

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

**BİR KAMU BİNASININ DOĞRUSAL OLMAYAN
DAVRANIŞININ MEVCUT YÖNETMELİKLERE
GÖRE İNCELENMESİ**

**Alper BOZTEPE
İnşaat Mühendisi**

Yüksek Lisans Tezi

DENİZLİ - 2005

**BİR KAMU BİNASININ DOĞRUSAL OLMAYAN
DAVRANIŞININ MEVCUT YÖNETMELİKLERE
GÖRE İNCELENMESİ**

Pamukkale Üniversitesi

Fen Bilimleri Enstitüsü

Tarafından Kabul Edilen

İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı

Yüksek Lisans Tezi

Alper BOZTEPE

Tez Savunma Sınavı Tarihi: 22.07.2005

DENİZLİ - 2005

TEZ SINAV SONUÇ FORMU

Bu tez tarafımızdan okunmuş, kapsamı ve niteliği açısından Yüksek Lisans Tezi olarak kabul edilmiştir.



Yrd. Doç. Dr. Ş. Murat ŞENEL
(Yönetici)



Yrd. Doç. Dr. Mehmet İNEL
(Jüri Üyesi)



Prof. Dr. Muzaffer TOPÇU
(Jüri Üyesi)

Pamukkale Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Yönetim Kurulu'nun
..... tarih ve sayılı kararıyla onaylanmıştır.

Prof. Dr. M. Ali SARIGÖL
Müdür
Fen Bilimleri Enstitüsü

TEŞEKKÜR

Bu yüksek lisans tezimin danışmanlığını üstlenen, teşvik edici yönetimi ve olumlu eleştirileriyle bana yol gösteren hocam **Yrd.Doç.Dr. Şevket Murat ŞENEL** 'e öncelikle teşekkür ederim.

Değerli hocam **Yrd.Doç.Dr. Mehmet İNEL** 'in bu çalışmaya katkılarında dolayı minnettarım.

Tez izleme komitesi üyelerinden sayın **Prof.Dr. Muzaffer TOPÇU** ve sayın **Yrd.Doç.Dr. Yavuz Selim TAMA** 'ya çalışmanın ilerlemesindeki katkılarında dolayı teşekkür ederim.

Değerli arkadaşlarım **Arş.Gör. Ali Haydar KAYHAN** ve **Arş.Gör. Salih YILMAZ** 'a, İnşaat Yüksek Mühendisi **Hüseyin BİLGİN** 'e, İnşaat Mühendisi **Hayri ÖZMEN** 'e gösterdiği yakın iş birliği ve yardımları için şükran borçluyum.

Arkadaşlık sabırlarını çok zorladığım, **Arş.Gör. Mahmut FIRAT** 'a ve İnşaat Mühendisi **S.Bahadır KESKİN** 'e teşekkürü borç bilirim.

Öğrenimim süresince, yıllarca ve şefkatle beni destekleyen aileme minnettarım. İyi ki varsınız...

Alper BOZTEPE

ÖZET

Yaşadığımız yapıların analizleri ve tasarımları farklı dönemlerin bilgi birikimini yansıtan yönetmelikler ve şartnamelere göre yapılmaktadır. 1975 tarihinde ilki yayınlanan afet yönetmeliği 1998 yılında yenilenmiştir. Çok yakın zamanda ise bir yenisinin yayınlanması beklenmektedir.

Yönetmeliklere göre yapılan kamu binaları ise çoğunlukla tip projelerden oluşmaktadır. Bu durum aynı projeye sahip pek çok binanın, ülkemizin hemen hemen her yerinde uygulanmasına sebep olmaktadır.

Bu çalışmada; 1975 yönetmeliği şartlarına göre yapılan bir tip okul projesinin doğrusal olmayan yöntemlerle analizi yapılmıştır. Elde edilen analiz sonuçlarına bakılarak hem eski ve yeni yönetmelikler arasındaki fark irdelenmiş, hem de incelenen tip projenin durumu hakkında sonuç alınmıştır.

Yapılan tahkikler sonucunda incelenen kamu binasının farklı deprem yönlerinde farklı taban kesme kuvveti ve süneklilik kapasitelerine sahip olduğu tespit edilmiştir. 1998 tarihinde yayınlanan afet yönetmeliği şartlarına göre öngörülen taban kesme kuvvetlerinin ise mevcut projenin sahip olduğu kapasitenin üzerinde olduğu anlaşılmıştır.

Anahtar Kelimeler : 1975 Deprem Yönetmeliği, 1998 Deprem Yönetmeliği, Tip Proje, Taban Kesme Kuvveti, Süneklilik Kapasitesi

Alper BOZTEPE

ABSTRACT

The analysis designs of the structures that we live are done according to the regulations which reflects the knowledges of different periods of time. The earthquake code which had first been published in 1975 was renewed in 1998. And its expected, that one more will be published in near future.

The public buildings built according to the regulations are mostly consist of typical projects. This situation caused the application of buildings with same projects, almost everywhere in our country.

In this study; the analysis of a typical school project, made according to the conditions of 1975 earthquake code was done by using non-linear methods. In the light of the result both the difference between old and new regulations and the current situation of the typical project were investigated.

As a result of investigations, it was determined that the public building studied has different base shear forces and capacity of flexibilities in different earthquake directions. It was understood that the base shear frces are over the base shear forces that the existing project have, according to the conditions of earthquake code published in 1998.

Key Words: 1975 Earthquake Mode, 1998 Earthquake Mode, Public Buildings, Base Shear Force, Capacity of Flexibility

Alper BOZTEPE

İÇİNDEKİLER

	Sayfa
Teşekkür	IV
Özet.....	V
Abstract.....	VI
İçindekiler.....	VII
Şekiller Dizini.....	XI
Çizelgeler Dizini.....	XIII
Simgeler Dizini.....	XV

BİRİNCİ BÖLÜM

GİRİŞ

1.1 Giriş	1
1.2 Amaç.....	3
1.3 Yöntem ve Kapsam	4
1.4 Tezin Düzeni	4

İKİNCİ BÖLÜM

ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR

2.1 ATC – 21	6
2.2 ATC – 22	7
2.3 ATC – 40	7
2.4 Japon Sismik İndeks Yöntemi	8
2.5 Diğer Çalışmalar.....	8

ÜÇÜNCÜ BÖLÜM

ÜLKEMİZDE KAMU YAPILARINDA MEYDANA GELEN DEPREM HASARLARI

3.1	Türkiye’de Deprem	11
3.2	Bazı Kamu Binalarındaki Deprem Etkileri ve Oluşan Hasarlar	13
3.2.1	Pülümür Depremi Ön İnceleme Raporu	13
3.2.2	Bingöl Depremi Ön İnceleme Raporu	15
3.2.3	Hakkari Depremi Ön İnceleme Raporu	17

DÖRDÜNCÜ BÖLÜM

YAPISAL PERFORMANS SEVİYELERİ VE AFET YÖNETMELİKLERİ

4.1	Doğrusal Olmayan Analiz Yöntemleri	21
4.1.1	Plastik Mafsallı	22
4.1.2	Statik İtme Analizi (Pushover Analysis)	25
4.2	Performans Seviyelerinin Tanımı	26
4.3	1975 Tarihli Afet Yönetmeliği	28
4.4	1998 Tarihli Afet Yönetmeliği	30

BEŞİNCİ BÖLÜM

DOĞRUSAL OLMAYAN ANALİZ MODELLERİNİN HAZIRLANMASI

5.1	Giriş	32
-----	-------------	----

5.2	Modellerin Genel Özellikleri.....	32
5.3	Modellerin Oluşturulması.....	34
5.3.1	735/A-1'in Oluşturulması.....	34
5.3.1.1	Kat Kalıp Planları	34
5.3.1.2	Kesit Özellikleri.....	39
5.3.1.3	Taşıyıcı Sistem Elemanlarında Mevcut Donatı Durumu.....	41
5.3.1.4	Taşıyıcı Sistem Elemanına Etkiyen Yükler.....	48
5.3.2	735/A-2'nin Oluşturulması.....	50
5.3.2.1	Kat Kalıp Planları	50
5.3.2.2	Kesit Özellikleri.....	55
5.3.2.3	Taşıyıcı Sistem Elemanlarında Mevcut Donatı Durumu.....	57
5.3.2.4	Taşıyıcı Sistem Elemanına Etkiyen Yükler.....	66
5.4	Sargılı Beton Davranış Modelinin Hazırlanması	67
5.4.1.1	735/A-1 Kolon Mafsalları	70
5.4.1.2	735/A-1 Perde Mafsalları	71
5.4.1.3	735/A-1 Kiriş Mafsalları	72
5.4.2.1	735/A-2 Kolon Mafsalları	75
5.4.2.2	735/A-2 Perde Mafsalları	77
5.4.2.3	735/A-2 Kiriş Mafsalları	78

ALTINCI BÖLÜM

ANALİZLER

6.1	Giriş	83
6.2	Modellere Ait Yükleme Desenlerinin Hesabı	84
6.3	Statik İttirme Analizinin Tanımlanması	86
6.4	Bina Kapasite Eğrilerinin Hesabı	88
6.4.1	735/A-1 Binası İçin Kapasite Eğrileri	88
6.4.1.1	X Yönünde Doğrusal Olmayan Analiz Sonuçları	88

	Sayfa
6.4.1.2 Y Yönünde Doğrusal Olmayan Analiz Sonuçları	92
6.4.2 735/A-2 Binası İçin Kapasite Eğrileri	96
6.4.2.1 X Yönünde Doğrusal Olmayan Analiz Sonuçları	96
6.4.2.2 Y Yönünde Doğrusal Olmayan Analiz Sonuçları	99
6.5 Modal Analiz Sonuçları.....	102
6.6 Afet Yönetmelikleri Açısından Değerlendirilmesi.....	105
6.6.1 1975 Tarihli Deprem Yönetmeliğine Göre Deprem Yüğü Hesabı.....	105
6.6.2 1998 Tarihli Deprem Yönetmeliğine Göre Deprem Yüğü Hesabı.....	106
6.6.3 735/A-1'in Mevcut Yönetmelikler Açısından Değerlendirilmesi	107
6.6.4 735/A-2'nin Mevcut Yönetmelikler Açısından Değerlendirilmesi	108

YEDİNCİ BÖLÜM

SONUÇLAR

KAYNAKLAR.....	111
ÖZGEÇMİŞ.....	113

ŞEKİLLER DİZİNİ

	Sayfa
Şekil 3.1: Belediye Binasının Toplantı Salonunda Kiriş ve Duvarda Meydana Gelen Çatlamlar	14
Şekil 3.2: Kirişin Yakın Mesafedeki Kolona Mesnetlenmeyip Kirişe Saplanması Sonucu Oluşan Çatlamlar	15
Şekil 3.3: Çeltiksuyu YİBO Pansiyon Binası	16
Şekil 3.4: Okul Binalarının Kiriş ve Duvarlarında Meydana Gelen Hasarlar	18
Şekil 3.5: Okul Binası ve YİBO'larda Meydana Gelen Hasarlar	19
Şekil 4.1: Yapının Doğrusal Ötesi Davranışı.....	21
Şekil 4.2: Mafsal Oluşumu ve Moment – Eğrilikteki Değişim	23
Şekil 4.3: Moment – Eğrilik İlişkisi	24
Şekil 4.4: İki Boyutlu Örnek Bir Çerçeve Sistemde Mafsalların Oluşması	24
Şekil 4.5: Yapıda İttirme Şekli ve Taban Kesme Kuvveti – Çatı Deplasmanı	26
Şekil 4.6: Binalardaki Performans Seviyeleri	27
Şekil 5.1: 735/A Tip Proje Planı	33
Şekil 5.2: Bodrum Kat Kalıp Planı (735/A-1)	35
Şekil 5.3: Zemin Kat Kalıp Planı (735/A-1).....	36
Şekil 5.4: 1. Kat Kalıp Planı (735/A-1)	37
Şekil 5.5: 2. Kat Kalıp Planı (735/A-1)	38
Şekil 5.6: Taşıyıcı Sistemin 3 Boyutlu Görünüşü (735/A-1)	48
Şekil 5.7: Zemin Kat Kalıp Planı (735/A-2).....	51
Şekil 5.8: 1. Kat Kalıp Planı (735/A-2)	52
Şekil 5.9: 2. Kat Kalıp Planı (735/A-2)	53
Şekil 5.10: 3. Kat Kalıp Planı (735/A-2)	54
Şekil 5.11: Taşıyıcı Sistemin 3 Boyutlu Görünüşü (735/A-2)	66
Şekil 5.12: Betonda Gerilme-Şekil Değiştirme Grafiği	68
Şekil 5.13: Donatıda Gerilme-Şekil Değiştirme Grafiği	68
Şekil 5.14: Moment – Eğrilik İlişkisi	69
Şekil 5.15: Moment-Eğrilik ve Moment-Dönme Arasındaki İlişki.....	69

	Sayfa
Şekil 6.1 : 735/A Binasına Ait Modellerin Görünümü.....	83
Şekil 6.2 : Pushover Analizi İçin Bina Ağırlığının Tanımlanması	86
Şekil 6.3 : X Yönünde Uygulanacak Pushover Analizinin Tanımlanması	87
Şekil 6.4 : Y Yönünde Uygulanacak Pushover Analizinin Tanımlanması	87
Şekil 6.5 : X Yönüne Ait Kritik Kesitlerdeki Mafsallaşma Durumu	88
Şekil 6.6 : Kritik Adımlardaki Mafsallaşma Seviyeleri (X Yönü)	89
Şekil 6.7 : Y Yönüne Ait Kritik Kesitlerdeki Mafsallaşma Durumu	92
Şekil 6.8 : Kritik Adımlardaki Mafsallaşma Seviyeleri (Y Yönü)	93
Şekil 6.9 : X Yönüne Ait Kritik Kesitlerdeki Mafsallaşma Durumu	96
Şekil 6.10 : Kritik Adımlardaki Mafsallaşma Seviyeleri (X Yönü)	97
Şekil 6.11: Y Yönüne Ait Kritik Kesitlerdeki Mafsallaşma Durumu	99
Şekil 6.12 : Kritik Adımlardaki Mafsallaşma Seviyeleri (Y Yönü)	100
Şekil 6.13 : X-Z düzlemindeki İlk 3 Modun Görünümü (735/A-1)	103
Şekil 6.14 : X-Z düzlemindeki İlk 3 Modun Görünümü (735/A-2)	104
Şekil 6.15 : X Yönüne Ait Kapasite Eğrisinin Deprem Yönetmelikleri İle Karşılaştırılması	107
Şekil 6.16 : Y Yönüne Ait Kapasite Eğrisinin Deprem Yönetmelikleri İle Karşılaştırılması	107
Şekil 6.17 : X Yönüne Ait Kapasite Eğrisinin Deprem Yönetmelikleri İle Karşılaştırılması	108
Şekil 6.18 : Y Yönüne Ait Kapasite Eğrisinin Deprem Yönetmelikleri İle Karşılaştırılması	108

ÇİZELGELER DİZİNİ

	Sayfa
Çizelge 3.1: Türkiye’de 1975 - 2004 Yılları Arasında Can Kaybı ve Hasara Neden Olmuş Depremler (Kandilli Rasathanesi).....	12
Çizelge 3.2: Hasarlı Kamu Binalarında Malzeme Dayanımları.....	16
Çizelge 4.1: Yapıdaki Performans Seviyeleri Ve Hasar Tanımları	28
Çizelge 5.1: Kolon Elemanına Ait Kesit Özellikleri (735/A-1).....	39
Çizelge 5.2: Perde Elemanına Ait Kesit Özellikleri (735/A-1).....	40
Çizelge 5.3: Kiriş Elemanına Ait Kesit Özellikleri (735/A-1)	40
Çizelge 5.4: Kolon Elemanına Ait Mevcut Donatı Durumu (735/A-1)	41
Çizelge 5.5: Perde Elemanına Ait Mevcut Donatı Durumu (735/A-1).....	43
Çizelge 5.6: Bodrum Kat Kiriş Elemanlarına Ait Mevcut Donatı Durumu(735/A-1)44	44
Çizelge 5.7: Zemin Kat Kiriş Elemanlarına Ait Mevcut Donatı Durumu (735/A-1) 45	45
Çizelge 5.8: 1. Kat Kiriş Elemanlarına Ait Mevcut Donatı Durumu (735/A-1)	46
Çizelge 5.9: 2. Kat Kiriş Elemanlarına Ait Mevcut Donatı Durumu (735/A-1)	47
Çizelge 5.10: Kolon Elemanına Ait Kesit Özellikleri (735/A-2)	55
Çizelge 5.11: Perde Elemanına Ait Kesit Özellikleri (735/A-2)	56
Çizelge 5.12: Kiriş Elemanına Ait Kesit Özellikleri (735/A-2)	56
Çizelge 5.13: Kolon Elemanına Ait Mevcut Donatı Durumu (735/A-2)	58
Çizelge 5.14: Perde Elemanına Ait Mevcut Donatı Durumu (735/A-2)	61
Çizelge 5.15: Zemin Kat Kiriş Elemanlarına Ait Mevcut Donatı Durumu (735/A-2) 62	62
Çizelge 5.16: 1. Kat Kiriş Elemanlarına Ait Mevcut Donatı Durumu (735/A-2)	63
Çizelge 5.17: 2. Kat Kiriş Elemanlarına Ait Mevcut Donatı Durumu (735/A-2)	64
Çizelge 5.18: 3. Kat Kiriş Elemanlarına Ait Mevcut Donatı Durumu (735/A-2)	65
Çizelge 5.19: Kolon ve Kiriş İçin Moment Kriteri.....	70
Çizelge 5.20: Kolon Elemanına Ait Mafsal Özellikleri (735/A-1)	71
Çizelge 5.21: Perde Elemanına Ait Mafsal Özellikleri (735/A-1)	72
Çizelge 5.22: Kiriş Elemanına Ait Mafsal Özellikleri (735/A-1)	73
Çizelge 5.23: Kolon Elemanına Ait Mafsal Özellikleri (735/A-2)	76
Çizelge 5.24: Perde Elemanına Ait Mafsal Özellikleri (735/A-2)	78
Çizelge 5.25: Kiriş Elemanına Ait Mafsal Özellikleri (735/A-2)	79

Çizelge 6.1: Katlara Gelen Toplam Ağırlık (735/A-1)	84
Çizelge 6.2: Katlara Gelen Toplam Ağırlık (735/A-2)	84
Çizelge 6.3: Katlara Etki Edecek Yükleme Durumları (735/A-1)	85
Çizelge 6.4: Katlara Etki Edecek Yükleme Durumları (735/A-2)	85
Çizelge 6.5: X Yönüne Ait Kritik Bölgelerdeki Mafsallaşan Eleman Sayıları	88
Çizelge 6.6: X Yönüne Ait Kritik Bölgelerdeki Mafsallaşan Elemanlar	90
Çizelge 6.7: Y Yönüne Ait Kritik Bölgelerdeki Mafsallaşan Eleman Sayıları	92
Çizelge 6.8: Y Yönüne Ait Kritik Bölgelerdeki Mafsallaşan Elemanlar	94
Çizelge 6.9: X Yönüne Ait Kritik Bölgelerdeki Mafsallaşan Eleman Sayıları	96
Çizelge 6.10: X Yönüne Ait Kritik Bölgelerdeki Mafsallaşan Elemanlar	98
Çizelge 6.11: Y Yönüne Ait Kritik Bölgelerdeki Mafsallaşan Eleman Sayıları	99
Çizelge 6.12: Y Yönüne Ait Kritik Bölgelerdeki Mafsallaşan Elemanlar	101
Çizelge 6.13: Modal Analiz Sonuçları	102
Çizelge 6.14: 1975 Tarihli Deprem Yönetmeliğine Göre Kat Kesme Kuvvetleri	105
Çizelge 6.15: 1975 Tarihli Deprem Yönetmeliğine Göre Kat Kesme Kuvvetleri	105
Çizelge 6.16: 1998 Tarihli Deprem Yönetmeliğine Göre Kat Kesme Kuvvetleri	106
Çizelge 6.17: 1998 Tarihli Deprem Yönetmeliğine Göre Kat Kesme Kuvvetleri	106

SİMGELER DİZİNİ

Ao	Etkin yer ivme katsayısı
b	En kesit mesafesi
C	Deprem katsayısı
Co	1975 Deprem Yönetmeliği deprem bölge katsayısı
CP	Göçmenin engellenmesi (Collapse Prevention)
Dy	Akma anındaki deplasman
Dmax	Maksimum deplasman
F	Statik eşdeğer yatay yük
h	Kesit derinliği
I	Bina önem katsayısı
IO	Hemen kullanım seviyesi (Immediate occupancy)
K	Yapı tipi katsayısı
LS	Can güvenliği (Life Safety)
m	Kütle
Md	Odak derinliği
My	Akma moment
R	Taşıyıcı sistem davranış katsayısı
S(T)	Spektrum katsayısı
T	Binanın birinci doğal titreşim periyodu
V	Taban kesme kuvveti
W	Bina ağırlığı
YİBO	Yatılı ilköğretim bölge okulu

X	Deplasman
Φ	Eğrilik
θ	Dönme

BİRİNCİ BÖLÜM

GİRİŞ

1.1 Giriş

Türkiye Dünya'nın önemli deprem kuşaklarından birinin üstündedir; bu nedenle deprem riskini en fazla taşıyan ve deprem zararlarından en çok yaralar alan bir ülke konumundadır. Deprem en etkili olduğu bölgelerde, yapılaşma ve yerleşimin yoğun olduğu ülkemiz, yaşanan deprem felaketleri sebebiyle ciddi boyutlarda can ve mal kayıplarına maruz kalmıştır.

Deprem doğal afetlerin en önemlilerinden biridir. Önceden önemli bir uyarı olmadan meydana gelmesi nedeniyle deprem, doğal afetler arasında kendine özgü bir özelliğe sahiptir. Bütün dünyada yılda ortalama yediyüz adet hasar yaratıcı deprem meydana gelmektedir. Kentsel ve nüfus yoğunluğu yüksek olan bölgelerde meydana gelen depremler en yıkıcı doğal afetler arasında yer almaktadır.

Deprem kuşağı içinde bulunan ülkemizde her gün afetlerin kaydettiği ve insanlar tarafından farkına varılmayan çok sayıda deprem meydana gelmektedir. Türkiye'nin 1990 nüfus sayımına göre toplam nüfusunun %98'i, yüzölçümünde %96'sı deprem riski altındadır. Ülke yüzölçümünün %42'si ve nüfusunun %44'nün birinci derece deprem bölgesinde yer almaktadır.

1900-1996 yılları arasında Türkiye'de hasara neden olan 128 deprem meydana gelmiştir. Son ikibin yıl içinde Türkiye ve yakın çevresinde hasar yapan depremlerin tekrarlanma periyodu 1.1 yıl/depremdir.

Depremi ne zaman ve ne şekilde olacağını bugünün teknolojisi ile önceden kestirmek mümkün değildir. Bununla birlikte bugünün teknolojisini kullanarak can ve mal kayıplarını önlemek yada en aza indirmek mümkündür.

Bilimsel çalışmalardan elde edilen bulguları uygulamaya aktarmaya yönelik olarak hazırlanan afet yönetmelikleri esas itibarıyla bu amaca hizmet etmektedir. Modern yapı yönetmelikleri can kaybını önlemek, mal kayıplarını ise ekonomik sınırlar içinde tutabilmek için uyulması gereken kuralları tarif etmektedir.

Can kaybına kesinlikle izin vermeyen bu yönetmelikler (tamamen veya kısmen göçme) binaları kullanım amacına ve önemine göre sınıflandırmakta, tasarıma esas teşkil eden kuvvetlerin hesabında ise buna uygun kuralları getirmektedir.

1998 tarihli Afet Bölgelerinde Yapılacak Yapılar Hakkında Yönetmelikte de belirtildiği gibi deprem etkisinden sonra insanların uzun süreli ve yoğun olarak bulunduğu okullar, eğitim bina ve tesisleri, yurt ve yatakhanelerin bina önem katsayıları ($I=1.4$) diğer binalara göre özellikle konut, işyeri, oteller gibi bina önem katsayısı ($I=1.0$) yüksek olup kamu binalarının önemi açıkça vurgulanmıştır.

Deprem etkisi sonucu betonarme binalarda özellikle kamu binalarında meydana gelen hasarlar incelendiğinde bazı önemli hataların sürekli olarak tekrarlandığı görülmektedir. Bunlardan bazıları; projelendirme hataları, donatı detaylarının yetersizliği ve malzeme kalitesinin düşük olmasıdır. Yapımda önerilen kriterler ise; *Taşıyıcı sistemde*, uygun seçilmeyen bir taşıyıcı sistemi, boyut ve donatı artırarak, depreme dayanıklı hale getirmek zordur. Çerçevelerin sürekli olmasına özen gösterilmeli ve mimari nedenlerle çerçevede oluşacak düzensizliklere izin verilmemelidir. Kolonların çerçeve ekseninden kaydırılmasından ve kirişlerin kolonlara dış merkez olarak mesnetlenmesinden kaçınılmalıdır. Çoğu kirişlerin birbirine mesnetlenerek yükün iletildiği sistemlerde, hesap için model kurulması zordur. Böyle durumlarda mesnetlenme durumunun yatay yükler için ne şekilde gerçekleşeceğinin düşünülmesi gerekir. Kolonların düşey doğrultudaki süreksizliği, yapının depremdeki davranışını önemli derecede olumsuz yönde etkiler. Depremlerde genellikle zemin

katlar ağır hasar görmektedir. *Donatı detayları*; kesitlere donatının öngörülen miktarda konulması önemlidir. Ancak, yerleştirilen donatının çalışmasını sağlayacak kenetlenmenin ve birbirleri ile olan eklerinin oluşturulması daha önemlidir. Donatı azaltılması hasar oranını artırır. Kenetlenme ve eklere gerekli özenin gösterilmemesi çok önemli hasarların meydana gelmesine neden olur. Deprem yönetmeliğinde verilen kuvvetler, yapı elemanlarının dolayısıyla tüm yapının sünek olduğu kabulüyle verilmiştir. Süneklik sağlanmadığı durumda meydana gelen enerji yutulmamakta ve ağır hasar olarak ortaya çıkmaktadır. Pek çok depremde, kolonlarda yeterli etriye bulunmadığından eksenel basınç sebebiyle donatılar burkulmuştur. *Malzeme*; deprem sonucu bir çok betonarme binada beton kalitesi çok düşüktür. Özellikle Marmara Depreminde bir çok binada deniz kumu beton malzemesi olarak kullanılıp dikkatleri yıkılan bu binalara çevirmiştir. Beton dayanımının düşük olması donatıda da aderans çözümlerine neden olmaktadır. Yapım sırasında beton karışımın hazırlanmasına gösterilecek az bir özen beton kalitesinin yükselmesini sağlayacaktır.

1.2 Amaç

Ülkemizde yaygın olarak kullanılan kamu yapılarının büyük bir çoğunluğu tip projeler yardımıyla üretilmektedir. Özellikle okul olarak kullanılan binalarda tip proje uygulamaları daha sık görülmektedir. Yönetmelik değişiklikleri gündeme geldiği zaman ise söz konusu tip projeler yenilenen yönetmelik şartlarına göre (mimari aynen kalmak suretiyle) yeniden hesaplanmakta ve imalat süreci buna göre devam ettirilmektedir. Ülkemizde yönetmeliğin değiştiği 1998 tarihinden sonra söz konusu tip projeler yeni şartlara uygun hale getirilmiş, bu tarihten sonra yapılan tip binaların deprem güvenliği sağlanmaya çalışılmıştır. Buna rağmen 1998 yılından sonra imal edilen tip binalar halen kullanılmakta ve eski yönetmeliğe göre tasarlanan tip binaların içinde oldukça küçük bir orana sahiptir.

Yapılan bu çalışmada ülkemizde okul binası olarak yaygın bir biçimde kullanılan ve eski deprem yönetmeliği şartlarına göre projelendirilen 735/A no'lu tip projenin doğrusal olmayan analiz yöntemleri ile incelenmesi hedeflenmiştir. Bir tip

proje üzerinde ulaşılan sonuçların, pek çok yapılmış binayı ilgilendireceği açıktır. Projeden kaynaklanan hataların tespitinin daha sonraki aşamalarda uygulanacak muhtemel tedavi yöntemlerinin tespitinde faydalı olacağı düşünölmüştür.

1975 yönetmeliği şartlarına göre yapılan tasarım ile elde edilen taban kesme kuvveti ve süneklilik kapasitelerinin hesabı ve bulunan sonuçların 1998 yönetmeliği ile karşılaştırılması da yürütölen çalışmanın amaçları arasındadır.

1.3 Yöntem ve Kapsam

Bu tez çalışmasında seçilen bir kamu binasının öncelikle mevcut projeleri kullanarak bilgisayar ortamında taşıyıcı sistem modelleri oluşturulmuştur. Sargılı beton davranış modellerinden gelişmiş Kent&Park modeli seçilmiştir. Taşıyıcı sistem elemanlarından kolon ve kirişlerin kritik bölgelerinde plastik mafsallık özellikleri tanımlanmıştır. Moment-eğrilik ilişkisinden moment-dönme ilişkisine geçilerek mafsallar türetilmiştir. Perde elemanında mafsallık özellikleri moment-eğrilik değerleri hesaplanmış, FEMA-356'daki kriterlere bağlı kalınarak düzenleme yapılmış ve mafsallar türetilmiştir. Doğrusal olmayan itirme analiz kullanılarak yapılan analizler ile söz konusu binalara ait kapasite eğrileri elde edilecek, yapı sistemi için taban kesme kuvveti ve süneklilik seviyesi belirlenmiştir. Elde edilen bu değerlerin 1997 yılında yürürlüğe giren Afet Yönetmeliği şartları ile karşılaştırılması yapılmış, tespit edilecek muhtemel zafiyetlerin durumu , sebebi ve çözüm önerileri tartışılmıştır.

1.4 Tezin Düzeni

İkinci bölümde önceki yapılan çalışmalardan, mevcut yapıların deprem değerlendirme yöntemleri hakkında bilgiler verilmiştir.

Üçüncü bölümde Türkiye’de yaşanan son depremlerde kamu binalarında meydana gelen hasarlar ve bunların nedenleri özetlenmiştir.

Dördüncü bölümde yapısal performans seviyeleri, betonarme binalar için 1975 ve 1998 tarihli Afet Bölgelerinde Yapılacak Yapılar Hakkında Yönetmelik hükümleri ile ilgili bilgiler verilmiştir.

Beşinci bölümde doğrusal olmayan analiz için kullanılacak modellerin Sap2000 programında oluşturulması, modellerde kullanılan parametreler ve bu parametrelerin aldığı değerler belirtilmiştir.

Altıncı bölümde modellerin doğrusal olmayan analiz sonuçları değerlendirilip, mevcut yönetmelikler açısından karşılaştırılmıştır.

Yedinci bölümde 735/A-1 ve 735/A-2 binalarında ulaşılan sonuçlar ve öneriler belirtilmiştir.

İKİNCİ BÖLÜM

ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR

Mevcut betonarme yapı stoğunun değerlendirilmesi ve muhtemel bir deprem sonrasına ait durum tespitine yönelik olarak yapılmış pek çok çalışma bulunmaktadır. Yapılan bu çalışmalarda ulaşılan sonuçlar sistematik dokümanlar haline getirilmiş ve uygulamaya yönelik olarak kullanılmışlardır. Aşağıda bu çalışmalar hakkında kısa bilgi verilmiştir.

2.1 ATC – 21

Hızlı değerlendirme yöntemi olarak adlandırılan bu yöntemde deprem etkisine göre hassas olan yapıların belirlenmesi esas alınır. Bu yöntemde her yapı için bir değerlendirme puanı oluşturulmakta, bu puanın binanın meydana gelebilecek bir depremdeki davranışını temsil etmesi esas alınmaktadır. Esas amacı; depremde önemli hasar görebilecek yapıların belirlenmesidir. Yöntemin uygulanmasında taşıyıcı sistemle ilgili herhangi bir mühendislik hesabı yapılmaz, değerlendirme sadece toplanılan bilgilerin puanlandırılması şeklindedir. Puanlama için yapının malzeme kalitesi ve durumu, düşey düzensizlik, yumuşak kat, burulma, planda düzensizlik, kısa kolon gibi özellikleri bir hızlı değerlendirme formuna işlenir ve bu özellikler göz önüne alınarak binanın depreme dayanıklılığını temsil eden bir puan elde edilir. Bu puanın yüksek olması deprem davranışının iyi olduğunu belirtir. Bu yöntem betonarme çerçeveli binalar, betonarme perdeli binalar, prefabrike yapılar, yığma binalara uygulanabilir. Yapı tipi ve incelemenin yapıldığı bölgenin depremselliği puanlama esnasında dikkate alınmalıdır. (Celep ve Kumbasar, 1993)

2.2 ATC – 22

Davranış değerlendirme yöntemi olarak adlandırılan bu yöntemde depremde yapının tümünün veya bazı bölümlerinin göçmesi, bazı kısımlarının koparak düşmesi veya giriş ve çıkış bölümlerinin kapanması söz konusu ise yapının depremde güvenliği sağlanmadığı kabul edilir. Yöntem, bu olaylara yol açacak zayıf noktaların belirlenmesini amaçlar.

Bu yöntemde ilk olarak yapının bulunduğu yerde bilgi toplama ve taşıyıcı sistemin belirlenmesi işlemine gidilir. Bir sonraki aşama taşıyıcı sistemin çözümlenmesi özellikle burada yapılması gerekenler; bina ağırlığının hesabı, bina periyodunun hesabı, binaya etkiyen toplam eşdeğer yatay yükün hesabı, bulunan yatay yükün bina yüksekliği boyunca dağıtılması ve kat kesme kuvvetlerinin ve devrilme momentlerinin hesabı, kat kesme kuvvetlerinin yatay elemanlarının rijitlikleri ile orantılı dağıtılması, hesabı istenilen elemanların kontrolüdür. Bir sonraki aşama ise yaklaşık hesap ile değerlendirme ve sonuç raporlarının hazırlanması kısmıdır. (Celep ve Kumbasar, 1993)

2.3 ATC – 40

Bu yöntemde, grafik bir prosedür sayesinde yapının kapasitesi yapıdaki deprem talebi ile karşılaştırılmaktadır. Yapının kapasitesi, elastik ötesi statik itme analizi ile belirlenen kuvvet-deplasman eğrisi (kapasite eğrisi) ile temsil edilmektedir. İtme analizinden elde edilen taban kesme kuvvetleri ve tepe deplasmanları eşdeğer tek serbestlik dereceli bir sistemin spektral ivmelerine ve spektral deplasmanlarına dönüştürülür. Bu spektral değerler kapasite spektrumunu tanımlar. Deprem talepleri yüksek sönümlü elastik spektrum ile tanımlanmaktadır. Ancak, bu spektrum da kapasite spektrumu gibi spektral ivme-spektral deplasman formatında ifade edilir. Aynı grafik üzerinde çizilen talep ve kapasite spektrumlarının kesişimi, elastik olmayan dayanım ve deplasman talebini verir. Tepe deplasmanı performans noktasına ulaşmış yapıda, kesitlerdeki iç kuvvet-şekil değiştirme bağıntıları, yapısal ve yapısal olmayan

elemanlardaki hasar seviyesini ifade eden sınır değerler ile karşılaştırılarak yapının performans düzeyi belirlenir. (ATC 40, 1996)

2.4 Japon Sismik İndeks Yöntemi

Mevcut binaların deprem dayanımlarını belirlemek için kullanılan bir yöntem olup, bu yöntemin uygulanabilmesi için binanın geometrisi, taşıyıcı sistemi ve yaşının belirlenmesi gerekmektedir. Taşıyıcı sistemi yıpranmış, 30 yıldan daha yaşlı, malzeme kalitesi düşük binalara, yangından zarar görmüş ve orijinal taşıyıcı sisteme sahip binalara uygulanmaması önerilmektedir. Düşük ve orta yükseklikteki perdeli-çerçevesel veya çerçevesel binalara uygulanabilir.

