

**KONSOL UZUNLUĞUNUN DEĞİŞMESİ DURUMUNDA  
YAPI TAŞIYICI SİSTEMİNDE DÜŞEY ELEMANLARININ  
SÜREKSİZLİĞİNİN İNCELENMESİ**

**Ömer Ali KAYA  
YÜKSEK LİSANS TEZİ**

**İNŞAAT MÜHENDİSLİĞİ ANA BİLİM DALI  
İSPARTA 2004**

**T.C**  
**SÜLEYMAN DEMİREL ÜNİVERSİTESİ**  
**FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**KONSOL UZUNLUĞUNUN DEĞİŞMESİ DURUMUNDA**  
**YAPI TAŞIYICI SİSTEMİNDE DÜŞEY ELEMANLARININ**  
**SÜREKSİZLİĞİNİN İNCELENMESİ**

**Hazırlayan : İnş. Müh. Ömer Ali KAYA**  
**Danışman : Prof. Aytaç MERTOL**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ**  
**İNŞAAT MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI**

**ISPARTA 2004**

Fen Bilimleri Enstitüsü Müdürlüğüne

Bu çalışma jürimiz tarafından İNŞAAT MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI' nda YÜKSEK LİSANS TEZİ olarak kabul edilmiştir.

Başkan : Prof. Aytaç MERTOL

Üye : Yrd. Doç. Dr. Mustafa TÜRKMEN

Üye : Yrd. Doç. Dr. Celalettin BAŞYİĞİT

ONAY

Bu tez .... / .... / 200.. tarihinde Enstitü Yönetim Kurulunca belirlenen yukarıdaki jüri üyeleri tarafından kabul edilmiştir.

.... / .... / 200..

**Prof. Dr. Remzi KARAGÜZEL**  
**ENSTİTÜ MÜDÜRÜ**

## İÇİNDEKİLER

	Sayfa No
İÇİNDEKİLER .....	i
ÖZET .....	iv
ABSTRACT .....	v
TEŞEKKÜR .....	vi
SİMGELER LİSTESİ .....	vii
ŞEKİLLER DİZİNİ .....	viii
ÇİZELGELER DİZİNİ .....	ix
GRAFİK DİZİNİ .....	xi
1. GİRİŞ .....	1
2. MATERYAL VE METOD .....	3
2.1 Statik Çözümler .....	3
2.2 Dinamik Çözümler .....	3
2.3 Seçilen Modellerin Tanıtılması .....	4
3. DİNAMİK ANALİZ .....	9
3.1 Dinamik Analize Giriş .....	9
3.2 Yapı Dinamik Özelliklerinin Deneysel Yollarla Bulunuşu .....	9
3.3 Yapı Dinamik Özelliklerinin Nümerik Metotla Bulunuşu .....	10
3.4 Dinamik Tepki Spektrumu Kavramı .....	10
3.5 Dinamik Analizin Yapılışı .....	10
3.6 Dinamik Tepki Spektrumu (Deprem Spektrumu) Verileri Bölümü (SPEC) .....	11
4.HESAP TEKNİĞİ.....	13
4.1 SAP90 Sonlu Elemanlar Programı.....	13
4.2 SAP2000 Sonlu Elemanlar Metodu.....	14
5. AFET BÖLGELERİNDE YAPILACAK YAPILAR HAKKINDA YÖNETMELİK İLE İLGİLİ MADDELER .....	17
5.1.1 Düzensiz Binaların Tanımı .....	17
5.1.2 Düzensiz Binalara İlişkin Koşullar .....	17
5.2 Elastik Deprem Yüklerinin Tanımlanması : Spektral İvme Katsayısı .....	20

5.2.1 Etkin Yer İvmesi Katsayısı .....	20
5.2.2 Spektrum Katsayısı .....	20
5.3 Elastik Deprem Yüklerinin Azaltılması : Deprem Yükü Azaltma Katsayısı .....	21
5.4 Hesap Yönteminin Seçilmesi .....	21
5.4.1 Hesap Yöntemleri .....	21
5.4.2 Eşdeğer Deprem Yükü Yönteminin Uygulama Sınırları .....	22
5.5 Eşdeğer Deprem Yükü Yöntemi .....	22
5.5.1 Toplam Eşdeğer Deprem Yükünün Belirlenmesi .....	22
5.5.2 Katlara Etkiyen Eşdeğer Deprem Yükünün Belirlenmesi .....	23
5.5.3 Eşdeğer Deprem Yüküne Göre Yatay Yüklerin Hesabı .....	23
6. YÜKLEMELERE GÖRE KIYASLAMALAR.....	26
6.1 Düzlem Sistem Moment Tabloları.....	27
6.2 Düzlem Sistem Kesme Kuvveti Tabloları.....	30
6.3 Düzlem Sistem Mod Şekilleri Tabloları.....	33
6.4 Aynı Konsol Uzunluklarında Kolonlu Ve Kolonsuz Sistem Moment Kıyaslaması.....	35
6.5 Aynı Konsol Uzunluklarında Kolonlu Ve Kolonsuz Sistem Kesme Kuvveti Kıyaslaması.....	39
6.6 Konsol Uzunluklarının Artışına Ait Moment Ve Kesme Kuvveti Kıyaslamaları.....	43
6.7 Periyotlara Göre Kıyaslamalar.....	46
6.8 Taban Kesme Kuvvetine Göre Kıyaslamalar.....	48
6 Katlı Kolonlu Ve Kolonsuz Düzlem Sistemlerde Moment Grafikleri.....	50
6.10 6 Katlı Kolonlu Ve Kolonsuz Düzlem Sistemlerde Kesme Kuvveti Grafikleri.....	52
6.11 Mod Şekillerine Ait Grafikler.....	54
7. KIYASLAMA YORUMLARI.....	56
7.1 Aynı Konsol Uzunluklarında Kolonlu Ve Kolonsuz Sistemin Kıyaslanması (Moment).....	56
7.2 Konsol Uzunluklarının Artışına Ait Kıyaslamalar (Moment).....	59

7.3 Aynı Konsol Uzunluklarında Kolonlu Ve Kolonsuz Sistemlerin Kıyaslaması (Kesme Kuvveti).....	64
7.4 Konsol Uzunluğu Artışına Ait Kesme Kuvveti Kıyaslamaları (Kolonlu Ve Kolonsuz Sistem).....	66
7.5 Periyotlara Göre Kıyaslamalar.....	65
7.6 Taban Kesme Kuvvetlerine Göre Kıyaslamalar.....	70
8.ÇALIŞMADA VARILAN GENEL SONUÇ.....	72
9. KAYNAKLAR .....	76
EK-Düzlem ve Uzay Modellerin Moment ,Kesme Kuvveti ve Mod Şekillerine Ait Diyagramlar.....	77
ÖZGEÇMİŞ .....	129

## ÖZET

Yapı taşıyıcı sistemlerinde (düzlem ve uzay), kolonların konsol kirişlere oturması durumunda, konsol açıklığının artışına göre, statik ve dinamik etkileri inceleyebilmek ve karşılaştırabilmek amacı ile 6 katlı konsol kirişsiz bir ana model ve bu ana modele bağlı olarak, 1.50m, 1.75m, 2.00m, 2.25m, 2.50m, 2.75m konsol kirişli düzlem sistemler oluşturulmuş ve bu konsol kirişlerin uçlarına kolonlar oturtulmuştur. Daha sonra bu konsol kirişlerin diğer (iç taraftaki) ucundaki kolonlar kaldırılmıştır. Bu oluşturulan yedi modelin analizleri yapılmış ve sonuçlar yorumlanmıştır. Bu sistemlere,

a-Düşey Yük (  $1.4G+1.6Q$  ),

b-Eşdeğer Deprem Yüğü,

c-Dinamik Yük,

yüklemeleri, sonlu elemanlar metodu ile uygulanarak, statik ve dinamik çözümler yapılmıştır.

Elde edilen sonuçlar ile çerçeve sistemlerde, konsol açıklıkları arttıkça meydana gelen değişimler karşılaştırılmıştır. Yapılan kıyaslamalar ve çözümler, diyagramlar, çizelgeler ve şekiller halinde ekte sunularak “Kolonun Konsol Kirişe Oturması ile Oluşturulan Düzensizlik” incelenmiş ve sonuçlar verilmiştir.

**ANAHTAR KELİMELELER:** Konsol Kiriş, Süreksizlik, Dinamik, Statik, Düzlem

## ABSTRACT

The main purpose of this study is investigation of changes of cross-section influence in two and three dimensional of structural system for seat columns to cantilever beams and changing the frame spaning under the static and dynamic loadings. For this purpose two dimensional six-story frame system is formed and adding cantilever beams to outer columns on first story, then adding a column to end of cantilever beam which is gone on to the last story. Firstly we made a 6 story main model and added cantilever beams to this main model which are length 1.50m, 1.75m, 2.00m, 2.25m, 2.50m, 2.75m, then we added columns the end of these cantilever beams. At last we removed the inner columns. We made investigations with this seven systems and we did interpretation and comparing. We applied three kinds of loads;

a-Vertical Loads (  $1.4G+1.6Q$  )

b-Earthquake loads

c-Dynamic loads

To these systems and solutions were found statics and dynamics by using finite elements method programmes.

**KEYWORDS:** Cantilever Beam, Discontiunity, Dynamic, Static, Plane



**TEŞEKKÜR**

Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü İnşaat Mühendisliği Ana Bilim Dalında yaptığım tez çalışmamda sürekli yanımda olup bana destek veren Annem Necla KAYA'ya, Babam Durmuş KAYA'ya ve kardeşim Nilay KAYA'ya, ayrıca, bu çalışma sırasında bana yol gösteren değerli hocam Prof. Aytaç MERTOL'a çok teşekkür ederim.

## SİMGELER LİSTESİ

$A(T)$	: Spektral İvme Katsayısı
$A_0$	: Etkin Yer İvme Katsayısı
$I$	: Bina Önem Katsayısı
$S(T)$	: Spektrum Katsayısı
$T_A, T_B$	: Spektrum Karakteristik Periyotları
$T$	: Bina Doğal Periyodu
$Z_n$	: Yerel Zemin Sınıfları
$R_a(T)$	: Deprem Yüğü Azaltma Katsayısı
$R$	: Taşıyıcı Sistem Davranış Katsayısı
$H_N$	: Yapı Yüksekliği
$V_t$	: Toplam Eşdeğer Deprem Yüğü
$W$	: Binanın Deprem Sırasındaki Toplam Ağırlığı
$W_i$	: Herbir Katın Ağırlığı
$n$	: Hareketli Yüğü Katılım Katsayısı
$\Delta F_N$	Ek Eşdeğer Deprem Yüğü
$\eta_{bi}$	Burulma Düzensizliği Katsayısı
$\eta_{ci}$	Dayanım Düzensizliği Katsayısı
$A_e$	Herhangi Bir Katta Gözönüne Alınan Deprem Doğrultusundaki Etkili Kesme Alanı
$A_w$	Herhangi Bir Katta Kolon Enkesiti Gövde Alanları
$A_g$	Herhangi Bir Katta Gözönüne Alınan Deprem Doğrultusuna Paralel Doğrultuda Perde Olarak Çalışan Taşıyıcı Sistem Elemanları En Kesit Alanları
$A_k$	Herhangi Bir Katta Gözönüne Alınan Deprem Doğrultusuna Paralel Kargir Dolgu Duvar Alanları
$\eta_{ki}$	Rijitlik Düzensizlik Katsayısı

## KISALTMALAR

CQC	Tam Karesel Kombinasyon
SRSS	Kareler Toplamının Kare Kökü

**ŞEKİLER DİZİNİ**

	<b>Sayfa No</b>
Şekil 2.1(a) Seçilen Model Çerçeve Sistemler.....	6
Şekil 2.1(b) Seçilen Model Çerçeve Sistemler.....	7
Şekil 2.2 Seçilen Model Çerçeve Sistemlerin Planları.....	8
Şekil 4.1 SAP90 Programı Data Girişi.....	13
Şekil 4.2 SAP90 Programı Grafik Görüntüleyicisi.....	14
Şekil 4.3 SAP90 Programı Kontrol Menüsü.....	14
Şekil 4.4 SAP2000 İmport Girişi.....	15
Şekil 4.5 SAP2000 Data Görüntüsü.....	15
Şekil 4.6 SAP2000 Analiz Sonu Görüntüsü.....	16
Şekil 4.7 SAP2000 Moment Diyagramı Görüntüsü.....	16
Şekil 6.1 Veri Alınan Noktalar.....	26

## ÇİZELGELER LİSTESİ

	<b>Sayfa No</b>
Çizelge 5.1 – Düzensiz Binalar.....	19
Çizelge 5.2 Etkin Yer İvmesi Katsayısı.....	20
Çizelge 5.3 Spektrum Karakteristik Periyotları.....	21
Çizelge 5.4 Eşdeğer Deprem Yüğü Yöntemi’ nin uygulanabileceği Binalar.....	22
Çizelge 5.5 6 Katlı 5m-4m-5m Açıklıklı Konsol Kirişsiz Düzlem Çerçevenin Eşdeğer Deprem Yüğü Hesabı ( Ana Model ).....	25
Çizelge 5.6 6 Katlı 1.5m-5m-4m-5m-1.5m Açıklıklı Konsol Kirişli Düzlem Çerçevenin Eşdeğer Deprem Yüğü Hesabı (Model 1).....	25
Çizelge 5.7 6 Katlı 6.5m-4m-6.5m Açıklıklı Konsol Kirişli Düzlem Çerçevenin Eşdeğer Deprem Yüğü Hesabı (Model 7).....	25
Çizelge6.1 Düzlem Sistem Moment Tabloları, Düşey Yüğü 1 noktası.....	27
Çizelge6.2 Düzlem Sistem Moment Tabloları, Düşey Yüğü 2 noktası.....	27
Çizelge6.3 Düzlem Sistem Moment Tabloları, Düşey Yüğü 3 noktası.....	27
Çizelge6.4 Düzlem Sistem Moment Tabloları, Düşey Yüğü 4 noktası.....	27
Çizelge6.5 Düzlem Sistem Moment Tabloları, Eşdeğer Deprem Yüğü 1 noktası.....	28
Çizelge6.6 Düzlem Sistem Moment Tabloları, Eşdeğer Deprem Yüğü 2 noktası.....	28
Çizelge6.7 Düzlem Sistem Moment Tabloları, Eşdeğer Deprem Yüğü 3 noktası.....	28
Çizelge6.8 Düzlem Sistem Moment Tabloları, Eşdeğer Deprem Yüğü 4 noktası.....	28
Çizelge6.9 Düzlem Sistem Moment Tabloları, Dinamik Yüğü 1 noktası.....	29
Çizelge6.10 Düzlem Sistem Moment Tabloları, Dinamik Yüğü 2 noktası.....	29
Çizelge6.11 Düzlem Sistem Moment Tabloları, Dinamik Yüğü 3 noktası.....	29
Çizelge6.12 Düzlem Sistem Moment Tabloları, Dinamik Yüğü 4 noktası.....	29
Çizelge6.13 Düzlem Sistem Kesme Kuvveti Tabloları Düşey Yüğü 1 noktası.....	30
Çizelge6.14 Düzlem Sistem Kesme Kuvveti Tabloları Düşey Yüğü 2 noktası.....	30

Çizelge6.15 Düzlem Sistem Kesme Kuvveti Tabloları Düşey Yük 3 noktası.....	30
Çizelge6.16 Düzlem Sistem Kesme Kuvveti Tabloları Düşey Yük 4 noktası.....	30
Çizelge6.17 Düzlem Sistem Kesme Kuvveti Tabloları Eşdeğer Deprem Yükü 1 noktası.....	31
Çizelge6.18 Düzlem Sistem Kesme Kuvveti Tabloları Eşdeğer Deprem Yükü 2 noktası.....	31
Çizelge6.19 Düzlem Sistem Kesme Kuvveti Tabloları Eşdeğer Deprem Yükü 3 noktası.....	31
Çizelge6.20 Düzlem Sistem Kesme Kuvveti Tabloları Eşdeğer Deprem Yükü 4 noktası.....	31
Çizelge6.21 Düzlem Sistem Kesme Kuvveti Tabloları Dinamik Yük 1 noktası.....	32
Çizelge6.22 Düzlem Sistem Kesme Kuvveti Tabloları Dinamik Yük 2 noktası.....	32
Çizelge6.23 Düzlem Sistem Kesme Kuvveti Tabloları Dinamik Yük 3 noktası.....	32
Çizelge6.24 Düzlem Sistem Kesme Kuvveti Tabloları Dinamik Yük 4 noktası.....	32
Çizelge6.25 Kolonlu Sistem Mod Şekilleri Tabloları.....	33
Çizelge6.26 Kolonsuz Sistem Mod Şekilleri Tabloları.....	33
Çizelge6.27 Kolonlu Sistem Taban Kesme Kuvveti.....	34
Çizelge6.28 Kolonsuz Sistem Taban Kesme Kuvveti.....	34
Çizelge6.29 Taban Kesme Kuvveti CQC Değerleri.....	34

**GRAFİK DİZİNİ**

	<b>Sayfa No</b>
Grafik 6.1 Düşey Yüklemeye Göre 1 ve 2 Noktası Moment Değerleri.....	50
Grafik 6.2 Düşey Yüklemeye Göre 3 ve 4 Noktası Moment Değerleri.....	50
Grafik 6.3 Eşdeğer Deprem Yüküne Göre 1 ve 2 Noktası Moment Değerleri.....	50
Grafik 6.4 Eşdeğer Deprem Yüküne Göre 3 ve 4 Noktası Moment Değerleri.....	51
Grafik 6.5 Dinamik Yüke Göre 1 ve 2 Noktası Moment Değerleri.....	51
Grafik 6.6 Dinamik Yüke Göre 3 ve 4 Noktası Moment Değerleri.....	51
Grafik 6.7 Düşey Yüklemeye Göre 1 ve 2 Noktası Kesme Kuvveti Değerleri.....	52
Grafik 6.8 Düşey Yüklemeye Göre 3 ve 4 Noktası Kesme Kuvveti Değerleri.....	52
Grafik 6.9 Eşdeğer Deprem Yüküne Göre 1 ve 2 Noktası Kesme Kuvveti Değerleri.....	52
Grafik 6.10 Eşdeğer Deprem Yüküne Göre 3 ve 4 Noktası Kesme Kuvveti Değerleri.....	53
Grafik 6.11 Dinamik Yüke Göre 1 ve 2 Noktası Kesme Kuvveti Değerleri.....	53
Grafik 6.12 Dinamik Yüke Göre 3 ve 4 Noktası Kesme Kuvveti Değerleri.....	53
Grafik 6.13 Mod Şekillerindeki Değişimine Ait Grafikler.....	54
Grafik 6.14 Taban Kesme Kuvveti Değişimine Ait Grafikler.....	55



## 1.GİRİŞ

Yapılan bu çalışmada, düzensiz yapıların taşıyıcı sistemlerindeki süreksizlik, özellikle de taşıyıcı sisteminde konsol kirişler bulunan ve bu konsol kirişlerin üstüne eklenen kolonlar ile oluşan süreksizlik göz önüne alınmıştır. Çalışmanın amacı, yukarıda bahsettiğimiz düzensizlik bulunan yapılar ve özellikle bu yapılardaki konsol uzunluğunun değişmesi durumunda oluşan kesit tesirlerinin incelenmesidir.

Bu çalışmada ilk olarak, konsolsuz 6 katlı ve y doğrultusunda 3 açıklıklı (5m-4m-5m), x doğrultusunda 4 açıklıklı (4-4-4-4)kolon ve kirişlerden oluşan bir uzay çerçeve sistem modeli seçilmiştir. Seçilen modelde kat yükseklikleri 3 m.'dir. Bu sistemin kenar kolonlarına farklı uzunluklarda konsollar ve bu konsolların üstüne kolon oturtulmuştur. Daha sonra eklenen konsol kirişlerin ucundaki (iç taraftaki) kolonlar kaldırılarak değişik modeller oluşturulmuş ve bütün bu sistemlere düşey ve yatay yüklemeler yapılmış, El-Centro Depremi Spektrum Eğrisi Kullanılarak dinamik analizleri de elde edilmiştir. Sonlu Elemanlar Metodu ile yapılan statik ve dinamik çözümler sonucu elde edilen sonuçlar karşılaştırılarak, yorumlar sunulmuştur.

Yorumlarda daha çok deprem kuvvetlerinin statik ve dinamik etkileri üzerinde durulmuş, ana çalışma eksenine bu yüklemeler (eşdeğer deprem yükü ve dinamik yük yükleme) doğrultusunda uygulanmıştır. Ama sonuçlar genel olarak irdelenmiştir, düşey yüklemeler göz ardı edilmemiştir. Ana model sistemler ilk olarak üç boyutlu olarak tasarlanmış ve bundan sonra düzlem sistemlere geçiş sağlanmıştır. Bu yöntem ile yüklemelerde çıkabilecek çeşitli hataların önüne geçilmesi hedeflenmiştir. Yukarıda söylediğimiz gibi üç boyutlu model sistemden bir aks seçilerek, bu aks düzlem sistemi olarak incelenmiştir. Seçilen düzlem sistemdeki kirişlere gelen yükler, kiriş ölü yükleri ve döşemeden gelen yüklerdir. Döşemeden gelen yükler diğer akslara da bağlı olduğu için böyle bir yöntemle başvurulmuştur.



Çalışmada “Afet Bölgelerinde Yapılacak Yapılar Hakkında Yönetmelik”de yer alan, B3 türü düzensizlik olarak adlandırılan ve Taşıyıcı Sistemin Düşey Elemanlarının Süreksizliği olarak ifade edilen; “Kolonların binanın herhangi bir katında konsol kirişlerin veya alttaki kolonlarda oluşturulan guselerin üstüne veya ucuna oturtulmasına hiçbir zaman izin verilmez.”maddesi oluşturulan modellere yapılan yatay, düşey ve dinamik yüklemeler ve bu yüklemelerin kombinasyonları ile elde edilen değerler karşılaştırılarak incelenmiştir. (L. ŞATAF, 2003)

Taşıyıcı sistemdeki süreksizlik konusunda, Süleyman Demirel Üniversitesinde daha önce yapılan bir tez çalışması da, yapılan bu çalışma ile birbirlerini tamamlayıcı şeklindedir. Bu çalışma da “Afet Bölgelerinde Yapılacak Yapılar Hakkında Yönetmelik”de yer alan, B3 türü düzensizlik ile yakından ilgilidir. Çalışmada kolon ve kirişlerden oluşan bir çerçeve sistemde, orta akslardan birinde kaldırılan kolonun yapıya olan etkisi incelenmiştir. Oluşan kesit tesirleri incelenmiş ve sonuçta bu tür yapıların yapımının çok tehlikeli olduğu kanısına varılmıştır. Ve deprem bölgelerinde mümkün olduğunca kaçınılması gerekliliği savunulmuştur. (L. ŞATAF, 2003)

Özellikle üstünde durulan diğer bir konu ise, taşıyıcı sisteminde süreksizlik bulunan düzensiz yapıların deprem sırasındaki dinamik davranışı ve buna bağlı olarak yapılan dinamik analizdir. Dinamik analiz, herhangi bir kattaki kesme kuvveti, yapının deformasyonuna, diğer bir deyiş ile o kattaki yapının kütlesi ve yükseklik boyunca lineer kabul edilen titreşim genliğine bağlıdır. Deprem yükleri ile yapı, titreşimin tabii modu olarak bilinen deforme olmuş belli şekillere dönüşür. Her modun şekli yatay yüklerin belli bir dağılımı ile ilişkilidir. (MERTOL A., MERTOL H. C., 2002)

İstanbul Büyükşehir Belediyesinin yaptığı bir çalışma ile oluşturduğu inceleme sonuçlarına göre, konsol plak ve konsol kiriş yapılmaması, önceden yapılan binalarda konsol için takviye yapılması öngörülmektedir. Bu görüşte yapılan çalışmaya denk düşmektedir. (İstanbul Büyükşehir Belediyesi, Zemin Ve Deprem İnceleme Müdürlüğü, 2003)

Bu incelemeyi yapmak için seçilen model çerçeve sistemler üzerinde 1.4 G + 1.6 Q olarak ifade ettiğimiz düşey yüklemeler, ardından eşdeğer deprem yükü yöntemi ile belirlediğimiz yatay kuvvetler E yüklemesi olarak adlandırılarak yüklenmiştir. Sistem son olarak El-Centro Depremi spektrum eğrisi değerleri tanımlanarak dinamik yüklemeye tabi tutulmuştur. Sonuçlar konsol açıklıklarının artışına göre karşılaştırılmış ve diyagramlar, şekiller, çizelgeler, grafikler halinde sunulmuştur.

