

İSTANBUL TEKNİK ÜNİVERSİTESİ ★ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**BETONARME BİR YAPIYA GELEN DEPREM
KUVVETLERİNİN AZALTILMASI**

**Anabilim Dalı : İNŞAAT MÜHENDİSLİĞİ
Programı : DEPREM MÜHENDİSLİĞİ**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ
İnş. Müh. Zeynep Pınar İŞÇİ**

KASIM 2006

**BETONARME BİR YAPIYA GELEN DEPREM
KUVVETLERİNİN AZALTILMASI**

YÜKSEK LİSANS TEZİ
İnş. Müh. Zeynep Pınar İŞÇİ
(501031247)

Tezin Enstitüye Verildiği Tarih :13 ARALIK 2006
Tezin Savunulduğu Tarih :23 KASIM 2006

Tez Danışmanı : Doç.Dr. Necmettin GÜNDÜZ
Diğer Jüri Üyeleri Prof.Dr. Metin AYDOĞAN (İ.T.Ü.)
Doç.Dr. Mustafa ZORBOZAN (Y.T.Ü.)

KASIM 2006

ÖNSÖZ

Yüksek Lisans Tezi olarak hazırlanan bu çalışmada , 5 katlı betonarme bir binanın, sayın hocam Doç. Dr. Necmettin GÜNDÜZ danışmanlığında , Deprem Yönetmeliği' ne göre kontrolü yapılmış ve sismik izolatörler ile taban yalıtımı uygulanması öngörülmüştür.

Bu tez çalışması sırasında her konuda yardımlarını esirgemeyen değerli hocama, her zaman her türlü maddi-manevi desteklerini, güvenlerini, sonsuz sevgilerini benden esirgemeyen ve bana olan inançlarını hiçbir zaman kaybetmeyen; ailemizin reisi, meslektaşım canım babacığım Ünal İşçi' ye, benim hem hayattaki hem de okul sıralarındaki ilk ve en değerli öğretmenim canım anneciğim Sevim İşçi' ye, bana her zaman destek olup sevgileriyle beni ayakta tutan sevgili ablacığım Nilüfer İşçi ve ağabeyciğim Serkan İşçi' ye, karşılaştığım her türlü soruna çözüm getirmemde yardımcı olan, mühendislik konusunda bana büyük destek sağlayan Cihat Kurt' a ve her zaman yanımda olan tüm arkadaşlarıma sonsuz teşekkürlerimi ve saygılarımı sunarım.

Kasım 2006

İnş. Müh. Zeynep Pınar İŞÇİ

İÇİNDEKİLER	<u>Sayfa No</u>
TABLO LİSTESİ	v
ŞEKİL LİSTESİ	vii
SEMBOL LİSTESİ	ix
ÖZET	x
SUMMARY	xi
1.GİRİŞ	1
1.1.Çalışmanın Amacı ve Kapsam	1
2.BİNA TANITIMI	3
3. YÜK ANALİZİ VE DÖŞEME HESAPLARI	7
3.1. Ağırlık Hesapları	7
3.1.1. Normal Kat Döşeme Hesap Yüğü	7
3.1.2. Merdiven Döşeme Yüğü Hesabı	7
3.1.3. Çatı Katı Döşemesi Hesap Yüğü	8
3.1.4. Kar Yüğü (P_{k0}) Hesabı	9
3.1.5. Normal Kat Döşeme Ağırlık Hesabı	9
3.1.6. Kiriş Fazlası Ağırlığı Hesabı	11
3.1.7. Duvardan Kirişlere Gelen N Hesabı	12
3.1.8. Kolon Zati Ağırlığı Hesabı	13
3.1.9. Kat Ağırlık Hesapları	13
3.2. Elastik Deprem Yüğülerinin Tanımlanması	14
3.3. Katlara Etkiyen Eşdeğer Deprem Yüğülerinin Belirlenmesi	16
3.4. Döşemelerden Kirişlere Gelecek Yayılı Yüğü Hesapları	17
4. YAPININ EŞDEĞER DEPREM YÜĞÜ YÖNTEMİNE GÖRE KONTROLÜ	22
4.1. Kolon Kesitlerinin M ve N (Bileşik Eğilme) 'e Göre Kontrolü	22
4.2. Kirişlerde Açıklık Ve Mesnet Momentlerine Göre Kesit Kontrolü	25
4.3. Deprem Yönetmeliğine Göre Düzensizlik Durumlarının Kontrolü	31
4.3.1.A1- Burulma Düzensizliği Kontrolü	31
4.3.2. Komşu Katlar Arası Dayanım Düzensizliği (Zayıf Kat) Kontrolü	33
4.3.3. B2 - Komşu Katlar Arası Rijitlik Düzensizliği (Yumuşak Kat) Kontrolü	34
4.3.4. Göreli Kat Ötelemelerinin Sınırlandırılması	35

4.3.5. Süneklik Düzeyi Yüksek Kolonlar' a ait En kesit Koşulları'nın Kontrolü	38
4.3.6. Kolonların Kirişlerden Daha Güçlü Olması Koşulu	39
5. SİSMİK İZOLATÖRLER	41
5.1.Sismik İzolasyon Kullanımında Amaç	41
5.2 Sismik Yapı Yalıtımının Sağladığı Avantajlar	42
5.3. Sismik Yalıtım Cihazları ve Metotları	42
5.3.1 Kauçuk Esaslı Sismik İzolatörler	43
5.3.2 Sürtünme Esaslı Sismik İzolatörler	43
5.3.3 Enerji Sönümlendirici Cihazlar	44
6. SİSMİK İZOLE EDİLMİŞ YAPIDA İÇ KUVVETLERDE OLUŞAN DEĞİŞİM	45
6.1 Yay Sabiti Hesabı	45
6.2 Yapıda Oluşan İç Kuvvetlerdeki Değişim	47
6.2.1 Kocaeli Depremi (17 Ağustos 1999)	48
6.2.2 Erzincan Depremi (13 Mart 1992)	53
6.2.3 El Centro Depremi (18 Mayıs 1940)	56
6.3 Taban Yalıtıcısı Kullandıktan Sonra Elde Edilen Yerdeğiştirmeler	61
7. SİSMİK İZOLATÖR BOYUTLANDIRMASI	68
7.1 Disk Ölçülerinin Boyutlandırılması	68
7.2 Kurşun Çekirdek Tasarımı	69
8. RADYE TEMEL HESABI	70
8.1 Ön Tasarım	70
8.2 Donatı Hesabı	71
SONUÇLAR	73
BİLGİSAYAR ÇIKTI DOSYALARI	75
KAYNAKLAR	83
ÖZGEÇMİŞ	84

TABLO LİSTESİ

	<u>Sayfa No</u>
Tablo 2.1 Yapıya ait kolon boyutları	6
Tablo 2.2 Yapıya ait kiriş boyutları.....	6
Tablo 3.1 Çatı katı ağırlığı hesabı.....	8
Tablo 3.2 Normal katlarda döşeme ağırlıkları hesabı.....	10
Tablo 3.3 Kiriş fazlası ağırlığı hesabı.....	11
Tablo 3.4 Kirişlere gelen duvar yükü ağırlığı hesabı	12
Tablo 3.5 Kolon zati ağırlık hesabı.....	13
Tablo 3.6 En üst kat ağırlığı.....	14
Tablo 3.7 Diğer kat ağırlıkları	14
Tablo 3.8 Modal periyot ve frekanslar.....	15
Tablo 3.9 Katlara etkiyen deprem yükleri	16
Tablo 3.10 Döşemelerden kirişlere gelen düzgün yayılı yük hesap tablosu (g için).....	19
Tablo 3.11 Döşemelerden kirişlere gelen düzgün yayılı yük hesap tablosu (q için).....	20
Tablo 4.1 Kolonların minimum donatı alanları.....	22
Tablo 4.2 Bodrum kat kolonlarının düşey yükleme etkilerine göre kesit kontrolü.....	23
Tablo 4.3 Bodrum kat kolonlarının DPRMYN- deprem yüklemesine etkilerine göre kesit kontrolü.....	24
Tablo 4.4 Bodrum kat kolonlarının DPRMXN- deprem yüklemesine etkilerine göre kesit kontrolü.....	24
Tablo 4.5 Kirişlerde (açıklıkta) minimum donatı alanları.....	25
Tablo 4.6 Kirişlerde (mesnette) minimum donatı alanları.....	26
Tablo 4.7 Kirişlerde (mesnette) düşey yük etkilerine göre kesit kontrolü.....	28
Tablo 4.8 Kirişlerde (açıklıkta) düşey yük etkilerine göre kesit kontrolü.....	29
Tablo 4.9 Kirişlerde (mesnette) DPRMXP- yüklemesi etkilerine göre kesit kontrolü.....	30
Tablo 4.10 Bodrum, Zemin ve 1.kata ait A1 burulma düzensizliği hesapları.....	32
Tablo 4.11 2.Kata ve 3.Kata ait A1 burulma düzensizliği hesapları.....	33
Tablo 4.12 Zemin katta DPRMYN yüklemesine göre zayıf kat kontrolü.....	34
Tablo 4.13 Bodrum ve zemin katta görelî kat ötelemelerinin sınırlandırılmasına ait hesaplar.....	36
Tablo 4.14 1. ve 2. katta görelî kat ötelemelerinin sınırlandırılmasına ait hesaplar.....	37
Tablo 4.15 Bodrum katta DPRMYN yüklemesi etkilerine göre kolonlarda en kesit kontrolü.....	38
Tablo 4.16 Bodrum-zemin kat kolon-kiriş birleşim kesitlerinde kolonların kirişlerden daha güçlü olması koşulu(DPRMYN- yüklemesi)	40

Tablo 6.1	Periyot ve etkin kütle katılım oranları.....	45
Tablo 6.2	Sismik olarak yalıtılmış yapıda modal periyot ve frekanslar.....	47

ŞEKİL LİSTESİ

	<u>Sayfa No</u>
Şekil 2.1 : Yapının 3 boyutlu görüntüsü.....	4
Şekil 2.2 : Yapıya ait kat kalıp planı.....	5
Şekil 3.1 : Çatı katı döşemesi detayı.....	8
Şekil 3.2 : Kiriş detayı.....	11
Şekil 3.3 : Bina ağırlık merkezi ve eksantrisite noktaları.....	17
Şekil 4.1 : Deprem etkisiyle kolon-kiriş düğüm noktasında oluşan momentler.....	39
Şekil 5.1 : Sismik olarak yalıtılmış ve yalıtılmamış yapıdaki zorlanmalar.....	42
Şekil 5.2 : Kauçuk esaslı sismik izolatör.....	43
Şekil 5.3 : Sürtünme esaslı sismik izolatör.....	44
Şekil 5.4 : Enerji söndürücü cihaz.....	44
Şekil 6.1 : Tabanı yalıtılmış yapının en basit modeli.....	47
Şekil 6.2 : Kauçuk esaslı sismik izolatör.....	47
Şekil 6.3 : Yalıtılmamış yapıda x yönünde taban kesme kuvvetlerinin zamana göre değişimi (Kocaeli Depremi).....	48
Şekil 6.4 : Yalıtılmamış yapıda y yönünde taban kesme kuvvetlerinin zamana göre değişimi (Kocaeli Depremi).....	49
Şekil 6.5 : Sismik olarak yalıtılmış yapıda x yönünde taban kesme kuvvetlerinin zamanla değişimi (Kocaeli Depremi).....	49
Şekil 6.6 : Sismik olarak yalıtılmış yapıda y yönünde taban kesme kuvvetlerinin zamanla değişimi (Kocaeli Depremi).....	50
Şekil 6.7 : Yalıtılmamış yapıda tabanda oluşan burulma momentinin zamanla değişimi (Kocaeli Depremi).....	50
Şekil 6.8 : Sismik olarak yalıtılmış yapıda tabanda oluşan burulma momentinin zamanla değişimi (Kocaeli Depremi).....	51
Şekil 6.9 : Yalıtılmamış yapıda x yönünde devrilme momentinin zamanla değişimi (Kocaeli Depremi).....	51
Şekil 6.10 : Yalıtılmamış yapıda y yönünde devrilme momentinin zamanla değişimi (Kocaeli Depremi).....	52
Şekil 6.11 : Sismik olarak yalıtılmış yapıda x yönünde devrilme momentinin zamanla değişimi (Kocaeli Depremi).....	52
Şekil 6.12 : Sismik olarak yalıtılmış yapıda y yönünde devrilme momentinin zamanla değişimi (Kocaeli Depremi).....	53
Şekil 6.13 : Yalıtılmamış yapıda x yönünde taban kesme kuvvetlerinin zamana göre değişimi (Erzincan Depremi).....	53
Şekil 6.14 : Yalıtılmamış yapıda y yönünde taban kesme kuvvetlerinin zamana göre değişimi (Erzincan Depremi).....	54
Şekil 6.15 : Sismik olarak yalıtılmış yapıda x yönünde taban kesme kuvvetlerinin zamana göre değişimi (Erzincan Depremi).....	54
Şekil 6.16 : Sismik olarak yalıtılmış yapıda y yönünde taban kesme kuvvetlerinin zamana göre değişimi (Erzincan Depremi).....	55

Şekil 6.17	: Yalıtılmamış yapıda tabanda oluşan burulma momentinin zamanla değişimi (Erzincan Depremi).....	55
Şekil 6.18	: Sismik olarak yalıtılmış yapıda tabanda oluşan burulma momentinin zamanla değişimi (Erzincan Depremi).....	56
Şekil 6.19	: Yalıtılmamış yapıda x yönünde taban kesme kuvvetlerinin zamana göre değişimi (El Centro Depremi).....	56
Şekil 6.20	: Yalıtılmamış yapıda y yönünde taban kesme kuvvetlerinin zamana göre değişimi (El Centro Depremi).....	57
Şekil 6.21	: Sismik olarak yalıtılmış yapıda x yönünde taban kesme kuvvetlerinin zamana göre değişimi (El Centro Depremi).....	57
Şekil 6.22	: Sismik olarak yalıtılmış yapıda y yönünde taban kesme kuvvetlerinin zamana göre değişimi (El Centro Depremi).....	58
Şekil 6.23	: Yalıtılmamış yapıda tabanda oluşan burulma momentinin zamanla değişimi (El Centro Depremi).....	58
Şekil 6.24	: Sismik olarak yalıtılmış yapıda tabanda oluşan burulma momentinin zamanla değişimi (El Centro Depremi).....	59
Şekil 6.25	: Yalıtılmamış yapıda x yönünde devrilme momentinin zamanla değişimi (El Centro Depremi).....	59
Şekil 6.26	: Yalıtılmamış yapıda y yönünde devrilme momentinin zamanla değişimi (El Centro Depremi).....	60
Şekil 6.27	: Sismik olarak yalıtılmış yapıda x yönünde devrilme momentinin zamanla değişimi (El Centro Depremi).....	60
Şekil 6.28	: Sismik olarak yalıtılmış yapıda y yönünde devrilme momentinin zamanla değişimi (El Centro Depremi).....	61
Şekil 6.29	: Sismik olarak yalıtılmamış yapıda en üst katta oluşan yer değiştirmelerin zamana göre değişimi (Kocaeli Depremi).....	62
Şekil 6.30	: Sismik olarak yalıtılmış yapıda tabanda oluşan yer değiştirmelerin zamana göre değişimi (Kocaeli Depremi).....	62
Şekil 6.31	: Sismik olarak yalıtılmış yapıda en üst katta oluşan yer değiştirmelerin zamana göre değişimi (Kocaeli Depremi).....	63
Şekil 6.32	: Sismik olarak yalıtılmamış yapıda en üst Katta Oluşan yer değiştirmelerin zamana göre değişimi (Erzincan Depremi).....	64
Şekil 6.33	: Sismik olarak yalıtılmış yapıda tabanda oluşan yer değiştirmelerin zamana göre değişimi (Erzincan Depremi).....	64
Şekil 6.34	: Sismik olarak yalıtılmış yapıda en üst katta oluşan yer değiştirmelerin zamana göre değişimi (Erzincan Depremi).....	65
Şekil 6.35	: Sismik olarak yalıtılmamış yapıda en üst Katta oluşan yer değiştirmelerin zamana göre değişimi (El Centro Depremi).....	66
Şekil 6.36	: Sismik olarak yalıtılmış yapıda tabanda oluşan yer değiştirmelerin zamana göre değişimi (El Centro Depremi).....	66
Şekil 6.37	: Sismik olarak yalıtılmış yapıda en üst katta oluşan yer değiştirmelerin zamana göre değişimi (El Centro Depremi).....	67
Şekil 7.1	: Kurşun çekirdek ve çelik levhadan oluşan kauçuk esaslı izolatör.....	69
Şekil 8.1	: Elastik zemine oturan yapı.....	71

SEMBOL LİSTESİ

A	: Çelik silindir alanı
A_c	: Kolonun brüt en kesit alanı
A_e	: Etkili kesme alanı
$A(T)$	: Spektral ivme katsayısı
A_o	: Etkin yer ivmesi
A_s	: Çekme donatısı alanı
b_w	: Kiriş gövde genişliği
$d_{kurşun}$	: Kurşun piston çapı
D	: İzolatör çapı
F_n	: Binanın n.katına etkiyen eşdeğer deprem yükü
f_{ck}	: Betonun karakteristik silindir basınç dayanımı
f_{ctd}	: Betonun tasarım çekme dayanımı
f_{yd}	: Boyuna donatının tasarım akma gerilmesi
g, q	: Ölü ve hareketli yük sabitleri
G	: Kayma modülü
H_n	: Bina yüksekliği
I	: Bina Önem Katsayısı
k	: Rijitlik
l_k	: Döşemenin kısa doğrultudaki eksen açıklığı
m	: Döşeme uzun kenarı / döşemenin kısa kenarı
M	: Moment
$M_{ra}, M_{rū}$	: Kolon alt ve üst moment değerleri
M_{ri}, M_{rj}	: Kolona kirişlerden gelen sağ ve sol moment değerleri
N	: Eksenel kuvvet
N_g, N_q	: Ölü ve hareketli yük ağırlıkları
$P_{eşdeğer}$	: Eşdeğer yayılı yük
P_{k0}	: Kar yükü özgül ağırlığı
P_k	: Kar yükü
Q_Y	: Kesme kuvveti
R	: Deprem yükü azaltma katsayısı
$S(T)$	: Spektrum katsayısı
t	: Disk kalınlığı
T	: Bina doğal titreşim periyodu
T_a, T_b	: Spektrum karakteristik periyotları
U_x	: x yönündeki yer değiştirme
W	: Bina ağırlığı
V_t	: Toplam eşdeğer deprem yükü
γ_c, γ_d	: Beton ve duvara ait özgül ağırlık katsayıları
ρ_m	: Mekanik donatı oranı
ρ_{min}	: Min. Donatı oranı
η_b, η_c	: Burulma katsayısı, Dayanım düzensizlik katsayısı,
η_k	: Rijitlik düzensizlik katsayısı
$\Delta_{ort}, \Delta_{max}$	: Ortalama ve maksimum görelî kat ötelemesi

BETONARME BİR YAPIYA GELEN DEPREM KUVVETLERİNİN AZALTILMASI

ÖZET

Yüksek lisans tezi olarak, hastane kullanım amaçlı 5 katlı betonarme bir yapının deprem kuvvetleri altında statik ve dinamik analizi yapılmıştır. Analizler sonunda yapının 'Afet Bölgelerinde Yapılacak Yapılar Hakkında Yönetmelik' göz önüne alınarak kontrolleri yapılmış ve deprem durumunda yapı güvenliği açısından betonarme yapıya gelen etkilerin azaltılması öngörülmüştür. Yapılan kontroller; kolonlarda bileşik eğilme etkisinde kesit tahkiki, kirişlerde açıklık ve mesnet momentleri altında kesit tahkiki, A1 burulma düzensizliği, zayıf kat, yumuşak kat, görelî kat ötelendirmesi sınırlandırması, kolon en kesit boyutlarına ilişkin kurallar ve güçlü kolon-zayıf kiriş kontrolünü içermektedir.

Yapılan kesit tahkikleri ve düzensizlik kontrolleri sonunda elde edilen uygunsuzluklar nedeniyle yapıya etki eden deprem kuvvetini azaltmak amacıyla taban yalıtıcısı kullanımına karar verilmiştir. Taban yalıtıcısı kullanımından sonra analiz sonucunda çıkan iç kuvvetlerin taban yalıtıcısı kullanılmadan önceki halden ne kadar farklı olduğu ve bu sayede binaya etkiyen deprem kuvvetlerini en aza indirmede taban yalıtıcısının bize sağladığı yarar karşılaştırmalı olarak bu tezde gösterilmiş olacaktır.

Yapının statik ve dinamik hesabında SAP2000 yapı analizi programının V9.01 versiyonu kullanılmıştır.

Söz konusu bina, 1.deprem bölgesinde hastane kullanım amaçlı olup, ve 1 bodrum, 1 zemin ve 3 normal kat olmak üzere toplam 5 kattan oluşmaktadır.

Yapıda malzeme olarak; BS30 beton, BÇIII donatı kullanılacaktır. Yapı mevcut bir yapı olup kiriş veya kolon donatı alanları bulunmaktadır. Bu sebepten dolayı yapıya ait kontrollerde kolon ve kirişlerin min. donatı alanlarına sahip oldukları göz önünde bulundurulmuştur.

Yapının taşıyıcı sistemi betonarme çerçeve taşıyıcı sistemdir. Kat yükseklikleri, bütün katlarda 3.00 m 'dir. Zemin sınıfı, en üst tabaka kalınlığı 30 m, C grubu zemine dahil olan katı ve siltli zemin olan Z3 sınıfıdır. Taşıyıcı sistemin hesabında ölü yükler, hareketli yükler ve deprem etkisi göz önüne alınmıştır.

REDUCTION OF EARTHQUAKE EFFECTS ACTING ON A 5-FLOORS REINFORCED STRUCTURE

SUMMARY

In this study, a 5-floors reinforced concrete structure to be utilized as a hospital has been analyzed under earthquake forces. After the analyses, inspections have been made in reference to 'Specification For Structures Built In Disaster Areas' and it has been determined that reduction of the earthquake forces effecting the building under earthquake case is necessary for the sake of structure safety. These checks contain; column section verification under combined bending effect, beam section verification under abutment and space momentum, A1 torsional irregularity, weak floor, soft floor, limiting relative floor displacements, the rules related to column width section and strong column-weak beam.

Folloowing the results of the such inspections, it has been determined to utilize base isolation because of the irregulations that have been produced. This study exhibits how the internal forces obtained from the results of the analysis performed with the base isolation are different from the internal forces derived from the analysis made where base isolation had not been utilized. In light of these results, the benefit gained on the subject of reducing the earthquake forces effecting the structure by base isolation is pointed out in this thesis.

For the static and dynamic analyses, SAP2000 v9.01 software has been used.

The structure at hand is above the first earthquake zone and it is consisted of 5-floors including 1 basement, 1 groundfloor and 3 ordinary floors.

The materials used in construction are BS30 (concrete type) and BÇIII (reinforcement type). The structure is presented beforehand and there are no reinforcement areas regarding column and beam. According to such facts, it is assumed that columns and beams have min. iron areas.

The structure's carrier system is reinforced frame. Floor height is 3.00 m. Solid type is Z3 type which belongs to stiff and silty solid in C solid groups had a 30 m upper layer. In the analysis of the carrier system, dead loads, live loads and earthquake effects have been considered.

BÖLÜM 1

1. GİRİŞ

Çok katlı binaların, tasarım ve projelendirilme aşamaları dikkatlice üzerinde durulması gereken ayrıntılar içermektedir. Bunlardan en çok üzerinde durulması ve irdelenmesi gereken konu, binanın yatay kuvvetler karşısında gösterdiği davranıştır. Yapılardaki hasarların büyük bir çoğunluğunun deprem yükleri altında oluştuğu düşünülürse, yapıların projelendirilmesi de Deprem Yönetmeliği'ne uygun olmalıdır. Deprem Mühendisliğinde ve yürürlükteki yönetmeliklerde amaçlanan, öncelikle deprem etkisine maruz kalabilecek yapılardaki ve çevresindeki canlıların hayatlarını kurtarmak ve en az ekonomik zarar ve hasar ile depremi karşılamaktır. İleri Deprem Mühendisliğinde son senelerde elde edilen gelişmeler, bilgisayar programları ile hesap metodlarındaki ilerlemeler, bununla orantılı olarak malzeme ve imalat teknolojilerindeki yenilikler ve deprem etkilerinin tecrübe edilmesi sayesinde, deprem dinamik yüklerinin mühendislik yapılarına verebileceği zararların önlenmesi, can ve mal kayıplarının en aza indirilebilmesi ve ulaşımın devamının sağlanabilmesi amacıyla "Deprem Sismik İzolatörleri" adı verilen bazı yeni sistemler geliştirilmiştir. Deprem hareketlerinden ilk etkilenecek olan altyapı ile üstyapıyı yatay yönde ayırıp, farklı periyotlarda titreşebilmelerini sağlayabilmek için geliştirilen deprem izolatörleri, yapıya gelen deprem kuvvetlerini azaltarak bu görevi yerine getirmektedir. Bu yüksek lisans tezindeki amaç, 1975 Deprem Yönetmeliği göre projelendirilmiş olan 5 katlı betonarme bir yapıya gelen deprem kuvvetlerini, taban yalıtıcısı kullanarak azaltma ve elde edilen sonuçları karşılaştırmalı olarak sunmaktır.

1.1 Çalışmanın Amacı ve Kapsamı

Yüksek lisans tezi olarak sunulan bu çalışmada; öncelikle deprem kuvvetleri etkisindeki yapının analizinin yapılmasıyla, oluşan deprem tepki kuvvetleri ve yapıda oluşan deformasyonlar belirlenmektedir. Yapısal düzensizlikler ve düzensizlikleri

oluşturan etkenlerin tanımlanmasıyla, sisteme etkiyen deprem kuvvetlerinin azaltılmasına çözüm olarak taban yalıtıcısı (sismik izolatör) kullanımı sunulmuştur.

BÖLÜM 2

2. BİNA TANITIMI

Söz konusu bina, 1. deprem bölgesinde olup, konut olarak projelendirilmiş olup hastane olarak kullanılacaktır ve 1 bodrum, 1 zemin ve 3 normal kat olmak üzere toplam 5 kattan oluşmaktadır.

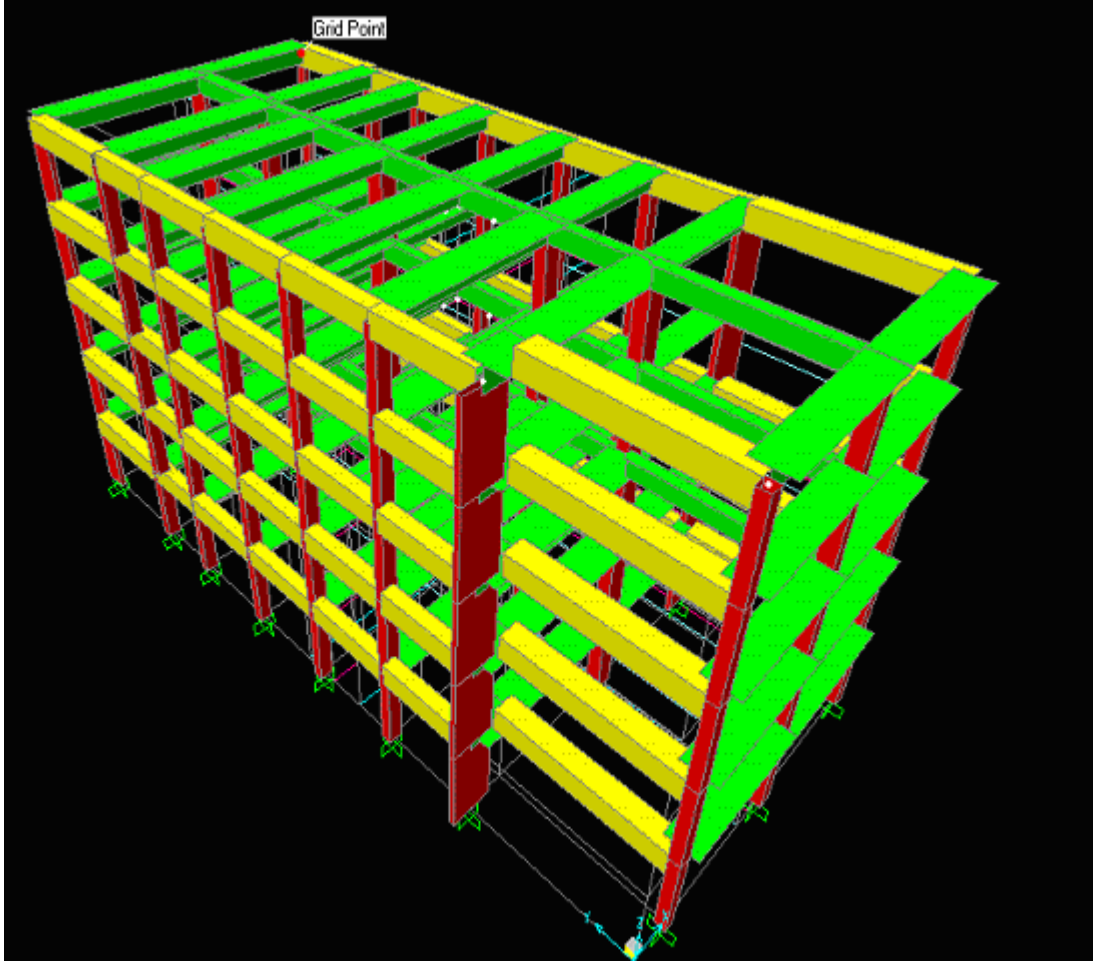
Yapıda malzeme olarak; BS30 beton, BÇIII donatı kullanılmıştır. Yapının projesi elimizde olmadığı için kiriş veya kolon donatı alanları bilinmemektedir. Bu sebepten dolayı yapıya ait kontrollerde kolon ve kirişlerde bulunan donatı miktarının minimum seviyede olduğu kabul edilmiştir.