Japon sismik indeks yönteminde her biri diğerinden daha ayrıntılı olan üç farklı seviyede taşıyıcı sistem elemanlarının ve taşıyıcı olmayan sistem elemanlarının deprem indeksi belirlenmektedir. Deprem indeksi her bir kat ve her doğrultuda hesaplanmakta, elde edilen indeks, bir karşılaştırma indeksi ile kıyaslanarak binanın deprem davranışının güvenilir yada belirsiz olduğuna karar verilmektedir. Birinci seviyede betonun kesme dayanımı dikkate alınarak, kolon ve perdelerin kesit alanları ile çerçevelerin kapasiteleri hesaplanmaktadır. İkinci seviyede kolon ve perdelerin süneklik kapasiteleri, taşıma gücü ilkeleri kullanılarak hesaplanmakta, kirişlerin rijit olduğu kabul edilmektedir. Bu seviye özellikle kirişlerin rijit, kolonların sünek olduğu sistemleri için uygundur. Üçüncü seviyede ise yapının tüm göçme mekanizmaları dikkate alınmaktadır. (Celep ve Kumbasar, 1993)

2.5 Diğer Çalışmalar

Hassan ve Sözen (1997) monolitik betonarme yapıların depremde hasar görülebilirliklerinin tahmin edilebilmesi için bir yöntem ileri sürdüler. Yöntemdeki temel amaç depremde daha fazla hasar görme riski olan binaları tespit edebilmektir.

Yöntemde efektif perde oranı (perdelerin kesit alanlarının kat alanına oranı) ve efektif kolon oranına (kolonların kesit alanları toplamının kat alanına oranı) bağlı olarak binaların hasar görebilme ihtimalleri ve hasarların seviyesi tahmin edilmektedir.

Betonarme binaların deprem riskinin belirlenmesi için alternatif bir başka yaklaşım ise (Gülkan ve diğ., 1997) perdeli, çerçevesiz, perdeli-çerçevesiz veya dolgu duvarlı sistemler ele alınmaktadır. Bu çalışmada sunulan yaklaşımda iki temel unsur söz konusudur. Birincisi olası yer hareketlerinden yola çıkarak sistemin karşılaşacağı görece ötelenmelerin ortaya konulması, ikincisi ise taşıyıcı sistemin bu talebi karşılayabilmesi için gerekli perde, kolon veya dolgu duvar alanlarının belirlenmesidir. Bu amaç doğrultusunda binaların elastik ötesi yer değiştirmelerini periyodun fonksiyonu olarak veren bir dizi formülasyon sunulmaktadır.

Genel deprem tasarımı, pratik yöntemler kullanılarak taban kesme kuvvetinin tümü bina deplasmanında tutulmuştur. Bu durum aynı zamanda bilim açısından da etkili olmuştur. Gelişen sismik tasarımı, ilk yükleme dizaynı, elastik olmayan deformasyonlar enerji seviyelerini ölçülebilir düzeyde tutup binalardaki kuvvetin azalması ile ileri gitmektedir. Binalarda oluşan bu davranış faktörleri dayanım gücü, duktilite, enerji yutabilme ve dağıtabilen etkilerdir. Taban kesme kuvveti tasarımıyla ilk yükleme de oluşan kuvvetteki ilerleme sonuçları, deformasyon seviyelerinde kontrol edilmektedir. Buna karşılık performans-taban kesme tasarımı oluşumu ters yöndedir. (Bommer and Elnashi, 1998)

Geçen 30 yıl boyunca, araştırmacılar ve mühendisler binaların sismik dizaynı ile gelişen prosedürleri deneyip depremin yeraltı hareketlerine karşılık elastik olmayan kısmını gösterdiler. Araştırmacılar ve mühendisler genellikle gelişen elastik ötesi tasarım prosedüründe dinamik, mekanik, malzeme ve benzer yada benzer olmayan deneysel verileri kullandılar. İlk olarak farklı yöntem ve farklı yollar benzer problemlerde çözüldü. Mühendislik metotlarında bir çok performans-taban kuvveti yeniden gözden geçirip, çözüm sonuçlarını kullandılar.(Freeman,1998) Gelişim süresince bu periyot Kapasite Spektrum Metodu ve lineer olmayan statik analiz metodu olarak bu metotta kullanıldı.

Gülkan ve Sözen (1999) taşıyıcı sistem elemanlarının (kolon ve dolgu duvarlar) kat alanına oranları ile depremde hasar görebilme ihtimalleri arasındaki ilişkiyi teorik olarak açıklayan bir çalışma yapmışlardır. Bu çalışmadaki amaç doğrultusunda çerçeve davranışı temsil eden kayma kirişi modeli kullanılmış ve çerçevelerin rijitliklerinin hesabında dolgu duvarlarda dikkate alınmıştır. Kat sayısı, kat yüksekliği, bina birim kütlesi, malzeme özellikleri, narinlik, kat içindeki perde ve kolon alanları parametrelerine bağlı olarak kat ötelenmeleri hesaplanmakta ve sismik hasar riski göstergesi olarak zemin kat görelî ötelenmesi kullanılmaktadır.

Pay (2001) tarafından yapılan binaların deprem performansının belirlenebilmesi yada hasar görme olasılığının kolay ve hızlı bir şekilde değerlendirilebilmesi için yeni bir yöntem ileri sürülmüştür. Bu yöntem aynı zamanda 6 kattan daha az yükseklikteki betonarme binalar için geliştirilmiştir. Kat sayısı, rijitlik, kapalı çıkma ve yumuşak kat ve aksların sürekliliği parametrelerinin binanın hasar görme riski üzerindeki etkileri araştırılmış ve bu parametrelere bağlı olarak doğrusal bir denklem ile binanın performans indisi tanımlanmaktadır. Bu çalışmada Bolu, Düzce ve Kaynaşlı'da yapılan çalışmalar sonucu elde edilen bina ve hasar verileri kullanılmıştır.

ÜÇÜNCÜ BÖLÜM

ÜLKEMİZDE KAMU YAPILARINDA MEYDANA GELEN DEPREM HASARLARI

3.1 Türkiye’de Deprem

Türkiye Dünya’nın önemli deprem kuşaklarının birinin üstünde olması nedeniyle deprem riskini en fazla yaşayan ve depremin zararlarından en çok yaralar alan bir ülke konumundadır. Son iki bin yıllık istatistiklere göre Türkiye, yaklaşık yılda 1 yıkıcı depremin meydana geldiği bir ülke olarak risk sıralamasında dünyada en önde yer almaktadır. 1903-1990 yılları arasında ülkemiz 54 yıkıcı depremle sarsılmıştır. Son olarak 1992 yılında Erzincan’da, 1995 yılında Dinar’da, 1997 yılında Adana’da ve 1999 yılında Gölcük ve Düzce’de meydana gelen depremler çok sayıda can ve mal kaybına neden olmuş; ve ülkemiz ekonomisini etkileyecek sonuçlar doğurmuştur. Gelecekte nüfus yoğunluğunun daha fazla olduğu bölgelerde beklenen depremlerin olması halinde altından kalkılamayacak sorunlarla karşı karşıya gelmemiz olasılık dışı değildir. 1996 yılında elde edilen değerlere göre son 96 yıl içerisinde ülkemizde kayıtlara geçen, hasar yapan 127 deprem olmuş ve bu depremler nedeniyle 65 bin yurttaşımız hayatını kaybetmiştir. Yine bu depremler nedeniyle 125 yurttaşımızın yaralandığı ve 510 bin yapının yıkıldığı veya ağır hasar gördüğü tahmin edilmektedir. Bu değerlendirmelerden sonra ortaya çıkan depremlerin etkileri de kullanıldığında deprem afetinin Türkiye’deki boyutu açık bir şekilde ortaya çıkmaktadır.

Çizelge 3.1: Türkiye’de 1975 - 2004 Yılları Arasında Can Kaybı ve Hasara Neden Olmuş Depremler (Kandilli Rasathanesi)

1975 - 2004 KRDAE, ULUSAL DEPREM İZLEME MERKEZİ							
NO	TARİH	OLUŞ ZAMANI	YER	ŞİDDET	MAG MS	CAN KAYBI	HASARLI BİNA
1	06.09.1975	12:20	Lice (DİYARBAKIR)	VIII	6.6	2385	8149
2	24.11.1976	14:22	Muradiye (VAN)	IX	7.5	3840	9232
3	05.07.1983	15:01	Biga (ÇANAKKALE)	VIII	6.1	3	85
4	30.10.1983	07:12	ERZURUM – KARS	VIII	6.9	1155	3241
5	18.09.1984	15:26	Balkaya (ERZURUM)	VIII	6.4	3	570
6	05.05.1986	06:35	Doğanşehir(MALATYA)	VIII	5.9	7	824
7	06.06.1986	13:39	Doğanşehir(MALATYA)	VIII	5.6	1	1174
8	07.12.1988	09:41	Kars – ERMENİSTAN	X	6.9	4	546
9	13.03.1992	19:08	ERZİNCAN	VIII	6.8	653	8057
10	15.03.1992	18:16	Pülümür (TUNCELİ)	VII	5.8	-	439
11	06.11.1992	21:08	Doğanbey (İZMİR)	VII	6.0	-	55
12	28.01.1994	17:45	MANİSA	VI	5.1	-	44
13	01.10.1995	17:57	Dinar (AFYON)	VIII	6.1	90	14156
14	05.12.1995	18:49	Kığı (TUNCELİ)	VI+	5.7	1	-
15	14.08.1996	01:55	Mecitözü (AMASYA)	VI+	5.6	1	2606
16	22.01.1997	17:57	ANTAKYA	VI+	5.4	1	1841
17	13.04.1998	18:14	Karlıova (BİNGÖL)	VI	5.0	-	148
18	27.06.1998	16:55	Ceyhan (ADANA)	VIII	6.2	146	31463
19	17.08.1999	03:01	Gölcük (KOCAELİ)	X	7.8	17480	73342
20	12.11.1999	18:57	DÜZCE	IX	7.5	763	35519
21	06.06.2000	05:41	Orta (ÇANKIRI)	VII	6.1	1	1766
22	15.12.2000	18:44	Sultandağı (AFYON)	VII	5.8	6	547
23	25.06.2001	16:28	OSMANİYE	VII	5.5	-	66
24	03.02.2002	09:11	Çay - Sultandağı (AFYON)	VII	6.4	44	622
25	27.01.2003	07:26	Pülümür (TUNCELİ)	VII	6.2	1	50
26	01.05.2003	03:27	BİNGÖL	VIII	6.4	176	6000
27	25.03.2004	21:30	Kandilli- Aşkale(ERZURUM)	VII	5.6	9	1280
28	02.07.2004	01:30	Doğubayazıt (AĞRI)	VII	5.1	17	1000

3.2 Bazı Kamu Binalarındaki Deprem Etkileri ve Oluşan Hasarlar

3.2.1 Pülümür Depremi Ön İnceleme Raporu

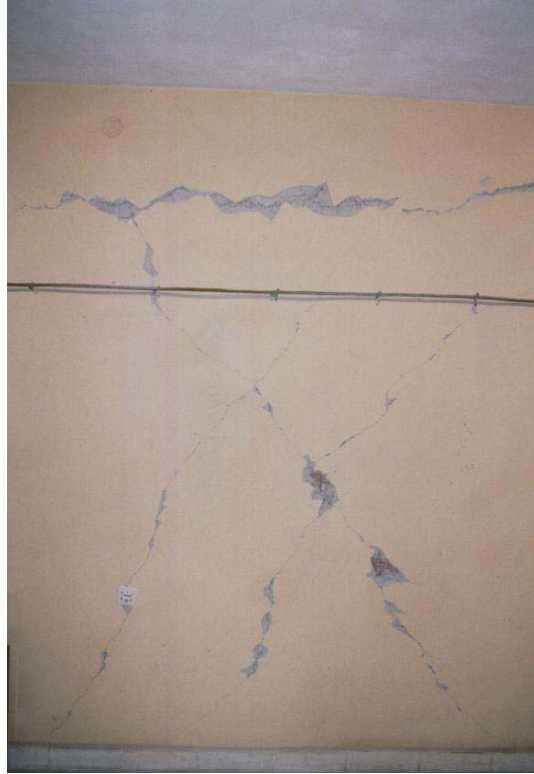
27 Ocak 2003 günü yerel saat ile 07.26 da, dış merkez üssü Tunceli ili Pülümür ilçesi yakınlarına rastlayan orta büyüklükte bir deprem olmuştur. Çeşitli deprem araştırma enstitüleri tarafından depremin büyüklüğüne ilişkin farklı değerlendirmeler yapılmaktadır. Kandilli rasathanesi deprem araştırma enstitüsü depremin büyüklüğünü $M_d=6.5$, derinliğini ise 10 km olarak vermektedir. USGS ve ETHZ gibi yabancı araştırma enstitüleri ise depremin büyüklüğünü $M_d=5.8$ olarak belirlemişlerdir.

Yapılan incelemelerde tamamen göçen herhangi bir yapıya rastlanmamıştır. Hasar gören yapıların kamu ve kamu denetiminde (deprem konutları) olduğu gözlenmiştir. Özel konutlarda, yol ve köprülerde belirgin bir hasar gözlenmemiştir. Yurdumuzda önceki depremlerde de görüldüğü gibi, zemin ile ilgili parametrelerin sağlıklı bir şekilde belirlenmeden yapıların projelendirildiği anlaşılmaktadır. Yapım esnasında ise kullanılan malzemelerin kalitesizliği, işçilik ve yapım hataları deprem titreşiminin yapı üzerindeki etkisini artırmıştır.

Yatılı İlköğretim Bölge Okulu (YİBO) ilçe merkezine yaklaşık olarak 5 km. mesafede yer almaktadır. 1992 yılında kaba inşaatı bitmiş olup 2002 yılında tamamlanıp kullanılmaya başlanmıştır. YİBO bünyesinde, yemekhane binası (tek katlı), okul binası (bodrum+zemin+3 kat), erkek ve kız yurt binaları (bodrum+zemin+3 kat), 7 blok lojman binası (bodrum+zemin+4 kat) yer almaktadır. Lojman ve yemekhane binaları içeriden incelenmiş, okul ve yurt binaları kapalı olduklarından dolayı sadece bina dışından gözlenmiştir.

Lojman Binalarında kiriş, kolon ve bölme duvarlarda çatlamlar gözlenmiştir. Kirişlerde eğilme ve kesme çatlakları oluşmuş, ayrıca kimi kirişler ileri derecede çatlaklardan dolayı taşıma gücünü kaybetmiştir. Kirişlerde etriye aralığı 30-35 cm olup, pas payı yeterli değildir. Etriyenin boy demirleri ile bağlantısının olmayışından dolayı düz demirlerin yerlerinden kaydığı görülmüştür. Bununla beraber çerçeve-bölme

duvarların ayrıştığı, iç mekanlarda bazı bölme duvarların tamamen yıkıldığı, kapı ve pencere çerçevelerinin eğildiği, merdiven sahanlığındaki perde betonunun parçalandığı, merdiven sahanlığı ve merdiven plağı arasında ayrışmanın ve merdiven plağında yırtılmaların olduğu gözlenmiştir.



Şekil 3.1 Belediye Binasının Toplantı Salonunda Kiriş ve Duvar
Meydana Gelen Çatlamlar

Okul ve yurt binaları kapalı olduğundan dolayı, ancak bina dışından gözlemler yapılabilmektedir. Söz konusu binalarda; bölme duvarların taşıyıcı sistemden ayrıştığı kolon ve kirişlerde çatlakların yapı yüksekliğince devam ettiği, sıva ve betonda dökülmeler, kabarmalar, yine kolon-kiriş birleşimlerinde çatlakların olduğu gözlenmiştir.

Belediye binası yakın zamanda yapılmış bir yapıdır. Çatı duvarı tamamen yıkılmış, toplantı salonu ve başkan odasında bölme duvar-çerçeve ayrışması, kirişte ve kolonda çatlamlar görülmüştür. Yapının az hasarlı olduğu tespit edilmiştir.



Şekil 3.2 Kirişin Yakın Mesafedeki Kolona Mesnetlenmeyip Kirişe Saplanması Sonucu Oluşan Çatlamlar

1992 Erzincan depreminde hasar gören bina, onarılıp güçlendirilmiştir. Ancak yapıda yapılan incelemelerde, yukarıda sözü edilen hasar türleri burada da gözlenmiştir. Ayrıca, güçlendirme amacıyla yapıldığı tahmin edilen perdelerde derin “X” çatlaklarının oluştuğu tespit edilmiştir. (İ.M.O., Ocak 2003)

3.2.2 Bingöl Depremi Ön İnceleme Raporu

Bingöl’de 01 Mayıs 2003 günü saat 03:27 ’de meydana gelen Kandilli Rasathanesi verilerine göre 6.4 büyüklüğündeki deprem, ülkemizin içinde bulunduğu gerçekleri doğal uyarı şeklinde gözler önüne sermiştir. Deprem 177 yurttaşımızın hayatını kaybetmesine, 520 yurttaşımızın yaralanmasına, 82 binanın tamamen

yıkılmasına, 1602 bina, 4919 konut ve 599 işyerinin ağır hasar görmesine neden olmuştur.

Deprem bölgesinde özellikle kamu binalarından alınan numuneler üzerinde yapılan deneylerle bazı yapıların malzeme dayanımı değerleri bulunmuştur.

Çizelge 3.2: Hasarlı Kamu Binalarında Malzeme Dayanımları

Hasarlı Kamu Binaları	Hasar Durumu	Malzeme Dayanımı (kg/cm ²)
<i>Anadolu Öğretmen Lisesi</i>	Hafif	172
<i>Ziraat Bankası</i>	Hafif	125
<i>Endüstri Meslek Lisesi</i>	Hafif	87
<i>Anadolu Lisesi</i>	Hafif	127
<i>Bingöl Lisesi</i>	Orta	91
<i>Bingöl Yatılı Erkek Yurdu</i>	Orta	117
<i>Karaelmas Lisesi</i>	Ağır	121
<i>Trafik Bölge Binası</i>	Ağır	141
<i>Hulusi Sayın Lisesi</i>	Ağır	172
<i>Özel Bina</i>	Yıkılan	31
<i>Çeltiksuyu Yatılı Bölge Okulu</i>	Yıkılan	85



Şekil 3.3 Çeltiksuyu YİBO Pansiyon Binası

Bölgedeki yapı hasarlarının oluşumunda ve göçen yapılarda donatı kusurlarının büyük etkisinin olduğu düşünülmektedir. Özellikle etriye düzeni ve sıklaştırması yok denecek durumdadır. Birçok yerde etriye aralığı 50 cm'ye kadar çıkmaktadır. Düğüm noktalarında etriye sıklaştırmasına rastlanmadığı gibi, kolon -kiriş bağlantı noktalarında beton işlevini yerine getirememiş,işlevsizliğine kendi niteliksizliği de eklenince hasar daha yüksek olmuştur. Bununla birlikte donatı bindirme boyları, ek yerlerinde donatıların üst üste getirilmeyerek sürekliliğin sağlanamaması, kirişlerde etriye düzeninin iyi yapılmaması, düşey donatılarla etriye bağlantılarının kolayca kopması da işçiliğin oldukça kötü olduğunu açıkça ortaya koymaktadır.

Bingöl de 1971 deprem öncesinden kalan yapılar, 1975 yılı deprem yönetmeliğine göre yapılan yapılar ve 1998 yönetmeliğine göre yapılan yapılar ayrı ayrı değerlendirilmiştir.

Yıkılan ya da ağır hasar gören yapılarda hasar nedenlerini sıralarsak;

a) *Sistem hatası veya eksiği bulunan yapılar:* Düzgün taşıyıcı sistem kurgusu olmayan,düzensizlikleri bulunan güçlü kolon-zayıf kiriş ilkesine aykırı olan ön ve arka kapalı çıkmalarından dolayı çerçeve oluşturmayan,yanal ötelemeyi engelleyecek perdesi bulunmayan yapılardır.

b) *Malzeme ve İşçilik nedeniyle oluşan hasarlar:* Beton imalatının ve korunmasının denetimsizliği nedeniyle malzeme dayanımlarında aşırı düşük değerlere varması ve en önemlisi deprem tesirlerine göre süneklik sağlayacak ve enerji tüketecek kolon-kiriş birleşimlerdeki etriye sıklaştırmalarının yapılmamış olması olarak belirtilebilir. (İ.M.O., Mayıs 2003)

3.2.3 Hakkari Depremi Ön İnceleme Raporu

Hakkari İlinde 25 Ocak 2005 tarihinde Hakkari Merkezli saat 17.24' te $M_d=4.8$ (odak derinliği=5km), saat 18.32'de $M_d=4.4$ (odak derinliği 5km), saat 18.44'te $M_d=5.5$ (odak derinliği 30km) ve saat 19.11'de $M_d=4.2$ (odak derinliği 28.8km)

büyükliğünde kısa aralıklarla dört deprem olmuştur. Bu depremlerin en büyüğü olan ve 18.44'te meydana gelen ve Kandilli Rasathanesince $M_d=5.5$ olarak ölçülen deprem, Harwart Üniversitesince $M_w=5.9$ ve derinliği 13.7 olarak ölçülmüştür

Deprem sonrasında yapılan inceleme ve değerlendirmede özellikle deprem sonrasında insanların en çok ihtiyaç duyduğu, tedavi ve sağlık hizmetlerinin verildiği 1968 yılı yapımı eski Devlet Hastanesinde orta hasar meydana geldiği ve tedbir olarak binanın tahliye edildiği saptanmıştır. Aynı bina için Hakkari Bayındırlık ve İskan Müdürlüğünce daha önce rapor hazırlandığı ve bu rapor ile bu hastane binası hakkında ilgililer uyarılmıştır. Söz konusu bu binada taşıyıcı sistem olarak kargir yapı teknikleri uygulandığı, duvarların delikli, dayanımı düşük 30 cm kalınlığında beton briketlerle yapıldığı, (30/35cm) kesitinde düşey hatıllar kullanıldığı bu hatıllarda etriye aralığının 26 ile 28 cm olduğu tespit edilmiştir. Ayrıca beton dayanımında çok düşük olduğu bu binada çerçeve sisteminin oluşturulmadığı kirişlerin bir ucunun düşey hatıla bir ucunun da taşıyıcı olarak düşünülen duvara oturduğu ve binada daha önce zemin oturmalarından dolayı taşıyıcı yapı elemanlarında da hasar olduğu tespit edilmiştir.



Şekil 3.4 Okul Binalarının Kiriş ve Duvarlarında Meydana Gelen Hasarlar

Okul binalarında ise özellikle YİBO'larda dolgu duvarlarında ve kirişlerde çatlaklıkların olduğu, kiriş çatlaklarının kesme ve eğilme çatlakları olduğu tespit edilmiştir. Bu bina projelerinin 1972 yılı tip projeleri olduğu, değişen deprem yönetmeliklerine göre revize edilmediği, bina inşa edilmeden önce zorunlu olmadığı ve zemin etüdü yapacak imkanlar olmadığı için zemin etütlerinin yapılmadığı ve bu okul proje parametrelerinin de BS14 ve BÇ1 olduğu anlaşılmıştır. Bu YİBO'lar için daha önce gerek Bayındırlık ve İskan Müdürlüğüne ve gerekse "Okullarımız Yıkılmasın" kampanyası çerçevesinde Milli Eğitim Bakanlığınca 2003 yılında incelendiği ve bu inceleme neticesinde yapılan değerlendirmede bu okulların ivedilikle takviye edilip güçlendirilmesi gerektiğini hazırlamış oldukları raporlarla belirtmişlerdir. Bu değerlendirmelere rağmen bu okullar için hiçbir çalışma başlatılmadığı gibi her bir okulda yaklaşık olarak 600-650 öğrenciyle eğitim öğretime devam edildiği görülmüştür.



Şekil 3.5 Okul Binası ve YİBO'larda Meydana Gelen Hasarlar

Yapılan incelemede kamu ve özel binaların tamamında malzeme kalitesi ve işçilik hataları bariz bir şekilde kendini göstermektedir. Özellikle, Hakkari ilinde bir hazır beton santralinin olmayışı, taşıyıcı sistem elemanlarının (kolon+ kiriş+döşeme) imalatında kullanılan betonun tamamen şantiye imkanlarıyla yapıldığı, betonda

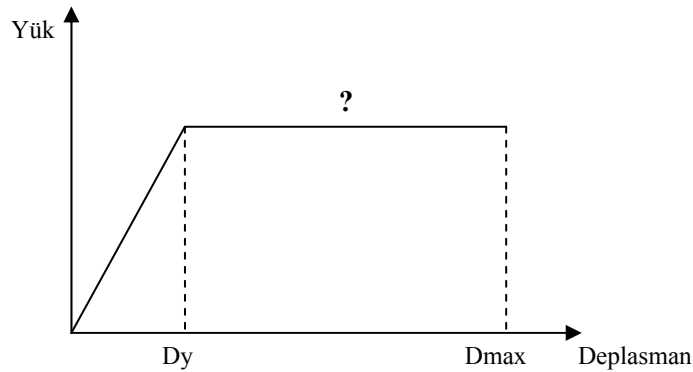
kullanılan kum-çakılın eleme yıkama tesisi olmayan ve tek kum-çakıl ocağı olan Zap Suyu havzasından alınması, kullanılan çimentonun katkı (PKÇ-PZÇ 32,5) olması ve işçilik hataları beton mukavemetinin düşük olmasının başlıca nedenleri olmuştur. (İ.M.O., Ocak 2005)

DÖRDÜNCÜ BÖLÜM

YAPISAL PERFORMANS SEVİYELERİ VE AFET YÖNETMELİKLERİ

4.1 Doğrusal Olmayan Analiz Yöntemleri

Binalarda deprem etkisi ile oluşacak hasara bağlı olarak enerji sönümlenmesi hedeflenmektedir. Ancak bu hasarın boyutları ile ilgili mevcut yönetmeliklerde bilgi bulunmamaktadır. Yapının elastik deplasman sınırının ötesinde bir maksimum deplasman sınırının varlığı kabul edilmekte, ancak bu sınırlar arasında kalan bölge için herhangi bir yorum yapılamamaktadır.(Şekil 4.1)



Şekil 4.1 Yapının Doğrusal Ötesi Davranışı

Lineer analiz yöntemi; yapıların elastik kapasitelerini belirlemede yada ilk akmanın nerede oluşacağını görmemize yardımcı olmasına rağmen, hasarın oluşma mekanizması ve akma anından sonraki kuvvetin dağılımı konusunda bir fikir

verememektedir. Bu sorunlardan kaynaklanan çözüm yöntemleri doğrusal olmayan analiz yöntemlerinin yani lineer ötesi analiz yöntemlerinin araştırılmasına neden olmuştur.

Lineer ötesi analiz yöntemleri yapıdaki hasarın boyutlarını ve binanın göçme anındaki davranışını belirlemede iyi bir yöntem olduğundan daha gerçekçi bir yaklaşım sunar. Bu yöntemlerden bazıları aşağıda belirtilmiştir.

- Deplasman Katsayıları Metodu (FEMA – 356)
- Kapasite Spektrumu Metodu (ATC – 40)
- Akma Noktası Spektrumu (Aschheim, 2000)
- Modal İttirme Analizi (Chopra and Goel, 2001)

Bu yöntemlerin kullanılmasında yapının lineer ötesi davranışı kritik kesitlerde tanımlanan plastik mafsallarla temsil edilmektedir.

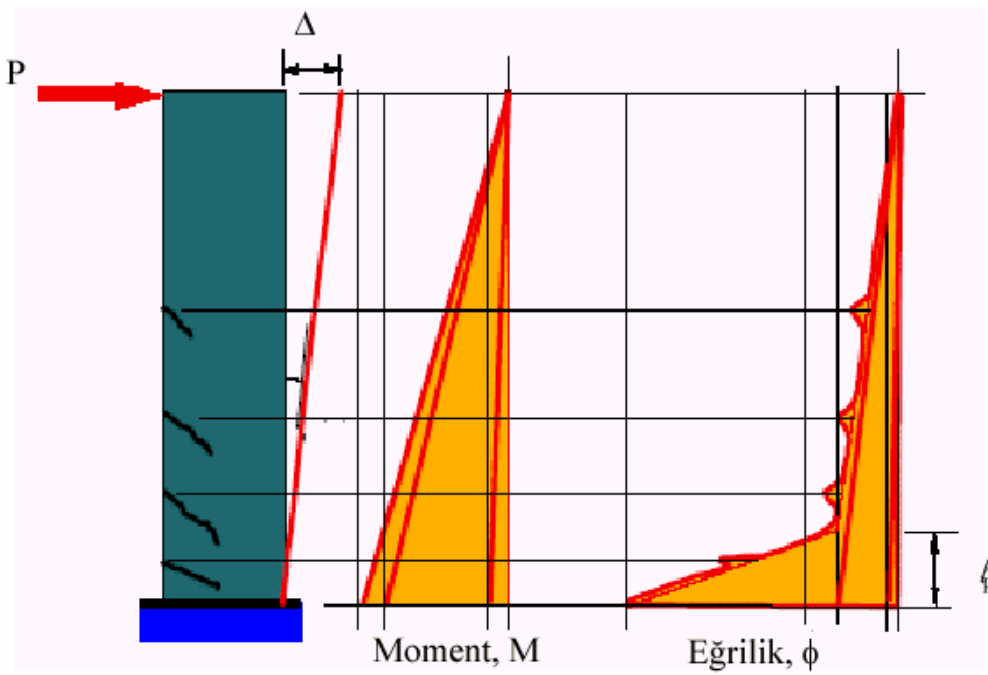
4.1.1 Plastik Mafsal

Plastik mafsallar enerji sönümünün plastik olarak gerçekleştiği bölgelerdir. Bu bölgeler, taşıma kapasitelerine ulaştıktan sonra dahi (yani bu kapasitede önemli bir artış veya azalma olmaksızın) bir miktar daha plastik deformasyonun oluşabildiği bölgelerdir. Yapıların dinamik yükler altında enerji tüketme kapasiteleri, esas olarak bu bölgelerin plastik deformasyon kapasitelerine bağlıdır. Bu kapasiteyi yani mafsalın sünekliğini etkileyen pek çok faktör vardır. Bunlar betonarme kesitler için;

- Eksenel yük düzeyi,
- Beton kalitesi,

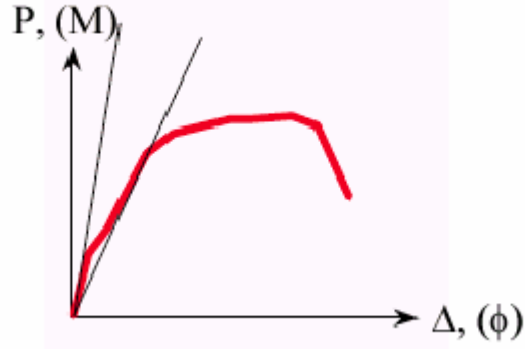
- Kesitteki donatı oranı,
- Sargılama etkisi.

olarak sıralanabilirler. Aksenal yük düzeyindeki ve donatı oranındaki artış, sünekliği düşürür. Bunun tam tersine, beton kalitesi ve sargılamanın artırılması sünekliği önemli ölçüde artırır.

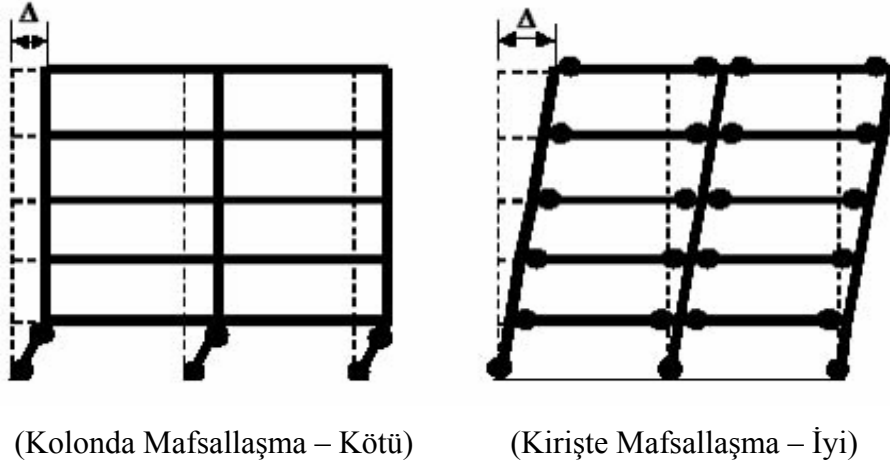


Şekil 4.2 Mafsal Oluşumu ve Moment – Eğrilikteki Değişim

Bir kesitte plastik mafsal oluşumu, o bölgenin moment taşıma kapasitesine ulaşması ile başlar. Şekil 4.2’de P yükü artırılarak kolonun deplasman yapması sağlandığında kolon alt bölgesinde yani momentin büyük olduğu bölgede yoğun çatlaklar oluşmaya başlar. Üçgensel moment diyagramı, kolonun alt bölgesindeki moment akma momentine ulaşıncaya dek büyür. Bu aşamadan sonra moment artık artmaz veya çok küçük bir artış gösterir.



