

İSTANBUL TEKNİK ÜNİVERSİTESİ ★ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

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

**YÜKSEK LİSANS TEZİ
İnş. Müh. Fatma ENSAROĞLU EREN**

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 İRDELENMESİ**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ
Fatma ENSAROĞLU EREN
501061043**

Tezin Enstitüye Verildiği Tarih : 07 Ekim 2010

Tezin Savunulduğu Tarih : 07 Eylül 2010

**Tez Danışmanı : Doç. Dr. Kutlu DARILMAZ (İTÜ)
Diğer Jüri Üyeleri : Doç. Dr. Turgut ÖZTÜRK (İTÜ)
Yrd. Doç. Dr. Canan GİRGİN (YTÜ)**

EYLÜL 2010

ÖNSÖZ

Deprem bölgelerinde yeni yapılacak binalar ile daha önce yapılmış binalara uygulanmak üzere, Bayındırlık ve İskan Bakanlığı tarafından “Deprem Bölgelerinde Yapılacak Binalar Hakkında Yönetmelik” yayınlanmıştır. DBYBHY binaların depreme dayanıklı olması ve deprem hasarlarını en aza indirilmesi amacıyla hazırlanmıştır. Yönetmeliğin 1998 yılında düzenlenen ve 9 yıl boyunca yürürlükte kalan basımı 2007 yılında büyük ölçüde değişikliğe uğramıştır. Deprem Yönetmeliğinde betonarme elemanlar için yapılan değişiklikler genellikle perdeler ile ilgili bölümde toplanmıştır.

DBYBHY (2007)’e getirilen yeniliklerden biri, perdelerde herhangi bir kesitte enine donatı hesabında esas alınacak tasarım kesme kuvvetinde, kesme kuvveti dinamik büyütme katsayısı (β_v)’nin kullanılmasıdır.

Eşdeğer Deprem Yüğü Yöntemi yada Mod Birleştirme Yöntemi gibi kuvvet esaslı yöntemler, perdelerin tasarıma esas kesme kuvvetlerini tasarıma esas eğilme momentleri ile orantılı kabul etmektedir. Halbuki yapılan bir çok çalışma göstermiştir ki, özellikle çok katlı yapılardaki perde sistemlerinde, doğrusal elastik ötesi davranış sırasında oluşan perde taban kesme kuvveti, boyutlandırmada göz önüne alınan tasarım taban kesme kuvvetinden daha büyük olabilmektedir. 2007 yılında DBYBHY’de β_v katsayısı kazandırılarak, enine donatı hesabında gözönüne alınan kesme kuvveti arttırılmış ve bu olası kesme göçmeleri engellenmeye çalışılmıştır. Bu çalışma da, örnek alınan çok katlı betonarme bir sistemin perdesi için β_v katsayıları hesaplanarak, yönetmelikte kullanılması öngörülen β_v değeri ile karşılaştırılıp, sonuçlar değerlendirilmiştir.

Son derece önemli olan bu konuyu bana öneren, sabır ve hoşgörüyle yönlendiren ve tamamlanmasında yoğun çalışma programına rağmen vakit ayırıp, bilgi birikiminden mahrum bırakmayan danışman hocam Sayın Doç. Dr. Kutlu DARILMAZ’a teşekkürlerimi sunmayı bir borç bilirim.

Eylül 2010

Fatma ENSAROĞLU EREN

İnşaat Mühendisi

İÇİNDEKİLER

Sayfa

ÖNSÖZ.....	v
İÇİNDEKİLER	vii
KISALTMALAR	ix
ÇİZELGE LİSTESİ.....	xi
ŞEKİL LİSTESİ.....	xiii
ÖZET.....	xv
SUMMARY	xvii
1. GİRİŞ	1
1.1 Çalışmanın Amacı ve Kapsamı	4
2. DEPREM YAPI İLİŞKİSİ	5
2.1 Deprem nedir?	5
2.2 Türkiye'nin Depremselliği	5
3. BETONARME BİNALARDA DEPREM PERDELERİ TASARIMI	7
3.1 Giriş.....	7
3.2 Perdeli ve Perde Çerçevesi Sistemler	7
3.2.1 Perde elemanı	7
3.2.2 Perdelerin şiddetli depremlerdeki davranışı.....	9
3.3 Konsol Perdelerin Davranışı.....	10
3.4 Konsol Perdelerin Göçme Şekilleri.....	13
3.5 Perde Kesitleri.....	16
3.6 Perdelerin Planda Yerleşimi.....	17
3.7 Yapı Özellikleri.....	18
3.7.1 Süneklik	18
3.7.2 Rijitlik	18
3.7.3 Dayanım	20
4. DEPREM ETKİSİ ALTINDA ÇÖZÜM YÖNTEMLERİ	21
4.1 Eşdeğer Deprem Yüğü Yöntemi	21
4.2 Mod Birleştirme Yöntemi	21
4.3 Zaman Tanım Alanında Hesap Yöntemi.....	21
4.3.1 Lineer zaman tanım alanında hesap yöntemi.....	22
4.3.2 Lineer olmayan zaman tanım alanında hesap yöntemi	22
4.4 Çalışmada Kullanılan Çözüm Yöntemleri	22
5. ÖRNEKLEM YAPI SİSTEMİ ÖZELLİKLERİ	25
5.1 Yapının Tanımı	25
5.2 Yüğü Analizi	28
5.3 Eşdeğer Deprem Yüğü Hesabı	31
5.4 Yüğü Kombinasyonları	33
5.5 Yapı Sistemi Elemanlarını Boyutlandırma.....	34
6. TASARIM İVME SPEKTRUMUNA UYGUN GERÇEK DEPREM KAYITLARININ SEÇİLMESİ VE ÖLÇEKLENDİRİLMESİ.....	45

6.1 Giriş.....	45
6.2 Deprem Kayıt Kaynakları.....	46
6.2.1 Yapay olarak üretilmiş deprem kayıtları	47
6.2.2 Benzeştirilmiş deprem kayıtları.....	47
6.2.3 Gerçek depremlerden elde edilen kayıtlar	48
6.3 Gerçek Deprem Kayıtlarının Seçilmesi.....	49
6.4 Yer Hareketini Ölçekleme Yöntemleri.....	50
6.4.1 Yer hareketinin zaman tanım alanında ölçeklenmesi.....	50
6.4.2 Tek bir deprem kaydı için genel yöntem.....	51
6.4.3 Yer hareketinin frekans tanım alanında ölçeklenmesi.....	51
6.4.4 Birden çok deprem kaydı için genel yöntem.....	52
6.5 Gerçek Kayıtların Türkiye Deprem Yönetmeliği (DBYBHY), Tasarım Spectrumuna Uygun Seçilmesi ve Ölçeklenmesi.....	52
6.5.1 DBYBHY tasarım spectrumu.....	52
6.6 Elastik Spektral İvme Ölçekleme Katsayısı Tanımı.....	53
6.7 Ölçekleme Katsayısı ile ilgili Sınırlamalar.....	54
6.8 DBYBHY'ye göre Kayıtların Seçilme Koşulları	54
6.9 Veri Bankası	55
6.10 Parametrik Çalışma	55
7. PERDE SİSTEMLERDE DİNAMİK KESME KUVVETİ BÜYÜTMESİ	63
7.1 Giriş	63
7.2 Perde Sistemin Özellikleri.....	67
7.3 β_v Katsayısı Hesap Aşamaları	67
7.4 Plastik Mafsallar	80
8. SONUÇ.....	85
KAYNAKLAR.....	87
EKLER.....	89
ÖZGEÇMİŞ.....	113

KISALTMALAR

DBYBHY (2007): Deprem Bölgelerinde Yapılacak Binalar Hakkında
Yönetmelik (2007)
USGS : United State Geological Survey

ÇİZELGE LİSTESİ

	<u>Sayfa</u>
Çizelge 6.1 : Çalışmada kullanılan deprem kayıtlarının özellikleri	56
Çizelge 6.2 : Kocaeli Depremi (1999) ölçeklendirme katsayısı hesabı	57
Çizelge 6.3 : Deprem kayıtları ölçeklendirme katsayıları	58
Çizelge 7.1 : Perde Özellikleri	67
Çizelge 7.2 : Mod birleştirme yöntemi- moment ve kesme kuvveti değişimi	67
Çizelge 7.3: Çalışmada kullanılan kuvvetli yer hareket kayıtları.....	69
Çizelge 7.4 : Mod Birleştirme Yöntemi ve Zaman Tanım Alanında Hesap Yöntemi ile bulunan perde tabanları iç tesir kuvvetleri karşılaştırma tablosu....	71
Çizelge 7.5 : β_v hesap tablosu	75
Çizelge 7.6 : Maksimum β_v değerleri	79