Yapının taşıyıcı sistemi betonarme çerçeve taşıyıcı sistemdir. Kat yükseklikleri, bütün katlarda aynı olup 3.00 m 'dir. Döşeme kalınlığı 14 cm dir.

Zemin sınıfı; en üst tabaka kalınlığı 30 m, C grubu zemine dahil olan katı ve siltli zemin olan Z3 sınıfıdır.

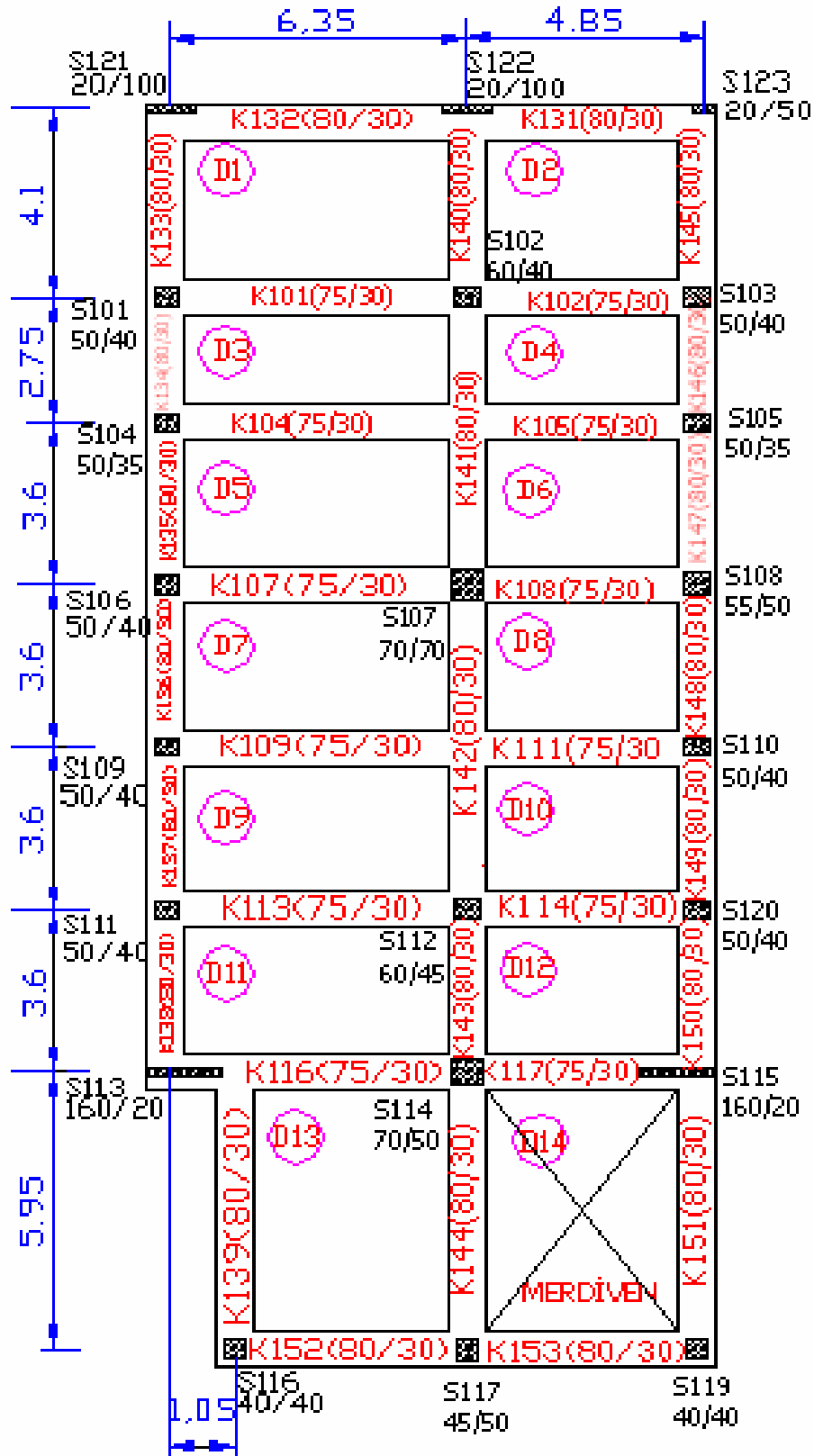
Taşıyıcı sistemin hesabında ölü yükler, hareketli yükler ve deprem etkisi göz önüne alınmıştır.

Statik çözüm SAP2000 yapı analizi programının V9.01 versiyonu ile yapılmıştır.



Şekil 2.1 Yapının 3 Boyutlu Görüntüsü

Sistemin daha iyi anlaşılabilmesi için çizimlerde Autocad2002 programı kullanılmıştır. Yapıya ait kat kalıp planı aşağıdaki şekilde gösterildiği gibidir. Bütün katlara ait kalıp planı aynı olduğundan, sadece ilk kata ait kalıp planı verilmektedir.



Şekil 2.2 Yapıya Ait Kat Kalıp Planı

Kolon boyutları her katta aynı olup Tablo 2.1 deki gibidir.

Tablo 2.1 Yapıya Ait Kolon Boyutları

KOLONLAR	b(cm)	h(cm)
S116	40	40
S117	50	45
S119	40	40
S113	160	20
S114	70	50
S115	160	20
S111	40	50
S112	45	60
S120	40	50
S109	40	50
S110	40	50
S106	40	50
S107	70	70
S108	40	50
S104	35	50
S105	35	50
S101	40	50
S102	40	60
S103	40	50
S121	100	20
S122	100	20
S123	50	20

Kiriş boyutları Tablo 2.2 de verilmiştir.

Tablo 2.2 Yapıya Ait Kiriş Boyutları

KİRİŞLER	b(cm)	h(cm)	KİRİŞLER	b(cm)	h(cm)
K133	80	30	K144	80	30
K140	80	30	K151	80	30
K145	80	30	K132	80	30
K134	80	30	K101	75	30
K146	80	30	K104	75	30
K135	80	30	K107	75	30
K141	80	30	K109	75	30
K147	80	30	K113	75	30
K136	80	30	K116	75	30
K148	80	30	K152	80	30
K137	80	30	K131	80	30
K142	80	30	K102	75	30
K149	80	30	K105	75	30
K138	80	30	K108	75	30
K143	80	30	K111	75	30
K150	80	30	K114	75	30
K139	80	30	K117	75	30
			K153	80	30

BÖLÜM 3

3. YÜK ANALİZİ VE DÖŞEME HESAPLARI

3.1 Ağırlık Hesapları

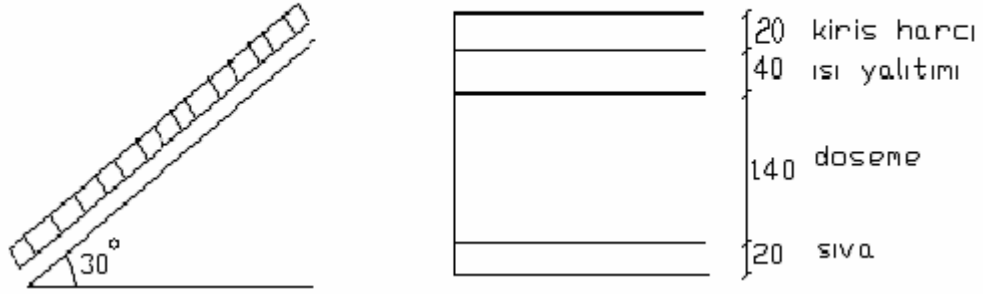
3.1.1 Normal Kat Döşeme Hesap yükü

Döşeme yüksekliği	=0.14 m
Döşemenin kendi ağırlığı	=0.14(m) *25 (kN/m ³)=3.5 kN/m ²
Kaplama ağırlığı	=1.05 kN/m ²
Sıva ağırlığı	=0.02(m)*20 (kN/m ³)=0.4 kN/m ²
Toplam döşeme yükü ;	g=4.95 kN/m ²
Hareketli yük ;	q=5 kN/m ²

3.1.2 Merdiven Döşeme Yüğü Hesabı

Kaplama	=1.38	kN/m ²
Basamak ağırlığı	=1.98	kN/m ²
B.A. plak	=4.37	kN/m ²
Sıva	=0.5	kN/m ²
Toplam merdiven döşeme yükü	g=8.23	kN/m ²
Hareketli yük	q=3.5	kN/m ²

3.1.3 Çatı Katı Döşemesi Hesap Yüğü



Şekil 3.1 Çatı Katı Döşemesi Detayı (ölçüler mm cinsindendir)

Kiremit	= 0.7 kN/m ²	
Su izolasyonu	=0.15 kN/m ²	
Tesviye betonu	= 0.02 (m)*21(kN/m ³)	=0.42 kN/m ²
Isı yalıtımı	= 40(mm)*0.0015 (kN/m ² /mm)	=0.06 kN/m ²
B.A. döşeme	= 0.14(m)*25 (kN/m ³)	=3.5 kN/m ²
Sıva	= 0.02 (m)*20 (kN/m ³)	=0.40 kN/m ²

Toplam Çatı Katı Döşemesi Yüğü ; $g=5.23 \text{ kN/m}^2$

Hareketli yük ; $q=0.75 \text{ kN/m}^2$

Çatı katında döşemelerinin ağırlık hesabı;

$$N_g = \text{Etkili alan} \cdot g \quad (3.1)$$

$$N_q = \text{Etkili alan} \cdot q \quad (3.2)$$

Tablo 3.1 Çatı Katı Ağırlığı Hesabı

KOLONLAR	x(m)	y (m)	etkili alan(m ²)	N _g (kN)	N _q (kN)
S316	2.65	3.175	8.41	44.00	6.31
S317	5.075	3.175	16.11	84.27	12.08
S319	2.425	3.175	7.7	40.27	5.77
S313	3.175	4.975	15.79	82.61	11.85
S314	5.6	4.975	27.86	145.71	20.9
S315	2.425	4.975	12.06	63.09	9.05
S311	3.175	3.6	11.43	59.78	8.57
S312	5.6	3.6	20.16	105.43	15.12
S320	2.425	3.6	8.73	45.65	6.54
S309	3.175	3.6	11.43	59.78	8.57
S310	2.425	3.6	8.73	45.65	6.55
S306	3.175	3.6	11.43	59.78	8.57
S307	5.6	3.6	20.16	105.43	15.12

S308	2.425	3.6	8.73	45.65	6.54
S304	3.175	3.175	10.08	52.72	7.56
S305	2.425	3.175	7.699	40.26	5.77
S301	3.175	3.425	10.874	56.87	8.15
S302	5.6	3.425	19.18	100.31	14.38
S303	2.425	3.425	8.305	43.43	6.22
S321	3.175	2.05	6.508	34.04	4.88
S322	5.6	2.05	11.48	60.04	8.61
S323	2.425	2.05	4.971	25.99	3.72

$$N_g=1392.316 \text{ kN}$$

$$N_q=200.89 \text{ kN}$$

3.1.4 Kar Yüğü (P_{k0}) Hesabı

Çatı kar yüğü, güneş ışıını ve rüzgarın çatı üzerindeki dağılımı, çatının geometrisi, yapıdan kaynaklanan ısı kayıplar, çatı malzemesinin türü gibi birçok faktöre bağıdır. Ancak, çatı kar yüğü pratikte yapının inşa edileceğı alanın zemin kar yüküne göre saptanır.

Yapı yerinin denizden yüksekliğı ≤ 200 m seçilerek ;

$P_{k0}=0.75 \text{ kN/m}^2$ alınmıştır. $\alpha=30$ kabul edilmiştir.

$$P_k=m \cdot P_{k0} \quad (3.3)$$

$$m=1- (\alpha-30) / 40 =1 \text{ elde edilmiştir.}$$

$$P_k=1 \cdot 0.75= 0.75 \text{ kN/m}^2$$

$$q=0.75 \text{ kN/m}^2$$

$$g =5.23 \text{ kN/m}^2$$

$$P_d = 1.4 \times g + 1.6 \times q \quad (3.4)$$

$$P_d = 1.4 \times 5.23 + 1.6 \times 0.75 = 8.52 \text{ kN/m}^2$$

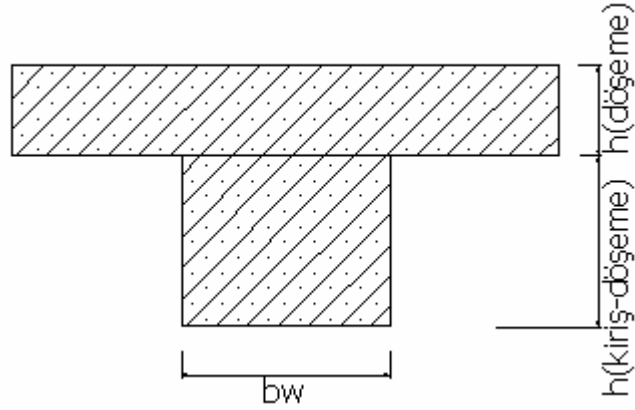
3.1.5 Normal Kat Döşeme Ağırlık Hesabı

Duvar uzunlukları toplamı ile onlara denk gelen normal döşeme ve varsa merdiven döşemesi etkili alanı ayrı ayrı bulunarak, normal döşeme veya merdiven döşemesine ait g ve q ile çarpılarak N_g ve N_q bulunmuştur. Buna ait Excel tablosu Tablo 3.2 de gösterilmiştir.

Tablo 3.2 Normal Katlarda Döşeme Ağırlıkları Hesabı

KOLONLAR	x(nrml) (m)	y(nrml) (m)	x(mrdvn) (m)	y(mrdvn) (m)	etkili A nrml	etkili A mrdvn	g(nrml) (kN/m ²)	q(nrml) (kN/m ²)	g(mrdvn) (kN/m ²)	q(mrdvn) (kN/m ²)	Ng(kN)	Nq (kN)
S116	2.65	3.175	0	0	8.414	0	4.95	5	8.23	3.5	41.65	42.07
S117	2.65	3.175	2.425	3.175	8.414	7.7	4.95	5	8.23	3.5	105.014	69.017
S119	0	0	2.425	3.175	0	7.7	4.95	5	8.23	3.5	63.366	26.948
S113	3.175	4.975	0	0	15.796	0	4.95	5	8.23	3.5	78.188	78.98
S114	0	0	0	0	18.5	7.7	4.95	5	8.23	3.5	154.95	119.45
S115	2.425	1.8	2.425	3.175	4.36	7.7	4.95	5	8.23	3.5	84.973	48.77
S111	3.175	3.6	0	0	11.43	0	4.95	5	8.23	3.5	56.579	57.15
S112	5.6	3.6	0	0	20.16	0	4.95	5	8.23	3.5	99.792	100.8
S120	2.425	3.6	0	0	8.73	0	4.95	5	8.23	3.5	43.214	43.65
S109	3.175	3.6	0	0	11.43	0	4.95	5	8.23	3.5	56.579	57.15
S110	2.425	3.6	0	0	8.73	0	4.95	5	8.23	3.5	43.214	43.65
S106	3.175	3.6	0	0	11.43	0	4.95	5	8.23	3.5	56.579	57.15
S107	5.6	3.6	0	0	20.16	0	4.95	5	8.23	3.5	99.792	100.8
S108	2.425	3.6	0	0	8.73	0	4.95	5	8.23	3.5	43.214	43.65
S104	3.175	3.175	0	0	10.1	0	4.95	5	8.23	3.5	49.9	50.403
S105	2.425	3.175	0	0	7.7	0	4.95	5	8.23	3.5	38.112	38.497
S101	3.175	3.425	0	0	10.87	0	4.95	5	8.23	3.5	53.83	54.372
S102	5.6	3.425	0	0	19.18	0	4.95	5	8.23	3.5	94.941	95.9
S103	2.425	3.425	0	0	8.31	0	4.95	5	8.23	3.5	41.113	41.528
S121	3.175	2.05	0	0	6.51	0	4.95	5	8.23	3.5	32.22	32.543
S122	5.6	2.05	0	0	11.48	0	4.95	5	8.23	3.5	56.826	57.4
S123	2.425	2.05	0	0	4.97	0	4.95	5	8.23	3.5	24.61	24.856
										Σ=	1418.64 kN	1284.734 kN

3.1.6 Kiriş Fazlası Ağırlığı Hesabı



Şekil 3.2 Kiriş Detayı

$$\text{Kiriş fazlası} = b_w \cdot (h_{\text{kiriş}} - h_{\text{döşeme}}) \cdot 2 \text{ doğrultuda toplam kiriş uzunluğu} \cdot \gamma \quad (3.5)$$

$$h_{\text{kiriş}} - h_{\text{döşeme}} = 0.3 - 0.14 = 0.16 \text{ m}$$

$$\gamma_c = 25 \text{ kN/m}^3$$

Tablo 3.3 Kiriş Fazlası Ağırlığı Hesabı

KOLONLAR	N (kN)
S116	23.28
S117	33
S119	22.4
S113	32.6
S114	42.28
S115	29.6
S111	27.08
S112	36.8
S120	24
S109	36.8
S110	36.8
S106	27.08
S107	36.8
S108	24.08
S104	35.08
S105	35.08
S101	26.4
S102	36.08
S103	23.4
S121	20.88
S122	30.6
S123	17.88

$\Sigma = 658.08 \text{ kN}$ olarak bulunmuştur.

3.1.7 Duvardan Kirişlere Gelen N Hesabı

$$H_{\text{duvar}} = h_{\text{kat}} - h_{\text{kiriş}}$$

$$N_{\text{duvar}} = (h_{\text{kat}} - h_{\text{kiriş}}) * \gamma_d * L \text{ (etkili alandaki toplam duvar boyu)} \quad (3.6)$$

$$\gamma(\text{dış}) = 3 \text{ kN/m}^2$$

$$\gamma(\text{iç}) = 2 \text{ kN/m}^2$$

Tablo 3.4 Kirişlere Gelen Duvar Yüğü Ağırlığı Hesabı

Kirişler	H _{duvar} (m)	L (m)	N (kN)
K133	2.7	3.72	30.132
K140	2.7	3.72	20.088
K145	2.7	3.72	30.132
K134	2.7	2	16.2
K146	2.7	2	16.2
K135	2.7	2.85	23.085
K141	2.7	6.35	34.29
K147	2.7	2.85	23.085
K136	2.7	2.85	23.085
K148	2.7	2.85	23.085
K137	2.7	2.85	23.085
K142	2.7	7.2	38.88
K149	2.7	2.85	23.085
K138	2.7	2.85	23.085
K143	2.7	2.85	15.39
K150	2.7	2.85	23.085
K139	2.7	5.55	44.955
K144	2.7	5.55	29.97
K151	2.7	5.55	44.955
K132	2.7	5.55	44.955
K101	2.7	5.55	29.97
K104	2.7	5.55	29.97
K107	2.7	5.55	29.97
K109	2.7	5.55	29.97
K113	2.7	5.55	29.97
K116	2.7	4.5	24.3
K152	2.7	4.5	36.45
K131	2.7	4.05	32.805
K102	2.7	4.05	21.87
K105	2.7	4.05	21.87
K108	2.7	4.05	21.87
K111	2.7	4.05	21.87
K114	2.7	4.05	21.87
K117	2.7	4.05	21.87
K153	2.7	4.05	32.805

$\Sigma=958.257$ kN olarak bulunmuştur.

3.1.8 Kolon Zati Ağırlığı Hesabı

Kolonlara ait zati ağırlık hesabı; aşağıda verilen formül kullanılarak tablo 3.5 de verildiği gibidir.

$$N_{\text{kolon}} = b \cdot h \cdot \gamma_c \cdot h(\text{kat yüks.}) \quad (3.7)$$

$$\gamma = 25 \text{ kN/m}^3$$

Tablo 3.5 Kolon Zati Ağırlık Hesabı

KOLONLAR	b(m)	H(m)	kat yüks(m)	N(kN)
S116	0.4	0.4	3	12
S117	0.5	0.45	3	16.87
S119	0.4	0.4	3	12
S113	1.6	0.2	3	24
S114	0.5	0.7	3	26.25
S115	1.6	0.2	3	24
S111	0.4	0.5	3	15
S112	0.45	0.6	3	20.25
S120	0.4	0.5	3	15
S109	0.4	0.5	3	15
S110	0.4	0.5	3	15
S106	0.4	0.5	3	15
S107	0.7	0.7	3	36.75
S108	0.4	0.5	3	20.62
S104	0.35	0.5	3	13.12
S105	0.35	0.5	3	13.12
S101	0.4	0.5	3	15
S102	0.4	0.6	3	18
S103	0.4	0.5	3	15
S121	1	0.2	3	15
S122	1	0.2	3	15
S123	0.5	0.2	3	7.5

$\Sigma = 379.5$ kN olarak bulunmuştur

3.1.9 Kat Ağırlık Hesapları

Kat ağırlıkları; daha önceden bulunan döşeme yükünün, kiriş fazlasının, kolon ağırlığının ve duvar ağırlığının toplamı alınarak bulunmaktadır.

Çatı katı döşemesinden gelen toplam yük ; $N_g = 1400.83$ kN

$$N_q = 200.88 \text{ kN}$$

Normal kat döşemesinden gelen toplam yük ; $N_g = 1418.64$ kN

$$N_q = 1284.74 \text{ kN}$$

Kiriş Fazlasından gelen toplam yük ; $N_g = 658.08$ kN

Kolon ağırlığından gelen toplam yük ; $N_g = 379.5$ kN

Duvar ağırlığı

; $N_g=958.25$ kN

Tablo 3.6 En Üst Kat Ağırlığı

	G(5.kat)	Q(5.kat)	W(5.kat)
Döşeme yükü	1392.31		
Kar yükü	8.52	200.88	
kiriş fazlası	658.08		
kolon ağırlığı	189.75		
duvar ağırlığı	479.12		
	2727.78 kN	200.88 kN	2788 kN

Tablo 3.7 Normal Kat Ağırlıkları

	G (diğer katlar)	Q (diğer katlar)	W (diğer katlar)
Döşeme yükü	1418.64	1284.73	
kiriş fazlası	658.08		
kolon ağırlığı	379.5		
duvar ağırlığı	958.257		
	3414.47 kN	1284.73 kN	3799.88 kN

Toplam Bina Ağırlığı= $2788+(4*3799.8)=17987.5$ kN

3.2 Elastik Deprem Yüklerinin Tanımlanması

Deprem yüklerinin belirlenmesi için esas alınacak olan ve tanım olarak %5 sönüm oranı için, elastik tasarım ivme spektrumu'nun, yerçekimi ivmesi g' ye bölünmesine karşı gelen Spektral İvme Katsayısı, $A(T)$;

$$A(T) = A_0 \times I \times S(T) \quad (3.8)$$

Etkin Yer İvmesi Katsayısı, $A_0 = 0.4$

Bina Önem Katsayısı, $I = 1.5$

Spektrum Karakteristik Periyotları, T_A ve T_B , Yerel Zemin Sınıfları'na bağlı olarak ;

Z3 zemin tipi için $T_A=0.15$ sn

$T_B=0.60$ sn (Spektrum karakteristik periyotları en üst tabaka

kalınlığı 30 m seçilerek C grubu zemine dahil olan katı ve siltli zemin olan Z3 sınıfı zemin verilmiştir)

$$T = 0.49 \text{ sn} \quad 0.15 < 0.49 < 0.6$$

Tablo 3.8 Modal Periyot ve Frekanslar

Modal Periyotlar ve Frekanslar					
			Periyot sn	Frekans 1/sn	Dairesel frekans rad/sn
MODAL	Mode	1	0.490724	2.0378	12.804
MODAL	Mode	2	0.465212	2.1496	13.506
MODAL	Mode	3	0.429424	2.3287	14.632
MODAL	Mode	4	0.162132	6.1678	38.754
MODAL	Mode	5	0.153623	6.5095	40.9
MODAL	Mode	6	0.135681	7.3702	46.309
MODAL	Mode	7	0.096496	10.363	65.114
MODAL	Mode	8	0.091607	10.916	68.589
MODAL	Mode	9	0.075182	13.301	83.573
MODAL	Mode	10	0.070343	14.216	89.322
MODAL	Mode	11	0.067081	14.907	93.665
MODAL	Mode	12	0.058431	17.114	107.53
MODAL	Mode	13	0.055917	17.884	112.37
MODAL	Mode	14	0.051182	19.538	122.76
MODAL	Mode	15	0.04065	24.6	154.57

Spektrum Katsayısı, $S(T)$, yerel zemin koşullarına ve bina doğal periyodu T' ye bağlı olarak ;

$$S(T) = 2.5 \quad (T_A < T < T_B) \text{ alınmıştır.}$$

O halde;

$$\text{Spektral ivme katsayısı} \quad : A(T) = A_0 \times I \times S(T)$$

$$S(T_1) = 2.5 \text{ alınarak} \quad A(T) = 0.4 \times 1.5 \times 2.5 = 1.5$$

Deprem yükü azaltma katsayısı:

$$R=4$$

Taşıyıcı sistem davranış katsayısı, deprem yüklerinin betonarme çerçevelerde karşılandığı süneklik düzeyi normal binalar için alınmıştır[1].

Bu durumda toplam eşdeğer deprem yükü

$$V_t = \frac{W \times A(T)}{R} \quad (3.9)$$

$$V_t = \frac{17987.5 \times 1.5}{4} = 6745.32 \text{ kN}$$

3.3 Katlara Etkiyen Eşdeğer Deprem Yüklerinin Belirlenmesi

Hesaplanan toplam eşdeğer deprem yükü, bina katlarına etkiyen eşdeğer deprem yüklerinin toplamı olarak ifade edilir;

$$V_t = \Delta F_N + \sum_{I=1}^N F_I \quad (3.10)$$

$H_N < 25$ m için $\Delta F_N = 0$ alınacaktır.

$$F_I = (V_t - \Delta F_N) \frac{w_I H_I}{\sum_{i=1}^N (w_i \times H_i)} \quad (3.11)$$

Böylece katlara etkiyen Tasarım Deprem Yükü Tablo 3.9 da verildiği gibi bulunmuştur;

Tablo 3.9 Katlara Etkiyen Deprem Yükleri

KAT	H _i (m)	W _i (kN)	W _i *H _i (kNm)	W _i H _i /ΣW _i H _i	F _i (kN)
bodrum	3	3799.88	11399.64	0.073161	493.49
zemim kat	6	3799.88	22799.28	0.146321	986.98
1.normal kat	9	3799.88	34198.92	0.219482	1480.47
2.normal kat	12	3799.88	45598.56	0.292643	1973.96
3.normal kat	15	2788	41820	0.268393	1810.39

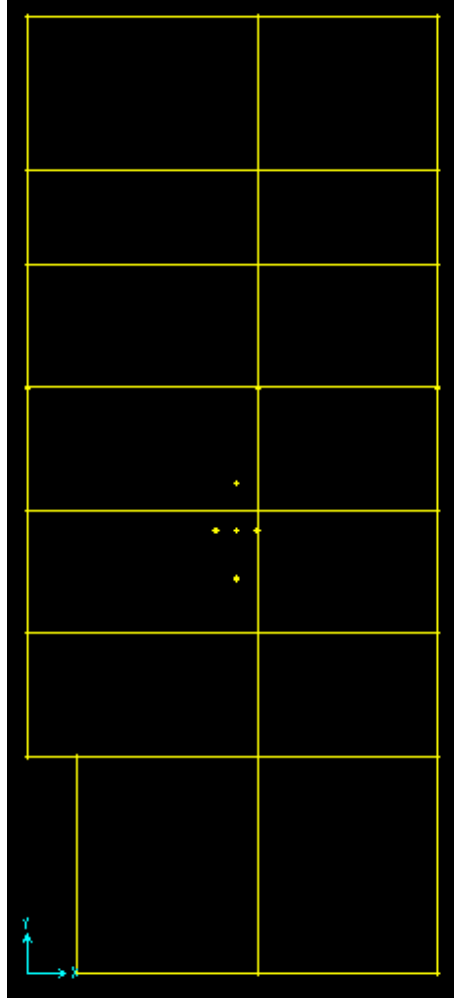
Döşemelerin yatay düzlemde rijit diyafram olarak çalıştığı binalarda, her katta iki yatay yerdeğiştirme bileşeni ile düşey eksen etrafındaki dönme, bağımsız statik yerdeğiştirme bileşenleri olarak göz önüne alınacaktır. Her katta belirlenen eşdeğer deprem yükleri, kat kütle merkezine ve ayrıca ek dışmerkezlik etkisi'nin de hesaba katılabilmesi amacı ile kaydırılmış kütle merkezlerine, tekil yatay yükler olarak uygulanacaktır. Kaydırılmış kütle merkezleri, gerçek kütle merkezinin göz önüne alınan deprem doğrultusuna dik doğrultudaki kat boyutunun + %5'i ve - %5'i kadar kaydırılması ile belirlenen noktalardır[1].

Söz konusu binanın ağırlık merkezi koordinatları ve planda +%5 ve -%5 'i olarak bulunan noktalar, Şekil 3.3 de gösterilmektedir.

Sap2000 v9.01 programından alınmış olan plan resminde; ortada bulunan nokta ağırlık merkezini, etrafındaki 4 nokta ise x ve y yönünde ±%5'lik eksantrisiteyle belirlenmiş noktaları göstermektedir.

Ağırlık merkezi x koordinatı=5.88 m

y koordinatı=12.95 m



Şekil 3.3 Bina Ağırlık Merkezi ve Eksantrisite Noktaları

x ve y yönündeki eksen çizgileri üzerinde $\pm 5\%$ 'lik eksantrisiteyle belirlenmiş noktalara, Tablo 3.8 ile bulunmuş olan deprem kuvvetleri, her katta hem pozitif hem negatif yönde olmak üzere toplam 8 adet deprem yüklemesi olarak etki ettirilmiştir. Deprem kuvvetlerine ait 8 adet yükleme şu şekilde ifade edilmiştir;

DPRMXP
DPRMXP-
DPRMXN
DPRMXN-
DPRMYN
DPRMYN-
DPRMYP
DPRMYP-

3.4 Döşemelerden Kirişlere Gelen Yayılı Yük Hesapları

Kirişler, döşemelerden aldıkları sabit ve hareketli yükler ile özgül ağırlıkları nedeniyle oluşan yükleri, düşey taşıyıcı elemanlara düzgün bir şekilde aktarmalıdır.