Şekil 4.3 Moment – Eğrilik İlişkisi



(Kolonda Mafsallaşma – Kötü)

(Kirişte Mafsallaşma – İyi)

Şekil 4.4 İki Boyutlu Örnek Bir Çerçeve Sisteminde Mafsalların Oluşması

Şekil 4.3’de gösterilen P yükü de artmaz veya çok az artar. Artık, kesit taşıma kapasitesine ulaşmıştır. Bu aşamadan sonra, moment ve yatay yük taşıma kapasitesinde büyük bir artış olmazken eğrilikte (ve dolayısıyla tepe deplasmanında) birdenbire büyük artışlar meydana gelmeye başlar. Akmanın olduğu kesitte hasar yani plastik deformasyonlar artık başlamıştır. Eğriliğin arttığı bu bölgede plastik mafsallaşma başlamıştır ve bu bölge plastik mafsal olarak adlandırılır. Bu bölgenin haricindeki kesitler ise artık akma momentine ulaşamaz yani bu kesitlerde mafsallaşma olmaz. Dolayısıyla bu bölgelerde plastik deformasyonlar da oluşmaz. Ancak, akmanın olduğu plastik mafsal bölgesinde plastik deformasyonlar oluşur.

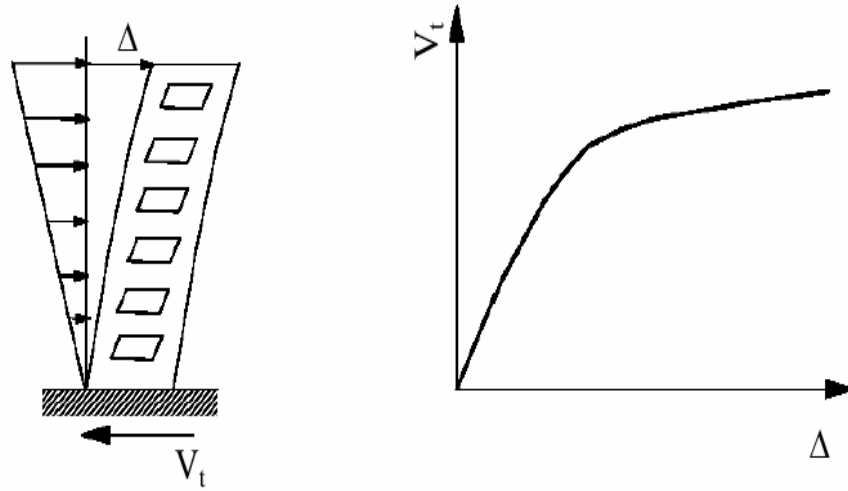
4.1.2 Statik İtme Analizi (Pushover Analysis)

Doğrusal ötesi statik itme analizi (ittirme analizi – pushover) belli bir yük dağılımı altında bir yapıyı, yapısal sistemin stabilitesi bozulana dek ittirmek olarak tanımlanır. Önceden tanımlanmış bu yük dağılımı binanın yatay deprem kuvvetleri altındaki davranışını yansıtacak şekilde olmalıdır. Yöntemin tanımlandığı ATC-40’da, farklı itme şekli önerileri sunulmuştur. Önerilen bu itme şekilleri şunlardır:

- 1. Yükleme Deseni: Yatay yükün tamamı en üst kat seviyesinden etkitilir.
- 2. Yükleme Deseni: Her kata deprem yönetmeliklerinde yer alan eşdeğer statik yük yönteminden çatıya ilave yük koyulmadan hesaplanan eşdeğer deprem yükleri, yatay yük olarak kat seviyelerine etkitilir.
- 3. Yükleme Deseni: İlk mod şekli ile kat kütlelerinin çarpımının oranları olan yatay yükler kat seviyelerine uygulanır. Böyle bir itme şekli, yapının birinci moduna ait tepkisini elde etmemize yarar. Birinci mod şeklinin baskın olduğu binalarda (genellikle birinci doğal titreşim periyodu 1 saniyeden küçük binalar) kullanılabilir.
- 4. Yükleme Deseni: Yapıda ilk eleman akması görülene dek bir önceki seçenekle aynıdır. Ancak daha sonra, yük dağılımı değişen deforme olmuş şekil ve davranışa uyacak şekilde düzenlenmelidir. Bu değişken itme şekli, daha çok yumuşak katlı yapılarda kullanılması önerilir.
- 5. Yükleme Deseni: Önceki iki seçenekte verilen itme şekilleri uygulanır. Ancak yüksek frekanslı modların katkılarını da dikkate almak gerekir. Yüksek yapılarda veya düzensizliklerin bulunduğu yapılarda kullanılması tavsiye edilir.

İtme şekli belirlendikten sonra, bina çatı deplasmanı veya istenilen bir düğümün deplasmanı kontrol edilerek, yavaş yavaş itilir. Bu adımlar boyunca deplasman ve taban kesme kuvveti kaydedilir. Binanın itildiği her bir adımda önceden belirlenmiş mafsallık bölgelerinin taşıma kapasitelerine (akma noktalarına) ulaşıp ulaşmadığı kontrol edilir.

Akma noktasına ulaşmış bölgelerde (plastik mafsal) yapısal eleman ikiye bölünerek mafsal tanımlanmış bölge düğüm haline getirilir ve bu düğümde plastik mafsal elemanının dönme rijitliğini yansıtan bir dönme redörü konularak analize devam edilir. Analiz yapı stabilitesini kaybedinceye dek devam eder. Böylece yapının taban kesmesi-çatı deplasmanı eğrisi elde edilmiş olur. (Şekil 4.4)



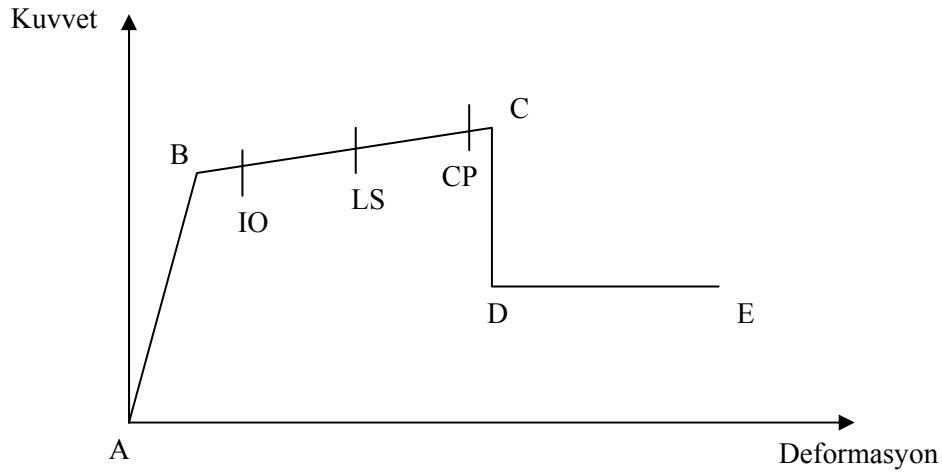
Şekil 4.4 Yapıda İtirme Şekli ve Taban Kesme Kuvveti – Çatı Deplasmanı

Ancak bu eğri yapının taban kesme kuvveti ve yanal deplasman kapasitesi hakkında bize fikir verse de herhangi bir depremde binanın hangi deplasman ve taban kesme kuvveti seviyelerine kadar zorlanacağını bu grafiğe bakarak anlamak mümkün değildir.

4.2 Performans Seviyelerinin Tarifi

Performansa dayalı tasarım; depreme dayanıklı yapı tasarımı ve mevcut yapıların deprem davranışının belirlenmesinde iyi bir değerlendirme yöntemidir. En genel anlamda belirli deprem risklerine karşılık yapıdan beklenen performans seviyelerinin belirlenmesidir. Performans seviyeleri ise belirli bir deprem etkisi altında yapıda oluşması beklenen hasar durumlarıdır. İstenen hedef, hasarın sınırlandırılması ve yapıdan istenen performansın sağlanmasıdır.

Performans seviyeleri ATC – 40’da belirlenmiştir. Şekil 4.5’te de belirtildiği gibi yük-deplasman eğrisi üzerinde performans seviyeleri belirtilmiştir. Burada; IO hemen kullanım seviyesi, LS can güvenliği seviyesi, CP ise göçme sınırı seviyesidir.



Şekil 4.5 Binalardaki Performans Seviyeleri

Hemen kullanım performans seviyesi (IO); yapısal elemanlarda hasar çok sınırlı olup yapının deprem öncesi yatay ve düşey kapasitenin yaklaşık olarak tamamının korunduğu seviye olarak ta tanımlanabilmektedir.

Can güvenliği performans seviyesi (LS); yapısal veya yapısal olmayan elemanlarda oluşacak hasardan dolayı meydana gelebilecek can güvenliği riskini en az düzeyde tutmayı amaçlayan bir performans seviyesidir. Taşıyıcı sistemde hasar oluşabilmektedir.

Göçme sınırı performans seviyesi (CP); deprem sonrası yapı hasarı için sınır durumdur. Yapı sisteminin kısmi veya toptan göçmeye ulaştığı seviyedir. Taşıyıcı sistemlerde çok ciddi hasarlar oluşmuş durumdadır.

Şekilde de belirtildiği gibi B noktası elastik sınırı, B-C arası plastik deformasyon kapasitesini, C noktası ise yapının stabilitesinin bozulduğu seviyedir. C noktasından D noktasına azalış ise yatay yük taşıma kapasitesindeki azalışı göstermekte ve E noktasına kadar bu yatay yük taşıma kapasitesini sabit tutmaktadır. Ve E noktasına ulaştığında yapı kendi ağırlığını bile taşıyamayacak duruma gelmiş olacaktır.

Çizelge 4.1 Yapıdaki Performans Seviyeleri Ve Hasar Tanımları

ATC - 40 / FEMA - 356	HASAR TANIMI
Operational	Yapıda herhangi bir hasar oluşmaz.
Immediate Occupancy (IO)	Taşıyıcı sistemde bir hasar yok. Taşıyıcı olmayan elemanlarda çok az hasar(çatlak).
Life Safety (LS)	Taşıyıcı elemanlarda hasar olabilir. Bina bir süre kullanılmayabilir.
Collapse Prevention (CP)	Çok ciddi hasarlar var ama göçme yok.

Ayrıca yapı performans seviyeleri ile ilgili bilgiler FEMA – 356’da detaylı olarak bulunmaktadır.

4.3 1975 Tarihli Afet Yönetmeliği

1975 tarihli Afet Yönetmeliğine göre yapıların depreme dayanıklı olarak boyutlandırılmasında kullanılacak statik eşdeğer yatay yüklerin toplamı aşağıdaki formül ile hesaplanmaktadır:

$$F=CW$$

Burada; F: binanın depreme dayanıklı olarak boyutlandırılmasında kullanılacak statik eşdeğer yatay yük, C: deprem katsayısı, W: toplam bina ağırlığıdır.

$$C= C_o KSI$$

Burada; C_o: deprem bölgesi katsayısı, K: yapı tipi katsayısı, S: spektrum katsayısı, I: yapı önem katsayısıdır.

C_o: deprem bölgesi katsayısı, 1. derece deprem bölgesi için 0.10, 2. derece deprem bölgesi için 0.08, 3. derece deprem bölgesi için 0.06, 4. derece deprem bölgesi için 0.03'tür.

K: yapı tipi katsayısı, betonarme yada yatay ve düşey donatılı yığma bölme duvarlı düktil çerçeveler için 0.80 alınmaktadır, ayrıca 1975 tarihli afet yönetmeliğinde belirtildiği gibi tanımı ayrıca yapılmamış tüm taşıyıcı sistemler için K=1.00'dir.

S: spektrum katsayısı ise bina doğal periyoduna bağlı olarak hesaplanabilmektedir.

I: yapı önem katsayısı okullar için I=1.50 , özel konutlar için I=1.00 , hastaneler için ise I=1.50 alınmaktadır.

Ayrıca yatay yükün hesabında kullanılacak olan toplam bina ağırlığı W'nin hesabı;

$$W = \sum_{i=1}^N W_i$$

olup burada W kat ağırlığı;

$$W_i = g_i + nq_i$$

ile hesaplanmaktadır. g_i : i.kattaki sabit yükler toplamı, q_i : i.kattaki hareketli yükler toplamı, n : hareketli yük katsayısıdır.

4.4 1998 Tarihli Afet Yönetmeliği

1998 tarihli Afet Yönetmeliğine göre yapıya gelecek eşdeğer statik deprem yükü katsayısı aşağıdaki denklem ile hesaplanmaktadır;

$$C = A_o I S(T) / R$$

Burada A_o : etkin yer ivme katsayısı, I : bina önem katsayısı, $S(T)$: ivme spektrumu katsayısı, R : taşıyıcı sistem davranış katsayısıdır.

A_o : etkin yer ivme katsayısı 1. derece deprem bölgesi için 0.4, 2. derece deprem bölgesi için 0.3, 3. derece deprem bölgesi için 0.2, 4. derece deprem bölgesi için 0.1'dir.

I : bina önem katsayılarından bazıları okullar için 1.4, konutlar için 1.0 alınmaktadır.

Ayrıca $S(T)$ ivme spektrumu aşağıdaki durumlar için bazı formüller ile hesaplanmaktadır;

$$S = 2.5 \quad T < T_B$$

$$S = 2.5 (T_B / T)^{0.8} \quad T > T_B$$

$$S \geq 0.1 R \quad T > T_B$$

Burada T : yapının elastik doğal titreşim periyodu, T_B : zemin karakteristik köşe periyodu olup zemin sınıfına bağlı olarak değişmektedir. ($Z_1=0.3$, $Z_2=0.4$, $Z_3=0.6$, $Z_4=0.9$)

Deprem yüklerinin tamamının çerçevelerle taşındığı süneklilik düzeyi yüksek sistemlerde taşıyıcı sistem davranış katsayısı $R=8$ alınmaktadır.

BEŞİNCİ BÖLÜM

DOĞRUSAL OLMAYAN ANALİZ MODELLERİNİN HAZIRLANMASI

5.1 Giriş

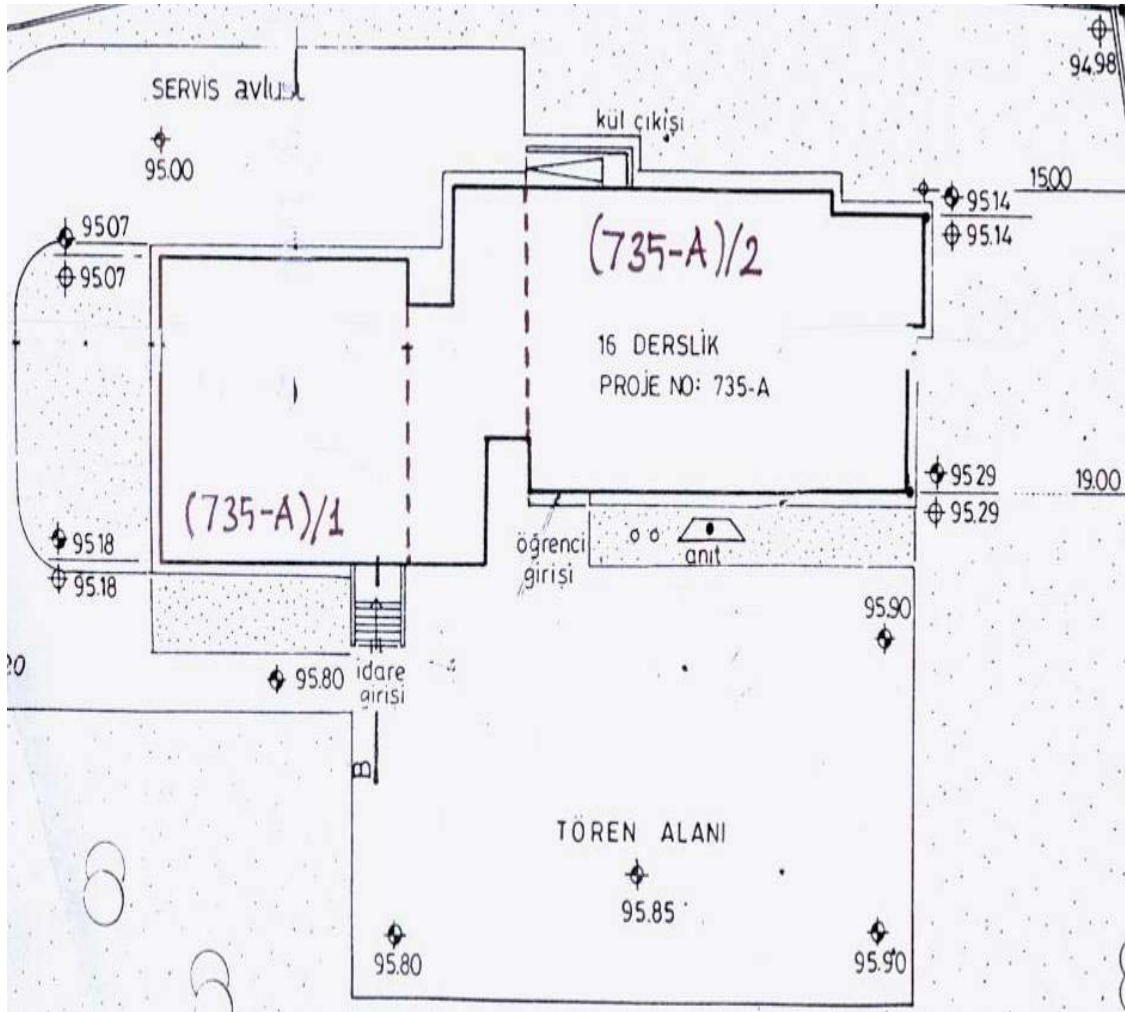
Bu bölümde modellerin genel özellikleri ve modellerin oluşturulmasında izlenen yöntemler hakkında bilgiler verilecektir.

5.2 Modellerin Genel Özellikleri

Modellerde belirtilen genel özellikler sırasıyla proje adı, proje tip no, yapının türü ve sistemi, binanın yapım yılı ve uygulanan deprem yönetmeliği, deprem bölgesi sınıfları, kat yüksekliği ve sayısı, derslik sayısı, blok sayısı, kullanılan malzemelerden beton ve donatı sınıfları detaylı bir biçimde aşağıda verilmiştir.

- Proje Adı: 16 Derslikli Tip Ortaokul Betonarme Projesi
- Proje Tip No: 6374/B (735-A)
- Yapı Türü: Okul Binası
- Yapı Sistemi: Betonarme-Karkas
- Bina Yapım Tarihi: 1983
- Deprem Yönetmeliği: 1975 Tarihli Yönetmelik
- Deprem Bölgesi: 1.- 2.
- Kat Sayısı: 4
- Kat Yüksekliği: 3.40 m

- Derslik Sayısı: 16
- Derslik Blok Sayısı: 2
- Beton Sınıfı: B225
- Donatı Sınıfı: St.I



Şekil 5.1: 735/A Tip Proje Planı

5.3 Modellerin Oluşturulması

1975 tarihli deprem yönetmeliğine uygun olarak seçilen mevcut okul binası projelerinde farklı iki blok olması nedeniyle tez kapsamında 735/A-1 ve 735/A-2 adlı projelerin oluşturulması esas alınmıştır. İlk olarak 735/A'da okul binasının 1. bloğunun oluşturulması detaylı bir biçimde anlatılacaktır.

5.3.1 735/A-1'in Oluşturulması

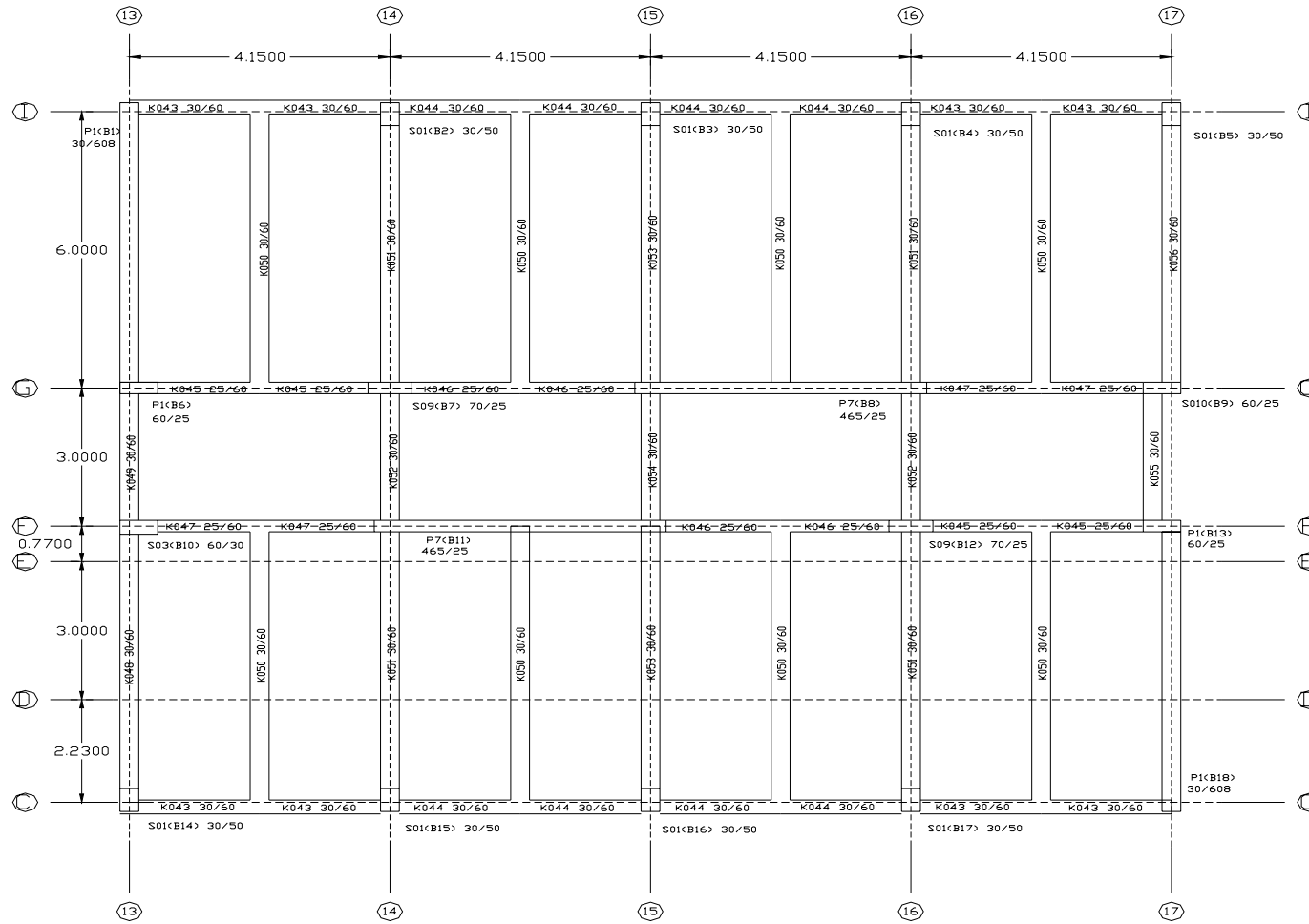
735/A da ele alınan mevcut okul binasının 1. bloğuna ait olan tüm teknik bilgilerini içermektedir.

735/A-1 ; (Bodrum kat + Zemin kat + 1. kat + 2. kat) olmak üzere 4 katlı bir yapıdan oluşmaktadır. Mevcut proje verileri esas alınarak yapının taşıyıcı sistemi kolon, perde ve kiriş ana hatları üzerinde biçimlendirilip SAP2000 programında tasarımı yapılmıştır.

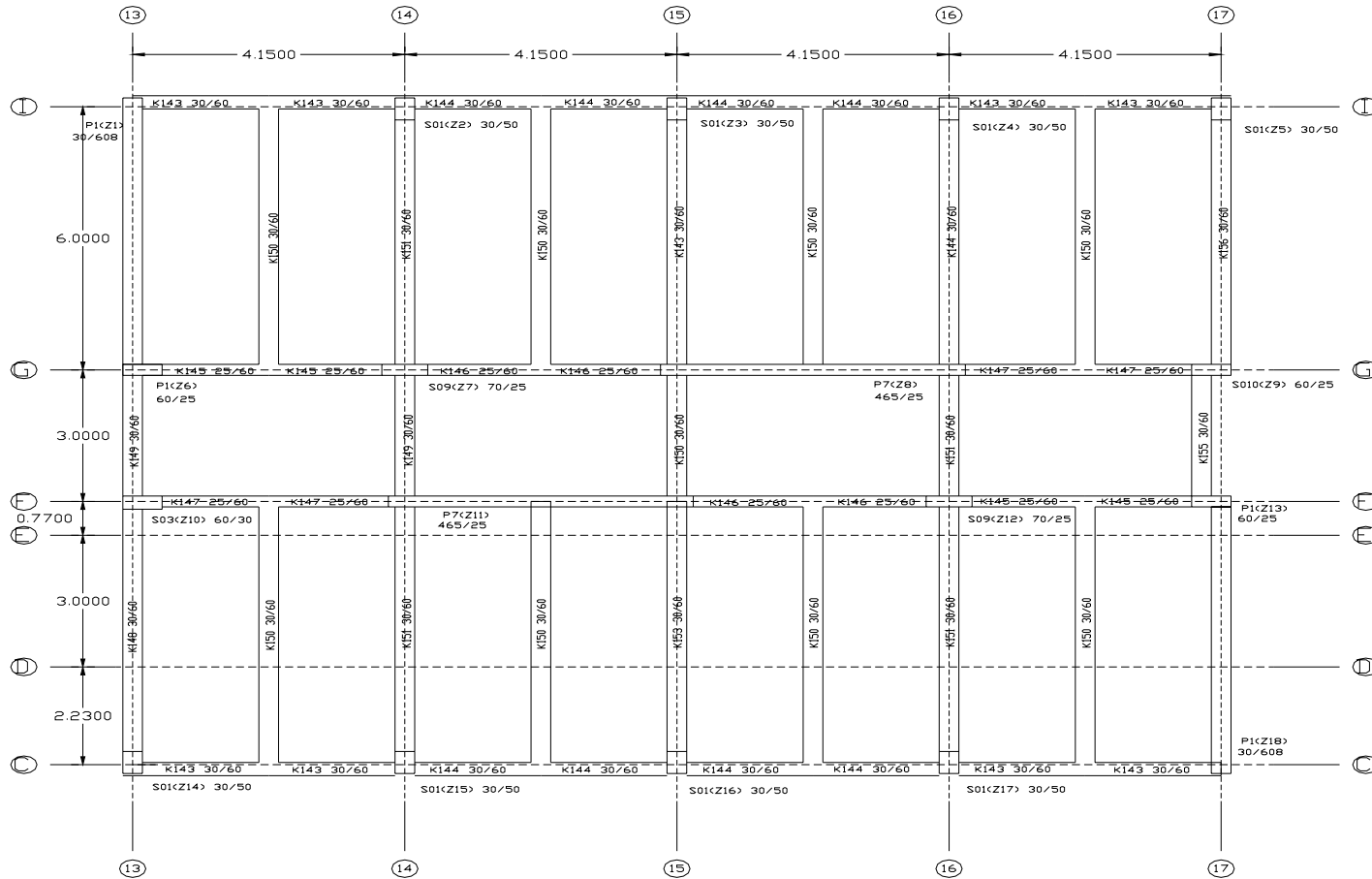
Sap2000 programında modelin oluşturulması için kalıp planlarına, kesit özelliklerine, malzeme özelliklerine ve elemana etki edecek yükleme durumlarına ihtiyaç vardır. Bu faktörler ise aşağıdaki ana başlıklarda incelenecektir.

5.3.1.1 Kat Kalıp Planları

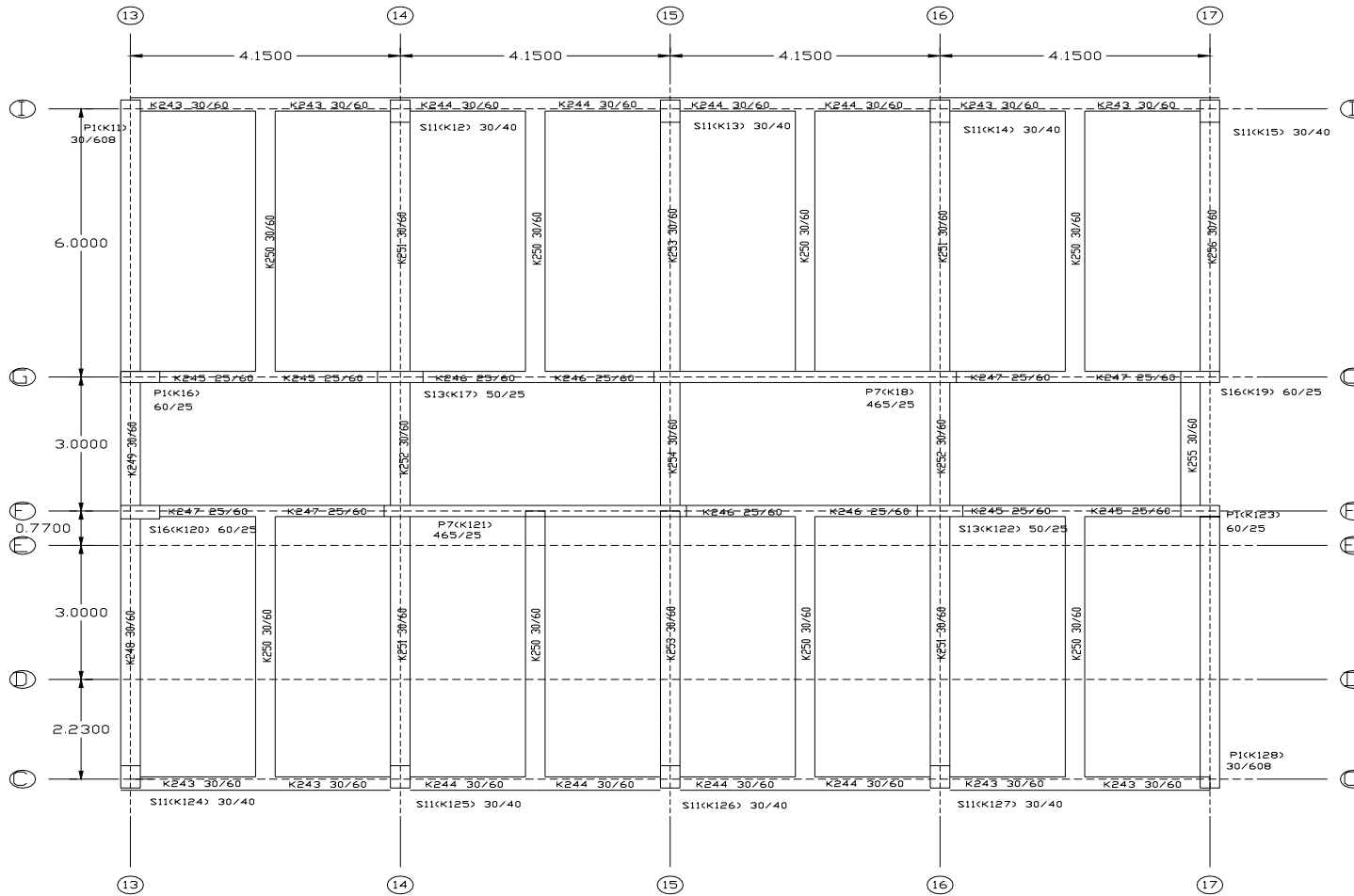
Mevcut okul binasının 1. bloğuna ait proje verilerinden kat kalıp planları (Bodrum kat + Zemin kat + 1. kat + 2. kat) ayrı ayrı biçimde Şekil: 5.2-5.3-5.4-5.5 de verilmiştir.



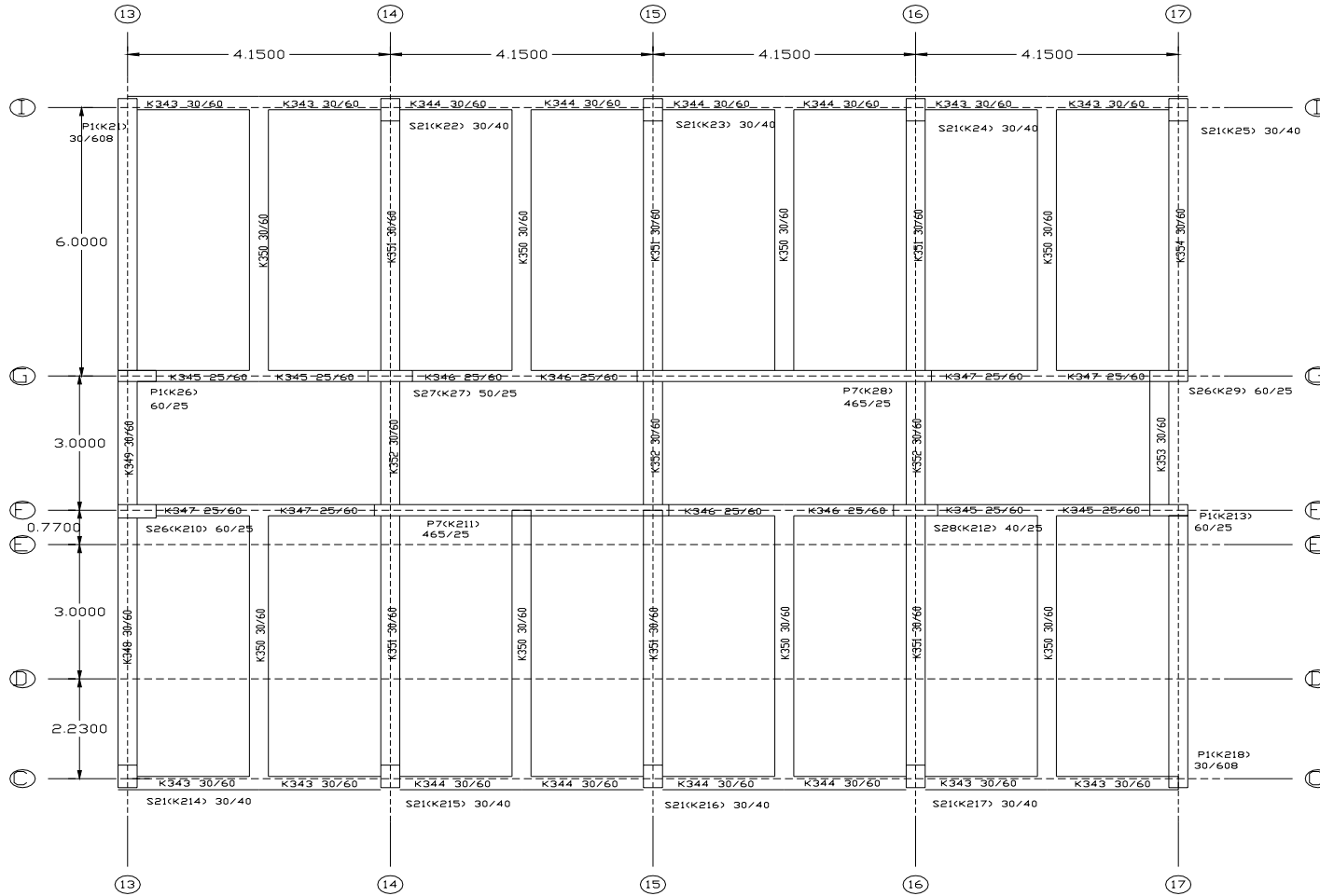
Şekil 5.2: Bodrum Kat Kalıp Planı (735/A-1)



Şekil 5.3: Zemin Kat Kalıp Planı (735/A-1)



Şekil 5.4: 1. Kat Kalıp Planı (735/A-1)



Şekil 5.5: 2. Kat Kalıp Planı (735/A-1)

5.3.1.2 Kesit Özellikleri

Mevcut proje verileri esas alınarak yapının taşıyıcı sistemi kolon, perde ve kiriş ana hatları üzerinde biçimlendirileceğinden bu elemanlara ait kesit özellikleri aşağıda tablolar halinde verilecektir.

