

İSTANBUL TEKNİK ÜNİVERSİTESİ ★ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**ÇEVELERDEN OLUŞAN BİR OKUL YAPISININ TABAN
İZOLATÖRLERİ KULLANARAK ANALİZİ VE
GÜÇLENDİRİLMESİ**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ
İnş. Müh. Yaşar AVCI
(501041124)**

**Tezin Enstitüye Verildiği Tarih : 07 Mayıs 2007
Tezin Savunulduğu Tarih : 13 Haziran 2007**

Tez Danışmanı : Prof. Dr. Metin AYDOĞAN

**Diğer Jüri Üyeleri Doç. Dr. Mustafa ZORBOZAN (Y.T.Ü.)
Yrd. Doç. Dr. Konuralp GİRGİN (İ.T.Ü.)**

HAZİRAN 2007

ÖNSÖZ

Bu çalışma kapsamında, mevcut bir yapının deprem etkilerine karşı incelenmesi, doğrusal olmayan analiz yöntemleri kullanılarak performansının bulunması ve ayrıca izolatör kullanarak zaman tanım alanında doğrusal olmayan analizle güçlendirme uygulaması yapılmış ve aynı yapı kalsik yöntemle de güçlendirilerek maliyetlerinin karşılaştırılması yapılmıştır. Tez çalışmamın tamamlanmasında büyük emekleri geçen sayın hocam Prof. Dr. Metin AYDOĞAN'a, tez jürisinin değerli üyeleri Doç. Dr. Mustafa ZORBOZAN, Yrd. Doç. Dr. Konuralp GİRĞİN ve Yrd. Doç. Dr. Kutlu DARILMAZ'a, ayrıca çalışmalarım süresince bilgi alışverişinde bulunduğum İnşaat Mühendisi arkadaşlarım Halil İbrahim POLAT ve Volkan ÖZTAŞ'a emeği geçen bütün diğer saygıdeğer hocalarıma ve aileme teşekkür ederim.

İstanbul, 06/2007

Yaşar AVCI
İnşaat Mühendisi

İÇİNDEKİLER

KISALTMALAR	v
TABLO LİSTESİ	vi
ŞEKİL LİSTESİ	vii
SEMBOL LİSTESİ	xi
ÖZET	xii
SUMMARY	xiii
1. GİRİŞ	1
2. SİSMİK İZOLATÖRLERİN UYGULAMA SEÇİMİ	2
2.1. Sismik İzolatörlerin Temel Özellikleri	2
2.2. Sismik Taban İzolatörlerinin Amacı	4
2.3. Sismik İzolasyon Sisteminin Temel Fonksiyonları	5
2.4. Düşük Sismik Enerji Girişi	6
2.5. Şiddetli Sismik Hareket Girişi	8
2.6. Optimum Sismik Koruma için Enerji Yaklaşımı Fikri	9
3. SİSMİK TABAN YALITIM TÜRLERİ VE SİSTEMLERİ	11
3.1. Giriş	11
3.2. Kauçuk Esaslı Sistemler	12
3.2.1. Düşük Sönümlü Doğal ve Sentetik Kauçuk İzolatörler (LDRB)	14
3.2.2. Kurşun çekirdekli kauçuk izolatörler (LRB)	16
3.2.3. Yüksek sönümlü doğal kauçuk izolatörler (HDRB)	18
3.3. Kayma Esaslı Sistemler	20
3.3.1. Sürtünmeli Sarkaç Sistemler (FPS)	22
3.3.2. Geri Şekillenen Sürtünmeli Taban İzolasyon Sistemi (RPBI)	24
3.3.3. Electiricite-de-Fran Sistemi (FPS)	25
3.3.4. EERC Birleşik Sistemi	26
3.3.5. TASS Sistemi	27
3.4. Yay Tipi Sistemler	27
3.4.1. GERB Firmasının Ürettiği Helezonik Yay Sistemleri	27
4. TABAN İZOLATÖRLERİNİN MEKANİK KAREKTERİSTİKLERİ VE MODELLENMESİ	29
4.1. Kauçuk İzolatörlerin Mekanik Karakteristikleri	29
4.2. Kurşun Çekirdekli Kauçuk İzolatörlerin Mekanik Karakteristikleri	35
4.3. Kurşun Çekirdekli Kauçuk İzolatörlerin Sayısal Hesabı	37
5. MEVCUT YAPININ YETERLİLİĞİNİN KONTROL EDİLMESİ	43
5.1. Proje Genel Bilgilerinin Girilmesi	43
5.2. Proje Tanımlamalarının Yapılması ve Atanması	47
5.3. Modların Tayini	67

5.4. Eşdeğer Deprem Yüklemelerinin Tanımlanması ve Sisteme Atanması	71
5.5. Çözümleme Aşaması ve Yapı Yeterliliğinin Kontrolü	77
5.6. Sonuçların Değerlendirilmesi	88
6. YAPI PERFORMANSININ BELİRLENMESİ ve STATİK İTME ANALİZİ	90
6.1. Statik İtme Analizi(Pushover Analizi) Yüklemelerinin tanımlanması	90
6.2. Doğrusal olmayan davranış özelliklerinin tanımlanması ve atanması	93
6.3. Analiz yapılması	97
6.4. Sonuçların Değerlendirilmesi	100
7. MEVCUT YAPININ DEPREM İZOLATÖRLERİ ALTINDA ZAMAN TANIM ALANI KULLANILARAK ANALİZİ	102
7.1. Deprem İzolatörlerinin Tanımlanması ve Sisteme Atanması	102
7.2. Analiz yapılması	115
7.3. Zaman Tanım Alanındaki Çözümün İncelenmesi ve Sonuçlar	117
7.4. Sonuçların değerlendirilmesi	125
8. YAPININ KLASİK YÖNTEMLE GÜÇLENDİRİLMESİ	126
8.1. Proje Tanımlamalarının Yapılması ve Sisteme atanması	126
8.2. Sistem Analizi ve Sonuçların Değerlendirilmesi	137
8.3. Sonuçların Değerlendirilmesi	143
9. SONUÇLAR	151
KAYNAKLAR	153
EKLER	154
ÖZGEÇMİŞ	194

KISALTMALAR

DIS	: Dynamic Isolation Systems
DMF	: Dimetil Formamid
LUMO	: Low Occupied Molecular Orbital
GPS	: Global Positioning System
NAVSTAR	: Navigation System with Time and Ranging
CBS	: Coğrafi Bilgi Sistemi
SAR	: Synthetic Aperture Radar
RADAR	: Radio Detection and Ranging
AMI	: Active Microwave Instrument
GRS	: Ground Reference System
SAM	: Sayısal Arazi Modeli

TABLO LİSTESİ

<u>Sayfa No</u>		
Tablo 4.1	DIS A tibi isolator yönle göre karakteristik değeri.....	39
Tablo 4.2	DIS B tibi isolator yönle göre karakteristik değeri.....	42
Tablo 5.1	Kat kesme kuvvetleri ileti kutusu	70
Tablo 5.2	Kat yerdeğıştirmeleri ve rölatif kat ötelemeleri	79
Tablo 5.3	Kat kesme kuvvetleri ileti kutusu	83
Tablo 5.4	Yapı kütleleri ve kütle merkezleri ileti kutusu.....	84
Tablo 5.5	Kesit dizayn ayrıntılı gösterimleri	88
Tablo 6.1	Pushover analiz diyagramı sayısal değeri	99
Tablo 7.1	Zaman tanım alanı çözümü – Y yönü kat yerdeğıştirmeleri.....	122
Tablo 7.2	Zaman tanım alanı çözümü +Y yönü kat yerdeğıştirmeleri.....	123
Tablo 8.1	Perdeli sistem Y yönü kat yerdeğıştirmeleri.....	137
Tablo A.1	DIS Kurşun çekirdekli izolatörlerin fiziksel özellikleri.....	157
Tablo A.2	DIS Kurşun çekirdekli izolatörlerin mekanik karakteristiklerinin yük seviyesine bağı dağılımı.....	157
Tablo A.3	DIS Kurşun çekirdekli izolatörlerin mekanik karakteristiklerinin periyoda bağı değışimi.....	158
Tablo A.4	DIS Kurşun çekirdekli izolatörlerin limit davranış.....	158
Tablo A.5	DIS Kurşun çekirdekli izolatörlerin performanslarının deneysel ve analitik olarak karşılaştırılması.....	159
Tablo A.6	DIS Kurşun çekirdekli izolatörlerin performanslarının yorulma ve çevresek etkiler dikkate alınarak değeriendirilmesi.....	159
Tablo A.7	DIS Kurşun çekirdekli izolatörlerin performanslarının sıcak ve soğuk ortamda değeriendirilmesi.....	160
Tablo A.8	DIS Kurşun çekirdekli izolatörlerin dayanıklılığı.....	160

ŞEKİL LİSTESİ

	<u>Sayfa No</u>
Şekil 2.1 : Depremde eşya cihazların durumu.....	3
Şekil 2.2 : Büyük ve küçük periyotlara karşı gelen ivem spektrumu.....	4
Şekil 2.3 : Deprem etkisi altında bina deformasyonu	4
Şekil 2.4 : İzolatörlerle dikey yük iletimi.....	5
Şekil 2.5 : İzolatörlü bir yapının yatay yerdeğiştirme ve merkezlenmesi.....	6
Şekil 2.6 : Yerdeğiştirme sırasında izolatör ve damperle enerji sönmleme	6
Şekil 2.7 : İzolatörlerle İzole edilmiş yapı.....	7
Şekil 2.8 : İzolasyonlu yapının plan durumu.....	7
Şekil 2.9 : İzolatörler ve damperlerle izole edilmiş yapı	8
Şekil 2.10 : İzolatörler ve damperlerle izole edilmiş yapının planı	8
Şekil 2.11 : İzole edilmemiş yapının deprem altındaki çatlak durumu.....	9
Şekil 2.12 : İzole edilmiş yapının yanal hareketlere izin verilmesi.....	9
Şekil 3.1 : Kauçuk izolatörün yapısı.....	12
Şekil 3.2 : Kauçuk taşıyıcıların görünüşü.....	13
Şekil 3.3 : Kauçuk izolatörlerin görünüşü ve yapısı.....	13
Şekil 3.4 : Kauçuk izolatörlerin binalarda uygulanması.....	13
Şekil 3.5 : Kauçuk izolatörlerin görünüşü.....	14
Şekil 3.6 : Düşük sönmümlü doğal kauçuk izolatör sistemi.....	15
Şekil 3.7 : Kurşun çekirdekli kauçuk taşıyıcılar.....	16
Şekil 3.8 : Kurşun çekirdekli kauçuk taşıyıcının görünüş ve kesiti.....	17
Şekil 3.9 : Kurşun çekirdekli izolatör sistemi.....	18
Şekil 3.10 : Yüksek sönmümlü doğal kauçuk izolatör sistemi.....	20
Şekil 3.11 : Sürtünmeli sarkaç sistemi şeması.....	22
Şekil 3.12 : Basit ve kayıcı sarkaç hareketi.....	23
Şekil 3.13 : Geri şekillenen sürtünmeli taban izolasyon sistemi.....	25
Şekil 3.14 : EDF sisteminin şematik modeli.....	26
Şekil 4.1 : Basınç modülünün isolator geometrisine bağlı olarak azalma grafiği.....	31
Şekil 4.2 : Salt eğilme etkisi altında olan rijit tabakaların arasındaki kauçuk tampon.....	33
Şekil 4.3 : Kuvvet-yerdeğiştirme histerik eğrisi üzerinde temel parametreler	34
Şekil 4.4 : DIS A tipi kurşun çekirdekli izolatörün sayısal değerleriyle verilmiş histerik diyagramı.....	39
Şekil 4.5 : DIS B tipi kurşun çekirdekli izolatörün sayısal değerleriyle verilmiş histerik diyagramı.....	41
Şekil 5.1 : New Model İntialization ileti kutusu.....	43
Şekil 5.2 : Aks ve kat girişleri ileti kutusu.....	44
Şekil 5.3 : Aks ayarı ileti kutusu.....	45
Şekil 5.4 : X ve Y doğrultularındaki Aks aralıkları giriş ileti kutusu.....	45
Şekil 5.5 : Kat bilgileri giriş ileti kutusu.....	46

Şekil 5.6	: Malzeme tanımı ileti kutusu.....	47
Şekil 5.7	: Çubuk kesit tanımlama ileti kutusu.....	48
Şekil 5.8	: Kare kesit tanımlama ileti kutusu.....	48
Şekil 5.9	: Kolon kesit dontası giriş ileti kutusu.....	49
Şekil 5.10	: Kiriş kare kesit giriş ileti kutusu.....	50
Şekil 5.11	: Kiriş dontatı tanımlama ileti kutusu.....	51
Şekil 5.12	: Çubuk kiriş eleman çizimi ileti kutusu.....	52
Şekil 5.13	: Kiriş kesit tanımlanmış işeti kutusu.....	52
Şekil 5.14	: Çubuk kolon eleman çizimi ileti kutusu.....	53
Şekil 5.15	: Kolon kesit tanımlanmış ileti kutusu.....	53
Şekil 5.16	: Döşeme tanımlama ileti kutusu.....	54
Şekil 5.17	: Döşeme kesiti tanımlama ileti kutusu.....	55
Şekil 5.18	: Döşeme çizimi ileti kutusu.....	56
Şekil 5.19	: Döşeme bölme ileti kutusu.....	57
Şekil 5.20	: Döşeme birim elemanlar bölme ileti kutusu.....	58
Şekil 5.21	: Kiriş atama ileti kutusu.....	59
Şekil 5.22	: Kolon atama ileti kutusu.....	60
Şekil 5.23	: Döşeme atama menüsü.....	60
Şekil 5.24	: Döşeme atama ileti kutusu.....	61
Şekil 5.25	: Diyafram atama ileti kutusu.....	61
Şekil 5.26	: Yükleme tanımlama ileti kutusu.....	63
Şekil 5.27	: Duvar yükü tanımlama ileti kutusu.....	64
Şekil 5.28	: Kütle atama menüsü ve ileti kutusu.....	65
Şekil 5.29	: Analiz kriteri tanımlama ileti menüsü.....	66
Şekil 5.30	: Dinamik analiz kriterleri ileti kutusu.....	67
Şekil 5.31	: Mod şekli ileti kutusu.....	68
Şekil 5.32	: Yapının birinci mod şekli ve periyodu.....	68
Şekil 5.33	: Yapının ikinci mod şekli ve periyodu.....	69
Şekil 5.34	: Sonuç görüntüleme ileti kutusu.....	69
Şekil 5.35	: Deprem yüklemesi tanımlama ileti kutusu.....	70
Şekil 5.36	: X yönü deprem katsayısı tanımlama ileti kutusu.....	72
Şekil 5.37	: Y yönü deprem katsayısı tanımlama ileti kutusu.....	73
Şekil 5.38	: Düşey kombinasyon tanımlama ileti kutusu.....	74
Şekil 5.39	: Deprem kombinasyonu tanımlama kutusu.....	75
Şekil 5.40	: Tüm kombinasyonların tanımlandığı ileti kutusu.....	76
Şekil 5.41	: Şekil değiştirmiş durum gösterimi ileti kutusu.....	77
Şekil 5.42	: Düğüm noktası yerdeğştirmeleri.....	78
Şekil 5.43	: Aks çerçeveşerinin görüntülenmesi.....	78
Şekil 5.44	: Eleman etkilerinin gösterimi ileti kutusu.....	79
Şekil 5.45	: Eleman ayrıntılı etki gösterimi ileti kutusu.....	80
Şekil 5.46	: Yapı çıktıların gösterim ileti kutusu.....	80
Şekil 5.47	: Çıktıda gösterilecek etkilerin seçimi ileti kutusu.....	83
Şekil 5.48	: Dizayn seçimi ileti kutusu.....	85
Şekil 5.49	: Dizayn kombinasyon seçimi ileti kutusu.....	86
Şekil 5.50	: Betonarme dizayn menüsü.....	86
Şekil 5.51	: Elemanların kontrol edilmiş durumlarının gösterimi.....	87
Şekil 5.52	: Dizayn edilmiş eleman bilgileri.....	87
Şekil 6.1	: Nonliner analiz için düşey tanımlama ileti kutusu.....	90
Şekil 6.2	: Nonlinear analiz yatay yüklenme tanımlama durumu.....	92
Şekil 6.3	: Nonliner analiz tanımlanmış ileti kutusu.....	93

Şekil 6.4	: Çizgisel eleman seçimi iletı kutusu.....	93
Şekil 6.5	: Kiriş plastik mafsal atama iletı kutusu.....	94
Şekil 6.6	: Kolon plastik mafsal atama iletı kutusu.....	95
Şekil 6.7	: Kolon ve kiriş palastik mafasalları iletı kutusu.....	96
Şekil 6.8	: Plastik mafasa bilgi giriş iletı kutusu.....	96
Şekil 6.9	: C10H1 plastik mafsal bilgileri iletı kutusu.....	97
Şekil 6.10	: Puhshover analizi performans diyagramı.....	98
Şekil 6.11	: Kapasite Spektrum garfiklerinin birlikte gösterimi.....	100
Şekil 6.12	: Plastik massalların durumu.....	101
Şekil 7.1	: Link eleman tanımlama iletı kutusu.....	102
Şekil 7.2	: Nonlineer link eleman bilgi iletı kutusu.....	103
Şekil 7.3	: Düşey yön izolatör karekteristik iletı kutusu.....	104
Şekil 7.4	: İki yönü izolatör karektesitik bilgi girişi iletı kutusu.....	105
Şekil 7.5	: Zaman tanım alanı fonksiyonunu dosyadan alma.....	106
Şekil 7.6	: Zaman tanım alanı KG fonksiyon tanımlama iletı kutusu.....	107
Şekil 7.7	: Zaman tanım alanı doğu-batı fonksiyon tanımlama iletı kutusu....	109
Şekil 7.8	: Zaman tanım alanı fonksiyonları.....	110
Şekil 7.9	: Dinamik analiz parametreleri iletı kutusu.....	111
Şekil 7.10	: Modal sönüm iletı kutusu.....	112
Şekil 7.11	: Zaman tanım alanı düşey yüklemesi tanımlama iletı kutusu.....	113
Şekil 7.12	: Zaman tanım alanı deprem yüklemesi tanımlama iletı kutusu.....	114
Şekil 7.13	: Zaman tanım alanı tüm yükleme tanımlanmış iletı kutusu.....	115
Şekil 7.14	: Taban izolatörlü yapının birinci mod şekli ve periyodu.....	116
Şekil 7.15	: Taban izolatörlü yapının ikinci mod şekli ve periyodu.....	116
Şekil 7.16	: Zaman tanım alanı analizi yerdeğıştirme tanımlama iletı kutusu...117	
Şekil 7.17	: Zaman tanım alanı analizi yerdeğıştirme tanımlanmış iletı kutsu. 118	
Şekil 7.18	: Taban kesme kuvveti tanımlama iletı kutusu.....	119
Şekil 7.19	: Time History Display Definition iletı kutusu.....	120
Şekil 7.20	: Y yönü yerdeğıştirme-zaman garfiğini içeren iletı kutusu.....	121
Şekil 7.21	: X yönü yerdeğıştirme-zaman grafiğini içeren iletı kutusu.....	122
Şekil 7.22	: Y yönü kesme kuvveti-zaman grafiğini içeren iletı kutusu.....	123
Şekil 7.23	: X yönü kesme kuvveti-zaman grafiğini içeren iletı kutusu.....	124
Şekil 7.24	: Kontrolü yapılmış elenman durumları.....	125
Şekil 8.1	: Malzeme tanımlama iletı kutusu.....	126
Şekil 8.2	: Perde kesiti bilgi girişi iletı kutusu.....	127
Şekil 8.3	: Perde kesiti tanımlanmış iletı kutusu.....	128
Şekil 8.4	: Perde oluşturma iletı kutusu.....	128
Şekil 8.5	: Perdeleri Pier olarak tanımlanan iletı kutusu.....	129
Şekil 8.6	: Tekrar adlandırma iletı kutusu.....	130
Şekil 8.7	: Perde dizayn ve kontrolü için tanımlama menüsü.....	130
Şekil 8.8	: Perde kesitlerini tanımlama iletı kutusu.....	131
Şekil 8.9	: Kesit dizayn etme menüsü.....	132
Şekil 8.10	: Perde kesit atama iletı kutusu.....	133
Şekil 8.11	: Yapı birinci mod şekli ve periyodu.....	134
Şekil 8.12	: Yapı ikinci mod şekli ve periyodu.....	135
Şekil 8.13	: Deprem yüklü tanımlama iletı kutusu.....	137
Şekil 8.14	: Perdeli sistem dizayn seçenekleri iletı kutusu.....	138
Şekil 8.15	: Perdeli sistem perde dizayn seçenekleri iletı kutusu.....	139
Şekil 8.16	: P03 perdesi ayrıntılı dizayn ve kontrol tablosu.....	140
Şekil 8.17	: P02 perdesi ayrıntılı dizayn ve kontrol tablosu.....	141

Şekil 8.18	: C5 kolonu için kapasite oranı.....	142
Şekil 8.19	: Eklenen perdelerle kontrolü yapılmış bina yeterlilik durumu.....	142
Şekil 8.20	: C28 kolonu için kapasite oranı.....	143
Şekil B.1	: RADYE'nin SAP 2000 çözüm sonucu Myy.....	157
Şekil B.2	: RADYE'nin SAP 2000 çözüm sonucu Mxx.....	157
Şekil B.3	: RADYE1'in SAP 2000 çözüm sonucu Myy.....	158
Şekil B.4	: RADYE1'in SAP 2000 çözüm sonucu Mxx.....	158
Şekil B.5	: RADYE2'nin SAP 2000 çözüm sonucu Myy.....	159
Şekil B.6	: RADYE2'nin SAP 2000 çözüm sonucu Mxx.....	159
Şekil B.7	: RADYE3'ün SAP 2000 çözüm sonucu Myy.....	160
Şekil B.8	: RADYE3'ün SAP 2000 çözüm sonucu Mxx.....	160
Şekil C.1	: Kat Kalıp Planı	167
Şekil C.2	: Düğüm Noktaları numaraları.....	168
Şekil C.3	: Perdelerin kalıp planında gösterimi	168

SEMBOL LİSTESİ

A	: Kauçuk alanı
G	: Kauçuk kayma modülü
D	: Maksimum yatay yerdeğiştirme
R	: Kauçuk yarıçapı
K_H	: Yatay izolatör rijitliği
γ_r	: Maksimum kayma şeki değiştirmesi
γ_c	: Basıçtan dolayı oluşan kayma şeki değiştirmesi
γ_b	: Eğilme nedeniyle oluşan kayma şeki değiştirmesi
γ_b^{ort}	: Eğilme nedeniyle oluşan ortalama kayma şeki değiştirmesi
γ_{ort}	: Ortalama kayma şeki değiştirmesi
ρ	: Eğrilik yarıçapı
α	: Levhalar arası rölatif açısı
EI	: Kiriş rijitliği
EI_{eff}	: Efektif kiriş rijitliği
t_r	: Kauçuk kalınlığı
k	: Zemin yatak katsayısı
K_v	: Düşey izolatör rijitliği
K₁, K₂, K_{eff}	: Akma öncesi, akma sonrası ve efektif izolatör rijitliği
Q	: Karakteristik gerilme
g	: Yerçekim ivmesi
ω	: Doğal frekans
μ	: Sürtünme katsayısı
β_{eff}	: Efektif sönüm oranı
F_y	: Yerdeğiştirmeyele oluşan kuvvet
f_y	: Kurşunun akma dayanımı Yerdeğiştirmeyele oluşan kuvvet
D_y	: Akma yerdeğiştirmesi
ϵ_c	: Nominal basınç şekildeğiştirmesi
ϵ_b	: Eğilmeden dolayı oluşan basınç şekildeğiştirmesi
S	: Yüklü alanın kuvvet uygulanmaya alana oranı
E_C	: İzolatör basınç modülü
λ	: İzolatör orta boşluğuna bağlı oran
Φ	: İzolatör çapı
Δ	: Düşey kısalma

ÇERÇEVELERDEN OLUŞAN BİR OKUL YAPISININ TABAN İZOLATÖRLERİ KULLANARAK ANALİZİ VE GÜÇLENDİRİLMESİ

ÖZET

Deprem ve şiddetli rüzgar gibi büyük yatay yüklerden dolayı yapılarda meydana gelebilecek hasarın mertebesini kontrol altında tutmak, Yapı ve Deprem mühendisliğinin en önemli amaçlarından biridir. Deprem bölgelerinde yaşayan insanların can güvenliği ve bu bölgelerde bulunan yapılar büyük risk altındadır. Bundan dolayı yapı tasarımcıların ilk önceliği, bu yapılarda yaşayan insanların hayatlarını ve daha sonra da yapıları korumaktır.

Yapıların deprem etkilerinden zarar görmemesi için iki yöntem vardır. Bunlardan birincisi yapıya perdeler eklemek suretiyle yapıyı rijit hale getirmek, ikincisi ise yapı ile temel arasına sönümleyici sismik taban izolatörleri konularak yapıya gelecek deprem yükünü azaltmaktır. Bu teknolojinin düzgün ve doğru bir şekilde uygulanması, yapıların şiddetli depremler sırasında rijit davranış göstermesine ve zorlanmanın elastik sınırlar içinde kalmasına yol açmaktadır. Perdeli sistemlerde bina, gelen depremin tamamına karşılamak zorunda kalırken; taban izolatörlü sistemler sayesinde enerjinin büyük çoğunluğu sönümlenerek yapıya daha az deprem kuvveti gelmesi sağlanmaktadır.

Geleneksel yaklaşımda yapıya iletilen sismik enerjinin tüketilmesi esas olarak plastik mafsalların oluşumu ile gerçekleşmektedir. Bu durum yapının hasar görmesini kabul etmek anlamına gelmektedir. Oysaki son zamanlarda sismik enerjinin yapısal hasara razı olarak tüketilmesi mantalitesi yerine ek sönüm sistemleri ile tüketme yaklaşımı daha çok gündeme gelmiştir.

Sismik taban yalıtımlı yapılar, sismik yalıtım cihazları seviyesinde büyük yer değiştirme yapabilme özelliğine sahiptir. Bu nedenle, üst yapı deprem sırasında çok küçük katlar arası ötelenme yaparak rijit bir cisim gibi davranır. Bunun sonucu olarak, üst yapıya etki eden deprem kuvvetleri önemli ölçüde azaltılmaktadır.

Bu tez çalışmasında; çerçevelerden oluşan bir sistemin analizinin ayrıntılı olarak yapılması ve çıkan sonuçlara göre taban izolatörlü ve klasik yöntemle güçlendirilmesi yapılmıştır. Sistem ilk olarak eşdeğer deprem yükü yöntemi ile ETABS programı kullanılarak çözülmüştür. Daha sonra aynı sistem Statik İvme Analizi Yapılarak performansı bulunmuştur. Yapı zaman tanım alanı yöntemi ile taban izolatörleri kullanılarak analiz edilmiştir. Bu yapıda DIS B türü izolatörler kullanılmıştır. Bu izolatörler altında yapıların periyotları belirgin derecede artmıştır ve ivmeler azalmıştır. Bu nedenle kesme kuvvetlerinde büyük azalmalar gözlemlenmiştir fakat bu yapı için DIS B tipi izolatörlerle güçlendirme yeterli bulunmamıştır. Yapı klasik güçlendirme yöntemi esas alınarak analizi gerçekleştirilmiştir. Sonuç olarak; bu yapı için klasik güçlendirme yöntemi daha ekonomik bulunmuştur.

ANALYSIS USING SEISMIC ISOLATOR AND STRENGTHENING OF THE SCHOOL STRUCTURE CONSIST OF FRAME

SUMMARY

To get under control level of damage which is occurred because of big lateral loads such as earthquake and wind is one of the most important aims of structural and earthquake engineering. Life safety of people living in seismic zones and structures in this zones are in danger. Because of this, priority of structure designer is to protect people and then to protect structure with own designs.

There are two methods in order to protect structures from earthquake effect. One of the methods is to make rigid by means of appending shear wall, to increase durability and ductility of structure. Second method is to reduce earthquake load which affect the building by way of putting seismic isolator between structure and foundation. Applying correctly this technology provides the structure to behave rigidity and to stay in elastic boundary of stress. Beside, at classical structures with shear wall must react all earthquake force, systems with isolator damp a great amount of earthquake energy, thus less earthquake force effects on building.

Traditionally, consume of seismic energy which is transmitting to structure becomes with plastic hinges. This case means to accept damage of structure. Whereas recently, instead of consume of seismic energy by means of accepting structural damage, consume of seismic energy with isolator become a current issue.

Structures isolated with seismic isolator have got big displacement ability on the level of seismic insulation equipments. Therefore, upper structure behaves like a rigid body by making drift between floors during an earthquake. In consequence of this, earthquake loads effecting on upper structure is decreased in a great amount

In this thesis; analysis of the system which is consist of frames in detail and according to results, strengthen with foundation isolator and classic method are made. Once the system is solved with the method of equivalence earthquake load and using ETABS program. And then performance of same system is found with pushover analysis. Building is analyzed with using foundation isolator and time history method. In this building isolator which is DIS B type are used. Periods of this buildings increase clearly under these isolator and accelerations decrease. So it is observed that shear force reduce seriously. But strengthening with isolators which are DIS B type is not enough for this building. It is analyzed with classic strengthening method. In conclusion, classic strengthening method for this building is more economic.

1. GİRİŞ

Deprem ve rüzgar gibi yatay yüklerden dolayı yapılarda meydana gelebilecek hasarın mertebesini kontrol altında tutmak, yapı ve deprem mühendisliğinin en önemli amaçlarından biridir. Deprem bölgelerinde yaşayan insanların can güvenliği ve bu bölgelerde bulunan yapılar büyük risk altındadır. Bundan dolayı yapı tasarımcıların ilk önceliği, bu yapılarda yaşayan insanların hayatlarını ve daha sonra da yapıları korumaktır.

Yapıların deprem etkilerinden zarar görmemesi için genel olarak iki yöntemden bahsedilebilir. Bunlardan birincisi yapıya perde ve benzer elemanlar eklemek suretiyle yapı rijitliğini ve dayanımını artırmak, ikincisi ise yapı ile temel arasına sönümleyici sismik taban izolatorleri koyarak yapıya gelecek deprem yükünü azaltılmaktır. Yani taban izolasyonu, yapının depreme dayanma kapasitesini arttırmaktan daha ziyade, yapının depreme karşı tepkisini azaltma esasına dayanan bir tür depreme dayanıklı yapı tasarımı yaklaşımıdır. Bu teknolojinin düzgün ve doğru bir şekilde uygulanması, yapıların şiddetli depremler sırasında rijit davranış göstermesine ve zorlanmanın elastik sınırlar içinde kalmasına yol açmaktadır. Klasik sistemlerde bina gelen depremin tamamını karşılamak zorunda kalırken taban izolatörlü sistemler enerjinin büyük çoğunluğunu sönümleyerek yapıya daha az deprem kuvveti etkimesini sağlayacaktır.

Bu düşüncelerden hareketle bu çalışma kapsamında dünyaca kabul görmüş olan bir bilgisayar programı kullanılarak dört katlı bir okul yapısı üzerinde analizler yapıp elde edilen sonuçlar değerlendirilmiştir. Tezde kullanılan yapı analiz programı ayrıntılı olarak anlatılmış ve değerlendirmeler verilmiştir.

2. SİSMİK İZOLATÖRLERİN AMACI ve UYGULAMA SEÇİMİ

2.1 Sismik İzolatörlerin Temel Özellikleri:

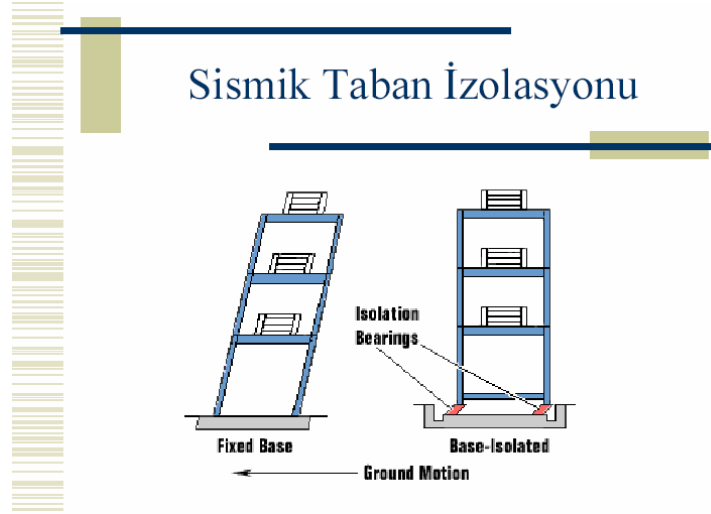
Herhangi bir sismik izolasyon sisteminin, depreme karşı koruma sağlayabilmesi için sahip olması gereken temel özellikler aşağıdaki gibi sıralanabilir:

- Sismik izolasyonlu yapının frekansının eşleniği olan ankastre temelli frekansından ve pek çok şiddetli depremin baskın frekansından çok daha düşük olabilmesi için “yeterince düşük yatay rijitlik”,
- Rüzgar yükleri ve küçük depremler gibi düşük düzeydeki dinamik yüklemeler altında yapının hareketini engelleyebilmek için “nispeten yüksek yatay rijitlik”,
- Üstyapının ağırlığını bozulmadan taşıyabilmek için “yüksek düşey rijitlik”,
- sistemdeki yerdeğiştirmelerin kabul edilebilir düzeyde kalabilmesi ve olası bir rezonans durumunu bastırabilmek için “yeterince sönüm”,
- Üstyapının hemen hemen hareket öncesindeki orijinal pozisyonuna geri dönebilmesi için “geri-merkezleştirme etkisi”,
- Beklenmeyen şiddetteki bir depremde önce izolatörlerin, daha sonra yapının göçmesini engelleyecek bir “göçmeyi önleyici sistem”,
- Çekme kuvvetlerine maruz kalma riski varsa “çekme yüklerine karşı yeterince dayanım”

Genel olarak Sismik İzolasyon Sistemi sayesinde aşağıdaki yararlar sağlanır:

- Can güvenliği sağlanması
- Yapısal Hasarların önlenmesi
- Yapısal olmayan Hasarların önlenmesi
- Şiddetli depremlerden sonra bile hemen kullanım
- İşin duraksama riskinin önlenmesi

- Yapılarda mevcut bulunan değerli eşya ve cihaz içeriğinin etkin korunması(Şekil 2.1)
- Deprem sonrası fonksiyon kaybının önlenmesi
- Pazardaki payın korunması
- Araştırma ve Geliştirme projelerinin korunması
- Tarihi bina ve değerlerin korunması
- Yapıların operasyonu sırasında minimum engelleme ile güçlendirilmesi

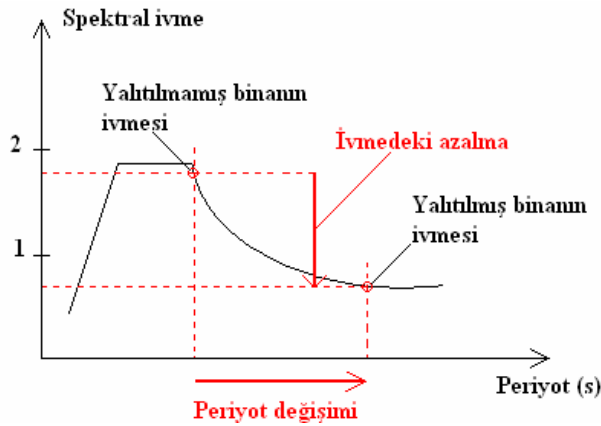


Şekil 2.1: Depremde eşya ve cihazların durumu

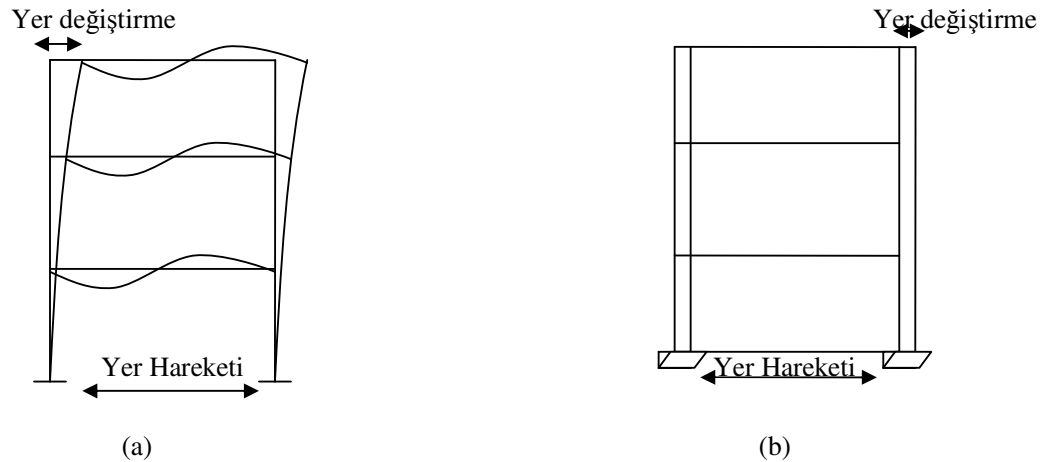
2.2 Sismik Taban İzolatörlerinin Amacı

Büyük göreceli kat ötelemeleri, yapısal olmayan elemanlarda ve katları birbirine bağlayan yapı elemanlarında hasara neden olmaktadır. Yapıyı daha rijit hale getirerek, perde duvar kullanımıyla göreceli kat ötelemeleri minimize edilebilir. Ancak bu yöntem, yer hareketi etkisinin büyümesine ve hassas eşyalara zarar gelmesine neden olabilecek yüksek kat ivmelerinin meydana gelmesine yol açacaktır. Kat ivmeleri ise, sistemi daha esnek yaparak azaltılabilir. Fakat bu durum da büyük göreceli kat ötelemelerine yol açacaktır. Göreceli kat ötelemesini ve kat ivmelerini eş zamanlı olarak azaltmanın tek uygulanabilir yolu, taban izolasyon yöntemini kullanmaktır. İzolasyon sistemi gerekli esnekliği, izolasyon seviyesinde toplanan yer değiştirmeler vasıtasıyla sağlamaktadır. Buradan da anlaşılacağı gibi ankastre mesnetli yapılarda hem katlararası rölatif yer değiştirmeyi azaltmak hem de kat

kuvvetlerini düşürmek aynı anda mümkün değildir. Taban izolatörlü yapıların dinamik hareketi, kat kuvvetlerinin ve yer değiştirmenin istenilen sınırlar içinde kalmasına olanak sağlar. Taban yalıtımının kullanılması yapıya gelen deprem etkilerini azaltması sebebiyle taban izolatörü kullanılmış yapıların deprem etkisine göre kesitlerinin boyutlandırılmasında kesitlerinde küçülmelerde olacağı gerçektir. Taban izolatörlü yapıların en etkin olan birinci titreşim periyodu ankastre mesnetli yapılarınkine nazaran çok daha büyüktür buda sistemin ana frekansının yani birinci frekansın, ankastre mesnetli yapı ana frekansından küçük olması anlamını taşır ki bunun sonucu yapıya gelen deprem kuvvetleri azaltılmış olur(Şekil 2.1). İzolasyonlu yapıda birinci mod süresince yalnızca izolasyon sisteminde yerdeğiştirme olur, üst yapı hemen hemen rijit davranış göstermektedir(Şekil 2.2). Yüksek modların katılım faktörünün değeri düşüktür. Yani periyot büyüdüğü zaman spektral ivmenin azalacağı görülmektedir. Buda taban kesme kuvvetinin azalması anlamına gelmektedir.[1]



Şekil 2.2: Büyük ve küçük periyotlara karşı gelen ivme spektrumu



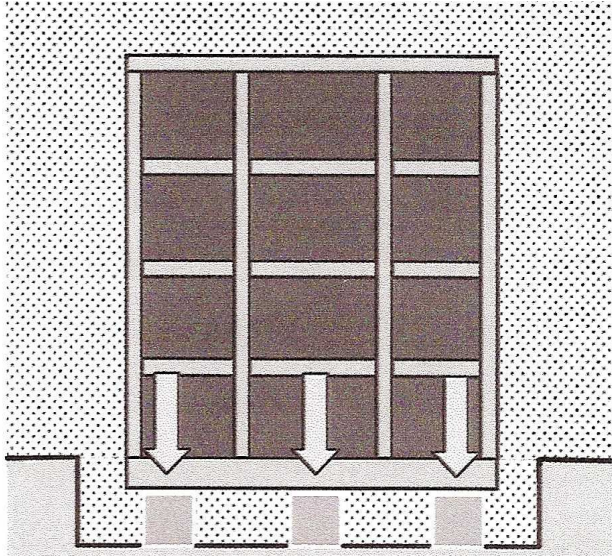
Şekil 2.3: Deprem etkisinde yapı deformasyonu; (a) İzolatörlü, (b) İzolatörsüz yapı

2.3 Sismik İzolasyon Sisteminin Temel Fonksiyonu

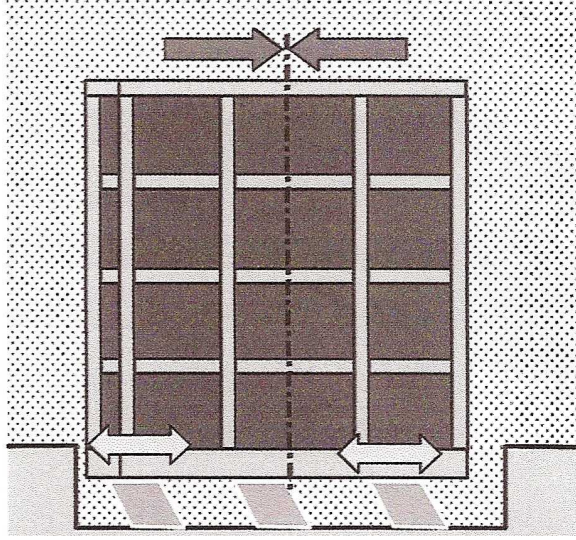
Sismik izolatörlerin dört temel fonksiyonu vardır.

1. Düşey yüklerin iletimi (Şekil 2.3)
2. Yatay düzlemdeki yerdeğiştirmelere izin vermesi (Şekil 2.4)
3. Önemli ölçüde enerjinin sönümlenmesi (Şekil 2.5)
4. Kendi kendine merkezleme yapması (Şekil 2.5)

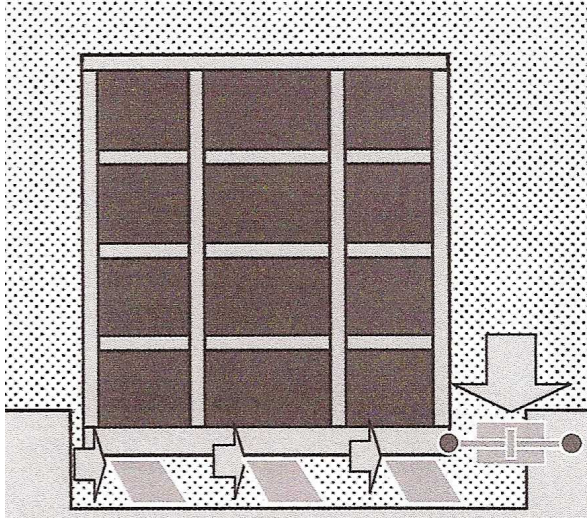
Birinci fonksiyonda izolasyon sistemi normal yataklama sistemi görevini görür. Bir başka deyişle dikey yükler üst yapıdan alt yapıya transfer edilir. Enerjinin emilmesi izole edilmiş binanın yer değıştirme miktarını sınırlar ve daha iyi ve güvenli bir kontrol sağlar. Kendi kendine merkezlemenin amacı yapının daha önceki pozisyona gelmesini sağlamaktır. Böylece deprem sırasında oluşan toplam yer değıştirme engellenir. Kendi kendine merkezleme fay hattında çok yakın binalarda oldukça önemlidir. Ayrıca dikkat edilmelidir ki enerji emilmesi ve Kendi kendine merkezleme özelliğı iki zıt fonksiyondur.[2]



Şekil 2.4: İzolatörlerle düşey yük iletimi



Şekil 2.5: İzolatörlü yapının yatay yerdeğiştirme ve merkezlenmesi

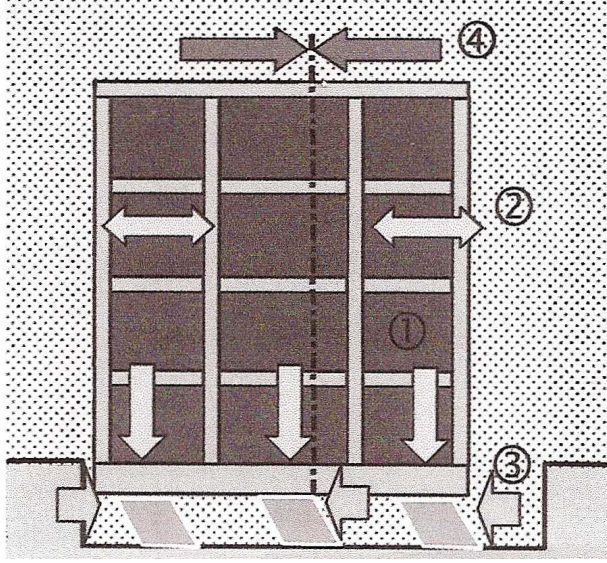


Şekil 2.6: Yerdeğiştirme sırasında izolator ve damperlerle enerji sönümlenme

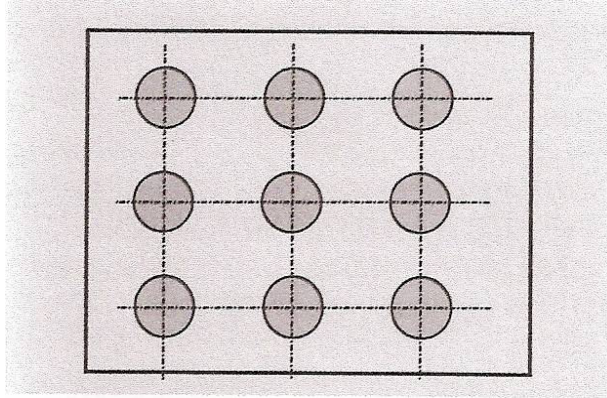
2.4 Düşük Sismik Enerji Girişi

Düşük sismik enerji girişi ve düşük yeryüzü ivmeleri için yapı basitçe kauçuk veya çelik izolatörler üzerine kurulmuştur (Şekil 2.4 ve 2.5). İzolatörler daima sismik hareketin $\pm 150\text{mm}$ aralığına göre ayarlanmıştır. Büyük binalar için $\pm 150\text{ mm}$ 'den daha büyük yer değiştirmelerden kaçınılmalıdır, yoksa meydana gelen enerjinin kontrolü çok zordur. Düşük sismik darbeler ve kauçuk/çelik izolatörlerle bu mümkündür. İzolatörler dikey yük iletimi, yatay izolasyon, ve sınırlı miktarda enerji sönümlemesi sağlar. Bunlar yapının yatay yönde $\pm 150\text{mm}$ salınım yapmasına da

izin verir. Yatay kendi kendine merkezleme özelliği kauçuk izolatörlerde kauçukla, çelik izolatörlerde konkav şekilli kayma plakası ile sağlanır. İzolatörlerin sayısı ve ölçüleri dikey yüklere, istenen yatay sertliğe, uygun yatay yer değiştirmeye ve sönümlenmesi gereken enerji miktarına bağlıdır[2].



Şekil 2.7: İzolatörlerle izole edilmiş yapı



Şekil 2.8: İzolasyonlu yapının izolator plan durumu

Sonuçta belli bir sistemin bütün yapılar ve herhangi bir deprem için en iyi çözüm olduğunu söyleyemeyiz. Bir başka deyişle izolasyon sistemi yapının ve sismik hareketin özelliklerine göre dizayn edilmelidir. Böylece verimlilik maksimum biçimde elde edilebilir[2].

Şiddetli sismik hareket girişi ve yüksek yeryüzü ivmeleri için düşük sönümleyicili kauçuk izolatörler kullanılır. Buna ek olarak yüksek miktarda enerjiyi sönümlemek için MHD tipi hidrolik damperler monte edilir (Şekil 2.6ve 2.7). Bu fikir ile düşük sertlikte uygun izolasyon sağlanması mümkündür.



8

Böylece sismik izolasyon sadece izolasyon sağlamaz aynı zamanda etkili bir biçimde enerji sönümlemesi sağlar. Bu sayede deprem sırasında yapının yerdeğiştirme miktarı sınırlandırılır.Böylece yapı ve içindeki yaşam korunur ve zarar görmez.

3. SİSMİK TABAN YALITIM SİSTEMLERİ VE TÜRLERİ

3.1 Giriş

Yalıtım elemanları; bodrum katı olmayan binalarda temel üstüne yerleştirilir. Eğer binanın bodrum katı varsa, yalıtım elemanları bodrum kat kolon ve perdelerin alt, orta ve üst kesitlerine yerleştirilebilir. Bu kesitlerde meydana gelen kesme kuvvetlerinin karşılanması için, büyük kolon kesitleri gerekli olabilir. Kolon orta kesiti, eğilme momentinin alt ve üst kesite dağıtılması bakımından tercih edilebilir.

Taban izolasyon sistemleri, esas olarak iki ana gruba ayrılmaktadır. Bunlardan birincisi kauçuk esaslı izolasyon sistemleri, bir diğeri ise kayma esaslı taban izolasyon sistemleridir. Kauçuk esaslı izolatörlerde ya doğal kauçuk ya da suni kauçuk (neopren) malzemeli elastomer malzeme bulunmaktadır. Kayıcı mesnetlerin, kayıcı yüzeyi çoğu zaman teflon ve paslanmaz çelik olmakla birlikte başka kayıcı yüzeyler de kullanılmıştır. Kauçuk ve kayma esaslı izolatör tiplerinin kombinasyonu olarak önerilmiş, başka izolasyon sistemlerine ait uygulamalar da görülmüştür [1,12]

Taban izolasyon sistemlerini tümü ile kategorize etmek gerekirse aşağıdaki gibi bir sınıflandırma yapılabilir:

a) Kauçuk Esaslı Sistemler

- Düşük Sönümlü Doğal ve Sentetik Kauçuk İzolatörler (LDRB)
- Kurşun Çekirdekli Kauçuk İzolatörler (LRB)
- Yüksek Sönümlü Doğal Kauçuk İzolatörler (HDRB)

b) Kayma Esaslı Sistemler

- Sürtünmeli Sarkaç Sistemler (FPS)
- Geri Şekillenen Sürtünmeli Taban İzolasyon Sistemi (RFBI)
- Electricite-de-France Sistemi (EDF)
- EERC Birleşik Sistemi

- TASS Sistemi

c) Yay Tipi Sistemler

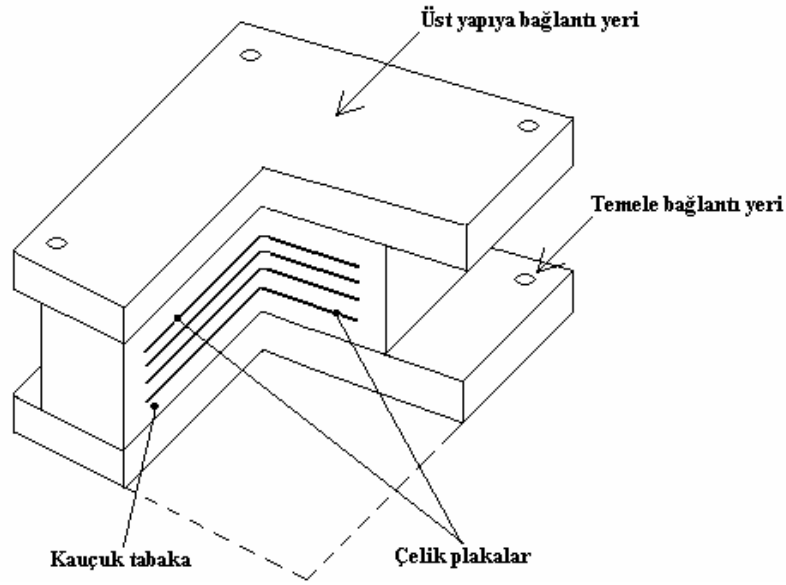
- GERB Firmasının Ürettiği Helezonik Yay Sistemleri

3.2 Kauçuk Esaslı Sistemler

Kauçuk taşıyıcılar Şekil 3.1’de gösterildiği gibi ince kauçuk tabakaların yüksek sıcaklık ve basınç altında çelik plakalar ile birleştirilmesinden meydana getirilir.

Yaygın olarak kullanılan taban yalıtım sistemlerinden biridir.

Bu sistemlerde enerji harcama mekanizması, kurşun çekirdeğin plastik şekil değiştirmesi ya da yüksek sönümlü kauçuğun doğasında bulunan özellikler ile sağlanır. Bu taşıyıcılar, kullanılan kauçuğun özelliklerine ya da kurşun çekirdek

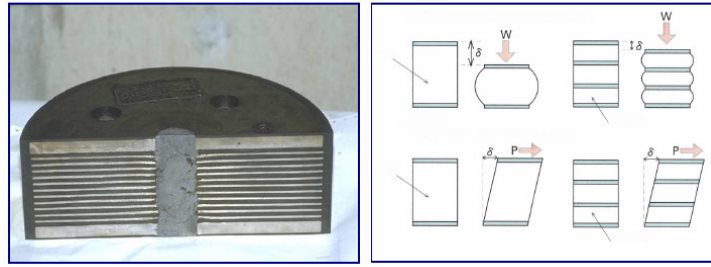


Şekil 3.1: Kauçuk izolatörün yapısı

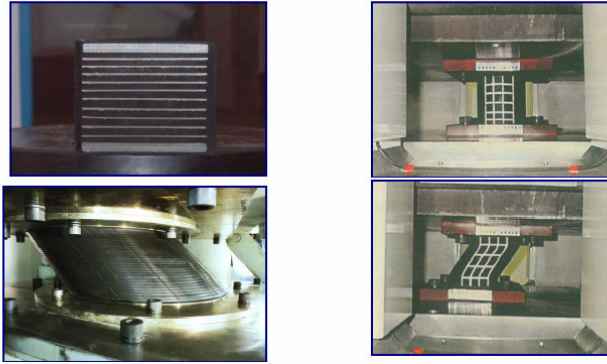
bulunup, bulunmamasına göre sınıflandırılmaktadır. Şekil 3.2, 3.3 ve 3.4 de kauçuk taşıyıcıların görünüşü ve binada uygulandığı hakkında birtakım şekiller gösterilmiştir.



Şekil 3.2: Kauçuk taşıyıcıların görünüşü



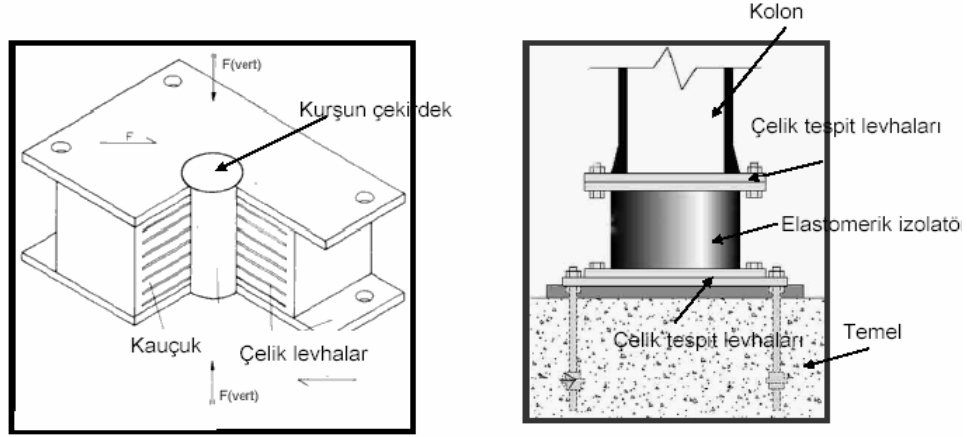
Şekil 3.3: Kauçuk izolatörlerin görünüşü ve yapısı



Şekil 3.4: Kauçuk izolatörlerin binalarda uygulanması

Tabakalı kauçuk esaslı sistemler, taban izolasyonunda en yaygın olarak kullanılan sistemdir. Bu sistemin temel elemanları, tabakalar halinde kullanılmakta olan çelik ve kauçuk plakalardır (Şekil 3.5). Ayrıca bu sistemin en önemli özelliği; sönümün ve rijitliğin bu sistemlerde paralel etkilere sahip olmasıdır. Genellikle kauçuk esaslı sistemler, yatayda esneklik ve düşeyde rijitlik özelliği ile yüksek sönüm kapasitesi gösterir. Bu sistemin ayrıca iki karakteristik özelliği daha vardır ki bunlar sırasıyla

doğrusal frekans (ω_b) ve sönüm sabiti (ζ_b)'dir. Sistemin sönüm sabiti izolatörün şekil değiştirmesine bağlıdır. [1-12]

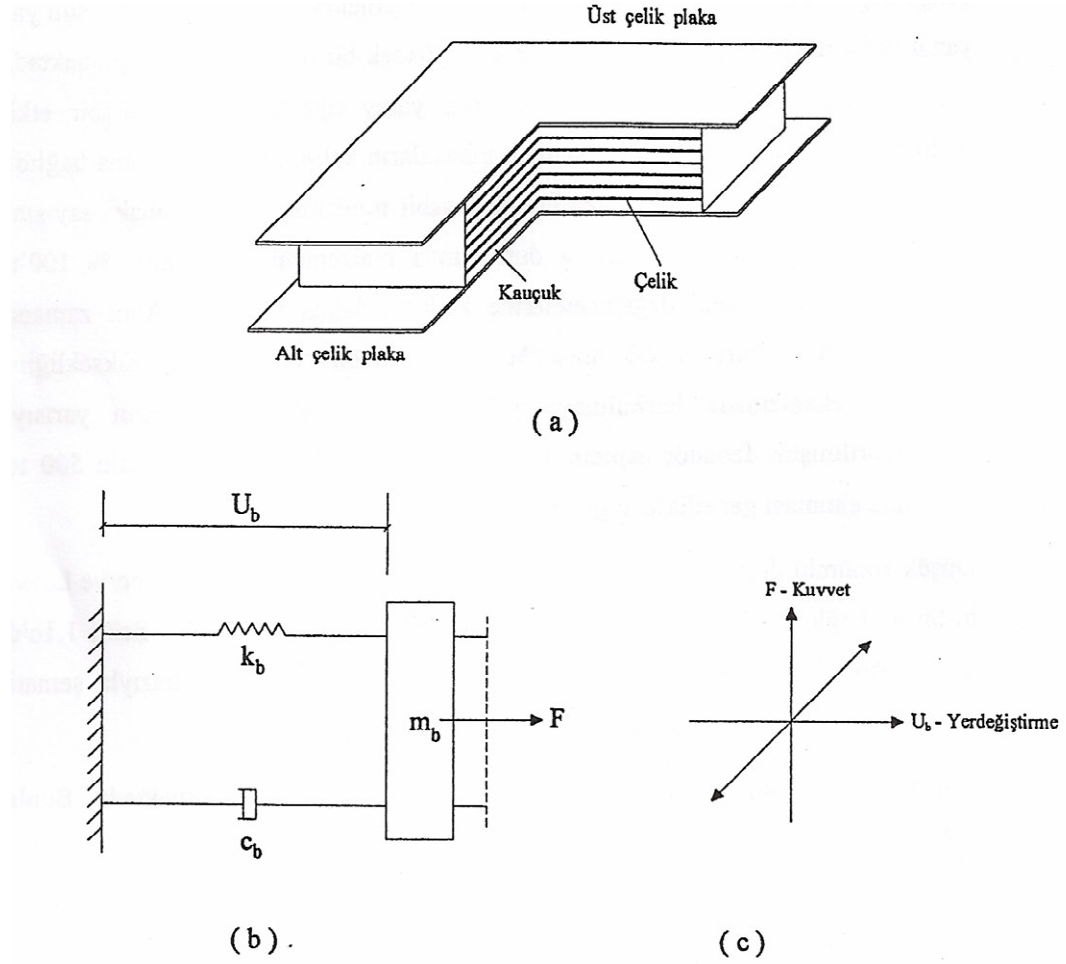


Şekil 3.5: Kauçuk izolatörlerin görünüşü

3.2.1 Düşük Sönümlü Doğal ve Sentetik Kauçuk İzolatörler (LDRB)

Düşük sönümlü doğal ve sentetik kauçuk izolatörler; viskoz sönümleyiciler, çelik çubuklar, sürtünmeli aletler vb. gibi birtakım ek sönüm aletleri ile birlikte, Japonya'da yaygın olarak kullanılmıştır. Japonya'da kullanılan elastomer malzeme, doğal kauçuktan imal edilmektedir. Buna karşın Fransa'daki birkaç projede suni kauçuk (neopren) kullanılmıştır. İzolatörlerin Şekil 3.6.a'da gösterildiği gibi, iki adet kalın çelikten uç levhası ve bununla birlikte bu levhaların arasında da çok sayıda ince çelikten ara sac levhaları bulunmaktadır. Kauçuk malzeme, bir kalıp içinde uygulanan sıcaklık ve basınç altında tek bir işlem dahilinde, vulkanize edilmiş ve çeliğe bağlanmıştır. Çelik ara saclar, kauçuk malzemenin iki yanından şişmesini yani yanal deformasyon yapmasını önlemekte ve yüksek bir düşey rijitlik sağlamaktadır. Ancak bununla birlikte çelik ara sacların, yatay rijitlik üzerinde hiçbir etkisi bulunmamaktadır. Yatay rijitlik, kauçuk tabakaların kalınlığına ve sayısına bağlıdır. Genellikle istenilen rijitlik; tabaka kalınlığı sabit tutularak, kauçuk tabaka sayısının değiştirilmesi ile sağlanır. Kayma durumunda malzemenin davranışı, % 100'ün üzerindeki kayma şekil değiştirmelerine kadar oldukça lineerdir. Aynı zamanda kritik sönüm miktarı % 2-3 arasında değişmektedir. İzolatörlerin yüksekliğinin artması mekanizmada burkulmaya yol açtığından, yükseklik çapın yarısıyla sınırlandırılmıştır. İzolatör çapının 1 m'den fazla ve taşıma kapasitesinin 500 ton civarında alınması genellikle uygundur. Düşük sönümlü doğal kauçuk taban izolatör

sistemlerinde, yerdeğiřtirme ve kuvvet birbirine baęlı olarak, lineer deęiřmektedir. Ařaęıdaki řekil 3.6b ve řekil 3.6c’de dūřuk sūnūmlū doęal ve sentetik kauçuk izolatōr sistemlerinin sırasıyla řematik modeli ve kuvvet-yerdeęiřtirme davranıřı gōsterilmektedir. [1,3,12]



řekil 3.6: Dūřuk sūnūmlū doęal kauçuk izolatōr sistemi. a) kesiti ve elemanları, b) řematik modeli, c) kuvvet-yerdeęiřtirme davranıřı

Dūřuk sūnūmlū doęal kauçuk izolatōrlerin pek çok avantajı bulunmaktadır. Bunlar sırasıyla řōyledir:

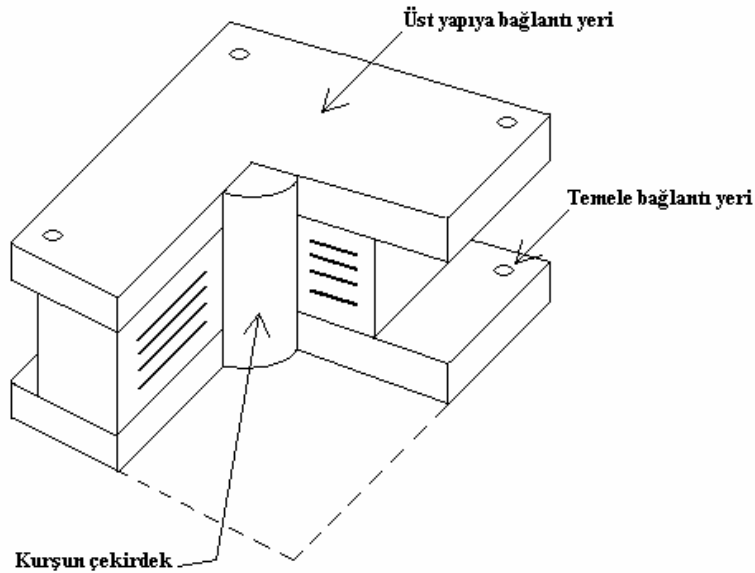
- İmal edilmesi basittir.
- Modellenmesi kolaydır.
- Mesnetlerin mekanik davranışı; hız, sıcaklık ve zamanla eskime gibi faktōrlerden etkilenmemektedir. [1,3,12].

Tek dezavantajları ise ek bir sönüm sistemine ihtiyaç duymalarıdır. Bu ek sistemler; çok karmaşık ve girift bağlantılar gerektirmekte, metalik sönümleyiciler durumunda ise kısa sürede yıpranmaktadırlar.

Japonya’da bu tip sistemin pek çok uygulamaları kullanılmıştır. Enerji yutan elemanlar bir tür çelik akma aletlerinden meydana gelmektedir. Bu yaklaşımın bir başka şekli de kurşun çekirdekli izolatörlerdir. Söz konusu izolatörler, ilk olarak 1970’li yıllarda Yeni Zelanda’da geliştirilmiştir.

3.2.2 Kurşun çekirdekli kauçuk izolatörler (LRB)

Kurşun çekirdekli izolatörler Şekil 3.7’de gösterildiği şekilde, düşük sönümlü doğal kauçuk tabakaların çelik plakalarla birleştirilmesi ve taşıyıcının ortasında bırakılan deliğe silindir şeklindeki kurşun çekirdeğin yerleştirilmesi ile oluşturulur.



Şekil 3.7: Kurşun çekirdekli kauçuk taşıyıcılar

Kurşun akma noktasının altındaki şekil değiştirmelerde, yapısını geçici olarak değiştirebilen kristalize bir malzemedir. Kauçuk tarafından sağlanan düzeltme kuvvetinin etkisiyle, sistem başlangıç konumuna dönerken elastik özelliklerini ve özgün yapısını tekrar kazanır. Kurşun çekirdek, çelik plakalar tarafından aktarılan kesme kuvvetinin etkisiyle plastik şekil değiştirme yapmaya zorlanmaktadır. Kurşunun, akma gerilmesi yaklaşık olarak 10.5 MPa civarındadır. Bu taşıyıcılarda

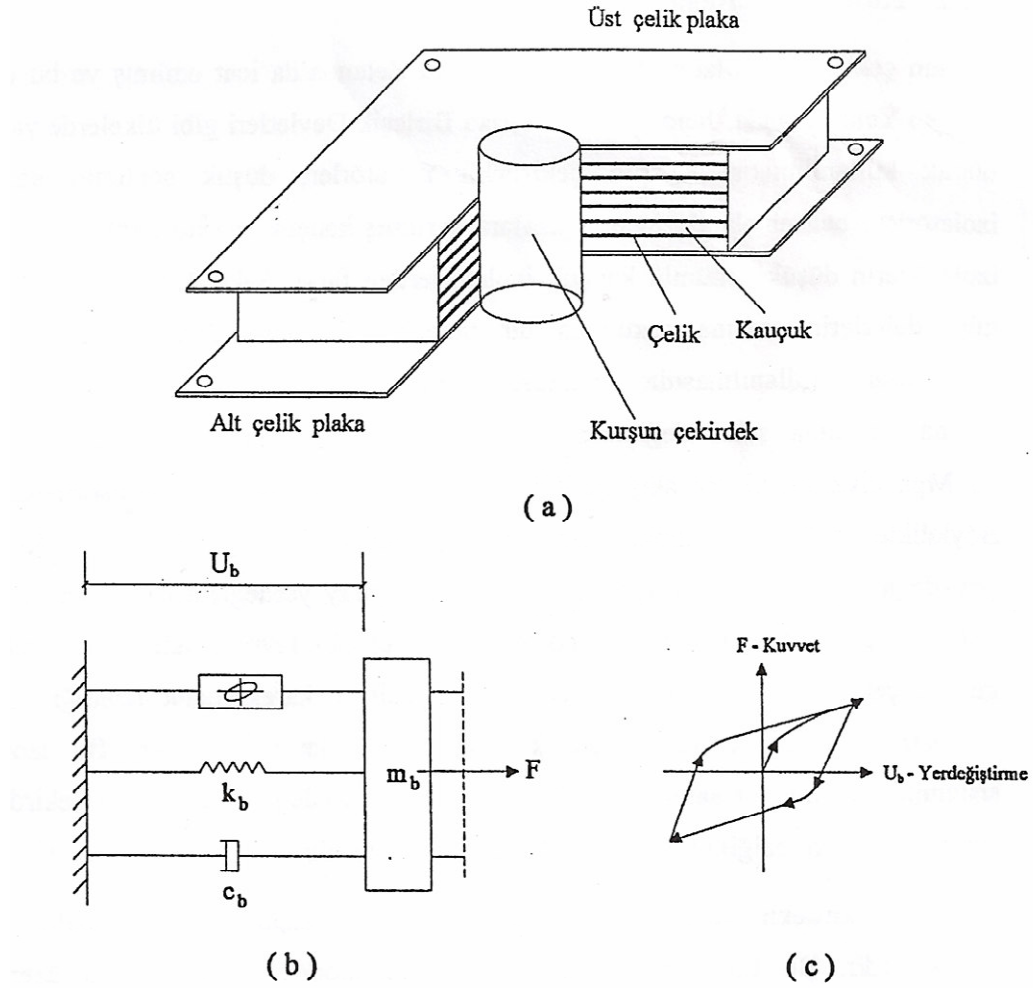
enerji harcama mekanizması, kauçuk ve kurşun çekirdeğin elasto-plastik özelliklerinin birleşimi ile sağlanır.



