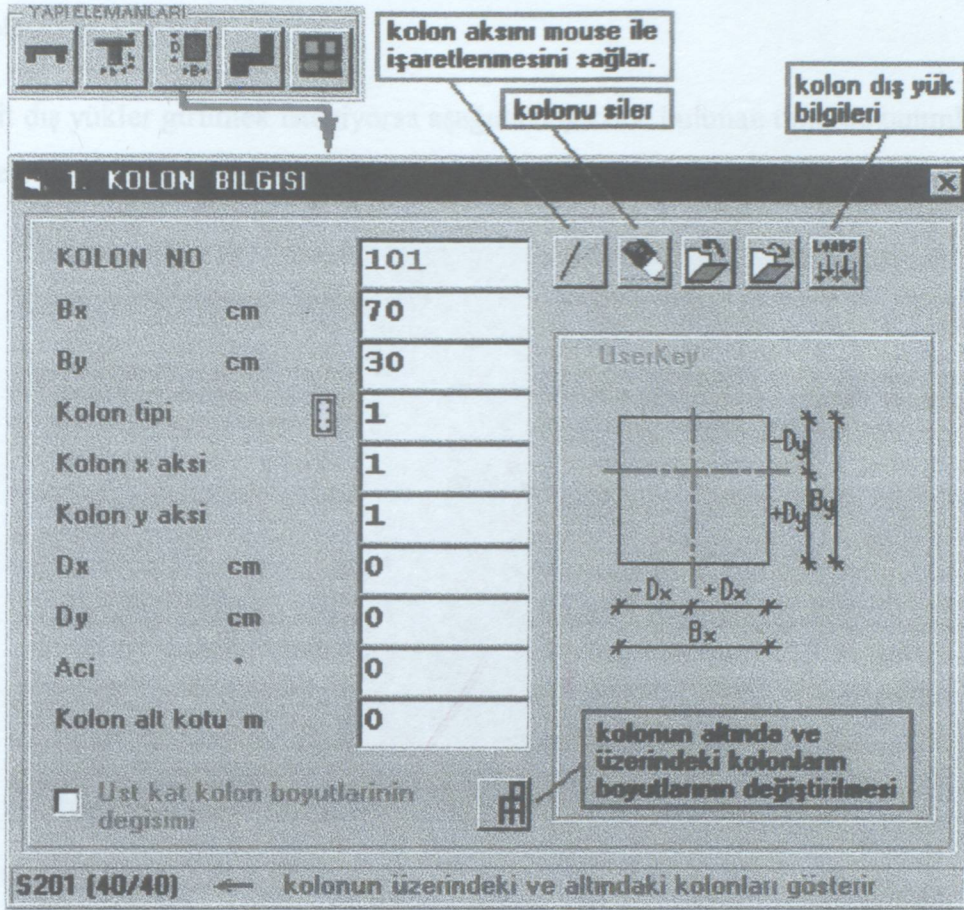
Kirişlerde özellikle kaset düzenlemeleri gibi modellerde kirişlerin kesim noktalarında düğüm noktaları oluşturabilmek için aynı isimde parçalara ayrılması gerekir. Ancak bu parçalama kolonlara kadar devam etmelidir. Yani parçalanan kiriş, bağlı olduğu kirişlerinde parçalanması durumunda doğru sonuç verecektir. Bu kirişlerin ortak düğüm noktalarında üst moment oluşması durumunda aynı isim verilmesi yerine ayrı isim verilmesi uygun olacaktır.

4.5.7 Dikdörtgen ve Daire Kolon Bilgisi

Kolon tanımı için Şekil 4.63'te görülen tablo doldurulmalıdır. Bu bölümde bu tabloda yer alan değerlerle ilgili bilgiler verilecektir.

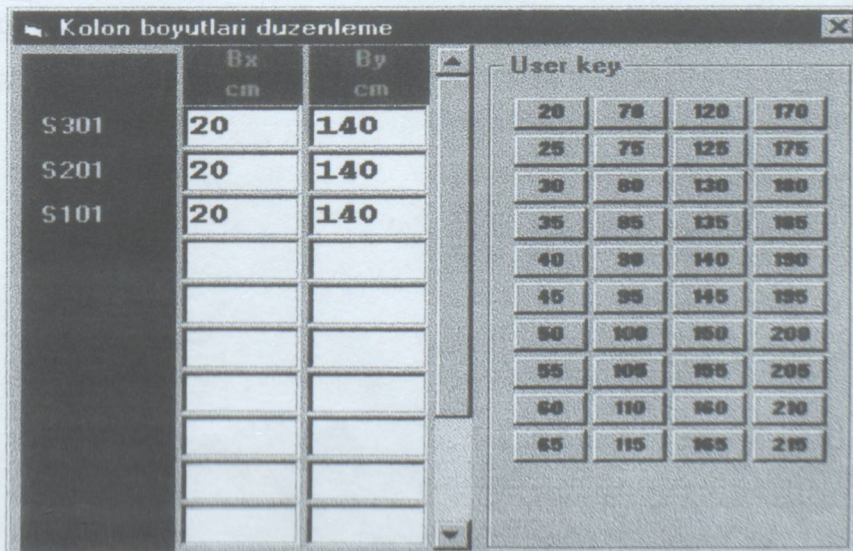
Bu tabloda ilk olarak girilecek kolonun numarası istenir. Bundan sonra kolon boyutlarını ifade eden Bx ve By değerleri girilecektir. Kirişlerdeki gibi kolonlarda da boyut bilgileri istenirse yardımcı tablodan işaretlenebilir.

Kolon tipi bölümüne "1" yazılması durumunda dikdörtgen kesitli kolon, "2" yazılması durumunda ise daire kesitli kolon tarif edilebilmektedir. Dairesel kesitli kolonda sadece Bx olarak daire çapı kabul edilmektedir.



Şekil 4.63 Kolon bilgi menüsü

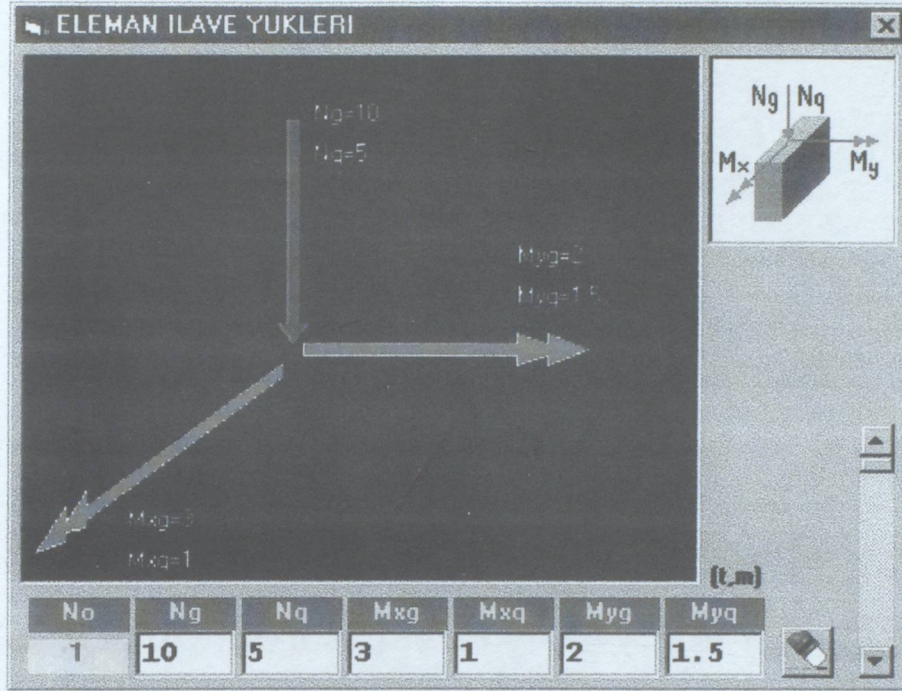
Kolon tipi belirtildikten sonra kolonun yerleştirileceği aks kesişimi tabloya işlenebileceği gibi grafik editör üzerinde de mouse yardımıyla işaretlenebilir. Bu işlemin ardından tabloya kolonun yerleştirildiği akslara göre eksantrisitesi işlenir. Ayrıca kolonun akslara paralel olmaması halinde x eksenine göre açı verilmelidir.



Şekil 4.64 Kolon boyutları düzenleme menüsü

4.5.8 Kolon Dış Yükleri

Kolona ait dış yükler girilmek isteniyorsa aşağıdaki şekilde bulunan tiplerde tanımlanan parametrelerin girilmesi gerekmektedir.

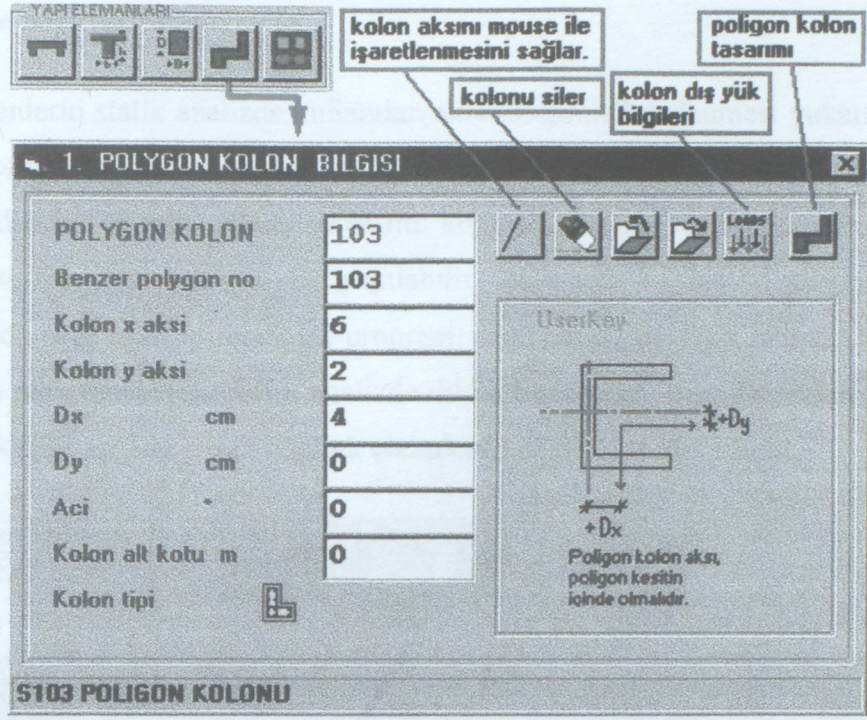


Şekil 4.65 Kolon ilave yük bilgi menüsü

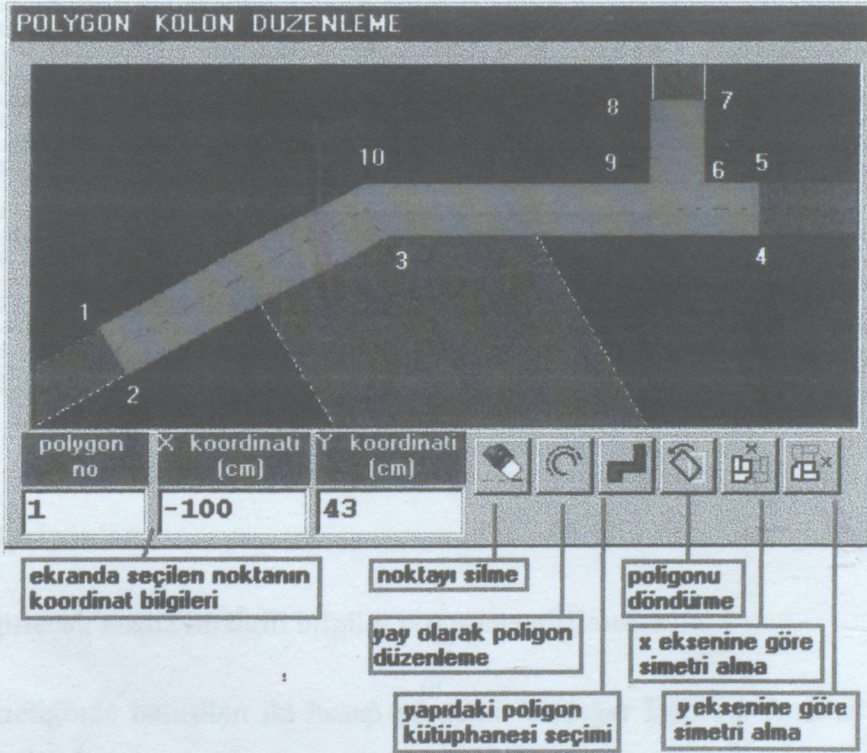
4.5.9 Poligon Kolon Bilgisi

Programın perde tarifleme modudur. Perde tarifi için aşağıdaki tablo doldurulur.

Her elemanda olduğu gibi burada da tabloya ilk yazılması gereken poligon kolonun anılacağı numaradır. Poligon kolonlar tanımlanırken yerleşimi ifade edecek akslar mutlaka poligonun içinde yer almalıdır. Kolon elemanlardaki gibi önce x sonra y aksı olarak tanımlanmalıdır.