## **2.MATERYAL VE METOD**

Yapılan analizlerin düzlem ve uzay çerçeve çözümlerin elde edilmesinde, sonlu elemanlar metodu ile hazırlanmış bilgisayar programları kullanılmıştır.

### **2.1 Statik Çözümler**

Statik çözümlerde betonarme çerçeveler, düşey zati yük ve yatay deprem yüklerine göre; düzlem çerçeve olarak; düzenli yapı modeli ve düzensiz yapı modeli olarak çözümler elde edilmiştir. Statik deprem kuvveti olarak eşdeğer deprem yükü seçilmiş ve buna uygun statik çözümler elde edilmiştir. Statik eşdeğer yükler yönteminde bölgenin, zeminin ve yapının belirli özellikleri nazara alınarak deprem yatay yükü olarak, fiktif eşdeğer statik yükler hesaplanır. Gerçekte mod süper pozisyonunun basitleştirilmiş şeklidir.

### **2.2 Dinamik Çözümler**

Modeller düzenli yapı ve düzensiz yapı olarak dinamik çözümler elde edilmiş, çizelge ve grafik olarak hazırlanmıştır. Dinamik yük, bina kütlelerinden dolayı, binanın deprem sırasında oluşturduğu anlık şekil değişimiyle oluşan kuvvetlerdir. Bununla birlikte, yapının dinamik özellikleri de göz önüne alınarak, bu kuvvetler tayin edilir. Yapının doğal titreşim periyodu, sönümü ve duktilitesi bilindiği zaman dinamik özellikler bilinmiş olur. Yapının deforme olmuş şekli göz önünde tutulur.

### 2.3 Seçilen Modellerin Tanıtılması

Yapılan bu çalışmada, kolon ve kirişlerden oluşturulmuş 6 katlı bir uzay çerçeve ana sistem olarak seçilmiştir. Daha sonra bu uzay çerçeve sistemin bir iç aksı alınarak, (y eksenini doğrultusunda) bir düzlem çerçeve oluşturulmuştur. Bu düzlem çerçevenin kenar kolonlarına farklı uzunlukta (1.5m, 1.75m, 2.00m, 2.25m, 2.50m, 2.75m) konsol kirişler eklenmiştir. Daha sonra bu konsolların uç noktalarına kolonlar oturtulmuştur. Bu durumda 6 farklı model oluşturulmuştur. Akabinde konsol kirişlerin diğer ucundaki (iç taraftaki) kaldırılarak 6 değişik model daha oluşturulmuştur. Sonuçta 12 farklı model elde edilmiştir. Bu 12 farklı model üzerinde önce düşey sonra yatay kuvvetler uygulanmıştır. Daha sonra bu 12 model üzerinde dinamik yüklemeler yapılmak suretiyle statik ve dinamik çözümler elde edilmiştir. Statik ve dinamik çözümler sırasında sonlu elemanlar metodu kullanılmıştır.

Model sistemlerde kirişler 25/60 boyutunda seçilmiştir. Kolonlar ise birinci katta 30/80, ikinci katta 25/80, üçüncü katta 25/70, dördüncü katta 25/60, beşinci ve altıncı katta 25/50 olarak boyutlandırılmıştır. Döşemeler plak döşeme olarak seçilmiş ve kalınlığı 12 cm. alınmıştır.

Ana modelimiz (uzay sistem); 6 katlı, 120 kolon ve 186 kirişten oluşan bir sistemdir. Bu sisteme önce 1.4 G + 1.6 Q olarak ifadelendirdiğimiz düşey yüklemeler, ardından E yüklemesi olarak adlandırılarak eşdeğer deprem yükü yöntemi ile belirlediğimiz yatay kuvvetler yüklenmiştir. Sistem son olarak, dinamik yüklemeye tabi tutulmuştur. Modele uygulanan yüklemeler sonucunda ton ve metre birimleri kullanılarak elde edilen kesit tesirleri diyagramlarda sunulmuştur.

Ana modelimiz (düzlem sistem); 6 katlı, 24 kolon ve 18 kirişten oluşan bir sistemdir. Bu sisteme önce 1.4 G + 1.6 Q olarak ifadelendirdiğimiz düşey yüklemeler, ardından E yüklemesi olarak adlandırılarak eşdeğer deprem yükü yöntemi ile belirlediğimiz yatay kuvvetler yüklenmiştir. Sistem son olarak, dinamik yüklemeye tabi tutulmuştur. Modele uygulanan yüklemeler sonucunda ton ve metre birimleri kullanılarak elde edilen kesit tesirleri diyagramlarda sunulmuştur.

Birinci modelimiz (uzay sistem); ana modelin kenar kolonlarına 1.50m'lik konsol kirişler eklenerek ve bu konsol kirişlerin üzerine kolonlar oturtularak oluşturulmuştur. 6 katlı, 170 kolon ve 276 kirişten oluşan bir sistemdir. Bu sisteme de aynı birimler kullanılarak benzer şekilde yüklemeler yapılmıştır.

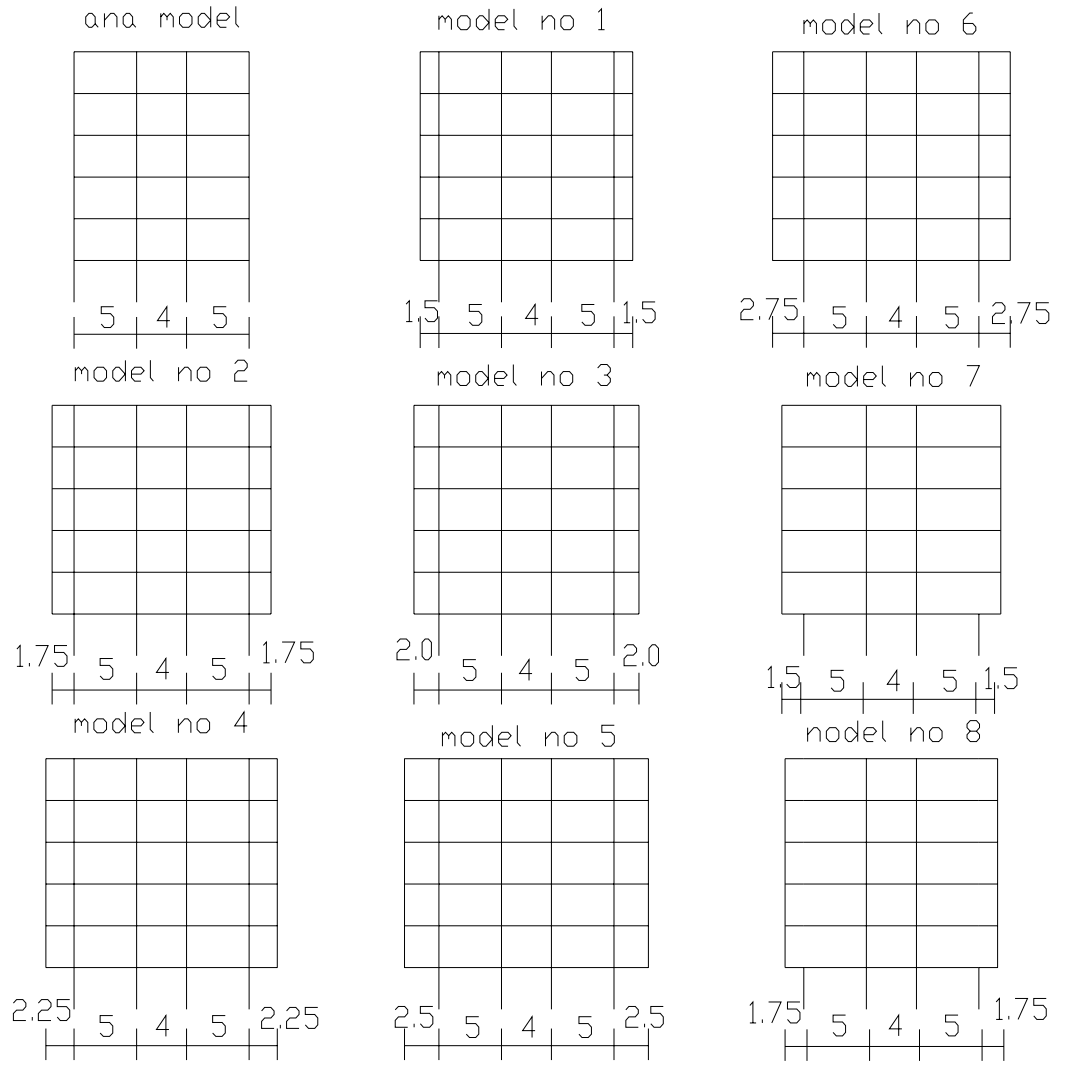
Birinci modelimiz (düzlem sistem); ana modelin kenar kolonlarına 1.50m'lik konsol kirişler eklenerek ve bu konsol kirişlerin üzerine kolonlar oturtularak oluşturulmuştur. 6 katlı, 34 kolon ve 30 kirişten oluşan bir sistemdir. Bu sisteme de aynı birimler kullanılarak benzer şekilde yüklemeler yapılmıştır.

İkinci, üçüncü, dördüncü, beşinci ve altıncı modeller (bu modeller düzlem sistemdir), birinci modelin özelliklerinin hepsine sahiptir. (kolon ve kiriş sayısı, boyutları vs.)Konsol uzunlukları sırası ile 1.75m, 2.00m, 2.25m, 2.50m ve 2.75m'dir.

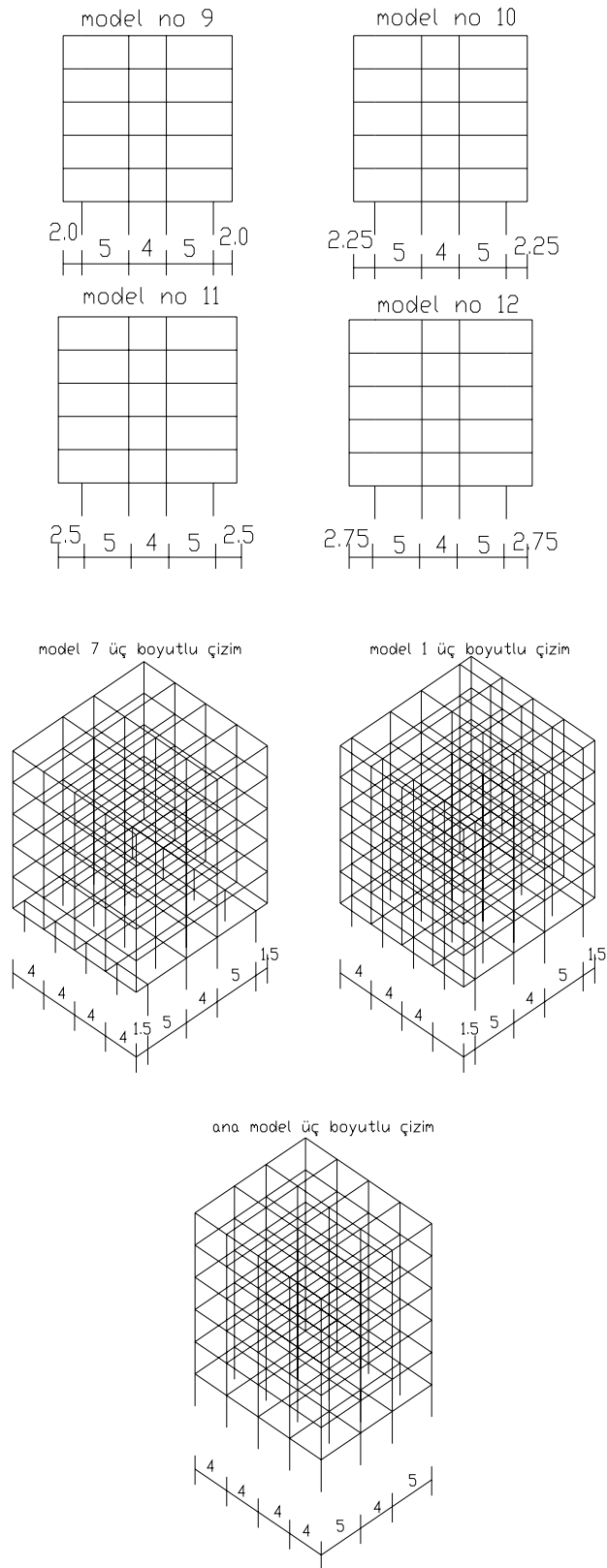
Yedinci modelimiz (uzay sistem); ana modelin kenar kolonlarına 1.50m'lik konsol kirişler eklenerek ve bu konsol kirişlerin üzerine kolonlar oturtularak oluşturulan sisteme, daha önce eklenen konsol kirişlerin ucundaki (iç taraftaki) kolonlar kaldırılarak , 6 katlı, 120 kolon ve 204 kirişten oluşan bir sistemdir. Bu sisteme de aynı birimler kullanılarak benzer şekilde yüklemeler yapılmıştır.

Yedinci modelimiz (düzlem sistem); ana modelin kenar kolonlarına 1.50m'lik konsol kirişler eklenerek ve bu konsol kirişlerin üzerine kolonlar oturtularak oluşturulmuştur. 6 katlı, 24 kolon ve 20 kirişten oluşan bir sistemdir. Bu sisteme de aynı birimler kullanılarak benzer şekilde yüklemeler yapılmıştır.

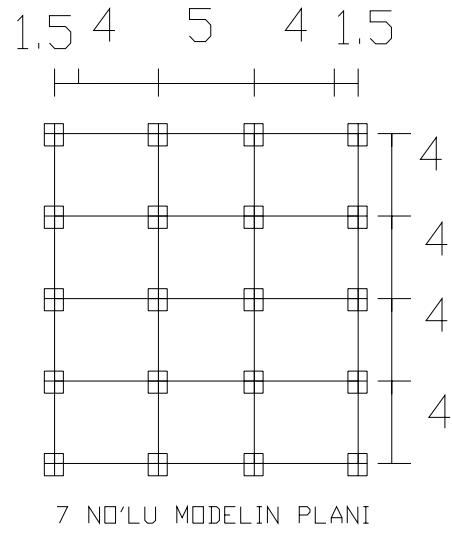
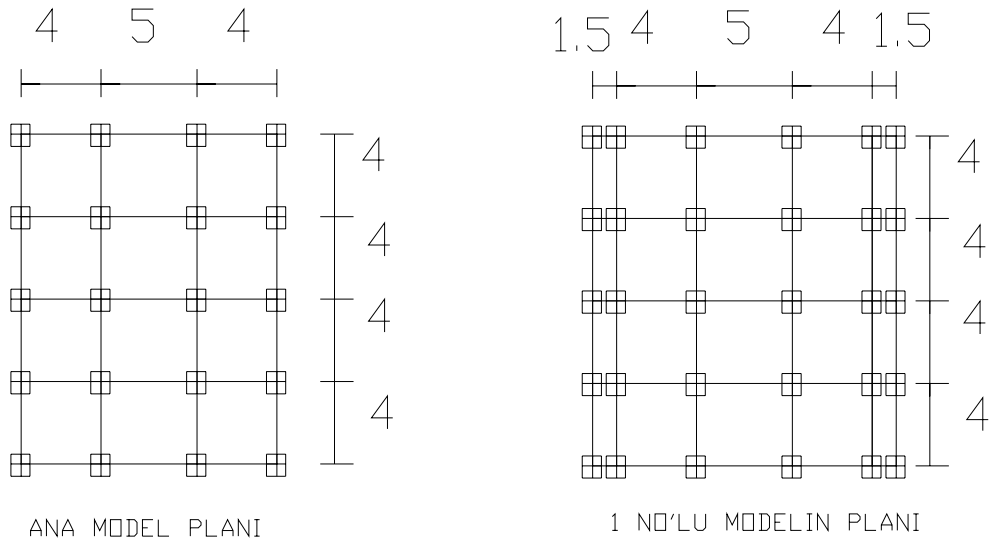
İkinci, üçüncü, dördüncü, beşinci ve altıncı modeller (bu modeller düzlem sistemdir), birinci modelin özelliklerinin hepsine sahiptir. (kolon ve kiriş sayısı, boyutları vs.)Konsol uzunlukları sırası ile 1.75m, 2.00m, 2.25m, 2.50m ve 2.75m'dir.



Şekil 2.1(a) Seçilen Model Çerçeve Sistemler



Şekil 2.1(b) Seçilen Model Çerçeve Sistemler



Şekil 2.2 Seçilen Model Çerçeve Sistemlerin Planları

### **3.DİNAMİK ANALİZ**

#### **3.1 Dinamik Analize Giriş**

Yapıların depremde meydana gelen tesirlerin zamana bağlı değerlerini veya doğrudan doğruya bunların maksimumunu tayinine dinamik analiz yardımcı olur. Yapı sisteminin dinamik tesirlere göre hesabından doğrudan entegrasyon, hareket denklemlerinin sayısal entegrasyonunu kullanan yöntemdir. Zaman boyutunda sistemin bütün çözümünü elde edebilmekte ve elastik olmayan sistemlerde uygulanmaktadır.

Kütle katılım faktörünü belirlemekte iken yapı serbestlik derecesi, kat sayısı, kullanılan son moda ait özel periyodun belirli bir değerden küçük olmasına, toplam etkin kütle oranına bağlıdır. Etkin model kütle toplamı hiçbir zaman yapı toplam ağırlığının %90'ından az olmamalıdır.

Dinamik analiz yönteminde yapı modeli üç boyutlu bilgisayar modeli ile modellenir. Bu model statik yük ve dinamik yüke göre boyutlamanın ilk bölümünde kullanılır. Yapı boyutlanmasında üç boyutlu mod şekli tasarlanır.

#### **3.2 Yapı Dinamik Özelliklerinin Deneysel Yollarla Bulunuşu**

Yapının dinamik tesire karşı davranışının analizi oldukça zordur. Yapı dinamik özellikleri ve yapıya gelen kuvvetler için basitleştirici kabuller yapılması gerekir. Dinamik tesirler, tatbik edilen kuvvetin büyüklüğüne, şekline, yapını kütle ve rijitlik dağılımına, yapı temel ilişkilerine, yapı elemanlarının bağlantı şekline ve enerji yutabilme özelliğine bağlıdır. Yapı dinamik özellikleri hakkında deneysel bilgi edinmenin diğer bir yolu da suni bir titreşimle zorlanmasıdır. Böylece depremin yapıya etkisi hakkında önemli bilgiler elde ederiz. Yapı dinamik özelliklerinden doğal titreşim periyodu mod şekilleri, enerji yutma özellikleri, yapı temel etkileşiminin deneysel yolla bulunmasında, vibrasyon jeneratörü, vasıtasıyla yapıda hasar meydana vermeyecek şekilde harmonik, titreşimler tatbik edilerek gerekli ölçümler yapılır.



### 3.3 Dinamik Özelliklerin Nümerik Metotla Bulunuşu

Dinamik yüke göre analiz, nümerik yöntem ile bilgisayar programı kullanılarak yapılır. Tezimizde inceldiğimiz modellerde inceleme yöntemi de bu şekildedir. Analiz için uygun yapı modeli seçilerek; model kurulmalıdır. Kütleler kat seviyesinde toplandığı ve sadece yatay deplasman yapabileceği kabul edilir. Düğüm noktalarında dönme ve serbestlik derecesi verilebilir. Taşıyıcı sistemi düzensiz yapılarda 1. ve 2. derece deprem bölgelerinde üç boyutlu hesap yapılabilir. Her iki deprem yönü içinde burulmanın hakim olduğu en az 4 mod kullanılmalıdır.

### 3.4 Dinamik Tepki Spektrumu Kavramı

Deprem mühendisliği alanında son derece önemli yer tutan dinamik tepki spektrumu kavramını sismoloji alanında kullanımı ilk olarak 1934 yılında Hugo BENİOFF tarafından başlatılmış ve 1941 yılında M. A. BIOT tarafından deprem mühendisliği alanına yerleştirilmiştir. Tepki spektrumu kavramı özünde son derece basittir. Tek serbestlik dereceli doğrusal bir sistemin tabii frekansı veya periyodu ile sahip olduğu kritik sönüm yüzdesinin bir fonksiyonudur. Söz konusu tepki toplamı veya görece deplasman, hız veya ivme olarak tanımlanabilir. Dolayısı ile aynı periyot ve sönüme sahip herhangi iki yapı biri diğerinden çok daha iri ve hantal olsa da verilen bir deprem hareketi altında aynı maksimum tepkiyi geliştireceklerdir. Verilen bir deprem bileşeni için tek serbestlik dereceli doğrusal sistemlerin değişik frekans ve sönüm yüzdeleri için seçilen tepkinin (ivme, hız, deplasman, ..... vb.) maksimum değerlerini hesaplayarak sonuçları grafiksel olarak ifade edecek olursak söz konusu deprem bileşeni etkisi altında oluşturacağı maksimum tepkiyi görmek mümkündür.

### 3.5 Dinamik Analizin Yapılışı

Deprem etkisi altında davranışı ve yapının çeşitli bölgelerinde saptamak için seçilen uygun, tasarım spektrumu kullanılarak sonlu elemanlar modeli oluşturulabilir. Yapı elemanının üç boyutlu bilgisayar modeli modellenir. Bu model statik ve dinamik yüke göre boyutlamasının ilk bölümü için geçerlidir. Yapının mod şekli tasarlanır. Hesap taban temel kesme kuvveti, bilgisayar yapı modelinde en büyük T periyodu elde edilir. CQC yöntemi kullanılarak dinamik taban kuvveti üç

esas yönde % 100 normalize edilmiş spektra şekline göre hesaplanır. İki ortogonal yönde SRSS yöntemi ile kullanılarak dinamik deplasmanlar ve çubuk kuvvetleri hesaplanır.

### 3.6 Dinamik Tepki Spektrumu (Deprem Spektrumu) Verileri Bölümü (Spec)

Tasarım depremi altındaki davranışını ve bu esnada çeşitli bölgelerinde oluşan tesirleri saptamak amacı ile coğrafi konuma uygun olarak seçilen Tasarım Spektrumu kullanılarak yapının sonlu elemanlar modeli oluşturulabilir. Gerçek deprem hareketine uygun olarak, yer ivmesinin aynı zaman dilimi içerisinde yapıya hem yatay hem de düşey yönlerde etkimesi mümkündür. Yatay hareketin global XY düzlemi içerisinde, düşey hareketin ise Z yönünde olduğu varsayılır. Bu yüzden yapısal koordinat sistemi seçilirken global Z yönü yapı yüksekliği boyunca seçilmelidir. XY düzlemi içindeki dinamik etki depremin gerçek geliş yönüne göre birbirine dik iki yönde, 1 ve 2 yönlerinde, tanımlanabilir. Bu durumda sözü edilen depremin spektrumunu tanımlayan bilgiler bu bölümde SPEC komutu altında verilir. Bu bilgiler iki alt grupta ve aşağıdaki formatta düzenlenir.