Şekil 3.8: Kurşun çekirdekli kauçuk taşıyıcının görünüş ve kesiti

Kurşun çekirdekli kauçuk taşıyıcıların başlangıç rijitlikleri (K_{el}) oldukça büyüktür. Bu özelliklerinden dolayı rüzgar yüklerine karşı oldukça iyi bir davranış gösterirler. Kurşun çekirdekli kauçuk taşıyıcılarda başlangıç rijitliği, K_{el} , yaklaşık olarak akmadan sonraki rijitlik K_{pl} 'den 10 kez daha büyüktür. [1]

Kurşun çekirdekli izolator, 1975 yılında Yeni Zelanda'da ilk olarak üretilmiş ve bu olayı takiben Yeni Zelanda, Japonya ve Amerika Birleşik Devletleri gibi ülkelerde yaygın olarak kullanılmıştır. Bunlar, Yeni Zelanda'da kapsamlı bir şekilde test edilmişlerdir. Bu tür izolatorlerin tasarımı ve modellenmesi konusu üzerinde hazırlanmış ve tamamlanmış, tasarım anahatları bulunmaktadır. Bu izolatorlerle taban izolasyonu yapılan binalar, 1994 Northridge ve 1995 Kobe depremlerinde iyi bir performans sergilemişlerdir. Bu tez çalışmasında; kurşun çekirdekli izolatorleri daha detaylı göstermek üzere; "Dynamic Isolation Systems, mc." firması tarafından üretilen ve A.B.D.'de faaliyet gösteren "The Highway Innovative Technology Evaluation Center (HITEC)" kuruluşunca bir dizi teste tabi tutulan, kurşun çekirdekli taban izolatorleri seçilmiştir. Bunlar üç farklı tiptedir. DIS tipi kurşun çekirdekli taban izolatorlerinin fiziksel özellikleri ve elemanları, Ek A'da ayrıntılı bir şekilde gösterilmiştir. Aşağıdaki Şekil 3.9b ve Şekil 3.9c'de kurşun çekirdekli mesnet sistemlerinin, sırasıyla şematik modeli ve kuvvet-yerdeğiştirme davranışı gösterilmektedir.



Şekil 3.9: Kurşun çekirdekli izolator sistemi. a) kesiti ve elemanları, b) şematik modeli, c) kuvvet-yerdeğiştirme davranışı

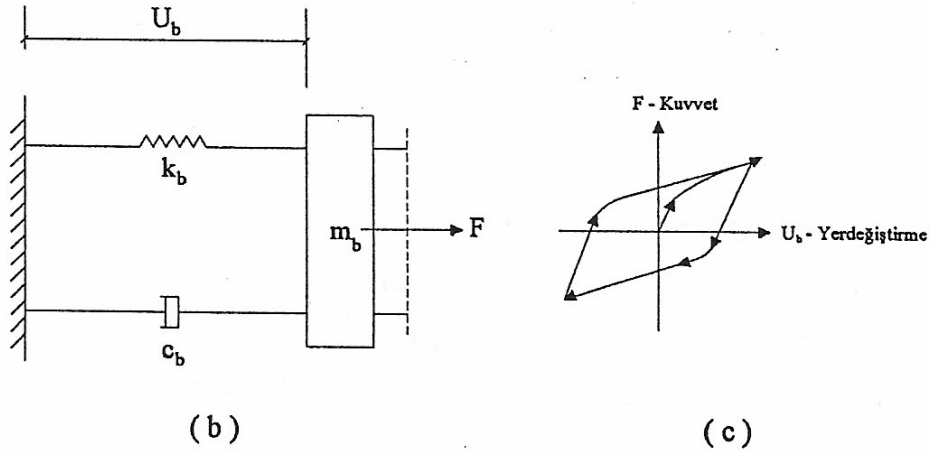
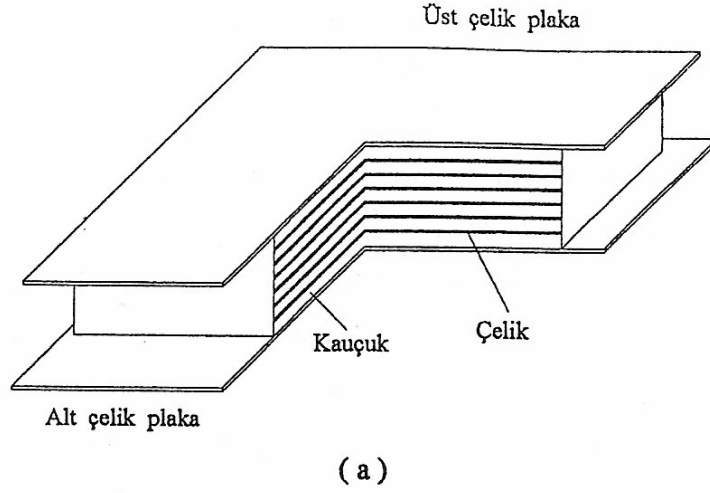
3.2.3 Yüksek sönümlü doğal kauçuk izolatörler (HDRB)

Yüksel sönümlü kauçuk izolatörler, çelik levhalar arasına kauçuk tabakalar yerleştirilmesi ile oluşturulmuştur. Bu taşıyıcıların, diğer kauçuk taşıyıcılardan tek farkı yüksek sönümlü kauçuk kullanılmış olmasıdır. Kauçuğun kimyasal özellikleri değiştirilerek sönümün artması sağlanmaktadır.

İngiltere'ye bağlı "Malaysian Rubber Producers' Research Association (MRPA)" kurumu tarafından 1982 yılında; ek sönüm elemanlarına olan ihtiyacı gidermek üzere, yeterli içsel sönümü olan doğal kauçuk bir bileşimin geliştirilmesi başarılmıştır [1]. Sönüm miktarı; aşırı saf karbon blok, yağlar veya reçineler ve

diğer patentli katkı maddeleri eklenilmesi suretiyle arttırılmaktadır. % 100 oranındaki kayma şekil değiştirmelerinde, sönüm % 10 ve % 20 arasındaki mertebelere çıkarılmıştır. Sönümün; düşük sertliğe karşı gelen (50-55 durometer) küçük değerlerinde kayma modülü 0.34 Mpa civarında olmaktadır. Bununla birlikte, sönümün yüksek katılığa karşı gelen (70-75 durometer) büyük değerlerinde ise kayma modülü de yükselmekte ve 1.40 Mpa değerine ulaşmaktadır. [1]

Malzeme % 20'den az orandaki kayma şekil değiştirmelerinde nonlinear davranmaktadır. Bununla birlikte; rüzgar yükü ve düşük düzeyli deprem yüklemesi altındaki davranışının minimize edilmesine yol açacak şekilde, daha yüksek rijitlik ve daha yüksek sönüm vasıtasıyla karakterize edilmektedir, % 20 ila % 120 arasındaki kayma şekil değiştirme oranlarının ötesinde, kayma modülü düşük ve sabit olmaktadır. Büyük şekil değiştirmelerde, bir şekil değiştirme kristalizasyonu işlemine bağlı olarak kayma modülü artmaktadır. Bununla beraber enerji yutulmasında da bir artış meydana gelmektedir. İzolatörlerdeki sönüm ne viskoz ne de histeretik karakterlidir. Ancak ikisinin arasındadır. Tamamıyla lineer viskoz bir elemandaki enerji yutulması, yerdeğiştirme durumunda kuadrattir. Histeretik sistemde ise enerji yutulması, yerdeğiştirme durumunda lineer olma eğilimindedir. Aşağıdaki Şekil 3.10a, Şekil 3.10b ve Şekil 3.10c'de yüksek sönümlü doğal kauçuk mesnet sistemlerinin, sırasıyla kesiti, şematik modeli ve kuvvet-yerdeğiştirme davranışı gösterilmektedir. Yüksek sönümlü doğal kauçuk sistemin bir diğer avantajı çevresel titreşimin azaltılmasında, bir aşama sağlamasıdır. İzolatörler; trafik ya da yakınında bulunan bir metro hattı nedeniyle meydana gelebilecek yüksek frekanslı düşey titreşimleri dışarı süzmek için harekete geçmektedir. Bu sonuç, 1985 yılında "Earthquake Engineering Research Center (EERC)" da uygulanan bir sarsma masası test programında gösterilmiştir. [1]



Şekil 3.10: Yüksek sönümlü doğal kauçuk izolatör sistemi. a) kesiti ve elemanları, b) şematik modeli, c) kuvvet-yerdeğiştirme davranışı

3.3 Kayma Esaslı Sistemler

Sürtünme esaslı kayma yalıtım sistemleri yapıya, depremde oluşan taban kesme kuvvetinin belirli bir seviyede iletilmesine olanak veren ve bunun ötesinde kayarak kuvvet iletimini önleyen sistemlerdir. Bu tür sistemler küçük sürtünme katsayıları kullanarak, çok küçük kesme kuvvetlerini iletebilecek şekilde tasarlanabilmektedir. Çok yaygın olarak kullanılan kayma yalıtım sistemlerindeki kayma yüzeyi paslanmaz çelik ya da teflondur. Şiddetli depremler sırasında yapıya aktarılan kuvvet, sürtünme katsayısına bağlı olduğundan, aktarılan kesme kuvvetinin

büyüklüğü depremin şiddetinden bağımsız olarak oluşmaktadır. Bu nedenle bu tür sistemler şiddetli depremlerin yapı üzerindeki etkilerinin azaltılmasında çok etkilidir

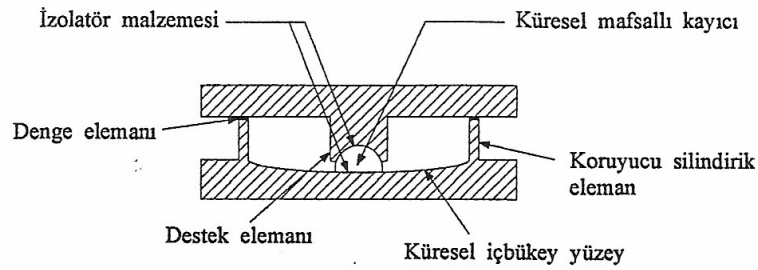
Kayma yalıtım sistemlerinde yapının başlangıç konumuna dönmesini sağlayan düzenleme kuvveti olmadığından, deprem hareketinden sonra yapı başlangıç konumuna dönmeyebilmektedir. Kayma yalıtım sistemleri, kauçuk taşıyıcılar ile birlikte kullanılarak düzenleme kuvveti oluşturulur. Diğer düzenleme kuvveti sağlama ise sürtünmeli sarkaç sistemidir. Düzenleme kuvveti Şekil 3.3’de gösterilen yarım küre şeklindeki kayma yüzeyi ve yerçekiminden dolayı yapının ağırlığı ile sağlanır. [1,3,12]

Tamamı ile kayıcı bir sistem, önerilen en eski ve en basit taban izolasyon sistemidir. Yalnızca kaymayı kullanan bir sistem; Johannes Avetican Calantarients adında, İngiltere’de yaşayan bir tıp doktoru tarafından, 1909 yılında önerilmiştir. Johannes, taiktan bir tabaka yardımı ile yapıyı temelden ayırmayı önermiştir. Bina ile temeli arasında oluşabilecek büyük yerdeğiştirmeler pahasına da olsa, izolasyon sisteminin taban izolasyonlu binadaki ivmeleri azalttığını açık bir şekilde anlamıştır. Harmonik yükleme ya da deprem yüklemesine maruz kalmış kayıcı sistemler üzerindeki yapıların dinamiği konusu hakkında çok miktarda teorik analiz yapılmıştır. Örneğin, taban izolasyonlu bir binanın tasviri olarak ifade edilmesi için Westermo ve Udwadia, Coulomb sürtünmesi kayıcı arayüzey üzerindeki bir lineer osilatörün periyodik davranışı üzerinde çalışmışlardır. Sürtünmenin daima tepkiyi azaltacağı şeklindeki genel anlayışın aksine, bu kişiler tepkinin aynı binanın ankastre temelli modelinde ortaya çıkan tepkiden çok daha büyük olabileceğini ve tek serbestlik dereceli modelin kayıcı arayüzey tarafından üretilen harmonik altı rezonans frekanslarına sahip olduğunu, bulmuşlardır. Benzer bir modelin, deprem yüklemesi altındaki davranışı konusunda da, Mostaghel çalışmıştır. Coulomb sürtünmesi varsayımı, bu teorik analizlerde genellikle kullanılmış olmakla birlikte gerçek davranışı tam olarak doğru bir şekilde temsil edebileceği de olası değildir.[1,3,13]

Kısmi olarak kayan sistemler sismik izolasyon için amaçlanan en basit ve en eski sistemlerdir. Bu sistemlerin geri getirici kuvvet mekanizmaları ile desteklenmeleri gerekir. Aksi takdirde kalıcı deplasmanlar kabul edilemez seviyelere ulaşabilir.

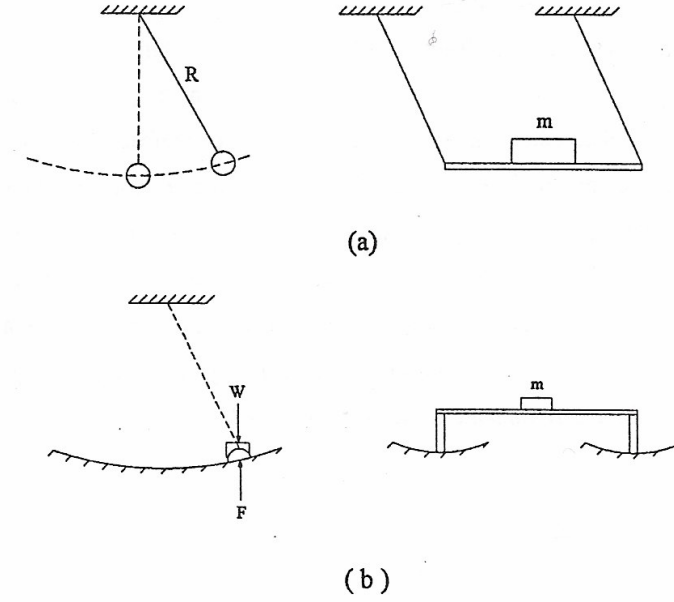
3.3.1 Sürtünmeli Sarkaç Sistemler (FPS)

Sürtünmeli sarkaç sistemi, bir kayma hareketini ve bir geri dönüş kuvvetini geometrisi yardımıyla birleştiren, sürtünmeli bir izolasyon sistemidir. Şekil 3.11’de şematik olarak gösterilen FPS izolatörü; paslanmaz çelikten küresel bir yüzey üzerinde hareket eden, mafsallı kayıcıya sahiptir. Mafsallı kayıcının kenarı, düşük sürtünmeli kompozit bir malzeme ile kaplanmıştır. Kayıcının diğer kenarı da tam küresel olup, paslanmaz çelik ile kaplıdır ve yine düşük sürtünmeli kompozit malzeme ile kaplanmış küresel bir oyuk içinde oturmaktadır. Kayıcı, küresel yüzey üzerinde hareket ettikçe taşınan kütlenin yükselmesine yol açmakta ve sistem için geri dönüş kuvveti sağlamaktadır. Mafsallı kayıcı ve küresel yüzey arasındaki sürtünme, izolatörlerde sönüm meydana getirmektedir.[1,3,12]



Şekil 3.11: Sürtünmeli sarkaç sistemi şeması

Sürtünmeli sarkaç sistemlerin geometrisi ve taşıdıkları ağırlık, önemli parametrelerdir. Çünkü, bu sistemin davranışı basit bir sarkaç hareketinin temel prensiplerine dayanır. Bu durum aşağıdaki Şekil 3.12a ve Şekil 3.12b’de gösterilmiştir. Sürtünmeli sarkaç tipteki izolatör ile mesnetlenen yapı, deprem hareketine karşı, küçük genlikli sarkaç hareketi ile tepki verebilmektedir. Sürtünmeli sarkaç sistemin bir mesnete dönüştürülebilen safhaları aşağıdaki şekillerde görülmektedir. Mesneden küresel yüzeyi aşağı ve yukarıya yönelik olabilir. Her iki tür de aynı davranış göstermektedir.



Şekil 3.12a: Basit Sarkaç Hareketi **Şekil: 3.12b:** Kayıcı Sarkaç Hareketi

Sürtünmeli sarkaç sistemlerde bulunan koruyucu silindir, yatay yerdeğiştirmelerin engellenmesinde etkili olmaktadır. Ayrıca, iç elemanların çevresel kirlilikten korunmasını engellemektedir. Koruyucu silindir tarafından sağlanan yerdeğiştirme sınırlandırması, deprem yüklerinin hesap yüklerini büyük miktarda aşması halinde, çok önemli bir emniyet sağlamaktadır. İzolatörün efektif rijitliği ve yapının izolasyon periyodu, içbükey yüzeyin eğrilik yarıçapı vasıtasıyla kontrol edilmektedir. İzolatörün titreşim periyodu,

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{R}{g}} \quad (3.1)$$

şeklinde ifade edilebilir.

Burada

R: Küresel yüzeyin eğrilik yarıçapı,

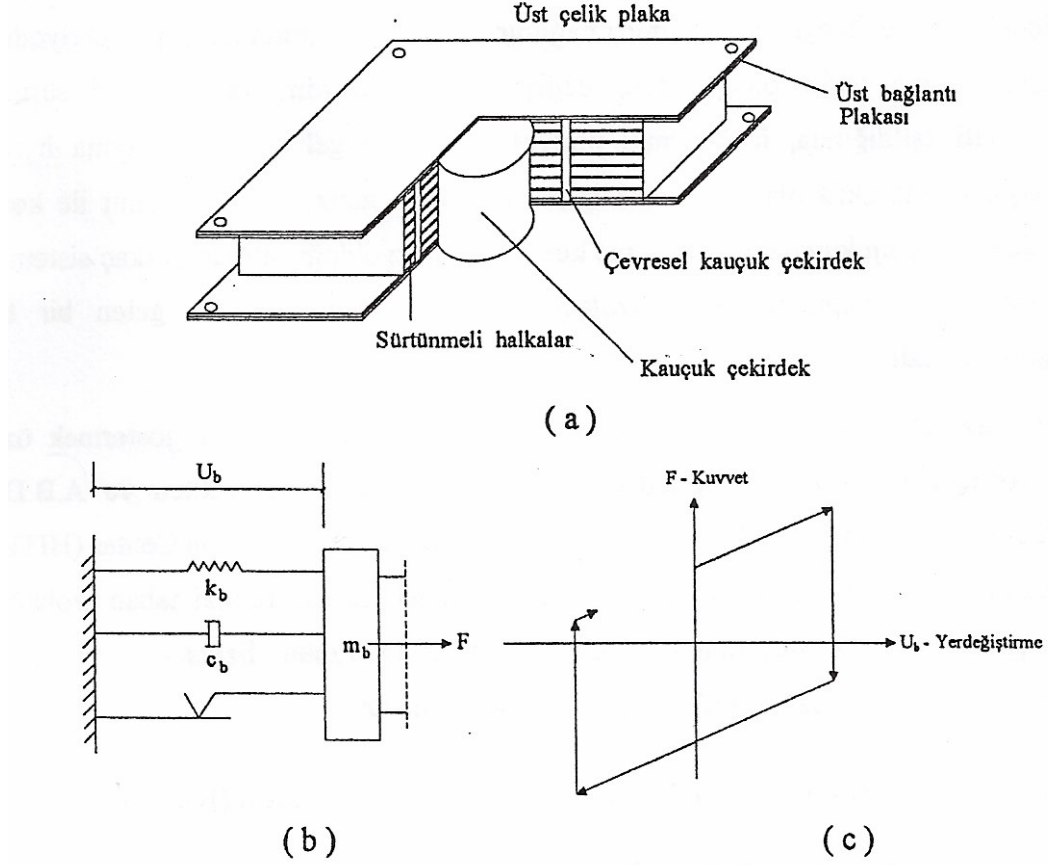
g: Yerçekimi ivmesini ifade etmektedir.

Yukarıdaki ifadede görüldüğü üzere titreşim periyodu, kütleden bağımsız ancak içbükey yüzeyin eğrilik yarıçapına bağlıdır. Böylelikle yapının izolasyon periyodu tek parametreye bağlı olduğundan, değiştirilmesi kolaydır. İzolatörlerin sürtünme kuvveti aşıldığında, izolasyonlu periyot aktif hale gelmektedir. Kayma hareketi başladığında aktif olan sürtünme kuvveti, mesnet malzemesinin seçimi ile kontrol

edilir. Deprem kuvvetleri sürtünme kuvvetinden az olduğu sürece, sarkaç sistemlerine mesnetlenen yapı, titreşimin izolasyonsuz periyoduna karşılık gelen bir tepki gösterecektir. [1,3,12]

3.3.2 Geri Şekillenen Sürtünmeli Taban İzolasyon Sistemi (RPBI)

Geri şekillenen sürtünmeli taban izolasyon sistemi, yüksek kayma hızlarında paslanmaz çelik üzerindeki Teflon'un yüksek sürtünme katsayısı probleminin üstesinden gelmeye çalışmaktadır. Bunun için, tek bir izolatör içinde çok sayıda kayıcı arayüzeyler kullanma yöntemine gidilmektedir. Böylece izolatörün üst ve alt yüzleri arasındaki hız, tabakaların sayısına bölünmektedir. Bu sayede düşük bir sürtünme katsayısı korunarak, her bir yüzdeki hız değeri küçük olmaktadır. Kayıcı elemanlara ek olarak, hiç düşey yük taşımayan ancak geri dönüş kuvveti sağlayan merkezi bir kauçuk çekirdek bulunmaktadır. Bu sistem üzerinde yapılan testlerde kauçuk çekirdeğin, yerdeğiştirmenin tek bir arayüzeyde toplanmasını önleyemediği görülmüştür. Bu nedenle kauçuk çekirdeğin içine, kayıcı tabakalar arasındaki yerdeğiştirme dağılımını düzelten, merkezi bir çelik çubuk koyulmuştur. 1988 yılında EERC'de yapılan bir deneysel çalışma dahilinde, beş katlı ve 40 ton ağırlığındaki bir çelik çerçeve modelinde geri şekillenen sürtünmeli taban izolatörleri kullanılmış ve bu model sarsma masası deneyi ile test edilmiştir[12]. Aşağıdaki Şekil 3.13a, Şekil 3.13b ve Şekil 3.13c'de geri şekillenen taban izolasyon sisteminin, sırasıyla kesit ve elemanları, şematik modeli ve kuvvet-yerdeğiştirme davranışı gösterilmektedir.



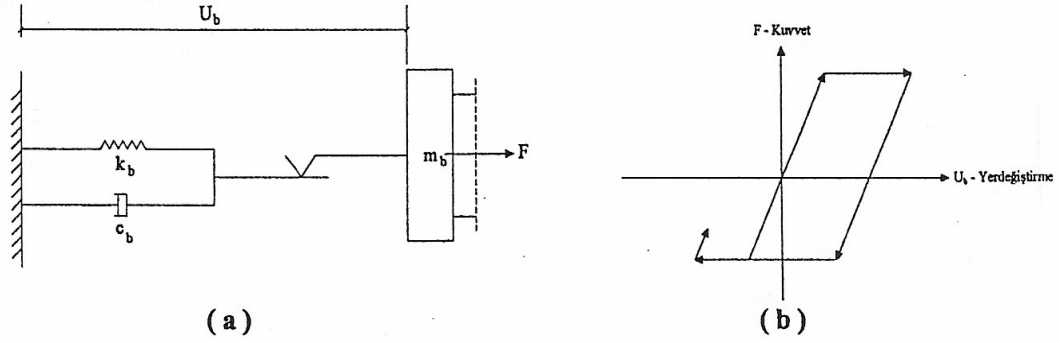
Şekil 3.13: Geri şekillenen sürtünmeli taban izolasyon sistemi. **a)** kesiti ve elemanları, **b)** şematik modeli, **c)** kuvvet-yerdeğiştirme davranışı

3.3.3 Electricite-de-Fran Sistemi (FPS)

Bu sistem, nükleer elektrik santrali tesislerine yapılacak uygulama için, 1970'li yılların başlarında geliştirilmiştir. Söz konusu kuruluş, içinde güvenliğinin sağlanması gereken donanımına sahip ve 0.2 g'lık ivmeye dayanacak nitelikte, standart bir nükleer elektrik santrali geliştirmişti. Santral, daha yüksek depremselliği olan yerlere yerleştirilmek üzereyken; donanımın ivme mertebelerini binanın sahip olduğu sınır değerinin altında tutmak için izole edilmiştir. [1,12,]

Sistem; tabakalı suni kauçuk (neopren) izolatörleri, paslanmaz çelikle temas halinde olan kurşun-bronz alaşımı ile birleştirmektedir. Sistemin kayıcı yüzeyi ise, elastomerik izolatörün üstüne oturtulmaktadır. Kayıcı yüzeyin sürtünme katsayısının, izolatörün servis ömrü gözönüne alınarak, 0.2 olması gerekmektedir. Suni kauçuk tampon, çok düşük yerdeğiştirme kapasitesine sahip olup, yaklaşık $\pm 5\text{cm}$ 'den fazla değildir. Meydana gelen yerdeğiştirmelerin bu sınır değeri aşması halinde, kayıcı

eleman öngörülen yeterli hareketi sağlamaktadır. (Şekil 3.14) Sistem, mesneti düzeltici yani merkeze geri çeken herhangi bir mekanizmaya sahip değildir. Bu nedenle sistemde kalıcı yerdeğiştirmeler meydana gelebilir. Sistem şimdiye kadar sadece bir kez, Güney Afrika Cumhuriyeti'ne bağlı Koeberg şehrinde inşa edilen büyük bir nükleer elektrik santralinde uygulanmıştır. [1,12].



Şekil 3.14: EDF sisteminin şematik modeli, **Şekil 3.14a'** da ve kuvvet-yerdeğiştirme davranışı **Şekil 3.14b'** de gösterilmiştir.

3.3.4 EERC Birleşik Sistemi

Kauçuk esaslı ve kayıcı sistemlerin birleştirilmiş bir modeli geliştirilmiş ve EERC'deki sarsma masası üzerinde test edilmiştir. Bu sistemde yapının iç kolonları, Teflon malzeme ile kaplı paslanmaz çelikten yapılmış kayıcı elemanlar ile taşıttırılmıştır. Binanın dış kolonları ise, düşük sönümlü doğal kauçuk izolatörler ile taşıttırılmıştır. Kauçuk izolatörler, yapının yeniden merkezlenmesi yeteneğini sağlamakta ve yapının burulma davranışını kontrol etmektedir. Buna karşın kayıcı elemanlar ise sönümü sağlamaktadır.

Bu sistemin bir başka şekli, hem Nevada Üniversitesi Maden Fakültesi binası, hem de Kaliforniya eyaletine bağlı Willowbrook'ta inşa edilen "M.L. King, Jr. Travma Teşhis ve Tanı Merkezi Hastanesi" binasının, güçlendirilmeleri için kullanılmıştır. [1,12].

Her iki yapıda, yüksek sönümlü doğal kauçuk izolatörler (HDNR) kullanılmıştır. Üniversite binasında, teflon yüzeyli — paslanmaz çelikten kayıcı elemanlar kullanılırken, hastane binası için ise paslanmaz çelik üzerinde kurşun-bronz alaşımlı levhalar kullanılmıştır.

3.3.5 TASS Sistemi

TASS Sistemi, Japonya'daki TAISEI A.Ş. tarafından geliştirilmiştir. Bu sistemde düşey yükün tamamı teflon — paslanmaz çelik elemanların üzerinde taşınmaktadır. Buna ilave olarak, hiç yük taşımayan tabakalı suni kauçuk (neopren) izolatörler, yapıyı yeniden merkezleştirecek kuvvetleri sağlamak için kullanılmaktadır. Teflon kayıcı yüzey, 10 MPa civarında bir basınca sahiptir ve sürtünme katsayısı; düşük kayma hızlarında 0.05, daha yüksek hızlarda ise 0.15 aralığındaki değerler arasında değişmektedir. Bu sistemin dezavantajları şunlardır: [1,12]

- Kauçuk izolatörler, düşey yük taşımamakta ve yalnızca çekmeye çalışmaktadırlar.
- Kayıcı yüzeyin kayma hızına karşı duyarlılığı, sistemin modellenmesini oldukça zor hale getirmektedir.

3.4 Yay Tipi Sistemler

Kauçuk esaslı ve kayıcı izolasyon sistemleri genellikle, sadece yatay doğrultuda izolasyon sağlamak için düzenlenmektedirler. Üç boyutlu izolasyon gerektiğinde, kauçuk izolatörleri kullanmak mümkündür ancak pek sıkça rastlanan bir durum değildir. Bu çalışmada yay tipi sistemler için Alman GERB firmasının ürettiği helezonik yay sistemleri tanıtılacaktır. [1,12]

3.4.1 GERB Firmasının Ürettiği Helezonik Yay Sistemleri

Taban izolasyonu için GERB sistemi, başlangıçta elektrik santrali türbinine ait üretim cihazlarının titreşim izolasyonu için geliştirilmişti. Bu sistem, hem yatay hem de düşey olarak esnek davranan, büyük helezonik çelik yayları kullanılmaktadır. Düşey frekansı, yatay frekansının 3-5 katı civarındadır. Çelik yaylar tamamen sönümsüzdür ve sistem daima GERB viskosönümleyicileri ile birlikte kullanılmaktadır. Tüm üç boyutlu sistemlerde olduğu gibi, sistemin yatay hareketi ile sallanma hareketi arasında çok güçlü bir ilişki bulunmaktadır. Çünkü taban izolasyonlu yapının ağırlık merkezi, izolasyon sisteminin rijitlik merkezinin üstündedir. Bu tipteki bir sistem, yapının ağırlık merkezi ile izolasyon sisteminin rijitlik merkezinin aynı seviyede olduğu durumlarda pratik olmaktadır. GERB sistemi, Makedonya'nın başkenti Üsküp şehrinde, sarsma deneyi ile test edilmiştir. Ayrıca Kaliforniya eyaletine bağlı Santa Monica'daki iki tane çelik

Çerçeveli binada uygulanmıştır. Söz konusu evlerin depremlerdeki davranışı, şiddetli sarsıntı hareketini gözleyen cihazlar yardımıyla izlenmiştir. Yapılan gözlemler, izolasyon sisteminin sallanma hareketi nedeniyle binalarda ortaya çıkan ivmeleri azaltmakta etkili olmadığını göstermektedir. [1,12]

4. TABAN İZOLATÖRLERİNİN MEKANİK KAREKTERİSTİKLERİ VE MODELLENMESİ

4.1 Kauçuk İzolatörlerin Mekanik Karakteristikleri

İzolatörün en önemli mekanik özelliği yatay rijitliğidir. Yapının deprem hesabı için etkili olan rijitlik zaten budur. Bunun bulunmasıyla yapının periyodu oluşacak kuvvet ve bu kuvvetten doğacak olan ötelenmeler bulunabilir ve zaten amacımız bunları bulmak olduğu için bulunan değerler sınır değerlerle kıyaslanarak yapının durumu ortaya çıkar veyahut tasarlamakta olduğumuz yapıyı bu değerlere göre tasarlamamız gerekmektedir. Bunun için izolatörlerin en önemli karakteristiği olan yatay rijitlik için yapılan çalışmalar sonucu bazı kavramlar verilmektedir. [1,12]

$$K_H = \frac{G.A}{t_r} \quad (4.1)$$

Burada

K_H : Kauçuk mesneden yatay rijitliği

G : Kauçuğun kayma modülü

A : Kauçuğun alanıdır

t_r : Kauçuğun kalınlığı

Maksimum yatay yerdeğiştirme D , maksimum kayma şekildeğiştirmesi γ_m ile ilişkilidir. Bu nunla ilgili kavram aşağıdaki gibi verilmiştir

$$\gamma_m = \frac{D}{t_r} \quad (4.2)$$

Burada

γ_m : Maksimum kayma şekil değıştirmesi

D : Maksimum yatay yerdeğiştirme

t_r : Kauçuğun kalınlığı

Düşey rijitlik K_v ve eğilme rijitliği –kiriş teorisine göre EI olarak verilir- değerleride yine basit bir lineer elastik teori yardımı ile verilmektedir. Bunlar bir izolatörün tasarımı için gerekli büyüklüklerdir.

Taban izolatörlü bir yapının düşey frekansı, izolasyon sistemini oluşturan izolatörlerin düşey tarafından kontro edilir. Bu düşey frekansı tahmin edebilmek için, tasarımcının; sadece belirli bir zati yük etkisi altında izolatörlerin düşey rijitliğini hesaplaması gerekmektedir. Bunun için bir lineer analiz yeterlidir.

Tasarım için analiz edilmesi zorunlu bir diğer önemli izolator özelliği, taban izolatörünün burkulma davranışdır. Bu analizin yerine getirilmesi için, basınç etkisi altında sıkıştırılmış bir izolatörün, eğilme momenti etkisi altında davranışının incelenmesi gerekmektedir. Eğilme rijitliği olarak adı geçen bu özellik, düşey rijitliğin belirlenmesi için yapılan analizin bir uzantısı yardımıyla tesbit edilmektedir.

Kauçuk bir mesnedin düşey rijitliği aşağıdaki formülle verilmektedir. [1,12]

$$K_v = \frac{E_c . A}{t_r} \quad (4.3)$$

Burada

K_v : Kauçuk esaslı izolatörün düşey rijitliği

E_c : Belirli bir düşey yük etkisi altında, izolatörün basınç modülüdür. Tek bir kauçuk tabakasına ait E_c değeri, şekil faktörü olan S katsayısına bağlıdır. Bu değer nasıl bulunduğu aşağıda verilmektedir.

$$S = \frac{\text{Yüklü Alan}}{\text{Kuvvet uygulanmayan alan}} \quad (4.4)$$

S faktörü elastomer kauçuk malzemenin tek bir tabakasına ait boyutsuz bir oran ölçüsüdür.

Çapı Φ yada yarıçapı R ile belirtilen ve t kalınlığındaki dairesel bir tampon için

$$S = \frac{\Phi}{4t} \text{ veya } S = \frac{R}{2t} \quad (4.5)$$

Bir kenarının uzunluğu a olan t kalınlıktaki kare bir tampon için

$$S = \frac{a}{4t} \quad (4.6)$$

Tam daire şeklindeki tek bir tamponun basınç modülü aşağıdaki gibi verilir:

$$E_C : 6GS^2 \quad (4.7)$$

Aynı değer kare şeklindeki bir tampon için

$$E_C : 6.73GS^2 \quad (4.8)$$

Bazı durumlarda izolatörler, doldurulmamış bir merkezi boşlukları olacak şekilde tasarlanabilmektedir. İç yarıçapı a dış yarıçapı b olan halka şeklindeki bir izolator için basınç modülü

$$E_C : 6\lambda GS^2 \quad (4.9)$$

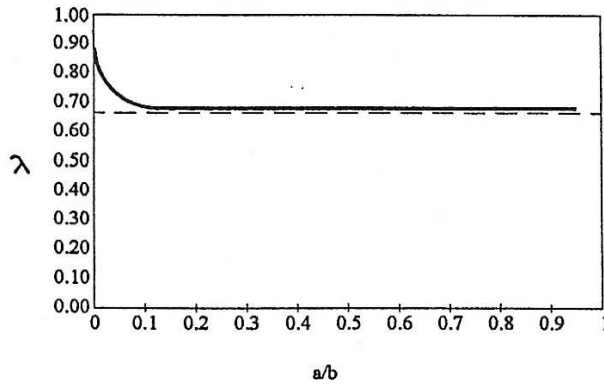
$$\lambda = \frac{b^2 + a^2 - [(b^2 - a^2) / \ln(b/a)]}{(b - a)^2} \quad (4.10)$$

$\frac{a}{b} \rightarrow 0$ ise $\lambda \rightarrow 1$ olur ve buda dolu dairesel tampon demektir

$$E_C : 6GS^2 \text{ olur}$$

$$\frac{a}{b} \rightarrow 1 \text{ durumunda } a/b=1-\varepsilon \text{ ve burada } \varepsilon \rightarrow 0 \quad \lambda=2/3 \quad E_C : 4GS^2 \quad (4.11)$$

$\lambda = 2/3$ değerine çok çabuk ulaşmaktadır. Bu durum aşağıdaki Şekil 4.1 de grafik olarak gösterilmiştir.



Şekil 4.1: Basınç modülünün izolator geometrisine bağlı olarak azalma grafiği

Şekilde açıkça görülmektedir ki $a/b > 0.1$ için λ değeri neredeyse $2/3$ olmaktadır. Yani, izolatör üzerindeki küçük bir deliğin bile basınç modülü üzerinde çok büyük etkisi bulunmaktadır. O yüzden merkezi delikli izolatörler için çoğu durumda basınç modülü $E_c : 4GS^2$ olarak alınmalıdır.[1,12]. Basınç etkisi altında birbirine bağlı çelik levhalar nedeniyle kauçukta γ_c ile gösterilen bir kayma şekil değiştirmesi meydana gelir. Nominal basınç şekil değiştirmesi ε_c aşağıdaki gibi verilirse

$$\varepsilon_c = \frac{\Delta}{t_r} \quad (4.12)$$

Burada

Δ : Basınç etkisi altında meydana gelen düşey yer değiştirme yani kısalma

Bu durumda

$$\gamma_c = 6S\varepsilon_c \quad (4.13)$$

Bu değer tamponun kenarında meydana gelen maksimum kayma şekil değiştirmesidir ve çoğu zaman tasarımda kullanılır Tasarımcının üzerinde durduğu tek kayma şekil değiştirmesi değeri, basınca bağlı maksimum kayma şekil değiştirmesi değildir. Ortalama kayma şekil değiştirmesini belirlemek de ayrıca faydalı olmaktadır. Çünkü kauçuk malzeme her zaman bir şekilde, şekil değiştirmeye karşı duyarlıdır. Kayma modülü, G , özellikle çok dolu kauçuk malzemelerde olmak üzere, şekil değiştirme düzeyine bağlı olarak değiştirilmektedir. Ortalama şekil değiştirmeyi tahmin etmek için kullanılan uygun basınç modülü değeri, tamponda depolanmış elastik enerjinin hesabına dayanır. Ortalama kayma şekil değiştirmesi aşağıdaki formül yardımıyla hesaplanır:

$$\gamma_{ort} = \sqrt{6S\varepsilon_c} \quad (4.14)$$

Belirli bir mertebedeki deneme yanılmaya ihtiyaç olmasına karşın, bu tür hesaplamalar uygun G değerinin tahmin edilmesi için tasarımcıya kolaylık sağlamaktadır. Böylelikle bu adımdan sonra düşey rijitlik değeri belirlenebilmektedir. ε_c 'yi hesaplamak için ilk olarak rastgele bir G değeri seçilmek zorundadır. Bu adımdan sonra da γ_{ort} hesaplanır. Bulunan sonuca göre kayma modülü değeri gerekirse yeni bir iterasyon daha yapılarak değiştirilir. % 20'nin

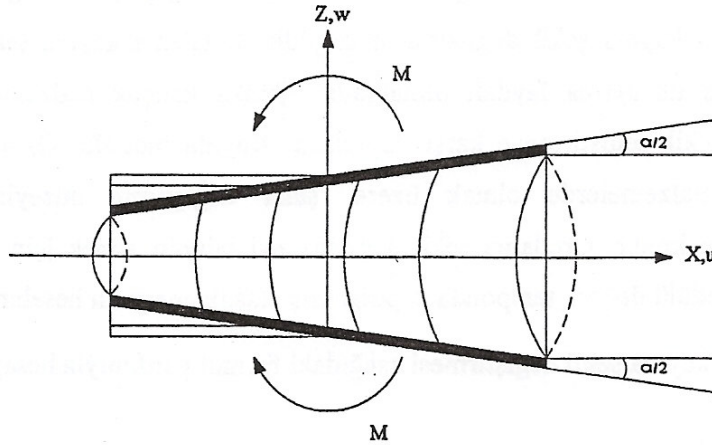
Üzerindeki şekil değiştirme oranlarında kayma modülü, şekil değiştirmeye karşı çok duyarlı değildir. Bu nedenle birkaç iterasyon gereklidir. [1,12]

Bir tamponun eğilme rijitliği, yerdeğiştirme kabullerinde kullanılan yaklaşımla benzer bir yaklaşım kullanılarak hesaplanır. Tamponun, salt bir M momenti ile yüklü olduğu kabuledilir. Tampondaki yerdeğiştirme ise, tampona bağlı üst ve alt levhaların bir dönmesi olarak kabuledilir. Bu durum aşağıdaki Sekil 4.2’de gösterilmektedir. Üst ve alt levhalar arasındaki rölatif açı α ile gösterilmektedir. Yer değiştirme tarafından meydana getirilen eğrilik yarıçapı ρ, α ile aşağıda gösterildiği gibi ilişkilidir.

$$\frac{1}{\rho} = \frac{\alpha}{t} \quad (4.15)$$

Kiriş teorisine göre

$$M = \frac{EI}{\rho} \quad (4.16)$$



Şekil 4.2: Salt eğilme etkisi altında olan rijit tabakaların arasındaki kauçuk tampon

Bu durumda aşağıdaki ifade ortaya çıkar

$$M = (EI)_{eff} \frac{\alpha}{t} \quad (4.17)$$

Burada

M : Eğilme momenti

α : Alt ve üst levhalar arasındaki relatif aç

t : Tek bir kauçuk tabakasının kalınlığıdır.

R yançaplı dairesel bir tampon için aynı sonuç aşağıdaki gibi çıkacaktır.

$$M = \frac{3\alpha G}{2t^3} x \frac{\pi R^6}{12} \quad (4.18)$$

ve dairesel kesitli bir kiriş için,

$$I = \frac{\pi R^4}{4} \quad (4.19)$$

olacaktır

Ancak bu durumda, eğilme rijitliği yani EI ifadesindeki elastisite modulu E'yi, $E_c = 6GS^2$ olarak almamız halinde, I için $I = \frac{\pi R^4}{12}$ sonucunu buluruz. Bulunan sonuç, yukarıda ifade edilen kiriş atalet momentinin üçte birine eşittir. Aradaki bu fark, tampon boyunca basınç dağılımının kübik parabol olarak değişmesine karşın, kirişte ise eğilme gerilmesi dağılımının lineer olması gerçeğinden kaynaklanmaktadır. Kare şeklindeki bir tampon durumunda; efektif eğilme rijitliği, kirişin eğilme rijitliği EI' nın üçte birine çok yakındır [1,12].

$$(EI)_{eff} = E_c(0.329I) \quad (4.20)$$

Merkezi delikli bir dairesel tampon için

$$(EI)_{eff} = 2GS^2 I \frac{(b+a)^2}{b^2 - a^2} \quad (4.21)$$

Eğilme nedeniyle oluşan kayma şekil değiştirmeleri için

$$\gamma_b = 6S\varepsilon_b \quad (4.22)$$

$\varepsilon_b = R(\alpha/t)$: Eğilme nedeniyle oluşan kenar basınç şekil değiştirmesidir.

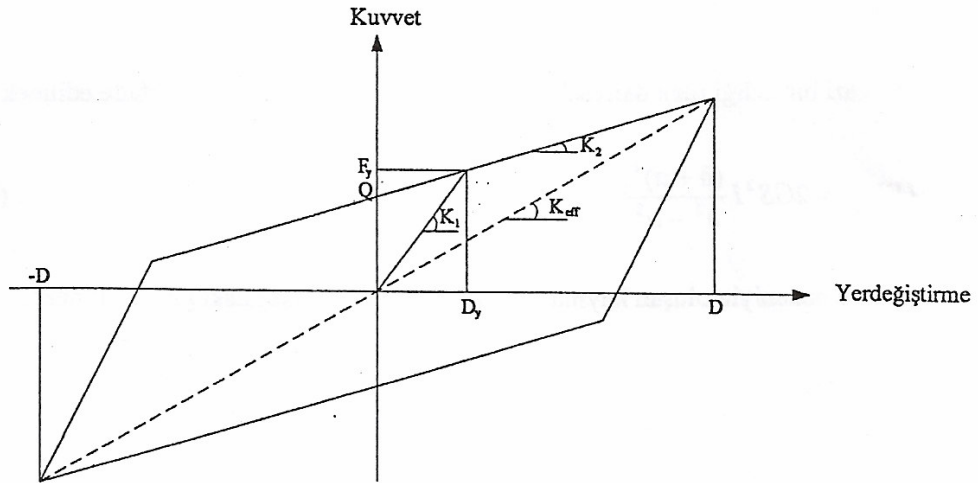
Ortalama kayma şekil değiştirmesi

$$\gamma_b^{ort} = \sqrt{2} S^2 \alpha = \frac{\sqrt{2}}{4} S \varepsilon_b \quad (4.23)$$

4.2 Kurun-Çekirdekli Kauçuk İzolatörlerin Mekanik Karakteristikleri

Kurşun çekirdekli izolatörler ortasındaki kurşunun ve kauçuğun kayma rijitlikleri bir arada olduğu için daima bileer elemanlar olarak modellenirler. Bu izolatörlerin karakteristikleri üç temel parametrenin hesaplanmasıyla bulunur. Bunlar karakteristikler K_1 , K_2 ve Q 'dur. Elastik rijitlik K_1 'in hesaplanması zor olduğundan bu nedenle genellikle K_2 'nin ampirik olarak belirli bir katsayı ile çarpılması sonucunda hesaplanır. Bu katsayı ikinci rijitliğin genellikle 10 katı olarak alınır fakat bazı kaynaklarda 6.5 katıda alınmaktadır. K_2 ise, kauçuğun kayma modülünü kullanarak ve izolatörün boyutlarından yararlanılarak kesin bir şekilde hesaplanabilmektedir. [1,12]

Karakteristik dayanım Q , kuvvet-yerdeğiştirme histerik lobunda akma sonrası rijitliğin kuvvet eksenini kestiği noktanın hesaplanması ile bulunur. Bu değer akma gerilmesi (10.3 Mpa) ve kurşun çekirdeğin alanına bağlı olarak bulunur. Lineer analiz için kullanılan kurşun çekirdekli izolatörün efektif rijitliği ise kuvvet-yerdeğiştirme histerik eğrisinin K_1 ve K_2 doğrularının başlangıç ve sonunun birleştirilmesi sonucu bulunur. Yani orijin ile K_2 doğrusunun son noktasının birleştirilmesiyle elde edilir. Bu durum aşağıdaki Şekil 4.3 de gösterilmiştir. Şekilden de anlaşılacağı üzere yer değiştirme arttıkça efektif rijitlik azalmaktadır.



Şekil 4.3: Kuvvet-yerdeğiştirme histeresis eğrisi üzerinde temel parametreler.

$$K_{eff} = K_2 + \frac{Q}{D} \quad D > D_y \quad (4.24)$$

Burada D_y akma yer değiştirmesidir.

Dodağal frakans ise

$$\omega = \sqrt{\frac{K_{eff} \cdot g}{W}} = \sqrt{\omega_0^2 + \mu \frac{g}{D}} \quad (4.25)$$

$$\text{burada } \mu = \frac{Q}{W}, \quad \omega_0^2 = \frac{K_2 g}{W}$$

Efektif periyot ise

$$T = \frac{2\pi}{\omega} = \frac{2\pi}{\sqrt{\omega_0^2 + \mu \frac{g}{D}}} \quad (4.26)$$

$D \geq D_y$ için efektif sönüm β_{eff} aşağıdaki gibi tanımlanır.

$$\beta_{eff} = \frac{\text{Histerik eğğrinin alanı}}{2\pi K_{eff} D^2} \quad (4.27)$$

Histerik eğğrinin alanı $4Q(D-D_y)$ şeklinde verilmektedir. Efektif sönümü bu parametreleri kullanarak yeniden düzenlenirse

$$D_y = \frac{F_y}{K_1} \quad F_y = Q + K_2 D_y \quad (4.28)$$

Buradan

$$D_y = \frac{Q}{K_1 - K_2} \quad (4.29)$$

olarak hesaplanır.

Efektif sönümün tanımı ve Denklem (3.24) teki sonucu kullanarak aşağıdaki sonuç elde edilir.

$$\beta_{eff} = \frac{4Q(D - D_y)}{2\pi(K_2 D + Q)D} \quad (4.30)$$

Genel bir kural olarak elastik rijitlik plastik rijitliğin 10 katı olarak alınır

$D_y = Q/(9K_2)$ olur ve bu değer yerine yazılırsa

$$\beta_{eff} = \frac{4Q[D - (Q/9)K_2]}{2\pi(K_2 D + Q)D} \quad (4.31)$$

4.3 Kurşun Çekirdekli Kauçuk İzolatörlerin Sayısal Hesabı

ETABS programına NLink eleman olarak girilebilmesi için kauçuk izolatörlerin karakteristiklerinin sayısal değeri birkaç örnek isolator için aşağıda hesap edilmiştir.

DIS tipi kurşun çekirdekli izolatörlere ait fiziksel özellikler ve elemanlar, Ek A'da ayrıntılı olarak gösterilmiştir. DIS A tipi kurşun çekirdekli izolatörlere ait, hesaplar için gerekli fiziksel özellikler metrik sisteme çevrilmesi ile birlikte aşağıda gösterilmektedir. [12]

Tasarım basınç yükü: 150 kips = 150 x 4,44822KN = 667,233 KN

Tasarım Yer değiştirmesi 6 inch = 6 x 2,54 = 15,24 cm

Toplam kauçuk tabaka sayısı: 20 adet

Tek bir kauçuk tabakasının kalınlığı (t) : 0,3 inch 0,3 x 2,54 = 0,762 cm

Toplam kauçuk tabaka kalınlığı (t_r) : 20 x 0,762cm =15,24 cm

Kurşun çekirdek çapı: 3,75 inch = 3,75 x 2,54cm = 9,53 cm

Kurşun akma dayanımı: 10000 kN/m²

Kauçuğun plan boyutu : 22,5 inch =22,5 x 2,54 = 57,15 cm

Kayma modülü (G) : 400 kN/m²

ETABS bilgisayar programında izolatörlerin link eleman olarak modellenmesinin yapılabilmesi için mekanik karakteristikleri belirleyen parametrelerin tespit edilmesi gerekir. Daha önceki bölümde verilen karakteristik formülleri kullanarak yapılan hesaplamalar aşağıda gösterilmiştir. Kurşun çekirdekli kauçuk izolatörde K₁ = 10 K₂ kabulü yapılmıştır.

$$K_2 = \frac{G.A}{t_r} = \frac{400.}{0,1524} \times \frac{\pi.(0,5715)^2}{4} = 673,283 \text{ KN/m}$$

$$K_V = \frac{E_c.A}{t_r} \quad E_c : 6 \text{ GS}^2$$

$$S = \frac{\phi}{4t} = \frac{57,15}{4.(0,762)} = 18,75$$

$$E_c = 6.400.(18,75)^2 = 843750 \text{ KN/m}^2$$

$$K_V = \frac{E_c.A}{t_r} = \frac{843750}{0,1524} \times \frac{\pi.(0,5715)^2}{4} = 1420205,433 \text{ KN/m}$$

$$Q = f_y \times A$$

f_y : Kurşunun akma dayanımı A : Kurşun çekirdeğin alanı

$$Q = \frac{1000 \times (0,0953)^2 \cdot \pi}{4} = 71,33 \text{ KN}$$

$$D_y = \frac{Q}{K_1 - K_2} = \frac{Q}{9K_2} = \frac{71,33}{9.673,283} = 0,01177 \text{ m}$$

$$K_{eff} = K_2 + \frac{Q}{D} = 673,283 + \frac{71,33}{0,1524} = 1141,33 \text{ KN/m}$$

$$F_y = Q + K_2 D_y = 71,33 + 673,283 \cdot 0,01177 = 79,254 \text{ KN}$$

Bunlar düzenli bir şekilde verilirse

$$K_{eff} = 1141,33 \text{ KN/m}$$

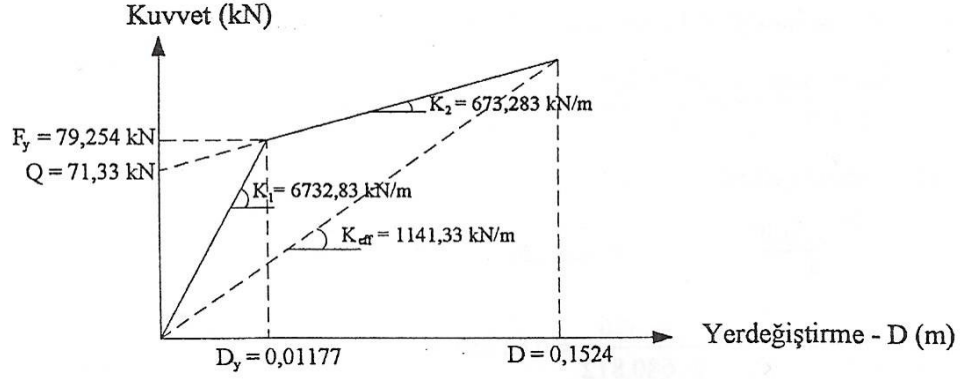
$$K_2 = 673,283 \text{ KN/m}$$

$$K_1 = 10 \times 673,283 = 6732,83 \text{ KN/m}$$

$$K_V = 1420205,433 \text{ KN/m}$$

$$F_y = K_1 \times D_y = 79,254 \text{ KN}$$

Yukarda hesaplanan değerlere göre izolatörün kuvvet yerdeğiştirme histerik diyagramı aşağıda verilmiştir



Şekil 4.4: DIS A tipi kurşun çekirdekli izolatörün sayısal değerleriyle verilmiş histerik diyagramı

ETABS programı için DIS A tipi izolatörün sayısal değerlerin NLink eleman olarak girilebilmesi için tablo hazırlanmıştır. Bu değerlerin ETABS programına nasıl girileceği modelleme konusunda ayrıntılı olarak gösterilmektedir. Dikkat edilmesi gereken husus programa izolatörü tanımlama yaparken izolator kütlesinin girilmesi unutulmamalıdır.

Tablo 4.1: DIS A tipi izolator yönler göre karakteristik değerleri

İzolator ismi : DIS A		NLink eleman tipi : İzolatör 1	
İzolatorün toplam ağırlığı		4,2703	
Doğrultular		Katsayılar	
		Lineer	Nonlineer
U1(Düşey)	Rijitlik(KN/m)	1420205,4	-
U2(Yatay)	Rijitlik(KN/m)	1141,33	6732,86
	Akma Dayanımı(KN)	-	79,254
	K_2/K_1	-	0,1
U3(Yatay)	Rijitlik(KN/m)	1141,33	6732,83
	Akma Dayanımı(KN)	-	79,254
	K_2/K_1	-	0,1

DIS B tipi kurşun çekirdekli izolatorlere ait, hesaplar için gerekli fiziksel özellikler metrik sisteme çevrilişi ile birlikte aşağıda gösterilmektedir.

Tasarım basınç yükü: 500 kips = 500 x 4,44822KN = 2224,11 KN

Tasarım Yer değıştirmesi 9 inch = 9 x 2,54 = 22,86 cm

Toplam kauçuk tabaka sayısı: 34 adet

Tek bir kauçuk tabakasının kalınlığı (t) : 0,3 inch 0,3 x 2,54 = 0,762 cm

Toplam kaucuk tabaka kalınlığı (t_r) : 34 x 0,762cm =25,908 cm

Kurşun çekirdek çapı: 4,75 inch = 4,75 x 2,54cm = 12,065 cm

Kurşun akma dayanımı: 10000 kN/m²

Kauçuğun plan boyutu : 29,5 inch= 29,5 x 2,54 = 74,93 cm

Kayma modülü (G) : 400 kN/m²

DIS A tipi için aynı işlemler tekrarlanır. ETABS bilgisayar programında izolatörlerin link eleman olarak modellemenin yapılabilmesi için mekanik karakteristikleri belirleyen parametrelerin tespit edilmesi gerekir. Daha önceki bölümde verilen karekristik formülleri kullanarak yapılan hesaplamalar aşağıda gösterilmiştir. Kurşun çekirdekli kauçuk izolatörde K1 = 10 K2 kabulü yapılmıştır.

$$K_2 = \frac{G.A}{t_r} = \frac{400.}{0,25908} \times \frac{\pi.(0,7493)^2}{4} = 680,812 \text{ KN/m}$$

$$K_v = \frac{E_c.A}{t_r} \quad E_c : 6GS^2$$

$$S = \frac{\phi}{4t} = \frac{74,93}{4.(0,762)} = 24,583$$

$$E_c = 6.400.(24,583)^2 = 1450416,67 \text{ KN/m}^2$$

$$K_v = \frac{E_c.A}{t_r} = \frac{1450416,67}{0,25908} \times \frac{\pi.(0,7493)^2}{4} = 2468654,085 \text{ KN/m}$$

$$Q = f_y \times A$$

f_y : Kurşunun akma dayanımı

A : Kurşun çekirdeğin alanı

$$Q = \frac{1000 \times (0,12065)^2 \cdot \pi}{4} = 114,326 \text{ KN}$$

$$D_y = \frac{Q}{K_1 - K_2} = \frac{Q}{9K_2} = \frac{114,326}{9 \cdot 680,812} = 0,01866 \text{ m}$$

$$K_{eff} = K_2 + \frac{Q}{D} = 680,812 + \frac{114,326}{0,2286} = 1180,926 \text{ KN/m}$$

$$F_y = Q + K_2 D_y = 114,326 + 680,812 \times 0,01866 = 127,03 \text{ KN}$$

Bunlar düzenli bir şekilde verilirse

$$K_{eff} = 1180,926 \text{ KN/m}$$

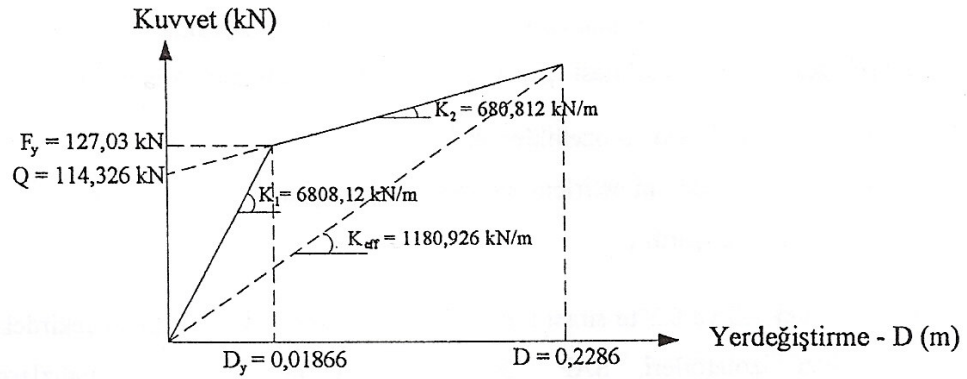
$$K_2 = 680,812 \text{ KN/m}$$

$$K_1 = 10 \times 680,812 = 6808,12 \text{ KN/m}$$

$$K_V = 2468654,085 \text{ KN/m}$$

$$F_y = K_1 \times D_y = 127,03 \text{ KN}$$

Yukarda hesaplanan değerlere göre izolatörün kuvvet yerdeğiştirme histerik diyagramı aşağıda verilmiştir



Şekil 4.5: DIS B tipi kurşun çekirdekli izolatörün sayısal değerleriyle verilmiş histerik diyagramı

ETABS programı için DIS B tipi izolatörün sayısal değerlerin NLink eleman olarak girilebilmesi için tablo hazırlanmıştır. Bu değerlerin ETABS programına nasıl

girileceği modelleme konusunda ayrıntılı olarak gösterilmektedir. Dikkat edilmesi gereken husus programa izolatörü tanımlama yaparken isolator kütleinin gırlmesi unutulmamalıdır

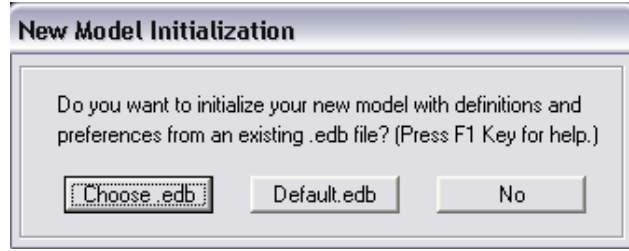
Tablo 4.2: DIS B tibi izolatör yönlere göre karakteristik değeri

İzolatör ismi : DIS B		Nllink eleman tipi : İzolatör 1	
İzolatörün toplam ağırlığı		8,3404	
Doğrultular		Katsayılar	
		Lineer	Nonlineer
U1(Düşey)	Rijitlik(KN/m)	2468654,1	-
U2(Yatay)	Rijitlik(KN/m)	1180,926	6808,12
	Akma Dayanımı(KN)	-	127,03
	K_2/K_1	-	0,1
U3(Yatay)	Rijitlik(KN/m)	1180,926	6808,12
	Akma Dayanımı(KN)	-	127,03
	K_2/K_1	-	0,1

5. MEVCUT YAPININ YETERLİLİĞİNİN KONTROL EDİLMESİ[9]

5.1 Proje Genel Bilgilerinin Girilmesi

1. Konum çubuğunun sağındaki açılır liste kutusundan KN-m boyutları seçilir.
2. Projenin sistemini akslarını girmek için yani yeni sistem modeli oluşturmak için **File** menüsünden **New Model** seçeneğine tıklanır.Bu işlem yeni modeli oluşturmak için kullanılacak olan yöntemin seçeneğini **New Model Initialization** ileti kutusunu ekrana getirecektir(Şekil 5.1).



Şekil 5.1: New Model Initialization ileti kutusu

3. Bu ileti kutusunda **Default .edb** düğmesine basarak yeni modelin oluşturulmasında program tarafından varsayılan özellikleri içeren modeli başlangıç noktası olarak kullanacağı belirtilir.
4. Bu işlemden sonra bina planı aks sistemi ve kat bilgilerinin tanımlanması gibi yapıya ait tanımlamaların çoğunun bulunduğu **Building Plan Grid System and Story Data Definition** (bina planı aks sistemi ve kat bilgilerinin tanımlanması)ileti kutusu ekrana gelecektir (Şekil 5.2).
5. Bu ileti kutusundaki **Custom Grid Spacing** ve **Custom Story Data** kısımları işaretlenir.

Şekil 5.2: Aks ve kat girişleri ileti kutusu

6. Grid label kısmından aksların yönleri tayin edilir

X Grid bölümünde ki **Beginning X ID** seçeneğine A yazarak ve alt kısımdaki **Label Left to Right** seçeneğini tıklayarak, X koordinatındaki aksları soldan sağa olmak üzere A ile başlayacağını tanımlamış oluruz. Y Grid bölümünde de yine **Beginning Y ID** kutusuna 1 ve alt kısmına da aksların üstten yada alttan başlayarak sıralanması için hangi seçenek uygunsa o işaretlenmek suretiyle Y koordinatındaki akslarda tanımlanmış olur. Bizim projemizde bu **Label Top to Bottom** seçeneğini tıklanarak aks düzeni yukarıdan aşağıya olması tercih edilmiştir. Daha sonra OK tuşuna basarak diğer adımlarla devam edilir (Şekil 5.3).

7. **Edit Grid** ve **Edit Story Data** sekmelerine tıklayarak projenin aksları girilir.

Ekrana gelen **Define Grid Data** kurusundaki **X Grid Data** bölümünde **Grid ID** kutusuna aksların isimleri teker teker girilir. Eğer bir önceki kısımda bunlar tanımlanmışsa, **Ordinate** seçeneğinden aks aralıkları düzeltilir gerekirse aks eklenir yada çıkartılır.

Grid Labeling Options

X Grid

Beginning X ID

☒ Label Left to Right

☐ Label Right to Left

Y Grid

Beginning Y ID

☒ Label Bottom to Top

☐ Label Top to Bottom

OK Cancel

Şekil 5.3: Aks ayarı ileti kutusu

Y Grid Data kısmında ise yine aynı işlemler tekrar uygulanır. Fakat aşağıdaki şekilden de anlaşılacağı üzere akslar burada tersten dizilmiştir. Bunun anlamı aksların yukarıdan başlayarak aşağıya doğru sıralandığı anlamına gelmektedir. Bu durum hemen sağ üst köşedeki görüntüden de takip edilebilir. **Units** kısmında görüldüğü gibi istenilen birimle ordinatların girilebileceği görülmektedir. Bizim projemiz KN-m cinsindendir (Şekil 5.4).

Define Grid Data

Edit Format

X Grid Data

	Grid ID	Ordinate	Line Type	Visibility	Bubble Loc.	Grid Color
1	1	0,	Primary	Show	Top	
2	2	2,	Primary	Show	Top	
3	2'	3,	Primary	Show	Top	
4	3	6,	Primary	Show	Top	
5	3'	9,	Primary	Show	Top	
6	4	9,5	Primary	Show	Top	
7	5	12,	Primary	Show	Top	
8	6	15,	Primary	Show	Top	
9	7	18,	Primary	Show	Top	
10	8	20,5	Primary	Show	Top	

Y Grid Data

	Grid ID	Ordinate	Line Type	Visibility	Bubble Loc.	Grid Color
1	G	0,	Primary	Show	Left	
2	F	3,5	Primary	Show	Left	
3	E	7,	Primary	Show	Left	
4	D	10,	Primary	Show	Left	
5	C	13,	Primary	Show	Left	
6	B	15,3	Primary	Show	Left	
7	A	16,	Primary	Show	Left	
8						
9						
10						

Units:

Display Grids as: ☒ Ordinates ☐ Spacing

☐ Hide All Grid Lines

☐ Glue to Grid Lines

Bubble Size:

Reset to Default Color

Reorder Ordinates

OK Cancel

Şekil 5.4: X ve Y doğrultularındaki Aks aralıkları giriş ileti kutusu

5.2 Proje Tanımlamalarının Yapılması ve Atanması

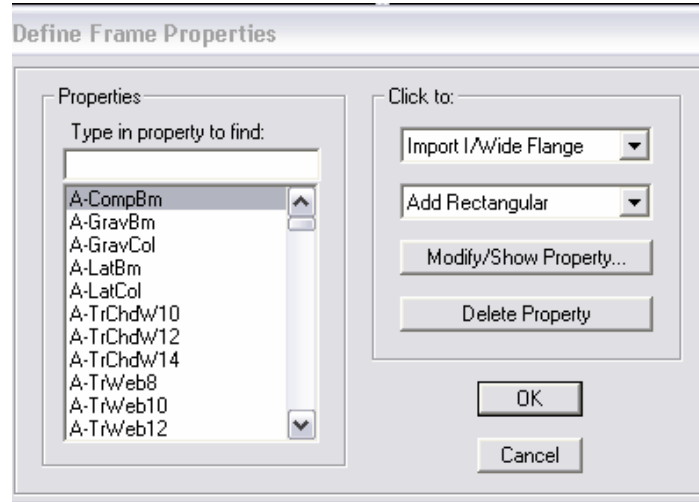
1. **Define** menüsünden **Materyal properties** seçeneğine tıklayarak ekrana gelen **Define Materials** ileti kutusuna **CONC** seçeneği tıklanır ve **Add New Material** düğmesine basılır. Bu işlemden sonra ekrana gelen **Material Property Data** kutusu gelecektir. Bu ileti kutusuna **Material Name** kutusuna **C20** yazıp tablodaki değerler aynen girilir(Şekil 5.6).

The image shows a 'Material Property Data' dialog box. It has a title bar 'Material Property Data'. Inside, there are several sections: 'Material Name' with a text box containing 'C20'; 'Type of Material' with radio buttons for 'Isotropic' (selected) and 'Orthotropic'; 'Display Color' with a color selection box showing blue; 'Type of Design' with a dropdown menu set to 'Concrete'; 'Analysis Property Data' with input fields for 'Mass per unit Volume' (0.), 'Weight per unit Volume' (25.), 'Modulus of Elasticity' (28500000.), 'Poisson's Ratio' (0.2), 'Coeff of Thermal Expansion' (0.), and 'Shear Modulus' (11875000.); and 'Design Property Data (ACI 318-99)' with input fields for 'Specified Conc Comp Strength, f'c' (13300.), 'Bending Reinf. Yield Stress, fy' (191000.), 'Shear Reinf. Yield Stress, fys' (191000.), a checkbox for 'Lightweight Concrete' (unchecked), and a 'Shear Strength Reduc. Factor' field. At the bottom are 'OK' and 'Cancel' buttons.