ŞEKİL LİSTESİ

Sayfa

Şekil 1.1	: Çok katlı bir yapıda perde kullanımı	2
Şekil 2.1	: Türkiye'nin deprem haritası	5
Şekil 2.2	: Depremde yıkılan bir yapı	6
Şekil 3.1	: Yatay yük altında perde ve çerçeve etkileşimi	8
Şekil 3.2	: Konsol Perde davranışı	11
Şekil 3.3	: Perde kesitinde eğilme momenti-eğrilik değişimi	11
Şekil 3.4	: Kesit boyutları yükseklikle değişen perdeler	12
Şekil 3.5	: Perdelerin göçme biçimleri	13
Şekil 3.6	: 3 Şubat 2002 Çay depremde yıkılmamış bir bloktaki moment etkisi	14
Şekil 3.7	: Bingöl lise binası perde duvarda kesme kırılması (01.05.2003)	15
Şekil 3.8	: Bingöl lise binası perde duvarda kesme kırılması (01.05.2003)	15
Şekil 3.9	: Kesme çatlağı (Bingöl-2003)	15
Şekil 3.10	: Kesme çatlağı (Bingöl-2003)	15
Şekil 3.11	: Kesme kırılması altında histerik davranış	16
Şekil 3.12	: Perde kesit şekilleri	16
Şekil 3.13	: Perdelerin planda düzenlenme şekilleri	18
Şekil 3.14	: Konsol perde üzerinde öteleme rijitliğinin tanımlanması	19
Şekil 5.1	: Yapının kat planı	25
Şekil 5.2	: Yapının üç boyutlu görüntüsü	26
Şekil 5.3	: Ön görünüş	27
Şekil 5.4	: Yük analizinde düşey taşıyıcı elemanların numaralanması	28
Şekil 5.5	: Spektrum katsayısı değişimi	32
Şekil 5.6	: Deprem yükü azaltma katsayısı	33
Şekil 5.7	: DBYBHY göre tasarım eğilme momenti	35
Şekil 5.8	: DBYBHY göre perdeler için konstrüktif kurallar	40
Şekil 5.9	: Perde detayı (H_{cr} içinde)	41
Şekil 5.10	: Perde detayı (H_{cr} dışında)	42
Şekil 6.1	: Gerçek deprem kaydı ivme-zaman grafiği seçim kuralları	50
Şekil 6.2	: Türkiye deprem yönetmeliği elastik tasarım ivme spektrumlarının dört farklı deprem bölgesi ve değişik zemin sınıfı için gösterimi	53
Şekil 6.3	: Kaydedilmiş depremin gerçek ivme-zaman grafiği	59
Şekil 6.4	: 17 Ağustos 1999 Kocaeli depreminin Ambarlı istasyonundan alınan verilerin ölçeksiz grafiği	60
Şekil 6.5	: Kaydedilmiş depremin ölçeklenen ivme-zaman grafiği	60
Şekil 6.6	: 17 Ağustos 1999 Kocaeli depreminin Ambarlı istasyonundan alınan verilerin ölçekli grafiği	61
Şekil 6.7	: Çakıştırılmış ölçekli ivme-periyod grafiği	62
Şekil 7.1	: Dinamik yükler altında perdeye etkiyen kesme kuvvetleri değişimi	65
Şekil 7.2	: Zaman tanım alanında hesap yöntemi ve mod birleştirme yöntemi ile bulunan kesme kuvvetlerinin karşılaştırılması	73
Şekil 7.3	: Katlara göre hesaplanan en büyük β_v değeri	77
Şekil 7.4	: 1-2-3-4-5 Nolu deprem kayıtları etkisinde oluşan plastik mafsallar	80

Şekil 7.5	: 6-7-8-9-10 Nolu deprem kayıtları etkisinde oluşan plastik mafsallar ...	81
Şekil 7.6	: 11-12-13-14-15 Nolu deprem kayıtları etkisinde oluşan plastik mafsallar	82
Şekil 7.7	: 16-17-18-19-20 Nolu deprem kayıtları etkisinde oluşan plastik mafsallar	83

SEMBOL LİSTESİ

- A_c : Kolonun veya perde uç bölgesinin brüt enkesit alanı
- A_{ch} : Boşluksuz perdenin, bağ kirişli perdede her bir perde parçasının döşemenin veya boşluklu döşemede her bir döşeme parçasının brüt enkesit alanı
- A_{sh} : s enine donatı aralığına karşı gelen yükseklik boyunca, kolonda veya perde uç bölgesindeki tüm etriye kollarının veya çirozların enkesit alanı değerlerinin gözönne alınan bk'ya dik doğrultudaki izdüşümlerinin toplamı
- $A(T)$: Spektral İvme Katsayısı
- A_o : Etkin Yer İvmesi Katsayısı
- A_w : Kolon enkesiti etkin gövde alanı (depreme dik doğrultudaki kolon çıkıntılarının alanı hariç)
- a : Kolonda veya perde uç bölgesinde etriye kollarının ve/veya çirozların arasındaki yatay uzaklık
- B_a : Taşıyıcı sistem elemanının a asal eksenine doğrultusunda tasarıma esas iç kuvvet büyüklüğü
- B_{ax} : Taşıyıcı sistem elemanının a asal eksenine doğrultusunda, x doğrultusundaki depremden oluşan iç kuvvet büyüklüğü
- B_{ay} : Taşıyıcı sistem elemanının a asal eksenine doğrultusunda, x'e dik y doğrultusundaki depremden oluşan iç kuvvet büyüklüğü
- B_b : Taşıyıcı sistem elemanının b asal eksenine doğrultusunda tasarıma esas iç kuvvet büyüklüğü
- B_{bx} : Taşıyıcı sistem elemanının b asal eksenine doğrultusunda, x doğrultusundaki depremden oluşan iç kuvvet büyüklüğü
- B_{by} : Taşıyıcı sistem elemanının b asal eksenine doğrultusunda, x'e dik y doğrultusundaki depremden oluşan iç kuvvet büyüklüğü
- B_B : Mod Birleştirme yöntemi'nde mod katkılarının birleştirilmesi ile bulunan herhangi bir büyüklük
- b_k : Birbirine dik yatay doğrultuların her biri için, kolon veya perde uç bölgesindeki çekirdeğin enkesit boyutu (en dıştaki enine donatı eksenleri arasındaki uzaklık)
- b_w : Kiriş gövde genişliği, perdenin gövde kalınlığı
- 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_{cd}	: Betonun tasarım basınç dayanımı
f_{ck}	: Betonun karakteristik silindir basınç dayanımı
f_{ctd}	: Betonun tasarım çekme dayanımı
f_{yd}	: Boyuna donatının tasarım akma dayanımı
f_{yk}	: Boyuna donatının karakteristik akma dayanımı
f_{ywd}	: Enine donatının tasarım akma dayanımı
f_{ywk}	: Enine donatının karakteristik akma dayanımı
F_{fi}	: Birinci doğal titreşim periyodunun hesabında i 'inci kata etkiyen fiktif yük
g	: Yerçekimi ivmesi (9.81 m/s ²)
g_i	: Binanın i 'inci katındaki toplam sabit yük
H_{cr}	: Kritik perde yüksekliği
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_i	: Binanın i 'inci katının kütlesi ($m_i = w_i / g$)
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_a^{hedef}	: hedef ivme davranış spektrumu,
$S_a^{gerçek}$: kullanılacak gerçek deprem kaydının ivme spektrumu,
α	: doğrusal ölçekleme katsayısı,

- $S_{ae}(T)$: Elastik spektral ivme [m /s²]
- $S_{aR}(T_r)$: r'inci doğal titreşim modu için azaltılmış spektral ivme [m /s²]
- 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)
- 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

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

ÖZET

Dünyanın oluşumundan beri, sismik yönden aktif bulunan bölgelerde depremlerin ardışık olarak oluştuğu, sonucunda da milyonlarca insanın hayatını kaybettiği bilinmektedir. Dünyanın deprem kuşağı içerisinde, hatta aktif fayların üzerinde yer alan ülkemizde, büyüklüğü değişen çeşitli sayıda depremler 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.

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 temelli 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, perdenin tabanında meydana gelen kesme kuvvetinin, tasarıma esas alınan taban kesme kuvvetinden daha yüksek olabileceği gösterilmiştir.