Döşemelerde yük aktarımı, döşemeyi çevreleyen kiriş aksları esas alınarak, bu aksların birleştiği köşe noktalarından 45 derecelik doğrular döşeme içine doğru çizilir. Her köşeden çizilen bu doğruların ve kiriş akslarının oluşturduğu kapalı üçgensel veya yamuk bölgeler tespit edilmiştir.

Bu üçgensel ve yamuk yükler, yaklaşık hesaplarla kirişler üzerinde düzgün yayılı yüklere çevrilerek ileride yapılacak hesaplar kolaylaştırılır.

Aşağıda düzgün yayılı yük dağılımlarına ait kabuller şöyledir;

Üçgen dağılılan yüke eşdeğer olan düzgün yayılı yük şiddeti:

$$P_{eşdeğer} = \frac{pl_k}{3} \quad (3.12)$$

Yamuk dağılılan yüke eşdeğer olan düzgün yayılı yük şiddeti:

$$P_{eşdeğer} = \frac{pl_k}{3} \left(\frac{3}{2} - \frac{1}{2m^2} \right) \quad (3.13)$$

$$m = \frac{l_y}{l_x} \quad (m=\text{döşeme uzun kenarı} / \text{döşeme kısa kenarı}) \quad (3.13.1)$$

Söz konusu bina için döşemelerden kirişlere atanacak yayılı yük hesapları

$g=4.95 \text{ kN/m}^2$ için Tablo 3.10 da ve $q=5 \text{ kN/m}^2$ için Tablo 3.11 de verilmiştir.

Tablo 3.10 Döşemelerden Kirişlere Gelen Düzgün Yayılı Yük Hesap Tablosu (g için)

KİRİŞLER	$L_k(m)$	üçgen dağ. Dz.y.y kN/m^2	m	m^2	Yamuk dağ. Dz.y.y kN/m^2
K133(üçgen)	3.32	5.42	1.67	2.79	7.16
K140(üçgen)	3.32	5.42	1.67	2.79	7.16
K140(üçgen)	3.32	5.42	1.22	1.49	6.31
K145(üçgen)	3.32	5.42	1.22	1.49	6.31
K134(üçgen)	2.00	3.27	2.77	7.67	4.69
K146(üçgen)	2.00	3.27	2.02	4.08	4.50
K135(üçgen)	2.85	4.66	1.94	3.76	6.36
K141(üçgen)	2.00	3.27	2.77	7.67	4.69
K141(üçgen)	2.00	3.27	2.02	4.08	4.50
K141(üçgen)	2.85	4.66	1.94	3.76	6.36
K141(üçgen)	2.85	4.66	1.42	2.02	5.83
K147(üçgen)	2.85	4.66	1.42	2.02	5.83
K136(üçgen)	2.85	4.66	1.94	3.76	6.36
K148(üçgen)	2.85	4.66	1.42	2.02	5.83
K137(üçgen)	2.85	4.66	1.94	3.76	6.36
K142(üçgen)	2.85	4.66	1.42	2.02	5.83
K142(üçgen)	2.85	4.66	1.42	2.02	5.83
K142(üçgen)	2.85	4.66	1.42	2.02	5.83
K142(üçgen)	2.85	4.66	1.94	3.76	6.36
K149(üçgen)	2.85	4.66	1.42	2.02	5.83
K138(üçgen)	2.85	4.66	1.94	3.76	6.36
K143(üçgen)	2.85	4.66	1.94	3.76	6.36
K143(üçgen)	2.85	4.66	1.42	2.02	5.83
K150(üçgen)	2.85	4.66	1.42	2.02	5.83
K139(yamuk)	4.50	7.35	1.15	1.32	8.25
K144(yamuk)	4.05	6.62	1.27	1.61	7.87
K144(yamuk)	4.50	7.35	1.15	1.32	8.25
K151(yamuk)	4.05	6.62	1.27	1.61	7.87
K132(yamuk)	3.32	5.42	1.67	2.79	7.16
K101(yamuk)	3.32	5.42	1.67	2.79	7.16
K101(yamuk)	2.00	3.27	2.77	7.67	4.69
K104(yamuk)	2.00	3.27	2.77	7.67	4.69
K104(yamuk)	2.85	4.66	1.94	3.76	6.36
K107(yamuk)	2.85	4.66	1.94	3.76	6.36
K107(yamuk)	2.85	4.66	1.94	3.76	6.36
K109(yamuk)	2.85	4.66	1.94	3.76	6.36
K109(yamuk)	2.85	4.66	1.42	2.02	5.83
K113(yamuk)	2.85	4.66	1.94	3.76	6.36
K113(yamuk)	2.85	4.66	1.94	3.76	6.36

K116(yamuk)	2.85	4.66	1.94	3.76	6.36
K116(üçgen)	4.50	7.35	1.15	1.32	8.25
K152(üçgen)	4.50	7.35	1.15	1.32	8.25
K131(yamuk)	3.32	5.42	1.22	1.49	6.31
K102(yamuk)	3.32	5.42	1.22	1.49	6.31
K102(yamuk)	2.00	3.27	2.02	4.08	4.50
K105(yamuk)	2.00	3.27	2.02	4.08	4.50
K105(yamuk)	2.85	4.66	1.42	2.02	5.83
K108(yamuk)	2.85	4.66	1.42	2.02	5.83
K108(yamuk)	2.85	4.66	1.42	2.02	5.83
K111(yamuk)	2.85	4.66	1.42	2.02	5.83
K111(yamuk)	2.85	4.66	1.42	2.02	5.83
K114(yamuk)	2.85	4.66	1.42	2.02	5.83
K114(yamuk)	2.85	4.66	1.42	2.02	5.83
K117(yamuk)	2.85	4.66	1.42	2.02	5.83
K117(üçgen)	4.05	6.62	1.27	1.61	7.87
K153(üçgen)	4.05	6.62	1.27	1.61	7.87

Tablo 3.11 Döşemelerden Kirişlere Gelen Düzgün Yayılı Yük Hesap Tablosu (q için)

KİRİŞLER	Lk(m)	üçgen dağ. Dz.y.y kN/m ²	m	m ²	Yamuk dağ. Dz.y.y kN/m ²
K133(üçgen)	3.32	5.48	1.67	2.79	7.23
K140(üçgen)	3.32	5.48	1.67	2.79	7.23
K140(üçgen)	3.32	5.48	1.22	1.49	6.38
K145(üçgen)	3.32	5.48	1.22	1.49	6.38
K134(üçgen)	2.00	3.30	2.77	7.67	4.73
K146(üçgen)	2.00	3.30	2.02	4.08	4.55
K135(üçgen)	2.85	4.70	1.94	3.76	6.43
K141(üçgen)	2.00	3.30	2.77	7.67	4.73
K141(üçgen)	2.00	3.30	2.02	4.08	4.55
K141(üçgen)	2.85	4.70	1.94	3.76	6.43
K141(üçgen)	2.85	4.70	1.42	2.02	5.89
K147(üçgen)	2.85	4.70	1.42	2.02	5.89
K136(üçgen)	2.85	4.70	1.94	3.76	6.43
K148(üçgen)	2.85	4.70	1.42	2.02	5.89
K137(üçgen)	2.85	4.70	1.94	3.76	6.43
K142(üçgen)	2.85	4.70	1.42	2.02	5.89
K142(üçgen)	2.85	4.70	1.42	2.02	5.89
K142(üçgen)	2.85	4.70	1.42	2.02	5.89
K142(üçgen)	2.85	4.70	1.94	3.76	6.43
K149(üçgen)	2.85	4.70	1.42	2.02	5.89
K138(üçgen)	2.85	4.70	1.94	3.76	6.43

K143(üçgen)	2.85	4.70	1.94	3.76	6.43
K143(üçgen)	2.85	4.70	1.42	2.02	5.89
K150(üçgen)	2.85	4.70	1.42	2.02	5.89
K139(yamuk)	4.50	7.43	1.15	1.32	8.33
K144(yamuk)	4.05	6.68	1.27	1.61	7.95
K144(yamuk)	4.50	7.43	1.15	1.32	8.33
K151(yamuk)	4.05	6.68	1.27	1.61	7.95
K132(yamuk)	3.32	5.48	1.67	2.79	7.23
K101(yamuk)	3.32	5.48	1.67	2.79	7.23
K101(yamuk)	2.00	3.30	2.77	7.67	4.73
K104(yamuk)	2.00	3.30	2.77	7.67	4.73
K104(yamuk)	2.85	4.70	1.94	3.76	6.43
K107(yamuk)	2.85	4.70	1.94	3.76	6.43
K107(yamuk)	2.85	4.70	1.94	3.76	6.43
K109(yamuk)	2.85	4.70	1.94	3.76	6.43
K109(yamuk)	2.85	4.70	1.42	2.02	5.89
K113(yamuk)	2.85	4.70	1.94	3.76	6.43
K113(yamuk)	2.85	4.70	1.94	3.76	6.43
K116(yamuk)	2.85	4.70	1.94	3.76	6.43
K116(üçgen)	4.50	7.43	1.15	1.32	8.33
K152(üçgen)	4.50	7.43	1.15	1.32	8.33
K131(yamuk)	3.32	5.48	1.22	1.49	6.38
K102(yamuk)	3.32	5.48	1.22	1.49	6.38
K102(yamuk)	2.00	3.30	2.02	4.08	4.55
K105(yamuk)	2.00	3.30	2.02	4.08	4.55
K105(yamuk)	2.85	4.70	1.42	2.02	5.89
K108(yamuk)	2.85	4.70	1.42	2.02	5.89
K108(yamuk)	2.85	4.70	1.42	2.02	5.89
K111(yamuk)	2.85	4.70	1.42	2.02	5.89
K111(yamuk)	2.85	4.70	1.42	2.02	5.89
K114(yamuk)	2.85	4.70	1.42	2.02	5.89
K114(yamuk)	2.85	4.70	1.42	2.02	5.89
K117(yamuk)	2.85	4.70	1.42	2.02	5.89
K117(üçgen)	4.05	6.68	1.27	1.61	7.95
K153(üçgen)	4.05	6.68	1.27	1.61	7.95

BÖLÜM 4

4. YAPININ EŞDEĞER DEPREM YÜKÜ YÖNTEMİNE GÖRE KONTROLÜ

Sisteme gerekli yüklemeler yapılmış ve bu yüklemeler sonucu elde edilen değerler, 1998 Afet Yönetmeliği'ne göre kontrol edilmiştir. Tezin bu bölümünün amacı, deprem yer hareketine maruz kalan binanın, mevcut deprem yönetmeliğinin öngördüğü, depreme dayanıklı yapılar için gerekli minimum koşullarını sağlayıp sağlamadığının kontrol edilmesidir. Bu yönetmelik hükümleri, yeni yapılacak binalar için olduğu kadar; aynı zamanda, deprem öncesinde yapılmış ve mevcut yönetmeliği sağlamayan yapıların güçlendirilmesinde veya deprem sonrasında hasar görmüş yapıların onarılmasında da geçerlidir.

4.1 Kolon Kesitlerinin M ve N (Bileşik Eğilme) 'e Göre Kontrolü

Düşey yükler ile deprem yüklemelerinde, kolonlarda oluşan M ve N iç kuvvet bileşenleri için kesit kontrolü yapılmıştır. Kolonlarda olması gereken minimum donatı alanları, Tablo 4.1 de verilmiştir. Düşey yükleme (Tablo 4.2) ve en elverişsiz deprem yüklemeleri olan DPRMYN- ile DPRMXN- yüklemeleri (Tablo 4.3 ve 4.4) sonunda bileşik eğilme hesabına göre çıkan mekanik donatı oranları, dengeli duruma ait mekanik donatı oranıyla M-N karşılıklı etki diyagramında karşılaştırılmıştır(dengeli duruma ait $p_m=0.09$).

Tablo 4.1 Kolonların Minimum Donatı Alanları

	b(cm)	h(cm)	Ac (cm ²)	%1 donatı alanı
S116	40	40	1600	16
S117	45	50	2250	22.5
S119	40	40	1600	16
S113	160	20	3200	32
S114	70	50	3500	35
S115	160	20	3200	32
S111	50	40	2000	20

S112	60	45	2700	27
S120	50	40	2000	20
S109	50	40	2000	20
S110	50	40	2000	20
S106	50	40	2000	20
S107	70	70	4900	49
S108	55	50	2750	27.5
S104	50	35	1750	17.5
S105	50	35	1750	17.5
S101	50	40	2000	20
S102	60	40	2400	24
S103	50	40	2000	20
S121	20	100	2000	20
S122	20	100	2000	20
S123	20	50	1000	10

Tablo 4.2 Bodrum Kat Kolonlarının Düşey Yük Etkilerine Göre Kesit Kontrolü

KOLON	b(cm)	h(cm)	M kNm	N kN	m	n	pm	sonuç
S116	40	40	13.22	1176.69	0.010	0.368	0.09	yeterli
S117	45	50	3.78	2045.25	0.002	0.455	0.09	yeterli
S119	40	40	13.77	1054.43	0.011	0.330	0.09	yeterli
S113	160	20	148.68	1904.87	0.116	0.298	0.09	yeterli
S114	50	70	40.75	3122.76	0.008	0.446	0.09	yeterli
S115	160	20	55.22	1892.51	0.043	0.296	0.09	yeterli
S111	40	50	44.58	1315	0.022	0.329	0.09	yeterli
S112	45	60	20.58	2933.55	0.006	0.543	0.09	yeterli
S120	40	50	32.85	1164.08	0.016	0.291	0.09	yeterli
S109	40	50	79.78	1409.55	0.040	0.352	0.09	yeterli
S110	40	50	69.28	1339.51	0.035	0.335	0.09	yeterli
S106	40	50	42.07	1345	0.021	0.336	0.09	yeterli
S107	70	70	27.48	4253.43	0.004	0.434	0.09	yeterli
S108	40	50	30.22	1242	0.015	0.311	0.09	yeterli
S104	35	50	70.38	1260.64	0.040	0.360	0.09	yeterli
S105	35	50	49.99	1069.08	0.029	0.305	0.09	yeterli
S101	40	50	55.89	1369.09	0.028	0.342	0.09	yeterli
S102	40	60	29.19	2975.97	0.010	0.620	0.09	yeterli
S103	40	50	33.71	1245.78	0.017	0.311	0.09	yeterli
S121	100	20	11.1	1059.7	0.014	0.265	0.09	yeterli
S122	100	20	3.45	1851.98	0.004	0.463	0.09	yeterli
S123	50	20	2.45	692.49	0.006	0.346	0.09	yeterli

Tablo 4.3 Bodrum Kat Kolonlarının DPRMYN- Deprem Yükleme Etkilerine Göre Kesit Kontrolü

	b(cm)	h(cm)	M kNm	N kN	m	n	pm	sonuç
S116	40	40	213.75	1448	0.167	0.453	0.09	yetersiz
S117	45	50	374.98	1431.67	0.167	0.318	0.09	yetersiz
S119	40	40	203.17	65.45	0.159	0.020	0.09	yetersiz
S113	160	20	3351	2461.56	2.617	0.385	0.09	yetersiz
S114	50	70	1111.59	2537.75	0.227	0.363	0.09	yetersiz
S115	160	20	3332.47	1555	2.600	0.243	0.09	yetersiz
S111	40	50	367.33	1518.59	0.184	0.380	0.09	yetersiz
S112	45	60	687.25	2274.1	0.212	0.421	0.09	yetersiz
S120	40	50	348.88	9.29	0.174	0.002	0.09	yetersiz
S109	40	50	357.02	1411.72	0.179	0.353	0.09	yetersiz
S110	40	50	312.74	422.51	0.156	0.106	0.09	yetersiz
S106	40	50	379.78	1569.19	0.190	0.392	0.09	yetersiz
S107	70	70	1442.95	3265.58	0.210	0.333	0.09	yetersiz
S108	40	50	363.7	54.6	0.182	0.014	0.09	yetersiz
S104	35	50	320.03	1241.64	0.183	0.355	0.09	yetersiz
S105	35	50	285	299.57	0.163	0.086	0.09	yetersiz
S101	40	50	375.34	1395.82	0.188	0.349	0.09	yetersiz
S102	40	60	22.83	2204.67	0.008	0.459	0.09	yeterli
S103	40	50	353.02	255.3	0.177	0.064	0.09	yetersiz
S121	100	20	75.11	997.83	0.094	0.249	0.09	yeterli
S122	100	20	71.06	1247.34	0.089	0.312	0.09	yeterli
S123	50	20	36.02	281.08	0.090	0.141	0.09	yeterli

Tablo 4.4 Bodrum Kat Kolonlarının (M ve N etkisi ile) DPRMXN- Deprem Yükleme Etkilerine Göre Kesit Kontrolü

	b(cm)	h(cm)	M(kNm)	N(kN)	m	n	pm	sonuç
S116	40	40	35.36	1157.3	0.028	0.362	0.09	yeterli
S117	50	45	48.92	2103.56	0.024	0.467	0.09	yeterli
S119	40	40	22.68	1083.23	0.018	0.339	0.09	yeterli
S113	20	160	214.26	1773.89	0.021	0.277	0.09	yeterli
S114	70	50	56.88	2650.71	0.016	0.379	0.09	yeterli
S115	20	160	187.26	1440.93	0.018	0.225	0.09	yeterli
S111	50	40	31.72	1022.94	0.020	0.256	0.09	yeterli
S112	60	45	6.15	1459.81	0.003	0.270	0.09	yeterli
S120	50	40	12.36	979.13	0.008	0.245	0.09	yeterli
S109	50	40	69.46	1008.71	0.043	0.252	0.09	yeterli
S110	50	40	77.96	978.37	0.049	0.245	0.09	yeterli
S106	50	40	10.56	854.77	0.007	0.214	0.09	yeterli
S107	70	70	109.48	2997.35	0.016	0.306	0.09	yeterli
S108	50	40	41.44	812.38	0.026	0.203	0.09	yeterli
S104	50	35	19.58	939.83	0.016	0.269	0.09	yeterli
S105	50	35	38.315	846.43	0.0312	0.241	0.09	yeterli
S101	50	40	32.8	1243	0.021	0.311	0.09	yeterli
S102	60	40	99.74	2499.88	0.052	0.521	0.09	yeterli
S103	50	40	66.82	786.93	0.042	0.197	0.09	yeterli
S121	20	100	9.83	375.52	0.002	0.094	0.09	yeterli
S122	20	100	16.43	99	0.004	0.025	0.09	yeterli
S123	20	50	8.64	186.63	0.009	0.093	0.09	yeterli

Kolonlarda yapılan kontrol sonunda, düşey yükleme ve depremin x yönünde etkimesi halinde, mevcut donatının yeterli olmasına rağmen, depremin y yönünde etkimesi halinde mevcut donatı alanları yeterli olmamaktadır.

4.2 Kirişlerde Açıklık Ve Mesnet Momentlerine Göre Kesit Kontrolü

Öncelikle, kirişlerde, mesnet ve açıklık minimum donatı alanları bulunmuştur. Daha sonra, kiriş açıklık ve mesnet bölgelerinde oluşan moment değerlerine göre kesit kontrolü yapılmıştır. Kiriş açıklık ve mesnet bölgelerinde, minimum donatı değerleri Tablo 4.5 ve Tablo 4.6 de verilmiştir.

Tablo 4.5 Kirişlerde (a açıklıkta) Minimum Donatı Alanları

Kirişler	b(m)	d(m)	ρ_{min}	$A_{s_{min}}$ (mm ²)
K133	0.8	0.27	0.00274	590
K140	0.8	0.27	0.00274	590
K145	0.8	0.27	0.00274	590
K134	0.8	0.27	0.00274	590
K146	0.8	0.27	0.00274	590
K135	0.8	0.27	0.00274	590
K141	0.8	0.27	0.00274	590
K147	0.8	0.27	0.00274	590
K136	0.8	0.27	0.00274	590
K148	0.8	0.27	0.00274	590
K137	0.8	0.27	0.00274	590
K142	0.8	0.27	0.00274	590
K149	0.8	0.27	0.00274	590
K138	0.8	0.27	0.00274	590
K143	0.8	0.27	0.00274	590
K150	0.8	0.27	0.00274	590
K139	0.8	0.27	0.00274	590
K144	0.8	0.27	0.00274	590
K151	0.8	0.27	0.00274	590
K132	0.8	0.27	0.00274	590
K101	0.75	0.27	0.00274	550
K104	0.75	0.27	0.00274	550
K107	0.75	0.27	0.00274	550
K109	0.75	0.27	0.00274	550
K113	0.75	0.27	0.00274	550
K116	0.75	0.27	0.00274	550
K152	0.8	0.27	0.00274	590
K131	0.8	0.27	0.00274	590
K102	0.75	0.27	0.00274	550
K105	0.75	0.27	0.00274	550
K108	0.75	0.27	0.00274	550
K111	0.75	0.27	0.00274	550
K114	0.75	0.27	0.00274	550
K117	0.75	0.27	0.00274	550
K153	0.8	0.27	0.00274	590

Tablo 4.6 Kirişlerde (mesnette) Minimum Donatı Alanları

Kirişler	b(m)	d(m)	ρ_{min}	$A_{s_{min}}$ (mm ²)
K133	0.8	0.27	0.003425	730
K140	0.8	0.27	0.003425	730
K145	0.8	0.27	0.003425	730
K134	0.8	0.27	0.003425	730
K146	0.8	0.27	0.003425	730
K135	0.8	0.27	0.003425	730
K141	0.8	0.27	0.003425	730
K147	0.8	0.27	0.003425	730
K136	0.8	0.27	0.003425	730
K148	0.8	0.27	0.003425	730
K137	0.8	0.27	0.003425	730
K142	0.8	0.27	0.003425	730
K149	0.8	0.27	0.003425	730
K138	0.8	0.27	0.003425	730
K143	0.8	0.27	0.003425	730
K150	0.8	0.27	0.003425	730
K139	0.8	0.27	0.003425	730
K144	0.8	0.27	0.003425	730
K151	0.8	0.27	0.003425	730
K132	0.8	0.27	0.003425	730
K101	0.75	0.27	0.003425	690
K104	0.75	0.27	0.003425	690
K107	0.75	0.27	0.003425	690
K109	0.75	0.27	0.003425	690
K113	0.75	0.27	0.003425	690
K116	0.75	0.27	0.003425	690
K152	0.8	0.27	0.003425	730
K131	0.8	0.27	0.003425	730
K102	0.75	0.27	0.003425	690
K105	0.75	0.27	0.003425	690
K108	0.75	0.27	0.003425	690
K111	0.75	0.27	0.003425	690
K114	0.75	0.27	0.003425	690
K117	0.75	0.27	0.003425	690
K153	0.8	0.27	0.003425	730

$$\rho_{min} = \frac{f_{ctd}}{f_{yd}} \quad (\text{mesnette}) \quad (3.14)$$

$$\rho_{min} = 0.8 \frac{f_{ctd}}{f_{yd}} \quad (\text{açıklıkta}) \quad (3.15)$$

Minimum donatı alanlarını bulurken;

$$A_s = b \times d \times \rho_{min} \quad (3.16)$$

Kesit donatı alanları bulunurken

$$k = \frac{bd^2}{M} \quad (3.17)$$

k_s ; tablodan

$$\rho = \frac{k_s}{k \times 10^6} \quad (3.18)$$

bağıntıları kullanılmıştır[1] .

Düşey yüklemede, kiriş mesnet ve açıklık kesitlerinde elde edilen moment değerlerine göre yapılan kesit kontrolü sonuçları, Tablo 4.7 ve Tablo 4.8 de verilmiştir. DPRMXP- deprem yüklemesine ait mesnet bölgesi kesit kontrolü ise Tablo 4.9 da verilmiştir. Düşey yükleme ve elverişsiz deprem yüklemesi sonuçlarına bakıldığında, kesitler, genelde yeterli değildir. Yani kiriş kesitleri güvensizdir.

Tablo 4.7 Kirişlerde (mesnette) Düşey Yük Etkilerine Göre Kesit Kontrolü

KİRİŞLER	SAĞ(M)	SOL(M)	SAĞ k	SOL k	SAĞ As	SOL As	sonuç
K133	25.95	58.29	0.0022	0.001	0.00027	0.000617	Yetersiz
K140	58.82	139.37	0.0009	0.0004	0.000625	0.001538	Yetersiz
K145	17.7	46.82	0.0032	0.0012	0.000184	0.000494	Yetersiz
K134	22.07	4.76	0.0026	0.0122	0.000229	4.88	Yetersiz
K146	30.39	11.09	0.0019	0.0052	0.000317	0.000114	Yetersiz
K135	9.74	37.35	0.00598	0.0015	0.0001	0.000391	Yetersiz
K141	220.35	345.1	0.0002	0.00016	0.002587	0.003617	Yeterli
K147	16.89	32.03	0.00345	0.0018	0.000175	0.000335	Yetersiz
K136	37.27	20.2	0.00156	0.0028	0.000391	0.000209	Yetersiz
K148	35.45	19.22	0.00164	0.003	0.000372	0.000199	Yetersiz
K137	21.71	28.09	0.0026	0.002	0.000225	0.000293	Yetersiz
K142	406.5	273.76	0.00014	0.0002	0.005947	0.002859	Yeterli
K149	20.48	21.4	0.00284	0.0027	0.000212	0.000222	Yetersiz
K138	29.25	24.41	0.00199	0.0023	0.000306	0.000254	Yetersiz
K143	124.37	82.85	0.00046	0.0007	0.001359	0.000887	Yeterli
K150	15.91	96.91	0.00366	0.0006	0.000178	0.001044	Yetersiz
K139	26.03	83.44	0.00224	0.0006	0.000315	0.000893	Yetersiz
K144	196.94	133.1	0.00029	0.00043	0.002261	0.001464	Yeterli
K151	116.09	52.12	0.0005	0.0011	0.001264	0.00055	Yetersiz
K132	29.36	146.01	0.00198	0.0003	0.000307	0.001617	Yetersiz
K101	132.89	185.61	0.0004	0.0002	0.001467	0.002131	Yeterli
K104	180.74	69.09	0.0003	0.00079	0.002075	0.000737	Yeterli
K107	92.53	189.08	0.00059	0.00028	0.000997	0.002185	Yeterli
K109	202.31	8.48	0.00027	0.0064	0.002353	9.11E+00	Yetersiz
K113	108.96	164.72	0.0005	0.00033	0.001186	0.001861	Yeterli
K116	314.74	217.29	0.00017	0.0002	0.004103	0.002664	Yeterli
K152	30.16	98.49	0.00193	0.00059	0.000382	0.001062	Yetersiz
K131	137.17	5.94	0.00042	0.0098	0.001514	6.12E-05	Yetersiz
K102	117.95	83.27	0.000463	0.00065	0.001289	0.000894	Yeterli
K105	60.93	131.5	0.000897	0.0004	0.00065	0.001451	Yetersiz
K108	128.78	67.2	0.00042	0.0008	0.001421	0.000717	Yeterli
K111	1.88	179.17	0.02908	0.0003	1.92E-05	0.002057	Yetersiz
K114	115.83	82.97	0.00047	0.0006	0.001266	0.000891	Yeterli
K117	115.56	132.51	0.00047	0.0004	0.001263	0.001463	Yeterli
K153	88.49	37.29	0.00065	0.00156	0.00095	0.000391	Yetersiz

Tablo 4.8 Kirişlerde (açıklıkta) Düşey Yük Etkilerine Göre Kesit Kontrolü

KİRİŞLER	M kNm	$k=bd^2/M$	k_s	ρ	A_s (mm ²)	$A_{s\ min}$ (mm ²)	sonuç
K133	30.76	0.0018959	2.82	0.0014	320	590	Yetersiz
K140	17.66	0.00330	2.8	0.00084	180	590	Yetersiz
K145	39.66	0.00147	2.84	0.0019	420	590	Yetersiz
K134	3.64	0.01602	2.77	0.00017	37	590	Yetersiz
K146	11	0.005301	2.78	0.0005	110	590	Yetersiz
K135	18.5	0.00315	2.8	0.00088	190	590	Yetersiz
K141	267.15	0.000218	3.31	0.0151	3280	590	Yeterli
K147	16.57	0.003519	2.79	0.0007	170	590	Yetersiz
K136	12.44	0.004688	2.79	0.00059	130	590	Yetersiz
K148	13.82	0.00421	2.79	0.00066	140	590	Yetersiz
K137	16.23	0.00359	2.79	0.00077	170	590	Yetersiz
K142	301.91	0.00019	3.43	0.01775	3840	590	Yeterli
K149	20.48	0.002847	2.8	0.0009	210	590	Yetersiz
K138	14.15	0.00412	2.79	0.00067	150	590	Yetersiz
K143	39.76	0.00146	2.84	0.00193	420	590	Yetersiz
K150	12.38	0.00471	2.78	0.0005	130	590	Yetersiz
K139	136.8	0.00042	2.97	0.00696	1500	590	Yeterli
K144	133.94	0.0004	2.97	0.00682	1470	590	Yeterli
K151	102.69	0.00056	2.92	0.00514	1110	590	Yeterli
K132	132.82	0.00043	2.97	0.00676	1460	590	Yeterli
K101	139.18	0.00039	2.99	0.00761	1540	550	Yeterli
K104	162.01	0.0003	3.05	0.0090	1830	550	Yeterli
K107	111.34	0.0004	2.94	0.0059	1210	550	Yeterli
K109	151.7	0.00036	3.02	0.00837	1700	550	Yeterli
K113	113.52	0.00048	2.95	0.0061	1240	550	Yeterli
K116	138.93	0.00039	2.99	0.00759	1540	550	Yeterli
K152	68.55	0.00085	2.88	0.0033	730	590	Yeterli
K131	55.01	0.00106	2.86	0.00269	580	590	Yetersiz
K102	66.61	0.00082	2.88	0.0035	710	550	Yeterli
K105	67.4	0.00081	2.88	0.00355	720	550	Yeterli
K108	73.94	0.00073	2.88	0.00389	790	550	Yeterli
K111	91.54	0.00059	2.91	0.00487	990	550	Yeterli
K114	93.11	0.000587	2.91	0.0049	1000	550	Yeterli
K117	54.1	0.00101	2.86	0.0028	570	550	Yeterli
K153	58.95	0.00098	2.87	0.0029	630	590	Yeterli