Şekil5.6: Malzeme tanımı ileti kutusu

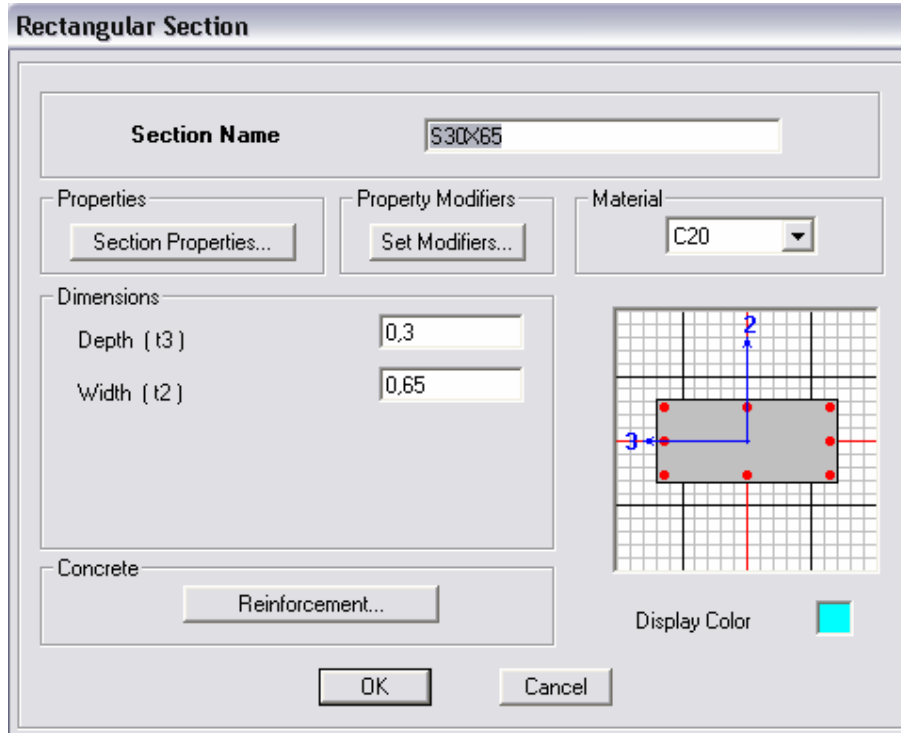
Burada S220 çelik kullanıldığı görülmektedir. **Mass Per Unit Volume** kutucuğuna sıfır yazılmıştır fakat malzemenin kütlesi ileride başka bir komutla dahil edilecektir. Burada tam olarak C20 betonu ve S220 çeliğinden olan betonarme malzeme girilmiştir[8].Sıcaklık etkisi ihmal edilmektedir. Sistemde farklı bir malzeme bulunması durumunda buda aynı şekilde tanımlanmalıdır.

2. **Define** menüsünden **Frame Sections** seçeneğine tıklayarak ve buradan da **Add Rectangular** seçeneğine tıklayarak projede bulunan tüm çubuk olarak modellenen kesitler girilecektir(Şekil 5.7)



Şekil 5.7: Çubuk kesit tanımlama ileti kutusu

Burada bir tane kolon bir tanede kiriş kesitinin nasıl girildiği gösterilecek diğerleri de aynı yöntemle girilecektir(Şekil 5.8).



Şekil 5.8: Kare kesit tanımlama ileti kutusu

Burada 30x65 lik bir kolonun kesitinin nasıl girildiği gösterilmiştir.

- **Name** kutusuna S30x65 yazılır
- **Section Material** bölümünden daha önce tanımladığımız **C20** seçilir

- **Dimensions** bölümünde kolon boyutları olarak
- **Depth** = 0,3
- **Width** = 0,65

Değerleri girilerek kolon boyutları tanımlaması yapılmış olur.

3. Reinforcement seçeneğine tıklayarak kesit donatılandırılır(Şekil 5.9).

- **Design Type** kısmındaki **Column** bölümü işaretlenir.
- **Configuration of Reinforcement** kısmındaki **Rectangular** kısmı işaretlenir
- **Lateral reinforcement** kısmında ise **Ties** yani etriye anlamına gelen kısım işaretlenir.
- **Cover to Rebar Center** bölümünden pas payı değeri girilir
- Burada 0,03 pas payı değeri girilmiştir.
- **Number of Bars in 3-dir** bölümünde o yöndeki kolon donatı adedi girilir

Şekil 5.9: Kolon kesit donatısı giriş ileti kutusu

- Bu işlem 2 yönü içinde tekrarlanır.
- **Bar Size** bölümünden donatı çapı işaretlenir.

Design veya **Check** seçeneklerinden projede yapmamız gereken işaretlenir

Burada pushover itme analizi yapılırken **Reinforcement to be Checked** seçeneğinin tıklanması gerekmektedir.

4. Kiriş kesitinin tanımlanması da yine aynı işlemler tekrarlanarak yapılır

- **Section Name** kutucuğuna kiriş ismi yazılır
- **Material** kısmından daha önce tanımladığımız **C20** malzemesi seçilir
- Kiriş boyutları resimde olduğu gibi girilir

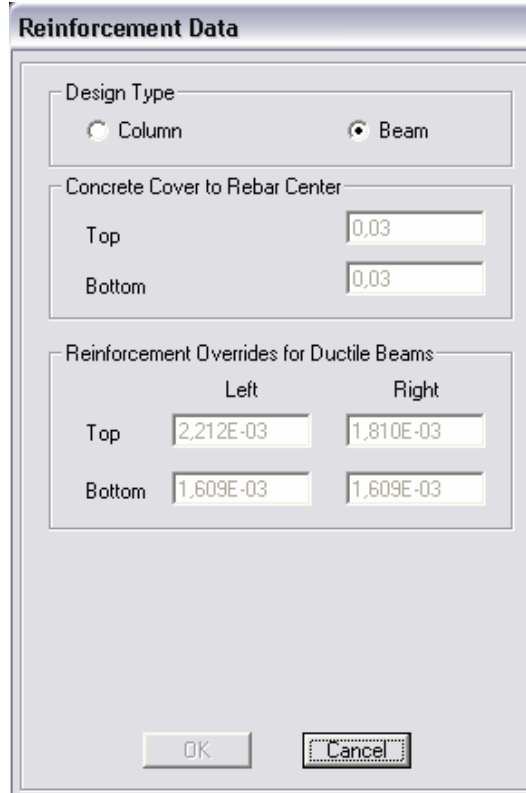
Dimensions kısmındaki kesit boyutları aşağıdaki gibi girilir(Şekil 5.10).

- **Depth** = 0,6
- **Width** = 0,2

Şekil 5.10: Kiriş kare kesit giriş iletı kutusu

Değerleri girilerek 20x60 kiriş tanımlanır. Bu kirişin donatıları da aşağıdaki gibi girilir. Ekrandaki iletı kutusunun alt kısmında bulunan **Reinforcement** kısmına

tıklayarak **Reinforcement Data** ileti kutusu ekrana getirilir(Şekil 5.11). Bu ileti kutusunun **Design Type** bölümü altında **Column** ve **Beam** olarak iki kısım bulunmaktadır. **Column** kolonları temsil eder **Beam** ise kirişleri temsil etmektedir.



The image shows a software dialog box titled "Reinforcement Data". It contains three main sections. The first section, "Design Type", has two radio buttons: "Column" and "Beam", with "Beam" selected. The second section, "Concrete Cover to Rebar Center", has two input fields: "Top" and "Bottom", both containing the value "0,03". The third section, "Reinforcement Overrides for Ductile Beams", has a table with two columns, "Left" and "Right", and two rows, "Top" and "Bottom". The values are: Top Left: 2,212E-03, Top Right: 1,810E-03, Bottom Left: 1,609E-03, Bottom Right: 1,609E-03. At the bottom of the dialog are "OK" and "Cancel" buttons.

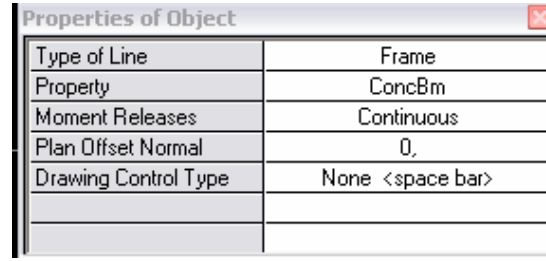
	Left	Right
Top	2,212E-03	1,810E-03
Bottom	1,609E-03	1,609E-03

Şekil 5.11: Kiriş dontatı tanımlama ileti kutusu

- **Design type** bölümünden **Beam** kısmı işaretlenir
- **Concrete Cover to Rebar Centrer** bölümünden kiriş pas payları girilir. Burada kiriş pas payı 0,03 şeklinde girilmiştir.
- **Reinforcement Overrides for Ductile Beams** kısmına kirişin sağ ve sol uç kesitlerindeki alt ve üst donatılar girilir.
- Benzer şekilde aynı işlemleri tekrarlamak suretiyle bütün kirişler tanımlanır.

Bütün malzemeler ve kesitlerde verilen malzemelerin girişleri tanımlandıktan sonra projenin tanımlanan akslar üzerine çubuk eleman olarak girilmesine sıra gelmiştir.

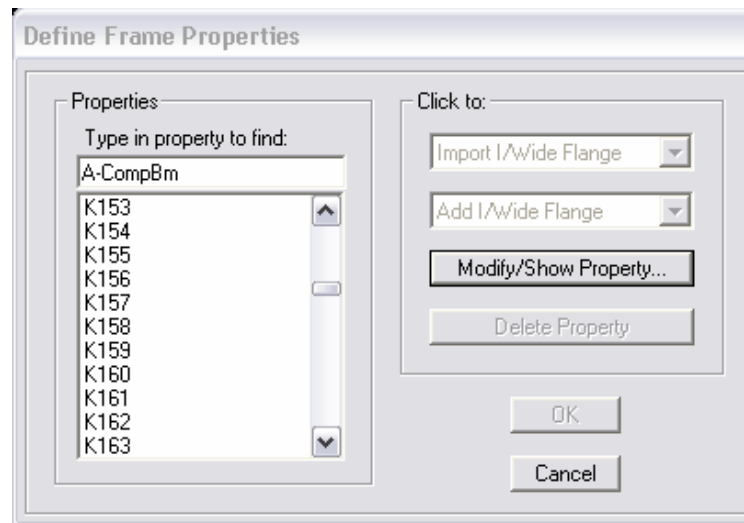
5. **Draw** menüsünde **Draw Lines** sekmesini tıklayarak veya bu seçeneğin kısa yol tuşunu kullanmak suretiyle çizime başlanır(Şekil 5.12).



Şekil 5.12: Çubuk kiriş eleman çizimi ileti kutusu

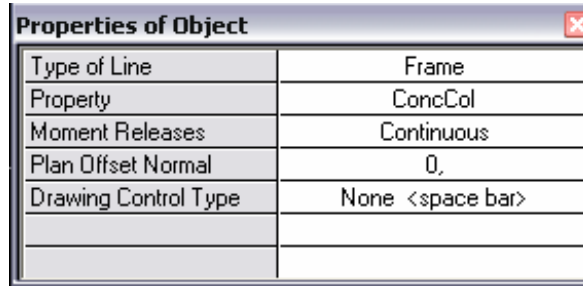
- **Draw** menüsünden **Draw lines** seçeneğine tıklayarak yukarıdaki **Properties of Object** kutusu ekrana gelecektir
- **Type of Line** bölümüne **Frame** seçeneği seçilir eğer zaten bu varsa herhangi bir değişiklik yapmaya ihtiyaç yoktur.
- Bir altındaki **Property** bölümünde tanımladığımız kiriş yada kolan kesitini hangisi çizilmek isteniyorsa o seçilerek ekranda çizim yapmaya başlanır
- Bu kutucuktaki diğer seçenekler (**Moment Releases**, **Plan Offset Normal**, **Drawing Control Type**) olduğu gibi bırakılır bunlar için herhangi bir şey yapmaya gerek yoktur.

Burada dikkat edilmesi gereken bir husus çizimler bir düğüm noktasında diğer düğüm noktasına çizilmeli sonra diğer eleman çizimine geçilmelidir. Yani bir boydan boya sürekli kiriş çizmek için ara düğüm noktalarına da tıklanarak sürekli kiriş oluşturulur(Şekil 5.13)



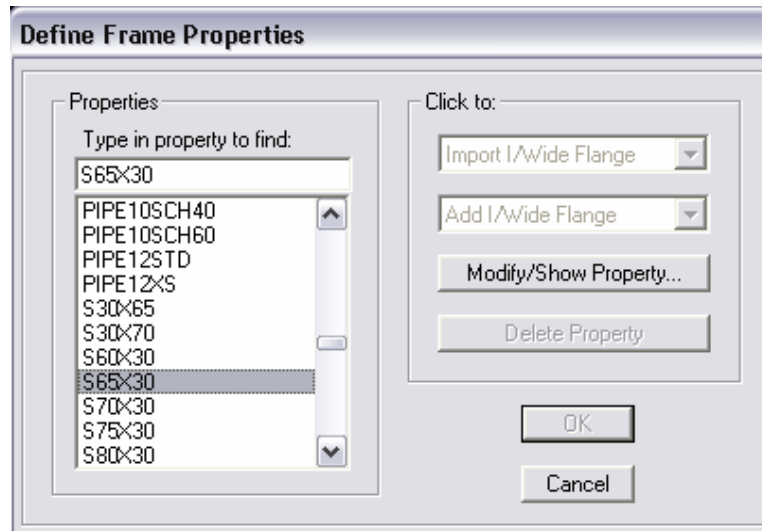
Şekil 5.13: Kiriş kesit tanımlanmış ileti kutusu

Bizim projemizde her bir kiriş değerinden farklı olduğundan bunlar teker teker girilerek sonrada **Assign** menüsünden her bir kirişin özelliği sonradan üzerine atanmıştır. Yapılan projede kiriş boyutlarımız aynı olsa dahi bütün donatılar dışarıdan teker teker girildiği için her bir kiriş değerinden farklı olmaktadır. Yani her bir kirişin kapasiteleri birbirinden farklıdır. Bu tanımlamaları yapmanın amacı ileriki bölümlerde statik itme analizi yapılacağından bu bölümde her bir kesit için kapasitenin girilmesi gerekmektedir. Kolonların oluşturulmasında da yine kirişlerde izlenen yolun aynısı izlenerek kolonlarda çubuk elemen olarak girilirler (Şekil 5.14).



Şekil 5.14: Çubuk kolon eleman çizimi ileti kutusu

Yine burada **Property** bölümünden daha önce tanımlanan kolon seçeneği seçilerek kolon modeli oluşturulur. Kirişlerde olduğu gibi kolonlarda da önceden genel bir kesit tanımlayarak çizim yaptıktan sonra **Define** menüsünde tanımlanan kolon kesitleri sonrada **Assign** menüsü yardımıyla teker teker atanabilmektedir (Şekil 5.15). Bu yöntem genellikle kesit değerlerinin ve donatılarının birbirinden daha farklı olması durumunda böyle modelleme yapmayı tercih etmek daha kolay olmaktadır.

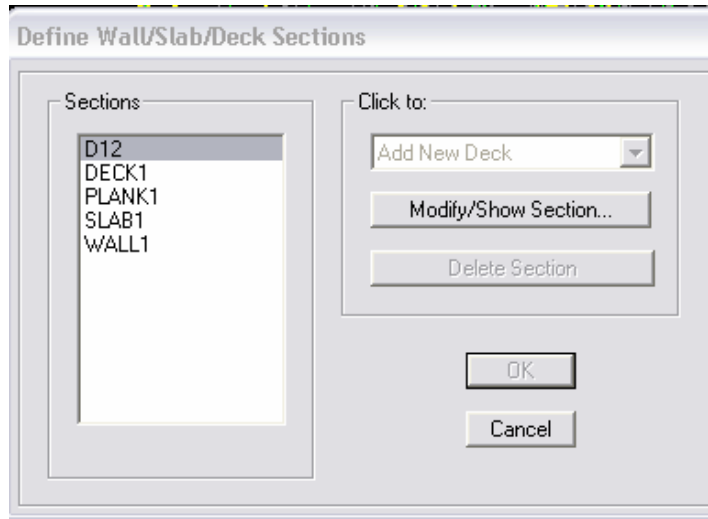


Şekil 5.15: Kolon kesit tanımlanmış ileti kutusu

6. Döşemelerin tanımlanması yapılır

Define Wall/Slab/Deck Sections seçeneğine tıklanarak bu tanımlama kutusu ekrana gelir (Şekil 5.16).

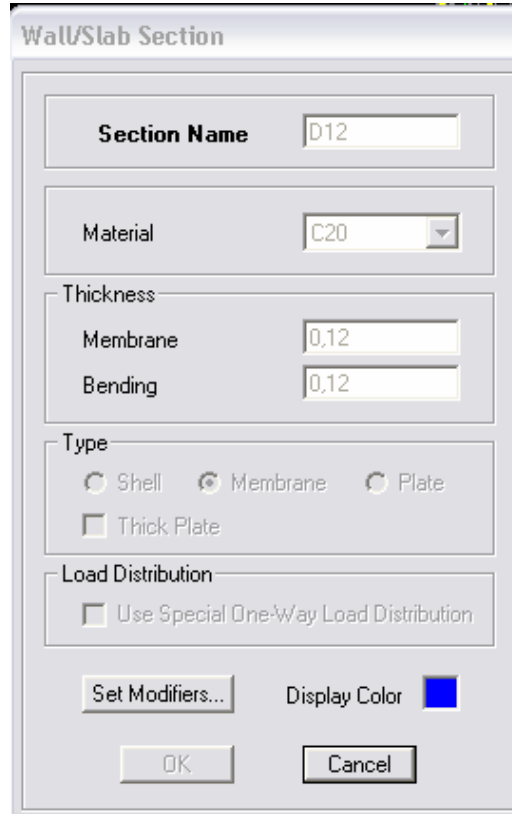
Sections bölümünde **SLAB** seçeneği döşeme anlamını taşımaktadır. **WALL** seçeneği de perde duvarlar tanımlanırken kullanılmaktadır. Diğer seçeneklerde yine alan tanımlamaya yarayan tanımlamalardır bunların biri ince plak diğeri ise dışlı döşeme anlamı taşımaktadır.



Şekil 5.16: Döşeme tanımlama ileti kutusu

Click to bölümünden tıklanarak döşeme veya duvar gibi elamanlar girilebilir yada sol kutucuktaki var olan değerlere tıklanarak **Modify/Show Section** bölümünden bunların kalınlıkları değiştirilebilir. Yada **Delete Section** kısmından oluşturulan tanımlamalar silinebilir.

Aşağıda yeni bir döşemenin nasıl girileceği gösterilmektedir.(Şekil 5.17) de döşeme kesitinin nasıl tanımlanacağı ayrıntılı şekilde görülmektedir. Bu şeklin altındaki yazılan adımlar izlenerek tanımlama yapılır.

The image shows a software dialog box titled "Wall/Slab Section". It contains several input fields and checkboxes. The "Section Name" field is set to "D12". The "Material" dropdown menu is set to "C20". Under the "Thickness" section, both "Membrane" and "Bending" fields are set to "0,12". In the "Type" section, the "Membrane" radio button is selected, while "Shell", "Plate", and "Thick Plate" are unselected. In the "Load Distribution" section, the "Use Special One-Way Load Distribution" checkbox is unchecked. At the bottom, there is a "Set Modifiers..." button, a "Display Color" button with a blue color swatch, and "OK" and "Cancel" buttons.

Şekil 5.17: Döşeme kesiti tanımlama ileti kutusu

Click to bölümünden **Add New Slab** seçeneği tıklanır

- Ekranı gelen **Wall Slab Section** kutusundaki **Section Name** yerine D12 döşeme ismi yazılır.
- **Material** bölümünde daha önceden tanımlanmış olan **C20** betonu seçilir.
- **Thickness** bölümü altındaki **Membrane** ve **Bending** kutucuklarına döşeme kalınlığı girilir. Projedeki döşemenin kalınlığı 0,12 m dir.
- **Type** bölümünde tanımlanan kesitin döşeme olarak çalıştığını kabul etmek için **Membrane** seçeneği tıklanır.
- **Load Distribution** seçeneği olduğu gibi bırakılır.
- **Ok** tuşuna basarak yine bir önceki ekrana dönülür. Böylece D12 döşemesinin de **Section** bölümüne eklendiği görülecektir.

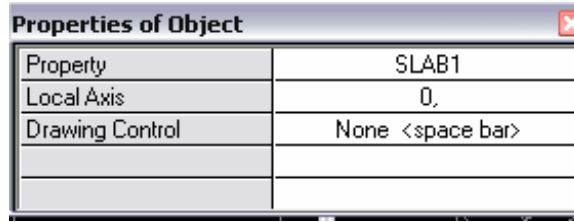
Bu tanımlama işlemi bittikten sonra 12 cm kalınlığındaki döşeme kesiti programa tanıtılmış olur ve bu işlemten sonra döşeme çizilmesine geçilir.

7. Döşemler akslar arasına çizilir

Üç tür döşeme çizim şekli vardır.

- Yamuk döşeme çizimi
- Dikdörtgen döşeme çizimi
- Çabuk döşeme çizimi

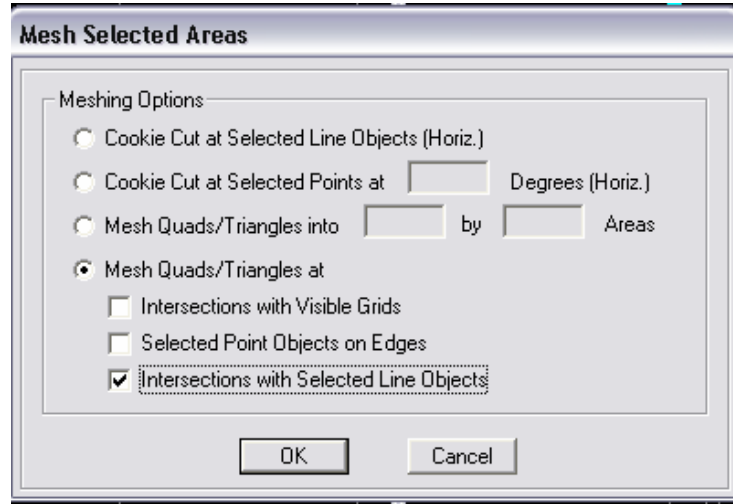
Yamuk döşeme çizimi aks birleşim yerleri grid düğümlerine soldan başlayarak sağa doğru teker teker döşemenin geçeceği köşelere tıklanır. Bu seçenek kullanılarak yamuk çok kenarlı döşemler oluşturulabilmektedir (Şekil 5.18).



Şekil 5.18: Döşeme çizimi ileti kutusu

- **Draw Areas** araç çubuğuna basarak **Properties of Object** kutusu ekrana gelir.
- **Property** kısmından daha önce tanımladığımız **D12** döşemesini seçili duruma getirilir.
- Fareyi projenin üzerinde gezdirdiğimizde düğüm noktalarında tuttuğu görülür. Bu **Snap to** seçeneklerinin açık ve kapalı olmasıyla ilgilidir. Oluşturmak istediğimiz döşeme elemanını bu tutulan noktaların üzerinde fare ile soldan sağa işaretlemek suretiyle çok kenarlı döşeme oluşturulur.

Döşeme komple bir kat döşemesi olarak da çizilebiliyorsa çizilip sonra bunları kirişlerin sınırlandığı alanlarla ayrılabilir. Döşeme oluşturduktan sonra bütün döşemeleri seçerek **Edit** menüsünden **Mesh Areas** seçeneğine tıklayarak çizilen döşeme bölümlere ayrılabilir. Aşağıda **Mesh Slected Areas** ileti kutusu görülmektedir ve buradaki işaretlemeler görülmektedir(Şekil 5.19)



Şekil 5.19: Döşeme bölme ileti kutusu

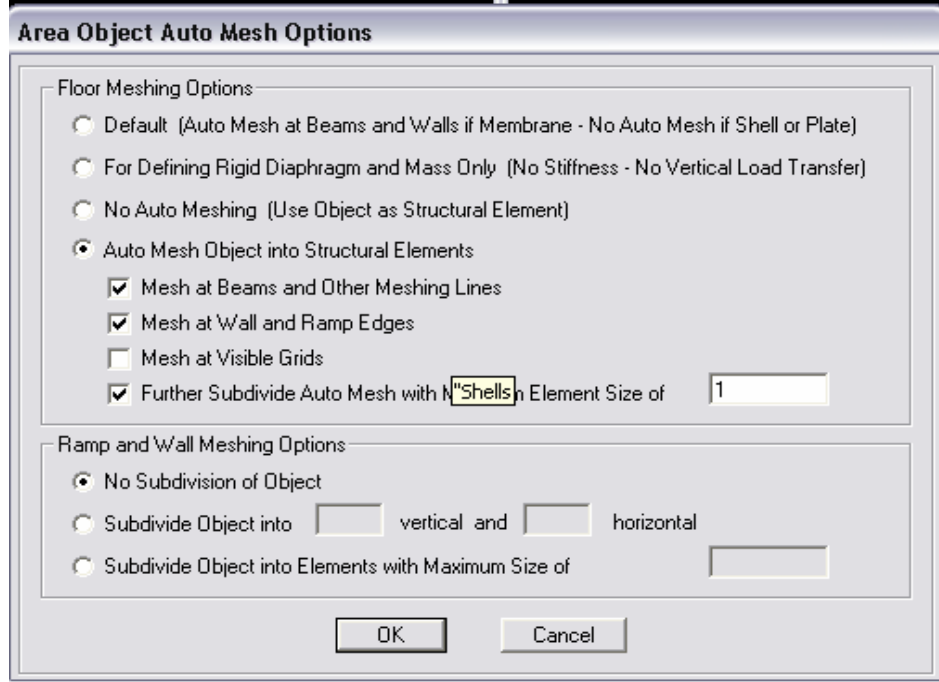
Mesh Selected Areas ileti kutusundaki;

Mesh Quads/Tringles at başlığı altındaki **Intersections with Selected Line Objects** kısmı işaretlenerek kirişlerin sınırlandırdığı kapalı alan içinde döşemeler ayrı ayrı oluşturulmuş olur. Bu kirişler arasına oluşturulan döşemelerinde ETABS Programı tarafından sonlu elemanlar olarak çözümleme yapılabilmesi için sonlu elamanlara ayrılması gerekmektedir. Bunlar genelde 1x1 m² lik alanlara ayrılır. Bu işlemin nasıl yapıldığı bir sonraki adımda gösterilmiştir.

Assign menüsündeki **Shell /Area** kısmı altında **Area ObjectAuto Mesh Options** kısmına tıklayarak bu ileti kutusu ekrana getirilir.

- **Floor Meshing Options** başlığı altında **Auto Mesh Object into Structural Elements** kısmındaki **Mesh at Beams and Other Meshing Lines** işaretlenir.
- **Mesh at Wall and Ramp Edges** işaretlenir.
- **Furter subdivide Auto Mesh with Maximum Element Size of** işaretlenir.
- Yukarıdaki seçenekler işaretlendikten sonra en son işaretlenen kısımdaki yazı kutucuğuna da 1 yazılarak sonlu elemanların bölünme boyutunu da girmiş olmak gerekmektedir.

Aşağıda **Area Object Auto Mesh Options** ileti kutusu görülmektedir (Şekil 5.20).



Şekil 5.20: Döşeme birim elemanlar bölme ileti kutusu

Bu işlemin yapılmasının nedeni döşemeleri bölerek döşemeleri kendi içinde hesaplamak ve kirişlere yük aktarımı sağlamaktır. Aksi takdirde döşemeler yüklerini sadece düğüm noktalarından kolanlara aktarırlar ki bu düzgün bir yaklaşım şekli değildir. **Ramp and Wall Meshing Object** başlığı altında ise **No Subdivision of Object** kısmı işaretlenerek **Ok** tuşuna basılır. Bu işlemin sonunda döşemeleri sonlu elemanlara bölerek onların kendi içlerinde hesaplanmasını ve ayrıca kirişlere de bölünen düğüm noktalarından yük aktarmaları sağlanmış olur. Bu işlemlerin hepsi bittikten sonra projenin modeli programa girilmiş olur fakat ek olarak bazı eksik olan atamalarında yapılması gerekmektedir. Bunun hepsi **Assign** menüsü altında olup aşağıda gerekli atamaların nasıl yapıldıkları anlatılmıştır.

8. Projedeki atamalar aşağıdaki adımlar izlenerek yapılır.

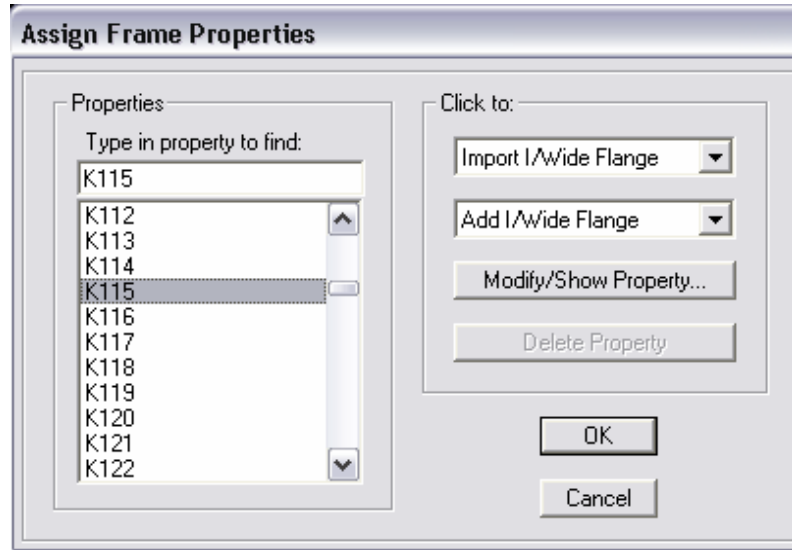
Atamaların hepsi **Assign** menüsü altında yapılmaktadır.

9. Kiriş atamaları aşağıdaki işlemler kullanılarak yapılır

Projedeki kirişleri atarken önceden **Define** menüsü yardımıyla tanımladığımız kesitleri kullanılacaktır. Önce kesitler tanımlanmalıdır ki sonra bunlar teker teker atanabilsin.

- Atanması yapılacak kiriş eleman yada elemanları seçilir.

- **Assign** menüsünden **Frame/line** sekmesi altında **Frame Sections** kısmı bulunmaktadır veya kısa yolları da mevcuttur. **Frame sections** kısmına tıkladıktan sonra ekrana **Assign Frame Properties** ileti kutusu gelecektir (Şekil 5.21).



Şekil 5.21: Kiriş atama ileti kutusu

- **Properties** kısmı altında bulunun daha önce tanımladığımız kiriş kesitleri görülmektedir ve atanmak istenen kiriş seçilerek **Ok** tuşuna basılır.

Bunlardan projeye göre yerli yerince hepsi teker teker atanır.

Projede var olan kesitlerin kontrolü yapılması gerektiği için yani pushover analizi de yapılacağından her bir kesitin kapasitesi yani donatı alanları farklı olduğu için her bir kesit için ayrı ayrı atamalar yapılmaktadır. ETABS programı analiz yaptıktan sonra kesitlerin donatılmasını da sağlamaktadır. Burada yapılan proje var olan bir projenin analizi olduğu için değerlerin hepsi dışarıdan girilerek yapılmıştır.

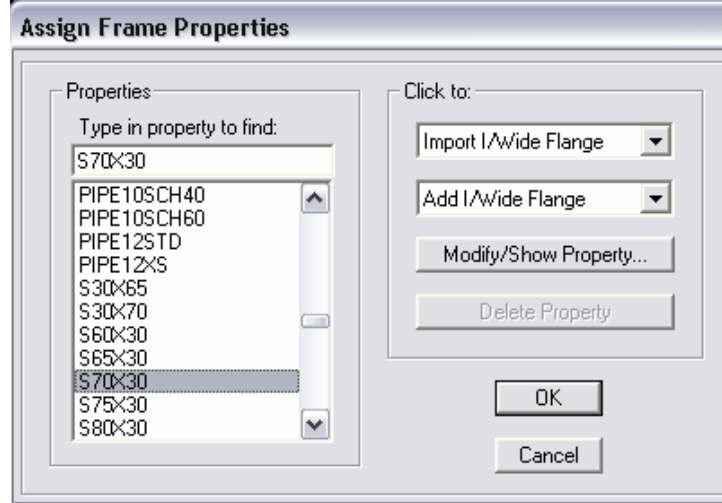
10. Kolon tanımlamalarının ataması yapılır

Kolon atamaları da aynı kiriş atamalarında olduğu gibi daha önce **Define** menüsü yardımıyla tanımladığımız kesitleri daha sonra **Assign** menüsü yardımıyla atamalar yapılmaktadır.

Prosedür aynı kirişlerde olduğu gibidir.

- Atama yapılacak olan elemen seçilir.

- **Assign** menüsünden **Assign Frame Properties** ileti kutusu altında daha önceden tanımlanmış olan kolonlar buradan seçilir (Şekil 5.22).
- **Ok** tuşuna basarak istenilen elemana atama yapılabilir.

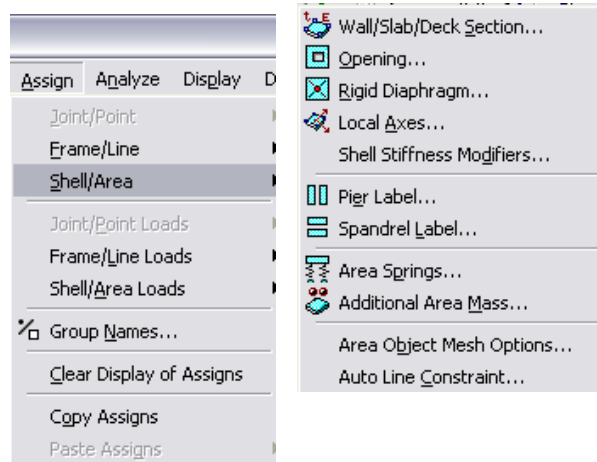


Şekil 5.22: Kolon atama ileti kutusu

- Yukarıda kolon atamaları için resim görülmektedir. Buradan atamak istenilen kolon seçilerek **Ok** tuşuna basılıp kolon atanmış olur.

11. Döşeme kesitlerinin atanması aşağıdaki prosedürlere göre yapılır (Şekil 5.23).

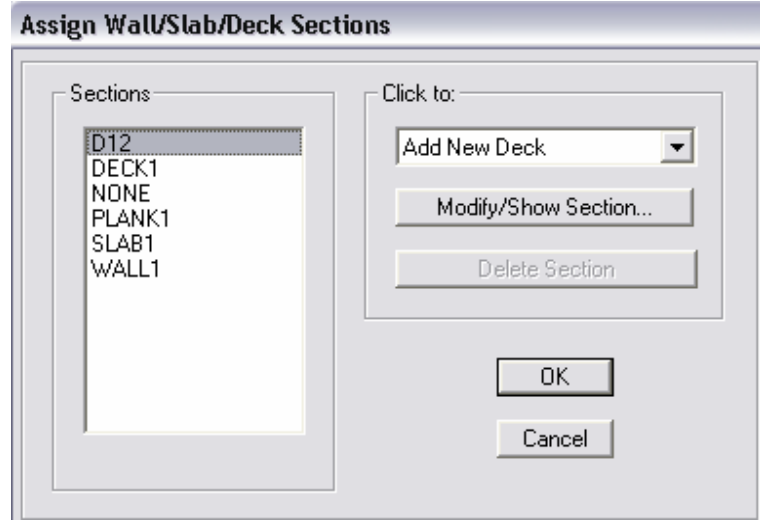
- Atama yapılacak olan döşeme seçilir.
- **Assign** menüsünden **Wall/Slab/Deck Section** kısmına tıklanarak **Assign Wall/Slab/Deck Section** ileti kutusu ekrana gelir



Şekil 5.23: Döşeme atama menüsü

- Ekranı gelen ileti kutusunun sol bölümündeki **Sections** kısmında daha önce tanımladığımız **D12** döşemesi görülmektedir (Şekil 5.24). Bu tanımlanan **D12** döşemesini seçerek **Ok** tuşuna bastıktan sonra döşeme atanmış olmaktadır.

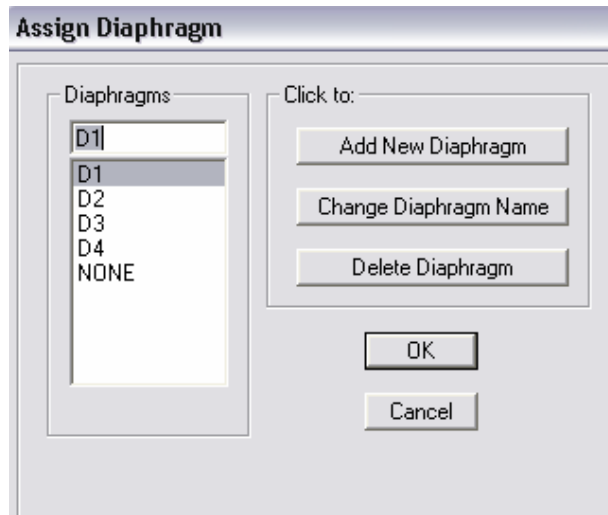
Buradaki projede birbirinden farklı döşemeler bulunmadığından hepsini bir seçerek tamamına birden atama yapılır. Fakat birbirinden farklı döşeme tanımları olmuş olsaydı hepsi teker teker atanması gerekmektedir.



Şekil 5.24: Döşeme atama ileti kutusu

12. Döşemelere rijit diyaframın atanması yapılır (Şekil 5.25).

- Birinci katın tüm döşemeleri düğüm noktalarıyla birlikte seçilir.



Şekil 5.25: Diyafram atama ileti kutusu

- **Assign** menüsündeki **Shell/Area** kısmı altında **Rigid Diaphragm** seçeneğine tıklanır.
- Ekranaya gelen **Assign Diaphragm** kutusunun **Diaphragms** kısmına **D1** yazarak **Add New Diaphragm** sekmesine basılır.
- Oluşturulan **Diaphragm** seçilerek **Ok** tuşuna basılıp birinci kat için döşemenin rijit diyafram gibi çalışması sağlanmış olur.

Binada kaç kat varsa her bir kat için ayrı ayrı bu işlemin aynısı tanımlanarak her bir kat kendi içinde rijit diyafram haline getirilmiş olur. Bununun anlamı kat döşemelerinin kendi içinde şekil değiştirmeden kat düzlemi içinde rijit olarak davrandığı varsayımına dayanmaktadır.

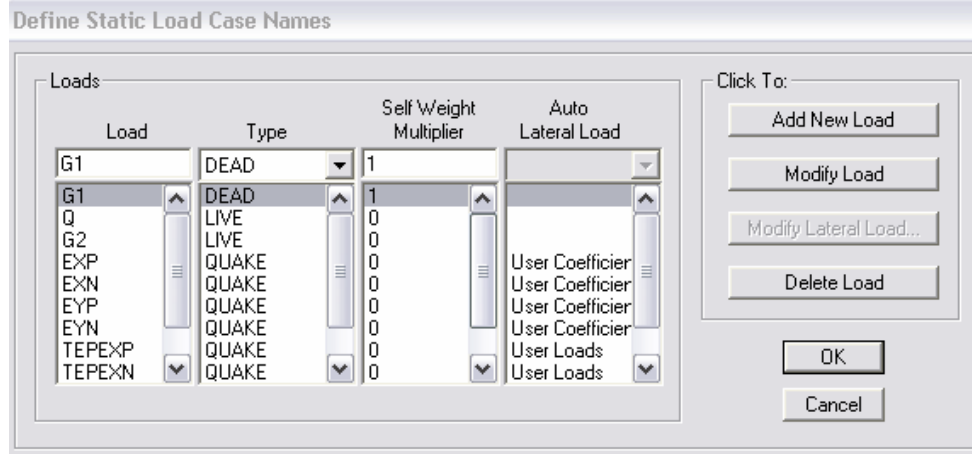
13. Yüklemelerin tanımlanması yapılır

- Statik yükleme türlerini tanımlama için **Define** menüsünden **Static Load Case** seçeneğine tıklanır.
- Ekranaya gelen ileti kutusunda **load** bölümündeki yazı kutucuğundaki **Dead** yazısı **G1** olarak değiştirilip ve **Modify Load** düğmesine basılarak değiştirilir.
- **Load** bölümünde **Live** yazısına tıklayıp bunun yerinede **Q** yazarak **Modify Load** düğmesiyle bu yükte değiştirilir.
- Tekrar **Load G2** yazıp **Add New load** düğmesine basarak **G2** yüklemesi de oluşturulur.

G1 yük türü program tarafından sabit yük türünde, **Q** yükü hareketli yük olarak algılanır. Sabit yükler hesaplanırken elemanların kendi ağırlıkları da **Self Weigh Multiplier** değeri 1 olduğu için program tarafından hesaplanacak ve **G1** yüklemesinin içine katılacaktır. **G2** yüklemesi ise duvar yüklerinin tanımlanması için kullanılacaktır.

G1ve **G2** yükleri sabit yüklerden oluşan yüklemelerdir. Sistemde bulunan fakat taşıyıcı olmayan duvarlarda sabit yük olarak kabul edilmektedir. Birim alandaki duvar ağırlığı olarak 5 KN/m² değeri alınmıştır.

Aşağıda yükleme tanımlaması ileti kutusu görülmektedir(Şekil 5.26).



Şekil 5.26: Yükleme tanımlama ileti kutusu

14. Sabit yüklerin elemanlar üzerine atanması aşağıdaki prosedürlere göre girilir

- **Assign** menüsünden **Frame/line Loads** buradan da **Distributed** seçeneği işaretlenerek ekrana gelen **Frame Distributed Loads** ileti kutusunun **Uniform yazı** kutucuğuna 12 (duvar yüksekliğiXbirim ağırlığı 2,4x5 =12) yazılır.
- **Direction** bölümünde **Gravity** seçeneğini seçili duruma getirilir.
- **Load Case Name** bölümünde **G2** yüklemesini seçilip **Ok** düğmesine basarak duvar yükleri tanımlanmış olur.

Burada **Trapezoidal Load** bölümündeki değerler değiştirilmeden bırakılmalıdır çünkü uniform yük girilmektedir. Bu kutucuktan anlaşılacağı üzere aynı işlem kullanılarak trapez yük de girmenin mümkün olduğu görülmektedir

Ayrıca **Options** bölümü kullanılarak da girilen yükler kaldırılabilir var olan yüke ek yapılabilir yada var olan yükle değiştirilebilir seçenekleri de görülmektedir. Bunlardan uygun olan tercih edilir.

Aşağıdaki **Frame Distributed Load** ileti kutusu görülmektedir ve tanımlamaların nasıl yapıldığı görülmektedir (Şekil 5.27).

Frame Distributed Loads

Load Case Name G2 **Units** KN-m

Load Type and Direction
☒ Forces ☐ Moments
Direction Gravity

Options
☐ Add to Existing Loads
☒ Replace Existing Loads
☐ Delete Existing Loads

Trapezoidal Loads

Distance	0,	0,25	0,75	1,
Load	0,	0,	0,	0,

☒ Relative Distance from End-I ☐ Absolute Distance from End-I

Uniform Load
Load 12

OK Cancel

Şekil 5.27: Duvar yükü tanımlama ileti kutusu

15. Yapının periyodunun hesaplanması için kütle tayini ve atamaları yapılır (Şekil 5.28a ve Şekil 5.28b)

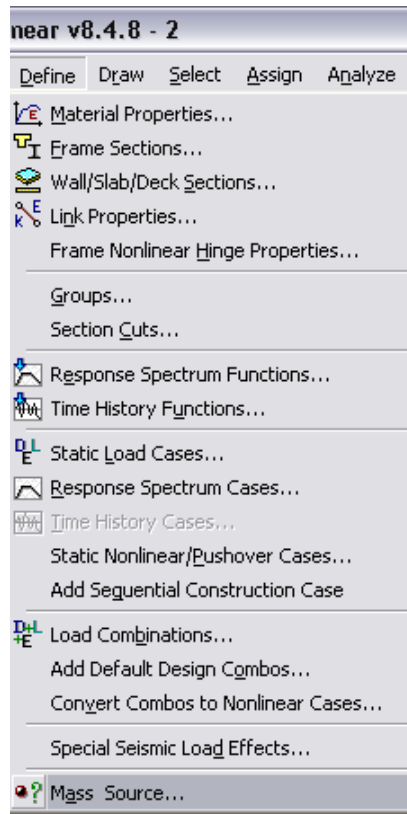
Sistemde bulunan sabit ve hareketli yüklerden oluşan kütlelerin hesaplanması ETABS içinde otomatik olarak yapılacaktır. Bunu sağlamak için:

- **Define** menüsünden **Mass Source** seçeneği tıklanır yada kısa yolu kullanılır.
- Ekranı gelen **Define Mass Source** ileti kutusunun **Mass Definition** bölümünde **From Self and Specified Mass and Loads** (kendi ağırlığı ve tanımlanan yük ve kütlelerden) düğmesini seçili duruma getirilir.
- **Load** bölümünde **G1** seçeneğine tıklayıp ve **multiplier** kutucuğuna 1 yazarak **Add** düğmesine basılır. **G2** yükü içinde çarpan değeri 1 olarak girilerek aynı tanımlama yapılır.
- **Q** yükü için **Load** bölümünden bu yükü tıklayıp çarpan değerini 0,6 ile değiştirip **Add** seçeneğine tıklayarak hareketli yük de kütleye katkısı tanımlanmış olur.
- İleti kutusunda bulunan **Include Lateral MassOnly** ve **Lump Lateral Mass at Story Levels** seçilir.

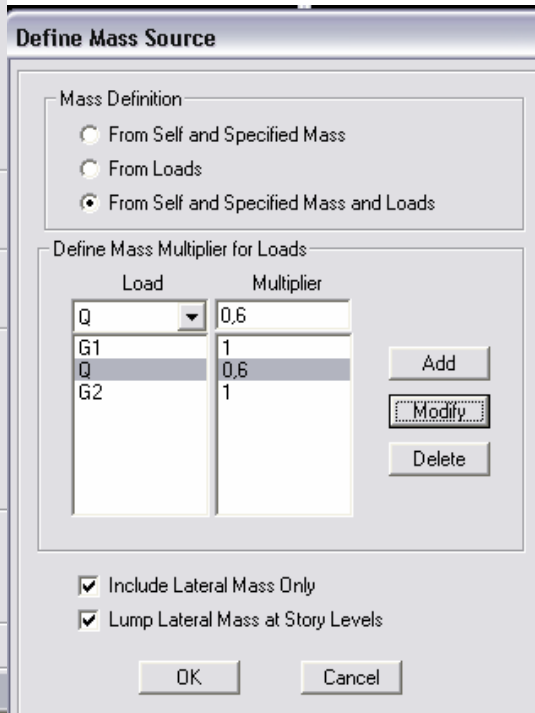
Bunun anlamı (yalnız yatay kütleyi göz önüne al ve kütleleri kat seviyelerinde toplanmış varsay) demektir ve kutucukları seçili duruma getirilip **Ok** tuşuna basılır.

Burada bu **G1** yükünden gelen kütlenin de tanımlanmış olmasının nedeni daha önce malzeme tanımı yaparken malzemenin öz ağırlığı girilmiş fakat öz kütlesi sıfır olarak alınmıştı. Bu işlemin burada yapılmasıyla malzemenin de kendi ağırlığından gelen kütlenin katkısının da hesaba katılmış olması sağlanmaktadır. Çünkü malzeme tanımlaması bölümüne tekrar dönülüp bakılacak olursa buradaki kütle tanımlama kısmındaki kütlenin tanımlanmadığı yani sıfır olarak girildiği görülecektir. İstenirse bu bölümde de tanımlanarak bu işlem yapılabilirdi. Fakat bu tanımlamanın burada yapılması durumunda yapının kendi ağırlığından gelen (**G1** yükü tanımlamasında gelen) katkının burada bu tanımlamaya katılmamış olması gerekmektedir.

Bu proje kapsamı içinde malzeme bölümünde hiçbir kütle tanımlaması yapılmamış olup hepsi sonradan kütle kaynağı tanımlama kısmını kullanarak sonradan tanımlama yapılmıştır.



Şekil 5.28a: Kütle atama menüsü

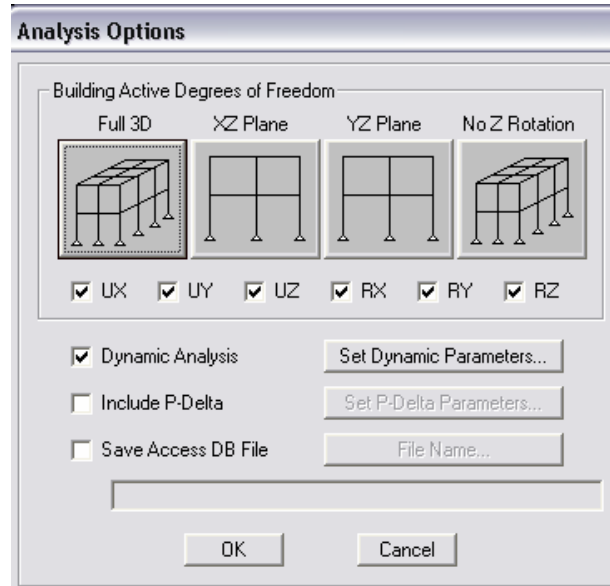


Şekil 5.28b: Kütle atama ileti kutusu

Kütlelerde bu şekilde tanımlandıktan sonra analiz kriterlerinin tanımlanması gerekmektedir.

16. Analiz kriterleri projeye aşağıdaki şekilde adımlar izlenerek tanımlanır (Şekil 5.29)

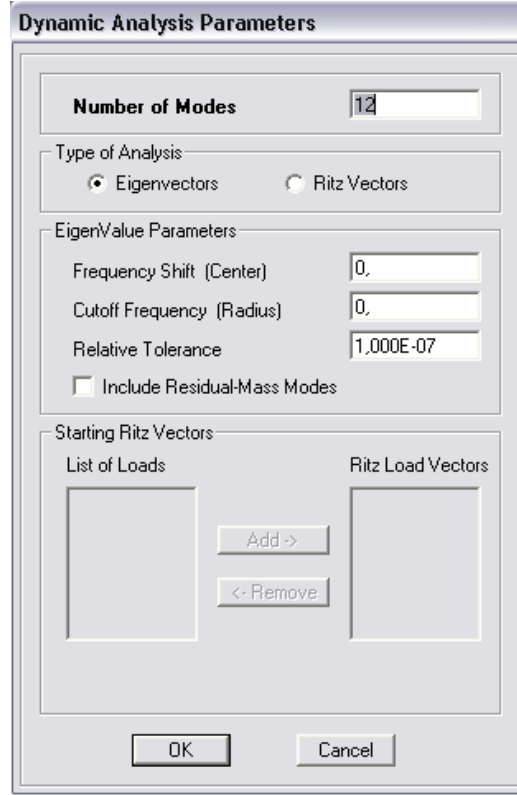
- Yapıların titreşim periyotlarının belirlenmesi için **Analyze** menüsünden **Set Analyze Options** seçeneğine tıklanır.
- Ekranı gelen ileti kutusunda **Dynamic Analysis** kutucuğunu seçili duruma getirilir ve **Set Dynamic Parameters** düğmesine basılır.
- Özel titreşim periyotlarını hesaplayabilmek için ekrana gelen **Dynamic Analysis Parameters** ileti kutusunun **Number of Modes** yazı kutucuğuna 12 değeri girilir (Şekil 5.30).
- Diğer parametreler değiştirilmeden **Ok** tuşuna basılarak bina için hesap edilecek mod sayısı ve bu modların hangi yöntemle yapılacağı tanımlanmış olmaktadır



Şekil 5.29: Analiz kriteri tanımlama ileti menüsü

Her katta iki öteleme bir dönme serbestlikleri olmak üzere toplam üç serbestlik bulunduğundan iki katlı yapı için toplam $3 \times 4 = 12$ mod yeterli olacaktır. Belirlenecek olan 12 moda karşı gelen titreşim periyotlarının arasından ilgili doğrultudaki titreşim periyotları seçilecektir. İstenirse ileti kutusunun **Type of Analysis** bölümündeki **Ritz**

Vectors radyo düğmesini seçerek titreşim periyotlarının hesabı için **Ritz** yöntemi de kullanılabilir.



The image shows a 'Dynamic Analysis Parameters' dialog box. It has a title bar with the same text. Inside, there are several sections: 'Number of Modes' with a text box containing '12'; 'Type of Analysis' with two radio buttons, 'Eigenvectors' (selected) and 'Ritz Vectors'; 'EigenValue Parameters' with three text boxes: 'Frequency Shift (Center)' containing '0.', 'Cutoff Frequency (Radius)' containing '0.', and 'Relative Tolerance' containing '1,000E-07', plus a checkbox 'Include Residual-Mass Modes' which is unchecked; and 'Starting Ritz Vectors' with two empty list boxes, 'List of Loads' and 'Ritz Load Vectors', and two buttons 'Add ->' and '<- Remove' between them. At the bottom are 'OK' and 'Cancel' buttons.

Şekil 5.30: Dinamik analiz kriterleri ileti kutusu

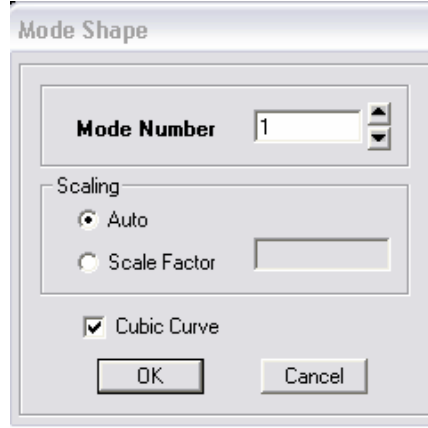
5.3 Modların Tayini

Bütün işlemler tamamlandıktan sonra projeyi var olan haliyle kaydedip **Run Analysis** düğmesine basarak sistemin çözümü yapılır. Bu çözümün amacı eşdeğer deprem yönteminde kullanılmak üzere serbest titreşim periyotlarının belirlenmesidir. Analiz bittikten sonra ekranda **G1** yüklemesine ait şekil değiştirmiş durum görülecektir. Mod şeklini ve periyotları görebilmek için;

- **Display** menüsünden **Show mode Shape** seçeneğine tıklanır.
- Ekrana gelen **Mode Shape** ileti kutusuna **Mode Number** kutucuğuna 1 yazarak **Ok** tuşuna basılır, ilk mod şekli ve periyot görülebilir(Şekil 5.31)

Mod Number kutucuğuna 1 yazıldığından ilk ekrana gelen birinci mod durumudur ve sağ alt köşedeki ileri geri tuşu kullanılarak diğer mod durumları da görülebilir.

Yada direkt olarak **Mode Number** kutucuğuna istenilen sayı yazılarak o moda ait durum görülebilir.

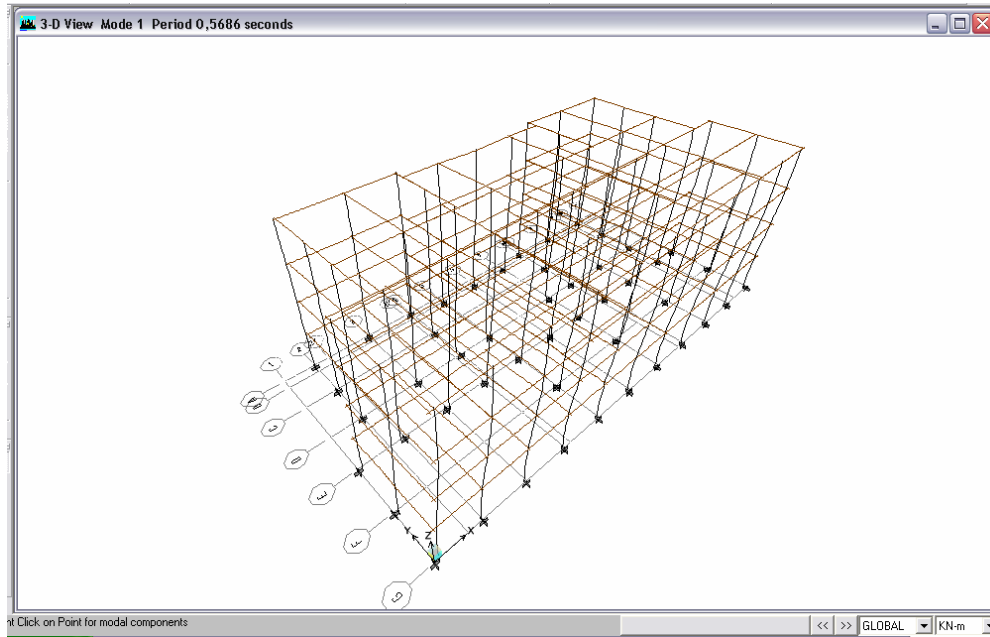


Şekil 5.31: Mod şekli ileti kutusu

İlgili modun doğrultusunu belirlemek için ekranın sağ alt köşesinde bulunan **Start Animation** düğmesine basarak hareketli görüntü kontrol edilebilir.

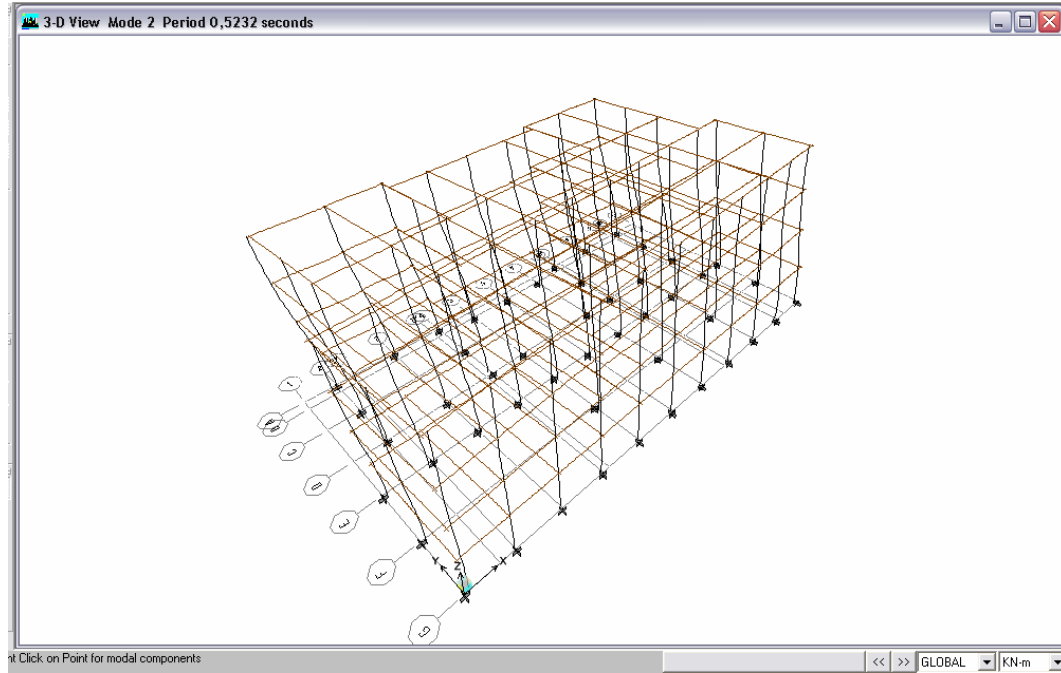
- Birinci mod Y eksenı yönünde **0,5686s** değeriinde(Şekil 5.32)
- İkinci mod ise X eksenı yönünde ve **0,5232** değeriindedir(Şekil 5.33)

Mod değeriilerı mod şekilleri ve doğrultuları aşığıda ki gibi gösterilmiştir. Şekillerden de anlaşılacağı üzere birinci modu zayıf yön olan Y yönüdür.



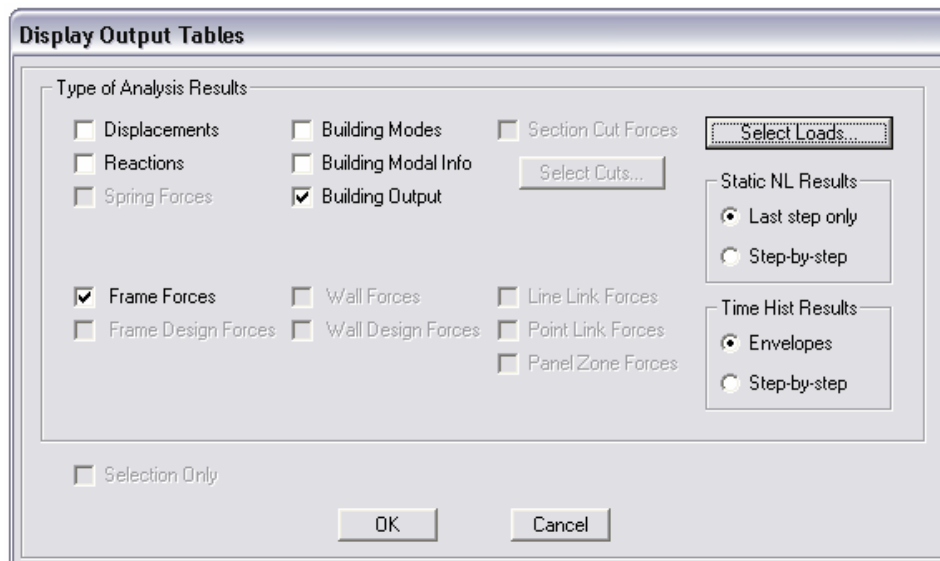
Şekil 5.32: Yapının birinci mod şekli ve periyodu

Bina şeklinden de anlaşılacağı üzere ikinci mod daha rijit olan X yönünde olduğu görülmektedir. Bu Mod şekilleri yapının yerleşim durumuna bağlı olarak önceden tahminde edilebilir. Buradaki sonuca göre yapı güçlendirilmesinde Y yönünün daha rijit hale getirerek yapılması bina hareketinden anlaşılmaktadır.



Şekil 5.33: Yapının ikinci mod şekli ve periyodu

Yapı ağırlığını belirlemek için **Display** menüsünden **Set Output Table Mode** seçeneğini tıklanır.(Şekil 5.34)



Şekil 5.34: Sonuç görüntüleme ileti kutusu

Ekrana gelen **Display Output Tables** ileti kutusundaki **Building Output** kutucuğunu seçili duruma getirilir.

Buradan **Slect Load** düğmesi altında yüklemelerin seçimini sağlayan ileti kutusu ekrana getirilir. Buradan **G1,G2** ve **Q** yüklerini seçili duruma getirip **Ok** tuşuna basılır

Ekrana gelen ileti kutusunun sağ üst köşesindeki açılır listeden **Story Shear** seçeneği tıklanır. Ekrana farklı yüklerdeki kat kesme kuvvetleri ve kat normal kuvvetlerini gösteren tablo gelecektir(Tablo 5.1)

Tablo 5.1: Kat kesme kuvvetleri ileti kutusu

Story Shears									
Edit View		Story Shears							
	Story	Load	Loc	P	VX	VY	T	MX	MY
	STORY4	G2	Bottom	0,00	0,00	0,00	0,000	0,000	0,000
	STORY3	G1	Top	6005,85	0,00	0,00	0,000	43292,753	-88896,37
	STORY3	G1	Bottom	6710,10	0,00	0,00	0,000	48690,390	-99591,75
	STORY3	Q	Top	2831,50	0,00	0,00	0,000	20322,575	-42472,50
	STORY3	Q	Bottom	2831,50	0,00	0,00	0,000	20322,575	-42472,50
	STORY3	G2	Top	3007,20	0,00	0,00	0,000	22708,680	-44892,00
	STORY3	G2	Bottom	3007,20	0,00	0,00	0,000	22708,680	-44892,00
	STORY2	G1	Top	9320,40	0,00	0,00	0,000	67651,448	-138631,50
	STORY2	G1	Bottom	10047,15	0,00	0,00	0,000	73215,698	-149691,93
	STORY2	Q	Top	4247,25	0,00	0,00	0,000	30483,863	-63708,75
	STORY2	Q	Bottom	4247,25	0,00	0,00	0,000	30483,863	-63708,75
	STORY2	G2	Top	6014,40	0,00	0,00	0,000	45417,360	-89784,00
	STORY2	G2	Bottom	6014,40	0,00	0,00	0,000	45417,360	-89784,00
	STORY1	G1	Top	12657,45	0,00	0,00	0,000	92176,755	-188731,68
	STORY1	G1	Bottom	13416,83	0,00	0,00	0,000	98016,180	-200279,81
	STORY1	Q	Top	5663,00	0,00	0,00	0,000	40645,150	-84945,00
	STORY1	Q	Bottom	5663,00	0,00	0,00	0,000	40645,150	-84945,00
	STORY1	G2	Top	9021,60	0,00	0,00	0,000	68126,040	-134676,00
	STORY1	G2	Bottom	9021,60	0,00	0,00	0,000	68126,040	-134676,00

Birinci katın altında kat normal kuvveti **G1** yüklemesinden 13416,83 kN, **G2** yüklemesinden 9021,6 kN ve **Q** yüklemesinden 5663 kN olarak hesaplanmıştır. Bu değerlere göre deprem hesabında kullanılacak yapı ağırlığı

$$W = (13416,83+9021,6)+0,6 \times 5663 = 25835 \text{ kN}$$

Olarak hesaplanır. Hareketli yük katılma katsayısı $n = 0,6$ alınmıştır.

En son periyotların hesabı için analiz yapıldığından sistem kilitlidir sisteme bu durumda veri girişi yapılmaz. Sistem kilidi açılınca analiz sonuçları kaybolacaktır. Sistem kilidi açılıp eşdeğer deprem hesabı için bulunan periyotları ve yapı ağırlığının

kullanarak tekrar giriş yapılacaktır ve eşdeğer deprem yükü altında sistem çözülüp var olan yapının bu durumda ne gibi kesit yetersizlikleri olduğu gözlemlenecektir.

5.4 Eşdeğer Deprem Yüklemelerinin Tanımlanması ve Sisteme Atanması

Yapının deprem hesabında kullanılacak deprem parametreleri

Etkin Yer İvme Katsayısı $A_0 = 0,40$ (Birinci Derece Deprem Bölgesi)

Yapı Önem Katsayısı $I = 1,4$ (Okul Binası)

Spektrum Karakteristik Periyodu $T_A = 0,2$ $T_B = 0,9$ (Yerel zemin sınıfı Z4)

Taşıyıcı Sistem Davranış Katsayısı $R = 4$

X yönünde $T_{1x} = 0,5686$ s

Y yönünde $T_{1y} = 0,5232$ s

Her iki yön içinde bulunan periyot 0,2 ile 0,9 arasında kaldığından her iki yön içinde spektrum katsayıları eşit olmaktadır.

$$S(T_x) = S(T_y) = 2,5$$

Göz önüne alınan deprem doğrultusunda binanın tümüne etkiyen toplam eşdeğer deprem yükü

$$V_i = \frac{W \cdot A_0 \cdot I \cdot S(T_1)}{R_a(T_1)} \geq 0,1 A_0 \cdot I \cdot W$$

bağıntısı ile hesaplanır. Buna göre taban kesme kuvveti katsayısı C_i

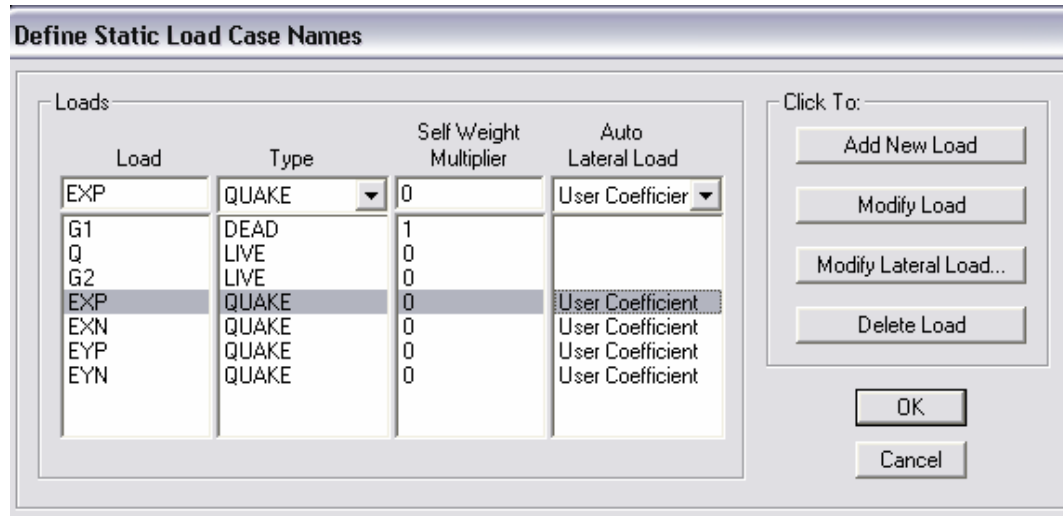
$$V_{ti} = C_i \cdot W$$

$$C_i = \frac{V_{ti}}{W}$$

$$C_x = C_y = \frac{A_0 \cdot I \cdot S(T)}{R} = \frac{0,4 \cdot 1,4 \cdot 2,5}{4} = 0,35$$

1. Deprem yükünün tanımlanması aşağıdaki prosedürler izlenerek yapılır

- Eşdeğer deprem yükünü tanımlamak için **Define** menüsünden **Static Load Case** seçeneğine tıklanır(Şekil 5.35)
- Ekranı gelen ileti kutusunun **Load** bölümündeki yazı kutucuğuna **EXP** yazılıp **Type** açılır listesinden **QUAKE** seçeneğine tıklanır.
- **Self Weigh Multiplier** yazı kutucuğundaki değerin sıfır olması gerekmektedir.
- **Auto Lateral Load** açılır listesinden **User Coefficient** seçeneğine tıklanır ve **Add New Load** düğmesine basılır.
- **Modify Lateral Load** düğmesine basılıp **User Defined Sismic Loading** ileti kutusu ekrana gelir.