Yüksek lisans tezi olarak sunulan bu çalışmada, Türkiye Deprem Yönetmeliği (2007) ile paralel olarak kullanılabilir; 50 yılda aşılma olasılığı %10 olan yer hareketini temsil eden yönetmelik ivme spektrumuna göre ölçeklendirilmiş yer hareket kayıtları esas alınmıştır. 2007 Türk Deprem Yönetmeliği'ne göre Deprem Yüğü Azaltma Katsayısı $R=7$ olan, 1. derece deprem bölgesi ve Z1 yerel zemin sınıfında bulunduğu varsayılan ve Mod Birleştirme Yöntemine göre tasarlanan perdenin, zaman tanım alanında doğrusal elastik olmayan analizleri yapılmış ve perde yüksekliği boyunca elde edilen kesme kuvvetleri, Türkiye Deprem Yönetmeliğinde verilen bağıntı doğrultusunda, tasarım kesme kuvvetleri ile oranlanarak, dinamik kesme kuvveti katsayıları hesaplanmıştır.

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

Üçüncü bölümde betonarme binalarda deprem perdelerinin yerleşimi ve tasarımı, bu çalışmanın ilk kısmı ile ilgili olması sebebiyle özetlenmiştir.

Dördüncü bölümde deprem etkisi altında çözüm yöntemleri anlatılmıştır.

Beşinci bölümde üzerinde çalışılan yapının özellikleri anlatılmış olup, yük analizleri ve oluşturulan yük birleşimleri ile ilgili bilgi verilmiş ve yapı elemanlarının boyutlandırılması yapılmıştır.

Altıncı bölümde tasarım ivme spektrumuna uygun gerçek deprem kayıtlarının seçilmesi ve ölçeklenmesi ile ilgili Türkiye'de kullanılan yöntemler ve parametrik çalışmada seçilen deprem kaydının ölçeklendirilme aşaması anlatılmıştır.

Yedinci bölümde, Türkiye Deprem Yönetmeliği (2007) de anlatılan koşullara göre dinamik kesme kuvveti büyütme katsayısı; Mod Birleştirme ve Zaman Tanım Alanında hesaplanan perde kesitinde oluşan kesme kuvvetleri, çeliğin pekleşmesi göz önüne alınarak hesaplanan moment kapasitesi, düşey yükler ve deprem yüklerinin ortak etkisi altında oluşan moment kullanılarak hesaplanmıştır.

Son bölüm olan sekizinci bölümde, çalışmanın ana özellikleri ve sayısal sonuçların değerlendirilmesi yapılmıştır.

Anahtar Kelimeler: Dinamik kesme kuvveti büyütme katsayısı, Zaman tanım alanında çözüm yöntemi, Kesme kuvveti

DETERMINATION OF SHEAR FORCE DYNAMIC AMPLIFICATION COEFFICIENT FOR REINFORCED CONCRETE STRUCTURAL WALLS BY USING NONLINEAR TIME HISTORY ANALYSIS

SUMMARY

Since the formation of The Earth it is known that earthquakes continuously take place in regions which are seismically active and cause millions of casualties as a result. In our country which is located in the earthquake zone of the earth, even on active fault lines, earthquakes with varying magnitudes take place. Erzurum-Kars earthquake (1983), Erzincan Earthquake (1992), Kocaeli earthquake (1999), Duzce Earthquake (1999), Elazig Earthquake (2010) are only a few of the severe earthquakes caused significant casualties and economic losses.

Especially in earthquake zones structural walls are preferred in high rise reinforced concrete buildings due to their structural, architectural and construction advantages. When force based methods such as Equivalent Earthquake Load Method or Mode Superposition Method are used actual shear forces of structural walls on the design are assumed to be proportional to actual bending moment to the design. However, various studies undertaken showed that, especially in structural wall systems in high rise buildings, the shear force occurring at the base of the structural wall may be higher than the base shear force which is taken as the actual value for the design.

In this study which is presented as a thesis for the fulfillment of a Masters degree, 2007 version of the Turkish Seismic Design Code are used as basis. The ground motion records used in parallel with 2007 version of the Turkish Seismic Design Code are scaled according to legislation acceleration spectrum representing the ground motion which has 10 % probability of exceedance in 50 years. The structural wall is designed according to Mode Combination Method. ($R=7$, $Z1$) Then the structural wall is performed in time history analysis and the shear forces obtained through structural wall length are scaled to design shear forces in compliance with the relation given in the Turkish Seismic Design Code and thus dynamic shear force coefficients are calculated.

In the second chapter of the whole eight-chapter study, earthquake - structure relationship is summarized in general.

In third chapter, layout and design of the seismic structural walls in reinforced concrete buildings are explained since they are related to the first portion of this study.

In fourth chapter, solution methods under earthquake effect are disclosed.

In fifth chapter, the structural properties are defined and information is given about loads and the load combinations formed. Structural elements are also dimensioned.

In sixth chapter, the methods used in Turkey for selecting and scaling the real earthquake records which are suitable for design acceleration spectrum and the phase of scaling the earthquake record that is selected in parametric study are described.

In seventh chapter, according to the conditions disclosed in Turkish Seismic Design Code 2007 dynamic shear force amplification coefficient is calculated by using the shear forces occurring in the structural wall cross section which is calculated in Mode superposition and Time History Analysis

In eighth chapter, which is the last chapter, assessment of the main characteristics of the study and numerical results are performed.

Keywords: Dynamic shear force amplification coefficient, Time history analysis, Shear force

1. GİRİŞ

Dünyanın oluşumundan beri, sismik yönden aktif bulunan bölgelerde depremlerin ardışık olarak oluştuğu, sonucunda da milyonlarca insanın hayatını kaybettiği ve ağır ekonomik kayıplar verildiği bilinmektedir. Dünyanın deprem kuşağı bölgeleri içerisinde, hatta aktif fayların üzerinde yer alan ülkemizde, her geçen gün çok sayıda yer hareketi meydana gelmektedir.

Günümüzde artan nüfus sayısı ve hızlı kentleşmenin de etkisiyle çok katlı yapı talebi giderek yaygınlaşmaktadır. Yapı yüksekliği arttıkça, deprem gibi yatay yüklerin yapı davranışına etkisi de arttığından, çok katlı yapıların tasarlanmasında dinamik yüklerin etkisi önem kazanmaktadır.

Deprem kuvvetleri, binanın depreme karşı direnç göstermesi sonucunda oluşan atalet kuvvetleridir. Belirli bir depremin yapı üzerindeki etkisini belirleyen faktörlerin başında yapının ağırlığı ve zemin-yapı etkileşimi gelir. Bu nedenle yapı yüksekliğinin artması yapıda oluşacak atalet kuvvetlerini de arttıracaktır.

Depreme dayanıklı yapı tasarımı yaparken esas alınması gereken ilke, hafif şiddetli depremde yapının taşıyıcı olan veya taşıyıcı olmayan elemanların hiç birinde hasar olmaması, orta şiddetli depremde taşıyıcı olan ve taşıyıcı olmayan yapı elemanlarında oluşabilecek hasarın sınırlı ve onarılabilir düzeyde olması, şiddetli depremlerde ise can güvenliğinin sağlanması amacı ile kalıcı yapısal hasar oluşumunun sınırlandırılması istenir [9].

Yüksek yapıların sahip olması gereken diğer bir özellik de yapıda kullanılan malzemenin yeterli derecede enerjiyi absorbe edecek kapasiteye sahip olmasıdır. Yani sistemin sünek davranış göstermesi istenir.

Yüksek yapılarda yapısal ve yapısal olmayan elemanlarda oluşabilecek büyük gerilmeleri engellemek için deprem sırasında oluşması beklenen yatay deformasyonları belli sınırlar içinde tutmak gerekir. Yapıda oluşacak deformasyonlara neden olan zemin hareketi yer değiştirme, hız ve ivme ile ifade edilir. Deprem yükleri binanın kütlesi, rijitliği ve enerji sönümü ile doğrudan

ilgilidir. Sönüm ise yapı malzemesine, birleşimlerin yapısına, yapısal olmayan elemanların rijitlik üzerindeki etkisine bağlıdır. Sönüm, salınımı engelleyecek en küçük sönüm olan kritik sönümün yüzdesi olarak tanımlanır.



Şekil 1.1 : Çok katlı bir yapıda perde kullanımı.