Tablo 4.9 Kirişlerde (mesnette) DPRMXP- Yükleme Etkilerine Göre Kesit Kontrolü

KİRİŞLER	M SAĞ kNm	M SOL kNm	k SAĞ	k SOL	As SAĞ	As SOL	As _{min}	sonuç
K133	1127.21	606.54	0.0000517	0.0000961	0	0	0.000739726	Yetersiz
K140	1085.35	675.8	0.000053	0.0000863	0	0	0.000739726	Yetersiz
K145	489.39	419.19	0.00011	0.00013	0	0	0.000739726	Yetersiz
K134	273.61	288.49	0.00021	0.0002	0.0033	0.0036	0.000739726	Yeterli
K146	340.35	271.95	0.00017	0.00021	0.0044	0.0033	0.000739726	Yeterli
K135	296.01	420.97	0.00019	0.00013	0.0037	0	0.000739726	Yetersiz
K141	161.36	1046.89	0.000361	0.0000055	0.0018	0	0.000739726	Yetersiz
K147	270.17	395.22	0.000215	0.00014	0.0033	0.00578	0.000739726	Yeterli
K136	398.7	414	0.00014	0.0001	0.0058	0.00605	0.000739726	Yeterli
K148	374.1	383.94	0.00015	0.00015	0.0051	0.0052	0.000739726	Yeterli
K137	386.46	442.25	0.00015	0.00013	0	0	0.000739726	Yetersiz
K142	521.85	691.97	0.00011	0.000085	0	0	0.000739726	Yetersiz
K149	362.08	425.56	0.00016	0.00013	0.0049	0	0.000739726	Yetersiz
K138	386.46	442.25	0.00015	0.00013	0.0053	0.0057	0.000739726	Yeterli
K143	557.39	823.61	0.00010	0.00007	0	0	0.000739726	Yetersiz
K150	316.73	233.4	0.00018	0.00024	0.00409	0.0027	0.000739726	Yeterli
K139	60.92	507.35	0.0009	0.0001	0.00064	0	0.000739726	Yetersiz
K144	813.67	521.09	0.000007	0.00011	0	0	0.000739726	Yetersiz
K151	143.36	491.81	0.00040	0.00011	0.00158	0	0.000739726	Yetersiz
K132	85.7	40.13	0.00068	0.00145	0.91889	0.4213	0.000739726	Yeterli
K101	76.33	142.08	0.00071	0.00038	0	0.00157	0.000693493	Yetersiz
K104	126.66	98.37	0.00043	0.0005	0.00139	0.00106	0.000693493	Yeterli
K107	98.39	91.78	0.00055	0.00059	0.00106	0.0009	0.000693493	Yeterli
K109	76.83	198.05	0.00071	0.00027	0.00082	0.00230	0.000693493	Yeterli
K113	138.88	55.37	0.00039	0.00098	0.00153	0.00058	0.000693493	Yetersiz
K116	156.29	110.06	0.0003	0.00049	0.00175	0.00119	0.000693493	Yeterli
K152	90.64	8.25	0.00064	0.00706	0.00097	0.000084	0.000739726	Yetersiz
K131	101.56	7.07	0.000574	0.00824	0.00109	0.000072	0.000739726	Yetersiz
K102	110.15	21.89	0.00046	0.00249	0.00119	0.0002	0.000693493	Yetersiz
K105	129.14	0.29	0.00042	0.18853	0.00142	0.000029	0.000693493	Yetersiz
K108	117.39	21.24	0.000465	0.00257	0.00128	0.0002	0.000693493	Yetersiz
K111	82.02	178.14	0.00066	0.0003	0.00088	0.002	0.000693493	Yetersiz
K114	96.55	44.75	0.00056	0.00122	0.00104	0.0004	0.000693493	Yetersiz
K117	34.22	139.22	0.00159	0.0003	0.00035	0.0015	0.000693493	Yetersiz
K153	20.93	63.65	0.00278	0.00091	0.00021	0.0006	0.000739726	Yetersiz

4.3 Deprem Yönetmeliğine Göre Düzensizlik Durumlarının Kontrolü

4.3.1 A1 - Burulma Düzensizliği Kontrolü

Birbirine dik iki deprem doğrultusu için, herhangi bir katta, en büyük görelî kat ötelemesinin, o katta aynı doğrultudaki ortalama görelî ötelemeye oranını ifade eden Burulma Düzensizliği kontrolü ;

Burulma Katsayısı η_{bi} 'in 1.2'den büyük olması durumu

$$[\eta_{bi} = (\eta_i)_{\max} / (\eta_i)_{\text{ort}} > 1.2] \quad (4.1)$$

Ayrı ayrı her kat için yapılan burulma düzensizliği hesapları Tablo 4.10 ve Tablo 4.11 de verilmiştir.

Tablo 4.10 Bodrum, Zemin ve 1.Kata Ait A1 Burulma Düzensizliği Hesapları

BODRUM KAT			ZEMİN KAT			1.KAT		
1	DPRMYP	0.0029	101	DPRMYP	0.0083	126	DPRMYP	0.0136
2	DPRMYP	0.0043	102	DPRMYP	0.0111	127	DPRMYP	0.0174
3	DPRMYP	0.0029	103	DPRMYP	0.0083	128	DPRMYP	0.0136
4	DPRMYP	0.0043	104	DPRMYP	0.0111	129	DPRMYP	0.0174
5	DPRMYP	0.0081	105	DPRMYP	0.0185	130	DPRMYP	0.0275
6	DPRMYP	0.0091	106	DPRMYP	0.0204	131	DPRMYP	0.0302
7	DPRMYP	0.0081	107	DPRMYP	0.0185	132	DPRMYP	0.0275
8	DPRMYP	0.0091	108	DPRMYP	0.0204	133	DPRMYP	0.0302
9	DPRMYP	0.0043	109	DPRMYP	0.0111	134	DPRMYP	0.0174
10	DPRMYP	0.0051	110	DPRMYP	0.0126	135	DPRMYP	0.0195
11	DPRMYP	0.0059	111	DPRMYP	0.0142	136	DPRMYP	0.0216
12	DPRMYP	0.0067	112	DPRMYP	0.0157	137	DPRMYP	0.0238
13	DPRMYP	0.0075	113	DPRMYP	0.0173	138	DPRMYP	0.0259
14	DPRMYP	0.0075	114	DPRMYP	0.0173	139	DPRMYP	0.0259
15	DPRMYP	0.0051	115	DPRMYP	0.0126	140	DPRMYP	0.0195
16	DPRMYP	0.0059	116	DPRMYP	0.0142	141	DPRMYP	0.0216
17	DPRMYP	0.0067	117	DPRMYP	0.0157	142	DPRMYP	0.0238
18	DPRMYP	0.0029	118	DPRMYP	0.0083	143	DPRMYP	0.0136
19	DPRMYP	0.0091	119	DPRMYP	0.0204	144	DPRMYP	0.0302
20	DPRMYP	0.0043	120	DPRMYP	0.0111	145	DPRMYP	0.0195
21	DPRMYP	0.0051	121	DPRMYP	0.0126	146	DPRMYP	0.0216
22	DPRMYP	0.0059	122	DPRMYP	0.0142	147	DPRMYP	0.0238
23	DPRMYP	0.0067	123	DPRMYP	0.0157	148	DPRMYP	0.0259
24	DPRMYP	0.0075	124	DPRMYP	0.0173	149	DPRMYP	0.0275
25	DPRMYP	0.0081	125	DPRMYP	0.0185	150	DPRMYP	0.0174
$\Delta i_{max}=0.0091$			$\Delta i_{max}=0.0204$			$\Delta i_{max}=0.0302$		
$\Delta i_{ort}=0.006$			$\Delta i_{ort}=0.014$			$\Delta i_{ort}=0.022$		
$\eta \Delta i=1.4833$			$\eta \Delta i=1.395$			$\eta \Delta i=1.3559$		
$\eta \Delta i>1.2$			$\eta \Delta i>1.2$			$\eta \Delta i>1.2$		

Tablo 4.11 2.Kata ve 3.Kata Ait A1 Burulma Düzensizliği Hesapları

2.KAT			3.KAT		
151	DPRMYP	0.01782	176	DPRMYP	0.0206
152	DPRMYP	0.02225	177	DPRMYP	0.0253
153	DPRMYP	0.01782	178	DPRMYP	0.0206
154	DPRMYP	0.02225	179	DPRMYP	0.0253
155	DPRMYP	0.03422	180	DPRMYP	0.0378
156	DPRMYP	0.03736	181	DPRMYP	0.0411
157	DPRMYP	0.03422	182	DPRMYP	0.0378
158	DPRMYP	0.03736	183	DPRMYP	0.0411
159	DPRMYP	0.02225	184	DPRMYP	0.0253
160	DPRMYP	0.02476	185	DPRMYP	0.0279
161	DPRMYP	0.02728	186	DPRMYP	0.0305
162	DPRMYP	0.02979	187	DPRMYP	0.0332
163	DPRMYP	0.03230	188	DPRMYP	0.0358
164	DPRMYP	0.03230	189	DPRMYP	0.0358
165	DPRMYP	0.02476	190	DPRMYP	0.0279
166	DPRMYP	0.02728	191	DPRMYP	0.0305
167	DPRMYP	0.02979	192	DPRMYP	0.0332
168	DPRMYP	0.01782	193	DPRMYP	0.0206
169	DPRMYP	0.03736	194	DPRMYP	0.0411
170	DPRMYP	0.02476	195	DPRMYP	0.0279
171	DPRMYP	0.02728	196	DPRMYP	0.0305
172	DPRMYP	0.02979	197	DPRMYP	0.0332
173	DPRMYP	0.03230	198	DPRMYP	0.0358
174	DPRMYP	0.03422	199	DPRMYP	0.0378
175	DPRMYP	0.02225	200	DPRMYP	0.0253
$\Delta_{imax}=0.03736$			$\Delta_{imax}=0.0411$		
$\Delta_{iort}=0.027$			$\Delta_{iort}=0.031$		
$\eta_{\Delta i}=1.335$			$\eta_{\Delta i}=1.3142$		
$\eta_{\Delta i}>1.2$			$\eta_{\Delta i}>1.2$		

Kontrol sonunda görülüyor ki bütün katlarda $\eta_{\Delta i} > 1.2$ olduğundan dolayı A1 burulma düzensizliği bulunmaktadır[1].

4.3.2 Komşu Katlar Arası Dayanım Düzensizliği (Zayıf Kat) Kontrolü

Betonarme binalarda, birbirine dik iki deprem doğrultusunu için, herhangi bir kattaki etkili kesme alanının, bir üst kattaki etkili kesme alanına oranı olarak tanımlanan Dayanım Düzensizliği Katsayısı η_{ci} ' in 0.80'den küçük olup olmamasının kontrolü Tablo 4.12 de verilmiştir.

$$[\eta_{ci} = (\Delta A_e)_i / (\Delta A_e)_{i+1} < 0.80] \quad (4.2)$$

Tablo 4.12 Zemin Katta DPRMYN Yüklemesine Göre Zayıf Kat Kontrolü

KOLON	BODRUM KAT	ZEMİN KAT	η_c
S116	133.01	196.84	0.6785
S117	235.78	349.86	0.6739
S119	131.73	194.13	0.6958
S113	1138.72	696.42	1.9492
S114	626	744.45	0.8408
S115	1144.59	703.62	1.6267
S111	212.77	258.82	0.9468
S112	408.15	498.42	0.8188
S120	215.98	264.38	0.8169
S109	202.5	225.32	1.2122
S110	203.22	226	0.9032
S106	226.69	261	0.963
S107	721	603.92	1.155
S108	230.62	267.2	0.863
S104	185.98	196.33	1.3266
S105	183.4	122.68	0.962
S101	326.16	326.49	1.1456
S102	555.77	556.64	0.9281
S103	306.63	281	0.9461
S121	81.50	97.17	0.9384
S122	84.83	103	0.8162
S123	41.77	50.41	0.8163

Yapılan zayıf kat kontrolünde, çoğunlukla katlar arası dayanım düzensizliğinin bulunmadığı sonucu elde edilmiştir[1].

4.3.3 B2 - Komşu Katlar Arası Rijitlik Düzensizliği (Yumuşak Kat) Kontrolü

Birbirine dik iki deprem doğrultusu için, herhangi bir i' inci kattaki ortalama görelî kat ötelemesinin, bir üst kattaki ortalama görelî kat ötelemesine oranı olarak tanımlanan Rijitlik Düzensizliği Katsayısı η_{ki} 'in, 1.5'tan fazla olup olmamasının kontrolü;

$$[\Delta_{ki} = (\Delta_i)_{ort} / (\Delta_{i+1})_{ort} > 1.5] \quad (4.3)$$

Yapımızın toplam 5 katına ait yumuşak kat kontrolü aşağıdadır.

$$(\Delta_{bodrum})_{ort} / (\Delta_{zemin})_{ort} = 0.00619 / 0.014670$$

$$0.4221 < 1.5$$

$$(\Delta_{zemin})_{ort} / (\Delta_{1.kat})_{ort} = 0.014670 / 0.0222$$

$$0.658 < 1.5$$

$$(\Delta_{1.kat})_{ort} / (\Delta_{2.kat})_{ort} = 0.0222 / 0.02799$$

$$0.796 < 1.5$$

$$(\Delta_{2.kat})_{ort} / (\Delta_{3.kat})_{ort} = 0.02799/0.0313$$

$$0.8936 < 1.5$$

Kontrol sonunda görülüyor ki tüm katlarda yumuşak kat düzensizliği bulunmamaktadır[1].

4.3.4 Göreli Kat Ötelemelerinin Sınırlandırılması

Herhangi bir kolon veya perde için, ardışık iki kat arasındaki yerdeğiştirme farkını ifade eden göreli kat ötelemesi,

$$\Delta_i = d_i - d_{i-1} \quad (4.4)$$

ile elde edilecektir.

Denklemden;

d_i ve d_{i-1} , binanın i ' inci ve $(i - 1)$ 'inci katlarında, herhangi bir kolon veya perdenin uçlarında, hesaptan elde edilen yatay yerdeğiştirmeleri göstermektedir.

Her bir deprem doğrultusu için, binanın herhangi bir i ' inci katındaki kolon veya perdelerde, Δ_i göreli kat ötelemelerinin, kat içindeki en büyük değeri $(\Delta_i)_{max}$, aşağıda verilen koşulların elverişsiz olanını sağlayacaktır:

$$\frac{(\Delta_i)_{max}}{h_i} \leq 0.0035 \times R \quad (4.5)$$

$$\frac{(\Delta_i)_{max}}{h_i} \leq 0.02 \quad (4.6)$$

Buna ait katlar arasında yapılan kontroller Tablo 4.13 ve Tablo 4.14 de verilmiştir.

Tablo 4.13 Bodrum ve Zemin Katta Görelî Kat Ötelemelerinin Sınırlandırılmasına Ait Hesaplar

	BODRUM KAT	ZEMİN KAT			ZEMİN KAT	1.KAT	
D.n.	Yerdeğiştirme	Yerdeğiştirme	Δd_i	D.n.	Yerdeğiştirme	Yerdeğiştirme	Δd_i
1	0.0029	0.0083	0.0054	101	0.0083	0.0136	0.0053
2	0.0043	0.0111	0.0067	102	0.0111	0.0174	0.0063
3	0.0029	0.0083	0.0054	103	0.0083	0.0136	0.0053
4	0.0043	0.0111	0.0067	104	0.0111	0.017	0.0063
5	0.0081	0.0185	0.0103	105	0.0185	0.0275	0.009
6	0.0091	0.0204	0.0112	106	0.0204	0.0302	0.0097
7	0.0081	0.0185	0.0103	107	0.0185	0.0275	0.009
8	0.0091	0.0204	0.0112	108	0.0204	0.0302	0.0097
9	0.0043	0.0111	0.0067	109	0.0111	0.0174	0.0063
10	0.0051	0.0126	0.0075	110	0.012	0.0195	0.0068
11	0.0059	0.0142	0.0082	111	0.0142	0.0216	0.0074
12	0.0067	0.0157	0.0090	112	0.0157	0.0238	0.008
13	0.00757	0.0173	0.0097	113	0.0173	0.0259	0.0085
14	0.00757	0.0173	0.0097	114	0.0173	0.0259	0.0085
15	0.0051	0.0126	0.0075	115	0.012	0.0195	0.006
16	0.0059	0.0142	0.0082	116	0.0142	0.0216	0.0074
17	0.0067	0.0157	0.0090	117	0.0157	0.0238	0.008
18	0.0029	0.0083	0.0054	118	0.0083	0.0136	0.0053
19	0.0091	0.0204	0.0112	119	0.0204	0.0302	0.0097
20	0.0043	0.0111	0.0067	120	0.0111	0.0195	0.0084
21	0.0051	0.0126	0.0075	121	0.0126	0.0216	0.009
22	0.0059	0.0142	0.0082	122	0.0142	0.0238	0.0095
23	0.0067	0.0157	0.0090	123	0.0157	0.0259	0.0101
24	0.00757	0.01733	0.0097	124	0.0173	0.0275	0.01022
25	0.0081	0.0185	0.0103	125	0.0185	0.0174	0.0010
$\Delta i_{\max}(\text{zemin})=0.011281$				$\Delta i_{\max}(1.\text{kat})=0.01022$			
$\Delta i_{\max}/h_i=0.00376$				$\Delta i_{\max} / h_i=0.0034$			
$(\Delta i_{\max} / h_i) \leq 0.0035 \cdot R$				$(\Delta i_{\max} / h_i) \leq 0.0035 \cdot R$			
$\Delta i_{\max} / h_i \leq 0.02$ sağlıyor				$(\Delta i_{\max} / h_i) \leq 0.02$ sağlıyor			

Tablo 4.14 1. ve 2. Katta Görelî Kat Ötelemelerinin Sınırlandırılmasına Ait Hesaplar

	1.KAT	2. KAT			2. KAT	3. KAT	
D.n.	Yerdeğiştirme	Yerdeğiştirme	Δdi	D.n.	Yerdeğiştirme	Yerdeğiştirme	Δdi
126	0.0136	0.0178	0.0041	151	0.0178	0.0206	0.0028
127	0.0174	0.0222	0.0048	152	0.0222	0.0253	0.0030
128	0.01368	0.0178	0.0041	153	0.0178	0.0206	0.0028
129	0.01743	0.022	0.0048	154	0.0222	0.0253	0.0030
130	0.02755	0.0342	0.0066	155	0.0342	0.0378	0.0036
131	0.03021	0.0373	0.0071	156	0.0373	0.0411	0.0037
132	0.02755	0.0342	0.0066	157	0.0342	0.0378	0.0036
133	0.0302	0.0373	0.0071	158	0.0373	0.0411	0.0037
134	0.01743	0.0222	0.0048	159	0.0222	0.0253	0.003
135	0.0195	0.0247	0.0052	160	0.0247	0.0279	0.0031
136	0.0216	0.0272	0.0055	161	0.0272	0.0305	0.00329
137	0.0238	0.029	0.0059	162	0.0297	0.0332	0.0034
138	0.0259	0.0323	0.0063	163	0.0323	0.0358	0.0035
139	0.0259	0.0323	0.0063	164	0.032	0.0358	0.0035
140	0.01956	0.0247	0.0052	165	0.0247	0.0279	0.0031
141	0.0216	0.0272	0.0055	166	0.0272	0.0305	0.0032
142	0.0238	0.0297	0.0059	167	0.0297	0.0332	0.0034
143	0.0136	0.0178	0.0041	168	0.0178	0.0206	0.0028
144	0.0302	0.0373	0.0071	169	0.037	0.0411	0.0037
145	0.0195	0.0247	0.0052	170	0.0247	0.0279	0.0031
146	0.0216	0.0272	0.0055	171	0.027	0.0305	0.0032
147	0.0238	0.0297	0.0059	172	0.029	0.0332	0.0034
148	0.0259	0.0323	0.0063	173	0.032	0.0358	0.00353
149	0.0275	0.0342	0.0066	174	0.0342	0.0378	0.0036
150	0.0174	0.0222	0.0048	175	0.0222	0.0253	0.0030
$\Delta imax(2.kat)=0.007151$				$\Delta imax(3.kat)=0.003789$			
$\Delta imax/hi=0.002383667$				$\Delta imax/hi=0.001263$			
$(\Delta imax/hi) \leq (0.0035 \cdot 4)$				$(\Delta imax/hi) \leq (0.0035 \cdot 4)$			
$(\Delta imax/hi) \leq 0.02$ sağlıyor				$(\Delta imax/hi) \leq 0.02$ sağlıyor			

Kontrol sonunda görülüyor ki, bütün katlarda görelî kat ötelemesi sınırlı kalması koşulu sağlanmaktadır. Bu koşulların binanın herhangi bir katında sağlanmaması durumunda, taşıyıcı sistemin rijitliği artırılmalıdır[1].

4.3.5 Süneklik Düzeyi Yüksek Kolonlar' a ait En kesit Koşulları'nın Kontrolü

Dikdörtgen kesitli kolonların en küçük boyutu 250 mm' den ve en kesit alanı 75000 mm² den daha az olmayacaktır. Dairesel kolonların çapı en az 300 mm olacaktır. Kolonun brüt en kesit alanı

$$A_c \geq \frac{N_{d\max}}{0.5 \times f_{ck}} \quad (4.7)$$

koşulunu sağlayacaktır.

Söz konusu binada bodrum kata ait kontrol Tablo 4.15 de verilmiştir.

Tablo 4.15 Bodrum Katta DPRMYN Yüklemesine Göre Kolonlarda En Kesit Kontrolü

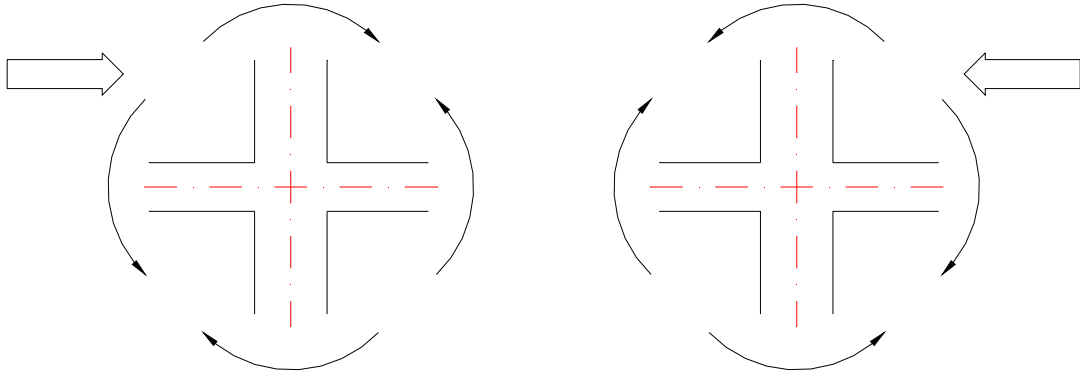
				Bodrum kat		
KOLON	b(m)	h(m)	Ac(m²)	N(kN)	Ac>=	koşul
S116	0.4	0.4	0.16	193.68	0.0129	sağlıyor
S117	0.5	0.45	0.225	1365.27	0.0910	sağlıyor
S119	0.4	0.4	0.16	1410.83	0.0940	sağlıyor
S113	1.6	0.2	0.32	205.74	0.0137	sağlıyor
S114	0.5	0.7	0.35	1780.34	0.1186	sağlıyor
S115	1.6	0.2	0.32	2805.34	0.1870	sağlıyor
S111	0.4	0.5	0.2	318.4	0.0212	sağlıyor
S112	0.45	0.6	0.27	1799.73	0.1199	sağlıyor
S120	0.4	0.5	0.2	1623.5	0.1082	sağlıyor
S109	0.4	0.5	0.2	576.72	0.0384	sağlıyor
S110	0.4	0.5	0.2	1449.47	0.0966	sağlıyor
S106	0.4	0.5	0.2	327.14	0.0218	sağlıyor
S107	0.7	0.7	0.49	2660.73	0.1773	sağlıyor
S108	0.4	0.5	0.2	1685.37	0.1123	sağlıyor
S104	0.35	0.5	0.175	523.55	0.0349	sağlıyor
S105	0.35	0.5	0.175	1201.23	0.0800	sağlıyor
S101	0.4	0.5	0.2	521.11	0.0347	sağlıyor
S102	0.4	0.6	0.24	1887.15	0.1258	sağlıyor
S103	0.4	0.5	0.2	1493.67	0.0995	sağlıyor
S121	1	0.2	0.2	498.37	0.0332	sağlıyor
S122	1	0.2	0.2	1312.89	0.0875	sağlıyor
S123	0.5	0.2	0.1	664.2	0.04428	sağlıyor

Bütün katlara ait en kesit koşullarının sağlanıp sağlanmadığı kontrol edildi. Ve tüm katlarda en kesit koşulunun sağlanmış olduğu görülmüştür[1].

4.3.6 Kolonların Kirişlerden Daha Güçlü Olması Koşulu

Sadece çerçevelerden veya perde ve çerçevelerin birleşiminden oluşan taşıyıcı sistemlerde, her bir kolon-kiriş düğüm noktasına birleşen kolonların taşıma gücü momentlerinin toplamı, o düğüm noktasına birleşen kirişlerin taşıma gücü momentleri toplamından en az %20 daha büyük olacaktır[1].

$$(M_{ra} + M_{r\bar{u}}) \geq 1.2 \times (M_{ri} + M_{rj}) \quad (4.8)$$



Şekil 4.1 Deprem Etkisiyle Kolon-Kiriş Düğüm Noktasında Oluşan Momentler

Buna ait hesaplar Tablo 4.16 de verilmiştir.

Tablo 4.16 Bodrum-Zemin Kat Kolon-Kiriş Birleşim Kesitlerinde Kolonların Kirişlerden Daha Güçlü Olması Koşulu (DPRMYN- Yüklemesi)

kolon	kiris	Mrü	Mra	Mri(sağ)	Mrj	Mra+Mrü	1.2*(Mri+Mrj)	koşul
S116	K152	298.43	185.29	477.35	0	483.72	572.82	sağlamıyor
S117	K152-K153	521.19	323.33	493.35	360.91	844.52	1025.11	sağlamıyor
S119	K153	264.4	163.29	0	445.71	427.69	534.85	sağlamıyor
S113	K116	1206.65	64.49	1246.18	0	1271.14	1495.41	sağlamıyor
S114	K116-K117	1060.67	680.95	1023.27	702.46	1.742	2070.87	sağlamıyor
S115	K117	13.82	1107.27	0	1054.64	1.121	1265.56	sağlamıyor
S111	K113	392.98	270.97	691.35	0	664	829.62	sağlamıyor
S112	K113-K114	713.8	491.34	708.41	468.9	1.205	1412.77	sağlamıyor
S120	K114	331.84	231.77	0	593.86	564	1275.31	sağlamıyor
S109	K109	342.34	250.49	583.91	0	593	700.69	sağlamıyor
S110	K111	206.16	156.4	0	339.1	363	406.92	sağlamıyor
S106	K107	395.26	300.29	705.46	0	696	846.55	sağlamıyor
S107	K107-K108	909.82	719.34	918.65	619.81	1.629	1846.15	sağlamıyor
S108	K108	343.37	266.1	0	633.41	609	760.09	sağlamıyor
S104	K104	295.31	237.91	526.09	0	533	631.30	sağlamıyor
S105	K105	185.23	163.54	0	329.01	349	394.81	sağlamıyor
S101	K101	355.09	293.38	637.46	0	648	764.95	sağlamıyor
S102	K101-K102	280.68	479.15	620.18	374.55	760	1193.67	sağlamıyor
S103	K102	280.68	245.65	0	520.71	526	624.85	sağlamıyor
S121	K132	91.32	74	180.03	0	165	216.03	sağlamıyor
S122	K132-K131	86.47	71.07	167.5	4.4	158	206.28	sağlamıyor
S123	K131	41	33.91	0	90.22	74	108.26	sağlamıyor

BÖLÜM 5

5. SİSMİK İZOLATÖRLER

Mevcut bina, deprem durumunda yetersiz kaldığı için, 2 türlü çözüme gidilebilir. Bunlardan ilki, binanın güçlendirilip yani kesitlerinin büyütülüp rijitliğinin artırılmasıdır. Üst yapının temellerinden, sismik olarak yatay hareket için yalıtılması, yapıya gelen yatay yüklerin ve titreşim enerjisinin azaltılması, depreme dayanıklı yapı tasarımında ikinci bir seçenektir[2].

Bu yapıda etkiyen deprem kuvvetlerinden dolayı, yapının güvenliği açısından, taban yalıtıcısı kullanarak deprem etkilerinin azaltılmasına karar verilmiştir.

Binaya uygulanan taban yalıtıcısı sayesinde, sistem analizi sonunda elde edilen iç kuvvetlerdeki fark Bölüm 6 da sunulmuştur.

5.1 Sismik İzolasyon Kullanımında Amaç

Yapının ve deprem ivmesinin özellikleri dikkate alınarak; yapının rijitliğini azaltarak, periyodunu ve sönümünü artırarak, yapıya daha küçük deprem kuvvetlerinin gelmesini sağlamak ve yapının küçük veya orta şiddetli depremlerdeki hasarının önlenmesi ve şiddetli depremlerdeki hasarının da en aza indirgenmesidir.

Bütün deplasmanların temel ve üst yapı arasında olmasını sağlamak ve sönümleyici elemanın mümkün olduğu kadar deprem enerjisini yutması ve sönümlemesini temin etmektir.

Bu amaçla, yapının dinamik özellikleri değiştirilerek, depremde yapıya gelecek yatay yüklerin azaltılması hedeflenir.

-yapının sönümü artırılırsa yapıya gelen hem ivme hem de ötelenme azalacaktır.