Şekil 4.66 Poligon kolon bilgi menüsü

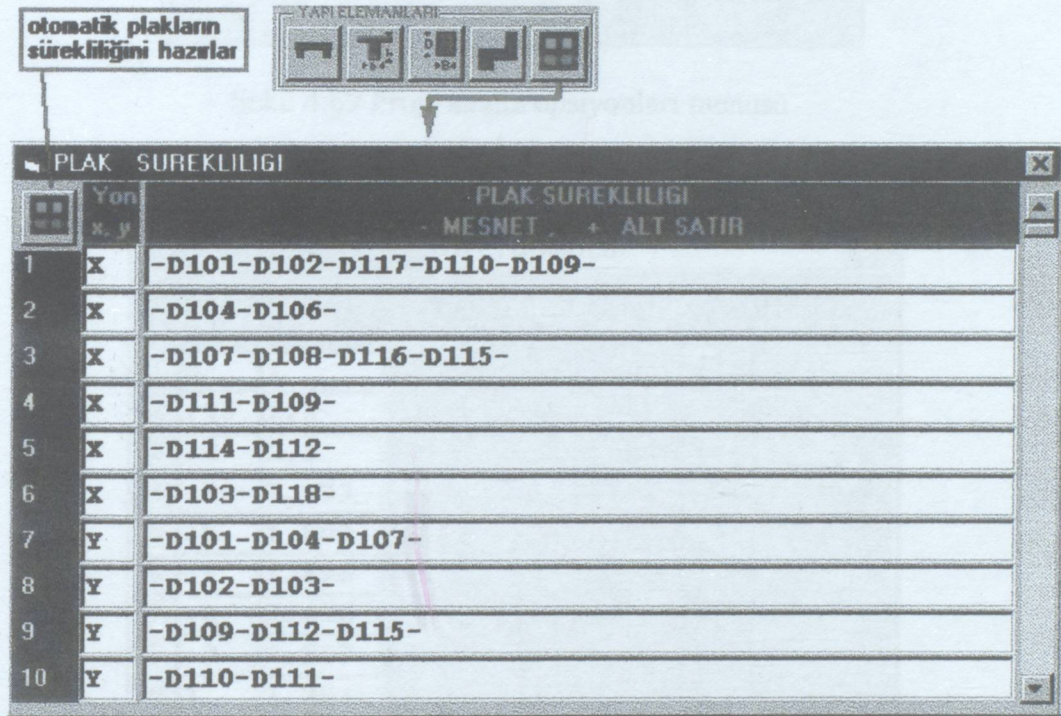


Şekil 4.67 Poligon kolon düzenleme menüsü

Poligonlarda 50 noktaya kadar tanım yapılabilir. Mouse yardımıyla grafik editör üzerinde veya sayısal olarak noktaların koordinatları girilebilir

4.5.10 Döşeme Şeritleri Bilgisi

Plak ve asmolenlerin statik analizde kullanılan sürekliliğinin belirlenmesi yukarıdaki döşeme şeritleriyle yapılmaktadır. Sürekliliği verilmeyen plaklar dört tarafı serbest oturan döşeme olarak kabul edilirler. Her iki yönde süreklilik kontrolü program tarafından otomatik olarak yapılır, istenirse üzerinde değişiklikler yapılabilir. Buradaki “-“ işareti plağın bir mesnete oturduğunu ifade eder eğer verilmez ise program, o yönde plağın ilgili ucunun boş olduğunu anlayacaktır ve plak mesnet şartlarını analizde dikkate alacaktır. Burada verilen plak mesnet şartları ve sürekliliği analize paralel olarak çizimlerde de dikkate alınacaktır.



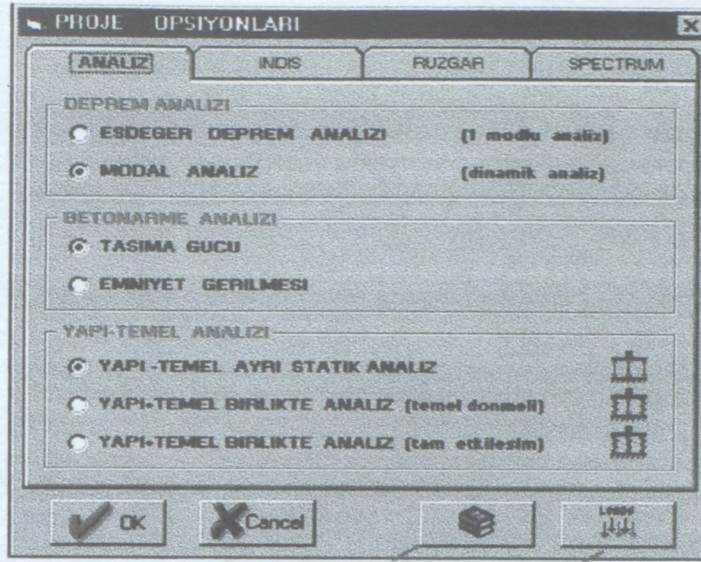
Şekil 4.68 Plak sürekliliği menüsü

4.5.11 Proje Opsiyonları

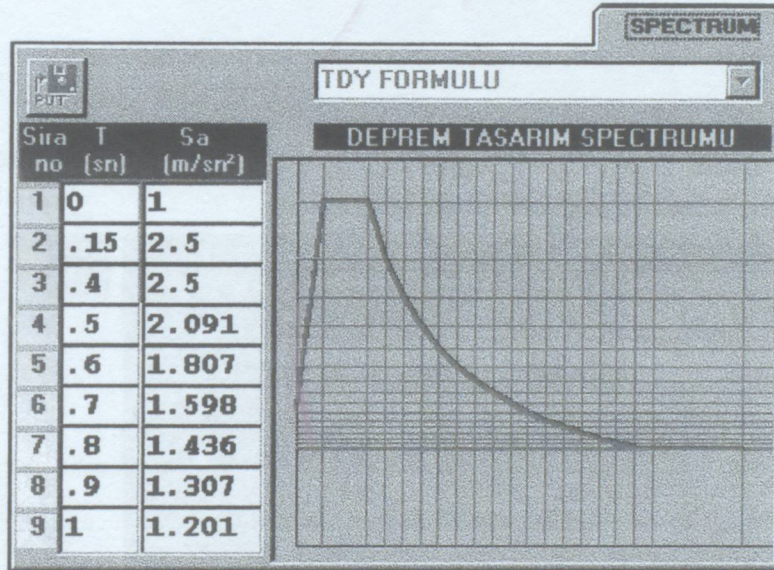
Bu bölümde yapılacak analiz ile ilgili bilgiler programa girilmektedir.

Deprem yönetmeliğinde belirtilen iki hesap yöntemi “Eşdeğer Deprem Analizi” ve “Modal Analiz” yöntemlerinden hangisi ile hesap yapılacağı belirlenecektir.

Betonarme kesit hesaplarında ise “Taşıma Gücü” yöntemiyle hesap yapılması gerekmektedir. (TSE,2000) Ayrıca analizin temel ile birlikte veya ayrı ayrı yapılabilmesi de mümkündür.



Şekil 4.69 Proje analiz opsiyonları menüsü



Şekil 4.70 Deprem spektrum değerleri menüsü

Deprem tasarım spektrum değerleri TDY 1997 yönetmeliğine göre otomatik olarak alınabilmekte olduğu gibi kullanıcı tarafından da tasarlanabilmektedir.

4.5.12 Beton ve Çelik Malzeme Bilgileri

Plak, kiriş ve kolonlarda elastisite modülüne karşılık gelen malzeme sınıfları bu bölümde seçilmektedir.

Analiz sonrasında elemanlardaki betonarme hesaplar bu malzeme kalitesine göre hesaplanır.

YAPI MALZEMESİ

PLAK - ASMOLEN

BETON	CELİK
BS16 (fck=160 kg/cm ²)	fyk=2200 kg/cm ²

KIRIS - KOLON

BETON	CELİK	ETRIYE
BS16 (fck=160 kg/cm ²)	fyk=2200 kg/cm ²	fyk=2200 kg/cm ²
		fyk=2200 kg/cm ²
		fyk=3600 kg/cm ²
		fyk=4200 kg/cm ²
		fyk=5000 kg/cm ²
		fyk=5400 kg/cm ²
		fyk=2200 kg/cm ²

TEMELLER

BETON	CELİK
BS16 (fck=160 kg/cm ²)	fyk=2200 kg/cm ²

OK

Cancel

Şekil 4.71 Yapı malzemesi menüsü

4.5.13 Kat Kopyalama

GENEL KAT KOPYELEME

KOPYELENEN KAT NO = 1

KOPYELECEK KAT NO = 4

OPSIYON

Bir kat kopyeleme [1 > 4]

Aradaki katlarıda kopyeleme [1 > 2 > 4]

OK

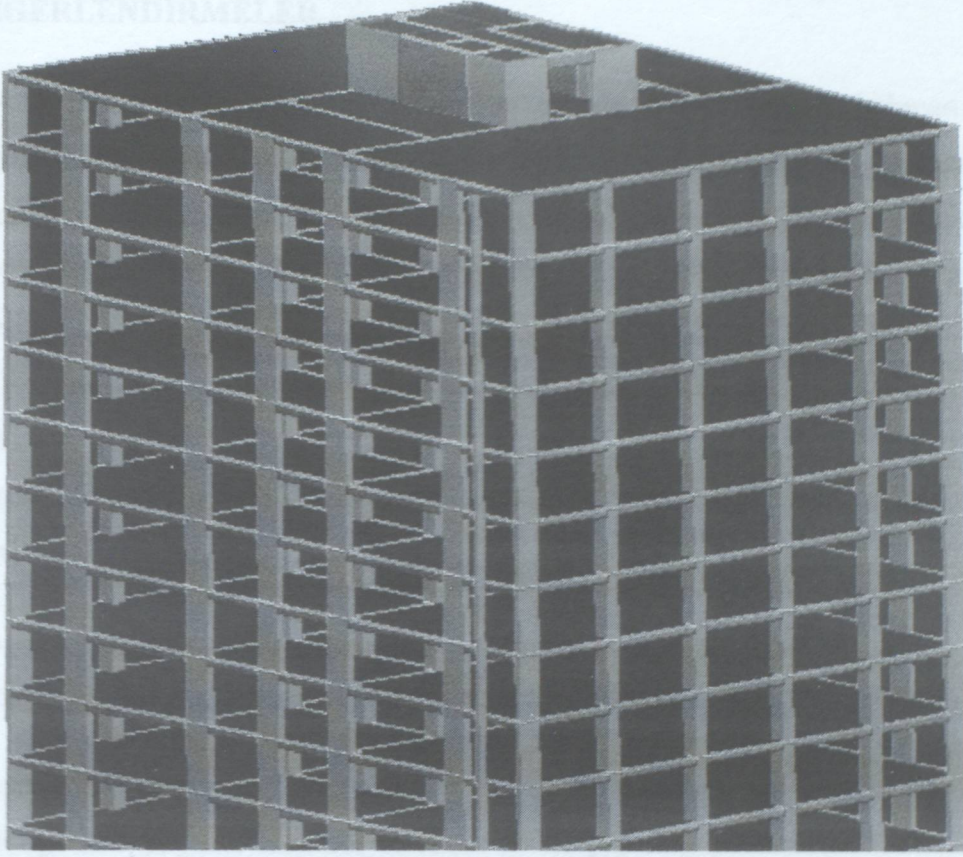
Cancel

Şekil 4.72 Genel kat kopyalama menüsü

Ekranda oluşturulmuş bir katın başka bir kata kopyalanmasını sağlayan modüldür. Sadece bir kat kopyalanabildiği gibi aradaki katlar da kopyalanabilir.

4.5.14 Çözüm

Tüm kat dataları grafik editör üzerinde çizilerek hazırlandıktan ve hesap için gerekli tüm parametreler ilgili yerlere yazıldıktan sonra çözüm aşamasına geçilebilir. Ancak yine diğer programlarda da olduğu gibi STA4CAD programında da önce üç boyutlu bina modeli çizdirilip kontrol edilmesinde fayda vardır.



Şekil 4.73 Modelin 3 boyutlu görüntüsü

Kontrol işlemi tamamlandıktan sonra çözüm aşamasına geçilir. Analiz komutu verildikten sonra bina analizi yapılır.

Analizin hemen ardından ekrana deprem raporu özeti gelmektedir. İlk sonuç kontrollerine buradan başlanabilir. Bu aşamadan sonra kesit kontrolleri, gerilme kontrolleri şartnameler gereği yapılan kontrol sonuçları grafik editörden izlenebilir. Yine grafik editör üzerinde çerçevelere ait her yükleme tipi için M-N-Q diyagramları çizdirilebilir. Ayrıca tüm hesaplamalar herhangi bir dosyaya da yazdırılabilir.

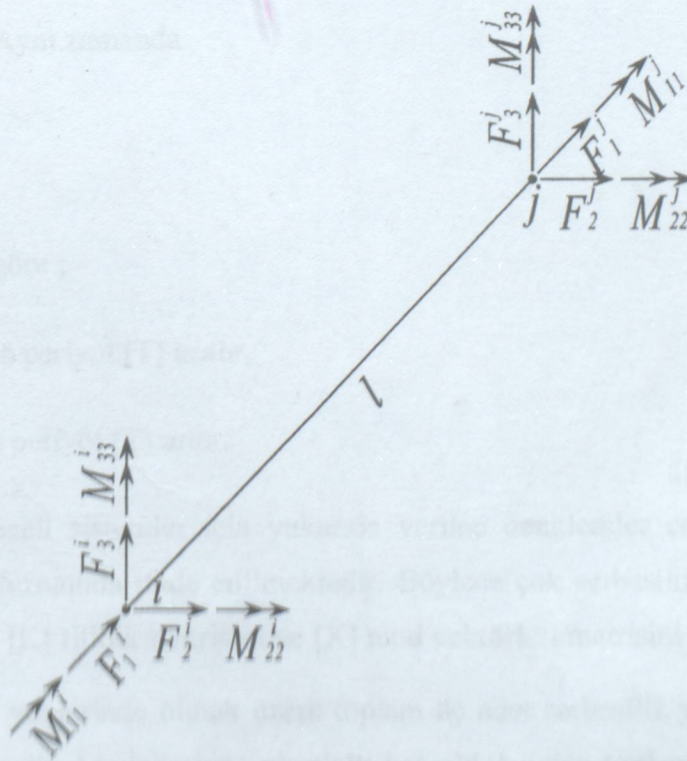
STA4CAD programı ülkemizde kullanılan şartnameler uyarınca betonarme hesapları ve ilgili çizimleri de yapmaktadır. Bu hesaplara da donatı seçiminde müdahale etmek mümkündür.