Yüksek binalar, az katlı binalara göre daha esnek bir yapıya sahiptir ve ivmeleri daha küçüktür. Eğer binanın periyodu ile zemin periyodu birbirine çok yakınsa, yapıya etkiyen kuvvetler çok büyük olur. Yani deprem sonucunda yapıda oluşacak kuvvet, yer ivmesinin yanı sıra yapının kendisine ve temeline bağlıdır. Binanın hareketi ve zemin hareketi arasındaki bağıntı spektrum eğrisi ile ifade edilir.

Yatay yüklerin taşınmasında perdeler etkili olarak kullanılır. Bir yapıda perdeler çerçeve sistemi ile birlikte kullanılabilir gibi, düşey taşıyıcıları sadece perdeler olan sistemler günümüzde yaygın olarak kullanılmaya başlanmıştır. (Şekil 1.1) Perdeler çerçeve ile birlikte taşıyıcı olarak buldukları durumda da, perdelerin rijitlikleri fazla olduğu için, deprem veya rüzgardan oluşacak yatay kuvvetlerin tamamına yakın bir kısmını karşılarlar. Taşıyıcı sistemin yüksekliği arttıkça perdeler önem kazanır. Yatay yüklerin etkisi nedeniyle kat yerdeğştirmelerinin sınırlanması bakımından, bazı durumlarda perdelerin kullanılması zorunludur. Deprem bölgelerinde perdelerin, yapının güvenliğini sağlayarak yerdeğştirmeleri sınırladığı gibi, yapısal olmayan elemanlardaki hasarları önleme bakımından da katkıları oldukları bilinmektedir.

Çok katlı yapılarda yalnızca çerçevelerden oluşturulan taşıyıcı sistemler, yatay yükler altında hem iç kuvvetler ve hem de yerdeğiştirmeler bakımından istenen koşulları perdeler olmadan sağlayamazlar [10].

Yüksek bir yapıda yer alan perde, yatay yükler altında konsol kiriş gibi davranır. Konsol perdeler yatay yüklerden oluşan eğilme momentinin yanında, düşey yüklerden gelen aksenal normal kuvvet etkisi altındadır.

Perdeler, çok katlı yapılarda şiddetli deprem hareketi sırasında doğrusal elastik ötesi davranmak üzere tasarlanmakta ve doğrusal elastik ötesi davranış sırasında yapının konsol benzeri davranışı nedeniyle perde tabanından başlayan bir plastik bölge oluşması beklenmektedir.

Deprem hesabı, Eşdeğer Deprem Yükü Yöntemi veya Mod Birleştirme Yöntemi gibi kuvvet esaslı yöntemler kullanılarak çözüldüğünde, perdelerin tasarıma esas kesme kuvvetleri, tasarıma esas eğilme momentleri ile orantılı kabul edilmektedir. Halbuki özellikle yüksek mod etkilerinin önem kazandığı perde sistemlerinde nonlinear davranış sırasında oluşan perde kesme kuvvetinin, tasarıma esas kesme kuvvetinden yüksek olabilmektedir. Bu nedenle DBYBHY (2007) de dahil olmak üzere modern depreme dayanıklı yapı yönetmeliklerinde, elde edilen tasarım kesme kuvvetleri dinamik büyütme katsayısı ile çarpılarak büyütölmekte ve olası kesme göçmeleri önlenmeye çalışılmaktadır.

Dinamik kesme kuvveti büyütmesi konusu, çeşitli araştırmacılar tarafından 1976 yılından beri incelenmektedir. Dinamik kesme kuvveti büyütmesi ile ilgili bir çok araştırmacı tarafından, kat adedi ve dayanım azaltma faktörüne bağlı şekilde parametrik olarak çalışılmış ve katsayı ile ilgili çeşitli ilişkiler önerilmiştir.

Bu çalışmalardan ilki niteliğindeki Blakeley vd. (1976) çalışması ile önerilen ilişki Yeni Zelanda Deprem Yönetmeliği'nde, Eibl ve Keintzel (1988) tarafından önerilen ilişki ise Eurocode 8 (2003) Yönetmeliği'nde yer bulmuştur. Konu ile ilgili diğer çalışmalar arasında Kabeyasawa (1987), Ghosh ve Markevicius (1990), Derecho ve Corley (1984), Eberhard ve Sözen (1993), Seneviratna ve Krawinkler (1994), Krawinkler (2006), Mesa (2002), Rutenberg (2004) ve Rutenberg ve Nsieri (2006) çalışmaları önemli yer tutmaktadır [4].

Bu çalışma kapsamında da gerçek deprem kayıtları kullanılarak, zaman tanım alanında doğrusal ve doğrusal olmayan analizler yapılmış ve dinamik büyütme katsayısı yönetmeliklerde verilen değerlerle karşılaştırılmıştır.

1.1 Çalışmanın Amacı ve Kapsamı

Bu yüksek lisans tezinin amacı, DBYBHY 2007’de perdelerin kesme kuvveti tasarımında kullanılan kesme kuvveti dinamik büyütme katsayısının örnek bir sistem üzerinde belirlenmesi ve yönetmelikte verilen değerlerin irdelenmesidir.

Örnek sistem olarak 1. derece deprem bölgesi ve Z1 yerel zemin sınıfında bulunan 50 katlı perde+çerçeve sistemden oluşan bir yapı ($R=7$, $I=1$) gözönüne alınmıştır.

Örnek sistem DBYBHY 2007’ye göre Mod Birleştirme Yöntemi kullanılarak genel amaçlı bir yapısal analiz programı aracılığıyla boyutlandırılmıştır.

Yapı 900 m^2 kat oturma alanına sahip olup, yüksekliği 150 m ’dir. Yapıda kullanılan malzemeler ise C50 ($f_{ck}=50\text{MPa}$) beton ve S420 ($f_{yk}=420 \text{ MPa}$) donatı olarak öngörülmüştür.

Oluşturulan yapısal sisteme uygun gerçek deprem kayıtları standartlarda belirtilen ilkelere bağlı kalınarak ölçeklendirilmiş ve yapıya etkilerek zaman tanım alanında hesap yöntemi ile sistem çözülmüştür.

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 sonucunda, (β_v) katsayısı her kat için elde edilmiş ve DBYBHY(2007)’de kullanılması öngörülen değer ile irdelenmiştir.

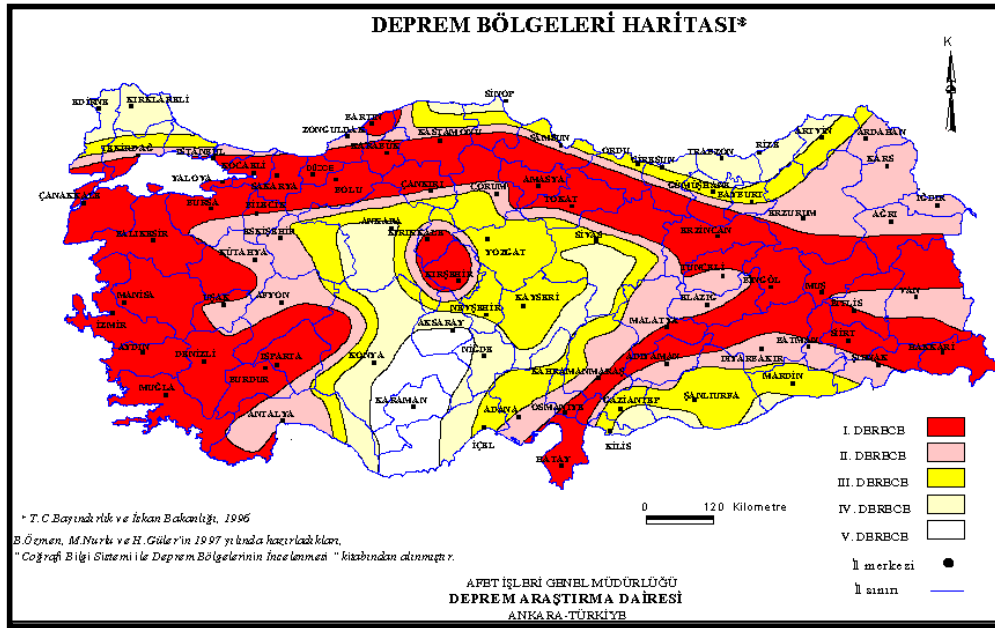
2. DEPREM YAPI İLİŞKİSİ

2.1 Deprem Nedir?

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

2.2 Türkiye'nin Depremselliği

Türkiye dördüncü jeolojik zamanda oluştuğu ve oluşumunu hala devam ettirdiği için, sismik yönden aktiftir.