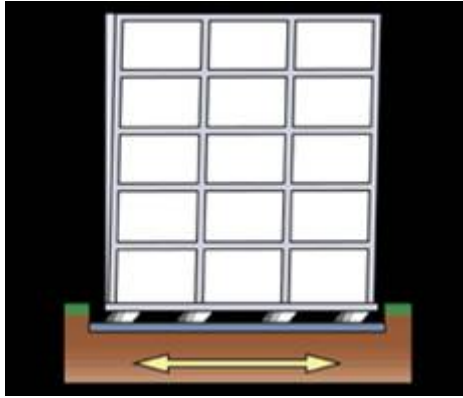
-yapıların şiddetli depremlerde yatay yerdeğiştirmeleri 30-40 cm i geçmemelidir.

-yapının periyodu 2.0-2.5 sn kadar uzatılırsa, deprem kuvvetlerinde önemli bir azalma olacaktır[3].

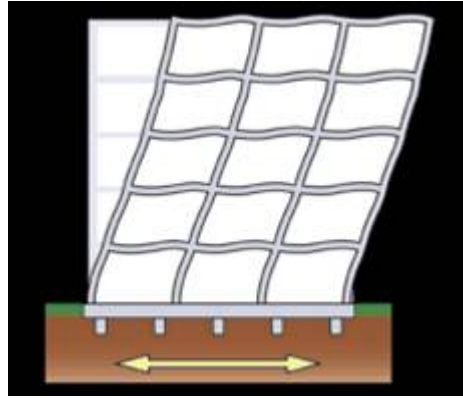
5.2 Sismik Yapı Yalıtımının Sağladığı Avantajlar:

- Yüksek can güvenliği
- Yapının taşıyıcı sistemi ve mimari elemanlarından minimum deprem hasarı
- Şiddetli depremlerden sonra bile hemen kullanım
- Yapının değerli eşya ve cihaz içeriğine etkin koruma
- Yapının tehlikeli içeriğine etkin koruma
- Yapıların operasyona minimum engelleme ile güçlendirilmesi
- Minimum bakım gereksinimi

Normal bir yapıda, deprem sırasında katlar arası farklı deplasmanlardan dolayı, kolon ve kiriş birleşimlerinde hasarlar meydana gelir. Sismik olarak yalıtılmış bir yapıda, katlar arası farklı deplasman, normal bir yapıda olduğundan daha az olacağı için kolon ve kirişlerde zorlanmalar minimum olacaktır [3].



Sismik Olarak Yalıtılmış Yapı



Yalıtılmamış Yapı

Şekil 5.1 Sismik Olarak Yalıtılmış ve Yalıtılmamış Yapıdaki Zorlanmalar

5.3 Sismik Yalıtım Cihazları ve Metotları:

Kauçuk Esaslı Sismik İzolatörler – Rubber Bearings

- Sürtünme Esaslı Sismik İzolatörler – Friction Pendulum Bearings
- Sönümlendirici Cihazlar ;

Viskoz Esaslı Sismik Sönümlendiriciler – Viscous Dampers

Kurşun Çekme Sönümlendiriciler – Lead Extrusion Dampers

Çelik Sönümlendiriciler – Steel Hysteretic Dampers

- Vibrasyon Kontrol Cihazları – Vibration\Structural Control Systems

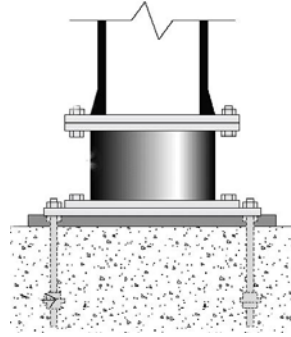
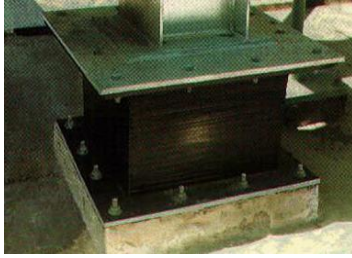
Yukarıda isimleri verilen sismik yalıtım cihazlarından bazılarının şekilleri ve kısaca tanımları şöyledir[3];

5.3.1 Kauçuk Esaslı Sismik İzolatörler – Rubber Bearings:

Yatay birim şekil değiştirmesi ve kayma deformasyonu yüksek olan (%150) doğal kauçuğun içine, rijitlik ve sönüm artışı için karbon siyahı eklenir. Ayrıca dinamik sönümü ve yatay stabilitesini arttırmak amacıyla kurşun çekirdek yerleştirilir.

Kauçuk esaslı sismik izolatörlerde, yatayda her yönde kayma deformasyonu %150'ye yakındır. İzolatör cihazının orijinal pozisyonuna dönmesi düşey yüke ve içindeki çelik levhaların ve kurşun çekirdeğe bağlıdır.

Hesaplanan yatay ve düşey deplasmanları karşılayabilecek kapasitedeki kauçuk esaslı sismik izolatör, taban plakaları yardımıyla kolon altına yerleştirilir[3].



Teknik	Özellikleri:
Kopma Birim Uzama Miktarı :	%425
Emniyetli Uzama Miktarı :	%150
Kesme Dayanımı :	18-20 N/mm ²
Kesme Modülü (G) :	0.4-1.4 N/mm ²
Eşdeğer viskoz sönümü :	%10-%16

Şekil 5.2 Kauçuk Esaslı Sismik İzolatör

5.3.2 Sürtünme Esaslı Sismik İzolatörler – Friction Pendulum Bearings:

Özel metaller kullanılarak iç bükey küresel yüzey üzerinde kayabilen mesnet elemanı, bu yatay hareket sırasında, binayı yükselten bir özelliği olduğundan gelen enerjiyi sönümlemekte ve deprem etkisini %80 oranında azaltmaktadır.

Kolon altına yerleştirilen sürtünme esaslı sismik izolatör, iç bükey %5'lik sürtünmeli yüzeyi sayesinde tabandan gelen deprem yüklerinin yapıya %5'lik kısmını aktarır. Deprem enerjisini içbükey kısım, sarkaç prensibine dayanarak yapının ağırlığını kullanarak sönümler[3].





Şekil 5.3 Sürtünme Esaslı Sismik İzolatör

5.3.3 Enerji Sönümlendirici Cihazlar – *Viscous Dampers* :

Yapıda yatay hareketleri minimuma indirmek ve yatay deprem enerjisini absorbe etmek veya sönümlenmek amacıyla kullanılan bu sistem, yatay rijitlik sağlaması gereken akslara yerleştirilir. Hidrolik esaslı sıvıların sıkışması prensibine dayanarak çalışan cihazlar, yatay yükleri lineer olmayan bir mantıkla sönümledikleri için rijit bağlantılardan daha kullanışlı ve elverişlidir.

Sönümlendirme cihazı, yatay yerdeğiştirmeleri, içindeki viskoz sıvı ile sönümlendirmeye, absorbe etmeye çalışır. Tekrarlı dinamik yükler altında, rijit birleşimli sistemlerden daha elverişli bir çözümdür[3].



Şekil 5.4 Enerji Sönümlendirici Cihaz

BÖLÜM 6

6. SİSMİK OLARAK YALITILMIŞ YAPIDA İÇ KUVVETLERDE OLUŞAN DEĞİŞİM

6.1 Yay Sabiti Hesabı

Önceki bölümlerde ele alınan ve artık hastane olarak kullanılacak yapının deprem yönetmeliğine göre kontrolü yapılmış ve bazı kontrollerde yetersiz bulunmuştur.

Bu bölümde, sismik izolatör kullanımı sonunda yapı periyodunda ve iç kuvvetlerdeki değişim irdelenecektir.

Öncelikle, sismik izolatör kullanımı için temelde yay kullanıldığı için her bir kolon altına yerleştirilen yaya ait yay sabiti hesabı şu şekilde yapılmıştır.

Binaya ait periyot ve boyutsuz etkin kütle katılım oranı;

Tablo 6.1 Periyot ve Etkin Kütle Katılım Oranları

TABLE: Modal Participating Mass Ratios					
OutputCase	StepType	StepNum	Period	UX	UY
Text	Text	Unitless	Sec	Unitless	Unitless
MODAL	Mode	1	0.490724	0.000053	0.84819
MODAL	Mode	2	0.465212	0.42464	0.000047
MODAL	Mode	3	0.429424	0.40216	0.00035
MODAL	Mode	4	0.162132	0.000029	0.09907
MODAL	Mode	5	0.153623	0.04018	0.00039
MODAL	Mode	6	0.135681	0.0692	0.000054
MODAL	Mode	7	0.096496	0.00015	0.03288
MODAL	Mode	8	0.091607	0.01099	0.00091
MODAL	Mode	9	0.075182	0.02964	0.000019
MODAL	Mode	10	0.070343	0.00023	0.01292
MODAL	Mode	11	0.067081	0.00397	0.0012
MODAL	Mode	12	0.058431	0.00014	0.00321
MODAL	Mode	13	0.055917	0.00093	0.00074
MODAL	Mode	14	0.051182	0.0138	0.0000093
MODAL	Mode	15	0.04065	0.00391	0.0000027

$$T_1=0.49 \text{ sn}$$

$$M_1=0.84819M$$

Bu duruma ait rijitliği ifade eden k_1 ;

$$k_1 = \left(\frac{2 \times \Pi}{T_1} \right)^2 \times M_1 \quad (6.1)$$

$$k_1 = \left(\frac{2 \times \Pi}{0.49} \right)^2 \times 0.84819 \times \left(\frac{17987.5}{9.81} \right) = 255718.72 \text{ kN/m}$$

İlk duruma ait $S(T)$ değeri 2.5 idi. Bunu 1/4 oranında azaltmak amacı ile yapıda oluşması gereken yeni T (periyot) hesabı;

$$2.5 \left(\frac{T_B}{T} \right)^{0.8} = \frac{2.5}{4} \quad (T_B=0.6 \text{ sn idi}) \quad (6.2)$$

$$T=3.39 \text{ sn}$$

Yani sismik izolatör kullandıktan sonra, yapıda oluşması gereken yeni periyot, 3.39 sn olması gerekmektedir.

Bu periyoda ait eşdeğer rijitlik;

$$k = \left(\frac{2 \times \Pi}{T_1} \right)^2 \times M = \left(\frac{2 \times \Pi}{3.39} \right)^2 \times \left(\frac{17987.5}{9.81} \right) = 6298.86 \text{ kN/m}$$

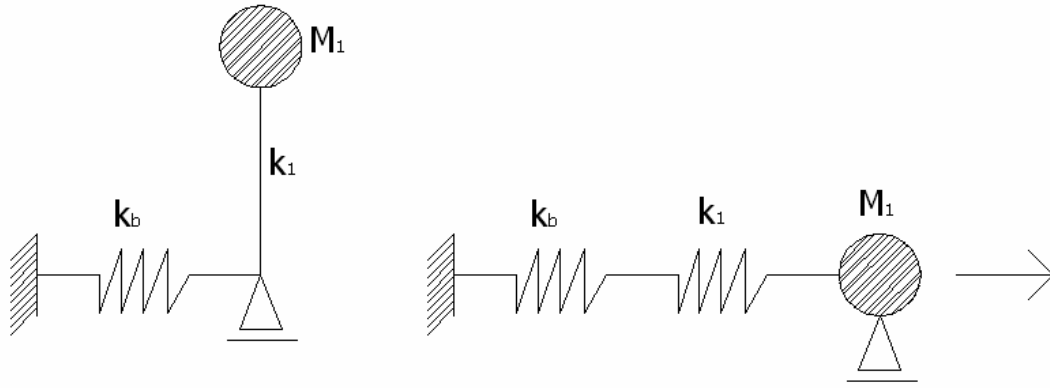
Temelde bütün kolonların altına koyulması gereken yaya ait yay rijitliği;

$$\frac{1}{k_b} = \frac{1}{k} - \frac{1}{k_1} \quad (6.3)$$

$$\frac{1}{k_b} = \frac{1}{6298.86} - \frac{1}{255718.72}$$

$$k_b = 6457.93 \text{ kN/m}$$

$$k_{bi} = \frac{6457.93}{22} = 295 \text{ kN/m olarak bulunmuştur[4]. (22=kolon sayısı)}$$



Şekil 6.1 Tabanı Yalıtılmış Yapının En Basit Modeli



Şekil 6.2 Kauçuk Esaslı Sismik İzolatör

6.2 Yapıda Oluşan İç Kuvvetlerdeki Değişim

Kolonların altına, her birinin rijitliği 295 kN/m olan yaylar atandıktan sonra sap2000 v.9.01 analiz programı tarafından da elde edilen periyot 3.42 sn olarak, yapılan hesap doğrulanarak elde edilmiştir.

Tablo 6.2 Sismik Olarak Yalıtılmış Yapıda Modal Periyot ve Frekanslar

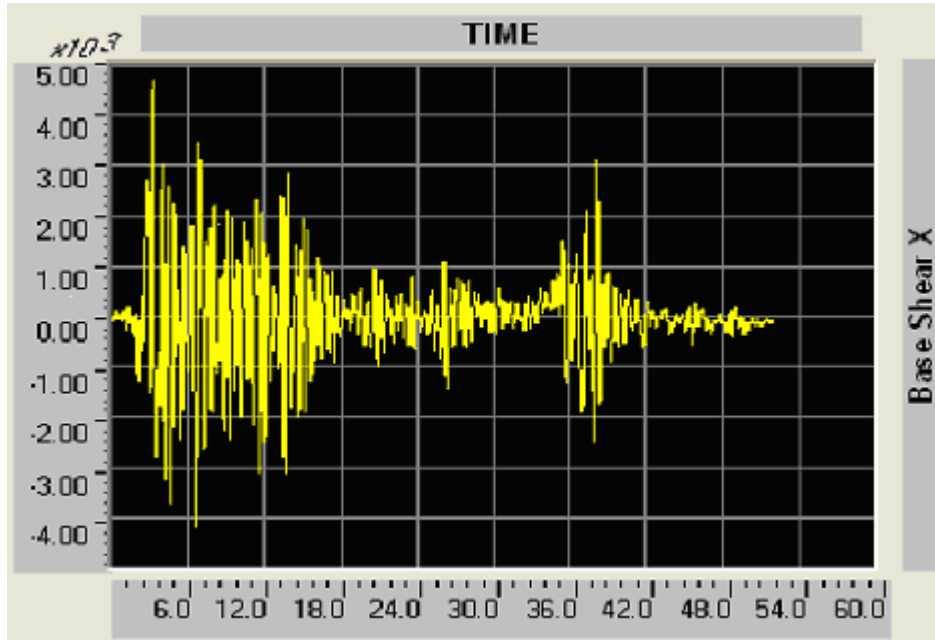
Modal Periyotlar ve Frekanslar					
			Periyot sn	Frekans 1/sn	Dairesel frekans rad/sn
MODAL	Mode	1	3.42475	0.29199	1.8346
MODAL	Mode	2	3.387829	0.29517	1.8546
MODAL	Mode	3	2.066251	0.48397	3.0409
MODAL	Mode	4	0.233633	4.2802	26.893
MODAL	Mode	5	0.221197	4.5209	28.405
MODAL	Mode	6	0.209937	4.7633	29.929
MODAL	Mode	7	0.114295	8.7493	54.973
MODAL	Mode	8	0.107817	9.2749	58.276
MODAL	Mode	9	0.095324	10.491	65.914
MODAL	Mode	10	0.076315	13.104	82.332

MODAL	Mode	11	0.072395	13.813	86.791
MODAL	Mode	12	0.059833	16.713	105.01
MODAL	Mode	13	0.057909	17.268	108.5
MODAL	Mode	14	0.057174	17.49	109.9
MODAL	Mode	15	0.042158	23.721	149.04

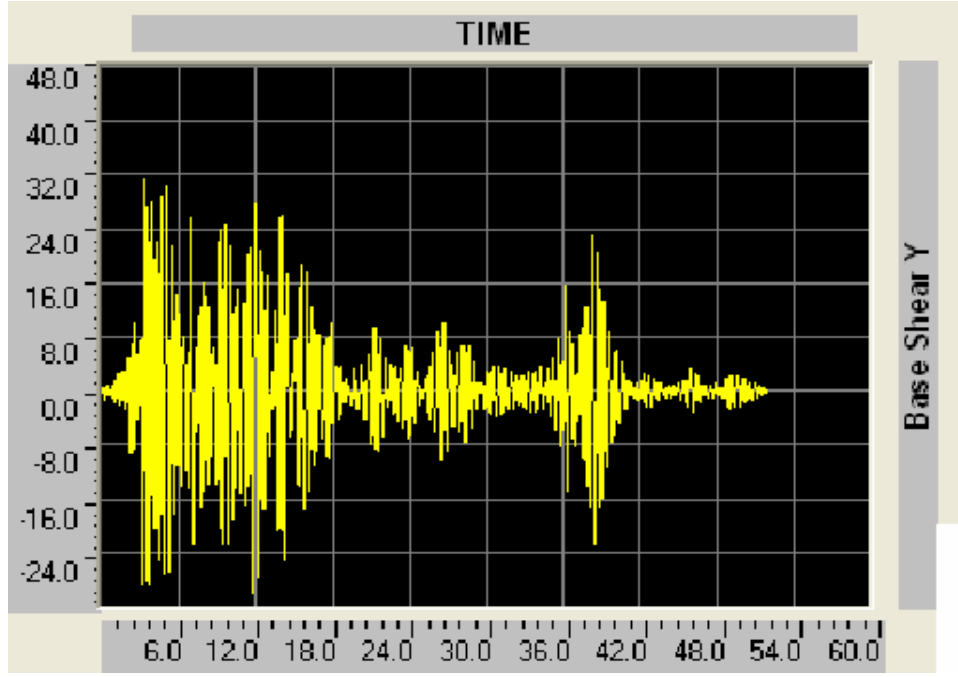
Sismik izolatör kullanımına ait ilk örnekte; 17 Ağustos 1999 Kocaeli depremine ait kuzey - güney yönündeki ivme kayıtlarını, ikinci örnekte; 13 Mart 1992 Erzincan depremine ait doğu-batı ivme kayıtlarını ve son olarak ise 18 Mayıs 1940 El Centro depremine ait kuzey-güney yönünde ivme kayıtları kullanılmıştır[5]. Taban kesme kuvvetlerinin ve tabanda oluşan burulma momenti ve 2 depreme ait devrilme momentlerinin zamana bağlı değişimleri, zaman tanım aralık analizi sonuçlarına göre, taban yalıtıcısı kullanımından önce ve sonraki haller olarak aşağıda verilmiştir.

6.2.1 Kocaeli Depremi (17 Ağustos 1999)

Yalıtılmamış yapıda, depremin x yönünde etkimesi halinde taban kesme kuvvetlerinin zamana bağlı değişimi;

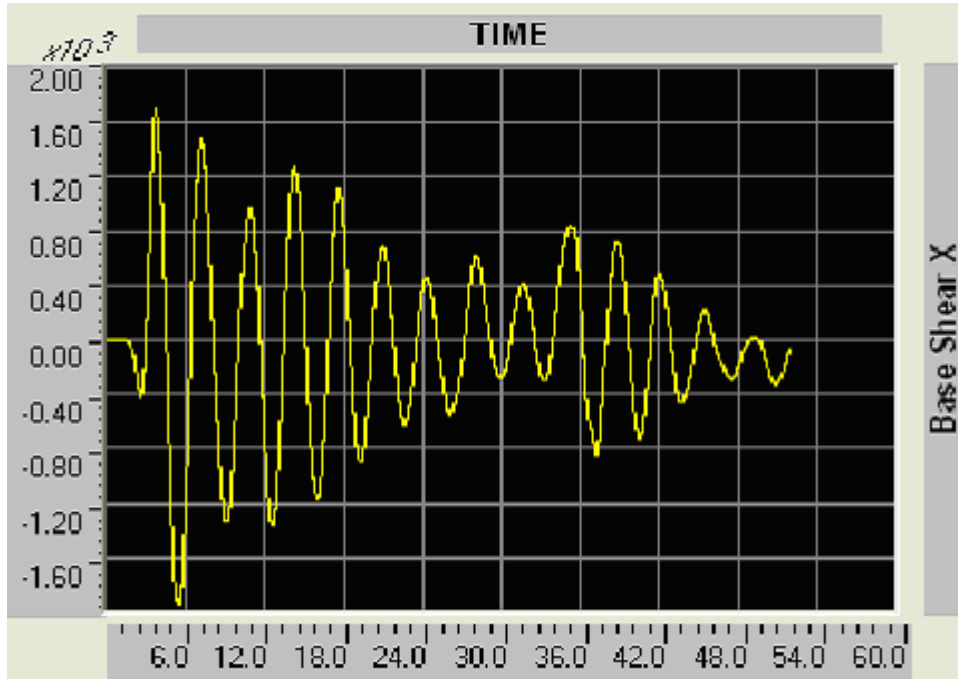


Şekil 6.3 Yalıtılmamış Yapıda x Yönünde Taban Kesme Kuvvetlerinin Zamana Göre Değişimi (Kocaeli Depremi)

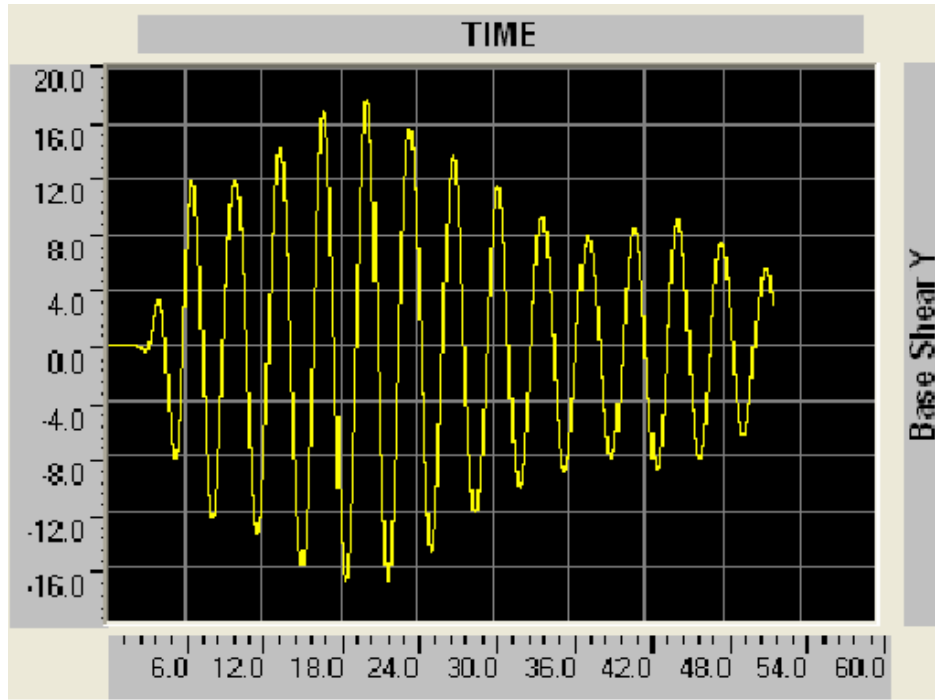


Şekil 6.4 Yalıtılmamış Yapıda y Yönünde Taban Kesme Kuvvetlerinin Zamana Göre Değişimi (Kocaeli Depremi)

Sismik olarak yalıtılmış yapıda, depremin x yönünde etkimesi halinde taban kesme kuvvetlerinin zamana bağlı değişimi;

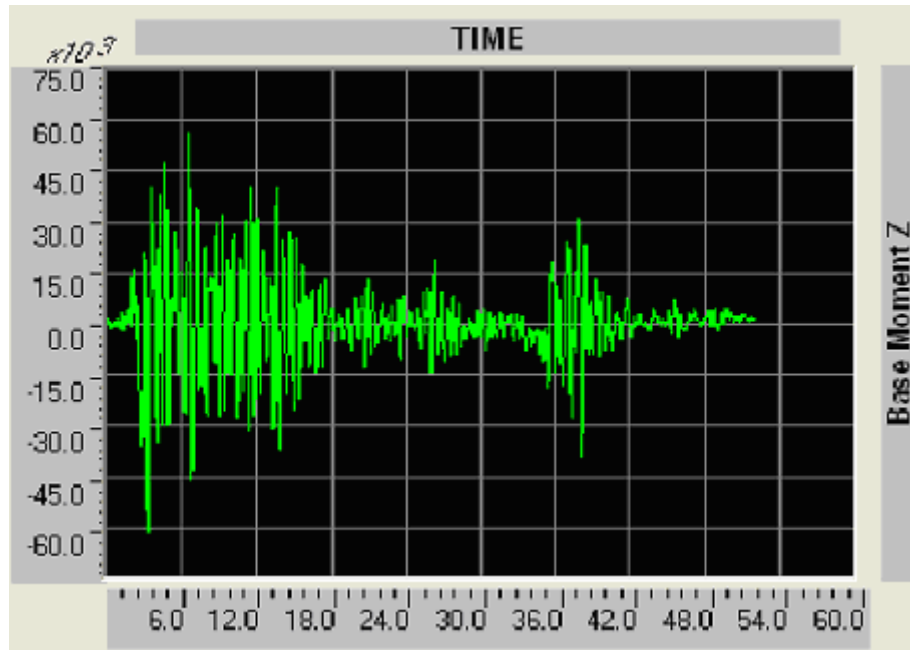


Şekil 6.5 Sismik Olarak Yalıtılmış Yapıda x Yönünde Taban Kesme Kuvvetlerinin Zamanla Değişimi (Kocaeli Depremi)



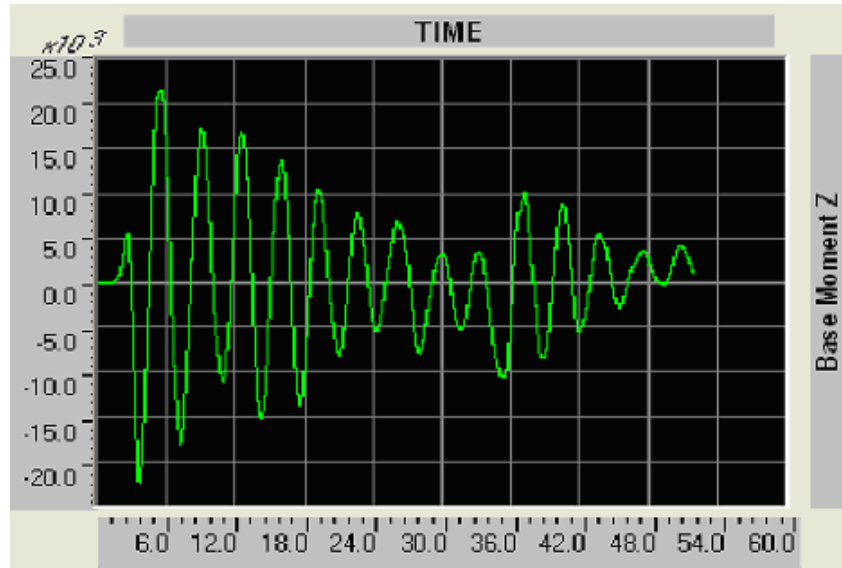
Şekil 6.6 Sismik Olarak Yalıtılmış Yapıda y Yönünde Taban Kesme Kuvvetlerinin Zamanla Değişimi (Kocaeli Depremi)

Yalıtılmamış yapıda, tabanda oluşan burulma momentinin zamana bağlı değişimi;



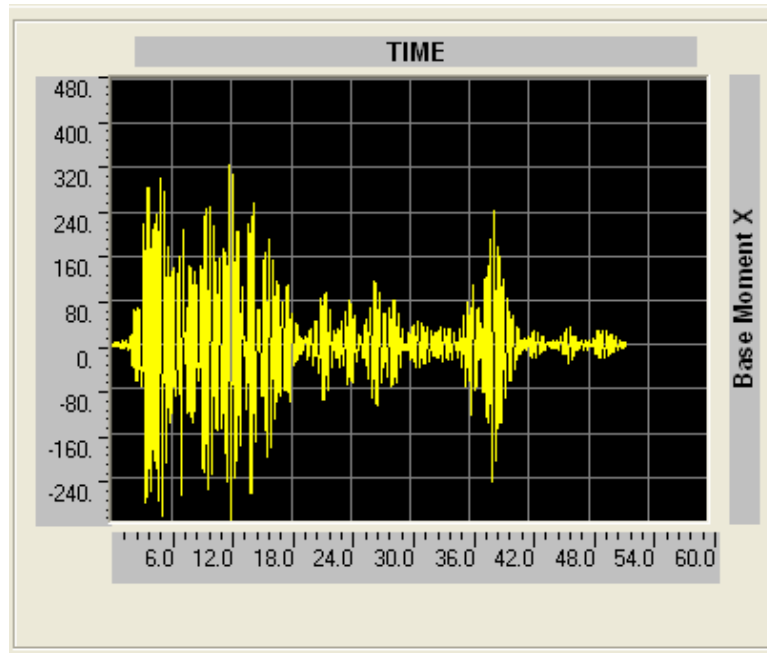
Şekil 6.7 Yalıtılmamış Yapıda Tabanda Oluşan Burulma Momentinin Zamanla Değişimi (Kocaeli Depremi)

Sismik olarak yalıtılmış yapıda, tabanda oluşan burulma momentinin zamana bağlı değişimi;

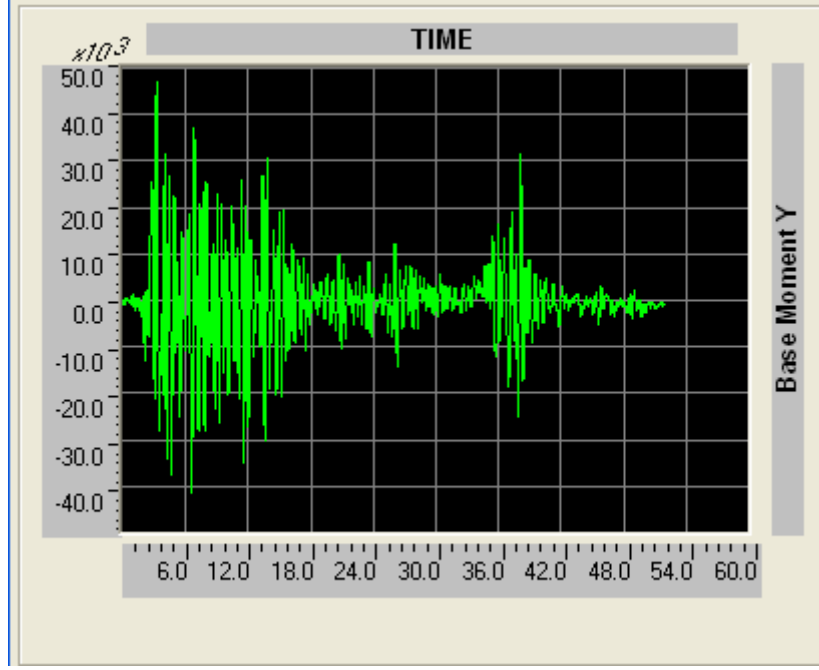


Şekil 6.8 Sismik Olarak Yalıtılmış Yapıda Tabanda Oluşan Burulma Momentinin Zamanla Değişimi (Kocaeli Depremi)