5. DEĞERLENDİRMELER

Giriş bölümünde tarif edilen ve Ekler bölümünde plan çizimleri bulunan model, İrfan Balıoğlu, SAP2000 6.11 Nonlinear, Etabs 7.17, STA4CAD V.9 ve Probina Orion V.11 programlarıyla çözülmüştür. Elde edilen sonuçlar iki aşamada değerlendirilecektir. Bunlardan ilki dinamik analiz sonuçlarının irdelenmesi, diğeri ise kesit tesirlerinin irdelenmesi olacaktır. Her ne kadar yerli programlar kullanılmış olsa da SAP2000 ve Etabs programlarının “TS498 Yapı Elemanlarının Boyutlandırılmasında Alınacak Yüklerin Hesap Değerleri”, TS500 “Betonarme Yapıların Tasarım ve Yapım Kuralları”, Afet Bölgelerinde Yapılacak Yapılar Hakkında Yönetmelik 1997 gibi yerli şartnameleri desteklememesi nedeniyle betonarme hesaplar incelenmemiştir.

Ayrıca yapı modelize edilirken önceki bölümlerde anlatıldığı üzere her program için yapılan kabuller de inceleme aşamasında göz önüne alınmalıdır.

Yukarıda adı geçen programların tümünün tanıtım klavuzlarında sonlu elemanlar metodu kullanıldığı ve 3 boyutlu dinamik ve statik analiz yapıldığı savunulmaktadır. Eleman rijitlik matrisleri oluşturulurken, her elemanın sağ ve sol uçlarında üç kuvvet ve üç moment olmak üzere toplam oniki adet bilinmeyen bulunmaktadır. Böylece her eleman için 12×12 boyutlarında rijitlik matrisleri oluşturulmaktadır.



Şekil 5.1 Uzaysal çubuk elemanı

5.1 Dinamik Analiz Sonuçlarının İrdelenmesi

“Afet Bölgelerinde Yapılacak Yapılar Hakkında Yönetmelik 1997“e göre birinci ve ikinci deprem bölgelerinde bina yüksekliği 25 m.’yi geçen her yapıda mod birleştirme yöntemiyle dinamik analiz yapılması zorunludur (TDY 1997 Tablo 6.6). Bu nedenle modelimizin deprem hesabı için de mod süperpozisyonu yöntemiyle dinamik analiz her programla ayrı ayrı yapılmıştır.

Dinamik analiz zamana bağlı olarak değişen yükler altında taşıyıcı sistemdeki gerilme ve yer değiştirmelerin incelenmesinden ibarettir. D’Alambert’e göre zamana bağlı olarak meydana gelecek yer değiştirmelerin ivmeleri atalet kuvvetleri ortaya çıkarır.

$$F = m * \ddot{x} + v * \dot{x} + k * x \quad (5.1)$$

burada sönümlendirici çarpanı ($v * \dot{x}$) ihmal edildiğinde ve denge halinde,

$$[k - \omega^2 m] * [x] = 0 \quad (5.2)$$

elde edilmektedir. Bu denklem vasıtasıyla,

$$\omega = \sqrt{\frac{k}{m}} \quad (5.3)$$

olarak bulunabilir. Aynı zamanda

$$\omega = \frac{2\pi}{T} \quad (5.4)$$

olduğu bilindiğine göre ;

Rijitlik (k) arttığında periyot (T) azalır.

Kütle (m) arttığında periyot (T) artar.

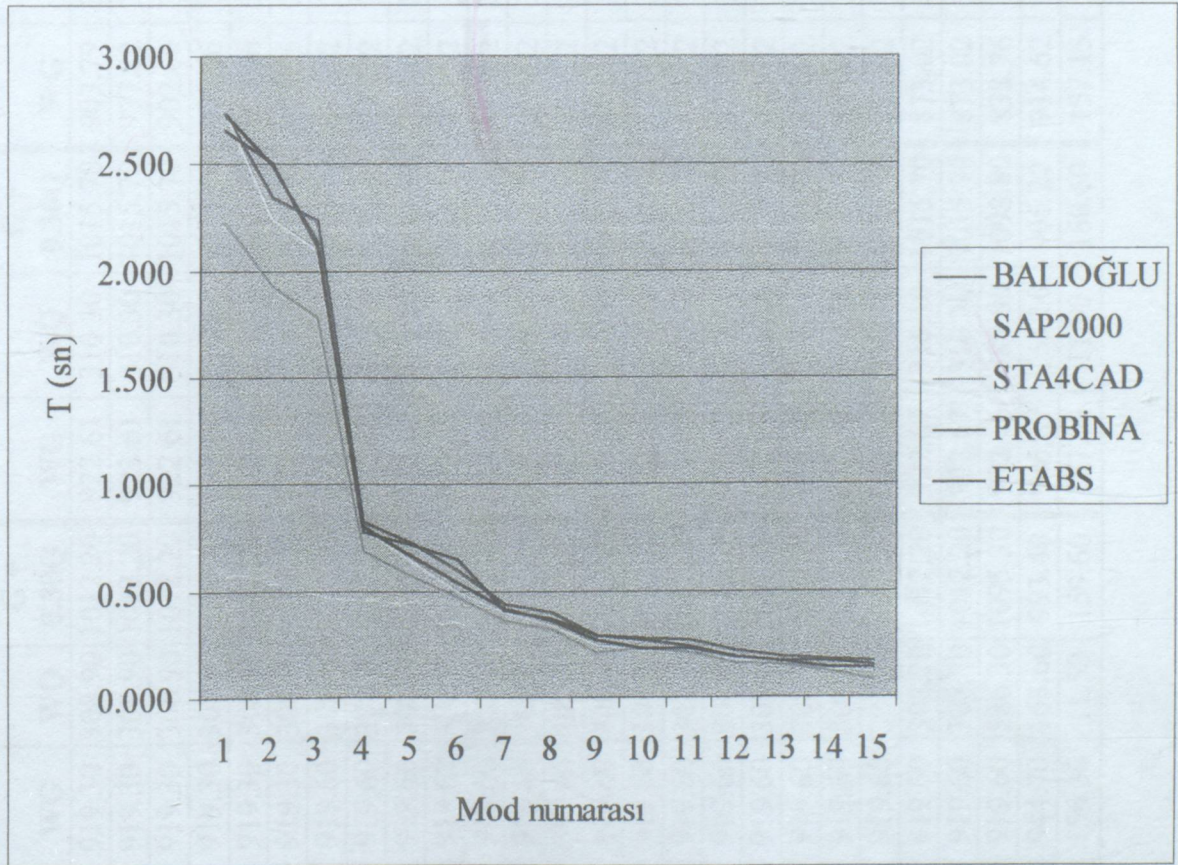
Tek serbestlik dereceli sistemler için yukarıda verilen denklemler çok serbestlik dereceli sistemlerde matris formunda ifade edilmektedir. Böylece çok serbestlik dereceli sistemlerde [M] kütle matrisini, [K] rijitlik matrisini ve [X] mod vektörleri matrisini ifade etmektedir.

Her katta x, y ve z yönlerinde olmak üzere toplam üç adet serbestlik yani üç titreşim modu alınması gerekmektedir. Modelimizde yirmialtı kat olduğundan toplam yetmişsekiz titreşim modu alındığında hesaba alınan efektif kütle oranı %100 olacaktır. Ancak deprem

şartnamemizde bu oranın %90'dan büyük olması yeterli görülmektedir (TDY 1997 Madde 6.8.3). İlk onbeş titreşim modu alınıp her programla hesap yapılmış ve etkin kütle oranının %90'ı geçtiği görülmüştür.

Çizelge 5.1 Mod periyotları

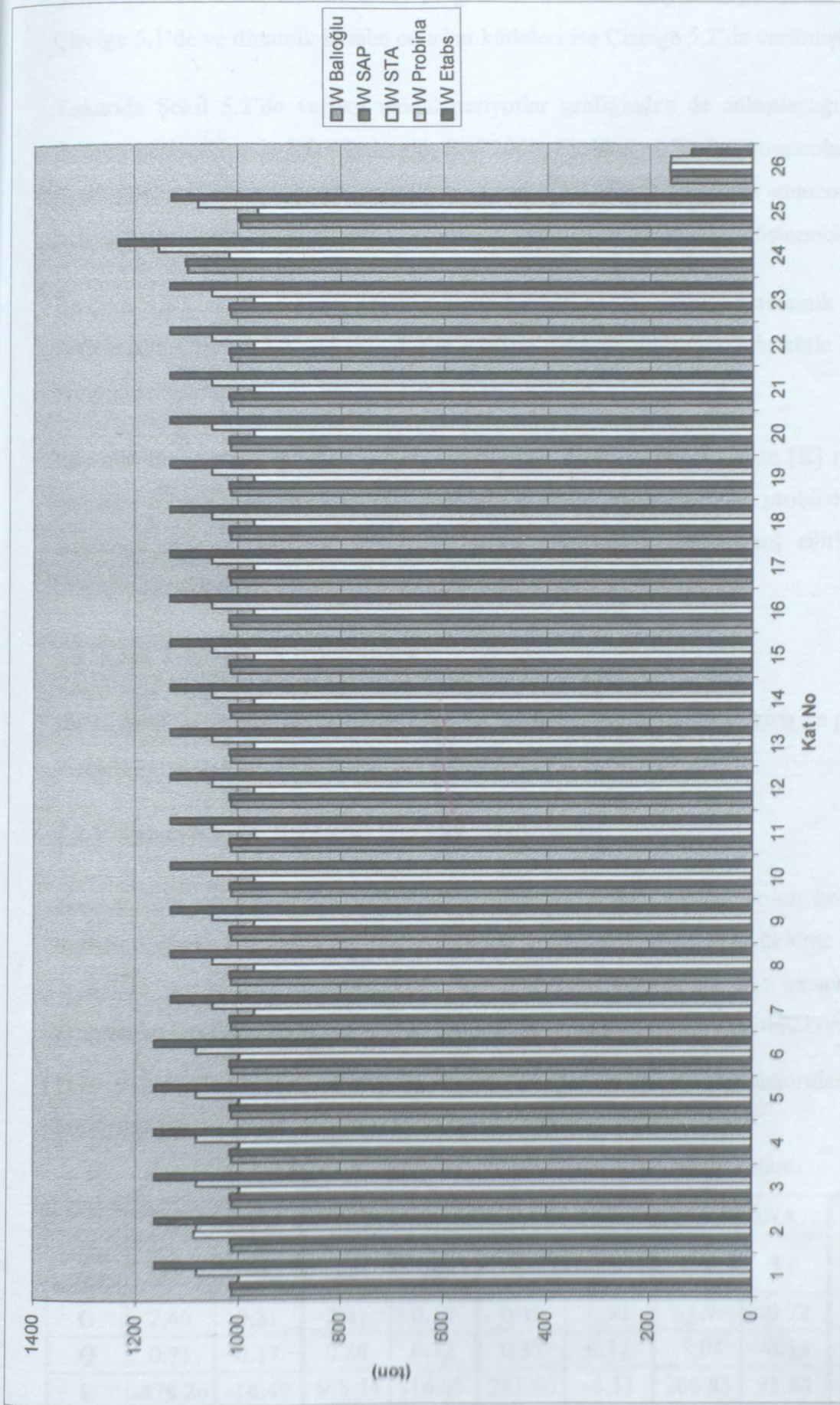
MOD NO	BALIOĞLU	SAP2000	STA4CAD	PROBİNA	ETABS
1	2.730	2.738	2.229	2.654	2.727
2	2.349	2.249	1.929	2.503	2.496
3	2.235	2.096	1.775	2.120	2.139
4	0.825	0.800	0.689	0.771	0.804
5	0.727	0.642	0.570	0.718	0.666
6	0.595	0.492	0.462	0.641	0.537
7	0.439	0.402	0.362	0.409	0.413
8	0.402	0.335	0.318	0.369	0.356
9	0.292	0.251	0.206	0.284	0.263
10	0.283	0.214	0.233	0.268	0.232
11	0.266	0.208	0.211	0.238	0.227
12	0.215	0.174	0.162	0.192	0.186
13	0.192	0.152	0.153	0.170	0.166
14	0.182	0.131	0.123	0.165	0.141
15	0.167	0.123	0.084	0.147	0.135



