

İSTANBUL TEKNİK ÜNİVERSİTESİ ★ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**BETONARME PERDELERDE KESME KUVVETİ DİNAMİK BÜYÜTME
KATSAYISININ DOĞRUSAL OLMAYAN ZAMAN TANIM ALANINDA
HESAP YÖNTEMİ İLE İNCELENMESİ**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ
Berna Selin BOZA**

Anabilim Dalı : İnşaat Mühendisliği

Programı : Yapı Mühendisliği

Tez Danışmanı: Doç. Dr. Kutlu DARILMAZ

EYLÜL 2010

İSTANBUL TEKNİK ÜNİVERSİTESİ ★ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**BETONARME PERDELERDE KESME KUVVETİ DİNAMİK BÜYÜTME
KATSAYISININ DOĞRUSAL OLMAYAN ZAMAN TANIM ALANINDA
HESAP YÖNTEMİ İLE İNCELENMESİ**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ
Berna Selin BOZA**

Tezin Enstitüye Verildiği Tarih : 01.10.2010

Tezin Savunulduğu Tarih : 07.09.2010

Tez Danışmanı : Doç. Dr. Kutlu DARILMAZ(İTÜ)

**Diğer Jüri Üyeleri : Prof. Dr. Engin ORAKDÖĞEN
Yrd. Doç. Dr. Z.Canan GİRGİN**

EYLÜL 2010

ÖNSÖZ

Yerkabuğunun kırılması sonucu ortaya çıkan ani titreşimlerin geçtikleri yeryüzeyini sarsmasına deprem denir, büyük can ve mal kayıplarına sebep olur. Ülkemiz dünyanın en etkin deprem kuşaklarından birinin üzerinde bulunmaktadır. Yapıların depreme dayanıklı olması ve depremin sebep olduğu hasarların minimuma indirilmesi için gerekli yapım kuralları, uygulanmak üzere Bayındırlık ve İskan Bakanlığı tarafından “Deprem Bölgelerinde Yapılacak Binalar Hakkında Yönetmelik” ile belirlenmiştir.

Perdeler, yatay kuvvetler doğrultusunda rijitlikleri göz önüne alındığında yatay yer değiştirme sınırlandırmaları açısından en uygun yapı elemanı olarak görülmektedir. Yapıda kullanılacak perde boylarının belirlenmesi ve bunların planda uygun yerleşimi de büyük önem arz etmektedir.

Çok katlı yapılardaki perde sistemlerinde, doğrusal elastik davranış sırasında oluşan perdedeki taban kesme kuvveti, tasarımdaki taban kesme kuvvetinden daha büyük olabildiği farkedildiğinden ve bunun sebep olabileceği kesme göçmelerini engellemek amacıyla DBYBHY (2007)’de değişiklik yapılarak β_v katsayısı eklenmiştir. Bu çalışmada da 50 katlı betonarme bir sistemin β_v katsayısı hesaplanarak, yönetmelikte önerilen β_v değeri ile karşılaştırılmıştır.

Yaptığım bu çalışma boyunca, beni sabır ve hoşgörü ile yönlendiren, değerli fikir ve tecrübelerinden faydalandığım tez danışman hocam Sayın Doç.Dr.Kutlu DARILMAZ ‘a teşekkürlerimi sunarım.

Ekim, 2010

Berna Selin Boza

İnşaat Mühendisi

İÇİNDEKİLER

	<u>Sayfa</u>
ÖNSÖZ.....	iii
İÇİNDEKİLER.....	v
KISALTMALAR.....	vii
ÇİZELGE LİSTESİ.....	ix
ŞEKİL LİSTESİ.....	xi
SEMBOL LİSTESİ.....	xiii
ÖZET.....	xv
SUMMARY.....	xvii
1. GİRİŞ	19
1.1 Çalışmanın Amacı ve Kapsamı	20
2. DEPREM- YAPI İLİŞKİSİ	21
2.1 Deprem Nedir?	21
2.2 Türkiye'nin Depremselliği.....	22
2.3 Betonarme Binalarda Depremden Dolayı Oluşan Hasarların Nedenleri.....	23
3. BETONARME BİNALARDA DEPREM PERDELERİNİN YERLEŞİMİ VE TASARIMI.....	25
3.1 Giriş	25
3.2 Perdeli ve Perde Çerçevesi Sistemler	25
3.2.1 Perde Elemanı	25
3.2.2 Perdelerin Şiddetli Depremlerdeki Davranışı	26
3.2.3 Konsol Perdelerin Davranışı	27
3.2.4 Konsol Perdelerin Göçme Şekilleri	30
3.2.5 Perde Kesitlerini Düzenleme Şekilleri.....	31
3.2.6 Perdelerin Planda Yerleştirilmesi	32
3.2.7 Yapı Özellikleri	33
4. DEPREM ETKİSİ ALTINDA ÇÖZÜM YÖNTEMLERİ	39
4.1 Mod Birleştirme Yöntemi	39
4.2 Eşdeğer Deprem Yüğü Yöntemi	39
4.3 Zaman Tanım Alanında Hesap Yöntemi.....	39
5. YAPI SİSTEM ÖZELLİKLERİ	41
5.1 Yapının Tasarımı	41
5.2 Yük Analizi	43
5.2.1 Sabit ve Hareketli Yük Hesabı	44
5.2.2 Katlara Etkiyen Yükler	46
5.2.3 Toplam eşdeğer Deprem Yüğü Hesabı.....	47
5.2.4 Yük Kombinasyonları.....	48
5.3 Boyutlandırma.....	49
5.3.1 Perde Hesabı	49
6. TASARIM İVME SPEKTRUMUNA UYGUN GERÇEK DEPREM KAYITLARININ SEÇİLMESİ VE ÖLÇEKLENMESİ.....	57
6.1 Giriş	57

6.2 Deprem Kayıt Kaynakları.....	58
6.2.1 Yapay Olarak Üretilmiş Deprem Kayıtları.....	58
6.2.2 Simüle Edilmiş(Benzeştirilmiş) Deprem Kayıtları	58
6.2.3 Gerçek Depremlerden Elde Edilen Kayıtlar	58
6.3 Gerçek Deprem Kayıtlarının Seçilmesi.....	59
6.4 Yer Hareketini Ölçekleme Yöntemleri	59
6.4.1 Yer Hareketinin Zaman Tanım Alanında Ölçeklenmesi	59
6.4.2 Tek Bir Deprem Kaydı İçin Genel Yöntem.....	60
6.4.3 Birden Çok Deprem Kaydı İçin Genel Yöntem.....	61
6.4.4 Yer Hareketinin Frekans Tanım Alanında Ölçeklenmesi	61
6.5 Gerçek Kayıtların DBYBHY Tasarım Spektrumu'na Uygun Seçilmesi	61
6.5.1 DBYBHY Tasarım Spektrumu	61
6.6 Elastik Spektral İvme Ölçekleme Katsayısı Tanımı	64
6.7 Veri Bankası	66
7. PERDE SİSTEMLERDE DİNAMİK KESME KUVVETİ BÜYÜTMESİ .	67
7.1 Giriş.....	67
7.2 Kuvvetli Yer Hareketi Kayıtlarının Seçimi.....	68
8. SONUÇ.....	77
KAYNAKLAR.....	79
EKLER	83
ÖZGEÇMİŞ.....	127

KISALTMALAR

DBYBHY : Deprem Bölgelerinde Yapılacak Binalar Hakkında Yönetmelik.

ÇİZELGE LİSTESİ

	<u>Sayfa</u>
Çizelge 4.1 : Eşdeğer deprem yükünün uygulanabileceği yapılar.	39
Çizelge 6.1 : 20 deprem verisine ait ölçekleme katsayıları	65
Çizelge 6.2 : 20 deprem verisine ait özellikler.....	66
Çizelge 7.1 : Veri 5'e ait β_v ile V_e değişimi	70
Çizelge 7.2 : 20 deprem verisine ait β_v değerlerinin karşılaştırılması	71
Çizelge 7.3 : Veri 1 yüklemesi ile plastik mafsallın olduğu katlar	72
Çizelge 7.4 : Veri 11 yüklemesi ile plastik mafsallın olduğu katlar	73
Çizelge 7.5 : Veri 18 yüklemesi ile plastik mafsallın olduğu katlar	73
Çizelge 7.6 : Veri 26 yüklemesi ile plastik mafsallın olduğu katlar	74
Çizelge 7.7 : Veri 29 yüklemesi ile plastik mafsallın olduğu katlar	74

ŞEKİL LİSTESİ

Sayfa

Şekil 2.1 : Deprem fotoğrafları arşivinden	21
Şekil 2.2 : Deprem fotoğrafları arşivinden	22
Şekil 2.3 : Deprem bölgeleri haritası	23
Şekil 2.4 : Deprem fotoğrafları arşivinden	24
Şekil 2.5 : Deprem fotoğrafları arşivinden	24
Şekil 3.1 : Konsol perde davranışı	28
Şekil 3.2 : Perde kesisinde eğilme momenti-eğrilik değişimi.....	29
Şekil 3.3 : Kesit boyutları yükseklikle değişen perdeler	30
Şekil 3.4 : Perdelerin göçme biçimleri.	30
Şekil 3.5 : Kesme kırılması altında histeristik davranış... ..	31
Şekil 3.6 : Perde kesit şekilleri.....	31
Şekil 3.7 : Tünel kalıp sistemleri.....	32
Şekil 3.8 : Perdelerin planda düzenlenme şekilleri	33
Şekil 3.9 : Moment-Eğrilik ilişkisi.	34
Şekil 3.10 : Elastoplastik davranış	35
Şekil 3.11 : Deprem yükü azaltma katsayısı.....	35
Şekil 3.12 : Konsol perde üzerinde ötelenme rijitliğinin tanımlanması.	36
Şekil 5.1 : Yapının hesap modeli	41
Şekil 5.2 : Yapının ön görünüşü.....	42
Şekil 5.3 : Kalıp planı.	43
Şekil 5.4 : Kolon yerleşim planı.....	44
Şekil 5.5 : DBYBHY Spektrum Eğrisi.....	47
Şekil 5.6 : DBYBHY '07 tasarım eğilme momentleri	51
Şekil 5.7 : DBYBHY '07 perdeler için konstrüktif kurallar.....	54
Şekil 5.8 : Perde donatı görünümü	55
Şekil 6.1: DBYBHY Elastik Tasarım İvme Spektrumlarının farklı zemin sınıfları için gösterimi	62
Şekil 6.2 : Tasarım İvme Spektrumu ile ölçeklendirilmemiş ivme spektrumu.....	63
Şekil 6.3 : Ölçeklendirilmiş ivme spektrumu	63
Şekil 6.4 : Deprem verilerine ait ölçeklendirilmiş ivme spektrumları	64
Şekil 6.5 : Veri 5'e ait ivme-zaman grafiği	64
Şekil 7.1 : Konsol perdelerde yönetmelik atalet kuvveti ile dinamik atalet kuvvetinin karşılaştırılması.	68
Şekil 7.2 : Maksimum $\beta_v - \beta_v = 1.5$ değerlerinin karşılaştırılması	69
Şekil 7.3 : Plastik mafsal oluşan katlar.....	75

SEMBOL LİSTESİ

$A(T)$	: Spektral İvme Katsayısı
A_o	: Etkin Yer İvmesi Katsayısı
B_a	: Taşıyıcı sistem elemanının a asal eksenini doğrultusunda tasarıma esas iç kuvvet büyüklüğü
B_{ax}	: Taşıyıcı sistem elemanının a asal eksenini doğrultusunda, x doğrultusundaki depremde oluşan iç kuvvet büyüklüğü
B_{ay}	: Taşıyıcı sistem elemanının a asal eksenini doğrultusunda, x'e dik y doğrultusundaki depremde oluşan iç kuvvet büyüklüğü
B_b	: Taşıyıcı sistem elemanının b asal eksenini doğrultusunda tasarıma esas iç kuvvet büyüklüğü
B_{bx}	: Taşıyıcı sistem elemanının b asal eksenini doğrultusunda, x doğrultusundaki depremde oluşan iç kuvvet büyüklüğü
B_{by}	: Taşıyıcı sistem elemanının b asal eksenini doğrultusunda, x'e dik y doğrultusundaki depremde oluşan iç kuvvet büyüklüğü
B_B	: Mod Birleştirme Yöntemi'nde mod katkılarının birleştirilmesi ile bulunan herhangi bir büyüklük
D_i	: Eşdeğer Deprem Yüğü Yöntemi'nde burulma düzensizliği olan binalar için i'inci katta $\pm \%5$ ek dışmerkezliğe uygulanan büyütme katsayısı
d_{fi}	: Binanın i'inci katında F_{fi} fiktif yüklerine göre hesaplanan yerdeğiştirme
d_i	: Binanın i'inci katında azaltılmış deprem yüklerine göre hesaplanan yerdeğiştirme
F_{fi}	: Birinci doğal titreşim periyodunun hesabında i'inci kata etkiyen fiktif yük
F_i	: Eşdeğer Deprem Yüğü Yöntemi'nde i'inci kata etkiyen eşdeğer deprem yüğü
f_e	: Yapısal çıkıntının, mimari elemanın, mekanik ve elektrik donanımının ağırlık merkezine etkiyen eşdeğer deprem yüğü
g	: Yerçekimi ivmesi (9.81 m/s ²)
g_i	: Binanın i'inci katındaki toplam sabit yük
H_i	: Binanın i'inci katının temel üstünden itibaren ölçülen yüksekliği (katlarında rijit çevre perdelerinin bulunduğu binalarda i'inci katın zemin kat döşemesi üstünden itibaren ölçülen yüksekliği)
H_N	: Binanın temel üstünden itibaren ölçülen toplam yüksekliği (Bodrum katlarında rijit çevre perdelerinin bulunduğu binalarda zemin kat döşemesi üstünden itibaren ölçülen toplam yükseklik)
H_w	: Temel üstünden veya zemin kat döşemesinden itibaren ölçülen toplam perde yüksekliği
h_i	: Binanın i'inci katının kat yüksekliği
I	: Bina Önem Katsayısı
ℓ_w	: Perdenin veya bağ kirişli perde parçasının plandaki uzunluğu
M_n	: n'inci doğal titreşim moduna ait modal kütle
M_{xn}	: Gözönüne alınan x deprem doğrultusunda binanın n'inci doğal titreşim modundaki etkin kütle

M_{yn}	: Gözönüne alınan y deprem doğrultusunda binanın n'inci doğal titreşim modundaki etkin kütle
m_i	: Binanın i'inci katının kütlesi ($m_i = w_i / g$)
m_{Qi}	: Kat döşemelerinin rijit diyafram olarak çalışması durumunda, binanın i'inci katının kaydırılmamış kütle merkezinden geçen düşey eksene göre kütle eylemsizlik momenti
N	: Binanın temel üstünden itibaren toplam kat sayısı (Bodrum katlarında rijit çevre perdelerinin bulunduğu binalarda zemin kat döşemesi üstünden itibaren toplam kat sayısı)
n	: Hareketli Yük Katılım Katsayısı
q_i	: Binanın i'inci katındaki toplam hareketli yük
R	: Taşıyıcı Sistem Davranış Katsayısı
$R_a(T)$	: Deprem Yüğü Azaltma Katsayısı
$S(T)$	: Spektrum Katsayısı
S_{ae}^{hedef}	: hedef ivme davranış spektrumu,
$S_a^{gerçek}$	: kullanılacak gerçek deprem kaydının ivme spektrumu,
$S_{ae}(T)$	: Elastik spektral ivme [m/s^2]
$S_{aR}(T_r)$	: r'inci doğal titreşim modu için azaltılmış spektral ivme [m/s^2]
T	: Bina doğal titreşim periyodu [s]
T_1	: Binanın birinci doğal titreşim periyodu [s]
T_A, T_B	: Spektrum Karakteristik Periyotları [s]
T_m, T_n	: Binanın m'inci ve n'inci doğal titreşim periyotları [s]
V_i	: Gözönüne alınan deprem doğrultusunda binanın i'inci katına etki eden kat kesme kuvveti
V_t	: Eşdeğer Deprem Yüğü Yöntemi'nde gözönüne alınan deprem doğrultusunda binaya etkiyen toplam eşdeğer deprem yükü (taban kesme kuvveti)
V_{tB}	: Mod Birleştirme Yöntemi'nde, gözönüne alınan deprem doğrultusunda modlara ait katkıların birleştirilmesi ile bulunan bina toplam deprem yükü (taban kesme kuvveti)
W	: Binanın, hareketli yük katılım katsayısı kullanılarak bulunan toplam ağırlığı
w_i	: Binanın i'inci katının, hareketli yük katılım katsayısı kullanılarak hesaplanan ağırlığı
β_v	:Dinamik Kesme Kuvveti Büyütme Katsayısı
α_s	:Süneklik düzeyi yüksek perdelerin tabanında elde edilen kesme kuvvetleri toplamının, binanın tümü için tabanda meydana gelen toplam kesme kuvvetine oranı

BETONARME PERDELERDE KESME KUVVETİ DİNAMİK BÜYÜTME KATSAYISININ DOĞRUSAL OLMAYAN ZAMAN TANIM ALANINDA HESAP YÖNTEMİ İLE İRDELENMESİ

ÖZET

Sismik yönden aktif bulunan bölgelerde depremlerin meydana geldiği, sonucunda da milyonlarca insanın hayatını kaybettiği ve ağır ekonomik kayıplar verildiği bilinmektedir. Deprem kuşağı ve aktif fayların üzerinde yer alan ülkemizde, şiddetli veya sadece aletlerle ölçülebilecek çok sayıda yer hareketi meydana gelmektedir. Erzurum-Kars depremi (1983), Erzincan Depremi (1992), Kocaeli Depremi (1999), Düzce Depremi(1999), Elazığ Depremi (2010) yurdumuzda ağır can ve ekonomik kayıplar yaşatan şiddetli depremlerden sadece birkaçıdır. Bu depremlerin sonuçlarının tekrarlanmaması için, depreme dayanıklı yapı tasarımı günümüzün zorunluluğudur. Depremi neden olduğu hasarları en aza indirmek için gerekli yapı kuralları, uygulanmak üzere Bayındırlık ve İskan Bakanlığı tarafından “Deprem Bölgelerinde Yapılacak Binalar Hakkında Yönetmelik” ile belirlenmiştir.

Betonarme binalarda perdeler yapısal, mimari ve yapım avantajları nedeniyle özellikle deprem bölgelerinde uygulanan yüksek yapılarda tercih edilmektedir. Eşdeğer Deprem Yüğü Yöntemi ya da Mod Birleştirme Yöntemi gibi kuvvet bazlı yöntemler kullanıldığında, perdelerin tasarıma esas kesme kuvvetleri, tasarıma esas eğilme momentleri ile orantılı kabul edilmektedir. Oysaki yapılan birçok çalışma, özellikle yüksek yapılardaki perde sistemlerinde, doğrusal elastik ötesi davranış sırasında yükseklik boyunca perdede oluşan kesme kuvvetinin, tasarıma esas alınan kesme kuvvetlerinden daha yüksek olabileceğini göstermiştir.

Yüksek lisans tezi olarak sunulan bu çalışmada, Türkiye Deprem Yönetmeliği (2007) ile paralel olarak kullanılabilecek yer hareketini temsil eden yönetmelik ivme spektrumuna göre, Zaman Tanım Alanındaki Yöntem ile ölçeklendirilmiş yer hareket kayıtları esas alınmıştır. Tasarlanan perdelerin zaman tanım alanında doğrusal elastik olmayan analizleri yapıp buna göre elde edilen kesme kuvvetleri, tasarım kesme kuvvetleri ile oranlanarak, dinamik kesme kuvveti katsayısı bulunmuştur.

Sekiz bölümden oluşan çalışmanın ikinci bölümünde deprem yapı ilişkisi genel olarak özetlenmiştir.

Üçüncü bölümde betonarme binalarda deprem perdelerinin yerleşimi ve tasarımı anlatılmıştır.

Dördüncü bölümde deprem etkisi altında çözüm yöntemleri ele anlatılmıştır.

Beşinci bölümde üzerinde çalışılan yapının özellikleri ve yük analizleri anlatılmıştır.

Altıncı bölümde tasarım ivme spektrumuna uygun gerçek deprem kayıtlarının seçilmesi ve ölçeklenmesi ile ilgili Türkiye’de kullanılan yöntemler ve seçilen deprem kaydının ölçeklendirilmesinden bahsedilmiştir.

Yedinci bölümde, dinamik kesme kuvveti büyütme katsayısı ayrıntılı olarak ele alınmıştır.

Son olarak sekizinci bölümde ise bulunan sonuçların değerlendirilmesi yapılmıştır.

ASSESMENT OF DYNAMIC SHEAR FORCE AMPLIFICATION FACTOR IN CANTILEVER WALL SYSTEMS BY USING NONLINEAR TIME HISTORY ANALYSES METHOD

SUMMARY

It is known that earthquakes continuously take place in region which are seismically active and cause millions of casualties as a result. Turkey is also located on a seismic zone having active faults and many earthquakes occur with high intensities. Erzurum - Kars earthquake (1983), Erzincan Earthquake (1992), Kocaeli Earthquake (1999), Düzce Earthquake (1999), are only some of major earthquakes that caused heavy life and economic losses. In order to avoid the consequences of such earthquake damages it is compulsory to design buildings earthquake resistant.

High rise reinforced concrete shear wall systems are preferred in high seismicity areas due to their structural, architectural and constructional advantages. Design shear forces are assumed to be proportional to the design base moment in traditional design of shear walls that are based on forced based methods.

Current and previous studies reveal that considerable shear forces develop during nonlinear response due to higher mode effects that are not predicted by the force based design methods.

In this study presented as a thesis for the fulfillment of a masters degree, assesment of dynamic shear force amplification factor is carried out in cantilever wall systems by using nonlinear time history analyses method.

In the first chapter an introduction is given.

In the second chapter of the study consisting of eight chapters, the earthquake behavior of buildings is summarized.

In third chapter the layout and design of seismic structural walls in reinforced concrete buildings are explained.

In chapter four, solution methods for seismic loads are described.

In chapter five the structural properties are defined and load analysis are qualified.

In chapter six the methods, selection and scaling of actual seismic records, matching with code based spectrum is given.

In chapter seven the dynamic shear force amplification coefficients are given by using the shear forces obtained in the structural walls which are calculated by Mode Superposition and Time History Analysis.

In the last chapter the assessment of the results are given as a conclusion.

1. GİRİŞ

Aktif fayların üzerinde bulunan ülkemizde, çok sayıda yer hareketi meydana gelmektedir. Depreme dayanıklı yapı tasarımında, hafif şiddetli depremlerde yapının taşıyıcı olan veya taşıyıcı olmayan elemanların hiç birinde hasar istenmez, orta şiddetli depremlerde taşıyıcı olan ve taşıyıcı olmayan yapı elemanlarında oluşabilecek hasarların onarılabilir düzeyde olması, şiddetli sarsıntılarda ise can güvenliğinin sağlanması amacı ile kalıcı hasar oluşumunun sınırlandırılması istenir.

Sadece yapısal perdelerden oluşan betonarme sistemler yapısal, mimari ve yapım avantajları nedeniyle özellikle deprem bölgelerinde uygulanan yüksek yapılarda tercih edilmektedir.

Perdeler yatay yüklerin taşınmasında önemlidir. Perdeler çerçeve sistemi ile birlikte kullanılabildiği gibi, düşey taşıyıcıları sadece perde olan sistemler de tercih edilmektedir. Perde-çerçeve sistemde de perdelerin rijitlikleri fazla olduğu için, deprem veya rüzgardan oluşacak yatay kuvvetlerin tamamına yakın bir kısmını karşılarlar. Yapı yüksekliği arttıkça perdelerin önemi de artar. Yüksek binaların, alçak binalara göre daha esnek bir yapıları vardır, ivmeleri daha küçüktür. Eğer binanın periyodu ile deprem periyotları birbirine çok yakınsa, yapıya etkiyen kuvvetler çok büyük olur.

Yatay yüklerin etkisi nedeniyle kat yerdeğiştirmelerinin sınırlandırılması bakımından, bazı durumlarda perdelerin kullanılması zorunludur. Deprem bölgelerinde yapılan perdeler, yapının güvenliği sağlayarak, yerdeğiştirmeleri sınırlar.

Eşdeğer deprem yükü yöntemi veya Mod Birleştirme Yöntemi gibi kuvvet esaslı yöntemler kullanıldığında, perdelerin tasarıma esas kesme kuvvetleri, tasarıma esas eğilme momentleri ile orantılı kabul edilmektedir. Ancak yapılan bazı çalışmalar, özellikle yüksek mod etkilerinin önem kazandığı perde sistemlerde doğrusal elastik ötesi davranış sırasında oluşan perde kesme kuvvetinin, tasarıma esas perde kesme kuvvetinden yüksek olduğunu göstermektedir [1]. Bu nedenle DBYBHY (2007) de dahil olmak üzere modern depreme dayanıklı yapı yönetmeliklerinde, elde edilen

tasarım kesme kuvvetleri dinamik büyütme katsayısı ile çarpılarak büyütülmekte ve olabilecek kesme göçmeleri önlenmeye çalışılmaktadır [6].

1.1 Çalışmanın Amacı ve Kapsamı

50 katlı betonarme yapının Betonarme Perdelerde Kesme Kuvveti Dinamik Büyütme Katsayısını, Türkiye Deprem Yönetmeliği DBYBHY (2007)'ye göre doğrusal olmayan zaman tanım alanında incelemektir.

Yapı, X ve Y doğrultusunda 2'şer adet 7m lik perdeleri bulunan, kat yüksekliği 3m olan, 50 katlı betonarme konut olarak tasarlanmıştır. Zemin sınıfı Z1 dir ve 1. Deprem bölgesinde bulunmaktadır. Malzeme olarak C50 beton ve S420 donatı kullanılmıştır.

Zaman tanım alanında hesap yöntemi ile gerçek deprem kayıtları kullanılarak çözüm yapılmıştır. Çözüm sonucunda β_v katsayısı hesaplanmış olup, DBYBHY(2007)'de önerilen değer ile karşılaştırılmıştır.

2.DEPREM-YAPI İLİŞKİSİ

2.1 Deprem Nedir?

Yerkabuğu içindeki kırılmalar nedeniyle ani olarak ortaya çıkan titreşimlerin dalgalar halinde yayılarak geçtikleri ortamları ve yeryüzeyini sarsma olayına "DEPREM" denir.



Şekil 2.1 : Deprem fotoğrafları arşivinden.

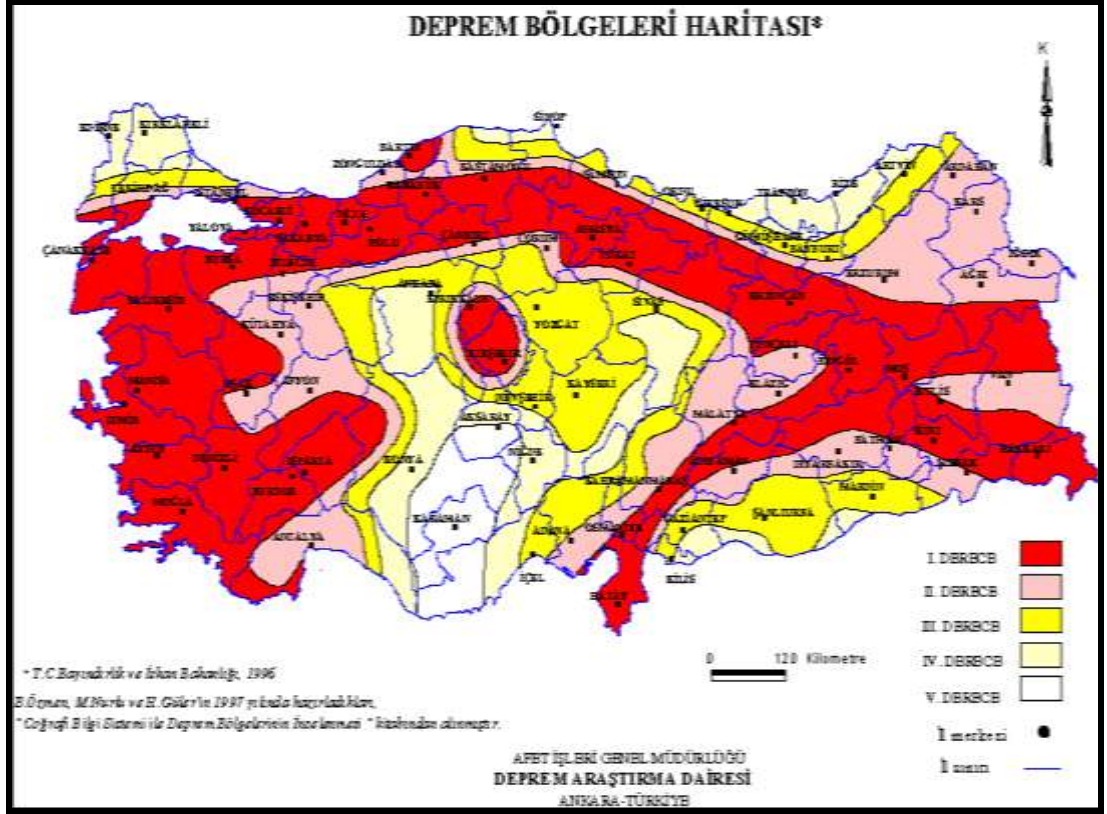


Şekil 2.2 : Deprem fotoğrafları arşivinden.

2.2 Türkiye'nin Depremselliği

Deprem Bölgeleri Haritası'na göre, yurdumuzun %92'sinin deprem bölgeleri içerisinde olduğu, nüfusumuzun %95'inin deprem tehlikesi altında yaşadığı ve ayrıca büyük sanayi merkezlerinin %98'i ve barajlarımızın %93'ünün deprem bölgesinde bulunduğu bilinmektedir.

Ülkemiz etkin deprem kuşaklarından birinin üzerinde bulunduğundan, birçok yıkıcı depremlere tanık olduğumuz gibi, gelecekte de sık sık oluşacak depremlerle büyük can ve mal kaybına uğrayacağımız bir gerçektir. Bu yüzden depreme dayanıklı yapı tasarımı ve bu tasarımın belirli standart ve yönetmeliklere bağlanması büyük önem teşkil eder. Türkiye'de de yapı tasarımı belirli standart ve yönetmeliklerle kurallara bağlanmıştır.



Şekil 2.3 : Deprem bölgeleri haritası.

2.3 Betonarme Yapılarda Depremden Dolayı Oluşan Hasarların Nedenleri

Depreme uygun olmayan mimari tasarım ve deprem davranışı açısından zayıflıklar içeren taşıyıcı sistemler, donatı detaylandırmalarının yetersiz olması, uygun olmaması veya kalitesiz yapı malzeme kullanılması, yapım hataları ve yapının bulunduğu zeminden kaynaklanan sorunlar betonarme yapılarda gözlenen yapısal hasarların büyük bir çoğunluğunun nedenleridir.

Bilgi eksikliğinden, yönetmelik kurallarına uyulmamasından ve yapım hatalarından kaynaklanan hususlar, depremde manevi ve maddi büyük kayıplara neden olmaktadır.

Deprem etkileri gözönüne alınarak şehir, bölge ve arazi kullanım planları düzenlenmeli ve projelendirmede düşey yüklere ilaveten deprem etkileri de hesap edilmelidir.

Afet Bölgelerinde Yapılacak Yapılar Hakkında Yönetmelik (Deprem Yönetmeliği) ve TS 500 (betonarme yönetmeliği) ve ilgili yönetmelik kurallarına uyulmalıdır.



Şekil 2.4 : Deprem fotoğrafları arşivinden.



Şekil 2.5 : Deprem fotoğrafları arşivinden.

3. BETONARME BİNALARDA DEPREM PERDELERİNİN YERLEŞİMİ VE TASARIMI

3.1 Giriş

Şiddetli depremlerin ardından binalarda yapılan incelemeler doğrultusunda, perdeli binaların çerçeveli sistemlere göre deprem kuvvetlerinden daha az etkilendiği görülmüştür.