Yalıtılmamış yapıda, tabanda oluşan M_x ve M_y devrilme momentlerinin zamana bağlı değişimi;

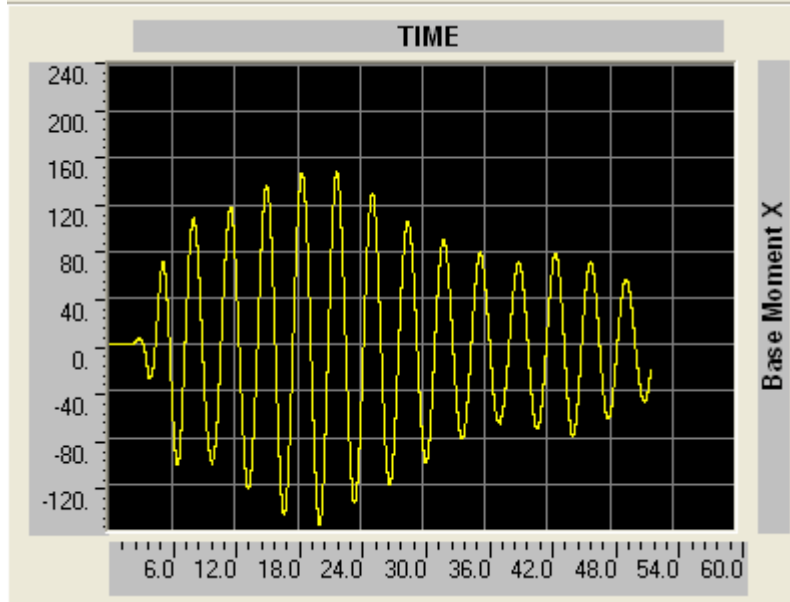


Şekil 6.9 Yalıtılmamış Yapıda x Yönünde Devrilme Momentinin Zamanla Değişimi (Kocaeli Depremi)

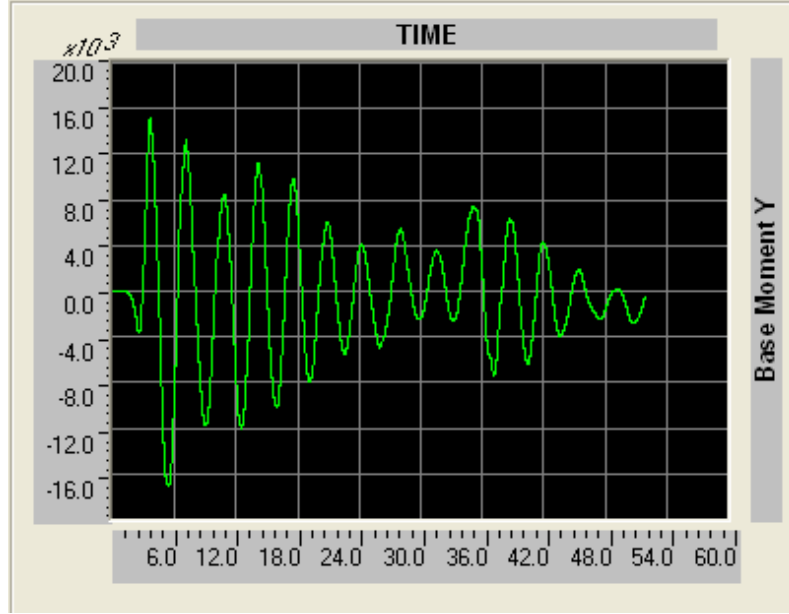


Şekil 6.10 Yalıtılmamış Yapıda y Yönünde Devrilme Momentinin Zamanla Değişimi (Kocaeli Depremi)

Sismik olarak yalıtılmış yapıda, tabanda oluşan M_x ve M_y devrilme momentlerinin zamana bağlı değişimi;



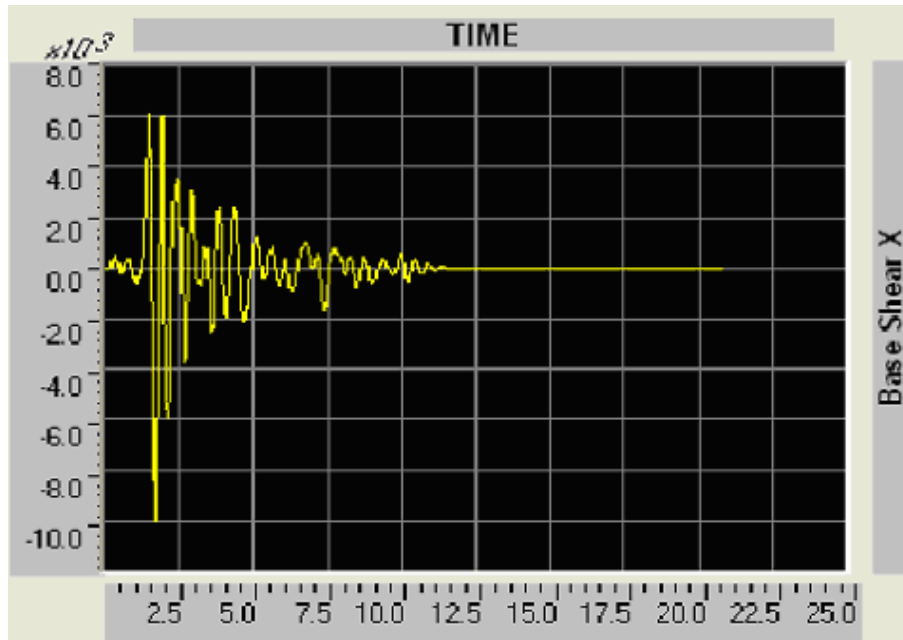
Şekil 6.11 Sismik Olarak Yalıtılmış Yapıda x Yönünde Devrilme Momentinin Zamanla Değişimi (Kocaeli Depremi)



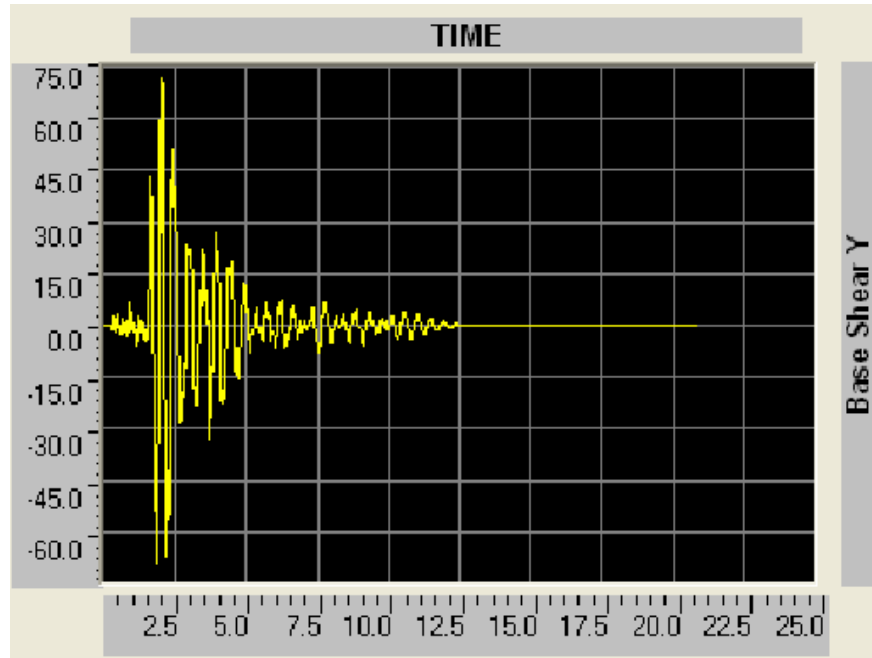
Şekil 6.12 Sismik Olarak Yalıtılmış Yapıda y Yönünde Devrilme Momentinin Zamanla Değişimi (Kocaeli Depremi)

6.2.2 Erzincan Depremi (13 Mart 1992)

Yalıtılmamış yapıda, depremin x yönünde etkimesi halinde taban kesme kuvvetlerinin zamana bağlı değişimi;

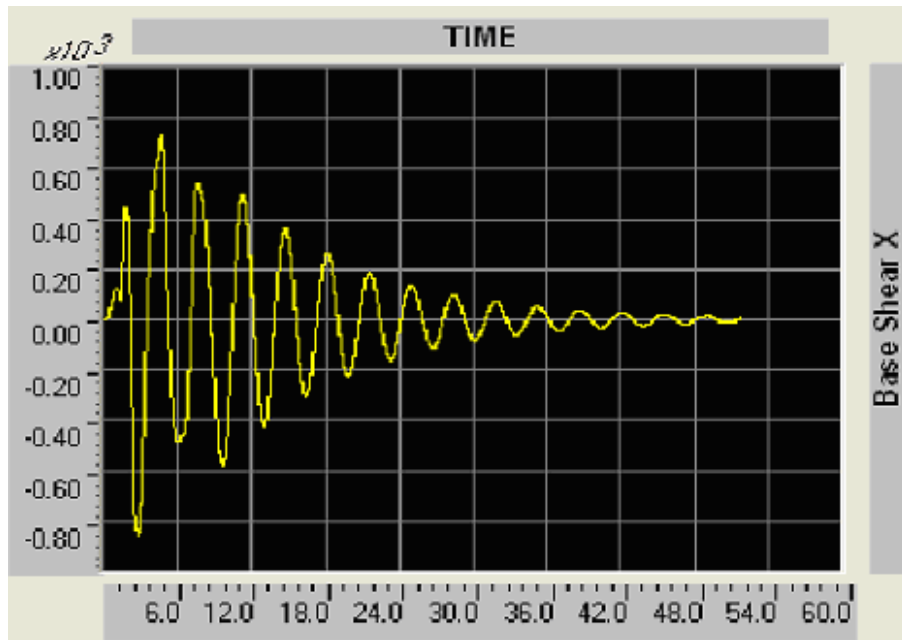


Şekil 6.13 Yalıtılmamış Yapıda x Yönünde Taban Kesme Kuvvetlerinin Zamana Göre Değişimi (Erzincan Depremi)

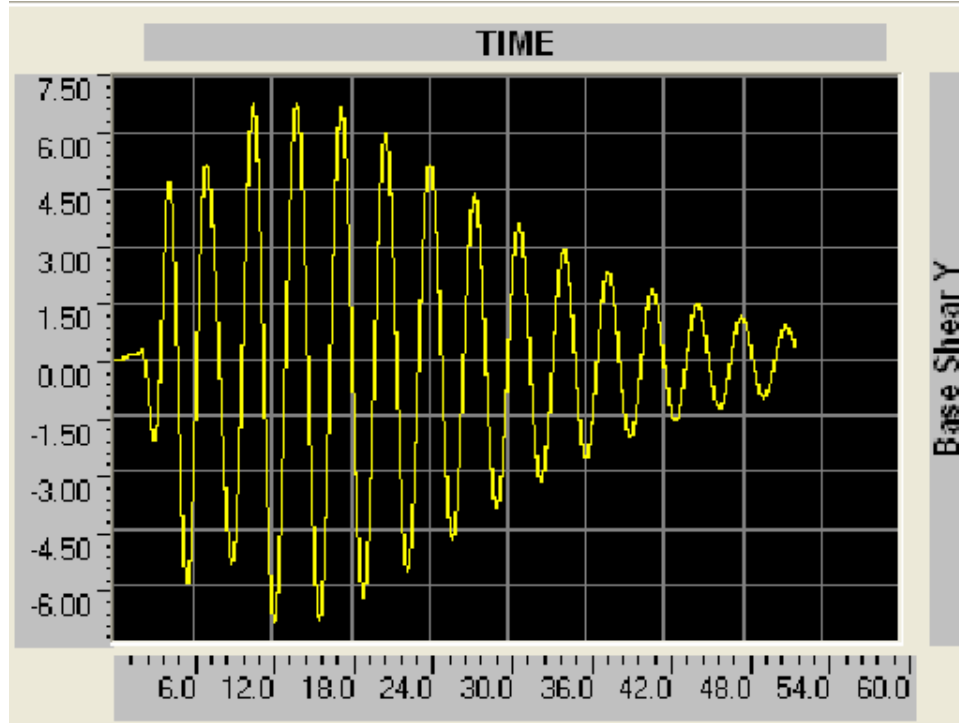


Şekil 6.14 Yalıtılmamış Yapıda y Yönünde Taban Kesme Kuvvetlerinin Zamana Göre Değişimi (Erzincan Depremi)

Sismik olarak yalıtılmış yapıda, depremin x yönünde etkimesi halinde taban kesme kuvvetlerinin zamana bağlı değişimi;

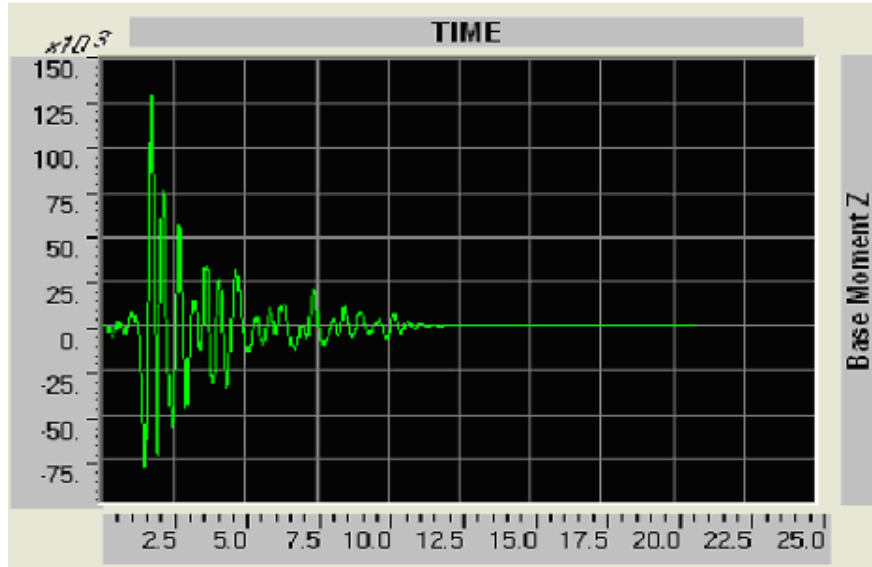


Şekil 6.15 Sismik Olarak Yalıtılmış Yapıda x Yönünde Taban Kesme Kuvvetlerinin Zamana Göre Değişimi (Erzincan Depremi)



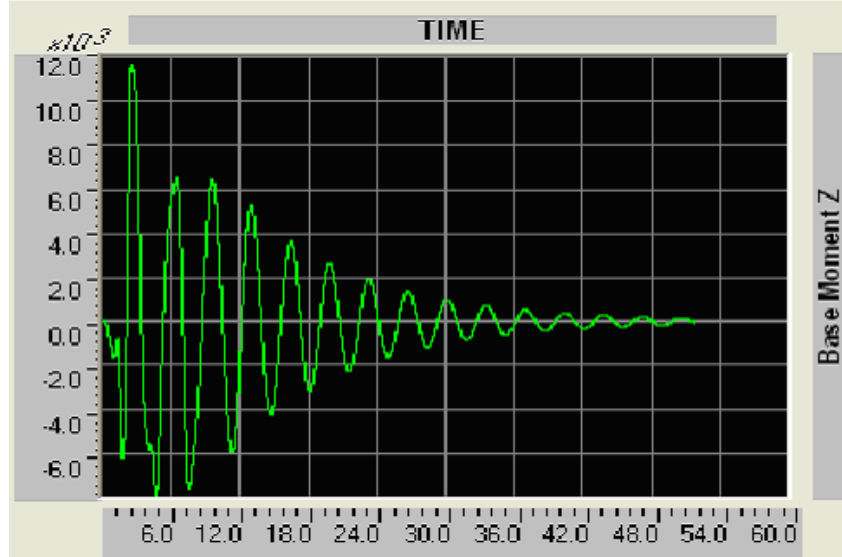
Şekil 6.16 Sismik Olarak Yalıtılmış Yapıda y Yönünde Taban Kesme Kuvvetlerinin Zamana Göre Değişimi (Erzincan Depremi)

Yalıtılmamış yapıda, tabanda oluşan burulma momentinin zamana bağlı değişimi;



Şekil 6.17 Yalıtılmamış Yapıda Tabanda Oluşan Burulma Momentinin Zamanla Değişimi (Erzincan Depremi)

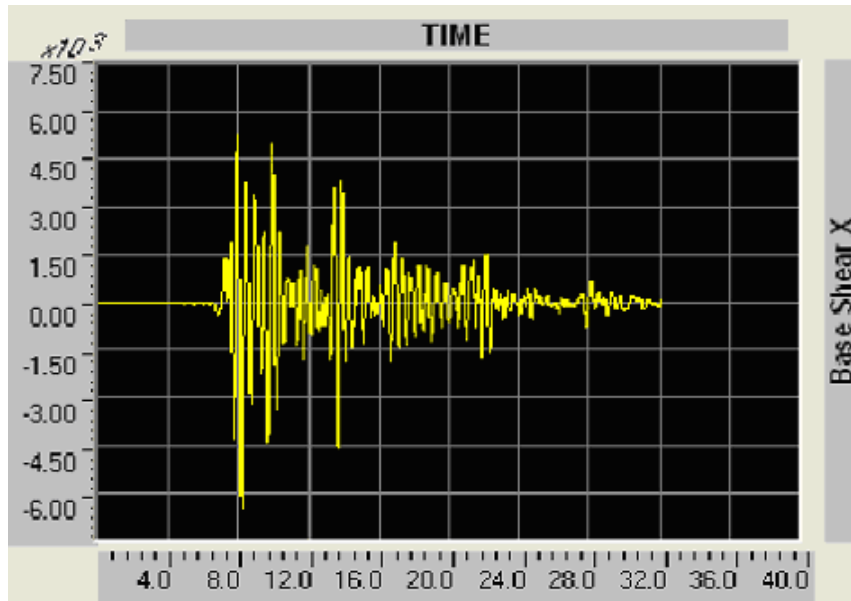
Sismik olarak yalıtılmış yapıda, tabanda oluşan burulma momentinin zamana bağlı değişimi;



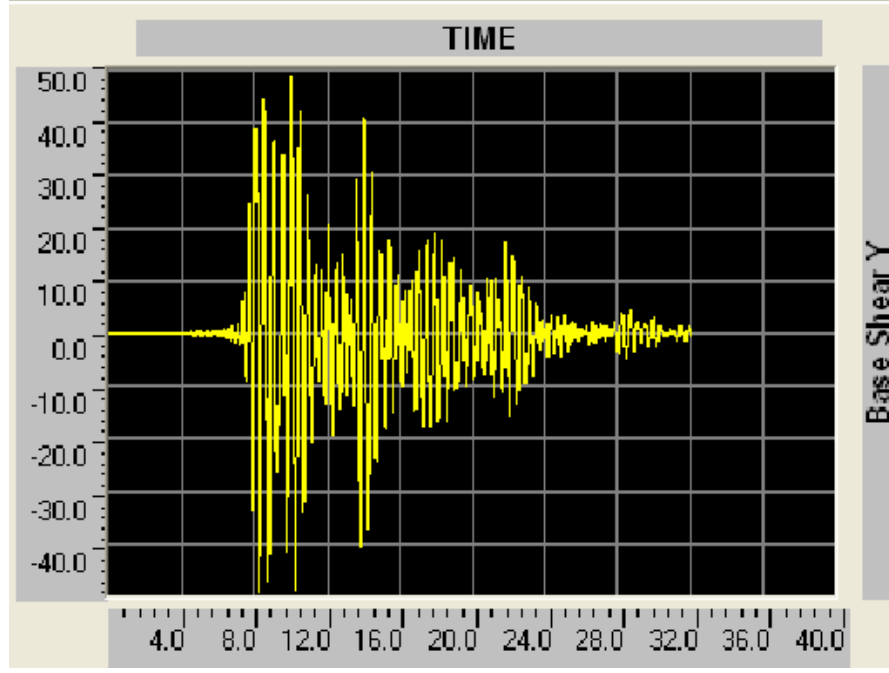
Şekil 6.18 Sismik Olarak Yalıtılmış Yapıda Tabanda Oluşan Burulma Momentinin Zamanla Değişimi (Erzincan Depremi)

6.2.3 El Centro Depremi (18 Mayıs 1940)

Yalıtılmamış yapıda, depremin x yönünde etkimesi halinde taban kesme kuvvetlerinin zamana bağlı değişimi;

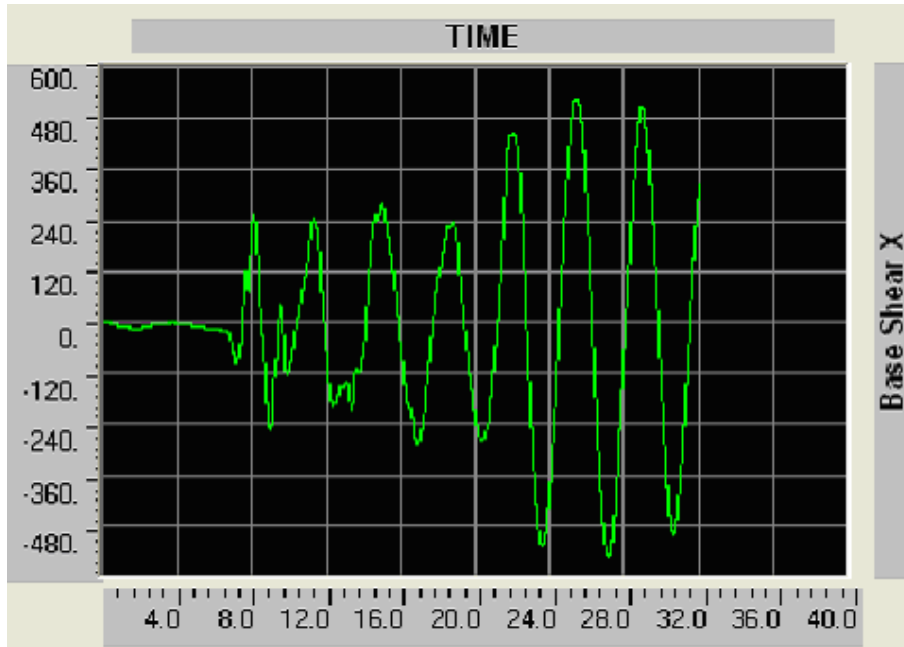


Şekil 6.19 Yalıtılmamış Yapıda x Yönünde Taban Kesme Kuvvetlerinin Zamana Göre Değişimi (El Centro Depremi)

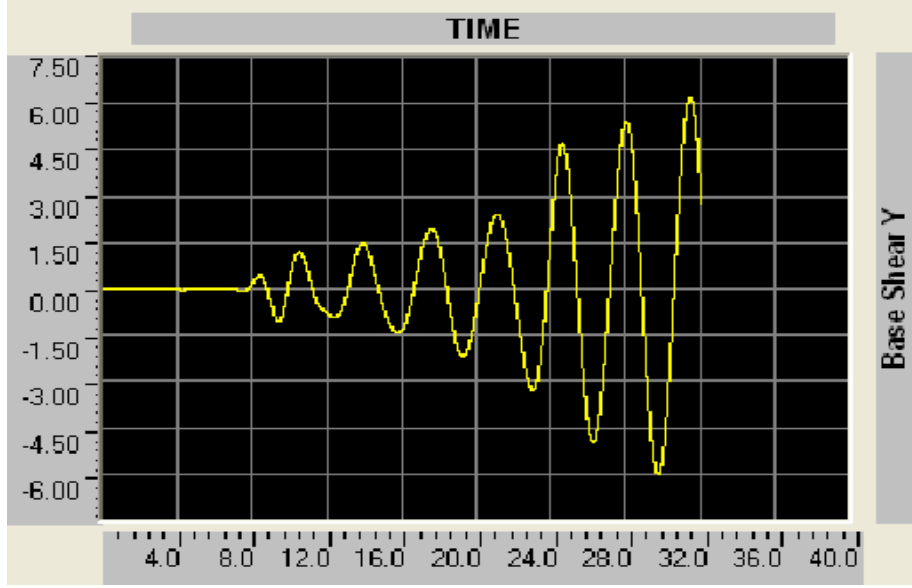


Şekil 6.20 Yalıtılmamış Yapıda y Yönünde Taban Kesme Kuvvetlerinin Zamana Göre Değişimi (El Centro Depremi)

Sismik olarak yalıtılmış yapıda, depremin x yönünde etkimesi halinde taban kesme kuvvetlerinin zamana bağlı değişimi;

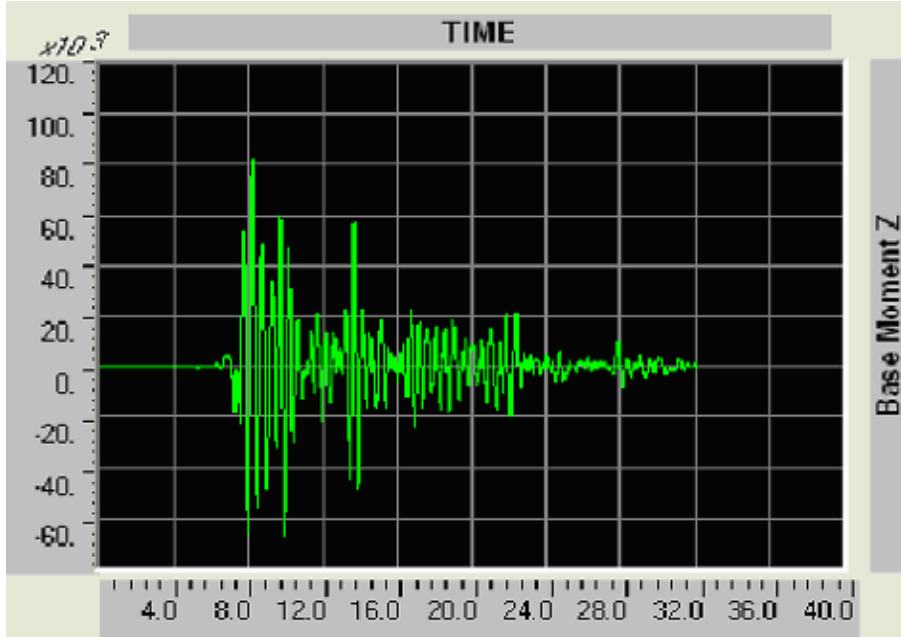


Şekil 6.21 Sismik Olarak Yalıtılmış Yapıda x Yönünde Taban Kesme Kuvvetlerinin Zamana Göre Değişimi (El Centro Depremi)



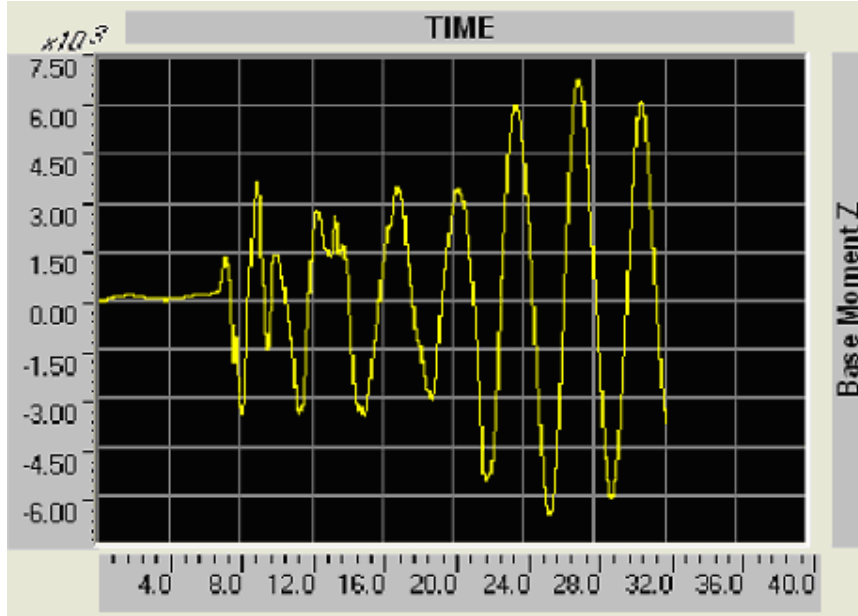
Şekil 6.22 Sismik Olarak Yalıtılmış Yapıda y Yönünde Taban Kesme Kuvvetlerinin Zamana Göre Değişimi (El Centro Depremi)

Yalıtılmamış yapıda, tabanda oluşan burulma momentinin zamana bağlı değişimi;