Spektrum Kontrol Bilgileri: Deprem spektrumu ait genel bilgiler.

A=a S=s D=d

Veri	Otomatik	Açıklama
a	0.00	depremin yapıya XY düzlemi içerisinde etkiyen yatay bileşeninin doğrultusunu tanımlayan ve derece cinsinden global X ekseninde ölçülen açı.
s	1.00	Dinamik tepki spektrumu ölçek katsayısı. Bu katsayı spektrum ivmelerini çeşitli birimlere çevirmek için kullanılabilmesi gibi normalize edilmiş spektrum kullanılması durumunda depremi karakterize eden maksimum yer ivmesi değeri olarak da bilinir.
d	0.0	Kritik yapısal sönüm cinsinden ifade edilen yapısal sönüm oranı. Tipik değer % 5 (0.005)

**Spektrum Eğrisi Tanımı:** Depremin tek serbestlik dereceli bir yapı üzerindeki etkisini karakterize eden ve zamana karşı ivme değerleri şeklindeki tepki spektrumu

eğrisinin sisteme tanıtımı bu eğri üzerindeki yeterli sayıda kritik noktanın aşağıdaki formatta satır satır ifadesi ile yapılır. Her satırda kritik noktaya ait periyot (zaman) değeri ile bunu takip eden ve 1,2 ve Z yönlerindeki ivme büyüklüklerini temsil eden üç değer mevcuttur. Üç yönde deprem yüklemesi tanımlanabilmesine karşın analiz sonuçları her yön için ayrı ayrı değil de bu üç etkinin yapı üzerindeki SRSS (Kareler Toplamı Kare Kökü) yöntemi ile bulunan karma tesiri olarak verilir. Yapı üzerinde 1,2 ve Z yönlerinden herhangi biri doğrultusunda deprem yüklemesi istenmiyor. İse bu yöne karşı gelen ivme değerleri boş bırakılmalı veya 0.0 olarak verilmelidir.

$t_p$   $S_1$   $S_2$   $S_z$

Veri	Otomatik Değer	Açıklama
$t_p$	0.00	Her satırda sayısal olarak artan (zaman) periyodu
$S_1$	-	1-yönü spektrum ivmesi değeri
$S_2$	0.00	2-yönü spektrum ivmesi değeri
$S_z$	0.00	Z-yönü spektrum ivmesi değeri

Çözülen sistemlerde [a] değeri 90 derece, [s] değeri 1.0 ve [d] değeri 0.05 alınmış; ayrıca El-Centro Depremi Spektrum eğrileri kullanılarak modeller üzerinde dinamik yüklemeler yapılmış ve elde edilen dinamik analiz sonuçları diyagramlar, şekiller, çizelgeler ve grafikler halinde sunulmuştur. (L. ŞATAF, 2003)

## 4.HESAP TEKNİĞİ

### 4.1 SAP90 Sonlu Elemanlar Programı

Sap90 bilgisayar programı inşaat mühendisliğinde bilimsel çalışmalarda kullanılmak üzere hazırlanmıştır. Akademik bir çalışma sonucu meydana getirilen ve daha önce çeşitli versiyonları bulunan Sap90 bilgisayar teknolojisinin gelişimi sonucunda ortaya çıkmıştır.

Program çok geniş bir kullanım alanına sahip olup minimum çalışma kapasitesi MS-DOS tabanlı bilgisayarlardır.

Program statik ve dinamik analiz yapabilme özelliğine sahiptir. Veri girişi serbest olarak yapılabilmekte ve düğüm noktası ile birlikte elemanlar ( kolonlar ve kirişler ) çoğaltılabilmektedir.

```

MS-DOS Komut İstemi - EDIT
Auto
Dosya Düzen Ara Görünüm Seçenekler Yardım
D:\belgelerim\s90\D545A
CIRMASIZ DUZLEM CERCEVE STATİK YUKLEMESİ
SYSTEM
U=6 L=3

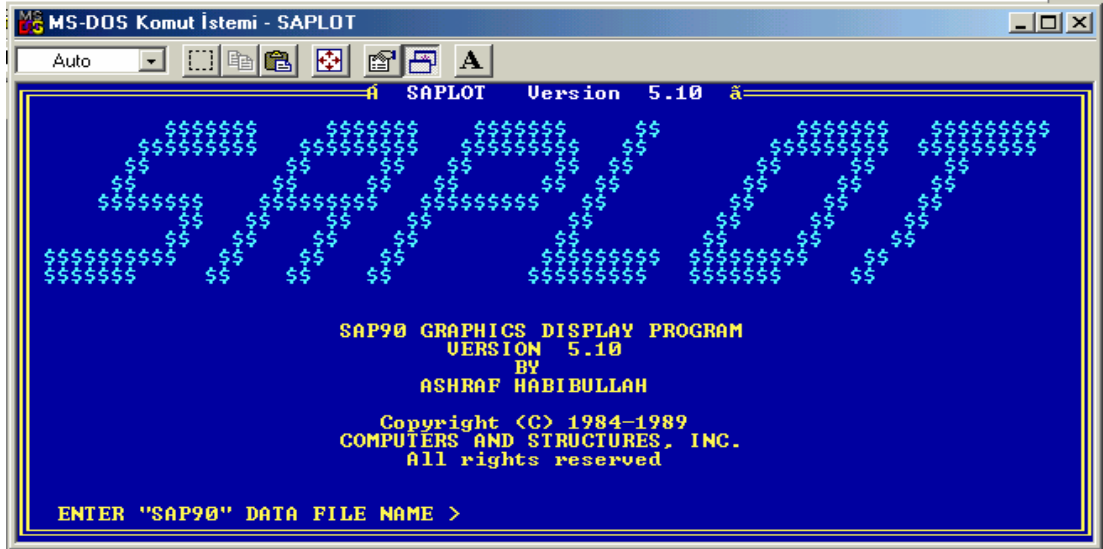
JOINTS
1 Y=0 Z=0
25 Y=0 Z=18 G=1,25,4
2 Y=5 Z=0
26 Y=5 Z=18 G=2,26,4
3 Y=9 Z=0
27 Y=9 Z=18 G=3,27,4
4 Y=14 Z=0
28 Y=14 Z=18 G=4,28,4

RESTRAINTS
1 4 1 R=1,1,1,1,1,1
5 28 1 R=1,0,0,0,1,1

MASSES
6 M=0,8.88
10 M=0,8.74
14 M=0,8.65
F1=Yardım | Satır:1 Sütun:1

```

Şekil 4.1 SAP90 Programı Data Girişi



Şekil 4.2 SAP90 Programı Grafik Görüntüleyicisi

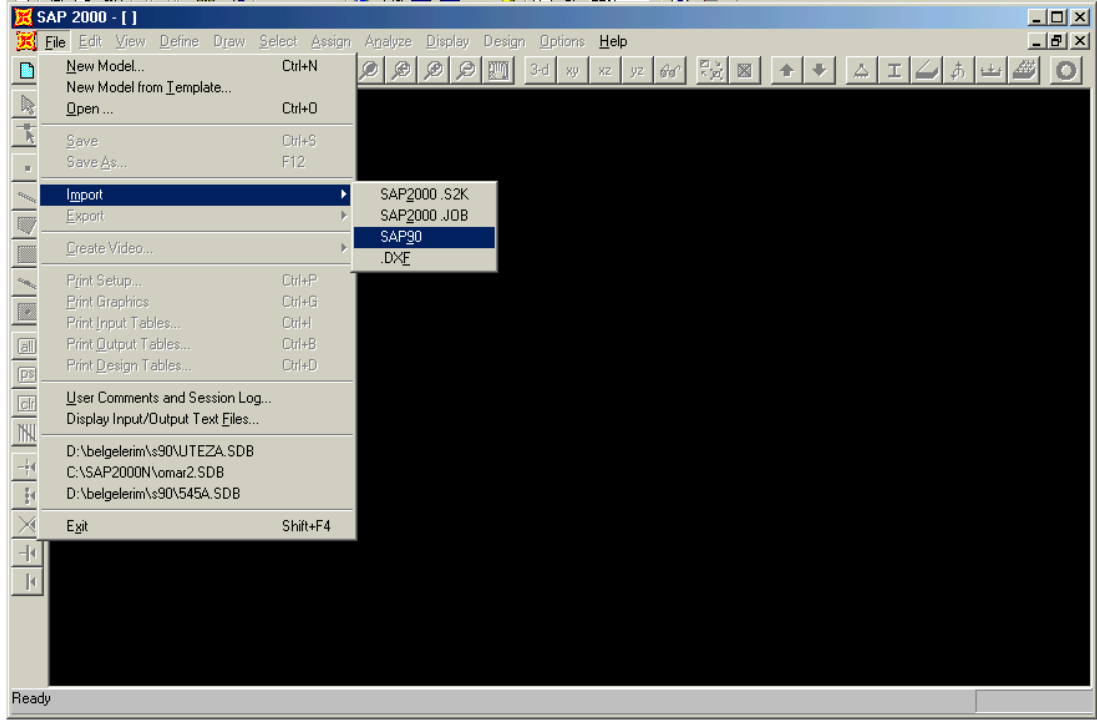


Şekil 4.3 SAP90 Programı Kontrol Menüsü

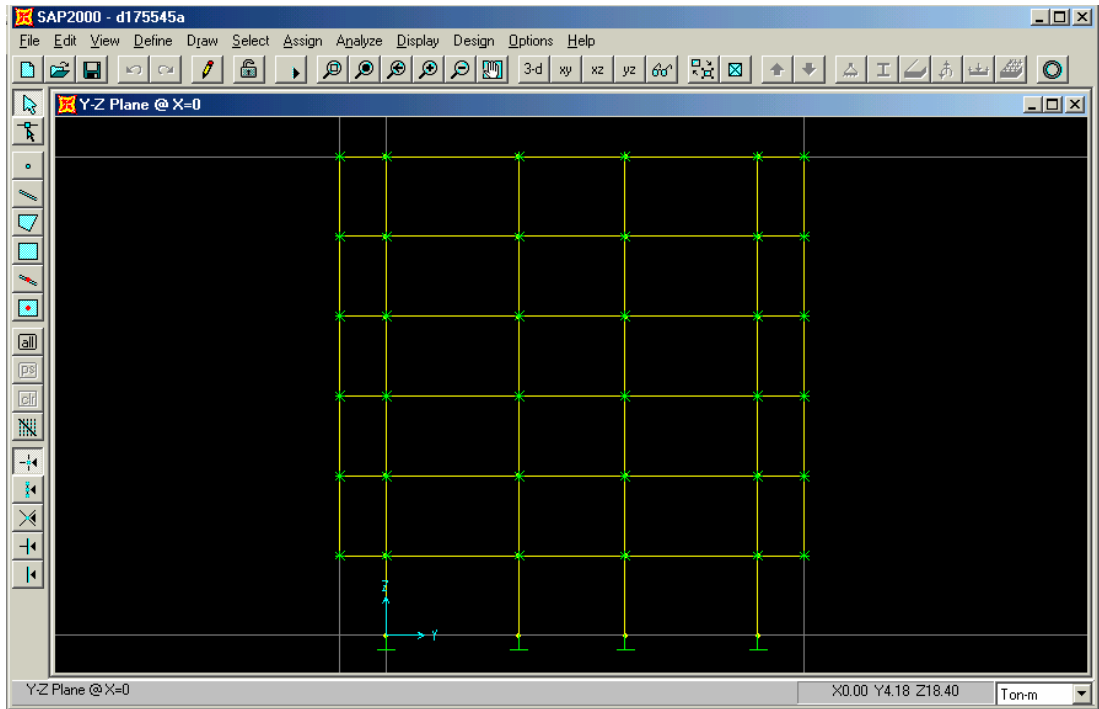
#### 4.2 SAP2000 Sonlu Elemanlar Metodu

SAP2000, SAP90 programının günümüz bilgisayar teknolojisi ile daha rahat ve daha hızlı çalışma imkanı sunmak için yapılmıştır. SAP2000’de akademik amaçlı kullanılabilen gibi ticari amaçlı da kullanılabilir. Ayrıca SAP90’da yapılan çalışmalar SAP2000’de rahatça import (aktarma) edilebilir. (POLAT U.,1994)

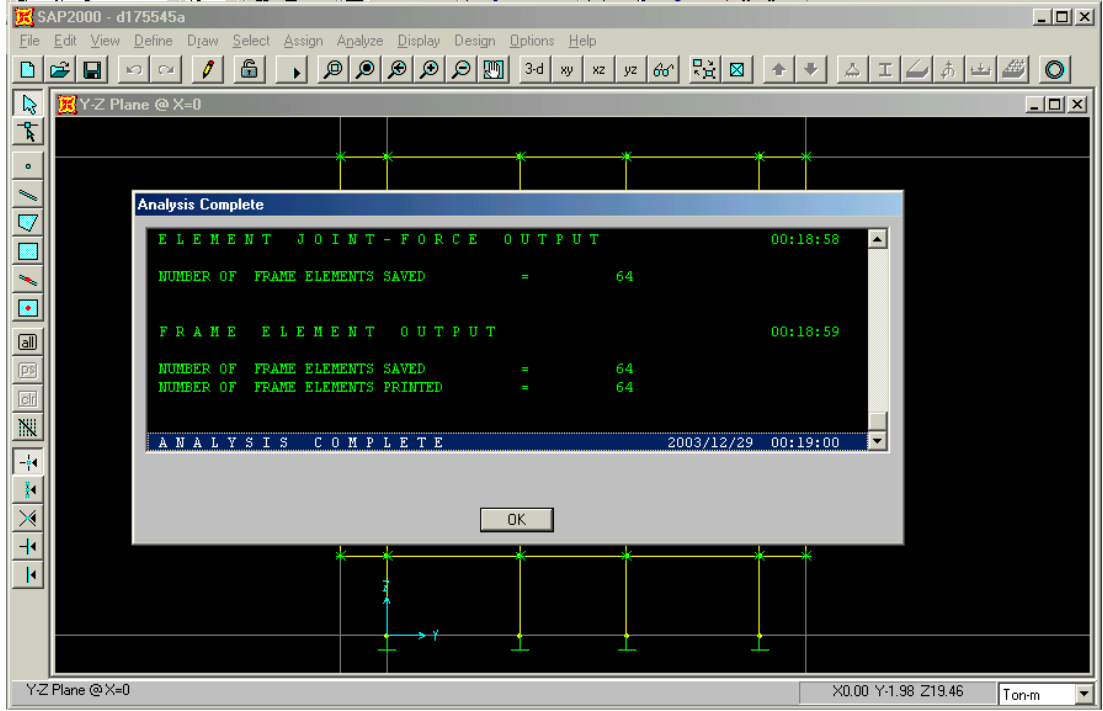
Bu program windows işletim sistemleri için kolay kullanım amaçlıdır. İşlemler açılan pencerelerden kolaylıkla yapılabilir.



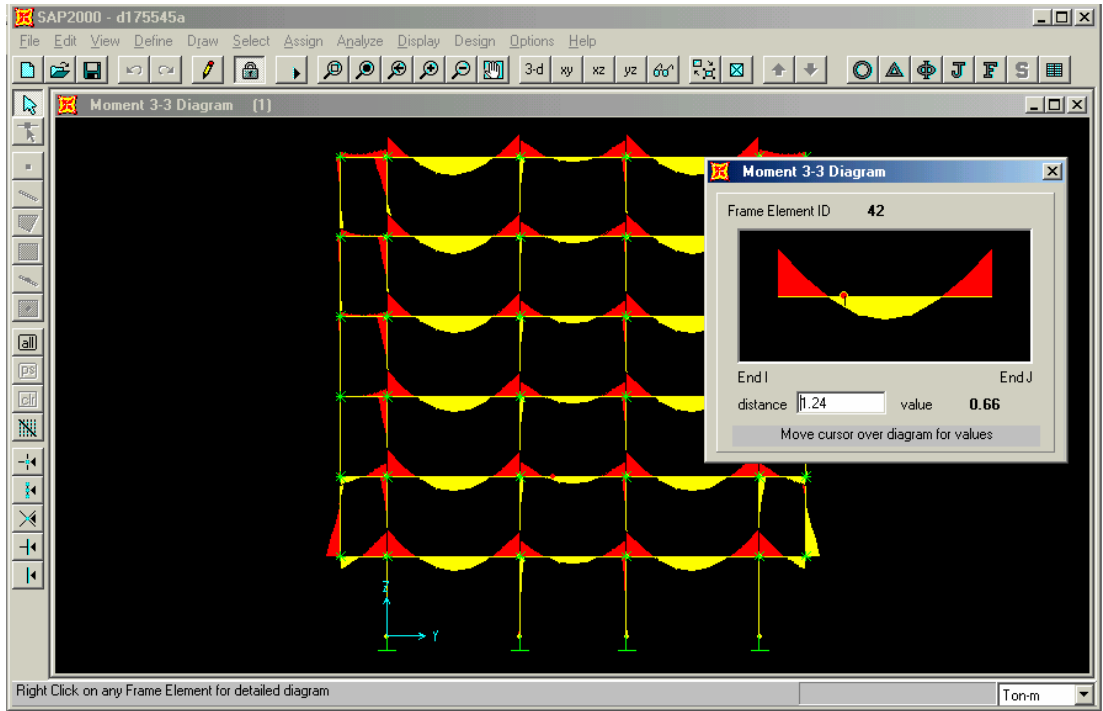
Şekil 4.4 SAP2000 İmport Girişi



Şekil 4.5 SAP2000 Data Görüntüsü



Şekil 4.6 SAP2000 Analiz Sonu Görüntüsü



Şekil 4.7 SAP2000 Moment Diyagramı Görüntüsü

## **5.AFET BÖLGELERİNDE YAPILACAK YAPILAR HAKKINDA YÖNETMELİK İLE İLGİLİ MADDELER**

### **5.1 Düzensiz Binalar**

#### **5.1.1 Düzensiz Binaların Tanımı**

Depreme karşı davranışlarındaki olumsuzluklar nedeni ile tasarımında ve yapımında kaçınılması gereken düzensiz binaların tanımlanması ile ilgili olarak, planda ve düşey doğrultuda düzensizlik meydana getiren durumlar Çizelge 5.1’ de ve seminer konumuzla ilgili olan B3 türü düzensizlik ile ilgili koşullar ise aşağıda 5.1.2’ de verilmiştir.

#### **5.1.2 Düzensiz Binalara İlişkin Koşullar**

Çizelge 5.1’ de tanımlanan düzensizliklerden, B3 türü düzensizlik durumuna ilişkin koşullar aşağıda belirtilmiştir.

**a)** Bütün deprem bölgelerinde, kolonların binanın herhangi bir katında konsol kirişlerin veya alttaki kolonlarda oluşturulan guselerin üstüne veya ucuna oturtulmasına izin verilmez.

**b)** Kolonun iki ucundan mesnetli bir kirişe oturması durumunda, kirişin bütün kesitlerinde ve ayrıca göz önüne alınan deprem doğrultusunda bu kirişin bağlandığı düğüm noktalarına birleşen diğer kiriş ve kolonların bütün kesitlerinde, düşey yükler ve depremin ortak etkisinden oluşan tüm iç kuvvet değerleri % 50 oranında arttırılacaktır.

**c)** Üst kattaki perdenin her iki ucundan altta kolonlara oturtulması durumunda, bu kolonlarda düşey yükler ve depremin ortak etkisinden oluşan tüm iç kuvvet değerleri % 50 arttırılacaktır. Bu tür düzensizliğin bulunduğu binalarda ayrıca kolon sarılma bölgesine konulan enine donatının kolon orta bölgesinde de aynen devam ettirilmesi ile ilgili koşul uygulanacaktır.



**d)** Perdelerin binanın herhangi bir katında, kendi düzlemleri içinde kirişlerin üzerine açıklık ortasında oturtulmasına hiçbir zaman izin verilmez.

Taşıyıcı sistemde düzenli durumun ani olarak bozulması, kolonda süreksizlik ortaya çıkması, hem düşey hem de yatay yükler altında yükün temele iletiminde normal akışı bozduğundan uygun değildir. Yapı taşıyıcı sisteminde kolon, perde gibi düşey elemanların temelden çatıya kadar sürekliliğinin sağlanması gerekir.

Düzensiz yapıların davranışlarındaki olumsuzluklar ve belirsizliklerden dolayı düzensiz yapıların yapımını engellemek için yönetmelikte ek deprem kuvvetleri artırılmış ve ek konstrüktif kurallar getirilmiştir.

Yapının deprem etkisi altındaki davranışının belirlenmesinde, kesit tesirlerinin bulunmasında düzenli ve düzensiz yapılar önem kazanmaktadır. Yapının düşey ve yatay kesitleri incelenerek düzenli olup olmadığı tespit edilir. Kolon iki ucundan mesnetli bir kirişe oturmuşsa bu kirişin bağlandığı elemanlarda kesit etkileri % 50 arttırılır. Bunun gibi perdenin kolona oturması durumunda da kolon kesit etkileri %50 arttırılır.

(Afet Bölgelerinde Yapılacak Yapılar Hakkında Yönetmelik, 1998)

Çizelge 5.1 – Düzensiz Binalar

A- PLANDA DÜZENSİZLİK DURUMLARI	İlgili Maddeler
<p><b>A<sub>1</sub>- Burulma Düzensizliği :</b>            Birbirine dik iki deprem doğrultusunun herhangi biri için, herhangi bir katta en büyük görelî kat ötelemesinin o katta aynı doğrultudaki ortalama görelî ötelemeye oranını ifade eden Burulma Düzensizliği Katsayısı <math>\eta_{bi}</math> 'nin 1.2 den büyük olması durumu.  <math>[ \eta_{bi} = (\Delta_i)_{max} / (\Delta_i)_{ort} &gt; 1.2 ]</math>            Görelî kat ötelemelerinin hesabı, <math>\pm</math> %5 ek dışmerkezlik etkileri de göz önüne alınarak 3.5' e göre yapılacaktır.</p>	5.1.2.1
<p><b>A<sub>2</sub>-Döşeme Süreksizlikleri :</b>            Herhangi bir kattaki döşemede</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1- Merdiven ve asansör boşlukları dahil, boşluk alanları toplamının kat brüt alanının 1/ 3' ünden fazla olması durumu</li> <li>2- Deprem yüklerinin düşey taşıyıcı sistem elemanlarına güvenle aktarabilmesini güçleştiren yerel döşeme boşluklarının bulunması durumu</li> <li>3- Döşemenin düzlem içi rijitlik ve dayanımında ani azalmaların olması durumu</li> </ol>	5.1.2.2
<p><b>A<sub>3</sub>-Planda Çıkıntılar Bulunması :</b>            Bina kat planlarında çıkıntı yapan kısımların birbirine dik iki doğrultudaki boyutlarının her ikisinin de binanın o katının aynı doğrultudaki toplam plan boyutlarının %20' sinden büyük olması durumu</p>	5.1.2.2
<p><b>A<sub>4</sub>-Taşıyıcı Eleman Eksenlerinin Paralel Olmaması :</b>            Taşıyıcı sistemin düşey elemanlarının plandaki asal eksenlerinin, göz önüne alınan birbirine dik yatay deprem doğrultularına paralel olmaması durumu</p>	5.1.2.3
B-DÜŞEY DOĞRULTUDA DÜZENSİZLİK DURUMLARI	İlgili Maddeler
<p><b>B<sub>1</sub>-Komşu Katlar Arası Dayanım Düzensizliği (Zayıf Kat) :</b>            Betonarme binalarda, birbirine dik iki deprem doğrultusunun herhangi birinde, herhangi bir kattaki etkili kesme alanının, bir üst kattaki etkili kesme alanına oranı olarak tanımlanan Dayanım Düzensizliği Katsayısı <math>\eta_{ci}</math> 'nin 0.80' den küçük olması durumu  <math>[ \eta_{ci} = (\sum A_e)_i / (\sum A_e)_{i+1} &lt; 0.80 ]</math>            Herhangi bir katta etkili kesme alanının tanımı :  <math>\sum A_e = \sum A_w + \sum A_g + 0.15 \sum A_k</math></p>	5.1.2.4
<p><b>B<sub>2</sub>-Komşu Katlar Arası Rijitlik Düzensizliği (Yumuşak Kat) :</b>            Birbirine dik iki deprem doğrultusunun herhangi biri için, herhangi bir i' inci kattaki ortalama görelî kat ötelemesinin bir üst kattaki ortalama görelî kat ötelemesine oranı olarak tanımlanan Rijitlik Düzensizlik Katsayısı <math>\eta_{ki}</math> 'nin 1.5' tan fazla olması durumu  <math>[ \eta_{ki} = (\Delta_i)_{ort} / (\Delta_{i+1})_{ort} &gt; 1.5 ]</math>            Görelî kat ötelemelerinin hesabı, <math>\pm</math> %5 ek dışmerkezlik etkileri de göz önüne alınarak 3.5' e göre yapılacaktır.</p>	5.1.2.1
<p><b>B<sub>3</sub>-Taşıyıcı Sistemin Düşey Elemanlarının Süreksizliği :</b>            Taşıyıcı sistemin düşey elemanlarının (kolon veya perdelerin ) bazı katlarda kaldırılarak kirişlerin ve guseli kolonların üzerine veya ucuna oturtulması, ya da üst kattaki perdelerin altta kolonlara veya kirişlere oturtulması durumu</p>	5.1.2.5

## 5.2 Elastik Deprem Yüklerinin Tanımlanması: Spektral İvme Katsayısı

Deprem yüklerinin belirlenmesi için esas alınacak olan ve tanım olarak %5 sönüm oranı için Elastik Tasarım İvme spektrumu' nun yerçekimi ivmesi  $g$ ' ye bölünmesine karşı gelen Spektral İvme Katsayısı,  $A(T)$  aşağıdaki şekilde belirlenir.

$$A(T) = A_0 I S (T)$$

### 5.2.1 Etkin Yer İvmesi Katsayısı

Etkin Yer İvmesi Katsayısı,  $A_0$  Çizelge 3.2' de tanımlanmıştır.