Kolon elemanına ait kesit özelliklerinden kolonun b ve h değerleri, katlarda bulunan kolon sayıları Çizelge 5.1’de belirtilmiştir.

Perde elemanına ait kesit özelliklerinden perdeye ait b ve h değerleri Çizelge 5.2 de, kiriş elemanına ait olan b ve h değerleri ise Çizelge 5.3 de belirtilmiştir.

Çizelge 5.1: Kolon Elemanına Ait Kesit Özellikleri (735/A-1)

<i>Kat Adı</i>	<i>Kolon Adı</i>	b	h	<i>Kolon Sayısı</i>
		<i>(cm)</i>	<i>(cm)</i>	
Bodrum Kat	S01	30	50	8
	S09	70	25	2
	S010	60	25	1
	S03	60	30	1
Zemin Kat	S01	30	50	8
	S09	70	25	2
	S010	60	25	1
	S03	60	30	1
1. Kat	S11	30	40	8
	S13	50	25	2
	S16	60	25	2
2. Kat	S21	30	40	8
	S27	50	25	1
	S26	60	25	2
	S28	40	25	1

Çizelge 5.2: Perde Elemanına Ait Kesit Özellikleri (735/A-1)

<i>Kat Adı</i>	<i>Perde Adı</i>	<i>b</i>	<i>h</i>
		<i>(cm)</i>	<i>(cm)</i>
Bodrum Kat	P7(B8) - P7(B11)	25	465
	P1(B1) - P1(B18)	30	608
	P1(B6) - P1(B13)	60	25
Zemin Kat	P7(Z8) - P7(Z11)	25	465
	P1(Z1) - P1(Z18)	30	608
	P1(Z6) - P1(Z13)	60	25
1. Kat	P7(K18) - P7(K121)	25	465
	P1(K11) - P1(K128)	30	608
	P1(K16) - P1(K123)	60	25
2. Kat	P7(K28) - P7(K211)	25	465
	P1(K21) - P1(K218)	30	608
	P1(K26) - P1(K213)	60	25

Çizelge 5.3: Kiriş Elemanına Ait Kesit Özellikleri (735/A-1)

<i>Bodrum Kat</i>			<i>Zemin Kat</i>			<i>1. Kat</i>			<i>2. Kat</i>		
<i>Kiriş Adı</i>	<i>b</i>	<i>h</i>	<i>Kiriş Adı</i>	<i>b</i>	<i>h</i>	<i>Kiriş Adı</i>	<i>b</i>	<i>h</i>	<i>Kiriş Adı</i>	<i>b</i>	<i>h</i>
	<i>(cm)</i>	<i>(cm)</i>		<i>(cm)</i>	<i>(cm)</i>		<i>(cm)</i>	<i>(cm)</i>		<i>(cm)</i>	
K043	30	60	K143	30	60	K243	30	60	K343	30	60
K044	30	60	K144	30	60	K244	30	60	K344	30	60
K045	25	60	K145	25	60	K245	25	60	K345	25	60
K046	25	60	K146	25	60	K246	25	60	K346	25	60
K047	25	60	K147	25	60	K247	25	60	K347	25	60
K048	30	60	K148	30	60	K248	30	60	K348	30	60
K049	30	60	K149	30	60	K249	30	60	K349	30	60
K050	30	60	K150	30	60	K250	30	60	K350	30	60
K051	30	60	K151	30	60	K251	30	60	K351	30	60
K052	30	60	K152	30	60	K252	30	60	K352	30	60
K053	30	60	K153	30	60	K253	30	60	K353	30	60
K054	30	60	K154	30	60	K254	30	60	K354	30	60
K055	30	60	K155	30	60	K255	30	60			
K056	30	60	K156	30	60	K256	30	60			

5.3.1.3 Taşıyıcı Sistem Elemanlarında Mevcut Donatı Durumu

Bu kısımda mevcut proje verileri kullanılmak üzere, her bir taşıyıcı sistem elemanında bulunan donatılar tespit edilmiştir.

Taşıyıcı sistem elemanlarından ilk olarak 735/A-1'e ait tüm kolon elemanlarında boyuna ve enine donatılar tespit edilmiş, donatı çapı ve adedi belirlenmiştir.

Çizelge 5.4 de kolon elemanına ait boyuna donatı adedi ve çapı görülmektedir. Kolon elemanlarında kullanılan enine donatı ise \emptyset 10/10 proje verilerinden temin edilmiştir.

Çizelge 5.4: Kolon Elemanına Ait Mevcut Donatı Durumu (735/A-1)

Kat Adı	Kolon Adı	b	h	Donatı Adedi	Donatı Çapı	Alan
		(cm)	(cm)		(mm)	(cm ²)
Bodrum Kat	S01(B2)	30	50	8	16	16,08
Zemin Kat	S01(Z2)	30	50	8	16	16,08
1.Kat	S11(K12)	30	40	6	16	12,06
2.Kat	S21(K22)	30	40	6	16	12,06
Bodrum Kat	S01(B3)	30	50	8	16	16,08
Zemin Kat	S01(Z3)	30	50	8	16	16,08
1.Kat	S11(K13)	30	40	6	16	12,06
2.Kat	S21(K23)	30	40	6	16	12,06
Bodrum Kat	S01(B4)	30	50	8	16	16,08
Zemin Kat	S01(Z4)	30	50	8	16	16,08
1.Kat	S11(K14)	30	40	6	16	12,06
2.Kat	S21(K24)	30	40	6	16	12,06
Bodrum Kat	S01(B5)	30	50	8	16	16,08
Zemin Kat	S01(Z5)	30	50	8	16	16,08
1.Kat	S11(K15)	30	40	6	16	12,06
2.Kat	S21(K25)	30	40	6	16	12,06
Bodrum Kat	S09(B7)	70	25	10	16	20,1
Zemin Kat	S09(Z7)	70	25	10	16	20,1
1.Kat	S13(K17)	50	25	6	16	12,06
2.Kat	S27(K27)	50	25	6	16	12,06

Çizelge 5.4: Kolon Elemanına Ait Mevcut Donatı Durumu (735/A-1)

Kat Adı	Kolon Adı	b	h	Donatı Adedi	Donatı Çapı	Alan
		(cm)	(cm)		(mm)	
Bodrum Kat	S010(B9)	60	25	10	14	15,39
Zemin Kat	S010(Z9)	60	25	10	14	15,39
1.Kat	S16(K19)	60	25	8	16	16,08
2.Kat	S26(K29)	60	25	8	16	16,08
Bodrum Kat	S03(B10)	60	30	10	16	20,1
Zemin Kat	S03(Z10)	60	30	10	16	20,1
1.Kat	S16(K110)	60	25	8	16	16,08
2.Kat	S26(K210)	60	25	8	16	16,08
Bodrum Kat	S09(B12)	70	25	10	16	20,1
Zemin Kat	S09(Z12)	70	25	10	16	20,1
1.Kat	S13(K112)	50	25	6	16	12,06
2.Kat	S28(K212)	40	25	6	16	12,06
Bodrum Kat	S01(B14)	30	50	8	16	16,08
Zemin Kat	S01(Z14)	30	50	8	16	16,08
1.Kat	S11(K114)	30	40	6	16	12,06
2.Kat	S21(K214)	30	40	6	16	12,06
Bodrum Kat	S01(B15)	30	50	8	16	16,08
Zemin Kat	S01(Z15)	30	50	8	16	16,08
1.Kat	S11(K115)	30	40	6	16	12,06
2.Kat	S21(K215)	30	40	6	16	12,06
Bodrum Kat	S01(B16)	30	50	8	16	16,08
Zemin Kat	S01(Z16)	30	50	8	16	16,08
1.Kat	S11(K116)	30	40	6	16	12,06
2.Kat	S21(K216)	30	40	6	16	12,06
Bodrum Kat	S01(B17)	30	50	8	16	16,08
Zemin Kat	S01(Z17)	30	50	8	16	16,08
1.Kat	S11(K117)	30	40	6	16	12,06
2.Kat	S21(K217)	30	40	6	16	12,06

Taşıyıcı sistem elemanlarından perde elemanında ise durum gövde ve başlık donatı adedi ve çapı, etriye çapı ve aralıkları 735/A-1 kapsamında proje verilerinden tespit edilip Çizelge 5.5 de belirtilmiştir.

Çizelge 5.5: Perde Elemanına Ait Mevcut Donatı Durumu (735/A-1)

Kat	Perde Adı	Boyut		Donatı Yerleşimi				Etriye Bilgileri		
		(cm)	(cm)	Başlık (Üst)	Gövde	Başlık (Alt)	Donatı Çapı	Aralık		
Bodrum Kat	P1 (30/608)	30	608	8	26	Ø 10/25	2	10	10	20
Zemin Kat				8	26	Ø 10/25	2	10	10	20
1.Kat				4	22	Ø 10/25	2	10	10	20
2.Kat				4	18	Ø 10/25	2	10	10	20
Bodrum Kat	P1 (60/25)	60	25	8	22	Ø 10/25	2	16	10	20
Zemin Kat				8	22	Ø 10/25	2	16	10	20
1.Kat				4	22	Ø 10/25	2	16	10	20
2.Kat				4	18	Ø 10/25	2	16	10	20
Bodrum Kat	P7 (465/25)	465	25	9	26	Ø 10/30	9	26	10	25
Zemin Kat				9	26	Ø 10/30	9	26	10	25
1.Kat				5	22	Ø 10/30	5	22	10	25
2.Kat				3	16	Ø 10/30	3	16	10	25

Taşıyıcı sistem elemanlarından kiriş elemanında ise mevcut donatı durumu mesnet bölgelerine göre ikiye ayrılıp; sol ve sağ mesnet olmak üzere üst ve alt donatılardaki donatı çapı ve adedi her bir kiriş için tespit edilmiştir. (Çizelge 5.6 – 5.7 – 5.8 – 5.9)

Çizelge 5.6: Bodrum Kat Kiriş Elemanlarına Ait Mevcut Donatı Durumu (735/A-1)

Kiriş Adı	Sol Mesnet								Sağ Mesnet							
	Ust				Alt				Ust				Alt			
	Adet	Cap (mm)	Alan (cm ²)	Top.Ust	Adet	Cap (mm)	Alan (cm ²)	Top.Alt	Adet	Cap (mm)	Alan (cm ²)	Top.Ust	Adet	Cap (mm)	Alan (cm ²)	Top.Alt
K043	2	12	2.2608	6.88	2	14	3.0772	3.08	2	12	2.2608	6.88	2	14	3.0772	3.08
	3	14	4.6158						3	14	4.6158					
K044	2	12	2.2608	5.34	2	14	3.0772	3.08	2	12	2.2608	5.34	2	14	3.0772	3.08
	2	14	3.0772						2	14	3.0772					
K045	2	12	2.2608	8.29	1	12	1.1304	5.15	2	12	2.2608	8.29	2	16	4.0192	4.02
	3	16	6.0288		2	16	4.0192		3	16	6.0288					
K046	2	12	2.2608	6.28	2	16	4.0192	4.02	2	12	2.2608	15.70	2	16	4.0192	4.02
	2	16	4.0192						2	16	4.0192					
									3	20	9.42					
K047	2	12	2.2608	8.89	2	16	4.0192	4.02	2	12	2.2608	11.68	2	16	4.0192	9.11
	1	14	1.5386						3	20	9.42		2	18	5.0868	
	2	18	5.0868													
K048	2	12	2.2608	8.29	2	16	4.0192	4.02	2	12	2.2608	8.29	2	16	4.0192	4.02
	3	16	6.0288						3	16	6.0288					
K049	4	12	4.5216	4.52	2	12	2.2608	2.26	4	12	4.5216	7.60	3	12	3.3912	3.39
									2	14	3.0772					
K050	2	12	2.2608	9.89	2	16	4.0192	4.02	2	12	2.2608	9.89	2	16	4.0192	4.02
	3	18	7.6302						3	18	7.6302					
K051	3	12	3.3912	8.01	2	14	3.0772	3.08	2	12	2.2608	6.88	2	14	3.0772	5.09
	3	14	4.6158						3	14	4.6158		1	16	2.0096	
K052	4	12	4.5216	4.52	2	12	2.2608	4.27	4	12	4.5216	4.52	2	12	2.2608	2.26
					1	16	2.0096									
K053	2	12	2.2608	8.54	2	18	5.0868	5.09	2	12	2.2608	8.54	1	16	2.0096	7.10
	2	20	6.28						2	20	6.28		2	18	5.0868	
K054	2	12	2.2608	8.29	2	12	2.2608	4.27	2	12	2.2608	8.29	2	12	2.2608	4.27
	3	16	6.0288		1	16	2.0096		3	16	6.0288		1	16	2.0096	
K055	4	12	4.5216	4.52	2	12	2.2608	2.26	4	12	4.5216	4.52	2	12	2.2608	2.26
K056	2	12	2.2608	8.29	2	16	4.0192	4.02	2	12	2.2608	8.29	2	16	4.0192	4.02
	3	16	6.0288						3	16	6.0288					

Çizelge 5.7: Zemin Kat Kiriş Elemanlarına Ait Mevcut Donatı Durumu (735/A-1)

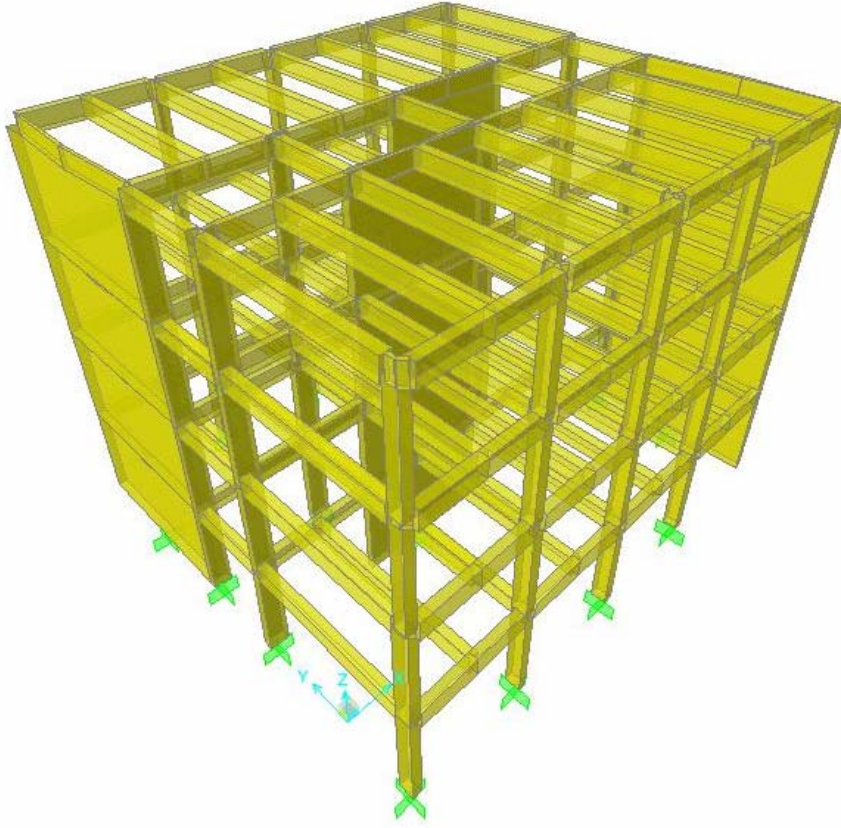
Kiriş Adı	Sol Mesnet								Sağ Mesnet									
	Ust				Alt				Ust				Alt					
	Adet	Cap (mm)	Alan (cm ²)	Top.Ust	Adet	Cap (mm)	Alan (cm ²)	Top.Alt	Adet	Cap (mm)	Alan (cm ²)	Top.Ust	Adet	Cap (mm)	Alan (cm ²)	Top.Alt		
K143	2	12	2.2608	6.88	2	14	3.0772	3.08	2	12	2.2608	6.88	2	14	3.0772	3.08		
	3	14	4.6158							3	14		4.6158					
K144	2	12	2.2608	5.34	2	14	3.0772	3.08	2	12	2.2608	5.34	2	14	3.0772	3.08		
	2	14	3.0772							2	14		3.0772					
K145	2	12	2.2608	8.29	1	12	1.1304	5.15	2	12	2.2608	8.29	2	16	4.0192	4.02		
	3	16	6.0288							3	16		6.0288					
K146	2	12	2.2608	6.28	2	16	4.0192	4.02	2	12	2.2608	15.70	2	16	4.0192	4.02		
	2	16	4.0192							2	16		4.0192					
											3		20	9.42				
K147	2	12	2.2608	8.89	2	16	4.0192	4.02	2	12	2.2608	11.68	2	16	4.0192	9.11		
	1	14	1.5386							3	20		9.42		2		18	5.0868
	2	18	5.0868															
K148	2	12	2.2608	8.29	2	16	4.0192	4.02	2	12	2.2608	8.29	2	16	4.0192	4.02		
	3	16	6.0288							3	16		6.0288					
K149	4	12	4.5216	4.52	2	12	2.2608	2.26	4	12	4.5216	7.60	3	12	3.3912	3.39		
											2		14	3.0772				
K150	2	12	2.2608	9.89	2	16	4.0192	4.02	2	12	2.2608	9.89	2	16	4.0192	4.02		
	3	18	7.6302							3	18		7.6302					
K151	3	12	3.3912	8.01	2	14	3.0772	3.08	2	12	2.2608	6.88	2	14	3.0772	5.09		
	3	14	4.6158							3	14		4.6158		1		16	2.0096
K152	4	12	4.5216	4.52	2	12	2.2608	4.27	4	12	4.5216	4.52	2	12	2.2608	2.26		
											1		16	2.0096				
K153	2	12	2.2608	8.54	2	18	5.0868	5.09	2	12	2.2608	8.54	1	16	2.0096	7.10		
	2	20	6.28							2	20		6.28		2		18	5.0868
K154	2	12	2.2608	8.29	2	12	2.2608	4.27	2	12	2.2608	8.29	2	12	2.2608	4.27		
	3	16	6.0288							3	16		6.0288		1		16	2.0096
K155	4	12	4.5216	4.52	2	12	2.2608	2.26	4	12	4.5216	4.52	2	12	2.2608	2.26		
K156	2	12	2.2608	8.29	2	16	4.0192	4.02	2	12	2.2608	8.29	2	16	4.0192	4.02		
	3	16	6.0288							3	16		6.0288					

Çizelge 5.8: 1. Kat Kiriş Elemanlarına Ait Mevcut Donatı Durumu (735/A-1)

Kiriş Adı	Sol Mesnet								Sağ Mesnet							
	Ust				Alt				Ust				Alt			
	Adet	Cap (mm)	Alan (cm2)	Top.Ust	Adet	Cap (mm)	Alan (cm2)	Top.Alt	Adet	Cap (mm)	Alan (cm2)	Top.Ust	Adet	Cap (mm)	Alan (cm2)	Top.Alt
K243	2	12	2.2608	6.88	2	14	3.0772	3.08	2	12	2.2608	6.88	2	14	3.0772	3.08
	3	14	4.6158						3	14	4.6158					
K244	2	12	2.2608	5.34	2	14	3.0772	3.08	2	12	2.2608	5.34	2	14	3.0772	3.08
	2	14	3.0772						2	14	3.0772					
K245	2	12	2.2608	6.28	1	12	1.1304	3.14	2	12	2.2608	6.28	1	16	2.0096	2.01
	2	16	4.0192		1	16	2.0096		2	16	4.0192					
K246	2	12	2.2608	8.29	2	16	4.0192	4.02	2	12	2.2608	23.49	1	14	1.5386	5.56
	3	16	6.0288						3	16	6.0288		2	16	4.0192	
									4	22	15.1976					
K247	2	12	2.2608	12.43	1	12	1.1304	5.15	2	12	2.2608	19.91	2	14	3.0772	7.10
	4	18	10.1736		2	16	4.0192		2	18	5.0868		2	16	4.0192	
									4	20	12.56					
K248	3	12	3.3912	9.42	2	16	4.0192	4.02	3	12	3.3912	9.42	2	16	4.0192	4.02
	3	16	6.0288						3	16	6.0288					
K249	3	12	3.3912	6.47	2	12	2.2608	2.26	2	12	2.2608	10.42	2	12	2.2608	6.28
	2	14	3.0772						2	14	3.0772		2	16	4.0192	
									2	18	5.0868					
K250	2	12	2.2608	9.89	3	16	6.0288	6.03	2	12	2.2608	9.89	3	16	6.0288	6.03
	3	18	7.6302						3	18	7.6302					
K251	2	12	2.2608	8.42	2	14	3.0772	3.08	2	12	2.2608	6.88	2	14	3.0772	7.10
	4	14	6.1544						3	14	4.6158		2	16	4.0192	
K252	4	12	4.5216	4.52	2	12	2.2608	6.28	4	12	4.5216	4.52	2	12	2.2608	2.26
					2	16	4.0192									
K253	3	12	3.3912	9.67	2	18	5.0868	5.09	2	12	2.2608	8.54	2	18	5.0868	6.66
	2	20	6.28						2	20	6.28		2	10	1.57	
K254	2	12	2.2608	8.29	2	10	1.57	3.83	2	12	2.2608	8.29	2	12	2.2608	6.28
	3	16	6.0288		2	12	2.2608		3	16	6.0288		2	16	4.0192	
K255	4	12	4.5216	4.52	2	12	2.2608	2.26	4	12	4.5216	4.52	2	12	2.2608	2.26
K256	2	12	2.2608	9.89	2	18	5.0868	5.09	2	12	2.2608	9.89	2	18	5.0868	5.09
	3	18	7.6302						3	18	7.6302					

Çizelge 5.9: 2. Kat Kiriş Elemanlarına Ait Mevcut Donatı Durumu (735/A-1)

Kiriş Adı	Sol Mesnet								Sağ Mesnet							
	Ust				Alt				Ust				Alt			
	Adet	Cap (mm)	Alan (cm2)	Top.Ust	Adet	Cap (mm)	Alan (cm2)	Top.Alt	Adet	Cap (mm)	Alan (cm2)	Top.Ust	Adet	Cap (mm)	Alan (cm2)	Top.Alt
K343	2	12	2.2608	5.34	2	12	2.2608	2.26	2	12	2.2608	5.34	2	12	2.2608	2.26
	2	14	3.0772						2	14	3.0772					
K344	2	12	2.2608	5.34	2	12	2.2608	2.26	2	12	2.2608	5.34	2	12	2.2608	2.26
	2	14	3.0772						2	14	3.0772					
K345	2	12	2.2608	5.34	3	12	3.3912	3.39	2	12	2.2608	9.36	2	12	2.2608	3.80
	2	14	3.0772						2	14	3.0772		1	14	1.5386	
									2	16	4.0192					
K346	2	12	2.2608	9.36	2	12	2.2608	3.80	2	12	2.2608	16.74	2	12	2.2608	9.89
	2	14	3.0772		1	14	1.5386		2	14	3.0772		3	18	7.6302	
	2	16	4.0192						3	22	11.3982					
K347	2	12	2.2608	5.34	2	12	2.2608	2.26	2	12	2.2608	17.90	2	12	2.2608	9.89
	2	14	3.0772						2	14	3.0772		3	18	7.6302	
									4	20	12.56					
K348	2	12	2.2608	5.34	2	12	2.2608	2.26	3	12	3.3912	6.47	2	12	2.2608	2.26
	2	14	3.0772						2	14	3.0772					
K349	3	12	3.3912	6.47	2	12	2.2608	2.26	2	12	2.2608	11.62	2	12	2.2608	9.89
	2	14	3.0772						2	14	3.0772		3	18	7.6302	
									2	20	6.28					
K350	2	12	2.2608	7.35	2	16	4.0192	4.02	2	12	2.2608	7.35	2	16	4.0192	4.02
	2	18	5.0868						2	18	5.0868					
K351	2	12	2.2608	5.34	2	14	3.0772	3.08	2	12	2.2608	5.34	2	14	3.0772	3.08
	2	14	3.0772						2	14	3.0772					
K352	2	12	2.2608	5.34	2	12	2.2608	2.26	2	12	2.2608	5.34	2	12	2.2608	2.26
	2	14	3.0772						2	14	3.0772					
K353	4	12	4.5216	10.80	2	12	2.2608	9.89	4	12	4.5216	6.53	2	12	2.2608	2.26
	2	20	6.28		3	18	7.6302		1	16	2.0096					
K354	2	12	2.2608	7.35	2	14	3.0772	3.08	2	12	2.2608	5.34	2	14	3.0772	3.08
	2	14	3.0772						2	14	3.0772					
	1	16	2.0096													



Şekil 5.6: Taşıyıcı Sistemin 3 Boyutlu Görünüşü (735/A-1)

735/A-1'e ait kalıp planları, eleman kesit özellikleri ve malzeme özellikleri tespit edildikten sonra SAP2000 programında 735/A-1 oluşturulur. Oluşturulan 735/A-1'in taşıyıcı sisteminin 3 boyutlu görünüşü Şekil 5.6 da görülmektedir.

5.3.1.4 Taşıyıcı Sistem Elemanına Etkiyen Yükler

Yapının taşıyıcı sistemi kolon, perde ve kiriş ana hatları üzerinde biçimlendirileceğinden SAP2000 programında döşemeden kirişe yüklerin aktarılması gerekmektedir.

735/A-1'in döşeme kalınlığı $d_d = 10$ cm olup, $d_m = 2,5$ cm mozaik döşeme kaplaması, $d_t = 3$ cm tesviye betonu kullanılmıştır.

Normal katlarda $g = 0,40$ t/m², $q = 0,35$ t/m² (sınıflarda), $q = 0,5$ t/m² (koridorlarda) hesaplanmıştır.(TS.498)

Çatı katında $g = 0,30$ t/m², $q = 0,15$ t/m², $q_k = 0,075$ t/m² (kar yükü) hesaplanmıştır.(TS.498)

Duvar yükü olarak dış duvarlarda $0,70$ t/m , iç duvarlarda $0,85$ t/m kullanılmıştır.

Bu değerlere bağlı kalarak her bir kirişe ait DL_{duvar} , DL ($DL_{döşeme} + DL_{duvar}$) , LL ($LL_{döşeme}$) , LL_{kar} hesaplanıp SAP2000 programında bu değerler kirişlere yüklenmiştir.

5.3.2 735/A-2'nin Oluşturulması

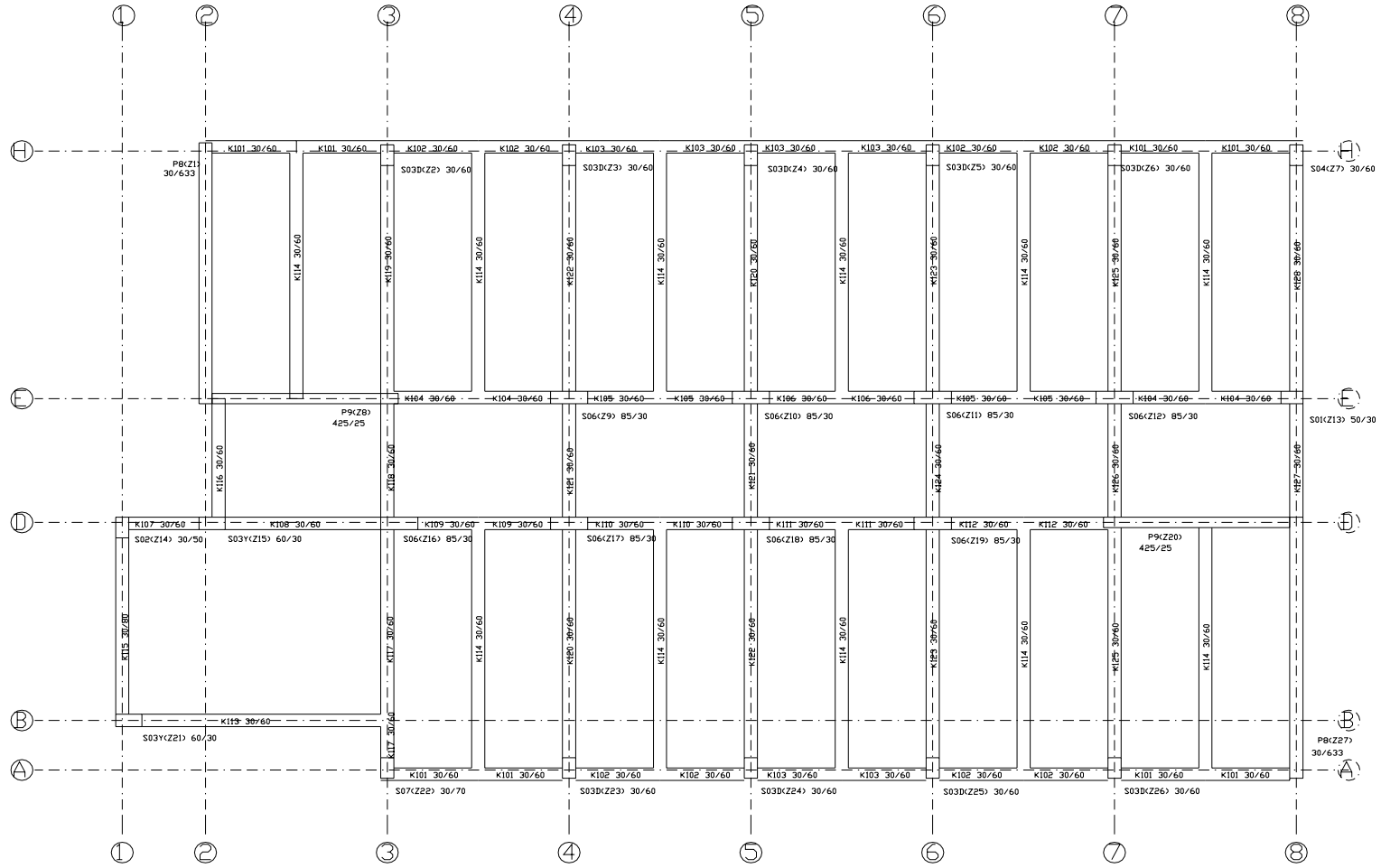
735/A-2 ise ele alınan mevcut okul binasının 2. bloğuna ait olan tüm teknik bilgilerini içermektedir.

735/A-2 ; (Zemin Kat + 1. Kat + 2. Kat + 3. Kat) olmak üzere 4 katlı bir yapıdan oluşmaktadır.Mevcut proje verileri esas alınarak yapının taşıyıcı sistemi kolon , perde ve kiriş ana hatları üzerinde biçimlendirilip SAP2000 programında tasarımı yapılacaktır.

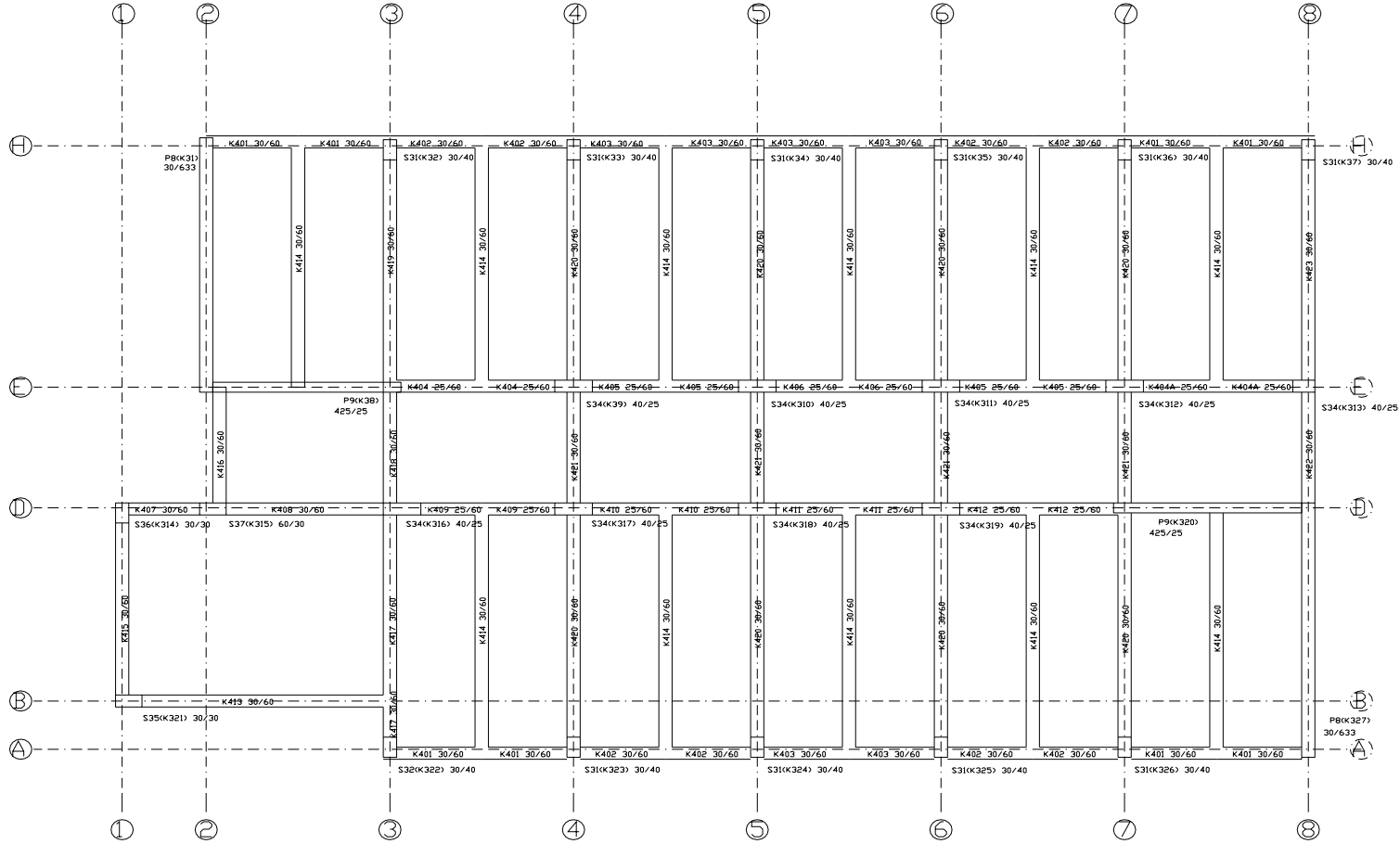
Sap2000 programında modelin oluşturulması için kalıp planlarına, kesit özelliklerine, malzeme özelliklerine ve elemana etki edecek yükleme durumlarına ihtiyaç vardır. Bu faktörler ise aşağıdaki ana başlıklarda incelenecektir.