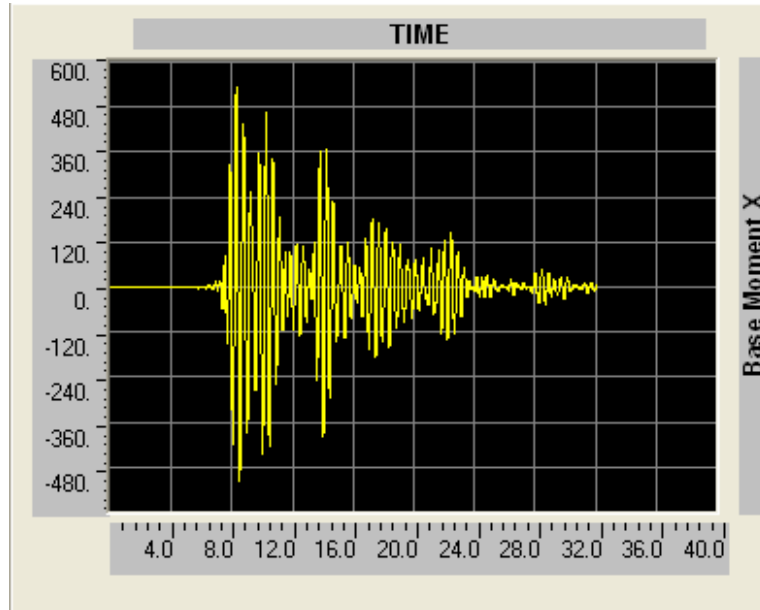
Şekil 6.23 Yalıtılmamış Yapıda Tabanda Oluşan Burulma momentinin Zamanla Değişimi (El Centro Depremi)

Sismik olarak yalıtılmış yapıda, tabanda oluşan burulma momentinin zamana bağlı değişimi;

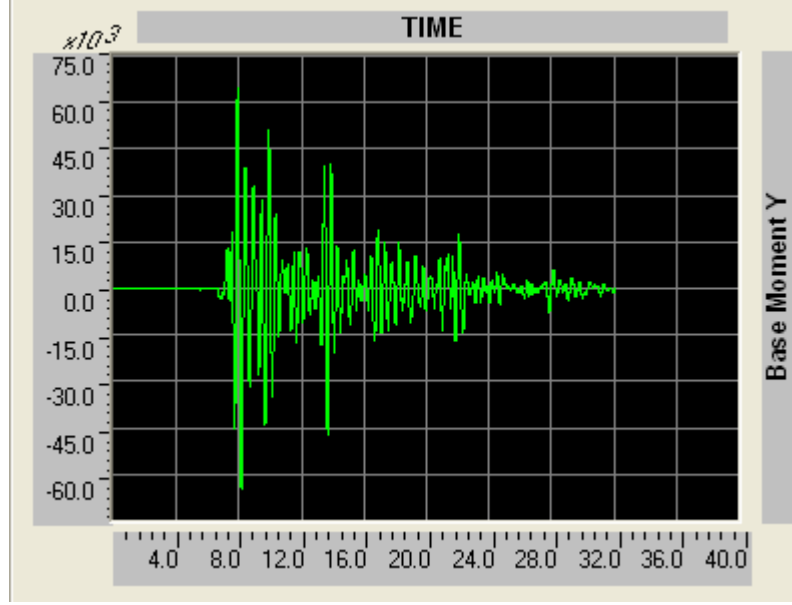


Şekil 6.24 Sismik Olarak Yalıtılmış Yapıda Tabanda Oluşan Burulma Momentinin Zamanla Değişimi (El Centro Depremi)

Yalıtılmamış yapıda, tabanda oluşan M_x ve M_y devrilme momentlerinin zamana bağlı değişimi;

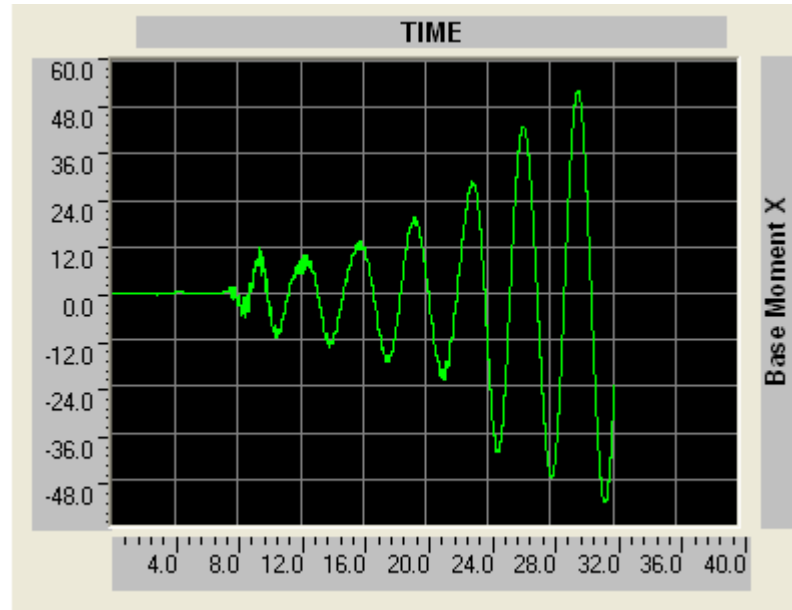


Şekil 6.25 Yalıtılmamış Yapıda x Yönünde Devrilme Momentinin Zamanla Değişimi (El Centro Depremi)



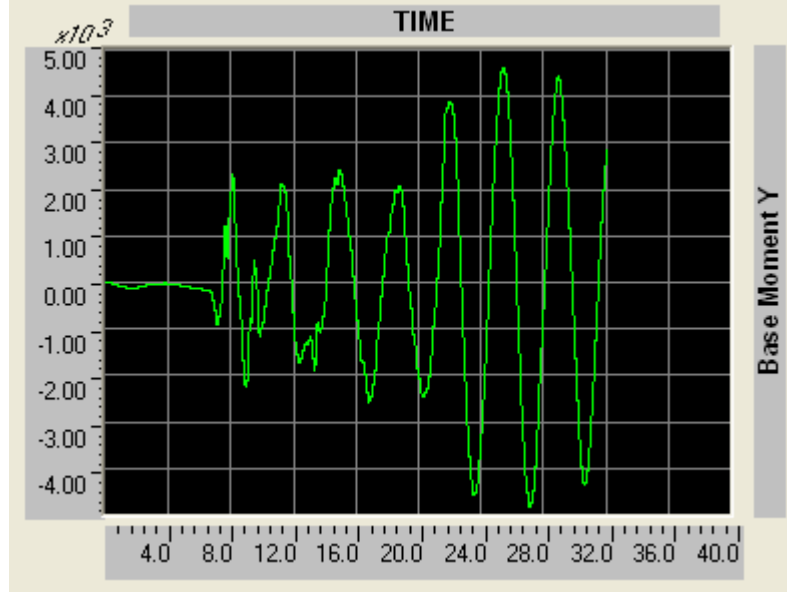
Şekil 6.26 Yalıtılmamış Yapıda y Yönünde Devrilme Momentinin Zamanla Değişimi (El Centro Depremi)

Sismik olarak yalıtılmış yapıda, tabanda oluşan Mx devrilme momentinin zamana bağlı değişimi;



Şekil 6.27 Sismik Olarak Yalıtılmış Yapıda x Yönünde Devrilme Momentinin Zamanla Değişimi (El Centro Depremi)

Sismik olarak yalıtılmış yapıda, tabanda oluşan My devrilme momentinin zamana bağlı değişimi;



Şekil 6.28 Sismik Olarak Yalıtılmış Yapıda y Yönünde Devrilme Momentinin Zamanla Değişimi (El Centro Depremi)

Bu grafiklerde dikkat çeken noktalardan bir tanesi sismik olarak yalıtılmamış yapıya ait zaman tanım alanındaki çözümlerde, birim zaman içerisindeki titreşim sayısının, sismik olarak yalıtılmış yapılardaki titreşim sayısından çok daha fazla sayıda olmasıdır.

Bu durum yalıtılmış yapının periyodunun önemli ölçüde uzaması ile açıklanabilir.

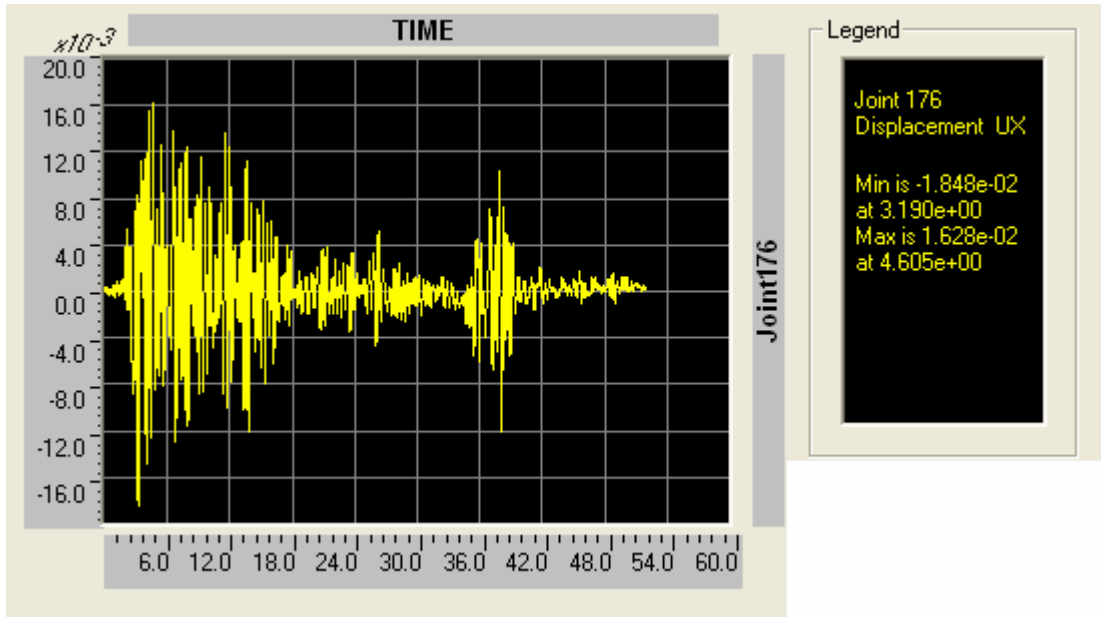
İkinci bir nokta ise aynı çözümlere ait yerdeğiştirme ve taban kesme kuvveti grafiklerindeki değişimdir. Bu ise temelde yalıtılmış yapının rijitliğinin önemli ölçüde azalması ile açıklanabilir.

6.3 Taban Yalıtıcısı Kullandıktan Sonra Elde Edilen Yerdeğiştirmeler

Taban kesme kuvvetleri, burulma momentleri ve devrilme momentlerinin zamanla değişimine ait grafiklerinin ardından, 3 büyük depreme ait temelde ve en üst katta oluşan yerdeğiştirmeleri gösteren grafikler de aşağıdaki gibidir;

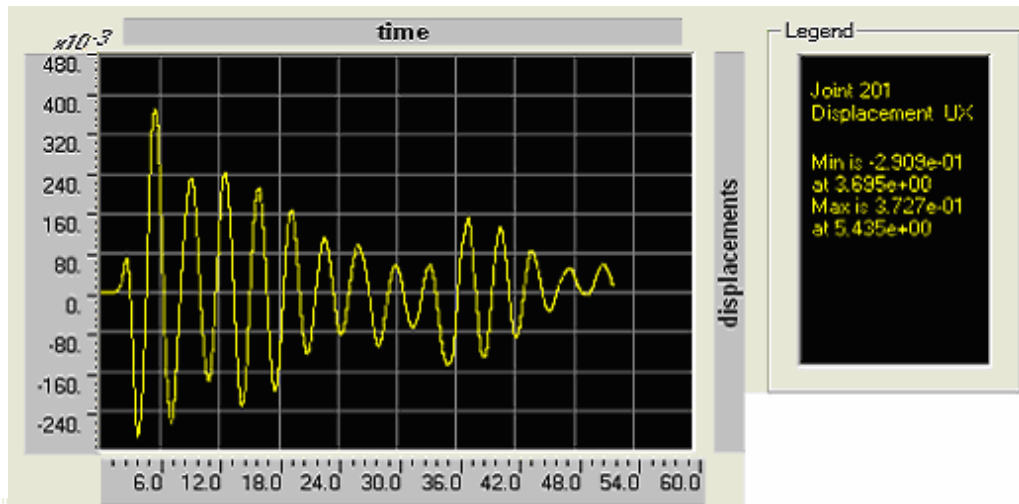
I-Kocaeli Depremi;

Sismik olarak yalıtılmamış yapıda, en üst katta oluşan yerdeğiştirmelerin zamana göre değişimi;

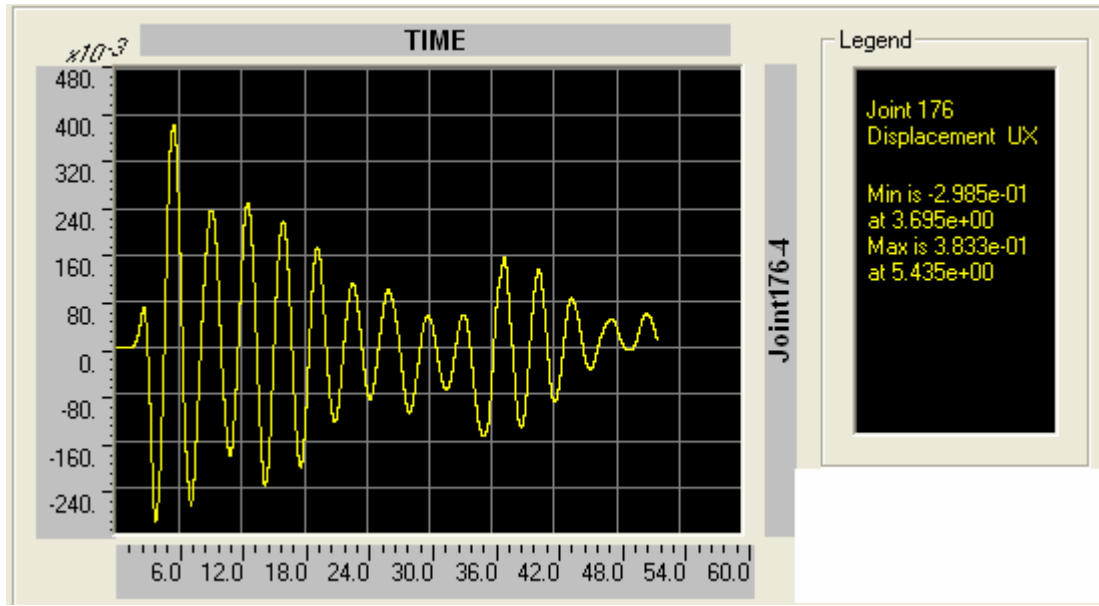


Şekil 6.29 Sismik Olarak Yalıtılmamış Yapıda En Üst Katta Oluşan Yerdeğiştirmelerin Zamana Göre Değişimi(Kocaeli Depremi)

Sismik olarak yalıtılmış yapıda tabanda ve en üst katta oluşan yer değiştirmelerin zamana göre değişimi;



Şekil 6.30 Sismik Olarak Yalıtılmış Yapıda Tabanda Oluşan Yerdeğiştirmelerin Zamana Göre Değişimi (Kocaeli Depremi)



Şekil 6.31 Sismik Olarak Yalıtılmış Yapıda En Üst Katta Oluşan Yerdeğiştirmelerin Zamana Göre Değişimi (Kocaeli Depremi)

Bodrum katta toplam kesme kuvvetinin değeri 1954.6 kN dur. Bulunan yerdeğiştirme değerlerinin elde yapılan sayısal hesaplamalarla kontrolü;

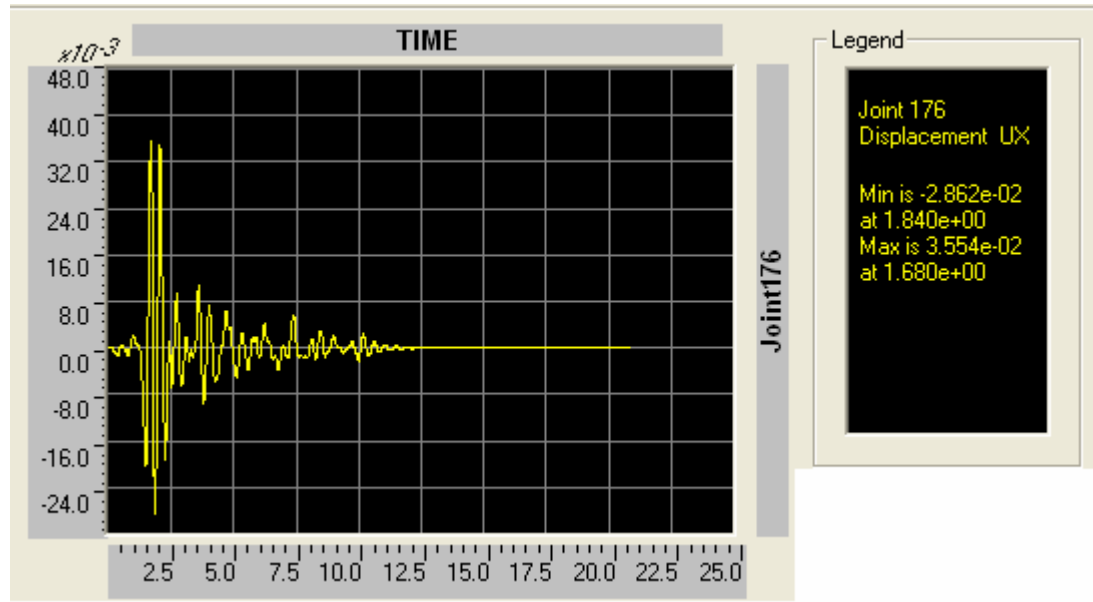
Yerdeğiştirmeyi ifade eden δ ;

$$\delta = \frac{F}{k}$$

$$\text{Kocaeli Depremi; } \delta = \frac{1954.6}{295 \times 22} = 0.3 \text{ m}$$

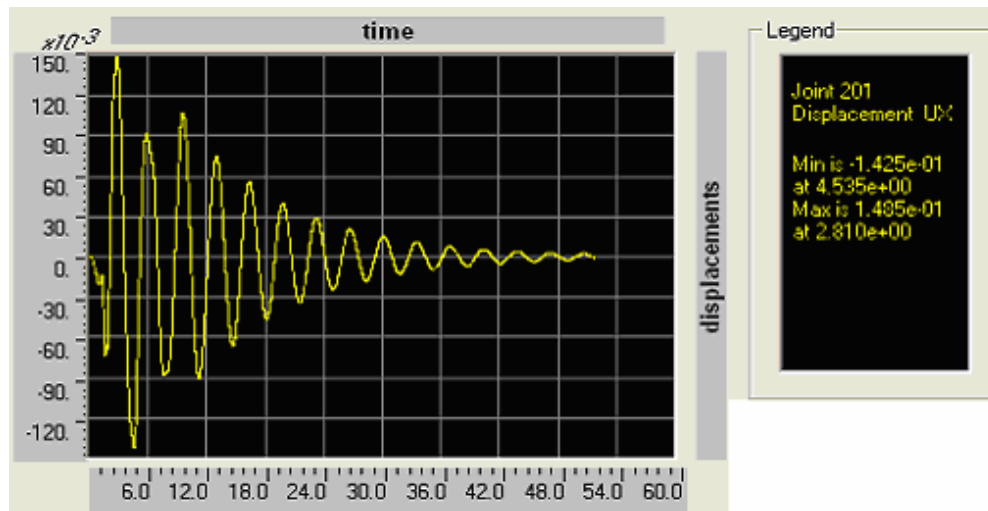
II-Erzincan depremi

Sismik olarak yalıtılmamış yapıda, en üst katta oluşan yerdeğiştirmelerin zamana göre değişimi;

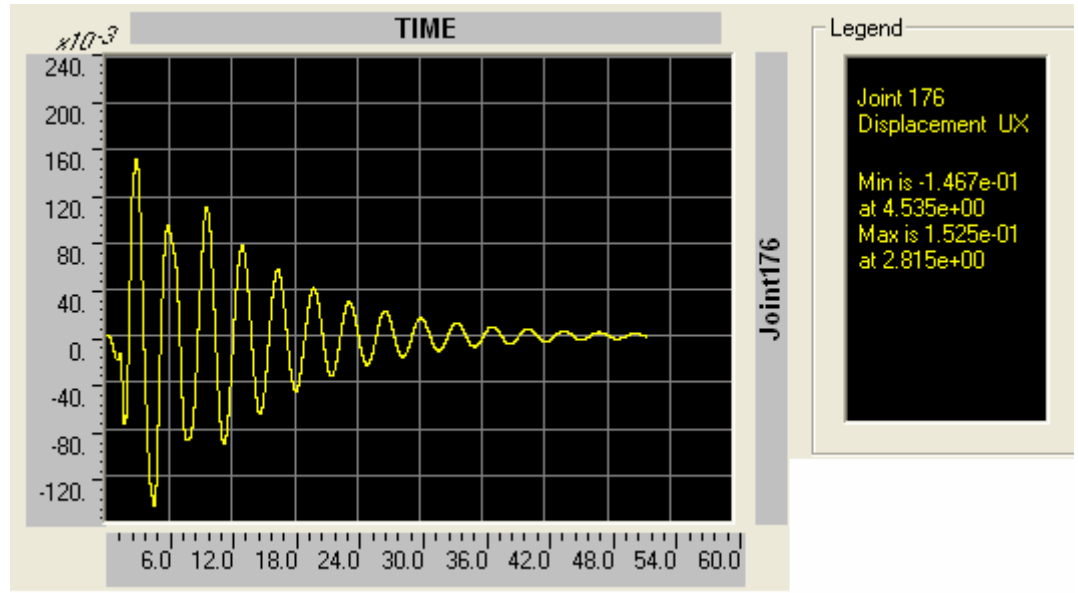


Şekil 6.32 Sismik Olarak Yalıtılmamış Yapıda En Üst Katta Oluşan Yerdeğiştirmelerin Zamana Göre Değişimi (Erzincan Depremi)

Sismik olarak yalıtılmış yapıda tabanda ve en üst katta oluşan yerdeğiştirmelerin zamana göre değişimi;



Şekil 6.33 Sismik Olarak Yalıtılmış Yapıda Tabanda Oluşan Yerdeğiştirmelerin Zamana Göre Değişimi (Erzincan Depremi)



Şekil 6.34 Sismik Olarak Yalıtılmış Yapıda En Üst Katta Oluşan Yerdeğiştirmelerin Zamana Göre Değişimi (Erzincan Depremi)

Bodrum katta toplam kesme kuvvetinin değeri 868.8 kN dur . Bulunan yerdeğiştirme değerlerinin elde yapılan sayısal hesaplamalarla kontrolü;

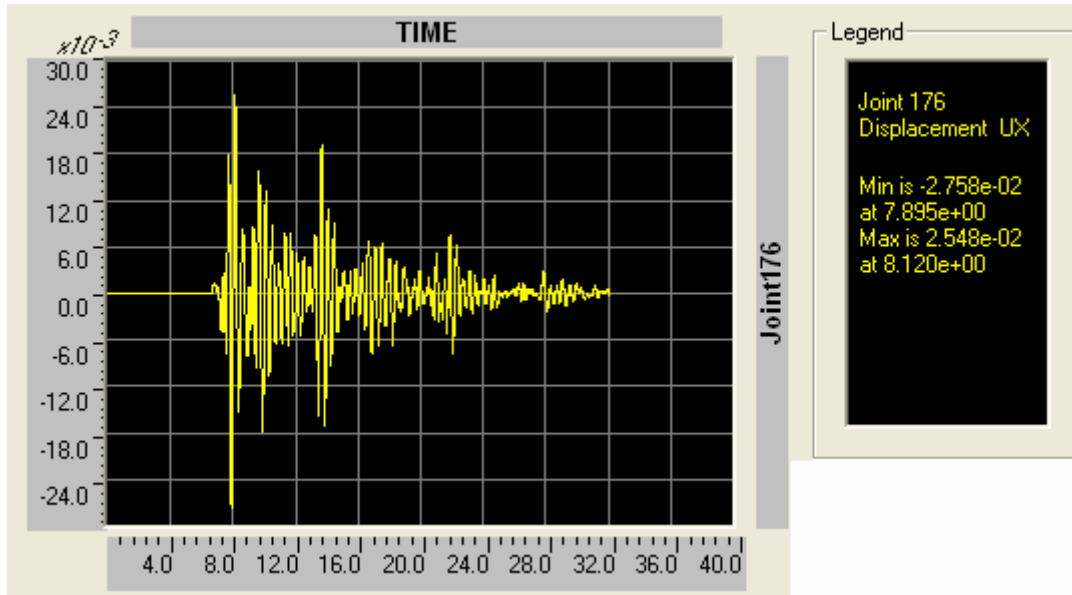
Yerdeğiştirmeyi ifade eden δ ;

$$\delta = \frac{F}{k}$$

$$\text{Erzincan Depremi; } \delta = \frac{868.8}{295 \times 22} = 0.134 \text{ m}$$

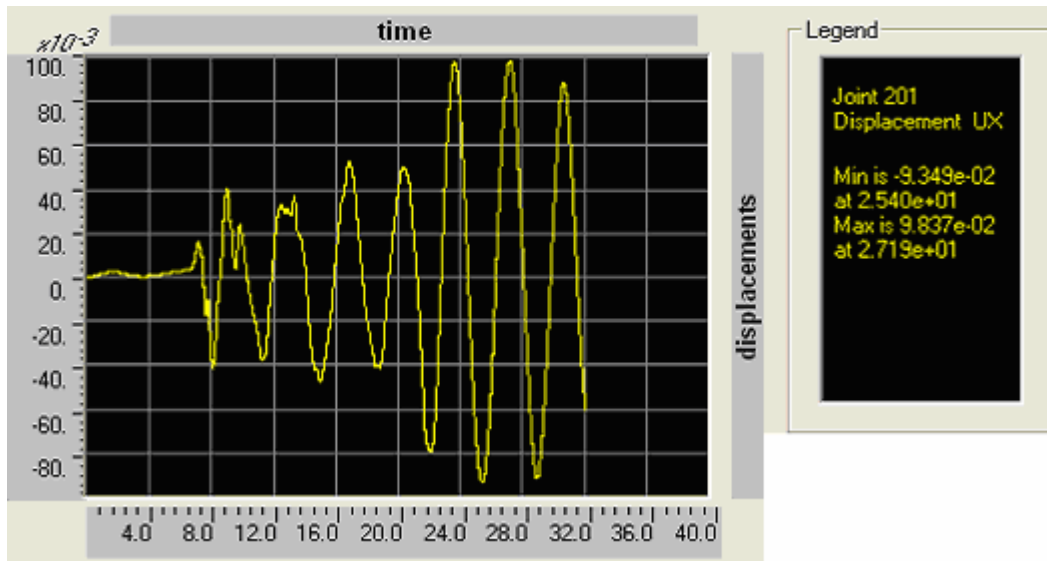
III-El Centro Depremi;

Sismik olarak yalıtılmamış yapıda, en üst katta oluşan yerdeğiştirmelerin zamana göre değişimi;

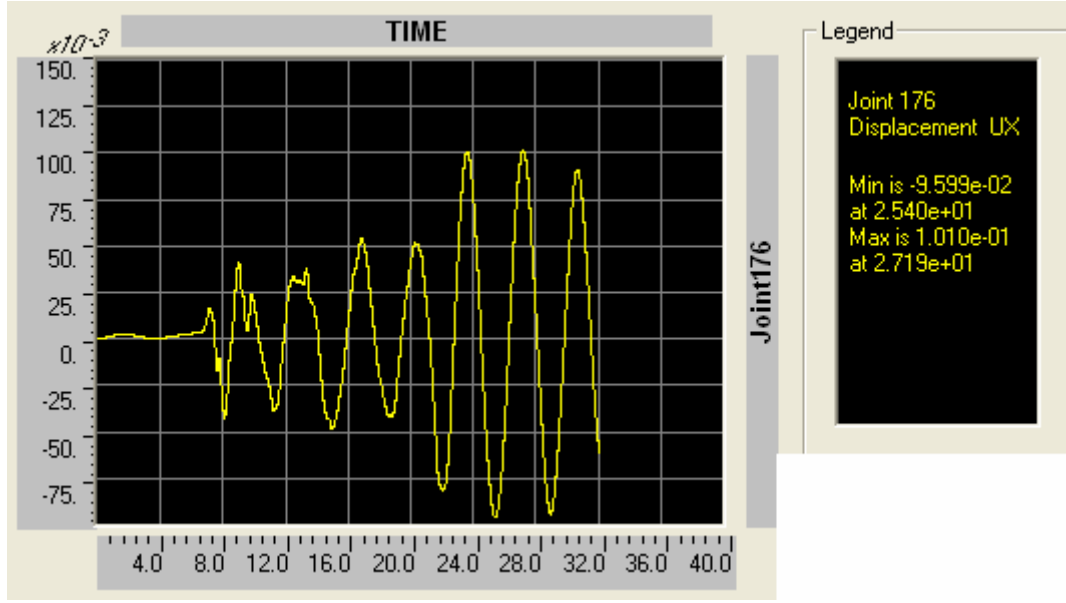


Şekil 6.35 Sismik Olarak Yalıtılmamış Yapıda En Üst Katta Oluşan Yerdeğıştirmelerin Zamana Göre Değışimi (El Centro Depremi)

Sismik olarak yalıtılmış yapıda tabanda ve en üst katta oluşan yerdeğıştirmelerin zamana göre değışimi;



Şekil 6.36 Sismik Olarak Yalıtılmış Yapıda Tabanda Oluşan Yerdeğıştirmelerin Zamana Göre Değışimi (El Centro Depremi)



Şekil 6.37 Sismik Olarak Yalıtılmış Yapıda En Üst Katta Oluşan Yerdeğiştirmelerin Zamana Göre Değişimi (El Centro Depremi)

Bodrum katta toplam kesme kuvvetinin değeri 553.3 kN dur . Bulunan yerdeğiştirme değerlerinin elde yapılan sayısal hesaplamalarla kontrolü;

Yerdeğiştirmeyi ifade eden δ ;

$$\delta = \frac{F}{k}$$

$$\text{El Centro Depremi; } \delta = \frac{553.3}{295 \times 22} = 0.085 \text{ m}$$

En büyük yerdeğiştirme değerleri Kocaeli Depreminde elde edilmiştir. Bundan dolayı izolatör boyutlandırması, bu depremde elde edilen max. yerdeğiştirme değerine göre yapılacaktır.