Çizelge 5.2 Etkin Yer İvmesi Katsayısı

Deprem Bölgesi	$A_0$
1	0.40
2	0.30
3	0.20
4	0.10

### 5.2.2 Spektrum Katsayısı

Spektrum Katsayısı  $S(T)$ , yerel zemin koşullarına ve bina doğal periyodu  $T$ ' ye bağlı olarak aşağıdaki ifade ile hesaplanacaktır.

$$S(T) = 1 + 1.5 T / T_A \quad (0 \leq T \leq T_A)$$

$$S(T) = 2.5 \quad T_A < T \leq T_B$$

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

Spektrum Karakteristik Periyotlar,  $T_A$  ve  $T_B$ , yerel zemin sınıflarına bağlı olarak çizelge 5.3' de verilmiştir.

Çizelge 5.3 Spektrum Karakteristik Periyotları

Yerel Zemin Sınıfı	T <sub>A</sub> (saniye)	T <sub>B</sub> (saniye)
Z <sub>1</sub>	0.10	0.30
Z <sub>2</sub>	0.15	0.40
Z <sub>3</sub>	0.15	0.60
Z <sub>4</sub>	0.20	0.90

### 5.3 Elastik Deprem Yüklerinin Azaltılması: Deprem Yüğü Azaltma Katsayısı

Depremde taşıyıcı sistemin kendine özgü doğrusal elastik olmayan davranışını göz önüne almak üzere, spektral ivme katsayısına göre bulunacak elastik deprem yükleri, aşağıda tanımlanan Deprem Yüğü Azaltma Katsayısına bölünecektir.

Deprem Yüğü Azaltma Katsayısı,  $R_a(T)$ , çeşitli taşıyıcı sistemler için Taşıyıcı Sistem Davranış Katsayısı,  $R'$  ye ve doğal titreşim periyodu,  $T'$  ye bağlı olarak aşağıdaki şekilde belirlenecektir.

$$R_a(T) = 1.5 + (R-1.5) T / T_a \quad (0 \leq T \leq T_A)$$

$$R_a(T) = R \quad (T > T_A)$$

### 5.4 Hesap Yönteminin Seçilmesi

#### 5.4.1 Hesap Yöntemleri

Binaların ve bina türü yapıların deprem hesabında kullanılacak yöntemler, Eşdeğer Deprem Yüğü Yöntemi, Mod Birleştirme Yöntemi ve Zaman Tanım Alanında Hesap Yöntemleridir. Mod Birleştirme Yöntemi ve Zaman Tanım Alanında Hesap Yöntemleri tüm binaların ve bina türü yapıların deprem hesabında kullanılabilir.

(Afet Bölgelerinde Yapılacak Yapılar Hakkında Yönetmelik, 1998)

### 5.4.2 Eşdeğer Deprem Yüğü Yönteminin Uygulama Sınırları

Eşdeğer Deprem Yüğü Yönteminin uygulanabileceği binalar Çizelge 5.4'de özetlenmiştir. Çizelge 5.4'ün kapsamına girmeyen binaların deprem hesabında Mod Birleştirme veya Zaman Tanım Alanında Hesap yöntemleri kullanılacaktır.

Çizelge 5.4 Eşdeğer Deprem Yüğü Yöntemi' nin Uygulanabileceği Binalar

Deprem Bölgesi	Bina Türü	Toplam Yükseklik Sınırı
1,2	A <sub>1</sub> türü burulma düzensizliği olmayan, varsa her bir katta $\eta_{bi} \leq 2.0$ koşulunu sağlayan binalar	$H_N \leq 25$ m
1,2	A <sub>1</sub> türü burulma düzensizliği olmayan, varsa her bir katta $\eta_{bi} \leq 2.0$ koşulunu sağlayan ve ayrıca B <sub>2</sub> türü düzensizliği olmayan binalar	$H_N \leq 60$ m
3,4	Tüm Binalar	$H_N \leq 75$ m

### 5.5 Eşdeğer Deprem Yüğü Yöntemi

#### 5.5.1 Toplam Eşdeğer Deprem Yüğü'nün Belirlenmesi

Göz önüne alınan deprem doğrultusunda, binanın tümüne etkiyen Toplam Eşdeğer Deprem Yüğü (taban kesme kuvveti),  $V_t$ , aşağıdaki ifade ile belirlenecektir.

$$V_t = W A (T_1) / R_a (T_1) \geq 0.10 A_0 I W$$

Yukarıdaki ifadede yer alan ve binanın deprem sırasındaki toplam ağırlığı olarak göz önüne alınacak olan  $W$ , aşağıdaki şekilde belirlenecektir.

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

$W_i$  kat ağırlıkları ise aşağıdaki denklem ile belirlenecektir.

$$W_i = g_i + nq_i$$

### 5.5.2 Katlara Etkiyen Eşdeğer Deprem Yükünün Belirlenmesi

Toplam eşdeğer deprem yükü, bina katlarına etkiyen eşdeğer deprem yüklerinin toplamı olarak aşağıdaki şekilde ifade edilir.

$$V_t = \Delta F_N + \sum_{i=1}^N F_i$$

$H_N > 25$  m için binanın N' inci katına etkiyen ek eşdeğer deprem yükü  $\Delta F_N$  değeri aşağıdaki şekilde alınacaktır.  $H_N < 25$  m için  $\Delta F_N = 0$  alınacaktır.

$$\Delta F_N = 0.07 T_1 V_t \leq 0.2 V_t$$

Toplam eşdeğer deprem yükünün  $\Delta F_N$  dışında geri kalan kısmı, N' inci kat dahil olmak üzere, bina katlarına aşağıdaki şekilde dağıtılacaktır.

$$F_i = (V_t - \Delta F_N) \frac{w_i H_i}{\sum_{j=1}^N w_j H_j}$$

(Afet Bölgelerinde Yapılacak Yapılar Hakkında Yönetmelik, 1998)

### 5.5.3 Eşdeğer Deprem Yüküne Göre Yatay Yüklerin Hesabı

Kolon ve kirişlerden oluşan çerçeve sistemde eşdeğer deprem yükü hesabı yapmak için ilk önce bina ağırlığının hesaplanması gerekir. Bunun için ilk önce döşeme yükü hesabı yapılmıştır. Daha sonra, döşeme yükleri kirişlere aktarılmış ve son olarak kiriş zati yükü ile toplanarak, bina zati yükü bulunmuştur. Bu ağırlığa hareketli yük ve kolon ağırlıkları eklenerek, bina toplam ağırlığı bulunmuştur.

DÖŞEME YÜKLERİ	KİRİŞ+İÇ DUVAR	KİRİŞ+DIŞ DUVAR
Kaplama. 0,025*2,2	Kiriş Zati 0,25*0,60*2,4	Kiriş Zati 0,25*0,60*2,4
Tesviye Betonu 0,05*2,2	Duvar (10 cm) 0,10*2,4*1,450	Duvar (20 cm) 0,20*2,4*1,450
Döşeme betonu(12cm) 0,12*2,4	Sıva Ağırlığı 2*0,02*3*2	Sıva Ağırlığı 2*0,02*3*2
Sıva Ağırlığı 0,02*2,0		
$\Sigma=0,493 \approx 0,500 \text{ t/m}^2$	$\Sigma=0,948 \text{ t/m}^2$	$\Sigma=1,296 \text{ t/m}^2$

Hareketli yük=0,200 t/m<sup>2</sup>

Hareketli Yük Azaltma Katsayısı:0,3

## 6 Katlı 5m-4m-5m Açıklıklı Bina İçin Kat Ağırlıkları Hesabı (Ana Model)

### X-X Yönü

Kat	gi (uniform+zati)	n*qi (hareketli)	ΣWi
6	$[(14*1.296)*2 + (14*0.948)*3 + (5*0.787)*16 + (4*0.667)*8] = 160.408$	$[(5*0.315)*16 + (4*0.267)*8] * 0.3 = 10.123$	170.531
5	160.408	10.123	170.531
4	160.408	10.123	170.531
3	160.408	10.123	170.531
2	160.408	10.123	170.531
1	160.408	10.123	170.531

### Y-Y Yönü

Kat	gi (uniform+zati)	n*qi (hareketli)	ΣWi
6	$[(16 * 1.296) * 2 + (16 * 0.948) * 2 + (4 * 0.667) * 24] = 135.84$	$[(4 * 0.267) * 24] * 0.3 = 7.70$	143.54
5	135.84	7.70	143.54
4	135.84	7.70	143.54
3	135.84	7.70	143.54
2	135.84	7.70	143.54
1	135.84	7.70	143.54

### Toplam Kat Ağırlığı

Kat	Σ Wi <sub>x-x</sub>	Σ Wi <sub>y-y</sub>	W <sub>kolon</sub>	W <sub>toplam</sub> = Σ Wi <sub>x-x</sub> + Σ Wi <sub>y-y</sub> + W <sub>kolon</sub>
6	170.531	143.540	0.50*0.25*3*2.4*20=18.00	332.071
5	170.531	143.540	0.50*0.25*3*2.4*20=18.00	332.071
4	170.531	143.540	0.60*0.25*3*2.4*20=21.60	335.671
3	170.531	143.540	0.70*0.25*3*2.4*20=25.20	339.271
2	170.531	143.540	0.80*0.25*3*2.4*20=28.80	342.871
1	170.531	143.540	0.80*0.30*3*2.4*20=34.56	348.631

### 6 Katlı Düzlem Çerçevenin Eşdeğer Deprem Yüğü Hesabı

1. Derece Deprem Bölgesi, Z<sub>3</sub> Yerel Zemin Sınıfı, Bina Önem Katsayısı=1.0

$$Z_3 \Rightarrow T_a = 0.15 \quad T_b = 0.60$$

$$1. \text{ Derece Deprem Bölgesi } R_a(T) = 8$$

$$\text{Yapı Doğal Titreşim Periyodu (T)} H_n = 24 < 25 \Rightarrow C_t * H_n^{3/4}$$

$$A_0 = 0.40 \quad C_t = 0.07 \quad T = 0.07 * (18)^{3/4} = 0.612 \text{ sn}$$

$$S(T_1) = 2.5 * (T_B / T)^{0.8} = 2.5 * (0.6 / 0.612)^{0.8} = 2.46$$

$$A(T) = A_0 * I * S(T_1) \quad A(T) = 0.4 * 1 * 2.46 \Rightarrow A(T) = 0.984$$

$$\Sigma W_{6 \text{ kat}} = 2030.586 \text{ t}$$

$$V_t = W * A(T) / R_a(T) > 0.10 * A_0 * I * W$$

$$V_t = 2030.586 * 0.984 / 8 > 0.10 * 0.40 * 1 * 2030.586$$

$$\Sigma V_t = 249.76 > 81.22$$

$$\Sigma V_t = 249.76$$

Çizelge 5.5 6 Katlı 5m-4m-5m Açıklıklı Konsol Kirişsiz Düzlem  
Çerçevenin Eşdeğer Deprem Yüğü Hesabı ( Ana Model )

Kat	H <sub>i</sub> (m)	W <sub>i</sub> (ton)	W <sub>i</sub> H <sub>i</sub> (tonm)	F <sub>i</sub> (ton)	V <sub>i</sub> (ton)	F düzlem(ton)
6	18	332.071	5977.278	70.61	70.61	17.65
5	15	332.071	4981.065	58.84	129.45	14.71
4	12	335.671	4028.052	47.58	177.03	11.90
3	9	339.271	3053.439	36.07	213.10	9.02
2	6	342.871	2057.226	24.30	237.40	6.08
1	3	348.631	1045.893	12.36	249.76	3.09
		2030.586	21142.953			

Çizelge 5.6 6 Katlı 1.5m-5m-4m-5m-1.5m Açıklıklı Konsol Kirişli Düzlem  
Çerçevenin Eşdeğer Deprem Yüğü Hesabı (Model 1)

Kat	H <sub>i</sub> (m)	W <sub>i</sub> (ton)	W <sub>i</sub> H <sub>i</sub> (tonm)	F <sub>i</sub> (ton)	V <sub>i</sub> (ton)	F düzlem(ton)
6	18	420.02	7560.36	89.45	89.45	22.36
5	15	420.02	6300.3	75.54	164.99	18.89
4	12	425.42	5105.04	60.40	225.39	15.10
3	9	430.82	3877.38	45.87	271.26	11.47
2	6	436.22	2617.32	30.97	302.23	7.74
1	3	44.86	1334.58	15.79	318.02	3.95
		2577.36	26794.98			

Çizelge 5.7 6 Katlı 6.5m-4m-6.5m Açıklıklı Konsol Kirişli Düzlem  
Çerçevenin Eşdeğer Deprem Yüğü Hesabı (Model 7)

Kat	H <sub>i</sub> (m)	W <sub>i</sub> (ton)	W <sub>i</sub> H <sub>i</sub> (tonm)	F <sub>i</sub> (ton)	V <sub>i</sub> (ton)	F düzlem(ton)
6	18	379.675	6834.150	81.42	81.42	20.36
5	15	379.675	5695.125	67.85	149.27	16.96
4	12	383.275	4599.300	54.80	204.07	13.70
3	9	386.875	3481.875	41.48	245.55	10.37
2	6	390.475	2342.850	27.91	273.46	6.68
1	3	427.580	1282.740	15.28	288.74	3.82
		2347.555	224236.040			

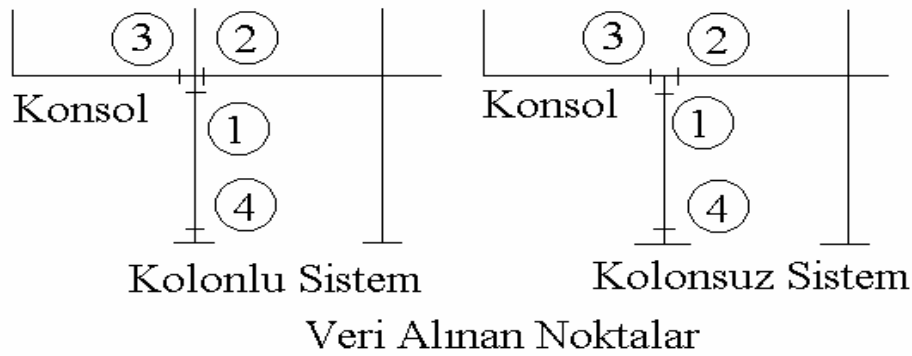


## 6.YÜKLEMELERE GÖRE KIYASLAMALAR

Yüklemelere göre kıyaslama yapılırken; konsolun bulunduğu uçtaki düğüm noktası ile bu düğüm noktasına bağlı zemin kat kolonu ve sağ-sol kirişleri seçilmiştir. Bunu nedeni ise, kesit tesirlerindeki artışın en yoğun şekilde görüldüğü yer bu düğüm noktasıdır. Ayrıca taşıyıcı sistemin süreksizliği bu noktadan başlamaktadır. Karşılaştırmalar sadece düzlem sistemlerde yapılmıştır. Seçilen noktalarda, moment, kesme kuvveti karşılaştırılacaktır. Ayrıca dinamik analiz sonucu elde edilen mod shape'lere bağlı, periyotlar ve taban kesme kuvvetleri ( base reaction forces ) karşılaştırılacaktır.

Yapılan karşılaştırma, kıyaslama ve yorumlar düzlem sistemlere aittir. Uzay sistemler bu kapsama alınmamıştır. Sadece fikir edinmek amacı ile, uzay sistemlerin moment ve kesme kuvveti grafikleri ekte verilmiştir. Bunun nedeni ise daha fazla veri karşılaştırarak, çalışmanın amacından sapmasını önlemektir.

Altındaki şekilde diyagramların nasıl okunacağına dair açıklama mevcuttur. Birimler ton ve metre ölçülerine göre hesaplanmıştır.



ŞEKİL 6.1 Veri Alınan Noktalar

## 6.1 Düzlem Sistem Moment Tabloları

### 6.1.1 Düşey Yük

Çizelge6.1 Düzlem Sistem Moment Tabloları, Düşey Yük 1 noktası

Konsol uzunluğu	1.50m	1.75m	2.00m	2.25m	2.50m	2.75m
Kolonlu	-0,06	0,15	0,46	0,89	1,46	2,18
Kolonsuz	34,07	41,48	49,04	56,73	64,53	72,43

Çizelge6.2 Düzlem Sistem Moment Tabloları, Düşey Yük 2 noktası

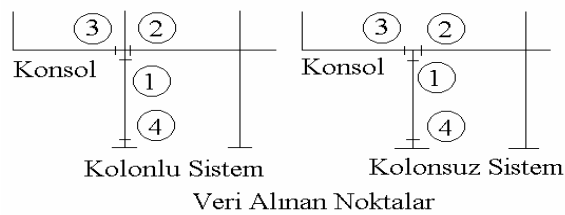
Konsol uzunluğu	1.50m	1.75m	2.00m	2.25m	2.50m	2.75m
Kolonlu	-9,47	-9,45	-9,44	-9,45	-9,48	-9,54
Kolonsuz	-17,74	-19,47	-21,22	-23	-24,81	-36,64

Çizelge6.3 Düzlem Sistem Moment Tabloları, Düşey Yük 3 noktası

Konsol uzunluğu	1.50m	1.75m	2.00m	2.25m	2.50m	2.75m
Kolonlu	-7,62	-8,01	-8,63	-9,48	-10,61	-12,02
Kolonsuz	-51,81	-60,59	-70,26	-79,73	-89,33	-99,07

Çizelge6.4 Düzlem Sistem Moment Tabloları, Düşey Yük 4 noktası

Konsol uzunluğu	1.50m	1.75m	2.00m	2.25m	2.50m	2.75m
Kolonlu	-0,07	-0,2	-0,39	-0,63	-0,96	-1,34
Kolonsuz	-14,01	-17,12	-20,3	-23,52	-26,81	-30,13



### 6.1.2 Eşdeğer Deprem Yüğü

Çizelge6.5 Düzlem Sistem Moment Tabloları, Eşdeğer Deprem Yüğü 1 noktası

Konsol uzunluğu	1.50m	1.75m	2.00m	2.25m	2.50m	2.75m
kolonlu	-1,44	-1	-0,67	-0,28	0,01	0,26
kolonsuz	-2,32	-2,45	-2,51	-2,39	-2,14	-1,78

Çizelge6.6 Düzlem Sistem Moment Tabloları, Eşdeğer Deprem Yüğü 2 noktası

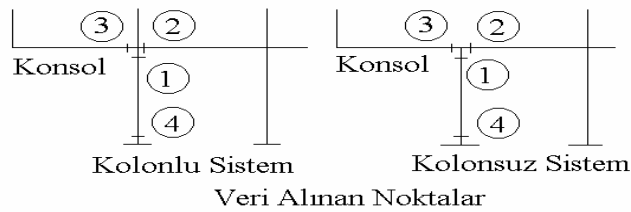
Konsol uzunluğu	1.50m	1.75m	2.00m	2.25m	2.50m	2.75m
kolonlu	28,23	28,44	28,63	29,27	29,71	30,18
kolonsuz	30,85	32,41	33,26	34,34	35,33	36,23

Çizelge6.7 Düzlem Sistem Moment Tabloları, Eşdeğer Deprem Yüğü 3 noktası

Konsol uzunluğu	1.50m	1.75m	2.00m	2.25m	2.50m	2.75m
kolonlu	8,33	7,39	6,65	5,96	5,4	4,93
kolonsuz	33,17	34,86	35,77	36,73	37,46	38,02

Çizelge6.8 Düzlem Sistem Moment Tabloları, Eşdeğer Deprem Yüğü 4 noktası

Konsol uzunluğu	1.50m	1.75m	2.00m	2.25m	2.50m	2.75m
kolonlu	-49,29	-50,05	-50,65	-52,11	-53,14	-54,18
kolonsuz	-49,63	-51,77	-52,75	-54,28	-55,76	-57,21



### 6.1.3 Dinamik Yük

Çizelge6.9 Düzlem Sistem Moment Tabloları, Dinamik Yük 1 noktası

Konsol uzunluğu	1.50m	1.75m	2.00m	2.25m	2.50m	2.75m
Kolonlu	3,49	3,58	3,65	3,71	3,76	3,81
Kolonsuz	3,1	3,37	3,47	3,59	3,68	3,77

Çizelge6.10 Düzlem Sistem Moment Tabloları, Dinamik Yük 2 noktası

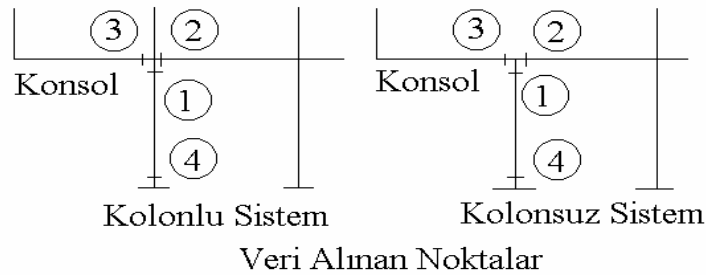
Konsol uzunluğu	1.50m	1.75m	2.00m	2.25m	2.50m	2.75m
Kolonlu	16,77	16,82	16,88	16,97	17,07	17,19
Kolonsuz	16,59	16,89	17,07	17,26	17,35	17,49