Şekil 5.2 Modal periyotların karşılaştırma grafiği

Çizelge 5.2 Kat kütleleri

KAT NO	BALIOĞLU			SAP 2000			STA4CAD			PROBİNA			ETABS		
	WG	WQ	G+ 0.30Q	WG	WQ	G+ 0.30Q	WG	WQ	G+ 0.30Q	WG	WQ	G+ 0.30Q	WG	WQ	G+ 0.30Q
1	919.30	308.90	1012.20	922.61	310.30	1015.70	903.79	317.62	999.08	979.40	337.80	1080.74	1059.51	340.52	1161.67
2	919.30	308.90	1012.20	922.61	310.30	1015.70	977.82	359.54	1085.68	979.40	337.80	1080.74	1059.51	340.52	1161.67
3	919.30	308.90	1012.20	922.61	310.30	1015.70	902.06	317.62	997.35	979.40	337.80	1080.74	1059.51	340.52	1161.67
4	919.30	308.90	1012.20	922.61	310.30	1015.70	902.06	317.62	997.35	979.40	337.80	1080.74	1059.51	340.52	1161.67
5	919.30	308.90	1012.20	922.61	310.30	1015.70	902.06	317.62	997.35	979.40	337.80	1080.74	1059.51	340.52	1161.67
6	919.30	308.90	1012.20	922.61	310.30	1015.70	902.06	317.62	997.35	979.40	337.80	1080.74	1059.51	340.52	1161.67
7	919.60	308.70	1012.20	922.67	310.10	1015.70	873.02	317.64	968.31	947.50	337.80	1048.84	1026.90	340.50	1129.05
8	919.60	308.70	1012.20	922.67	310.10	1015.70	873.02	317.64	968.31	947.50	337.80	1048.84	1026.90	340.50	1129.05
9	919.60	308.70	1012.20	922.67	310.10	1015.70	873.02	317.64	968.31	947.50	337.80	1048.84	1026.90	340.50	1129.05
10	919.60	308.70	1012.20	922.67	310.10	1015.70	873.02	317.64	968.31	947.50	337.80	1048.84	1026.90	340.50	1129.05
11	919.60	308.70	1012.20	922.67	310.10	1015.70	873.02	317.64	968.31	947.50	337.80	1048.84	1026.90	340.50	1129.05
12	919.60	308.70	1012.20	922.67	310.10	1015.70	873.02	317.64	968.31	947.50	337.80	1048.84	1026.90	340.50	1129.05
13	919.60	308.70	1012.20	922.67	310.10	1015.70	873.02	317.64	968.31	947.50	337.80	1048.84	1026.90	340.50	1129.05
14	919.60	308.70	1012.20	922.67	310.10	1015.70	873.02	317.64	968.31	947.50	337.80	1048.84	1026.90	340.50	1129.05
15	919.60	308.70	1012.20	922.67	310.10	1015.70	873.02	317.64	968.31	947.50	337.80	1048.84	1026.90	340.50	1129.05
16	919.60	308.70	1012.20	922.67	310.10	1015.70	873.02	317.64	968.31	947.50	337.80	1048.84	1026.90	340.50	1129.05
17	919.60	308.70	1012.20	922.67	310.10	1015.70	873.02	317.64	968.31	947.50	337.80	1048.84	1026.90	340.50	1129.05
18	919.60	308.70	1012.20	922.67	310.10	1015.70	873.02	317.64	968.31	947.50	337.80	1048.84	1026.90	340.50	1129.05
19	919.60	308.70	1012.20	922.67	310.10	1015.70	873.02	317.64	968.31	947.50	337.80	1048.84	1026.90	340.50	1129.05
20	919.60	308.70	1012.20	922.67	310.10	1015.70	873.02	317.64	968.31	947.50	337.80	1048.84	1026.90	340.50	1129.05
21	919.60	308.70	1012.20	922.67	310.10	1015.70	873.02	317.64	968.31	947.50	337.80	1048.84	1026.90	340.50	1129.05
22	919.60	308.70	1012.20	922.67	310.10	1015.70	873.02	317.64	968.31	947.50	337.80	1048.84	1026.90	340.50	1129.05
23	919.60	308.70	1012.20	922.67	310.10	1015.70	873.02	317.64	968.31	947.50	337.80	1048.84	1026.90	340.50	1129.05
24	919.60	586.30	1095.30	922.16	588.80	1098.80	838.76	590.4	1015.88	947.50	337.80	1048.84	1026.90	340.50	1129.05
25	944.70	163.60	993.40	946.67	165.10	996.20	914.62	151.55	960.09	1024.00	167.70	1074.31	1074.86	170.25	1125.93
26	156.30	11.50	159.60	157.03	11.90	160.60	157.15	11.83	160.70	156.10	11.25	159.475	115.34	12.33	119.04



Şekil 5.3. Katlara göre kütle dağılım grafiği

Sözü edilen ilk onbeş moda ait, her program tarafından hesaplanan periyotlar için yukarıdaki Çizelge 5.1’de ve dinamik hesaba esas kat kütleleri ise Çizelge 5.2’de verilmiştir.

Yukarıda Şekil 5.2’de verilen modal periyotlar grafiğinden de anlaşılacağı üzere modelin titreşim periyotlarında İrfan Balıoğlu, SAP2000, Probina ve Etabs programlarında bir birine uyum gösteren sonuçlar elde edilmiştir. Ancak STA4CAD programı sonucunda elde edilen periyotlar özellikle ikinci moddan itibaren önemli ölçüde farklılıklar göstermektedir.

Bu durumda kontrol edilmesi gereken değer STA4CAD programının dinamik hesaba esas kat kütleleridir. Çizelge 5.2 ve Şekil 5.3’te görülen değerler doğrultusunda kütle hesabında diğer programlara oranla büyük bir fark söz konusu değildir.

Dinamik hesap kütle matrisinin yanı sıra eleman rijitliklerinden oluşan [K] rijitlik matrisine bağlıdır. STA4CAD programının oluşturduğu kütle matrisinde bir problem olmadığı göz önüne alınırsa periyotların bu denli farklı çıkmasının tek nedeni rijitlik matrisinden kaynaklanmaktadır.

5.2 Kesit Tesirlerinin İrdelenmesi

Bu bölümde modelimizin taban tesirleri ile seçilmiş olan bazı kolon, kiriş ve perdelerin taban tesirleri karşılaştırılmıştır.

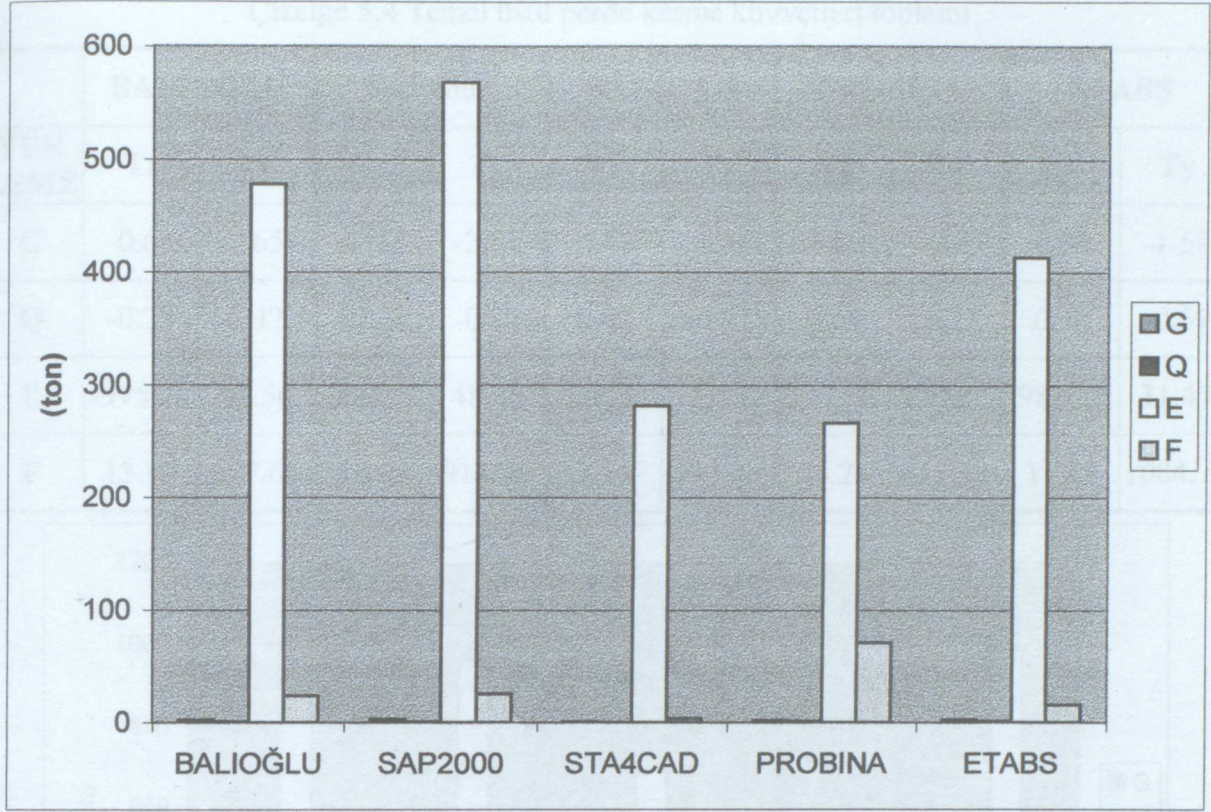
5.2.1 Taban Kesme Kuvvetlerinin Karşılaştırılması

Programların analiz sonuçlarından elde edilen temel üstü toplam kolon kesme kuvvetleri, toplam perde kesme kuvvetleri ve toplam kat kesme kuvvetleri her yükleme durumuna göre aşağıdaki çizelgelerde sunulmuştur. Bu sunumdaki asıl amaç kat kesme kuvvetlerinin programlar tarafından perde ve kolon elemanlara dağılımını ifade edebilmektir.

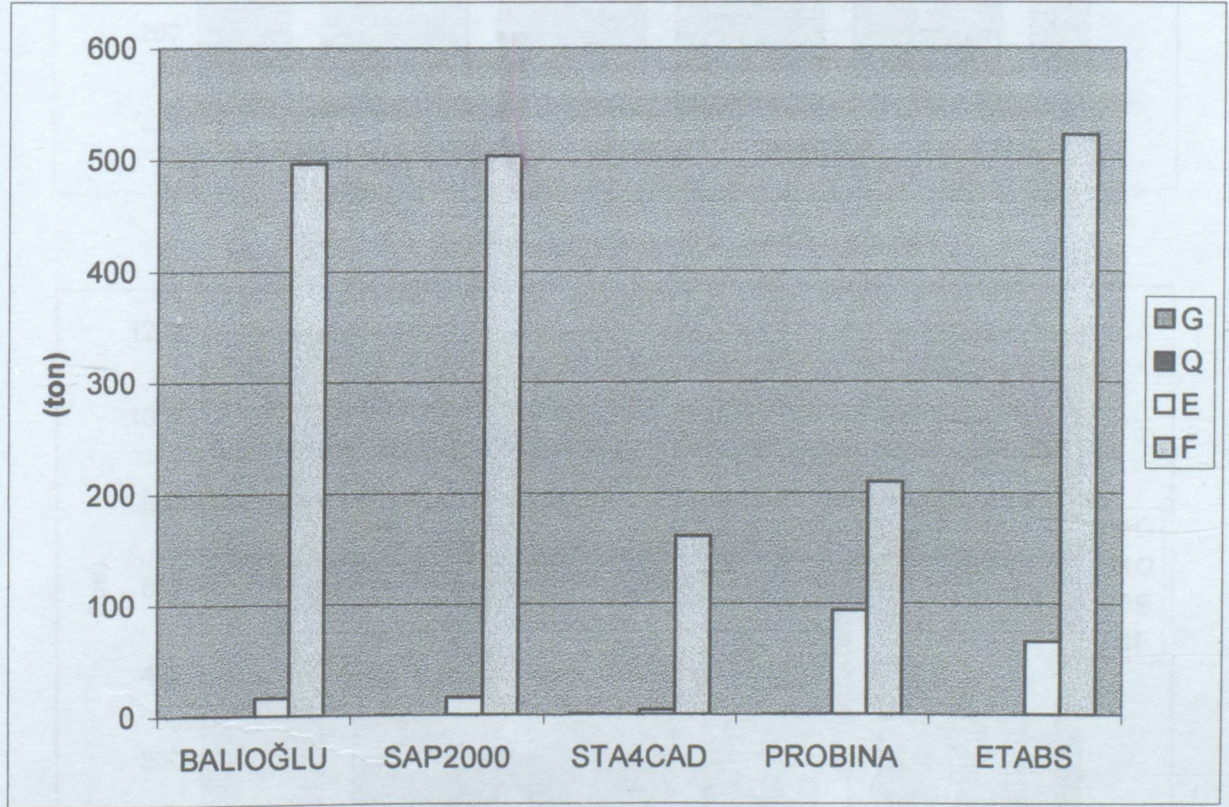
Daha kolay anlaşılması açısından bu dağılım çizelgelerin yanı sıra oluşturulan grafiklerde de gösterilmiştir.

Çizelge 5.3 Temel üstü kolon kesme kuvvetleri toplamı

YÜK LEME	BALIOĞLU		SAP2000		SAT4CAD		PROBİNA		ETABS	
	Tx	Ty	Tx	Ty	Tx	Ty	Tx	Ty	Tx	Ty
G	2.49	0.21	2.81	0.15	0.49	0.52	-1.7	-0.22	-2.37	0.12
Q	0.71	0.17	0.84	0.12	0.37	0.32	-1.04	-0.18	-1.15	0.06
E	-478.26	-16.49	568.54	-16.05	281.46	-4.33	266.85	93.84	413.47	-65.80
F	24.13	-496.46	25.63	503.65	-3.34	161.13	71.03	209.64	15.69	521.90



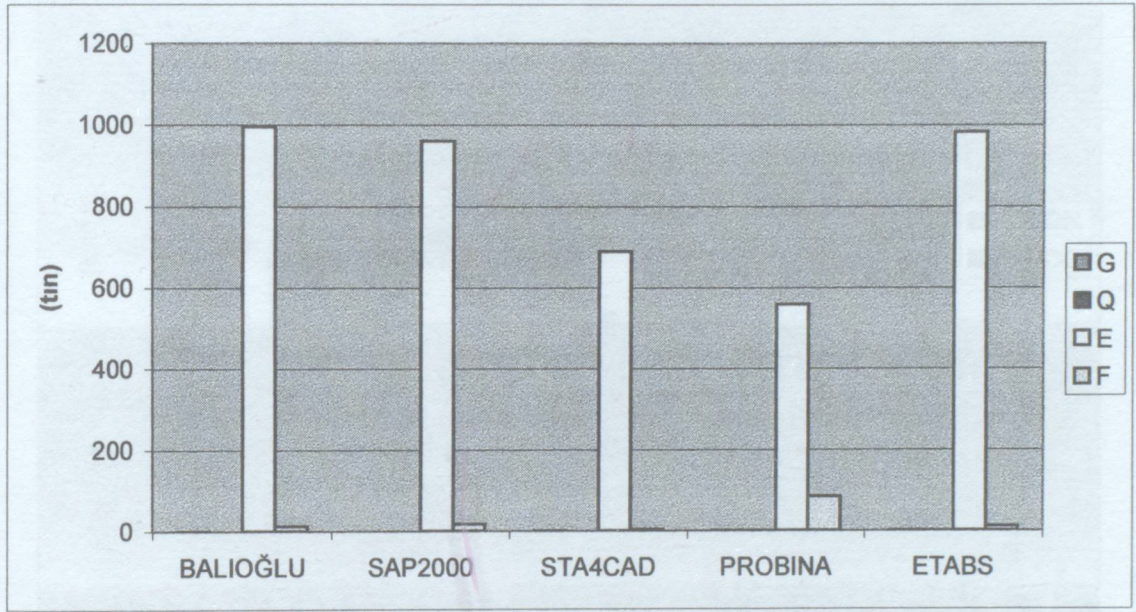
Şekil 5.4 X yönü kolon kesme kuvvetleri grafiği