The dialog box titled "Define Static Load Case Names" contains a table with four columns: Load, Type, Self Weight Multiplier, and Auto Lateral Load. The table lists several load cases, with the "EXP" case selected. To the right of the table is a "Click To:" section with buttons for "Add New Load", "Modify Load", "Modify Lateral Load...", and "Delete Load". At the bottom are "OK" and "Cancel" buttons.

Load	Type	Self Weight Multiplier	Auto Lateral Load
EXP	QUAKE	0	User Coefficient
G1	DEAD	1	
Q	LIVE	0	
G2	LIVE	0	
EXP	QUAKE	0	User Coefficient
EXN	QUAKE	0	User Coefficient
EYP	QUAKE	0	User Coefficient
EYN	QUAKE	0	User Coefficient

Click To:

Add New Load

Modify Load

Modify Lateral Load...

Delete Load

OK

Cancel

Şekil 5.35: Deprem yüklemesi tanımlama ileti kutusu

- Ekranı gelen ileti kutusunda **Base Shear Coefficient**, **C** yazı kutucuğuna yukarıda X doğrultusu için hesaplanan **0,35** değeri girilir.
- Yükseklik boyunca yükün dağılımının doğrusal olduğunu belirtmek için **Building Height Exp**, **K** yazı kutucuğuna 1 yazılır.
- Yönetmelikçe öngörülen +%5 dış merkeziliği göz önüne almak için **X Dir + Eccen Y** radyo düğmesini seçili duruma getirip **Eccentricity Ratio** kutucuğuna 0,05 yazıp **Ok** düğmesine basılır(Şekil 5.36)

User Defined Seismic Loading

Direction and Eccentricity

☐ X Dir ☐ Y Dir
☒ X Dir + Eccen Y ☐ Y Dir + Eccen X
☐ X Dir - Eccen Y ☐ Y Dir - Eccen X

Eccentricity Ratio: 0,05

Override Eccentricities:

Factors

Base Shear Coefficient, C: 0,35

Building Height Exp., K: 1

Story Range

Top Story: STORY4

Bottom Story: BASE

Şekil 5.36: X yönü deprem katsayısı tanımlama ileti kutusu

Diğer X ve Y yönündeki %5 dışmerkezlikli deprem yükleri de aynen yukarıda girildiği gibi hepsi teker teker girilir. Burada dikkat edilmesi gereken husus yönlerin doğru işaretlenip işaretlenmediği ve %5 dışmerkezliğin negatif yönler için eksi işaretli girilip girilmediğidir. Diğer bütün işlemler aynen tekrarlanır.

- Eşdeğer deprem yükünü tanımlamak için **Define** menüsünden **Static Load Case** seçeneğine tıklanır.
- Ekranı gelen ileti kutusunun **Load** bölümündeki yazı kutucuğuna **EYN** yazılıp **Type** açılır listesinden **QUAKE** seçeneğine tıklanır.
- **Self Weigh Multiplier** yazı kutucuğundaki değerin sıfır olması gerekmektedir.
- **Auto Lateral Load** açılır listesinden **User Coefficient** seçeneğine tıklanır ve **Add New Load** düğmesine basılır.
- **Modify Lateral Load** düğmesine basılıp **User Defined Sismic Loading** ileti kutusu ekrana gelir.
- Ekranı gelen ileti kutusunda **Base Shear Coefficient, C** yazı kutucuğuna yukarıda X doğrultusu için hesaplanan **0,35** değeri girilir.
- Yükseklik boyunca yükün dağılımının doğrusal olduğunu belirtmek için **Building Height Exp, K** yazı kutucuğuna 1 yazılır.

- Yönetmelikçe öngörülen -%5 dış merkeziliği göz önüne almak için **Y Dir - Eccen Y** radyo düğmesini seçili duruma getirip **Eccentricity Ratio** kutucuğuna 0,05 yazıp **Ok** düğmesine basılır(Şekil 5.37)

User Defined Seismic Loading

Direction and Eccentricity

☐ X Dir ☐ Y Dir
☐ X Dir + Eccen Y ☐ Y Dir + Eccen X
☐ X Dir - Eccen Y ☒ Y Dir - Eccen X

Eccentricity Ratio: 0,05

Override Eccentricities: Override...

Factors

Base Shear Coefficient, C: 0,35

Building Height Exp., K: 1

Story Range

Top Story: STORY4

Bottom Story: BASE

OK, Cancel

Şekil 5.37: Y yönü deprem katsayısı tanımlama ileti kutusu

2. Yüklemelerin kombinasyonlarının tanımlanması yapılır

Yukarıda tanımlana deprem yüklerinin ve düşey yüklerin yönetmelik sınırları çerçevesinde birleştirilerek kesit hesapları yapılacaktır. Bunlar aşağıda gösterilmiştir.

$$1,4(G1+G2)+1,6Q$$

$$(G1+G2)+Q+EXP \quad (G1+G2)+Q+EYP$$

$$(G1+G2)+Q-EXP \quad (G1+G2)+Q-EYP$$

$$(G1+G2)+Q+EXN \quad (G1+G2)+Q+EYN$$

$$(G1+G2)+Q-EXN \quad (G1+G2)+Q-EYN$$

$$0,9(G1+G2)+EXP \quad 0,9(G1+G2)+EYP$$

$$0,9(G1+G2)-EXP \quad 0,9(G1+G2)-EYP$$

$$0,9(G1+G2)+EXN \quad 0,9(G1+G2)+EYN$$

$$0,9(G1+G2)-EXN \quad 0,9(G1+G2)-EYN$$

Diğer kontroller için

EXP, EXN

EYP, EYN

3. Birleştirilen düşey yüklemelerin kombinasyonu sisteme girilir

Define menüsünden **Load Combination** seçeneğine basılıp ekrana **Define Load Combination** ileti kutusu gelir.

- Ekrana gelen bu ileti kutusunda **Add New Combo** düğmesine basılarak **Load Combination Data** ileti kutusu ekrana gelir.
- Bu ileti kutusunda **G1 Static Load** yüklemesi bulunurken **Scale Factor** yazı kutucuğundaki değeri 1,4 olarak değiştirilir ve **Add** düğmesine basılır.
- **Case Name** bölümündeki açılır liste kutusundan **G2 Static Load** seçeneğine tıklayarak **Add** düğmesine basılır. Yine bununda katsayısı 1,4 tür.
- **Case Name** açılır liste kutusundan **Q Static Load** seçeneğine tıklayıp **Scale Factor** yazı kutucuğundaki değeri 1,6 ile değiştirmek gerekmektedir ve yine **Add** düğmesine basılır.
- **Load Combination Name** yazı kutucuğuna **DUSEY** yazıp **Ok** düğmesine basarak düşey yük kombinasyonu tanımlanmış olur (Şekil 5.38).

Case Name	Scale Factor
G1 Static Load	1,4
G1 Static Load	1,4
G2 Static Load	1,4
Q Static Load	1,6

Şekil 5.38: Düşey kombinasyon tanımlama ileti kutusu

4. Yatay deprem yüklemelerinin kombinasyonu sisteme girilir

Yeniden **Add New Combo** düğmesine tıklayıp ekrana gelen **Load Combination Data** ileti kutusunun;

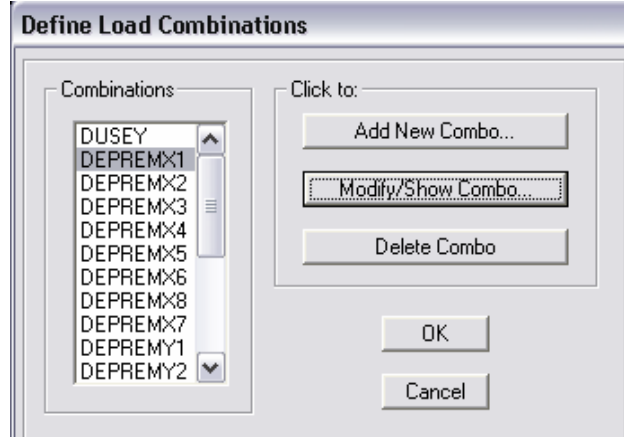
- **Load Combination Name** yazı kutucuğuna DEPREMX1 yazılır.
- **Load Combination Type** bölümünden **ADD** seçeneği işaretlenir.
- **Daha önce Define Combination** başlığı altındaki **Case Name** kısmındaki açılır listeden **G1,G1** ve **Q** yüklerinin **Scale Factor** çarpanını 1 olarak değiştirilmesi gerekmektedir.
- Yine aynı bölümdeki açılır listeden **EXP Static Load** deprem yüklemesini seçip ve Add düğmesine basılır(Şekil 5.39).
- Eklenen deprem yükünün de katsayısını **Scale Factor** kutusundan 1 yazıp **Modify** düğmesine basarak katsayısı değiştirilir. Bu işlemden sonrada deprem kombinezonlarından ilkinin tanımlaması yapılmış olur.

Case Name	Scale Factor
G1 Static Load	1
G1 Static Load	1
G2 Static Load	1
Q Static Load	1

Şekil 5.39: Deprem kombinasyonu tanımlama kutusu

Diğer deprem kombinasyonları da yukarıda tanımlanan adımlar tekrarlanarak girilir ve sekiz adet X sekiz adet Y yönü olmak üzere toplam 16 adet deprem kombinasyonu

tanımlanmıştır. Ayrıca düşey yük kombinasyonunun da nasıl tanımlandığı yukarıda gösterilmişti. Böylece toplam kombinasyon sayısı 17 olmaktadır(Şekil 5.40).



Şekil 5.40: Tüm kombinasyonların tanımlandığı ileti kutusu

Bütün kombinasyonlar tanımlandıktan sonra tekrar kontrol edilip sistem kaydedilerek bütün bu tanımlamalar altında sistem çözdürülür.

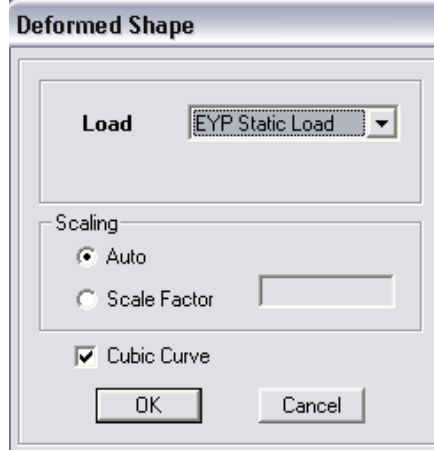
5.5 Çözümleme Aşaması ve Yapı Yeterliliğinin Kontrolü

1. **Analnze** menüsünden **Run Analyze** sekmesine basarak yada klavyeden F5 tuşuna basmak suretiyle çözüm yapılır. Bu çözümleme tamamlandığında ekrana **G1** yüklemesinden oluşan şekil değiştirmiş sistem görülecektir.
2. **View** menüsünden **Set Building View Options** kısmını tıklayarak yada kısa yoldan buna ulaşarak ekrana gelen ileti kutusunun **Object Present in View** bölümün de **Floor** kutucuğunu seçili durumdan çıkartıp **Ok** düğmesine basılır.

Bu işlem döşeme elemanlarının ekranda görülmemesini sağlayacaktır.

- **Display** menüsünden **Show Deformed Shape** seçeneğine tıklayıp
- Ekrana gelen **Deformed Shape** ileti kutusunun **Load** bölümünde EYP seçeneğine tıklayıp **Ok** tuşuna basarak bu duruma ait şekil değiştirmiş durum ekrana getirilir.

Aşağıda **Deformed Shape** ileti kutusu görülmektedir(Şekil 5.41)



Şekil 5.41: Şekil değiştirmiş durum gösterimi ileti kutusu

Eğer başka bir yükleme durumu için şekil değiştirmiş durum görülmek isteniyorsa **Display** menüsünden yine **Show Deformed Shape** seçeneğine tıklayıp bu ileti kutusunda bulunan **Load** bölümü altından istenilen yükleme durumu seçilerek o duruma ait şekil değiştirmiş hal görülebilir. En son kattaki herhangi bir düğüm noktası üzerine sağ tıklamak suretiyle bu düğüm noktasına ait yer değiştirme ve dönmeler görülebilir (Şekil 5.42). Bu kutucuktaki yer değiştirme bileşenlerinden **Trans** bölümündekiler yer değiştirmeyi, **Rotn** bölümündekiler ise dönmeleri ifade etmektedirler.



Şekil 5.42: Düğüm noktası yer değiştirmeleri

Görelî yer değiştirmelerin kat yüksekliklerine oranını görmek için bu ileti kutucunun alt kısmındaki **Lateral Drifts** seçeneğine tıklanarak görülebilir ve buradaki değerler yönetmelikte öngörülen sınır değerlere göre kıyaslanırlar.

Aşağıda kat yer değiştirmeleri görülmektedir(Tablo 5.2)

Tablo 5.2: Kat yer değiştirmeleri ve rölatif kat ötelemeleri

DISPLACEMENTS AND DRIFTS AT POINT OBJECT 50				
File				
STORY	DISP-X	DISP-Y	DRIFT-X	DRIFT-Y
STORY4	-0,003843	0,041034	0,000214	0,002369
STORY3	-0,003200	0,033927	0,000366	0,003960
STORY2	-0,002101	0,022048	0,000437	0,004627
STORY1	-0,000790	0,008167	0,000263	0,002722

Ekrana gelen ileti kutusunda hem mutlak yer değiştirmeler hem de görelî yer değiştirmeler bulunmaktadır.

Deprem yönetmeliğindeki [11]

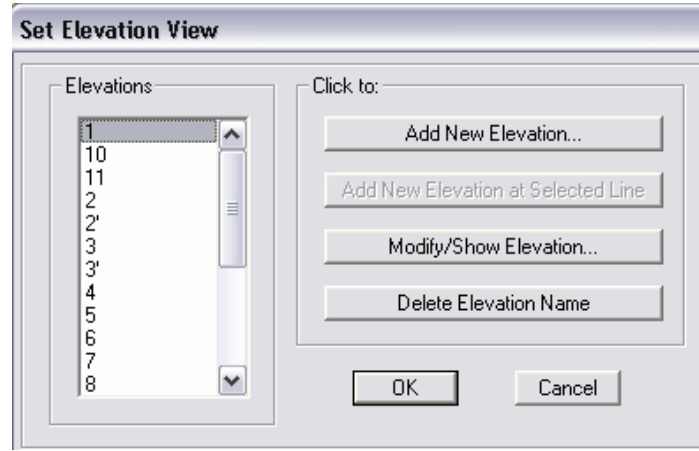
$$\frac{(\Delta_i)_{\max}}{h_i} \leq 0,0035$$

$$\frac{(\Delta_i)_{\max}}{h_i} \leq \frac{0,02}{R} = 0,005$$

şartlarından ilkinî sağlamadığı için görelî kat ötelemeleri fazla çıkmıştır ve bina bu kadar öteleme yapmamalıdır. Bu değerlere göre bu binanın dizayn edilmesinde de yetersizlikler çıkacağı açıkça görölmektedir. Bu var olan binanın güçlendirilmesi gerektiğini ortaya koymaktadır.

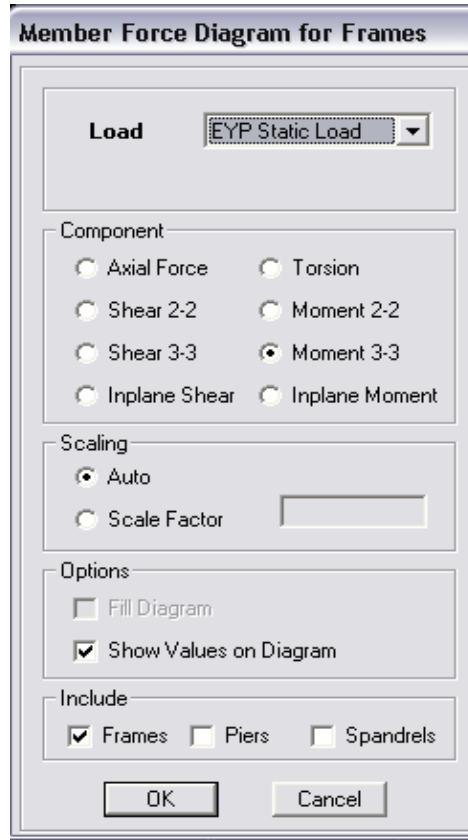
3. Moment ve kesme değerlerinin incelenmesi

- **View** menüsünden **Set Elevation View** kutusu ekrana getirilir (şekil 5.43).
- Bu ileti kutusundan istenilen herhangi bir aks işaretlenerek istenilen çerçeve ekrana getirilir
- Bu işlemden sonra **Display** menüsü altında **Show Member Force** seğeneği tıklanarak ekrana **Member Force Diagram for Frames** ileti kutusu gelir.
- **Load** bölümünden istenilen yükleme durumu seçilir
- Buradan hangi etkinin görölmesi isteniyorsa o işaretlenerek **Ok** tuşuna basılır(şekil 5.44). **Shear 2-2** iki yönü için kesme kuvveti **Shear 3-3** üç yönü için kesme kuvveti ve aynı şekilde momentlerde 2 ve 3 yönlerindeki moment etkilerini göstermektedir.



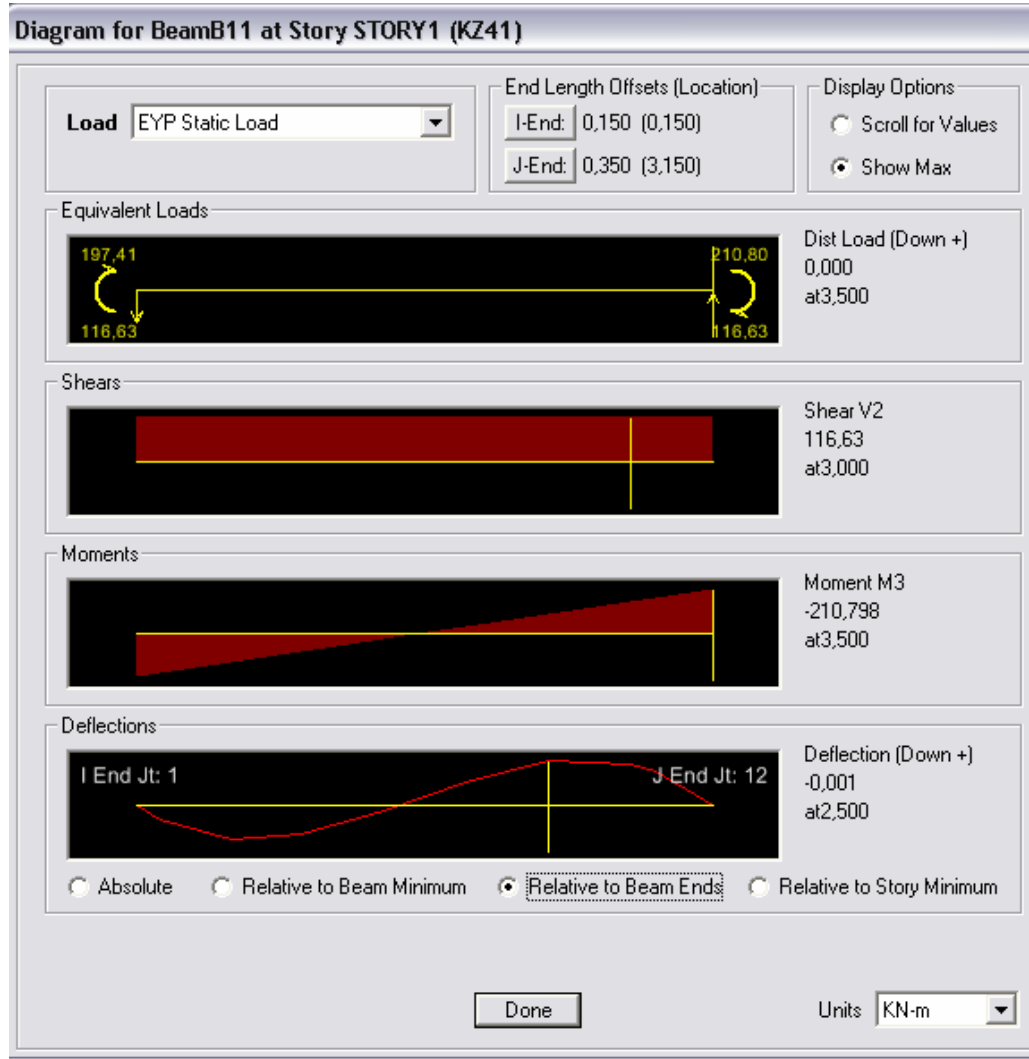
Şekil 5.43: Aks çerçevelerinin görüntülenmesi

Kirişlerde iki yönündeki moment burulmadan dolayı gelen momenttir ve burulma etkisi yapıda az olduğundan kirişler de sadece üç yönündeki momentler önem kazanmaktadır. Kolonlarda ise durum böyle değildir iki yönü X yönündeki moment 3 yönü ise Y yönündeki momenti göstermektedir ve bu momentler deprem yükleme yönüne göre değer aldıklarından ikisi de önemlidir ve kontrol edilmelidir.



Şekil 5.44: Eleman etkilerinin gösterimi ileti kutusu

Bu ileti kutusu altındaki **Options** bölümünden **Fill Diagram** yada **Show Values on Diagram** seçeneklerinde istenilen birisi seçilerek etkilerin ya direkt olarak değerleri ekranda görülür yada her bir etkinin şekli görünür ve buradan elamanların üzerine tıklanarak bunların üzerindeki etki ayrıntılı olarak incelenebilir. **Include** bölümü altında ise **Farmes, Piers ve Spandarels** seçenekleri vardır. Bunlardan yapıda hangi tanımlamalar varsa onlar işaretli duruma getirilmelidir. **Frames** çubuk elemanlar için ve **Piers** ise perdeler için kullanılan tanımlamalardır. Dikkat edilmesi gereken husus eğer yapıda perdeler bulunuyorsa bu perdeler **Pier** olarak tanımlanacağından **Inculude** bölümündeki **Frames** kutucuğuyla birlikte **Piers** kutucuğu da işaretlenecektir. Moment değerlerini ekrana getirdikten sonra herhangi istenilen bir giriş üzerine tıklayarak o giriş hakkında detaylı bilgi elde edilebilir(Şekil 5.45).



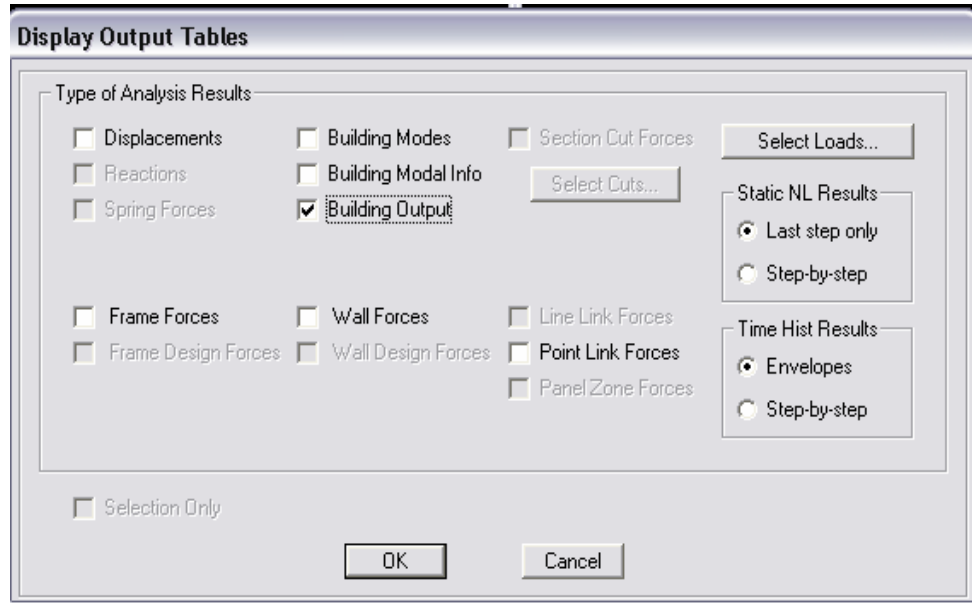
Şekil 5. 45: Eleman ayrıntılı etki gösterimi ileti kutusu

Bu kutucuktaki **Load** kısmına istenilen yük seçilerek ve **Display Options** bölümünden de **Show Max** kutucuğu işaretlenerek bu yükleme durumu altında bu elemandaki maksimum etkilerin görünümü sağlanacaktır.

Display Options bölümündeki **Scroll For Values** seçeneği tıklanarak herhangi bir diyagram üzerinde mausun sol tuşuna basılı tutup üzerinde gezdirmek suretiyle mausun bulunduğu noktaya göre moment değerinin de nasıl değiştiği görülebilir.

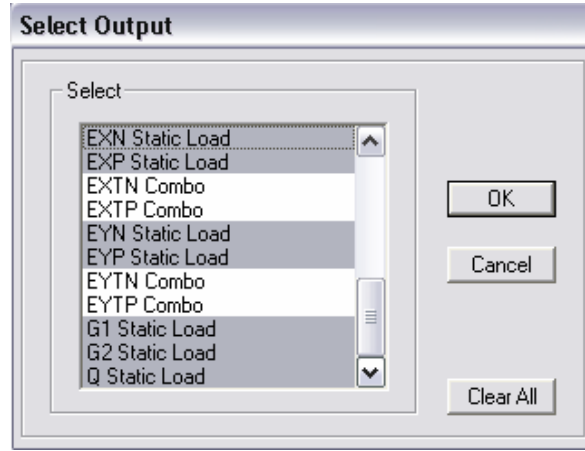
4. Yapıyla ilgili diğer değerlerin incelenmesi

- **Display** menüsünden **Set Output Table Mode** seçeneğine tıklayıp yada kısa yol tuşuna basılarak bu ileti kutucuğuna erişilir (Şekil 5.46)



Şekil 5.46: Yapı çıktılarının gösterim ileti kutusu

- Ekrana gelen **Display Output Tables** ileti kutusundaki **Building Output** seçeneğini işaretli duruma getirilir.
- **Select Load** düğmesine basarak yüklemenin seçimini sağlayan ileti kutusu ekrana getirilir.
- Buradan **EXP, EXN, EYP, EYN, G1, G2** ve **Q** yüklerini klavyeden **Ctrl** tuşuna basılarak teker teker sol Mouse tuşuyla işaretlenerek seçilip **Ok** tuşuna basılıp ekrana bilgiler getirilir(Şekil 5.47).



Şekil 5.47: Çıktıda gösterilecek etkilerin seçimi ileti kutusu

Ok düğmesine bastıktan sonra ekrana gelen ileti kutusunun sağ üst köşesindeki açılır listeden görülmek istenen değerler işaretlenmek suretiyle bunlar kontrol edilebilir.

Bu çekme listesinde **Story Shear** seçeneği seçilerek **Load** bölümünde **Define** menüsü yardımıyla tanımlanan yüklemeler görülmektedir (Tablo 5.3)

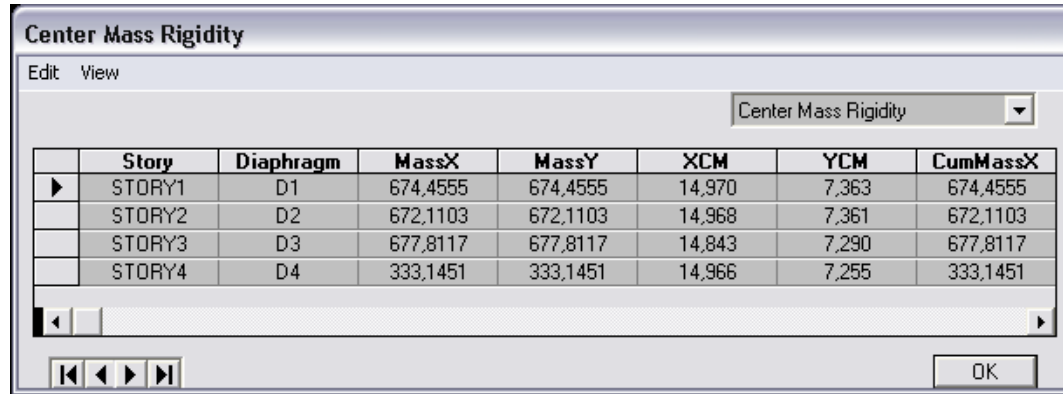
Tablo 5.3: Kat kesme kuvvetleri ileti kutusu

Story Shears							
Edit View		Story Shears					
	Story	Load	Loc	P	VX	VY	T
	STORY2	EXP	Top	0,00	-7134,79	0,00	58176,888
	STORY2	EXP	Bottom	0,00	-7134,79	0,00	58176,888
	STORY2	EXN	Top	0,00	-7134,79	0,00	46845,935
	STORY2	EXN	Bottom	0,00	-7134,79	0,00	46845,935
	STORY2	EYP	Top	0,00	0,00	-7134,79	-117033,213
	STORY2	EYP	Bottom	0,00	0,00	-7134,79	-117033,213
	STORY2	EYN	Top	0,00	0,00	-7134,79	-95787,676
	STORY2	EYN	Bottom	0,00	0,00	-7134,79	-95787,676
	STORY1	G1	Top	12657,45	0,00	0,00	0,000
	STORY1	G1	Bottom	13416,83	0,00	0,00	0,000
	STORY1	Q	Top	5663,00	0,00	0,00	0,000
	STORY1	Q	Bottom	5663,00	0,00	0,00	0,000
	STORY1	G2	Top	9021,60	0,00	0,00	0,000
	STORY1	G2	Bottom	9021,60	0,00	0,00	0,000
	STORY1	EXP	Top	0,00	-8157,91	0,00	66593,057
	STORY1	EXP	Bottom	0,00	-8157,91	0,00	66593,057
	STORY1	EXN	Top	0,00	-8157,91	0,00	53639,632
	STORY1	EXN	Bottom	0,00	-8157,91	0,00	53639,632
	STORY1	EYP	Top	0,00	0,00	-8157,91	-133870,855
	STORY1	EYP	Bottom	0,00	0,00	-8157,91	-133870,855
	STORY1	EYN	Top	0,00	0,00	-8157,91	-109583,184
	STORY1	EYN	Bottom	0,00	0,00	-8157,91	-109583,184

P bu yüklemelerden doğan kat ağırlıklarını VX, VY bu yönlerdeki kesme kuvvetini göstermektedir. T ise burulma momenti göstermektedir ve M ile başlayanlarda momenti göstermektedir. Aşağıdaki tablodan da anlaşılmaktadır ki X yönünde yükleme yapılan deprem kuvveti Y yönünde hiçbir kesme kuvvetine sebep olmamaktadır. Aynı şekilde Y yönündeki deprem yüklemesi de X yönünde kesmeye sebep olmamaktadır.

Aynı kutucuktan **Center Mass Rigidity** seçeneği tıklanarak kütleler ve kütle merkezleri ile ilgili olan değerler ekrana gelecektir (Tablo 5.4)

Tablo 5.4: Yapı kütleleri ve kütle merkezleri ileti kutusu



	Story	Diaphragm	MassX	MassY	XCM	YCM	CumMassX
►	STORY1	D1	674,4555	674,4555	14,970	7,363	674,4555
	STORY2	D2	672,1103	672,1103	14,968	7,361	672,1103
	STORY3	D3	677,8117	677,8117	14,843	7,290	677,8117
	STORY4	D4	333,1451	333,1451	14,966	7,255	333,1451

5. Mevcut olan yapının donatıların ve kesitlerin ETABS tarafından kontrol edilmesi.

Options menüsünden **Preferences** ve buradan da **Concrete Frame Design** seçeneği işaretlenir. Ekrana gelen ileti kutusunda **Design Code** açılır listesinden **ACI318-99** seçeneğine tıklayıp buralarda düzeltmeler yapılacaktır (Şekil 5.48)

Ekrana gelen ileti kutusundaki tablodan

- **PhiBending Tension** değerini **1**
- **PhiCompression Tied** değerini **1**
- **Phicompression Spiral** değerini **1**
- **PhiShear** değerini **1**

olarak değiştirip **Ok** tuşuna basarak onaylanır. Bu değişiklikler Türk yönetmeliğine yaklaşım sağlamak için değiştirilmiştir.

Concrete Frame Design Preferences

Design Code	ACI 318-99
Time History Design	Envelopes
Number of Interaction Curves	24
Number of Interaction Points	11
Consider Minimum Eccentricity	Yes
Phi (Bending-Tension)	1
Phi (Compression Tied)	1
Phi (Compression Spiral)	1
Phi (Shear)	1
Pattern Live Load Factor	0.75
Utilization Factor Limit	0.95

OK

Cancel

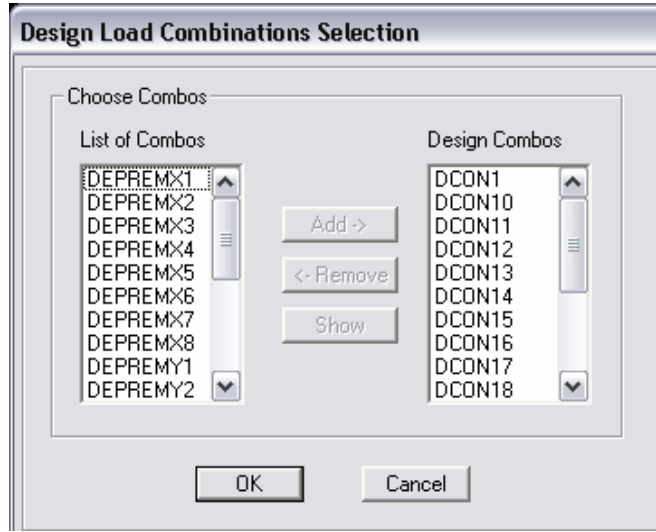
Şekil 5.48: Dizayn seçimi ileti kutusu

En son bu değerleri de Türk yönetmeliğine göre düzenleme yaptıktan sonra zaten daha önce çözümlü iç kuvvetleri belirlenen sistemin bu iç kuvvetler dahilinde kontrol etmek için;

- **Design** menüsünden **Concrete Frame Design** buradan da **Select Design Combo** seçeneğinden hangi etkilere karşı kontrol yada dizayn edileceği seçilir.
- Ekranı gelen **Design Load Combinations Selection** ileti kutusunun sağ tarafında bulunan değerleri seçerek **Remove** tuşuna basmak suretiyle bu değerler kaldırılır.
- Daha önce Türk yönetmeliğine göre tanımlanan kombinasyonlar (DUSEY, EXP.....EYN) işaretlenerek **Add** tuşuna basılır.

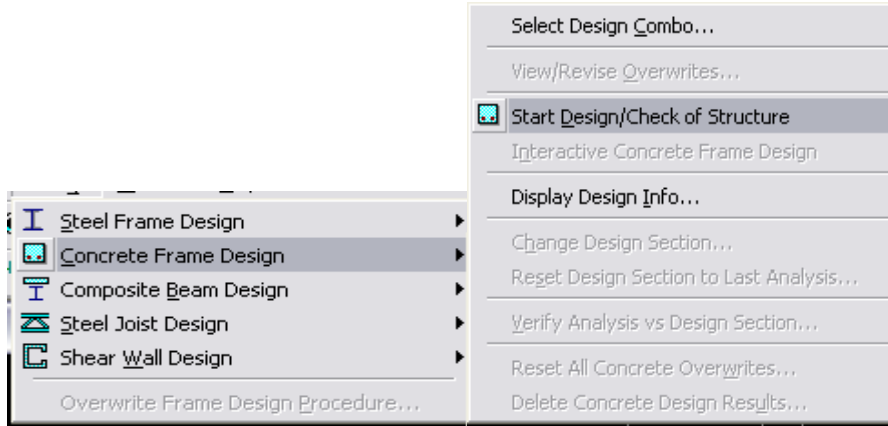
Kontroller için bu tanımlanan değerler seçilmiş olur. Bu değerler toplam 17 adettir bununda kontrol edilmesi gerekmektedir.

Aşağıda **Design Load Combination Selection** ileti kutusu ve tanımlamaları görülmektedir (Şekil 5.49)



Şekil 5.49: Dizayn kombinasyon seçimi ileti kutusu

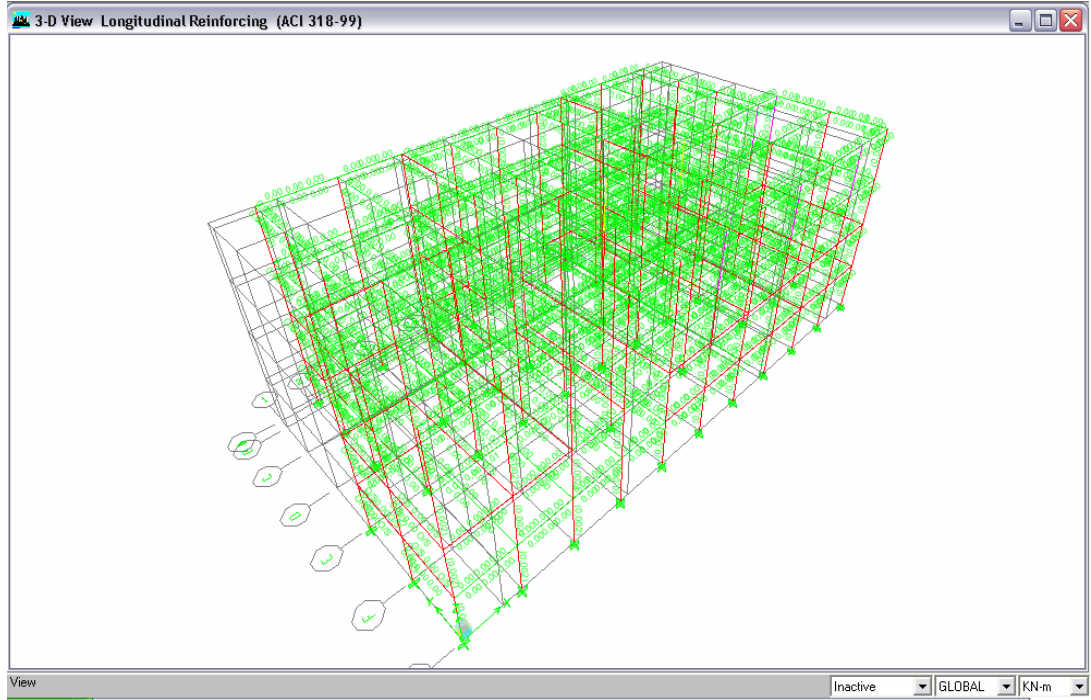
Kontroller için bütün tanımlamalar Türk yönetmeliğine göre düzeltildikten sonra **Design** menüsünden **Concrete Frame Design** ve buradan da **Start Design / Check of Structure** seçeneğine basarak kontrol edilir(Şekil 5.50)



Şekil 5.50: Betonarme dizayn menüsü

ETABS'ın kontrolü önce kirişler sonrada kolonlarda olmak üzere tüm elemanları kontrol ettiği ekrandan görülebilmektedir. Kontroller bittikten sonra kırmızı renkte olan elemanlar yetersiz donatı alanına sahip yada kesit süneklilik alanı yetersiz olan elemanlardır (Şekil 5.51). Burada yapılan kontrolden görülmektedir ki birçok eleman kırmızı renklidir ve bu yapının yetersiz olması anlamını taşımaktadır. Elemanlar hakkında detaylı bilgi almak için istenilen eleman üzerine sağ tıklanarak **Concrete Column Design Information** ileti kutucuğu ekrana gelir. Bu ileti kutucuğunda ki **Capacity Ratio** kısmından kesitin hangi oranda yetersiz olduğu görülmektedir.

Aşağıdaki C1 isimli çubuk elemanında neredeyse 3,3 kat yetersizlik görünmektedir (Şekil 5.52).



Şekil 5.51: Elemanların kontrol edilmiş durumlarının gösterimi

Concrete Column Design Information (ACI 318-99)

Story: STORY2
 Column: C1
 Section Name: S70X30

COMBO ID	STATION LOC	CAPACITY RATIO	MAJOR SHEAR REINFORCEMENT	MINOR SHEAR REINFORCEMENT
DEPREMY5	0,00	2,303	0,000	0,002
DEPREMY5	1,20	0,619	0,000	0,002
DEPREMY5	2,40	1,394	0,000	0,002
DEPREMY6	0,00	1,558	0,000	0,001
DEPREMY6	1,20	0,299	0,000	0,001
DEPREMY6	2,40	0,665	0,000	0,001
DEPREMY7	0,00	3,232	0,000	0,002

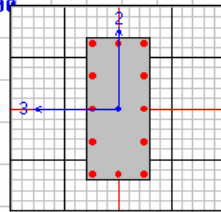
Overwrites Interaction Summary Flex. Details Shear Details Joint Shear B/C Details

OK Cancel

Şekil 5.52: Dizayn edilmiş eleman bilgileri

Aşağıdaki (Tablo 5.5) de ise ayrıntılı tasarım bilgileri görülmektedir.

Tablo 5.5: Kesit tasarım ayrıntılı gösterimleri

Concrete Design Information ACI 318-99						
File Drawing						
ACI 318-99 COLUMN SECTION DESIGN			Type: Sway Special	Units: KN-m	Units: KN-m	
Level :	STORY2		L=3,000			
Element :	C1		B=0,300	D=0,700	dc=0,030	
Station Loc :	0,000		E=28500000,00	Fc=13300,000	Lt.Wt. Fac.=1,000	
Section ID :	S70X30		Fy=191000,000	Fys=191000,000		
Combo ID :	DEPREMY7		RLLF=1,000			
Phi(Compression-Spiral):	1,000		Overstrength Factor: 1,25			
Phi(Compression-Tied):	1,000					
Phi(Tension):	1,000					
Phi(Bending):	1,000					
Phi(Shear/Torsion):	1,000					
						
AXIAL FORCE & BIAXIAL MOMENT CHECK FOR PU, M2, M3						
Capacity Ratio	Design Pu	Design M2	Design M3	Minimum M2	Minimum M3	
3,232	-40,607	179,689	-34,443	0,984	1,472	
AXIAL FORCE & BIAXIAL MOMENT FACTORS						
	Cm Factor	Delta_ns Factor	Delta_s Factor	K Factor	L Length	
Major Bending(M3)	0,442	1,000	1,000	1,000	2,400	
Minor Bending(M2)	0,400	1,000	1,000	1,000	2,400	
SHEAR DESIGN FOR U2,U3						
	Design Rebar	Shear Uu	Shear phi*Uc	Shear phi*Us	Shear Up	
Major Shear(U2)	7,366E-04	94,264	0,000	94,264	94,264	
Minor Shear(U3)	0,002	117,408	0,000	117,408	0,000	
JOINT SHEAR DESIGN						
	Joint Shear Ratio	Shear UuTop	Shear UuTot	Shear phi*Uc	Joint Area	
Major Shear(U2)	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	
Minor Shear(U3)	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	
(6/5) BEAM/COLUMN CAPACITY RATIOS						

Bu kesit için program tarafından hesaplanan moment kapasite oranı 3,232 olduğu görülmektedir. Bunun anlamı kesit mevcut durumuyla taşıması gereken yükün üç kat daha az yüke göre dizayn edilmiş anlamındadır. Mevcut bina eski bir yapı olması nedeniyle ve 1997 deki yönetmeliğin getirdiği şartları karşılayamamaktadır. 1997 yılında yapılan yönetmelikteki değişiklikler nedeniyle 1997 den önce yapılmış yapıların birçoğunun bu yönetmelik çerçevesinde değerlendirilmesi durumunda var olan yapıların yetersiz çıkacağı açıktır. Bu yapıda 1997 öncesi projelendirilmiş bir yapı olduğundan yapının 97 yönetmelik çerçevesinde güçlendirilmesi gerekmektedir.

5.6 Sonuçların Değerlendirilmesi

Bütün yapı kontrol edildikten sonra mevcut durumdaki haliyle var olan yapının yetersiz olduğu tespit edilmiştir. Ayrıntılı bilgi edinmek için herhangi bir yetersiz elemanın üzerinde sağ tıklamak suretiyle ayrıntılı bilgi elde edilebilir. Daha önce Türk deprem yönetmeliğine göre yapılan yer değiştirme kontrolünün de yetersizlik

göstermesi donatılarının ve kesit alanlarının da yetersizlik göstereceğinin bir işaretiydi fakat burada ayrıntılı kontrol yapılarak bunlar daha detaylı görülmüştür.

Herhangi bir elemanın üzerine sağ tıkladıktan sonra ekrana gelen ileti konusunda **Summary** tuşuna basılarak kesitin hangi derecede yetersiz olduğu görülür. Burada kesitin hangi deprem altında yetersiz olduğunu, kullanılan katsayıları, moment değerleri ve hangi oranda yetersiz olduğu görülmektedir. Ekrana gelen ileti kutusundaki **AXIAL FORCE/BIAXIAL MOMENT CHECK** başlığı altındaki **Capacity Ratio** kısmı altında kesitin hangi oranda yetersiz olduğu görülmektedir. Bu değerin birden küçük olması var olan mevcut kesit yeterli anlamına gelmektedir bu değer birden ne kadar büyükse kesit o oranda elverişsiz anlamındadır. Bu oranın birden büyük olması durumunda elemanlar kırmızı renkle görülmektedir.

Mevcut projede elemanların yaklaşık %90 ı kırmızı renkte ve mevcut yapı var olan haliyle bulunduğu bölge ve zemin şartlarına göre kendisine gelen deprem yüklerini taşıyamamaktadır.

6. YAPI PERFORMANSININ BELİRLENMESİ ve STATİK İTME ANALİZİ[9]

6.1 Statik İtme Analizi (Pushover Analizi) Yüklemelerinin Tanımlanması

Eşdeğer deprem yükü kullanarak yapının çözümü yapıp yapının yetersiz olduğu görülmüştü. Burada Statik İtme Analizi yapılarak binanın hangi durumda hangi performans düzeyinde olduğu ayrıntılı olarak incelenecektir.

Define menüsünden **Static Nonlinear / Pushover Cases** seçeneğine tıklanır. Ekrana gelen ileti kutusunda **Add New Case** düğmesine basılarak **Statik Nonlinear Case Data** ileti kutusu ekrana gelir (Şekil 6.1)

Static Nonlinear Case Data

Static Nonlinear Case Name PUSH1

Options

☒ Load to Level Defined by Pattern
☐ Push to Disp. Magnitude
☐ Use Conjugate Displ. for Control

Monitor: UZ, 50, STORY4

Start from Previous Case: [dropdown]

☒ Save Positive Increments Only

Minimum Saved Steps: 1
Maximum Null Steps: 50
Maximum Total Steps: 200
Maximum Iterations/Step: 10
Iteration Tolerance: 1,000E-04
Event Tolerance: 0,01

Member Unloading Method: Unload Entire Structure

Geometric Nonlinearity Effects: P-Delta

Load Pattern

Load	Scale Factor
Q	0,6
G1	1,
G2	1,
Q	0,6

Add, Modify, Delete

Active Structure

Stage	Active Group
1	ALL

Add, Modify, Insert, Delete

☐ Loads Apply to Added Elements Only

OK, Cancel

Şekil 6.1: Nonliner analiz için düşey tanımlama ileti kutusu

Ekrana gelen ileti kutusunda

Static Nonlinear Case Name kutucuğunda **PUSH1** yazılıdır. İstenirse ismi değiştirilebilir fakat burada gerek duyulmamıştır. **PUSH1** düşey yüklerin sisteme etkilerek sistemin düşey yükler altında mafsallaşma olup olmadığına bakılacaktır.

- **Options** bölümünde **Load to Level Defined by Patern** düğmesi seçilir
- **Monitor** bölümünden **UZ** ve **STORY4** seçilir.
- **Load Patern** bölümünde **G1** yüklemesini seçip çarpanı 1 olarak yazılır ve **Add** düğmesine basılarak birinci düşey yük eklenmiş olur. Aynı uygulama **G2** yüklemesi içinde yapılır.
- **Q** hareketli yükü içinde çarpan olarak 0,6 alınarak yine **Add** düğmesine basılıp hareketli yükte etki ettirilmiş olur. İleti kutusundaki diğer kısımlar aynen bırakılarak **Ok** tuşuna basılır.

Tekrar ekrana gelen ileti kutusundan **Add New Case** düğmesine basılarak yatay yükleme yani deprem yüklemesi gerçekleştirilecektir (Şekil 6.2).

- Ekrana gelen **Static Nonlinear Case Data** penceresindeki **Statik Nonlinear Case Name** **PUSH2** olarak değiştirilir. Eğer zaten bu değer varsa aynen bırakılır.
- **Options** bölünden **Push to Disp. Magnitude** düğmesi seçili duruma getirilir.
- İşaretlenen kutucuğun önündeki yazı kutucuğunda program tarafından varsayılan 0,48 değeri olduğu gibi bırakılır.
- **Monitor** bölümünden **UY** ve **STORY4** olacak şekilde düzenlenir

ETABS programı yapı yüksekliğinin %4 ünü otomatik olarak hesaplayıp bu kutuya yazmaktadır. Yani yapı bu değere kadar ötelenecektir ve bu değere ulaştığında elemanların durumuna bakılacaktır. Sistem bu ötelemeye ulaşmadan kararsız duruma da gelebilme ihtimali vardır. Böyle bir durumda kararsız durumun başladığı noktada çözüm sona erecektir.

Burada program tarafından varsayılan düğüm noktası alınacaktır istenirse bu değiştirilebilir fakat bunun bu değer kullanılması bu proje için en uygun durumdur. Çünkü kat seviyelerindeki en büyük öteleme burada oluşmaktadır.

Static Nonlinear Case Data

Static Nonlinear Case Name: PUSH2

Options

☐ Load to Level Defined by Pattern

☒ Push to Disp. Magnitude: 0.48

☒ Use Conjugate Displ. for Control

Monitor: UY, 50, STORY4

Start from Previous Case: PUSH1

☒ Save Positive Increments Only

Minimum Saved Steps: 10

Maximum Null Steps: 50

Maximum Total Steps: 200

Maximum Iterations/Step: 10

Iteration Tolerance: 1,000E-04

Event Tolerance: 0,01

Member Unloading Method: Unload Entire Structure

Geometric Nonlinearity Effects: P-Delta

Load Pattern

Load	Scale Factor
acc dir Y	-1.
acc dir Y	-1.

Add, Modify, Delete

Active Structure

Stage	Active Group
1	ALL

Add, Modify, Insert, Delete

☐ Loads Apply to Added Elements Only

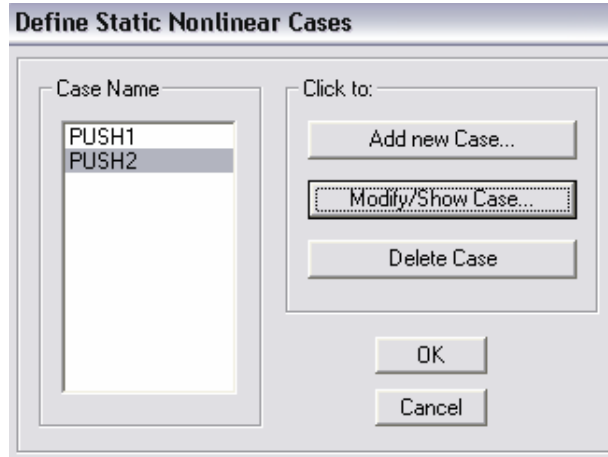
OK, Cancel

Şekil 6.2: Nonlineer analiz yatay yükleme tanımlama durumu

Start from Previos Case açılır listesinden **PUSH1** seçilir. Bunun anlamı birinci kısım sona erdikten sonra yatay yükler için hesap yapılacaktır. Eğer düşey yükler altında problem oluşursa ikinci kısım çalışmayacaktır. Birinci çözümleme tamamlandığında **PUSH2** yüklemesi **PUSH1** yüklemesinin en son değerini de alarak çözümlemeye başlar. Böylece sabit düşey yükler altında ve artan yatay yükler altında çözümleme yapılacaktır demektir.

Load Patern bölümünde **acc dir Y** yüklemesini seçip çarpan değerini -1 olarak alıp **Add** düğmesine basılarak yer ivmesi alınarak program tarafında hesap edilen yükler yapıya uygulanacaktır.

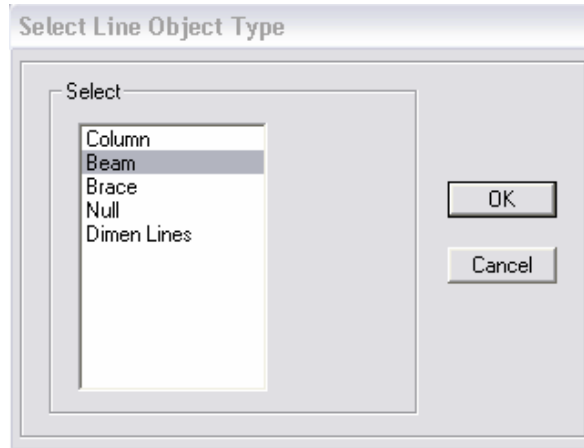
Diğer tüm özellikler varsayılan değer olarak alınıp **Ok** tuşuna basılır. Aşağıda şekilde (Şekil 6.3) tanımlamalar görülmektedir.



Şekil 6.3: Nonliner analiz tanımlanmış ileti kutusu

6.2 Doğrusal Olmayan Davranış Özelliklerinin Tanımlanması ve Atanması

Select menüsünden **by Line Object Type** seçeneği tıklanarak çizgisel eleman seçme kutucuğu ekrana getirilir (Şekil 6.4)

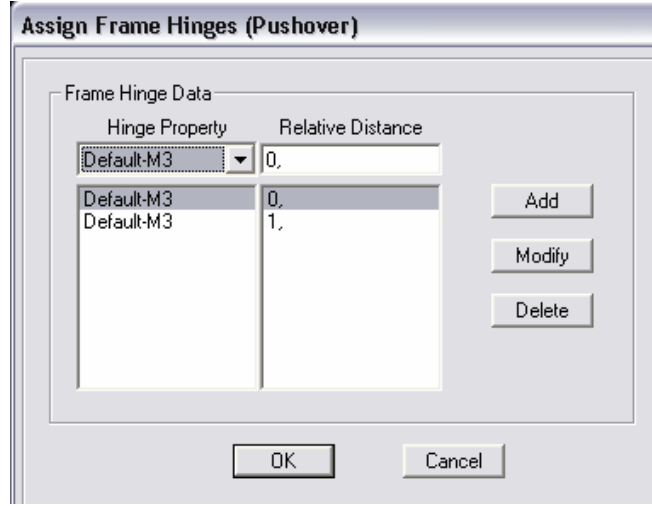


Şekil 6.4: Çizgisel eleman seçimi ileti kutusu

Bu ileti kutusunda **Beam** (kiriş) seçeneği işaretlenerek **Ok** tuşuna basılır. Bu yapıda kiriş olarak tanımlanan elemanların seçinin sağlayacaktır.

- **Assign** menüsünden **Frame / Line** başlığı altından **Frame Nonlineer Hinges** seçeneğine tıklayarak hinç tanımlama menüsü ekrana getirilir (Şekil 6.5)
- **Assign Frame Hinges** ileti kutusunun **Hinge Property** bölümüne **Default-M3** seçeneğine tıklanır.
- **Relative Distance** bölümündeki kutucuğa **0** yazıp **Add** düğmesine basılır.

- Yeniden **Relative Distance** bölümündeki kutucuğa tekrar **1** yazarak **Add** düğmesine tekrar basılır ve **Ok** tuşuna basılır.



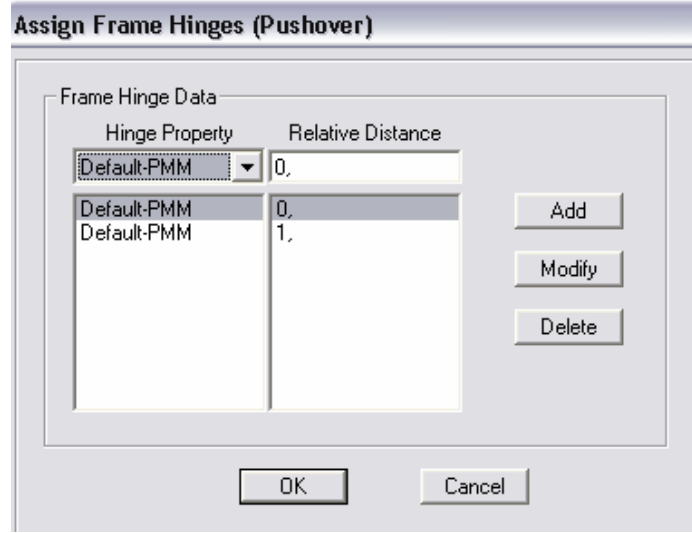
Şekil 6.5: Kiriş plastik mafsalları atama iletişim kutusu

Burada 0 değeri kirişin bir ucunu 1 değeri ise kirişin diğer ucunu ifade etmektedir. **Ok** tuşuna basarak plastik mafsalların tanımlanması tamamlanır. M3 türü mafsalları özelliği eğilme momenti etkisindeki kesitlerin doğrusal olmayan davranışını oluşturmak için kullanılmaktadır. Bu nedenle bu tür plastik mafsalları özelliği genellikle kiriş elemanlarında kullanılmaktadır.

- **Select** menüsünden **by Line Object Type** iletişim kutusundan **Column** seçeneğini tıklayarak sistemde kolon olarak tanımlanan elemanların seçilmesi sağlanır.
- **Assign** menüsünden **Frame / Line** buradan da **Frame Nonlinear hinge** seçeneğine tıklanır.
- Ekranı gelen **Assign Frame Hinges** iletişim kutusunun **Hinge Property** bölümünde **Default-PMM** seçeneğine tıklanır.
- **Relative Distance** bölümündeki kısma **0** yazıp **Add** düğmesine basılır ve tekrar aynı bölüme **1** yazılarak yine **Add** düğmesine basılır(Şekil 6.6)

Burada da yine kirişlerde olduğu gibi aynı işlemler uygulanarak kolon olarak tanımlanan çubukların her bir ucuna plastik mafsallar atanmıştır. Burada kirişlerden farklı olan kısım kolonların sadece eğilmeye değil aksel yüküne de çalışmasıdır. Bunun içindir ki **PMM** olarak mafsalları özelliği tanımlanmıştır[5,6].

PMM türü plastik mafsalları özelliği normal kuvvet ve iki eksen etrafındaki eğilme momentlerinin etkileşim yüzünü oluşturmak için kullanılır. Bu nedenle bu tür plastik mafsalları özelliği kolonlarda kullanılır. **Default-PMM** özelliği atanan elemanlarda kesit ve malzeme özelliği kullanılarak doğrusal olmayan davranış program tarafından belirlenmektedir.

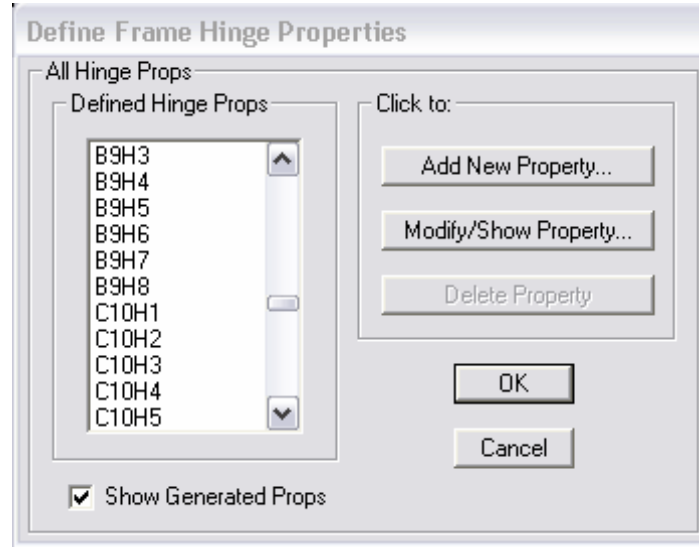


Şekil 6.6: Kolon plastik mafsalları atama ileti kutusu

Plastik mafsalların isimlendirilme şekli örneğin **C1H1**. Burada **C**, **Column** ifadesinin baş harfi, 1 kolonun numarası, **H**, **Hinges** ifadesinden ve ikinci 1 ise plastik mafsalları numarasıdır. Bu durum aynı şekilde kirişlerde de geçerlidir. Burada da **Column** ifadesinin değeri yerine **Beam** ifadesinin baş harfi gelmektedir. Örneğin kirişlerde de bu **B1H1** şeklinde gösterilmektedir.

Define menüsünden **Frame Nonlinear Properties** seçeneğine tıklayarak **Define Frame Hinge Properties** ileti kutusunun ekrana gelmesini sağlayıp, ileti kutusunun alt kısmındaki **Show Generated Props** düğmesine basılır. Bu işlemi yapmakla sonradan elemanlara atanan plastik mafsallar kutucukta görülmesini sağlamaktır (Şekil 6.7) İstenirse bunların özellikleri incelenebilmektedir.

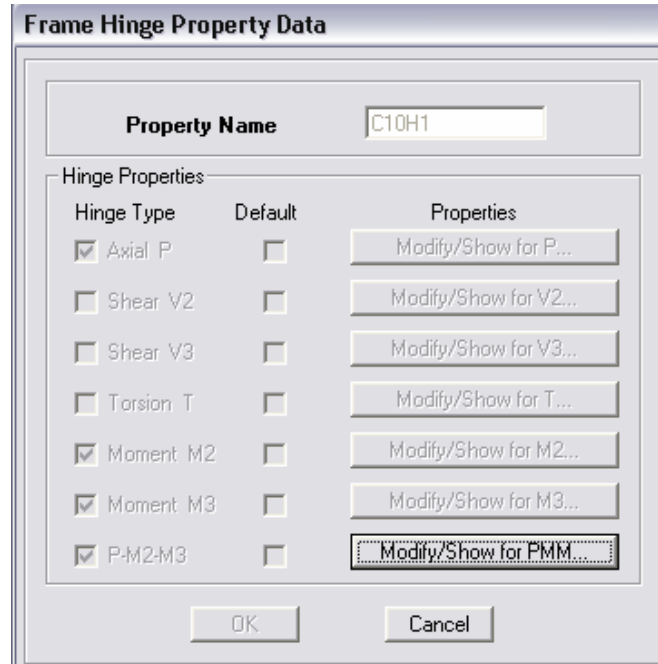
Listede bulunan kolon plastik mafsallarının herhangi birine tıklanır. Buradan **Modify / Show Property** sekmesine tıklanarak ekrana gelen ileti kutusundan **Modify/Show for PMM** düğmesine basarak plastik mafsalları özellikleri ekrana getirilir (Şekil 6.8)



Şekil 6.7: Kolon ve kiriş plastik mafsalları ileti kutusu

Oluşturulmuş olan mafsal özellikleri program tarafından varsayılan değerler ile belirlenmektedir. Kullanıcı bu değerleri inceleyerek uygunluğunun kontrol edebilir ve isterse kendisi mafsal özelliklerini belirleyebilmektedir.

Aşağıdaki şekilde bu değerler ayrıntılı olarak görülebilmektedir.



Şekil 6.8: Plastik mafsal bilgi giriş ileti kutusu

Ekrana gelen ileti kutusundan **Define / Show Interaction** seçeneğinden buradan da **Define/Show Surface** düğmesine basarak karşılıklı etki diyagramı görülebilir (Şekil 6.9).

Frame Hinge Property Data for C10H1 - PMM

Edit

Point	Moment/SF	Rotation/SF
E-	-0,2	-0,025
D-	-0,2	-0,015
C-	-1,1	-0,015
B-	-1	0,
A	0,	0,
B	1,	0,
C	1,1	0,015
D	0,2	0,015
E	0,2	0,025

☒ Hinge is Rigid Plastic
☒ Symmetric

Scaling for Moment and Rotation

☐ Use Yield Moment Moment SF Positive Negative

☐ Use Yield Rotation Rotation SF 1, Positive Negative

Acceptance Criteria (Plastic Rotation/SF)

Immediate Occupancy 2,500E-03 Positive Negative

Life Safety 7,500E-03 Positive Negative

Collapse Prevention 0,015 Positive Negative

Axial Load - Displacement Relationship

☒ Proportional to Moment - Rotation
☐ Elastic - Perfectly Plastic

Define/Show Interaction...

OK

Cancel

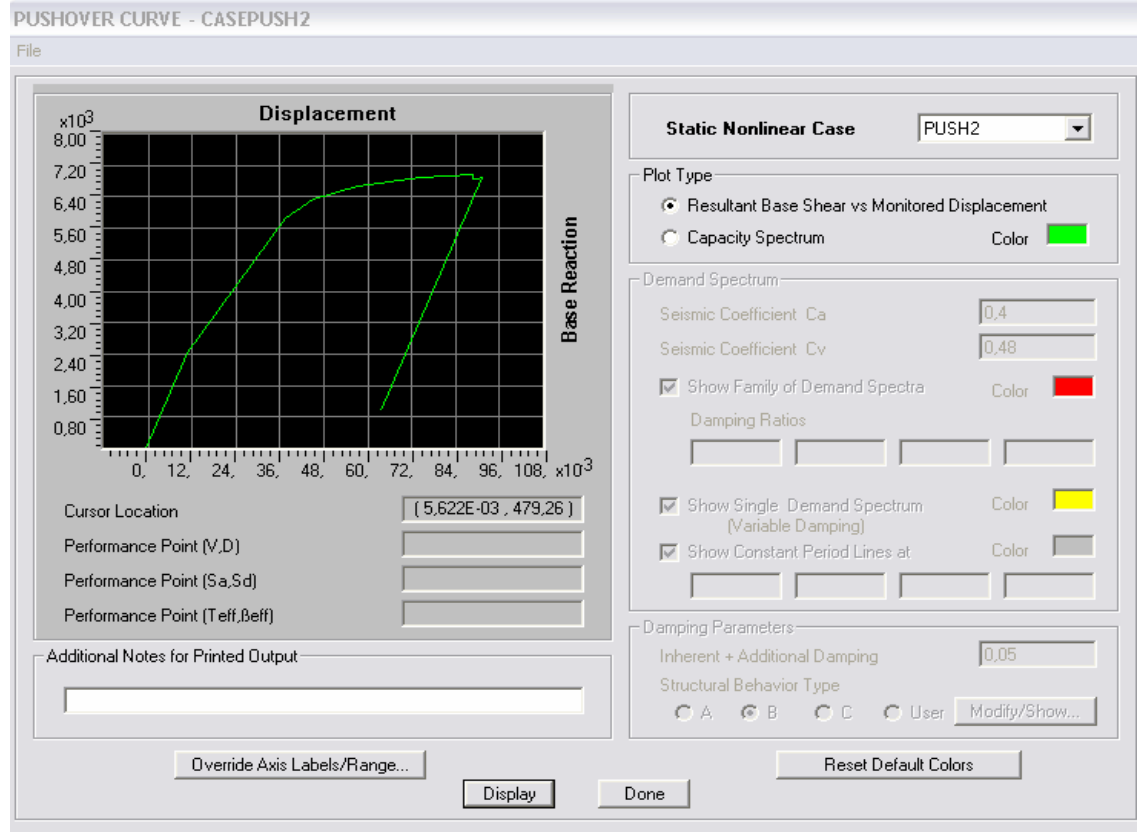
Şekil 6.9: C10H1 plastik mafsalları bilgileri ileti kutusu

6.3 Analiz Yapılması

Bütün değerler kontrol edildikten sonra **Ok** düğmesine basarak ileti kutuları kapatılır. Pushover statik itme analizini gerçekleştirmek için sistem tekrardan kaydedilir.

Analyze menüsünden **Run Static Nonlinear Analysis** seçeneğine yada ekrandaki kısa yol tuşuna basarak pushover analiz başlatılır. Analiz yapılırken pushover analizin aşamalarını gösteren ileti kutusundan hata yada uyarı olup olmadığı kontrol edilmelidir. **PUSH1** yüklemesi önce çözüldüğü daha sonra yatay yük olarak tayin edilen **PUSH2** yüklemesini çözüldüğü ekranda görülecektir ve aşamaları izlenecektir.

Çözümleme bittikten sonra **Display** menüsünden **Show Static Pushover Curve** seçeneğine tıklayarak yada kısa yol tuşuna basarak ekrana **PUSHOVER CURVE** ileti kutucuğu getirilir bu (Şekil 6.10) görülmektedir. Burada **Static Nonlinear Case** çekme menüsünden **PUSH2** yani yatay yüklemeden oluşan eğri ekrana getirilir. Eğer eğri görünmüyorsa **Display** tuşuna basarak görüntüsü ekrana getirilir. Bu ekrana gelen eğri taban kesme kuvveti ile kontrol noktası yer değiştirmesi (4.kat 50 No.lu düğüm noktasının Y yönündeki yer değiştirmesi) arasındaki ilişkiyi içeren grafikdir.

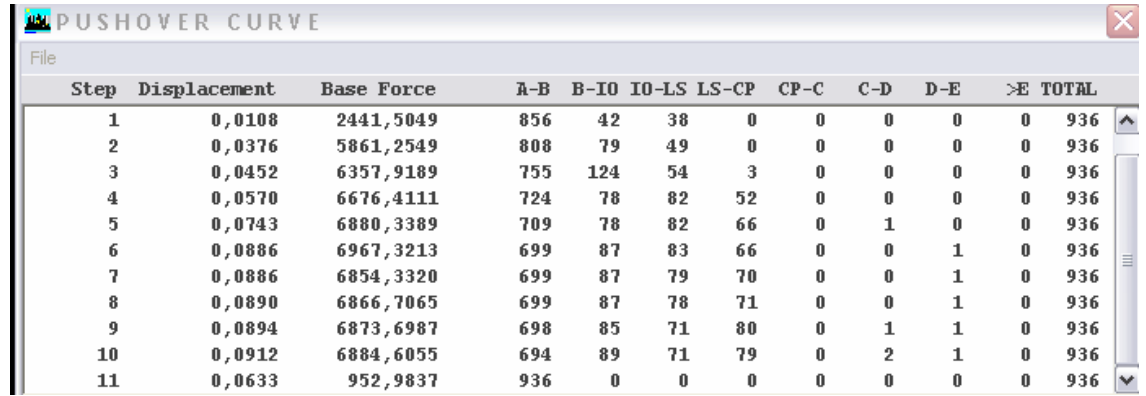


Şekil 6.10: Puhshover analizi performans diyagramı

Override Axis Label/Range düğmesine basılarak da ekrana gelen ileti kutusundan **Horizontal Range** ve **Vertical Range** kısımlarından gerekli düzenlemeler yapılarak grafiğin görünümünü daha düzenli hale getirmek mümkündür.