Çizelge6.11 Düzlem Sistem Moment Tabloları, Dinamik Yük 3 noktası

Konsol uzunluğu	1.50m	1.75m	2.00m	2.25m	2.50m	2.75m
Kolonlu	5,85	5,47	5,15	4,89	5,4	4,93
Kolonsuz	18,09	18,46	18,67	18,79	18,78	18,74

Çizelge6.12 Düzlem Sistem Moment Tabloları, Dinamik Yük 4 noktası

Konsol uzunluğu	1.50m	1.75m	2.00m	2.25m	2.50m	2.75m
Kolonlu	29,27	29,59	29,91	30,24	30,57	30,91
Kolonsuz	26,67	26,98	27,08	27,31	27,4	27,67



## 6.2 Düzlem Sistem Kesme Kuvveti Tabloları

### 6.2.1 Düşey Yük

Çizelge6.13 Düzlem Sistem Kesme Kuvveti Tabloları Düşey Yük 1 noktası

Konsol uzunluğu	1.50m	1.75m	2.00m	2.25m	2.50m	2.75m
Kolonlu	0	0,12	0,28	0,51	0,81	1,17
Kolonsuz	16,03	19,53	23,11	26,75	30,44	34,19

Çizelge6.14 Düzlem Sistem Kesme Kuvveti Tabloları Düşey Yük 2 noktası

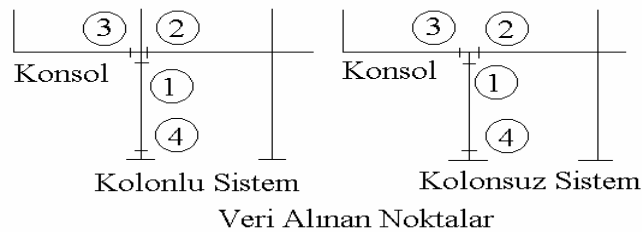
Konsol uzunluğu	1.50m	1.75m	2.00m	2.25m	2.50m	2.75m
Kolonlu	9,63	9,62	9,61	9,61	9,61	9,62
Kolonsuz	12,02	12,51	13,01	13,52	14,03	14,55

Çizelge6.15 Düzlem Sistem Kesme Kuvveti Tabloları Düşey Yük 3 noktası

Konsol uzunluğu	1.50m	1.75m	2.00m	2.25m	2.50m	2.75m
kolonlu	-9,47	-9,09	-9,09	-9,34	-9,83	-10,47
kolonsuz	-62,5	-64,22	-65,58	-67,54	-68,6	-69,87

Çizelge6.16 Düzlem Sistem Kesme Kuvveti Tabloları Düşey Yük 4 noktası

Konsol uzunluğu	1.50m	1.75m	2.00m	2.25m	2.50m	2.75m
kolonlu	0	0,12	0,28	0,51	0,81	1,17
kolonsuz	16,03	19,53	23,11	26,75	30,44	34,19



### 6.2.2 Eşdeğer Deprem Yüğü

Çizelge6.17 Düzlem Sistem Kesme Kuvveti Tabloları Eşdeğer Deprem Yüğü

1 noktası

Konsol uzunluğu	1.50m	1.75m	2.00m	2.25m	2.50m	2.75m
kolonlu	15,95	16,35	16,66	17,28	17,71	18,15
kolonsuz	15,77	16,44	16,75	17,3	17,87	18,47

Çizelge6.18 Düzlem Sistem Kesme Kuvveti Tabloları Eşdeğer Deprem Yüğü

2 noktası

Konsol uzunluğu	1.50m	1.75m	2.00m	2.25m	2.50m	2.75m
kolonlu	-10,86	-10,96	-11,04	-11,3	-11,47	-11,66
kolonsuz	-12,18	-12,82	-13,19	-13,65	-14,07	-14,47

Çizelge6.19 Düzlem Sistem Kesme Kuvveti Tabloları Eşdeğer Deprem Yüğü

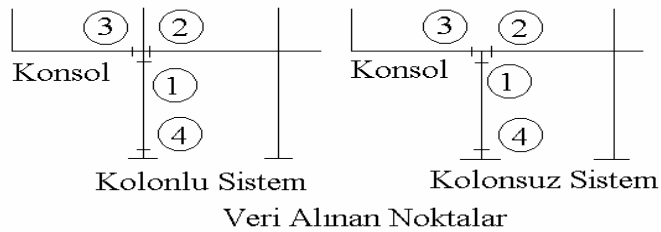
3 noktası

Konsol uzunluğu	1.50m	1.75m	2.00m	2.25m	2.50m	2.75m
kolonlu	5,38	4,08	3,2	2,47	1,97	1,59
kolonsuz	25,41	24,16	22,58	21,28	20,03	18,87

Çizelge6.20 Düzlem Sistem Kesme Kuvveti Tabloları Eşdeğer Deprem Yüğü

4 noktası

Konsol uzunluğu	1.50m	1.75m	2.00m	2.25m	2.50m	2.75m
kolonlu	15,95	16,35	16,66	17,28	17,71	18,15
kolonsuz	15,77	16,44	16,75	17,3	17,87	18,47



### 6.2.3 Dinamik Yük

Çizelge6.21 Düzlem Sistem Kesme Kuvveti Tabloları Dinamik Yük 1 noktası

Konsol uzunluğu	1.50m	1.75m	2.00m	2.25m	2.50m	2.75m
kolonlu	9,63	9,84	10,03	10,21	10,39	10,55
kolonsuz	8,61	8,74	8,78	8,9	8,98	9,16

Çizelge6.22 Düzlem Sistem Kesme Kuvveti Tabloları Dinamik Yük 2 noktası

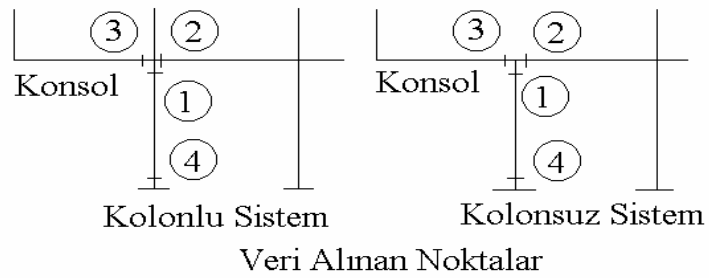
Konsol uzunluğu	1.50m	1.75m	2.00m	2.25m	2.50m	2.75m
kolonlu	6,47	6,49	6,52	6,56	6,6	6,65
kolonsuz	6,56	6,7	6,79	6,88	6,93	7

Çizelge6.23 Düzlem Sistem Kesme Kuvveti Tabloları Dinamik Yük 3 noktası

Konsol uzunluğu	1.50m	1.75m	2.00m	2.25m	2.50m	2.75m
kolonlu	4,75	4,03	3,48	3,06	2,73	2,45
kolonsuz	13,95	12,89	11,88	10,89	10,15	9,4

Çizelge6.24 Düzlem Sistem Kesme Kuvveti Tabloları Dinamik Yük 4 noktası

Konsol uzunluğu	1.50m	1.75m	2.00m	2.25m	2.50m	2.75m
kolonlu	9,63	9,84	10,03	10,21	10,39	10,55
kolonsuz	8,61	8,74	8,78	8,9	8,98	9,16



### 6.3 Düzlem Sistem Mod Şekilleri Tabloları

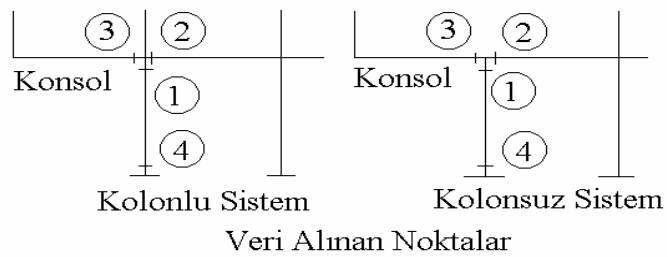
#### 6.3.1 Periyotlar

Çizelge6.25 Kolonlu Sistem Mod Şekilleri Tabloları

Konsol uzunluğu	1.50 m	1.75 m	2.00 m	2.25 m	2.50 m	2.75 m
mod1	0,858	0,867	0,876	0,886	0,895	0,905
mod2	0,246	0,246	0,247	0,249	0,252	0,255
mod3	0,139	0,141	0,142	0,144	0,146	0,147
mod4	0,104	0,105	0,106	0,108	0,109	0,11
mod5	0,083	0,084	0,085	0,086	0,087	0,088
mod6	0,065	0,065	0,066	0,067	0,068	0,068

Çizelge6.26 Kolonsuz Sistem Mod Şekilleri Tabloları

Konsol uzunluğu	1.50 m	1.75 m	2.00 m	2.25 m	2.50 m	2.75 m
mod1	0,958	0,985	1,012	1,037	1,061	1,085
mod2	0,289	0,293	0,296	0,3	0,303	0,308
mod3	0,166	0,169	0,17	0,173	0,174	0,177
mod4	0,118	0,12	0,121	0,122	0,123	0,125
mod5	0,092	0,094	0,094	0,096	0,097	0,098
mod6	0,07	0,072	0,072	0,073	0,073	0,074





### 6.3.2 Taban Kesme Kuvveti

Çizelge6.27 Kolonlu Sistem Taban Kesme Kuvveti

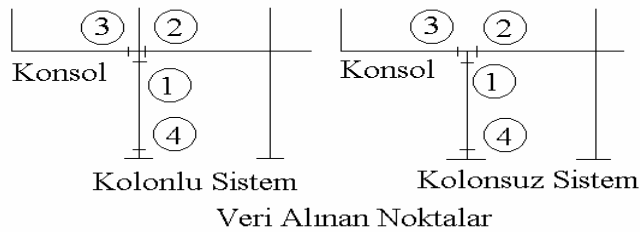
Konsol uzunluğu	1.50 m	1.75 m	2.00 m	2.25 m	2.50 m	2.75 m
mod1	46,279	46,77	47,254	47,762	48,263	48,787
mod2	10,901	11,32	11,694	12,047	12,369	12,662
mod3	3,717	3,747	3,789	3,85	3,92	4,007
mod4	1,405	1,537	1,572	1,618	1,664	1,714
mod5	1,031	1,046	1,066	1,091	1,119	1,149
mod6	0,596	0,61	0,628	0,647	0,668	0,689

Çizelge6.28 Kolonsuz Sistem Taban Kesme Kuvveti

Konsol uzunluğu	1.50 m	1.75 m	2.00 m	2.25 m	2.50 m	2.75 m
mod1	37,853	37,772	37,496	37,399	37,145	37,187
mod2	8,528	8,948	8,958	9,195	9,384	9,701
mod3	3,864	4,24	4,08	4,192	4,334	4,422
mod4	2,304	2,671	2,572	2,698	2,807	2,951
mod5	1,695	1,798	1,828	1,89	1,979	2,014
mod6	0,725	0,661	0,74	0,752	0,736	0,774

Çizelge6.29 Taban Kesme Kuvveti CQC Değerleri

açıklıklar	1.50 m	1.75 m	2.00 m	2.25 m	2.50 m	2.75 m
kolonlu	47,837	48,418	48,983	49,57	50,144	50,736
kolonsuz	39,232	39,327	39,038	39,028	38,864	39,012



## 6.4 Aynı Konsol Uzunluklarında Kolonlu Ve Kolonsuz Sistem Moment Kıyaslaması

### 6.4.1 Düşey Yük ( 6 Katlı Düzlem Çerçevelerde)

#### 6.4.1.1 Konsol uzunluğu 1,50 m için (moment)

- 1 noktasında artış çok büyüktür. (-0,06 tm ~34,07 tm)
- 2 noktasında artış %87
- 3 noktasında artış %579
- 4 noktasında artış çok büyüktür. (-0,07 tm ~-14,01 tm)

#### 6.4.1.2 Konsol uzunluğu 1,75 m için (moment)

- 1 noktasında artış çok büyüktür. (0,15 tm ~41,48 tm)
- 2 noktasında artış %87
- 3 noktasında artış %579
- 4 noktasında artış çok büyüktür. (-0,20 tm ~-17,12 tm)

#### 6.4.1.3 Konsol uzunluğu 2,00 m için (moment)

- 1 noktasında artış çok büyüktür. (0,46 tm ~49,04 tm)
- 2 noktasında artış %120
- 3 noktasında artış %700
- 4 noktasında artış çok büyüktür. (-,039 tm ~-20,30 tm)

#### 6.4.1.4 Konsol uzunluğu 2,25 m için (moment)

- 1 noktasında artış çok büyüktür. (0,89 tm ~56,73 tm)
- 2 noktasında artış %143
- 3 noktasında artış %750
- 4 noktasında artış çok büyüktür. (-0,63 tm ~-23,52 tm)

#### 6.4.1.5 Konsol uzunluğu 2,50 m için (moment)

- 1 noktasında artış çok büyüktür. (1,46 tm ~64,53 tm)
- 2 noktasında artış %161
- 3 noktasında artış %741
- 4 noktasında artış çok büyüktür. (-0,96 tm ~-26,81 tm)

**6.4.1.6 Konsol uzunluğu 2,75 m için (moment)**

- 1 noktasında artış çok büyüktür. (2,18 tm ~72,43 tm)
- 2 noktasında artış %280
- 3 noktasında artış %724
- 4 noktasında artış çok büyüktür. (-1,34 tm ~-30,13 tm)

**6.4.2 Eşdeğer Deprem Yüğü ( 6 Katlı Düzlem Çerçevelerde)****6.4.2.1 Konsol uzunluğu 1,50 m için (moment)**

- 1 noktasında artış %60
- 2 noktasında artış %10
- 3 noktasında artış %298
- 4 noktasında artış %0,6

**6.4.2.2 Konsol uzunluğu 1,75 m için (moment)**

- 1 noktasında artış %145
- 2 noktasında artış %13
- 3 noktasında artış %370
- 4 noktasında artış %3

**6.4.2.3 Konsol uzunluğu 2,00 m için (moment)**

- 1 noktasında artış %274
- 2 noktasında artış %16
- 3 noktasında artış %437
- 4 noktasında artış %4

**6.4.2.4 Konsol uzunluğu 2,25 m için (moment)**

- 1 noktasında artış %753
- 2 noktasında artış %17
- 3 noktasında artış %516
- 4 noktasında artış %4

**6.4.2.5 Konsol uzunluğu 2,50 m için (moment)**

- 1 noktasında artış çok büyüktür.( 0,01~ -2,14)
- 2 noktasında artış %19
- 3 noktasında artış %593
- 4 noktasında artış %5

**6.4.2.6 Konsol uzunluğu 2,75 m için (moment)**

- 1 noktasında artış çok büyüktür.
- 2 noktasında artış %20
- 3 noktasında artış %671
- 4 noktasında artış %5,5

**6.4.3 Dinamik Yük ( 6 Katlı Düzlem Çerçevesinde)****6.4.3.1 Konsol uzunluğu 1,50 m için (moment)**

- 1 noktasında azalma % 10
- 2 noktasında azalma % 1
- 3 noktasında artış % 209
- 4 noktasında azalma % 9

**6.4.3.2 Konsol uzunluğu 1,75 m için (moment)**

- 1 noktasında azalma % 6
- 2 noktasında artış % 0,4
- 3 noktasında artış % 237
- 4 noktasında azalma % 9,6

**6.4.3.3 Konsol uzunluğu 2,00 m için (moment)**

- 1 noktasında azalma % 5,1
- 2 noktasında artış % 1,1
- 3 noktasında artış % 262
- 4 noktasında azalma % 10

**6.4.3.4 Konsol uzunluğu 2,25 m için (moment)**

- 1 noktasında azalma % 3,3
- 2 noktasında artış % 1,7
- 3 noktasında artış % 284
- 4 noktasında azalma % 10,7

**6.4.3.5 Konsol uzunluğu 2,50 m için (moment)**

- 1 noktasında azalma % 2
- 2 noktasında artış % 1,6
- 3 noktasında artış % 247
- 4 noktasında azalma % 11,5

**6.4.3.6 Konsol uzunluğu 2,75 m için (moment)**

- 1 noktasında azalma % 1
- 2 noktasında artış % 1,7
- 3 noktasında artış % 280
- 4 noktasında azalma % 11,7

## **6.5 Aynı Konsol Uzunluklarında Kolonlu Ve Kolonsuz Sistem Kesme Kuvveti Kıyaslaması**

### **6.5.1 Düşey Yük ( 6 Katlı Düzlem Çerçevelerde)**

#### **6.5.1.1 Konsol uzunluğu 1,50 m için (Kesme Kuvveti)**

- 1 noktasında artış çok büyüktür. (0~16,03 t)
- 2 noktasında artış %24
- 3 noktasında artış %560
- 4 noktasında artış çok büyüktür. (0~16,03 t)

#### **6.5.1.2 Konsol uzunluğu 1,75 m için (Kesme Kuvveti)**

- 1 noktasında artış çok büyüktür. (0,12~19,53 t)
- 2 noktasında artış %30
- 3 noktasında artış %606
- 4 noktasında artış çok büyüktür. (0,12~19,53 t)

#### **6.5.1.3 Konsol uzunluğu 2,00 m için (Kesme Kuvveti)**

- 1 noktasında artış çok büyüktür. (0,28~23,11 t)
- 2 noktasında artış %35
- 3 noktasında artış %621
- 4 noktasında artış çok büyüktür. (0,28~23,11 t)

#### **6.5.1.4 Konsol uzunluğu 2,25 m için (Kesme Kuvveti)**

- 1 noktasında artış çok büyüktür. (0,51~26,75 t)
- 2 noktasında artış %40
- 3 noktasında artış %623
- 4 noktasında artış çok büyüktür. (0,51~26,75 t)

#### **6.5.1.5 Konsol uzunluğu 2,50 m için (Kesme Kuvveti)**

- 1 noktasında artış çok büyüktür. (0,81~30,44 t)
- 2 noktasında artış %46
- 3 noktasında artış %597
- 4 noktasında artış çok büyüktür. (0,81~30,44 t)

#### **6.5.1.6 Konsol uzunluğu 2,75 m için (Kesme Kuvveti)**

- 1 noktasında artış çok büyüktür. (1,17~34,19 t)
- 2 noktasında artış %51
- 3 noktasında artış %567
- 4 noktasında artış çok büyüktür. (1,17~34,19 t)

#### **6.5.2 Eşdeğer Deprem Yüğü ( 6 Katlı Düzlem Çerçevelerde)**

##### **6.5.2.1 Konsol uzunluğu 1,50 m için (Kesme Kuvveti)**

- 1 noktasında azalma %1
- 2 noktasında artış % 12
- 3 noktasında artış % 372
- 4 noktasında azalma %1

##### **6.5.2.2 Konsol uzunluğu 1,75 m için (Kesme Kuvveti)**

- 1 noktasında artış % 0,5
- 2 noktasında artış % 16
- 3 noktasında artış % 492
- 4 noktasında artış % 0,5

##### **6.5.2.3 Konsol uzunluğu 2,00 m için (Kesme Kuvveti)**

- 1 noktasında artış % 0,5
- 2 noktasında artış % 19
- 3 noktasında artış % 605
- 4 noktasında artış % 0,5

##### **6.5.2.4 Konsol uzunluğu 2,25 m için (Kesme Kuvveti)**

- 1 noktasında artış %0,1
- 2 noktasında artış % 20
- 3 noktasında artış % 761
- 4 noktasında artış % 0,1

##### **6.5.2.5 Konsol uzunluğu 2,50 m için (Kesme Kuvveti)**

- 1 noktasında artış % 0,9

- 2 noktasında artış % 22
- 3 noktasında artış çok büyüktür.
- 4 noktasında artış %0,9

#### **6.5.2.6 Konsol uzunluğu 2,75 m için (Kesme Kuvveti)**

- 1 noktasında artış % 1,7
- 2 noktasında artış % 24
- 3 noktasında artış çok büyüktür.
- 4 noktasında artış % 1,7

### **6.5.3 Dinamik Yük ( 6 Katlı Düzlem Çerçvelerde)**

#### **6.5.3.1 Konsol uzunluğu 1,50 m için (Kesme Kuvveti)**

- 1 noktasında azalma % 11,8
- 2 noktasında artış % 1,13
- 3 noktasında artış % 193
- 4 noktasında azalma %11,8

#### **6.5.3.2 Konsol uzunluğu 1,75 m için (Kesme Kuvveti)**

- 1 noktasında azalma % 12,5
- 2 noktasında artış % 3,2
- 3 noktasında artış % 219
- 4 noktasında azalma % 12,5

#### **6.5.3.3 Konsol uzunluğu 2,00 m için (Kesme Kuvveti)**

- 1 noktasında azalma % 14
- 2 noktasında artış % 4
- 3 noktasında artış % 241
- 4 noktasında azalma % 14

#### **6.5.3.4 Konsol uzunluğu 2,25 m için (Kesme Kuvveti)**

- 1 noktasında azalma % 14,7
- 2 noktasında artış % 4,8
- 3 noktasında artış % 255
- 4 noktasında azalma % 14,7

#### **6.5.3.5 Konsol uzunluğu 2,50 m için (Kesme Kuvveti)**



- 1 noktasında azalma %15,7
- 2 noktasında artış % 5
- 3 noktasında artış % 271
- 4 noktasında azalma % 15,7

#### **6.5.3.6 Konsol uzunluğu 2,75 m için (Kesme Kuvveti)**

- 1 noktasında azalma % 15,1
- 2 noktasında artış % 5,2
- 3 noktasında artış % 283
- 4 noktasında azalma % 15,1

## 6.6 Konsol Uzunluklarının Artışına Ait Moment Ve Kesme Kuvveti Kıyaslamaları

### 6.6.1 Düşey Yük ( 6 Katlı Düzlem Çerçevelerde)

#### 6.6.1.1 Kolonlu Sistem (Moment) $L=1,50m \sim 2,75m$

- 1 noktasında ortalama % 150 oranında bir artış vardır. (max. 2,18 tm)
- 2 noktasında ortalama % 1 oranında bir artış vardır. (max. 9,54 tm)
- 3 noktasında ortalama % 10 oranında bir artış vardır. (max. 10,84 tm)
- 4 noktasında ortalama % 95 oranında bir artış vardır. (max. 1,34 tm)

#### 6.6.1.2 Kolonsuz Sistem (Moment) $L=1,50m \sim 2,75m$

- 1 noktasında ortalama % 18 oranında bir artış vardır. (max. 72,43 tm)
- 2 noktasında ortalama % 8 oranında bir artış vardır. (max. 36,64 tm)
- 3 noktasında ortalama % 13 oranında bir artış vardır. (max. 99,07 tm)
- 4 noktasında ortalama % 16 oranında bir artış vardır. (max. 30,13 tm)

#### 6.6.1.3 Kolonlu Sistem (Kesme Kuvveti) $L=1,50m \sim 2,75m$

- 1 noktasında ortalama % 82 oranında bir artış vardır. (max. 1,17 t)
- 2 noktasında herhangi bir artış yoktur. (max. 9,61 t)
- 3 noktasında ortalama % 2 oranında bir artış vardır. (max. 10,47 t)
- 4 noktasında ortalama % 82 oranında bir artış vardır. (max. 1,17 t)

#### 6.6.1.4 Kolonsuz Sistem (Kesme Kuvveti) $L=1,50m \sim 2,75m$

- 1 noktasında ortalama % 18 oranında bir artış vardır. (max. 34,19 t)
- 2 noktasında ortalama % 4 oranında bir artış vardır. (max. 14,55 t)
- 3 noktasında ortalama % 2 oranında bir artış vardır. (max. 69,87 t)
- 4 noktasında ortalama % 18 oranında bir artış vardır. (max. 34,19 t)