Şekil 2.1 : Türkiye'nin deprem haritası.

Şekil 2.1'de yer alan Türkiye Deprem Bölgeleri Haritası incelendiğinde, Türkiye'nin %92'sinin deprem bölgeleri içerisinde olduğu, özellikle nüfusun kalabalık olduğu büyük şehirlerin 1. derece deprem bölgesinde yer aldığı ve toplam nüfusun %95'inin deprem tehlikesi altında yaşadığı görülmektedir. Ayrıca büyük sanayi merkezlerinin %98'i ve barajların %93'ü de aktif fayların etkisindedir [6,22].



Şekil 2.2 : Depremde yıkılan bir yapı.

Beşinci deprem bölgesi olarak sınıflandırılan, deprem tehlikesini diğer bölgelere göre daha az yaşayan Karaman bölgesi ülke topraklarının küçük bir kesimin kapsamaktadır. Diğer tüm bölgeler, geçmişte birçok yıkıcı depremlerde olduğu gibi, gelecekte de önlem alınmazsa büyük can ve mal kaybına uğrayacağımız bir gerçektir. Şekil 2.2’de yakın bir zamanda Türkiye’de meydana gelen bir depremde tamamen yıkılan bir yapı görünmektedir.

3. BETONARME BİNALARDA DEPREM PERDELERİNİN DAVRANIŞI VE PERDELERİN TASARIMI

3.1 Giriş

Yapıların ömürleri içindeki en büyük etkiler deprem ile oluşmaktadır. Ülkemizde ve dünyada son yıllarda meydana gelen şiddetli depremlerin ardından meydana gelen hasarları incelemek için bir çok akademik kurum kurulmuştur. Ayrıca deprem hasarlarının derecelerini ve nedenlerini yerinde incelemek için birçok teknik ekip çalışmalar yapmıştır. Yapılan araştırmalar sonucunda, perdeli binaların depreme karşı olan dayanımının çerçevesi sistemlere oranla çok daha iyi olduğu ve daha az hasar gördüğü tespit edilmiştir.

Perdeler, yatay kuvvetler doğrultusunda rijitlikleri göz önüne alındığında, yatay yer değiştirme sınırlandırmaları açısından en uygun yapı elemanı olarak görülmektedir. Perdeler, çerçevelerle birlikte kullanılarak perde-çerçeve karşılıklı etkileşimi ile, yapıya özellikle süneklikle birlikte kazandırılan dayanım sebebi ile tercih edilmektedir.

Yapıda kullanılacak perde boyutlarının gelen yükleri güvenle taşıyabilecek şekilde belirlenmesi ve bunların planda uygun yük paylaşımı yapabilecek şekilde yerleşimi büyük önem taşımaktadır.

3.2 Perdeli ve Perde Çerçevesi Sistemler

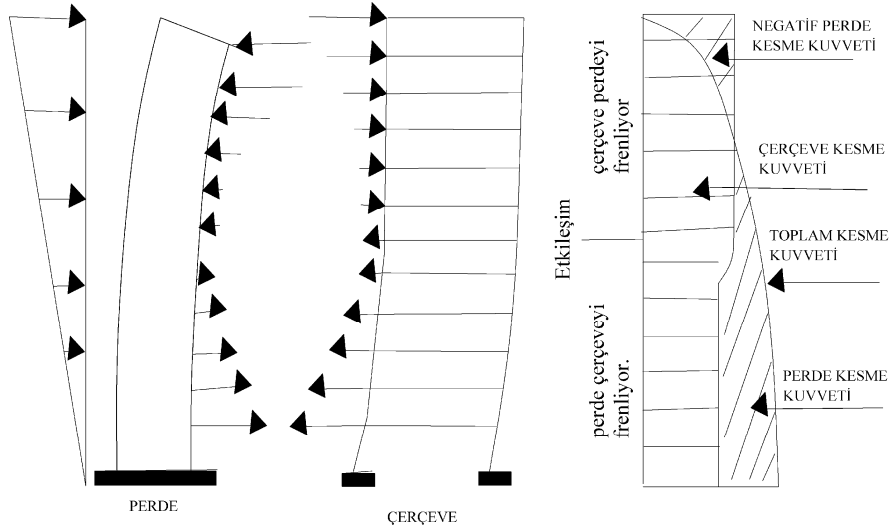
3.2.1 Perde elemanı

Yatay yüklerin taşınmasında etkili olarak kullanılan perdeler, DBYBHY’de plandaki uzun kenarının kısa kenarına oranı en az yedi olan düşey taşıyıcı sistem elemanları olarak tanımlanmışlardır.

Perdeler, bir yapının tamamen düşey taşıyıcı sistemlerini oluşturabildiği gibi çerçeve sistemi ile birlikte kullanıldığında da rijitlikleri fazla olduğundan, deprem veya rüzgardan oluşan yatay yüklerin tamamına yakını karşılarlar [15].

Gerek rüzgar etkisinden, gerekse deprem etkisinden binanın deplasmanının artması binanın kullanım şartlarına uygun olarak davranışını zorlaştırmaktadır. Yüksek yapılarda, yatay yükler etkisinde oluşan kat yerdeğiştirmelerinin sınırlandırılması açısından, perdelerin kullanılması gereklidir. Depreme dayanıklı yüksek yapılardaki perdelerin deprem etkisi altındaki davranışlarının incelenmesi ve kuvvetleri alıp yapı temeline aktarabilen perde konstrüktif düzenin hazırlanması ve uygulanması depreme dayanıklı yapı tasarımı esaslarındandır.

DBYBHY (2007) de doğrudan veya dolaylı olarak, kapasite tasarımı ilkelerini ve uygulamalarını içermektedir. Kapasite tasarımı tasarım depreminin etkileri altında oluşması beklenen en uygun plastik şekildeğiştirme mekanizmasının belirlenmesi ve tasarımın sadece bu mekanizmayı oluşturacak, buna karşılık gevrek göçme modlarını önleyecek şekilde gerçekleştirilmesi olarak tanımlanır. Taşıyıcı sistem, tasarımda kullanılması öngörülen taşıyıcı sistem davranış katsayısı (R) için gerekli olan süneklik düzeyini sağlayacak şekilde, doğrusal-elastik sınır ötesinde eğilme şekildeğiştirmeleri yapabilmelidir. Sistemde elastoplastik eğilme şekildeğiştirmelerinin oluşması beklenen plastik mafsallık bölgeleri, yeterli süneklik düzeyine sahip olacak ve kesme göçmesi meydana gelmeyecek şekilde boyutlandırılmalıdır [10].



Şekil 3.1 : Yatay yük altında perde ve çerçevenin etkileşimi.

Şekil 3.1 'de yatay yük etkisi altında perde sistemlerin ve çerçeve sistemlerin nasıl bir davranış gösterdiği verilmiştir. Perde duvarlı çerçeveli taşıyıcı sistemler, bütün deprem bölgeleri için tavsiye edilirler. Orta ve yüksek şiddette deprem tehlikesi olan

bölgelerde, özellikle beş katı geçen bütün betonarme yapılarda perde duvarlı çerçevesi sistemin kullanılması gereklidir [18].

3.2.2 Perdelerin şiddetli depremlerdeki davranışı

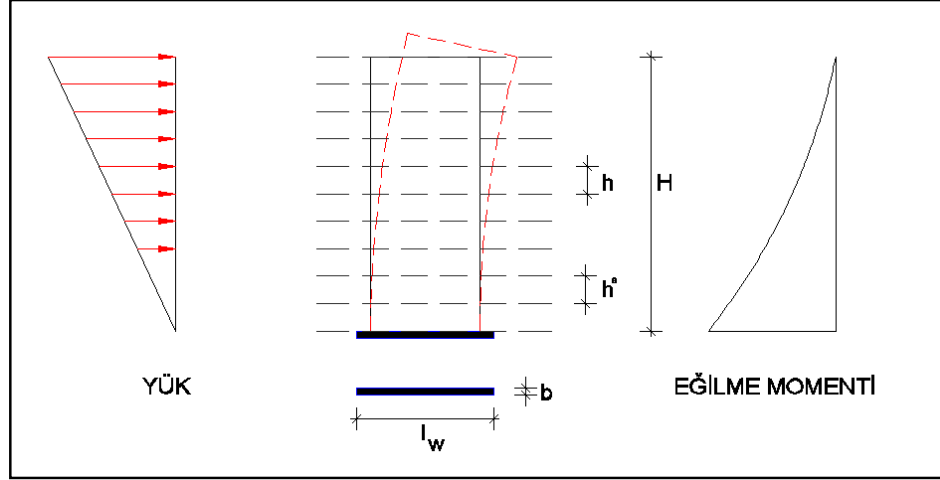
Aşağıda perde sistemlerinin şiddetli depremlerdeki davranışları örneklerle açıklanmıştır.