Grafiği oluşturan değerleri sayısal olarak örmek için ekrandaki ileti kutusunun üst bölümündeki **File** menüsünden **Display Tables** seçeneğine tıklayarak bu bilgiler görülebilir (Tablo 6.1). Bu bilgileri bir dosyaya yazdırmak için **Print Tables to File** seçeneği kullanılabilir.

Tablo 6.1: Pushover analiz diyagramı sayısal değerleri



Step	Displacement	Base Force	A-B	B-IO	IO-LS	LS-CP	CP-C	C-D	D-E	>E	TOTAL
1	0,0108	2441,5049	856	42	38	0	0	0	0	0	936
2	0,0376	5861,2549	808	79	49	0	0	0	0	0	936
3	0,0452	6357,9189	755	124	54	3	0	0	0	0	936
4	0,0570	6676,4111	724	78	82	52	0	0	0	0	936
5	0,0743	6880,3389	709	78	82	66	0	1	0	0	936
6	0,0886	6967,3213	699	87	83	66	0	0	1	0	936
7	0,0886	6854,3320	699	87	79	70	0	0	1	0	936
8	0,0890	6866,7065	699	87	78	71	0	0	1	0	936
9	0,0894	6873,6987	698	85	71	80	0	1	1	0	936
10	0,0912	6884,6055	694	89	71	79	0	2	1	0	936
11	0,0633	952,9837	936	0	0	0	0	0	0	0	936

Taban kesme kuvveti –tepe noktası yer değiştirmesi grafiğinin sayısal değerleri incelendiğinde yer değiştirmenin **0,91m** değeri için sistemin taşıyabileceği en büyük yatay yükün **6884 kN** olduğu görülmektedir.

Bu grafikteki değerlerden öyle anlaşılmaktadır ki sistemin tepe noktasının yer değiştirmesi %4 değerine ulaşmadan sistem kararsız hale gelmiştir ve çözümleme sonlandırılmıştır.

Sistemin sert zemin üzerinde bulunduğu, büyük deprem oluşturacak bir kaynağa uzaklığı 10-15 km arasında olduğu (deprem bölge katsayısı 0,4) durumunda tasarım depremi altında performans noktasını belirlenmesi için **Display** menüsünden **Show Static Pushover Curve** seçeneğine tıklayıp sonuçlar irdelenecektir.

Ekrana gelen **Pushover Curve** ileti kutusunda **Static Nonlinear Case** açılır listesinden **PUSH2** seçeneğine tıklanır ve **Display** düğmesine basarak sisteme ilişkin taban kesme kuvveti ile kontrol noktası yer değiştirmesi arasındaki grafiğin ekrana gelmesi sağlanır.

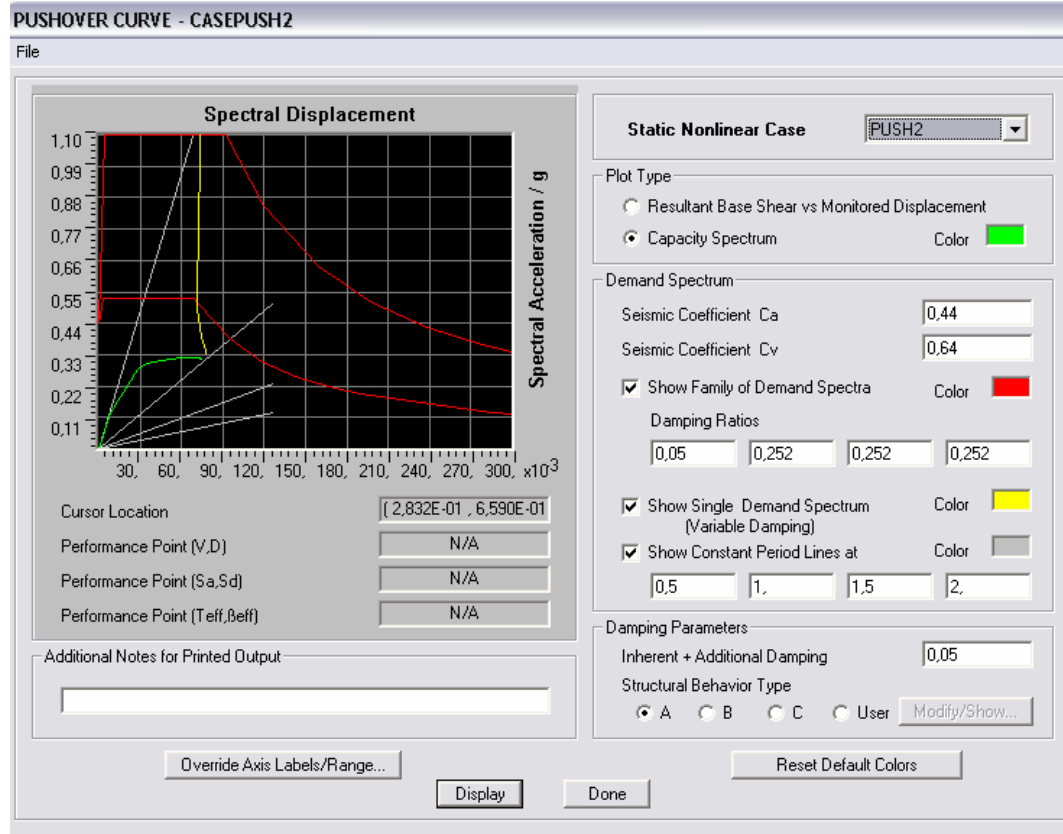
Plot Type bölümünde **Capacity Spectrum** düğmesini seçili duruma getirdikten sonra **Demand Spectrum** bölümünde (Şekil 6.11)

- **Sismic Coefficient Ca** kutucuğuna 0,44
- **Sismic Coefficient Cv** kutucuğuna 0,64

(Bu katsayılar zemin ve deprem bölgesiyle ilgili katsayılarıdır ve tablolardan elde edilmiştir)[3]. **Damping Ratio** kutusunda herhangi bir değişiklik yapmadan bırakılır. Bunun sebebi bu deprem ve bu zemin türü durumunda herhangi bir performans

noktası bulunmadığından sönümde yoktur. **Damping Parameters** bölümünden A düğmesine basılır.

Override Axis Labels/Range düğmesine basarak ekrana gelen ileti kutusundaki **Horizontal Range** ve **Vertical Range** seçenekleri altındaki minimum ve maksimum değerleri gerekli şekilde düzenleyerek spektral ivme ve spektral yer değiştirme diyagramının görünümünün düzenlenmesi yapılabilir.



Şekil 6.11: Kapasite Spektrum grafiklerinin birlikte gösterimi

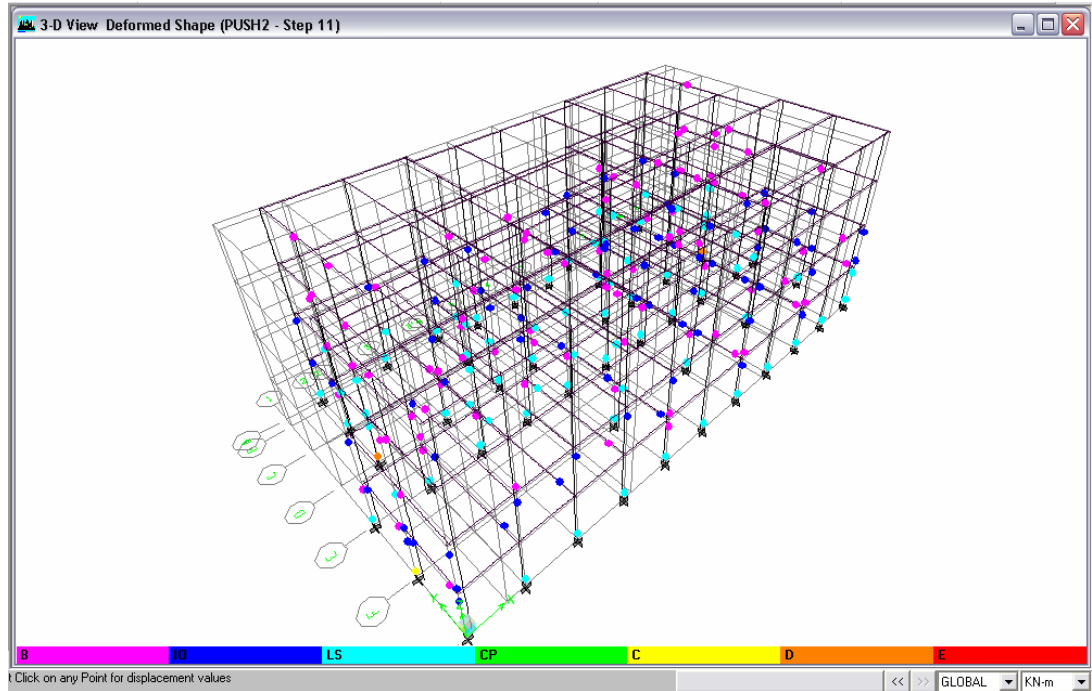
Yapıdaki plastik mafsall oluşumu durumu ise aşağıdaki şekilde (Şekil 6.12) gösterilmektedir

6.4 Sonuçların Değerlendirilmesi

Yukarıdaki bina kapasitesi ile deprem talebi eğrilerinin birlikte gösterildiği diyagrama bakarak;

Mevcut yapı var olan durumunla bu deprem bölgesinde depremin kendisinden istediği talebi yapı karşılayamadan büyük yer değiştirme ve göçmelere sebep

olmaktadır. Yapı mevcut durumuyla bunu karşılayabiliyor olsaydı deprem spektrum eğrisiyle bir kesişme durumu yani bir performans seviyesi ortaya çıkacaktı. İlk bölümdeki değerlendirmelere de dayanarak yapının performans analizinden de bu zemin sınıfı ve bu deprem bölgesi altında güçlendirilmesinin gerektiği açıkça görülmektedir. Bu performans değerlendirmesindeki amaç yapının durumunu deprem bölgesi ve zemin durumu da göz önüne alarak binanın taşıyabileceği maksimum deprem etkisini (taban kesme kuvvetini) bulmak ve bu durumyla üst yapıdaki nonlineer davranışlar incelenerek binanın durumu ve üst yapının her bir elemanının nasıl davrandığı hakkında bilgi sahibi olmak için yapılmıştır. Yapılan analizde 6880 KN kesme taşıyabileceği ortaya çıkmıştır. Yapının deprem katsayısı 0,35 olarak bulunmuştu. Bina ağırlığının 25835 KN olduğu bilindiğine göre yapının deprem katsayısını güçlendirme yoluyla yaklaşık 0,25 seviyelerine indirerek gelen deprem kuvvetleri güvenle taşınabilir seviyeye getirilmesi uygun olacaktır.

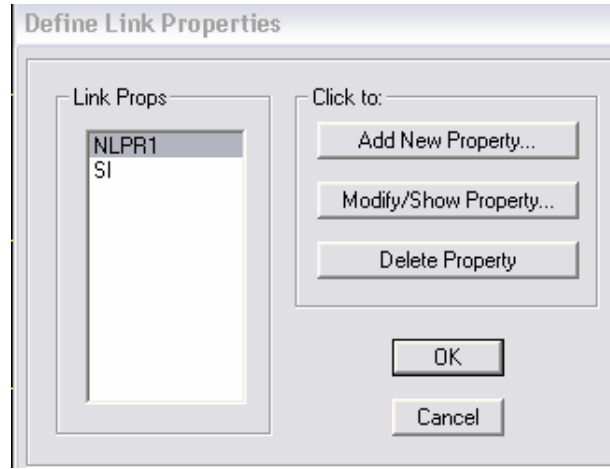


Şekil 6.12: Plastik massaların durumu

7. MEVCUT YAPININ DEPREM İZOLATÖRLERİ ALTINDA ZAMAN TANIM ALANI KULLANILARAK ANALİZİ[9]

7.1 Deprem İzolatörlerinin Tanımlanması ve Sisteme Atanması

1. **Define** menüsünden **Link Properties** seçeneğine tıklayıp **Define Link Properties** ileti kutusu ekrana getirilir (Şekil 7.1)



Şekil 7.1: Link eleman tanımlama ileti kutusu

Ekrana gelen ileti kutusunda varsayılan olarak **NLPR1** adı ile tanımlanmış olan bağlantı özelliği bulunmaktadır. Bu ileti kutusunda **Add New Property** düğmesine basarak **DIS B** tipi izolatörün özellikleri girilecek ve yapı bu izolatör altında çözümlenecek ve sonuçlar değerlendirilecektir.

Ekrana gelen **NLLink Property Data** ileti kutusundaki (Şekil 7.2)

- **Property Name** kutucuğuna tanımlamak istediğimiz izolatörün ismi istenilen şekilde değiştirilir
- **Type** bölümünden açılır listeden **İsolatör1** seçeneği tıklanır.
- **Total Mass and Weight** bölümündeki **Mass** kutucuğuna izolatörün kütlesi(0,85) girilir.

- **Directional Properties** bölümünde **Direction U1, U2 ve U3** seçenekleri işaretlenip **Nonlinear** kutucuğu da seçili duruma getirilir.

Şekil 7.2: Nonlinear link eleman bilgi ileti kutusu

2. **Modify /Show for U1** düğmesine basarak ekrana gelen **NLLink Directional Properties** ileti kutusuna izolatörün düşey karakteristikleri aşağıdaki gibi girilir.

Lineer Properties başlığı altında bulunan (Şekil 7.3)

- **Lineer Properties** 2468654 yazılır
- **Efective damping** 0,2 yazılır.

Bu değerler DIS B tipi izolatörün düşey karakteristik değerleridir ve Tablo 4.2 den alınmıştır. Bu karakteristik değerlerin nasıl hesaplandığı dördüncü bölümde ayrıntılı olarak anlatılmıştır. Aynı bölüm altında DIS A tipi izolatöründe karakteristikleri verilmiştir. Bu proje kapsamında DIS B tipi izolatör karakteristikleri kullanılmasının sebebi bu izolatörün düşey yük kapasitesini yapı kolanlarınkine göre uygun olmasındandır. Tek izolatör yerine iki tane DIS A tipi izolatörde kullanılabildi fakat bu yatay rijitliği artıracığından bu şekilde uygulama tercih edilmemiştir. Çünkü izolatörlerdeki amaç rijitliğin azaltılmasıdır.

NLLink Directional Properties

Identification

Property Name: SI

Direction: U1

Type: Isolator1

NonLinear: No

Linear Properties

Effective Stiffness: 2468654

Effective Damping: 0.2

OK Cancel

Şekil 7.3: Düşey yön izolatör karakteristik ileti kutusu

Ok düğmesine basarak düşey yöndeki tanımlama bitirilir.

3. Yatay yönlerdeki karakteristiklerin tanımlanması için **Modify / Show for U3** düğmesine basarak **NLLink Directional Properties** ileti kutusu ekrana getirilir. Bu kutucuğa DIS B tipi izolatörün yatay karakteristikleri girilir (Şekil 7.4)

- **Lineer Properties** başlığı altındaki;
- **Efective Stifness** kutucuğuna 1180,9
- **Nonlineer Properties** başlığı altındaki;
- **Stiffness** kutucuğuna 6808
- **Yield Strength** kutucuğuna 127
- **Post Yield Stifness Ratio** kutucuğuna 0,1 yazılarak **Ok** tuşuna basılır.

Bu işlem U2 yönü için yapılmıştır. İzolatörün diğer yöndeki karakteristikleri de aynı olması sebebiyle U3 yönü içinde aynı işlemler tekrarlanarak aynı değerler girilmek suretiyle U3 yönü içinde karakteristik tanımlamaları tamamlanmış olur. Burada verilen değerler DIS B tipi izolatörün sabit karakteristik değerleridir. Bu değerler izolatörün firma tarafında verilen düşey yük ve yatay öteleme değerleri göz önüne alarak kauçuk ve kurşun çekirdeği karakteristik akma dayanımları ve alanları

kullanılarak hesaplanmıştır. Bu projede DIS A tipi izolatörün kullanılmama nedeni bu izolatörün düşey yükler altında kolonlardan gelen yüklere elverişli olmamasıdır.

NLLink Directional Properties

Identification

Property Name: SI

Direction: U2

Type: Isolator1

NonLinear: Yes

Linear Properties

Effective Stiffness: 1180,9

Effective Damping: 0,2

Shear Deformation Location

Distance from End-J: 0,

Nonlinear Properties

Stiffness: 6808,

Yield Strength: 127,

Post Yield Stiffness Ratio: 0,1

OK Cancel

Şekil 7.4: İki yönü izolatör karakteristik bilgi girişi ileti kutusu

Yukarıdaki şekilde yatay izolatör karakteristiklerinin nasıl girildiği görsel olarak gösterilmiştir.

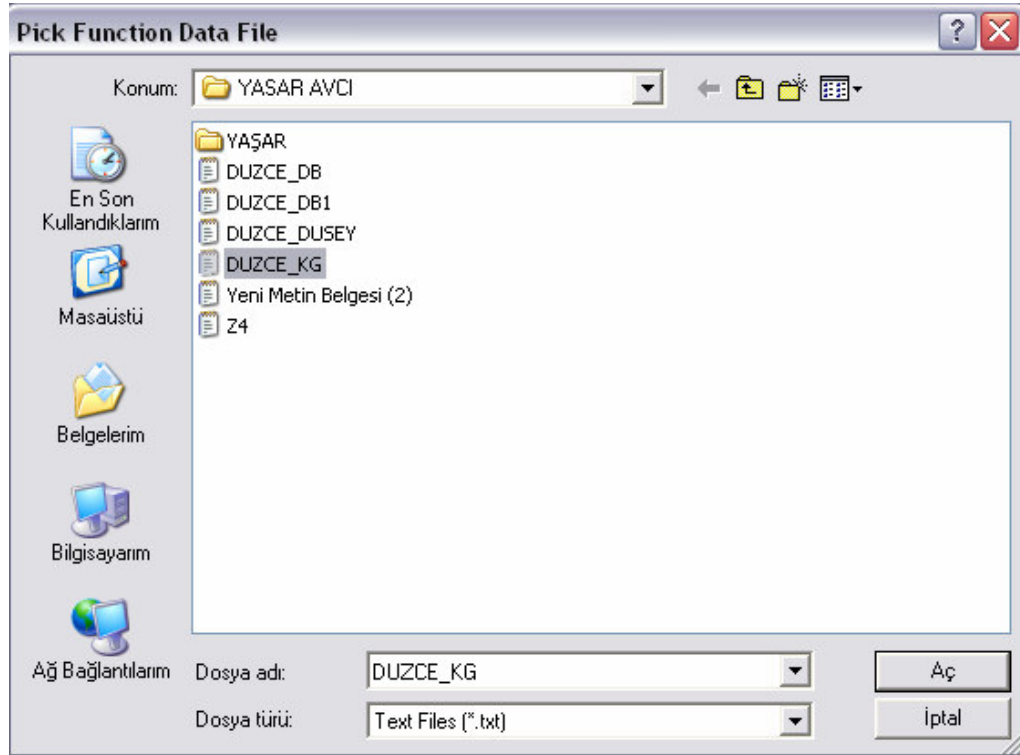
İzolatör kullanılan sistemlerde kolonların alt uçlarını bağ kirişleriyle bağlamak ve bu kot seviyesinde de döşeme oluşturarak oluşturulan bu sistem altına izolatör yerleştirilmesi çok daha uygun sonuçlar vermektedir. Aksi taktirde alt kolonlar konsol eleman gibi çalışarak elverişsiz kesme ve dolayısıyla moment oluşması kaçınılmazdır. Bu seviyede de rijit diyafram tanımlamak kolon alt uçlarının hepsinin birlikte hareket etmesini sağlayacaktır ve kolonların birbirinden bağımsız çalışmasını önleyecektir.

Sistemin anlatılan şekilde tanımlanması üst yapının komple bir rijit kütle gibi hareket etmesi için daha elverişli bir yöntemdir. İzolatörlerin amaçları zaten üst yapının rijit

cisim gibi hareket etmesini sağlayarak iç kuvvetlerin azaltılması prensibine dayanmaktadır. Üst yapıdaki katlar arası rölatif yer değiştirmeler azalırken izolatördeki yer değiştirme nedeniyle toplam yer değiştirmenin fark edilir seviyede artması beklenmektedir. İzolatör depremde yapacağı bu büyük yer değiştirmeye deprem kuvvetlerini kendi içinde soğurup üst yapıya iletilmemesini sağlamayı amaçlamaktadır. Büyük yer değiştirmelerden dolayı zaten büyük periyot ve büyüyen periyoda karşı gelen spektrum katsayısındaki azalma ve dolayısıyla deprem kuvvetlerindeki azalma hedeflenmektedir.

4. Düzce depremi kayıtlarının zaman tanım alanında analizi için sisteme tanımlanması

- **Define** menüsünden **Time History Function** seçeneğine tıklanarak ekrana gelen **Define Time History Function** ileti kutusunda **Add Function from File** seçeneğine tıklanır.(Şekil7.6)
- Ekrana gelen ileti kutusundan **Function Name** yazı kutucuğuna DUZCEKG yazılır.

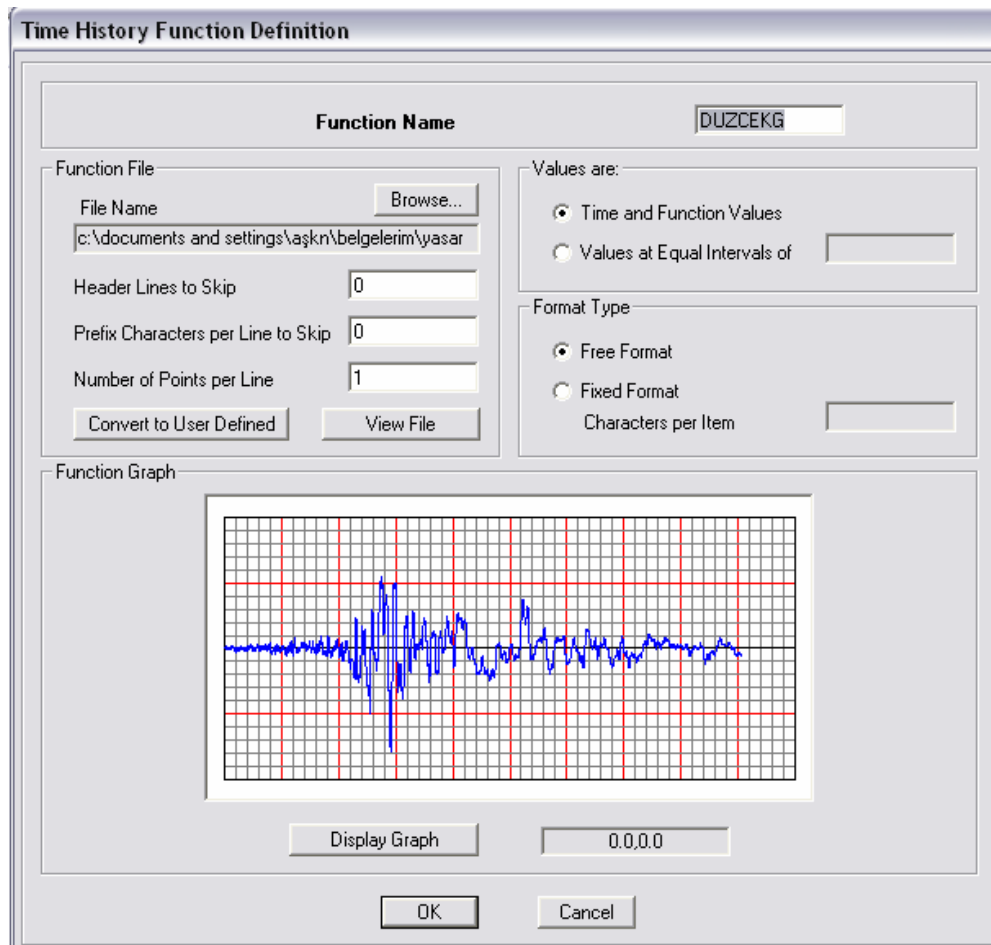


Şekil7.5: Zaman tanım alanı fonksiyonunu dosyadan alma

- Kuzey-güney yönündeki depremin kaydını **Browse** düğmesine basarak ekrana gelen ileti kutusundan DUZCE_KG kaydı seçilir (Şekil 7.5)

Bu projede kullanılan deprem ivme kayıtları 17.08.1999 tarihinde Düzce Meteoroloji istasyonunda kaydedilmiş doğu-batı ve kuzey-güney doğrultularını içeren ivme kayıtlarıdır. Değerler m/s^2 boyutlarındadır. En büyük ivme değeri doğu-batı bileşen için 3.73 m/s^2 , kuzey-güney bileşeni için 3.14 m/s^2 dir. Toplam 5437 satırdan oluşmaktadır ve zaman aralığı 0.005s dir.

- **Function File** başlığı altındaki **Number of Points per Line** kutucuğuna 1 yazılıp dosyada her bir satırda zaman ve ivme değerleri olmak üzere tek bir değer bulunduğu belirtilmiştir. Bu başlık altındaki diğer bölümler olduğu gibi bırakılır.



Şekil 7.6: Zaman tanım alanı kuzey-güney fonksiyon tanımlama ileti kutusu

- **Values are** bölümünde **Time and Function Values** seçeneği seçili duruma getirilir. Bu seçeneğin seçilmesinin sebebi dosyada her bir satırda zaman ve ivme değerleri bulunduğu içindir.
- **Format Type** bölümü altındaki **Free Format** seçeneği işaretlenir.

Display Graph düğmesine basarak ileti kutusunda zamana göre ivmenin değişim grafiği görülebilir.

Ok düğmesine basarak Düzce kuzey-güney deprem ivme kaydı programa tanıtılmış olur. Time history analizi tanımlaması yapılırken bu değerler seçilerek tanımlanan bu değerlere göre analiz yapılacaktır.

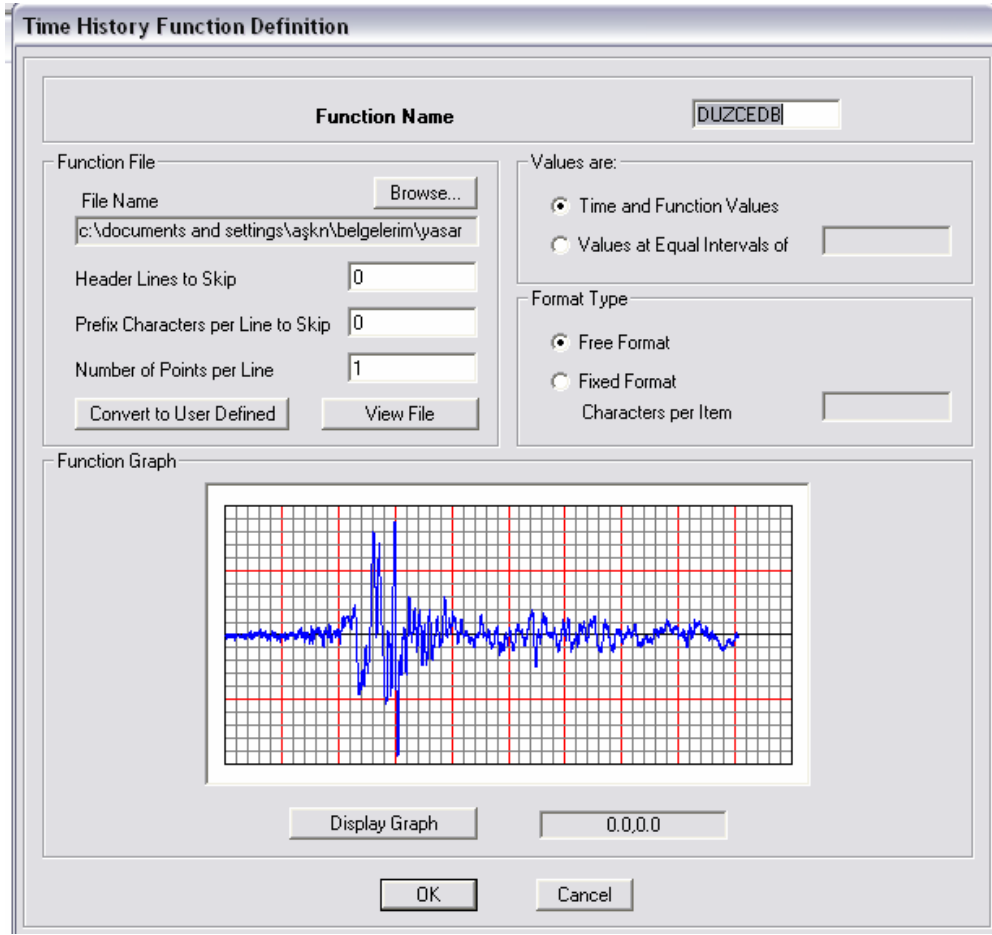
5. Kuzey-güney yönündeki deprem kaydının girişi tamamlandıktan sonra yeniden ekrana gelen **Define Time History Functions** ileti kutusundan doğu-batı yönündeki deprem ivme kaydını girmek için tekrar **Add Function from File** seçeneğine tıklanır.

Ekrana gelen ileti kutusundaki;

- **Function Name** kutusuna bu yöndeki deprem ismi(DUZCEDB) yazılır
- **Browse** tuşundan aynı yöndeki deprem kaydı seçilir
- **Number of Points per Line** yazı kutucuğuna 1 yazılır
- **Values are** bölümünden **Time and Function Value** seçir
- **Format Type** bölümünden **Free Format** seçeneği işaretlenir
- **Display Graph** tuşuna basarak grafik ekranda görülür.

Diğer kısımlar olduğu gibi bırakılarak **Ok** tuşuna basılıp doğu-batı yönündeki deprem ivme kayıtlarının girişleri de kuzey-güney deprem kayıtlarının girişinde uygulanan adımların aynısı uygulanarak bu deprem ivme kayıtları da programa tanıtılmış olur. Aşağıdaki şekilde girişlerin nasıl tanımlandığı görülmektedir (Şekil7.7).

Yatay yönlerdeki deprem kayıtlarının girişi tamamlandıktan sonra düşey yönde de fonksiyon tanımlanacaktır.



Şekil 7.7: Zaman tanım alanı doğu-batı fonksiyon tanımlama ileti kutusu

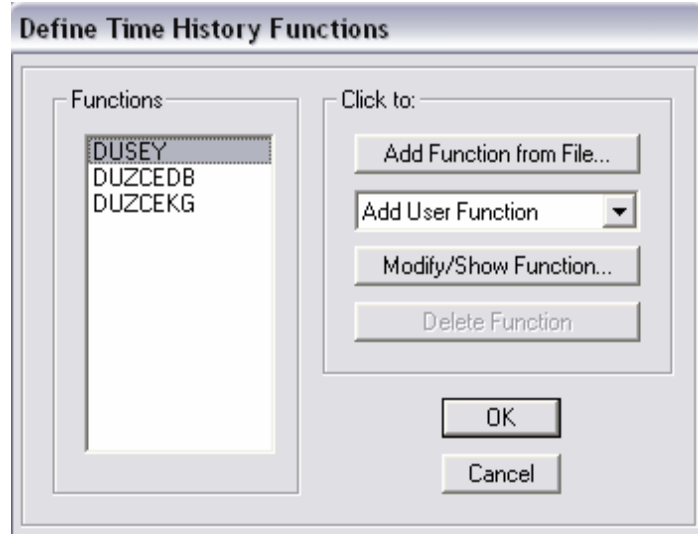
6. Düşey yöndeki fonksiyonu tanımlamak için ekrana gelen **Define Time History Function** ileti kutusundaki açılır listeden **Add Ramp Function** seçeneğine tıklanır.

Ekrana gelen **Time History Function Definition** ileti kutusundaki;

- **Function Name** kutucuğuna tanımlanacak fonksiyon ismi yazılır(DUSEY)
- **Convert to User Defined** düğmesine basılarak değerler elle girilecektir
- Birinci değer olarak **Time 0, Value 1** değeri girilir
- İkinci değer olarak **Time değeri 1, Value değeri 1** girilir
- Diğer var olan değerlerin hepsi **Delete** tuşu ile silinir

Bu girilen değerler **Add** tuşu ile sonradan eklenip girilebileceği gibi **Modify** tuşu ile de program tarafından var olan değerleri değiştirmek suretiyle de girilebilir. Burada

sonuç olarak birinci satırı (0,1) ve ikinci satırda (1,1) olarak düzenlenmiş olmalıdır. **Ok** tuşuna basarak düşey yöndeki tanımlamayı da bitirmiş oluyoruz. Bu tanımlamada bittikten sonra doğu-batı, kuzey-güney ve düşey olmak üzere toplam üç adet fonksiyon tanımlanmış olmaktadır (Şekil 7.8)



Şekil 7.8: Zaman tanım alanı fonksiyonları

7. Zaman tanım alanında nonlinear ve dinamik analiz parametrelerinin tanımlanması.

Analyze menüsünden **Set Analysis Options** seçeneğine tıklayarak ekrana gelen ileti kutusundan **Dynamic Analysis** kutucuğu seçili duruma getirilir. Buradan **Set Dynamic Parameters** düğmesine basılır.

Ekrana gelen ileti kutusuna;

- **Number of Modes** seçeneğine 40 yazılır
- **Type of Analysis** bölümünden **Ritz Vectors** seçilir
- **Starting Ritz vectors** bölümü altında **List of Load** kısmından **Ritz Load Vectors** bölümüne **ACCEL X**, **ACCEL Y** ve **ACCEL Z** seçenekleri işaretlenerek **Add** düğmesine basılmak suretiyle aktarılır.
- **Include Nonlinear Link Vector** seçilir
- **Ok** düğmesine basılarak analiz parametreleri ayarlanmış olur.

Aşağıda dinamik analiz parametreleri ileti kutusu görülmektedir (Şekil 7.9).

Şekil 7.9: Dinamik analiz parametreleri ileti kutusu

Dinamik analiz parametreleri tanımlandıktan sonra Zaman tanım alanında analiz tanımı için;

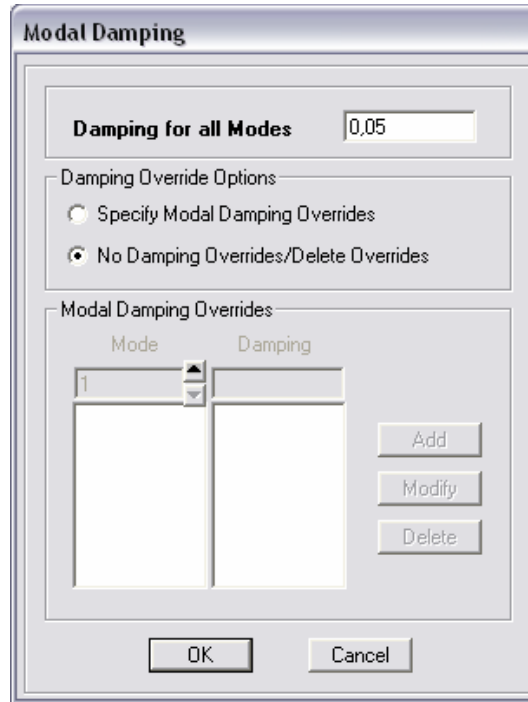
8. Düşey yükler için tanımlama yapılması için **Define** menüsünden **Time History Cases** seçeneğine tıklanır.

Ekrana gelen ileti kutusundan **Add New History** seçeneğine basılarak ilk olarak düşey yükler için tanımlama yapılacaktır.

Ekrana Gelen **Time History Case Data** ileti kutusuna;

- **History Case Name** ileti kutusuna analiz ismi(DUSEY) yazılır.
- **Analysis Type** bölümünden nonlineer analiz yapıldığından **Nonlinear** seçeneği seçilir.
- **Modal Damping** bölümünden **Modify/Show** düğmesine basılıp ekrana gelen yeni ileti kutucuğunun **Damping for All Modes** yazı kutucuğuna 0,05 değeri girilip **Ok** tuşuna basılır.

Aşağıda modal sönümün ileti kutusuna nasıl girildiği verilmiştir (Şekil 7.10).



Şekil 7.10: Modal sönüm ileti kutusu

Sönüm değerleri ileti kutusunda görüldüğü ve anlatıldığı gibi girildikten sonra ekran tekrar **Time History Case Data** ileti kutusu gelecektir. Bu ileti kutusundaki değerleri aşağıdaki adımları takip ederek ve verilen şekle bakarak giriş tamamlanır. Aşağıda (Şekil 7.11) de nasıl giriş yapıldığı görülmektedir

- **Number of Output Time Steps** kutucuğuna 100 yazılır.
- **Output Time Step Size** kutucuğuna 0,1 yazılır
- **Load Assignment** bölümündeki **Load** bölümünden **G1** seçeneğine tıklanarak **Function** bölümünden **DUSEY** seçeneği işaretlenir
- **Scale Factor** kutucuğuna 1 yazıp **Add** düğmesine basılır ve son 2 işlem **G2** içinde tekrarlanır
- **Load** bölümünden **Q** yükü seçilir ve **Function** bölümünden de **DUSEY** seçilir.
- **Scale Factor** kutucuğuna 0,6 yazarak **Add** Düğmesine basılır.
- **Ok** tuşuna basılır işlem tanamlanır

Time History Case Data

History Case Name DUSEY

Options

Analysis Type: Nonlinear

Modal Damping: Modify/Show...

Number of Output Time Steps: 100

Output Time Step Size: 0.1

Start from Previous History: ☐

Load Assignments

Load	Function	Scale Factor	Arrival Time	Angle
G1	DUSEY	1.	0.	
G1	DUSEY	1.	0.	
G2	DUSEY	1.	0.	
Q	DUSEY	0.6	0.	

Add Modify Delete

OK Cancel

Şekil 7.11: Zaman tanım alanı düşey yükleme durumu tanımlama ileti kutusu

Düşey yöndeki tanımlamalar bittikten sonra yatay deprem yükü için tanımlamalar yapılacaktır.

9. Yatay yönde tanımlama yapmak için **Define Time History Cases** ileti kutucuğundan **Add New History** seçeneğine basılır.

Ekrana gelen **Time History Case Data** ileti kutusunun (Şekil 7.12);

- **History Case Name** kutusuna yatay yükler için isim (**DEPREM**) yazılır.
- **Analysis Type** bölümünden **Nonlinear** analiz yapılacağından **Nonlinear** seçeneği tıklanır.
- **Modal Dampig** bölümünden **Modify/Show** düğmesine basarak sönüm oranları girilir.
- **Damping for all Modes** kutucuğuna 0.05 yazılır. **Damping Override Options** bölümünden **Specify Modal Damping Overrides** kısmını seçili duruma getirir.

- **Modal Damping Overrides** bölümünde **Mode** kutucuğuna 1, **Damping** kutucuğuna 0,2 yazılıp **Ok** düğmesine basılır ve aynı işlem 2. ve 3. modlar içinde tekrarlanır.
- **Ok** düğmesine basılarak yeniden **Time History Case Data** ileti kutucuğuna dönülür.
- **Number of Output Time Steps** kutucuğuna 5437 yazılır.
- **Output Time Step Size** kutucuğuna 0.005 yazılır. Bunun sebebi deprem kaydının 0.005 saniye arayla kaydedilmiş 5437 deprem verisi için hesap yapılması içindir.
- **Start from Previous History** bölümünden daha önce tanımladığımız **DUSEY** yük durumu seçilerek bir başlangıç noktası verilmiş olur.

Time History Case Data

History Case Name DEPREM

Options

AnalysisType: Nonlinear

Modal Damping: [Modify/Show...](#)

Number of Output Time Steps: 5437

Output Time Step Size: 0,005

Start from Previous History: DUSEY

Load Assignments

Load	Function	Scale Factor	Arrival Time	Angle
acc dir 1	DUZCEKG	1,	0,	0,
acc dir 1	DUZCEKG	1,	0,	0,
acc dir 2	DUZCEDB	1,	0,	0,

Add Modify Delete

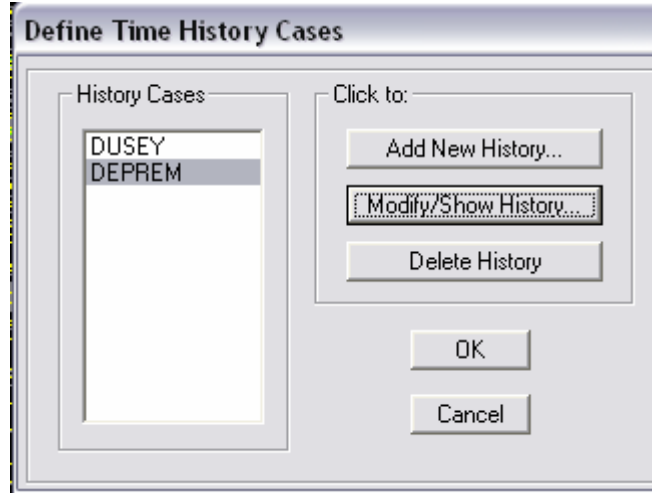
OK Cancel

Şekil 7.12: Zaman tanım alanı deprem yüklemesi tanımlama ileti kutusu

- **Load Assignment** bölümünden **Load** sekmesi altında **acc dir 1** seçeneği seçilir.

- **Function** bölümünden DUZCEKG seçeneği seçilir.
- **Scale Factor** kutusuna 1 yazılarak **Add** düğmesine basılır.
- **Load** bölümünden **acc dir 2** seçeneği seçilir.
- **Function** bölümünden diğer yöndeki deprem (DUZCEDB) seçilir.
- **Scale Factor** kutusuna 1 yazıp **Add** düğmesine basılır

Bu işlemler tamamlandıktan sonra **Ok** tuşuna basarak düşey ve deprem yükleri için tanımlama da bitirilmiş olur (Şekil 7.13)



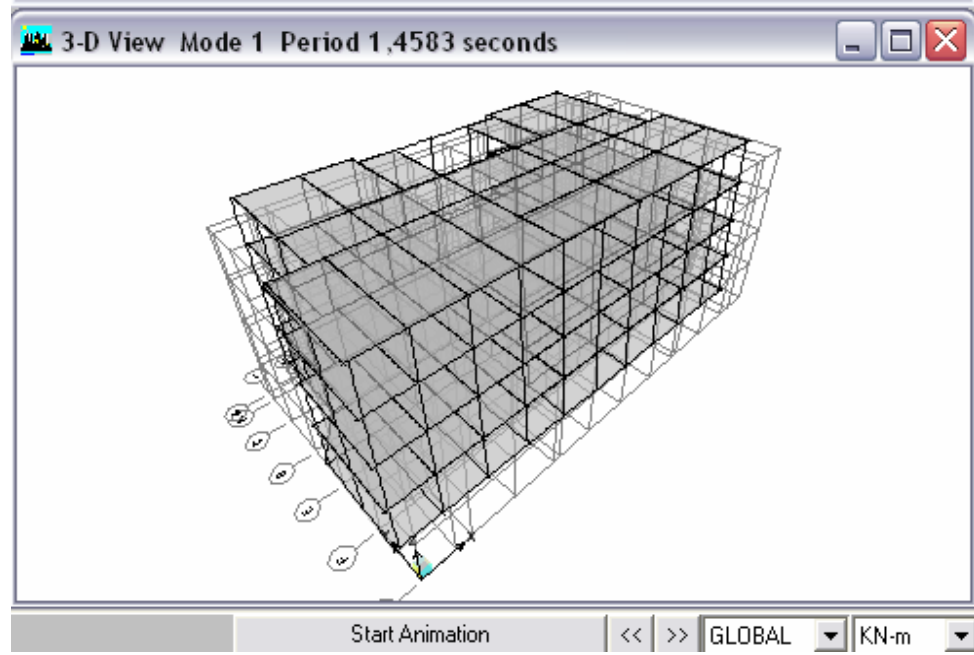
Şekil 7.13: Zaman tanım alanı yatay ve düşey yükleme tanımlanmış ileti kutusu

Ekrana gelen **Define Time History Cases** ileti kutusunda iki adet (DUSEY ve DEPREM olmak üzere) tanımlama bulunmaktadır. Bu ileti kutusuna da **Ok** denilerek işlem bitirilmiş olur. Sistem son haliyle kaydedilerek çözülür.

7.2 Analiz Yapılması

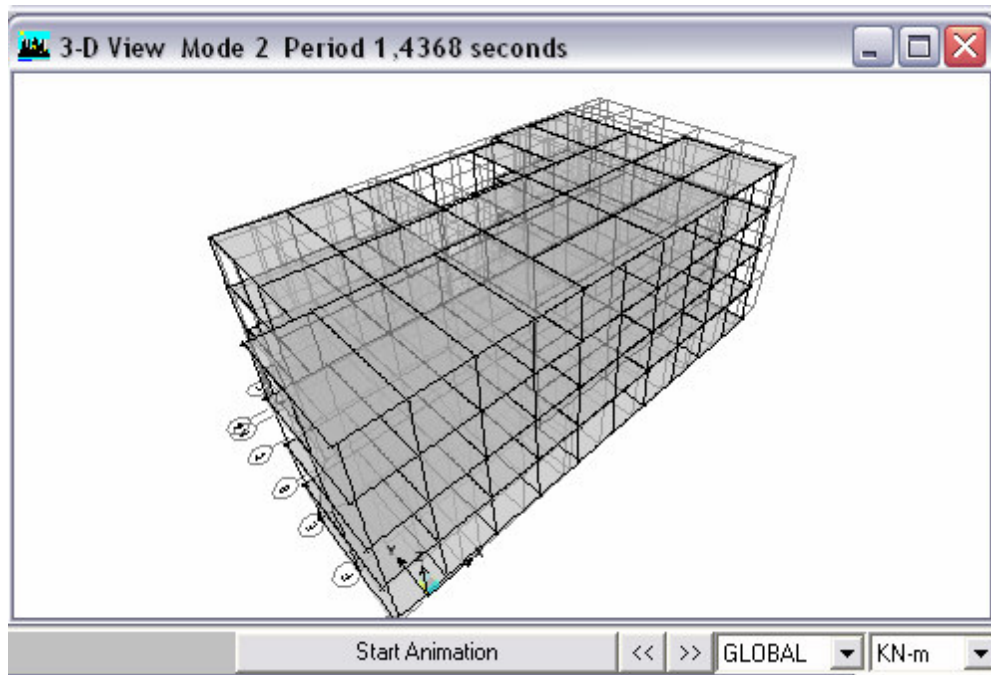
Bütün işlemler bittikten sonra sistem son haliyle kaydedilir ve **Analyze** menüsünden **Run Analyze** tuşuna basarak analiz işlemi yapılır. Ekranda Zaman tanım alanı için girilen değerlerin nasıl çözümlendiği takip edilebilir. Analiz sona erdikten sonra yapının mod şekli şekil değiştirmiş hali deprem ve düşey yüklerden meydana gelen etkiler daha önce anlatılan bölümdeki kısımlar izlenerek değerlendirme yapılabilir.

- Yapının birinci periyodu **1,458 s** (Şekil 7.14)
- İkinci periyodu ise **1,437 s** (Şekil 7.15) olduğu aşağıda görülmektedir



Şekil 7.14: Taban izolatörlü yapının birinci mod şekli ve periyodu

Display menüsünden **Show Mode Shape** seçeneğine tıklayarak ekrana gelen **Mode Shape** ileti kutusunun **Mode Number** yazı kutucuğuna hangi modun sayısal değeri görülmek isteniyorsa o modun numarası yazılarak ekrana bilgiler getirilebilir.



Şekil 7.15: Taban izolatörlü yapının ikinci mod şekli ve periyodu

Yine daha önceden de tanımlandığı gibi ekranın sağ alt köşesindeki **Start Animation** tuşuna basılarak yapının mod sekli, hangi yönde olduğu ve yapının nasıl hareket ettiği görülebilir. Yukarıda birinci ve ikinci moda ait değer görülmektedir.

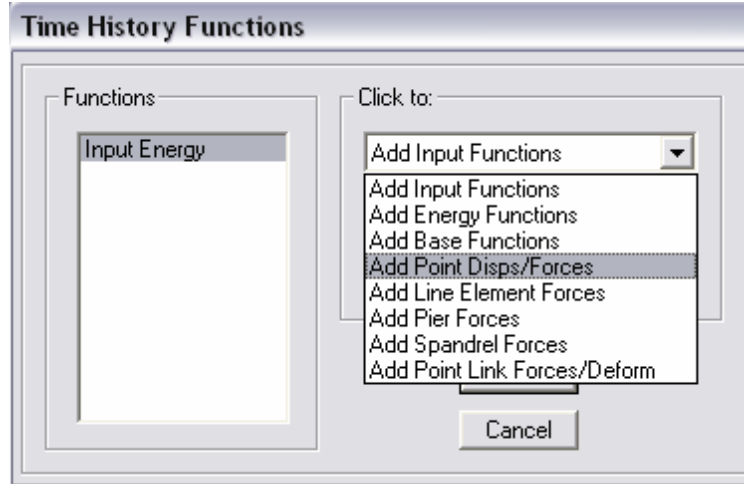
Yukarıdaki değerler incelendiğinde yapı birinci ve ikinci modlarının yaklaşık üç katına çıktığı ve yapının mod şekline bakıldığında ise üst yapının rijit cisim olarak hareket ettiği görülmektedir.

7.3 Zaman Tanım Alanındaki Çözümün İncelenmesi ve Sonuçlar

1. Taban izolatörü seviyesinde ve en üst kat seviyesindeki yer değiştirme zaman grafiğinin görülmesi

Define menüsünden **Show Time History Traces** seçeneğine yada kısa yol tuşuna basarak ekrana gelen **Time History Display Definition** ileti kutusundan **Define Function** seçeneğine basıp yer değiştirme ve taban kesme kuvvetiyle ilgili bazı tanımlamalar yapılacaktır.

Ekrana gelen **Time History Function** ileti kutusunun açılır listesinden **Add Point Disps/Forces** seçeneğine tıklanır (Şekil 7.16)



Şekil 7.16: Zaman tanım alanı analizi yer değiştirme tanımlama ileti kutusu

Time History Point Function ileti kutusunun;

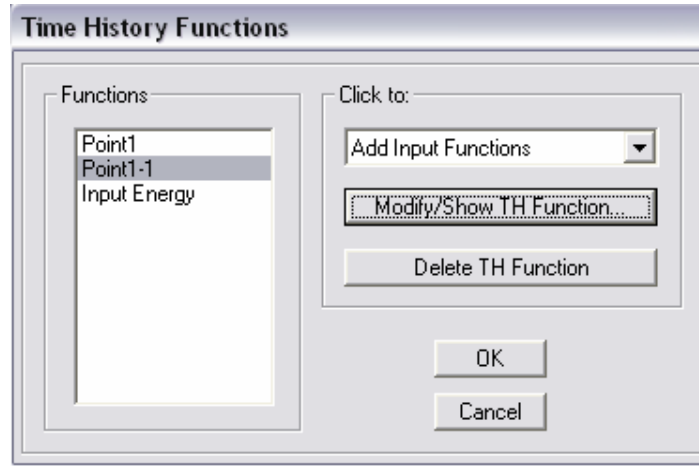
- **Story ID** bölümünden **STORY4** seçilir
- **Point ID** kutucuğuna **1** yazılır. (Burada 1 düğüm noktası kat düzlemi içinde en fazla yer değiştirme yapan noktadır. Bu noktayı seçmekle sadece bu

noktanın değerlerine bakılır. Hangi düğüm noktasının durumu bilinmek isteniyorsa o seçilebilir)

- **Vector Type** bölümünden **Displ** seçeneği işaretlenir.
- **Component** bölümünden **UY** seçilir.

Bu işlemler yapılarak 1 düğüm noktasının Y yönündeki 4. kat seviyesinde yer değiştirme durumu incelenecektir. Bu yapıda zayıf yön Y yönü olduğundan bu yöndeki inceleme daha gerçekçi bir yaklaşım sağlayacaktır. En çok yer değiştirme yapan yönde tespit edilen yer değiştirme izolatörün sınır yer değiştirmesini geçmemesi gerekmektedir. Aksi takdirde uygulaması yapılan izolatör kullanışsız duruma gelecektir.

Yukarıda tanımlanan adımların ilk maddesinde (sadece **Story ID** bölümüne **BASE** yazılarak) yapı tabanını seçerek izolatör seviyesindeki yer değiştirme için tanımlama eklenir. Burada izolatör seviyesindeki yer değiştirme ve yapının en üst katındaki yer değiştirme kıyaslanarak gösterilecektir (Şekil 7.17)



Şekil 7.17: Zaman tanım alanı analizi yer değiştirme tanımlanmış ilet i kutusu

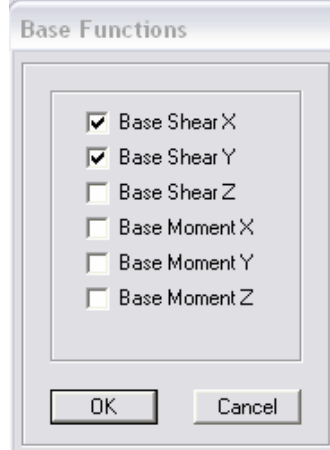
Buradaki **Point 1** tanımlaması en üst kattaki 1 düğüm noktasını, **Point 1-1** tanımlaması ise taban izolatörü seviyesindeki 1 düğüm noktasını göstermektedir. **Ok** tuşuna basılarak yer değiştirmeler için tanımlamalar bitirilir.

2. Taban kesme kuvveti ve zaman değişim grafiğinin görölmesi.

Kesme kuvveti tanımlaması yapmak için **Time History Function** ilet i kutucuğunun açılır listesinden **Add Base Function** seçeneği seçilir.

Ekrana gelen **Base Function** ileti kutusundan (Şekil 7.18);

- **Base Shear X**
- **Base Shear Y** seçilerek **Ok** tuşuna basılır.



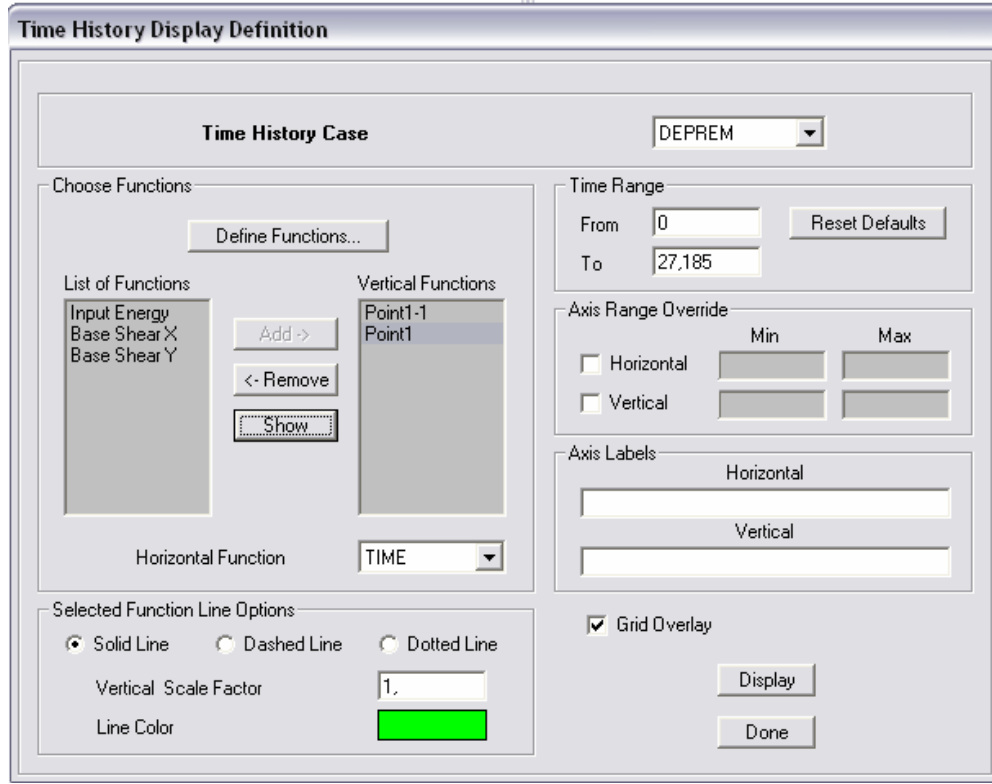
Şekil 7.18: Taban kesme kuvveti tanımlama ileti kutusu

Time History Function ileti kutusunda da **Ok** tuşuna bastıktan sonra **Time History Display Definition** ileti kutusunda 1 düğüm noktasının taban ve 4. kat yer değiştirmelerini gösteren **Point1** ve **Point1-1** ile X ve Y yönlerindeki taban kesme kuvvetlerini gösteren **Base Shear X** ve **Base Shear Y** bulunmaktadır (Şekil 7.19).

Time History Case kısmındaki açılır listeden **DEPREM** seçilir. **Time Range** kısmı altında **From 0** ve **to 27,185** değeri bulunmaktadır. Bunun anlamı sıfırıncı saniyeden başlayıp 27,185. saniyeye kadar olan zamanda çözüm yapılacaktır. Zaten daha önceki tanımlamalarımızda 5437 adet değer olduğu ve bunların 0,005 s aralıklarla kaydedildiği tanımlanmıştı. Bu da $5437 \times 0,005 = 27,185$ saniyelik bir zaman dilimi etmektedir.

3. Düğüm noktalarındaki yer değiştirme durumuna görmek için **Time History Display Definition** ileti kutusunun;

- **List of Function** bölümünden **Point1-1** ve **Point 1** düğüm noktaları seçilerek **Add** düğmesine basılır ve **Vertical Functions** kısmına geçirilir.
- **Display** düğmesine basarak tabandaki ve 4.kattaki yer değiştirme durumu görülebilir.



Şekil 7.19: Time History Display Definition ileti kutusu

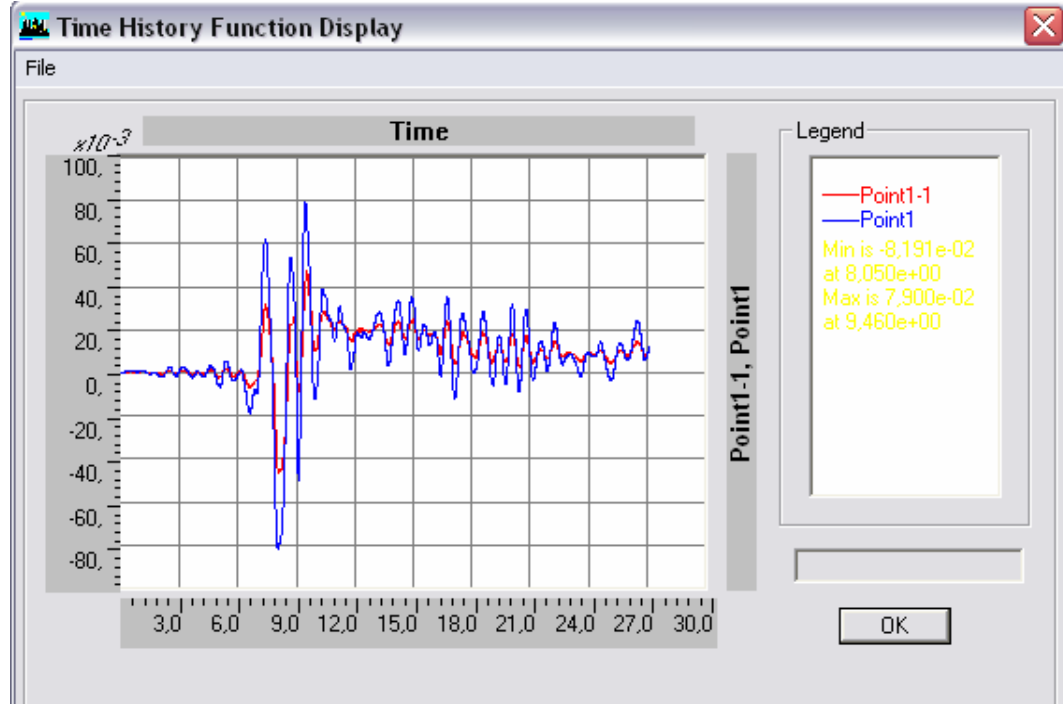
Time History Case kısmındaki açılır listeden **DEPREM** seçilir. **Time Range** kısmı altında **From 0** ve **to 27,185** değeri bulunmaktadır. Bunun anlamı sıfırıncı saniyeden başlayıp 27,185. saniyeye kadar olan zamanda çözüm yapılacaktır. Zaten daha önceki tanımlamalarımızda 5437 adet değer olduğu ve bunların 0,005 s aralıklarla kaydedildiği tanımlanmıştı. Bu da $5437 \times 0,005 = 27,185$ saniyelik bir zaman dilimi etmektedir.

4. Düğüm noktalarındaki yer değiştirme durumuna görmek için Time History Display Definition ileti kutusunun;

- **List of Function** bölümünden **Point1-1** ve **Point 1** düğüm noktaları seçilerek **Add** düğmesine basılır ve **Vertical Functions** kısmına geçirilir.
- **Display** düğmesine basarak tabandaki ve 4.kattaki yer değiştirme durumu görülebilir (Şekil 7.20).

Burada 1 düğüm noktasını seçilmesinin nedeni kat düzlemi içinde en fazla yer değiştirmeyi bu düğüm noktası yapmaktadır. İstenildiği takdirde diğer herhangi bir

düğüm noktası içinde aynı işlemler uygulanarak farklı bir düğüm noktasının da yer değiştirme ve taban kesme kuvveti görülebilir.



Şekil 7.20: Y yönü yer değiştirme-zaman grafiğini içeren ileti kutusu

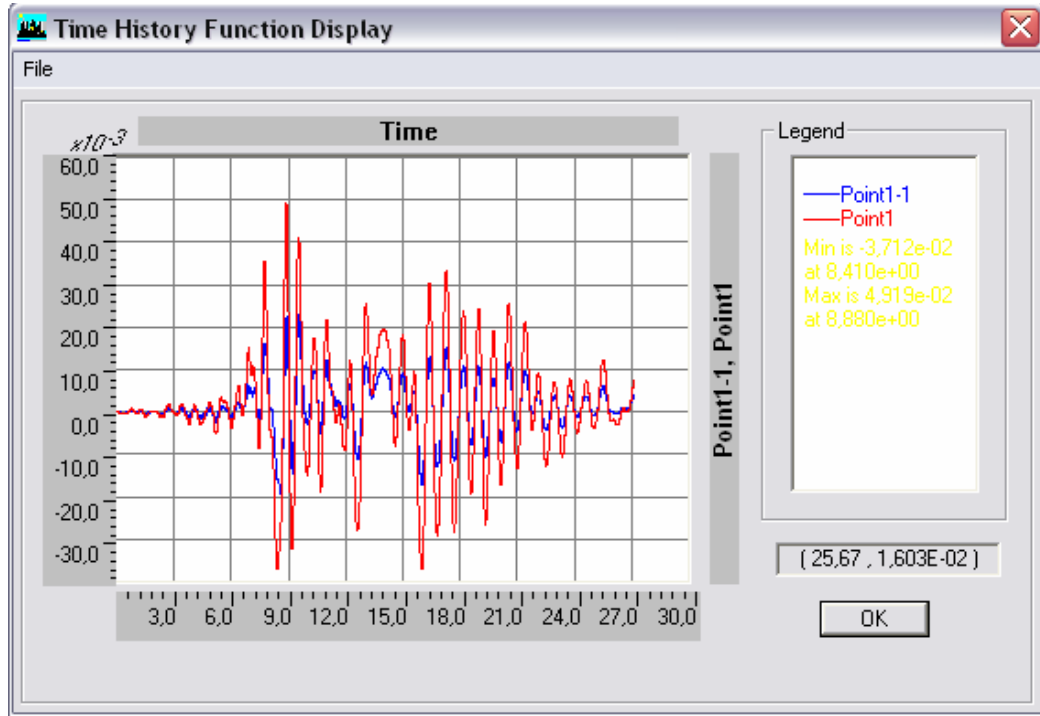
Burada **Legend** bölümünde de bulunan;

- **Point 1:** 4. kat yer değiştirmesi
- **Point 1-1:** Taban izolatörü seviyesindeki yer değiştirme değerlerini göstermektedir.

Minimum yer değiştirme 8,191 cm olup 8.050 zamanında gerçekleşmiştir. Maksimum yer değiştirme 7,90 cm olup 9,460. saniyede gerçekleşmiştir. Yukarıdaki değerlerden de anlaşılacağı üzere yapı izolatörler altında bu deprem yükü kullanılarak analizinde büyük yer değiştirmeler yapmaktadır.

Aynı yöntemler izlenerek X yönündeki yer değiştirme diyagramı da görülebilir.

Aşağıda X yönü için yer değiştirme ve zaman grafiğini içeren ileti kutusu görülmektedir (Şekil 7.21)



Şekil 7.21: X yönü yer değiştirme-zaman grafiğini içeren ileti kutusu

Burada da ;

- **Point 1:** 4. kat yer değiştirmesi
- **Point 1-1:** Taban izolatörü seviyesindeki yer değiştirme

Minimum yer değiştirme 3,712 cm olup 8,410 zamanında gerçekleşmiştir. Maksimum yer değiştirme 4,919 cm olup 8,880. saniyede gerçekleşmiştir.

Tablo 7.1: Zaman tanım alanı çözümü – Y yönü kat yer değiştirmeleri

STORY	DISP-X	DISP-Y	DRIFT-X	DRIFT-Y
STORY4	-0,004815	-0,081909	0,000199	0,001400
STORY3	-0,004218	-0,077708	0,000397	0,002660
STORY2	-0,003026	-0,069730	0,000597	0,003845
STORY1	-0,001236	-0,058194	0,000689	0,004036

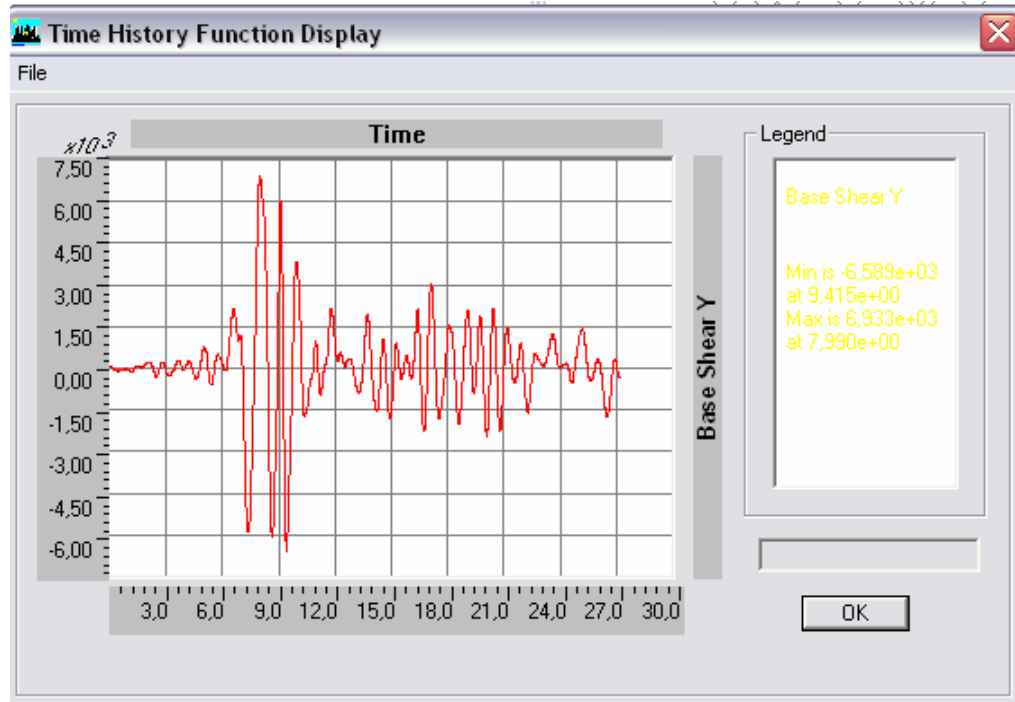
Yukarıda (Tablo 7.1) de -Y yönündeki maksimum yer değiştirmeler ve katlar arası rölatif yer değiştirmeler görülmektedir ve aşağıda (Tablo 7.2) ise +Y yönündeki maksimum yer değiştirme ve rölatif yer değiştirmeler görülmektedir.