### 6.6.2 Eşdeğer Deprem Yüğü ( 6 Katlı Düzlem Çerçevelerde)

#### 6.6.2.1 Kolonlu Sistem (Moment) $L=1,50m \sim 2,75m$

- 1 noktasında ortalama % 50 oranında bir azalma vardır. (max. 0,26 tm)

- 2 noktasında ortalama % 2 oranında bir artış vardır. (max. 30,18 tm)
- 3 noktasında ortalama % 12 oranında bir azalma vardır. (max. 4,93 tm)
- 4 noktasında ortalama % 3 oranında bir artış vardır. (max. 54,18 tm)

#### **6.6.2.2 Kolonsuz Sistem (Moment) L=1,50m ~ 2,75m**

- 1 noktasında ortalama % 5 oranında bir azalma vardır. (max. 1,78 tm)
- 2 noktasında ortalama % 3 oranında bir artış vardır. (max. 36,23 tm)
- 3 noktasında ortalama % 3 oranında bir artış vardır. (max. 38,02 tm)
- 4 noktasında ortalama % 3 oranında bir artış vardır. (max. 57,21 tm)

#### **6.6.2.3 Kolonlu Sistem (Kesme Kuvveti) L=1,50m ~ 2,75m**

- 1 noktasında ortalama % 4 oranında bir artış vardır. (max. 18,15 t)
- 2 noktasında ortalama % 1,5 oranında bir artış vardır. (max. 11,66 t)
- 3 noktasında ortalama % 30 oranında bir azalma vardır. (max. 1,59 t)
- 4 noktasında ortalama % 4 oranında bir artış vardır. (max. 18,15 t)

#### **6.6.2.4 Kolonsuz Sistem (Kesme Kuvveti) L=1,50m ~ 2,75m**

- 1 noktasında ortalama % 3,2 oranında bir artış vardır. (max. 18,47 t)
- 2 noktasında ortalama % 3,5 oranında bir artış vardır. (max. 14,47 t)
- 3 noktasında ortalama % 6 oranında bir azalma vardır. (max. 18,87 t)
- 4 noktasında ortalama % 3,2 oranında bir artış vardır. (max. 18,47 t)

### **6.6.3 Dinamik Yük ( 6 Katlı Düzlem Çerçevesinde)**

#### **6.6.3.1 Kolonlu Sistem (Moment) L=1,50m ~ 2,75m**

- 1 noktasında ortalama % 2 oranında bir artış vardır. (max. 3,81 tm)
- 2 noktasında ortalama % 0,5 oranında bir artış vardır. (max. 17,19 tm)
- 3 noktasında ortalama % 5 oranında bir azalma vardır. (max. 4,93 tm)
- 4 noktasında ortalama % 1 oranında bir artış vardır. (max. 30,91 tm)

#### **6.6.3.2 Kolonsuz Sistem (Moment) L=1,50m ~ 2,75m**

- 1 noktasında ortalama % 3,5 oranında bir artış vardır. (max. 3,37 tm)
- 2 noktasında ortalama % 1 oranında bir artış vardır. (max. 17,49 tm)
- 3 noktasında ortalama % 0,5 oranında bir artış vardır. (max. 18,74 tm)
- 4 noktasında ortalama % 0,8 oranında bir artış vardır. (max. 26,67 tm)

**6.6.3.3 Kolonlu Sistem (Kesme Kuvveti) L=1,50m ~ 2,75m**

- 1 noktasında ortalama % 2 oranında bir artış vardır. (max. 10,55 t)
- 2 noktasında ortalama % 0,5 oranında bir artış vardır. (max. 6,65 t)
- 3 noktasında ortalama % 13 oranında bir azalma vardır. (max. 2,45 t)
- 4 noktasında ortalama % 2 oranında bir artış vardır. (max. 10,55 t)

**6.6.3.4 Kolonsuz Sistem (Kesme Kuvveti) L=1,50m ~ 2,75m**

- 1 noktasında ortalama % 1,3 oranında bir artış vardır. (max. 9,16 t)
- 2 noktasında ortalama % 1,3 oranında bir artış vardır. (max. 7,00 t)
- 3 noktasında ortalama % 9 oranında bir azalma vardır. (max. 9,40 t)
- 4 noktasında ortalama % 1,3 oranında bir artış vardır. (max. 9,16 t)

## 6.7 Periyotlara Göre Kıyaslamalar

### 6.7.1 Aynı Konsol Uzunluklarında, Kolonlu Sistemden, Kolonsuz Sisteme Geçişte Oluşan Değişim

- Mod1  
Periyot değeri yaklaşık %11 oranında artmıştır.
- Mod2  
Periyot değeri yaklaşık %11 oranında artmıştır.
- Mod3  
Periyot değeri yaklaşık %11 oranında artmıştır.
- Mod4  
Periyot değeri yaklaşık %11 oranında artmıştır.
- Mod5  
Periyot değeri yaklaşık %11 oranında artmıştır.
- Mod6  
Periyot değeri yaklaşık %11 oranında artmıştır.

### 6.7.2 Konsol Uzunluğu Arttıkça Oluşan Değişim

#### 6.7.2.1 Kolonlu Sistem:

- Mod1  
Periyot değeri yaklaşık %1 oranında artmıştır.
- Mod2  
Periyot değeri yaklaşık %1,2 oranında artmıştır.
- Mod3  
Periyot değeri yaklaşık %1,3 oranında artmıştır.
- Mod4  
Periyot değeri yaklaşık %1,8 oranında artmıştır.
- Mod5  
Periyot değeri yaklaşık %1,1 oranında artmıştır.
- Mod6  
Periyot değeri yaklaşık %1,4 oranında artmıştır.

**6.7.2.2 Kolonsuz Sistem:**

- Mod1  
Periyot değeri yaklaşık %2,7 oranında artmıştır.
- Mod2  
Periyot değeri yaklaşık %1 oranında artmıştır.
- Mod3  
Periyot değeri yaklaşık %1,7 oranında artmıştır.
- Mod4  
Periyot değeri yaklaşık %0,8 oranında artmıştır.
- Mod5  
Periyot değeri yaklaşık %1 oranında artmıştır.
- Mod6  
Periyot değeri yaklaşık %1,3 oranında artmıştır.

## 6.8 Taban Kesme Kuvvetine Göre Kıyaslamalar

### 6.8.1 Aynı Konsol Uzunluklarında, Kolonlu Sistemden, Kolonsuz Sisteme Geçişte Oluşan Değişim

- Mod1  
Taban Kesme Kuvveti yaklaşık %21 oranında azalmıştır.
- Mod2  
Taban Kesme Kuvveti yaklaşık %22 oranında azalmıştır.
- Mod3  
Taban Kesme Kuvveti yaklaşık %8 oranında artmıştır.
- Mod4  
Taban Kesme Kuvveti yaklaşık %4 oranında artmıştır.
- Mod5  
Taban Kesme Kuvveti yaklaşık %70 oranında artmıştır.
- Mod6  
Taban Kesme Kuvveti yaklaşık %20 oranında artmıştır.

### 6.8.2 Konsol Uzunluğu Arttıkça Oluşan Değişim

#### 6.8.2.1 Kolonlu Sistem:

- Mod1  
Taban Kesme Kuvveti yaklaşık %1 oranında artmıştır.
- Mod2  
Taban Kesme Kuvveti yaklaşık %3 oranında artmıştır.
- Mod3  
Taban Kesme Kuvveti yaklaşık %1,5 oranında artmıştır.
- Mod4  
Taban Kesme Kuvveti yaklaşık %3 oranında artmıştır.
- Mod5  
Taban Kesme Kuvveti yaklaşık %2 oranında artmıştır.
- Mod6  
Taban Kesme Kuvveti yaklaşık %3 oranında artmıştır.

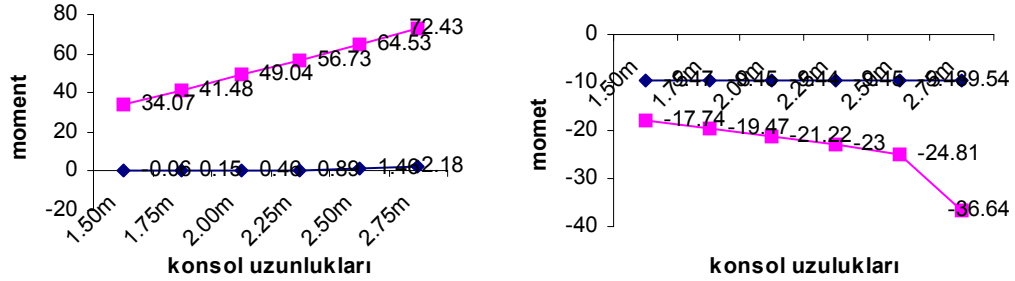
**6.8.2.2 Kolonsuz Sistem:**

- Mod1  
Taban Kesme Kuvveti yaklaşık %1 oranında azalmıştır.
- Mod2  
Taban Kesme Kuvveti yaklaşık %2 oranında azalmıştır.
- Mod3  
Taban Kesme Kuvveti yaklaşık %2 oranında artmıştır.
- Mod4  
Taban Kesme Kuvveti yaklaşık %3 oranında artmıştır.
- Mod5  
Taban Kesme Kuvveti yaklaşık %4 oranında artmıştır.
- Mod6  
Taban Kesme Kuvveti yaklaşık %1,5 oranında artmıştır.

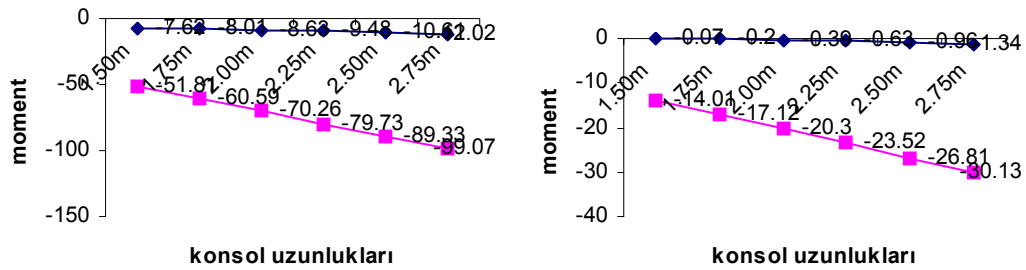


## 6.9 6 Katlı Kolonlu Ve Kolonsuz Düzlem Sistemlerde Moment Grafikleri

Grafik 6.1 Düşey Yükleme Göre 1 ve 2 Noktası Moment Değerleri



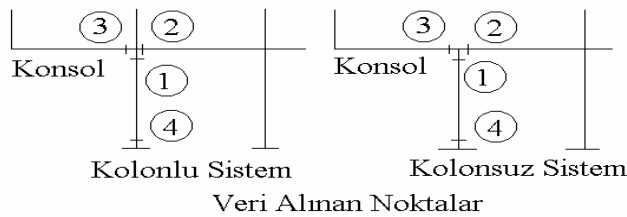
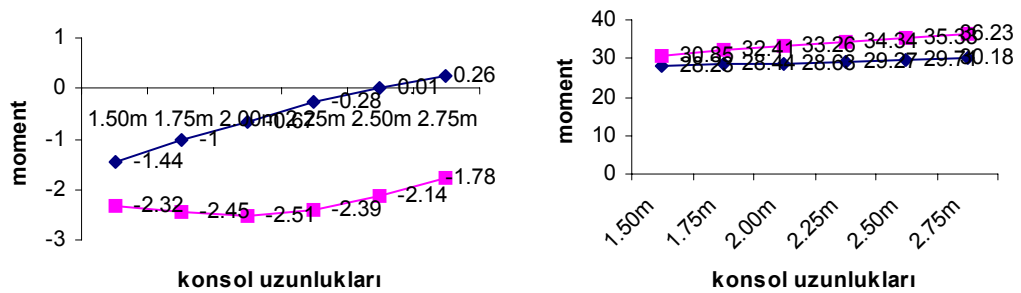
Grafik 6.2 Düşey Yükleme Göre 3 ve 4 Noktası Moment Değerleri



Grafik 6.5

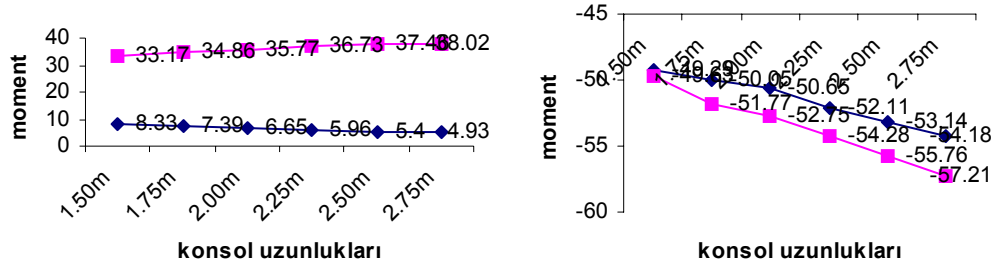
Grafik 6.6

Grafik 6.3 Eşdeğer Deprem Yüğüne Göre 1 ve 2 Noktası Moment Değerleri

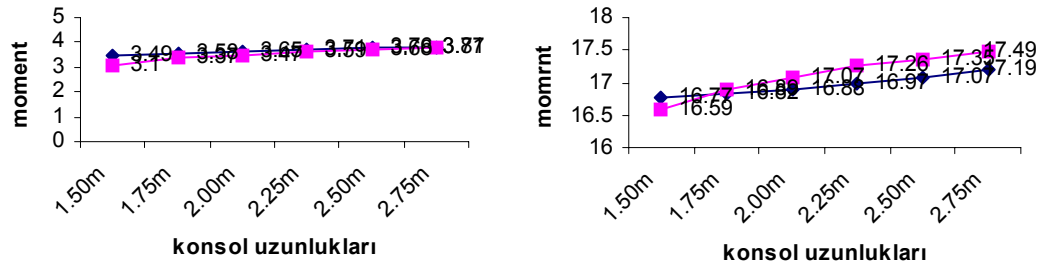


—◆— KOLONLU DÜZLEM SİSTEM  
—◆— KOLONSUZ DÜZLEM SİSTEM

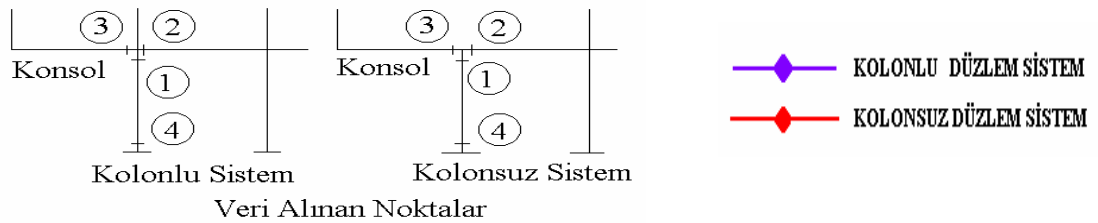
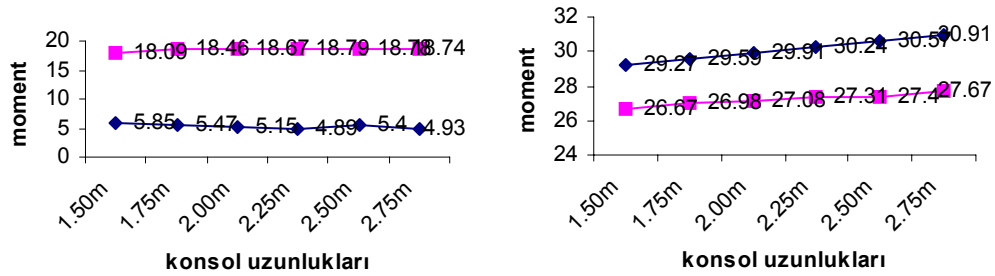
Grafik 6.4 Eşdeğer Deprem Yüküne Göre 3 ve 4 Noktası Moment Değerleri



Grafik 6.5 Dinamik Yükü Göre 1 ve 2 Noktası Moment Değerleri

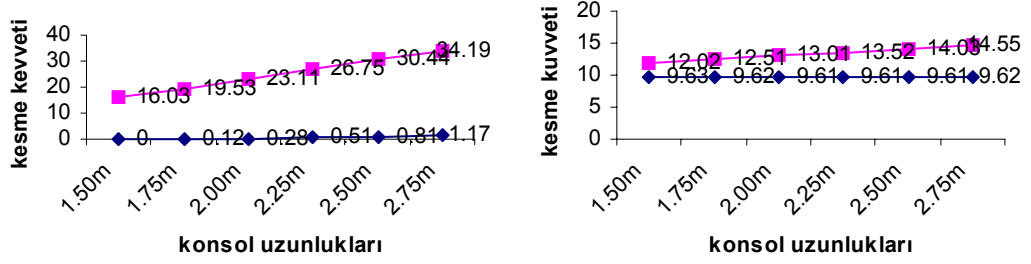


Grafik 6.6 Dinamik Yükü Göre 3 ve 4 Noktası Moment Değerleri

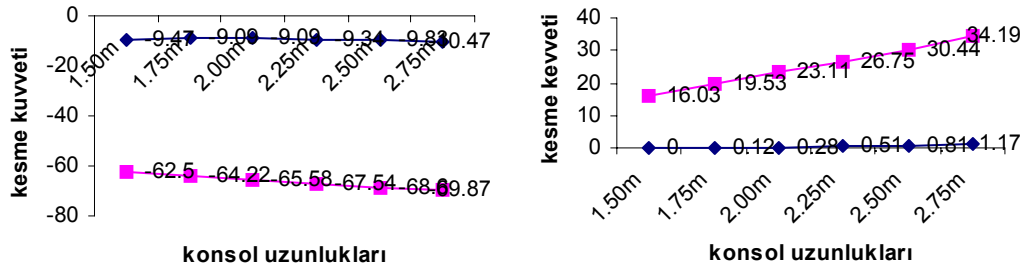


## 6.10 6 Katlı Kolonlu Ve Kolonsuz Düzlem Sistemlerde Kesme Kuvveti Grafikleri

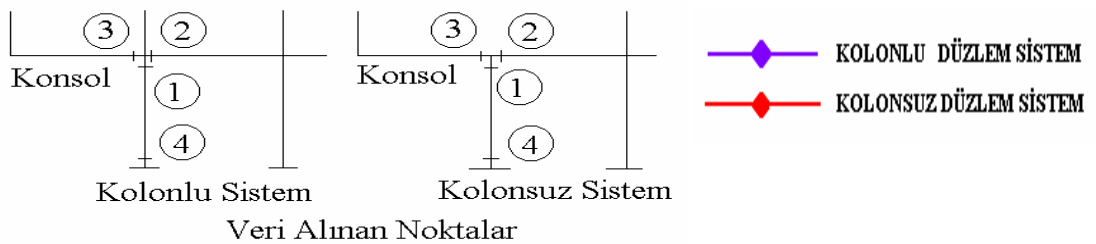
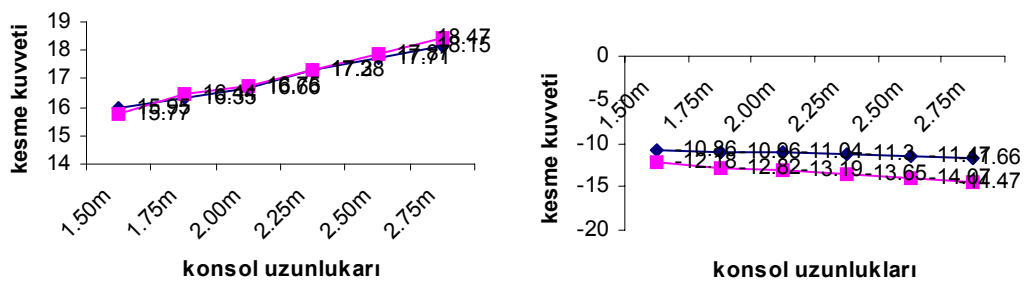
Grafik 6.7 Düşey Yüklemeye Göre 1 ve 2 Noktası Kesme Kuvveti Değerleri



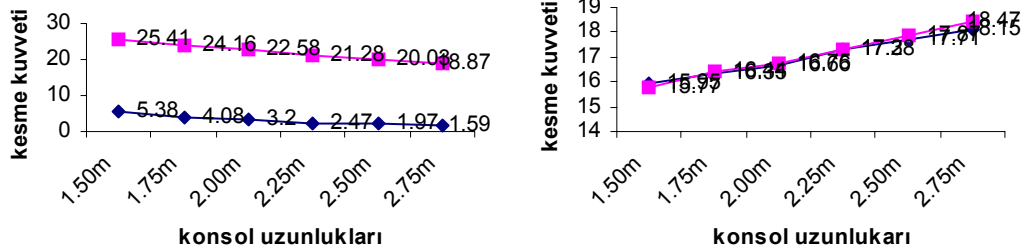
Grafik 6.8 Düşey Yüklemeye Göre 3 ve 4 Noktası Kesme Kuvveti Değerleri



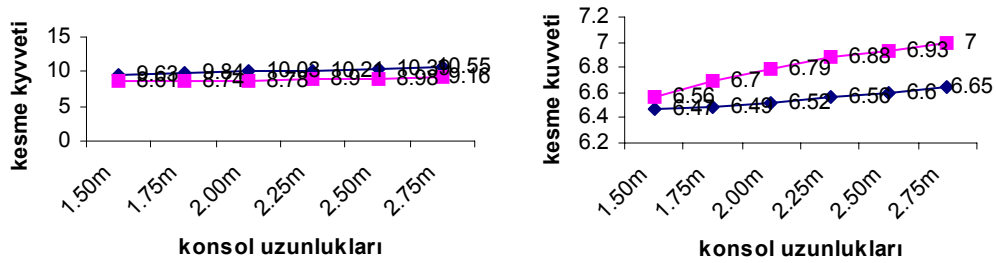
Grafik 6.9 Eşdeğer Deprem Yüküne Göre 1 ve 2 Noktası Kesme Kuvveti Değerleri



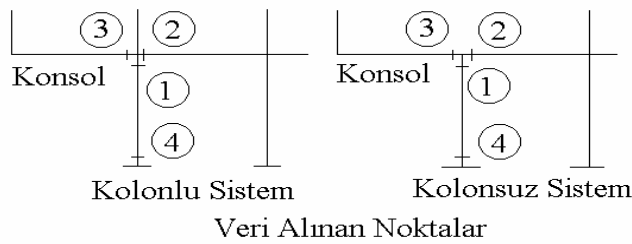
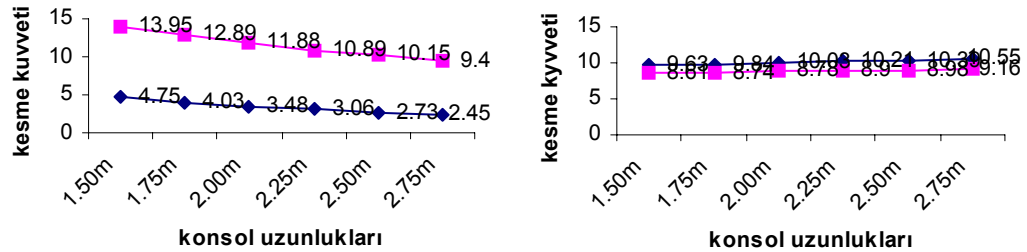
Grafik 6.10 Eşdeğer Deprem Yüküne Göre 3 ve 4 Noktası Kesme Kuvveti Değerleri