Yatay kuvvetler doğrultusunda rijitlikleri göz önüne alındığında yatay yer değiştirme sınırlandırmaları açısından en uygun yapı elemanı olarak görülen perdeler, tünel kalıp sistemli binalar ve prefabrik yapılarda tek başına uygulandığı gibi; çerçevelerle birlikte kullanılarak da sünekliğin artmasını ve böylece dayanımın da artmasını sağlamış olur.

Sistemde kullanacağımız perdenin donatısı ve boyutlandırılması ayrıca bunların plandaki uygun yerleşimi büyük önem taşır. 1-12 kat arasındaki konut ve işyerleri için, planda her bir deprem doğrultusundaki toplam perde alanlarının, kat alanının %1.5'i oranında teşkil edilmesini uygun gören bir yaklaşım mevcuttur. Diğer bir yaklaşımda ise bu oranı her bir kat için ayrı ayrı vermiştir [10].

3.2. Perdeli ve Perde Çerçeveli Sistemler

3.2.1. Perde Elemanı

Perdeler yatay yüklerin taşınmasında etkin olarak kullanılır ve plandaki uzun kenarının kısa kalınlığa oranı en az yedi olan, düşey taşıyıcı sistem elemanlarıdır. Perdeler, kat yer değiştirmelerini sınırlandırarak yapısal hasarları önler ve yapının güvenli tarafta kalmasına yardımcı olur.

Bir yapıda tek başına kullanılabildikleri gibi, çerçeve sistemiyle birlikte kullanıldığında, rijitlikleri artmış olduğundan, yatay yüklerin tamamına yakını karşılarlar [10].

3.2.2. Perdelerin Şiddetli Depremlerdeki Davranışları

Perdeli sistemlerin, şiddetli depremlerde gösterdiği davranışlar incelenmiş ve aşağıdaki sonuçlar elde edilmiştir.

- Şili (Mayıs 1960): Portland Çimento Birliği'nin Gelişmiş Mühendislik Bülteni'nde; şiddetli depremlerde hasarları kontrol etmek hususunda betonarme perde duvarların uygun olduğu, perde duvarların çatlamasının söz konusu olduğu durumlar olduğu, ancak binaların bir bütün olarak performansını etkilemediği, tespit edilen donatı miktarının yönetmeliklerde belirlenenden az olmasına rağmen, donatıların duvarları iki doğrultuda bir arada tuttuğu, hasar oluşuktan sonra da duvarların işlevlerini sürdürdükleri belirtilmiştir.

- Üsküp, Yugoslavya (Temmuz 1963): Bu depremde, yapı boyunca veya çekirdekte donatısız beton duvarlı bazı binalarda guseli girişlerin alt kısımlarında oluşan az miktarda ayrılmalar hariç, katlar arası şekil bozukluklarının engellenmesi yüzünden hiçbir hasar meydana gelmemiştir. Çerçeve sistemli bazı binalar çökmüş ve çoğu da hasara uğramıştır.

- Karakas, Venezuela (Temmuz 1967): Perdeli taşıyıcı sisteme sahip 17 katlı Plaza One binası, çevredeki binalardan bazılarının çökmesi, diğerlerinin büyük veya güçlendirilmesi mümkün olmayan hasarlara maruz kalmasına neden olan bu depremi hasarsız atlattır. Bu bölgede, nispeten esnek betonarme çerçeve ve kırılğan kil tuğla bölme duvarlara sahip çok katlı binaların bir bölümü çökmüş ve çoğunda büyük duvar hasarları oluşmuştur.

- San Fernando, California (Şubat 1971): Perde-çerçeve sistemli, 6 katlı Indian Hill Tıp Merkezi orta derecede onarım gerektirecek şekilde depremde ayakta kalabilmiştir. Komşu 8 katlı Holly Cross Hastanesi büyük ölçüde hasar görmüş ve yıkılmıştır. Birçok bina ve köprüde büyük hasarlar meydana gelmiştir.

- Managua, Nikaragua (1972): Şiddetli deprem, perdeli ve perdesiz binaların depreme dayanıklılık açısından farklarına ilişkin özellikle öğretici bir örnek olmuştur. Managua Milli Tiyatrosu, salonu çerçeveleyen beton duvar sayesinde hiçbir hasara uğramamıştır. 18 katlı Banco de Amerika ve 16 katlı Banco Central hasara uğramış ve yıkılmak zorunda kalmıştır. Öte yandan, çekirdek duvarlı karşılıklı etkileşim sistemli ve perde duvar iskeletli bir yapı olan Banco de Amerika ise çok az hasara uğramıştır. Birbirine yakın olan binalardan, beş katlı betonarme çerçeveli

Sigorta Binası büyük hasar görürken, çerçeveye ek olarak nispeten büyük bir çekirdek içeren 5 katlı Enaluf Binası depremi hemen hemen hiç hasara uğramadan atlatmıştır.

- Bükreş, Romanya (Mart 1977): 35 adet çok katlı binanın çöktüğü depremde, koridorlar veya binalar boyunca beton duvarlar içeren yüzlerce yüksek apartman, hiç bozulmadan ve çoğunlukla da hasarsız olarak kalmıştır.

- Mexico City (Ekim 1985): Şiddetli deprem, çok katlı binalarda çerçeveleri güçlendirmek için perde ilavesinin ne kadar önemli olduğunu göstermiştir. 6 ile 15 katlı yaklaşık 280 adet bina depremde çökmüştür. Bunlardan hiçbirisinde perde duvar bulunmamaktadır.

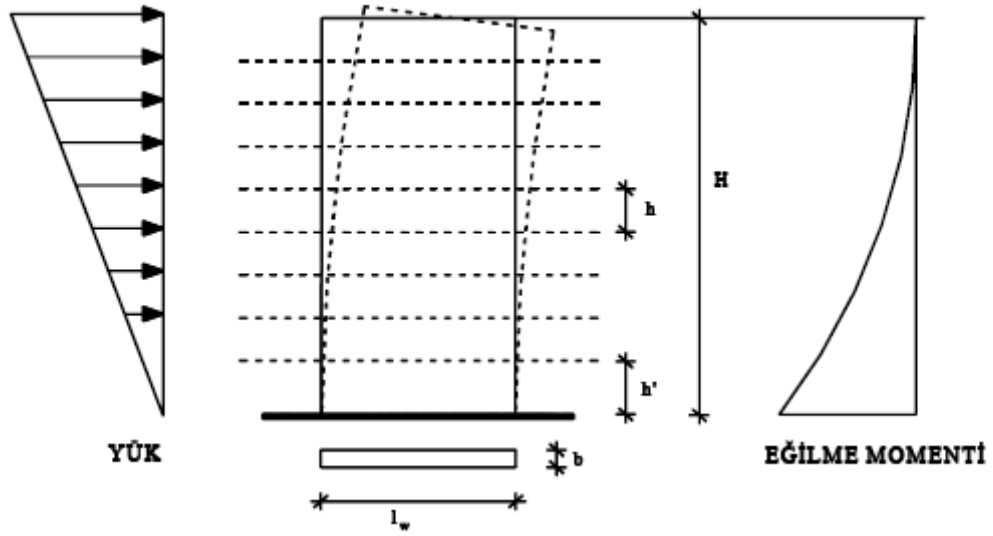
- Şili (1985): Büyük deprem olmasına rağmen hasarları az olmuştur. Bunun nedeni yaygın olarak kullanılan ve kaymayı kontrol etmek amacı ile binalara perdeler ilave edilmesi esasına dayanan mühendislik uygulamasıdır. Şili'deki perde detayları genel olarak ABD'deki sismik bölgelere ait düktil detay şartlarına uymamakta, fakat daha önceki ACI konvansiyonel detaylarına uymaktadır. 1960 ve 1985 depremlerinde Şili'deki binaların son derece iyi bir performans göstermeleri, perde duvarların sağladığı kayma kontrolünün, düktil olmayan iskelet elemanlarını koruyabileceğini göstermektedir [10].

3.2.3. Konsol Perdelerin Davranışı

Perdeler yatay yükler altında konsol kiriş gibi davranırlar (Şekil 3.1). Kat seviyesinde döşemelerle rijit olarak bağlandığından, yanal burkulma tehlikesi düşüktür. Burkulmaya sebep olan kritik boy olarak perde yüksekliği yerine, kat yüksekliği kabul edilmelidir. Yatay yüklerden oluşan eğilme momentinin yanı sıra, düşey yüklerden gelen aksel normal kuvvetin de etkisi altındadır.

Karşılıklı etki diyagramları ile perdelerin dayanımı bulunabilir. Gövdedeki düşey donatının hesabı da kesitin taşıma gücü kapasitesini bulurken hesaba katılarak ekonomi sağlanır. Perde-çerçeve sistemlerde, perdeler rijitlikleri nedeni ile önemli bir eğilme momenti taşıdıkları halde, normal kuvvetleri o kadar büyük değildir. Eğilme momentleri sebebiyle perdenin temellerinde problem oluşur. Bu nedenle çekme gerilmelerinin olduğu alanı azaltmak amacı ile büyük perde temeli yapılması veya komşu kolonları da içine alan bir temel yapılması gerekli olabilir.

Perdelerin temelinde yeterli normal kuvvetin sağlanması ve her kat döşemesinden yatay kuvvetlerin alınabilmesi için döşeme ile perde arasında gerekli bağın oluşturulması önemlidir.

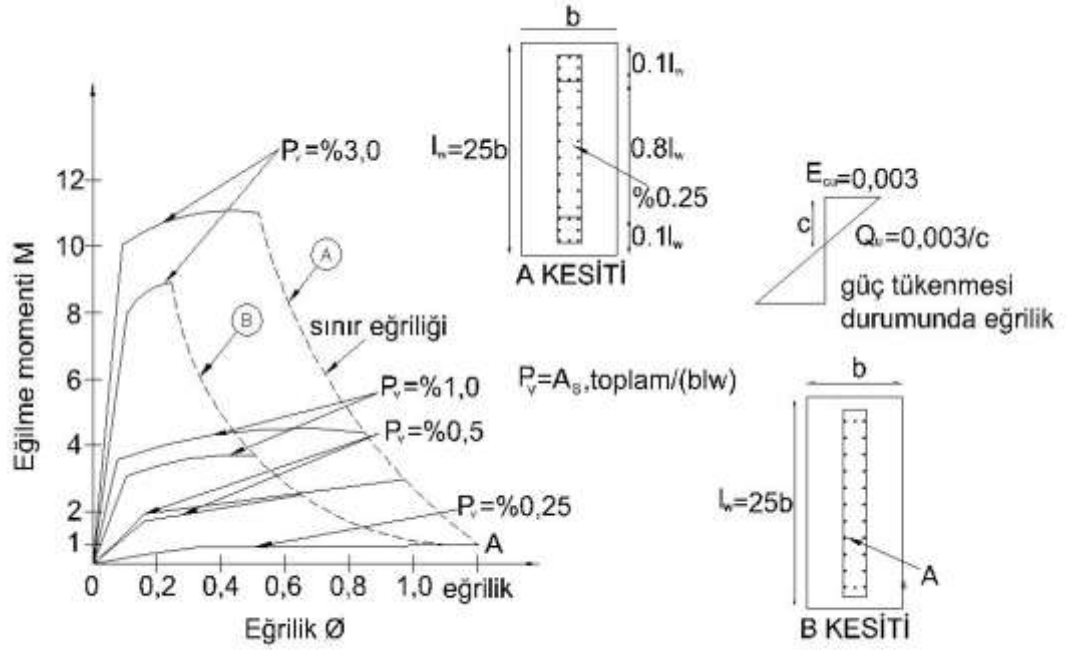


Şekil 3.1 : Konsol perde davranışı.

Deprem kuvvetleri, yüksekliği az olan yapılarda küçük olduğundan perdeler aşırı zorlanmazlar. Bu durumda iki doğrultuda %0.25 oranında bir konstrüktif donatı tavsiye edilerek, perdenin moment taşıma kapasitesi sağlandığı gibi, sünekliği de önemli ölçüde artar. Gövdede donatısının kuvvet kolu küçüktür ve bu yüzden etkili bir şekilde kullanılamaz. Gövde donatısının arttırılması ile taşınacak moment büyütülse de, kesitin göçme durumunda ulaşabileceği sünekliği azalır (Şekil 3.2).

Perde en çok mesnet kesitinde zorlanır. Bunu engelleyerek, kesitin sünekliğini arttırmak amacıyla mesnetten yukarı bölgede perdenin plandaki boyutuna yakın yükseklik boyunca etriyelerin sıklaştırılması uygundur.

Aynı zamanda perdelerde boyuna donatıların burkulmasını önlemek için bütün yükseklik boyunca yatay donatılara ihtiyaç vardır. Perdelerin uç bölgelerinde beton basınç bölgesini büyütme, burkulmasını önlemek ve zorlamayı azaltmak için, özellikle binaların bodrum katlarında ve kritik perde yüksekliği boyunca, perde başlık bölgesi düzenlenmesi uygundur.

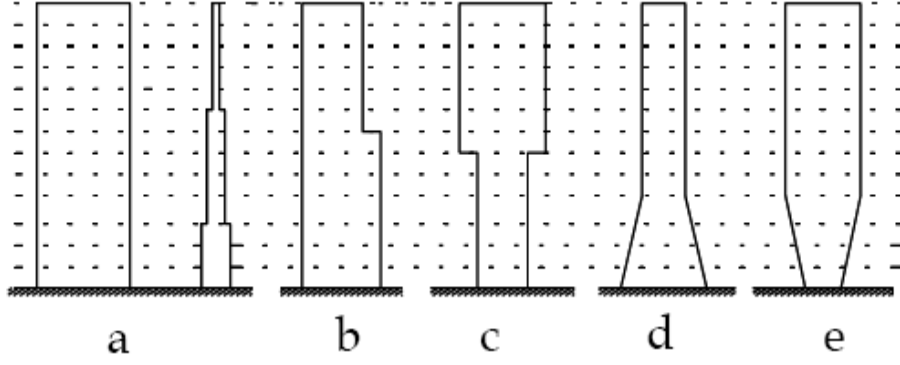


Şekil 3.2 : Perde kesitinde eğilme momenti-eğrilik değişimi.

Başlık bölgesinin bulunması perdenin eğilme momenti kapasitesini önemli derecede artırır. Bunun yanında eğer bir perde, dik doğrultuda başka bir perde ile birleşiyor ise gerekli olan başlık bölgesi doğrudan oluşturulmuş olur. Başlık bölgesi, yatay yükün belirli bir yönü için, tamamen basınç etkisi altında olacağından bu bölgenin kolonlardaki konstrüktif kurallara uyularak donatılması gerekir.

Bina yüksekliği boyunca perdelerin enkesit boyutları sabit olduğu gibi, perde boy ve genişliği üst katlara doğru azaltılabilir (Şekil 3.3a). Bu durumdaki rijitlikleri, karşılıklı etkileşimi olan perdelerin bulunması halinde hesaba katmak gerekir. Perde genişliklerinin ani (Şekil 3.3b) veya sürekli (Şekil 3.3d) değiştiği durumlarda, rijitliklerinde daha büyük değişiklikler oluşur. Yukarı doğru incelen perdelerde oluşabilecek plastik mafsalların boy ve yerleri dikkatli bir şekilde belirlenmelidir (Şekil 3.3c,e).

Plastik mafsalın perde temelinde oluşması, mafsal boyunu sınırlandırmayı gerekecektir. Bu nedenle bu tip perdeler süneklik düzeyi yüksek çerçevelerle kullanılırsa, plastik mafsalı perde tabanında oluşması açısından bir avantaj sağlayacaktır [10].

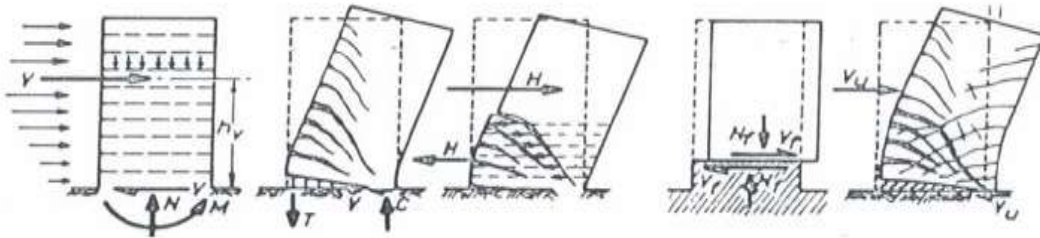


Şekil 3.3 : Kesit boyutları yükseklikle değişen perdeler.

3.2.4 Konsol Perdelerin Göçme Şekilleri

Perdelerin göçme biçimleri çeşitli şekillerde olabilir. Eğilme göçmesinde, perdenin en büyük moment taşıyan kısmında bulunan donatı, elastik sınırı geçer ve akma bölgesinde belirli bir uzamadan sonra pekleşme göstererek ve donatıdaki sabit gerilme tekrar artmaya başladığı için donatı çekme kuvveti de, aynı zamanda kesitin taşıyabileceği moment de artar. Bunun sonucunda perde kesitindeki deformasyonlara bağlı göçme meydana gelir (Şekil 3.4a). Kesme kırılmasında, betonun kesme dayanımı yüksektir ve betonda kesme kuvvetlerine bağlı olarak ortaya çıkan eğik asal çekme gerilmelerinden dolayı, kesit kesme kapasitesine ulaşarak göçer (Şekil 3.4b).

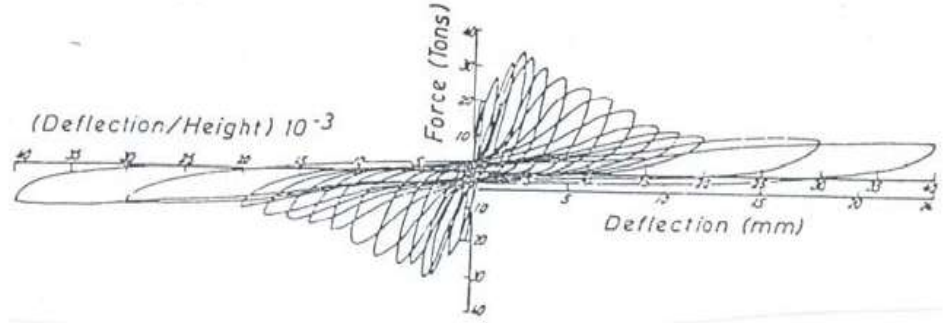
Bir diğer göçme biçimi, perde ve temel birleşiminde kayma ile oluşur. Eğer perde-temel birleşiminde yeterli filiz donatısı bulunmuyor ise perde rijit bir kütle hareketi ile kayar ve göçme oluşur. (Şekil 3.4c). Son göçme şekli de eğilme ve taban kaymasının bir arada olması ile meydana gelen göçme şeklidir (Şekil 3.4d).



Şekil 3.4 : Perdelerin göçme biçimleri.

Eğilme sünekliği için ve kapasite tasarım ilkeleri ile kayma göçmesine karşı boyutlandırılmış perdeler oldukça iyi davranış sergiler. Yer değiştirme sünekliği yaklaşık olarak 4 olduğunda iyi bir davranış elde edildiği görülür. Örnek perdenin ise

%3 yanal değiştirmede yalnızca ikinci tekrardan sonra bu değerin 6 olduğunu gözlemlemekteyiz (şekil 3.5). [10]



şekil 3.5 : Kesme kırılması altında histeritik davranış.

3.2.5 Perde Kesitlerini Düzenleme şekilleri

Perde kesitleri mimari tasarımlara uygun olabilmesi ve deprem etkileri altında doğru çalışabilmesi amacıyla I, T, L, H, C, U, Y gibi tasarlanabilir (şekil 3.6). Perdenin minimum kalınlığı, beton ve donatı yerleşimi için yönetmelikler tarafından belirlenmiştir.

Yatay kuvvetler perdeler üzerine etkili olmaya başladığında, kayma dayanımını ve stabilitesini sağlamak için kalınlığı arttırmak gerekebilir. Perde kesitinin iki ucunda gerilmeler büyük olacağı için, donatı perde uç bölgelerinde arttırılarak buralarda perde uç elemanları oluşturulur. Uç elemanlar plastik mafsal bölgelerindeki basınca maruz betonun daha iyi sarılmasını sağlayarak plastik mafsal bölgelerinde sıkışan betonun erken dağılması önlenmiş olur.

Kiriş mesnetlenmesi ve eğilme donatılarının yerleştirilmesinde başlık bölgesinin bulunması perdenin eğilme momenti kapasitesinde önemlidir [10].



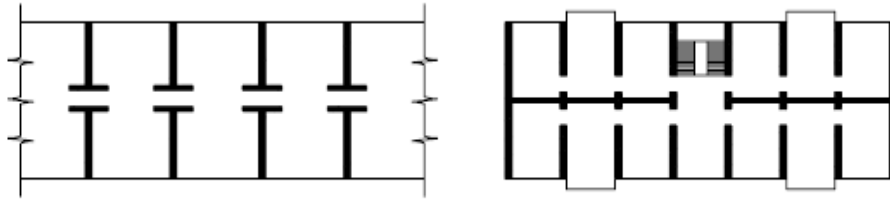
şekil 3.6 : Perde kesit şekilleri.

3.2.6. Perdelerin Planda Yerleştirilmesi

Perdenin kesiti ve plandaki yerine göre eğilme momenti ve burulma dayanımı değiştiğinden, bazen perdelerin yerleri taşıyıcı sistem açısından pek uygun olmayabilir. Bu sebeple mimar ve inşaat mühendisinin birlikte çalışması depreme karşı taşıyıcı sistemin düzenlenmesi açısından daha uygundur.

Perdeli bir yüksek yapıda yeterli rijitlik sağlanması ve plastik şekil değiştirmelerin planda düzgün bir şekilde dağılması amacıyla plandaki yerleşimleri önemlidir. Rijitlik ve kütle merkezlerinin birbirine yakın olması sistemin stabilitesini geliştirmektedir. Perdeye gelen burulma etkisi de azaltılmalıdır.

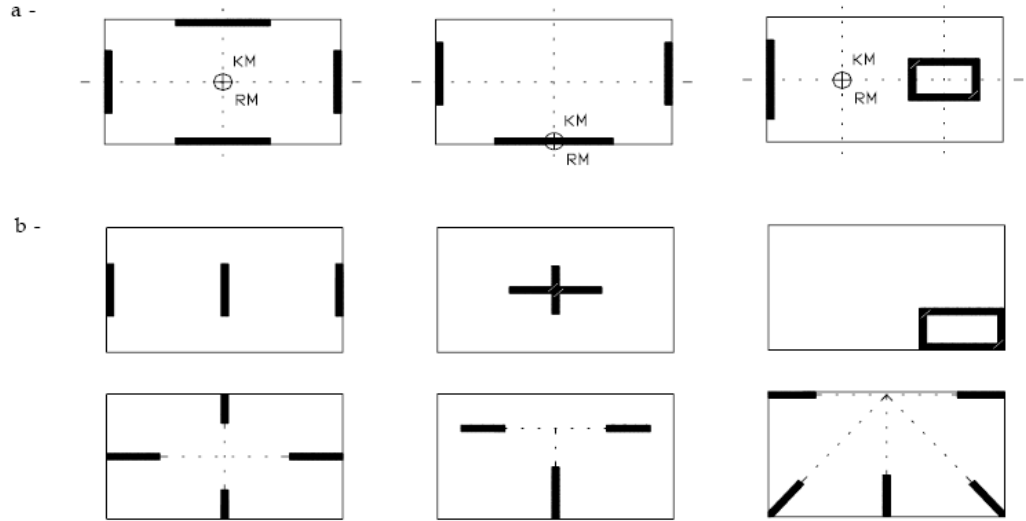
Tünel kalıp ile yapılan binalarda yatay ve düşey yükler perdeler tarafından taşınır (Şekil 3.7). Yapının özellikle deprem etkisinde elastik davranışının sağlanması genellikle yönetmeliklerdeki minimum donatı şartlarına uyulması ile mümkündür.



Şekil 3.7 : Tünel kalıp sistemleri.

Perdelere gelen burulma etkilerini azaltmak için de perde sistemlerinin ideal şekilde düzenlenmesi gerekmektedir [10].

Perde duvarlar yapının çevresine dağıtılarak, en büyük burulma rijitliğinin sağlanması için; aynı düzlemdeki perdeler, tek başlarına konsol kiriş gibi çalışabildikleri gibi, birbirlerine bağ kirişleri ile bağlanarak perde çifti olarak düzenlenebilirler. Perdeler, simetrisi bozuk şekilde ve kat içinde belli bir bölgeye yoğunlaştırılmamalıdır. Perdelerin sistem çizgilerinin bir noktada kesişmeleri önlenmelidir (Şekil 3.8).



Şekil 3.8 : Perdelerin planda düzenlenme şekilleri.

3.2.7. Yapı Özellikleri

a) Süneklik : Perde duvarların dayanımı kadar sünekliği de önemlidir. Bu nedenle deprem etkisi altında, perdeler sünek olarak eğilme kırılması oluşturmalıdır [2].

Eğrilik Sünekliği : Bu süneklik taşıyıcı elemanın kesit özellikleriyle ilgilidir ve N-M- Φ ilişkisi üzerinde tanımlanabilir (Şekil 3.9). Bunun için, çekme donatısının akmasına karşılık gelen Φ_y ve basınç altında betonun ezilmesine tekabül eden Φ_u değerleri hesaplanmalıdır. Bu değerler çizilen N-M- Φ ilişkisinden aşağıdaki şekilde hesap edilir (Şekil 3.9).

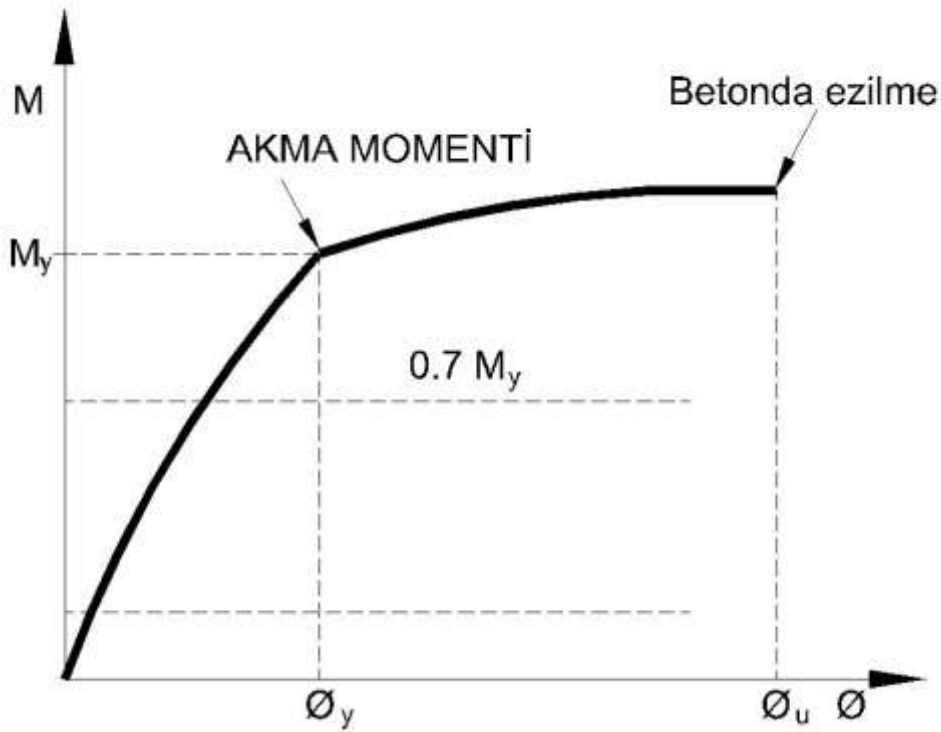
$$M_{\phi} = \frac{\phi_u}{\phi_y} \quad (3.1)$$

Ötelenme Sünekliği : Yapının eleman kesitleri kadar, plan ve boy kesit özellikleri, açıklıkları, yükseklikleri ve mesnet şartları ile ilgilidir.

Elasto-plastik sistemde, plastik mafsallın olduğu M noktasına tekabül eden ötelenme Δ_y dir. Δ_u ile Δ_y arasındaki oran, taşıyıcı sistemin ötelenme sünekliği olarak tanımlanır.

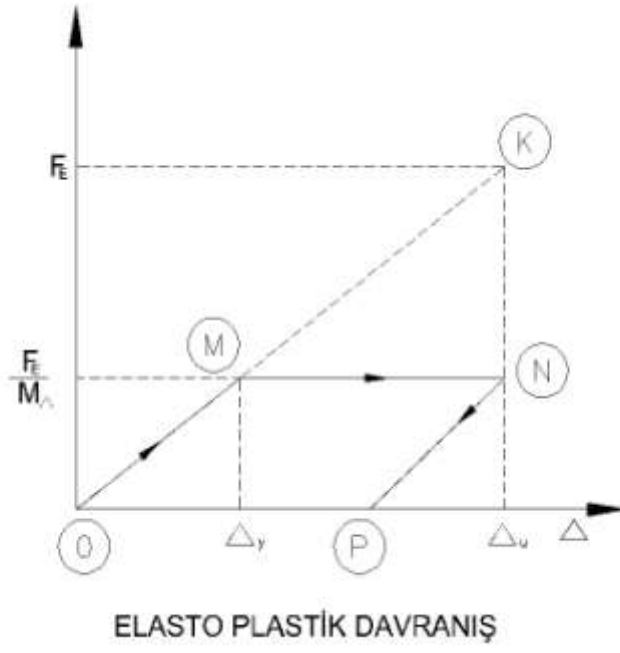
Deprem hesaplarında ötelenme sünekliği için μ_{Δ} 'nın yaklaşık 4~5 olması istenir. Başka bir deyişle, plastik mafsalının oluşması anında Δ_y , taşıyıcı sistemde tüm güç tükenmesinin olduğu Δ_u 'ya ulaşmaya kadar 4~5 kez büyümelidir.

$$\mu_{\Delta} = \frac{\Delta_u}{\Delta_y} \cong 4 \sim 5 \quad (3.2)$$

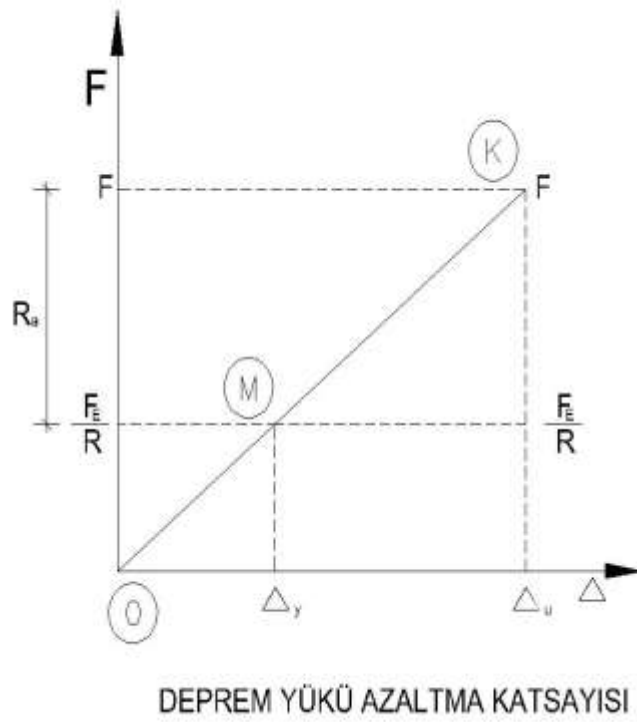


Şekil 3.9 : Moment-eğrilik ilişkisi.

Elasto-plastik sistem M noktasında plastik konuma geldiğinden, kütleyle etki eden eylemsizlik kuvveti de M noktasında sınırlı kalır. Bu kuvvet, K noktasındaki F kuvvetinden defalarca küçük olmuş olur (Şekil 3.10).



Şekil 3.10 : Elasto plastik davranış.