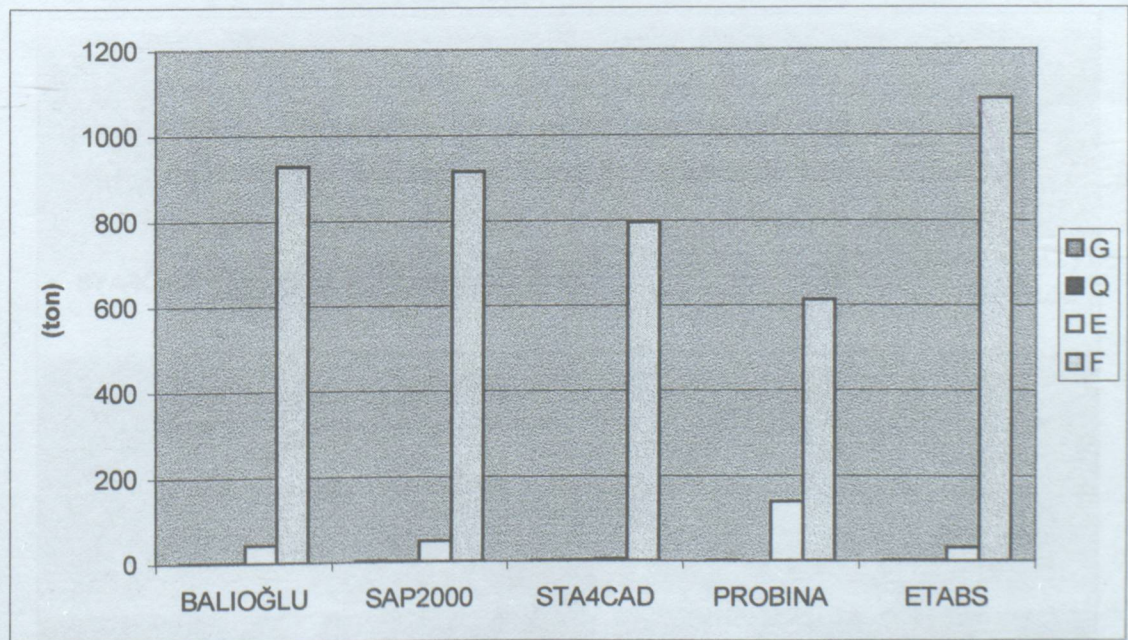
Şekil 5.5 Y yönü kolon kesme kuvvetleri grafiği

Çizelge 5.4 Temel üstü perde kesme kuvvetleri toplamı

YÜK LEME	BALIOĞLU		SAP2000		SAT4CAD		PROBİNA		ETABS	
	T _x	T _y	T _x	T _y	T _x	T _y	T _x	T _y	T _x	T _y
G	-0.64	1.65	-0.15	-2.81	0.41	-1.31	0.66	-0.4	0.98	-1.58
Q	-0.22	0.42	-0.12	-0.84	0.08	-0.72	0.69	-0.22	0.75	-0.59
E	-995.26	41.56	959.97	48.36	688.56	3.76	557.78	139.32	982.32	31.47
F	13.92	927.66	18.05	914.46	3.19	794.99	84.29	611.78	11.28	1084.76



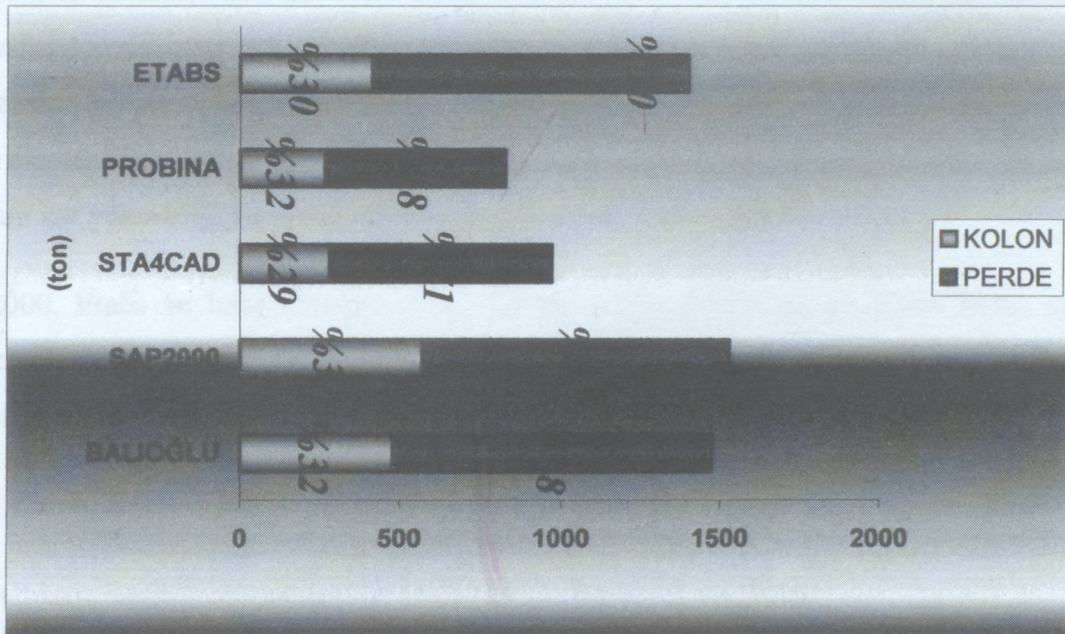
Şekil 5.6 X yönü perde kesme kuvvetleri grafiği



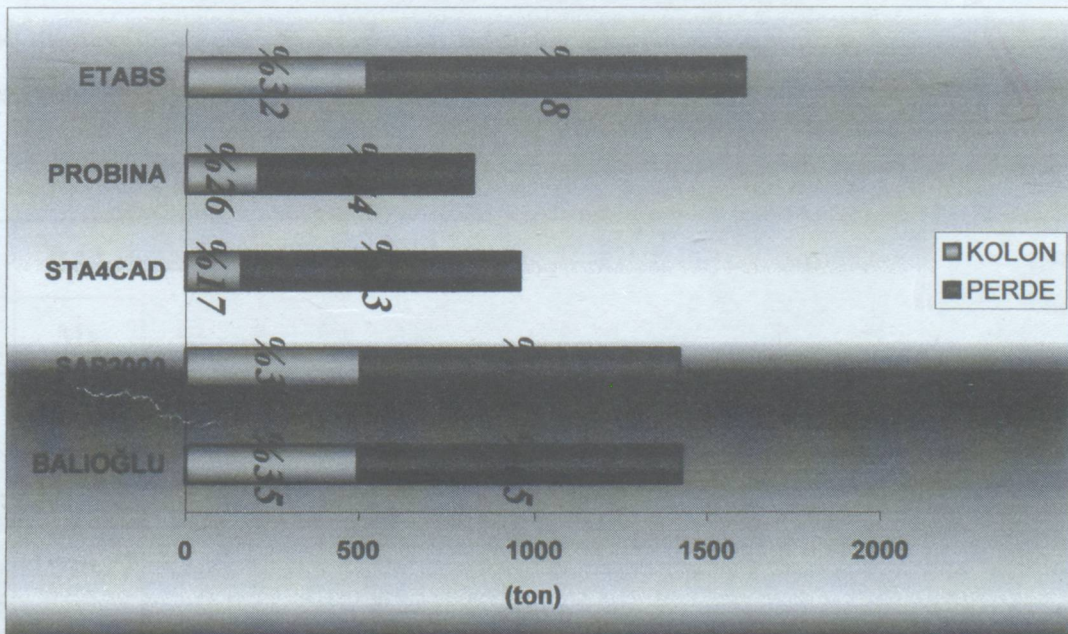
Şekil 5.7 Y yönü perde kesme kuvvetleri grafiği

Çizelge 5.5 Temel üstü kolon-perde kesme kuvvetleri toplamı

YÜK LEME	BALIOĞLU		SAP2000		SAT4CAD		PROBİNA		ETABS	
	T _x	T _y	T _x	T _y	T _x	T _y	T _x	T _y	T _x	T _y
G	3.13	1.86	2.96	2.96	0.90	1.83	2.36	0.62	3.35	1.70
Q	0.93	0.59	0.97	0.97	0.45	1.04	1.73	0.40	1.90	0.65
E	1473.52	58.05	1528.51	64.41	970.02	8.09	824.63	233.16	1395.79	97.27
F	38.05	1424.12	43.68	1418.11	6.53	956.12	155.32	821.42	26.97	1606.66



Şekil 5.8 X yönü kolon-perde kesme kuvvetleri grafiği



Şekil 5.9 Y yönü kolon-perde kesme kuvvetleri grafiği

Yukarıda verilen grafikler ve çizelgeler incelendiğinde temel üstüne etkiyen taban kesme kuvvetleri açısından SAP2000, Etabs ve İrfan Balıoğlu programları bir birine yakın sonuçlar vermektedir. Diğer iki program Probina ve STA4CAD'ten elde edilen sonuçlar ise öteki programlara oranla daha düşük değerler vermektedir.

Taban kesme kuvvetlerini ile eğilme momentlerinin perde ve kolonlara dağılımı sırasında programlar arası çıkan farklı sonuçlar, programların perde modeli kabulünden kaynaklanmaktadır. SAP2000 ve Etabs programları perdeyi sonlu elemanlara ayırıp hesap yaparken İrfan Balıoğlu programı ise daha önceden de sözü edildiği üzere T kesit olarak perde kabulü yapmaktadır. SAP2000 ile Etabs arasındaki perde modeli farkı sonlu elemanların ayırımından kaynaklanır. SAP2000'de kullanıcı perdeyi bölerken Etabs'de bölme işlemi analiz aşamasında program tarafından yapılır. Bunun yanı sıra STA4CAD programının da perdeyi sonlu elemanlara ayırarak hesapladığı tanıtım klavuzlarında yer almaktadır. Probina ise perde elemanı kat yüksekliği boyunca rijit kirişler olarak modellemektedir.

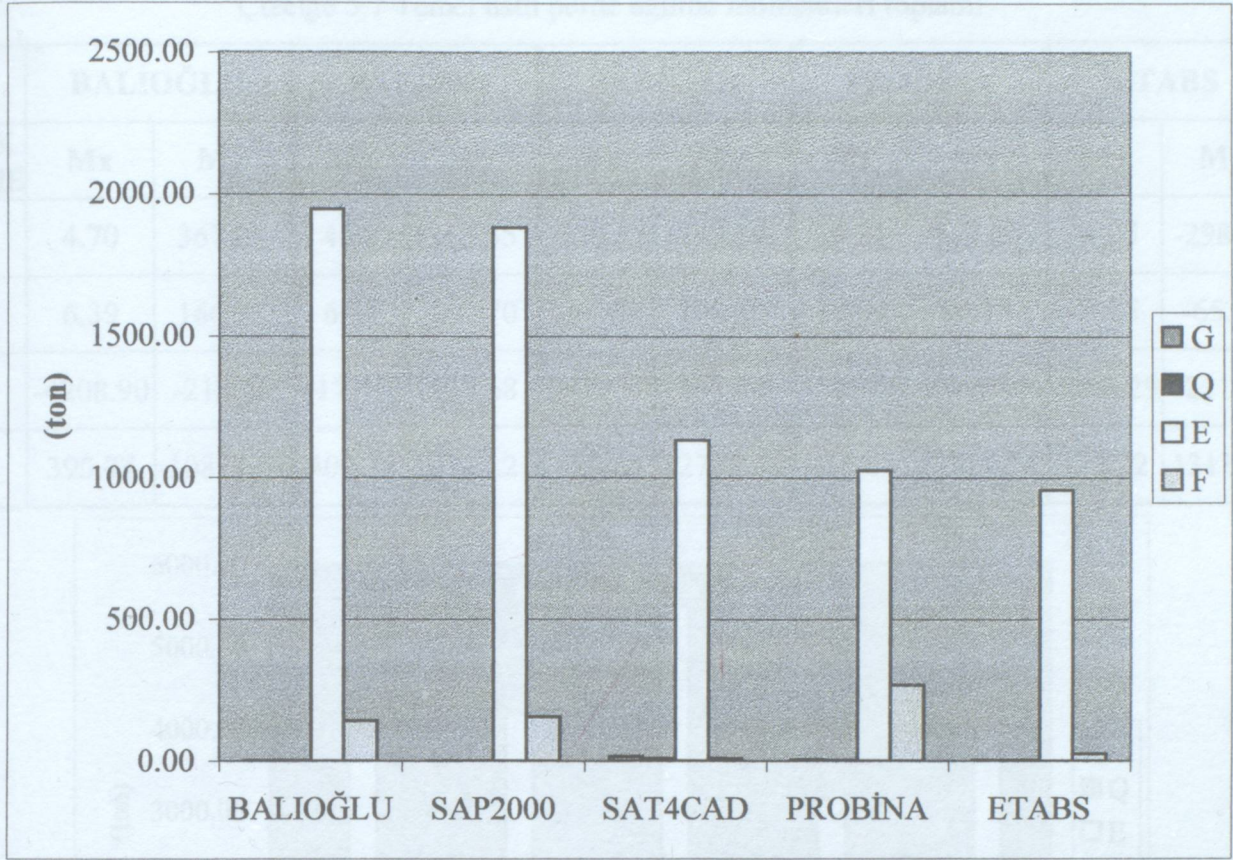
SAP2000, Etabs ve İrfan Balıoğlu programlarında perde eleman modelleri farklı olmasına rağmen hem toplam kuvvetler hem de kolon ve perdeler dağılım oranları yaklaşık mertebelere sahiptir.