- 1960'da Şili'de meydana gelen deprem ile ilgili Portland Çimento Birliği'nin (PCA) Gelişmiş Mühendislik Bülteninde; şiddetli depremlerde hasarları kontrol etmek hususunda betonarme perde duvarların uygun olduğu, perde duvarlar çatlasa bile binanın bir bütün olarak performansını etkilemediği belirtilmiştir. Ayrıca incelenen birçok yapıda tespit edilen donatı miktarının yönetmeliklerde belirlenenden az olduğu görülmüştür. Ancak bu koşulda bile donatıların duvarları iki doğrultuda bir arada tuttuğu, hasar oluştuktan sonra da duvarların işlevlerini sürdürdükleri belirtilmiştir.
- Şili'de 1985'de meydana gelen depremin şiddetinde büyük olmasına rağmen 1960 yılı incelemelerine paralel sonuçlara ulaşılmıştır. 1985'de de Şili'de perdeli bir çok yapı depremi hasarsız veya çok az hasarla atlatmıştır. Bunun nedeni yaygın olarak kullanılan ve kaymayı kontrol etmek amacıyla binalara perdeler ilave edilmesi esasına dayanmaktadır. 1960 ve 1985'de Şili'deki binaların son derece iyi bir performans göstermeleri, perde duvarların sağladığı kayma kontrolünün, yapının düktil olmayan iskelet elemanlarını koruyabileceği görülmüştür.
- 1967'de Venezuela, Karakas'ta meydana gelen depremde, perdeli taşıyıcı sisteme ait çok katlı bir yapı, bu depremi neredeyse hasarsız atlatmasına rağmen, çevresindeki binaların birçoğu çökmüş veya güçlendirilmesi mümkün olmayan hasarlara maruz kalmıştır.
- 1963'de Yugoslavya, Üsküp'te meydana gelen depremde, yapı boyunca veya çekirdekte donatısız beton duvarlı bazı binalarda guseli kirişlerin alt kısımlarında oluşan az miktarda ayrılmalar hariç, katlar arası düşeyde ve yataydaki düzensizliklerin engellenmesi yüzünden hiçbir hasar meydana gelmemiştir. Çerçeve sistemli bazı binalar çökmüş ve çoğu da hasara uğramıştır.

- 1988'de Ermenistan'da meydana gelen depremden sonra yerinde inceleme yapan teknik ekipler, perdeleri yapıya ilave etmenin faydaları veya tam tersine perde duvarları ihmal etmenin olumsuz sonuçlarını bir kez daha gözlemlemişlerdir. Depremde Leninakan, Spitak, Krikovan ve Stepanaman kentlerinde 240'a yakın çerçeve sistemli bina çökmüş veya büyük ölçüde hasara uğramıştır. Diğer taraftan perdeli 25'e yakın bina depremi hiçbir hasar görmeden atlatmışlardır. Tümüyle harap olan Spitak şehrinde, ayakta kalan ve hasara uğramayan tek yapı, her iki doğrultuda deprem perdesi bulunan 5 katlı bir binadır.
- 1977 Mart ayında Romanya, Bükreş'te meydana gelen depremde, 35 adet çok katlı bina tamamen çöktüğü halde, koridor veya binalar boyunca beton duvarlar içeren yüzlerce yüksek apartman depremi hasarsız olarak atlatmışlardır.
- 1985 yılı Ekim ayında Mexico City'de meydana gelen şiddetli depremde çok katlı binaların davranışı çerçeveleri güçlendirmek için perde ilavesinin ne kadar önemli olduğunu göstermiştir. Çok katlı 280 adet binanın tamamı depremde çökmüştür. Bunların hiçbirinde perde duvar bulunmamaktadır [2].

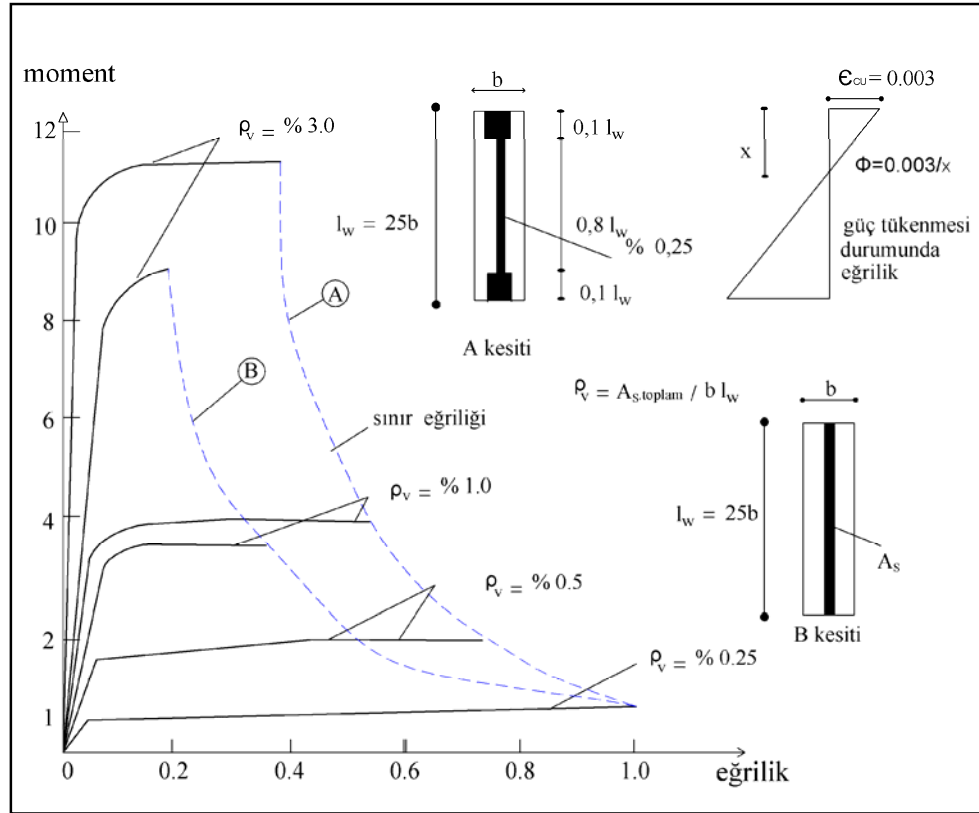
3.3 Konsol Perdelerin Davranışı

Yönetmeliklere uygun yerleştirilen perdeler etkili yatay rijitleştirici elemanlardır. Perdeler deprem yükleri altında konsol kiriş gibi davranırlar (Şekil 3.2). Perdeler, kat seviyesinde döşemelerle rijit olarak bağlandığından, ince kesitlerine rağmen yanıl burkulma tehlikesi çok azdır. Perdelerde burkulmaya neden olan kritik boy olarak perde yüksekliği yerine, kat yüksekliğinin kabul edilmesi uygundur. Konsol perdeler yatay yüklerden oluşan eğilme momenti yanında, düşey yüklerden gelen aksel normal kuvvetin de etkisi altındadır. Eğilme etkisindeki perdelerde kesit uçlarında büyük gerilmeler meydana gelir. Bu nedenle perde uç bölgeleri oluşturulur ve bu bölgeler boyuna donatı ve etriye bakımından, kolon kesitine benzer düzenlenir. Konsol kirişe benzer davranış gösteren perdelerin temelle birleşen bölümü en çok zorlanan bölümdür. Bu nedenle temel üstünden itibaren toplam perde yüksekliğinin belirli bir bölümünde donatı için daha ağır koşullar söz konusu olur. Perdeler uzun kenar doğrultusunda, büyük eğilme momenti ve kesme kuvveti taşıma gücü varken kısa kenar doğrultusunda, eğilme momenti taşıma gücü sınırlıdır.



Şekil 3.2 : Konsol perde davranışı.

Karşılıklı etki diyagramları ile perdelerin dayanımı bulunabilir. Kesitin taşıma gücü bulunurken gövdedeki düşey donatının da hesaba katılması ile ekonomi sağlanır. Perde-çerçeve sistemlerde, perdeler rijitlikleri nedeni ile önemli bir eğilme momenti taşıdıkları halde, normal kuvvetleri o kadar büyük değildir. Eğilme momentinin hakim olması perdenin temellerinde bir problem olarak ortaya çıkar.