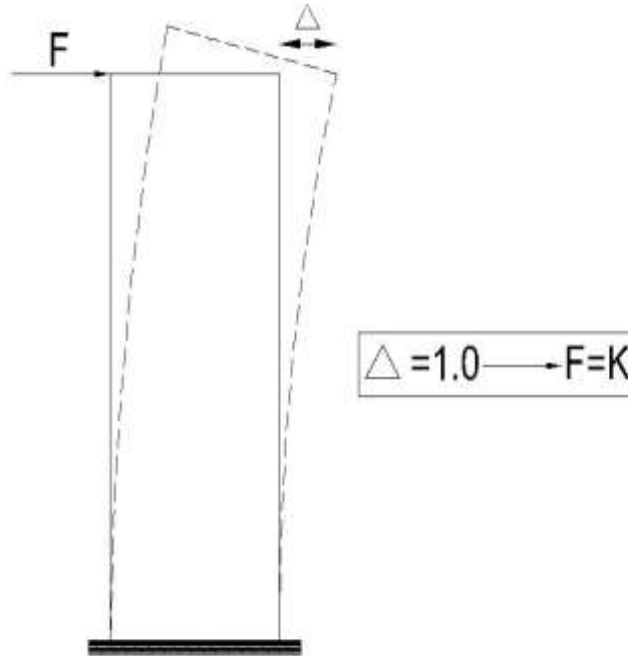
Şekil 3.11 : Deprem yükü azaltma katsayısı.

Elasto-plastik sistemde oluşan eylemsizlik kuvveti, elastik sistemdekinden μ_A kez daha küçük olup, bu katsayı Deprem Yüğü Azaltma Katsayısı R_a olarak tanımlanır (Şekil 3.11).

b) Rijitlik : Yatay yüklerin sebep olduğu deformasyon rijitlik ölçüsü olarak tanımlanır. Yani aynı yanal yük etkisine maruz kalan elemanlardan, az deformasyon yapan bir elemanın diğerine göre daha rijit olduğu belirtilebilir.

Rijitlik, deprem etkisindeki davranışlarda, hafif ve orta şiddetteki depremlerde yanal ötelenmelerin hasar verecek kadar büyük olmamasını, şiddetli deprem etkisi altında ise rijitliğin azalabilmesi ve bina doğal periyodunun büyüyerek sismik kuvvet oluşumunu aza indirmesini amaçlar. Bu nedenle depreme dayanıklı bir yapı yeterli rijitliğe sahip olmalıdır.

Ötelenme Rijitliği : Bu rijitlik yapının tümüyle ilgilidir ve yapıya etkiyen kuvvet ile yapının bu kuvvet altında ötelenmesi arasındaki bağıntıya dayanır. $K_\Delta(\Delta) = F$ olarak tanımlanan rijitlikte, K_Δ rijitlik, F kuvvet, Δ ötelenmedir. $\Delta=1.0$ değerinde $K_\Delta = F$ olup, bu ötelenme rijitliği tanımıdır (Şekil 3.12).



Şekil 3.12 : Konsol perde üzerinde ötelenme rijitliğinin tanımlanması.

Eğilme Rijitliği : Eleman kesiti üzerinde geliştirilen moment–eğrilik ilişkisidir ve yapı elemanının kesit özellikleriyle ilgilidir. EI eğilme rijitliğinin ölçüsüdür ve bu eğri üzerinde tanımlanır. Kullanılabilirlik sınır durumu hesabındaki rijitlik, akma dayanımında kesitin taşıyabileceği momentin %75’i oranındaki kuvvetin ölçüsüdür [2].

Eleman rijitlikleri süreklilik arz etmelidir. Yapı elemanlarının rijitliğini uygun seçerek, titreşim periyodunu belirli aralığa getirip deprem etkilerini küçültmek mümkündür. Bu da pektrum eğrisinde bölgenin hakim periyodu ile yapınınkini uzak tutarak yani rezonans olayını önleyerek sağlanır. Eğer bölgede uzun zemin periyotları hakimse, burada kısa periyotlu rijit az katlı yapılar yapılmalıdır.

c) Dayanım : Kullanılabilirlik açısından, sık oluşan deprem etkilerinde yapıdaki kullanım durumunu etkileyecek sehim ve çatlakların oluşmaması gerektiğinden, deprem etkileri altında taşıyıcı sistem elastik davranacak şekilde boyutlandırılır. Oluşabilecek hasarları minimuma indirmek amacıyla da kesitlerin yeterli dayanıma sahip olması gerekir. Bu dayanım hesabında malzemenin elastik olmayan davranışı göz önüne alınır [10].

4. DEPREM ETKİSİ ALTINDA ÇÖZÜM YÖNTEMLERİ

4.1 Mod Birleştirme Yöntemi

Hesap tekniği elastik davranışa dayanır. Sistemin davranışının, her bir serbest titreşim modunun, deprem hareketine karşı olan davranışının ayrı ayrı elde edilip, sonra birleştirilerek bulunabileceği hesap yöntemidir. Her kat için iki öteleme ve bir dönme hareketi esas alınır. Ancak gerçek taşıyıcı sistemi yansıttasındaki mevcut olan eksiklikleri bulunmaktadır [4].

4.2 Eşdeğer Deprem Yüğü Yöntemi

En kullanışlı yöntem olarak bilinir. Taşıyıcı sistemi düzenli olan yapılarda yapı davranışını iyi bir şekilde temsil eder. Sünekliğin kontrollü olarak ve istenilen yerde oluşmasının sağlanabildiği yöntemdir. Mod Birleştirme Yöntemi ve Zaman Tanım Alanında Hesap Yöntemi her türlü taşıyıcı sistemde kullanılabilir ancak Eşdeğer Deprem Yüğü Yöntemi'nin uygulanma sınırları bulunmaktadır [4].

Çizelge 4.1 : Eşdeğer deprem yükünün uygulanabileceği yapılar.

<i>Deprem Bölgesi</i>	<i>Bina Türü</i>	<i>Toplam Yükseklik Sınırı</i>
1, 2	Her bir katta burulma düzensizliği katsayısının $\eta_{bi} \leq 2.0$ koşulunu sağladığı binalar	$H_N \leq 25$ m
1, 2	Her bir katta burulma düzensizliği katsayısının $\eta_{bi} \leq 2.0$ koşulunu sağladığı ve ayrıca B2 türü düzensizliğinin olmadığı binalar	$H_N \leq 40$ m
3, 4	Tüm binalar	$H_N \leq 40$ m

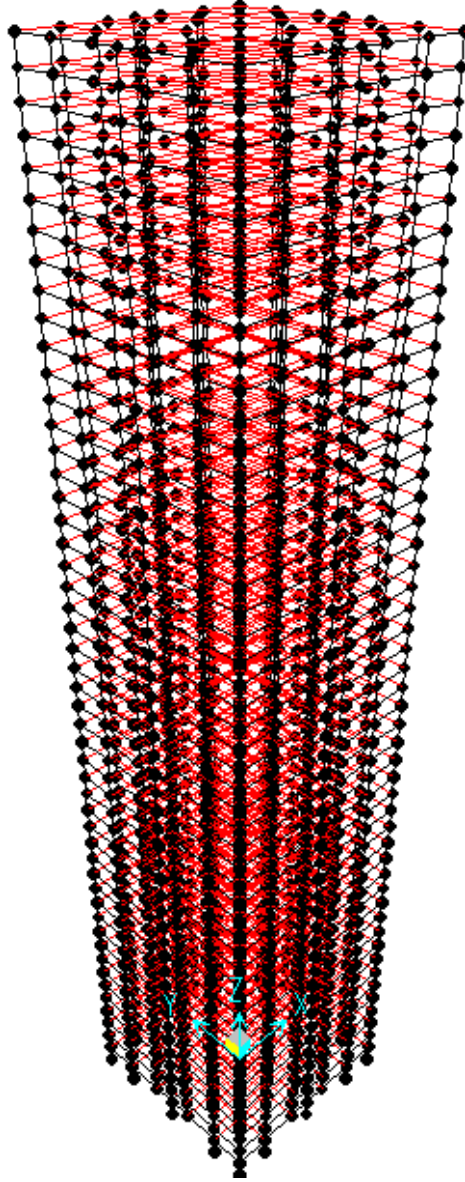
4.3 Zaman Tanım Alanında Hesap Yöntemi

Bu yöntemde taşıyıcı sistem, zaman alanında boyutlama için kabul edilen benzetilmiş veya gerçek bir deprem kaydı esas alınarak çözülür. Sistemin davranış boyutlarına bağlı olduğu için, projelendirmenin ilk aşamasında kullanılacak bir yöntem değildir. Taşıyıcı sistemin davranış elastik kabul edilebileceği gibi, daha gerçekçi sonuçlar elde edebilmek için elastik ötesi davranış da hesaba katılabilir [4].

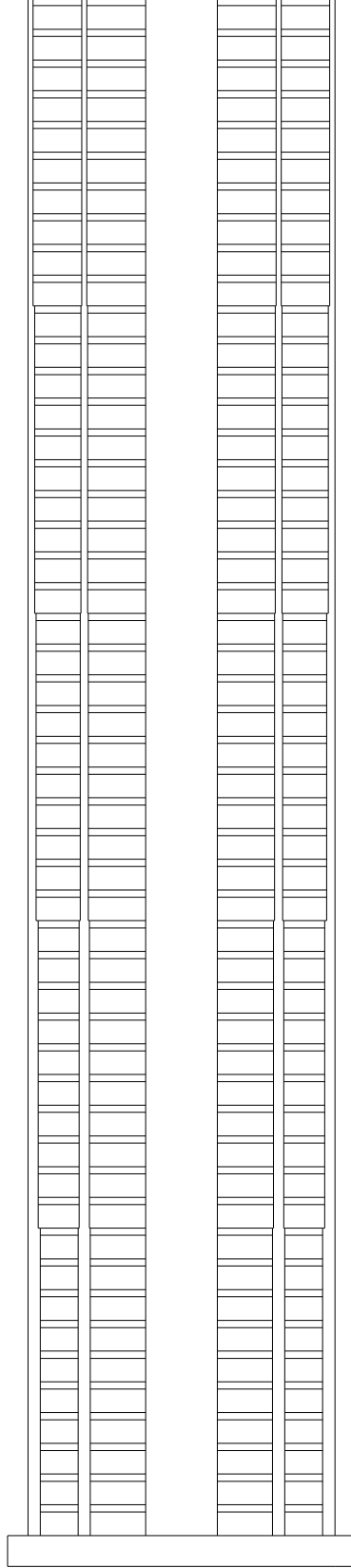
5. YAPI SİSTEM ÖZELLİKLERİ

5.1 Yapının Tasarımı

X ve Y doğrultusunda 2'şer adet 7m lik perdeleri bulunan, kat yüksekliği 3m olan, 50 katlı betonarme konut olarak tasarlanmıştır. Zemin sınıfı Z1 dir ve 1. Deprem bölgesinde bulunmaktadır. Malzeme olarak C50 ve S420 kullanılmıştır.

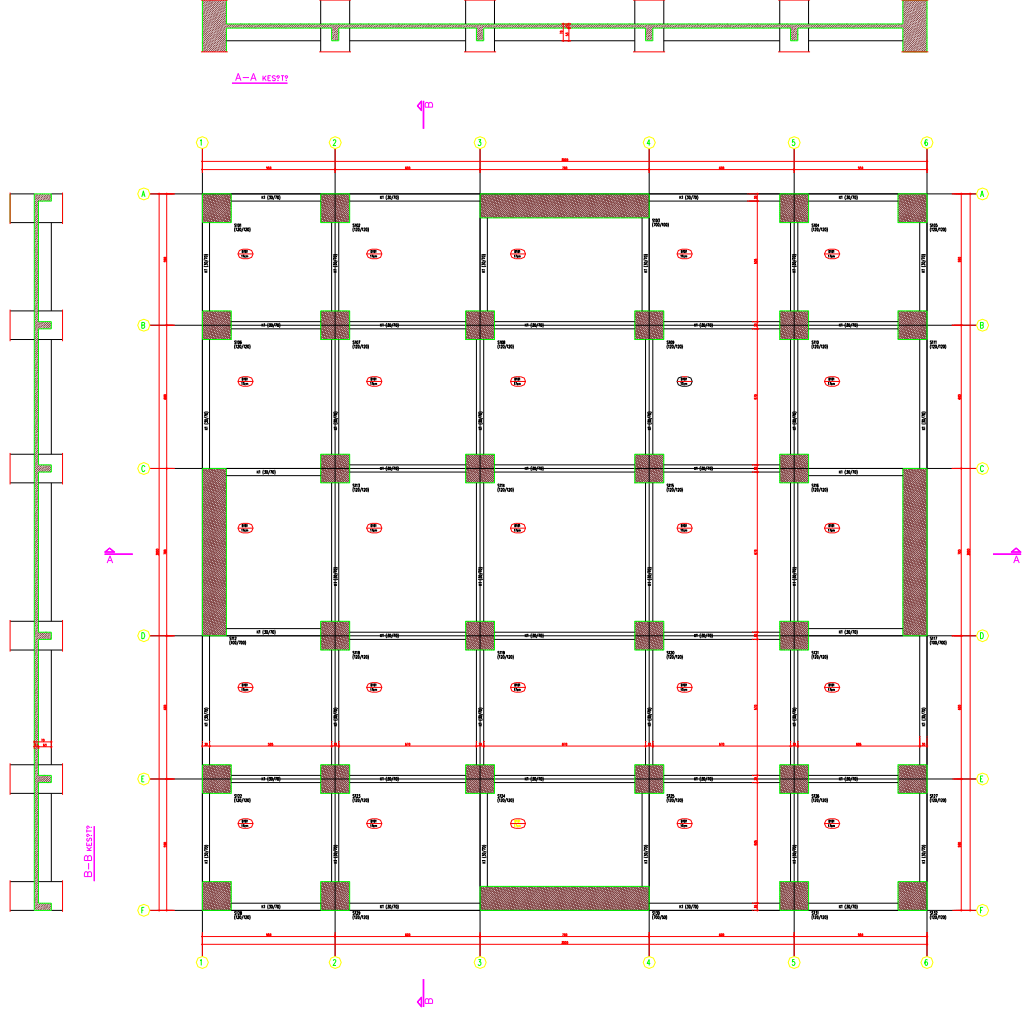


Şekil 5.1 : Yapının hesap modeli.



Şekil 5.2 : Yapının ön görünüşü.

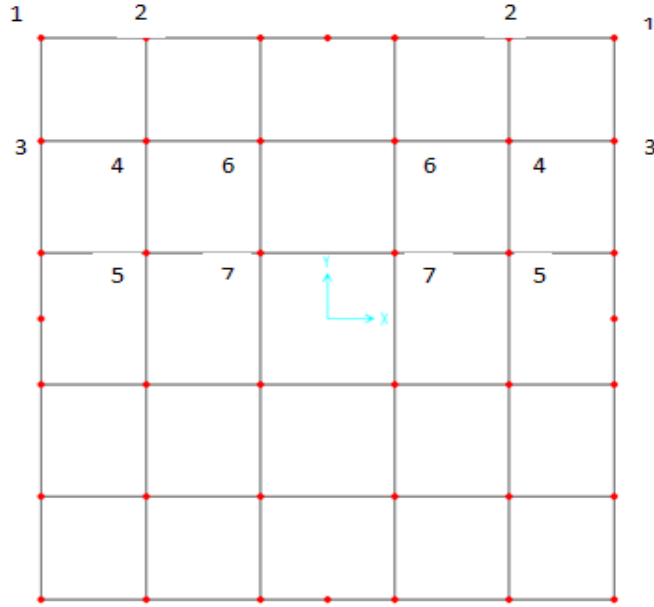
5.2 Yük Analizi



KALIP PLANI _ ÖLÇEK:1/50

Şekil 5.3 : Kalıp planı.

5.2.1 Sabit ve Hareketli Yük Hesabı



Şekil 5.4 : Kolon yerleşim planı.

1-10 kat arasında 120*120 kolon kullanılmıştır.

1-10 kat arasında 100*100 kolon kullanılmıştır.

1-10 kat arasında 80*80 kolon kullanılmıştır.

1-10 kat arasında 65*65 kolon kullanılmıştır.

1-10 kat arasında 50*50 kolon kullanılmıştır.

Döşeme kalınlığı 17 cm ve kirişler 30/70 dir.

1 Nolu kolon için:

Kendi ağırlığı = $1.2*1.2*3*25 = 108$ kN

Döşeme ağırlığı = $2.75*2.75*0.17*25 = 32.14$ kN

Kaplama ağırlığı = $2.75*2.75*1.2 = 9.075$ kN

$$G = 108+32.14+9.075 = 149.215 \text{ kN}$$

$$Q = 2.75*2.75*2 = 15.125 \text{ kN}$$

2 ve 3 Nolu kolonlar için

Kendi ağırlığı = $1.2*1.2*3*25 = 108$ kN

$$\text{Döşeme ağırlığı} = 5.75 \times 2.75 \times 0.17 \times 25 = 67.2 \text{ kN}$$

$$\text{Kaplama ağırlığı} = 5.75 \times 2.75 \times 1.2 = 18.975 \text{ kN}$$

$$G = 108 + 67.2 + 18.975 = 194.17 \text{ kN}$$

$$Q = 5.75 \times 2.75 \times 2 = 31.625 \text{ kN}$$

4 Nolu kolon için

$$\text{Kendi ağırlığı} = 1.2 \times 1.2 \times 3 \times 25 = 108 \text{ kN}$$

$$\text{Döşeme ağırlığı} = 5.75 \times 5.75 \times 0.17 \times 25 = 140.52 \text{ kN}$$

$$\text{Kaplama ağırlığı} = 5.75 \times 5.75 \times 1.2 = 39.68 \text{ kN}$$

$$G = 108 + 140.52 + 39.68 = 288.2 \text{ kN}$$

$$Q = 5.75 \times 5.75 \times 2 = 66.13 \text{ kN}$$

5 ve 6 Nolu kolonlar için:

$$\text{Kendi ağırlığı} = 1.2 \times 1.2 \times 3 \times 25 = 108 \text{ kN}$$

$$\text{Döşeme ağırlığı} = 5.75 \times 6.5 \times 0.17 \times 25 = 158.84 \text{ kN}$$

$$\text{Kaplama ağırlığı} = 5.75 \times 6.5 \times 1.2 = 44.85 \text{ kN}$$

$$G = 108 + 158.84 + 44.85 = 311.69 \text{ kN}$$

$$Q = 5.75 \times 6.5 \times 2 = 74.75 \text{ kN}$$

7 Nolu kolon için:

$$\text{Kendi ağırlığı} = 1.2 \times 1.2 \times 3 \times 25 = 108 \text{ kN}$$

$$\text{Döşeme ağırlığı} = 6.5 \times 6.5 \times 0.17 \times 25 = 179.56 \text{ kN}$$

$$\text{Kaplama ağırlığı} = 6.5 \times 6.5 \times 1.2 = 50.7 \text{ kN}$$

$$G = 108 + 179.56 + 50.7 = 311.69 \text{ kN}$$

$$Q = 6.5 \times 6.5 \times 2 = 84.5 \text{ kN}$$

7m'lik perde için:

$$\text{Kendi ağırlığı} = 1 \times 7 \times 3 \times 25 = 525 \text{ kN}$$

$$\text{Döşeme ağırlığı} = 13 \times 2.75 \times 0.17 \times 25 = 151.94 \text{ kN}$$

$$\text{Kaplama ağırlığı} = 13 \times 2.75 \times 1.2 = 42.9 \text{ kN}$$

$$G = 525 + 151.94 + 42.9 = 719.84 \text{ kN}$$

$$Q = 13 \cdot 2.75 \cdot 2 = 71.5 \text{ kN}$$

Kirişler:

$$G = 2 \cdot 30 \cdot 6 \cdot 0.3 \cdot (0.7 - 0.17) \cdot 25 = 1431 \text{ kN}$$

$$1 \text{ kata etkiyen toplam duvar yükü} = 5.75 \cdot (12 \cdot 30 - 4 \cdot 7) = 1909 \text{ kN}$$

5.2.2 Katlara Etkiyen Yükler

Binanın deprem yüklerinin hesaplanmasında kullanılacak toplam ağırlığı, W , Denk.(5.1) ile belirlenecektir [6].

$$W = \sum_{i=1}^N W_i \quad (5.1)$$

Denk.(5.1)'deki W_i kat ağırlıkları ise Denk.(5.2) ile hesaplanacaktır [6].

$$W_i = g_i + nq_i \quad (5.2)$$

1-10 katları için:

$$G = 4 \cdot 149.21 + 8 \cdot 194.17 + 4 \cdot 288.2 + 8 \cdot 311.69 + 4 \cdot 338.26 + 4 \cdot 719.84 + 1431 \\ = 11459.92 \text{ kN}$$

$$Q = 4 \cdot 15.125 + 8 \cdot 31.625 + 4 \cdot 66.13 + 8 \cdot 74.75 + 4 \cdot 84.5 + 4 \cdot 71.5 = 1800 \text{ kN}$$

$$W_i = g_i + nq_i = (114459.92 + 0.3 \cdot 1800) \cdot 10 = 119999.2 \text{ kN}$$

10-20 katları için:

$$G = 10535.92 \text{ kN}$$

$$Q = 1800 \text{ kN}$$

$$W_i = g_i + nq_i = (10535.92 + 0.3 \cdot 1800) \cdot 10 = 110759.2 \text{ kN}$$

20-30 katları için:

$$G = 9779.94 \text{ kN}$$

$$Q = 1800 \text{ kN}$$

$$W_i = g_i + nq_i = (9779.94 + 0.3 \cdot 1800) \cdot 10 = 103199.4 \text{ kN}$$

30-40 katları için:

$$G = 9323.08 \text{ kN}$$

$$Q = 1800 \text{ kN}$$

$$W_i = g_i + nq_i = (9323.08 + 0.3 \cdot 1800) \cdot 10 = 98630.8 \text{ kN}$$

40-50 katları için:

$$G = 8960.92 \text{ kN}$$

$$Q = 1800 \text{ kN}$$

$$W_i = g_i + nq_i = (8960.92 + 0.3 \cdot 1800) \cdot 10 = 95009.2 \text{ kN}$$

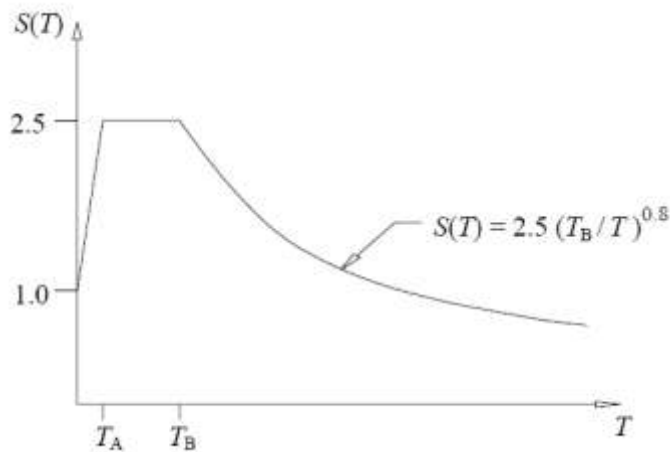
Duvar yükü dahil, tüm sisteme etkiyen toplam ağırlık :

$$W = 623047.8 \text{ kN}$$

5.2.3 Toplam Eşdeğer Deprem Yükü Hesabı

DBYBHY'07 Madde 2.7.1'e göre gözönüne alınan deprem doğrultusunda, binanın tümüne etkiyen toplam eşdeğer deprem yükü (taban kesme kuvveti), V_t , Denk.(2.3) ile belirlenecektir [6].

$$V_t = \frac{VA(T_1)}{RA(T_1)} \geq 0.10 A_0 IW \quad (5.3)$$



Şekil 5.5 : Spektrum eğrisi.

Z1 zemin sınıfı için:

$$T_A = 0.10$$

$$T_B = 0.30 \text{ sn'dir.}$$

Deprem bölgesinde etkin yer ivmesi katsayısı $A_0 = 0.40$

Bina önem katsayısı $I = 1.0$ dır.

Yapının 1. doğal titreşim periodu $T = 4.36 \text{ sn} > T_B = 0.30 \text{ sn}$ olduğundan

$$S(T) = 2.5 * \left(\frac{T_B}{T}\right)^{0.8} = 0.294 \quad (5.4)$$

$$A(T_1) = A_0 * I * S_T = 0.40 * 1.0 * 0.294 = 0.118$$

Binanın tabanına gelen kesme kuvveti 25569.04 kN.

DBYBHY'07 Madde 2.5.2.1'e göre $R = 7$ 'nin kullanılabilmesi için, boşluksuz perdelerin tabanında deprem yüklerinden meydana gelen kesme kuvvetlerinin toplamı, binanın tümü için tabanda meydana gelen toplam kesme kuvvetinin %75'inden daha fazla olmayacaktır ($\alpha S \leq 0.75$) şartı sağlandığından $R=7$ alınabilir [6].

$$\frac{8823.49 * 2}{25569.041} = 0.69 < 0.75$$

$$V_t = \frac{VA(T_1)}{RA(T_1)} \geq 0.10 A_0 IW = \frac{623047.8 * 0.118}{7} = 10459.99$$

5.2.4 Yük Kombinasyonları

$$GQSX1 = G + Q + SPECX$$

$$GQSX2 = G + Q - SPECX$$

$$GSX1 = G + 0.9SPECX$$

$$GSX2 = G - 0.9SPECX$$

$$G + 0.3Q$$

$$1.4G + 1.6Q$$

$$DX1 = G + Q + EX$$

$$DX2=G+Q-EX$$

Sisteme girilen yük kombinasyonlarıdır.

5.3 Boyutlandırma

Kolonlar, sisteme etkiyen yükler ve deprem yönetmeliğine göre aşağıdaki formül kullanılarak hesaplanmış ve 1-10 katları arasındaki kolonlar 120*120, 10-20 katları arasındaki kolonlar 100*100, 20-30 katları arasındaki kolonlar 80*80, 30-40 katları arasındaki kolonlar 65*65 ve 40-50 katları arasındaki kolonlar ise 50*50 olarak boyutlandırılmıştır.

$$\frac{N_d}{A_c} \leq 0.5 f_{ck} \quad (5.5)$$

Kirişler 30*70 seçilmiştir. Sistem momentleri incelendiğinde güvenli tarafta kaldığı görülmüş ve boyutlar değiştirilmemiştir.

Döşeme kalınlığı 17 cm'dir.

5.3.1 Perde Hesabı

Perdelere hem düşey hem eksenel yükler etki eder. Kolonlara kıyasla perdelerin rijitlikleri nedeniyle taşıdıkları eğilme momenti fazla ancak eksenel kuvvet azdır. Eğilme momentinin büyük olduğu perdelerin 2 ucunda donatı yoğunlaştırılarak hem taşınacak moment hem de göçme eğriliği artırılmış olur. Sistemde deprem yönetmeliğine göre boyutlandırma ve donatı hesabı yapılarak, donatılar section designer programı ile yerleştirilmiştir.

Perdeler planda uzun kenarının kalınlığına oranı en az 7 olan düşey taşıyıcı elemanlardır. Genişliği l_w ve yüksekliği H_w olan bir perdede $H_w / l_w > 2.0$ olan perdelerin planda her iki ucunda uç bölgeleri oluşturulacaktır. Taşıyıcı sistemi yalnızca perdelerde oluşan binalar dışında, perde uç bölgelerindeki perde kalınlığı kat yüksekliğinin 1/15'inden ve 200 mm'den az olmayacaktır [6].

$$l_w = 7m$$

$$H_{cr} = \frac{150}{6} = 25m$$

$$H_{cr} = 60m \quad (5.6)$$

Perde Uç Bölgelerinde Donatı Hesabı:

Perde uç bölgeleri ilk 20 katta 2'şer m, 20.kattan itibaren 1'er m olarak alınmıştır.

Kritik perde yüksekliği boyunca:

$$l_u \geq 2b_w$$

$$l_u \geq 0.2l_w$$

Kritik perde yüksekliği dışında:

$$l_u \geq b_w$$

$$l_u \geq 0.1l_w \quad (5.7)$$

1-20 katları arasındaki uç bölgelerde:

$$\rho_w = \frac{A_{s_{uç}}}{b_w l_w} \geq 0.002den \rightarrow \frac{A_{s_{uç}}}{400*100} \geq 0.002den \rightarrow A_{s_{uç}} \geq 8000mm^2$$

21-50 katları arasındaki uç bölgelerde ise:

$$\rho_w = \frac{A_{s_{uç}}}{b_w l_w} \geq 0.001den \rightarrow \frac{A_{s_{uç}}}{200*100} \geq 0.001den \rightarrow A_{s_{uç}} \geq 2000mm^2$$

Koşulları sağlanarak ;

1-20 katları arasında 20 cm aralıklarla 37*2=74Φ20

21-50 katları arasında ise yine 20 cm aralıklarla 22*2=44Φ16 yerleştirilmiştir.

Perdede Gövde Donatısı Hesabı:

1-20 katları arasındaki gövde bölgelerinde:

$$\rho_w = \frac{A_{s_{gövde}}}{b_w l_w} \geq 0.0025den \rightarrow \frac{A_{s_{gövde}}}{300*100} \geq 0.0025den \rightarrow A_{s_{gövde}} \geq 7500mm^2$$

21-50 katları arasındaki gövde bölgelerinde ise:

$$\rho_w = \frac{A_{s_{gövde}}}{b_w l_w} \geq 0.0025den \rightarrow \frac{A_{s_{gövde}}}{500*100} \geq 0.0025den \rightarrow A_{s_{gövde}} \geq 12500mm^2$$

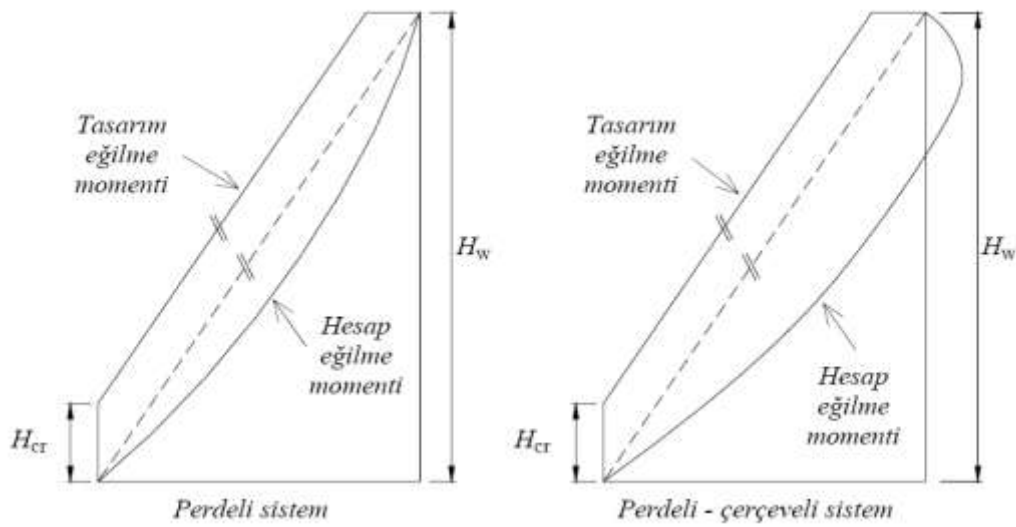
Koşulları sağlanarak ;

1-20 katları arasında 20 cm aralıklarla 42Φ20

21-50 katları arasında ise yine 20 cm aralıklarla 75Φ16 yerleştirilmiştir.

Tasarım Eğilme Momentleri ve Kesme Kuvvetleri:

$H_w / \ell_w > 2.0$ koşulunu sağlayan perdelerde tasarıma esas eğilme momentleri, kritik perde yüksekliği boyunca sabit bir değer olarak, perde tabanında hesaplanan eğilme momentine eşit alınacaktır. Kritik perde yüksekliğinin sona erdiği kesitin üstünde ise, perdenin tabanında ve tepesinde hesaplanan momentleri birleştiren doğruya paralel olan doğrusal moment diyagramı uygulanacaktır.



Şekil 5.6 : DBYBHY'07 Tasarım eğilme momentleri.