Tablo 7.2: Zaman tanım alanı çözümü +Y yönü kat yer değiştirmeleri

STORY	DISP-X	DISP-Y	DRIFT-X	DRIFT-Y
STORY4	0,033422	0,079003	0,000630	0,001523
STORY3	0,031534	0,074434	0,001283	0,002857
STORY2	0,027684	0,065862	0,001941	0,004101
STORY1	0,021861	0,053559	0,002208	0,004271

5. Yapıda kesme kuvvetleri değişimini görmek için aşağıdaki yöntemler izlenir

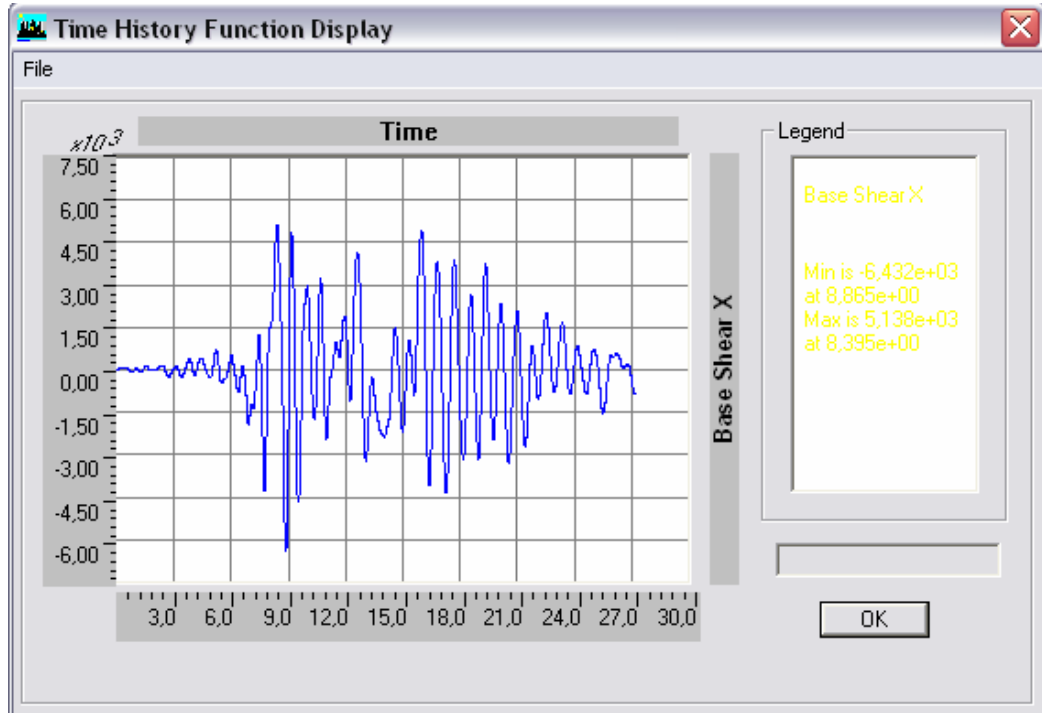
Define menüsünden **Time History Display Definition** tıklanıp **List of Fuction** başlığı altındaki **Base Shear Y** seçeneği seçilerek **Add** düğmesine basılır ve sağ alt köşedeki **Display** tuşuna basarak grafik ekrana getirilir (Şekil 7.22)



Şekil 7.22: Y yönü kesme kuvveti-zaman grafiğini içeren ileti kutusu

Yukarıdaki grafikten görüldüğü gibi Y yönündeki taban kesme kuvveti minimum -6589 KN olup bu değer 9,414. saniyede gerçekleşmiştir. Aynı şekilde 7,990. saniyede de maksimum kesme kuvveti +6933 KN olduğu görülmektedir.

Aşağıda X yönü için kesme kuvveti Aynı adımlar kullanılarak X yönündeki kesme kuvveti diyagramı da görülebilir diyagramı görülmektedir(Şekil 7.23)



Şekil 7.23: X yönü kesme kuvveti-zaman grafiğini içeren ileti kutusu

Yine burada da grafikten anlaşılacağı üzere X yönündeki minimum kesme kuvveti 8,865.saniyede olup değeri -6432 kN dur ve maksimum kesme kuvveti ise 8,395.saniyede olup bunun değeri ise 5138 kN dur.

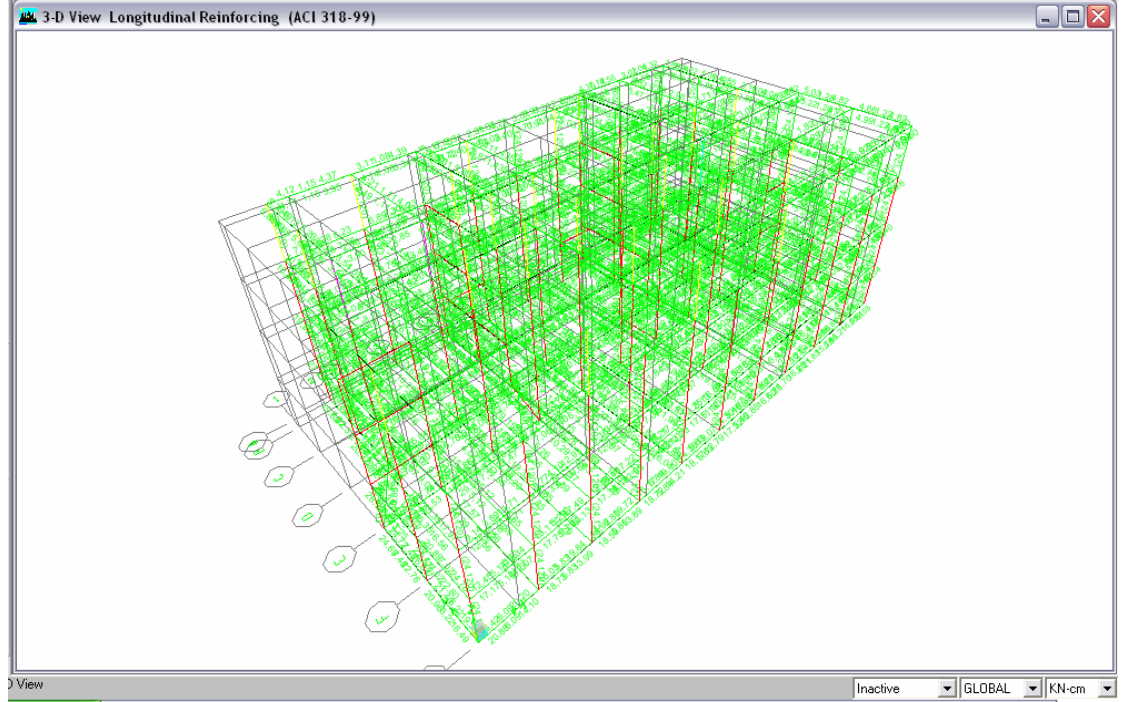
6. Yapının izolatörler altındaki kontrolünün yapılması

Design menüsünden **Concrete Frame Design** başlığı altındaki **Select Design Combo** düğmesine basarak ekrana gelen ileti kutusundaki;

- **List of Combos** başlığı altından daha önce zaman tanım alanında tanımlanan DEPREM yüklemesi seçilir.
- **Add** düğmesine basarak **Design Combos** kısmına getirilip **Ok** tuşuna basılır.

Design menüsünden **Concrete Frame Design** başlığı altındaki **Select Design Combo** düğmesine basarak **Start Design/Check of Structure** seçeneğine basarak yapı elemanlarının tümünün program tarafından kontrol edilmesi sağlanır.

Burada kırmızı renk yetersizliği göstermektedir (Şekil 7.24). Ne kadar yetersiz olduğuna bakmak için eleman üzerinde sağ tıklayarak kapasite oranına bakılabilir. Kapasite oranı 1'den fazla olmamalıdır. Kapasite oranı birden ne kadar büyükse eleman o oranda yetersiz anlamına gelmektedir



Şekil 7.24: Kontrolü yapılmış eleman durumları

7.4 Sonuçların Değerlendirilmesi

Yukarıdaki grafiklerden ve tablolardan bakıldığında yapı taban izolatörü seviyesindeki yer değiştirme ile dördüncü kat yer değiştirmesi arasında çokta küçümsenemeyecek yer değiştirme farkının çıktığı görülmektedir. Bunun bir sonucu olarak da katlar arasındaki rölatif yer değiştirmelere bakıldığında bu kontrolünde sağlamadığı görülmektedir. Kesitlerin kapasitelerinin de yetersiz olduğu birçoğunun kırmızı renkle gösterilmesinden anlaşılmaktadır.

Şu durum kolayca anlaşılmaktadır ki DIS B tipi standart izolatör kullanılarak yapılan güçlendirme sonucu yapının bu depremi yine karşılayamayacağı anlaşılmaktadır. Yapının kesinlikle izolatör kullanılarak güçlendirilmesi isteniyorsa yapıya ekstra sönümleyiciler yada yapıya özel izolatör dizayn edilerek çözümleme yapılabilir. Bu yöntem uygulanması durumunda çok büyük maliyetler getireceğinden yapının birde klasik güçlendirme yöntemiyle güçlendirilmesi denenecektir.

İzolatör maliyeti Maurer firması ile yapılan telefon görüşmesi sonucu 2500 YTL olduğu öğrenilmiştir.

İzolatörlerle güçlendirme maliyeti $48 \times 2500 = 120.000$ YTL

8. YAPININ KLASİK YÖNTEMLE GÜÇLENDİRİLMESİ[9]

8.1 Proje Tanımlamalarının Yapılması ve Sisteme atanması

Aşağıdaki adımlar izlenerek daha önceki bölümlerde olduğu gibi tanımlamalar ve atamalar yapılacaktır.

1. Malzeme Tanımlanması

Sonradan eklenen perdeler **C25** betonu kullanılacaktır.

Define menüsünden **Material Properties**(Şekil8.1) malzeme tanımlama bölümünden daha önce **C20** betonu tanımlandığı gibi aynen tanımlanır. Burada **C20** betonunun karakteristikleri yerine **C25** betonu **BÇIII** yapı çeliğinin karakteristikleri girilmiştir.

The image shows a 'Material Property Data' dialog box. It has several sections: 'Material Name' with a text box containing 'C25'; 'Display Color' with a color selection box showing yellow; 'Type of Material' with radio buttons for 'Isotropic' (selected) and 'Orthotropic'; 'Type of Design' with a dropdown menu set to 'Concrete'; 'Analysis Property Data' with input fields for 'Mass per unit Volume' (0), 'Weight per unit Volume' (25), 'Modulus of Elasticity' (30230000), 'Poisson's Ratio' (0.2), 'Coeff of Thermal Expansion' (0), and 'Shear Modulus' (13250000); and 'Design Property Data (ACI 318-99)' with input fields for 'Specified Conc Comp Strength, f'c' (16700), 'Bending Reinf. Yield Stress, fy' (365000), and 'Shear Reinf. Yield Stress, fys' (365000). There is also a checkbox for 'Lightweight Concrete' which is unchecked, and a 'Shear Strength Reduc. Factor' field. At the bottom are 'OK' and 'Cancel' buttons.

Şekil 8.1: Malzeme tanımlama ileti kutusu

2. Perde kesitinin tanımlanması

Define menüsünden **Wall/Slab/Deck Sections** menüsüne tıklayarak ekrana gelen ileti kutusuna **Add New Wall** seçeneğine tıklanır. Ekrana gelen ileti kutusundaki

- **Section Name** yazı kutucuğuna **P25** yazılır
- **Material** açılır listesinden **C25** beton sınıfı seçilir
- **Thickness** bölümündeki **Membrane** ve **Bending** kutucuğuna 0,25 yazılır
- **Type** bölümünden **Shell** seçeneğine tıklayarak **Ok** tuşuna basılır(Şekil 8.2).

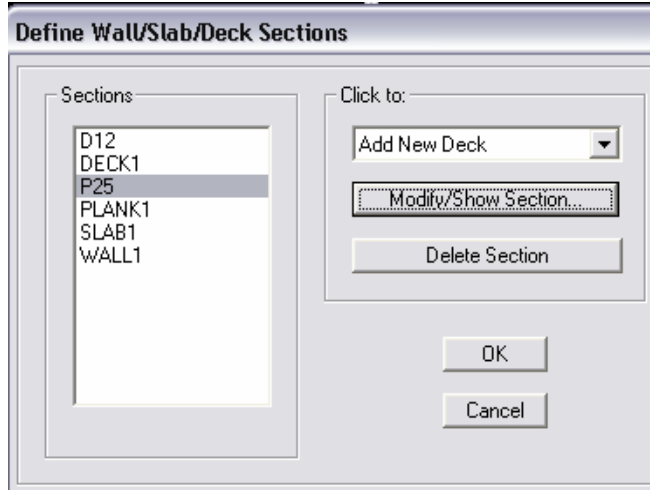
Bu işlemin sonunda 25 cm kalınlıklı perdenin kesiti tanımlanmış olmaktadır (Şekil 8.3) Burada dikkat edilmesi gereken husus **Type** bölümünde **Shell** kısmının işaretlenmesidir. **Mebrane** döşemelerde **Plate** temel gibi plak eleman tanımlanırken kullanılmaktadır. **Load Distribution** bölümünde herhangi bir değişiklik yapmaya gerek yoktur.

Ayrıca ileti kutusunun sol alt köşesinde bulunun **Set Modifiers** düğmesine basarak ekrana gelen ileti kutusundan kesit için bazı karakteristiklerin değişimi de yapılabilmektedir. Fakat burada bu değişiklikleri gerektirecek herhangi bir durum bulunmadığından bu kısım olduğu gibi var olan şekliyle bırakılmıştır. Aşağıdaki şekilde perde kesitinin nasıl girildiği detaylı olarak görülmektedir

The image shows a software dialog box titled "Wall/Slab Section". It contains the following fields and options:

- Section Name:** A text box containing "P25".
- Material:** A dropdown menu showing "C25".
- Thickness:** A section containing two text boxes: "Membrane" with "0,25" and "Bending" with "0,25".
- Type:** A section with radio buttons for "Shell" (selected), "Membrane", and "Plate". There is also an unchecked checkbox for "Thick Plate".
- Load Distribution:** A section with an unchecked checkbox labeled "Use Special One-Way Load Distribution".
- Buttons:** At the bottom, there are buttons for "Set Modifiers...", "OK", "Cancel", and a "Display Color" checkbox which is unchecked.

Şekil 8.2: Perde kesiti bilgi girişi ileti kutusu



Şekil 8.3: Perde kesiti tanımlanmış ileti kutusu

3. Perdenin proje üzerinde oluşturulması

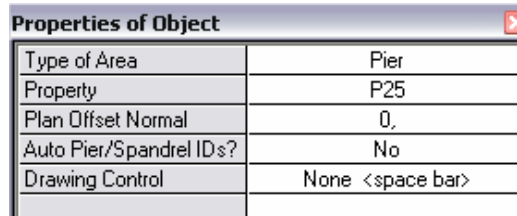
Bu projede 9 adet perde tanımlanacaktır. Burada sadece bir perdenin nasıl tanımlandığı anlatılacaktır ve diğer perdelerde aynen bu anlatıldığı adımları uygulayarak oluşturulmaktadır.

2 ve 3 aksları arasında kalan elemanlar tüm yapı boyunca seçilerek silinir. Elemanların tüm yapı boyunca seçilmesi için ekranın sağ alt köşesinde bulunan açılır listeden **All Stories** seçeneği seçilmek suretiyle bir kattaki elemanlar seçildiğinde hepsi birden seçili duruma getirilmiş olurlar ve bu sekmeyi kullanarak işlem hızlandırılır.

Draw menüsünden **Draw Area Objects** kısmından **Draw Walls(Plan)** seçeneğine tıklanır.

Ekrana gelen ileti kutusundan

- **Type of Area** açılır listesinden **Pier** seçeneğine ve
- **Property** bölümünden **P25** seçeneğine tıklanır.



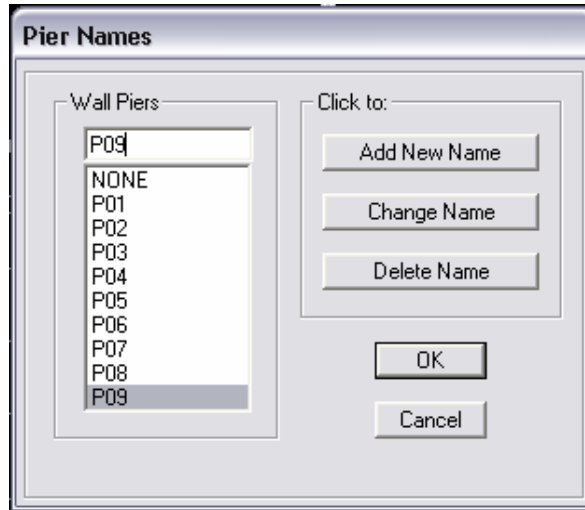
Şekil 8.4: Perde oluşturma ileti kutusu

Bu seçimleri yaptıktan sonra sol fare tuşuyla önce A aksı ile 2 aksı kesişim noktasına sonra da A aksı ile 3 aksı kesişim noktasına basılarak farenin sağ tuşuna basıp perdenin bu akslar üzerine oluşturulması ağırlanmış olur. Burada dikkat edilmesi gereken husus yine ekranın sağ alt köşesindeki açılır listeden **All Stories** seçeneği seçili durumda olmalıdır. Diğer bütün perdelerde aynı işlemler uygulanarak oluşturulmuştur.

Perdelerde aşağıdaki tanımlamaların da girilmesi gerekmektedir. Atamanın yapılması istenilen perde seçilerek;

Assign menüsünden **Shell/Area** kısmından **Pier Label** seçeneğine tıklanır yada kısa yol tuşuna basılarak ilgili ileti kutusu ekrana getirilir. Bu ileti kutusunun yazı kutucuğuna **P01** yazarak **Add New Name** tuşuna basılır. Aşağıda (Şekil 8.5) de **Pier Names** ileti kutusu görülmektedir.

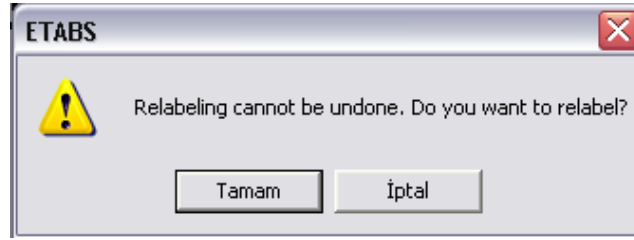
Bu işlem tanımlanan bütün perdeler için yapılmalıdır.



Şekil 8.5: Perdeleri Pier olarak tanımlanan ileti kutusu

Bu işlem tamamlandığında toplam 9 adet perde tanımlanmış olmaktadır.

Edit menüsünden **Auto Relabel All** tümünü yeniden adlandırma seçeneğine tıklanarak elemanların tümü yeniden adlandırılır. Bu işlemi yapıldığında ekrana bir uyarı kutucuğu gelecektir bu kutucuk yapılacak değişikliklerin geri alınmayacağını bildiren bir uyarı kutucuğudur. Bu kutucuğa **Ok** diyerek elemanlar yeniden adlandırılır (Şekil 8.6).

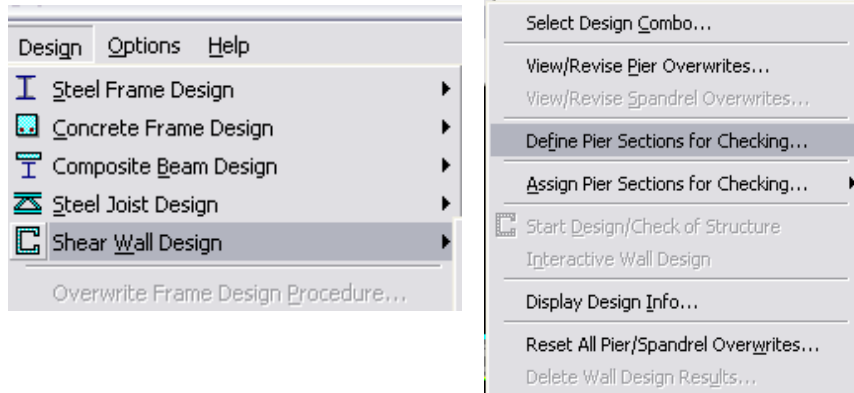


Şekil 8.6: Tekrar adlandırma ileti kutusu

View menüsünden **Set Building View Options** seçeneğine tıklayıp ekrana gelen ileti kutusunun **Object View Options** bölümünde **Area Label** ve **Line Label** kutucukları işaretlenir. **Object Present in View** bölümünde **Floor(Area)** ve **Opening (Area)** kutucukları seçili duruma getirilmek suretiyle bütün çubuk ve alan olarak tanımlanmış elemanların program tarafından isimlendirilmiş şekli ekrana gelecektir. Burada kolonlar(**Column**) **C**, kirişler(**Beam**) **B** harfleri ve önlerindeki eleman numaralarıyla belirtilmektedir. **Perdeler(Wall)** ise **W** harfi ve eleman numarası ile belirtilmektedir. Bunlar programın kendi otomatik düzenlediği değerlerdir.

4. Perde dizayn edilmesi ve projeye atanması

Design menüsünden **Shear Wall Design** başlığı altında ki **Define Pier Section for Checking** seçeneğine tıklanır (Şekil 8.7)



Şekil 8.7: Perde tasarım ve kontrolü için tanımlama menüsü

Ekrana gelen **Pier Section** ileti kutusundan;

- **Add Pier Sections** seçeneğine tıklanır.
- Ekrana gelen ileti kutusunun **Section Name** yazı kutucuğunda **PSEC1** yazmaktadır bu perde ismi istenirse değiştirilebilir burada değişiklik yapılmamıştır.

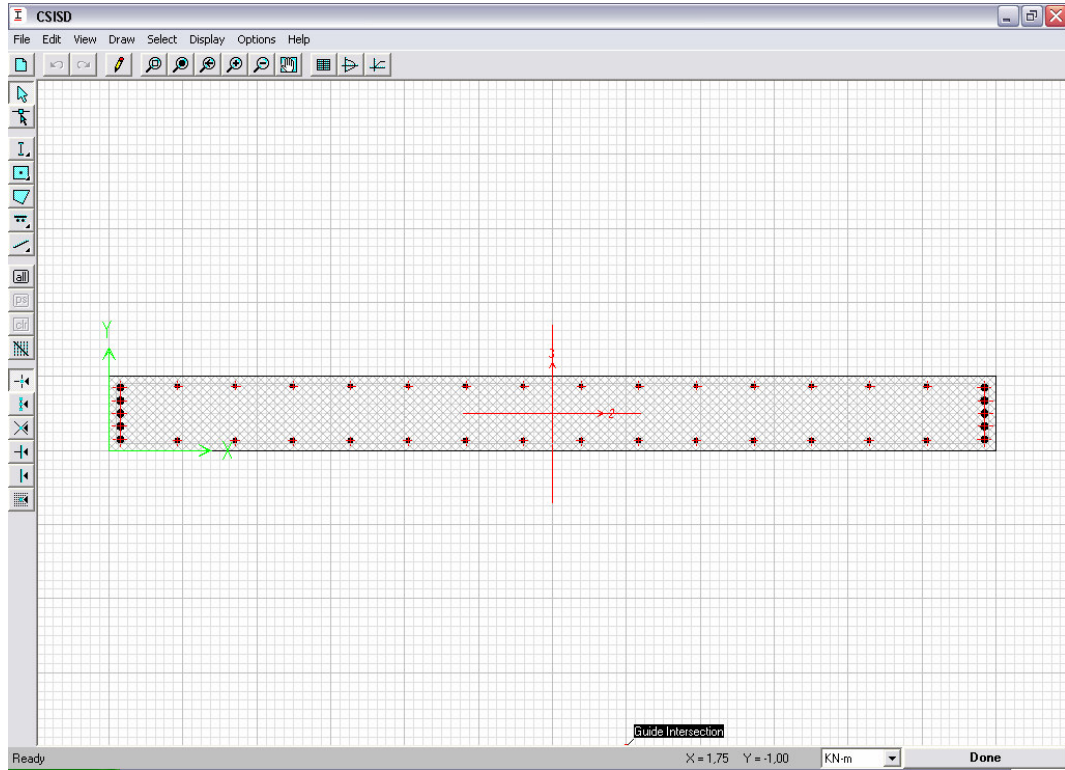
- **Base Material** bölümünden daha önce perdeler için tanımladığımız **C25** malzemesi seçilir.
- **Add Pier** başlığı altındaki **Start from Existing Wall Pier** seçeneği tıklanarak bunun altındaki açılır menülerden **STORY1** ve **P01** seçenekleri seçilir.

Bunun anlamı birinci kattaki **P01** olarak tanımlanan perdeyi başlangıç noktası kabul edip bu perde üzerinde gerekli düzenlemeler yapılabilir anlamındadır. Burada var olan perdenin başlık bölgesindeki donatılarının girilmesi için böyle bir uygulama yapılmıştır. Başlık bölgesinde belirli bir minimum donatının varlığı kabul edilip (bu minimum donatıyı düşemeyecek şekilde) bu var olan donatı ile hesap yapıp daha sonradan gerekli görüldüğü taktir de tekrardan dizayn edilecektir.

Aşağıdaki şekilde Perde dizaynı için **Pier Section Data** ileri kutusu ve girişlerin nasıl yapıldığı görülmektedir (Şekil 8.8).

Şekil 8.8: Perde kesitlerini tanımlama ileti kutusu

Pier Section Data ileti kutusunun alt kısmındaki **Section Designer** kısmına basarak dizayn menüsü ekrana getirilir ve bu ekrana gelen menüde (Şekil 8.9) aşağıdaki gibi gerekli düzenlemeler yapılır. Bu menü altında sadece perde kesitler değil diğer değişik tür kesitlerde dizayn edilebilmektedir.



Şekil 8.9: Kesit dizayn etme menüsü

Burada başlık bölgesine eşdeğer kabul edip donatılar tek sıra halinde iki kenara da düzenlenmiştir. Bütün perdeler için aynı işlemler tekrarlanarak bütün perdelerin donatıları düzenlenecektir.

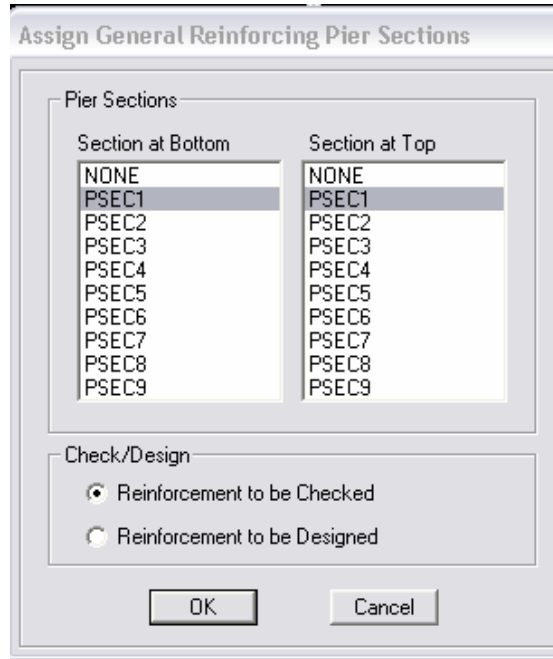
5. Düzenlenen perdelerin sisteme atanması

Hangi perdeye atama yapılmak isteniyorsa o perde seçilerek **Design** menüsü altındaki **Shear Wall Design** buradan da **Assign Pier Section for Checking** bölümünden **General Reinforcing Pier Section** seçeneğine tıklayarak **Assign General Reinforcing Pier Section** ileti kutusu ekrana getirilir. Bu ileti kutusunda iki bölüm bulunmaktadır.

- **Section at Bottom**
- **Secton at Top**

Hangi perdeye atama yapılacaksa bu ileti kutusundan o perde seçilerek **Ok** tuşuna basılır (Şekil 8.10). Burada dikkat edilmesi gereken kesit alt bölge içinde üst bölge içinde aynı seçilmelidir. Buradaki tanımlama kutucuğu kesitin alt ve üstünde farklı tanımlamalar yapabilme alternatifi sağlamaktadır. Burada bizim dizayn ettiğimiz

perde tüm yapı boyunca üniform şekilde aynı devam etmektedir. Bu nedenledir ki tüm kesitlerin alt ve üst kısımları birbirlerinden farklı değildir.



Şekil 8.10: Perde kesit atama ileti kutusu

Bütün perdeler için aynı işlem tekrar edilerek bütün perdeler sisteme atanmalıdır. Burada da yine dikkat edilmesi gereken hususu eğer perde palandan seçiliyorsa ekranın alt kısmındaki **All Stories** seçeneğinin seçili duruma getirilmesi unutulmamalıdır.

Perdelerde de kolonlarda olduğu gibi dizayn ve kontrol seçenekleri bulunmaktadır. Bunlar uygulanan pozisyona göre seçim yapılabilir. Bu projede perdeler dizayn edilmişlerdir ve kontrolleri yapılacaktır.

Sisteme toplam 9 adet perde girildikten sonra kaydedip sistem tekrar bu perdeler altına analiz edilecek ve yapının genel durumu tekrar kontrol edilecektir. Sistem son haliyle kaydedilip doğal periyotlarının bulunması için analiz yapılır.

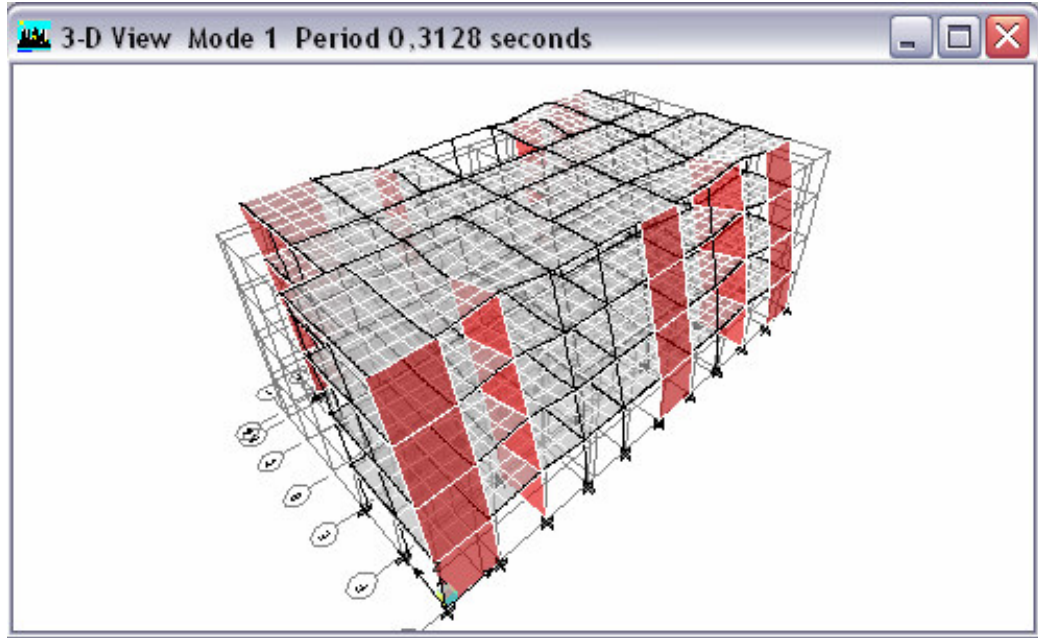
6. Periyotların tayini için analiz yapılması

Analyze menüsünden **Run Analysis** düğmesine basarak analiz yapılır. Bu çözümün amacı periyotların bulunmasıdır. Periyotlar bulunduktan sonra tekrar bulunana bu yeni periyotlara göre deprem katsayıları bulunarak bu katsayılar altında deprem analizi yapılacaktır.

Birinci analiz bittikten sonra mod şekilleri ve periyotları görmek için **Display** menüsünden **Show Mode Shape** seçeneğine tıklanarak ekrana gelen **Mode Shape** ileti kutusuna hangi modun şekli ve periyodu bulunacaksa onun numarası yazılır. **Mode Shape** kutusundaki **Mode Number** yazı kutucuğuna 1 yazarak **Ok** tuşuna basılır ve birinci mod ekrana gelir. Yapı ikinci modu da yine aynı yöntemle görülür yada sağ alt köşedeki ileri tuşuna da basılarak görülebilir.

- Yapı birinci periyodu Y yönünde **0,312** s (Şekil 8.11).
- İkinci periyodu ise X yönünde olup **0,2858** s (Şekil 8.12) değerindedir

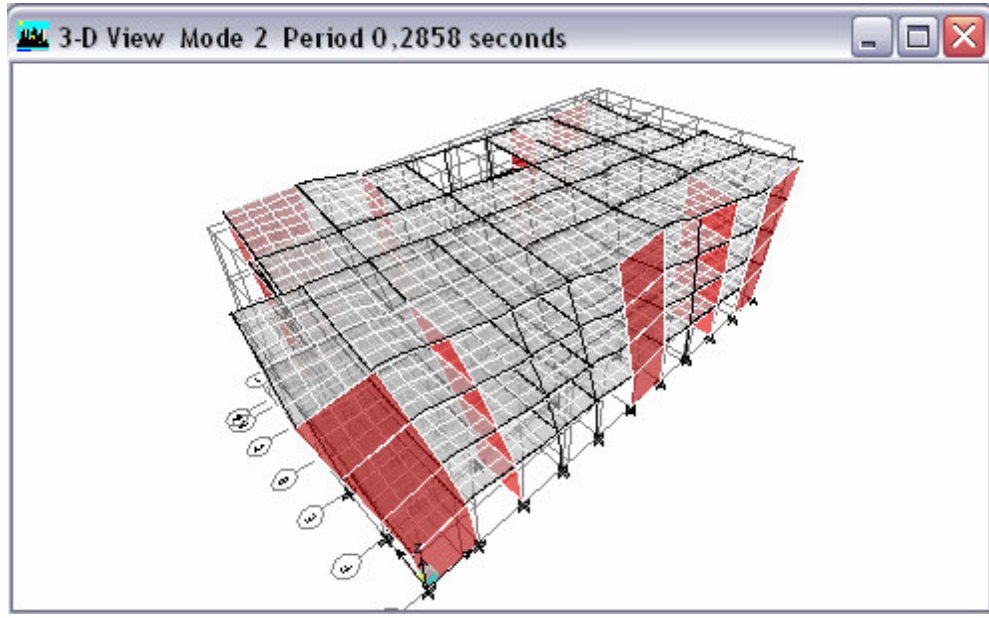
Aşağıda yapı birinci moduna ait şekil görülmektedir.



Şekil 8.11: Yapı birinci mod şekli ve periyodu

Ekranda birinci modun şekli ve periyodu görülmektedir. Aynı işlemler tekrarlanmadan ikinci mod şeklini ve periyodunu görmek için ekranın sağ alt köşesinde bulunan ileri tuşuna basarak bir sonraki mod şekli ve periyodu ekrana getirilebilir. Yapı birinci modu yine Y yönünde olduğu yukarıdaki şekilden anlaşılmaktadır.

Yapı periyodunun ilk sisteme göre azaldığı görülmektedir. Fakat ivme değerinde herhangi bir yükselme olmayacağı açıktır. Çünkü yapı periyodu yine 0,20 ve 0,90 aralığında kalmaktadır.



Şekil 8.12: Yapı ikinci mod şekli ve periyodu

7. Eşdeğer deprem yükü katsayılarının bulunması ve sisteme atanması

Yapının deprem hesabı için kullanılacak deprem parametreleri perdesiz sistem çözümünde verilmiştir. Burada sadece R:5 alınacaktır. Bunun sebebi deprem yönetmeliğindeki süneklilik düzeyi bakımından karma taşıyıcı sistemler için α_s katsayısına göre R tayin edilir. Projedeki α_s katsayısı 2/3 değerinden büyüktür ve depremin % 75' inden fazlasını perdeler taşımaktadır. Bu proje bir güçlendirme projesi olduğundan R katsayısının en fazla 5 alınmasına izin verilmektedir.

$$S(T_x) = S(T_y) = 2,5$$

$$V_t = \frac{W \cdot A_0 \cdot I \cdot S(T_1)}{R(T_1)}$$

$$V_{ti} = C_i \cdot W$$

$$C_i = \frac{V_{ti}}{W} = \frac{A_0 \cdot I \cdot S(T)}{R}$$

$$C_x = C_y = \frac{A_0 \cdot I \cdot S(T)}{R} = \frac{0,4 \cdot 1,4 \cdot 2,5}{5} = 0,28$$

Bulunan deprem katsayısının sisteme girilmesi için önce sistemin kilidi çözülür ve **Define** menüsünden **Static Load Case** düğmesine basarak ekrana gelen ileti kutusundan

- **Load** bölümüne **EXP** yazılır
- **Type** açılır listesinden **QUAKE** seçilir
- **Self Weight Multiplayer** yazı kutucuğuna 0 yazılır
- **Auta Lateral Laod** açılır listesinden **User Coefficient** seçilip **Add New Load** düğmesine basılır
- **Modify Lateral Load** düğmesine basarak **User Defined Seismic Loading** ileti kutusu ekrana getirilir.
- **Base Shear Coefficient,C** yazı kısmına **0,28** ve **Building Height Exp,K** yazı kutucuğuna 1 yazılır.
- **X Dir+Eccen Y** kısmı işaretlenip **Eccentricity Ratio** bölümüne 0,05 yazılır.

Yukarıda tanımlanan adımlar perdesiz sistem çözümünde nasıl olduğu ayrıntılı bir şekilde anlatılmıştır. Burada sadece hatırlatmak amacıyla bir adet deprem tanımlaması yapılmıştır diğerlerinin girilişinde izlenen yol perdesiz sistem çözümüne bakılarak görülebilir. Burada farklı olan perdeli sistem için deprem yükü katsayısının değişmiş olmasıdır. Bu yukarıda tanımlanan depreme ek olarak aşağıdaki depremlerde girilmelidir ve toplam dört adet deprem tanımlanmalıdır.

- EXP
- EXN
- EYP
- EYN

Aşağıdaki ileti kutusunda (Şekil 8.13) birinci depremin nasıl tanımlandığına ait durum görülmektedir. Buradaki tanımlamalar daha önceki bölümde girilen eşdeğer deprem yükü tanımlamalarıyla aynı yöntemi kullanarak girişi yapılmıştır. Bütün deprem yönleri için bütün tanımlamaların aynısı girilmelidir. Burada yalnız deprem katsayısı değişmiştir. Bu değişen katsayıyı göz önüne alarak girişler yapılmalıdır.

User Defined Seismic Loading

Direction and Eccentricity

☐ X Dir
 ☐ Y Dir
 ☒ X Dir + Eccen Y
 ☐ Y Dir + Eccen X
 ☐ X Dir - Eccen Y
 ☐ Y Dir - Eccen X

Eccentricity Ratio: 0,05

Override Eccentricities:

Factors

Base Shear Coefficient, C: 0,28

Building Height Exp., K: 1,

Story Range

Top Story: STORY4

Bottom Story: BASE

Şekil 8.13: Deprem yüklü tanımlama ileti kutusu

Bütün deprem tanımlamaları yapıldıktan sonra sistem son haliyle kaydedilip çözüm yaptırılır.

8.2 Sitem Analizi ve Sonuçlar

1. Analyze menüsünden **Run Analysis** düğmesine basılarak çözüm yapılır.

Kat yer değiştirmelerini görmek için en fazla yer değiştirme yapan düğüm noktasına sağ tıklayarak maksimum kat yer değiştirmeleri görülebilir (Tablo 8.1).

Tablo 8.1: Perdeli sistem Y yönü kat yer değiştirmeleri

DISPLACEMENTS AND DRIFTS AT POINT OBJECT 19				
STORY	DISP-X	DISP-Y	DRIFT-X	DRIFT-Y
STORY4	0,000174	0,011129	0,000015	0,001105
STORY3	0,000128	0,007814	0,000018	0,001147
STORY2	0,000074	0,004374	0,000017	0,000986
STORY1	0,000023	0,001416	0,000008	0,000472

Y yönündeki deprem için kat rölatif yer değiştirmeleri yukarıdaki tabloda verilmektedir. Bu değerler yönetmelikteki değerleri karşıladıkları görülmektedir.

$$\frac{(\Delta_i)_{\max}}{h_i} \leq 0,0035$$

$$\frac{(\Delta_i)_{\max}}{h_i} \leq \frac{0,02}{R} = 0,005$$

X yönündeki deprem için kat rölatif yer değiştirmeleri aşağıdaki tablodan görülmektedir (Tablo 8.2)

Tablo 8.2: Perdeli sistem X yönü kat yer değiştirmeleri

DISPLACEMENTS AND DRIFTS AT POINT OBJECT 1				
STORY	DISP-X	DISP-Y	DRIFT-X	DRIFT-Y
STORY4	0,010225	-0,000562	0,001027	0,000044
STORY3	0,007144	-0,000430	0,001054	0,000059
STORY2	0,003983	-0,000252	0,000900	0,000061
STORY1	0,001284	-0,000068	0,000428	0,000023

Buradaki değerlerinde yine deprem yönetmeliği şartlarını kolaylıkla karşıladığı görülmektedir.

2. Elemanların yeterliliğinin kontrol edilmesi

Options bölümündeki **Preferences** başlığı altındaki **Concrete Frame Design** sekmesine basarak yapılacak kontroller için bazı değerler Türk yönetmeliğine uygun hale getirilecektir (Şekil 8.14).

Concrete Frame Design Preferences	
Design Code	ACI 318-99
Time History Design	Envelopes
Number of Interaction Curves	24
Number of Interaction Points	11
Consider Minimum Eccentricity	Yes
Phi (Bending-Tension)	1,
Phi (Compression Tied)	1,
Phi (Compression Spiral)	1,
Phi (Shear)	1,
Pattern Live Load Factor	0,75
Utilization Factor Limit	0,95

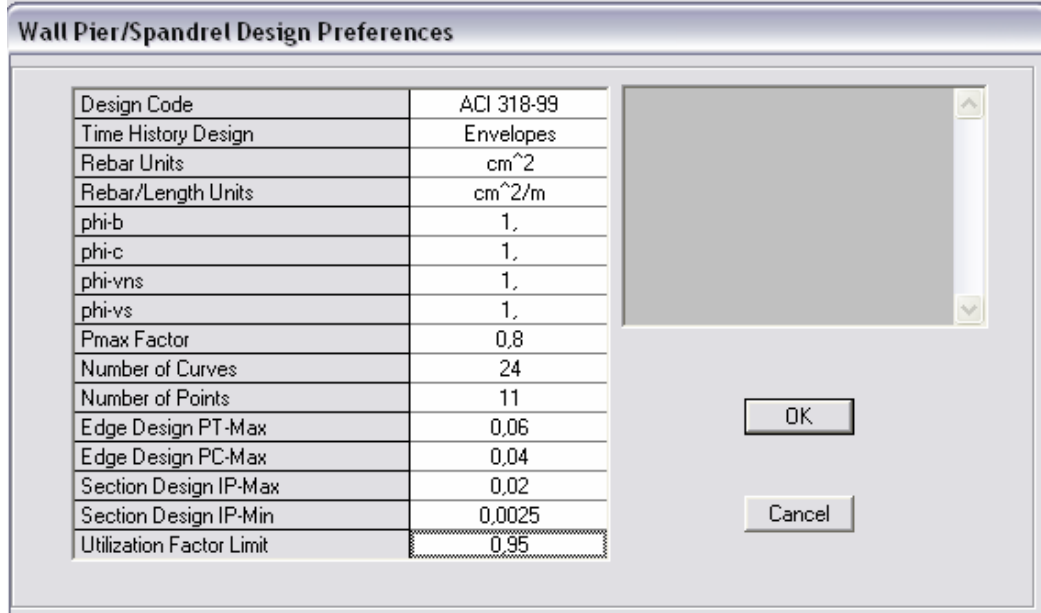
Şekil 8.14: Perdeli sistem tasarım seçenekleri ileti kutusu

Ekrana gelen ileti kutusundaki;

- **Design Code** bölümünden **ACI 318-99** seçilir.
- Tüm **Phi** değerleri değiştirilerek 1 yapılacaktır.

Aynı işlemler perde kontrolleri içinde yapılacaktır (Şekil 8.15). Perdeler için **Options** bölümündeki **preferences** başlığı altından **Shear Wall Design** sekmesi seçilecektir.

- **Design Code ACI318-99** seçilecek.
- Tüm **Phi** değerleri 1 olarak değiştirilecektir.
- Çubuk elemanlarda tanımlanana ek olarak da **Rebar Units** ve **Rebat/Length Units** kısımları cm olarak değiştirilecektir.



Şekil 8.15: Perdeli sistem perde dizayn seçenekleri ileti kutusu

Bu değişimlerle yapılacak donatı hesabını Amerikan yönetmeliğine göre değil de yaklaşık Türk yönetmeliğine göre programa hesap ettirmek içindir. Bütün bu değişiklikler yapıldıktan sonra;

- **Design** menüsünden **Start Concrete Design/Check of Structure** seçeneğine tıklayarak bütün çubuk olarak tanımlanan elemanlar kontrol ettirilir. Bunlardan kırmızı renk de olalar yetersizliği ifade etmektedir.
- Aynı menüden **Shear Wall Design** başlığı altında **Start Design/Check of Structure** seçeneğine tıklayarak perdelerin kontrolü yapılır

- Perde kontrolü için **Start Design/Check of Structure** tuşuna bastıktan sonra perdeleri üzerinde donatı alanı yüzdeleri görülecektir.

Bu perdelerin üzerine sağ tuşla tıklayarak durumunu ayrıntılı olarak görebiliriz (Şekil 8.16) Aşağıda **P03** perdesi için kapasite oranının $0,895=0,9$ olduğu görülmektedir. Bu perde dizayn edilirken iterasyon yolu izlenmiştir ve ekonomik bir perde elde edene kadar(yani kapasite oranı 1'e yaklaşıncaya kadar) iterasyona devam edilmiştir. Aşağıdaki **General Reinforcing Pier Section –Check** ileti kutusu altında perdeler hakkında detaylı bilgiler görülmektedir. Bu işlem bütün perdeler için yapılarak bütün perdelerin kontrolü yapılır.

General Reinforcing Pier Section -Check (ACI 318-99)							
Story ID: STORY1		Pier ID: P03	X Loc: 1,5	Y Loc: 0	Units: KN-m		
Flexural Check for P-M2-M3		(RLLF = 0,650)					
Station	D/C	Flexural	Pu	M2u	M3u		
Location	Ratio	Combo					
Top	0,432	DEPREMX7	549,533	0,000	3048,300		
Bottom	0,895	DEPREMX7	600,158	0,000	5980,895		
Shear Design		Rebar	Shear	Pu	Mu	Vu	Capacity
Station		cm^2/m	Combo				phi Vc
Location							phi Vn
Top Leg 1	6,250	DEPREMX4	1070,122	-2698,862	-1014,659	508,990	1193,365
Bot Leg 1	7,165	DEPREMX7	600,158	5980,895	977,532	349,849	977,532
Boundary Element Check		B-Zone	B-Zone	Pu	Mu	Vu	Pu/Po
Station		Length	Combo				
Location							
Top Leg 1	0,450	DEPREMY4	1260,706	516,921	71,121	0,0830	
Bot Leg 1	0,450	DEPREMY4	1316,956	730,283	71,121	0,0867	

Combos...

Overwrites...

Section Top...

Section Bot...

OK

Cancel

Şekil 8.16: P03 perdesi ayrıntılı dizayn ve kontrol tablosu

Ekrana gelen **General Reinforcing Pier Section- Check** ileti kutusunda önce perdenin hangi katta olduğunu, X ve Y koordinatlarını ve dizayn için kullanılan birimi görülmektedir. Aşağıda ise dizaynlarla ilgili detaylı bölümler bulunmaktadır. Burada perdenin hangi depreme göre hangi momenti kullanarak dizayn edildiği görülmektedir. **P03** perdesi için en elverişsiz yükleme durumlarının DEPREMX7

DEPREMX4 DEPREMY4 yüklemeleri oldukları görülmektedir. Perde alt kısımda daha fazla yük aldığından alt kısımdaki kapasite oranı yaklaşık % 90 iken perdenin üst kesitinde bu oran % 43 mertebesine düşmektedir. **Shear Design** başlığı altındaki **Rebar** bölümünden de yatay gövde donatılarını görülebilmektedir.

- **Combos** bölümünden perdenin tasarımı için hangi kombinezonların kullanıldığı görülebilir.
- **Overwrite** bölümünden perde hakkında genel bilgiler görülür.
- **Section Top** ve **Section Bot** kısmından perdenin üst ve alt kesitleri görülür.

General Reinforcing Pier Section -Check (ACI 318-99)

Story ID: STORY1 Pier ID: P02 X Loc: 26 Y Loc: 16 Units: KN-m

Flexural Check for P-M2-M3 (RLLF = 0,596)

Station	D/C	Flexural	Pu	M2u	M3u
Location	Ratio	Combo			
Top	0,551	DEPREMX6	654,004	0,000	-6017,537
Bottom	0,995	DEPREMX6	721,504	0,000	-10393,951

Shear Design

Station	Rebar	Shear	Pu	Mu	Vu	Capacity	Capacity
Location	cm^2/m	Combo				phi Vc	phi Vn
Top Leg 1	6,250	DEPREMX1	1119,002	5659,248	1515,798	678,653	1591,153
Bot Leg 1	8,057	DEPREMX5	891,427	10242,372	1505,245	564,133	1505,245

Boundary Element Check

Station	B-Zone	B-Zone	Pu	Mu	Vu	Pu/Po
Location	Length	Combo				
Top Leg 1	0,600	DEPREMX8	628,065	-5387,648	-1291,152	0,0321
Bot Leg 1	0,600	DEPREMX7	917,365	9109,525	1337,592	0,0468

Combos...

Overwrites...

Section Top...

Section Bot...

OK

Cancel

Şekil 8.17: P02 perdesi ayrıntılı dizayn ve kontrol tablosu

Yukarıda birinci kat **P02** perdesi için ayrıntılar görülmektedir (Şekil 8.17). Kapasite oranına bakıldığında $0,995 = 1$ olduğu görülmektedir. Bu perde %100 kapasite ile çalışmaktadır. Birinci kattaki **C5** kolonunun üzerinde sağ tıkladığında ise kapasite oranı 0,518 olduğu görülmektedir. Aşağıdaki (Şekil 8.18) şekilde **C5** kolonu için değerler görülmektedir.

Concrete Column Design Information (ACI 318-99)

Story: STORY1 Section Name: S70X30
Column: C5

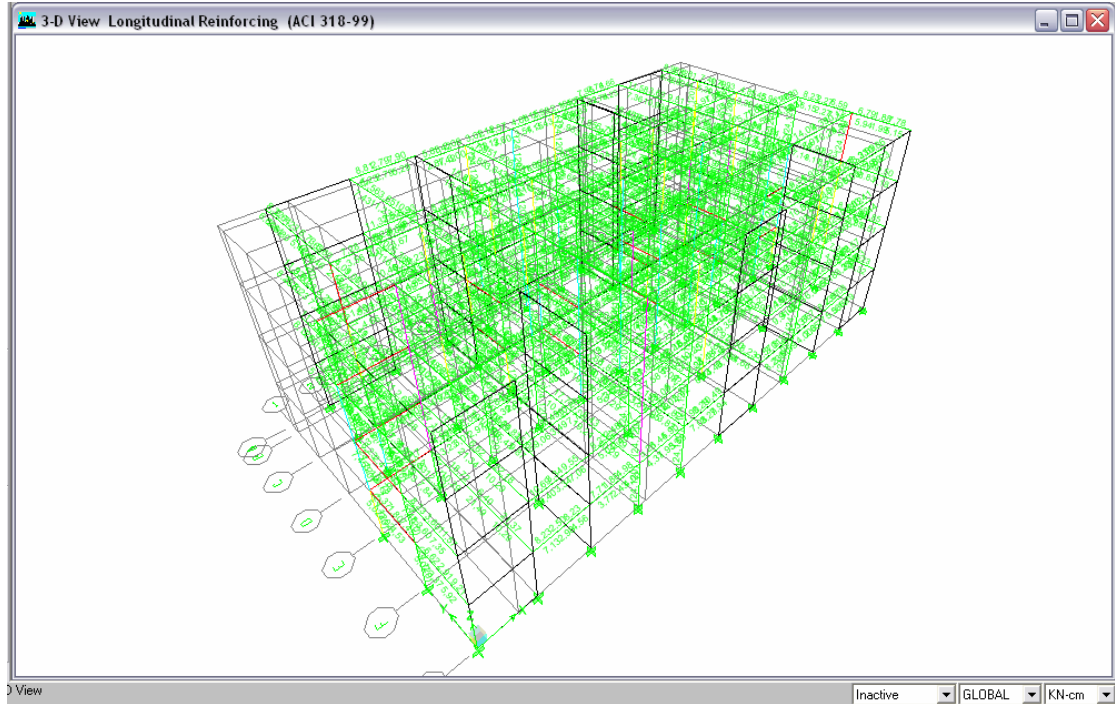
COMBO ID	STATION LOC	CAPACITY RATIO	MAJOR SHEAR REINFORCEMENT	MINOR SHEAR REINFORCEMENT
DEPREM6	0,00	0,368	0,054	0,126
DEPREM6	120,00	0,247	0,054	0,126
DEPREM6	240,00	0,193	0,054	0,126
DEPREM8	0,00	0,417	0,054	0,126
DEPREM8	120,00	0,265	0,054	0,126
DEPREM8	240,00	0,197	0,054	0,126
DEPREM7	0,00	0,518	0,054	0,126

Overwrites Interaction **Summary** Flex. Details Shear Details Joint Shear B/C Details

OK Cancel

Şekil 8.18: C5 kolonu için kapasite oranı

Aşağıda kontrolü yapılmış sistemin durumu görülmektedir (Şekil 8.19). Yapının aşağıda görüldüğü halinden bu deprem yüklerini bu perdeler altında taşıdığı anlaşılmaktadır.



Şekil 8.19: Eklenen perdeler altında kontrolü yapılmış bina yeterlilik durumu.

Yukarıdaki kırmızı renkli olarak gösterilenler yetersiz gibi görünse de kapasite oranlarına bakıldığında % 1 in üstünde bir yetersizlik yoktur. Bu kabul edilebilir bir sınırdır.

Concrete Column Design Information (ACI 318-99)

Story: Section Name:
Column:

COMBO ID	STATION LOC	CAPACITY RATIO	MAJOR SHEAR REINFORCEMENT	MINOR SHEAR REINFORCEMENT
DEPREMY5	0,00	0,762	0,076	0,124
DEPREMY5	120,00	0,058	0,076	0,123
DEPREMY5	240,00	0,560	0,076	0,122
DEPREMY6	0,00	0,618	0,076	0,130
DEPREMY6	120,00	0,045	0,076	0,129
DEPREMY6	240,00	0,459	0,076	0,128
DEPREMY7	0,00	1,002	0,076	0,123

Overwrites Interaction Summary Flex. Details Shear Details Joint Shear B/C Details

OK Cancel

Şekil 8.20: C28 kolonu için kapasite oranı

C28 kolonuna bakıldığında sadece % 0,2 oranında bir yetersizlik vardır. Bu kabul edilebilir bir değerdir.

8.3 Sonuçların Değerlendirilmesi

Yapılan klasik güçlendirme sonucu yukarıdaki tablolardan kat yer değiştirmelerinin sağlandığı (hepsi 0,0035 ten küçük) görülmektedir ve ETABS programı tarafından otomatik olarak kesit kontrollerinin yapılmasında hiçbir olumsuzlukla karşılaşılmamıştır. Perdeler sisteme eklendikten sonra deprem yüklerinin çoğunun perdeler tarafından karşılanması sonucu diğer elemanlara depremden gelen kuvvetler belirgin şekilde azaltılmış ve mevcut durumları ile kesitlerde yetersizliğe rastlanmamıştır. Yapılan güçlendirmenin hesabı da yapılarak izolatörlerle güçlendirilmiş sistemle kıyaslanacaktır.

8.3 Radye Temel Hesabı ve Maliyet

Radye temel hesabında kullanılan sayısal değerler EK B’de Sap 2000 çıktısı olarak verilmiştir.

RADYE

h = 50 cm

d = 45 cm

C25 ve BÇIII

Mxx = 129,46 kNm (alt)

$$K_l = \frac{4,95}{f_y d} = \frac{4,95}{16766} = 2,95 \times 10^{-4}$$

$$K = \frac{b \cdot d^2}{M d} = \frac{1 \cdot (0,45)^2}{129,46} = 1,56 \times 10^{-3}$$

$K > K_l$

Minimum donatı $0,002 \times 100 \times 45 = 9 \text{ cm}^2$

Minimum donatı için moment $M_{\min} = 365217 \times 0,86 \times 0,45 \times (9/10000) = 127,2 \text{ kNm}$

$$A_{sy} = \frac{129,46}{365217 \cdot 0,86 \cdot 0,45} = 9,16 \text{ cm}^2 / m \quad \Phi 16/20$$

Mxx = -6,3 kNm (üste)

Minimum donatı $\Phi 16/20$

Myy = 101,13 kNm (alt)

Myy < Mmin olduğundan minimum donatı $\Phi 16/20$

Myy = -52 kNm (üst)

Myy < Mmin olduğundan minimum donatı $\Phi 16/20$

RADYE1

h = 50 cm

d = 45 cm

C25 ve BÇIII

$$M_{xx} = 156,2 \text{ kNm(alt)}$$

$$A_{sy} = \frac{156,2}{365217.0,86.0,45} = 11 \text{ cm}^2 / m \quad \Phi 16/18$$

$$M_{xx} = 16,9 \text{ kNm (üste)}$$

$M_{xx} < M_{min}$ olduğundan minimum donatı $\Phi 16/20$

$$M_{yy} = 189 \text{ kNm(alt)}$$

$$A_{sy} = \frac{189}{365217.0,86.0,45} = 13,4 \text{ cm}^2 / m \quad \Phi 16/15$$

$$M_{yy} = 109 \text{ kNm(üst)}$$

$M_{yy} < M_{min}$ olduğundan minimum donatı $\Phi 16/20$

RADYE 2

$$M_{xx} = 96,13 \text{ kNm (alt)}$$

$M_{xx} < M_{min}$ olduğundan minimum donatı $\Phi 16/20$

$$M_{xx} = 5,6 \text{ kNm (üst)}$$

$M_{xx} < M_{min}$ olduğundan minimum donatı $\Phi 16/20$

$$M_{yy} = 77,7 \text{ kNm (alt)}$$

$M_{yy} < M_{min}$ olduğundan minimum donatı $\Phi 16/20$

$$M_{yy} = 66 \text{ kNm (üst)}$$

$M_{yy} < M_{min}$ olduğundan minimum donatı $\Phi 16/20$

RADYE3

$$M_{xx} = 83,5 \text{ kNm (alt)}$$

$M_{xx} < M_{min}$ olduğundan minimum donatı $\Phi 16/20$

$$M_{xx} = 6,3 \text{ kNm (üst)}$$

$M_{xx} < M_{min}$ olduğundan minimum donatı $\Phi 16/20$

$$M_{yy} = 87,5 \text{ kNm(alt)}$$

$M_{yy} < M_{min}$ olduğundan minimum donatı $\Phi 16/20$

$M_{yy} = -63,9 \text{ kNm}$ (üst)

$M_{yy} < M_{min}$ olduğundan minimum donatı $\Phi 16/20$

METRAJ

RADYE

X yönü

$L = 9 \text{ m}$ boyunda 3 m eninde $\Phi 16/20$

$3/0,2 = 15$ Adet (alt ve üst) $2 \times 15 \times 9 \times 1,58 = 426,6 \text{ kg}$

$L = 4 \text{ m}$ boyunda $3,5 \text{ m}$ eninde $\Phi 16/20$

$3,5/0,2 = 18$ Adet (alt ve üst) $2 \times 18 \times 4 \times 1,58 = 227,5 \text{ kg}$

Y yönü

$L = 7,5 \text{ m}$ boyunda 3 m eninde $\Phi 16/20$

$3/0,2 = 15$ Adet (alt ve üst) $2 \times 15 \times 7,5 \times 1,58 = 355,5 \text{ kg}$

$L = 4 \text{ m}$ boyunda $5,5 \text{ m}$ aralığında $\Phi 16/20$

$5,5/0,2 = 28$ Adet (alt ve üst) $2 \times 28 \times 4 \times 1,58 = 353,92 \text{ kg}$

RADYE1

X yönü

$L = 19 \text{ m}$ boyunda 3 m eninde $\Phi 16/15$

$3/0,15 = 20$ Adet (alt) $20 \times 19 \times 1,58 = 600,4 \text{ kg}$

$L = 19 \text{ m}$ boyunda 3 m eninde $\Phi 16/20$

$3/0,2 = 15$ Adet (üst) $15 \times 19 \times 1,58 = 450,3 \text{ kg}$

$L = 4 \text{ m}$ boyunda $3,5 \text{ m}$ eninde $\Phi 16/15$

$3,5/0,15 = 24$ Adet (alt) $24 \times 4 \times 1,58 = 151,68 \text{ kg}$

$L = 4 \text{ m}$ boyunda $3,5 \text{ m}$ eninde $\Phi 16/20$

$3,5/0,2 = 18$ Adet (üst) $18 \times 4 \times 1,58 = 113,76 \text{ kg}$

Y yönü

L = 4 m boyunda 14 aralığında $\Phi 16/18$

$14/0,18 = 78$ Adet (alt)

$78 \times 4 \times 1,58 = 492,96$ kg

L = 4 m boyunda 14 aralığında $\Phi 16/20$

$14/0,2 = 70$ Adet (üst)

$70 \times 4 \times 1,58 = 442,4$ kg

L = 7,5m boyunda 3 m aralığında $\Phi 16/18$

$3/0,18 = 17$ Adet (alt)

$17 \times 7,5 \times 1,58 = 201,45$ kg

L = 7,5m boyunda 3 m aralığında $\Phi 16/20$

$3/0,2 = 15$ Adet (üst)

$15 \times 7,5 \times 1,58 = 177,75$ kg

TOPLAM = 6743,40 kg

PERDELER

P1 ve P2 (25X400)

Başlık boyuna donatı : $2 \times 5 \Phi 26 = 10$ adet $\Phi 26$

$10 \times 12 \times 4,17 = 500,4$ kg

Gövde boyuna donatı : $\Phi 16/15 = 25$ adet $\Phi 16$

$2 \times 25 \times 12 \times 1,58 = 948,00$ kg

Gövde enine donatı : $\Phi 8/25 = 2 \times 12 \Phi 8$

$24 \times 4 \times 4,5 \times 0,395 = 170,64$ kg

Başlık etriye donatısı: $\Phi 8/10 = 30 \Phi 8$

$60 \times 4 \times 2,4 \times 0,395 = 227,52$ kg

P3,P4,P5,P6 ve P7 (25X300)

Başlık boyuna donatı : $2 \times 5 \Phi 26 = 10$ adet $\Phi 26$

$10 \times 12 \times 4,17 = 500,4$ kg

Gövde boyuna donatı : $\Phi 16/15 = 19$ adet $\Phi 16$

$2 \times 19 \times 12 \times 1,58 = 720,48$ kg

Gövde enine donatı : $\Phi 8/25 = 2 \times 12 \Phi 8$

$24 \times 4 \times 3,5 \times 0,395 = 132,72$ kg

Başlık etriye donatısı: $\Phi 8/10 = 30 \Phi 8$

$60 \times 4 \times 2 \times 0,395 = 189,6$ kg

P8 ve P9 (25X350)

Başlık boyuna donatı : $2 \times 5 \Phi 26 = 10$ adet $\Phi 26$

$10 \times 12 \times 4,17 = 500,4$ kg

Gövde boyuna donatı : $\Phi 16/15 = 22$ adet $\Phi 16$

$2 \times 22 \times 12 \times 1,58 = 834,24$ kg

Gövde enine donatı : $\Phi 8/25 = 2 \times 12 \Phi 8$

$24 \times 4 \times 4 \times 0,395 = 151,68$ kg

Başlık etriye donatısı: $\Phi 8/10 = 30 \Phi 8$

$60 \times 4 \times 2,2 \times 0,395 = 208,56$ kg

$$\text{TOPLAM} = 5088,64 \text{ kg}$$

KALIP METRAJİ

PERDELER

P1 ve P2 (25X400)

$$2 \times (0,25 + 4) \times 3 = 25,5 \text{ m}^2 \text{ her bir kat için} \quad 2 \times 4 \times 25,5 = 204 \text{ m}^2$$

$$\text{İskelesi} : 2 \times 3 \times 1,5 \times (4 + 0,25) = 38,25 \text{ m}^3 \text{ her bir kat için} \quad 2 \times 38,25 \times 4 = 306 \text{ m}^3$$

P3,P4,P5,P6 ve P7 (25X300)

$$2 \times (0,25 + 3) \times 3 = 19,5 \text{ m}^2 \text{ her bir kat için} \quad 5 \times 4 \times 19,5 = 390 \text{ m}^2$$

$$\text{İskelesi} : 2 \times 3 \times 1,5 \times (3 + 0,25) = 29,25 \text{ m}^3 \quad 5 \times 4 \times 29,25 = 585 \text{ m}^3$$

P8 ve P9 (25X350)

$$2 \times (0,25 + 3,5) \times 3 = 22,5 \text{ m}^2 \quad 2 \times 4 \times 22,5 = 180 \text{ m}^2$$

$$\text{İskelesi} : 2 \times 3 \times 1,5 \times (3,5 + 0,25) = 33,75 \text{ m}^3 \quad 2 \times 4 \times 33,75 = 270 \text{ m}^3$$

$$\text{TOPLAM} = 774 \text{ m}^2$$

$$\text{Kalıp iskelesi TOPLAM} = 1161 \text{ m}^3$$

TEMELLER

RADYE

$$(8,5 + 6,5 + 3 + 3,5 + 5,5 + 3) \times 0,5 = 15 \text{ m}^2$$

$$\text{İskelesi} : 30 \times 0,5 \times 0,25 = 3,75 \text{ m}^3$$

RADYE1

$$(17 + 3 + 5,5 + 3,5 + 3 + 3,5 + 8,5 + 3) \times 0,5 = 23,5 \text{ m}^2$$

$$\text{İskelesi} : 47 \times 0,5 \times 0,25 = 5,875 \text{ m}^3$$

RADYE 2ve 3

$$2 \times (10 + 5 + 3 + 2 + 7 + 3) \times 0,5 = 30 \text{ m}^2$$

$$\text{İskelesi} : 30 \times 0,5 \times 0,25 = 3,75 \text{ m}^3$$

$$\text{TOPLAM} = 68,5 \text{ m}^2$$

$$\text{Kalıp iskelesi TOPLAM} = 17,125 \text{ m}^3$$

TEMEL BETON

RADYE

$$(8,5 \times 6,5 \times 0,5) - (5,5 \times 3,5 \times 0,5) = 18 \text{ m}^3$$

RADYE 1

$$(17 \times 3 \times 0,5) + (3,5 \times 3 \times 0,5) = 30,75 \text{ m}^3$$

RADYE 2 ve 3

$$(10 \times 5 \times 0,5) - (7 \times 2 \times 0,5) = 18 \text{ m}^3 \quad 2 \times 18 = 36 \text{ m}^3$$

$$\text{TOPLAM} = 66,75 \text{ m}^3$$

PERDE BETON

P1 ve P2

$$0,25 \times 4 \times 12 = 12 \text{ m}^3 \quad 2 \times 12 = 24 \text{ m}^3$$

P3, P4, P5, P6 ve P7

$$0,25 \times 3,5 \times 12 = 9 \text{ m}^3 \quad 5 \times 9 = 45 \text{ m}^3$$

P8 ve P9

$$0,25 \times 3,5 \times 12 = 10,5 \text{ m}^3 \quad 2 \times 10,5 = 21 \text{ m}^3$$

$$\text{TOPLAM} = 90 \text{ m}^3$$

TOPLAM MALİYET

Demir

$$6743,40 \times 1,05 = 7.081,00 \text{ YTL}$$

$$5088,64 \times 1,05 = 5.342,00 \text{ YTL}$$

Kalıp

$$68,50 \times 11,95 = 818,50 \text{ YTL}$$

$$774,00 \times 11,95 = 9.249,30 \text{ YTL}$$

Kalıp İskelesi

$$17,125 \times 2,08 = 35,62 \text{ YTL}$$

$$1161,000 \times 2,08 = 2.414,88 \text{ YTL}$$

Beton

$$66,750 \times 89,5 = 5.974,13 \text{ YTL}$$

$$90.000 \times 89,5 = 8.055,00 \text{ YTL}$$

$$\text{TOPLAM} = 38.970,43 \text{ YTL}$$

9. SONUÇ

Mevcut bir okul yapısı eşdeğer deprem yükü yöntemi kullanılarak analiz edilmiş ve yer değiştirme sınır değerlerinde ve yapı elemanlarında yetersizliklerle karşılaşmıştır. Aynı yapının performansının bulunmasında, statik itme analizi sonucu; yapı bulunduğu deprem bölgesinde depremin yapıdan istediği talebi karşılayamamakta, birçok eleman can güvenliği sınırına ulaşmakta ve bir kısmında da göçmeler görülmektedir. Bu bağlamda yapı-deprem arasında bir arz-talep denge noktası bulunamamış ve yapının bu depremi karşılayamadan göçtüğü tespit edilmiştir. Yapılan analizlerden elde edilen sonuçlar çerçevesinde yapının güçlendirilmesi gerektiğine karar verilmiştir. Yapı önce DIS B tipi izolatörlerle doğrusal olmayan zaman tanım alanı yöntemi kullanılarak analizi yapıp güçlendirilmiş daha sonra da klasik yolla güçlendirilmiştir. Yapıda standart DIS B tipi izolatörleri kullanıldığında periyotlar yaklaşık üç kat artmıştır.

İzolatörsüz yapıda periyotlar;

X yönünde $T_{1x} = 0,5686$ s, Y yönünde $T_{1y} = 0,5232$ s

İzolatörlü yapıda periyotlar;

X yönünde $T_{1x} = 1,458$ s, Y yönünde $T_{1y} = 1,437$ s

olarak hesaplanmıştır.