5.2.2 Taban Eğilme Momentlerinin Karşılaştırılması

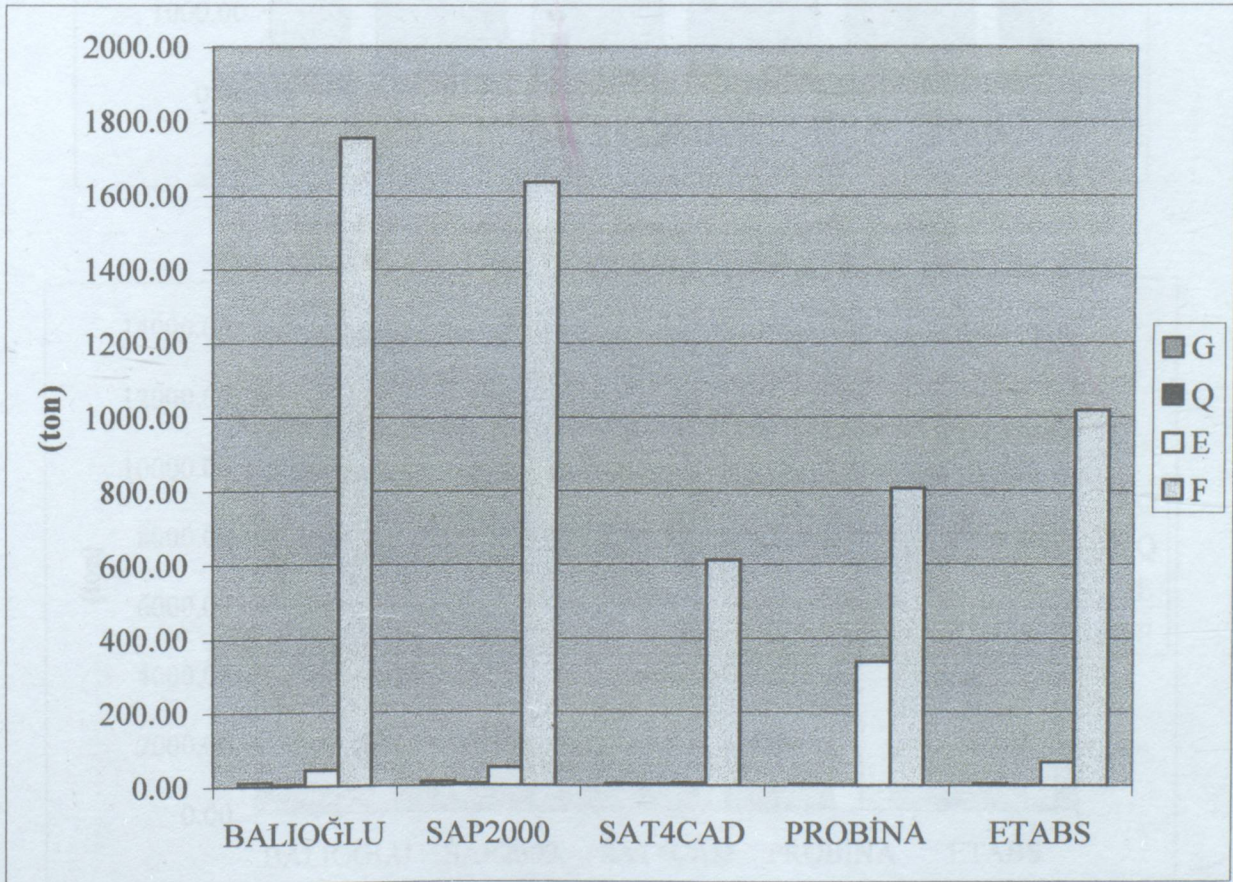
Programların analiz sonuçlarından elde edilen temel üstü toplam kolon eğilme momentleri, toplam perde eğilme momentleri ve toplam taban devirme momentleri her yükleme durumuna göre aşağıdaki çizelgelerde sunulmuştur. Boyutlamanın kat kesme kuvvetlerinin yanı sıra eğilme momentlerine de bağlı olduğu düşünülerek, Bölüm 5.2.1'deki karşılaştırmalarla aynı yapıda taban eğilme momentleri de değerlendirilecektir.

Çizelge 5.6 Temel üstü kolon eğilme momentleri toplamı

YÜK LEME	BALIOĞLU		SAP2000		SAT4CAD		PROBİNA		ETABS	
	Mx	My	Mx	My	Mx	My	Mx	My	Mx	My
G	2.34	-11.48	1.53	-11.45	-17.11	6.08	4.26	3.97	-2.56	-4.88
Q	1.75	-5.33	1.56	-5.21	-8.79	3.36	2.80	2.65	-2.49	-1.53
E	-1946.27	43.93	1882.30	48.88	1131.70	7.17	1027.01	335.12	956.95	-63.65
F	142.34	1756.04	156.34	1636.66	-9.00	611.45	268.14	805.04	26.32	1016.37



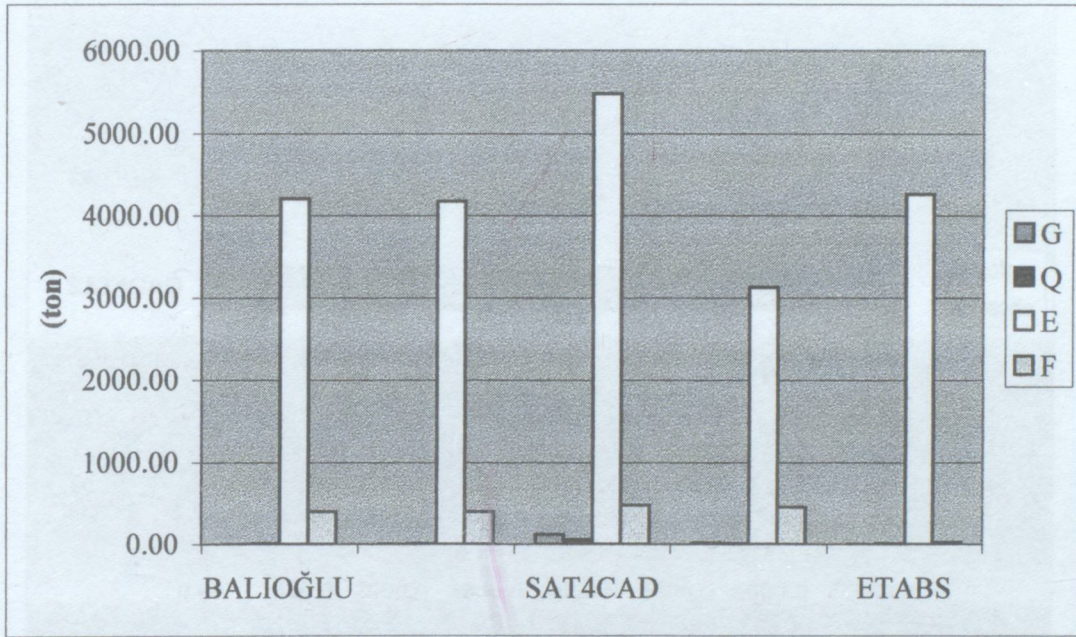
Şekil 5.10 X yönü kolon eğilme momentleri grafiği



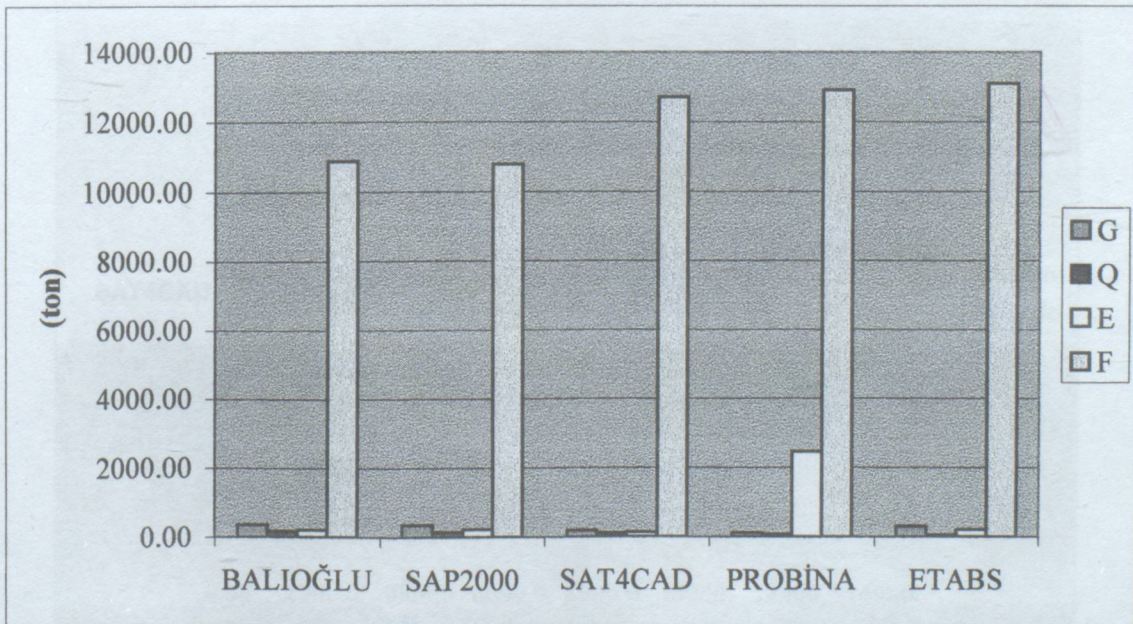
Şekil 5.11 Y yönü kolon eğilme momentleri grafiği

Çizelge 5.7 Temel üstü perde eğilme momentleri toplamı

YÜK LEME	BALIOĞLU		SAP2000		SAT4CAD		PROBİNA		ETABS	
	Mx	My	Mx	My	Mx	My	Mx	My	Mx	My
G	4.70	367.04	4.85	355.55	-119.55	198.34	16.31	118.05	-4.05	-298.01
Q	6.39	166.71	6.54	160.70	-61.04	108.59	10.97	80.15	-9.25	-65.78
E	-4208.90	-212.20	4175.12	224.68	5477.53	131.87	3125.06	2446.40	4260.29	-211.41
F	395.77	-10871.51	400.78	10774.21	476.55	12718.89	454.64	12927.38	-28.22	13112.1



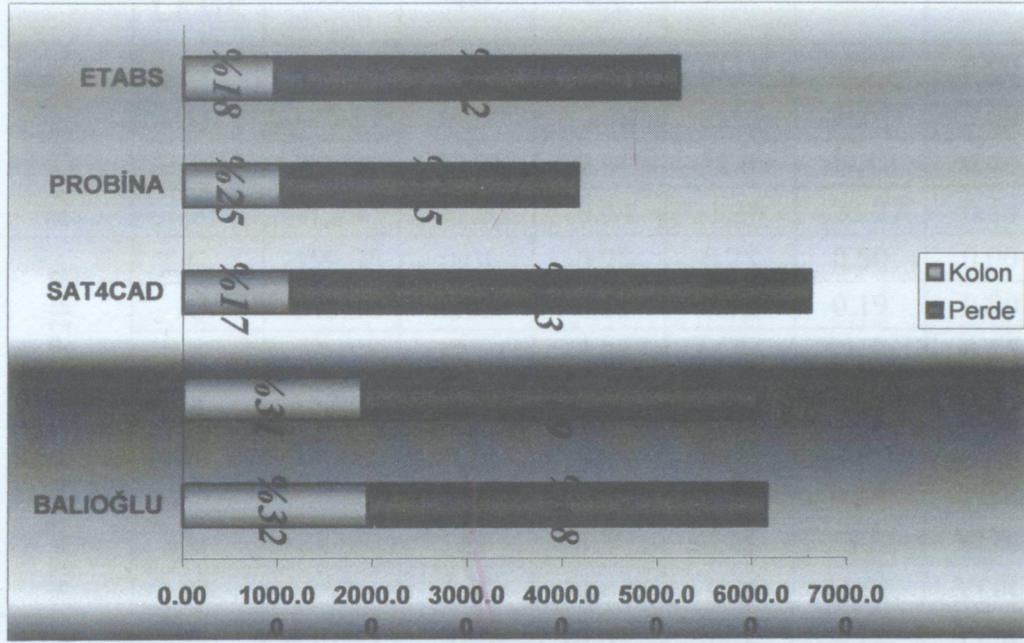
Şekil 5.12 X yönü perde eğilme momentleri grafiği



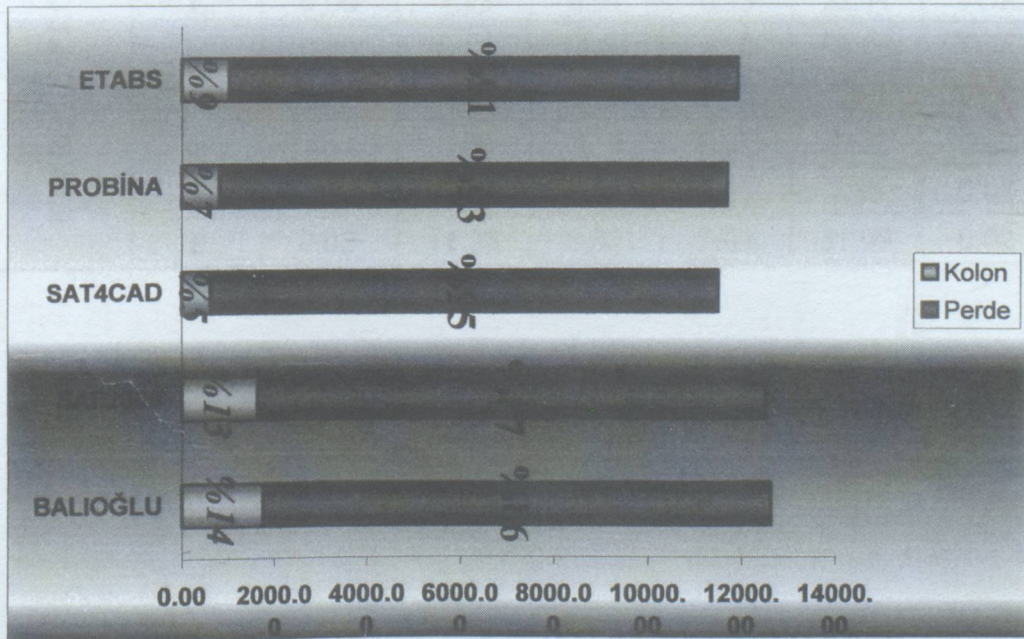
Şekil 5.13 Y yönü perde eğilme momentleri grafiği

Çizelge 5.8 Temel üstü kolon-perde eğilme momentleri toplamı

YÜK LEME	BALIOĞLU		SAP2000		SAT4CAD		PROBİNA		ETABS	
	Mx	My	Mx	My	Mx	My	Mx	My	Mx	My
G	7.04	378.52	6.38	367.00	136.66	204.42	20.57	122.02	6.61	302.89
Q	8.14	172.04	8.10	165.91	69.83	111.95	13.77	82.80	11.74	67.31
E	6155.17	256.13	6057.42	273.56	6609.23	139.04	4152.07	2781.52	5217.24	275.06
F	538.11	12627.55	557.12	12410.87	485.55	13330.34	722.78	13732.42	54.54	14128.4



Şekil 5.14 X yönü kolon-perde eğilme momentleri grafiği



Şekil 5.15 Y yönü kolon-perde eğilme momentleri grafiği

5.2.3 Kesit Tesirlerinin Karşılaştırılması

Kesit tesirlerinin karşılaştırılması amacıyla modelin davranışını özetleyeceği düşünülen tipik elemanlar seçilmiştir ve bu elemanların her program tarafından hesaplanan kesit tesirlerini gösteren çizelgeler ve karşılaştırma grafikleri oluşturulmuştur.