$H_w / \ell_w > 2.0$ koşulunu sağlayan perdelerde, gözönüne alınan herhangi bir kesitte enine donatı hesabında esas alınacak tasarım kesme kuvveti, V_e , denklem (5.6) ile hesaplanacaktır.

$$V_e = \beta_v \frac{(M_p)_t}{(M_d)_t} V_d \quad (5.8)$$

Bu bağıntıda yer alan kesme kuvveti dinamik büyütme katsayısı $\beta_v = 1.5$ alınacaktır.

Ancak deprem yükünün tamamının betonarme perdelerle taşındığı binalarda

$\beta_v = 1.0$ alınabilir [6].

Perdelerin Kesme Güvenliği:

Perde kesitlerinin kesme dayanımı V_r aşağıdaki formülle hesaplanacaktır.

$$V_r = A_{ch} (0.65 * f_{ctd} + \rho_{sh} * f_{ywd}) \quad (5.9)$$

V_e tasarım kesme kuvveti de aşağıdaki koşulları sağlamalıdır:

$$V_e = V_r$$

$$V_e \leq 0.22 A_{ch} f_{cd} \quad (5.10)$$

Aksi durumda, perde enine donatısı ve/veya perde kesit boyutları bu koşullar sağlanmak üzere arttırılacaktır [6].

Perdede Yatay Donatı Hesabı:

H_{Cr} Boyunca:

$$N_d = -59693,1 \text{ kN}$$

$$V_d = 8823,50 \text{ kN}$$

$$M_d = 186358,70 \text{ kNm}$$

$$M_p = 187359,65 \text{ kNm}$$

$$V_e = \frac{M_p}{M_d} * V_d * 1,1 = 1,5 * (187359,65 / 186358,70) * 8823,50 * 1,1 = 14637 \text{ kN}$$

H_{Cr} Dışında:

$$N_d = -40415,8 \text{ kN}$$

$$V_d = 3279,35 \text{ kN}$$

$$M_d = 34661,75 \text{ kNm}$$

$$M_p = 127808,62 \text{ kNm}$$

$$V_e = \frac{M_p}{M_d} * V_d * 1,1 = 1,5 * (127808,62 / 34661,75) * 3279,35 * 1,1 = 19951,78 \text{ kN}$$

DBYBHY sayfa 56 göz önüne alınarak $3279,35 * (7/2)$ (R=7) alınmıştır.

$V_e = 11477,73 \text{ kN} > 19951,77 \text{ kN}$ olduğundan $11477,73 \text{ kN}$ kullanılacaktır.

$$V_{\max} = 0,22 \cdot A_{ch} \cdot f_{cd} = 0,22 \cdot (1 \cdot 7) \cdot 33333 = 51332,8 \text{ kN}$$

$$\Phi 12/100 \quad \rho_{sh} = \frac{339,3}{100 \cdot 1000} = 0,0034 > 0,0025$$

$$b_w = 1000$$

3 kollu etriye olduğu için $\Phi 12 \times 100$

$$V_r = 7 \cdot (0,65 \cdot 1670 + 0,0034 \cdot 365000)$$

$$V_r > V_e \quad V_e < V_{\max}$$

Uç Bölgesi Yatay Donatı Kontrolü: 5 kollu etriye

$$N_d > 0,2 \cdot f_{ck} \cdot A_c \cdot 0,2 \cdot 5000 \cdot 7 = 7000 \text{ kN}$$

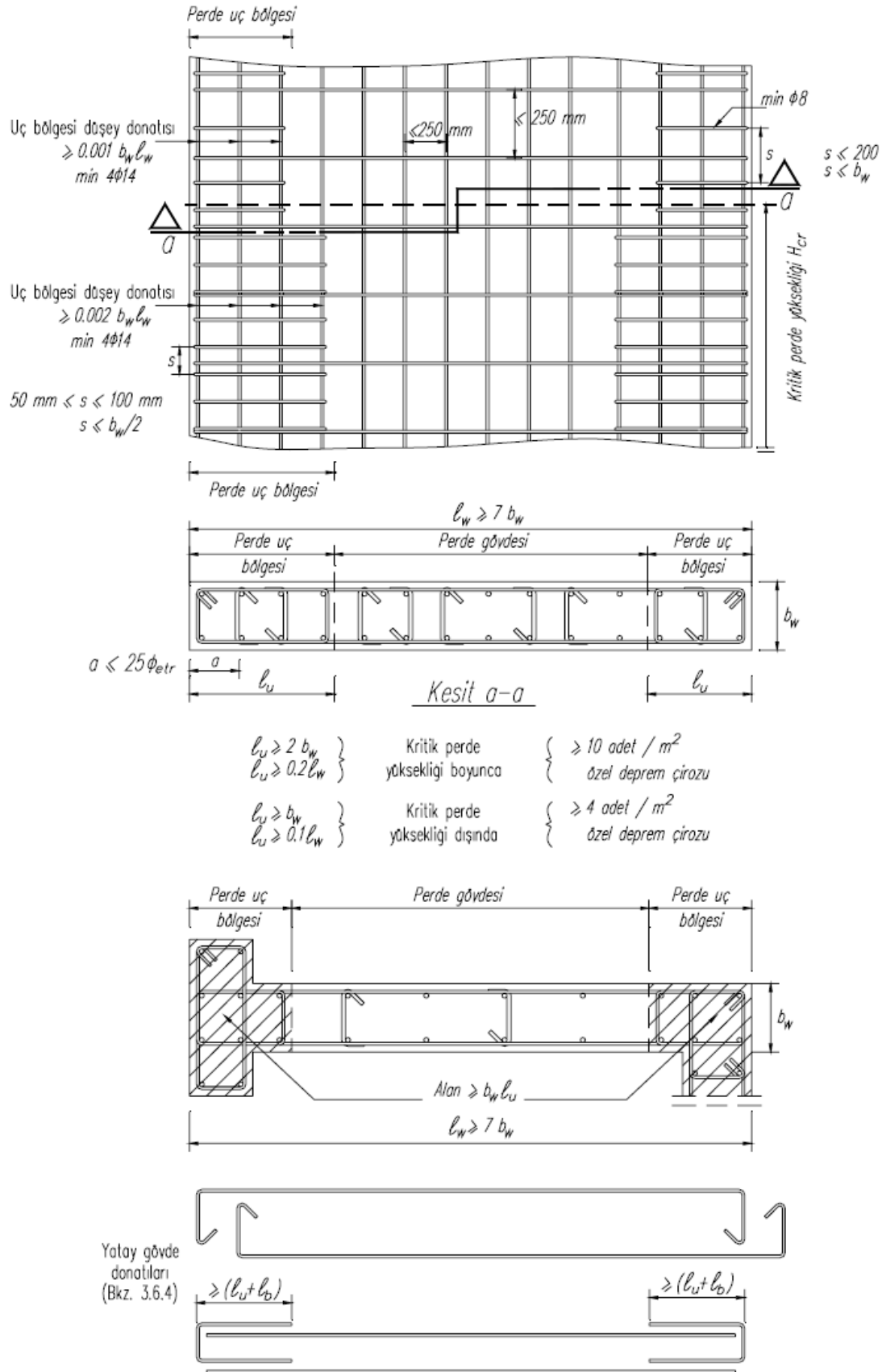
$$H_{cr} \text{ içinde } N_d = 59693,1 > 7000 \text{ kN}$$

$$H_{cr} \text{ dışında } N_d = 40415,8 > 7000 \text{ kN}$$

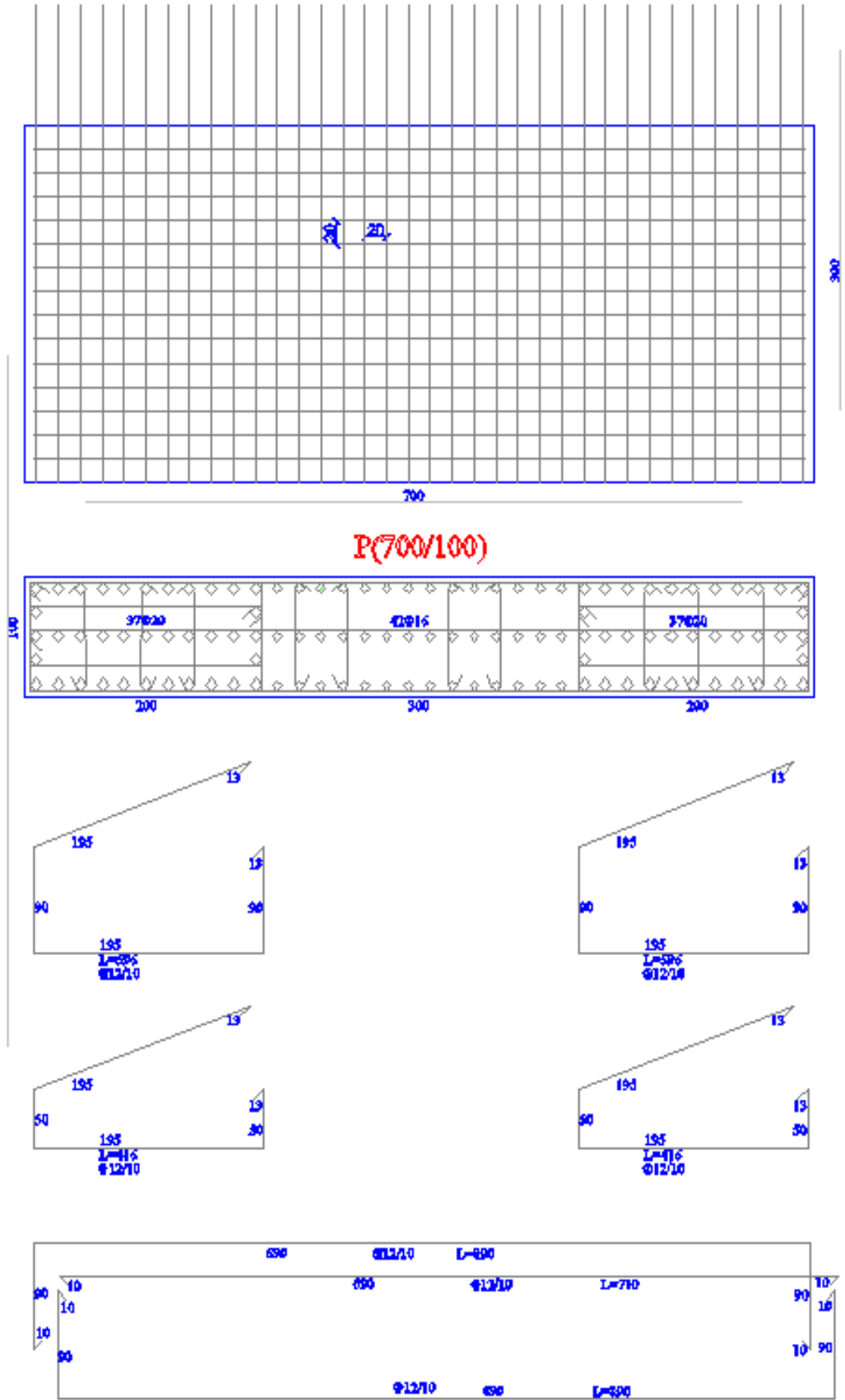
$$A_{sh} \geq 0,0075 \cdot s \cdot b_k \cdot \frac{f_{ck}}{f_{yk}} \quad s=100\text{mm} \quad b_k=70 \text{ cm}$$

DBYBHY sayfa 42 den $678,5 \text{ mm}^2$ nin üçte ikisi kullanılabilir: 452 mm^2

$$565,5 \text{ mm}^2 > 452 \text{ mm}^2$$



Şekil 5.7 : DBYBHY'07 Perdeler için konstrüktif kurallar.



Şekil 5.8 : Perde donatı görünümü.

6. TASARIM İVME SPEKTRUMUNA UYGUN GERÇEK DEPREM KAYITLARININ SEÇİLMESİ VE ÖLÇEKLENMESİ

6.1 Giriş

Sismik tasarım şartnamelerinde, bir alandaki sismik tehlike genellikle tasarım ivme spektrumu ile tanımlanır. Bu yüzden, şartnamelerde yapıların zaman tanım alanında doğrusal elastik veya doğrusal elastik olmayan deprem hesaplamalarında tasarım ivme spektrumu ile uyumlu ivme kullanılmasına izin verilmektedir.

Zaman tanım alanında yapılacak deprem hesaplamalarında kullanılacak ivme kayıtları üç şekilde elde edilebilir:

- 1) Tasarım ivme spektrumu uyumlu yapay kayıtlar,
- 2) Simüle edilmiş (benzeştirilmiş) kayıtlar
- 3) Deprem esnasında kaydedilen ivme kayıtları.

Gerçek yer hareketi kayıtlarının kullanılması, diğer kayıt türlerine olan üstünlüklerinden ötürü daha çok tercih edilmektedir. Ancak gerçek deprem kayıtlarının yönetmeliklerde belirlenen şartları sağlayacak şekilde seçilip tasarım ivme spektrumu ile uyuyacak şekilde ölçeklenmesi gerekir. Tasarım ivme spektrumu ile eşleştirilecek gerçek kayıtlar seçilirken depremin büyüklüğü, kuvvetli yer hareketinin süresi, en büyük yer ivmesi, faylanma tipi, çalışma alanının faya olan mesafesi, fayın yırtılma yönü, yerel zemin koşulları ve kaydın spektral içeriği önemlidir.

Zaman tanım alanında veya frekans tanım alanında ölçekleme yöntemleri kullanılarak gerçek deprem kayıtları ölçeklenebilir. Zaman tanım alanındaki ölçekleme yöntemlerinde kaydın frekans içeriği değiştirilmez, sadece genliği ile oynanır. Frekans tanım alanındaki ölçekleme yöntemlerinde ise tasarım ivme spektrumuna bir eşlik bulmak için yer hareketi kaydının frekans içeriği değiştirilir [7,8].

6.2 Deprem Kayıt Kaynakları

Üç farklı Deprem kayıt kaynakları 3 bölüme ayrılır: yapay kayıtlar, benzeştirilmiş (simüle edilmiş) kayıtlar ve gerçek depremlerden elde edilen kayıtlar.

6.2.1. Yapay Olarak Üretilmiş Deprem Kayıtları

Tepki spektrumu, elastik tasarım spektrumuna aynen benzeyen yapay kayıtlar üretilir. Sadeleştirilmiş tepki spektrumundan güç spektral yoğunluk fonksiyonu bulunur ve bu fonksiyon ile rastgele faz açıları birleştirilerek sinüzoidal sinyaller türetilir. Bu sinüzoidal hareketler toplanarak yapay kayıt elde edilmiş olur. Tasarım spektrumuyla eşleşmeyi iyileştirmek için iteratif bir yöntem kullanılır. Bu yöntemde, seçilen frekanslarda gerçek tepki spektrumu ve hedef tasarım spektrumu ordinatları arasındaki ölçekleme katsayısı hesaplanır ve güç spektral yoğunluk fonksiyonu bu ölçekleme katsayısının karesi ile ayarlanarak kayıt düzeltilir. Bu işlemler sonucunda yeni hareket elde edilmiş olur.

Yapay kayıtları kullanmaktaki en büyük zorluk, tasarım spektrumuna uygun ve çok sayıda kaydedilmiş hareketin ortalamasını simgeleyen tek bir kayıt elde etme zorunluluğun olmasıdır. Bir diğer problem ise kuvvetli yer hareketindeki çevrim sayısının artması sonucunda, gerçeğe aykırı olacak kadar büyük miktarda enerjinin açığa çıkmasıdır [7,8].

6.2.2. Simüle Edilmiş (Benzeştirilmiş) Deprem Kayıtları

Benzeştirilmiş deprem kayıtları yayılım ortamı ve zemin özelliklerini dikkate alan sismolojik kaynak modellerinden bulunur. Uygun kaynak, yayılım ortamı ve zemin özelliklerinin tanımlanması başlıca problemidir. Kaynak ve dalga yayılımı özellikleri fiziksel olarak benzeştirilmiş (simüle edilmiş) kayıtları elde etmekte kullanılan analizlerde, inceleme yapılacak alan için, senaryo depreminin büyüklük ve mesafeye bağlı olarak tanımlanmış olması gerekir. Özellikle sismik tasarım yönetmelikleri kullanıldığı durumlarda, bu bilgilerin çoğu genellikle mevcut değildir [7,8].

6.2.3 Gerçek Depremlerden Elde Edilen Kayıtlar

Gerçek depremlerden elde edilen kayıtlar, yer sarsıntısının genliği, süresi, faz özellikleri ve frekans muhtevisi hakkında sağlıklı bilgiler içerdiği gibi; kayıtları etkileyen kaynak, yayılım ortamı ve zemin gibi bütün faktörleri de yansıtır. Bu da

diğer alternatifleri seçme işlemine göre büyük üstünlük sağlar. Ancak sürekli artan kuvvetli yer hareketi veri tabanlarına rağmen; büyüklük, yırtılma mekanizması, kaynakla saha arasındaki mesafe ve zemin sınıfı gibi deprem parametrelerine bağlı pek çok kombinasyon oluşturulabileceğinden, bazı hallerde duruma uygun kayıt bulmada zorluklarla karşılaşılabilir. Türkiye Deprem Yönetmeliğinde (DBYBHY, 2007) tanımlanan uyum kriterlerine ve yerel zemin sınıflarına göre seçilen kayıtlar, zaman tanım alanında ölçekleme yöntemleri kullanılarak önerilen tasarım ivme spektrumuyla eşleştirilmeye çalışılmakta ve farklı zemin tipleri için en iyi uyumu sağlayan gerçek kayıtlar seçilmektedir [7,8].

6.3 Gerçek Deprem Kayıtlarının Seçilmesi

Gerçek deprem kayıtları, yer hareketinin belli özelliklerini temsil etmesi için genellikle ya tasarım spektrumuna veya büyüklük, mesafe ve zemin sınıfı gibi minimum parametreleri verilen deprem senaryosuna dayandırılarak seçilir.

Kayıtlar en büyük yer ivmesi gibi kuvvetli yer hareketi parametrelerine göre bir tasarım tepki spektrumuna uyacak şekilde seçilir. Belirli bir bölge için seçilecek kayıtlar hem yapılan sismik tehlike analizi sonucunda ortaya çıkan tepki spektrumuyla uyuşmalı hem de jeolojik ve sismolojik şartları sağlamalıdır.

Deprem büyüklüğü, yer hareketinin frekansını ve süresini etkiler. Bunun için uygun büyüklüğe sahip kayıtların seçilmesi büyük önem arz eder. Seçilecek kayıtların deprem büyüklüklerinin hedef olarak belirlenen büyüklüğe ± 0.25 yaklaşıklıkta olması istenir. Fay hattına olan uzaklık ve zemin koşulları kuvvetli yer hareketinin özellikleri üzerinde etkilidir [7,8].

6.4 Yer Hareketini Ölçekleme Yöntemleri

Gerçek deprem kayıtları, verilen bir tasarım ivme spektrumuna uyumlu olarak zaman tanım alanında veya frekans tanım alanında ölçeklenebilir.

6.4.1 Yer Hareketinin Zaman Tanım Alanında Ölçeklenmesi

Bu yöntemde, yer hareketi kaydı istenilen periyot aralığında aynı miktarda yukarı veya aşağı yönde ölçeklenerek (1'den büyük veya 1'den küçük ve sabit bir katsayı ile

çarpılarak), hedef tasarım ivme spektrumuna en uygun eşleştirme yapılır. Bu işlem kaydın frekans içeriğini değiştirmez [7,8].

6.4.2 Tek Bir Deprem Kaydı için Genel Yöntem

Bu yöntemde, ölçeklenmiş hareketin davranış spektrumu ile tasarım ivme spektrumu arasındaki farkın küçültülmesi esas alınır. “Fark” ölçeklenerek ve hedef tasarım spektrumu genlikleri arasındaki farkın karesinin entegrasyonu olarak tanımlanmıştır (6.1).

$$[Fark] = \int_{T_A}^{T_B} [\alpha S_{\alpha}^{gerçek}(T) - S_{\alpha}^{hedef}(T)]^2 dT \quad (6.1)$$

Burada;

S_{α}^{hedef} hedef ivme davranış spektrumu,

$S_{\alpha}^{gerçek}$ kullanılacak gerçek deprem kaydının ivme spektrumu,

α doğrusal ölçekleme katsayısı,

T salınımın periyodu,

T_A ölçeklemenin yapılacağı periyot aralığının alt sınırı,

T_B ölçeklemenin yapılacağı periyot aralığının üst sınırıdır.

Fark miktarının küçülmesi için “Fark” fonksiyonunun doğrusal ölçekleme katsayısına göre türevi sıfır olmalıdır:

$$\min[Fark] \rightarrow \frac{d[Fark]}{d\alpha} = 0 \quad (6.2)$$

“Fark” fonksiyonunun $d\alpha$ ’ya göre türevi alınıp sıfıra eşitlenir (6.2). 6.1’deki integraller ayrık forma çevrilerek T_A ’dan ΔT artırımlarla T_B ’ye kadar devam eden toplam haline dönüştürülür. Buradaki ΔT periyot adım miktarıdır [7,8]. Böylece, Denklem 6.3 elde edilir:

$$\alpha = \frac{\sum_{T=T_A}^{T_B} (S_{\alpha}^{gerçek}(T) S_{\alpha}^{hedef}(T))}{\sum_{T=T_A}^{T_B} S_{\alpha}^{gerçek}(T)^2} \quad (6.3)$$

6.4.3 Birden Çok Deprem Kaydı için Genel Yöntem

Birden fazla deprem kaydı kullanarak ölçekleme yapılmak istenirse aşağıdaki yöntemler kullanılır :

- 1) Tüm kayıtlar için tek bir ölçekleme katsayısı kullanılır ve (N) adet deprem kaydının ortalaması tasarım spektrumuna eşleştirilmeye çalışılır. Üretilen ortalama spektrum, tasarım spektrumu ile oldukça iyi eşleşse de, bütün kayıtlar aynı katsayı ile ölçeklenmiş olur.
- 2) Tek bir kayıt için kullanılan yöntem; (N) adet kaydın herbiri için tek tek uygulanır ve ölçeklenmiş kayıtların ortalamaları alınır. Herbir hareket tek başına en iyi şekilde ölçeklenmiş olmasına rağmen sonuçta alınan ortalama tasarım spektrumu ile mükemmel şekilde eşleşmez.
- 3) (N) adet kaydın spektrumunun ortalaması tasarım spektrumuna eşleştirilmeye çalışılır. (N) defa türev alınarak “Fark” fonksiyonu minimize edilir. Elde edilen (N) adet doğrusal cebirsel denklem çözülerek (N) adet optimum ölçekleme katsayısı bulunur. Bu yöntemde kayıtlar en optimum şekilde ölçeklenmiş olmasına rağmen çıkan ölçekleme katsayıları çok küçük veya çok büyük hatta negatif değerler alabilir.

6.4.4 Yer Hareketinin Frekans Tanım Alanında Ölçeklenmesi

Yer hareketinin frekans tanım alanında ölçeklenmesi yönteminde, deprem esnasında kaydedilmiş ivme kayıtlarından tasarım ivme spektrumuna uyan kayıtlar türetilir. Frekans tanım alanında yapılan ölçekleme esnasında deprem hareketi mevcut özelliklerini koruduğu için, klasik yapay deprem kaydı üretme metotları ile karşılaştırıldığında daha etkili bir yöntemdir. Frekans tanım alanında yapılan ölçekleme yöntemi kullanılarak tasarım spektrumu ile bire bir eşleşen kayıtlar elde etmek mümkündür [7,8].

6.5 Gerçek Kayıtların Türkiye Deprem Yönetmeliği (DBYBHY), Tasarım Spektrumuna Uygun Seçilmesi ve Ölçeklenmesi

6.5.1 DBYBHY Tasarım Spektrumu

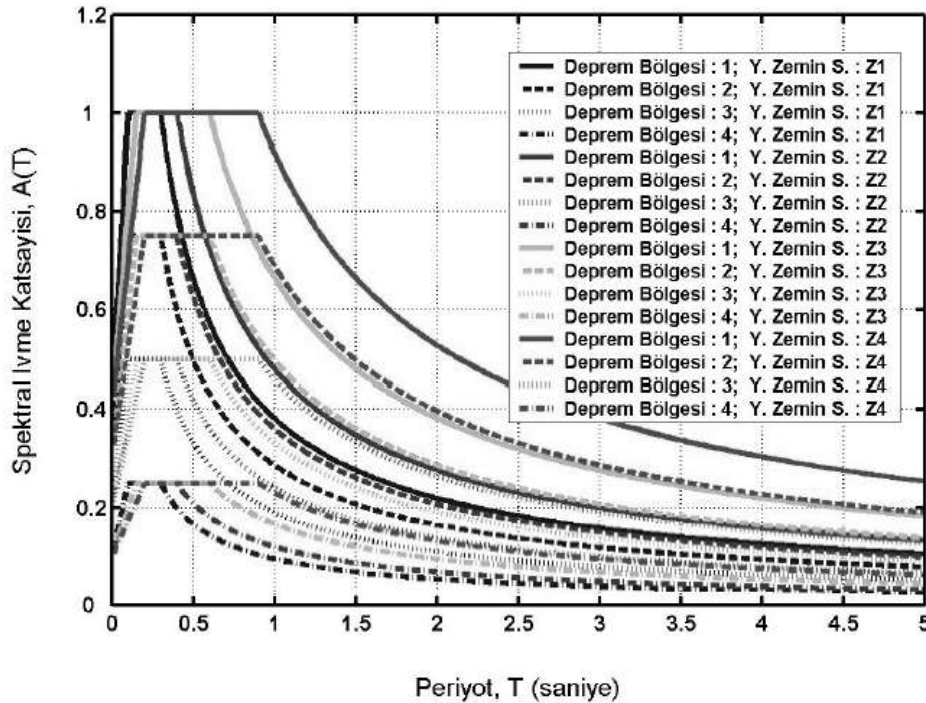
Tasarıma esas deprem Türk yönetmeliğinde, aşılma olasılığı 50 yıllık süre için %10 olan yer hareketi olarak kabul edilmektedir. Bu hareketi göstermek için yerel zemin sınıflarına bağlı olarak % 5 sönüm oranındaki spektrum katsayıları, $S(T)$,

tanımlanmıştır. Yerel zemin sınıflarının tasarım spektrumu üzerinde yarattığı farklılık spektrum karakteristik periyotları (T_A , T_B) ile yansıtılmaktadır.

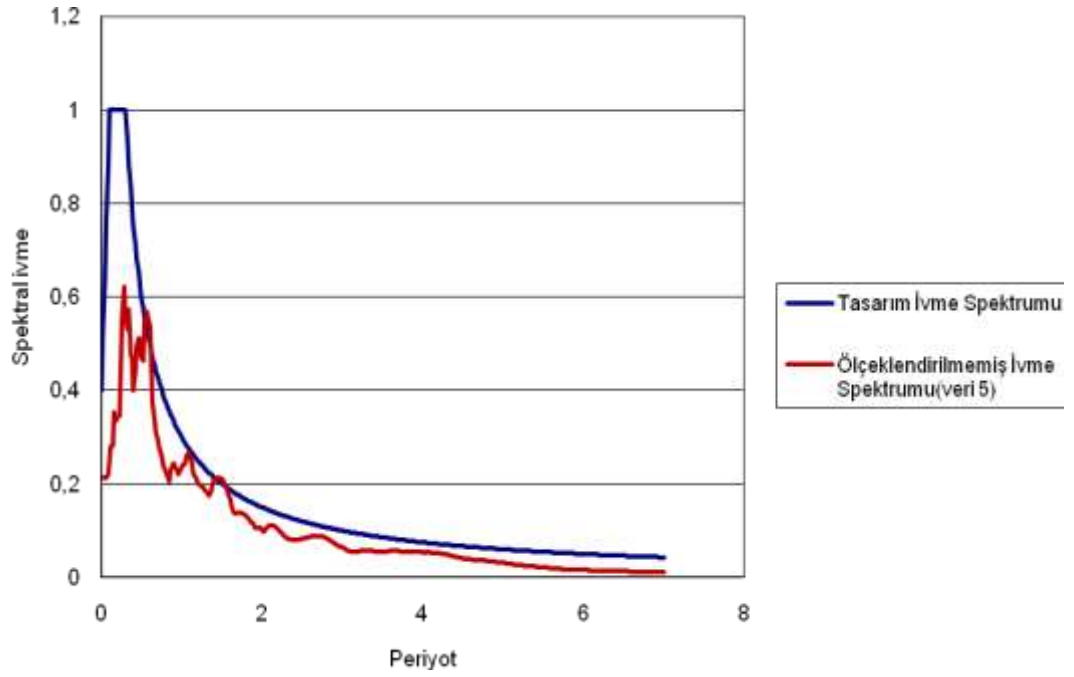
Türkiye Deprem Yönetmeliği'nde, tanımlanan dört zemin sınıfına karşı gelen karakteristik periyotlar verilmiştir. Analizlerde kullanılacak elastik spektral ivme katsayısı, $A(T)$; yapının periyoduna karşı gelen spektrum katsayısı, $S(T)$, bölgedeki deprem tehlikesini gösteren etkin yer ivmesi katsayısı, A_0 , ve binanın kullanım türüne göre değişen bina önem katsayısı, I , çarpılarak bulunur:

$$A(T) = A_0 * I * S(T) \quad (6.4)$$

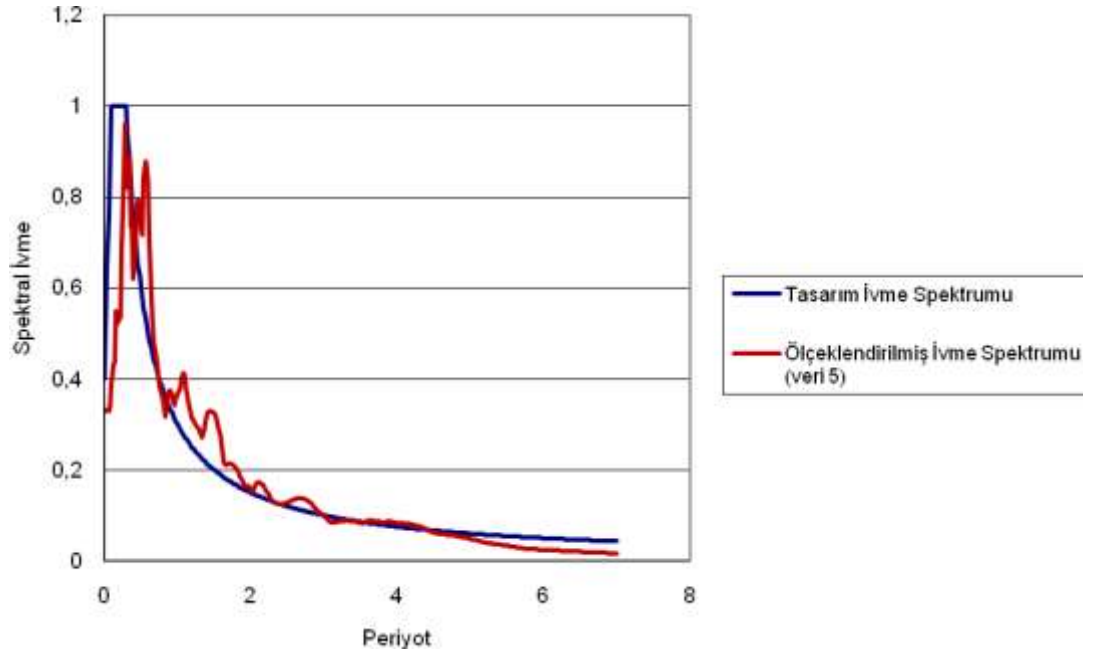
Deprem yönetmeliğimizde verilen zemin sınıfları ve deprem bölgeleri için çizilen elastik spektral ivme katsayıları Şekil 1'de gösterilmiştir. Etkin Yer İvmesi Katsayısı, A_0 , mevcut faylar ve daha önceki depremlere ait kayıtlar gözüne alınarak belirlenmiş ve Türkiye beş deprem bölgesine ayrılmıştır. Birinci bölge tehlikesi en çok olan kısımları gösterirken, beşinci bölge deprem tehlikesinin bulunmadığı kabul edilen alanları kapsamaktadır. Bina önem katsayısı, I , ise binanın kullanım amacı veya türüne göre 1.0 ile 1.5 arasında değişmektedir [9].