Grafik 6.11 Dinamik Yüke Göre 1 ve 2 Noktası Kesme Kuvveti Değerleri



Grafik 6.12 Dinamik Yüke Göre 3 ve 4 Noktası Kesme Kuvveti Değerleri

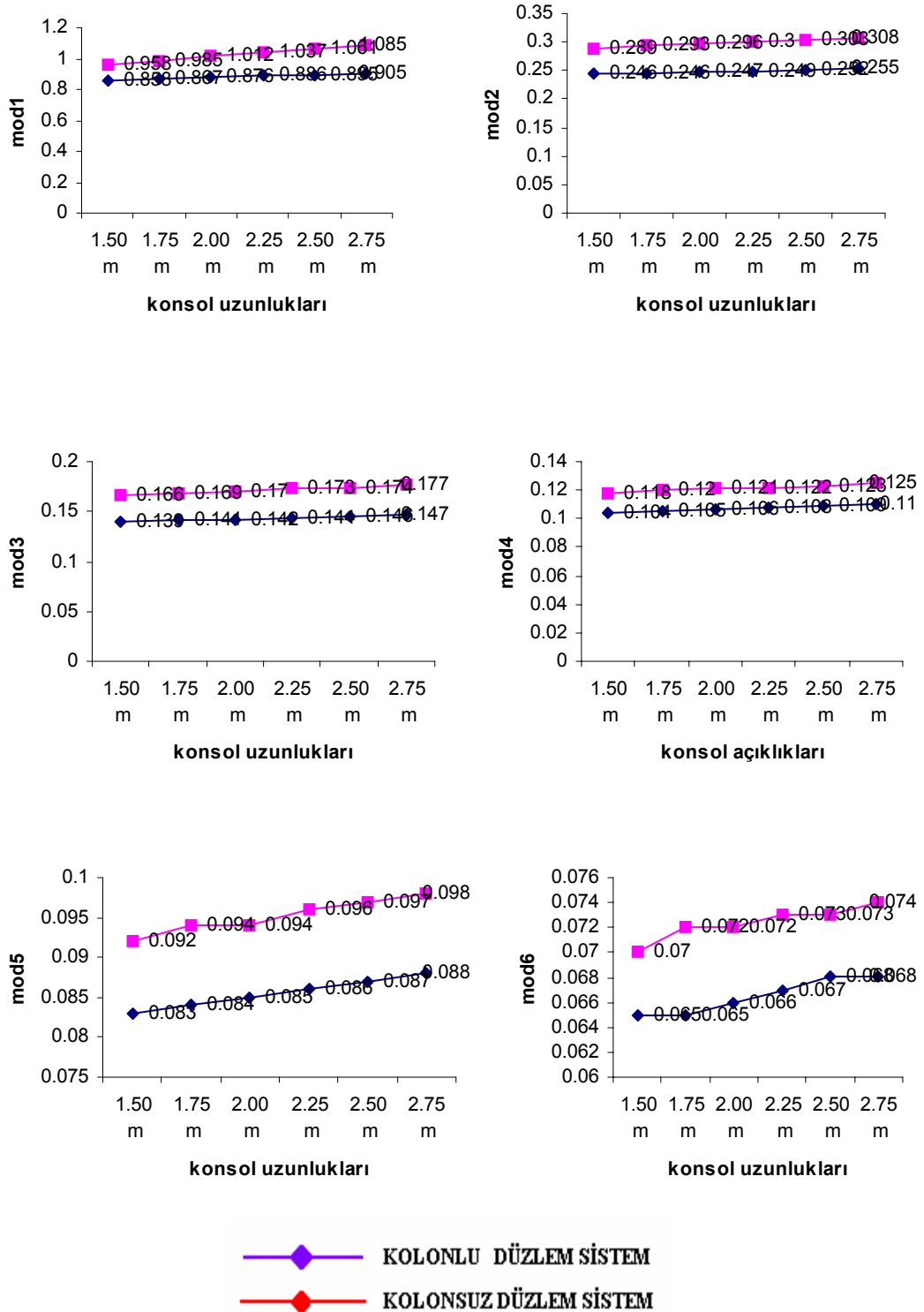


—◆— KOLONLU DÜZLEM SİSTEM  
—◆— KOLONSUZ DÜZLEM SİSTEM

## 6.11 Mod Şekillerine Ait Grafikler

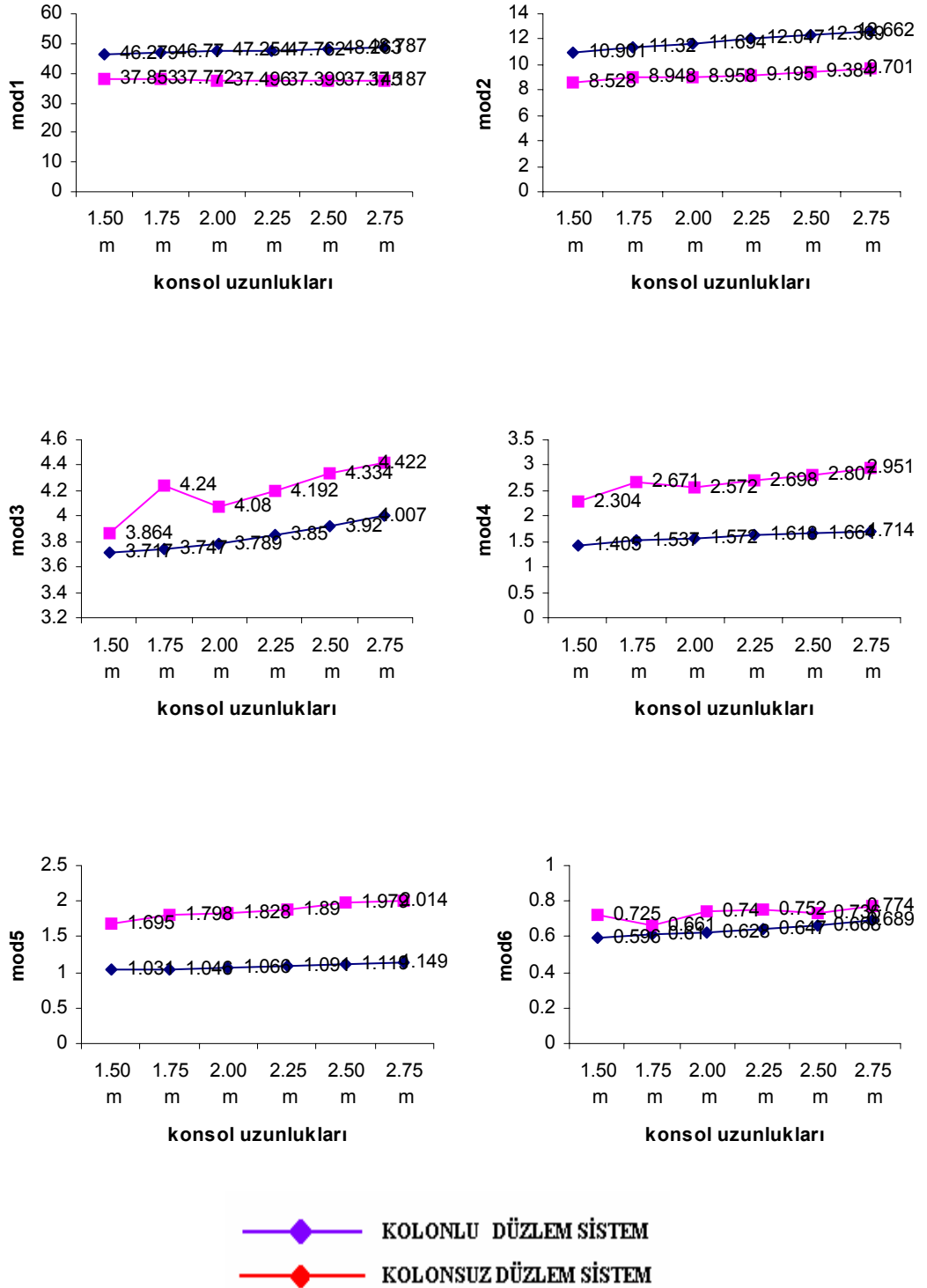
### 6.11.1 Periyot Değişimlerine Göre

Grafik 6.13 Mod Şekillerindeki Değişimie Ait Grafikler



### 6.11.2 Taban Kesme Kuvvetine Göre

Grafik 6.14 Taban Kesme Kuvveti Değişimine Ait Grafikler



## 7. KIYASLAMA YORUMLARI

### 7.1 Aynı Konsol Uzunluklarında Kolonlu Ve Kolonsuz Sistemin Kıyaslanması (Moment)

#### 7.1.1 Düşey Yük

##### a- 1 Noktası

Aynı konsol uzunluklarında moment artışı, kolonlu ve kolonsuz sistemlerde büyük bir artış göstermektedir. Bu moment artışı çok büyük bir değerdir. Bu yüzden Deprem yönetmeliğince yasaklanmıştır. Konsol açıklıklarının büyümesiyle bu değer artışı azalmaktadır.

##### b- 2 Noktası

Aynı konsol uzunluklarında moment artışı, kolonlu ve kolonsuz sistemlerde büyük bir artış göstermemektedir. 2 Noktası konsolun bitişiği olan kirişteki mesnet momentidir.

##### c- 3 Noktası

Bu konsol momenti kolonlu ve kolonsuz sistemde 7 kata kadar bir artış göstermektedir. Kolonun kaldırılması ile bu moment büyümesi olağan bir davranıştır. Konsol momentinin büyümesi ile betonarme kesit hesabında, kesit yüksekliği büyüyeceği için bir akstaki kiriş boyutlarının farklı olması yapı taşıyıcı sisteminde düzensizliğe neden olacaktır.

##### d- 4 Noktası

Zemin kat kolon alt momenti (4 Noktası) aynı konsol uzunluklarında moment artışı büyük bir değerdedir. Kolonsuz sistemde bu noktada büyük momentlerin oluşması yapı sisteminde süperpoze deprem kuvvetleriyle büyük kesit donatılarının çıkmasına neden olmaktadır.

#### 7.1.2 Eşdeğer Deprem Yüğü

##### a- 1 Noktası

Aynı konsol uzunluklarında moment artışı kolon ve kolonsuz sistemlerde büyük bir artış göstermektedir. Bu yüzden Deprem yönetmeliğince yasaklanmıştır.

**b- 2 Noktası**

Aynı konsol açıklıklarında moment artışı kolonlu ve kolonsuz sistemlerde büyük moment değerleri çıkmasına rağmen bu iki sistemde momentler birbirine yakındır.

**c- 3 Noktası**

Bu konsol momentinde kolonlu ve kolonsuz sistemde 4 kat gibi bir artış gözlenmektedir. Buda büyük bir değer olup betonarme kesit hesaplarında büyük kesit yüksekliklerinin çıkmasına neden olacaktır. Yine aynı aksta değişik kiriş yükseklikleri oluşacağından yapı taşıyıcı sisteminde düzensizlikler oluşacaktır. (şekilsel, biçimsel düzensizlikler)

**d- 4 Noktası**

Zeminde kolon alt noktası yatay eşdeğer deprem yüklerinden dolayı kolonlu ve kolonsuz sistemlerde büyük bir artış görülmemektedir.

**7.1.3 Dinamik Yük****a- 1 Noktası**

Aynı konsol uzunluklarında dinamik yükten dolayı moment artışı olmayıp kolonlu ve kolonsuz sistemlerde kolon üst momentleri yakın değerler almaktadır. Hatta küçük bir azalış mevcuttur.

**b- 2 Noktası**

Aynı konsol uzunluklarında dinamik yükten dolayı moment değerleri kolonlu ve kolonsuz sistemlerde birbirine çok yakındır.

**c- 3 Noktası**

Konsol momentinde, kolonlu ve kolonsuz sistemde dinamik yükten dolayı kolonsuz sistemde üç kat bir artış gözlenmektedir. Bundan dolayı konsol momentindeki bu büyümeden betonarme kesit yükseklikleri büyümekte ve taşıyıcı sistemde şekilsel ve biçimsel düzensizlikler oluşmaktadır.

**d- 4 Noktası**

Zemin kat kolon alt momentinde aynı konsol uzunluklarında, kolonlu ve kolonsuz sistemlerde dinamik yükten dolayı büyük bir artış veya farklılık gözlenmemektedir.



#### **7.1.4 Aynı Konsol Uzunluklarında, Kolonlu Ve Kolonsuz Sistemin Kıyaslama Sonucu**

Aynı konsol uzunluklarında gerek dūşey yük gerek, dinamik yük, gerek eşdeğer deprem yükünden dolayı konsol momentlerinde çok büyük artışlar görölmektedir. Benzer olarak kiriş 2 noktasında, ve kolon 1 noktasında yüklerden dolayı bu artış neticesinde yapı taşıyıcı sisteminde momentlerin büyümesi ile ortaya çıkan kesit hesabı problemleri ve bu kesit hesaplarının etkisi ile faydalı kesit yüksekliğinin büyümesinden dolayı aynı aksta kiriş yüksekliğinin farklılaşmasına neden olacaktır. Bu şekilsel, biçimsel düzensizlikler depreme dayanıklı yapı hesap kurallarına ve depreme dayanıklı biçimsel ve şekilsel kurallara uygun olmayan yapı sistemlerine yol açacağından kesinlikle kabul edilmeyen bir taşıyıcı sistem oluşacaktır. Deprem yönetmeliğinin B<sub>3</sub> türü düzensizlikler, madde 6.3.5.2 (a)'sına göre bu tür yapıları yapılması yasaklanmıştır.

## 7.2 Konsol Uzunluklarının Artışına Ait Kıyaslamalar

### 7.2.1 Kolonlu Sistem

#### 7.2.1.1 Düşey Yük

##### a- 1 Noktası

Konsol uzunluklarının artışına ile düşey yükten dolayı zemin kat kolon üst momentinde moment değerlerinde büyük bir artış görülmektedir. Konsolun büyümesi ile kolon üst momentindeki bu artış gayet normaldir.

##### b- 2 Noktası

Konsol uzunluklarının büyümesi ile, düşey yükten dolayı, 2 noktasında büyük bir moment artışı olmayıp bu momentlerde düşük değerdedir.

##### c- 3 Noktası

Bu kesitte, konsol momentinde, kolonlu sistemlerde 1.6 kat bir artış mevcuttur. Çerçeve kolonların hiperstatik çalışmasından dolayı konsol momentlerinin fazla büyümesi önlenmiştir.

##### d- 4 Noktası

Zemin kat kolon alt momentinde kolonlu sistemde moment değerleri küçüktür. Sistem ve yük simetriktir.

#### 7.2.1.2 Eşdeğer Deprem Yüğü

##### a- 1 Noktası

Konsol uzunluklarının artışı ile, eşdeğer deprem yükünden dolayı, kolonlu sistemde momentler küçüktür ve azalarak gitmektedir.

##### b- 2 Noktası

Konsol uzunluğunun büyümesi ile eşdeğere deprem yükü durumunda, kolonlu sistemde moment artışları azdır.

##### c- 3 Noktası

Bu kesitte konsol momentlerinde, kolonlu sistemlerde moment artışı yerine azalması mevcuttur. Hiperstatik sistemde kolon sayısı attıkça konsol momentleri azalmaktadır.

**d- 4 Noktası**

Zemin kat kolon alt momentini, kolonlu sistemde moment değerleri konsol uzunluğu arttıkça 1.10 kat bir artış görülmektedir.

**7.2.1.3 Dinamik Yük****a- 1 Noktası**

Konsol uzunluklarının artışı ile dinamik yük zemin kat kolon üst momentinde 1.1 kat moment artışı görülmektedir.

**b- 2 Noktası**

Konsol uzunluğunun büyümesiyle dinamik yükten dolayı, kolonlu sistemlerde büyük bir moment artışı görülmektedir.

**c- 3 Noktası**

Bu kesitte konsol momentinde, kolonlu sistemlerde bir moment artışı gözlenmektedir. Hatta ufak bir de azalma da vardır.

**d- 4 Noktası**

Zemin kat kolon alt momentinde, kolonlu sistemde moment değeri artışı 1.06 kat olmaktadır.

**7.2.1.4 Konsol Uzunluklarının Artışına Ait Kolonlu Sistemde Kıyaslama Sonucu**

Kolonlu sistemde konsol açıklıkları büyümesinden dolayı oluşan değişimler genellikle (1 noktası) zemin kat kolon üst momentinde bir artış göstermektedir. Diğer kesitlerde önemli derecede bir artış gözlenmemektedir. Konsol uzunluğunun büyümesi ile meydana gelen zemin kat kolon üst momentindeki artış ise, normaldir. Bununla birlikte bu noktadaki artış kesit tesirlerinin artışına ve büyük kesit seçimlerine meydan verecektir. Ayrıca bu kesitteki fazla gerilmelerden dolayı deprem esnasında oluşacak burulma momentlerinin binanın stabilitesine büyük bir etki edeceğini, bu etkinin sonucunda binanın sünekliğini koruyamadan, yıkılabilme ihtimali doğurduğu için tehlikeli bir durum oluşacaktır. Tüm bu etkilerden dolayı afet bölgelerinde uygulanacak deprem yönetmeliğindeki B<sub>3</sub> türü düzensizliği bu sistemlerde görülür.

## 7.2.2 Kolonsuz Sistem

### 7.2.2.1 Düşey Yük

#### a- 1 Noktası

Konsol uzunluğunun artışı ile düşey yükten dolayı zami kat kolon üst momentinde 1.1 kat bir artış gözlenmektedir. Bu artış konsol açıklığının büyümesiyle oluşan yük artışından kaynaklandığı için normal karşılanabilir.

#### b- 2 Noktası

Konsol uzunluğunun artışı ile düşey yükten dolayı bu kesitte 1.08 kat bir artış gözlenmektedir. Bu artış yukarıdaki gibi normal karşılanabilir.

#### c- 3 Noktası

Konsol uzunluğunun artışı ile düşey yükten dolayı bu konsol momentinde 1.16 katlık bir artış mevcuttur.

#### d- 4 Noktası

Burada da konsol uzunluğunun artışı ile düşey yükten dolayı bu konsol momentinde 1.16 katlık bir artış mevcuttur.

### 7.2.2.2 Eşdeğer Deprem Yüğü

#### a- 1 Noktası

Konsol uzunluğunun artması ile zemin kat kolon üst momentinde eşdeğer deprem yükünden dolayı bir artış değil, bir azalma mevcuttur.

#### b- 2 Noktası

Konsol uzunluğunun artması ile bu kesitte eşdeğer deprem yükünden dolayı fazla büyük olmayan bir artış göze çarpmaktadır.

#### c- 3 Noktası

Konsol uzunluğunun artması ile konsol momentinde eşdeğer deprem yükünden dolayı bir artış gözlenmektedir. Ama bu artış 2 noktasında olduğu gibi lineer bir artış izlemekte ve fazla büyük bir önemli bir yer teşkil etmemektedir.

**d- 4 Noktası**

Konsol uzunluğunun artması ile zemin kat kolon alt momentinde eşdeğer deprem yükünden dolayı önemli olmayan bir artış görülmektedir.( bütün bu artışlar ortalama aynı oranda olup  $\sim 1.05$  'tir.)

**7.2.2.3 Dinamik Yük****a- 1 Noktası**

Konsol uzunluğunun artışı ile dinamik yükten dolayı oluşan zemin kat kolon üst momentindeki artış 1.03 kattır. Bu artış normal olup, sistemin ağırlığındaki artışından kaynaklanmaktadır.

**b- 2 Noktası**

Konsol uzunluğunun artışı ile dinamik yükten dolayı oluşan kiriş momentindeki artış 1.03 kattır. Bu artış normal olup, sistemin ağırlığındaki artışından kaynaklanmaktadır.

**c- 3 Noktası**

Konsol uzunluğunun artışı ile dinamik yükten dolayı oluşan konsol momentindeki artış 1.03 kattır. Bu artış normal olup, sistemin ağırlığındaki artışından kaynaklanmaktadır.

**d- 4 Noktası**

Konsol uzunluğunun artışı ile dinamik yükten dolayı oluşan zemin kat kolon alt momentindeki artış 1.03 kattır. Bu artış normal olup, sistemin ağırlığındaki artışından kaynaklanmaktadır.

**7.2.2.4 Konsol Uzunluğunun Artışına Ait Kolonsuz Sistemde Kıyaslama Sonucu**

Kolonsuz sistemde, konsol uzunluklarının artışı ile meydana gelen moment, belirlenmiş noktalardaki moment değişimi çok büyük öneme sahip değildir fakat ne olursa olsun bir artış gözlenmekte ve bu artış bu kesitlerde, betonarme hesapta, büyük kesit seçimlerine neden olmaktadır. En önemli artış zemin kat kolon üst momentinde meydana geldiği için deprem anında eğilme momentinde bir fark yaratacağı ve çökme tehlikesini artıracığı kaçınılmazdır.

Eğilme momentinin artışından dolayı kolon kesitinde plastik mafsall oluşabilir ve yapı stabilitesi bozulur. Kuvvetli kiriş zayıf kolon oluşur, bu da, yeni deprem felsefesine aykırıdır. Plastik mafsallın kirişlerde oluşması ve kolonların sağlam kalması istenir.

### **7.3 Aynı Konsol Uzunluklarında Kolonlu Ve Kolonsuz Sistemlerin Kıyaslaması (Kesme Kuvveti)**

#### **7.3.1 Düşey Yük**

##### **a- 1 ve 4 Noktası**

Aynı konsol uzunluğunda kesme kuvveti artışı kolonlu ve kolonsuz sistemlerde çok aşırı miktarda büyümüştür. Bu kesme kuvveti artışı çok büyük değerdedir. Konsol açıklığı büyüdükçe bu büyük fark giderek azalmaktadır. Bu fark kolonlarda büyük eğilme momentlerine neden olmaktadır.

##### **b- 2 Noktası**

Aynı konsol uzunluğunda kesme kuvveti değişimi kolonlu sistemden, kolonsuz sisteme geçişte, zemin kat kolon alt ve üst noktalarında olduğu kadar fazla değildir.(1.2~1.4 kat)

##### **c- 3 Noktası**

Aynı konsol uzunluğunda kesme kuvveti değişimi kolonlu sistemden, kolonsuz sisteme geçişte, yaklaşık 6.5 kat büyümekte, giriş uç kesme kuvvetinden büyük fakat o kadar ondan daha dikkate değerdir.

#### **7.3.2 Eşdeğer Deprem Yüğü**

##### **a- 1 ve 4 Noktası**

Aynı konsol uzunluğunda kesme kuvveti değişimi kolonlu sistemden, kolonsuz sisteme geçişte, hemen hemen hiç değişmemekte, aynı kalmaktadır.

##### **b- 2 Noktası**

Aynı konsol uzunluğunda kesme kuvveti değişimi kolonlu sistemden, kolonsuz sisteme geçişte, normal bir artış gözlenmektedir.büyüme 0.89 kat ile sınırlı kalmaktadır.bu farkta çok büyük önem taşımamakta fakat dikkate alınmak zorundadır.

##### **c- 3 Noktası**

Aynı konsol uzunluğunda kesme kuvveti değişimi kolonlu sistemden, kolonsuz sisteme geçişte, büyük farklar göstermektedir. Konsol açıklıkları büyüdükçe kesme kuvveti oranları küçülmektedir.

### 7.3.3 Dinamik Yük

#### a- 1 ve 4 Noktası

Aynı konsol uzunluğunda kesme kuvveti değişimi kolonlu sistemden, kolonsuz sisteme geçişte, bir artış değil bir azalma gözlenmektedir. Bu ihmal edilebilir.

#### b- 2 Noktası

Aynı konsol uzunluğunda kesme kuvveti değişimi kolonlu sistemden, kolonsuz sisteme geçişte, hemen hemen hiçbir fark gözlenmemektedir.

#### c- 3 Noktası

Aynı konsol uzunluğunda kesme kuvveti değişimi kolonlu sistemden, kolonsuz sisteme geçişte, çok büyük artışlar meydana gelmektedir. Yaklaşık 3.5 kattır. Bu durum ise sık etriye konmasına neden olmakta ve buda dengeli donatı oranını çok zorlamaktadır.