BÖLÜM 7

7. SİSMİK İZOLATÖR BOYUTLANDIRMASI

Taban yalıtıcısına ait uygulama sonunda, yapıda oluşan yeni iç kuvvetler elde edilmiştir. Bu iç kuvvetlerin ardından, yapıda oluşan yerdeğiştirme değerine göre, taban yalıtıcısı olarak kullanılacak Kauçuk Esaslı Sismik İzolatör boyutlandırması aşağıda verilmiştir. Hesaplanan yatay yerdeğiştirmeleri karşılayabilecek kapasitedeki Kauçuk Esaslı Sismik İzolatör, taban plakları yardımıyla kolon altına yerleştirilir. Kauçuk Esaslı Sismik İzolatör, levha ve kurşun çekirdekten oluşmaktadır[6].

7.1 Disk Ölçülerinin Boyutlandırılması

Kocaeli Depremine ait en büyük yerdeğiştirme;

$$d=0.37 \text{ m}$$

Maksimum kesme gerilmesi ; $\gamma_{\max}$

γ_s ;yanal kayma gerilmesi

γ_v ;dikey kayma gerilmesi

$$\gamma_s = (k * d) / (A * G) \quad (7.1)$$

$$A = k * t / G \quad (7.2)$$

$$\gamma_v = 6 * S * \epsilon_z \quad (7.3)$$

$$S = D / (4 * t_0) \quad (7.4)$$

t_0 ; yaklaşık olarak $D / 40$ veya $D / 80$ olarak alınmaktadır.

$$t_0 = D / 40 \text{ alınması halinde}$$

$$\gamma_{\max} = \gamma_s + \gamma_v \quad (7.5)$$

Yapılan uygulamalarda $\gamma_{\max} = 1.5$ parametresi alınmaktadır.

Disk kalınlığı; t

$$t = d / \gamma \quad (7.6)$$

$$t = 0.37 / 1.5 = 0.246 \text{ m}$$

yani izolatör yastığının yüksekliği yaklaşık 25 cm olacaktır.

İzolatör çapı; D

$$D = \left(\frac{4 \times t \times k}{\Pi \times G} \right)^{0.5} \quad (7.7)$$

Kayma modülü; G, sert zeminler için max değer olarak 0.1M=1000 kN alınmıştır.

$$D = \left(\frac{4 \times 0.25 \times 295}{\Pi \times 1000} \right)^{0.5} = 0.3 \text{ m olarak bulunmuştur.}$$

Yani disk çapı yaklaşık 30 cm olacaktır

Silindir alanı A;

$$A = \frac{(\Pi \times D^2)}{4} = 0.07 \text{ m}^2 \text{ disk alanı yaklaşık } 700 \text{ cm}^2 \text{ olacaktır [7].}$$

7.2 Kurşun Çekirdek Tasarımı

$d_{\text{kurşun}}$; piston çapı

$$d_{\text{kurşun}} \leq \frac{t}{1.5} = \frac{0.246}{1.5} = 0.164 \text{ m} \quad (7.8)$$

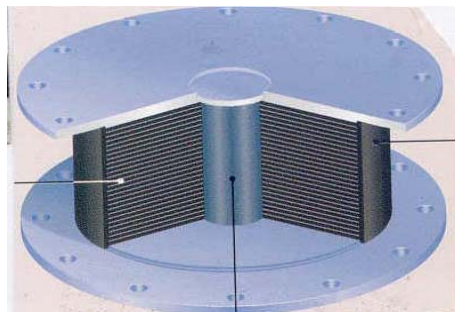
$d_{\text{kurşun}} = 0.165 \text{ m}$ seçildi

$$A_{\text{kurşun}} = \frac{\Pi \times 0.165^2}{4} = 0.021 \text{ m}^2$$

$$A_{\text{halka}} = \beta \times (2 \times \Pi \times k \times d^2_{\text{yerdeğiştirme}}) = 0.15 \times 2 \times \Pi \times 295 \times 0.37^2 = 38.06 \text{ kNm}$$

$$Q_y = \frac{A_{\text{halka}}}{4 \times d} = \frac{38.06}{4 \times 0.37} = 25.71 \text{ kN} \quad (7.9)$$

$$\tau_y = \frac{Q_y}{A_{\text{kurşun}}} = \frac{25.71}{0.021} = 1224.6 \text{ kN/m}^2 \text{ [7]} \quad (7.10)$$



Şekil 7.1 Kurşun Çekirdek ve Çelik Levhadan Oluşan Kauçuk Esaslı İzolatör [8]

BÖLÜM 8

8. RADYE TEMEL HESABI

8.1 Ön Tasarım

Radye temel malzemesi : BS30 ve BÇIII

Zemin emniyet gerilmesi : 100 kN/m²

Yatak katsayısı (K_o) :30000 kN/m³

Tüm kolon ve varsa perdelerin temelleri birleştirilerek, yapı için tek bir temel oluşturulması, radye temel olarak adlandırılmaktadır. Radyeler, elastik zemine oturan plaklar gibi çözümlenmektedir. Temel, x ve y yönlerinde 1'er metre dışarı çıkarılarak boyutlandırılmıştır. Temel, elastik zemine oturarak ve bu elastik zemin de x ve y yönlerinde, 1'er metrelik kare parçalara ayrılmış ve oluşan her düğüm noktasına birer yay atanarak bu yaylarda oluşan iç kuvvetlere göre donatı hesabı yapılmıştır.

-Minimum radye kalınlığı zımbalama güvenliğinden bulunabilir;

Bu hesap için en büyük eksenel kuvvete maruz kalan kolon, seçilen radye kalınlığının zımbalama güvenliğinin kontrolü açısından yeterlidir.

70x70 kolon için;

h=80 cm (d=75 cm) varsayılırsa;

$$b_1 = b_2 = 70+75 = 145 \text{ cm} = 1.45 \text{ m}$$

$$U_p = 4*145 = 580 \text{ cm} = 5.8 \text{ m}$$

$$A_p = 1.45*1.45 = 2.1 \text{ m}^2$$

$$W = \frac{ab^2}{6} = \frac{30 \times 14^2}{6} = 980 \text{ m}^3$$

$$\sigma_z = \frac{N}{A} + \frac{M}{W} = \frac{17987.5}{30 \times 14} + \frac{15000}{980} = 58.14 \text{ kN/m}^2$$

Bu kolona etki eden kuvvet 4340 kN dur.

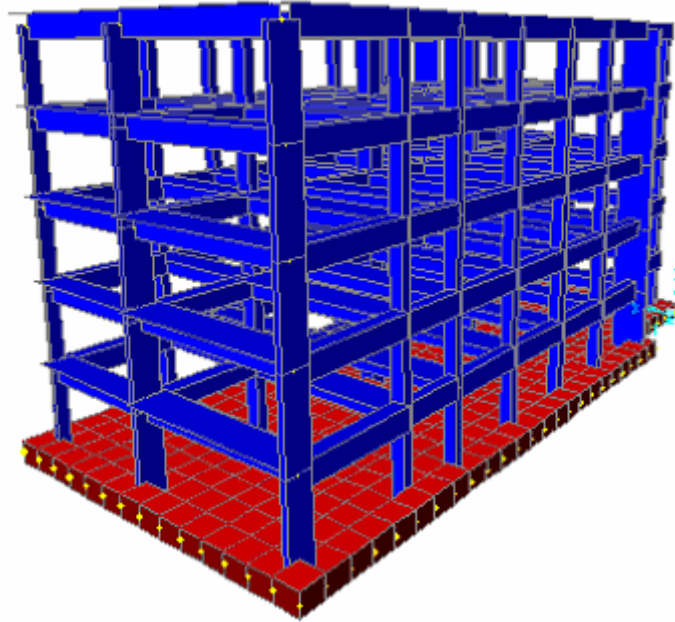
$$V_{pd} = 4340 - 58.14 \times 2.1 = 4217.9 \text{ kN}$$

$$V_{pr} = \gamma \cdot f_{ctd} \cdot U_p \cdot d = 1 \cdot 1270 \text{ kN/m}^2 \cdot 5.8 \text{ m} \cdot 0.75 \text{ m} = 5524.5 \text{ kN}$$

$V_{pr} > V_{pd}$ olduğu için 80 cm radye temel kalınlığı yeterlidir.

8.2 Donatı Hesabı

Düğüm noktalarındaki yay katsayısı ; $k = 30000 \text{ kN/m}$



Şekil 8.1 Elastik Zemine Oturan Yapı

Yukarıdaki şekilde de görüldüğü gibi, yapı 1'er metre dışarı çıkarılarak temel elastik zemin olarak boyutlandırılmıştır. Radye temel, sonlu elemanlar metoduna göre 1'er metrelik karelik alanlara bölünmüştür. Bu kare alanlarının her bir düğüm noktasına yay sabitleri 30000 kN/m olan yaylar atanmıştır.

$$k = k_0 \cdot A$$

$$k = 30000 \cdot 1 = 30000 \text{ kN/m}$$

Radye minimum donatı oranı 0.0015-0.002 dolaylarında olmalıdır. Burada güvenli yönde kalmak amacıyla 0.002 minimum alınacaktır[9]. Bu durumda 1 m genişlik için

$$A_{sx} = A_{sy} = 0.002 \cdot 100 \cdot 75 = 15 \text{ cm}^2$$

Analiz sonuçlarına göre maximum moment 326 kNm dir.

$$k = \frac{b \times d^2}{M} = \frac{100 \times 75^2}{32600} = 17.25$$

$$\rho = 0.00153$$

$$A_s = \rho \times b \times d$$

$$A_s = 0.00153 \times 100 \times 75 = 11.4 \text{ cm}^2$$

$A_{s\min} > A_s$ olduğu için donatı alanı olarak $A_{s\min}$ kullanılacaktır.

$A_{sx} = A_{sy} = 15 \text{ cm}^2$ için bulunan donatı çapı; $\Phi 20/200$ (Alt&Üst) dür.

SONUÇLAR

Yapılan kontroller sonunda ele alınan yapının, mevcut haliyle depreme karşı güvenliğinin yetersiz olduğu tespit edilmiştir. Yapının, deprem esnasında maruz kaldığı taban kesme kuvvetini, güvenli bir şekilde, makul deplasmanlar yaparak üst yapıya aktarması için, temelde taban yalıtıcısı uygulanmıştır. 3 büyük depreme ait taban yalıtıcısı kullanımından önce ve sonraki haller olmak üzere, depremin x yönünde etkimesi halinde max. taban kesme kuvvetlerindeki sayısal değişimin tablo halindeki gösterimi aşağıdaki gibidir:

Max. Taban Kesme Kuvvetlerindeki Değişim (Zaman Tanım Aralık Analizi Sonuçlarına Göre)

Kocaeli Depremi	x yönünde taban kesme kuvveti	y yönünde taban kesme kuvveti
taban yalıtıcısı kullanımından önce	4682 kN	31.36 kN
taban yalıtıcısı kullanımından sonra	1730 kN	17.72 kN

El Centro Depremi		
taban yalıtıcısı kullanımından önce	6527.705 kN	48 kN
taban yalıtıcısı kullanımından sonra	553.326 kN	6.21 kN

Erzincan Depremi		
taban yalıtıcısı kullanımından önce	6124 kN	72.05 kN
taban yalıtıcısı kullanımından sonra	731.4 kN	6.8 kN

Öncelikle, iç kuvvetlerde 1/4 oranında azalma hedeflenmişti ve bu amaçla yapılan hesaplamalar sonunda, tabana konulması gereken yay rijitliğinin değeri bulunmuştur. Yapı tabanı, bulunan yay sabiti değerine sahip sismik izolatörlerle donatılarak, 3 farklı deprem için örnekleri sunulmuştur.

Yukarıdaki tablodan görülüyor ki sismik izolatör kullanımıyla yapıdaki iç kuvvet değerleri oldukça azalmıştır. 3 büyük depreme ait yapılan örneklerde, aynı yapıda aynı yay sabitine sahip taban yalıtıcıları kullanılmasına rağmen, farklı yönlerde etkiyen, farklı büyüklükteki ivmelere sahip depremlerden sonra, taban kesme kuvvetlerindeki azalma oranı da, bunlarla orantılı olarak farklılık göstermektedir.

Bu depremlerde yapıda elde edilen yerdeğiştirme değerlerinin, elde yapılan hesaplarla kontrolü;

Binanın bodrum kat kolonlarına gelen kesme kuvvetlerinin toplamı, tablo halinde verilmiş şekli aşağıdaki gibidir;

Kocaeli Depremi	1954.602 kN
Erzincan Depremi	868.862 kN
El Centro Depremi	553.326 kN

Yerdeğiştirmeyi ifade eden δ ;

$$\delta = \frac{F}{k}$$

$$\text{Kocaeli Depremi; } \delta = \frac{1954.6}{295 \times 22} = 0.3 \text{ m}$$

$$\text{Erzincan Depremi; } \delta = \frac{868.8}{295 \times 22} = 0.134 \text{ m}$$

$$\text{El Centro Depremi; } \delta = \frac{553.3}{295 \times 22} = 0.085 \text{ m}$$

Daha önceden grafiklerle gösterilmiş olan max. yerdeğiştirme değerleri, yukarıda açık hesabı sunulan elle hesaplanan yerdeğiştirme değerleri ile yaklaşık olarak aynıdır.

Tezin amacı; yapının maruz kaldığı taban kesme kuvvetinin azaltılmasıydı. Yapıya etkiyen deprem kuvvetlerini istenilen oranda azaltmak için, aynı oranda periyodu arttırmanın yeterli olmadığını, azalmanın farklı oranlarda olduğu da gösterilmiştir. Deprem anında yapının sergileyeceği tutum ve yapıya etkiyen deprem kuvvetinin azaltılması, bir çok faktörün etkili olduğu oldukça kompleks bir durumdur.

Normal Yapıya Ait Analiz Sonuçlarını Gösteren Bilgisayar Çıktısı

SAP2000 Advanced Version 9.0.1.0 (Analysis Build 8333)

File: ...r\Belgelerim\hastane projesi\pınar hastane tha.kocaeliSDB.LOG

B E G I N A N A L Y S I S 2006/07/23 22:35:58

MAXIMUM MEMORY BLOCK SIZE (BYTES) = 48.000 MB

NUMBER OF JOINTS IN THE MODEL = 172

E L E M E N T F O R M A T I O N 22:35:58

NUMBER OF FRAME ELEMENTS FORMED = 300

NUMBER OF CONSTRAINTS FORMED = 5

REDUCTION OF CONSTRAINTS AND RESTRAINTS:

NUMBER OF

 CONSTRAINT MASTER DOF BEFORE REDUCTION = 15

 COUPLED CONSTRAINT/RESTRAINT MASTER DOF = 0

 CONSTRAINT MASTER DOF AFTER REDUCTION = 15

L I N E A R E Q U A T I O N S O L U T I O N 22:36:01

FORMING STIFFNESS AT ZERO (UNSTRESSED) INITIAL CONDITIONS

TOTAL NUMBER OF EQUILIBRIUM EQUATIONS = 390

APPROXIMATE "EFFECTIVE" BAND WIDTH = 66

NUMBER OF EQUATION STORAGE BLOCKS = 1

MAXIMUM BLOCK SIZE (8-BYTE TERMS) = 24198

SIZE OF STIFFNESS FILE(S) (BYTES) = 190.586 KB

NUMBER OF EQUATIONS TO SOLVE = 390

USING BLOCKED SOLVER TO FACTOR MATRIX 22:36:02

L I N E A R S T A T I C C A S E S 22:36:02

USING STIFFNESS AT ZERO (UNSTRESSED) INITIAL CONDITIONS

TOTAL NUMBER OF CASES TO SOLVE = 10

NUMBER OF CASES TO SOLVE PER BLOCK = 10

LINEAR STATIC CASES TO BE SOLVED:

CASE: G

CASE: Q

CASE: EXP

CASE: EXN

CASE: EYN

CASE: EYP

CASE: EXP-

CASE: EXN-

CASE: EYN-
CASE: EYP-

E I G E N M O D A L A N A L Y S I S 22:36:04

CASE: MODAL

USING STIFFNESS AT ZERO (UNSTRESSED) INITIAL CONDITIONS

NUMBER OF STIFFNESS DEGREES OF FREEDOM	=	390
NUMBER OF MASS DEGREES OF FREEDOM	=	15
MAXIMUM NUMBER OF EIGEN MODES SOUGHT	=	15
MINIMUM NUMBER OF EIGEN MODES SOUGHT	=	1
NUMBER OF RESIDUAL-MASS MODES SOUGHT	=	0
NUMBER OF SUBSPACE VECTORS USED	=	15
RELATIVE CONVERGENCE TOLERANCE	=	1.00E-07
FREQUENCY SHIFT (CENTER) (CYC/TIME)	=	.000000
FREQUENCY CUTOFF (RADIUS) (CYC/TIME)	=	.000000
NUMBER OF EIGEN MODES FOUND	=	15
NUMBER OF ITERATIONS PERFORMED	=	1

M O D A L P E R I O D S A N D F R E Q U E N C I E S

CASE: MODAL

MODE	PERIOD (T)	FREQUENCY (CYC/T)	FREQUENCY (RAD/T)	EIGENVALUE (RAD/T) ^2	MODAL STIFFNESS
1	0.490724	2.037805	12.803906	163.940000	163.940000
2	0.465212	2.149558	13.506068	182.413881	182.413881
3	0.429424	2.328702	14.631667	214.085673	214.085673
4	0.162132	6.167817	38.753539	1501.837	1501.837
5	0.153623	6.509460	40.900144	1672.822	1672.822
6	0.135681	7.370230	46.308519	2144.479	2144.479
7	0.096496	10.363177	65.113761	4239.802	4239.802
8	0.091607	10.916245	68.588792	4704.422	4704.422
9	0.075182	13.301067	83.573067	6984.457	6984.457
10	0.070343	14.216070	89.322204	7978.456	7978.456
11	0.067081	14.907323	93.665472	8773.221	8773.221
12	0.058431	17.114304	107.532345	11563.205	11563.205
13	0.055917	17.883594	112.365935	12626.103	12626.103
14	0.051182	19.537934	122.760457	15070.130	15070.130
15	0.040650	24.600012	154.566434	23890.782	23890.782

L I N E A R M O D A L H I S T O R Y A N A L Y S I S
22:36:08

CASE: THA-U1

ANALYSIS TYPE	=	LINEAR
USING MODES FROM CASE: MODAL		
NUMBER OF DYNAMIC MODES TO BE USED	=	15
NUMBER OF STATIC-LOAD MODES TO BE USED	=	1
MODES ARE TREATED AS STATIC BELOW PERIOD	=	1.0E-101

TOTAL HISTORY LENGTH (TIME) = 51.955000
 LENGTH OF TIME-STEPS (TIME) = 0.005000
 NUMBER OF TIME-STEPS TO BE INTEGRATED = 10391

EFFECTIVE MODAL DAMPING RATIOS (CROSS-COUPLING TERMS ARE NEGLECTED)
 INCLUDES MATERIAL MODAL DAMPING (IF ANY)

MODE	PERIOD	DAMP-RATIO
1	0.490724	0.051729
2	0.465212	0.051017
3	0.429424	0.074686
4	0.162132	0.099342
5	0.153623	0.099249
6	0.135681	0.099355
7	0.096496	0.099842
8	0.091607	0.099857
9	0.075182	0.099835
10	0.070343	0.099919
11	0.067081	0.099951
12	0.058431	0.099973
13	0.055917	0.099926
14	0.051182	0.099989
15	0.040650	0.099980

TOTAL NUMBER OF TIME-STEPS COMPLETED = 10391
 TOTAL NUMBER OF LOAD-STEPS COMPLETED = 10391

L I N E A R M O D A L H I S T O R Y A N A L Y S I S 22:38:36

CASE: THA-U2

ANALYSIS TYPE = LINEAR

USING MODES FROM CASE: MODAL

NUMBER OF DYNAMIC MODES TO BE USED = 15

NUMBER OF STATIC-LOAD MODES TO BE USED = 1

MODES ARE TREATED AS STATIC BELOW PERIOD = 1.0E-101

TOTAL HISTORY LENGTH (TIME) = 51.955000

LENGTH OF TIME-STEPS (TIME) = 0.005000

NUMBER OF TIME-STEPS TO BE INTEGRATED = 10391

EFFECTIVE MODAL DAMPING RATIOS (CROSS-COUPLING TERMS ARE NEGLECTED)
 INCLUDES MATERIAL MODAL DAMPING (IF ANY)

MODE	PERIOD	DAMP-RATIO
1	0.490724	0.051729
2	0.465212	0.051017
3	0.429424	0.074686
4	0.162132	0.099342
5	0.153623	0.099249
6	0.135681	0.099355
7	0.096496	0.099842
8	0.091607	0.099857

9	0.075182	0.099835
10	0.070343	0.099919
11	0.067081	0.099951
12	0.058431	0.099973
13	0.055917	0.099926
14	0.051182	0.099989
15	0.040650	0.099980

TOTAL NUMBER OF TIME-STEPS COMPLETED	=	10391
TOTAL NUMBER OF LOAD-STEPS COMPLETED	=	10391

A N A L Y S I S C O M P L E T E 2006/07/23 22:41:03

Sismik İzole Edilmiş Yapıya Ait Analiz Sonuçlarını Gösteren
Bilgisayar Çıktısı
SAP2000 Advanced Version 9.0.1.0 (Analysis Build 8333)
File: ...elerim\hastane projesi\pınar hastane projesi
izolatör.kocaeliSDB.LOG

B E G I N A N A L Y S I S 2006/07/23 22:46:07

MAXIMUM MEMORY BLOCK SIZE (BYTES) = 48.000 MB

NUMBER OF JOINTS IN THE MODEL = 172

E L E M E N T F O R M A T I O N 22:46:08

NUMBER OF FRAME ELEMENTS FORMED = 300

NUMBER OF CONSTRAINTS FORMED = 5

REDUCTION OF CONSTRAINTS AND RESTRAINTS:

NUMBER OF

 CONSTRAINT MASTER DOF BEFORE REDUCTION = 15

 COUPLED CONSTRAINT/RESTRAINT MASTER DOF = 0

 CONSTRAINT MASTER DOF AFTER REDUCTION = 15

L I N E A R E Q U A T I O N S O L U T I O N 22:46:10

FORMING STIFFNESS AT ZERO (UNSTRESSED) INITIAL CONDITIONS

TOTAL NUMBER OF EQUILIBRIUM EQUATIONS = 434

APPROXIMATE "EFFECTIVE" BAND WIDTH = 66

NUMBER OF EQUATION STORAGE BLOCKS = 1

MAXIMUM BLOCK SIZE (8-BYTE TERMS) = 27279

SIZE OF STIFFNESS FILE(S) (BYTES) = 214.828 KB

NUMBER OF EQUATIONS TO SOLVE = 434

USING BLOCKED SOLVER TO FACTOR MATRIX 22:46:12

L I N E A R S T A T I C C A S E S 22:46:12

USING STIFFNESS AT ZERO (UNSTRESSED) INITIAL CONDITIONS

TOTAL NUMBER OF CASES TO SOLVE = 10

NUMBER OF CASES TO SOLVE PER BLOCK = 10

LINEAR STATIC CASES TO BE SOLVED:

CASE: G

CASE: Q

CASE: EXP

CASE: EXN

CASE: EYN

CASE: EYP

CASE: EXP-

CASE: EXN-

CASE: EYN-
CASE: EYP-

E I G E N M O D A L A N A L Y S I S

22:46:14

CASE: MODAL

USING STIFFNESS AT ZERO (UNSTRESSED) INITIAL CONDITIONS

NUMBER OF STIFFNESS DEGREES OF FREEDOM	=	434
NUMBER OF MASS DEGREES OF FREEDOM	=	15
MAXIMUM NUMBER OF EIGEN MODES SOUGHT	=	15
MINIMUM NUMBER OF EIGEN MODES SOUGHT	=	1
NUMBER OF RESIDUAL-MASS MODES SOUGHT	=	0
NUMBER OF SUBSPACE VECTORS USED	=	15
RELATIVE CONVERGENCE TOLERANCE	=	1.00E-07
FREQUENCY SHIFT (CENTER) (CYC/TIME)	=	.000000
FREQUENCY CUTOFF (RADIUS) (CYC/TIME)	=	.000000
NUMBER OF EIGEN MODES FOUND	=	15
NUMBER OF ITERATIONS PERFORMED	=	1

M O D A L P E R I O D S A N D F R E Q U E N C I E S

MODE	PERIOD (T)	FREQUENCY (CYC/T)	FREQUENCY (RAD/T)	EIGENVALUE (RAD/T)^2	MODAL STIFFNESS	
1	3.424750	0.291992	1.834641	3.365907	3.365907	
2	3.387829	0.295174	1.854635	3.439669	3.439669	
3	2.066251	0.483968	3.040862	9.246843	9.246843	4
0.233633	4.280213	26.893375	723.253593	723.253593	5	
0.221197	4.520862	28.405412	806.867405	806.867405		
6	0.209937	4.763337	29.928928	895.740708	895.740708	7
0.114295	8.749291	54.973418	3022.077	3022.077	8	
0.107817	9.274942	58.276177	3396.113	3396.113	9	
0.095324	10.490574	65.914223	4344.685	4344.685	10	0.076315
13.103561	82.332100	6778.575	6778.575	11	0.072395	
13.813152	86.790594	7532.607	7532.607	12	0.059833	
16.713273	105.012593	11027.645	11027.645	13	0.057909	
17.268364	108.500334	11772.322	11772.322	14	0.057174	
17.490500	109.896050	12077.142	12077.142	15	0.042158	
23.720516	149.040396	22213.040	22213.040			

L I N E A R M O D A L H I S T O R Y A N A L Y S I S 22:46:17

CASE: T.H.A.-U1

ANALYSIS TYPE	=	LINEAR
USING MODES FROM CASE: MODAL		
NUMBER OF DYNAMIC MODES TO BE USED	=	15
NUMBER OF STATIC-LOAD MODES TO BE USED	=	1
MODES ARE TREATED AS STATIC BELOW PERIOD	=	1.0E-101
TOTAL HISTORY LENGTH (TIME)	=	51.955000

LENGTH OF TIME-STEPS (TIME) = 0.005000
NUMBER OF TIME-STEPS TO BE INTEGRATED = 10391

EFFECTIVE MODAL DAMPING RATIOS (CROSS-COUPLING TERMS ARE NEGLECTED)
INCLUDES MATERIAL MODAL DAMPING (IF ANY)

MODE	PERIOD	DAMP-RATIO
1	3.424750	0.051734
2	3.387829	0.051022
3	2.066251	0.074691
4	0.233633	0.099547
5	0.221197	0.099483
6	0.209937	0.099582
7	0.114295	0.099909
8	0.107817	0.099884
9	0.095324	0.099932
10	0.076315	0.099973
11	0.072395	0.099967
12	0.059833	0.099994
13	0.057909	0.099982
14	0.057174	0.099993
15	0.042158	0.099996

TOTAL NUMBER OF TIME-STEPS COMPLETED = 10391
TOTAL NUMBER OF LOAD-STEPS COMPLETED = 10391

L I N E A R M O D A L H I S T O R Y A N A L Y S I S
22:49:01

CASE: T.H.A-U2

ANALYSIS TYPE = LINEAR

USING MODES FROM CASE: MODAL

NUMBER OF DYNAMIC MODES TO BE USED = 15
NUMBER OF STATIC-LOAD MODES TO BE USED = 1

MODES ARE TREATED AS STATIC BELOW PERIOD = 1.0E-101

TOTAL HISTORY LENGTH (TIME) = 51.955000
LENGTH OF TIME-STEPS (TIME) = 0.005000
NUMBER OF TIME-STEPS TO BE INTEGRATED = 10391

EFFECTIVE MODAL DAMPING RATIOS (CROSS-COUPLING TERMS ARE NEGLECTED)
INCLUDES MATERIAL MODAL DAMPING (IF ANY)

MODE	PERIOD	DAMP-RATIO
1	3.424750	0.051734
2	3.387829	0.051022
3	2.066251	0.074691
4	0.233633	0.099547
5	0.221197	0.099483
6	0.209937	0.099582
7	0.114295	0.099909
8	0.107817	0.099884
9	0.095324	0.099932
10	0.076315	0.099973
11	0.072395	0.099967
12	0.059833	0.099994
13	0.057909	0.099982

14	0.057174	0.099993
15	0.042158	0.099996

TOTAL NUMBER OF TIME-STEPS COMPLETED	=	10391
TOTAL NUMBER OF LOAD-STEPS COMPLETED	=	10391

A N A L Y S I S C O M P L E T E 2006/07/23 22:51:30

KAYNAKLAR

- [1] **TMMOB İnşaat Mühendisliği Odası Samsun Şubesi**, 1998. Afet Bölgelerinde Yapılacak Yapılar Hakkında Yönetmelik, İstanbul.
- [2] <http://www.tolaymuhendislik.com/sismik.htm>
- [3] <http://web.iku.edu.tr/~ecoskun/sismik%20izolasyon.pdf>
- [4] **Hart Gary C. and Wong Kevin**, 2000. Structural Dynamics for Structural Engineers, New York
- [5] www.ins.itu.edu.tr/btaskin/
- [6] **Tezcan S.Semih and Cimilli Serra**, 2002. Seismic Base Isolation , Bebek, İstanbul.
- [7] **Tezcan S.Semih and Erkal Aykut**, 2002. Seismic Base Isolation and Energy Absorbing Devices , Bebek, İstanbul
- [8] http://www.prota.com.tr/probina/5UDMK/PDF/AT125_FP.pdf
- [9] **Ersoy Uğur**, 1995. Betonarme 2-Döşeme ve Temeller, Ankara

ÖZGEÇMİŞ

27.11.1981 tarihinde Amasya’ da doğdu. Orta ve lise öğrenimini 1992-1999 tarihleri arasında Amasya Anadolu Lisesi’nde tamamladı. 2003 yılında Ondokuz Mayıs Üniversitesi İnşaat Mühendisliği Bölümü’nden mezun oldu. 2004-2005 öğretim yılında İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Yapı Anabilim Dalı Deprem Mühendisliği programında yüksek lisans eğitimine başladı ve halen bu programa devam etmektedir.