Şekil 6.1 : Türkiye Deprem Yönetmeliği elastik tasarım ivme spektrumlarının dört farklı deprem bölgesi ve değişik yerel zemin sınıfları için gösterimi.

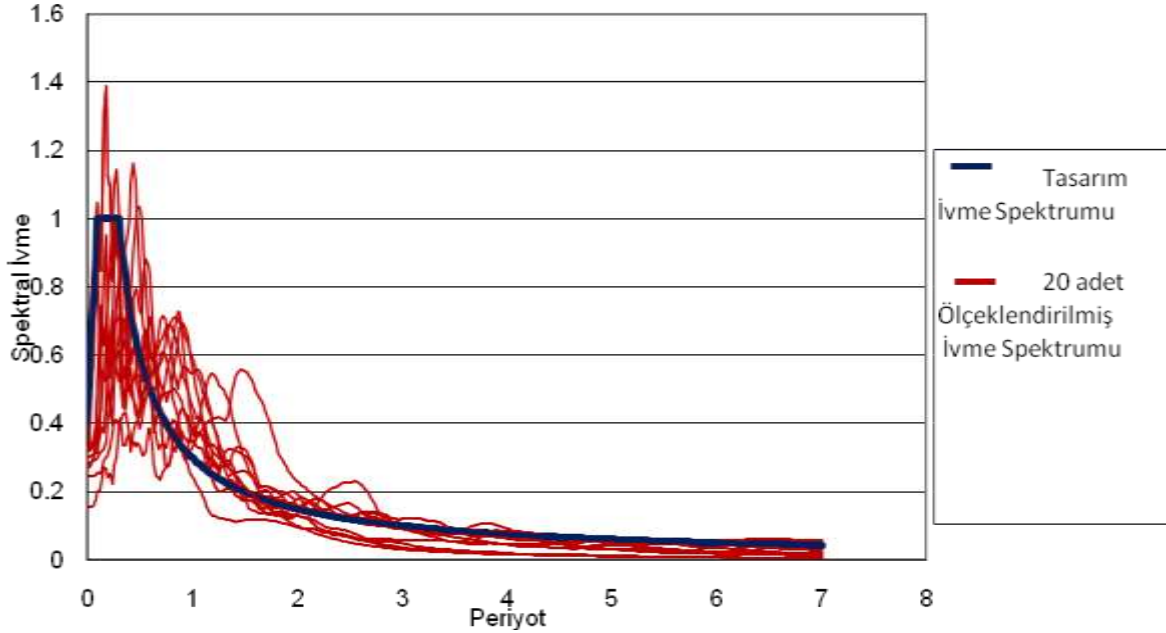


Şekil 6.2 Tasarım İvme Spektrumu ile ölçeklendirilmemiş veri5 (Morgan Hill)'e ait ivme spektrumu.

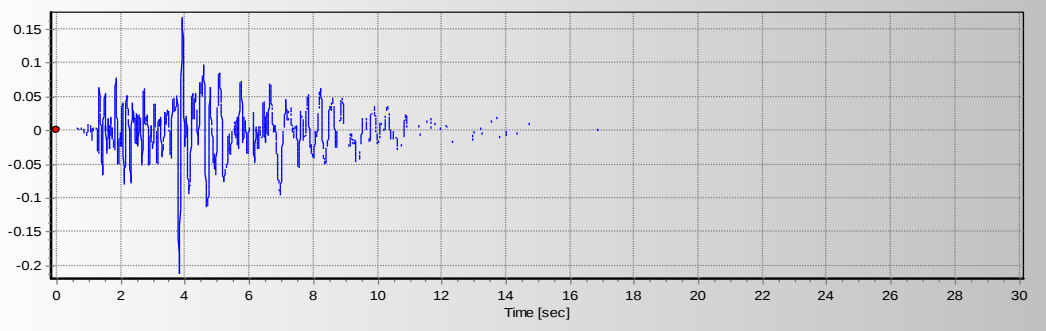


Şekil 6.3 Yönetmelik İvme Spektrumuna uygun şekilde ölçeklendirilmiş veri5 (Morgan Hill)'e ait ivme spektrumu.

Tablo 6.2 ve 6.3 de yaptığımız çalışmalarla ilgili olarak, ölçeklendirilmemiş ivme spektrumu ve yönetmelik ivme spekturumuna uygun şekilde ölçeklendirilmiş ivme spekturumu görülmektedir. Ölçeklendirilen tüm deprem verileri ise aşağıdaki şekilde görülebilmektedir.



Şekil 6.4 Deprem verilerine ait ölçeklendirilmiş ivme spektrumları.



Şekil 6.5 Veri5 (Morgan Hill)'e ait ivme-zaman grafiği.

6.6 Elastik Spektral İvme Ölçekleme Katsayısı Tanımı

DBYBHY (2007)'de tanımlanan spektral ivme katsayısı $A(T)$; etkin yer ivmesi katsayısı, A_0 , ve bina önem katsayısının, I , spektrum katsayısı, $S(T)$, ile lineer olarak çarpılmasıyla elde edilir. $S(T)$ için kayıtlar seçilip ölçekleme yapılarak, bulunan ölçekleme katsayısı α_{AT} olarak adlandırılmaktadır. Spektral ivme katsayısı $A(T)$ 'ye ait

ölçekleme katsayı, $\alpha_{AT}S(T)$ 'ye ait spektrum ölçekleme katsayı α_{ST} , A_0 ve I çarpılarak elde edilir (6.5).

$$\alpha_{AT} = A_0 I \alpha_{ST} \quad (6.5)$$

Çizelge 6.1 : 20 Deprem verisine ait α ve αg değerleri.

	A	G	Ölç.katsayısı
Veri 1	1.152	9.81	11.30112
Veri 5	1.584	9.81	15.53904
Veri 8	1.892	9.81	18.56052
Veri 10	0.385	9.81	3.77685
Veri 11	0.946	9.81	9.28026
Veri 12	0.803	9.81	7.877
Veri 13	2.331	9.81	22.86711
Veri 14	1.121	9.81	10.99701
Veri 15	2.358	9.81	23.13198
Veri 17	6.417	9.81	62.95077
Veri 18	12.514	9.81	122.76234
Veri 19	1.251	9.81	12.27231
Veri 20	16.416	9.81	161.04096
Veri 22	10.262	9.81	100.67022
Veri 23	1.296	9.81	12.71376
Veri 25	0.311	9.81	3.05091
Veri 26	2.128	9.81	20.87568
Veri 27	2.128	9.81	20.87568
Veri 28	0.512	9.81	5.02272
Veri 29	2.848	9.81	27.93888

6.7 Veri Bankası

Bu çalışmada, Pasifik Deprem Mühendisliği Araştırma Merkezi (Pacific Earthquake Engineering Research (PEER) Center, <http://peer.berkeley.edu/smcat>) kuvvetli yer hareketi veri bankasında bulunan deprem kayıtları kullanılmaktadır [11].

Çizelge 6.2 : 20 Deprem verisine ait özellikler.

Deprem Adı	İstasyon	Büyüklik	Zemin Sınıfı	Maksimum İvme (g)	Maksimum Yerdeğiştirme (cm)	Maksimum Hız (cm/s)
Veri 1: Mammoth lakes 05/25/1980	54301 Monmath lakes H.S.	6,3	D	0,442	5,93	23,3
Veri 5: Morgan Hill 04/24/1984	47380 Gilray Array	6,2	D	0,578	2,1	12,6
Veri8: Whittier Narrows 10/01/87	90063 Glendale-Las Polmas	6,0	C	0,296	1,82	17,1
Veri 10: Chalfant Valley 07/21/86	54428 Zach Brothers Ranch	6,2	D	0,447	8,56	44,5
Veri 11: Chalfant Valley 07/20/86	54428 Zach Brothers Ranch	5,9	D	0,285	5,41	22,3
Veri 12: Chalfant Valley 07/21/86	54424 Bishop-Paradise Lodge	5,6	A	0,053	0,34	2,1
Veri 13: Chalfant Valley 07/20/86	54428 Zach Brothers Ranch	5,9	D	0,285	5,41	22,3
Veri 14: Chalfant Valley 07/31/86	54171 Bishop-Ladwp South St	5,8	D	0,176	2,71	12,2
Veri 15: Northridge 0117/94	24575 Fox Airfield Grnds	6,7		0,081	1,45	7,1
Veri 17: Northridge 0117/94	14560 City Hall	6,7	D	0,051	1,65	5,0
Veri 18 : Friuli, İtalya 05/06/76	8002 Barcis	6,5	B	0,03	0,53	1,3
Veri 19: Hollister City04/09/61	1028 Hollister City Hall		D	0,075	1,75	9,7
Veri 20: Imperial Valley 06/06/38	117 El Centro Array		D	0,019	0,06	0,8
Veri 22: Kozani 05/17/95	Grevana	5,3		0,036	0,08	1,2
Veri 23: Livermore 01/27/80	57T01 Livermore	5,5	B	0,258	1,18	11,4
Veri 25: Nahanni, Canada 12/23/85	6097 Site1	6,9	A	2,086	14,58	46,1
Veri 26: Nw California 09/12/38	1023 Ferndale City Hall	5,5	D	0,134	0,78	7,2
Veri 27: Oroville 08/08/75	1543 DWR Garage	4,9	A	0,209	0,04	1,8
Veri 28: Parkfield 06/28/66	1013 Cholame	6,1	D	0,476	22,49	75,1
Veri 29: San Francisco 03/22/57	1117 Goldan Gate Park	5,3	A	0,112	0,43	4,6

7. PERDE SİSTEMLERDE DİNAMİK KESME KUVVETİ BÜYÜTMESİ

7.1 Giriş

Deprem bölgelerinde uygulanan yüksek yapılarda, sadece yapısal perdelerden oluşan betonarme sistemler büyük avantajları nedeniyle tercih edilmektedir. Perde sistemli yüksek yapılar kuvvetli yer hareketi sırasında tasarlanmakta ve nonlineer davranış sırasında yapının konsol benzeri davranışı nedeniyle perde tabanından başlayan bir plastik bölge oluşması beklenmektedir.

Eşdeğer Deprem Yüğü Yöntemi ya da Mod Birleştirme Yöntemi gibi kuvvet bazlı yöntemler kullanıldığında, perdelerin tasarımdaki kesme kuvvetleri, tasarımdaki eğilme momentleri ile orantılı kabul edilmektedir. Oysaki yapılan birçok çalışma, özellikle yüksek yapılardaki perde sistemlerinde, doğrusal elastik ötesi davranış sırasında perdenin tabanında oluşan kesme kuvvetinin, tasarıma esas alınan taban kesme kuvvetinden daha yüksek olabileceğini göstermiştir. Bu nedenle DBYBHY (2007) de dahil olmak üzere modern depreme dayanıklı yapı yönetmeliklerinde, elde edilen tasarım kesme kuvvetleri dinamik büyütm katsayısı ile çarpılarak büyütülmekte ve olabilecek kesme göçmeleri önlenmeye çalışılmaktadır [1,5].

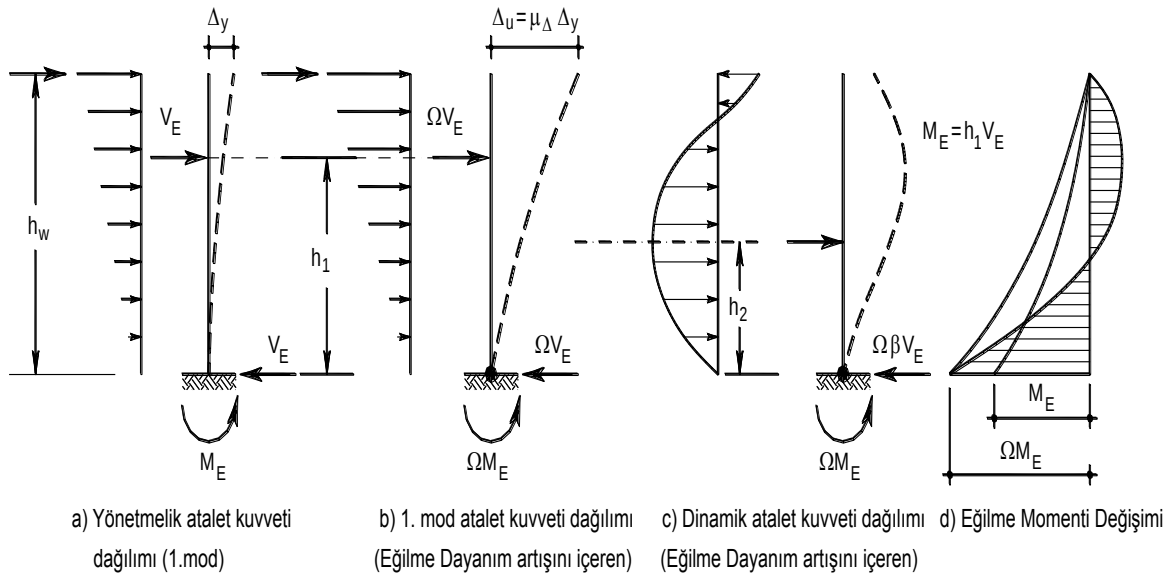
Bu çalışmada da 50 katlı bir sistem için 2007 Türk Deprem Yönetmeliği'ne göre kuvvet bazlı yöntemlerden biri olan mod birleştirme metodu kullanılarak tasarlanan perdeler, zaman tanım alanında doğrusal elastik olmayan analizleri yapılarak, elde edilen perde taban kesme kuvvetleri tasarım taban kesme kuvvetleri ile oranlanıp dinamik kesme kuvveti büyütm katsayıları bulunmuştur.

Perde sistemlerde dinamik kesme kuvveti büyümesi ilişkilerinin bulunmasında kullanılan kuvvetli yer hareketi kayıtları; sayısının, frekans içeriği karakterlerinin ve şiddetlerinin farklılığı nedeni ile birbirinden farklı sonuçlar vermektedir.

Perdelerin, elastik olmayan kesme mekanizmasının hasara neden olan etkilerinden dolayı, kapasite dizaynının (tasarımının) amacı herhangi bir kesme göçmesi durumunu engellemektir. Bu konu perdenin plastik mafsallık bölgesiyle ilgilidir. Sınır duruma bağlı elastik olmayan eğilme uzamaları kesme gerilmesini azaltabilir. Bu

yüzden ilk önce, perdenin sünek tepkisi esnasındaki kesme talebi için bir üst sınır tahmini yapmaktır.

Perde tabanında aşırı eğilme sonucu oluşan kesme kuvveti kuvveti baz alınarak tasarım kuvvetleri Şekil 7.1(a) ve (b)'de gösterildiği gibi formülize edilir. Tabanda plastik mafsall oluşması durumunda, duvarın kalan kısmı, arta kalan elastiklik için planlanır ve plastik mafsall oluşan kısım yüksek moddaki dinamik zorlamalara maruz kalır. Şekil 7.1(c) mafsallaşmanın oluştuğu durumdaki atalet kuvvetlerinin dağılımını göstermektedir. Şekil 7.1 (d)'de moment dağılımları karşılaştırılmıştır. Şekil 7.1 (c)'de simule edilmiş kuvvetlerle ilgili kritik taban kesmesini görülmektedir.



Şekil 7.1 : Konsol perdelerde yönetmelik atalet kuvveti ile dinamik atalet kuvvetinin karşılaştırılması.

Bu şekillerden görüldüğü üzere taban kesmesinin dinamik büyüklüğü basitçe h_1 / h_2 dir. Konsol perdeler için maksimum kesme kuvveti aşağıdaki formül ile hesaplanır.

$$V_u = \Omega V_E \quad (7.1)$$

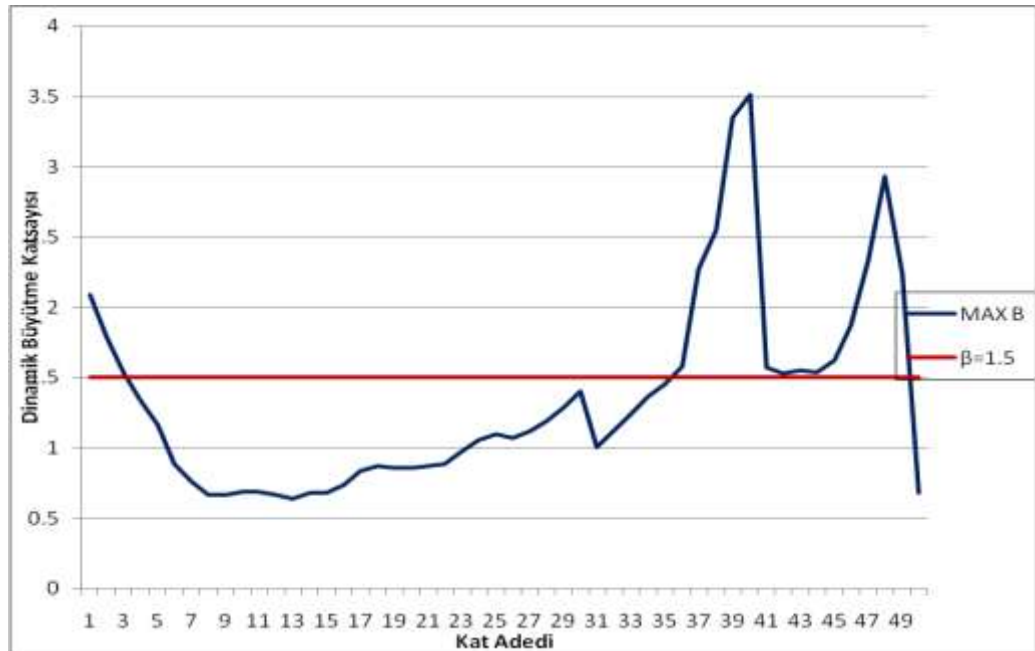
7.2 Dinamik Kesme Kuvveti Büyütmelerinin Hesabı

Tasarlanan perdenin zaman tanım alanında doğrusal elastik olmayan analizlerinde kullanılmak üzere kaydedilmiş 20 adet yer hareketi kaydı seçilmiştir, bu kayıt 50 yılda aşılma olasılığı %10 olan yer hareketini temsil eden yönetmelik ivme spektrumu ile uyumlu olacak şekilde ölçeklendirilmiştir.

Ölçeklendirilen deprem kayıtları kullanılarak perdenin zaman tanım alanında doğrusal elastik olmayan analizleri yapılmıştır. Kuvvet bazlı yöntemler kullanılarak elde edilen tasarıma esas perde taban kesme kuvvetlerinin plastikleşme sonrasında oluşan yüksek mod etkileri nedeniyle tasarıma esas perde taban eğilme momentleri ile orantılı olmadığı ve perde kesme kuvvetlerinin tasarım kesme kuvvetlerinden büyük olduğu görülmüştür.

Dinamik kesme kuvveti büyütmeye katsayısı da zaman tanım alanında doğrusal elastik olmayan analizlerden elde edilen perde taban kesme kuvvetleri ile mod birleştirme metodundan elde edilen kesme kuvvetlerine oranlanarak bulunmuştur (Çizelge 7.1).

$$\beta = V_e / (M_p / M_d * V_d) \quad (7.2)$$



Şekil 7.2 : Maksimum β_v - $\beta_v=1.5$ değerlerinin karşılaştırılması.

Çizelge 7.1 : Veri 5'e ait β_v ve V_e değişimi.

50 Kat Yapı Sistemi				Perde Sistemi								
Frame	P	Vd	Md	P	Ve	M3	Mp				$\beta=V_e/(M_p/M_d^*)$	
Text	KN	KN	KN-m	KN	KN	KN-m	kN-m	Mp/Md	Mp/Md*Vd	beta	Vd)	$\beta=1.5$
P1	-59695.26	8823.502	148580.95	-55311.00	20001.102	112094.05	164771.81	1.11	9785.00	2.04	2.04	1.5
P2	-58815.01	8848.292	128749.79	-54475.00	18879.233	98032.18	162011.07	1.26	11134.16	1.70	1.70	1.5
P3	-57926.19	8459.424	109763.37	-53631.00	17356.05	84029.89	160922.97	1.47	12402.28	1.40	1.40	1.5
P4	-57029.43	7815.937	92547.53	-52781.00	15973.684	70138.60	159225.47	1.72	13447.10	1.19	1.19	1.5
P5	-56125.34	7106.641	77677.80	-51925.00	14378.862	56402.44	156255.92	2.01	14295.65	1.01	1.01	1.5
P6	-55214.55	6428.117	65292.41	-51064.00	12741.42	42902.64	155665.00	2.38	15325.41	0.83	0.83	1.5
P7	-54297.68	5805.550	55300.97	-50198.00	10949.003	36542.78	153376.00	2.77	16101.56	0.68	0.68	1.5
P8	-53375.35	5234.869	47540.21	-49328.00	10535.467	34277.89	151547.00	3.19	16687.53	0.63	0.63	1.5
P9	-52448.17	4720.403	41823.34	-48454.00	10962.332	38435.26	149347.00	3.57	16856.09	0.65	0.65	1.5
P10	-51516.73	4317.334	37899.58	-47577.00	11409.079	40857.74	147316.00	3.89	16781.51	0.68	0.68	1.5
P11	-50581.76	4227.142	35325.52	-46697.00	12073.571	40253.96	145193.00	4.11	17374.16	0.69	0.69	1.5
P12	-49629.41	4013.879	33212.90	-45802.00	11268.009	44653.22	143188.00	4.31	17304.70	0.65	0.65	1.5
P13	-48660.29	3797.638	31553.02	-44892.00	9877.543	49577.84	141306.00	4.48	17007.21	0.58	0.58	1.5
P14	-47675.42	3617.173	30255.23	-43970.00	9647.843	52213.09	136933.00	4.53	16371.07	0.59	0.59	1.5
P15	-46675.71	3477.238	29222.83	-43034.00	8956.633	55257.98	136723.00	4.68	16268.74	0.55	0.55	1.5
P16	-45662.10	3362.875	28394.61	-42086.00	8388.623	59026.49	134703.00	4.74	15953.36	0.53	0.53	1.5
P17	-44635.46	3252.008	27759.15	-41127.00	8442.98	61191.49	132538.00	4.77	15526.94	0.54	0.54	1.5
P18	-43596.71	3125.626	27340.71	-40158.00	9807.665	61594.25	130138.00	4.76	14877.55	0.66	0.66	1.5
P19	-42546.72	2991.494	27176.39	-39179.00	10519.474	60357.07	127750.00	4.70	14062.33	0.75	0.75	1.5
P20	-41486.12	2936.413	27290.16	-38191.00	11556.46	57987.26	125509.00	4.60	13504.73	0.86	0.86	1.5
P21	-40417.33	3279.348	27632.92	-37197.00	11842.474	59743.26	114759.00	4.15	13619.07	0.87	0.87	1.5
P22	-39325.00	3157.425	27955.27	-36181.00	11305.679	60526.39	112355.00	4.02	12690.00	0.89	0.89	1.5
P23	-38206.92	2994.393	28310.42	-35143.00	10104.042	60111.19	109806.00	3.88	11614.18	0.87	0.87	1.5
P24	-37065.14	2858.196	28646.49	-34084.00	9446.749	58451.47	107036.00	3.74	10679.49	0.88	0.88	1.5
P25	-35900.93	2751.111	28891.05	-33005.00	9011.21	55484.38	104522.00	3.62	9952.96	0.91	0.91	1.5
P26	-34715.62	2667.608	28986.23	-31908.00	8250.452	51451.74	102017.00	3.52	9388.64	0.88	0.88	1.5
P27	-33510.52	2599.693	28905.73	-30794.00	8604.969	48416.52	99275.00	3.43	8928.49	0.96	0.96	1.5
P28	-32286.88	2532.190	28659.81	-29663.00	9833.009	49757.60	96036.00	3.35	8485.10	1.16	1.16	1.5
P29	-31046.13	2459.642	28292.08	-28517.00	10876.194	51258.20	93588.00	3.31	8136.30	1.34	1.34	1.5
P30	-29788.26	2467.066	27875.30	-27357.00	11234.737	54771.30	90942.00	3.26	8048.70	1.40	1.40	1.5
P31	-28521.79	3018.179	27514.64	-26189.00	10453.897	57614.47	87848.00	3.19	9636.36	1.08	1.08	1.5
P32	-27238.97	2928.593	27428.52	-25006.00	11097.525	60861.57	85195.00	3.11	9096.42	1.22	1.22	1.5
P33	-25928.06	2775.859	27533.92	-23797.00	10270.212	63494.10	82202.00	2.99	8287.27	1.24	1.24	1.5
P34	-24593.05	2613.744	27782.73	-22569.00	8766.919	65176.80	79754.00	2.87	7503.10	1.17	1.17	1.5
P35	-23235.38	2437.515	28085.79	-21320.00	8379.061	66581.48	75930.00	2.70	6589.83	1.27	1.27	1.5
P36	-21856.82	2250.512	28320.19	-20053.00	7592.208	66986.09	73149.00	2.58	5812.91	1.31	1.31	1.5
P37	-20459.07	2062.431	28352.76	-18768.00	8777.491	66207.39	70042.00	2.47	5094.98	1.72	1.72	1.5
P38	-19043.72	1880.224	28060.25	-17469.00	10850.093	66066.61	66748.00	2.38	4472.56	2.43	2.43	1.5
P39	-17613.04	1711.445	27339.79	-16155.00	13304.214	68617.53	63374.00	2.32	3967.15	3.35	3.35	1.5
P40	-16164.49	1669.040	26118.45	-14826.00	13881.78	68946.66	61971.00	2.37	3960.12	3.51	3.51	1.5
P41	-14725.36	-2599.705	24437.51	-13505.00	12724.957	67387.92	58623.00	2.40	-6236.42	-2.04	2.04	1.5
P42	-13303.65	2434.953	23136.01	-12199.00	10171.933	63685.87	55647.00	2.41	5856.58	1.74	1.74	1.5
P43	-11857.75	-2289.248	21589.15	-10872.00	6683.467	58487.57	52330.00	2.42	-5548.91	-1.20	1.20	1.5
P44	-10395.48	-2121.808	19941.88	-9530.00	5415.348	52169.47	48728.00	2.44	-5184.64	-1.04	1.04	1.5
P45	-8918.52	1908.859	18232.85	-8174.00	6085.223	44910.62	45700.00	2.51	4784.49	1.27	1.27	1.5
P46	-7429.30	1641.445	16451.92	-6809.00	6911.321	36611.02	42154.00	2.56	4205.80	1.64	1.64	1.5
P47	-5930.18	1334.393	14501.44	-5434.00	8323.315	27693.17	38624.00	2.66	3554.10	2.34	2.34	1.5
P48	-4423.32	1072.722	12176.92	-4052.00	9007.076	18738.50	34950.00	2.87	3078.91	2.93	2.93	1.5
P49	-2912.36	1100.351	9169.52	-2667.00	8199.146	10456.58	31216.00	3.40	3745.95	2.19	2.19	1.5
P50	-1388.61	1458.187	5075.64	-1271.00	5311.574	3907.56	27967.00	5.51	8034.68	0.66	0.66	1.5

Çizelge 7.2 : 20 Deprem verisine ait β_v değerlerinin karşılaştırılması.