Yapının periyotları artması ile yapıya gelen ivme değerleri azalmış ve doğru orantılı olarak kesme kuvvetlerinde azalmalar görülmüştür. Fakat kesme kuvvetindeki azalmalara rağmen bir kısım yapı elemanı yeterli bulunsa da bu yapı için DIS B tipi standart izolatörlerle güçlendirme yine yetersiz kalmıştır.

Son olarak yapıda klasik güçlendirme yöntemi uygulanmış ve analizler sonucunda yapıda herhangi bir olumsuzlukla karşılaşılmamıştır. Klasik güçlendirmede ayrıca temel hesapları da yapıp güçlendirmenin tamamı için maliyet çıkartılmıştır.

Örnek alınan okul yapısında

Klasik güçlendirme için maliyet: 21,95 YTL/m²

İzolatörlerle güçlendirme için maliyet: 60,56 YTL/m²

olarak hesaplanmıştır.

Yapının DIS B tipi izolatörler kullanılarak maliyetinin, klasik güçlendirme maliyetinin yaklaşık üç katı olduğu tespit edilmiştir. Bu bağlamda ülkemiz şartlarında klasik güçlendirme daha ekonomik sonuçlar sağladığı söylenebilir.

KAYNAKLAR

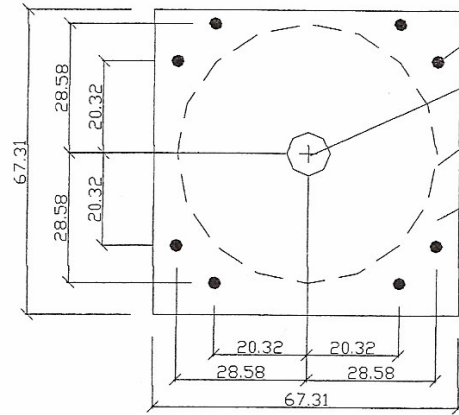
- [1] **Naeim, F. and Kelly, J.M.**, 1999. Design of Sismic Izolated Structures. Director Of Research and Development, Los Angeles, California
- [2] **Maurer Seismic Protection Systems**, 2006. Technical Information and Dimensions. Maurer Söhne
- [3] **Celep, Z. ve Kumbasar, N.**, 2004. Deprem Mühendisliğine Giriş ve Depreme Dayanıklı Yapı Tasarımı, İstanbul Teknik Üniversitesi İnşaat Fakültesi
- [4] **Aydoğan, M.**, 2005. Betonarme Binalarda Onarım ve Güçlendirme Sistemleri ve Tasarımı, *Seminer Notları*, T.M.M.O.B. İnşaat Mühendisleri Odası Gaziantep Şubesi. 2004
- [5] **Özer, E., Aydınoglu, N., Sucuoğlu, H.**, 2006. Deprem Bölgelerinde Yapılacak Binalar Hakkında Yönetmelik için Meslek içi Eğitim Programı, *Seminer Notları*. T.M.M.O.B. İnşaat Mühendisleri Odası Gaziantep Şubesi
- [6] **Özer, E.**, 2006. Yapı Sistemlerinin Lineer Olmayan Analizi. İstanbul Teknik Üniversitesi İnşaat Fakültesi.
- [7] **Celep, Z., Kumbasar, N.**, 2005. Betonarme Yapılar. İstanbul Teknik Üniversitesi İnşaat Fakültesi
- [8] **Ersoy, U.**, 1995. Betonarme de Temel ilkeler ve Taşıma Gücü Hesabı. ODTÜ İnşaat Mühendisliği Bölümü.
- [9] **Özmen, G., Orakdoğan, E., Darılmaz, K.**, 2005. Örneklerle ETABS. İstanbul Teknik Üniversitesi İnşaat Fakültesi.
- [10] **Özmen, G., Orakdoğan, E., Darılmaz, K.**, 2002. Örneklerle SAP 2000. İstanbul Teknik Üniversitesi İnşaat Fakültesi
- [11] **Deprem Bölgelerinde Yapılacak Binalar Hakkında Yönetmelik**, 1998. İnşaat Mühendisleri Odası İstanbul Şubesi
- [12] **Türker, H.**, 2003. Taban İzolasyonu ile Klasik Güçlendirme Arasında Bir Maliyet Karşılaştırılması. *Yüksek Lisans Tezi*, İTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü
- [13] **Çağlar, M.C.**, 2002. Yapılarda Taban İzolasyonu Sistemleri. *Yüksek Lisans Tezi*, İTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü
- [14] **Maurer Seismic Protection Systems**, 2007. Kişisel görüşme

EK A

SİSMİK TABAN İZOLATÖR TİPLERİ VE TEST SONUÇLARI

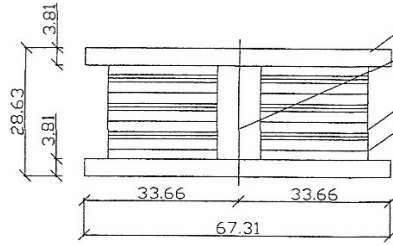
A.B.D.’ de faaliyet gösteren “ The Highway innovative Technology Evaluation Centre (HITECH)” kuruluşunca, kurşun çekirdekli kauçuk tabakalı ve sürtünmeli sarkaç tipindeki taban izolatörleri bir dizi teste tabi tutulmuştur. Bu testlere tabi tutulan taban izolatörlerini imal eden üretici firmaların isimleri aşağıda verilmiştir. Bu test sonuçlarından sadece DIS tiplerinin sonuçları verilmiştir.

1. “Dynamic Isolation Systems, Inc.” Elastomering Bearings
2. “Eartquake Protection System, Inc” Friction Pendulum Bearings
3. “Scougal Rubber Corporation” High Damping Rubber Bearing



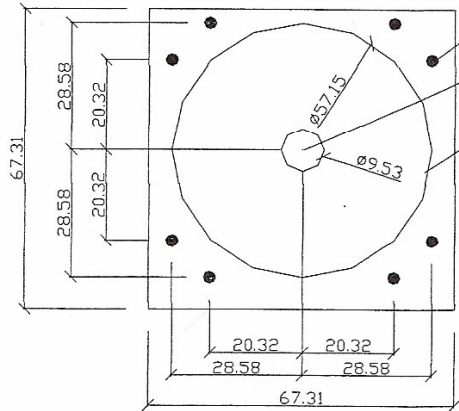
- ALT ve ÜST PLAKALARDA
2.70 cm ÇAPINDA 8 ADET DELİK
- 9.53 cm ÇAPINDA KURSUN
ÇEKİRDEK
- 57.15 cm ÇAPINDA 21.01 cm
YÜKSEKLİĞİNDE İZOLATÖR
- ALT ve ÜST YÜKLEME PLAGI

ÜST GÖRÜNÜS



- ALT ve ÜST YÜKLEME PLAGI
- 9.53 cm ÇAPINDA KURSUN
ÇEKİRDEK
- 19 ADET ÇELİK SERİT
- 0.762 cm KALINLIKLİ 20 ADET
KAUÇUK TABAKA

KESİT



- ALT ve ÜST PLAKALARDA
2.70 cm ÇAPINDA 8 ADET DELİK
- 9.53 cm ÇAPINDA KURSUN
ÇEKİRDEK
- 57.15 cm ÇAPINDA KAUÇUK

ALT GÖRÜNÜS

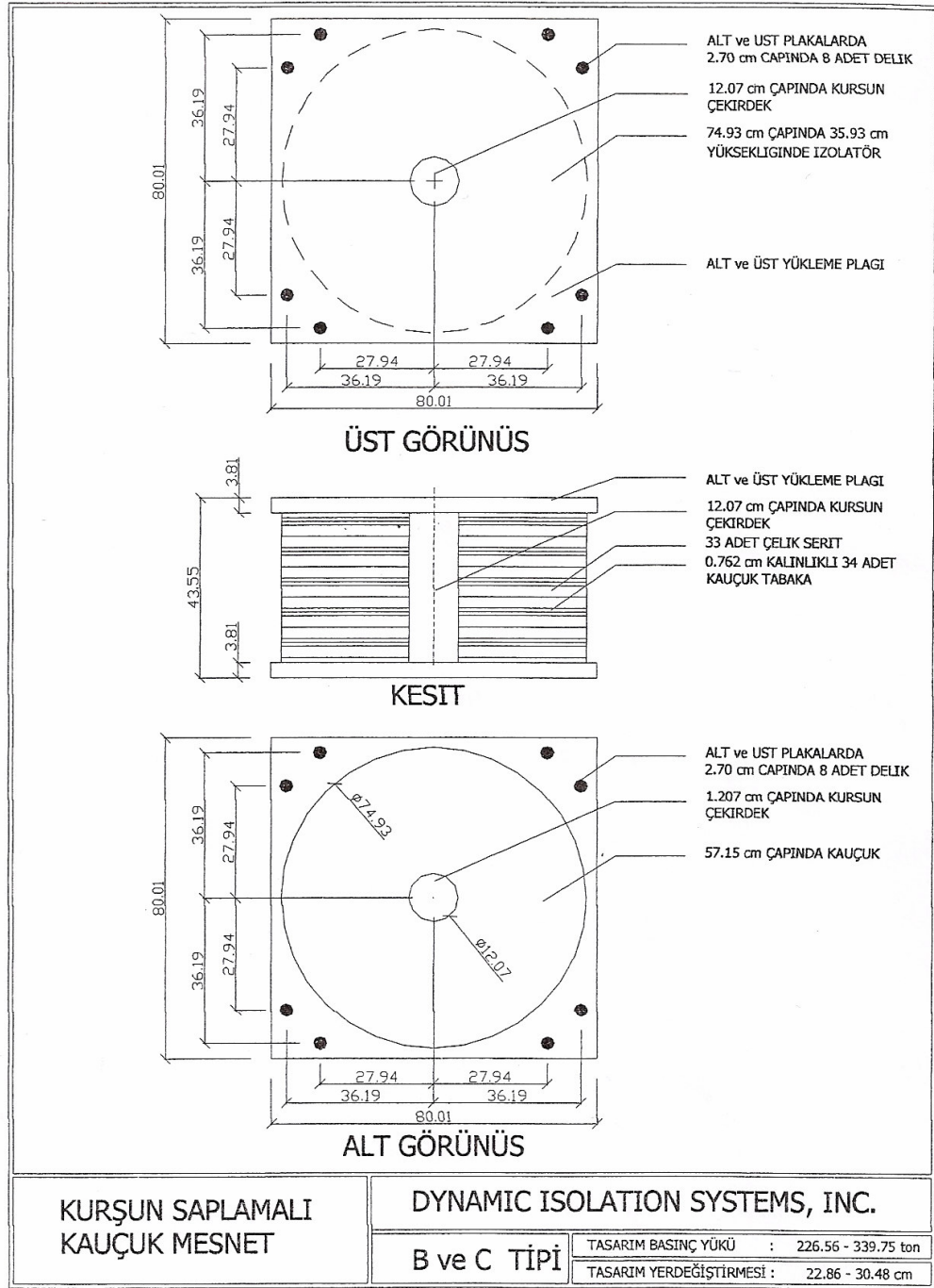
KURŞUN SAPLAMALI
KAUÇUK MESNET

DYNAMIC ISOLATION SYSTEMS, INC.

A TİPİ

TASARIM BASINÇ YÜKÜ : 67.95 ton

TASARIM YERDEĞİŞTİRMESİ : 15.24 cm



Tablo A.1: DIS Kurşun çekirdekli kauçuk izolatörlerin fiziksel özellikleri

Mesnet Tipi	Tasarım Basınç Yüğü (DCL) kN	Tasarım Yerdeğiştirmesi (DD) cm	Küçük Yerdeğiştirmele r cm	Ağırlık (kN)	Yükseklik (cm)	Plan Boyutu (cm)
A tipi	667,233	15,24	5,08(+/-2,54)	4,2703	21,01	57,15
B tipi	2224,11	22,86	7,62(+/-3,81)	8,3404	35,93	74,93
C tipi	3336,165	30,48	10,16(+/-5,08)	8,3404	35,93	74,93

Tablo A.2: DIS Kurşun çekirdekli kauçuk izolatörlerin mekanik karakteristiklerin yük seviyesine bağılı değışimi

Mesnet Tipi	Düşey Yüğü (kN)	Rijitlik K_{eff} (kN/cm)	Sönüm Kritik sönüm yüzdesi	Bir döngüdeki enerji yutumu, EDC (kNcm)
A tipi	%100 DCL	13,66	17,7	3408,75
	%70 DCL	14,19	16,8	3354,52
	%40 DCL	14,36	16,3	3310,45
B tipi	%100 DCL	19,44	16,3	9725,73
	%70 DCL	19,96	15,3	9384,52
	%40 DCL	20,31	14,7	9361,92
C tipi	%100 DCL	15,24	17,0	14394,26
	%70 DCL	15,94	15,6	13829,34
	%40 DCL	16,64	15,1	13919,73

Bu değerler, tasarım yer değiştirmesindeki 2 cm periyod çevrimsel yatay yüklemlerin ikinci çevrimi için okunan test sonuçlardır.

Tablo A.3: DIS Kurşun çekirdekli kauçuk izolatörlerin mekanik karakteristiklerin periyoda bağlı değişimi

Mesnet Tipi	Periyod (saniye)				
	20	5	2	1	0,5*
	Rijitlik (kN/cm)				
A tipi	13,66	13,31	13,66	15,24	16,11
B tipi	16,46	17,86	19,44	19,09	26,62
C tipi	14,01	14,36	15,24	17,69	25,57
Sönüm (Kritik sönüm yüzdesi)					
A tipi	18,4	19,2	17,7	17,5	14,7
B tipi	17,4	16,5	16,3	16,9	14,9
C tipi	18,5	17,8	17,0	16,3	13,4
Bir döngüdeki enerji yutumu (kNcm)					
A tipi	3549,98	3598,57	3408,75	3642,63	864,33
B tipi	8986,81	9264,75	9725,73	9917,8	3260,74
C tipi	14586,34	14382,96	14394,26	15196,45	452052

Bu değerler, tasarım basınç yükü altında ve tasarım yer değiştirmesinde çevrimsel yatay yüklemelerin ikinci çevrimi için okunan test sonuçlarıdır.

* Tasarım yer değiştirmesinin yarısı için elde edilen değerlerdir.

Tablo A.4: DIS Kurşun çekirdekli kauçuk izolatörlerin limit davranışı

Mesnet Tipi	Tasarım Yerdeğiştirmesi (DD) cm	Sınır Yerdeğiştirmesi FD (cm)	Güvenlik oranı (FD/DD)
A tipi	15,24	50,8	3,33
B tipi	22,86	>55,88	>2,44
C tipi	30,48	>55,88	>2,44

* C tipi mesnedin yer değiştirme kapasitesi test ekipmanının oluşturabileceği limit yer değiştirmeden büyüktür

Tablo A.5: DIS Kurşun çekirdekli kauçuk izolatörlerin performanslarının deneysel ve analitik olarak karşılaştırılması

Mesnet Tipi	Efektif Rijitlik (kN/cm)		Eşdeğer sönüm (kritik sönüm yüzdesi)		Bir döngüdeki enerji yutumu (EDC) (kNcm)	
	Tasarım	Gerçek	Tasarım	Gerçek	Tasarım	Gerçek
A tipi	12,43	13,66	16,9	17,7	3073,19	3408,75
B tipi	16,29	19,44	14,0	16,3	7490,89	9725,73
C tipi	15,41	15,24	11,33	17,0	10100,84	14394,26

Gerçek değerler, tasarım basınç yükü altında ve 2 cm periyodundaki çevresel yatay yüklemelerin ikinci çevrimi için okunmuş olan test değerleridir.

Tablo A.6: DIS Kurşun çekirdekli kauçuk izolatörlerin performanslarının yorulma ve çevresel etkiler dikkate alınarak değerlendirilmesi

Periyod	Rijitlik (kN/cm)		Eşdeğer sönüm (kritik sönüm yüzdesi)		Bir döngüdeki enerji yutumu (EDC) (kNcm)	
	Önce	Sonra	Önce	Sonra	Önce	Sonra
20	16,11	15,06	17,70	19,6	9168,72	9502,02
5	17,86	15,76	18,30	18,8	10234,16	9308,82
1	19,09	16,64	17,30	17,5	10129,09	8933,71
0,5*	25,22	23,99	14,80	17,5	2927,44	3296,90

Tabloda ki “önce” şunu ifade eder: 2224 kN tasarım basınç yükü altında B tipi mesnet için; 10 sn periyodlu servis yüklemelerinin (sıcak ve hareketli yük etkileri yani Tablo A.1.1’de ki küçük yer değiştirmeler sınırını oluşturan yük etkileri) 10000 adet döngü esnasında oluşturduğu yorulma etkileri ve Amerikan Standardı ASTM B117 şartlarının öngördüğü 1000 saat hız spreyi odasında hızlandırılmış çevresel etkiye maruz bırakılması durumlarından önce izolatörün hemen imalat sonrası mekanik karakteristikleridir. Tablodaki “sonra” ise, bu etkilerden sonra izolatörün sismik performansının yani mekanik karakteristiklerinin değişimini göstermektedir.

* Bu satırdaki değerler, tasarım yer değiştirmesinin yarısı için elde edilmiştir.

Tablo A.7: DIS Kurşun çekirdekli kauçuk izolatörlerin performanslarının sıcak ve soğuk ortamda değerlendirilmesi

Performans Parametreleri	Soğukta -9 ° C'de 48 saat	Normal Şartlarda - 21 ° C	Sıcakta 48 ° C'de 30 saat
Rijitlik (kN/cm)	25,22	20,49	18,74
Sönüm (Kri. Sön. %)	22,6 (+%43)	15,80	14,2
Enerji Yutumu (kN/cm)	17512,64	10192,36	8373,3 (-%18)

Parantez içindeki değerler % olarak normal şartlardan sapmaları işaret eder.

Tablo A.8: DIS Kurşun çekirdekli kauçuk izolatörlerin dayanıklılığı

Mesnet Tipi	F_1 (kN)	F_5 (kN)	F_{10} (kN)	F_{15} (kN)	F_{20} (kN)
A tipi	222,41	204,62	186,83	173,48	169,03
B tipi	444,82	395,89	369,20	355,86	346,96
C tipi*	511,55	427,03	--	--	--
*	--	502,65	422,58	387,00	369,20

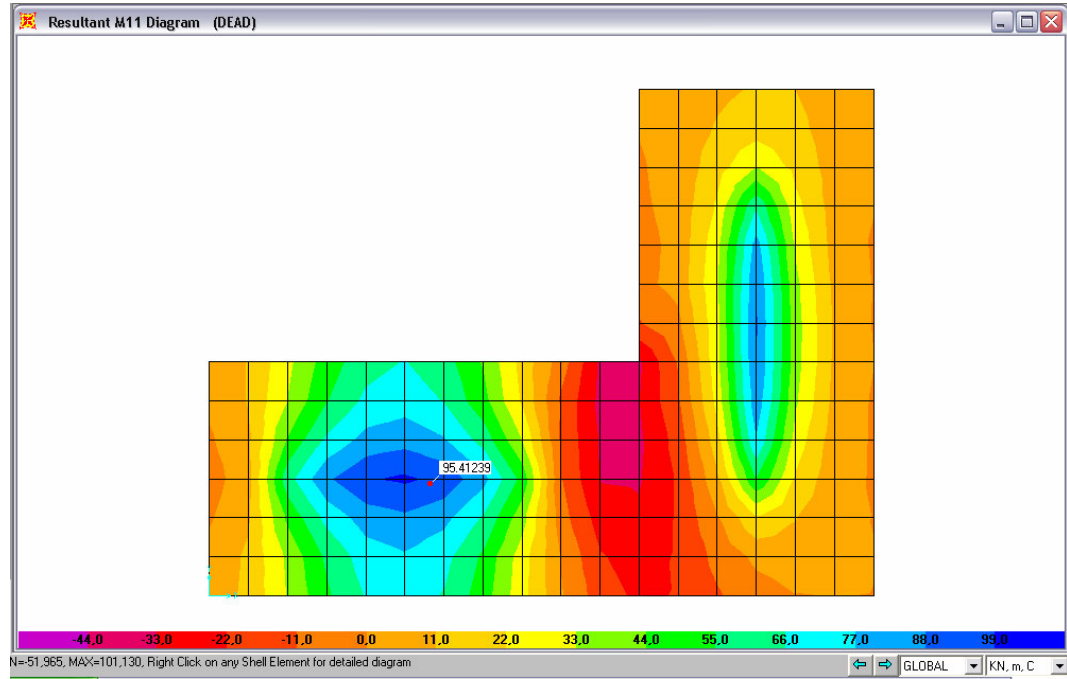
“*” Bu mesnet için 5 döngü ve 15 döngü olmak üzere iki ayrı yükleme yapılmıştır.

F_i = i, döngüdeki en büyük yatay kuvvet

EK B

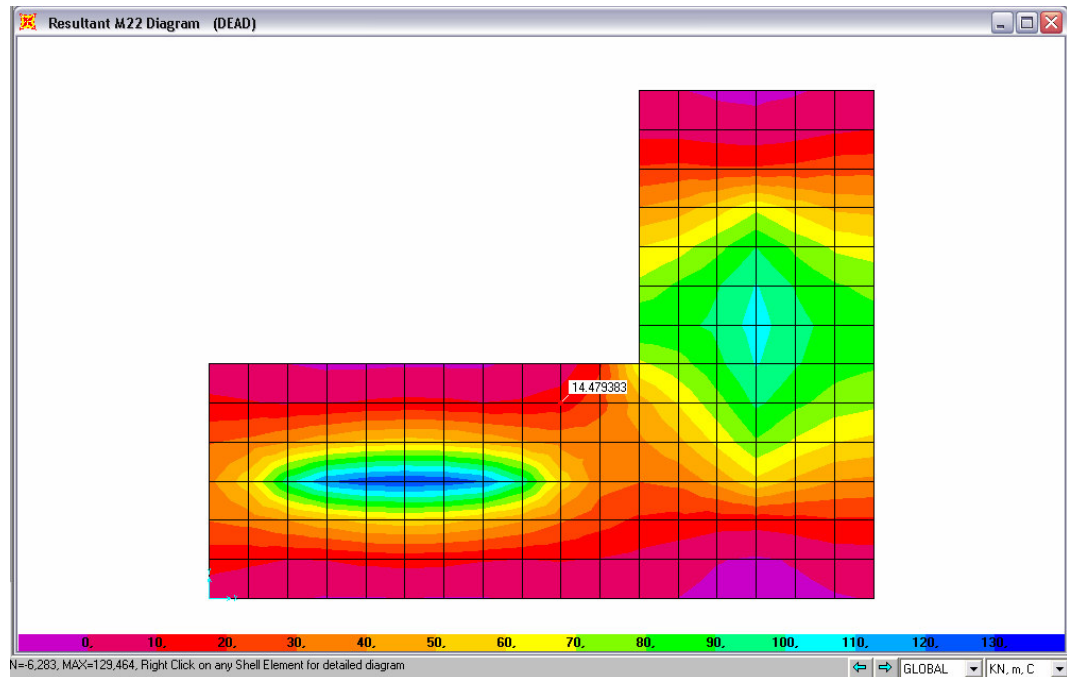
RADYE TEMELLER

Yapıda güçlendirme sonucu dört adet radye temel yapma ihtiyacı doğmuştur ve bunların hesabı ayrıyeten uluslararası kabul görmüş olan SAP2000 bilgisayar programı kullanılarak analiz edilmiş elde edilen dört adet radye temel hesap sonuçları ve diyagramları verilmiştir. Her bir radye temel için X ve Y doğrultusunda olmak üzere iki adet sonuç verilmiştir.



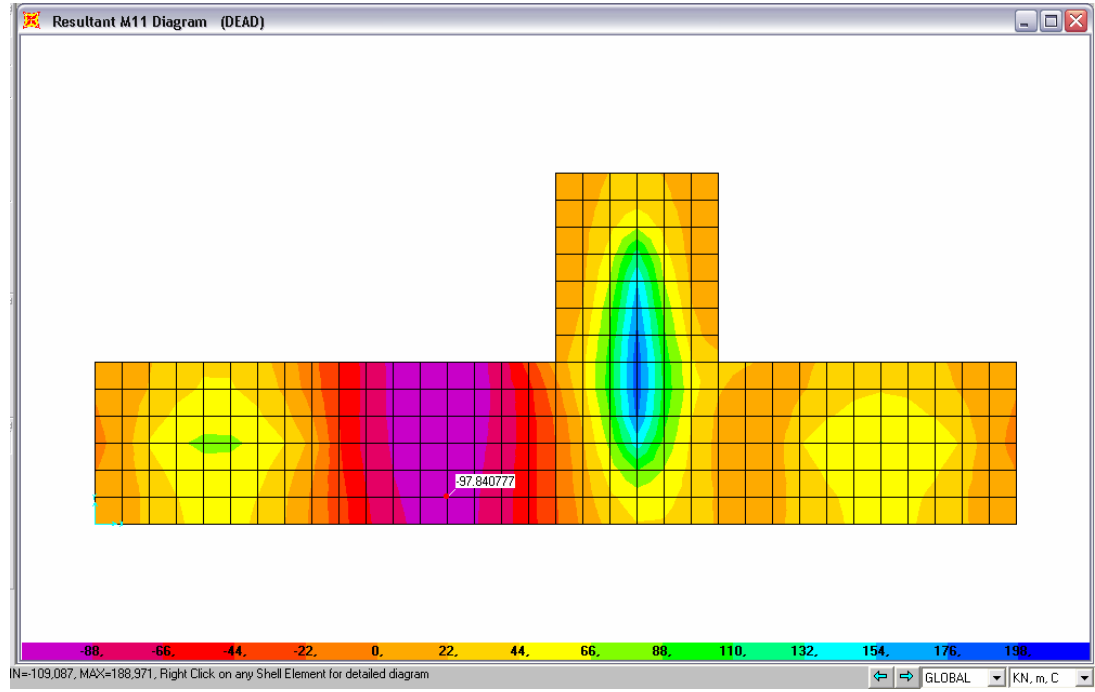
Şekil B.1: RADYE'nin SAP 2000 çözüm sonucu Myy

(Max =101,13 kNm, Min= -51,96 kNm)



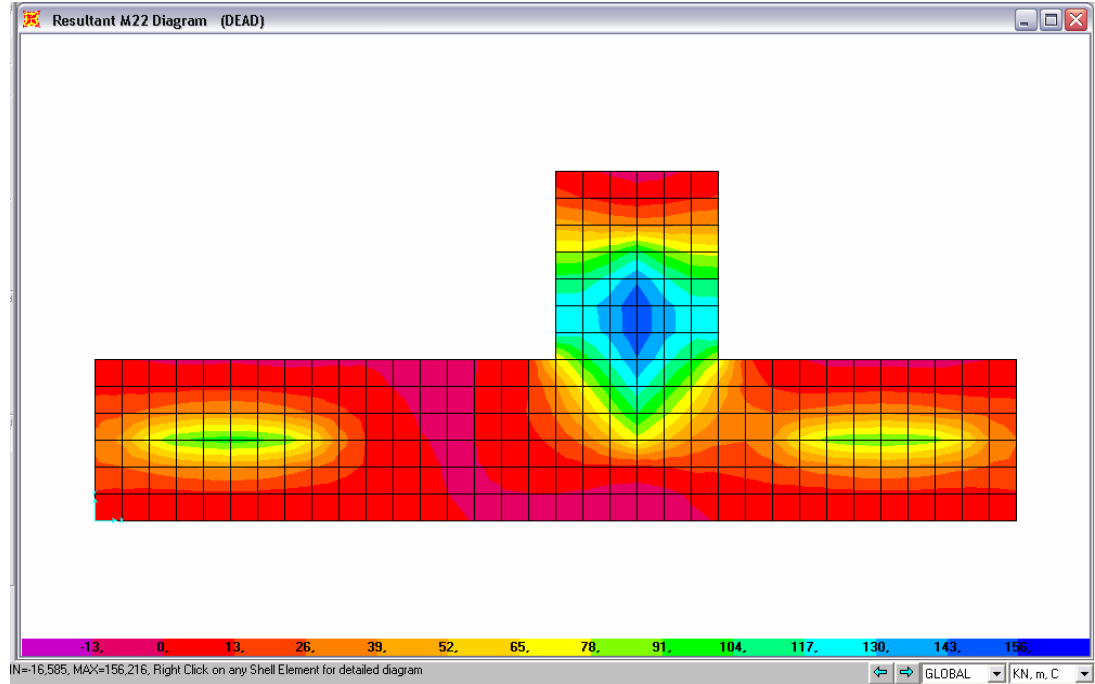
Şekil B.2: RADYE'nin SAP 2000 çözüm sonucu Mxx

(Max = 129,46 kNm Min =-6,3 kNm)



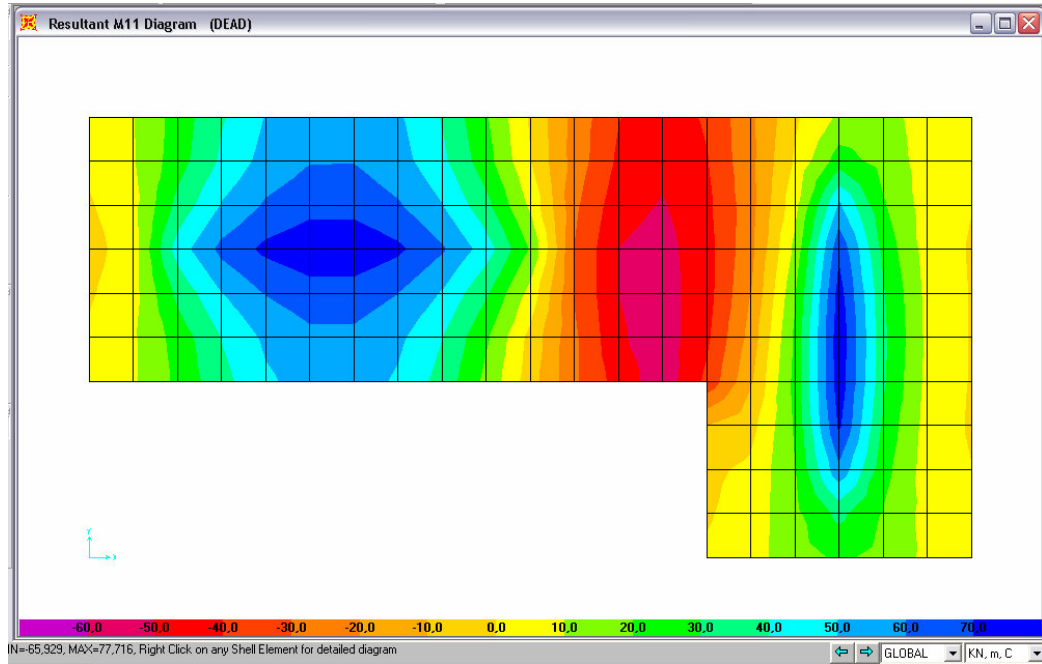
Şekil B.3: RADYE1'in SAP 2000 çözüm sonucu Myy

(Max =188,9 kNm Min = -109 kNm)



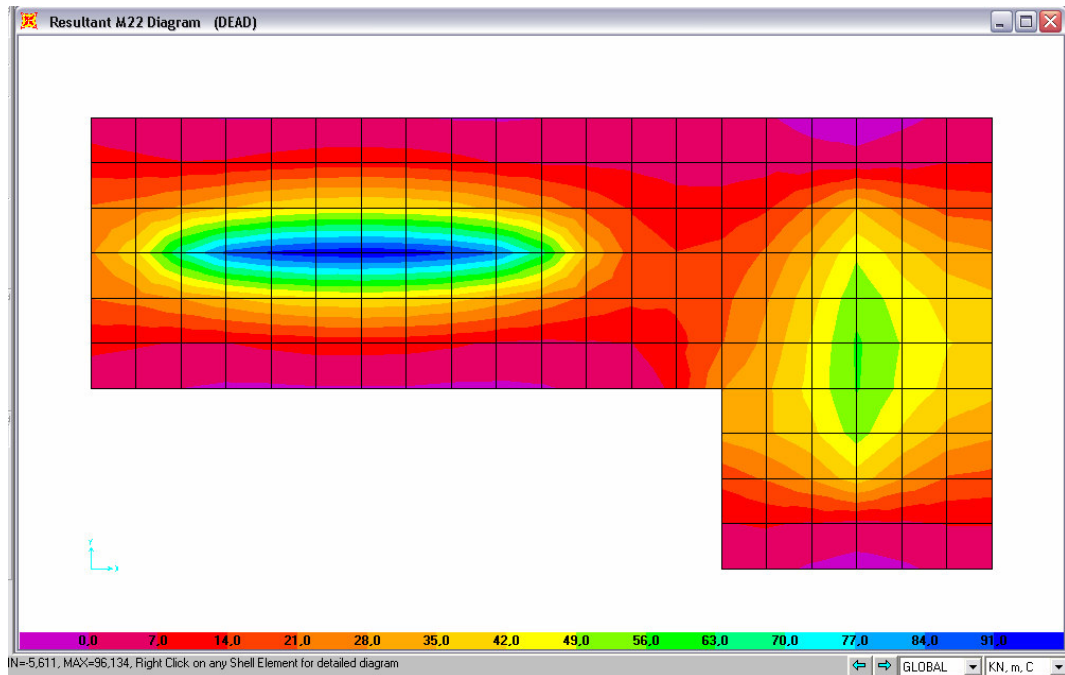
Şekil B.4: RADYE1'in SAP 2000 çözüm sonucu Mxx

(Max=156,2 kNm Min= -16,85 kNm)



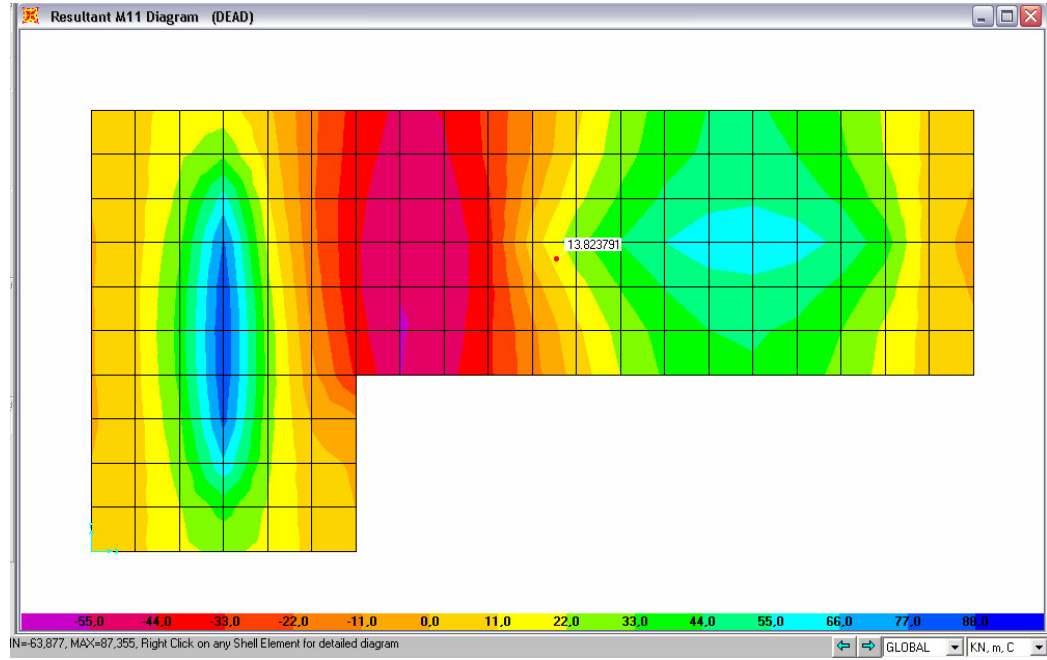
Şekil B.5: RADYE2'nin SAP 2000 çözüm sonucu M_{yy}

(Max=77,716 kNm Min = -65,93 kNm)



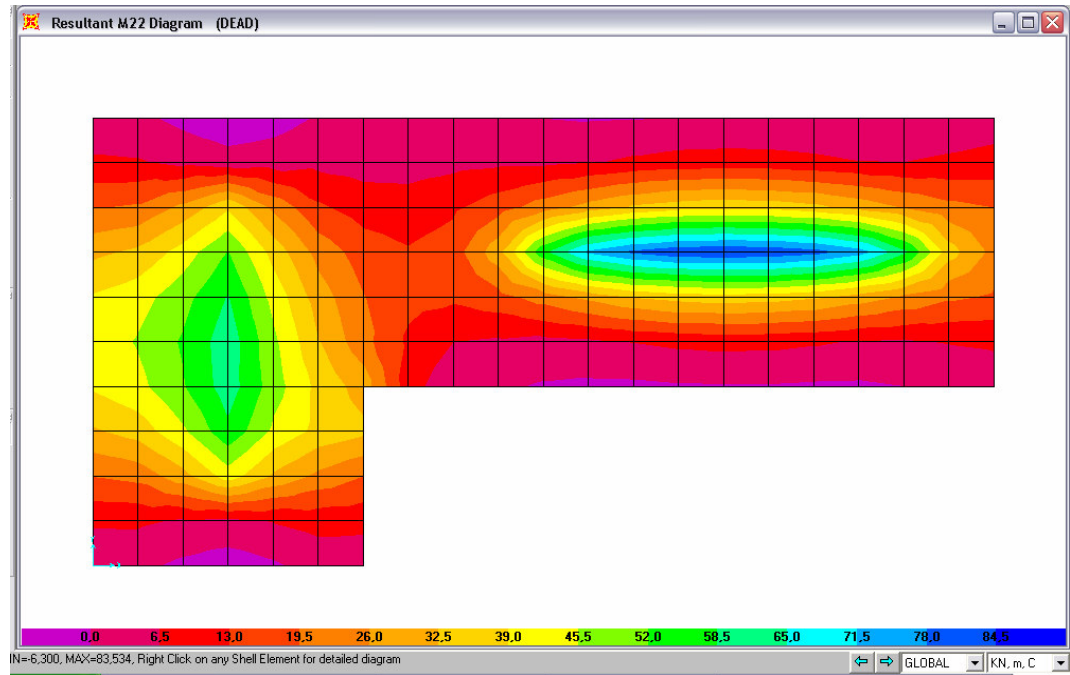
Şekil B.6: RADYE2'nin SAP 2000 çözüm sonucu M_{yy}

(Max =96,134kNm, Min = -5,61 kNm)



Şekil B.7: RADYE3'ün SAP 2000 çözüm sonucu Myy

(Max=87,35 kNm, Min = -63,87 kNm)



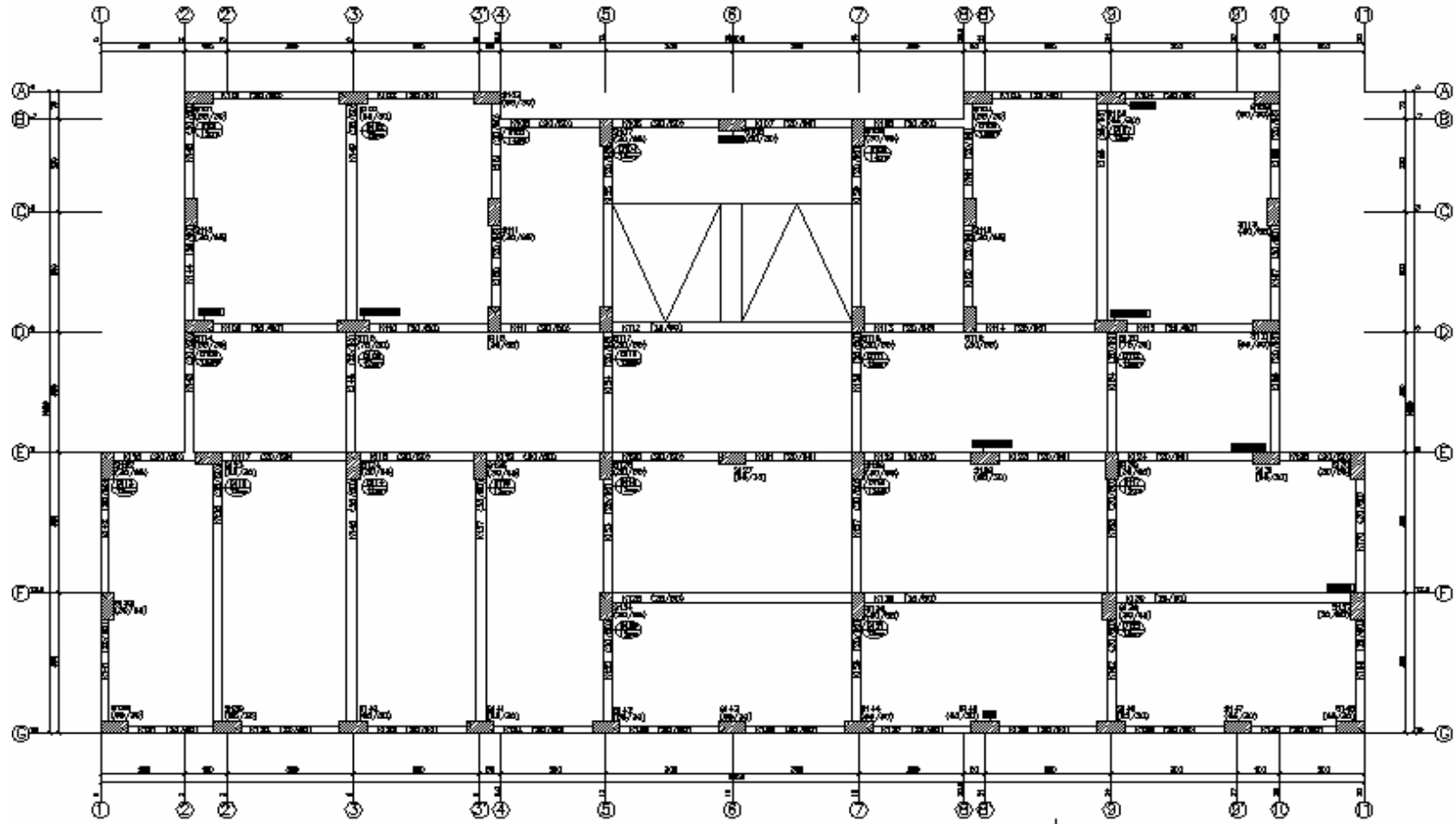
Şekil B.8: RADYE3'ün SAP 2000 çözüm sonucu Myy

(Max =83,53 kNm, Min = -6,3 kNm)

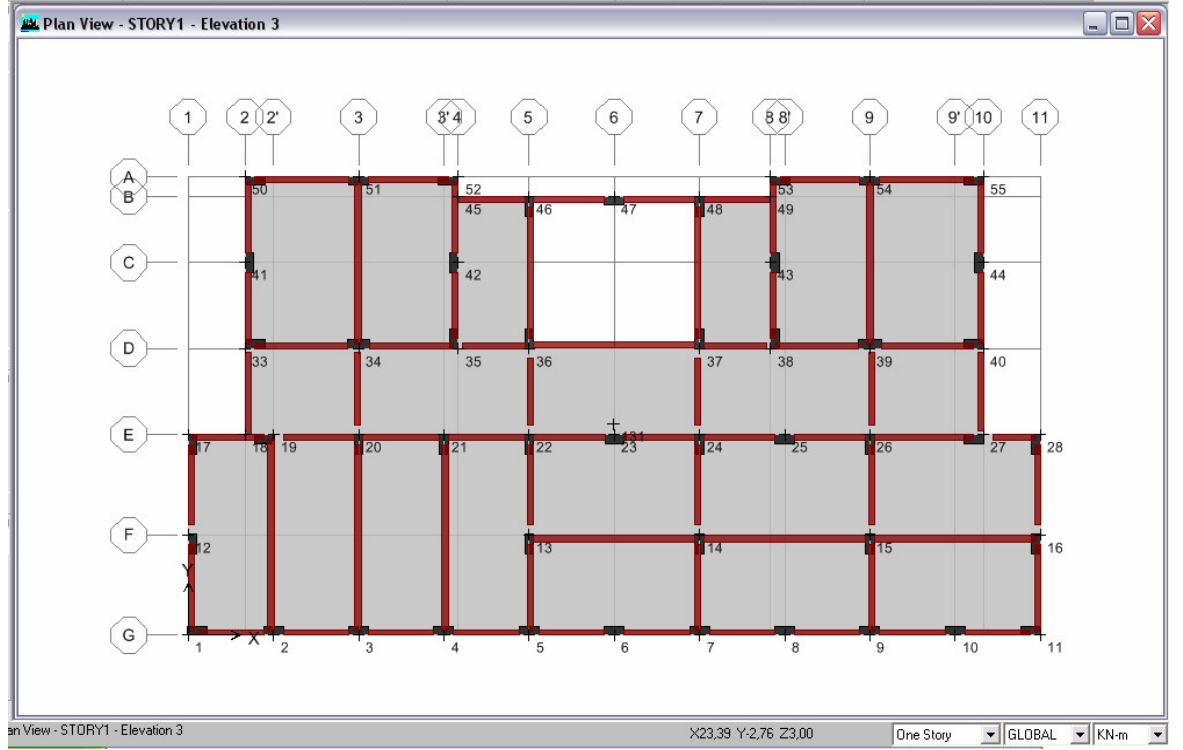
EK C

ANALİZ İÇİN ETABS PROGRAMINA GİRİLEN DEĞERLER VE KAT KALIP PLANLARI

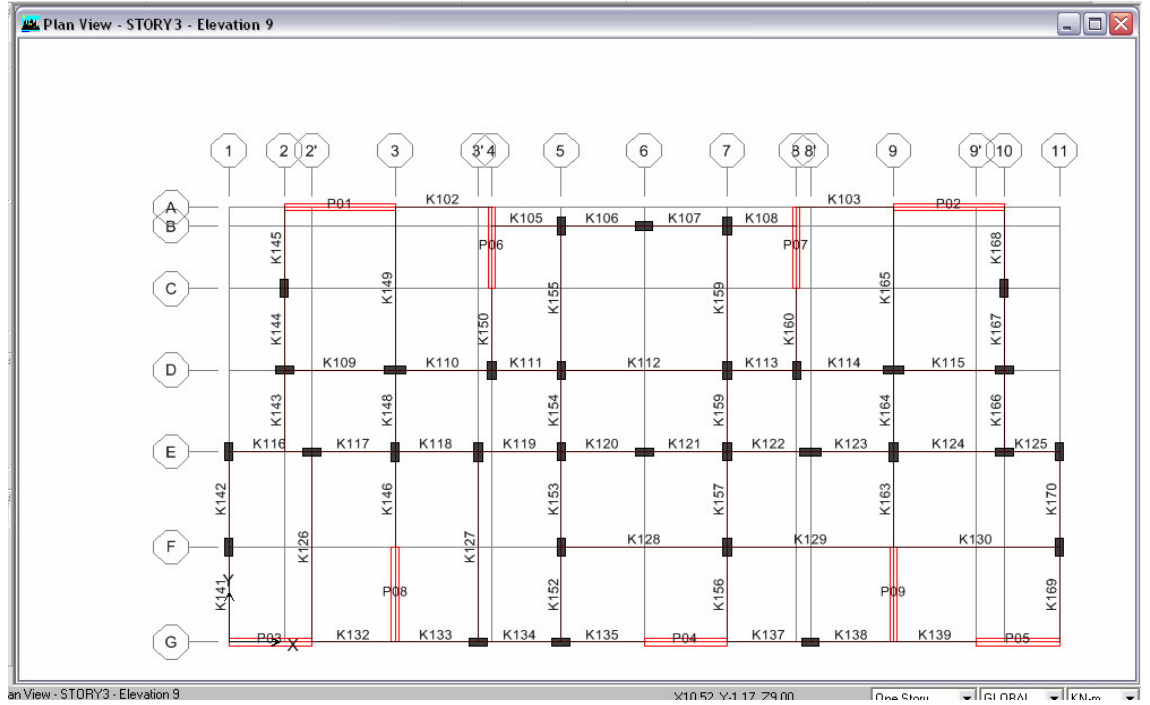
Kat kalıp planları, kolon, kiriş, perde v.s elemanların kesitleri ve donatı miktarları, her bir elemana atanan bütün diğer değerler ETABS program çıktısı mahiyetinde aşağıda detaylı olarak verilmiştir. Bütün benzer kolanların donatoları aynıdır.



Şekil C.1: Kat Kalıp Planı



Şekil C.2: Düğüm Noktaları numaraları



Şekil C.3: Perdelerin kalıp planında gösterimi

PROGRAM INFORMATION
PROGRAM "ETABS" VERSION "8.4.8"

CONTROLS

UNITS "KN" "M"
TITLE1 "YAŞAM YAPI"
PREFERENCE MERGETOL 0,001
RLLF METHOD "TRIBAREAUBC97" USEDEFAULTMIN "YES"

STORIES - IN SEQUENCE FROM TOP

STORY "STORY4" HEIGHT 3 MASTERSTORY "Yes"
STORY "STORY3" HEIGHT 3
STORY "STORY2" HEIGHT 3
STORY "STORY1" HEIGHT 3
STORY "BASE" ELEV 0

DIAPHRAGM NAMES

DIAPHRAGM "D1"
DIAPHRAGM "D2"
DIAPHRAGM "D3"
DIAPHRAGM "D4"

MATERIAL PROPERTIES

MATERIAL "C20" M 0 W 25 TYPE "ISOTROPIC" E 2,85E+07 U 0,2 A 0
MATERIAL "C20" DESIGNTYPE "CONCRETE" FY 191000 FC 13300 FYS
191000
MATERIAL "CS20" M 0 W 25 TYPE "ISOTROPIC" E 2,85E+07 U 0,2 A 0
MATERIAL "CS20" DESIGNTYPE "CONCRETE" FY 191000 FC 13300 FYS
191000

FRAME SECTIONS

FRAMESECTION "S65X30" MATERIAL "CS20" SHAPE "Rectangular" D 0,65
B 0,3
FRAMESECTION "S30X65" MATERIAL "CS20" SHAPE "Rectangular" D 0,3
B 0,65
FRAMESECTION "S75X30" MATERIAL "CS20" SHAPE "Rectangular" D 0,75
B 0,3
FRAMESECTION "S60X30" MATERIAL "CS20" SHAPE "Rectangular" D 0,6
B 0,3
FRAMESECTION "K101" MATERIAL "C20" SHAPE "Rectangular" D 0,6 B
0,2

FRAMESECTION	"K102"	MATERIAL "C20"	SHAPE "Rectangular"	D 0,6	B 0,2
FRAMESECTION	"K103"	MATERIAL "C20"	SHAPE "Rectangular"	D 0,6	B 0,2
FRAMESECTION	"K104"	MATERIAL "C20"	SHAPE "Rectangular"	D 0,6	B 0,2
FRAMESECTION	"K105"	MATERIAL "C20"	SHAPE "Rectangular"	D 0,6	B 0,2
FRAMESECTION	"K106"	MATERIAL "C20"	SHAPE "Rectangular"	D 0,6	B 0,2
FRAMESECTION	"K107"	MATERIAL "C20"	SHAPE "Rectangular"	D 0,6	B 0,2
FRAMESECTION	"K108"	MATERIAL "C20"	SHAPE "Rectangular"	D 0,6	B 0,2
FRAMESECTION	"K109"	MATERIAL "C20"	SHAPE "Rectangular"	D 0,6	B 0,2
FRAMESECTION	"K110"	MATERIAL "C20"	SHAPE "Rectangular"	D 0,6	B 0,2
FRAMESECTION	"K111"	MATERIAL "C20"	SHAPE "Rectangular"	D 0,6	B 0,2
FRAMESECTION	"K112"	MATERIAL "C20"	SHAPE "Rectangular"	D 0,6	B 0,25
FRAMESECTION	"K113"	MATERIAL "C20"	SHAPE "Rectangular"	D 0,6	B 0,2
FRAMESECTION	"K114"	MATERIAL "C20"	SHAPE "Rectangular"	D 0,6	B 0,2
FRAMESECTION	"K115"	MATERIAL "C20"	SHAPE "Rectangular"	D 0,6	B 0,2
FRAMESECTION	"K116"	MATERIAL "C20"	SHAPE "Rectangular"	D 0,6	B 0,2
FRAMESECTION	"K117"	MATERIAL "C20"	SHAPE "Rectangular"	D 0,6	B 0,2
FRAMESECTION	"K118"	MATERIAL "C20"	SHAPE "Rectangular"	D 0,6	B 0,2
FRAMESECTION	"K119"	MATERIAL "C20"	SHAPE "Rectangular"	D 0,6	B 0,2
FRAMESECTION	"K120"	MATERIAL "C20"	SHAPE "Rectangular"	D 0,6	B 0,2
FRAMESECTION	"K121"	MATERIAL "C20"	SHAPE "Rectangular"	D 0,6	B 0,2
FRAMESECTION	"K122"	MATERIAL "C20"	SHAPE "Rectangular"	D 0,6	B 0,2
FRAMESECTION	"K123"	MATERIAL "C20"	SHAPE "Rectangular"	D 0,6	B 0,2
FRAMESECTION	"K124"	MATERIAL "C20"	SHAPE "Rectangular"	D 0,6	B 0,2
FRAMESECTION	"K125"	MATERIAL "C20"	SHAPE "Rectangular"	D 0,6	B 0,2
FRAMESECTION	"K126"	MATERIAL "C20"	SHAPE "Rectangular"	D 0,6	B 0,25

FRAMESECTION	"K127"	MATERIAL "C20"	SHAPE "Rectangular"	D 0,6	B 0,25
FRAMESECTION	"K128"	MATERIAL "C20"	SHAPE "Rectangular"	D 0,6	B 0,25
FRAMESECTION	"K129"	MATERIAL "C20"	SHAPE "Rectangular"	D 0,6	B 0,25
FRAMESECTION	"K130"	MATERIAL "C20"	SHAPE "Rectangular"	D 0,6	B 0,25
FRAMESECTION	"K131"	MATERIAL "C20"	SHAPE "Rectangular"	D 0,6	B 0,2
FRAMESECTION	"K132"	MATERIAL "C20"	SHAPE "Rectangular"	D 0,6	B 0,2
FRAMESECTION	"K133"	MATERIAL "C20"	SHAPE "Rectangular"	D 0,6	B 0,2
FRAMESECTION	"K134"	MATERIAL "C20"	SHAPE "Rectangular"	D 0,6	B 0,2
FRAMESECTION	"K135"	MATERIAL "C20"	SHAPE "Rectangular"	D 0,6	B 0,2
FRAMESECTION	"K136"	MATERIAL "C20"	SHAPE "Rectangular"	D 0,6	B 0,2
FRAMESECTION	"K137"	MATERIAL "C20"	SHAPE "Rectangular"	D 0,6	B 0,2
FRAMESECTION	"K138"	MATERIAL "C20"	SHAPE "Rectangular"	D 0,6	B 0,2
FRAMESECTION	"K139"	MATERIAL "C20"	SHAPE "Rectangular"	D 0,6	B 0,2
FRAMESECTION	"K140"	MATERIAL "C20"	SHAPE "Rectangular"	D 0,6	B 0,2
FRAMESECTION	"K141"	MATERIAL "C20"	SHAPE "Rectangular"	D 0,6	B 0,2
FRAMESECTION	"K142"	MATERIAL "C20"	SHAPE "Rectangular"	D 0,6	B 0,2
FRAMESECTION	"K143"	MATERIAL "C20"	SHAPE "Rectangular"	D 0,6	B 0,2
FRAMESECTION	"K144"	MATERIAL "C20"	SHAPE "Rectangular"	D 0,6	B 0,2
FRAMESECTION	"K145"	MATERIAL "C20"	SHAPE "Rectangular"	D 0,6	B 0,2
FRAMESECTION	"K146"	MATERIAL "C20"	SHAPE "Rectangular"	D 0,6	B 0,25
FRAMESECTION	"K148"	MATERIAL "C20"	SHAPE "Rectangular"	D 0,6	B 0,2
FRAMESECTION	"K149"	MATERIAL "C20"	SHAPE "Rectangular"	D 0,6	B 0,2
FRAMESECTION	"K150"	MATERIAL "C20"	SHAPE "Rectangular"	D 0,6	B 0,2
FRAMESECTION	"K151"	MATERIAL "C20"	SHAPE "Rectangular"	D 0,6	B 0,2
FRAMESECTION	"K152"	MATERIAL "C20"	SHAPE "Rectangular"	D 0,6	B 0,2

FRAMESECTION	"K153"	MATERIAL "C20"	SHAPE "Rectangular"	D 0,6	B 0,2
FRAMESECTION	"K154"	MATERIAL "C20"	SHAPE "Rectangular"	D 0,6	B 0,2
FRAMESECTION	"K155"	MATERIAL "C20"	SHAPE "Rectangular"	D 0,6	B 0,2
FRAMESECTION	"K156"	MATERIAL "C20"	SHAPE "Rectangular"	D 0,6	B 0,2
FRAMESECTION	"K157"	MATERIAL "C20"	SHAPE "Rectangular"	D 0,6	B 0,2
FRAMESECTION	"K158"	MATERIAL "C20"	SHAPE "Rectangular"	D 0,6	B 0,2
FRAMESECTION	"K159"	MATERIAL "C20"	SHAPE "Rectangular"	D 0,6	B 0,2
FRAMESECTION	"K160"	MATERIAL "C20"	SHAPE "Rectangular"	D 0,6	B 0,2
FRAMESECTION	"K161"	MATERIAL "C20"	SHAPE "Rectangular"	D 0,6	B 0,2
FRAMESECTION	"K162"	MATERIAL "C20"	SHAPE "Rectangular"	D 0,6	B 0,2
FRAMESECTION	"K163"	MATERIAL "C20"	SHAPE "Rectangular"	D 0,6	B 0,2
FRAMESECTION	"K164"	MATERIAL "C20"	SHAPE "Rectangular"	D 0,6	B 0,2
FRAMESECTION	"K165"	MATERIAL "C20"	SHAPE "Rectangular"	D 0,6	B 0,25
FRAMESECTION	"K166"	MATERIAL "C20"	SHAPE "Rectangular"	D 0,6	B 0,2
FRAMESECTION	"K167"	MATERIAL "C20"	SHAPE "Rectangular"	D 0,6	B 0,2
FRAMESECTION	"K168"	MATERIAL "C20"	SHAPE "Rectangular"	D 0,6	B 0,2
FRAMESECTION	"K169"	MATERIAL "C20"	SHAPE "Rectangular"	D 0,6	B 0,2
FRAMESECTION	"K170"	MATERIAL "C20"	SHAPE "Rectangular"	D 0,6	B 0,2
FRAMESECTION	"K301"	MATERIAL "C20"	SHAPE "Rectangular"	D 0,6	B 0,2
FRAMESECTION	"K302"	MATERIAL "C20"	SHAPE "Rectangular"	D 0,6	B 0,2
FRAMESECTION	"K303"	MATERIAL "C20"	SHAPE "Rectangular"	D 0,6	B 0,2
FRAMESECTION	"K304"	MATERIAL "C20"	SHAPE "Rectangular"	D 0,6	B 0,2
FRAMESECTION	"K305"	MATERIAL "C20"	SHAPE "Rectangular"	D 0,6	B 0,2
FRAMESECTION	"K306"	MATERIAL "C20"	SHAPE "Rectangular"	D 0,6	B 0,2
FRAMESECTION	"K307"	MATERIAL "C20"	SHAPE "Rectangular"	D 0,6	B 0,2

FRAMESECTION	"K308"	MATERIAL "C20"	SHAPE "Rectangular"	D 0,6	B 0,2
FRAMESECTION	"K309"	MATERIAL "C20"	SHAPE "Rectangular"	D 0,6	B 0,2
FRAMESECTION	"K310"	MATERIAL "C20"	SHAPE "Rectangular"	D 0,6	B 0,2
FRAMESECTION	"K311"	MATERIAL "C20"	SHAPE "Rectangular"	D 0,6	B 0,2
FRAMESECTION	"K312"	MATERIAL "C20"	SHAPE "Rectangular"	D 0,6	B 0,25
FRAMESECTION	"K313"	MATERIAL "C20"	SHAPE "Rectangular"	D 0,6	B 0,2
FRAMESECTION	"K314"	MATERIAL "C20"	SHAPE "Rectangular"	D 0,6	B 0,2
FRAMESECTION	"K315"	MATERIAL "C20"	SHAPE "Rectangular"	D 0,6	B 0,2
FRAMESECTION	"K316"	MATERIAL "C20"	SHAPE "Rectangular"	D 0,6	B 0,2
FRAMESECTION	"K317"	MATERIAL "C20"	SHAPE "Rectangular"	D 0,6	B 0,2
FRAMESECTION	"K318"	MATERIAL "C20"	SHAPE "Rectangular"	D 0,6	B 0,2
FRAMESECTION	"K319"	MATERIAL "C20"	SHAPE "Rectangular"	D 0,6	B 0,2
FRAMESECTION	"K320"	MATERIAL "C20"	SHAPE "Rectangular"	D 0,6	B 0,2
FRAMESECTION	"K321"	MATERIAL "C20"	SHAPE "Rectangular"	D 0,6	B 0,2
FRAMESECTION	"K322"	MATERIAL "C20"	SHAPE "Rectangular"	D 0,6	B 0,2
FRAMESECTION	"K323"	MATERIAL "C20"	SHAPE "Rectangular"	D 0,6	B 0,2
FRAMESECTION	"K324"	MATERIAL "C20"	SHAPE "Rectangular"	D 0,6	B 0,2
FRAMESECTION	"K325"	MATERIAL "C20"	SHAPE "Rectangular"	D 0,6	B 0,2
FRAMESECTION	"K326"	MATERIAL "C20"	SHAPE "Rectangular"	D 0,6	B 0,25
FRAMESECTION	"K327"	MATERIAL "C20"	SHAPE "Rectangular"	D 0,6	B 0,25
FRAMESECTION	"K328"	MATERIAL "C20"	SHAPE "Rectangular"	D 0,6	B 0,25
FRAMESECTION	"K329"	MATERIAL "C20"	SHAPE "Rectangular"	D 0,6	B 0,25
FRAMESECTION	"K330"	MATERIAL "C20"	SHAPE "Rectangular"	D 0,6	B 0,25
FRAMESECTION	"K331"	MATERIAL "C20"	SHAPE "Rectangular"	D 0,6	B 0,2
FRAMESECTION	"K339"	MATERIAL "C20"	SHAPE "Rectangular"	D 0,6	B 0,2

FRAMESECTION	"K340"	MATERIAL "C20"	SHAPE "Rectangular"	D 0,6	B 0,2
FRAMESECTION	"K342"	MATERIAL "C20"	SHAPE "Rectangular"	D 0,6	B 0,2
FRAMESECTION	"K343"	MATERIAL "C20"	SHAPE "Rectangular"	D 0,6	B 0,2
FRAMESECTION	"K344"	MATERIAL "C20"	SHAPE "Rectangular"	D 0,6	B 0,2
FRAMESECTION	"K345"	MATERIAL "C20"	SHAPE "Rectangular"	D 0,6	B 0,2
FRAMESECTION	"K346"	MATERIAL "C20"	SHAPE "Rectangular"	D 0,6	B 0,25
FRAMESECTION	"K348"	MATERIAL "C20"	SHAPE "Rectangular"	D 0,6	B 0,2
FRAMESECTION	"K349"	MATERIAL "C20"	SHAPE "Rectangular"	D 0,6	B 0,25
FRAMESECTION	"K350"	MATERIAL "C20"	SHAPE "Rectangular"	D 0,6	B 0,2
FRAMESECTION	"K352"	MATERIAL "C20"	SHAPE "Rectangular"	D 0,6	B 0,2
FRAMESECTION	"K353"	MATERIAL "C20"	SHAPE "Rectangular"	D 0,6	B 0,2
FRAMESECTION	"K354"	MATERIAL "C20"	SHAPE "Rectangular"	D 0,6	B 0,2
FRAMESECTION	"K355"	MATERIAL "C20"	SHAPE "Rectangular"	D 0,6	B 0,2
FRAMESECTION	"K356"	MATERIAL "C20"	SHAPE "Rectangular"	D 0,6	B 0,2
FRAMESECTION	"K357"	MATERIAL "C20"	SHAPE "Rectangular"	D 0,6	B 0,2
FRAMESECTION	"K358"	MATERIAL "C20"	SHAPE "Rectangular"	D 0,6	B 0,2
FRAMESECTION	"K359"	MATERIAL "C20"	SHAPE "Rectangular"	D 0,6	B 0,2
FRAMESECTION	"K360"	MATERIAL "C20"	SHAPE "Rectangular"	D 0,6	B 0,2
FRAMESECTION	"K362"	MATERIAL "C20"	SHAPE "Rectangular"	D 0,6	B 0,2
FRAMESECTION	"K363"	MATERIAL "C20"	SHAPE "Rectangular"	D 0,6	B 0,2
FRAMESECTION	"K364"	MATERIAL "C20"	SHAPE "Rectangular"	D 0,6	B 0,2
FRAMESECTION	"K365"	MATERIAL "C20"	SHAPE "Rectangular"	D 0,6	B 0,2
FRAMESECTION	"K367"	MATERIAL "C20"	SHAPE "Rectangular"	D 0,6	B 0,2
FRAMESECTION	"K368"	MATERIAL "C20"	SHAPE "Rectangular"	D 0,6	B 0,2
FRAMESECTION	"K369"	MATERIAL "C20"	SHAPE "Rectangular"	D 0,6	B 0,2

FRAMESECTION	"K370"	MATERIAL "C20"	SHAPE "Rectangular"	D 0,6	B 0,2
FRAMESECTION	"KZ01"	MATERIAL "C20"	SHAPE "Rectangular"	D 0,6	B 0,2
FRAMESECTION	"KZ02"	MATERIAL "C20"	SHAPE "Rectangular"	D 0,6	B 0,2
FRAMESECTION	"KZ03"	MATERIAL "C20"	SHAPE "Rectangular"	D 0,6	B 0,2
FRAMESECTION	"KZ04"	MATERIAL "C20"	SHAPE "Rectangular"	D 0,6	B 0,2
FRAMESECTION	"KZ05"	MATERIAL "C20"	SHAPE "Rectangular"	D 0,6	B 0,2
FRAMESECTION	"KZ06"	MATERIAL "C20"	SHAPE "Rectangular"	D 0,6	B 0,2
FRAMESECTION	"KZ07"	MATERIAL "C20"	SHAPE "Rectangular"	D 0,6	B 0,2
FRAMESECTION	"KZ08"	MATERIAL "C20"	SHAPE "Rectangular"	D 0,6	B 0,2
FRAMESECTION	"KZ09"	MATERIAL "C20"	SHAPE "Rectangular"	D 0,6	B 0,2
FRAMESECTION	"KZ10"	MATERIAL "C20"	SHAPE "Rectangular"	D 0,6	B 0,2
FRAMESECTION	"KZ11"	MATERIAL "C20"	SHAPE "Rectangular"	D 0,6	B 0,2
FRAMESECTION	"KZ12"	MATERIAL "C20"	SHAPE "Rectangular"	D 0,6	B 0,2
FRAMESECTION	"KZ13"	MATERIAL "C20"	SHAPE "Rectangular"	D 0,6	B 0,2
FRAMESECTION	"KZ14"	MATERIAL "C20"	SHAPE "Rectangular"	D 0,6	B 0,2
FRAMESECTION	"KZ15"	MATERIAL "C20"	SHAPE "Rectangular"	D 0,6	B 0,2
FRAMESECTION	"KZ16"	MATERIAL "C20"	SHAPE "Rectangular"	D 0,6	B 0,2
FRAMESECTION	"KZ17"	MATERIAL "C20"	SHAPE "Rectangular"	D 0,6	B 0,2
FRAMESECTION	"KZ18"	MATERIAL "C20"	SHAPE "Rectangular"	D 0,6	B 0,2
FRAMESECTION	"KZ19"	MATERIAL "C20"	SHAPE "Rectangular"	D 0,6	B 0,2
FRAMESECTION	"KZ20"	MATERIAL "C20"	SHAPE "Rectangular"	D 0,6	B 0,2
FRAMESECTION	"KZ21"	MATERIAL "C20"	SHAPE "Rectangular"	D 0,6	B 0,2
FRAMESECTION	"KZ22"	MATERIAL "C20"	SHAPE "Rectangular"	D 0,6	B 0,2
FRAMESECTION	"KZ23"	MATERIAL "C20"	SHAPE "Rectangular"	D 0,6	B 0,2
FRAMESECTION	"KZ24"	MATERIAL "C20"	SHAPE "Rectangular"	D 0,6	B 0,2