### 7.3.4 Aynı Konsol Uzunluklarında Kolonlu Ve Kolonsuz Sistemin Kıyaslama

#### Sonucu

Genel olarak irdelediğimizde, Aynı konsol açıklıklarında kesme kuvveti değişimi kolonlu sistemden, kolonsuz sisteme geçişte, kesme kuvveti önemli derece artmakta, özellikle zemin kat kolon alt ve üst kesitinde ve konsol ucunda özellikle artmaktadır. Kirişte ise hemen hemen hiç değişmemektedir. Bu şekilde konsol kesitlerinde büyük kesit seçimlerine yol açmaktadır. Aynı zamanda demir oranlarında, özellikle etriye aralığında önemli bir azalma, yani çok sık döşenme tehlikesi doğurmaktadır. Buda pratikte beton yerleştirilmesinde önemli etkiler doğurmakta, beton kalıba homojen olarak dağılamamakta, bu durum ise betonarme yapının mukavemetinin oldukça önemli derecede düşürmektedir. Ayrıca kolonda büyük eğilme momentleri oluşturmakta, bir deprem sırasında ani göçmelere mahal vermektedir. Bu nedenlerden dolayı, kolonlu sistemden kolonsuz sisteme geçiş, yapının süneklik düzeyini azaltmakta olduğu için kesinlikle yasaktır.



## **7.4 Konsol Uzunluğu Artışına Ait Kesme Kuvveti Kıyaslamaları (Kolonlu Ve Kolonsuz Sistem)**

### **7.4.1 Düşey Yük**

#### **a- 1 ve 4 Noktası**

Konsol uzunluğunun artışı ile zemin kat kolon alt ve üst kesme kuvveti fazla büyük miktarda değildir. Mutlak değerleri de fazla büyük olmadığı için önemsenmemiştir.

#### **b- 2 Noktası**

Konsol uzunluğunun artışı ile giriş uç kesitindeki kesme kuvveti değişmemektedir.

#### **c- 3 Noktası**

Konsol uzunluğunun artışı ile konsol uç kesitindeki kesme kuvveti değişimi 1.06 kat ile sınırlı kalmaktadır.

### **7.4.2 Eşdeğer Deprem Yüğü**

#### **a- 1 ve 4 Noktası**

Konsol uzunluğunun artışı ile zemin kat kolon alt ve üst kesme kuvveti değişim 1.02 kat artış göstermiştir.

#### **b- 2 Noktası**

Konsol uzunluğunun artışı ile giriş ucundaki kesme kuvveti değişim 1.02 kat artış göstermiştir.

#### **c- 3 Noktası**

Konsol uzunluğunun artışı ile konsol ucu kesitindeki kesme kuvvetinden dolayı oluşan değişim azalış şeklinde meydana gelmiştir.

### **7.4.3 Dinamik Yük**

#### **a- 1 ve 4 Noktası**

Konsol uzunluğunun artışı ile zemin kat kolon alt ve üst kesme kuvveti değişim 1.01 kat artış göstermiştir.

**b- 2 Noktası**

Konsol uzunluğunun artışı ile giriş ucundaki kesme kuvveti değişim 1.01 kat artış göstermiştir.

**c- 3 Noktası**

Konsol uzunluğunun artışı ile konsol ucu kesitindeki kesme kuvvetinden dolayı oluşan değişim azalış şeklinde meydana gelmiştir.

**7.4.4 Konsol Uzunluğu Artışında Kesme Kuvveti Kıyaslamaları, Kolonlu Ve Kolonsuz Sistem Kıyaslama Sonucu**

Genel olarak baktığımızda, konsol açıklığının artışında kesme kuvveti değişimleri çoğunlukla (eşdeğer deprem yükü ve dinamik yüklemde 3 noktası dışında) bir artış vardır. Fakat bu artışlar, sistemin ağırlığının artmasıyla oluşan doğrusal bir artış olup normal olarak karşılanabilir. Yani artışlar lineer olup etki alanı kolonlu-kolonsuz sistem kıyaslamasında olduğu gibi açık ve net değildir. Bunu sonucu bu irdeleme diğer irdeleme kadar önem taşımamaktadır. Ama şu bir geçektir ki konsol açıklığı büyüdükçe kesme kuvveti artmakta, buda sistemde aks boyunca betonarme kesiti tespitinde bir süreksizlik meydana getirmektedir. Buda inşaat mühendisliğinde, yapılarda istenmeyen bir özelliktir.

## **7.5 Periyotlara Göre Kıyaslamalar**

### **7.5.1 Aynı Konsol Uzunluklarında Kolonlu Sistemden Kolonsuz Sisteme Geçişte Meydana Gelen Değişim**

Aynı konsol açıklıklarında, periyotta meydana gelen değişimler %11 olarak sabit kalmaktadır. Başka herhangi bir büyük değişim göze çarpmamaktadır.

### **7.5.2 Konsol Uzunluğu Arttıkça Meydana Gelen Değişim**

#### **7.5.2.1 Kolonlu Sistem**

Kolonlu sistemde konsol açıklığı arttıkça, periyotlardaki değişim en fazla dördüncü modda, %1.8 olarak karşımıza çıkmaktadır. Fakat genellikle hesaplarda birinci ve ikinci modu kullandığımız için bu fazla bir önem taşımamaktadır.

#### **7.5.2.2 Kolonsuz Sistem**

Kolonsuz sistemde ise konsol açıklığı arttıkça, periyotlardaki değişim birinci modda, %2,7 olarak karşımıza çıkmaktadır. bu da bina davranışının etkileyecek düzeydedir.

### **7.5.3 Periyotlara Göre Kıyaslamada Sonuçlar**

Mühendislik bakımından periyodu en büyük olan birinci mod en önemlidir. Diğerlerinin önemi git gide azalır. Birçok özel hallerde bile ilk üç modun göz önüne alınması gerekli yaklaşıklığı verir. Sonuç itibarı ile burada kolonlu sistemden kolonsuz sisteme geçişte, periyotlarda belli bir oranda (%11) artış gözlenmektedir.

Düzlem çerçevede bina ağırlığı arttıkça periyot değeri düşer, aynı şekilde bina ağırlığı azaldıkça periyot değeri artar. Kolonların kaldırılması ile düzlemde bina ağırlığında bir azalma meydana gelmektedir, buda periyotta bir artış oluşturmaktadır. Fakat kolonların kaldırılması diğer kolonlara aşırı derece yüklenme durumu yaratır.

Periyottaki artışların olumsuz yanı, üst katlarda büyük genlikli deplasmanlar yaptırarak buralarda oturanların rahatsızlığına neden olur. Sıva çatlakları ve cam kırılmaları görülür. Bunu proje safhasında yapıyı rijitleştirecek tedbirler, rijitlik sağlayan perde ve diyagonaller yapılır. Yapıya konulan ilave deprem perdeleri kolonlara gelen deprem etkilerini azaltır. Ayrıca yatay deplasmanları küçültür. B<sub>3</sub> türü düzensizlikte kolonun konsola oturması Deprem yönetmeliği 6.3.2.5 (a) durumu tamamen yasaklanmıştır.

## **7.6 Taban Kesme Kuvvetlerine Göre Kıyaslamalar**

### **7.6.1 Aynı Konsol Uzunluklarında Kolonlu Sistemden Kolonsuz Sisteme Geçişte Meydana Gelen Değişim**

Kolonlu sistemden kolonsuz sisteme geçişte, taban kesme kuvvetinde beşinci modda, bir artış gözlenmektedir. Bu mod değişim bir ton civarındadır. Oysa birinci modda kolonlu sistemde 46.279 ton, kolonsuz sistemde 37.853tondur. Bunun için burada asıl önemli olan birinci moddaki azalmadır.

### **7.6.2 Konsol Uzunluğu Arttıkça Meydana Gelen Değişim**

#### **7.6.2.1 Kolonlu Sistem**

Kolonlu sistemde konsol uzunluğu arttıkça, taban kesme kuvvetindeki değişim en fazla dördüncü modda, taklaşıklık % 3 oranında karşımıza çıkmaktadır. Fakat genellikle hesaplarda birinci, ikinci ve üçüncü modu kullandığımız için bu fazla bir önem taşımamaktadır.

#### **7.6.2.2 Kolonsuz Sistem**

Kolonsuz sistemde ise konsol açıklığı arttıkça, taban kesme kuvvetindeki değişim beşinci modda, yaklaşık % 4 oranında karşımıza çıkmaktadır. Fakat bu mod önemli olmadığı için burada incelenmeyecektir.

### **7.6.3 CQC (Tam Karesel Birleştirme Yöntemi)**

Kolonlu sistemden kolonsuz sisteme geçişte, ortalama % 25 'lik bir azalma görülmektedir. Bu azalma oranı hem kolonlu sistemde, hemde kolonsuz sistemde, açıklıklar büyüdükçe artma göstermektedir.

#### 7.6.4 Taban Kesme Kuvvetlerine Göre Kıyaslama Sonucu

Her bir mod için kat kolonlarında meydana gelen kesme kuvveti mod şekli ile ilgilidir. Bulunan taban kesme kuvvetlerini katlara dağıtmada, mod şekli göz önüne alınır. Deprem sırasında kat kolonlarında meydana gelen kesme kuvvetlerinin süper pozisyonu ile elde edilir. Periyodu 0,5 sn küçük yapılarda, birinci modun üstündeki modların davranışa katkıları çok azdır. Periyodu 2 sn üstündeki yapılarda birinci mod hakimdir. Ancak üstündeki modların katkısı önemlidir.

Ele aldığımız sistemlerde periyotlar yaklaşık 1 sn ile sınırlıdır, burada göz önüne alınması gereken birinci moddur. Kolonlu sistemden kolonsuz sisteme geçişte, taban kesme kuvvetinde meydana gelen azalma, periyotlardaki artıştan kaynaklanmaktadır. Bina ağırlığındaki azalma, direkt olarak yapıya etkiyen deprem yüklerinde de bir azalmaya mahal vererek periyotlarda bir artışa neden olmaktadır.

Modların süper pozisyonu yönteminde, yapının davranışı dinamik serbestlik derecesi kadar sayıda birbirinden bağımsız tek dereceli sistemlerin davranışının lineer kombinasyonu ile belirlenir. yapıda herhangi bir yükseklikte kesme kuvveti, yapının deformasyonuna, o yükseklikteki yapının kütesine ve yükseklik boyunca kabul edilen titreşim genliğine bağlıdır. Modal birleştirme yöntemi SSRS ( karelerin kare kökü yöntemi); maksimum mod değerlerinin karelerinin karekökü kullanılarak bu yöntemle deplasman veya kuvvetlerin tahmini yapılır. CQC'de (Tam karesel birleştirme yöntemi), SRSS'ten üstünlüğü, dinamik açıdan etkin olan modlarına ait periyotları birbirine çok yakın olan yapılarda kendini gösterir.

Burada CQC'de meydana gelen azalma periyotlarda oluşan artıştan kaynaklanmaktadır. Yapıların kendi arasında, açıklık artışına göre meydana gelen CQC değişimi ise fazla önemli olmamaktadır.

## 8.ÇALIŞMADA VARILAN GENEL SONUÇ

Aynı konsol uzunluklarında kolonlu sistemden kolonsuz sisteme geçişte, gerek düşey yük gerek, dinamik yük, gerek eşdeğer deprem yükünden dolayı konsol momentlerinde çok büyük artışlar görülmektedir. Benzer olarak kiriş 2 noktasında, ve kolon 1 noktasında yüklerden dolayı bu moment artışı neticesinde yapı taşıyıcı sisteminde momentlerin büyümesi ile ortaya çıkan kesit hesabı problemleri ve bu kesit hesaplarının etkisi ile faydalı kesit yüksekliğinin büyümesinden dolayı aynı aksta kiriş yüksekliğinin farklılaşmasına neden olacaktır. Bu oluşan şekilsel, biçimsel düzensizlikler depreme dayanıklı yapı hesap kurallarına ve depreme dayanıklı biçimsel ve şekilsel yapı kurallarına uygun olmayan yapı sistemlerine yol açacağından kesinlikle kabul edilmeyen bir taşıyıcı sistem oluşacaktır. Deprem yönetmeliğinin B<sub>3</sub> türü düzensizlikler, madde 6.3.5.2 (a)'sına göre bu tür yapıları yapılması yasaklanmıştır.

Kolonsuz sistemde, konsol uzunluklarının artışı ile oluşan moment artışı çok büyük öneme sahip değildir fakat ne olursa olsun bir artış gözlenmekte ve bu artış bu kesitlerde, betonarme hesapta, büyük kesit yükseklikleri oluşturmaktadır. En önemli moment artışı zemin kat kolon üst momentinde meydana geldiği için deprem anında eğilme momentinde bir fark yaratacağı ve çökme tehlikesini artıracacağı kaçınılmazdır. Zemin kat kolon eğilme momentinin artışından dolayı kolon kesitinde plastik mafsal oluşabilir ve yapı stabilitesi bozulur. Kuvvetli kiriş zayıf kolon oluşur, bu da, yeni deprem felsefesine aykırıdır. Plastik mafsalın önce kirişlerde oluşması ve kolonların sağlam kalması istenir.

Kolonlu sistemde konsol uzunluklarının artışı ile oluşan moment değişimlerinde genellikle (1 noktası) zemin kat kolon üst momentinde bir artış göstermektedir. Diğer kesitlerde önemli derecede bir artış gözlenmemektedir. Konsol uzunluğunun büyümesi ile meydana gelen zemin kat kolon üst momentindeki artış ise, normaldir. Bununla birlikte bu noktadaki artış kesit tesirlerinin artışına ve büyük kesit seçimlerine meydan verecektir. Ayrıca bu kesitteki fazla gerilmelerden dolayı deprem esnasında oluşacak burulma momentlerinin binanın stabilitesine büyük bir etki edeceğini, bu etkinin sonucunda binanın sünekliğini koruyamadan, yıkılabilme

olasılığı doğduğu için tehlikeli bir durum oluşacaktır. Tüm bu etkilerden dolayı afet bölgelerinde uygulanacak deprem yönetmeliğindeki B<sub>3</sub> türü düzensizliği bu sistemlerde görülür.

Aynı konsol uzunluklarında kesme kuvveti değişimi kolonlu sistemden, kolonsuz sisteme geçişte, kesme kuvveti önemli derece artmakta, özellikle zemin kat kolon alt ve üst kesitinde ve konsol ucunda özellikle artmaktadır. Kirişte ise hemen hemen hiç değişmemektedir. Bu şekilde konsol kesitlerinde kesit büyümelerine yol açmaktadır. Aynı zamanda donatı oranlarında, özellikle etriye aralığında önemli bir azalma, yani çok sık döşenme tehlikesi doğurmaktadır. Buda pratikte beton yerleştirilmesinde önemli etkiler doğurmakta, beton kalıba homojen olarak dağılamamakta, bu durum ise betonarme yapının mukavemetinin oldukça önemli derecede düşürmektedir. Ayrıca kolonda büyük eğilme momentleri oluşturmakta, bir deprem sırasında ani göçmelere neden olmaktadır. Bunun için, kolonlu sistemden kolonsuz sisteme geçiş, yapını süneklik düzeyini azaltmakta olduğu için kesinlikle yasaktır.

Konsol uzunluğunun artışında kesme kuvveti değişimleri çoğunlukla (eşdeğer deprem yükü ve dinamik yüklemde 3 noktası dışında) bir artış vardır. Fakat bu artışlar, sistemin ağırlığının artmasıyla oluşan doğrusal bir artış olup normal olarak karşılanabilir. Yani artışlar lineer olup etki alanı kolonlu-kolonsuz sistem kıyaslamasında olduğu gibi açık ve net değildir. Bunu sonucu bu irdeleme diğer irdeleme kadar önem taşımamaktadır. Ama şu bir geçektir ki konsol açıklığı büyüdükçe kesme kuvveti artmakta, buda sistemde aks boyunca betonarme kesiti tespitinde bir süreksizlik meydana getirmektedir. Buda inşaat mühendisliğinde, yapılarda istenmeyen bir özelliktir. Bir aks boyunca kiriş yüksekliği değişmemelidir.

Mühendislik bakımından periyodu en büyük olan birinci mod en önemlidir. Diğerlerinin önemi git gide azalır. Birçok özel hallerde bile ilk üç modun göz önüne alınması gerekli yaklaşıklığı verir. Sonuç itibarı ile burada kolonlu sistemden kolonsuz sisteme geçişte, periyotlarda belli bir oranda (%11) artış gözlenmektedir.



Düzlem çerçevede bina ağırlığı arttıkça periyot değeri düşer, aynı şekilde bina ağırlığı azaldıkça periyot değeri artar. Kolonların kaldırılması ile düzlemde bina ağırlığında bir azalma meydana gelmektedir, buda periyotta bir artış oluşturmaktadır. Fakat kolonların kaldırılması diğer kolonlara aşırı derece yüklenme durumu yaratır.

Periyottaki artışların olumsuz yanı, yapıda, üst katlarda büyük genlikli deplasmanlar oluşur, buralarda oturanların rahatsızlığına neden olur. Sıva çatlakları ve cam kırılmaları görülür. Bunlar, proje safhasında yapıyı rijitleştirecek tedbirlerle, rijitlik sağlayan perde ve diyagonaller ile önlenir. Yapıya konulan ilave deprem perdeleri, kolonlara gelen deprem etkilerini azaltır. (Ref-1) Yapıda ayrıca yatay deplasmanları küçültür. B<sub>3</sub> türü düzensizlikte kolonun konsola oturması Deprem yönetmeliği 6.3.2.5 (a) durumu tamamen yasaklanmıştır.

Deprem Yönetmeliği 6.3.2.5 (a) kolonun konsola oturması durumunda oluşan B<sub>3</sub> türü düzensizlikten dolayı bu tür yapı taşıyıcı sistemi yapılması yasaklanmıştır. Bu tür düzensizliği olan yapıda, aşağıda belirtilen şekilsel ve biçimsel düzensizlikler doğar;

- Çerçeve sistemde düşey kesitte kolonların sürekli olmaması yapı davranışını önemli derecede etkiler. Görüldüğü gibi periyot değerleri artmıştır. Bu nedenle yapıya gelen yükler artmış, yapının dinamik davranışı olumsuz yönde etkilenmiştir.
- Düşey yükmeden dolayı, zemin katta ani rijitlik değişimleri nedeniyle zemin kat kolonlarının üst noktalarında elastik olmayan davranış nedeniyle, kolonların üst başlarında hasar oluşur. Buda depreme dayanıklı yapı prensiplerine aykırıdır.
- Yapıda taşıyıcı sistemindeki süreksizlik nedeniyle, aynı akstaki kirişlerde, farklı kiriş boyutları gerilme yığınlarına neden olur. Düzlem çerçevede bir aks yönünde bütün kirişlerin aynı boyutta olması istenir.
- Plastik mafsal oluşumunun, kolonu kaldırılan katta oluşacağı dikkate alınarak, kolonların eğilme momentlerinde artış olacağından, kuvvetli kiriş zayıf kolon oluşumuna meydan verilmemelidir. Ama burada, özellikle konsol kirişlerde büyük kesitler gerekmektedir. Bu büyük kesitler, kuvvetli kolon zayıf kiriş prensibine aykırıdır. Ayrıca kolonu kaldırılan modellerde büyük açıklıkların geçilmesinde kesit boyutları ve donatı oranı büyük çıkar. Bu

durumda küçük normal kuvvetten dolayı kolon boyutları küçükse kuvvetli kiriş zayıf kolon oluşumu meydana gelir. Buda istenmeyen bir durumdur.

- Konsol çıkmaları uçlarına kolon yapılması zemin katın esnek davranmasına neden olur. En alt kattaki konsol ucuna bağlanan kirişte büyük momentler oluşur. Bu momentlerin karşılanması için büyük kesitler gerekir veya guse yapılır. Bu halde kolon rijitleşir.
- Kolonun kaldırıldığı katta taşıyıcı elemanların gerçek bir kapasite tasarımının (push-over analysis) yapılması gereklidir.
- Uzak sistemlerde, yapı periyodu yapıya gelen yükün büyümesi ile uzar. Yapı elastik limit dışında titreşim yapar., yapı rijitliği azalır. Rijitlik azaldıkça yada kütle arttıkça yapı periyodu da uzar. Yapı rijitliğinin büyümesi ile özellikle depremlerde olan değişimler yapının doğal titreşim periyodunu büyütür. Periyot büyüdükçe, salınım artacağı için, yükte (dinamik yüklemde) artar.
- Doğal titreşim periyodunun aksine, düzlemde yapı kütlesi arttıkça deprem kuvvetleri artar ve dolayısı ile periyot azalır. Periyodun azalması deplasmanları azaltsa da, deprem kuvvetlerini artırır. Buda istenilmeyen bir durumdur.
- Bir bütün olarak zati yükü, hareketli yükü ve dış yükleri (statik ve dinamik yükler) taşıyan bina taşıyıcı sisteminde ve aynı zamanda taşıyıcı sistemi oluşturan elemanların her birinde bütün yüklerin temel zeminine kadar sürekli bir şekilde ve güvenli olarak aktarılmasını sağlayacak yeterlilikte rijitlik, kararlılık ve dayanım bulunmalıdır. Buna göre B<sub>3</sub> türü düzensizliğin olduğu bu tip binalarda kolonların kaldırıldığı katlarda ani rijitlik değişiminden dolayı yumuşak kat etkileşimi ve büyük kesit kuvvetlerinden biçimsel ve şekilsel düzensizlikler gözlenmektedir.konsol çıkmaları durumunda kolonun kaldırılması yapının tüm davranışını kötü etkilemektedir. Bu durumda “AFET BÖLGELERİNDE YAPILACAK YAPILAR HAKKINDA YÖNETMELİK” in öngördüğü gibi, B<sub>3</sub> türü düzensizliğin bulunduğu bu yapıların yapılması son derece sakıncalıdır.

**9. KAYNAKLAR**

- Mertol A., Mertol H.C., 2002, Deprem Mühendisliği Depreme Dayanıklı YapıTasarımı
- Polat U., 1994, Sonlu Elemanlar Yöntemine Giriş, Ankara
- Afet Bölgelerinde Yapılacak Yapılar Hakkında Yönetmelik, 1998, Bayındırlık ve İskan Bakanlığı, Ankara
- TSE Enstitüsü, 2000, TS 500 Betonarme Yapıların Hesap ve Yapım Kuralları, Ankara
- Celep, Zekai., Kumbasar, Nahit., Deprem Mühendisliğine Giriş ve Depreme Dayanıklı Yapı Tasarımı, İstanbul
- Sap 2000, 2000, Integrated Finite Element Analysis of Structures Computers and Structures, Inc. Berkley, California, USA
- İstanbul Büyükşehir Belediyesi, Zemin Ve Deprem İnceleme Müdürlüğü, 2003, İstanbul'da Deprem Riski Yapılan Ve Yapılması Gereken Çalışmalar, İstanbul

**EK-DÜZLEM VE UZAY MODELLERİN MOMENT ,KESME  
KUVVETİ VE MOD ŞEKİLLERİNE AİT DİYAGRAMLAR**

## **ÖZGEÇMİŞ**

Adı Soyadı : Ömer Ali KAYA

Doğum Yeri : Denizli

Doğum Yılı : 1979

Medeni Hali : Bekar

### Eğitim ve Akademik Durumu :

Lise : 1994-1997 Burdur Cumhuriyet Lisesi

Lisans : 1997-2001 Osmangazi Üniversitesi Mühendislik Mimarlık Fakültesi İnşaat  
Mühendisliği Bölümü

Yabancı Dili : İngilizce

### İş Deneyimi :

2003- Asturem Yapı Denetim Ltd. Şti.