	1	5	8	10	11	12	13	14	15	17	18	19	20	22	23	25	26	27	28	29	MAX	$\beta=1.5$
1	1.63	1.65	0.88	0.74	1.56	1.38	1.93	2.04	2.09	1.76	2.1	1.42	1.51	1.59	1.27	1.79	1.76	1.54	1.15	1.53	2.09	1.5
2	1.41	1.34	0.75	0.63	1.36	1.19	1.63	1.7	1.79	1.43	1.72	1.22	1.3	1.4	1.11	1.58	1.5	1.21	1	1.3	1.79	1.5
3	1.2	1.1	0.63	0.53	1.19	1.04	1.35	1.4	1.53	1.22	1.4	1.04	1.14	1.21	0.97	1.34	1.29	0.82	0.88	1.1	1.53	1.5
4	0.99	0.97	0.48	0.45	1.04	0.9	1.11	1.19	1.34	1.04	1.13	0.91	1.02	1.04	0.87	1.09	1.14	0.44	0.78	0.92	1.34	1.5
5	0.78	0.85	0.39	0.38	0.91	0.78	0.88	1.01	1.16	0.93	0.9	0.8	0.93	0.85	0.78	0.97	1.02	0.28	0.7	0.84	1.16	1.5
6	0.63	0.71	0.34	0.32	0.78	0.64	0.79	0.83	0.95	0.83	0.73	0.69	0.81	0.64	0.67	0.82	0.89	0.34	0.61	0.76	0.89	1.5
7	0.62	0.63	0.34	0.27	0.7	0.55	0.69	0.68	0.75	0.7	0.65	0.58	0.69	0.44	0.58	0.67	0.76	0.48	0.53	0.66	0.76	1.5
8	0.62	0.56	0.34	0.23	0.67	0.46	0.63	0.63	0.57	0.62	0.6	0.49	0.57	0.39	0.51	0.64	0.64	0.49	0.47	0.54	0.67	1.5
9	0.63	0.5	0.36	0.19	0.67	0.37	0.57	0.65	0.48	0.64	0.62	0.44	0.52	0.35	0.5	0.63	0.56	0.44	0.45	0.5	0.67	1.5
10	0.69	0.48	0.37	0.15	0.65	0.3	0.54	0.68	0.47	0.62	0.62	0.39	0.5	0.39	0.52	0.64	0.56	0.43	0.45	0.47	0.69	1.5
11	0.69	0.44	0.31	0.11	0.56	0.25	0.58	0.69	0.44	0.53	0.53	0.34	0.45	0.39	0.5	0.63	0.58	0.34	0.42	0.4	0.69	1.5
12	0.67	0.41	0.32	0.11	0.51	0.23	0.63	0.65	0.51	0.48	0.47	0.3	0.4	0.47	0.5	0.62	0.59	0.39	0.4	0.34	0.67	1.5
13	0.64	0.41	0.28	0.14	0.46	0.33	0.62	0.58	0.6	0.48	0.49	0.34	0.38	0.53	0.47	0.58	0.57	0.42	0.37	0.37	0.64	1.5
14	0.58	0.48	0.28	0.17	0.45	0.42	0.55	0.59	0.68	0.53	0.5	0.4	0.43	0.56	0.41	0.56	0.53	0.44	0.34	0.41	0.68	1.5
15	0.62	0.51	0.36	0.19	0.47	0.47	0.56	0.55	0.68	0.59	0.59	0.42	0.46	0.55	0.34	0.46	0.43	0.46	0.33	0.45	0.68	1.5
16	0.63	0.54	0.4	0.21	0.52	0.49	0.55	0.53	0.63	0.66	0.74	0.43	0.51	0.5	0.35	0.32	0.32	0.47	0.36	0.51	0.74	1.5
17	0.61	0.57	0.4	0.24	0.58	0.49	0.59	0.54	0.54	0.69	0.84	0.46	0.58	0.55	0.35	0.37	0.31	0.4	0.38	0.53	0.84	1.5
18	0.54	0.6	0.34	0.28	0.63	0.48	0.68	0.66	0.52	0.74	0.87	0.53	0.68	0.56	0.39	0.43	0.32	0.42	0.4	0.52	0.87	1.5
19	0.45	0.61	0.31	0.31	0.67	0.5	0.75	0.75	0.56	0.82	0.86	0.58	0.75	0.54	0.5	0.54	0.35	0.54	0.41	0.59	0.86	1.5
20	0.58	0.62	0.34	0.33	0.65	0.52	0.78	0.86	0.53	0.84	0.84	0.61	0.77	0.59	0.66	0.65	0.46	0.61	0.44	0.62	0.86	1.5
21	0.64	0.61	0.34	0.32	0.57	0.5	0.78	0.87	0.52	0.79	0.71	0.59	0.73	0.65	0.75	0.67	0.55	0.54	0.43	0.6	0.87	1.5
22	0.71	0.62	0.34	0.31	0.53	0.5	0.79	0.89	0.57	0.84	0.78	0.59	0.76	0.71	0.87	0.79	0.68	0.52	0.46	0.6	0.89	1.5
23	0.75	0.68	0.42	0.28	0.6	0.52	0.8	0.87	0.64	0.86	0.83	0.61	0.79	0.75	0.98	0.94	0.82	0.58	0.49	0.65	0.98	1.5
24	0.75	0.72	0.45	0.23	0.67	0.49	0.83	0.88	0.82	0.81	0.84	0.61	0.79	0.73	1.06	1.03	0.95	0.71	0.52	0.74	1.06	1.5
25	0.72	0.74	0.59	0.23	0.79	0.42	0.8	0.91	0.95	0.77	0.82	0.56	0.83	0.66	1.1	1.04	1.03	0.71	0.51	0.76	1.1	1.5
26	0.89	0.77	0.69	0.22	0.88	0.42	0.94	0.88	1.03	0.78	0.74	0.57	0.82	0.75	1.07	1	1.05	0.78	0.49	0.74	1.07	1.5
27	1.05	0.79	0.67	0.29	0.94	0.57	1.12	0.96	1.05	0.77	0.98	0.67	0.75	0.92	1.12	1.09	1	0.78	0.52	0.84	1.12	1.5
28	1.11	0.82	0.72	0.37	0.96	0.7	1.25	1.16	1.02	0.93	1.19	0.75	0.76	1.04	1.15	1.14	0.98	0.82	0.63	0.88	1.19	1.5
29	1.11	0.86	0.69	0.44	1.01	0.78	1.29	1.34	0.97	1.06	1.29	0.81	0.89	1.09	1.15	1.21	0.99	1.11	0.74	0.87	1.29	1.5
30	1.13	0.9	0.59	0.48	1.11	0.86	1.27	1.4	0.95	1.11	1.24	0.88	1.08	1.07	1.05	1.17	0.95	1.13	0.79	1	1.4	1.5
31	0.88	0.74	0.47	0.41	1.01	0.78	1.01	1.08	0.79	0.98	0.92	0.76	1.02	0.88	0.8	0.85	0.82	0.74	0.67	0.9	1.01	1.5
32	0.93	0.76	0.46	0.44	1.1	0.86	1.01	1.22	0.86	1.07	1.12	0.8	1.13	0.91	0.78	0.77	0.84	0.66	0.78	0.96	1.13	1.5
33	0.99	0.9	0.52	0.47	1.17	0.94	1.01	1.24	0.88	1.1	1.3	0.87	1.21	1	0.77	0.79	0.84	0.67	0.88	1	1.24	1.5
34	0.99	1.02	0.6	0.48	1.19	0.98	1.06	1.17	1.24	1.29	1.37	0.98	1.2	1.09	0.79	0.76	0.88	0.72	0.95	1.1	1.37	1.5
35	1.09	1.22	0.67	0.53	1.15	1.08	1.3	1.27	1.7	1.43	1.45	1.1	1.23	1.29	0.84	0.85	1.04	1.06	1.02	1.21	1.45	1.5
36	1.24	1.41	1.01	0.57	1.04	1.12	1.58	1.31	2.06	1.5	1.53	1.16	1.29	1.49	0.92	1.24	1.16	1.39	1.04	1.41	1.58	1.5
37	1.31	1.54	1.34	0.61	1.02	1.1	2.01	1.72	2.27	1.65	1.43	1.16	1.53	1.85	1.04	1.56	1.23	1.48	1.05	1.58	2.27	1.5
38	1.4	1.56	1.51	0.62	1.14	1.07	2.55	2.43	2.22	1.66	1.79	1.09	1.69	2.14	1.09	1.74	1.36	1.6	1.01	1.72	2.55	1.5
39	1.69	1.47	1.43	0.58	1.47	0.98	2.96	3.35	2.21	1.87	2.1	1.14	1.7	2.29	1.27	1.83	1.38	1.71	1.07	1.88	3.35	1.5
40	1.74	1.51	1.15	0.41	1.57	0.77	2.81	3.51	1.79	1.63	2	1.11	1.38	2	1.45	1.91	1.26	1.35	1.23	1.87	3.51	1.5
41	1.01	0.97	0.77	0.28	0.98	0.55	1.57	2.04	0.87	1.04	1.27	0.69	0.79	1.01	0.97	1.31	0.9	0.95	0.85	1.14	1.57	1.5
42	1.15	1.11	0.79	0.41	1.05	0.67	1.35	1.74	0.76	1.13	1.34	0.95	1.16	0.86	1.03	1.53	1.05	1.44	0.93	1.1	1.53	1.5
43	1.28	1.36	0.88	0.52	1.17	0.86	1.16	1.2	0.86	1.15	1.25	1.18	1.33	0.79	1.09	1.55	1.1	1.67	1.07	1.06	1.55	1.5
44	1.49	1.42	0.75	0.57	1.3	1.03	1.17	1.04	1.1	1.22	1.29	1.3	1.38	1	1.11	1.39	1.13	1.54	1.22	1.34	1.54	1.5
45	1.62	1.45	0.8	0.62	1.42	1.22	1.37	1.27	1.36	1.4	1.55	1.4	1.44	1.48	1.32	1.47	1.24	1.02	1.27	1.51	1.62	1.5
46	1.73	1.75	0.99	0.75	1.6	1.47	1.77	1.64	1.67	1.87	1.8	1.54	1.66	1.85	1.48	1.63	1.54	0.51	1.48	1.71	1.87	1.5
47	2.1	2.01	1.55	0.9	1.98	1.77	2.29	2.34	2.22	2.26	2.17	1.86	2.05	2.19	1.55	1.93	1.84	1.1	1.73	2.05	2.34	1.5
48	2.43	2.38	1.89	0.96	2.21	1.9	3.01	2.93	2.62	2.55	2.69	2.07	2.38	2.56	1.53	2.45	1.93	2.41	1.79	2.34	2.93	1.5
49	1.78	1.83	1.34	0.63	1.62	1.27	2.26	2.19	1.83	1.93	2.05	1.48	1.78	1.79	1.01	1.78	1.25	2.24	1.14	1.6	2.24	1.5
50	0.53	0.56	0.42	0.17	0.49	0.35	0.68	0.66	0.51	0.59	0.62	0.44	0.54	0.51	0.3	0.52	0.34	0.75	0.3	0.47	0.68	1.5

Tüm yapısal sistemin Mod Birleştirme Yöntemi ile çözülmesi ve perdeli sisteme indirgenen yapının Zaman Tanım Alanında çözülmesiyle ayrıca yönetmelikte belirtilen dinamik büyütme katsayısı kullanılan formüldeki diğer moment değerlerinin ayrı ayrı hesaplanması sonucu β_v katsayısı her kat için elde edilmiş, yönetmelikte belirtilen 1.5 değeri ile karşılaştırılmış ve bu değerden büyük olduğu görülmüştür.

Yapılan bu çalışma tasarıma esas perde kesme kuvvetlerinin, plastikleşme sonucu oluşan yüksek mod etkileri nedeniyle tasarıma esas perde eğilme momentleri ile orantılı olmadığı, meydana gelen kesme kuvvetlerinin tasarım kesme kuvvetinden yüksek olup, kesme göçmelerinin oluşabileceğini göstermiştir.

Ayrıca perde sistem zaman tanım alanında lineer olarak çözüldüğünde ise kesme kuvveti dinamik büyütme katsayısı β_v 'nin, aynı deprem kayıtları için en büyük değeri 0.98 olarak hesaplanmıştır. Bu çalışma lineer çözümün bu güvenliği sağlamadığı yönündedir.

Çizelge 7.3 : Veri 1 yüklemesi sonucu plastik mafsalların olduğu katlar.

KAT	VERİ	P	M3	U1Plastic	R3Plastic
		KN	KN-m	m	Radians
1	VERI_1	-55304.511	218370.323	0.001184	0
32	VERI_1	-24987.43	155415.9792	0.000148	0.000055
33	VERI_1	-23688.921	154054.6871	0.001262	0.000473
34	VERI_1	-22500.197	150567.6937	0.001771	0.000664
35	VERI_1	-21256.203	147083.4467	0.001493	0.000431
36	VERI_1	-19980.863	143937.5765	0.003493	0
37	VERI_1	-18701.494	139760.3956	0.003584	0.000005031
38	VERI_1	-17400.099	136388.6371	0.002515	0.000134
39	VERI_1	-16089.892	133329.108	0.001154	0.00034
40	VERI_1	-14717.873	130954.4243	0.002238	0.000779
41	VERI_1	-13362.954	127935.9657	0.004126	0.001532
42	VERI_1	-12140.965	122393.899	0.003918	0
43	VERI_1	-10819.05	118044.8691	0.001033	0
44	VERI_1	-9474.13	111504.5919	0.000007533	0

Çizelge 7.4 : Veri 11 yüklemesi sonucu plastik mafsalların oluştuğu katlar.

KAT	VERİ	P	M3	U1Plastic	R3Plastic
		KN	KN-m	m	Radians
1	VERI_11	-55298.094	218526.5978	0.001783	0.0002
17	VERI_11	-41077.191	157155.7309	0.000751	0
18	VERI_11	-40127.775	157944.4166	0.000378	0
32	VERI_11	-24959.53	155519.0563	0.000144	0.000054
33	VERI_11	-23749.322	153553.1663	0.001519	0.000569
34	VERI_11	-22495.525	150395.6021	0.004567	0.001323
35	VERI_11	-21268.745	146555.1294	0.006046	0.000716
36	VERI_11	-20021.823	142953.5945	0.006342	0.00017
37	VERI_11	-18725.265	139861.0203	0.00613	0.000651
38	VERI_11	-17430.539	136863.9318	0.005989	0.000738
39	VERI_11	-16098.539	133846.3437	0.007728	0.000678
40	VERI_11	-14779.573	130350.5189	0.008491	0.00027
41	VERI_11	-13387.189	126133.3176	0.004371	0.000434
42	VERI_11	-12151.843	121713.8015	0.000624	0.000227

Çizelge 7.5 : Veri 18 yüklemesi sonucu plastik mafsalların oluştuğu katlar.

KAT	VERİ	P	M3	U1Plastic	R3Plastic
		KN	KN-m	m	Radians
1	VERI_18	-55292.599	218618.6861	0.001187	0.000535
24	VERI_18	-34024.733	150806.1603	0.001013	0
25	VERI_18	-32999.252	155786.2713	0.000802	0
26	VERI_18	-31885.528	160532.5903	0.000052	0
29	VERI_18	-28435.92	166107.0342	0.00136	0.000509
30	VERI_18	-27316.807	162776.785	0.000907	0.00034
31	VERI_18	-26153.376	158783.0978	0.000444	0.000167
32	VERI_18	-24992.578	156043.5742	0.000923	0.000346
33	VERI_18	-23777.902	151887.8779	0.000084	0.000004401
34	VERI_18	-22528.525	149288.1861	0.000497	0.000123
35	VERI_18	-21292.273	146476.0478	0.000652	0.000244
36	VERI_18	-20034.063	142956.8557	0.000468	0.000175
37	VERI_18	-18721.627	139297.866	0.000664	0.000192
38	VERI_18	-17429.035	138011.4604	0.003361	0.000879
39	VERI_18	-16118.738	134044.3566	0.001627	0.000472
40	VERI_18	-14630.026	129748.6903	0.002034	0.000275
41	VERI_18	-13426.973	126498.3662	0.004604	0.000393
42	VERI_18	-12118.5	122807.6024	0.005255	0.000094
43	VERI_18	-10742.072	119404.657	0.002353	0
44	VERI_18	-9490.02	113925.0906	0.000113	0

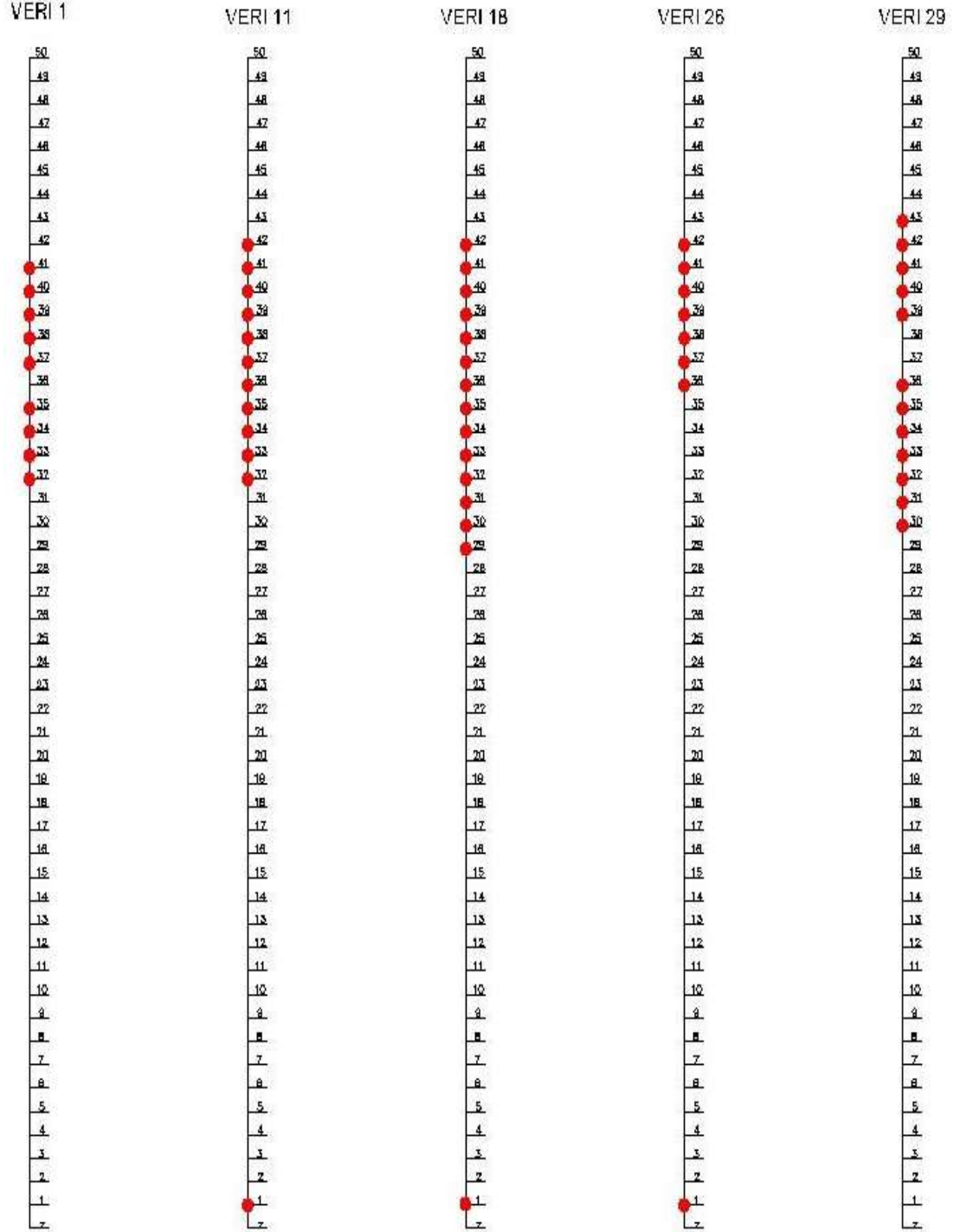
Çizelge 7.6 : Veri 26 yüklemesi sonucu plastik mafsalların oluştuğu katlar.

KAT	VERİ	P	M3	U1Plastic	R3Plastic
		KN	KN-m	m	Radians
1	VERI_26	-55296.157	218491.7593	0.000735	0.000529
36	VERI_26	-20013.708	142738.7523	0.000671	0.000211
37	VERI_26	-18731.664	140387.3548	0.004758	0.000942
38	VERI_26	-17429.022	136826.7296	0.007479	0.001215
39	VERI_26	-16060.125	133053.4237	0.006013	0.000617
40	VERI_26	-14721.183	129502.4171	0.00459	0.000449
41	VERI_26	-13462.183	125808.1908	0.002483	0.000287
42	VERI_26	-12122.05	121455.3057	0.001705	0.000037
43	VERI_26	-10849.794	113817.9393	0.000099	0

Çizelge 7.7 : Veri 29 yüklemesi sonucu plastik mafsalların oluştuğu katlar.

KAT	VERİ	P	M3	U1Plastic	R3Plastic
		KN	KN-m	m	Radians
1	VERI_29	-55306.419	197003.0611	0.000084	0
30	VERI_29	-27307.965	161727.0088	0.000036	0.000014
31	VERI_29	-26098.764	159542.9955	0.000369	0.000138
32	VERI_29	-24994.776	156179.3462	0.000332	0.000125
33	VERI_29	-23786.684	152304.0109	0.000109	0.000041
34	VERI_29	-22516.204	149161.775	0.000131	0.000049
35	VERI_29	-21305.881	145734.5414	0.000118	0.000044
36	VERI_29	-20049.381	141816.9215	4.862E-07	1.821E-07
39	VERI_29	-16114.686	132310.2886	0.000115	0.000043
40	VERI_29	-14819.029	129385.0384	0.000831	0.000311
41	VERI_29	-13427.06	126830.1631	0.002469	0.000925
42	VERI_29	-12158.133	122841.9154	0.003088	0.000709
43	VERI_29	-10839.651	117925.4674	0.000682	0.000098

Aşağıdaki şekilde ise 50 katlı sistemde plastik mafsalların ve ötelenmelerin hangi katlarda oluştuğu görülebilmektedir.



Şekil 7.3 : Plastik mafsall oluşan katlar.

8. SONUÇ

Çok katlı yapılardaki perde sistemlerinde, doğrusal elastik davranış sırasında oluşan perdedeki taban kesme kuvvetlerinin, tasarım taban kesme kuvvetlerinden daha büyük olabileceği birçok çalışmada gösterilmiştir. Bunun sonucunda oluşabilecek kesme göçmelerini engellemek amacıyla DBYBHY 2007’de değişiklik yapılarak β_v katsayısı eklenmiştir.

Bu çalışmada DBYBHY 2007’de sünelik düzeyi yüksek perdelerin tasarım kesme kuvvetlerinin belirlenmesinde kullanılan β_v katsayısı, 50 katlı perde+çerçeve sistemden oluşan bir yapı ($R=7, I=1$) gözönüne alınarak incelenmiştir. Söz konusu betonarme sistem kuvvet bazlı yöntemlerden biri olan Mod Birleştirme Yöntemi kullanılarak boyutlandırılmıştır. Daha sonra boyutlandırılan sistemin perdeleri ayrı bir sistem olarak modellenmiş ve yönetmelik ivme spekrumu ile uyumlu olacak şekilde ölçeklendirilen 20 deprem verisi kullanılarak Zaman Tanım Alanında doğrusal elastik ve doğrusal elastik olmayan analizleri yapılmıştır. Elde edilen perde taban kesme kuvvetleri, pekleşmeyi gözönüne alan moment kapasitesi, düşey yükler ve deprem yüklerinin ortak etkisi altında hesaplanan momentler ve kesme kuvvetleri kullanılarak her kat için β_v dinamik kesme kuvveti büyütme katsayısı bulunmuştur.

β_v değeri için farklı ülke yönetmeliklerinde farklı sınırlar belirtilmektedir. DBYBHY 2007’de 1.5, Yeni Zelanda Yönetmeliğinde 1.8, taslak halinde bulunan İstanbul Yüksek Yapılar Deprem Yönetmeliğinde ise en fazla 2.0 alınması öngörülmektedir. Ancak yapılan bu çalışmada dinamik kesme kuvveti büyütme katsayısının en büyük değeri Doğrusal Olmayan Zaman Tanım Alanında hesap ile 3.51 olarak elde edilmiş ve DBYBHY (2007)’de öngörülen değer ile irdelenmiştir. Yani kuvvet esaslı yöntemlerden olan Mod Birleştirme Yöntemi ile elde edilen kesme kuvvetine göre yapılan tasarımın, gerçek deprem kayıtlarının ölçeklendirilip perde sisteme etkilmesi ve bu sistemin Doğrusal Olmayan Zaman Tanım Alanında çözülmesi ile elde edilen kesme kuvvetlerini karşılamadığı görülmüştür.

Ayrıca perde sistem Zaman Tanım Alanında lineer olarak çözüldüğünde ise kesme kuvveti dinamik büyütme katsayısı β_v 'nin aynı deprem kayıtları için en büyük değeri 0.98 olarak hesaplanmıştır.

Doğrusal Zaman Tanım Alanı hesap yönteminde yapının kalıcı deformasyonlar yapmadığı, malzemenin elastik kaldığı kabulü yapılır ve bu yöntemle bulunan β_v değeri, Mod Birleştirme Yöntemi ile bulunan kesme kuvvetini azaltarak dolayısıyla kesme donatı miktarının da azalmasına neden olmaktadır. Ancak yapılan araştırmalar özellikle yüksek mod etkilerinin önem kazandığı perde sistemlerde, gerçek deprem etkisiyle, nonlineer davranış oluştuğunu göstermiştir. Yapılan bu çalışmalar tasarıma esas perde kesme kuvvetlerinin, plastikleşme sonucu oluşan yüksek mod etkileri nedeniyle tasarıma esas perde eğilme momentleri ile orantılı olmadığı, meydana gelen kesme kuvvetlerinin tasarım kesme kuvvetinden yüksek olup, kesme göçmelerinin oluşabileceğini göstermiştir. Bu çalışmada da elde edilen sonuçlar lineer çözümün bu güvenliği sağlamadığı yönündedir. Bu nedenle yapıların deprem hareketi esnasındaki davranışında en gerçekçi sonuçlara ulaşmak için doğrusal olmayan dinamik analiz yönteminin kullanılması yaygınlaştırılmalıdır.

Yapılan bu çalışmada Doğrusal Olmayan Zaman Tanım Alanında hesap yöntemiyle elde edilen kesme kuvveti dinamik büyütme katsayısı için bulduğumuz değerler mevcut yönetmeliklerde belirlenenlerden büyük olarak hesaplanmış, β_v değerinin 3.51'e kadar çıkabildiği görülmüştür. Bu sonuç ilgili katsayının irdelenmesi için yeni çalışmaların yapılmasının önemini ve gerekliliğini ortaya koymaktadır. Bundan sonraki çalışmalarda depremlerin ölçeklenmesi, deprem kayıtlarının özellikleri, yapı sisteminin modellenme şekli, kat adedi gibi parametreler değişken olarak seçilerek; sistemlerin çözümleri yapıp, yönetmeliklerde belirtilen sınır değerler irdelenmelidir.

KAYNAKLAR

- [1] Celep, U., Aydınoğlu N., 2007, Altıncı Ulusal Deprem Mühendisliği Konferansı, İstanbul.
- [2] Celep, Z., 2008, Betonarme Taşıyıcı Sistemlerde Doğrusal Olmayan Davranış ve Çözümleme, Beta, İstanbul.
- [3] Celep, Z., Kumbasar, N., 2004, Deprem Mühendisliğine Giriş ve Depreme Dayanıklı Yapı Tasarımı, Beta, İstanbul.
- [4] Celep, Z., Kumbasar, N., 2001, Betonarme Yapılar, Rehber, İstanbul.
- [5] Celep, Umut Utku, Dynamic Shear Amplification in Seismic Response of Structural Wall Systems, Boğaziçi Üniversitesi.
- [6] Deprem Bölgelerinde Yapılacak Binalar Hakkında Yönetmelik, 2007, TMMOB İnşaat Mühendisleri Odası İstanbul Şubesi, İstanbul.
- [7] Fahjan, Yasin M., Özdemir, Z., 2007, Gerçek Deprem Kayıtlarının Tasarım Spektrumlarına Uygun Olarak Zaman ve Frekans Tanım Alanlarında Ölçekleme Yöntemlerinin Karşılaştırılması, *Altıncı Ulusal Deprem Mühendisliği Konferansı*, İstanbul.
- [8] Fahjan, Yasin M., 2008, Türkiye Deprem Yönetmeliği (DBYBHY, 2007) Tasarım İvme Spektrumuna Uygun Gerçek Deprem Kayıtlarının Seçilmesi ve Ölçeklenmesi, *İMO Teknik Dergi*.
- [9] Fahjan, Yasin M., 2008, Deprem Kayıtlarının Seçilmesi ve Ölçeklendirilmesi, *İMO Eğitim Seminerleri*, Sakarya.
- [10] Öztürk, T., 2005, Betonarme Binalarda Deprem Perdelerinin Yerleşimi ve Tasarımı, *İMO Mesleki Eğitim Kursları*, İstanbul.

[11] Pasific Deprem Mühendisliği Araştırma

Merkezi,<http://peer.berkeley.edu/smcat>.

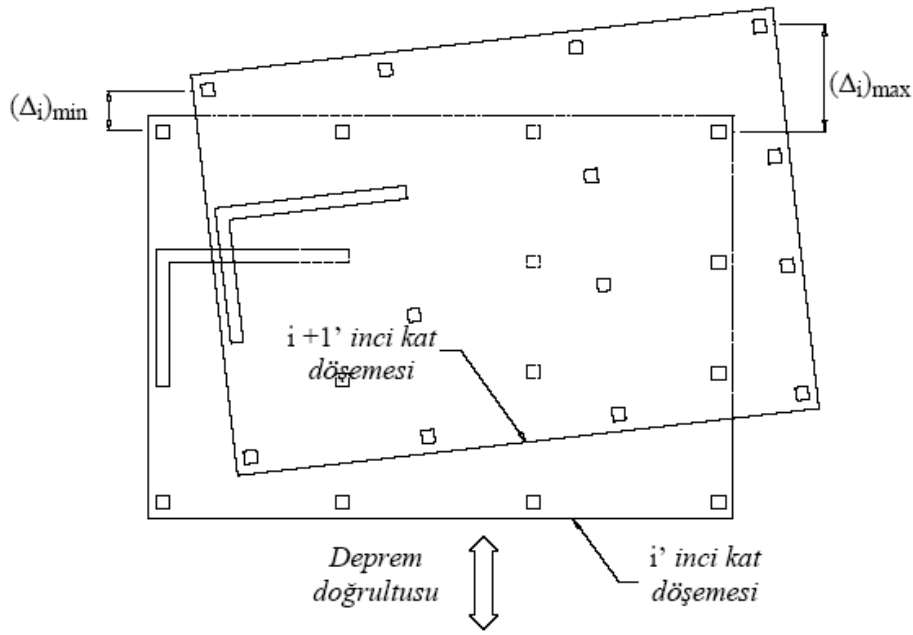
[12] R.Themblay, P.Leger, J.Tu, Inelastic Seismic Response of Concrete Shear Walls Considering P-Delta Effects.

EKLER

EK A-1	: Düzensiz Binalar
EK A-2	: Etkin Yer İvmesi Katsayısı
EK A-3	: Taşıyıcı Sistem Davranış Katsayısı (R)
EK A-4	: Eşdeğer Deprem Yüğü Yönteminin Uygulanabileceği Binalar
EK A-5	: DBYBHY'07 Perdeler için konstrüktif kurallar
EK B	: Kalıp planı
EK C	: Perde donatı görünümü.
EK D	: Deprem fotoğrafları arşivinden resimler
EK E	: Pasifik Deprem Mühendisliği Araştırma Merkezi sayfasından görünüm
EK F	: Seismosignal programından görünüm
EK G	: 20 Deprem verisine ait β_v değerlerinin karşılaştırılması.
EK H	: Veri 5'e ait β_v ve V_e değişimi.
EK I-1	: Tasarım İvme Spektrumu ile ölçeklendirilmemiş veri5 (Morgan Hill)'e ait ivme spektrumu.
EK I-2	: Yönetmelik İvme Spektrumuna uygun şekilde ölçeklendirilmiş veri5 (Morgan Hill)'e ait ivme spektrumu.
EK I-3	: Deprem verilerine ait ölçeklendirilmiş ivme spektrumları.
EK I-4	: Maksimum β_v - $\beta_v=1.5$ değerlerinin karşılaştırılması.
EK J	: 20 Deprem verisine ait α ve α_g değerleri.
EK K-1	: Plastik Mafsalları Oluşturan Katlar.
EK K-2	: Veri 1 Yükleme Sonucu Plastik Mafsalların Oluşturduğu Katlar.
EK K-3	: Veri 11 Yükleme Sonucu Plastik Mafsalların Oluşturduğu Katlar.
EK K-4	: Veri 18 Yükleme Sonucu Plastik Mafsalların Oluşturduğu Katlar.
EK K-5	: Veri 26 Yükleme Sonucu Plastik Mafsalların Oluşturduğu Katlar.
EK K-6	: Veri 29 Yükleme Sonucu Plastik Mafsalların Oluşturduğu Katlar.
EK L	: 20 Deprem verisine ait özellikler.