5.3.2.1 Kat Kalıp Planları

Mevcut okul binasının 1. bloğuna ait proje verilerinden kat kalıp planları (Zemin Kat + 1. Kat + 2. Kat + 3. Kat) ayrı ayrı biçimde Şekil: 5.7-5.8-5.9 -5.10 da verilmiştir.



Şekil 5.7: Zemin Kat Kalıp Planı (735/A-2)



Şekil 5.10: 3. Kat Kalıp Planı (735/A-2)

5.3.2.2 Kesit Özellikleri

Mevcut proje verileri esas alınarak yapının taşıyıcı sistemi kolon , perde ve giriş üzerinde biçimlendirileceğinden bu elemanlara ait kesit özellikleri aşağıda tablolar halinde verilecektir.

Kolon elemanına ait kesit özelliklerinden kolonun b ve h değerleri, katlarda bulunan kolon sayıları Çizelge 5.10'da belirtilmiştir.

Perde elemanına ait kesit özelliklerinden perdeye ait b,h değerleri Çizelge 5.11 de,kiriş elemanına ait olan b,h değerleri ise Çizelge 5.12 de belirtilecektir.

Çizelge 5.10: Kolon Elemanına Ait Kesit Özellikleri (735/A-2)

<i>Kat Adı</i>	<i>Kolon Adı</i>	b	h	<i>Kolon Sayısı</i>
		<i>(cm)</i>	<i>(cm)</i>	
Zemin Kat	S03D-S04	30	60	10
	S03Y	60	30	2
	S06	85	30	8
	S02	30	50	1
	S01	50	30	1
	S07	30	70	1
1. Kat	S12	30	50	11
	S15	70	25	8
	S13	50	25	1
	S14Y	60	30	2
	S14D	30	60	1
2. Kat	S23-S24-S21	30	40	12
	S25	50	25	9
	S29	60	30	1
	S22	50	30	1
3. Kat	S31-S32	30	40	11
	S34	40	25	9
	S35-S36	30	30	2
	S37	60	30	1

Çizelge 5.11: Perde Elemanına Ait Kesit Özellikleri (735/A-2)

Kat Adı	Perde Adı	b	h
		(cm)	(cm)
Zemin Kat	P8	30	632,5
	P9	425	25
1. Kat	P8	30	632,5
	P9	425	25
2. Kat	P8	30	632,5
	P9	425	25
3. Kat	P8	30	632,5
	P9	425	25

Çizelge 5.12: Kiriş Elemanına Ait Kesit Özellikleri (735/A-2)

ZEMİN KAT			1.KAT			2.KAT			3.KAT		
Kiris	b	h	Kiris	b	h	Kiris	b	h	Kiris	b	h
K101	30	60	K201	30	60	K301	30	60	K401	30	60
K102	30	60	K202	30	60	K302	30	60	K402	30	60
K103	30	60	K203	30	60	K303	30	60	K403	30	60
K104	30	60	K204	25	60	K304	25	60	K404	25	60
K104A	30	60	K204A	25	60	K304A	25	60	K404A	25	60
K105	30	60	K205	25	60	K305	25	60	K405	25	60
K106	30	60	K206	25	60	K306	25	60	K406	25	60
K107	30	60	K207	30	60	K307	30	60	K407	30	60
K108	30	60	K208	30	60	K308	30	60	K408	30	60
K109	30	60	K209	25	60	K309	25	60	K409	25	60
K110	30	60	K210	25	60	K310	25	60	K410	25	60
K111	30	60	K211	25	60	K311	25	60	K411	25	60
K112	30	60	K212	25	60	K312	25	60	K412	25	60
K113	30	60	K213	30	60	K313	30	60	K413	30	60
K114	30	60	K214	30	60	K314	30	60	K414	30	60
K115	30	80	K215	30	80	K315	30	80	K415	30	60

Çizelge 5.12: Kiriş Elemanına Ait Kesit Özellikleri (735/A-2)

ZEMİN KAT			1.KAT			2.KAT			3.KAT		
Kiris	b	h	Kiris	b	h	Kiris	b	h	Kiris	b	h
K116	30	60	K216	30	60	K316	30	60	K416	30	60
K117	30	60	K217	30	60	K317	30	60	K417	30	60
K118	30	60	K218	30	60	K318	30	60	K418	30	60
K119	30	60	K219	30	60	K319	30	60	K419	30	60
K120	30	60	K223	30	60	K323	30	60	K420	30	60
K121	30	60	K224	30	60	K324	30	60	K421	30	60
K122	30	60	K225	30	60	K325	30	60	K422	30	60
K123	30	60	K226	30	60	K326	30	60	K423	30	60
K124	30	60	K227	30	60	K327	30	60			
K125	30	60	K228	30	60	K328	30	60			
K126	30	60									
K127	30	60									
K128	30	60									

5.3.2.3 Taşıyıcı Sistem Elemanlarında Mevcut Donatı Durumu

Bu kısımda mevcut proje verileri kullanılmak üzere her bir taşıyıcı sistem elemanında bulunan donatılar tespit edilecektir.

Taşıyıcı sistem elemanlarından ilk olarak 735/A-2'e ait tüm kolon elemanlarında boyuna ve enine donatılar tespit edilip, donatı çapı ve adedi belirlenecektir.

Çizelge 5.13 de boyuna donatı adedi ve çapı görülmektedir. Kolon elemanlarında kullanılan enine donatı ise Ø 10/10 proje verilerinden temin edilmiştir.

Çizelge 5.13: Kolon Elemanına Ait Mevcut Donatı Durumu (735/A-2)

Kat Adı	Kolon Adı	b	h	Donatı Adedi	Donatı Çapı	Alan
		(cm)	(cm)		(mm)	(cm ²)
Zemin	S03D	30	60	10	16	20,10
1.Kat	S12	30	50	8	16	16,08
2.Kat	S23	30	40	6	18	15,26
3.Kat	S31	30	40	6	18	15,26
Zemin	S03D	30	60	10	16	20,10
1.Kat	S12	30	50	8	16	16,08
2.Kat	S23	30	40	6	18	15,26
3.Kat	S31	30	40	6	18	15,26
Zemin	S03D	30	60	10	16	20,10
1.Kat	S12	30	50	8	16	16,08
2.Kat	S23	30	40	6	18	15,26
3.Kat	S31	30	40	6	18	15,26
Zemin	S03D	30	60	10	16	20,10
1.Kat	S12	30	50	8	16	16,08
2.Kat	S23	30	40	6	18	15,26
3.Kat	S31	30	40	6	18	15,26
Zemin	S03D	30	60	10	16	20,10
1.Kat	S12	30	50	8	16	16,08
2.Kat	S23	30	40	6	18	15,26
3.Kat	S31	30	40	6	18	15,26
Zemin	S04	30	60	8	18	20,35
1.Kat	S12	30	50	8	16	16,08
2.Kat	S23	30	40	6	18	15,26
3.Kat	S31	30	40	6	18	15,26
Zemin	S06	85	30	10	18	25,43
1.Kat	S15	70	25	10	16	20,10
2.Kat	S25	50	25	8	16	16,08
3.Kat	S34	40	25	6	16	12,06
Zemin	S06	85	30	10	18	25,43
1.Kat	S15	70	25	10	16	20,10
2.Kat	S25	50	25	8	16	16,08
3.Kat	S34	40	25	6	16	12,06
Zemin	S06	85	30	10	18	25,43
1.Kat	S15	70	25	10	16	20,10
2.Kat	S25	50	25	8	16	16,08
3.Kat	S34	40	25	6	16	12,06

Çizelge 5.13: Kolon Elemanına Ait Mevcut Donatı Durumu (735/A-2)

Kat Adı	Kolon Adı	b	h	Donatı Adedi	Donatı Çapı	Alan
		(cm)	(cm)		(mm)	(cm ²)
Zemin	S06	85	30	10	18	25,43
1.Kat	S15	70	25	10	16	20,10
2.Kat	S25	50	25	8	16	16,08
3.Kat	S34	40	25	6	16	12,06
Zemin	S01	50	30	8	16	16,08
1.Kat	S13	50	25	8	16	16,08
2.Kat	S25	50	25	8	16	16,08
3.Kat	S34	40	25	6	16	12,06
Zemin	S02	30	50	4	20	15,64
				2	14	
1.Kat	S12	30	50	8	16	16,08
2.Kat	S24	30	40	8	16	16,08
3.Kat	S36	30	30	4	20	12,56
Zemin	S03Y	60	30	10	16	20,10
1.Kat	S14Y	60	30	10	16	20,10
2.Kat	S29	60	30	10	16	20,10
3.Kat	S37	60	30	6	22	26,82
				2	16	
Zemin	S06	85	30	10	18	25,43
1.Kat	S15	70	25	10	16	20,10
2.Kat	S25	50	25	8	16	16,08
3.Kat	S34	40	25	6	16	12,06
Zemin	S06	85	30	10	18	25,43
1.Kat	S15	70	25	10	16	20,10
2.Kat	S25	50	25	8	16	16,08
3.Kat	S34	40	25	6	16	12,06
Zemin	S06	85	30	10	18	25,43
1.Kat	S15	70	25	10	16	20,10
2.Kat	S25	50	25	8	16	16,08
3.Kat	S34	40	25	6	16	12,06
Zemin	S06	85	30	10	18	25,43
1.Kat	S15	70	25	10	16	20,10
2.Kat	S25	50	25	8	16	16,08
3.Kat	S34	40	25	6	16	12,06
Zemin	S03Y	60	30	10	16	20,10
1.Kat	S14Y	60	30	10	16	20,10
2.Kat	S22	50	30	8	16	16,08
3.Kat	S35	30	30	6	18	15,26

Çizelge 5.13: Kolon Elemanına Ait Mevcut Donatı Durumu (735/A-2)

Kat Adı	Kolon Adı	b	h	Donatı Adedi	Donatı Çapı	Alan
		(cm)	(cm)		(mm)	(cm ²)
Zemin	S07	30	70	6	18	21,41
				4	14	
1.Kat	S14D	30	60	10	16	20,10
2.Kat	S21	30	40	6	16	12,06
3.Kat	S32	30	40	8	16	16,08
Zemin	S03D	30	60	10	16	20,10
1.Kat	S12	30	50	8	16	16,08
2.Kat	S23	30	40	6	18	15,26
3.Kat	S31	30	40	6	18	15,26
Zemin	S03D	30	60	10	16	20,10
1.Kat	S12	30	50	8	16	16,08
2.Kat	S23	30	40	6	18	15,26
3.Kat	S31	30	40	6	18	15,26
Zemin	S03D	30	60	10	16	20,10
1.Kat	S12	30	50	8	16	16,08
2.Kat	S23	30	40	6	18	15,26
3.Kat	S31	30	40	6	18	15,26
Zemin	S03D	30	60	10	16	20,10
1.Kat	S12	30	50	8	16	16,08
2.Kat	S23	30	40	6	18	15,26
3.Kat	S31	30	40	6	18	15,26

Taşıyıcı sistem elemanlarından perde elemanında ise durum; gövde ve başlık donatı adedi ve çapı , etriye çapı ve aralıkları 735/A-2 kapsamında proje verilerinden tespit edilip Çizelge 5.14 de belirtilmiştir.

Çizelge 5.14: Perde Elemanına Ait Mevcut Donatı Durumu (735/A-2)

Kat	Eksenel Yük	Perde Adı	Boyut		Donatı Yerleşimi					Etriye Bilgileri	
	(ton)		(cm)	(cm)	Başlık (Ü)		Gövde	Başlık (A)		Donatı Çapı	
Zemin Kat	120,6577	P8	P30/632.5	30	633	34	26	ø 10/25	11	26	10
1. Kat	93,6319					19	26	ø 10/25	5	26	10
2. Kat	61,7888					12	22	ø 10/25	4	22	10
3. Kat	28,0529					4	18	ø 10/25	2	10	10
Zemin Kat	103,0928	P9	P425/25	425	25	2	10	ø 10/25	44	26	10
1. Kat	75,039					2	10	ø 10/25	25	26	10
2. Kat	48,83					2	10	ø 10/25	11	26	10
3. Kat	22,4094					2	10	ø 10/25	4	18	10

Taşıyıcı sistem elemanlarından kiriş elemanında ise mevcut donatı durumu mesnet bölgelerine göre ikiye ayrılıp ; sol ve sağ mesnet olmak üzere üst ve alt donatılardaki donatı çapı ve adedi her bir kiriş için tespit edilmiştir. (Çizelge 5.15 – 5.16 – 5.17 – 5.18)

Çizelge 5.15: Zemin Kat Kiriş Elemanlarına Ait Mevcut Donatı Durumu (735/A-2)

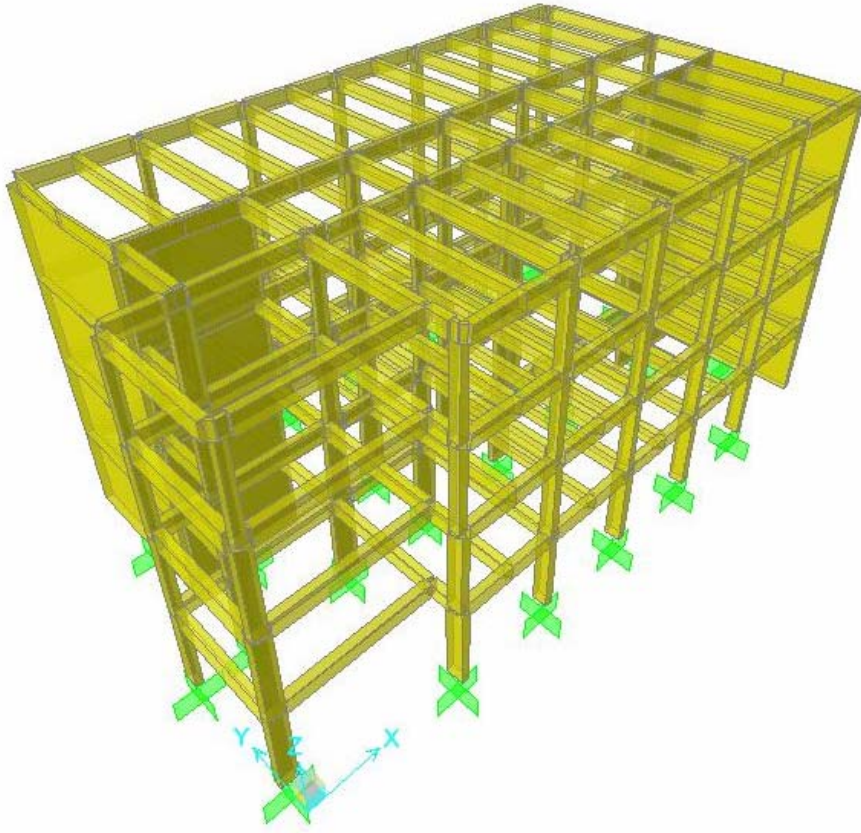
Kiriş	Sol Mesnet								Sağ Mesnet							
	Ust				Alt				Ust				Alt			
	Adet	Cap (mm)	Alan (cm ²)	Top.Ust	Adet	Cap (mm)	Alan (cm ²)	Top.Alt	Adet	Cap (mm)	Alan (cm ²)	Top.Ust	Adet	Cap (mm)	Alan (cm ²)	Top.Alt
K101	2	12	2.2608	6.88	2	14	3.0772	3.08	2	12	2.2608	6.88	2	14	3.0772	3.08
	3	14	4.6158						3	14	4.6158					
K102	2	12	2.2608	5.34	2	14	3.0772	3.08	2	12	2.2608	11.30	2	14	3.0772	3.08
	2	14	3.0772						2	24	9.0432					
K103	2	12	2.2608	6.28	2	14	3.0772	3.08	2	12	2.2608	5.34	2	14	3.0772	3.08
	2	16	4.0192						2	14	3.0772					
K104	2	12	2.2608	25.28	2	16	4.0192	10.30	2	12	2.2608	6.28	1	14	1.5386	5.56
	2	16	4.0192		2	20	6.28		2	16	4.0192		2	16	4.0192	
	5	22	18.997													
K104A	2	12	2.2608	8.54	2	18	5.0868	5.09	2	12	2.2608	8.54	2	18	5.0868	5.09
	2	20	6.28						2	20	6.28					
K105	2	12	2.2608	7.35	2	16	4.0192	5.56	3	12	3.3912	8.48	1	12	1.1304	5.15
	2	18	5.0868		1	14	1.5386		2	18	5.0868		2	16	4.0192	
K106	3	12	3.3912	8.48	1	12	1.1304	5.15	2	12	2.2608	7.35	2	16	4.0192	4.02
	2	18	5.0868		2	16	4.0192		2	18	5.0868					
K107	2	12	2.2608	4.27	4	12	4.5216	4.52	2	12	2.2608	5.34	4	12	4.5216	4.52
	1	16	2.0096						2	14	3.0772					
K108	2	12	2.2608	9.36	2	14	3.0772	3.08	2	12	2.2608	6.28	2	14	3.0772	3.08
	2	14	3.0772						2	16	4.0192					
	2	16	4.0192													
K109	2	12	2.2608	12.31	2	16	4.0192	4.02	3	12	3.3912	9.42	2	16	4.0192	4.02
	5	16	10.048						3	16	6.0288					
K110	3	12	3.3912	8.48	2	16	4.0192	4.02	2	12	2.2608	8.89	2	16	4.0192	4.02
	2	18	5.0868						1	14	1.5386					
K111	2	12	2.2608	8.89	2	16	4.0192	4.02	2	12	2.2608	16.77	2	16	4.0192	4.02
	1	14	1.5386						2	18	5.0868					
	2	18	5.0868						3	20	9.42					
K112	2	12	2.2608	15.70	2	16	4.0192	4.02	2	12	2.2608	25.28	2	16	4.0192	14.19
	2	16	4.0192						2	16	4.0192					
	3	20	9.42						5	22	18.997		4	18	10.1736	
K113	2	12	2.2608	9.89	3	16	6.0288	6.03	2	12	2.2608	9.89	3	16	6.0288	6.03
	3	18	7.6302						3	18	7.6302					
K114	2	12	2.2608	9.89	3	16	6.0288	6.03	2	12	2.2608	9.89	3	16	6.0288	6.03
	3	18	7.6302						3	18	7.6302					
K115	3	12	3.3912	12.81	2	20	6.28	6.28	3	12	3.3912	14.35	2	16	4.0192	10.30
	3	20	9.42						1	14	1.5386					
K116	4	12	4.5216	7.66	2	12	2.2608	12.43	4	12	4.5216	14.70	2	12	2.2608	17.46
	1	20	3.14		4	18	10.1736		4	18	10.1736					
K117	3	14	4.6158	14.79	3	18	7.6302	7.63	3	14	4.6158	14.79	3	18	7.6302	7.63
	4	18	10.1736						4	18	10.1736					
K118	2	12	2.2608	6.88	2	12	2.2608	2.26	2	12	2.2608	6.88	2	12	2.2608	2.26
	3	14	4.6158						3	14	4.6158					
K119	2	12	2.2608	6.88	2	14	3.0772	3.08	3	12	3.3912	8.01	2	14	3.0772	3.08
	3	14	4.6158						3	14	4.6158					
K120	3	12	3.3912	7.41	2	16	4.0192	4.02	2	12	2.2608	6.28	2	16	4.0192	4.02
	2	16	4.0192						2	16	4.0192					
K121	2	12	2.2608	5.34	2	12	2.2608	2.26	2	12	2.2608	5.34	2	12	2.2608	2.26
	2	14	3.0772						2	14	3.0772					
K122	2	14	3.0772	10.71	2	18	5.0868	5.09	2	14	3.0772	10.71	2	18	5.0868	5.09
	3	18	7.6302						3	18	7.6302					
K123	2	14	3.0772	10.71	2	18	5.0868	5.09	2	14	3.0772	10.71	2	18	5.0868	5.09
	3	18	7.6302						3	18	7.6302					
K124	2	12	2.2608	6.28	2	12	2.2608	2.26	2	12	2.2608	6.28	2	12	2.2608	2.26
	2	16	4.0192						2	16	4.0192					
K125	2	12	2.2608	6.28	2	16	4.0192	4.02	2	12	2.2608	6.28	2	16	4.0192	4.02
	2	16	4.0192						2	16	4.0192					
K126	4	12	4.5216	4.52	2	12	2.2608	2.26	4	12	4.5216	4.52	2	12	2.2608	2.26
K127	4	12	4.5216	10.80	2	12	2.2608	7.35	4	12	4.5216	6.06	2	12	2.2608	2.26
	2	20	6.28		2	18	5.0868		1	14	1.5386					
K128	2	12	2.2608	9.83	2	16	4.0192	4.02	2	12	2.2608	8.29	2	16	4.0192	4.02
	1	14	1.5386						3	16	6.0288					
	3	16	6.0288													

Çizelge 5.16: 1. Kat Kiriş Elemanlarına Ait Mevcut Donatı Durumu (735/A-2)

Kiris	Sol Mesnet								Sag Mesnet							
	Ust				Alt				Ust				Alt			
	Adet	Cap (mm)	Alan (cm2)	Top.Ust	Adet	Cap (mm)	Alan (cm2)	Top.Alt	Adet	Cap (mm)	Alan (cm2)	Top.Ust	Adet	Cap (mm)	Alan (cm2)	Top.Alt
K201	2	12	2.2608	6.88	1	12	1.1304	4.21	2	12	2.2608	6.88	2	14	3.0772	3.08
	3	14	4.6158		2	14	3.0772		3	14	4.6158		2	14	3.0772	
K202	2	12	2.2608	5.34	2	14	3.0772	3.08	2	12	2.2608	5.34	2	14	3.0772	3.08
	2	14	3.0772		2	14	3.0772		2	14	3.0772					
K203	2	12	2.2608	5.34	2	14	3.0772	3.08	2	12	2.2608	5.34	2	14	3.0772	3.08
	2	14	3.0772		2	14	3.0772		2	14	3.0772					
K204	2	12	2.2608	32.88	2	16	4.0192	16.58	2	12	2.2608	17.68	2	16	4.0192	13.44
	2	16	4.0192		4	20	12.56		2	16	4.0192		3	20	9.42	
	7	22	26.5958		3	22	11.3982		3	22	11.3982					
K204A	2	12	2.2608	8.54	2	18	5.0868	5.09	2	12	2.2608	8.54	2	18	5.0868	5.09
	2	20	6.28		2	20	6.28		2	20	6.28					
K205	2	12	2.2608	18.75	2	16	4.0192	13.44	2	12	2.2608	7.35	2	16	4.0192	4.02
	2	18	5.0868		3	20	9.42		2	18	5.0868					
	3	22	11.3982													
K206	2	12	2.2608	7.35	2	16	4.0192	4.02	3	12	3.3912	8.48	2	16	4.0192	4.02
	2	18	5.0868		2	18	5.0868		2	18	5.0868					
K207	2	12	2.2608	3.80	4	12	4.5216	8.54	2	12	2.2608	8.54	4	12	4.5216	10.80
	1	14	1.5386		2	16	4.0192		2	20	6.28		2	20	6.28	
K208	2	12	2.2608	12.56	2	14	3.0772	3.08	2	12	2.2608	7.82	2	14	3.0772	3.08
	2	16	4.0192				1		14	1.5386						
	2	20	6.28				2		16	4.0192						
K209	2	12	2.2608	8.29	2	16	4.0192	4.02	2	12	2.2608	8.29	2	16	4.0192	4.02
	3	16	6.0288		3	16	6.0288		3	16	6.0288					
K210	2	12	2.2608	8.29	2	16	4.0192	4.02	2	12	2.2608	8.29	2	16	4.0192	4.02
	3	16	6.0288		3	16	6.0288		3	16	6.0288					
K211	2	12	2.2608	8.29	2	16	4.0192	4.02	2	12	2.2608	19.69	4	16	8.0384	8.04
	3	16	6.0288				3		16	6.0288						
									3	22	11.3982					
K212	2	12	2.2608	17.68	4	16	8.0384	8.04	2	12	2.2608	32.88	2	16	4.0192	23.02
	2	16	4.0192				2		16	4.0192	5		22	18.997		
	3	22	11.3982				7		22	26.5958						
K213	2	14	3.0772	14.51	2	20	6.28	6.28	2	14	3.0772	12.50	2	20	6.28	6.28
	1	16	2.0096				3		20	9.42						
	3	20	9.42													
K214	2	12	2.2608	9.89	3	16	6.0288	6.03	2	12	2.2608	9.89	3	16	6.0288	6.03
	3	18	7.6302		3	18	7.6302		3	18	7.6302					
K215	2	12	2.2608	9.89	2	18	5.0868	5.09	2	12	2.2608	9.89	2	18	5.0868	5.09
	3	18	7.6302		3	18	7.6302		3	18	7.6302					
K216	4	12	4.5216	14.70	2	12	2.2608	13.66	4	12	4.5216	10.80	2	12	2.2608	10.30
	4	18	10.1736		3	22	11.3982		2	20	6.28		4	16	8.0384	
K217	3	14	4.6158	14.79	3	18	7.6302	7.63	3	14	4.6158	14.79	3	18	7.6302	7.63
	4	18	10.1736		4	18	10.1736		4	18	10.1736					
K218	2	12	2.2608	6.28	2	12	2.2608	2.26	2	12	2.2608	6.28	2	12	2.2608	3.80
	2	16	4.0192				2		16	4.0192	1		14	1.5386		
K219	2	12	2.2608	6.88	3	14	4.6158	4.62	2	12	2.2608	6.88	2	14	3.0772	3.08
	3	14	4.6158		3	14	4.6158		3	14	4.6158					
K220	3	12	3.3912	7.41	2	16	4.0192	4.02	2	12	2.2608	6.28	2	16	4.0192	4.02
	2	16	4.0192		2	16	4.0192		2	16	4.0192					
K221	2	12	2.2608	5.34	2	12	2.2608	2.26	2	12	2.2608	5.34	2	12	2.2608	2.26
	2	14	3.0772		2	14	3.0772		2	14	3.0772					
K222	2	14	3.0772	10.71	2	18	5.0868	5.09	2	14	3.0772	10.71	2	18	5.0868	5.09
	3	18	7.6302		3	18	7.6302		3	18	7.6302					
K223	2	12	2.2608	9.89	2	18	5.0868	5.09	2	12	2.2608	9.89	2	18	5.0868	5.09
	3	18	7.6302		3	18	7.6302		3	18	7.6302					
K224	2	12	2.2608	7.35	2	12	2.2608	2.26	2	12	2.2608	7.35	2	12	2.2608	2.26
	2	18	5.0868		2	18	5.0868		2	18	5.0868					
K225	3	12	3.3912	7.41	2	16	4.0192	4.02	2	12	2.2608	6.28	2	16	4.0192	4.02
	2	16	4.0192		2	16	4.0192		2	16	4.0192					
K226	4	12	4.5216	4.52	2	12	2.2608	2.26	4	12	4.5216	4.52	2	12	2.2608	2.26
K227	4	12	4.5216	12.15	2	12	2.2608	8.54	4	12	4.5216	13.94	2	12	2.2608	3.80
	3	18	7.6302		2	20	6.28		3	20	9.42		1	14	1.5386	
K228	2	12	2.2608	17.71	1	14	1.5386	5.56	2	12	2.2608	8.29	2	16	4.0192	4.02
	3	16	6.0288		2	16	4.0192		3	16	6.0288					
	3	20	9.42													

Çizelge 5.17: 2. Kat Kiriş Elemanlarına Ait Mevcut Donatı Durumu (735/A-2)

Kiris	Sol Mesnet								Sag Mesnet							
	Ust				Alt				Ust				Alt			
	Adet	Cap (mm)	Alan (cm2)	Top.Ust	Adet	Cap (mm)	Alan (cm2)	Top.Alt	Adet	Cap (mm)	Alan (cm2)	Top.Ust	Adet	Cap (mm)	Alan (cm2)	Top.Alt
K301	2	12	2.2608	6.88	1	12	1.1304	4.21	2	12	2.2608	6.88	2	14	3.0772	3.08
	3	14	4.6158		2	14	3.0772		3	14	4.6158					
K302	2	12	2.2608	5.34	2	14	3.0772	3.08	2	12	2.2608	5.34	2	14	3.0772	3.08
	2	14	3.0772						2	14	3.0772					
K303	2	12	2.2608	5.34	2	14	3.0772	3.08	2	12	2.2608	5.34	2	14	3.0772	3.08
	2	14	3.0772						2	14	3.0772					
K304	2	12	2.2608	36.68	2	16	4.0192	19.72	2	12	2.2608	6.28	2	16	4.0192	13.44
	2	16	4.0192		5	20	15.7		2	16	4.0192		3	20	9.42	
	8	22	30.3952													
K304A	2	12	2.2608	8.54	2	18	5.0868	5.09	2	12	2.2608	8.54	2	18	5.0868	5.09
	2	20	6.28						2	20	6.28					
K305	2	12	2.2608	7.35	2	16	4.0192	13.44	2	12	2.2608	7.35	2	16	4.0192	4.02
	2	18	5.0868		3	20	9.42		2	18	5.0868					
K306	2	12	2.2608	7.35	2	16	4.0192	4.02	2	12	2.2608	7.35	2	16	4.0192	4.02
	2	18	5.0868						2	18	5.0868					
K307	3	12	3.3912	3.39	4	12	4.5216	7.60	2	12	2.2608	7.35	4	12	4.5216	7.60
					2	14	3.0772		2	18	5.0868		2	14	3.0772	
K308	2	12	2.2608	10.42	4	14	6.1544	6.15	2	12	2.2608	5.34	2	14	3.0772	3.08
	2	14	3.0772						2	14	3.0772					
	2	18	5.0868													
K309	2	12	2.2608	7.35	2	16	4.0192	4.02	2	12	2.2608	7.35	2	16	4.0192	4.02
	2	18	5.0868						2	18	5.0868					
K310	2	12	2.2608	7.35	2	16	4.0192	4.02	2	12	2.2608	7.35	2	16	4.0192	4.02
	2	18	5.0868						2	18	5.0868					
K311	2	12	2.2608	7.35	2	16	4.0192	4.02	2	12	2.2608	22.55	2	16	4.0192	10.30
	2	18	5.0868						2	18	5.0868		2	20	6.28	
								4	22	15.1976						
K312	2	12	2.2608	6.28	2	16	4.0192	10.30	2	12	2.2608	36.68	2	16	4.0192	23.02
	2	16	4.0192		2	20	6.28		2	16	4.0192		5	22	18.997	
								8	22	30.3952						
K313	2	12	2.2608	9.89	2	18	5.0868	5.09	2	12	2.2608	9.89	2	18	5.0868	5.09
	3	18	7.6302						3	18	7.6302					
K314	2	12	2.2608	9.89	3	16	6.0288	6.03	2	12	2.2608	9.89	3	16	6.0288	6.03
	3	18	7.6302						3	18	7.6302					
K315	2	14	3.0772	12.50	2	20	6.28	6.28	2	14	3.0772	12.50	2	20	6.28	6.28
	3	20	9.42						3	20	9.42					
K316	2	12	2.2608	5.34	2	12	2.2608	2.26	2	12	2.2608	5.34	2	12	2.2608	2.26
	2	14	3.0772						2	14	3.0772					
K317	4	12	4.5216	12.12	3	22	11.3982	11.40	4	12	4.5216	12.12	3	22	11.3982	11.40
	2	22	7.5988						2	22	7.5988					
K318	4	12	4.5216	6.78	2	12	2.2608	2.26	6	12	6.7824	6.78	2	12	2.2608	3.80
	2	12	2.2608						1	14	1.5386					
K319	2	12	2.2608	5.34	3	14	4.6158	4.62	2	12	2.2608	5.34	2	14	3.0772	3.08
	2	14	3.0772						2	14	3.0772					
K320	2	12	2.2608	6.88	2	14	3.0772	3.08	2	12	2.2608	6.88	2	14	3.0772	3.08
	3	14	4.6158						3	14	4.6158					
K321	2	12	2.2608	5.34	2	12	2.2608	2.26	2	12	2.2608	5.34	2	12	2.2608	2.26
	2	14	3.0772						2	14	3.0772					
K322	2	12	2.2608	9.89	2	18	5.0868	5.09	2	12	2.2608	9.89	2	18	5.0868	5.09
	3	18	7.6302						3	18	7.6302					
K323	2	12	2.2608	7.35	2	18	5.0868	5.09	2	12	2.2608	9.89	2	18	5.0868	5.09
	2	18	5.0868						3	18	7.6302					
K324	2	12	2.2608	7.35	2	12	2.2608	2.26	2	12	2.2608	7.35	2	12	2.2608	2.26
	2	18	5.0868						2	18	5.0868					
K325	3	12	3.3912	7.41	2	16	4.0192	4.02	2	12	2.2608	6.28	2	16	4.0192	4.02
	2	16	4.0192						2	16	4.0192					
K326	4	12	4.5216	4.52	2	12	2.2608	2.26	4	12	4.5216	4.52	2	12	2.2608	2.26
K327	4	12	4.5216	13.94	2	12	2.2608	9.89	4	12	4.5216	14.70	2	12	2.2608	5.34
	3	20	9.42		3	18	7.6302		4	18	10.1736		2	14	3.0772	
K328	2	12	2.2608	18.46	2	14	3.0772	7.10	2	12	2.2608	8.29	2	16	4.0192	4.02
	3	16	6.0288		2	16	4.0192		3	16	6.0288					
	4	18	10.1736													



Şekil 5.11: Taşıyıcı Sistemin 3 Boyutlu Görünüşü (735/A-2)

735/A-2'ye ait kalıp planları , eleman kesit özellikleri ve malzeme özellikleri tespit edildikten sonra SAP2000 programında 735/A-2 oluşturulur. Oluşturulan 735/A-2'nin taşıyıcı sisteminin 3 boyutlu görünüşü Şekil 5.11 de görülmektedir.

5.3.2.4 Taşıyıcı Sistem Elemanına Etkiyen Yükler

Yapının taşıyıcı sistemi kolon, perde ve kiriş ana hatları üzerinde biçimlendirileceğinden SAP2000 programında döşemeden kirişe yüklerin aktarılması gerekmektedir.

735/A-2'nin döşeme kalınlığı $d_d = 10$ cm olup, $d_m = 2,5$ cm mozaik döşeme kaplaması, $d_t = 3$ cm tesviye betonu kullanılmaktadır.

Normal katlarda $g = 0,40$ t/m² , $q = 0,35$ t/m² (sınıflarda), $q = 0,5$ t/m² (koridorlarda) hesaplanmıştır.