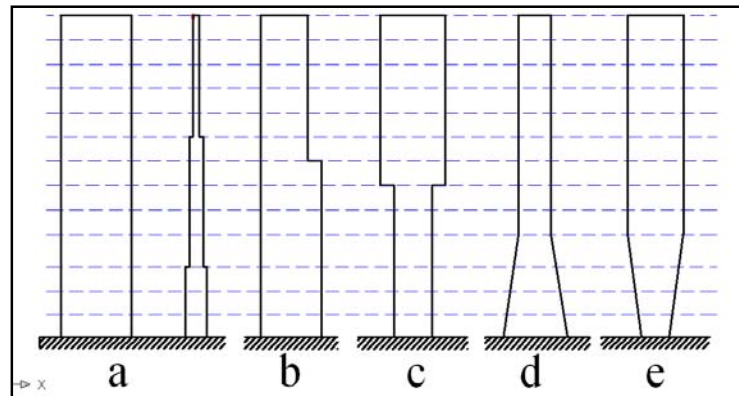


Şekil 3.3 : Perde kesitinde eğilme momenti – eğrilik değişimi.

Yüksekliği az olan yapılarda deprem kuvvetleri küçük olduğu ve mimari plana uygun olarak genelde perdeler gereğinden büyük yerleştirildiği için aşırı zorlanmazlar. Bu durumda iki doğrultuda %0.25 oranında bir konstrüktif donatı tavsiye edilir. Böylece perdenin moment taşıma özelliği sağlandığı gibi, sünekliği de önemli ölçüde artar. Gövdede bulunan donatının kuvvet kolu küçük olduğundan etkili bir şekilde kullanılamaz. Perdelerde gövde donatısının arttırılması ile perdenin taşıyacağı moment büyür. Bu durum kesitin göçme durumunda ulaşabileceği eğriliği yani kesitin sünekliğini azaltacak yönde eğilim gösterir. (Şekil 3.3).

Perdenin en çok zorlandığı mesnet kesitinde betonun en büyük kışalmasını büyütmek ve böylece kesitin sünekliğini artırmak için, kolonlardaki gibi, mesnetten yukarı bölgede perdenin plandaki boyutuna yakın yükseklik boyunca etriyelerin sıklaştırılması uygundur. Bunun yanında perdelerde boyuna donatıların burkulmasını önlemek için bütün yükseklik boyunca yatay donatılara ihtiyaç vardır.

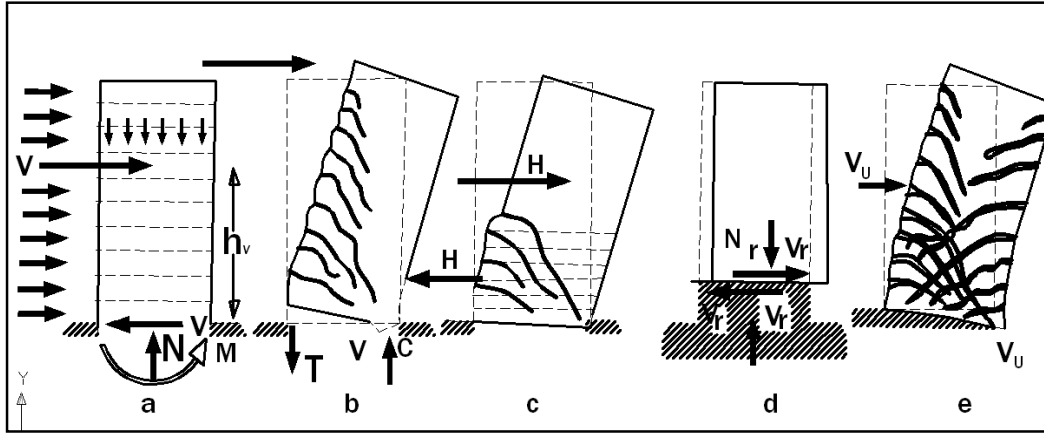
Perdelerin enkesitleri bina yüksekliği boyunca çeşitli şekillerde düzenlenebilir. (Şekil 3.4) Şekil 3.4a'da görüldüğü gibi sabit kalabilirken, perde boyu ve genişliği üst katlara doğru azaltılabilir. Bu durumdaki rijitlikleri, karşılıklı etkileşimi olan perdelerin bulunması halinde hesaba katmak gerekir. Perde genişliklerinin ani (Şekil 3.4b) veya sürekli (Şekil 3.4d) değiştiği durumlarda, rijitliklerinde daha büyük değişiklikler meydana gelir. Yükseklik boyunca kalınlaşan perdeler (Şekil 3.4c,e) yapısal olarak çok etkili değildir. Plastik mafsalın perdenin temelinde oluşması halinde, mafsal boyunu önemli derecede sınırlandırmak gerekecektir. Bu tip perdeler süneklik düzeyi yüksek çerçevelerle kullanılırsa, plastik mafsalın perde tabanında oluşması açısından bir avantaj sağlayacaktır [19].



Şekil 3.4 : Kesit boyutları yükseklikle değişen perdeler.

3.4 Konsol Perdelerin Göçme Şekilleri

Sünek perdelerin tasarımında, kapasiteyi ve plastik şekil değiştirmelerden dolayı oluşan enerji sönmemesinin, plastik mafsal bölgelerinde oluşacak eğilme yer değiştirmesinin kontrol etmesi istenir. Bu temel tasarım ilkesi, gevrek göçme mekanizmasının veya sınırlı sünekliğin oluşmasına izin vermez. Bu durum, kapasite boyutlandırma yöntemleri ile güç tükenmesi için istenen düzeni sağlayarak ve oluşabilecek plastik mafsal bölgelerinin uygun şekilde detaylandırılmasını sağlamakla mümkün olur [2,12].



Şekil 3.5 : Perdelerin göçme biçimleri.

Şekil 3.5'te görüldüğü gibi perdelerin göçme biçimleri çeşitli şekillerde olabilir. Yeterli miktarda yatay ve düşey donatının bulunduğu, perde duvarın moment taşıma gücüne ulaştığı ancak hala kesme kuvvetlerini taşıyacak kapasitesinin bulunduğu durumlarda eğilme göçmesi oluşur. Genellikle yatay çatlaklar vardır.

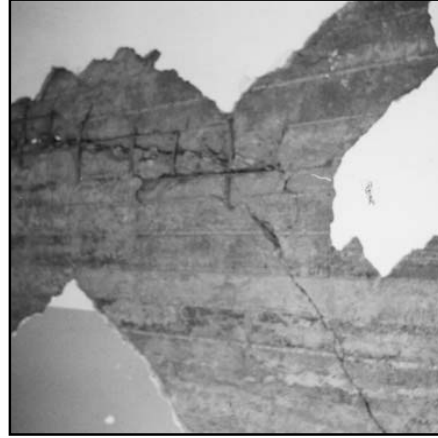


Şekil 3.6 : 3 Şubat 2002 Çay Depreminde yıkılmamış bir bloktaki moment etkisi .

Eğilme göçmesinde, perdenin en büyük moment kısmındaki donatı elastik sınırı geçerek yatay plastik sınır içinde uzar ve akma platosundaki belirli bir uzamadan sonra pekleşme sınırına girer, donatıdaki sabit gerilme tekrar yükselmeye başlar. Bunun sonucu olarak, donatıdaki çekme kuvveti şiddeti de artar. Kesit içindeki kuvvet çiftlerinin büyümesiyle kesitin taşıyabileceği moment de artar. Oluşan bu pekleşmeli momentin ardından perde kesitindeki deformasyonlara bağlı göçme meydana gelir (Şekil 3.5a). Eğilme göçmeleri genellikle yatay çatlaklarla başlar.

Şekil 3.6'da 2002'de meydana gelen Çay Depreminde yıkılmamış bir perdedeki moment etkisi görülmektedir.

Kesme kırılmasında, betonun kesme dayanımı yüksek olup, betonda kesme kuvvetlerine bağlı olarak ortaya çıkan eğik asal çekme gerilmelerinden dolayı kesit kesme kapasitesine ulaşarak göçer (Şekil 3.5b-c). Şekil 3.7, Şekil 3.8, Şekil 3.9 ve Şekil 3.10'da 1 Mayıs 2003'de meydana gelen Bingöl Depreminde, perdede oluşan kesme kırılması görülmektedir.