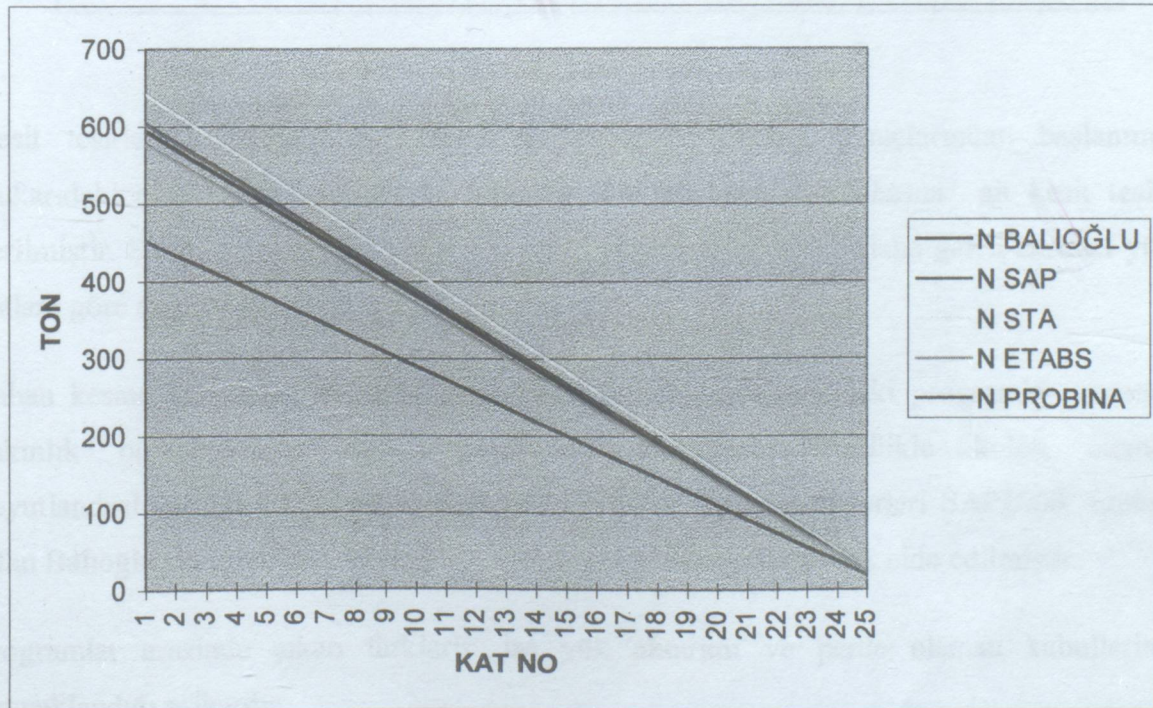
5.2.3.1 Kolon Kesit Tesirlerinin Karşılaştırılması

Çizelge 5.9 S24 kolonu 1. kat kesit tesirleri

	YÜK LEME	N	QX	QY	MX	MY	MT
BALIOĞLU	G	-460.35	0.04	-0.18	-0.18	-0.70	0.00
	Q	-146.17	0.02	-0.08	-0.08	-0.31	0.00
	E	-69.36	-17.38	-2.91	-12.69	69.12	0.46
	F	-7.74	-32.55	-0.34	-1.36	123.27	0.54
SAP2000	G	-459.95	0.01	-0.28	0.28	0.50	0.00
	Q	-146.20	0.01	-0.13	0.12	0.19	0.00
	E	-89.00	-12.21	-2.23	11.66	52.53	0.85
	F	-5.46	14.89	-0.15	0.65	70.74	0.65
STA4CAD	G	-384.87	0.80	-0.06	0.72	0.27	YOK
	Q	-132.27	0.36	-0.03	0.32	0.14	YOK
	E	-88.30	1.54	-4.30	6.48	-13.85	YOK
	F	1.91	-0.32	12.60	-0.05	44.01	YOK
PROBİNA	G	-379.23	0.00	-0.03	0.02	0.19	YOK
	Q	-117.66	0.00	-0.02	0.01	0.12	YOK
	E	0.00	1.45	6.91	6.53	22.71	YOK
	F	0.00	0.18	14.51	0.80	53.25	YOK
ETABS	G	-477.31	-0.01	0.24	0.22	-0.21	0.00
	Q	-140.63	0.00	0.10	0.09	-0.07	0.00
	E	-63.20	1.37	1.80	8.24	7.35	0.08
	F	0.02	11.35	0.01	0.03	51.99	0.02

Çizelge 5.10 S21 kolonu 1. kat kesit tesirleri

	YÜK LEME	N	QX	QY	MX	MY	MT
BALIOĞLU	G	-593.52	-1.03	1.91	1.72	0.64	0.00
	Q	-209.51	-0.42	0.58	0.58	0.24	0.00
	E	183.23	7.95	-19.43	-85.61	-23.77	1.41
	F	-31.42	-16.59	-2.24	-9.10	44.89	1.65
SAP2000	G	-602.86	1.94	0.82	-1.27	0.05	0.00
	Q	-212.53	0.59	0.33	-0.43	0.05	0.00
	E	251.57	-13.46	6.93	74.82	21.14	2.58
	F	-25.03	-0.85	-7.41	4.09	22.70	1.95
STA4CAD	G	-641.46	0.33	0.10	-0.56	0.27	YOK
	Q	-250.03	0.31	0.11	-0.16	0.20	YOK
	E	244.37	12.07	1.76	54.92	5.01	YOK
	F	24.67	-0.32	5.22	-0.60	17.48	YOK
PROBİNA	G	-450.91	-1.04	0.56	1.07	-0.40	YOK
	Q	-159.43	-0.53	0.24	0.57	-0.14	YOK
	E	36.10	9.37	2.48	44.52	8.37	YOK
	F	3.97	1.17	6.20	5.48	21.01	YOK
ETABS	G	-576.83	0.66	-1.24	-1.32	0.37	0.00
	Q	-205.91	0.30	-0.57	-0.63	0.18	0.00
	E	295.27	-0.62	10.74	45.67	-2.86	0.25
	F	10.77	8.23	0.13	0.22	34.80	0.05



Şekil 5.16 S21 kolonu katlara göre eksenel yük dağılım grafiği

Çizelge 5.11 S37 kolonu 1. kat kesit tesirleri

	YÜK LEME	N	QX	QY	MX	MY	MT
BALIOĞLU	G	-404.63	0.53	2.13	1.61	-0.60	0.00
	Q	-114.05	0.14	0.60	0.52	-0.17	0.00
	E	-133.24	3.59	-34.83	-166.56	-8.61	0.46
	F	122.21	-4.85	-12.42	-57.45	-11.39	0.54
SAP2000	G	-403.50	-0.49	1.98	-0.78	0.54	0.00
	Q	-113.49	-0.13	2.55	-0.23	0.16	0.00
	E	-138.82	3.75	27.25	154.81	8.98	0.85
	F	159.04	2.80	9.11	38.77	6.69	0.65
STA4CAD	G	-373.77	-1.61	0.50	-2.61	0.54	YOK
	Q	-124.92	-0.67	0.19	-1.21	0.21	YOK
	E	-127.53	18.13	0.94	85.01	1.91	YOK
	F	138.16	-2.29	1.13	-9.31	3.02	YOK
PROBİNA	G	-550.27	-2.98	-0.65	2.53	0.68	YOK
	Q	-189.17	-1.20	-0.24	1.06	0.26	YOK
	E	212.22	13.62	1.57	60.93	3.31	YOK
	F	210.93	5.26	2.50	22.84	5.27	YOK
ETABS	G	-386.74	1.41	-0.55	-0.60	1.28	0.00
	Q	-93.13	0.40	-0.17	-0.19	0.43	0.00
	E	126.11	-16.92	-0.38	-0.96	-86.79	0.08
	F	212.96	-0.20	2.11	5.99	-1.55	0.02

Kesit tesirleri kontrolüne ilk olarak kolon kesit tesirleri sonuçlarından başlanmıştır. Yukarıdaki çizelgelerde seçilen üç kolonun tüm yükleme durumlarına ait kesit tesirleri verilmiştir. Şekil 5.16'da S21 kolonuna ait G yüklemesinden meydana gelen eksenel yükün katlara göre dağılımı grafik üzerinde sunulmuştur.

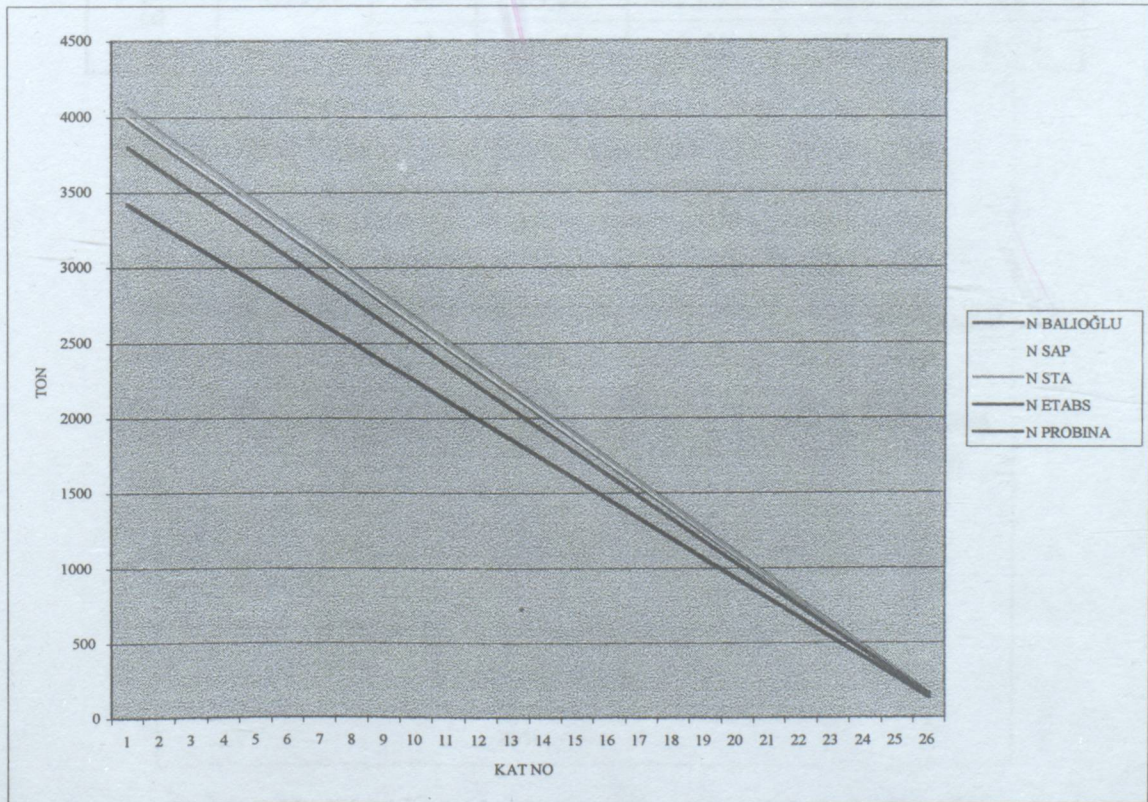
Taban kesme kuvvetleri ve eğilme momentleri karşılaştırmasındaki programlar arasındaki yakınlık bu bölümde de etkisini hissettirmektedir. Özellikle kolon elemanın boyutlandırılmasında rol oynayan normal kuvvet ve moment değerleri SAP2000, Etabs ve İrfan Balioğlu programlarında yine bir birlerine yakın değerler olarak elde edilmiştir.

Programlar arasında çıkan farkların ise yük aktarımı ve perde eleman kabullerinden kaynaklandığı aşikardır.