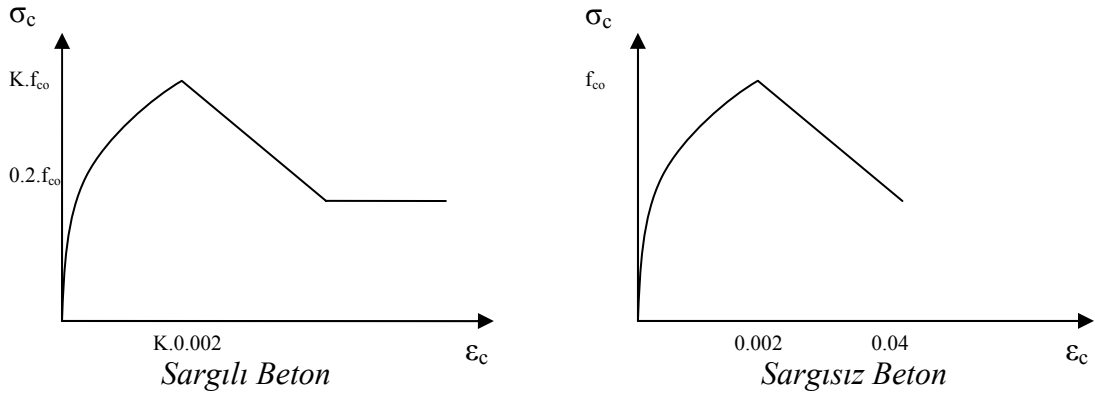
Çatı katında $g = 0,30$ t/m² , $q = 0,15$ t/m² , $q_k = 0,075$ t/m² (kar yükü) hesaplanmıştır.

Duvar yükü olarak dış duvarlarda $0,70$ t/m , iç duvarlarda $0,85$ t/m kullanılmıştır.

Bu değerlere bağlı olarak her bir kirişe ait DL_{duvar} , DL ($DL_{döşeme} + DL_{duvar}$) , LL ($LL_{döşeme}$) , LL_{kar} hesaplanıp SAP2000 programında bu değerler kirişlere yüklenmiştir.

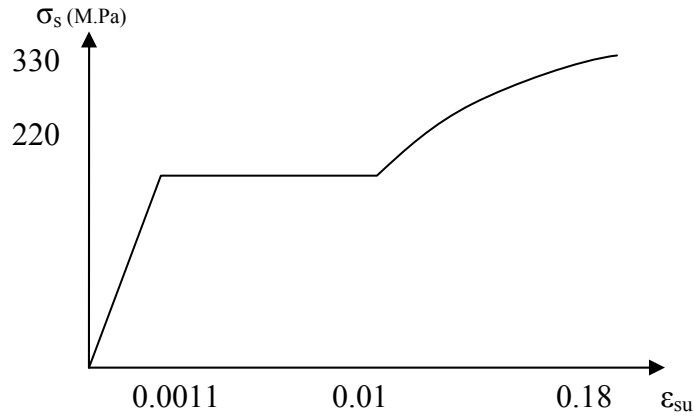
5.4 Sargılı Beton Davranış Modelinin Hazırlanması

735/A-1 ve 735/A-2 binalarında sargılı beton davranış modellerinden gelişmiş Kent&Park modeli seçilmiştir. Her bir taşıyıcı sistem elemanında plastik mafsallık özellikleri kesit özelliklerine, donatı şekli ve miktarına, kullanılan malzeme ve elemana etkiyen yük durumuna göre tanımlanmıştır. Beton sınıfı: B225, donatı sınıfı: St1'dir. Buna bağlı olarak betonda gerilme-şekil değiştirme grafiği Şekil 5.12 de, donatıda gerilme-şekil değiştirme grafiği Şekil 5.13 de belirtilmiştir.



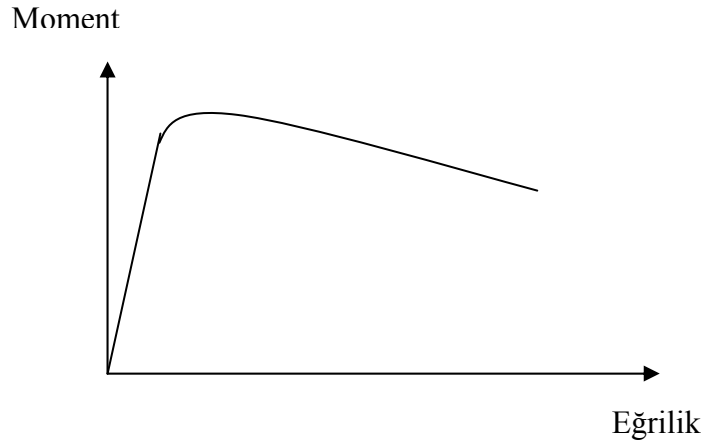
Şekil 5.12: Betonda Gerilme-Şekil Değişirme Grafiği

Bu modelde sargı etkisinin dikkate alınması için enine donatının yani etriye ve kancaların hacimsel oranına bağlı olarak bir K katsayısı hesaplanmaktadır. Bu katsayı ile hem beton dayanımı hem de betonun maksimum gerilme değerine ulaştığı kabul edilen 0.002 deformasyon değeri çarpılarak yeni maksimum noktası belirlenmektedir. Ayrıca bu modelde deformasyon değeri ne olursa olsun gerilme hiçbir zaman dayanımın %20 sinin altına düşmemektedir. ($f_{co} = 180 \text{ kg/cm}^2$)



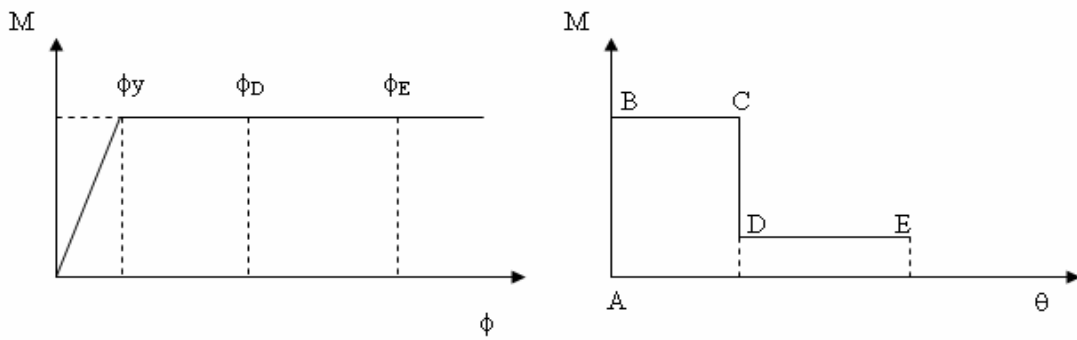
Şekil 5.13: Donatıda Gerilme-Şekil Değişirme Grafiği

Modellerdeki taşıyıcı sistem elemanlarından kolon, perde ve kirişe ait kritik kesitlerinde oluşması beklenen M- θ ilişkisi yukarıda belirtilen plastik mafsalsal özelliklerine göre türetilir. Ve elde edilen grafik Şekil 5.14 de belirtilmiştir.



Şekil 5.14: Moment – Eğrilik İlişkisi

M- θ grafiğinden M- ϕ grafiğine geçilerek (Şekil 5.15) D ve E noktasındaki dönme değerleri hesaplanmaktadır. Bu değerler itirme analizinin yapıldığı SAP2000 programına girilmekte ve mafsalsal bilgileri tarif edilmektedir.



Şekil 5.15: Moment-Eğrilik ve Moment-Dönme Arasındaki İlişki

Kolon ve kiriş için moment D ve E noktası kriterleri aşağıdaki Çizelge 5.15 de belirtilmiştir.

Çizelge 5.15: Kolon ve Kiriş İçin Moment Kriterleri (D ve E Noktası)

	Kolon		Kiriş	
	D	E	D	E
$f_{cc}>$	0.5	0.3	0.5	0.3
$\epsilon_{cc}<$	0.02	0.03	0.02	0.03
$M_{max}>$	0.8	0.6	0.08	0.6
$\epsilon_{su}<$	0.09	0.18	0.12	0.18

Mafsalsal boyu belirlenirken Priestly formülünden; $L_p = 0.08 L_o + 0.0022 f_{sy} \cdot d_{bl}$ yararlanılmıştır. Burada; L_p : plastik mafsalsal boyu, L_o : plastik mafsalsal ve moment sıfır noktası arası uzaklık, f_{sy} : yatay donatı akma dayanımı, d_{bl} : ortalama boyuna donatı çapıdır.

Mafsalsal kabul kriterleri ise; moment mafsalsal için $IO=0.1$, $LS=0.6$, $CP=0.9$ olarak alınmıştır. Kesme dayanımı ise TS500'e göre alınmış ve süneklilik 1'dir.

Perde elemanında ise mafsalsal özellikleri moment-eğrilik değerleri elde edilip, FEMA-356'daki kriterlere göre hesaplama yapılmış ve mafsalsal türetilmiştir.

5.4.1.1. 735/A-1 Kolon Mafsalları

Kolon mafsalsal özellikleri belirlenirken ilk olarak Sap2000 programında $G + n \cdot Q$ formülünden alınacak aksenal yük değerlerine (Burada incelenen model okul binası olduğu için $n = 0.6$ alınacaktır.), boyutlarına , donatı adedi ve çapına , donatı yerleşim durumuna (d_1, d_2, d_3, d_4) ve etriye bilgilerine ihtiyaç vardır. Belirlenen her bir kolon elemanı için mafsalsal grup numaraları Çizelge 5.20 de belirtilmiştir.

Çizelge 5.20: Kolon Elemanına Ait Mafsals Özellikleri (735/A-1)

Mafsals No	Kat	Eksenel Yük	Kolon Adı	Boyut		Donatı Yerleşimi				Donatı Miktarı		Etriye Bilgileri	
		(ton)		(cm)	(cm)	d ₁	d ₂	d ₃	d ₄	Adet	Ø (mm)	Donatı Çapı	Aralık
S1	Bodrum	74	S01	30	50	3	2	3	-	8	16	10	9
S2	Bodrum	69	S01	30	50	3	2	3	-	8	16	10	9
S3	Bodrum	44	S01	30	50	3	2	3	-	8	16	10	9
S4	Bodrum	77	S09	70	25	4	2	4	-	10	16	10	9
S5	Bodrum	51	S010	60	25	4	2	4	-	10	14	10	9
S6	Bodrum	51	S03	60	30	4	2	4	-	10	16	10	9
S7	Zemin	52	S01	30	50	3	2	3	-	8	16	10	9
S8	Zemin	50	S01	30	50	3	2	3	-	8	16	10	9
S9	Zemin	32	S01	30	50	3	2	3	-	8	16	10	9
S10	Zemin	52	S09	70	25	4	2	4	-	10	16	10	9
S11	Zemin	35	S010	60	25	4	2	4	-	10	14	10	9
S12	Zemin	36	S03	60	30	4	2	4	-	10	16	10	9
S13	1. Kat	31	S11	30	40	3	3	-	-	6	16	12	9
S14	1. Kat	19	S12	30	40	3	3	-	-	6	16	12	9
S15	1. Kat	29	S13	50	25	3	3	-	-	6	16	10	10
S16	1. Kat	21	S16	60	25	3	2	3	-	8	16	10	9
S17	2. Kat	10	S21	30	40	3	3	-	-	6	16	12	9
S18	2. Kat	8	S27	50	25	3	2	3	-	6	16	10	9
S19	2. Kat	6	S26	60	25	3	2	3	-	8	16	10	9
S20	2. Kat	8	S28	40	25	2	2	2	-	6	16	10	9

5.4.1.2 735/A-1 Perde Mafsalları

Perde mafsals özellikleri belirlenirken ilk olarak Sap2000 programında $G + n \cdot Q$ formülünden alınacak eksenel yük değerlerine (Burada incelenen model okul binası olduğu için $n = 0.6$ alınacaktır.), boyutlarına , gövde ve başlık donatı bilgilerine ve etriye bilgilerine ihtiyaç vardır. Belirlenen her bir perde elemanı için mafsals grup numaraları Çizelge 5.21’de belirtilmiştir.

Çizelge 5.21: Perde Elemanına Ait Mafsall Özellikleri (735/A-1)

Mafsall No	Kat Adı	Eksenel Yük (ton)	Perde Adı	Boyut		Donatı Yerleşimi					Etriye Bilgileri	
				(cm)	(cm)	Başlık (Üst)		Gövde	Başlık (Alt)		Donatı Çapı	Aralık
P1	Bodrum Kat	123,61	P1 (30/608)	30	608	8	26	Ø 10/25	2	10	10	20
P2	Zemin Kat	94,10				8	26	Ø 10/25	2	10	10	20
P3	1.Kat	61,28				4	22	Ø 10/25	2	10	10	20
P4	2.Kat	27,10				4	18	Ø 10/25	2	10	10	20
P5	Bodrum Kat	14,08	P1 (60/25)	60	25	8	22	Ø 10/25	2	16	10	20
P6	Zemin Kat	9,49				8	22	Ø 10/25	2	16	10	20
P7	1.Kat	6,15				4	22	Ø 10/25	2	16	10	20
P8	2.Kat	3,02				4	18	Ø 10/25	2	16	10	20
P9	Bodrum Kat	208,67	P7 (465/25)	465	25	9	26	Ø 10/30	9	26	10	25
P10	Zemin Kat	154,58				9	26	Ø 10/30	9	26	10	25
P11	1.Kat	98,49				5	22	Ø 10/30	5	22	10	25
P12	2.Kat	40,43				3	16	Ø 10/30	3	16	10	25

5.4.1.3 735/A-1 Kiriş Mafsalları

Kiriş mafsall özellikleri belirlenirken ise kolon ve perde elemanlarında olduğu gibi eksenel yük değerleri bu sefer olmayacaktır. Sadece her bir kiriş elemana gelen mesnetlerdeki üst ve alt donatı miktarlarına , ortalama çap ve net uzunluğa (L_{net}) ihtiyaç olmaktadır.

Çizelge 5.22: Kiriş Elemanına Ait Mafsal Özellikleri (735/A-1)

Mafsal No	Üst Donatı	Alt Donatı	Kiriş	Sol Mesnet	Sağ Mesnet	L net / 2	Çap
	(cm^2)	(cm^2)				(cm)	(mm)
1	4,52	2,26	K055	X	X	136	12
			K155	X	X		
			K255	X	X		
			K052		X		
			K152		X		
			K252		X		
			K049	X			
			K149	X			
2	4,52	4,27	K052	X		136	12,6
			K152	X			
3	4,52	6,28	K252	X		136	13,1
4	5,34	2,26	K343	X	X	96,25	13,4
			K344	X	X		
5			K348	X		291,25	
6			K352	X	X	136	
7	5,34	3,08	K044	X	X	96,25	13,4
			K144	X	X		
K244			X	X			
8			K351	X	X	291,25	
			K354		X		
9	5,34	3,39	K345	X		96,25	12,6
10	6,28	3,14	K245	X		96,25	14,1
11	6,28	4,02	K046	X		96,25	14,8
			K146	X			
12	6,47	2,26	K249	X		136	12,6
			K349	X			
13			K348		X	291,25	
14	6,88	3,08	K043	X	X	96,25	13,5
			K143	X	X		
			K243	X	X		
15	7,35	4,02	K350	X	X	291,25	15,5
16	7,35	3,08	K354	X		291,25	13,8
17	8,01	3,08	K051	X		291,25	13,3
			K151	X			
18	8,29	3,83	K254	X		136	13,1
19	8,29	4,02	K048	X	X	291,25	15
			K148	X	X		
20			K056	X	X	136	
			K156	X	X		
21	8,29	4,27	K054	X	X	136	14,1
			K154	X	X		

Çizelge 5.22: Kiriş Elemanına Ait Mafsal Özellikleri (735/A-1)

Mafsal No	Üst Donatı	Alt Donatı	Kiriş	Sol Mesnet	Sağ Mesnet	L net / 2	Çap
	(<i>cm</i> ²)	(<i>cm</i> ²)				(<i>cm</i>)	(<i>mm</i>)
22	8,29	5,15	K045	X		96,25	14,6
			K145	X			
23	8,42	3,08	K251	X		291,25	13,5
24	8,54	5,09	K053	X		291,25	17
			K153	X			
25	8,89	4,02	K047	X		88,75	15,3
			K147	X			
26	9,36	3,8	K346	X		96,25	13,6
			K345		X		
27	9,42	4,02	K248	X	X	291,25	14,6
28	9,67	5,09	K253	X		291,25	16,4
29	9,89	4,02	K050	X	X	291,25	15,9
			K150	X	X		
30	9,89	5,09	K256	X	X	136	16,5
31	9,89	6,03	K250	X	X	291,25	15,9
32	10,8	9,89	K353	X		291,25	15,5
33	12,43	5,15	K247	X		88,75	15,8
34	6,28	2,01	K245		X	96,25	14,5
35	6,53	2,26	K353		X	136	12,6
36	6,88	5,09	K051		X	291,25	13,8
			K151		X		
37	6,88	7,1	K251		X	291,25	14,1
38	7,6	3,39	K049		X	136	12,5
			K149		X		
39	8,29	6,28	K254		X	136	14,4
40	8,54	6,66	K253		X	291,25	15,6

Çizelge 5.22: Kiriş Elemanına Ait Mafsal Özellikleri (735/A-1)

Mafsal No	Üst Donatı	Alt Donatı	Kiriş Adı	Sol Mesnet	Sağ Mesnet	L net / 2	Çap
	(cm^2)	(cm^2)				(cm)	(mm)
41	8,54	7,1	K053		X	291,25	16,9
			K153		X		
42	10,42	6,28	K249		X	136	14,6
43	11,62	9,89	K349		X	136	15,8
44	11,68	9,11	K047		X	88,75	17,2
			K147		X		
45	15,7	4,02	K046		X	96,25	16,7
			K146		X		
46	16,74	9,89	K346		X	96,25	16,8
47	17,9	9,89	K347		X	88,75	16,5
48	19,91	7,1	K247		X	88,75	16,9
49	23,49	5,56	K246		X	96,25	17,6
50	8,29	4,02	K246	X		96,25	15
			K045		X		
51			K047		X	88,75	
52	5,34	2,26	K347	X		88,75	12,7

5.4.2.1. 735/A-2 Kolon Mafsalları

Kolon mafsal özellikleri belirlenirken ilk olarak Sap2000 programında $G + n \cdot Q$ formülünden alınacak aksenal yük değerlerine (Burada incelenen model okul binası olduğu için $n = 0.6$ alınacaktır.), boyutlarına , donatı adedi ve çapına , donatı yerleşim durumuna (d_1, d_2, d_3, d_4) ve etriye bilgilerine ihtiyaç vardır. Belirlenen her bir kolon elemanı için mafsal grup numaraları Çizelge 5.23 de belirtilmiştir.

Çizelge 5.23: Kolon Elemanına Ait Mafsal Özellikleri (735/A-2)

Mafsal No	Kat	Eksenel Yük	Kolon Adı	b	h	Donatı Yerleşimi				Donatı Miktarı		Etriye Bilgileri	
		(ton)		(cm)	(cm)	d ₁	d ₂	d ₃	d ₄	Adet	ø (mm)	Donatı Çapı	Aralık
S1	Zemin	65	S03D	30	60	3	2	2	3	10	16	10	9
S2	Zemin	57	S03D	30	60	3	2	2	3	10	16	10	9
S3	Zemin	30	S03Y	60	30	4	2	4	-	10	16	10	9
S4	Zemin	40	S03Y	60	30	4	2	4	-	10	16	10	9
S5	Zemin	69	S06	85	30	4	2	4	-	10	18	12	9
S6	Zemin	80	S07	85	30	4	2	4	-	10	18	12	9
S7	Zemin	21	S02	30	50	2	2	2	-	4	20	10	9
										2	14		
S8	Zemin	43	S01	50	30	3	2	3	-	8	16	10	9
S9	Zemin	58	S07	30	70	3	2	2	3	6	18	12	10
										4	14		
S10	Zemin	39	S04	30	60	2	2	2	2	8	18	10	9
S11	1. Kat	40	S12	30	50	3	2	3	-	8	16	10	10
S12	1. Kat	47	S12	30	50	3	2	3	-	8	16	10	10
S13	1. Kat	28	S12	30	50	3	2	3	-	8	16	10	10
S14	1. Kat	15	S12	30	50	3	2	3	-	8	16	10	10
S15	1. Kat	55	S15	70	25	4	2	4	-	10	16	10	8
S16	1. Kat	29	S13	50	25	3	2	3	-	8	16	10	9
S17	1. Kat	26	S14Y	60	30	4	2	4	-	10	16	10	10
S18	1. Kat	42	S14D	30	60	3	2	2	3	10	16	10	10

Çizelge 5.23: Kolon Elemanına Ait Mafsals Özellikleri (735/A-2)

Mafsals No	Kat Adı	Eksenel Yük	Kolon Adı	b	h	Donatı Yerleşimi				Donatı Miktarı		Etriye Bilgileri	
		(ton)		(cm)	(cm)	d ₁	d ₂	d ₃	d ₄	Adet	ø (mm)	Donatı Çapı	Aralık
S19	2. Kat	28	S23	30	40	3	3	-	-	6	18	12	10
S20	2. Kat	17	S23	30	40	3	3	-	-	6	18	12	10
S21	2. Kat	36	S25	50	25	3	2	3	-	8	16	10	10
S22	2. Kat	17	S26	50	25	3	2	3	-	8	16	10	10
S23	2. Kat	14	S29	60	30	4	2	4	-	10	16	10	10
S24	2. Kat	17	S22	50	30	3	2	3	-	8	16	10	10
S25	2. Kat	9	S24	30	40	3	2	3	-	8	16	12	10
S26	2. Kat	26	S21	30	40	3	3	-	-	6	16	12	10
S27	3. Kat	10	S31	30	40	3	3	-	-	6	18	12	10
S28	3. Kat	12	S34	40	25	3	3	-	-	6	16	12	10
S29	3. Kat	6	S37	60	30	3	2	3	-	6	22	10	10
										2	16		
S30	3. Kat	3	S36	30	30	2	2	-	-	4	20	10	10
S31	3. Kat	6	S35	30	30	2	2	2	-	6	18	10	10
S32	3. Kat	11	S32	30	40	3	2	3	-	8	16	12	10

5.4.2.2 735/A-2 Perde Mafsalları

Perde mafsals özellikleri belirlenirken ilk olarak Sap2000 programında $G + n \cdot Q$ formülünden alınacak eksenel yük değerlerine (Burada incelenen model okul binası olduğu için $n = 0.6$ alınacaktır.), boyutlarına , gövde ve başlık donatı bilgilerine ve etriye bilgilerine ihtiyaç vardır. Belirlenen her bir perde elemanı için mafsals grup numaraları Çizelge 5.24’de belirtilmiştir.

Çizelge 5.24: Perde Elemanına Ait Mafsalsal Özellikleri (735/A-2)

Mafsalsal No	Kat Adı	Eksenel Yük	Perde Adı	b	h	Donatı Yerleşimi					Etriye Bilgileri	
		(ton)		(cm)	(cm)	Başlık (Ü)		Gövde	Başlık (A)		Donatı Çapı	Araçlık
P1	Zemin Kat	120,66	P8	30	633	34	26	ø 10/25	11	26	10	20
P2	1. Kat	93,63				19	26	ø 10/25	5	26	10	20
P3	2. Kat	61,79				12	22	ø 10/25	4	22	10	20
P4	3. Kat	28,05				4	18	ø 10/25	2	10	10	20
P5	Zemin Kat	103,09	P9	425	25	2	10	ø 10/25	44	26	10	20
P6	1. Kat	75,04				2	10	ø 10/25	25	26	10	20
P7	2. Kat	48,83				2	10	ø 10/25	11	26	10	20
P8	3. Kat	22,41				2	10	ø 10/25	4	18	10	20

5.4.2.3 735/A-2 Kiriş Mafsalları

Kiriş mafsalsal özellikleri belirlenirken ise kolon ve perde elemanlarında olduğu gibi eksenel yük değerleri bu sefer olmayacaktır. Sadece her bir kiriş elemana gelen mesnetlerdeki üst ve alt donatı miktarlarına , ortalama çap ve net uzunluğa (L_{net}) ihtiyaç olmaktadır.

Çizelge 5.25: Kiriş Elemanına Ait Mafsalları Özellikleri (735/A-2)

Mafsalları No	Üst Donatı	Alt Donatı	Kiriş Adı	Sol Mesnet	Sağ Mesnet	L net / 2	Çap
	(<i>cm</i> ²)	(<i>cm</i> ²)				(<i>cm</i>)	(<i>mm</i>)
1	2,26	5,65	K407	X		80	12
2	3,39	7,6	K307	X		80	12,5
3	3,8	8,54	K207	X		80	13,2
4	4,27	4,52	K107	X		80	12,6
5	4,52	2,26	K126	X	X	137,5	12
			K226	X	X		
			K326	X	X		
			K416	X	X		
			K421	X	X		
6			K402	X	X	96,25	
7			K408	X		177,5	
8	4,52	2,26	K405		X	96,25	12
			K406	X	X		
			K410	X	X		
			K411	X			
9	5,34	2,26	K409		X	96,25	12,7
10	5,34	2,26	K121	X	X	137,5	12,7
			K316	X	X		
11	5,34	2,26	K401	X	X	96,25	12,7
			K403	X	X		
12			K423		X	271,25	
13	5,34	3,08	K102	X		96,25	13,4
			K103		X		
			K202	X	X		
			K203	X	X		
			K302	X	X		
			K303	X	X		
14			K420	X	X	271,25	
15			K308		X	177,5	
16			K319		X	266,25	
17	5,34	4,52	K409	X		96,25	12,5
18	5,34	4,52	K107		X	80	12,5
19	5,34	4,62	K319	X		266,25	13,5
20	6,28	2,26	K124	X	X	137,5	13,5
			K218	X			

Çizelge 5.25: Kiriş Elemanına Ait Mafsal Özellikleri (735/A-2)

Mafsal No	Üst Donatı	Alt Donatı	Kiriş Adı	Sol Mesnet	Sağ Mesnet	L net / 2	Çap	
	(<i>cm</i> ²)	(<i>cm</i> ²)				(<i>cm</i>)	(<i>mm</i>)	
21	6,28	3,08	K103	X		96,25	14,1	
22			K108		X	177,5		
23	6,28	4,02	K125	X	X	258,75	14,8	
			K120		X			
24			K415	X	X	223,75		
25			K225		X	266,25		
			K325		X			
26	6,28	10,3	K312	X		96,25	16,3	
27	6,78	2,26	K318	X		137,5	12	
28	6,88	2,26	K118	X	X	137,5	12,9	
			K418	X	X			
29	6,88	3,08	K101	X	X	96,25	13,5	
			K201		X			
			K301		X			
			30	K119	X			258,75
			31	K219		X		266,25
32	K419	X	X	271,25				
33	6,88	3,08	K201	X		96,25	13,3	
			K301	X				
34	6,88	4,62	K219	X		266,25	13,5	
35	7,35	2,26	K224	X	X	137,5	14,3	
			K324	X	X			
36	7,35	4,02	K206	X		96,25	15,5	
			K306	X	X			
			K309	X	X			
			K310	X	X			
			K311	X				
			K205		X			
			K305		X			
37	7,35	4,02	K414	X	X	291,25	15,5	
38			K106		X	96,25		
39	7,35	5,09	K323	X		266,25	16,2	
40	7,35	5,56	K105	X		96,25	15,3	
41	7,35	13,44	K305	X		96,25	17,2	
42	7,41	4,02	K120	X		258,75	14,4	
43			K225	X		266,25		
			K325	X				
44	7,66	12,43	K116	X		137,5	15,3	
45	8,29	4,02	K209	X	X	96,25	15	
			K210	X	X			
			K211	X				

Çizelge 5.25: Kiriş Elemanına Ait Mafsalları Özellikleri (735/A-2)

Mafsalları No	Üst Donatı	Alt Donatı	Kiriş Adı	Sol Mesnet	Sağ Mesnet	L net / 2	Çap
	(cm ²)	(cm ²)				(cm)	(mm)
46	8,29	4,02	K417	X	X	271,25	15
47			K128		X	258,75	
48			K228		X	266,25	
			K328		X		
49	8,48	4,02	K110	X		96,25	15,1
50	8,48	4,02	K206		X	96,25	15,1
51	8,48	5,15	K106	X		96,25	14,7
			K105		X		
52	8,89	4,02	K111	X		96,25	15,3
			K110		X		
53	9,36	3,08	K108	X		177,5	14,1
54	9,83	4,02	K128	X		258,75	14,8
55	9,89	5,09	K215	X	X	223,75	16,5
56	9,89	5,09	K223	X	X	266,25	16,5
			K323		X		
57			K313	X	X	287,5	
58	9,89	6,03	K113	X	X	287,5	15,9
			K114	X	X		
K413			X	X	291,25		
K214			X	X			
59			K314	X	X		
60	10,42	6,15	K308	X		177,5	14,5
61	10,71	5,09	K122	X	X	258,75	17
			K123	X	X		
62	10,8	7,35	K127	X		137,5	15,2
63	11,62	5,34	K423	X		271,25	14,7
64	12,12	11,4	K317	X	X	266,25	18,2
65	12,15	8,54	K227	X		137,5	15,5
66	12,31	4,02	K109	X		96,25	15,2
67	12,5	6,28	K315	X	X	223,75	18,5
68	12,5	6,28	K213		X	287,5	18,5
69	12,56	3,08	K208	X		177,5	15,8
70	12,81	6,28	K115	X		223,75	17,4
71	13,94	9,89	K327	X		137,5	15,9
72	14,51	6,28	K213	X		287,5	18,2
73	14,7	13,66	K216	X		137,5	16,7
74	14,79	7,63	K117	X	X	258,75	16,9
75			K217	X	X	266,25	
76	15,7	4,02	K112	X		96,25	16,7
77	17,08	14,82	K422	X		137,5	17
78	17,68	8,04	K212	X		96,25	17,3
79	17,71	5,56	K228	X		266,25	16,4
80	18,46	7,1	K328	X		266,25	15,8

Çizelge 5.25: Kiriş Elemanına Ait Mafsals Özellikleri (735/A-2)

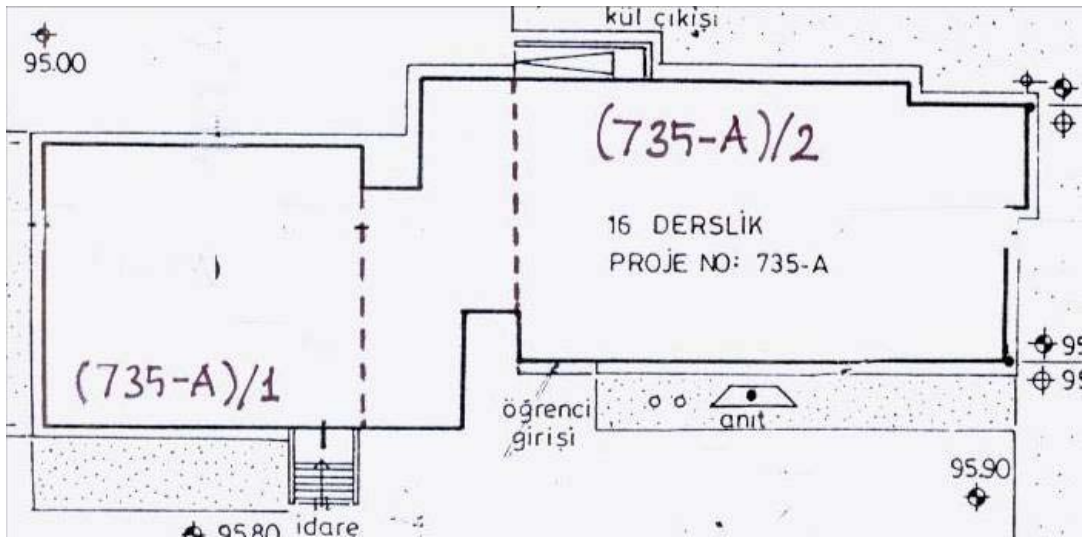
Mafsals No	Üst Donatı	Alt Donatı	Kiriş Adı	Sol Mesnet	Sağ Mesnet	L net / 2	Çap
	(cm ²)	(cm ²)				(cm)	(mm)
81	18,75	13,44	K205	X		96,25	18,5
82	23,52	17,46	K405	X		96,25	18,7
			K412	X			
			K404		X		
83	25,28	10,3	K104	X		96,25	18,7
84	31,12	25,06	K404	X		96,25	19,4
85	32,88	16,58	K204	X		96,25	19,3
86	36,68	19,72	K304	X		96,25	19,4
87	2,26	4,52	K407		X	80	12
88	5,65	4,52	K408		X	177,5	12
89	6,06	2,26	K127		X	137,5	12,3
90	6,28	3,8	K218		X	137,5	13,5
91	6,28	5,56	K104		X	96,25	14,7
92	6,28	13,44	K304		X	96,25	16,7
93	6,78	3,8	K318		X	137,5	12,2
94	7,35	7,6	K307		X	80	13,8
95	7,82	3,08	K208		X	177,5	14,1
96	8,01	3,08	K119		X	258,75	13,3
97	8,54	10,8	K207		X	80	15,7
98	9,42	4,02	K109		X	96,25	14,6
99	10,8	10,3	K216		X	137,5	15
100	10,8	5,34	K422		X	137,5	14,3
101	11,3	3,08	K102		X	96,25	17,5
102	13,94	3,8	K227		X	137,5	15
103	14,35	10,3	K115		X	223,75	16,9
104	14,7	17,46	K116		X	137,5	17,1
105	14,7	5,34	K327		X	137,5	14,6
106	16,77	4,02	K111		X	96,25	17,2
107	17,68	13,44	K204		X	96,25	18,2
108	19,69	8,04	K211		X	96,25	17,2
109	21,26	17,46	K411		X	96,25	19,5
110	22,55	10,3	K311		X	96,25	18,7
111	25,28	14,19	K112		X	96,25	18,3
112	32,88	23,02	K212		X	96,25	19,9
113	34,92	25,06	K412		X	96,25	19,5
114	36,68	23,02	K312		X	96,25	20
115	8,54	5,09	K104A	X	X	96,25	17
116	8,54	5,09	K204A	X	X	96,25	17
			K304A	X	X		
117	5,34	3,08	K404A	X	X	96,25	13,4

ALTINCI BÖLÜM

ANALİZLER

6.1 Giriş

Binalara yatayda uygulanacak yükleme deseninin belirlenmesi için önerilen yaklaşımlar bölüm 4.1.2’de verilmiştir. İttirme işlemi için 3. yükleme deseni kullanılmıştır. (3.yükleme deseni: İlk mod şekli ile kat kütlelerinin çarpımının oranları olan yatay yükler kat seviyelerine uygulanır.)