TABLO 2.1 – DÜZENSİZ BİNALAR

A – PLANDA DÜZENSİZLİK DURUMLARI	İlgili Maddeler
A1 – Burulma Düzensizliği : Birbirine dik iki deprem doğrultusunun herhangi biri için, herhangi bir katta en büyük görelî kat ötelemesinin o katta aynı doğrultudaki ortalama görelî ötelemeye oranını ifade eden <i>Burulma Düzensizliği Katsayısı</i> η_{bi} 'nin 1.2'den büyük olması durumu (Şekil 2.1). [$\eta_{bi} = (\Delta_i)_{\max} / (\Delta_i)_{\text{ort}} > 1.2$] <i>Görelî kat ötelemelerinin hesabı, $\pm$ %5 ek dışmerkezlik etkileri de gözönüne alınarak, 2.7'ye göre yapılacaktır.</i>	2.3.2.1
A2 – Döşeme Süreksizlikleri : Herhangi bir kattaki döşemede (Şekil 2.2); I – Merdiven ve asansör boşlukları dahil, boşluk alanları toplamının kat brüt alanının 1/3'ünden fazla olması durumu, II – Deprem yüklerinin düşey taşıyıcı sistem elemanlarına güvenle aktarılabilmesini güçleştiren yerel döşeme boşluklarının bulunması durumu, III – Döşemenin düzlem içi rijitlik ve dayanımında ani azalmaların olması durumu	2.3.2.2
A3 – Planda Çıkıntılar Bulunması : Bina kat planlarında çıkıntı yapan kısımların birbirine dik iki doğrultudaki boyutlarının her ikisinin de, binanın o katının aynı doğrultulardaki toplam plan boyutlarının %20'sinden daha büyük olması durumu (Şekil 2.3).	2.3.2.2
B – DÜŞEY DOĞRULTUDA DÜZENSİZLİK DURUMLARI	İlgili Maddeler
B1 – Komşu Katlar Arası Dayanım Düzensizliği (Zayıf Kat) : Betonarme binalarda, birbirine dik iki deprem doğrultusunun herhangi birinde, herhangi bir kattaki <i>etkili kesme alanı</i> 'nın, bir üst kattaki <i>etkili kesme alanı</i> 'na oranı olarak tanımlanan <i>Dayanım Düzensizliği Katsayısı</i> η_{ci} 'nin 0.80'den küçük olması durumu. [$\eta_{ci} = (\sum A_e)_i / (\sum A_e)_{i+1} < 0.80$] <i>Herhangi bir katta etkili kesme alanının tanımı:</i> $\sum A_e = \sum A_w + \sum A_g + 0.15 \sum A_k$ (Simgeler için Bkz. 3.0)	2.3.2.3
B2 – Komşu Katlar Arası Rijitlik Düzensizliği (Yumuşak Kat) : Birbirine dik iki deprem doğrultusunun herhangi biri için, herhangi bir i'inci kattaki ortalama görelî kat ötelemesi oranının bir üst veya bir alt kattaki ortalama görelî kat ötelemesi oranına bölünmesi ile tanımlanan <i>Rijitlik Düzensizliği Katsayısı</i> η_{ki} 'nin 2.0'den fazla olması durumu. [$\eta_{ki} = (\Delta_i / h_i)_{\text{ort}} / (\Delta_{i+1} / h_{i+1})_{\text{ort}} > 2.0$ veya $\eta_{ki} = (\Delta_i / h_i)_{\text{ort}} / (\Delta_{i-1} / h_{i-1})_{\text{ort}} > 2.0$] <i>Görelî kat ötelemelerinin hesabı, $\pm$ %5 ek dışmerkezlik etkileri de gözönüne alınarak 2.7'ye göre yapılacaktır.</i>	2.3.2.1
B3 – Taşıyıcı Sistemin Düşey Elemanlarının Süreksizliği : Taşıyıcı sistemin düşey elemanlarının (kolon veya perdelerin) bazı katlarda kaldırılarak kirişlerin veya guseli kolonların üstüne veya ucuna oturtulması, ya da üst kattaki perdelerin altta kolonlara oturtulması durumu (Şekil 2.4).	2.3.2.4



Döşemelerin kendi düzlemleri içinde rijit diyafram olarak çalışmaları durumunda

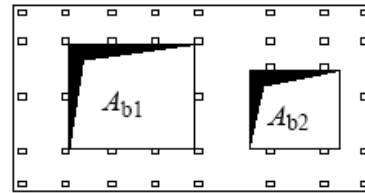
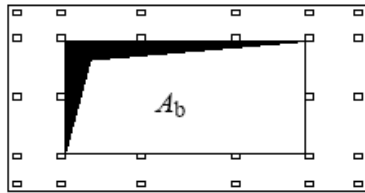
$$(\Delta_i)_{ort} = 1/2 [(\Delta_i)_{max} + (\Delta_i)_{min}]$$

Burulma düzensizliği katsayısı :

$$\eta_{bi} = (\Delta_i)_{max} / (\Delta_i)_{ort}$$

Burulma düzensizliği durumu : $\eta_{bi} > 1.2$

Şekil 2.1



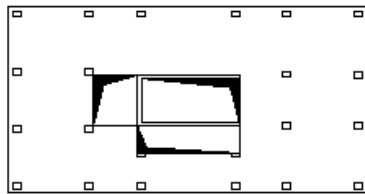
$$A_b = A_{b1} + A_{b2}$$

A2 türü düzensizlik durumu – I

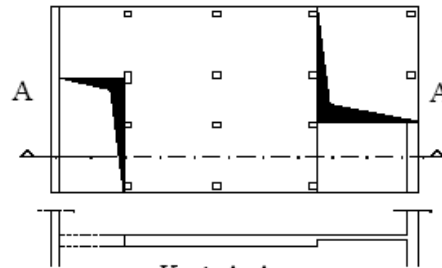
$$A_b / A > 1/3$$

A_b : Boşluk alanları toplamı

A : Brüt kat alanı



A2 türü düzensizlik durumu – II



Kesit A-A

A2 türü düzensizlik durumu – II ve III

TABLO 2.2 – ETKİN YER İVMESİ KATSAYISI (A_0)

<i>Deprem Bölgesi</i>	A_0
1	0.40
2	0.30
3	0.20
4	0.10

TABLO 2.3 – BİNA ÖNEM KATSAYISI (I)

<i>Binanın Kullanım Amacı veya Türü</i>	<i>Bina Önem Katsayısı (I)</i>
<u>1. Deprem sonrası kullanımı gereken binalar ve tehlikeli madde içeren binalar</u> a) Deprem sonrasında hemen kullanılması gerekli binalar (Hastaneler, dispanserler, sağlık ocakları, itfaiye bina ve tesisleri, PTT ve diğer haberleşme tesisleri, ulaşım istasyonları ve terminalleri, enerji üretim ve dağıtım tesisleri; vilayet, kaymakamlık ve belediye yönetim binaları, ilk yardım ve afet planlama istasyonları) b) Toksik, patlayıcı, parlayıcı, vb özellikleri olan maddelerin bulunduğu veya depolandığı binalar	1.5
<u>2. İnsanların uzun süreli ve yoğun olarak bulunduğu ve değerli eşyanın saklandığı binalar</u> a) Okullar, diğer eğitim bina ve tesisleri, yurt ve yatakhaneler, askeri kışlalar, cezaevleri, vb. b) Müzeler	1.4
<u>3. İnsanların kısa süreli ve yoğun olarak bulunduğu binalar</u> Spor tesisleri, sinema, tiyatro ve konser salonları, vb.	1.2
<u>4. Diğer binalar</u> Yukarıdaki tanımlara girmeyen diğer binalar (Konutlar, işyerleri, oteller, bina türü endüstri yapıları, vb)	1.0

TABLO 2.5 – TAŞIYICI SİSTEM DAVRANIŞ KATSAYISI (R)

<i>BİNA TAŞIYICI SİSTEMİ</i>	<i>Süneklik Düzeyi Normal Sistemler</i>	<i>Süneklik Düzeyi Yüksek Sistemler</i>
<u>(1) YERİNDE DÖKME BETONARME BİNALAR</u>		
(1.1) Deprem yüklerinin tamamının çerçevelerle taşındığı binalar	4	8
(1.2) Deprem yüklerinin tamamının bağ kirişli (boşluklu) perdelerle taşındığı binalar.....	4	7
(1.3) Deprem yüklerinin tamamının boşluksuz perdelerle taşındığı binalar.....	4	6
(1.4) Deprem yüklerinin çerçeveler ile boşluksuz ve/veya bağ kirişli (boşluklu) perdeler tarafından birlikte taşındığı binalar..	4	7
<u>(2) PREFABRİKE BETONARME BİNALAR</u>		
(2.1) Deprem yüklerinin tamamının bağlantıları tersinir momentleri aktarabilen çerçevelerle taşındığı binalar	3	7
(2.2) Deprem yüklerinin tamamının, üstteki bağlantıları mafsallı olan kolonlar tarafından taşındığı tek katlı binalar.....	—	3
(2.3) Deprem yüklerinin tamamının prefabrike veya yerinde dökme boşluksuz ve/veya bağ kirişli (boşluklu) perdelerle taşındığı, çerçeve bağlantıları mafsallı olan prefabrike binalar..	—	5
(2.4) Deprem yüklerinin, bağlantıları tersinir momentleri aktarabilen prefabrike çerçeveler ile yerinde dökme boşluksuz ve/veya bağ kirişli (boşluklu) perdeler tarafından birlikte taşındığı binalar.....	3	6
<u>(3) ÇELİK BİNALAR</u>		
(3.1) Deprem yüklerinin tamamının çerçevelerle taşındığı binalar.....	5	8
(3.2) Deprem yüklerinin tamamının, üstteki bağlantıları mafsallı olan kolonlar tarafından taşındığı tek katlı binalar.....	—	4
(3.3) Deprem yüklerinin tamamının çaprazlı perdeler veya yerinde dökme betonarme perdeler tarafından taşındığı binalar		
(a) Çaprazların merkezi olması durumu.....	4	5
(b) Çaprazların dışmerkez olması durumu.....	—	7
(c) Betonarme perdelerin kullanılması durumu.....	4	6
(3.4) Deprem yüklerinin çerçeveler ile birlikte çaprazlı çelik perdeler veya yerinde dökme betonarme perdeler tarafından birlikte taşındığı binalar		
(a) Çaprazların merkezi olması durumu.....	5	6
(b) Çaprazların dışmerkez olması durumu.....	—	8
(c) Betonarme perdelerin kullanılması durumu.....	4	7

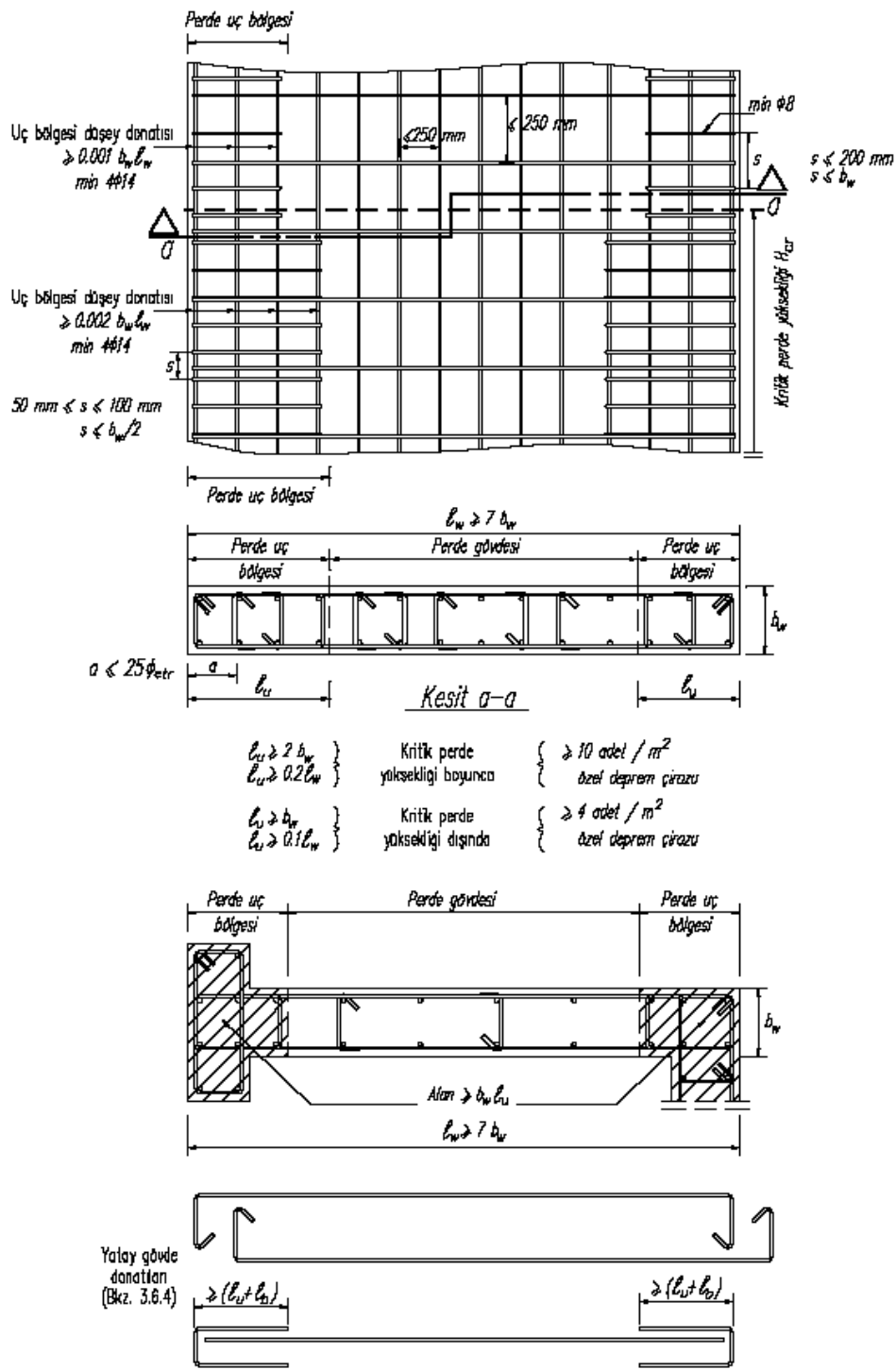
**TABLO 2.6 – EŞDEĞER DEPREM YÜKÜ YÖNTEMİ’NİN
UYGULANABİLECEĞİ BİNALAR**

<i>Deprem Bölgesi</i>	<i>Bina Türü</i>	<i>Toplam Yükseklik Sınırı</i>
1, 2	Her bir katta burulma düzensizliği katsayısının $\eta_{bi} \leq 2.0$ koşulunu sağladığı binalar	$H_N \leq 25$ m
1, 2	Her bir katta burulma düzensizliği katsayısının $\eta_{bi} \leq 2.0$ koşulunu sağladığı ve ayrıca B2 türü düzensizliğinin olmadığı binalar	$H_N \leq 40$ m
3, 4	Tüm binalar	$H_N \leq 40$ m

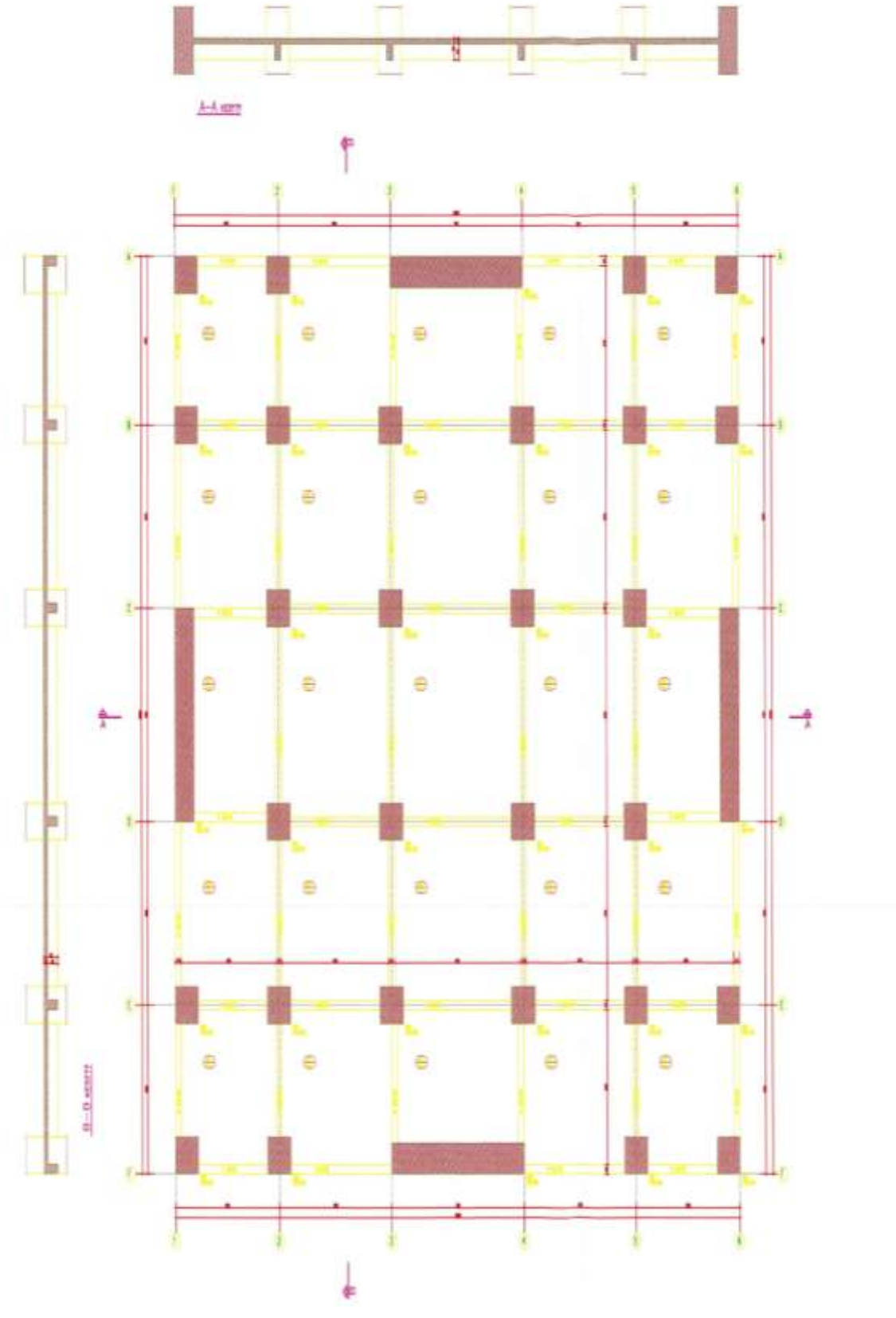
TABLO 2.7 – HAREKETLİ YÜK KATILIM KATSAYISI (n)

<i>Binanın Kullanım Amacı</i>	<i>n</i>
Depo, antrepo, vb.	0.80
Okul, öğrenci yurdu, spor tesisi, sinema, tiyatro, konser salonu, garaj, lokanta, mağaza, vb.	0.60
Konut, işyeri, otel, hastane, vb.	0.30

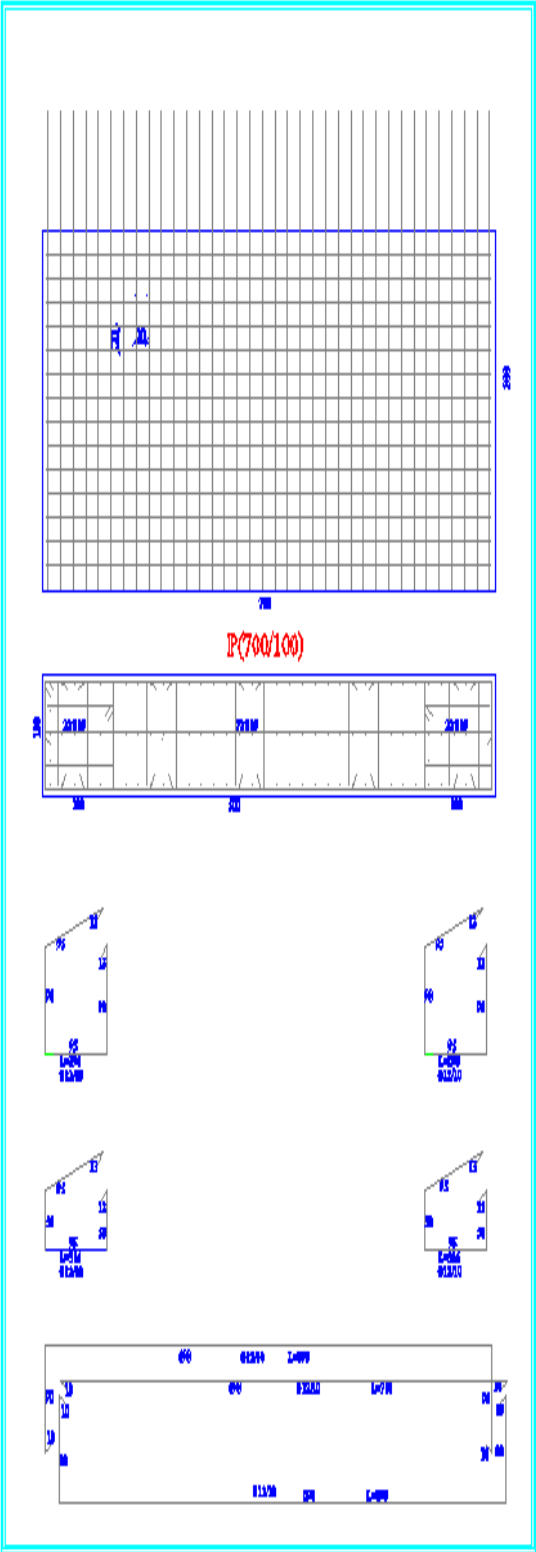
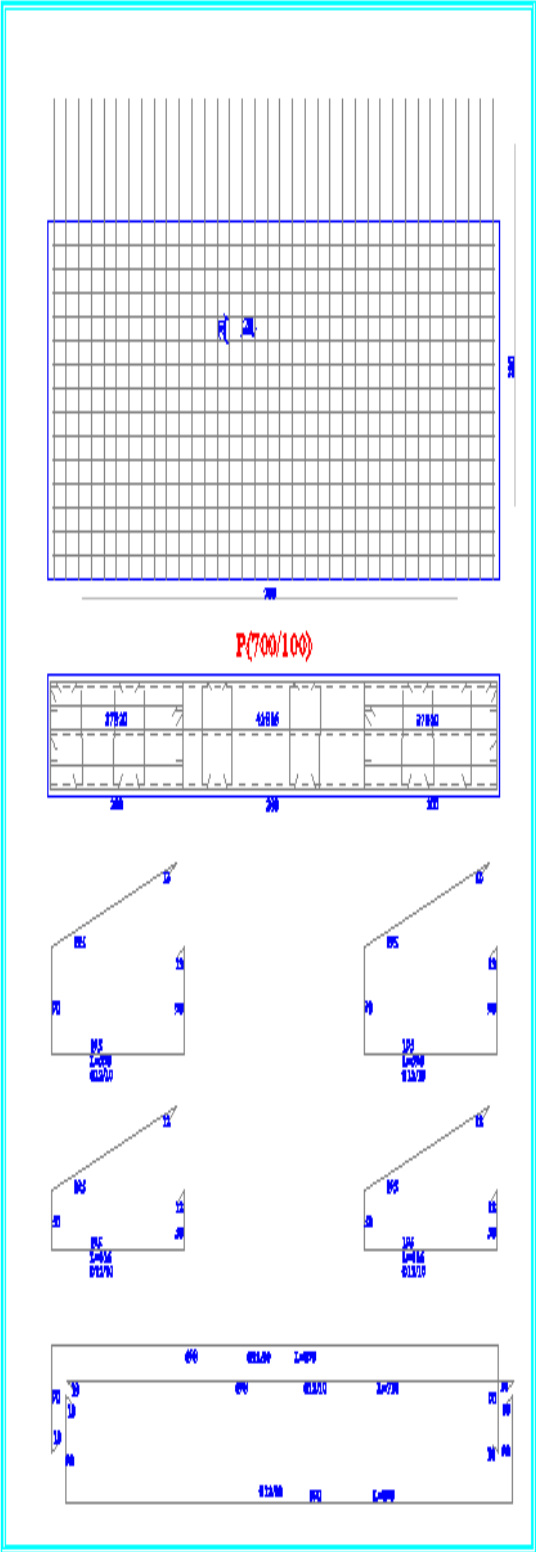
EK :A-5



EK :B



EK:C



EK:D





PEER Strong Motion Database

[Introduction](#)
[Browse](#)
[Search](#)
[Documentation](#)
[Providers](#)
[Credits](#)

1: Search earthquake or station characteristics and peak values

Earthquake

Mechanism

Magnitude (Range)
☐ ML ☐ M ☐ MS ☒ Any

Distance (km)
☐ Closest ☐ Hypocentral ☐ Projection of fault plane (JB distance) ☒ Any

Site Classification
☐ [Compare to NEHRP classification](#)

Geomatrix

Taiwan CWB

Mapped Local Geology

Instrument Housing

Data Source

PGA (g) Range 0.001 ... 2.086

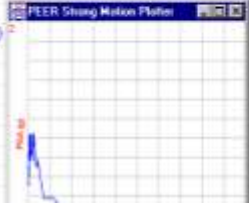
PGV (cm/sec) Range 0.1 ... 263.1

PGD (cm) Range 0.01 ... 430.00

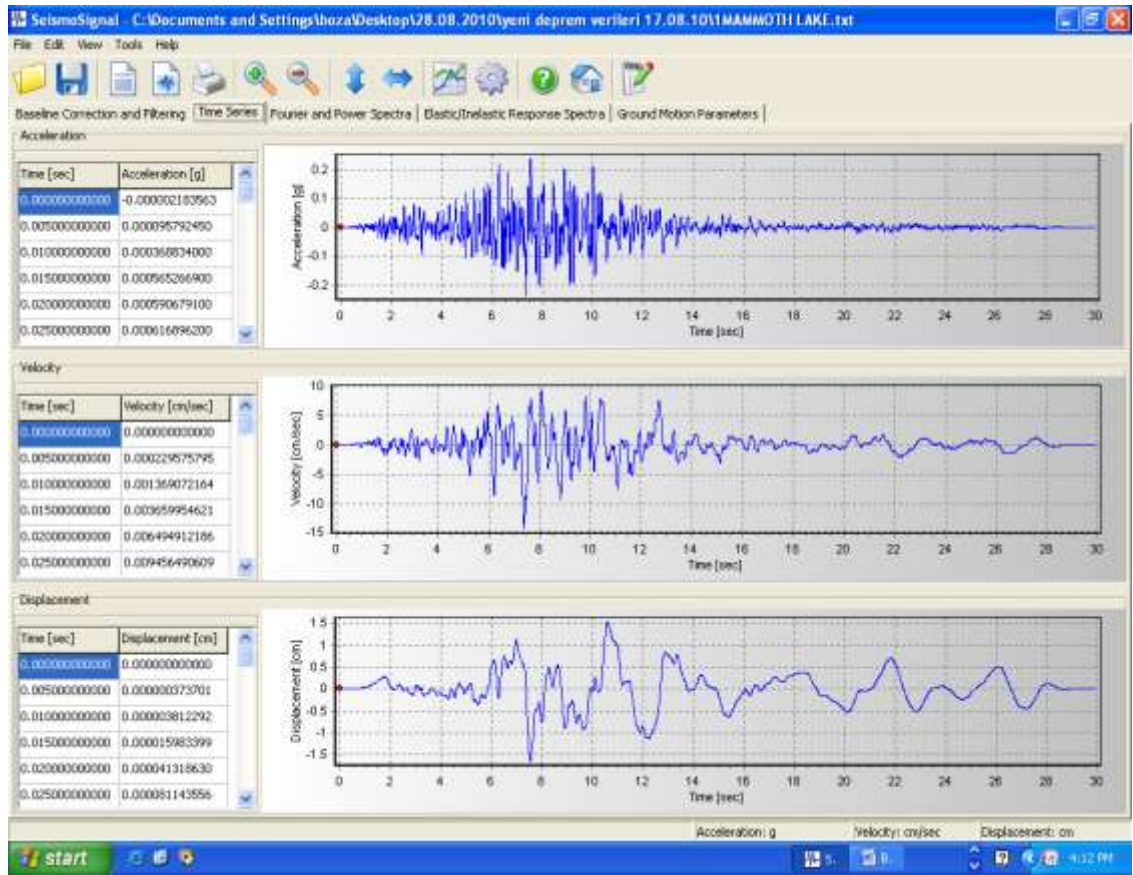
2: Search response spectra

Maximum

Pseudo Acceleration (g)