FRAMESECTION	"KZ25"	MATERIAL "C20"	SHAPE "Rectangular"	D 0,6	B 0,2
FRAMESECTION	"KZ26"	MATERIAL "C20"	SHAPE "Rectangular"	D 0,6	B 0,25
FRAMESECTION	"KZ27"	MATERIAL "C20"	SHAPE "Rectangular"	D 0,6	B 0,25
FRAMESECTION	"KZ28"	MATERIAL "C20"	SHAPE "Rectangular"	D 0,6	B 0,25
FRAMESECTION	"KZ29"	MATERIAL "C20"	SHAPE "Rectangular"	D 0,6	B 0,25
FRAMESECTION	"KZ30"	MATERIAL "C20"	SHAPE "Rectangular"	D 0,6	B 0,25
FRAMESECTION	"KZ31"	MATERIAL "C20"	SHAPE "Rectangular"	D 0,6	B 0,2
FRAMESECTION	"KZ32"	MATERIAL "C20"	SHAPE "Rectangular"	D 0,6	B 0,2
FRAMESECTION	"KZ35"	MATERIAL "C20"	SHAPE "Rectangular"	D 0,6	B 0,2
FRAMESECTION	"KZ36"	MATERIAL "C20"	SHAPE "Rectangular"	D 0,6	B 0,2
FRAMESECTION	"KZ37"	MATERIAL "C20"	SHAPE "Rectangular"	D 0,6	B 0,2
FRAMESECTION	"KZ38"	MATERIAL "C20"	SHAPE "Rectangular"	D 0,6	B 0,2
FRAMESECTION	"KZ39"	MATERIAL "C20"	SHAPE "Rectangular"	D 0,6	B 0,2
FRAMESECTION	"KZ40"	MATERIAL "C20"	SHAPE "Rectangular"	D 0,6	B 0,2
FRAMESECTION	"KZ41"	MATERIAL "C20"	SHAPE "Rectangular"	D 0,6	B 0,2
FRAMESECTION	"KZ42"	MATERIAL "C20"	SHAPE "Rectangular"	D 0,6	B 0,2
FRAMESECTION	"KZ43"	MATERIAL "C20"	SHAPE "Rectangular"	D 0,6	B 0,2
FRAMESECTION	"KZ44"	MATERIAL "C20"	SHAPE "Rectangular"	D 0,6	B 0,2
FRAMESECTION	"KZ45"	MATERIAL "C20"	SHAPE "Rectangular"	D 0,6	B 0,2
FRAMESECTION	"KZ46"	MATERIAL "C20"	SHAPE "Rectangular"	D 0,6	B 0,25
FRAMESECTION	"KZ48"	MATERIAL "C20"	SHAPE "Rectangular"	D 0,6	B 0,2
FRAMESECTION	"KZ49"	MATERIAL "C20"	SHAPE "Rectangular"	D 0,6	B 0,25
FRAMESECTION	"KZ50"	MATERIAL "C20"	SHAPE "Rectangular"	D 0,6	B 0,2
FRAMESECTION	"KZ51"	MATERIAL "C20"	SHAPE "Rectangular"	D 0,6	B 0,2
FRAMESECTION	"KZ52"	MATERIAL "C20"	SHAPE "Rectangular"	D 0,6	B 0,2

FRAMESECTION "KZ53" MATERIAL "C20" SHAPE "Rectangular" D 0,6 B 0,2
 FRAMESECTION "KZ54" MATERIAL "C20" SHAPE "Rectangular" D 0,6 B 0,2
 FRAMESECTION "KZ55" MATERIAL "C20" SHAPE "Rectangular" D 0,6 B 0,2
 FRAMESECTION "KZ56" MATERIAL "C20" SHAPE "Rectangular" D 0,6 B 0,2
 FRAMESECTION "KZ57" MATERIAL "C20" SHAPE "Rectangular" D 0,6 B 0,2
 FRAMESECTION "KZ58" MATERIAL "C20" SHAPE "Rectangular" D 0,6 B 0,2
 FRAMESECTION "KZ59" MATERIAL "C20" SHAPE "Rectangular" D 0,6 B 0,2
 FRAMESECTION "KZ60" MATERIAL "C20" SHAPE "Rectangular" D 0,6 B 0,2
 FRAMESECTION "KZ61" MATERIAL "C20" SHAPE "Rectangular" D 0,6 B 0,2
 FRAMESECTION "KZ62" MATERIAL "C20" SHAPE "Rectangular" D 0,6 B 0,2
 FRAMESECTION "KZ63" MATERIAL "C20" SHAPE "Rectangular" D 0,6 B 0,2
 FRAMESECTION "KZ64" MATERIAL "C20" SHAPE "Rectangular" D 0,6 B 0,2
 FRAMESECTION "KZ65" MATERIAL "C20" SHAPE "Rectangular" D 0,6 B 0,25
 FRAMESECTION "KZ66" MATERIAL "C20" SHAPE "Rectangular" D 0,6 B 0,2
 FRAMESECTION "KZ67" MATERIAL "C20" SHAPE "Rectangular" D 0,6 B 0,2
 FRAMESECTION "KZ68" MATERIAL "C20" SHAPE "Rectangular" D 0,6 B 0,2
 FRAMESECTION "KZ69" MATERIAL "C20" SHAPE "Rectangular" D 0,6 B 0,2
 FRAMESECTION "KZ70" MATERIAL "C20" SHAPE "Rectangular" D 0,6 B 0,2
 FRAMESECTION "S70X30" MATERIAL "CS20" SHAPE "Rectangular" D 0,7 B 0,3
 FRAMESECTION "S30X70" MATERIAL "CS20" SHAPE "Rectangular" D 0,3 B 0,7
 FRAMESECTION "S80X30" MATERIAL "CS20" SHAPE "Rectangular" D 0,8 B 0,3

REBAR DEFINITIONS

REBARDEFINITION "#2" AREA 3,2258E-05 DIA 0,00635
 REBARDEFINITION "#3" AREA 7,09676E-05 DIA 0,009525
 REBARDEFINITION "#4" AREA 1,29032E-04 DIA 0,0127
 REBARDEFINITION "#5" AREA 1,999996E-04 DIA 0,015875
 REBARDEFINITION "#6" AREA 2,838704E-04 DIA 0,01905

REBARDEFINITION "#7" AREA 3,87096E-04 DIA 0,022225
 REBARDEFINITION "#8" AREA 5,096764E-04 DIA 0,0254
 REBARDEFINITION "#9" AREA 6,4516E-04 DIA 0,0286512
 REBARDEFINITION "#10" AREA 8,193532E-04 DIA 0,032258
 REBARDEFINITION "#11" AREA 1,00645E-03 DIA 0,035814
 REBARDEFINITION "#14" AREA 1,45161E-03 DIA 0,0430022
 REBARDEFINITION "#18" AREA 2,58064E-03 DIA 0,0573278
 REBARDEFINITION "10M" AREA 0,0001 DIA 0,0113
 REBARDEFINITION "15M" AREA 0,0002 DIA 0,016
 REBARDEFINITION "20M" AREA 0,0003 DIA 0,0195
 REBARDEFINITION "25M" AREA 0,0005 DIA 0,0252
 REBARDEFINITION "30M" AREA 0,0007 DIA 0,0299
 REBARDEFINITION "35M" AREA 0,001 DIA 0,0357
 REBARDEFINITION "45M" AREA 0,0015 DIA 0,0437
 REBARDEFINITION "55M" AREA 0,0025 DIA 0,0564
 REBARDEFINITION "6d" AREA 0,0000283 DIA 0,006
 REBARDEFINITION "8d" AREA 0,0000503 DIA 0,008
 REBARDEFINITION "10d" AREA 0,0000785 DIA 0,01
 REBARDEFINITION "12d" AREA 0,000113 DIA 0,012
 REBARDEFINITION "14d" AREA 0,000154 DIA 0,014
 REBARDEFINITION "16d" AREA 0,000201 DIA 0,016
 REBARDEFINITION "20d" AREA 0,000314 DIA 0,02
 REBARDEFINITION "25d" AREA 0,000491 DIA 0,025
 REBARDEFINITION "26d" AREA 0,000531 DIA 0,026
 REBARDEFINITION "28d" AREA 0,000616 DIA 0,028

CONCRETE SECTIONS

CONCRETESECTION "S65X30" TYPE "COLUMN" PATTERN "R-5-3"
 TRANSREINF "TIES" COVER 0,03 REBAR "16d" DESIGNCHECK "CHECK"
 CONCRETESECTION "S30X65" TYPE "COLUMN" PATTERN "R-3-5"
 TRANSREINF "TIES" COVER 0,03 REBAR "16d" DESIGNCHECK "CHECK"
 CONCRETESECTION "S75X30" TYPE "COLUMN" PATTERN "R-5-3"
 TRANSREINF "TIES" COVER 0,03 REBAR "16d" DESIGNCHECK "CHECK"
 CONCRETESECTION "S60X30" TYPE "COLUMN" PATTERN "R-5-3"
 TRANSREINF "TIES" COVER 0,03 REBAR "16d" DESIGNCHECK "CHECK"
 CONCRETESECTION "S70X30" TYPE "COLUMN" PATTERN "R-5-3"
 TRANSREINF "TIES" COVER 0,03 REBAR "16d" DESIGNCHECK "CHECK"
 CONCRETESECTION "S30X70" TYPE "COLUMN" PATTERN "R-3-5"
 TRANSREINF "TIES" COVER 0,03 REBAR "16d" DESIGNCHECK "CHECK"
 CONCRETESECTION "S80X30" TYPE "COLUMN" PATTERN "R-5-3"
 TRANSREINF "TIES" COVER 0,03 REBAR "16d" DESIGNCHECK "CHECK"

CONCRETESECTION "K101" TYPE "BEAM" COVERTOP 0,03
 COVERBOTTOM 0,03 ATI 0,002212 ABI 0,001609 ATJ 0,00181 ABJ 0,001609
 CONCRETESECTION "K102" TYPE "BEAM" COVERTOP 0,03
 COVERBOTTOM 0,03 ATI 0,00181 ABI 0,001609 ATJ 0,002011 ABJ 0,001609
 CONCRETESECTION "K103" TYPE "BEAM" COVERTOP 0,03
 COVERBOTTOM 0,03 ATI 0,002011 ABI 0,001609 ATJ 0,00181 ABJ 0,001408

CONCRETESECTION "K104" TYPE "BEAM" COVERTOP 0,03
 COVERBOTTOM 0,03 ATI 0,00181 ABI 0,001408 ATJ 0,002011 ABJ 0,001408
 CONCRETESECTION "K105" TYPE "BEAM" COVERTOP 0,03
 COVERBOTTOM 0,03 ATI 0,000402 ABI 0,000603 ATJ 0,001005 ABJ 0,00083
 CONCRETESECTION "K106" TYPE "BEAM" COVERTOP 0,03
 COVERBOTTOM 0,03 ATI 0,001005 ABI 0,00083 ATJ 0,001609 ABJ 0,001005
 CONCRETESECTION "K107" TYPE "BEAM" COVERTOP 0,03
 COVERBOTTOM 0,03 ATI 0,001609 ABI 0,001005 ATJ 0,001005 ABJ
 0,000911
 CONCRETESECTION "K108" TYPE "BEAM" COVERTOP 0,03
 COVERBOTTOM 0,03 ATI 0,001005 ABI 0,000911 ATJ 0,000402 ABJ
 0,000603
 CONCRETESECTION "K109" TYPE "BEAM" COVERTOP 0,03
 COVERBOTTOM 0,03 ATI 0,002413 ABI 0,001408 ATJ 0,00181 ABJ 0,00181
 CONCRETESECTION "K110" TYPE "BEAM" COVERTOP 0,03
 COVERBOTTOM 0,03 ATI 0,00181 ABI 0,00181 ATJ 0,001408 ABJ 0,00083
 CONCRETESECTION "K111" TYPE "BEAM" COVERTOP 0,03
 COVERBOTTOM 0,03 ATI 0,001408 ABI 0,000452 ATJ 0,00181 ABJ 0,000534
 CONCRETESECTION "K112" TYPE "BEAM" COVERTOP 0,03
 COVERBOTTOM 0,03 ATI 0,001668 ABI 0,001112 ATJ 0,001668 ABJ
 0,001112
 CONCRETESECTION "K113" TYPE "BEAM" COVERTOP 0,03
 COVERBOTTOM 0,03 ATI 0,00181 ABI 0,000534 ATJ 0,001408 ABJ 0,000452
 CONCRETESECTION "K114" TYPE "BEAM" COVERTOP 0,03
 COVERBOTTOM 0,03 ATI 0,001408 ABI 0,00083 ATJ 0,002011 ABJ 0,00181
 CONCRETESECTION "K115" TYPE "BEAM" COVERTOP 0,03
 COVERBOTTOM 0,03 ATI 0,002011 ABI 0,00181 ATJ 0,002413 ABJ 0,001408
 CONCRETESECTION "K116" TYPE "BEAM" COVERTOP 0,03
 COVERBOTTOM 0,03 ATI 0,001207 ABI 0,000804 ATJ 0,001609 ABJ
 0,001065
 CONCRETESECTION "K117" TYPE "BEAM" COVERTOP 0,03
 COVERBOTTOM 0,03 ATI 0,001609 ABI 0,001065 ATJ 0,000864 ABJ
 0,000911
 CONCRETESECTION "K118" TYPE "BEAM" COVERTOP 0,03
 COVERBOTTOM 0,03 ATI 0,000864 ABI 0,000911 ATJ 0,000864 ABJ
 0,000603
 CONCRETESECTION "K119" TYPE "BEAM" COVERTOP 0,03
 COVERBOTTOM 0,03 ATI 0,000864 ABI 0,000603 ATJ 0,001005 ABJ
 0,000716
 CONCRETESECTION "K120" TYPE "BEAM" COVERTOP 0,03
 COVERBOTTOM 0,03 ATI 0,001005 ABI 0,000716 ATJ 0,001005 ABJ
 0,000716
 CONCRETESECTION "K121" TYPE "BEAM" COVERTOP 0,03
 COVERBOTTOM 0,03 ATI 0,00181 ABI 0,001065 ATJ 0,000804 ABJ 0,000716
 CONCRETESECTION "K122" TYPE "BEAM" COVERTOP 0,03
 COVERBOTTOM 0,03 ATI 0,000804 ABI 0,000716 ATJ 0,00181 ABJ 0,001065
 CONCRETESECTION "K123" TYPE "BEAM" COVERTOP 0,03
 COVERBOTTOM 0,03 ATI 0,00181 ABI 0,001065 ATJ 0,001005 ABJ 0,000716
 CONCRETESECTION "K124" TYPE "BEAM" COVERTOP 0,03
 COVERBOTTOM 0,03 ATI 0,001005 ABI 0,000716 ATJ 0,00181 ABJ 0,001005

CONCRETESECTION	"K125"	TYPE	"BEAM"	COVERTOP	0,03
COVERBOTTOM	0,03	ATI 0,00181	ABI 0,001005	ATJ 0,001005	ABJ 0,000804
CONCRETESECTION	"K126"	TYPE	"BEAM"	COVERTOP	0,03
COVERBOTTOM	0,03	ATI 0,002212	ABI 0,001112	ATJ 0,002413	ABJ 0,001207
CONCRETESECTION	"K127"	TYPE	"BEAM"	COVERTOP	0,03
COVERBOTTOM	0,03	ATI 0,002815	ABI 0,001408	ATJ 0,002212	ABJ 0,001207
CONCRETESECTION	"K128"	TYPE	"BEAM"	COVERTOP	0,03
COVERBOTTOM	0,03	ATI 0,001467	ABI 0,000716	ATJ 0,001775	ABJ 0,000911
CONCRETESECTION	"K129"	TYPE	"BEAM"	COVERTOP	0,03
COVERBOTTOM	0,03	ATI 0,001775	ABI 0,000911	ATJ 0,001668	ABJ 0,00083
CONCRETESECTION	"K130"	TYPE	"BEAM"	COVERTOP	0,03
COVERBOTTOM	0,03	ATI 0,001668	ABI 0,00083	ATJ 0,001668	ABJ 0,000757
CONCRETESECTION	"K131"	TYPE	"BEAM"	COVERTOP	0,03
COVERBOTTOM	0,03	ATI 0,001609	ABI 0,001207	ATJ 0,001609	ABJ 0,001408
CONCRETESECTION	"K132"	TYPE	"BEAM"	COVERTOP	0,03
COVERBOTTOM	0,03	ATI 0,001609	ABI 0,001408	ATJ 0,001408	ABJ 0,001408
CONCRETESECTION	"K133"	TYPE	"BEAM"	COVERTOP	0,03
COVERBOTTOM	0,03	ATI 0,001408	ABI 0,001408	ATJ 0,001609	ABJ 0,001408
CONCRETESECTION	"K134"	TYPE	"BEAM"	COVERTOP	0,03
COVERBOTTOM	0,03	ATI 0,001609	ABI 0,001408	ATJ 0,001609	ABJ 0,001408
CONCRETESECTION	"K135"	TYPE	"BEAM"	COVERTOP	0,03
COVERBOTTOM	0,03	ATI 0,001609	ABI 0,001408	ATJ 0,001609	ABJ 0,001207
CONCRETESECTION	"K136"	TYPE	"BEAM"	COVERTOP	0,03
COVERBOTTOM	0,03	ATI 0,001609	ABI 0,001207	ATJ 0,001609	ABJ 0,001408
CONCRETESECTION	"K137"	TYPE	"BEAM"	COVERTOP	0,03
COVERBOTTOM	0,03	ATI 0,001609	ABI 0,001408	ATJ 0,001609	ABJ 0,001207
CONCRETESECTION	"K138"	TYPE	"BEAM"	COVERTOP	0,03
COVERBOTTOM	0,03	ATI 0,001609	ABI 0,001207	ATJ 0,001609	ABJ 0,001408
CONCRETESECTION	"K139"	TYPE	"BEAM"	COVERTOP	0,03
COVERBOTTOM	0,03	ATI 0,001609	ABI 0,001408	ATJ 0,001609	ABJ 0,001207
CONCRETESECTION	"K140"	TYPE	"BEAM"	COVERTOP	0,03
COVERBOTTOM	0,03	ATI 0,001609	ABI 0,001207	ATJ 0,001408	ABJ 0,001207
CONCRETESECTION	"K141"	TYPE	"BEAM"	COVERTOP	0,03
COVERBOTTOM	0,03	ATI 0,002212	ABI 0,00181	ATJ 0,001609	ABJ 0,001408
CONCRETESECTION	"K142"	TYPE	"BEAM"	COVERTOP	0,03
COVERBOTTOM	0,03	ATI 0,002212	ABI 0,002011	ATJ 0,002212	ABJ 0,00181

CONCRETESECTION "K143" TYPE "BEAM" COVERTOP 0,03
 COVERBOTTOM 0,03 ATI 0,001408 ABI 0,001065 ATJ 0,000402 ABJ
 0,000603
 CONCRETESECTION "K144" TYPE "BEAM" COVERTOP 0,03
 COVERBOTTOM 0,03 ATI 0,00181 ABI 0,001408 ATJ 0,001408 ABJ 0,001065
 CONCRETESECTION "K145" TYPE "BEAM" COVERTOP 0,03
 COVERBOTTOM 0,03 ATI 0,001408 ABI 0,001408 ATJ 0,00181 ABJ 0,001408
 CONCRETESECTION "K146" TYPE "BEAM" COVERTOP 0,03
 COVERBOTTOM 0,03 ATI 0,002815 ABI 0,00181 ATJ 0,002413 ABJ 0,001207
 CONCRETESECTION "K148" TYPE "BEAM" COVERTOP 0,03
 COVERBOTTOM 0,03 ATI 0,002011 ABI 0,000911 ATJ 0,002815 ABJ
 0,001609
 CONCRETESECTION "K149" TYPE "BEAM" COVERTOP 0,03
 COVERBOTTOM 0,03 ATI 0,00187 ABI 0,000911 ATJ 0,00187 ABJ 0,000911
 CONCRETESECTION "K150" TYPE "BEAM" COVERTOP 0,03
 COVERBOTTOM 0,03 ATI 0,00181 ABI 0,001408 ATJ 0,00181 ABJ 0,001609
 CONCRETESECTION "K151" TYPE "BEAM" COVERTOP 0,03
 COVERBOTTOM 0,03 ATI 0,001609 ABI 0,001207 ATJ 0,00181 ABJ 0,001408
 CONCRETESECTION "K152" TYPE "BEAM" COVERTOP 0,03
 COVERBOTTOM 0,03 ATI 0,002212 ABI 0,001609 ATJ 0,00181 ABJ 0,001207
 CONCRETESECTION "K153" TYPE "BEAM" COVERTOP 0,03
 COVERBOTTOM 0,03 ATI 0,002413 ABI 0,001609 ATJ 0,002212 ABJ
 0,001609
 CONCRETESECTION "K154" TYPE "BEAM" COVERTOP 0,03
 COVERBOTTOM 0,03 ATI 0,002212 ABI 0,002011 ATJ 0,002413 ABJ
 0,001609
 CONCRETESECTION "K155" TYPE "BEAM" COVERTOP 0,03
 COVERBOTTOM 0,03 ATI 0,002413 ABI 0,001207 ATJ 0,002212 ABJ 0,00181
 CONCRETESECTION "K156" TYPE "BEAM" COVERTOP 0,03
 COVERBOTTOM 0,03 ATI 0,002011 ABI 0,002011 ATJ 0,00181 ABJ 0,001065
 CONCRETESECTION "K157" TYPE "BEAM" COVERTOP 0,03
 COVERBOTTOM 0,03 ATI 0,002413 ABI 0,001609 ATJ 0,002011 ABJ
 0,002011
 CONCRETESECTION "K158" TYPE "BEAM" COVERTOP 0,03
 COVERBOTTOM 0,03 ATI 0,002212 ABI 0,00181 ATJ 0,002413 ABJ 0,001609
 CONCRETESECTION "K159" TYPE "BEAM" COVERTOP 0,03
 COVERBOTTOM 0,03 ATI 0,002413 ABI 0,001207 ATJ 0,002212 ABJ
 0,001609
 CONCRETESECTION "K160" TYPE "BEAM" COVERTOP 0,03
 COVERBOTTOM 0,03 ATI 0,00181 ABI 0,001408 ATJ 0,00181 ABJ 0,001609
 CONCRETESECTION "K161" TYPE "BEAM" COVERTOP 0,03
 COVERBOTTOM 0,03 ATI 0,001609 ABI 0,001207 ATJ 0,00181 ABJ 0,001408
 CONCRETESECTION "K162" TYPE "BEAM" COVERTOP 0,03
 COVERBOTTOM 0,03 ATI 0,00181 ABI 0,002011 ATJ 0,002011 ABJ 0,001207
 CONCRETESECTION "K163" TYPE "BEAM" COVERTOP 0,03
 COVERBOTTOM 0,03 ATI 0,002413 ABI 0,001609 ATJ 0,002011 ABJ
 0,002011
 CONCRETESECTION "K164" TYPE "BEAM" COVERTOP 0,03
 COVERBOTTOM 0,03 ATI 0,002614 ABI 0,001207 ATJ 0,002212 ABJ
 0,001609

CONCRETESECTION "K165" TYPE "BEAM" COVERTOP 0,03
 COVERBOTTOM 0,03 ATI 0,00187 ABI 0,000911 ATJ 0,001668 ABJ 0,000804
 CONCRETESECTION "K166" TYPE "BEAM" COVERTOP 0,03
 COVERBOTTOM 0,03 ATI 0,001207 ABI 0,000911 ATJ 0,001408 ABJ
 0,001207
 CONCRETESECTION "K167" TYPE "BEAM" COVERTOP 0,03
 COVERBOTTOM 0,03 ATI 0,00181 ABI 0,001408 ATJ 0,001207 ABJ 0,000911
 CONCRETESECTION "K168" TYPE "BEAM" COVERTOP 0,03
 COVERBOTTOM 0,03 ATI 0,001408 ABI 0,001207 ATJ 0,00181 ABJ 0,001408
 CONCRETESECTION "K169" TYPE "BEAM" COVERTOP 0,03
 COVERBOTTOM 0,03 ATI 0,002011 ABI 0,00181 ATJ 0,001609 ABJ 0,001408
 CONCRETESECTION "K170" TYPE "BEAM" COVERTOP 0,03
 COVERBOTTOM 0,03 ATI 0,002413 ABI 0,00181 ATJ 0,002011 ABJ 0,00181
 CONCRETESECTION "K301" TYPE "BEAM" COVERTOP 0,03
 COVERBOTTOM 0,03 ATI 0,001031 ABI 0,000603 ATJ 0,000688 ABJ
 0,000716
 CONCRETESECTION "K302" TYPE "BEAM" COVERTOP 0,03
 COVERBOTTOM 0,03 ATI 0,000688 ABI 0,000716 ATJ 0,00083 ABJ 0,000603
 CONCRETESECTION "K303" TYPE "BEAM" COVERTOP 0,03
 COVERBOTTOM 0,03 ATI 0,00083 ABI 0,000603 ATJ 0,000688 ABJ 0,000603
 CONCRETESECTION "K304" TYPE "BEAM" COVERTOP 0,03
 COVERBOTTOM 0,03 ATI 0,000688 ABI 0,000603 ATJ 0,00083 ABJ 0,000603
 CONCRETESECTION "K305" TYPE "BEAM" COVERTOP 0,03
 COVERBOTTOM 0,03 ATI 0,000226 ABI 0,000603 ATJ 0,000688 ABJ
 0,000603
 CONCRETESECTION "K306" TYPE "BEAM" COVERTOP 0,03
 COVERBOTTOM 0,03 ATI 0,000688 ABI 0,000603 ATJ 0,000688 ABJ
 0,000603
 CONCRETESECTION "K307" TYPE "BEAM" COVERTOP 0,03
 COVERBOTTOM 0,03 ATI 0,000688 ABI 0,000603 ATJ 0,000688 ABJ
 0,000603
 CONCRETESECTION "K308" TYPE "BEAM" COVERTOP 0,03
 COVERBOTTOM 0,03 ATI 0,000688 ABI 0,000603 ATJ 0,000226 ABJ
 0,000603
 CONCRETESECTION "K309" TYPE "BEAM" COVERTOP 0,03
 COVERBOTTOM 0,03 ATI 0,001112 ABI 0,000603 ATJ 0,00071 ABJ 0,000716
 CONCRETESECTION "K310" TYPE "BEAM" COVERTOP 0,03
 COVERBOTTOM 0,03 ATI 0,00071 ABI 0,000716 ATJ 0,00071 ABJ 0,000716
 CONCRETESECTION "K311" TYPE "BEAM" COVERTOP 0,03
 COVERBOTTOM 0,03 ATI 0,00071 ABI 0,000339 ATJ 0,000936 ABJ 0,000339
 CONCRETESECTION "K312" TYPE "BEAM" COVERTOP 0,03
 COVERBOTTOM 0,03 ATI 0,000855 ABI 0,000716 ATJ 0,000855 ABJ
 0,000716
 CONCRETESECTION "K313" TYPE "BEAM" COVERTOP 0,03
 COVERBOTTOM 0,03 ATI 0,000936 ABI 0,000339 ATJ 0,00071 ABJ 0,000339
 CONCRETESECTION "K314" TYPE "BEAM" COVERTOP 0,03
 COVERBOTTOM 0,03 ATI 0,00071 ABI 0,000716 ATJ 0,00071 ABJ 0,000716
 CONCRETESECTION "K315" TYPE "BEAM" COVERTOP 0,03
 COVERBOTTOM 0,03 ATI 0,00071 ABI 0,000716 ATJ 0,001112 ABJ 0,000603

CONCRETESECTION	"K316"	TYPE	"BEAM"	COVERTOP	0,03
COVERBOTTOM	0,03	ATI	0,000688	ABI	0,000603
CONCRETESECTION	"K317"	TYPE	"BEAM"	COVERTOP	0,03
COVERBOTTOM	0,03	ATI	0,00083	ABI	0,000603
CONCRETESECTION	"K318"	TYPE	"BEAM"	COVERTOP	0,03
COVERBOTTOM	0,03	ATI	0,000688	ABI	0,000603
CONCRETESECTION	"K319"	TYPE	"BEAM"	COVERTOP	0,03
COVERBOTTOM	0,03	ATI	0,000688	ABI	0,000603
CONCRETESECTION	"K320"	TYPE	"BEAM"	COVERTOP	0,03
COVERBOTTOM	0,03	ATI	0,000688	ABI	0,000603
CONCRETESECTION	"K321"	TYPE	"BEAM"	COVERTOP	0,03
COVERBOTTOM	0,03	ATI	0,00083	ABI	0,000603
CONCRETESECTION	"K322"	TYPE	"BEAM"	COVERTOP	0,03
COVERBOTTOM	0,03	ATI	0,000688	ABI	0,000603
CONCRETESECTION	"K323"	TYPE	"BEAM"	COVERTOP	0,03
COVERBOTTOM	0,03	ATI	0,00083	ABI	0,000603
CONCRETESECTION	"K324"	TYPE	"BEAM"	COVERTOP	0,03
COVERBOTTOM	0,03	ATI	0,000688	ABI	0,001031
CONCRETESECTION	"K325"	TYPE	"BEAM"	COVERTOP	0,03
COVERBOTTOM	0,03	ATI	0,001031	ABI	0,000603
CONCRETESECTION	"K326"	TYPE	"BEAM"	COVERTOP	0,03
COVERBOTTOM	0,03	ATI	0,000943	ABI	0,000603
CONCRETESECTION	"K327"	TYPE	"BEAM"	COVERTOP	0,03
COVERBOTTOM	0,03	ATI	0,001546	ABI	0,000716
CONCRETESECTION	"K328"	TYPE	"BEAM"	COVERTOP	0,03
COVERBOTTOM	0,03	ATI	0,000848	ABI	0,000462
CONCRETESECTION	"K329"	TYPE	"BEAM"	COVERTOP	0,03
COVERBOTTOM	0,03	ATI	0,001049	ABI	0,000556
CONCRETESECTION	"K330"	TYPE	"BEAM"	COVERTOP	0,03
COVERBOTTOM	0,03	ATI	0,001049	ABI	0,000575
CONCRETESECTION	"K331"	TYPE	"BEAM"	COVERTOP	0,03
COVERBOTTOM	0,03	ATI	0,000688	ABI	0,000603
CONCRETESECTION	"K339"	TYPE	"BEAM"	COVERTOP	0,03
COVERBOTTOM	0,03	ATI	0,000688	ABI	0,000603
CONCRETESECTION	"K340"	TYPE	"BEAM"	COVERTOP	0,03
COVERBOTTOM	0,03	ATI	0,00083	ABI	0,000603
CONCRETESECTION	"K342"	TYPE	"BEAM"	COVERTOP	0,03
COVERBOTTOM	0,03	ATI	0,001031	ABI	0,000804
		ATJ	0,00083	ABJ	0,000603

CONCRETESECTION "K343" TYPE "BEAM" COVERTOP 0,03
 COVERBOTTOM 0,03 ATI 0,000688 ABI 0,000603 ATJ 0,000226 ABJ
 0,000603
 CONCRETESECTION "K344" TYPE "BEAM" COVERTOP 0,03
 COVERBOTTOM 0,03 ATI 0,00083 ABI 0,000603 ATJ 0,000688 ABJ 0,000603
 CONCRETESECTION "K345" TYPE "BEAM" COVERTOP 0,03
 COVERBOTTOM 0,03 ATI 0,000688 ABI 0,000603 ATJ 0,00083 ABJ 0,000603
 CONCRETESECTION "K346" TYPE "BEAM" COVERTOP 0,03
 COVERBOTTOM 0,03 ATI 0,001546 ABI 0,000716 ATJ 0,000943 ABJ
 0,000603
 CONCRETESECTION "K348" TYPE "BEAM" COVERTOP 0,03
 COVERBOTTOM 0,03 ATI 0,000842 ABI 0,000603 ATJ 0,001433 ABJ
 0,000716
 CONCRETESECTION "K349" TYPE "BEAM" COVERTOP 0,03
 COVERBOTTOM 0,03 ATI 0,000842 ABI 0,000462 ATJ 0,000842 ABJ
 0,000462
 CONCRETESECTION "K350" TYPE "BEAM" COVERTOP 0,03
 COVERBOTTOM 0,03 ATI 0,000688 ABI 0,000603 ATJ 0,00083 ABJ 0,000716
 CONCRETESECTION "K352" TYPE "BEAM" COVERTOP 0,03
 COVERBOTTOM 0,03 ATI 0,00077 ABI 0,000716 ATJ 0,00077 ABJ 0,000603
 CONCRETESECTION "K353" TYPE "BEAM" COVERTOP 0,03
 COVERBOTTOM 0,03 ATI 0,001112 ABI 0,000603 ATJ 0,00077 ABJ 0,000716
 CONCRETESECTION "K354" TYPE "BEAM" COVERTOP 0,03
 COVERBOTTOM 0,03 ATI 0,000911 ABI 0,000804 ATJ 0,001112 ABJ
 0,000603
 CONCRETESECTION "K355" TYPE "BEAM" COVERTOP 0,03
 COVERBOTTOM 0,03 ATI 0,001313 ABI 0,000628 ATJ 0,000911 ABJ
 0,000603
 CONCRETESECTION "K356" TYPE "BEAM" COVERTOP 0,03
 COVERBOTTOM 0,03 ATI 0,00071 ABI 0,000911 ATJ 0,00077 ABJ 0,000603
 CONCRETESECTION "K357" TYPE "BEAM" COVERTOP 0,03
 COVERBOTTOM 0,03 ATI 0,001313 ABI 0,000603 ATJ 0,00071 ABJ 0,000911
 CONCRETESECTION "K358" TYPE "BEAM" COVERTOP 0,03
 COVERBOTTOM 0,03 ATI 0,000817 ABI 0,000804 ATJ 0,001313 ABJ 0,000603
 CONCRETESECTION "K359" TYPE "BEAM" COVERTOP 0,03
 COVERBOTTOM 0,03 ATI 0,001313 ABI 0,000628 ATJ 0,000817 ABJ
 0,000603
 CONCRETESECTION "K360" TYPE "BEAM" COVERTOP 0,03
 COVERBOTTOM 0,03 ATI 0,000688 ABI 0,000603 ATJ 0,000688 ABJ
 0,000716
 CONCRETESECTION "K362" TYPE "BEAM" COVERTOP 0,03
 COVERBOTTOM 0,03 ATI 0,000628 ABI 0,000911 ATJ 0,00083 ABJ 0,000603
 CONCRETESECTION "K363" TYPE "BEAM" COVERTOP 0,03
 COVERBOTTOM 0,03 ATI 0,001112 ABI 0,000603 ATJ 0,00071 ABJ 0,000911
 CONCRETESECTION "K364" TYPE "BEAM" COVERTOP 0,03
 COVERBOTTOM 0,03 ATI 0,00115 ABI 0,000603 ATJ 0,001031 ABJ 0,000603
 CONCRETESECTION "K365" TYPE "BEAM" COVERTOP 0,03
 COVERBOTTOM 0,03 ATI 0,000842 ABI 0,000462 ATJ 0,000842 ABJ
 0,000462

CONCRETESECTION	"K367"	TYPE	"BEAM"	COVERTOP	0,03
COVERBOTTOM	0,03	ATI 0,00083	ABI 0,000603	ATJ 0,000688	ABJ 0,000603
CONCRETESECTION	"K368"	TYPE	"BEAM"	COVERTOP	0,03
COVERBOTTOM	0,03	ATI 0,000688	ABI 0,000603	ATJ 0,00083	ABJ 0,000603
CONCRETESECTION	"K369"	TYPE	"BEAM"	COVERTOP	0,03
COVERBOTTOM	0,03	ATI 0,00071	ABI 0,000716	ATJ 0,00071	ABJ 0,000603
CONCRETESECTION	"K370"	TYPE	"BEAM"	COVERTOP	0,03
COVERBOTTOM	0,03	ATI 0,001112	ABI 0,000716	ATJ 0,00071	ABJ 0,000716
CONCRETESECTION	"KZ01"	TYPE	"BEAM"	COVERTOP	0,03
COVERBOTTOM	0,03	ATI 0,002413	ABI 0,002212	ATJ 0,002413	ABJ 0,002011
CONCRETESECTION	"KZ02"	TYPE	"BEAM"	COVERTOP	0,03
COVERBOTTOM	0,03	ATI 0,002413	ABI 0,002011	ATJ 0,002413	ABJ 0,002413
CONCRETESECTION	"KZ03"	TYPE	"BEAM"	COVERTOP	0,03
COVERBOTTOM	0,03	ATI 0,002413	ABI 0,002413	ATJ 0,002413	ABJ 0,002011
CONCRETESECTION	"KZ04"	TYPE	"BEAM"	COVERTOP	0,03
COVERBOTTOM	0,03	ATI 0,002413	ABI 0,002011	ATJ 0,002413	ABJ 0,002212
CONCRETESECTION	"KZ05"	TYPE	"BEAM"	COVERTOP	0,03
COVERBOTTOM	0,03	ATI 0,000603	ABI 0,000603	ATJ 0,001408	ABJ 0,001207
CONCRETESECTION	"KZ06"	TYPE	"BEAM"	COVERTOP	0,03
COVERBOTTOM	0,03	ATI 0,001408	ABI 0,001207	ATJ 0,002212	ABJ 0,001609
CONCRETESECTION	"KZ07"	TYPE	"BEAM"	COVERTOP	0,03
COVERBOTTOM	0,03	ATI 0,002212	ABI 0,001609	ATJ 0,001408	ABJ 0,001408
CONCRETESECTION	"KZ08"	TYPE	"BEAM"	COVERTOP	0,03
COVERBOTTOM	0,03	ATI 0,001408	ABI 0,001408	ATJ 0,000603	ABJ 0,000603
CONCRETESECTION	"KZ09"	TYPE	"BEAM"	COVERTOP	0,03
COVERBOTTOM	0,03	ATI 0,002413	ABI 0,002011	ATJ 0,002413	ABJ 0,002212
CONCRETESECTION	"KZ10"	TYPE	"BEAM"	COVERTOP	0,03
COVERBOTTOM	0,03	ATI 0,002413	ABI 0,002212	ATJ 0,001609	ABJ 0,001005
CONCRETESECTION	"KZ11"	TYPE	"BEAM"	COVERTOP	0,03
COVERBOTTOM	0,03	ATI 0,001609	ABI 0,001005	ATJ 0,002011	ABJ 0,000716
CONCRETESECTION	"KZ12"	TYPE	"BEAM"	COVERTOP	0,03
COVERBOTTOM	0,03	ATI 0,00187	ABI 0,000918	ATJ 0,00187	ABJ 0,000918
CONCRETESECTION	"KZ13"	TYPE	"BEAM"	COVERTOP	0,03
COVERBOTTOM	0,03	ATI 0,002011	ABI 0,000716	ATJ 0,001619	ABJ 0,001005
CONCRETESECTION	"KZ14"	TYPE	"BEAM"	COVERTOP	0,03
COVERBOTTOM	0,03	ATI 0,001609	ABI 0,001005	ATJ 0,002413	ABJ 0,002212

CONCRETESECTION	"KZ15"	TYPE	"BEAM"	COVERTOP	0,03
COVERBOTTOM 0,03	ATI 0,002413	ABI	0,002212	ATJ 0,002413	ABJ 0,002212
CONCRETESECTION	"KZ16"	TYPE	"BEAM"	COVERTOP	0,03
COVERBOTTOM 0,03	ATI 0,001609	ABI	0,001207	ATJ 0,002212	ABJ 0,00181
CONCRETESECTION	"KZ17"	TYPE	"BEAM"	COVERTOP	0,03
COVERBOTTOM 0,03	ATI 0,002212	ABI	0,00181	ATJ 0,001207	ABJ 0,001207
CONCRETESECTION	"KZ18"	TYPE	"BEAM"	COVERTOP	0,03
COVERBOTTOM 0,03	ATI 0,001207	ABI	0,001207	ATJ 0,001005	ABJ 0,000716
CONCRETESECTION	"KZ19"	TYPE	"BEAM"	COVERTOP	0,03
COVERBOTTOM 0,03	ATI 0,001005	ABI	0,000716	ATJ 0,001207	ABJ 0,000911
CONCRETESECTION	"KZ20"	TYPE	"BEAM"	COVERTOP	0,03
COVERBOTTOM 0,03	ATI 0,001207	ABI	0,000911	ATJ 0,002212	ABJ 0,001408
CONCRETESECTION	"KZ21"	TYPE	"BEAM"	COVERTOP	0,03
COVERBOTTOM 0,03	ATI 0,002212	ABI	0,001408	ATJ 0,001065	ABJ 0,000911
CONCRETESECTION	"KZ22"	TYPE	"BEAM"	COVERTOP	0,03
COVERBOTTOM 0,03	ATI 0,001065	ABI	0,000911	ATJ 0,002212	ABJ 0,001609
CONCRETESECTION	"KZ23"	TYPE	"BEAM"	COVERTOP	0,03
COVERBOTTOM 0,03	ATI 0,002212	ABI	0,001609	ATJ 0,001207	ABJ 0,000911
CONCRETESECTION	"KZ24"	TYPE	"BEAM"	COVERTOP	0,03
COVERBOTTOM 0,03	ATI 0,001207	ABI	0,000911	ATJ 0,001207	ABJ 0,000911
CONCRETESECTION	"KZ25"	TYPE	"BEAM"	COVERTOP	0,03
COVERBOTTOM 0,03	ATI 0,002413	ABI	0,001609	ATJ 0,001408	ABJ 0,001207
CONCRETESECTION	"KZ26"	TYPE	"BEAM"	COVERTOP	0,03
COVERBOTTOM 0,03	ATI 0,002413	ABI	0,001207	ATJ 0,002614	ABJ 0,001408
CONCRETESECTION	"KZ27"	TYPE	"BEAM"	COVERTOP	0,03
COVERBOTTOM 0,03	ATI 0,002815	ABI	0,00181	ATJ 0,002815	ABJ 0,001408
CONCRETESECTION	"KZ28"	TYPE	"BEAM"	COVERTOP	0,03
COVERBOTTOM 0,03	ATI 0,001668	ABI	0,00083	ATJ 0,002011	ABJ 0,001005
CONCRETESECTION	"KZ29"	TYPE	"BEAM"	COVERTOP	0,03
COVERBOTTOM 0,03	ATI 0,002011	ABI	0,001005	ATJ 0,002011	ABJ 0,001005
CONCRETESECTION	"KZ30"	TYPE	"BEAM"	COVERTOP	0,03
COVERBOTTOM 0,03	ATI 0,002011	ABI	0,001005	ATJ 0,00181	ABJ 0,000911
CONCRETESECTION	"KZ31"	TYPE	"BEAM"	COVERTOP	0,03
COVERBOTTOM 0,03	ATI 0,002413	ABI	0,002011	ATJ 0,002011	ABJ 0,00181
CONCRETESECTION	"KZ32"	TYPE	"BEAM"	COVERTOP	0,03
COVERBOTTOM 0,03	ATI 0,002011	ABI	0,00181	ATJ 0,002011	ABJ 0,00181
CONCRETESECTION	"KZ35"	TYPE	"BEAM"	COVERTOP	0,03
COVERBOTTOM 0,03	ATI 0,002011	ABI	0,00181	ATJ 0,002212	ABJ 0,00181

CONCRETESECTION	"KZ36"	TYPE	"BEAM"	COVERTOP	0,03
COVERBOTTOM	0,03	ATI 0,002212	ABI 0,00181	ATJ 0,002011	ABJ 0,00181
CONCRETESECTION	"KZ37"	TYPE	"BEAM"	COVERTOP	0,03
COVERBOTTOM	0,03	ATI 0,002011	ABI 0,00181	ATJ 0,002011	ABJ 0,001609
CONCRETESECTION	"KZ38"	TYPE	"BEAM"	COVERTOP	0,03
COVERBOTTOM	0,03	ATI 0,002011	ABI 0,001609	ATJ 0,002011	ABJ 0,00181
CONCRETESECTION	"KZ39"	TYPE	"BEAM"	COVERTOP	0,03
COVERBOTTOM	0,03	ATI 0,002011	ABI 0,00181	ATJ 0,002212	ABJ 0,00181
CONCRETESECTION	"KZ40"	TYPE	"BEAM"	COVERTOP	0,03
COVERBOTTOM	0,03	ATI 0,002212	ABI 0,00181	ATJ 0,002212	ABJ 0,002011
CONCRETESECTION	"KZ41"	TYPE	"BEAM"	COVERTOP	0,03
COVERBOTTOM	0,03	ATI 0,002413	ABI 0,002413	ATJ 0,002212	ABJ 0,002011
CONCRETESECTION	"KZ42"	TYPE	"BEAM"	COVERTOP	0,03
COVERBOTTOM	0,03	ATI 0,002413	ABI 0,002413	ATJ 0,002413	ABJ 0,002413
CONCRETESECTION	"KZ43"	TYPE	"BEAM"	COVERTOP	0,03
COVERBOTTOM	0,03	ATI 0,001609	ABI 0,001408	ATJ 0,00181	ABJ 0,000911
CONCRETESECTION	"KZ44"	TYPE	"BEAM"	COVERTOP	0,03
COVERBOTTOM	0,03	ATI 0,002413	ABI 0,002212	ATJ 0,001609	ABJ 0,001408
CONCRETESECTION	"KZ45"	TYPE	"BEAM"	COVERTOP	0,03
COVERBOTTOM	0,03	ATI 0,002011	ABI 0,00181	ATJ 0,002413	ABJ 0,002212
CONCRETESECTION	"KZ46"	TYPE	"BEAM"	COVERTOP	0,03
COVERBOTTOM	0,03	ATI 0,002815	ABI 0,002212	ATJ 0,002815	ABJ 0,001408
CONCRETESECTION	"KZ48"	TYPE	"BEAM"	COVERTOP	0,03
COVERBOTTOM	0,03	ATI 0,002212	ABI 0,001408	ATJ 0,002815	ABJ 0,002212
CONCRETESECTION	"KZ49"	TYPE	"BEAM"	COVERTOP	0,03
COVERBOTTOM	0,03	ATI 0,002212	ABI 0,001207	ATJ 0,002212	ABJ 0,001408
CONCRETESECTION	"KZ50"	TYPE	"BEAM"	COVERTOP	0,03
COVERBOTTOM	0,03	ATI 0,002413	ABI 0,002011	ATJ 0,002413	ABJ 0,002413
CONCRETESECTION	"KZ51"	TYPE	"BEAM"	COVERTOP	0,03
COVERBOTTOM	0,03	ATI 0,002011	ABI 0,001609	ATJ 0,002413	ABJ 0,002011
CONCRETESECTION	"KZ52"	TYPE	"BEAM"	COVERTOP	0,03
COVERBOTTOM	0,03	ATI 0,002413	ABI 0,002212	ATJ 0,002212	ABJ 0,001609
CONCRETESECTION	"KZ53"	TYPE	"BEAM"	COVERTOP	0,03
COVERBOTTOM	0,03	ATI 0,002413	ABI 0,002212	ATJ 0,002413	ABJ 0,002212
CONCRETESECTION	"KZ54"	TYPE	"BEAM"	COVERTOP	0,03
COVERBOTTOM	0,03	ATI 0,002413	ABI 0,002413	ATJ 0,002413	ABJ 0,002212
CONCRETESECTION	"KZ55"	TYPE	"BEAM"	COVERTOP	0,03
COVERBOTTOM	0,03	ATI 0,002413	ABI 0,002011	ATJ 0,002413	ABJ 0,002212

CONCRETESECTION	"KZ56"	TYPE	"BEAM"	COVERTOP	0,03
COVERBOTTOM	0,03	ATI	0,002413	ABI	0,002413
CONCRETESECTION	"KZ57"	TYPE	"BEAM"	COVERTOP	0,03
COVERBOTTOM	0,03	ATI	0,002413	ABI	0,002212
CONCRETESECTION	"KZ58"	TYPE	"BEAM"	COVERTOP	0,03
COVERBOTTOM	0,03	ATI	0,002413	ABI	0,002413
CONCRETESECTION	"KZ59"	TYPE	"BEAM"	COVERTOP	0,03
COVERBOTTOM	0,03	ATI	0,002413	ABI	0,002011
CONCRETESECTION	"KZ60"	TYPE	"BEAM"	COVERTOP	0,03
COVERBOTTOM	0,03	ATI	0,002413	ABI	0,002011
CONCRETESECTION	"KZ61"	TYPE	"BEAM"	COVERTOP	0,03
COVERBOTTOM	0,03	ATI	0,002011	ABI	0,001609
CONCRETESECTION	"KZ62"	TYPE	"BEAM"	COVERTOP	0,03
COVERBOTTOM	0,03	ATI	0,002413	ABI	0,002413
CONCRETESECTION	"KZ63"	TYPE	"BEAM"	COVERTOP	0,03
COVERBOTTOM	0,03	ATI	0,002413	ABI	0,002413
CONCRETESECTION	"KZ64"	TYPE	"BEAM"	COVERTOP	0,03
COVERBOTTOM	0,03	ATI	0,003218	ABI	0,00181
CONCRETESECTION	"KZ65"	TYPE	"BEAM"	COVERTOP	0,03
COVERBOTTOM	0,03	ATI	0,002212	ABI	0,001207
CONCRETESECTION	"KZ66"	TYPE	"BEAM"	COVERTOP	0,03
COVERBOTTOM	0,03	ATI	0,001609	ABI	0,001207
CONCRETESECTION	"KZ67"	TYPE	"BEAM"	COVERTOP	0,03
COVERBOTTOM	0,03	ATI	0,002413	ABI	0,002212
CONCRETESECTION	"KZ68"	TYPE	"BEAM"	COVERTOP	0,03
COVERBOTTOM	0,03	ATI	0,00181	ABI	0,00181
CONCRETESECTION	"KZ69"	TYPE	"BEAM"	COVERTOP	0,03
COVERBOTTOM	0,03	ATI	0,002413	ABI	0,002413
CONCRETESECTION	"KZ70"	TYPE	"BEAM"	COVERTOP	0,03
COVERBOTTOM	0,03	ATI	0,002413	ABI	0,002413

WALL/SLAB/DECK PROPERTIES

SHELLPROP	"D12"	MATERIAL	"C20"	PROPTYPE	"SLAB"	TYPE
"MEMBRANE"	TM	0,12	TB	0,12		

PIER SECTIONS

PIERSECTION	"PSEC1"	BASEMATERIAL	"C25"
PIERSECTION	"PSEC2"	BASEMATERIAL	"C25"
PIERSECTION	"PSEC3"	BASEMATERIAL	"C25"

PIERSECTION "PSEC4" BASEMATERIAL "C25"
 PIERSECTION "PSEC5" BASEMATERIAL "C25"
 PIERSECTION "PSEC6" BASEMATERIAL "C25"
 PIERSECTION "PSEC7" BASEMATERIAL "C25"
 PIERSECTION "PSEC8" BASEMATERIAL "C25"
 PIERSECTION "PSEC9" BASEMATERIAL "C25"

SECTION DESIGNER SECTIONS

SDSECTION "PSEC1" TYPE "PIER" DESIGNCHECK "CHECK"
 BASEMATERIAL "C25" NUMSHAPES 1
 SDSECTION "PSEC1" SHAPE 1 MATERIAL "C25" SHAPETYPE
 "POLYGON" NUMCORNERPTS 4
 SDSECTION "PSEC1" SHAPE 1 POLYCORNER 1 X 4 Y 0,25
 SDSECTION "PSEC1" SHAPE 1 POLYCORNER 2 X 0 Y 0,25
 SDSECTION "PSEC1" SHAPE 1 POLYCORNER 3 X 0 Y 0
 SDSECTION "PSEC1" SHAPE 1 POLYCORNER 4 X 4 Y 0
 SDSECTION "PSEC1" SHAPE 1 TYPCORNERBAR "26d"
 SDSECTION "PSEC1" SHAPE 1 TYPEDGEBAR "16d" TYPSPACING 0,15
 TYPCOVER 0,03
 SDSECTION "PSEC2" TYPE "PIER" DESIGNCHECK "CHECK"
 BASEMATERIAL "C25" NUMSHAPES 1
 SDSECTION "PSEC2" SHAPE 1 MATERIAL "C25" SHAPETYPE
 "POLYGON" NUMCORNERPTS 4
 SDSECTION "PSEC2" SHAPE 1 POLYCORNER 1 X 4 Y 0,25
 SDSECTION "PSEC2" SHAPE 1 POLYCORNER 2 X 0 Y 0,25
 SDSECTION "PSEC2" SHAPE 1 POLYCORNER 3 X 0 Y 0
 SDSECTION "PSEC2" SHAPE 1 POLYCORNER 4 X 4 Y 0
 SDSECTION "PSEC2" SHAPE 1 TYPCORNERBAR "26d"
 SDSECTION "PSEC2" SHAPE 1 TYPEDGEBAR "16d" TYPSPACING 0,15
 TYPCOVER 0,03
 SDSECTION "PSEC3" TYPE "PIER" DESIGNCHECK "CHECK"
 BASEMATERIAL "C25" NUMSHAPES 1
 SDSECTION "PSEC3" SHAPE 1 MATERIAL "C25" SHAPETYPE
 "POLYGON" NUMCORNERPTS 4
 SDSECTION "PSEC3" SHAPE 1 POLYCORNER 1 X 3 Y 0,25
 SDSECTION "PSEC3" SHAPE 1 POLYCORNER 2 X 0 Y 0,25
 SDSECTION "PSEC3" SHAPE 1 POLYCORNER 3 X 0 Y 0
 SDSECTION "PSEC3" SHAPE 1 POLYCORNER 4 X 3 Y 0
 SDSECTION "PSEC3" SHAPE 1 TYPCORNERBAR "26d"
 SDSECTION "PSEC3" SHAPE 1 TYPEDGEBAR "16d" TYPSPACING 0,15
 TYPCOVER 0,03
 SDSECTION "PSEC4" TYPE "PIER" DESIGNCHECK "CHECK"
 BASEMATERIAL "C25" NUMSHAPES 1
 SDSECTION "PSEC4" SHAPE 1 MATERIAL "C25" SHAPETYPE
 "POLYGON" NUMCORNERPTS 4
 SDSECTION "PSEC4" SHAPE 1 POLYCORNER 1 X 3 Y 0,25
 SDSECTION "PSEC4" SHAPE 1 POLYCORNER 2 X 0 Y 0,25
 SDSECTION "PSEC4" SHAPE 1 POLYCORNER 3 X 0 Y 0
 SDSECTION "PSEC4" SHAPE 1 POLYCORNER 4 X 3 Y 0

SDSECTION "PSEC4" SHAPE 1 TYPCORNERBAR "26d"
 SDSECTION "PSEC4" SHAPE 1 TYPEDGEBAR "16d" TYPSPACING 0,15
 TYPCOVER 0,03
 SDSECTION "PSEC5" TYPE "PIER" DESIGNCHECK "CHECK"
 BASEMATERIAL "C25" NUMSHAPES 1
 SDSECTION "PSEC5" SHAPE 1 MATERIAL "C25" SHAPETYPE
 "POLYGON" NUMCORNERPTS 4
 SDSECTION "PSEC5" SHAPE 1 POLYCORNER 1 X 3 Y 0,25
 SDSECTION "PSEC5" SHAPE 1 POLYCORNER 2 X 0 Y 0,25
 SDSECTION "PSEC5" SHAPE 1 POLYCORNER 3 X 0 Y 0
 SDSECTION "PSEC5" SHAPE 1 POLYCORNER 4 X 3 Y 0
 SDSECTION "PSEC5" SHAPE 1 TYPCORNERBAR "26d"
 SDSECTION "PSEC5" SHAPE 1 TYPEDGEBAR "16d" TYPSPACING 0,15
 TYPCOVER 0,03
 SDSECTION "PSEC6" TYPE "PIER" DESIGNCHECK "CHECK"
 BASEMATERIAL "C25" NUMSHAPES 1
 SDSECTION "PSEC6" SHAPE 1 MATERIAL "C25" SHAPETYPE
 "POLYGON" NUMCORNERPTS 4
 SDSECTION "PSEC6" SHAPE 1 POLYCORNER 1 X 0 Y 0
 SDSECTION "PSEC6" SHAPE 1 POLYCORNER 2 X 3 Y 1,776357E-15
 SDSECTION "PSEC6" SHAPE 1 POLYCORNER 3 X 3 Y 0,25
 SDSECTION "PSEC6" SHAPE 1 POLYCORNER 4 X 0 Y 0,25
 SDSECTION "PSEC6" SHAPE 1 TYPCORNERBAR "26d"
 SDSECTION "PSEC6" SHAPE 1 TYPEDGEBAR "16d" TYPSPACING 0,15
 TYPCOVER 0,03
 SDSECTION "PSEC7" TYPE "PIER" DESIGNCHECK "CHECK"
 BASEMATERIAL "C25" NUMSHAPES 1
 SDSECTION "PSEC7" SHAPE 1 MATERIAL "C25" SHAPETYPE
 "POLYGON" NUMCORNERPTS 4
 SDSECTION "PSEC7" SHAPE 1 POLYCORNER 1 X 0 Y 0
 SDSECTION "PSEC7" SHAPE 1 POLYCORNER 2 X 3 Y 0
 SDSECTION "PSEC7" SHAPE 1 POLYCORNER 3 X 3 Y 0,25
 SDSECTION "PSEC7" SHAPE 1 POLYCORNER 4 X 0 Y 0,25
 SDSECTION "PSEC7" SHAPE 1 TYPCORNERBAR "26d"
 SDSECTION "PSEC7" SHAPE 1 TYPEDGEBAR "16d" TYPSPACING 0,15
 TYPCOVER 0,03
 SDSECTION "PSEC8" TYPE "PIER" DESIGNCHECK "CHECK"
 BASEMATERIAL "C25" NUMSHAPES 1
 SDSECTION "PSEC8" SHAPE 1 MATERIAL "C25" SHAPETYPE
 "POLYGON" NUMCORNERPTS 4
 SDSECTION "PSEC8" SHAPE 1 POLYCORNER 1 X 1,530758E-17 Y 0
 SDSECTION "PSEC8" SHAPE 1 POLYCORNER 2 X 3,5 Y 0
 SDSECTION "PSEC8" SHAPE 1 POLYCORNER 3 X 3,5 Y 0,25
 SDSECTION "PSEC8" SHAPE 1 POLYCORNER 4 X 0 Y 0,25
 SDSECTION "PSEC8" SHAPE 1 TYPCORNERBAR "26d"
 SDSECTION "PSEC8" SHAPE 1 TYPEDGEBAR "16d" TYPSPACING 0,15
 TYPCOVER 0,03
 SDSECTION "PSEC9" TYPE "PIER" DESIGNCHECK "CHECK"
 BASEMATERIAL "C25" NUMSHAPES 1

SDSECTION "PSEC9" SHAPE 1 MATERIAL "C25" SHAPETYPE
 "POLYGON" NUMCORNERPTS 4
 SDSECTION "PSEC9" SHAPE 1 POLYCORNER 1 X 1,530758E-17 Y 0
 SDSECTION "PSEC9" SHAPE 1 POLYCORNER 2 X 3,5 Y 0
 SDSECTION "PSEC9" SHAPE 1 POLYCORNER 3 X 3,5 Y 0,25
 SDSECTION "PSEC9" SHAPE 1 POLYCORNER 4 X 0 Y 0,25
 SDSECTION "PSEC9" SHAPE 1 TYPCORNERBAR "26d"
 SDSECTION "PSEC9" SHAPE 1 TYPEDGEBAR "16d" TYPSPACING 0,15
 TYPCOVER 0,03

WALL/SLAB/DECK PROPERTIES

SHELLPROP "D12" MATERIAL "C20" PROPTYPE "SLAB" TYPE
 "MEMBRANE" TM 0,12 TB 0,12
 SHELLPROP "P25" MATERIAL "C25" PROPTYPE "WALL" TYPE "SHELL"
 PLATETYPE "THIN" TM 0,25 TB 0,25

PIER/SPANDREL NAMES

PIERNAME "P01"
 PIERNAME "P02"
 PIERNAME "P03"
 PIERNAME "P04"
 PIERNAME "P05"
 PIERNAME "P06"
 PIERNAME "P07"
 PIERNAME "P08"
 PIERNAME "P09"

PIER DESIGN OVERWRITES

PIERDATA "P01" "STORY4" PIERTYPE "GENERAL"
 PIERDATA "P01" "STORY4" PIERSECTIONBOT "PSEC1"
 PIERSECTIONTOP "PSEC1" DESIGNCHECK "CHECK"
 PIERDATA "P01" "STORY3" PIERTYPE "GENERAL"
 PIERDATA "P01" "STORY3" PIERSECTIONBOT "PSEC1"
 PIERSECTIONTOP "PSEC1" DESIGNCHECK "CHECK"
 PIERDATA "P01" "STORY2" PIERTYPE "GENERAL"
 PIERDATA "P01" "STORY2" PIERSECTIONBOT "PSEC1"
 PIERSECTIONTOP "PSEC1" DESIGNCHECK "CHECK"
 PIERDATA "P01" "STORY1" PIERTYPE "GENERAL"
 PIERDATA "P01" "STORY1" PIERSECTIONBOT "PSEC1"
 PIERSECTIONTOP "PSEC1" DESIGNCHECK "CHECK"
 PIERDATA "P02" "STORY4" PIERTYPE "GENERAL"
 PIERDATA "P02" "STORY4" PIERSECTIONBOT "PSEC2"
 PIERSECTIONTOP "PSEC2" DESIGNCHECK "CHECK"
 PIERDATA "P02" "STORY3" PIERTYPE "GENERAL"
 PIERDATA "P02" "STORY3" PIERSECTIONBOT "PSEC2"
 PIERSECTIONTOP "PSEC2" DESIGNCHECK "CHECK"
 PIERDATA "P02" "STORY2" PIERTYPE "GENERAL"

PIERDATA	"P02"	"STORY2"	PIERSECTIONBOT	"PSEC2"
PIERSECTIONTOP	"PSEC2"	DESIGNCHECK	"CHECK"	
PIERDATA	"P02"	"STORY1"	PIERTYPE	"GENERAL"
PIERDATA	"P02"	"STORY1"	PIERSECTIONBOT	"PSEC2"
PIERSECTIONTOP	"PSEC2"	DESIGNCHECK	"CHECK"	
PIERDATA	"P03"	"STORY4"	PIERTYPE	"GENERAL"
PIERDATA	"P03"	"STORY4"	PIERSECTIONBOT	"PSEC3"
PIERSECTIONTOP	"PSEC3"	DESIGNCHECK	"CHECK"	
PIERDATA	"P03"	"STORY3"	PIERTYPE	"GENERAL"
PIERDATA	"P03"	"STORY3"	PIERSECTIONBOT	"PSEC3"
PIERSECTIONTOP	"PSEC3"	DESIGNCHECK	"CHECK"	
PIERDATA	"P03"	"STORY2"	PIERTYPE	"GENERAL"
PIERDATA	"P03"	"STORY2"	PIERSECTIONBOT	"PSEC3"
PIERSECTIONTOP	"PSEC3"	DESIGNCHECK	"CHECK"	
PIERDATA	"P03"	"STORY1"	PIERTYPE	"GENERAL"
PIERDATA	"P03"	"STORY1"	PIERSECTIONBOT	"PSEC3"
PIERSECTIONTOP	"PSEC3"	DESIGNCHECK	"CHECK"	
PIERDATA	"P04"	"STORY4"	PIERTYPE	"GENERAL"
PIERDATA	"P04"	"STORY4"	PIERSECTIONBOT	"PSEC4"
PIERSECTIONTOP	"PSEC4"	DESIGNCHECK	"CHECK"	
PIERDATA	"P04"	"STORY3"	PIERTYPE	"GENERAL"
PIERDATA	"P04"	"STORY3"	PIERSECTIONBOT	"PSEC4"
PIERSECTIONTOP	"PSEC4"	DESIGNCHECK	"CHECK"	
PIERDATA	"P04"	"STORY2"	PIERTYPE	"GENERAL"
PIERDATA	"P04"	"STORY2"	PIERSECTIONBOT	"PSEC4"
PIERSECTIONTOP	"PSEC4"	DESIGNCHECK	"CHECK"	
PIERDATA	"P04"	"STORY1"	PIERTYPE	"GENERAL"
PIERDATA	"P04"	"STORY1"	PIERSECTIONBOT	"PSEC4"
PIERSECTIONTOP	"PSEC4"	DESIGNCHECK	"CHECK"	
PIERDATA	"P05"	"STORY4"	PIERTYPE	"GENERAL"
PIERDATA	"P05"	"STORY4"	PIERSECTIONBOT	"PSEC5"
PIERSECTIONTOP	"PSEC5"	DESIGNCHECK	"CHECK"	
PIERDATA	"P05"	"STORY3"	PIERTYPE	"GENERAL"
PIERDATA	"P05"	"STORY3"	PIERSECTIONBOT	"PSEC5"
PIERSECTIONTOP	"PSEC5"	DESIGNCHECK	"CHECK"	
PIERDATA	"P05"	"STORY2"	PIERTYPE	"GENERAL"
PIERDATA	"P05"	"STORY2"	PIERSECTIONBOT	"PSEC5"
PIERSECTIONTOP	"PSEC5"	DESIGNCHECK	"CHECK"	
PIERDATA	"P05"	"STORY1"	PIERTYPE	"GENERAL"
PIERDATA	"P05"	"STORY1"	PIERSECTIONBOT	"PSEC5"
PIERSECTIONTOP	"PSEC5"	DESIGNCHECK	"CHECK"	
PIERDATA	"P06"	"STORY4"	PIERTYPE	"GENERAL"
PIERDATA	"P06"	"STORY4"	PIERSECTIONBOT	"PSEC6"
PIERSECTIONTOP	"PSEC6"	DESIGNCHECK	"CHECK"	
PIERDATA	"P06"	"STORY3"	PIERTYPE	"GENERAL"
PIERDATA	"P06"	"STORY3"	PIERSECTIONBOT	"PSEC6"
PIERSECTIONTOP	"PSEC6"	DESIGNCHECK	"CHECK"	
PIERDATA	"P06"	"STORY2"	PIERTYPE	"GENERAL"
PIERDATA	"P06"	"STORY2"	PIERSECTIONBOT	"PSEC6"
PIERSECTIONTOP	"PSEC6"	DESIGNCHECK	"CHECK"	

PIERDATA "P06" "STORY1" PIERTYPE "GENERAL"	
PIERDATA "P06" "STORY1" PIERSECTIONBOT	"PSEC6"
PIERSECTIONTOP "PSEC6" DESIGNCHECK "CHECK"	
PIERDATA "P07" "STORY4" PIERTYPE "GENERAL"	
PIERDATA "P07" "STORY4" PIERSECTIONBOT	"PSEC7"
PIERSECTIONTOP "PSEC7" DESIGNCHECK "CHECK"	
PIERDATA "P07" "STORY3" PIERTYPE "GENERAL"	
PIERDATA "P07" "STORY3" PIERSECTIONBOT	"PSEC7"
PIERSECTIONTOP "PSEC7" DESIGNCHECK "CHECK"	
PIERDATA "P07" "STORY2" PIERTYPE "GENERAL"	
PIERDATA "P07" "STORY2" PIERSECTIONBOT	"PSEC7"
PIERSECTIONTOP "PSEC7" DESIGNCHECK "CHECK"	
PIERDATA "P07" "STORY1" PIERTYPE "GENERAL"	
PIERDATA "P07" "STORY1" PIERSECTIONBOT	"PSEC7"
PIERSECTIONTOP "PSEC7" DESIGNCHECK "CHECK"	
PIERDATA "P08" "STORY4" PIERTYPE "GENERAL"	
PIERDATA "P08" "STORY4" PIERSECTIONBOT	"PSEC8"
PIERSECTIONTOP "PSEC8" DESIGNCHECK "CHECK"	
PIERDATA "P08" "STORY3" PIERTYPE "GENERAL"	
PIERDATA "P08" "STORY3" PIERSECTIONBOT	"PSEC8"
PIERSECTIONTOP "PSEC8" DESIGNCHECK "CHECK"	
PIERDATA "P08" "STORY2" PIERTYPE "GENERAL"	
PIERDATA "P08" "STORY2" PIERSECTIONBOT	"PSEC8"
PIERSECTIONTOP "PSEC8" DESIGNCHECK "CHECK"	
PIERDATA "P08" "STORY1" PIERTYPE "GENERAL"	
PIERDATA "P08" "STORY1" PIERSECTIONBOT	"PSEC8"
PIERSECTIONTOP "PSEC8" DESIGNCHECK "CHECK"	
PIERDATA "P09" "STORY4" PIERTYPE "GENERAL"	
PIERDATA "P09" "STORY4" PIERSECTIONBOT	"PSEC9"
PIERSECTIONTOP "PSEC9" DESIGNCHECK "CHECK"	
PIERDATA "P09" "STORY3" PIERTYPE "GENERAL"	
PIERDATA "P09" "STORY3" PIERSECTIONBOT	"PSEC9"
PIERSECTIONTOP "PSEC9" DESIGNCHECK "CHECK"	
PIERDATA "P09" "STORY2" PIERTYPE "GENERAL"	
PIERDATA "P09" "STORY2" PIERSECTIONBOT	"PSEC9"
PIERSECTIONTOP "PSEC9" DESIGNCHECK "CHECK"	
PIERDATA "P09" "STORY1" PIERTYPE "GENERAL"	
PIERDATA "P09" "STORY1" PIERSECTIONBOT	"PSEC9"
PIERSECTIONTOP "PSEC9" DESIGNCHECK "CHECK"	

ÖZGEÇMİŞ

1980 Yılında Kahramanmaraş Ilıca kasabası'nda doğdu ilk ve orta öğrenimini aynı kasabada bitirdikten sonra 1998 yılında Kahramanmaraş İbrahim Çalık Lisesinden mezun oldu. 2003 yılında Çukurova Üniversitesi Mühendislik-Mimarlık Fakültesinden mezun oldu. 2004 yılında İstanbul Teknik Üniversitesi Yapı Analizi ve Tasarımı yüksek lisans programına girdi. Lisans eğitimini tamamladıktan sonra değişik şirketlerde İnşaat mühendisliği görevini yürüttü ve halen serbest İnşaat Mühendisi olarak çalışmaktadır.