Şekil 6.1 : 735/A Binasına Ait Modellerin Görünümü

6.2 Modeller Ait Yükleme Desenlerinin Hesabı

Modellere uygulanacak olan doğrusal olmayan itirme analizinde (Pushover Analysis) kütle ve 1. Mod şekilleri dikkate alınmıştır. Bu nedenle modellere ait ölü ve hareketli yüklerin etkisiyle binanın ağırlığı hesaplanmıştır.

Çizelge 6.1 ve Çizelge 6.2’de , $W = G + n.Q$ kombinasyonu (okul binaları için $n = 0,6$) kullanılarak, kat seviyelerinde oluşan ölü ve hareketli yükler hesaplanmış, kat ağırlıkları, kat kütleleri ve toplam bina ağırlığı ve kütlesi belirlenmiştir.

Çizelge 6.1: Katlara Gelen Toplam Ağırlık (735/A-1)

W (ton)	Kolon&Perde	Kiriş	DL Döşeme	DL Duvar	LL Döşeme	LL Kar	Gi	Qi	0.6Qi	Gi+0.6Qi	M _i
2.Kat	63,31	67,27	78,29	0	39,11	12,01	208,87	51,12	30,67	239,54	24,42
1.Kat	63,51	67,27	103,10	110,16	97,50	0	344,04	97,50	58,50	402,54	41,03
Zemin Kat	66,53	67,27	102,89	110,16	97,29	0	346,84	97,29	58,37	405,21	41,31
Bodrum Kat	66,53	67,27	102,89	110,16	97,29	0	346,84	97,29	58,37	405,21	41,31

$\Sigma=1452,5$ $\Sigma= 148,06$

Çizelge 6.2: Katlara Gelen Toplam Ağırlık (735/A-2)

W (ton)	Kolon Perde	Kiriş	DL Döşeme	DL Duvar	LL Döşeme	LL Kar	Gi	Qi	0.6Qi	Gi+0.6Qi	M _i
3.Kat	69,36	99,1872	120,564	0	60,2325	17,6531	289,11	77,89	46,73	335,84	34,23
2.Kat	71,9304	99,3564	157,2938	129,41623	151,373	0	458,00	151,37	90,82	548,82	55,95
1. Kat	78,6216	99,3564	157,29375	129,41625	151,373	0	464,69	151,37	90,82	555,51	56,63
Zemin Kat	86,7408	100,9008	155,84425	146,43875	150,095	0	489,92	150,10	90,06	579,98	59,12

$\Sigma=2020,16$ $\Sigma= 205,93$

Kat kütlelerinin ve x ve y yönünde hesaplanan mod şekillerinin kullanılması ile yükleme desenleri hesaplanmış , bulunan değerler Çizelge 6.3 ve Çizelge 6.4' de verilmiştir. Çizelge 6.3 ve Çizelge 6.4' de verilen $m_i \cdot \emptyset_i / \sum m_i \cdot \emptyset_i$ değerleri normalize edilmiştir. Çizelge 6.3'de X ve Y yönünde oluşan 1. Mod şekilleri birbirine çok yakın olduğu için her iki yönde de ortalama hesabı yapılmış, ittirme analizi ortalama olarak hesaplanan duruma göre yapılmıştır.

Çizelge 6.3: Katlara Etki Edecek Yükleme Durumları (735/A-1)

Kat Adı	\emptyset_i (x)	\emptyset_i (y)	$m_i \cdot \emptyset_i$ (x)	$\frac{m_i \cdot \emptyset_i (x)}{\sum m_i \cdot \emptyset_i (x)}$	$m_i \cdot \emptyset_i$ (y)	$\frac{m_i \cdot \emptyset_i (y)}{\sum m_i \cdot \emptyset_i (y)}$	Ortalama
2.Kat	0,138	1,000	3,37	1,00	3,42	1,00	1,00
1.Kat	0,100	0,700	4,10	1,22	4,02	1,18	1,20
Zemin Kat	0,058	0,407	2,40	0,71	2,35	0,69	0,70
Bodrum Kat	0,021	0,150	0,87	0,26	0,87	0,25	0,25
			$\Sigma=10,74$		$\Sigma=10,66$		

Çizelge 6.4: Katlara Etki Edecek Yükleme Durumları (735/A-2)

Kat Adı	\emptyset_i (x)	\emptyset_i (y)	$m_i \cdot \emptyset_i$ (x)	$\frac{m_i \cdot \emptyset_i (x)}{\sum m_i \cdot \emptyset_i (x)}$	$m_i \cdot \emptyset_i$ (y)	$\frac{m_i \cdot \emptyset_i (y)}{\sum m_i \cdot \emptyset_i (y)}$
3.Kat	11,65	11,70	398,83	1,00	400,55	1,00
2.Kat	8,62	8,58	482,25	1,21	480,01	1,20
1. Kat	5,14	5,13	291,06	0,73	290,50	0,73
Zemin Kat	1,93	1,97	114,10	0,29	116,47	0,29
			$\Sigma=1286,25$		$\Sigma=1287,52$	

6.3 Statik İttirme Analizinin Tanımlanması

Yatayda (x ve y yönünde) yapılan itirme analizleri binanın ağırlığı ile yüklenmesinden sonra başlatılmıştır. Afet yönetmeliğine uygun olarak yapılan ağırlık hesabı SAP2000 programına Şekil 6.2’de gösterildiği gibi tanımlanmıştır.($W = G + n.Q$)

Analysis Case Data - Nonlinear Static

Analysis Case Name Weight Pushover

Analysis Case Type Static

Initial Conditions

Zero Initial Conditions - Start from Unstressed State

Continue from State at End of Nonlinear Case

Important Note: Loads from this previous case are included in the current case

Analysis Type

Linear

Nonlinear

Nonlinear Staged Construction

Modal Analysis Case

All Modal Loads Applied Use Modes from Case EIGENMODES

Loads Applied

Load Type	Load Name	Scale Factor
Load	DL	1.
Load	DL	1.
Load	LL	0,6
Load	LLKAR	0,6
Load	OZYUK	1.

Other Parameters

Load Application Full Load

Results Saved Final State Only

Nonlinear Parameters Default

Şekil 6.2 : Pushover Analizi İçin Bina Ağırlığının Tanımlanması

Çizelge 6.2’de hesaplanan itme şekilleri SAP2000 programına statik yükleme durumu olarak tarif edilmiş , binanın ağırlığı $G + n.Q$ yükleri ile yüklenmesinden sonra statik itirme analizleri bu yükleme durumlarına göre tanımlanmıştır. Şekil 6.3 ve 6.4’te, X(U1) ve Y(U2) yönlerinde SAP2000 programına itirme analizlerinin nasıl tarif edildiği gösterilmektedir.

Analysis Case Data - Nonlinear Static

Analysis Case Name Mi Mod1(x)

Analysis Case Type Static

Initial Conditions

Zero Initial Conditions - Start from Unstressed State

Continue from State at End of Nonlinear Case

Important Note: Loads from this previous case are included in the current case

Modal Analysis Case

All Modal Loads Applied Use Modes from Case

Loads Applied

Load Type	Load Name	Scale Factor
Load	Mi.Mod1x	1.
Load	Mi.Mod1x	1.

Other Parameters

Load Application

Results Saved

Nonlinear Parameters

Şekil 6.3 : X Yönünde Uygulanacak Pushover Analizinin Tanımlanması

Analysis Case Data - Nonlinear Static

Analysis Case Name Mi Mod2(y)

Analysis Case Type Static

Initial Conditions

Zero Initial Conditions - Start from Unstressed State

Continue from State at End of Nonlinear Case

Important Note: Loads from this previous case are included in the current case

Modal Analysis Case

All Modal Loads Applied Use Modes from Case

Loads Applied

Load Type	Load Name	Scale Factor
Load	Mi.Mod2y	1.
Load	Mi.Mod2y	1.

Other Parameters

Load Application

Results Saved

Nonlinear Parameters

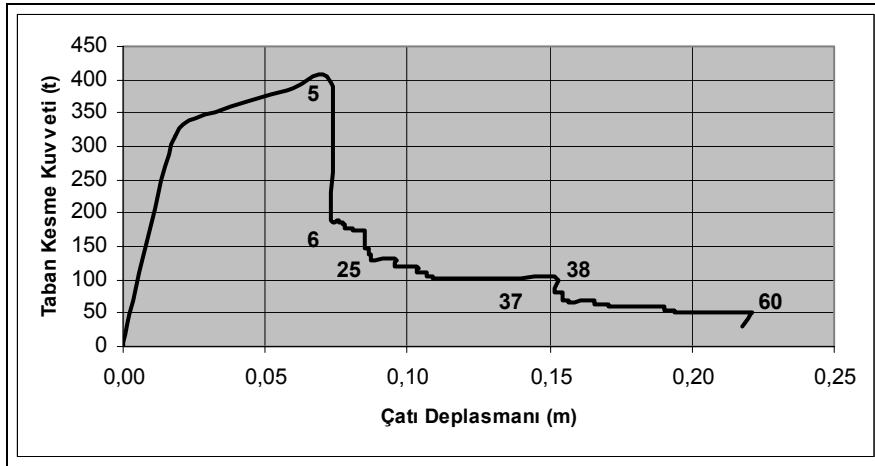
Şekil 6.4 : Y Yönünde Uygulanacak Pushover Analizinin Tanımlanması

6.4 Bina Kapasite Eğrilerinin Hesabı

6.4.1 735/A-1 Binası İçin Kapasite Eğrileri

6.4.1.1 X Yönünde Doğrusal Olmayan Analiz Sonuçları

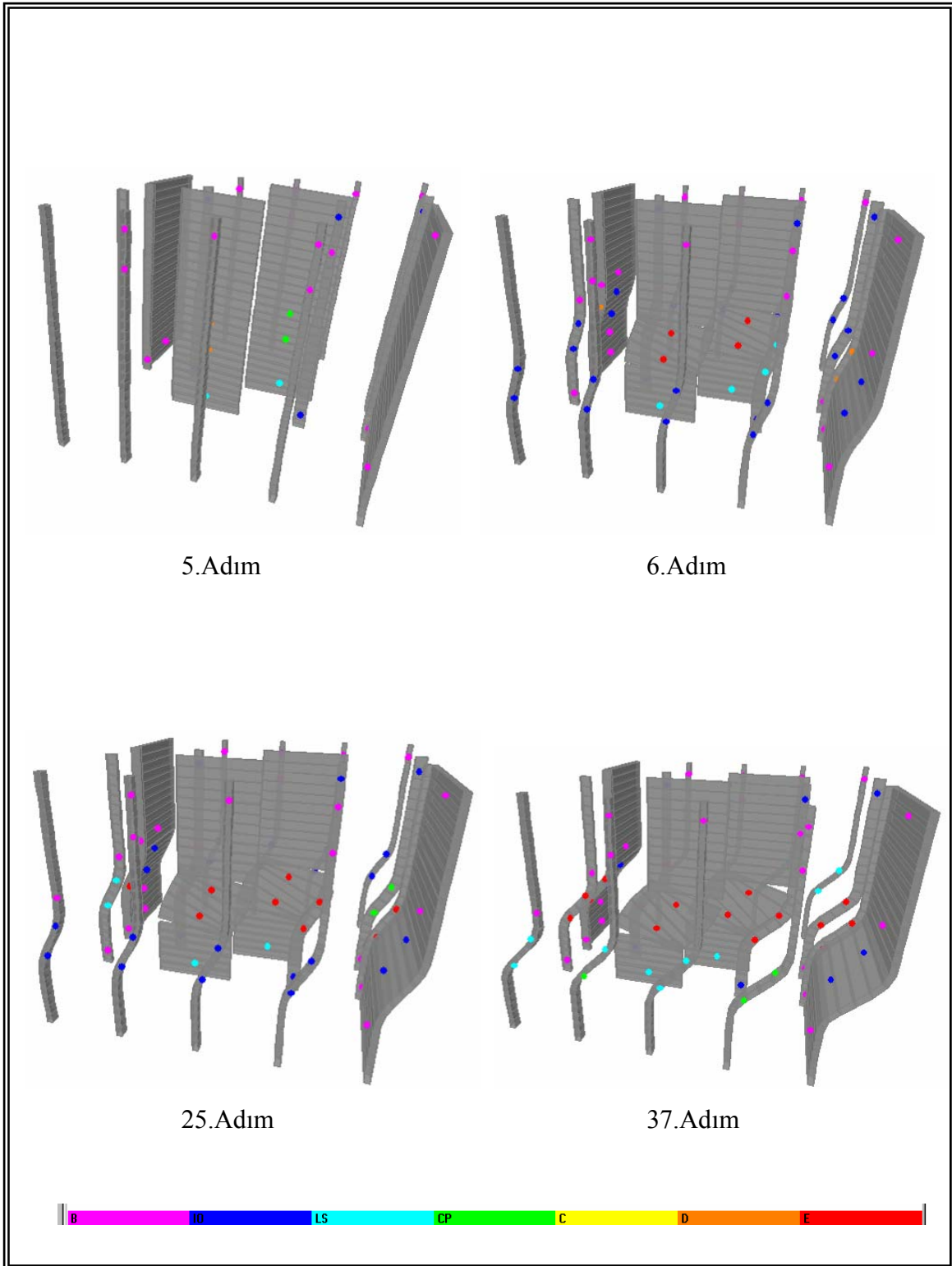
735/A-1 binası için X yönünde yapılan doğrusal olmayan analiz sonucunda Şekil 6.4'te görülen kapasite eğrisi elde edilmiştir. Eğri üzerinde gösterilen numaralar o anda ulaşılan ittirme adımını göstermektedir. Çizelge 6.5'te ise seçilen bu adımlarda elemanlarda oluşan mafsallaşma seviyeleri ve sayıları gösterilmiştir.



Şekil 6.5 : X Yönüne Ait Kritik Kesitlerdeki Mafsallaşma Durumu

Çizelge 6.5: X Yönüne Ait Kritik Bölgelerdeki Mafsallaşan Eleman Sayıları

Adım No	A-B	B-IO	IO-LS	LS-CP	CP-C	D-E	>E	Toplam
5	304	106	120	2	2	2	0	536
6	263	113	146	6	0	4	4	536
25	262	118	138	4	2	0	12	536
37	262	120	120	13	5	0	16	536
38	262	120	116	10	7	5	16	536
60	262	123	113	2	2	4	30	536



Şekil 6.6 : Kritik Adımlardaki Mafsallaşma Seviyeleri (X Yönü)

Çizelge 6.6: X Yönüne Ait Kritik Bölgelerdeki Mafsallaşan Elemanlar

Adım No	D-E			>E				
	Kolon&Perde	Adet	Kiriş	Adet	Kolon&Perde	Adet	Kiriş	Adet
5	P7(Z11)	2	-	0	-	0	-	0
6	P1(Z13) – P1(Z6)	4	-	0	P7(Z11)	4	-	0
25	-	0	-	0	P1(Z6-Z13)-P7(Z11-Z8)-S09(Z7-Z12)	12	-	0
37	-	0	-	0	P1(Z6-Z13)-P7(Z11-Z8)-S09(Z7-Z12) S010(Z9)-S03(Z10)	16	-	0
38	S01(Z4-Z15-Z17)	5	-	0	P1(Z6-Z13)-P7(Z11-Z8)-S09(Z7-Z12) S010(Z9)-S03(Z10)	16	-	0
60	S01(Z14)-P1(Z18)	4	-	0	P1(Z6-Z13)-P7(Z11-Z8)-S09(Z7-Z12) S010(Z9)-S03(Z10) S01(Z2-Z3-Z4-Z5-Z15-Z16-Z17)	30	-	0

Çizelge 6.6’da belirtilen kolon, perdelerin adlandırılması (Örneğin; P7(Z11): Perde 7 elemanının zemin katta sol üst köşeden 11. sırada bulunduğu 735/A-1’e ait kalıp planları üzerinde görülmektedir.) yapılmış ve göçme sınırında bulunan D-E arası ve >E bölgeleri için kolon, perde ve kiriş elemanlarındaki mafsallaşma sayıları belirtilmiştir.

Şekil 6.6’de X yönünde uygulanan itirme analizinde belirtilen adım no’lara göre mafsallaşma seviyeleri görülmektedir. Ara kat mekanizması sebebiyle taşıyıcı sistem elemanlarındaki güç tükenmesinin fazlaştığı bölge zemin katta görülmektedir.

X yönünde uygulanan itirme analizinde zemin katta bulunan taşıyıcı sistem elemanları bakımından taban kesme kuvvetinin büyük oranda azalışı Adım No: 5’ten Adım No: 6’ya geçiş sırasında olmaktadır.(Şekil 6.5)

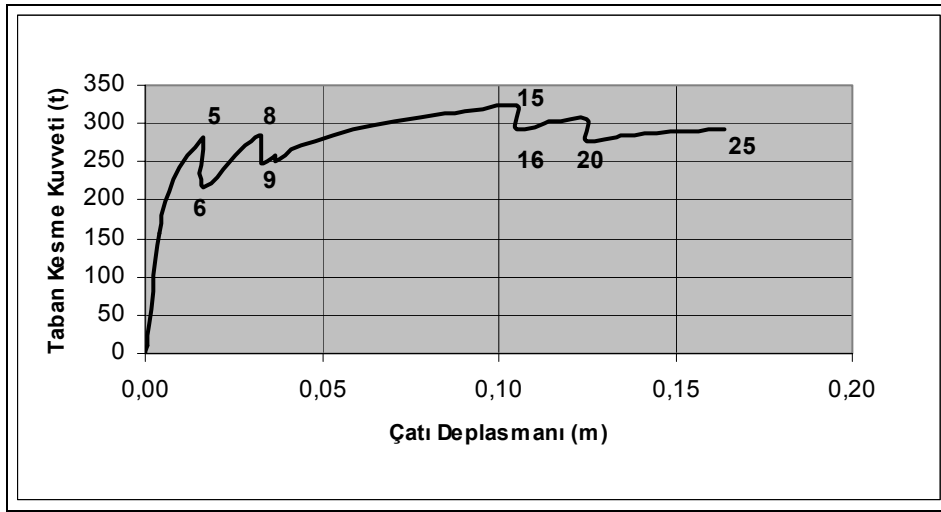
Adım No: 5’e kadar sistemi taşıyan yatay yük taşıma kapasitesi zemin katta bulunan perde elemanında P7(Z11) meydana gelen mafsallaşma sonucu Adım No: 6’ya

geçişte tabanda bulunan diğer elemanlara oranla göçme durumundadır. Bu adımdan sonra binayı diğer taşıyıcı sistem elemanlarından kolonlar sağlamaktadır. Perde elemanın mafsallaştığı anda (Adım No:6) sistemin deplasman süneklilik değeri $\mu_d=4,02$ olarak hesaplanmıştır. Bu aşamada perdelerin devreden çıkması ile yapının taban kesme kuvveti taşıma kapasitesi ciddi oranda azalmaktadır. Bu durumun 5. adımda ulaşılan deplasman seviyesinin, maksimum seviye olarak düşünülmesi gerektiğini göstermektedir.

Kiriş elemanlarında belirtilen bu kritik bölgelerde göçme durumunda mafsallaşmanın olmadığı açık bir biçimde görülmektedir.

6.4.1.2 Y Yönünde Doğrusal Olmayan Analiz Sonuçları

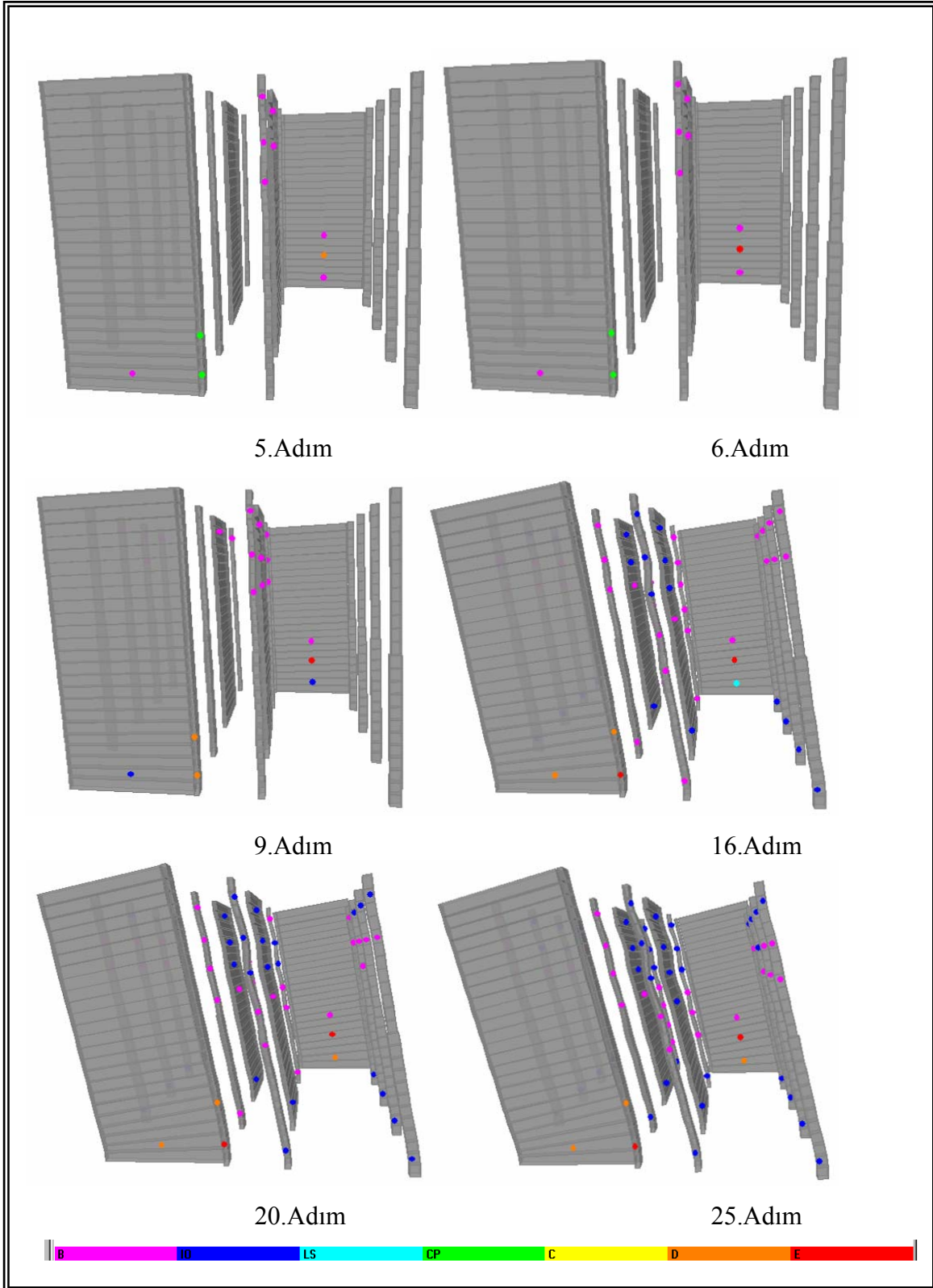
735/A-1 binası için Y yönünde yapılan doğrusal olmayan analiz sonucunda Şekil 6.7 de görülen kapasite eğrisi elde edilmiştir. Eğri üzerinde gösterilen numaralar o anda ulaşılan ittirme adımını göstermektedir. Çizelge 6.7’de ise seçilen bu adımlarda elemanlarda oluşan mafsallaşma seviyeleri ve sayıları gösterilmiştir.



Şekil 6.7 : Y Yönüne Ait Kritik Kesitlerdeki Mafsallaşma Durumu

Çizelge 6.7: Y Yönüne Ait Kritik Bölgelerdeki Mafsallaşan Eleman Sayıları

Adım No	A-B	B-IO	IO-LS	LS-CP	CP-C	D-E	>E	Toplam
5	424	109	0	0	2	1	0	536
6	422	111	0	0	2	0	1	536
8	372	148	13	0	0	2	1	536
9	368	149	16	0	0	2	1	536
15	260	171	95	6	0	2	2	536
16	249	178	98	7	0	2	2	536
20	236	172	106	17	0	3	2	536
25	221	157	131	15	5	5	2	536



Şekil 6.8 : Kritik Adımlardaki Mafsallaşma Seviyeleri (Y Yönü)

Çizelge 6.8: Y Yönüne Ait Kritik Bölgelerdeki Mafsallaşan Elemanlar

Adım No	D-E				>E			
	Kolon&Perde	Adet	Kiriş	Adet	Kolon&Perde	Adet	Kiriş	Adet
5	P1(B18)	1	-	0	-	0	-	0
6	-	0	-	0	P1(B18)	1	-	0
8	P1(B6)	2	-	0	P1(B18)	1	-	0
9	P1(B6)	2	-	0	P1(B18)	1	-	0
15	P1(B6-B1)	2	-	0	P1(B18-B6)	2	-	0
16	P1(B6-B1)	2	-	0	P1(B18-B6)	2	-	0
20	P1(B6-B1-B18)	3	-	0	P1(B18-B6)	2	-	0
25	P1(B6-B1-B18)	3	K143 - K049	2	P1(B18-B6)	2	-	0

Çizelge 6.8’de belirtilen kolon, perdelerin adlandırılması (Örneğin; P1(B18): Perde 1 elemanının bodrum katta sol üst köşeden 18. sırada bulunduğu 735/A-1’e ait kalıp planları üzerinde görülmektedir.) yapılmış ve göçme sınırında bulunan D-E arası ve >E bölgeleri için kolon, perde ve kiriş elemanlarındaki mafsallaşma sayıları belirtilmiştir.

Şekil 6.8 de Y yönünde uygulanan itirme analizinde belirtilen adım no’lara göre mafsallaşma seviyeleri görülmektedir. Y yönünde uygulanan itirme analizinde bodrum katta bulunan taşıyıcı sistem elemanları bakımından taban kesme kuvvetinin büyük oranda azalışı Adım No: 5’ten Adım No: 6’ya geçiş sırasında olmaktadır.(Şekil 6.7) Adım No: 5’e kadar sistemi taşıyan yatay yük taşıma kapasitesi bodrum katta bulunan perde elemanının P1(B18) mafsallaştığı görülmektedir.

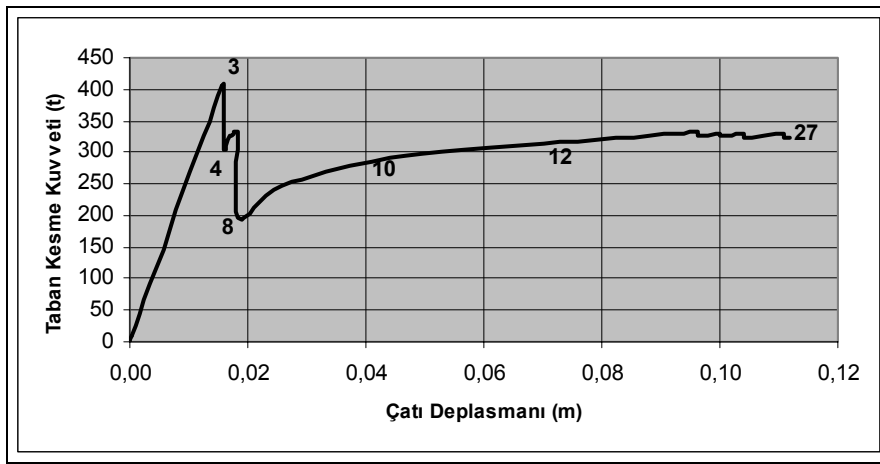
Adım No: 16 esnasında perde elemanlarının mafsallaşmasıyla oluşan deplasman süneklilik değeri $\mu_d = 6,33$ olarak hesaplanmıştır. Adım No:16’ya kadar sistemin taşıyıcı elemanları bu noktadan sonra yatay yük taşıma kapasitesini karşılayamamakta ve sistemin tamamen göçtüğü kabul edilebilmektedir.

Diğer kritik bölgelere bakıldığında özellikle göçme durumunda olan (>E) taşıyıcı sistem elemanların çoğunluğu perde elemanı olduğu gözlenmektedir. Kiriş elemanlarında ise belirtilen kritik bölgelerde göçme durumunun Adım No: 25'te K143 ve K049 kirişlerinde mafsallaşmanın olduğu ve göçme sınırında bulunduğu görülmektedir.

6.4.2 735/A-2 Binası İçin Kapasite Eğrileri

6.4.2.1 X Yönünde Doğrusal Olmayan Analiz Sonuçları

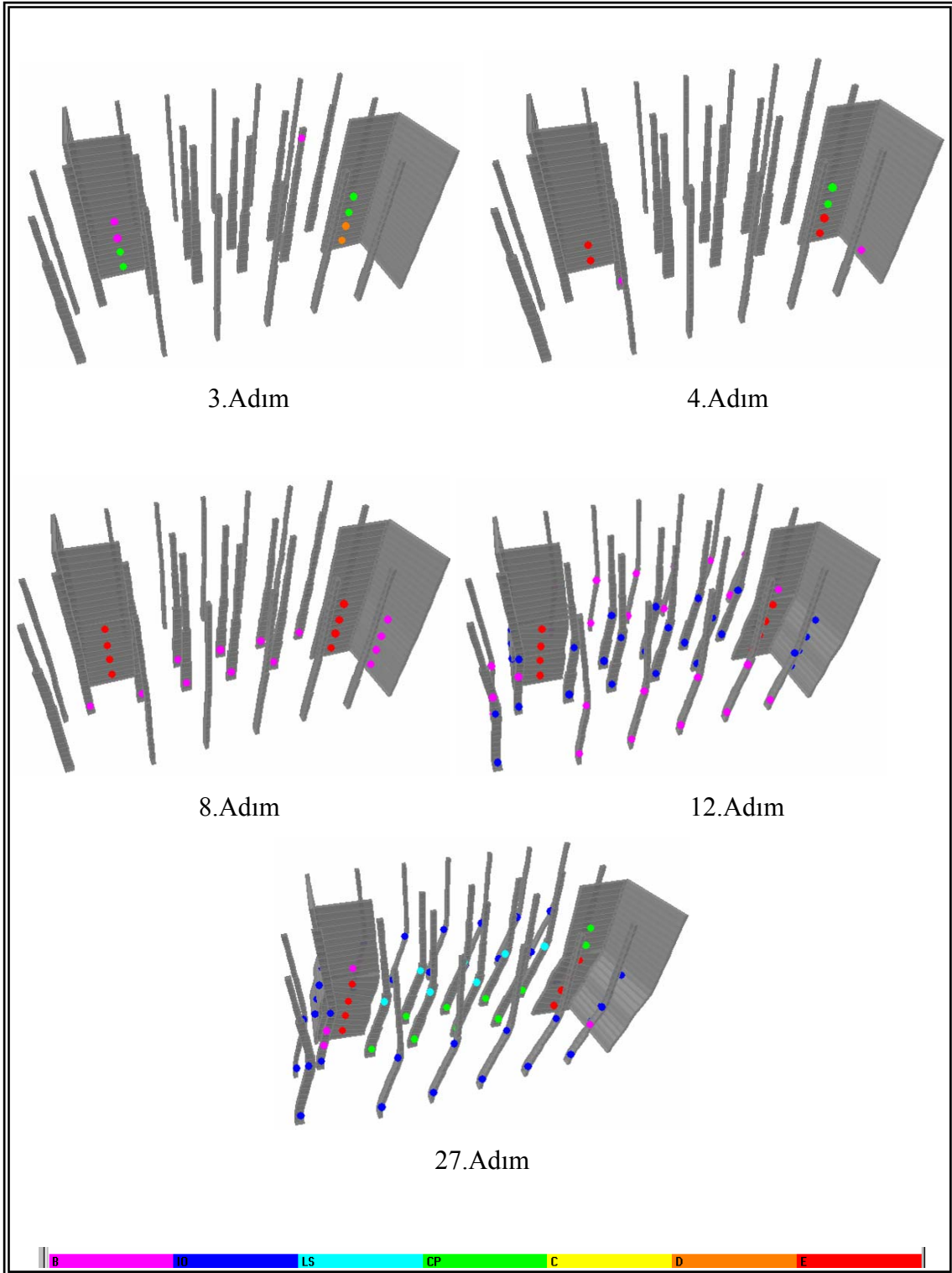
735/A-2 binası için X yönünde yapılan doğrusal olmayan analiz sonucunda Şekil 6.9 da görülen kapasite eğrisi elde edilmiştir. Eğri üzerinde gösterilen numaralar o anda ulaşılan ittirme adımını göstermektedir. Çizelge 6.9'te ise seçilen bu adımlarda elemanlarda oluşan mafsallaşma seviyeleri ve sayıları gösterilmiştir.



Şekil 6.9 : X Yönüne Ait Kritik Kesitlerdeki Mafsallaşma Durumu

Çizelge 6.9: X Yönüne Ait Kritik Bölgelerdeki Mafsallaşan Eleman Sayıları

Adım No	A-B	B-IO	IO-LS	LS-CP	CP-C	D-E	>E	Toplam
3	649	153	0	0	4	2	0	808
4	644	158	0	0	2	0	4	808
8	612	177	11	0	0	0	8	808
10	571	144	85	0	0	0	8	808
12	535	155	97	13	0	0	8	808
27	523	133	91	24	20	1	16	808



Şekil 6.10 : Kritik Adımlardaki Mafsallaşma Seviyeleri (X Yönü)

Çizelge 6.10: X Yönüne Ait Kritik Bölgelerdeki Mafsallaşan Elemanlar

Adım No	D-E				>E			
	Kolon&Perde	Adet	Kiriş	Adet	Kolon&Perde	Adet	Kiriş	Adet
3	P9(Z20)	2	-	0	-	0	-	0
4	-	0	-	0	P9(Z20-Z8)	4	-	0
8	-	0	-	0	P9(Z20-Z8-K120-K18)	8	-	0
10	-	0	-	0	P9(Z20-Z8-K120-K18)	8	-	0
12	-	0	-	0	P9(Z20-Z8-K120-K18)	8	-	0
27	-	0	K101	1	P9(Z20-Z8-K120-K18)	8	K103-K105 K106-K109	8

Çizelge 6.10 da belirtildiği gibi X yönünde uygulanan itirme analizinde zemin katta bulunan taşıyıcı sistem elemanları bakımından taban kesme kuvvetinin büyük oranda azalışı P9 perde elemanında görülmektedir.