EK:F



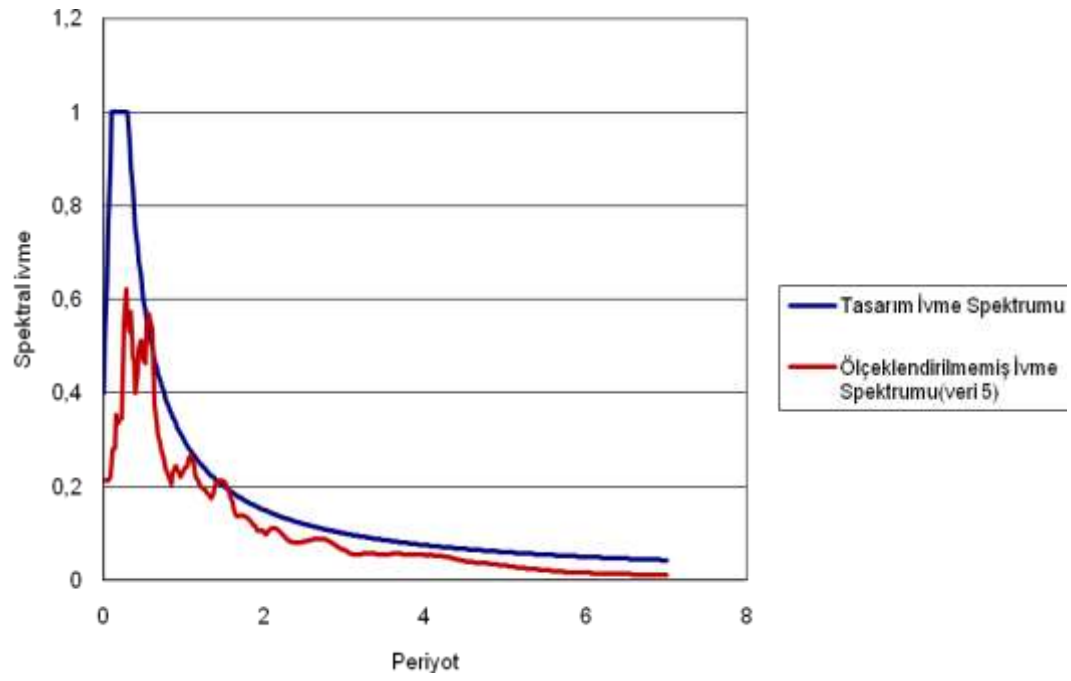
EK:G

	1	5	8	10	11	12	13	14	15	17	18	19	20	22	23	25	26	27	28	29	MAX	β=1.5
1	1.63	1.65	0.88	0.74	1.56	1.38	1.93	2.04	2.09	1.76	2.1	1.42	1.51	1.59	1.27	1.79	1.76	1.54	1.15	1.53	2.09	1.5
2	1.41	1.34	0.75	0.63	1.36	1.19	1.63	1.7	1.79	1.43	1.72	1.22	1.3	1.4	1.11	1.58	1.5	1.21	1	1.3	1.79	1.5
3	1.2	1.1	0.63	0.53	1.19	1.04	1.35	1.4	1.53	1.22	1.4	1.04	1.14	1.21	0.97	1.34	1.29	0.82	0.88	1.1	1.53	1.5
4	0.99	0.97	0.48	0.45	1.04	0.9	1.11	1.19	1.34	1.04	1.13	0.91	1.02	1.04	0.87	1.09	1.14	0.44	0.78	0.92	1.34	1.5
5	0.78	0.85	0.39	0.38	0.91	0.78	0.88	1.01	1.16	0.93	0.9	0.8	0.93	0.85	0.78	0.97	1.02	0.28	0.7	0.84	1.16	1.5
6	0.63	0.71	0.34	0.32	0.78	0.64	0.79	0.83	0.95	0.83	0.73	0.69	0.81	0.64	0.67	0.82	0.89	0.34	0.61	0.76	0.89	1.5
7	0.62	0.63	0.34	0.27	0.7	0.55	0.69	0.68	0.75	0.7	0.65	0.58	0.69	0.44	0.58	0.67	0.76	0.48	0.53	0.66	0.76	1.5
8	0.62	0.56	0.34	0.23	0.67	0.46	0.63	0.63	0.57	0.62	0.6	0.49	0.57	0.39	0.51	0.64	0.64	0.49	0.47	0.54	0.67	1.5
9	0.63	0.5	0.36	0.19	0.67	0.37	0.57	0.65	0.48	0.64	0.62	0.44	0.52	0.35	0.5	0.63	0.56	0.44	0.45	0.5	0.67	1.5
10	0.69	0.48	0.37	0.15	0.65	0.3	0.54	0.68	0.47	0.62	0.62	0.39	0.5	0.39	0.52	0.64	0.56	0.43	0.45	0.47	0.69	1.5
11	0.69	0.44	0.31	0.11	0.56	0.25	0.58	0.69	0.44	0.53	0.53	0.34	0.45	0.39	0.5	0.63	0.58	0.34	0.42	0.4	0.69	1.5
12	0.67	0.41	0.32	0.11	0.51	0.23	0.63	0.65	0.51	0.48	0.47	0.3	0.4	0.47	0.5	0.62	0.59	0.39	0.4	0.34	0.67	1.5
13	0.64	0.41	0.28	0.14	0.46	0.33	0.62	0.58	0.6	0.48	0.49	0.34	0.38	0.53	0.47	0.58	0.57	0.42	0.37	0.37	0.64	1.5
14	0.58	0.48	0.28	0.17	0.45	0.42	0.55	0.59	0.68	0.53	0.5	0.4	0.43	0.56	0.41	0.56	0.53	0.44	0.34	0.41	0.68	1.5
15	0.62	0.51	0.36	0.19	0.47	0.47	0.56	0.55	0.68	0.59	0.59	0.42	0.46	0.55	0.34	0.46	0.43	0.46	0.33	0.45	0.68	1.5
16	0.63	0.54	0.4	0.21	0.52	0.49	0.55	0.53	0.63	0.66	0.74	0.43	0.51	0.5	0.35	0.32	0.32	0.47	0.36	0.51	0.74	1.5
17	0.61	0.57	0.4	0.24	0.58	0.49	0.59	0.54	0.54	0.69	0.84	0.46	0.58	0.55	0.35	0.37	0.31	0.4	0.38	0.53	0.84	1.5
18	0.54	0.6	0.34	0.28	0.63	0.48	0.68	0.66	0.52	0.74	0.87	0.53	0.68	0.56	0.39	0.43	0.32	0.42	0.4	0.52	0.87	1.5
19	0.45	0.61	0.31	0.31	0.67	0.5	0.75	0.75	0.56	0.82	0.86	0.58	0.75	0.54	0.5	0.54	0.35	0.54	0.41	0.59	0.86	1.5
20	0.58	0.62	0.34	0.33	0.65	0.52	0.78	0.86	0.53	0.84	0.84	0.61	0.77	0.59	0.66	0.65	0.46	0.61	0.44	0.62	0.86	1.5
21	0.64	0.61	0.34	0.32	0.57	0.5	0.78	0.87	0.52	0.79	0.71	0.59	0.73	0.65	0.75	0.67	0.55	0.54	0.43	0.6	0.87	1.5
22	0.71	0.62	0.34	0.31	0.53	0.5	0.79	0.89	0.57	0.84	0.78	0.59	0.76	0.71	0.87	0.79	0.68	0.52	0.46	0.6	0.89	1.5
23	0.75	0.68	0.42	0.28	0.6	0.52	0.8	0.87	0.64	0.86	0.83	0.61	0.79	0.75	0.98	0.94	0.82	0.58	0.49	0.65	0.98	1.5
24	0.75	0.72	0.45	0.23	0.67	0.49	0.83	0.88	0.82	0.81	0.84	0.61	0.79	0.73	1.06	1.03	0.95	0.71	0.52	0.74	1.06	1.5
25	0.72	0.74	0.59	0.23	0.79	0.42	0.8	0.91	0.95	0.77	0.82	0.56	0.83	0.66	1.1	1.04	1.03	0.71	0.51	0.76	1.1	1.5
26	0.89	0.77	0.69	0.22	0.88	0.42	0.94	0.88	1.03	0.78	0.74	0.57	0.82	0.75	1.07	1	1.05	0.78	0.49	0.74	1.07	1.5
27	1.05	0.79	0.67	0.29	0.94	0.57	1.12	0.96	1.05	0.77	0.98	0.67	0.75	0.92	1.12	1.09	1	0.78	0.52	0.84	1.12	1.5
28	1.11	0.82	0.72	0.37	0.96	0.7	1.25	1.16	1.02	0.93	1.19	0.75	0.76	1.04	1.15	1.14	0.98	0.82	0.63	0.88	1.19	1.5
29	1.11	0.86	0.69	0.44	1.01	0.78	1.29	1.34	0.97	1.06	1.29	0.81	0.89	1.09	1.15	1.21	0.99	1.11	0.74	0.87	1.29	1.5
30	1.13	0.9	0.59	0.48	1.11	0.86	1.27	1.4	0.95	1.11	1.24	0.88	1.08	1.07	1.05	1.17	0.95	1.13	0.79	1	1.4	1.5
31	0.88	0.74	0.47	0.41	1.01	0.78	1.01	1.08	0.79	0.98	0.92	0.76	1.02	0.88	0.8	0.85	0.82	0.74	0.67	0.9	1.01	1.5
32	0.93	0.76	0.46	0.44	1.1	0.86	1.01	1.22	0.86	1.07	1.12	0.8	1.13	0.91	0.78	0.77	0.84	0.66	0.78	0.96	1.13	1.5
33	0.99	0.9	0.52	0.47	1.17	0.94	1.01	1.24	0.88	1.1	1.3	0.87	1.21	1	0.77	0.79	0.84	0.67	0.88	1	1.24	1.5
34	0.99	1.02	0.6	0.48	1.19	0.98	1.06	1.17	1.24	1.29	1.37	0.98	1.2	1.09	0.79	0.76	0.88	0.72	0.95	1.1	1.37	1.5
35	1.09	1.22	0.67	0.53	1.15	1.08	1.3	1.27	1.7	1.43	1.45	1.1	1.23	1.29	0.84	0.85	1.04	1.06	1.02	1.21	1.45	1.5
36	1.24	1.41	1.01	0.57	1.04	1.12	1.58	1.31	2.06	1.5	1.53	1.16	1.29	1.49	0.92	1.24	1.16	1.39	1.04	1.41	1.58	1.5
37	1.31	1.54	1.34	0.61	1.02	1.1	2.01	1.72	2.27	1.65	1.43	1.16	1.53	1.85	1.04	1.56	1.23	1.48	1.05	1.58	2.27	1.5
38	1.4	1.56	1.51	0.62	1.14	1.07	2.55	2.43	2.22	1.66	1.79	1.09	1.69	2.14	1.09	1.74	1.36	1.6	1.01	1.72	2.55	1.5
39	1.69	1.47	1.43	0.58	1.47	0.98	2.96	3.35	2.21	1.87	2.1	1.14	1.7	2.29	1.27	1.83	1.38	1.71	1.07	1.88	3.35	1.5
40	1.74	1.51	1.15	0.41	1.57	0.77	2.81	3.51	1.79	1.63	2	1.11	1.38	2	1.45	1.91	1.26	1.35	1.23	1.87	3.51	1.5
41	1.01	0.97	0.77	0.28	0.98	0.55	1.57	2.04	0.87	1.04	1.27	0.69	0.79	1.01	0.97	1.31	0.9	0.95	0.85	1.14	1.57	1.5
42	1.15	1.11	0.79	0.41	1.05	0.67	1.35	1.74	0.76	1.13	1.34	0.95	1.16	0.86	1.03	1.53	1.05	1.44	0.93	1.1	1.53	1.5
43	1.28	1.36	0.88	0.52	1.17	0.86	1.16	1.2	0.86	1.15	1.25	1.18	1.33	0.79	1.09	1.55	1.1	1.67	1.07	1.06	1.55	1.5
44	1.49	1.42	0.75	0.57	1.3	1.03	1.17	1.04	1.1	1.22	1.29	1.3	1.38	1	1.11	1.39	1.13	1.54	1.22	1.34	1.54	1.5
45	1.62	1.45	0.8	0.62	1.42	1.22	1.37	1.27	1.36	1.4	1.55	1.4	1.44	1.48	1.32	1.47	1.24	1.02	1.27	1.51	1.62	1.5
46	1.73	1.75	0.99	0.75	1.6	1.47	1.77	1.64	1.67	1.87	1.8	1.54	1.66	1.85	1.48	1.63	1.54	0.51	1.48	1.71	1.87	1.5
47	2.1	2.01	1.55	0.9	1.98	1.77	2.29	2.34	2.22	2.26	2.17	1.86	2.05	2.19	1.55	1.93	1.84	1.1	1.73	2.05	2.34	1.5
48	2.43	2.38	1.89	0.96	2.21	1.9	3.01	2.93	2.62	2.55	2.69	2.07	2.38	2.56	1.53	2.45	1.93	2.41	1.79	2.34	2.93	1.5
49	1.78	1.83	1.34	0.63	1.62	1.27	2.26	2.19	1.83	1.93	2.05	1.48	1.78	1.79	1.01	1.78	1.25	2.24	1.14	1.6	2.24	1.5
50	0.53	0.56	0.42	0.17	0.49	0.35	0.68	0.66	0.51	0.59	0.62	0.44	0.54	0.51	0.3	0.52	0.34	0.75	0.3	0.47	0.68	1.5

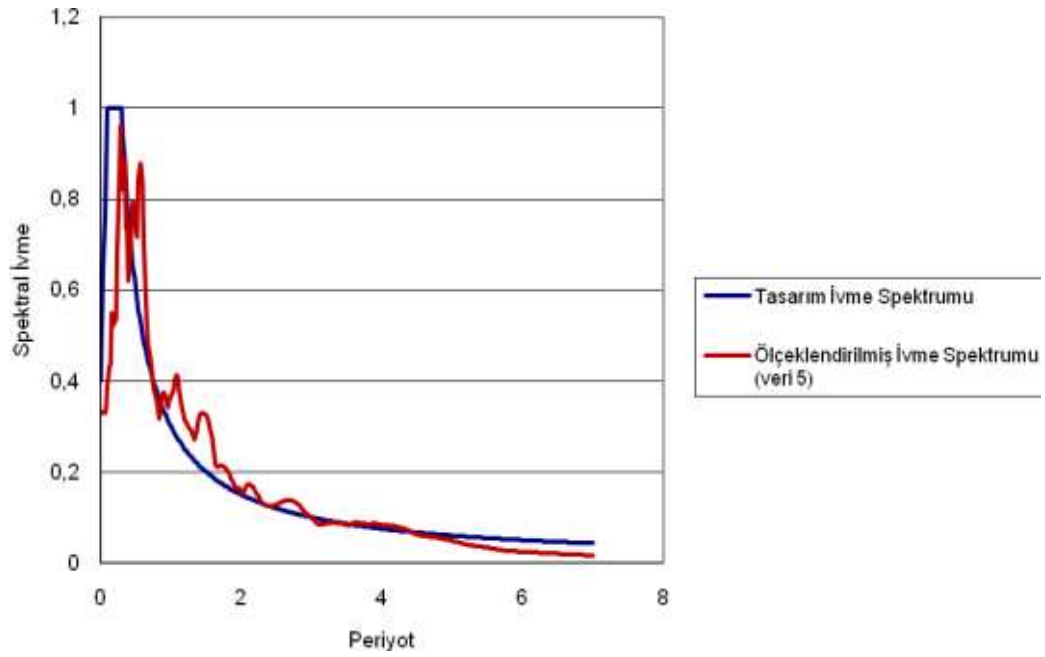
EK:H

50 Kat Yapı Sistemi				Perde Sistemi								
Frame	P	Vd	Md	P	Ve	M3	Mp				$\beta = V_e / (M_p / M_d^*)$	
Text	KN	KN	KN-m	KN	KN	KN-m	kN-m	Mp/Md	Mp/Md*Vd	beta	Vd)	$\beta=1.5$
P1	-59695.26	8823.502	148580.95	-55311.00	20001.102	112094.05	164771.81	1.11	9785.00	2.04	2.04	1.5
P2	-58815.01	8848.292	128749.79	-54475.00	18879.233	98032.18	162011.07	1.26	11134.16	1.70	1.70	1.5
P3	-57926.19	8459.424	109763.37	-53631.00	17356.05	84029.89	160922.97	1.47	12402.28	1.40	1.40	1.5
P4	-57029.43	7815.937	92547.53	-52781.00	15973.684	70138.60	159225.47	1.72	13447.10	1.19	1.19	1.5
P5	-56125.34	7106.641	77677.80	-51925.00	14378.862	56402.44	156255.92	2.01	14295.65	1.01	1.01	1.5
P6	-55214.55	6428.117	65292.41	-51064.00	12741.42	42902.64	155665.00	2.38	15325.41	0.83	0.83	1.5
P7	-54297.68	5805.550	55300.97	-50198.00	10949.003	36542.78	153376.00	2.77	16101.56	0.68	0.68	1.5
P8	-53375.35	5234.869	47540.21	-49328.00	10535.467	34277.89	151547.00	3.19	16687.53	0.63	0.63	1.5
P9	-52448.17	4720.403	41823.34	-48454.00	10962.332	38435.26	149347.00	3.57	16856.09	0.65	0.65	1.5
P10	-51516.73	4317.334	37899.58	-47577.00	11409.079	40857.74	147316.00	3.89	16781.51	0.68	0.68	1.5
P11	-50581.76	4227.142	35325.52	-46697.00	12073.571	40253.96	145193.00	4.11	17374.16	0.69	0.69	1.5
P12	-49629.41	4013.879	33212.90	-45802.00	11268.009	44653.22	143188.00	4.31	17304.70	0.65	0.65	1.5
P13	-48660.29	3797.638	31553.02	-44892.00	9877.543	49577.84	141306.00	4.48	17007.21	0.58	0.58	1.5
P14	-47675.42	3617.173	30255.23	-43970.00	9647.843	52213.09	136933.00	4.53	16371.07	0.59	0.59	1.5
P15	-46675.71	3477.238	29222.83	-43034.00	8956.633	55257.98	136723.00	4.68	16268.74	0.55	0.55	1.5
P16	-45662.10	3362.875	28394.61	-42086.00	8388.623	59026.49	134703.00	4.74	15953.36	0.53	0.53	1.5
P17	-44635.46	3252.008	27759.15	-41127.00	8442.98	61191.49	132538.00	4.77	15526.94	0.54	0.54	1.5
P18	-43596.71	3125.626	27340.71	-40158.00	9807.665	61594.25	130138.00	4.76	14877.55	0.66	0.66	1.5
P19	-42546.72	2991.494	27176.39	-39179.00	10519.474	60357.07	127750.00	4.70	14062.33	0.75	0.75	1.5
P20	-41486.12	2936.413	27290.16	-38191.00	11556.46	57987.26	125509.00	4.60	13504.73	0.86	0.86	1.5
P21	-40417.33	3279.348	27632.92	-37197.00	11842.474	59743.26	114759.00	4.15	13619.07	0.87	0.87	1.5
P22	-39325.00	3157.425	27955.27	-36181.00	11305.679	60526.39	112355.00	4.02	12690.00	0.89	0.89	1.5
P23	-38206.92	2994.393	28310.42	-35143.00	10104.042	60111.19	109806.00	3.88	11614.18	0.87	0.87	1.5
P24	-37065.14	2858.196	28646.49	-34084.00	9446.749	58451.47	107036.00	3.74	10679.49	0.88	0.88	1.5
P25	-35900.93	2751.111	28891.05	-33005.00	9011.21	55484.38	104522.00	3.62	9952.96	0.91	0.91	1.5
P26	-34715.62	2667.608	28986.23	-31908.00	8250.452	51451.74	102017.00	3.52	9388.64	0.88	0.88	1.5
P27	-33510.52	2599.693	28905.73	-30794.00	8604.969	48416.52	99275.00	3.43	8928.49	0.96	0.96	1.5
P28	-32286.88	2532.190	28659.81	-29663.00	9833.009	49757.60	96036.00	3.35	8485.10	1.16	1.16	1.5
P29	-31046.13	2459.642	28292.08	-28517.00	10876.194	51258.20	93588.00	3.31	8136.30	1.34	1.34	1.5
P30	-29788.26	2467.066	27875.30	-27357.00	11234.737	54771.30	90942.00	3.26	8048.70	1.40	1.40	1.5
P31	-28521.79	3018.179	27514.64	-26189.00	10453.897	57614.47	87848.00	3.19	9636.36	1.08	1.08	1.5
P32	-27238.97	2928.593	27428.52	-25006.00	11097.525	60861.57	85195.00	3.11	9096.42	1.22	1.22	1.5
P33	-25928.06	2775.859	27533.92	-23797.00	10270.212	63494.10	82202.00	2.99	8287.27	1.24	1.24	1.5
P34	-24593.05	2613.744	27782.73	-22569.00	8766.919	65176.80	79754.00	2.87	7503.10	1.17	1.17	1.5
P35	-23235.38	2437.515	28085.79	-21320.00	8379.061	66581.48	75930.00	2.70	6589.83	1.27	1.27	1.5
P36	-21856.82	2250.512	28320.19	-20053.00	7592.208	66986.09	73149.00	2.58	5812.91	1.31	1.31	1.5
P37	-20459.07	2062.431	28352.76	-18768.00	8777.491	66207.39	70042.00	2.47	5094.98	1.72	1.72	1.5
P38	-19043.72	1880.224	28060.25	-17469.00	10850.093	66066.61	66748.00	2.38	4472.56	2.43	2.43	1.5
P39	-17613.04	1711.445	27339.79	-16155.00	13304.214	68617.53	63374.00	2.32	3967.15	3.35	3.35	1.5
P40	-16164.49	1669.040	26118.45	-14826.00	13881.78	68946.66	61971.00	2.37	3960.12	3.51	3.51	1.5
P41	-14725.36	-2599.705	24437.51	-13505.00	12724.957	67387.92	58623.00	2.40	-6236.42	-2.04	2.04	1.5
P42	-13303.65	2434.953	23136.01	-12199.00	10171.933	63685.87	55647.00	2.41	5856.58	1.74	1.74	1.5
P43	-11857.75	-2289.248	21589.15	-10872.00	6683.467	58487.57	52330.00	2.42	-5548.91	-1.20	1.20	1.5
P44	-10395.48	-2121.808	19941.88	-9530.00	5415.348	52169.47	48728.00	2.44	-5184.64	-1.04	1.04	1.5
P45	-8918.52	1908.859	18232.85	-8174.00	6085.223	44910.62	45700.00	2.51	4784.49	1.27	1.27	1.5
P46	-7429.30	1641.445	16451.92	-6809.00	6911.321	36611.02	42154.00	2.56	4205.80	1.64	1.64	1.5
P47	-5930.18	1334.393	14501.44	-5434.00	8323.315	27693.17	38624.00	2.66	3554.10	2.34	2.34	1.5
P48	-4423.32	1072.722	12176.92	-4052.00	9007.076	18738.50	34950.00	2.87	3078.91	2.93	2.93	1.5
P49	-2912.36	1100.351	9169.52	-2667.00	8199.146	10456.58	31216.00	3.40	3745.95	2.19	2.19	1.5
P50	-1388.61	1458.187	5075.64	-1271.00	5311.574	3907.56	27967.00	5.51	8034.68	0.66	0.66	1.5

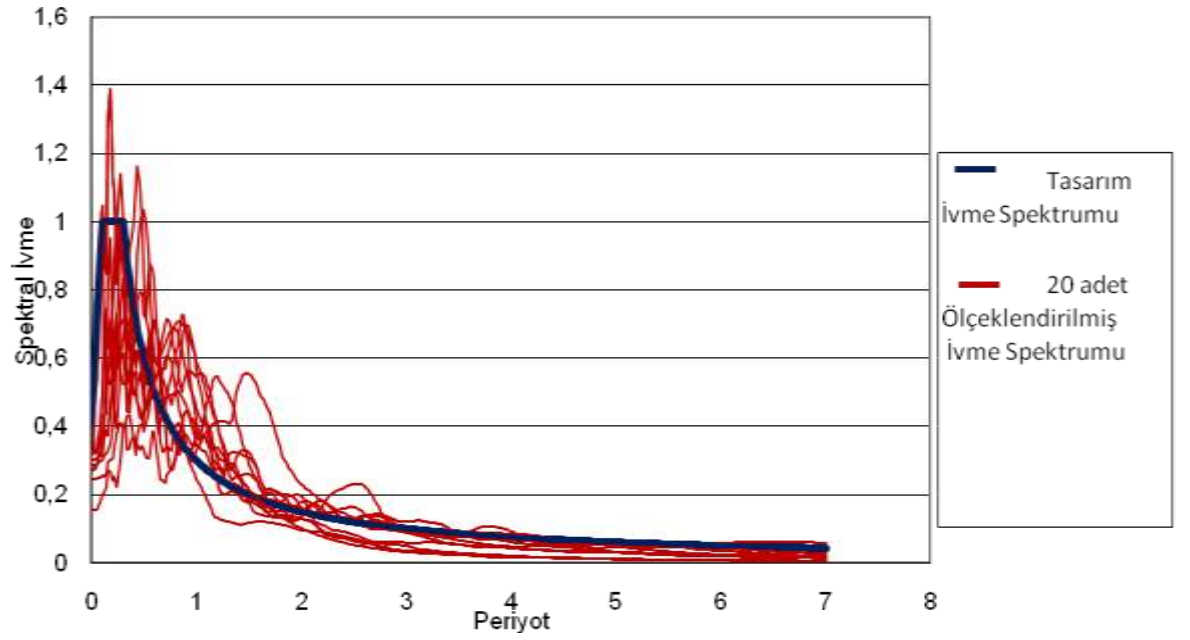
EK :I-1



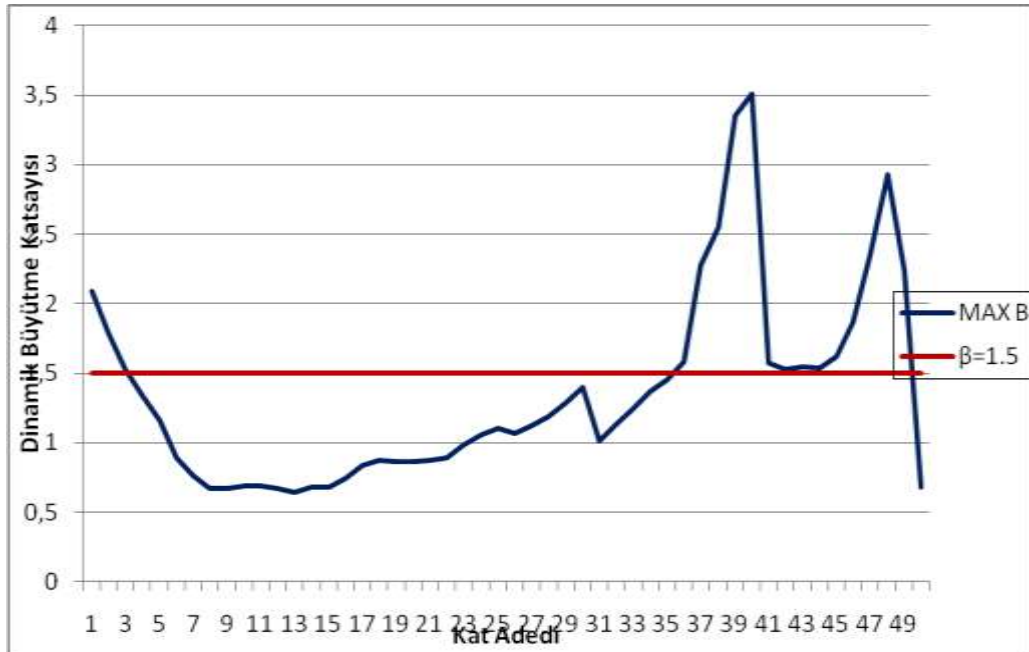
EK :I-2



EK :I-3



EK I:4

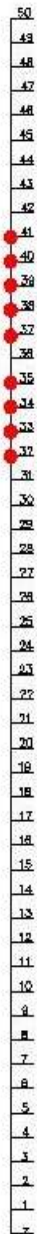


EK:J

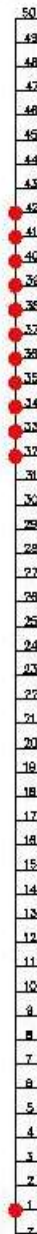
	α	g	Ölç katsy
Veri 1	1.152	9.81	11.30112
Veri 5	1.584	9.81	15.53904
Veri 8	1.892	9.81	18.56052
Veri 10	0.385	9.81	3.77685
Veri 11	0.946	9.81	9.28026
Veri 12	0.803	9.81	7.877
Veri 13	2.331	9.81	22.86711
Veri 14	1.121	9.81	10.99701
Veri 15	2.358	9.81	23.13198
Veri 17	6.417	9.81	62.95077
Veri 18	12.514	9.81	122.76234
Veri 19	1.251	9.81	12.27231
Veri 20	16.416	9.81	161.04096
Veri 22	10.262	9.81	100.67022
Veri 23	1.296	9.81	12.71376
Veri 25	0.311	9.81	3.05091
Veri 26	2.128	9.81	20.87568
Veri 27	2.128	9.81	20.87568
Veri 28	0.512	9.81	5.02272
Veri 29	2.848	9.81	27.93888

EK :K-1

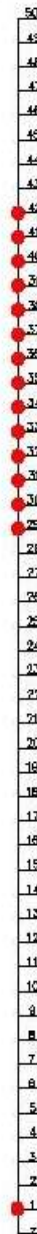
VERI 1



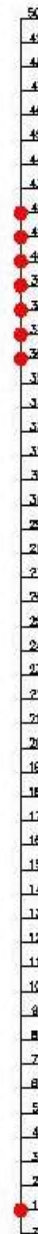
VERI 11



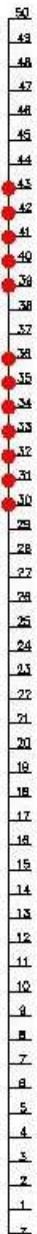
VERI 18



VERI 26



VERI 29



EK :K-2

KAT	VERİ	P	M3	U1Plastic	R3Plastic
		KN	KN-m	m	Radians
1	VERI_1	-55304.511	218370.323	0.001184	0
32	VERI_1	-24987.43	155415.9792	0.000148	0.000055
33	VERI_1	-23688.921	154054.6871	0.001262	0.000473
34	VERI_1	-22500.197	150567.6937	0.001771	0.000664
35	VERI_1	-21256.203	147083.4467	0.001493	0.000431
36	VERI_1	-19980.863	143937.5765	0.003493	0
37	VERI_1	-18701.494	139760.3956	0.003584	0.000005031
38	VERI_1	-17400.099	136388.6371	0.002515	0.000134
39	VERI_1	-16089.892	133329.108	0.001154	0.00034
40	VERI_1	-14717.873	130954.4243	0.002238	0.000779
41	VERI_1	-13362.954	127935.9657	0.004126	0.001532
42	VERI_1	-12140.965	122393.899	0.003918	0
43	VERI_1	-10819.05	118044.8691	0.001033	0
44	VERI_1	-9474.13	111504.5919	0.000007533	0

EK :K-3

KAT	VERİ	P	M3	U1Plastic	R3Plastic
		KN	KN-m	m	Radians
1	VERI_11	-55298.094	218526.5978	0.001783	0.0002
17	VERI_11	-41077.191	157155.7309	0.000751	0
18	VERI_11	-40127.775	157944.4166	0.000378	0
32	VERI_11	-24959.53	155519.0563	0.000144	0.000054
33	VERI_11	-23749.322	153553.1663	0.001519	0.000569
34	VERI_11	-22495.525	150395.6021	0.004567	0.001323
35	VERI_11	-21268.745	146555.1294	0.006046	0.000716
36	VERI_11	-20021.823	142953.5945	0.006342	0.00017
37	VERI_11	-18725.265	139861.0203	0.00613	0.000651
38	VERI_11	-17430.539	136863.9318	0.005989	0.000738
39	VERI_11	-16098.539	133846.3437	0.007728	0.000678
40	VERI_11	-14779.573	130350.5189	0.008491	0.00027
41	VERI_11	-13387.189	126133.3176	0.004371	0.000434
42	VERI_11	-12151.843	121713.8015	0.000624	0.000227

EK :K-4

KAT	VERİ	P	M3	U1Plastic	R3Plastic
		KN	KN-m	m	Radians
1	VERI_18	-55292.599	218618.6861	0.001187	0.000535
24	VERI_18	-34024.733	150806.1603	0.001013	0
25	VERI_18	-32999.252	155786.2713	0.000802	0
26	VERI_18	-31885.528	160532.5903	0.000052	0
29	VERI_18	-28435.92	166107.0342	0.00136	0.000509
30	VERI_18	-27316.807	162776.785	0.000907	0.00034
31	VERI_18	-26153.376	158783.0978	0.000444	0.000167
32	VERI_18	-24992.578	156043.5742	0.000923	0.000346
33	VERI_18	-23777.902	151887.8779	0.000084	0.000004401
34	VERI_18	-22528.525	149288.1861	0.000497	0.000123
35	VERI_18	-21292.273	146476.0478	0.000652	0.000244
36	VERI_18	-20034.063	142956.8557	0.000468	0.000175
37	VERI_18	-18721.627	139297.866	0.000664	0.000192
38	VERI_18	-17429.035	138011.4604	0.003361	0.000879
39	VERI_18	-16118.738	134044.3566	0.001627	0.000472
40	VERI_18	-14630.026	129748.6903	0.002034	0.000275
41	VERI_18	-13426.973	126498.3662	0.004604	0.000393
42	VERI_18	-12118.5	122807.6024	0.005255	0.000094
43	VERI_18	-10742.072	119404.657	0.002353	0
44	VERI_18	-9490.02	113925.0906	0.000113	0

EK :K-5

KAT	VERİ	P	M3	U1Plastic	R3Plastic
		KN	KN-m	m	Radians
1	VERI_26	-55296.157	218491.7593	0.000735	0.000529
36	VERI_26	-20013.708	142738.7523	0.000671	0.000211
37	VERI_26	-18731.664	140387.3548	0.004758	0.000942
38	VERI_26	-17429.022	136826.7296	0.007479	0.001215
39	VERI_26	-16060.125	133053.4237	0.006013	0.000617
40	VERI_26	-14721.183	129502.4171	0.00459	0.000449
41	VERI_26	-13462.183	125808.1908	0.002483	0.000287
42	VERI_26	-12122.05	121455.3057	0.001705	0.000037
43	VERI_26	-10849.794	113817.9393	0.000099	0

EK :K-6

KAT	VERİ	P	M3	U1Plastic	R3Plastic
		KN	KN-m	m	Radians
1	VERİ_29	-55306.419	197003.0611	0.000084	0
30	VERİ_29	-27307.965	161727.0088	0.000036	0.000014
31	VERİ_29	-26098.764	159542.9955	0.000369	0.000138
32	VERİ_29	-24994.776	156179.3462	0.000332	0.000125
33	VERİ_29	-23786.684	152304.0109	0.000109	0.000041
34	VERİ_29	-22516.204	149161.775	0.000131	0.000049
35	VERİ_29	-21305.881	145734.5414	0.000118	0.000044
36	VERİ_29	-20049.381	141816.9215	4.862E-07	1.821E-07
39	VERİ_29	-16114.686	132310.2886	0.000115	0.000043
40	VERİ_29	-14819.029	129385.0384	0.000831	0.000311
41	VERİ_29	-13427.06	126830.1631	0.002469	0.000925
42	VERİ_29	-12158.133	122841.9154	0.003088	0.000709
43	VERİ_29	-10839.651	117925.4674	0.000682	0.000098

EK:L

Deprem Adı	İstasyon	Büyükölük	Zemin Sınıfı	Maksimum İvme (g)	Maksimum Yerdeğıştirme (cm)	Maksimum Hız (cm/s)
Veri 1: Mammoth lakes 05/25/1980	54301 Monmath lakes H.S.	6,3	D	0,442	5,93	23,3
Veri 5: Morgan Hill 04/24/1984	47380 Gilray Array	6,2	D	0,578	2,1	12,6
Veri8: Whittier Narrows 10/01/87	90063 Glendale-Las Polmas	6,0	C	0,296	1,82	17,1
Veri 10: Chalfant Valley 07/21/86	54428 Zach Brothers Ranch	6,2	D	0,447	8,56	44,5
Veri 11: Chalfant Valley 07/20/86	54428 Zach Brothers Ranch	5,9	D	0,285	5,41	22,3
Veri 12: Chalfant Valley 07/21/86	54424 Bishop-Paradise Lodge	5,6	A	0,053	0,34	2,1
Veri 13: Chalfant Valley 07/20/86	54428 Zach Brothers Ranch	5,9	D	0,285	5,41	22,3
Veri 14: Chalfant Valley 07/31/86	54171 Bishop-Ladwp South St	5,8	D	0,176	2,71	12,2
Veri 15: Northridge 0117/94	24575 Fox Airfield Grnds	6,7		0,081	1,45	7,1
Veri 17: Northridge 0117/94	14560 City Hall	6,7	D	0,051	1,65	5,0
Veri 18 : Friuli, İtaly 05/06/76	8002 Barcis	6,5	B	0,03	0,53	1,3
Veri 19: Hollister City04/09/61	1028 Hollister City Hall		D	0,075	1,75	9,7
Veri 20: Imperial Valley 06/06/38	117 El Centro Array		D	0,019	0,06	0,8
Veri 22: Kozani 05/17/95	Grevana	5,3		0,036	0,08	1,2
Veri 23: Livermore 01/27/80	57T01 Livermore	5,5	B	0,258	1,18	11,4
Veri 25: Nahanni, Canada 12/23/85	6097 Site1	6,9	A	2,086	14,58	46,1
Veri 26: Nw California 09/12/38	1023 Ferndale City Hall	5,5	D	0,134	0,78	7,2
Veri 27: Oroville 08/08/75	1543 DWR Garage	4,9	A	0,209	0,04	1,8
Veri 28: Parkfield 06/28/66	1013 Cholame	6,1	D	0,476	22,49	75,1
Veri 29: San Francisco 03/22/57	1117 Goldan Gate Park	5,3	A	0,112	0,43	4,6

ÖZGEÇMİŞ

Adı-Soyadı : Berna Selin BOZA

Doğum Yeri ve Tarihi : Kars-29.05.1983

Lisans Üniversitesi : İstanbul Üniversitesi