5.2.3.2 Perdelerin Kesit Tesirlerinin Karşılaştırılması

Çizelge 5.12 Perdelerin 1. kat kesit tesirleri

	YÜK LEME	N	QX	QY	MX	MY
BALIOĞLU	G	-3975.30	-0.17	1.49	-1.74	214.90
	Q	-1324.63	-0.16	0.41	-0.49	106.82
	E	2344.02	-496.80	20.11	-73.49	-945.71
	F	75.76	-516.44	-7.33	21.65	-5051.77
SAP2000	G	3999.35	-0.89	-0.88	-0.23	-3.77
	Q	1330.74	0.00	-0.61	-0.11	-1.34
	E	7267.26	708.19	481.94	175.36	355.90
	F	5612.17	184.45	823.17	341.56	77.11
STA4CAD	G	4059.05	1.32	-1.92	-71.79	103.47
	Q	1483.90	-0.53	-1.30	-35.38	58.30
	E	-1320.78	371.36	58.58	3137.02	834.16
	F	-23.27	4.86	377.42	113.32	6139.66
PROBİNA	G	-3794.22	4.34	YOK	12.21	64.65
	Q	-1367.95	2.35	YOK	7.49	44.86
	E	1360.93	377.08	YOK	1850.60	1388.60
	F	239.12	354.96	YOK	268.87	6252.81
ETABS	G	-3417.71	-0.13	-1.97	-2.05	-111.81
	Q	-1028.29	-0.24	-0.90	-0.90	-42.81
	E	3690.42	517.08	-15.16	-49.82	1786.50
	F	-271.32	569.96	5.20	20.07	8867.54

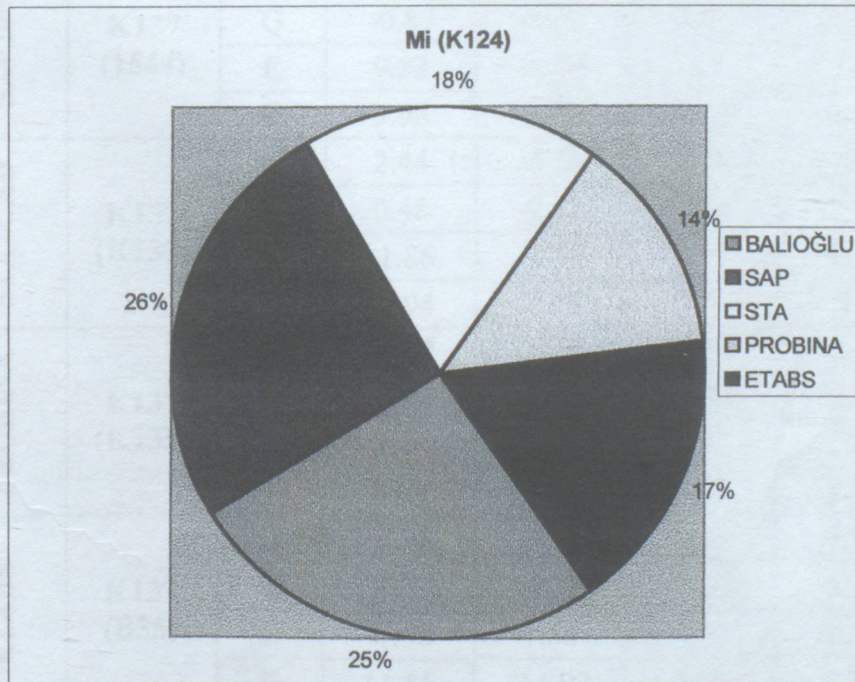


Şekil 5.17 Perdelerin katlara göre eksenel yük dağılım grafiği

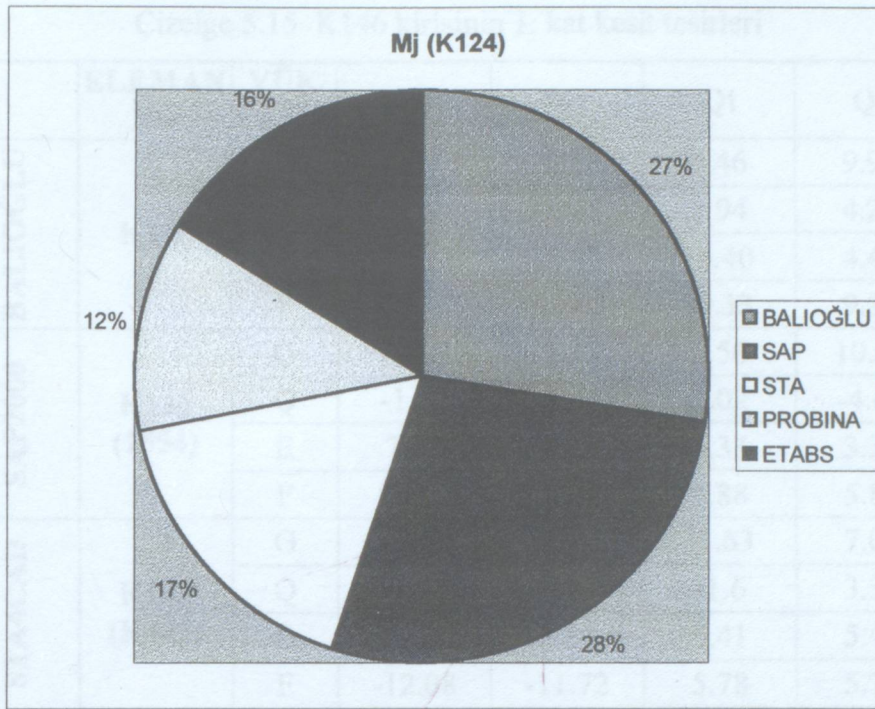
5.2.3.3 Kiriş Kesit Tesirlerinin Karşılaştırılması

Çizelge 5.13 K124 kirişinin 1. kat kesit tesirleri

	ELEMAN NO	YÜK LEME	Mi	Mj	Qi	Qj
BALIOĞLU	K124	G	11.90	-13.89	9.60	14.11
		Q	3.38	-4.30	2.26	4.68
		E	-25.30	-25.04	-7.80	7.80
		F	-8.75	-8.67	-2.70	2.70
SAP2000	K124 (1531)	G	-11.82	13.95	-9.58	14.13
		Q	-3.35	-4.33	-2.25	4.69
		E	25.03	24.63	7.7	7.7
		F	5.37	5.3	1.65	1.65
STA4CAD	K124 (K121)	G	8.21	-8.49	4.61	-8.71
		Q	3.28	-3.53	1.67	-3.89
		E	-20.85	-19.71	6.82	6.82
		F	1.14	1.07	0.33	0.33
PROBİNA	K124 (K121)	G	-6.25	6.12	-6.48	-8.84
		Q	-2.65	2.51	-2.55	-3.82
		E	13.52	13.43	9.21	5.56
		F	5.07	5.04	2.08	1.67
ETABS	K124 (B1)	G	-7.87	-8.11	-6.58	6.66
		Q	-2.23	-2.26	-1.68	1.69
		E	15.98	-15.71	4.8	4.8
		F	-0.62	0.61	-0.19	-0.19



Şekil 5.18 K124 kirişi başlangıç ucu moment değerleri grafiği



Şekil 5.19 K124 kirişi son ucu moment değerleri grafiği

Çizelge 5.14 K137 kirişinin 1. kat kesit tesirleri

	ELEMAN NO	YÜK LEME	Mi	Mj	Qi	Qj
BALIOĞLU	K137	G	3.35	-0.78	3.16	2.03
		Q	0.77	0.65	0.31	-0.31
		E	10.00	10.34	4.47	-4.47
		F	-17.18	-17.76	-7.68	7.68
SAP2000	K137 (1544)	G	-3.65	-0.53	-3.28	1.91
		Q	-0.89	-0.72	0.35	0.35
		E	9.52	10.06	4.3	4.3
		F	9.96	10.48	4.49	4.49
STA4CAD	K137 (K133)	G	2.44	-5.58	2.78	-5.17
		Q	0.48	-2.21	0.66	-1.97
		E	-1.86	-1.76	4.95	4.95
		F	-6.94	-6.78	3.5	3.5
PROBINA	K137 (K133)	G	-1.68	1.90	-3.42	-2.33
		Q	-0.76	0.82	-1.57	-0.95
		E	2.76	2.80	1.52	1.14
		F	6.94	7.04	3.83	3.07
ETABS	K137 (B35)	G	-4.28	-3.10	-4.69	4.17
		Q	-1.17	-0.58	-1.03	0.78
		E	-1.56	1.66	-0.71	-0.71
		F	11.55	-11.92	5.16	5.16

Çizelge 5.15 K146 kirişinin 1. kat kesit tesirleri

	ELEMAN NO	YÜK LEME	Mi	Mj	Qi	Qj
BALIOĞLU	K146	G	4.37	-7.68	5.46	9.93
		Q	1.69	-3.26	1.94	4.29
		E	-10.13	-9.89	-4.40	4.40
		F	-21.47	-20.97	-9.33	9.33
SAP2000	K146 (1554)	G	-4.19	-8.11	5.56	10.18
		Q	-1.64	-3.46	2.02	-4.41
		E	7.72	7.42	3.33	3.33
		F	13.62	13.12	5.88	5.88
STA4CAD	K146 (K141)	G	-3.47	7.41	-3.63	7.06
		Q	-1.57	3.52	-1.6	3.38
		E	3.65	3.59	5.41	5.41
		F	-12.08	-11.72	5.78	5.78
PROBİNA	K146 (K141)	G	-4.56	3.96	-5.97	-7.46
		Q	-1.94	1.52	-2.36	-3.21
		E	3.80	3.71	2.06	1.54
		F	12.14	11.86	6.58	5.27
ETABS	K146 (B20)	G	-5.58	-6.22	-6.62	6.75
		Q	-2.02	-2.14	-2.15	2.12
		E	1.37	-1.34	0.6	0.6
		F	9.38	-9.2	4.08	4.08

Sonuç itibariyle karşılaştırmalarda kat bazından eleman bazına inildiğinde doğal olarak programlar arasındaki farklılık bir miktar daha artmaktadır. Ancak yine de SAP2000 ve İrfan Balıoğlu programları arasındaki yakınlık hissedilebilmektedir.

Daha önce de ifade edildiği üzere Etabs programı ile iki farklı çözüm yapılmıştır. Çözümlerden biri kiriş elemanların tabla boyları hesaplanıp programa girilerek yapılanı, diğeri ise dikdörtgen kesit girip yapılanıdır. Burada ifade edilen Etabs sonuçları tablalı kesitin girilmesiyle elde edilenlerdir. Çünkü her iki çözüm karşılaştırıldığında tablalı olarak yapılan analizin SAP2000 ve İrfan Balıoğlu programlarına daha da yaklaştığı görülmüştür.

Burada dikkat edilmesi gereken en önemli nokta kabullerin sonuçları ne denli etkilediğidir.

Elde edilen bu sonuçların yanı sıra şunu da ifade etmek gerekir ki, SAP2000 ve Etabs programları yabancı yazılımlar olmasından dolayı yerli şartnamelerin getirdiği standart kontrolleri yapmak kullanıcıya önemli külfetler yüklemektedir. Özellikle yapı yerleşim alanı büyüdükçe ve kat adedi arttıkça bu zahmet de katlanılması zor ölçülere ulaşır. Ayrıca bu iki program yerli programlardan Probina ve STA4CAD'in ücretinden üç-dört kat fazla pahalıdır.

İrfan Balıoğlu programı ise yerli ve sonuçları itibariyle SAP2000 ve Etabs'a daha yakın olmasına karşın paket program olmadığından kullanımı hem daha zor hem de satılık değildir. Ayrıca SAP2000, Etabs ve İrfan Balıoğlu programları yalnızca analiz programı olup STA4CAD ve Probina gibi çizim modülleri bulunmamaktadır.

Matbaacılık, İstanbul

Celep, Z. ve Kumbaslı, N., (2001), Betonarme Yapılar, Rehber Matbaacılık, İstanbul

Coall, A. ve Smith B.S., (1991), Tall Building Structures: Analysis and Design, John Wiley & Sons, New York

Çağıoğlu, A. ve Balıoğlu, İ., (1999), "Porselân Bağ Kırılmaması Plastik Sektör Değerlendirmesi", İnşaat Mühendisleri Odası Teknik Dergi.

İnan, M., (1988), Çerçelilerin Mükemmelen, İstanbul Teknik Üniversitesi Vakfı, İstanbul

TSE, (1998), "TS 4500 Betonarme Yapıların Testine ve Yapım Kalitelerine", Türk Standartları Enstitüsü, Ankara

TSE, (1999), "TS 498 Yapı Elemanlarının Boyutlandırılmasında Alınacak Yüklerin Hesap Değerleri", Türk Standartları Enstitüsü, Ankara

BİB, (1998), "AİT Bilgilerinde Yapılacak Yapıların Hakkında Yönetmelik", Dayanıklılık ve Akademi Bilimleri, Ankara

KAYNAKLAR

- Beaufait, F.W., Rowan, W.H., Hoadley, P.G. ve Hackett, R.M., (1970), Computer Methods of Structural Analysis, Prentice-Hall, London
- Celep, Z. ve Kumbasar, N., (1992), Yapı Dinamiği ve Deprem Mühendisliğine Giriş, Sema Matbaacılık, İstanbul
- Celep, Z. ve Kumbasar, N., (2001), Betonarme Yapılar, Rehber Matbaacılık, İstanbul
- Coull, A. ve Smith B.S., (1991), Tall Building Structures: Analysis and Design, John Wiley & Sons, New York.
- Çakıroğlu, A. ve Balıoğlu, İ., (1999), "Perde Bağ Kirişlerinin Plastik Şekil Değiştirmeleri", İnşaat Mühendisleri Odası Teknik Dergi.
- İnan, M., (1988), Cisimlerin Mukavemeti, İstanbul Teknik Üniversitesi Vakfı, İstanbul.
- TSE, (2000), "TS500 Betonarme Yapıların Tasarım ve Yapım Kuralları", Türk Standartları Enstitüsü, Ankara.
- TSE, (2000), "TS498 Yapı Elemanların Boyutlandırılmasında Alınacak Yüklerin Hesap Değerleri", Türk Standartları Enstitüsü, Ankara.
- BİB, (1998), "Afet Bölgelerinde Yapılacak Yapılar Hakkında Yönetmelik", Bayındırlık ve İskan Bakanlığı, Ankara.

EKLER

- Ek 1 Balıoğlu programı analiz sonuçları
- Ek 2 SAP2000 V.6.11 Nonlinear programı analiz sonuçları
- Ek 3 STA4CAD V.9 programı analiz sonuçları
- Ek 4 Probina Orion V.11 programı analiz sonuçları
- Ek 5 Etabs 7.17 programı analiz sonuçları
- Ek 6 UBC97 hesap kabulleri

ÖZGEÇMİŞ

Doğum tarihi	04.07.1976	
Doğum yeri	İstanbul	
Lise	1987-1994	Beşiktaş Atatürk Anadolu Lisesi
Lisans	1994-1998	Yıldız Üniversitesi Mühendislik Fak. İnşaat Mühendisliği Bölümü
Yüksek Lisans	1998-2001	Yıldız Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü İnşaat Müh. Anabilim Dalı, Mekanik Programı

Çalıştığı kurum

1998-Devam ediyor MPI Müh.Proje İnşaat Ltd. Şti. Proje Mühendisi