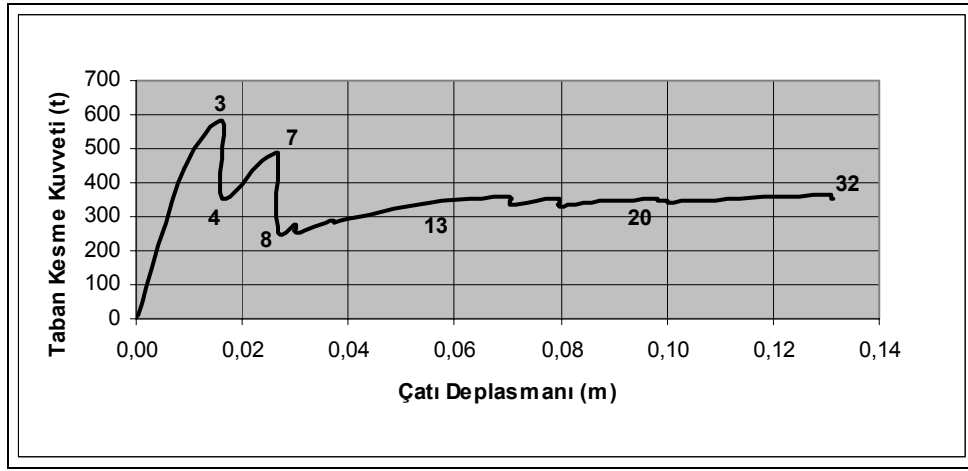
Şekil 6.10 da X yönünde uygulanan itirme analizinde belirtilen adım no.lara göre mafsallaşma seviyeleri görülmektedir. X yönünde uygulanan itirme analizinde zemin katta bulunan taşıyıcı sistem elemanları bakımından taban kesme kuvvetinin büyük oranda azalışı Adım No: 3'ten Adım No: 8'e kadar geçen kısım da olmaktadır. (Şekil 6.9)

Adım No: 8'e kadar sistemi taşıyan yatay yük taşıma kapasitesi zemin katta bulunan perde elemanlarında P9(Z20-Z8-K120-K18) meydana gelen mafsallaşma sonucu, tabanda bulunan elemanlara oranla göçme durumundadır. Bu noktadan sonra sistem yatay yük taşıma kapasitesini karşılayamamakta ve tamamen göçtüğü kabul edilebilmektedir.

Kiriş elemanlarında ise belirtilen kritik bölgelerden Adım No: 27'de (>E), K103-K105-K106 ve K149 kirişlerinde mafsallaşmanın olduğu ve göçme konumunda olduğu görülmektedir.(Çizelge 6.10)

6.4.2.2 Y Yönünde Doğrusal Olmayan Analiz Sonuçları

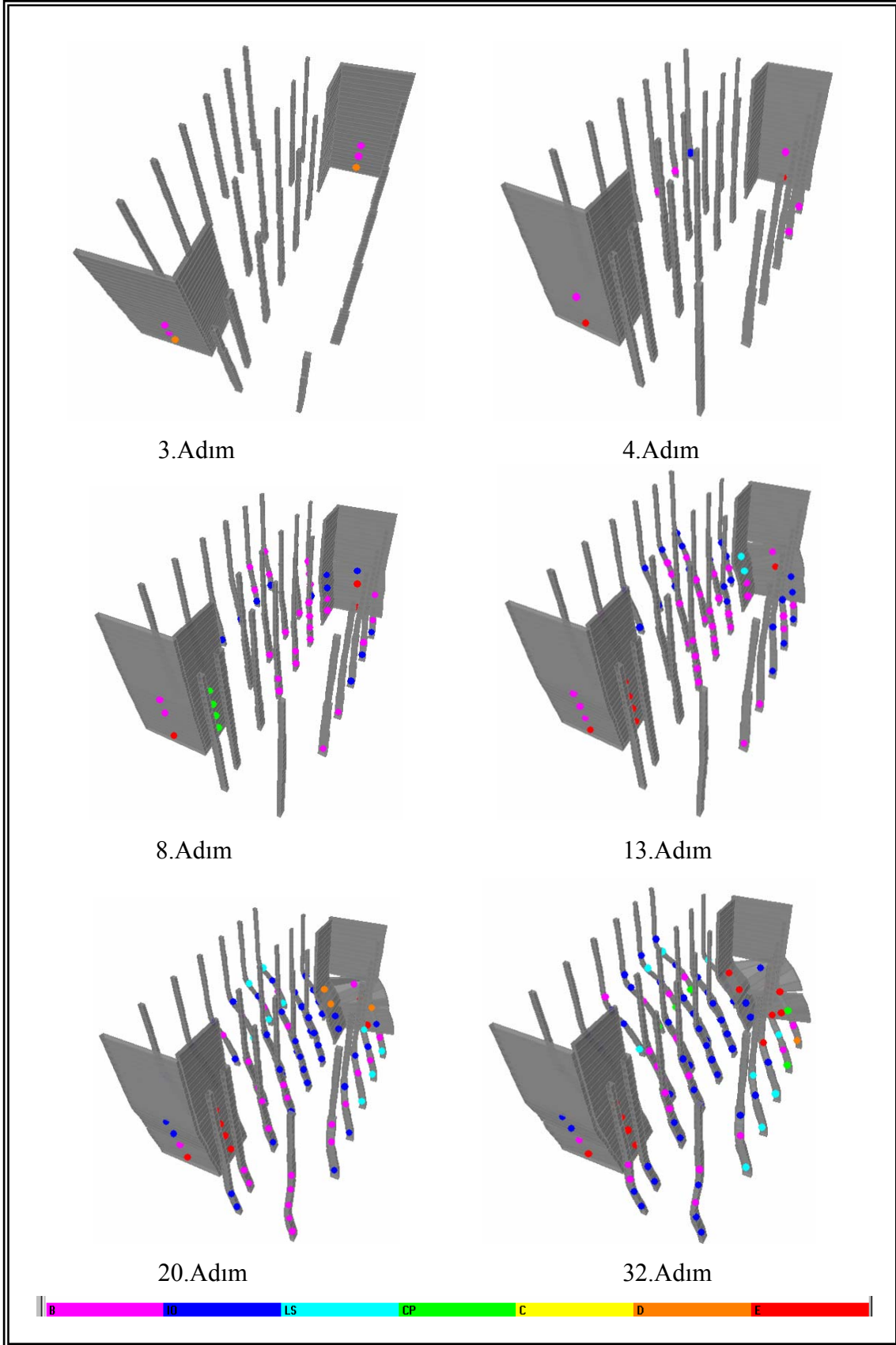
735/A-2 binası için Y yönünde yapılan doğrusal olmayan analiz sonucunda Şekil 6.11 de görülen kapasite eğrisi elde edilmiştir. Eğri üzerinde gösterilen numaralar o anda ulaşılan itirme adımını göstermektedir. Çizelge 6.11’te ise seçilen bu adımlarda elemanlarda oluşan mafsallaşma seviyeleri ve sayıları gösterilmiştir.



Şekil 6.11 : Y Yönüne Ait Kritik Kesitlerdeki Mafsallaşma Durumu

Çizelge 6.11: Y Yönüne Ait Kritik Bölgelerdeki Mafsallaşan Eleman Sayıları

Adım No	A-B	B-IO	IO-LS	LS-CP	CP-C	D-E	>E	Toplam
3	647	158	1	0	0	2	0	808
4	637	167	2	0	0	0	2	808
7	601	190	12	0	2	1	2	808
8	574	209	18	0	4	0	3	808
13	519	218	62	2	0	0	7	808
20	470	206	113	9	0	3	7	808
32	454	186	138	12	5	1	12	808



Şekil 6.12 : Kritik Adımlardaki Mafsallaşma Seviyeleri (Y Yönü)

Çizelge 6.12: Y Yönüne Ait Kritik Bölgelerdeki Mafsallaşan Elemanlar

Adım No	D-E				>E			
	Kolon&Perde	Adet	Kiriş	Adet	Kolon&Perde	Adet	Kiriş	Adet
3	P8(Z1-Z27)	2	-	0	-	0	-	0
4	-	0	-	0	P8(Z1-Z27)	2	-	0
7	P8(K127)	1	-	0	P8(Z1-Z27)	2	-	0
8	-	0	-	0	P8(Z1-Z27-K127)	3	-	0
13	-	0	-	0	P8(Z1-Z27-K127) P9(Z8-K18)	7	-	0
20	P9(K120)-S12(K126)	3	-	0	P8(Z1-Z27-K127) P9(Z8-K18)	7	-	0
32	S03D(Z26)	1	-	0	P8(Z1-Z27-K127) P9(Z8-K18) S12(K124-K125-K126)	12	-	0

Şekil 6.12’de Y yönünde uygulanan ittirme analizinde belirtilen adım no.lara göre mafsallaşma seviyeleri görülmektedir. Y yönünde uygulanan ittirme analizinde zemin katta bulunan taşıyıcı sistem elemanları bakımından taban kesme kuvvetinin büyük oranda azalışı pekleşme sebebiyle Adım No: 3’ten Adım No: 8’e kadar olan bölgede olmaktadır.(Şekil 6.11) Adım No: 3’e kadar sistemi taşıyan yatay yük taşıma kapasitesi zemin katta bulunan perde elemanlarında P8(Z1-Z27) mafsallaşma oluşmaktadır. Bu durum Adım No: 4’e geçiş sırasında tabanda bulunan diğer elemanlara oranla göçme durumundadır.

Adım No: 8’e kadar taşıyıcı sistem bu noktadan sonra yatay yük taşıma kapasitesini karşılayamamakta ve tamamen göçtüğü kabul edilebilmektedir.

Kiriş elemanlarında belirtilen bu kritik bölgelerde göçme durumunda mafsallaşmanın olmadığı açık bir biçimde görülmektedir.

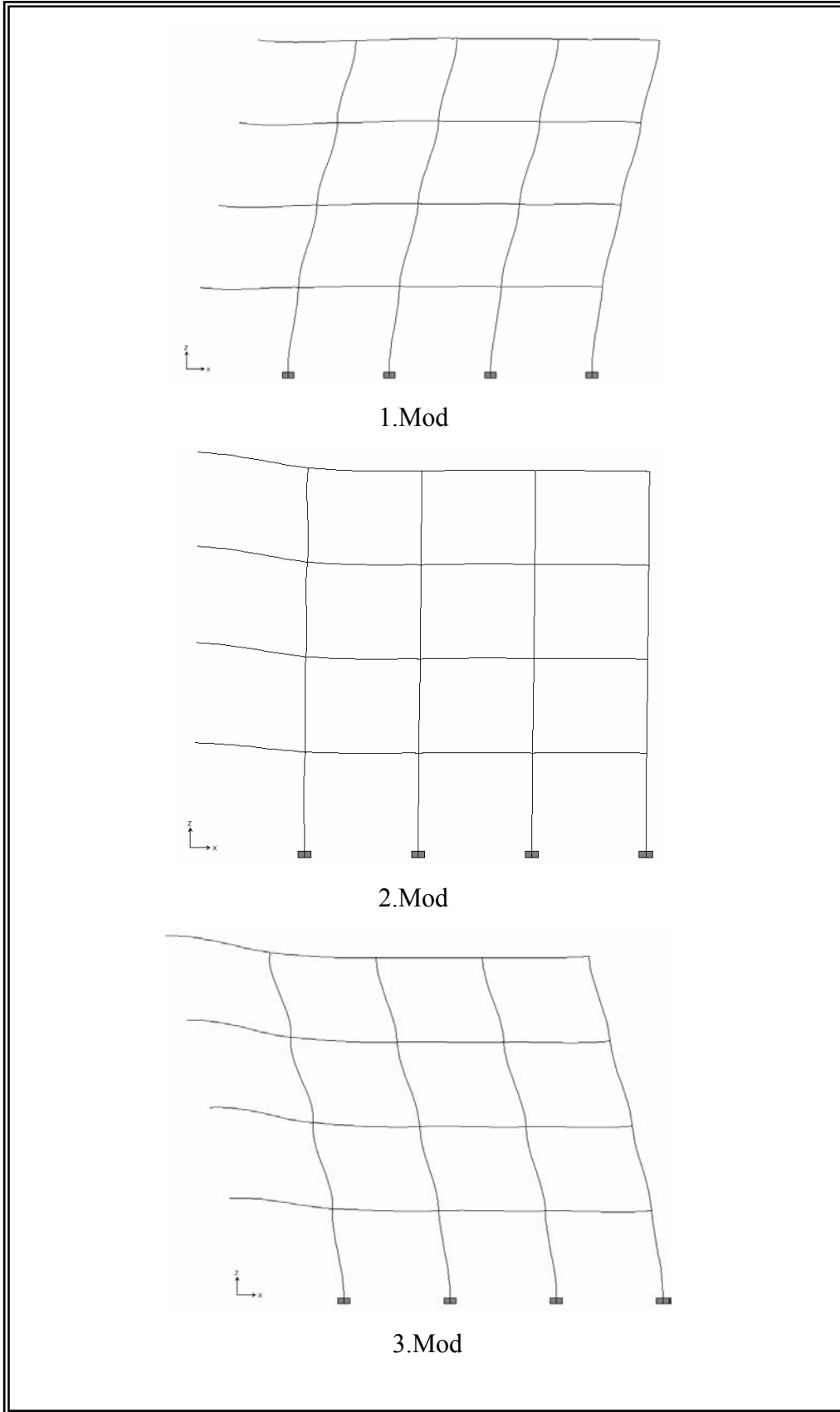
6.5 Modal Analiz Sonuçları

735/A-1 ve 735/A-2 binalarının SAP2000 programında elde edilen modal analiz sonuçlarına göre ilk 6 mod'a göre hesaplanan periyot değerleri Çizelge 6.13 de gösterilmiştir.

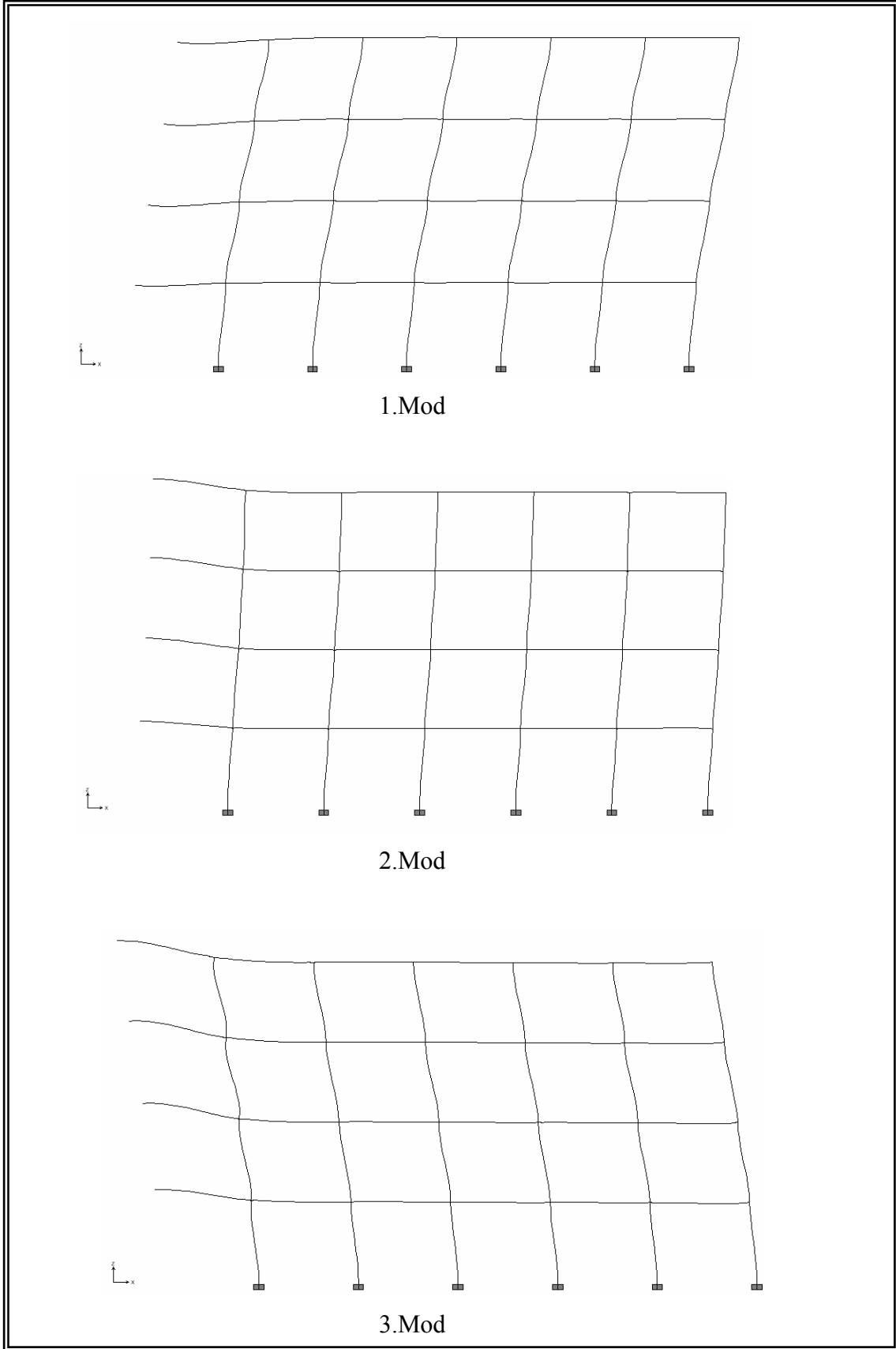
Çizelge 6.13: Modal Analiz Sonuçları

Model	Mod	Periyot
<i>735/A-1</i>	<i>1</i>	0,361898
	<i>2</i>	0,255598
	<i>3</i>	0,224718
	<i>4</i>	0,096432
	<i>5</i>	0,080872
	<i>6</i>	0,080732
<i>735/A-2</i>	<i>1</i>	0,402566
	<i>2</i>	0,234246
	<i>3</i>	0,194610
	<i>4</i>	0,106014
	<i>5</i>	0,083031
	<i>6</i>	0,081014

735/A-1 ve 735/A-2 binalarının elde edilen modal analiz sonuçlarına göre 1. Mod X yönünde, 2. Mod Y yönünde olduğu belirlenmiş ve bu binalarına ait modal analiz sonuçlarının ilk 3 mod'unun x-z düzlemindeki görünümleri Şekil 6.13 ve Şekil 6.14 de gösterilmiştir.



Şekil 6.13 : X-Z düzlemindeki İlk 3 Modun Görünümü (735/A-1)



Şekil 6.14 : X-Z düzlemindeki İlk 3 Modun Görünümü (735/A-2)

6.6 Afet Yönetmelikleri Açısından Değerlendirilmesi

6.6.1 1975 Tarihli Deprem Yönetmeliğine Göre Deprem Yüğü Hesabı

735/A-1 binasının ağırlığı ($W = 1452,5$ ton), yapı önem katsayısı ($I = 1,5$ okul binası), spektrum sayısı ($S = 1$), yapı tipi katsayısı ($K = 1$), deprem bölgesi katsayısı ($C_o=0,1$) alınıp hesaplandığında 1975 tarihli deprem yönetmeliğine göre taban kesme kuvveti $V_t = 217,9$ ton hesaplanmıştır. (Çizelge 6.14)

Çizelge 6.14: 1975 Tarihli Deprem Yönetmeliğine Göre Kat Kesme Kuvvetleri

Kat	H (m)	wi (ton)	wi*hi (tm)	Fi (t)	Vt (ton)	Vkat (t)
2	13,6	239,54	3257,744	32,46	217,9	32,46
1	10,2	642,08	6549,216	65,26	217,9	97,72
Zemin	6,8	1047,3	7121,64	70,97	217,9	168,69
Bodrum	3,4	1452,5	4938,5	49,21	217,9	217,90

735/A-2 binasının ağırlığı ($W = 2020,16$ ton), yapı önem katsayısı ($I = 1,5$ okul binası), spektrum sayısı ($S = 1$), yapı tipi katsayısı ($K = 1$), deprem bölgesi katsayısı ($C_o=0,1$) alınıp hesaplandığında 1975 tarihli deprem yönetmeliğine göre taban kesme kuvveti $V_t = 303$ ton hesaplanmıştır. (Çizelge 6.15)

Çizelge 6.15: 1975 Tarihli Deprem Yönetmeliğine Göre Kat Kesme Kuvvetleri

Kat	H (m)	wi (ton)	wi*hi (tm)	Fi (t)	Vt (ton)	Vkat (t)
3	13,6	335,84	4567,424	86,96	303	86,96
2	10,2	548,82	5597,964	106,58	303	193,54
1	6,8	555,51	3777,468	71,92	303	265,46
Zemin	3,4	579,98	1971,932	37,54	303	303,00

6.6.2 1998 Tarihli Deprem Yönetmeliğine Göre Deprem Yüğü Hesabı

735/A-1 binasının ağırlığı ($W = 1452,5$ ton), yapı önem katsayısı ($I = 1,4$ okul binası), spektrum sayısı ($S(T) = 2,5$), süneklilik ($R = 4$), deprem bölgesi katsayısı ($A_0=0,4$) alınıp hesaplandığında 1998 tarihli deprem yönetmeliğine göre taban kesme kuvveti $V_t = 508$ ton hesaplanmıştır. (Çizelge 6.16)

Çizelge 6.16: 1998 Tarihli Deprem Yönetmeliğine Göre Kat Kesme Kuvvetleri

Kat	HN (m)	wi (ton)	wi*hi (tm)	Fi (t)	Vt (ton)	Vkat (t)
2	13,6	239,54	3257,744	75,68	508	75,68
1	10,2	642,08	6549,216	152,15	508	227,83
Zemin	6,8	1047,3	7121,64	165,45	508	393,27
Bodrum	3,4	1452,5	4938,5	114,73	508	508,00

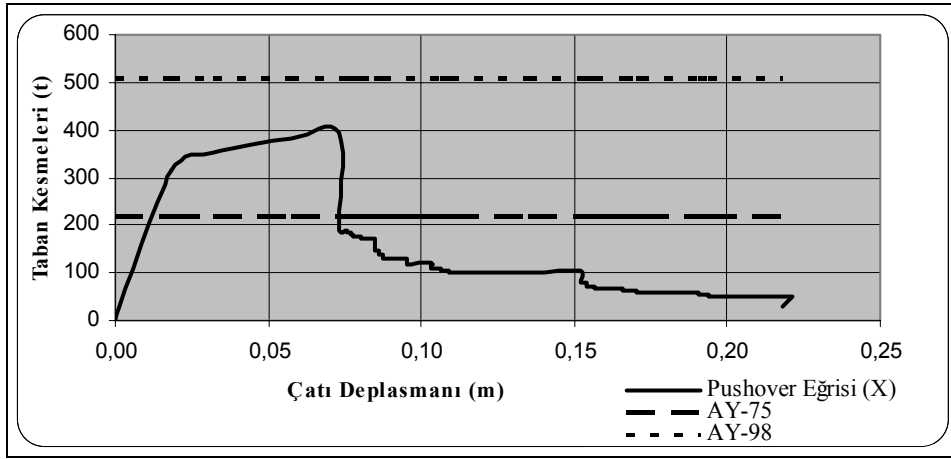
735/A-2 binasının ağırlığı ($W = 2020,16$ ton), yapı önem katsayısı ($I = 1,4$ okul binası), spektrum sayısı ($S(T) = 2,5$), süneklilik ($R = 4$), deprem bölgesi katsayısı ($A_0=0,4$) alınıp hesaplandığında 1998 tarihli deprem yönetmeliğine göre taban kesme kuvveti $V_t = 707$ ton hesaplanmıştır. (Çizelge 6.17)

Çizelge 6.17: 1998 Tarihli Deprem Yönetmeliğine Göre Kat Kesme Kuvvetleri

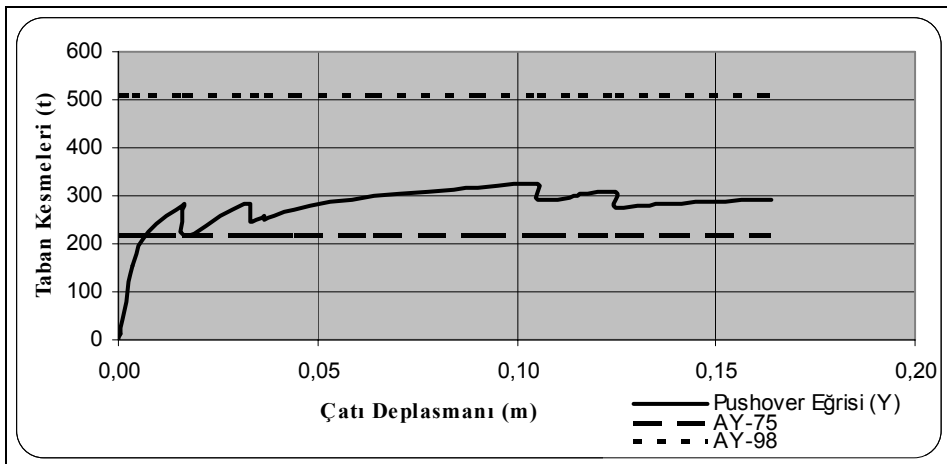
Kat	H (m)	wi (ton)	wi*hi (tm)	Fi (t)	Vt (ton)	Vkat (t)
3	13,6	335,84	4567,424	202,90	707	202,90
2	10,2	548,82	5597,964	248,68	707	451,59
1	6,8	555,51	3777,468	167,81	707	619,40
Zemin	3,4	579,98	1971,932	87,60	707	707,00

6.6.3 735/A-1'in Mevcut Yönetmelikler Açısından Değerlendirilmesi

735/A-1'e ait kapasite eğrilerinin mevcut deprem yönetmeliklerine göre karşılaştırılmasına ait grafikler Şekil 6.15 ve Şekil 6.16 da gösterilmektedir. Her iki grafikte de x ve y yönleri için mevcut bina kapasitesi 1975 tarihli deprem yönetmeliğinin deprem yükünü karşılamakta, fakat 1998 tarihli deprem yönetmeliğinin deprem yükünü karşılamamaktadır.



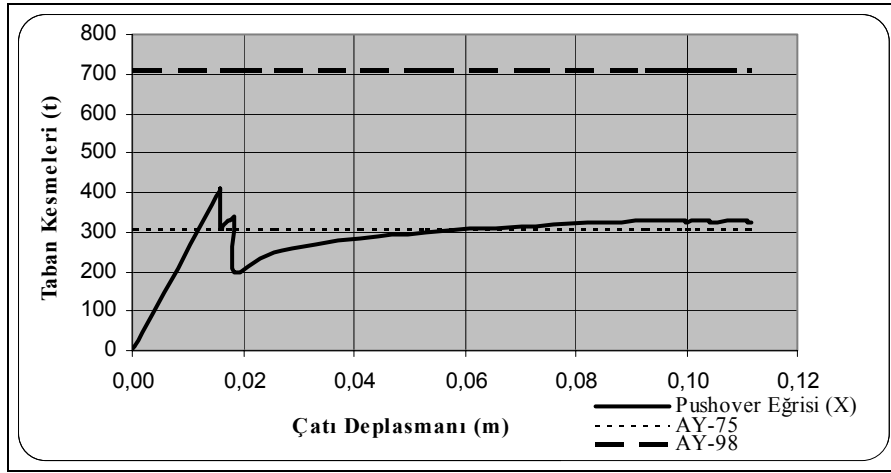
Şekil 6.15 : X Yönüne Ait Kapasite Eğrisinin Deprem Yönetmelikleri İle Karşılaştırılması



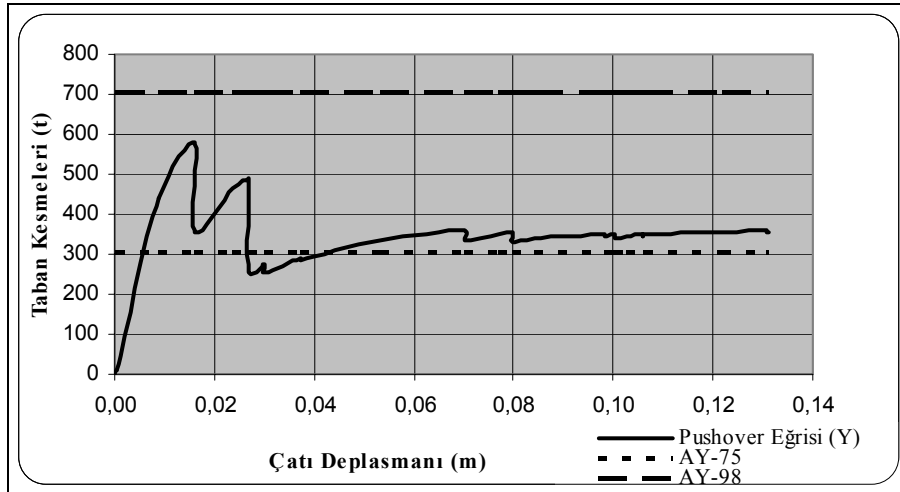
Şekil 6.16 : Y Yönüne Ait Kapasite Eğrisinin Deprem Yönetmelikleri İle Karşılaştırılması

6.6.4 735/A-2'nin Mevcut Yönetmelikler Açısından Değerlendirilmesi

735/A-2'ye ait kapasite eğrilerinin mevcut deprem yönetmeliklerine göre karşılaştırılmasına ait grafikler Şekil 6.17 ve Şekil 6.18'de gösterilmektedir. Her iki grafikte de x ve y yönleri için mevcut bina kapasitesi 1975 tarihli deprem yönetmeliğinin deprem yükünü karşılamakta, fakat 1998 tarihli deprem yönetmeliğinin deprem yükünü karşılamamaktadır.



Şekil 6.17 : X Yönüne Ait Kapasite Eğrisinin Deprem Yönetmelikleri İle Karşılaştırılması



Şekil 6.18 : Y Yönüne Ait Kapasite Eğrisinin Deprem Yönetmelikleri İle Karşılaştırılması

YEDİNCİ BÖLÜM

SONUÇLAR

1. İncelenen binaların x ve y yönlerinde farklı taban kesme kuvveti taşıma kapasitelerine sahip oldukları tespit edilmiştir. Yapılan analizler taban kesme kapasitelerinin x ve y yönlerinde %25 oranında farklılaştığını göstermektedir.

2. 1975 yönetmeliği şartlarına göre tasarlanan söz konusu binaların hem x, hem de y yönlerinde yapılan analizleri 1998 yönetmeliğinin (R=4) öngördüğü taban kesme kuvvetlerini sağlamaktan uzak olduğunu göstermiştir.

735/A-1 binasının x yönünde hesaplanan kapasite değeri: 400 ton, süneklilik değeri ise 4.02'dir. 735/A-1 binasının y yönünde hesaplanan kapasite değeri: 300 ton, süneklilik değeri ise 6.33'dür.

735/A-2 binasının x yönünde hesaplanan kapasite değeri: 400 ton, süneklilik yoktur. 735/A-2 binasının y yönünde hesaplanan kapasite değeri: 590 ton, süneklilik değeri ise 3.00'dir. Söz konusu binalarda elde edilen sonuçlarla, sistemin süneklilik düzeyi çok düşüktür.

R=6 seviyesi için hesaplanan taban kesme kuvvetleri ise binaların mevcut kapasitelerine uygun sonuçlar vermektedir. R=6 seviyesi için hesaplanan taban kesme kuvvetleri 735/A-1 binası için $V_t=339$ ton, 735/A-2 binası için $V_t=471$ ton'dur.

3. Yapılan doğrusal olmayan analizler mafsallaşma davranışının kolon ve perde elemanlarda başladığını, ilerleyen hasar seviyelerinden sonra kirişlerde mafsallaşmanın başladığını göstermiştir. Bu durum söz konusu yapıların stabilitesi açısından olumsuz bir durum oluşturmaktadır. Gözlemlenen bu durum söz konusu binaların süneklilik düzeyi yüksek sistem olarak tanımlanamayacağını göstermektedir.

Kirişlerin 30/60 boyutunda olduğu bu sistemde, her ne kadar perdeler de bulunmakla beraber 30/30 ve 30/40 cm'lik kolonlara saplanan bu kirişler kuvvetli kiriş-zayıf kolon davranışına sebep olmakta, mafsallaşma kolonlarda meydana gelmektedir.

4. 735/A-1 ve 735/A-2 binalarının 1998 deprem yönetmeliği şartlarına uygun olmadığı, takviye edilmesi gerektiği tespit edilmiştir.

KAYNAKLAR

- ATC-21, (1988), Rapid Visual Screening of Buildings for Potential Seismic Hazards, A Handbook, Applied Technology Council, Redwood City, California.
- ATC-40, (1996), Seismic Evaluation and Retrofit of Concrete Buildings, Applied Technology Council, Redwood City, California.
- Bommer J. J., Elnashai A. S., 1998, Displacement Spectra For Seismic Design, Journal of Earthquake Engineering, Vol.3, No.1 (1999) 1-32
- Bayındırlık ve Iskan Bakanlığı, (1975), Afet Bölgelerinde Yapılacak Yapılar Hakkında Yönetmelik, Ankara.
- Bayındırlık ve Iskan Bakanlığı, (1998), Afet Bölgelerinde Yapılacak Yapılar Hakkında Yönetmelik, Ankara.
- Celep, Z. ve Kumbasar, N., (2000), Deprem Mühendisliğine Giriş ve Depreme Dayanıklı Yapı Tasarımı, Beta Dağıtım, 596 s., İstanbul.
- Freeman S.A., 1998, Development and Use of Capacity Spectrum Method, Proceedings of the Sixth U.S. National Conference on Earthquake Engineering, Seattle, Washington.
- FEMA-356, (2000), Prestandart and Commentary for the Seismic Rehabilitation of Buildings, Federal Emergency Management Agency, Washington.
- Gülkan, P. And Sözen, M.A., (1999), Procedure for the Seismic Rehabilitation of Buildings, Federal Emergency Management Agency, Washington.

Gülkan, P., Sözen, M.A., Ersoy, U., Yorulmaz, M. Ve Aşkar, G., (1997), Betonarme Binaların Güvenliğinin Tespiti için Alternatif Yaklaşım, Türkiye Deprem Vakfı Yayınları, TDV/TR 97-011, İstanbul.

Hassan, A. F., and Sözen, M.A., (1997), Seismic Vulnerability Assesment of Low –Rise Building in Region with Infrequent Eartquakes, Structural Journal of American Concrete Institute, Vol.94(1), 31-39

Priestley MJN, Seible F, Calvi GMS. Seismic Design and Retrofit of Bridges, John Wiley&Sons, Inc., New York, 1996

SAP2000 Manual, Computers and Structures, www.csiberkeley.com, California, USA.

TS498, (1987), Yapı Elemanlarının Boyutlandırılmasında Alınacak Yüklerin Hesap Değerleri,Türk Standartları Enstitüsü, Ankara.

TS500, (2000), Betonarme Yapıların Tasarım ve Yapım Kuralları, Türk Standartları Enstitüsü, Ankara.

ÖZGEÇMİŞ

Adı Soyadı :Alper Boztepe

Ana Adı :Sevim

Baba Adı :Şerif

Doğum Yeri ve Tarihi:Kahramanmaraş / 02.05.1976

Lisans : Pamukkale Üniversitesi İnşaat Mühendisliği Bölümü, 2000

Bildiği Yabancı Dil : İngilizce