Şekil 3.7-Şekil 3.8 : Bingöl Lise Binası Perde duvarda kesme kırılması (1 Mayıs 2003 Bingöl Depremi).

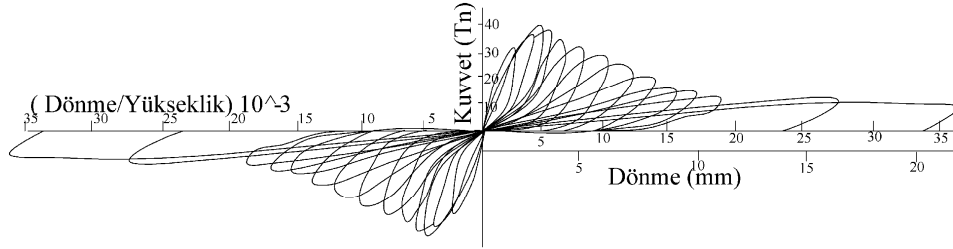


Şekil 3.9: Kesme çatlağı (Bingöl-2003) **Şekil 3.10:** Kesme çatlağı (Bingöl-2003)

Diğer göçme biçimi perde ve temel birleşiminde kayma ile meydana gelir. Yanal deprem kuvvetinden dolayı oluşan gerilmelere bağlı perde-temel birleşiminde yeterli filiz donatısının olmaması nedeni ile perdenin rijit bir kütle hareketi yaparak yatay düzlem üzerinde kayması sonucu oluşan göçmedir (Şekil 3.5d). Son göçme şekli de eğilme ve taban kaymasının bir arada olması ile meydana gelen göçme şeklidir (Şekil 3.5e).

Şekil 3.11’da enerji sönmüleme yeteneği oldukça şiddetli bir perdenin tekrarlı yükler altındaki kaymadan dolayı istenmeyen bir davranışına örnek verilmiştir.

Eğilme sünekliği ve kapasite tasarım ilkeleri ile kayma göçmesine karşı boyutlandırılmış perdeler deprem etkisinde oldukça iyi davranış sergiler. Yer değiştirme sünekliği 4 olduğunda iyi bir davranış elde edildiği görülür. Örnek perde de ise %3 yanal değiştirmede yalnızca ikinci tekrardan sonra bu değerin 6 olduğunu gözlemlemekteyiz (Şekil 3.11).



Şekil 3.11 : Kesme kırılması altında histerik davranış.

3.5 Perde Kesitleri

Perde kesitleri genellikle I, T, L, H, C, U, Y gibi tasarlanırlar. Bu tasarım şekilleri perdelerin deprem doğrultularında etkili çalışmasını sağlamaktadırlar (Şekil 3.12).



Şekil 3.12 : Perde kesit şekilleri.

Perde ucuna diğer doğrultuda başka bir perdenin birleşmesi durumunda, uç elemanı bu perde içinde oluşturulabilir. Deprem anında yatay kuvvetler perdeler üzerine etkili olmaya başladığında perde kalınlığını arttırmak gerekebilir, bu şekilde kayma dayanımı ve stabilite sağlanabilir. Ancak perde kesitinin iki ucunda gerilmeler büyük olacağı için, perde uç bölgelerinde donatının yoğunlaştığı uç bölgeler oluşturulması gerekir. Bazı kaynaklarda perde elemanın konstrüktif düzeninde perde uç kısımlarının genişletilmesi yerine bu kısımlarda profil elemanların kullanılması önerilmektedir.

3.6 Perdelerin Planda Yerleştirilmesi

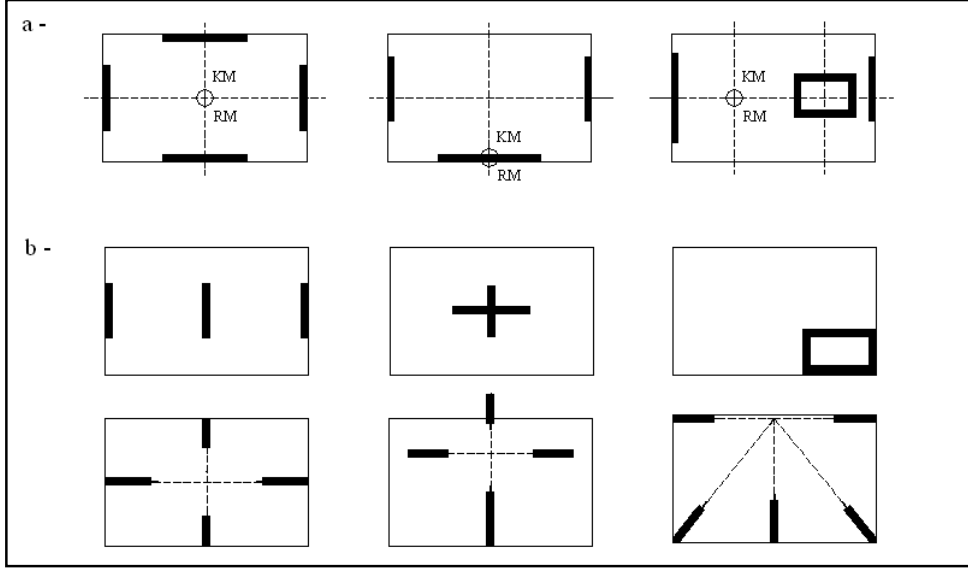
Yüksek binaların planında perdelerin her iki asal eksen doğrultusunda rijitlik merkezlerinin kütle merkezi ile çakışacak şekilde yerleştirilmesi gerekmektedir. Bu durum kimi zaman binanın mimari plan tasarımını zorlaştırır.

Yatay ve düşey yükler perdelerde burulma etkisi oluştururlar. Burulma dayanımı perdenin kesitine ve plandaki yerine göre değişir. Bazen perdelerin yerleşimi burulma dayanımı açasından uygun olmayabilir.

Perdeler, burkulma stabilitesine sahip, rijitlikleri simetrik ve temelde devrilmeye karşı yeterli güvenlikte olmalıdır. Perdeleri planda yerleştirirken, beklenen plastik şekil değiştirmelerin bina planında düzgün bir şekilde dağılması sağlanmalıdır. Perdelerin planda yerleşimlerine karar verirken, bazı perdelerin aşırı, bazılarının ise kapasitelerinin altında zorlanmasının önüne geçilmelidir. Perdeli çok katlı yapıda, yeterli rijitlik sağlanabilmesi için, sistem çizgileri bir noktadan geçmeyen en az üç perde oluşturulmalıdır [15].

Perdelerin yerleşim düzeni, yapının rijitlik merkezini belirlemede son derece önemlidir. Rijitlik ve kütle merkezlerinin birbirine yakın olması sistemin stabilitesini geliştirdiğinden oluşturulmaya çalışılan bir durumdur.

Perdelere gelen burulma etkilerini azaltmak için perde sistemlerinin ideal şekilde düzenlenmesi gerekmektedir (Şekil 3.13a). Perde sistemlerinde burulma etkilerini azaltmak için perde duvarlar yapının çevresine dağıtılmalıdır. Perdelerin taşıdığı normal kuvvetin artması, perdede eğilme momenti için gereken donatıyı azaltır. Perdenin taşıdığı normal kuvveti arttırmak için döşeme yüklerinin büyük kısmını, temele aktaracak şekilde düzenlenmelidirler. Perdeler mümkün olduğunca iki doğrultuda oluşturulmaya çalışılmalı, sadece bir doğrultuda perde içeren tasarımlardan kaçınılmalıdır.



Şekil 3.13 : Perdelerin planda düzenlenme şekilleri.

3.7 Yapı Özellikleri

3.7.1 Süneklik

Deprem etkileri altında, perdeler sünek olarak eğilme kırılması oluşturacak şekilde tasarlanmalıdırlar. Süneklik bir kesitin, bir elemanın veya bir taşıyıcı sistemin dış yükte önemli bir değişme olmaksızın, elastik sınırın ötesinde şekil değiştirme yani yerdeğiştirme yapma özelliğinin bir ölçüsüdür. Birkaç çeşit süneklikten bahsetmek mümkündür. Taşıyıcı elemanın kesit özellikleriyle ilgili olan eğrilik sünekliği ve yapının eleman kesitleri kadar, plan ve boy kesit özellikleri, açıklıkları, yükseklikleri ve mesnet şartları ile ilgili olan sünekliği ise ötelenme sünekliği olarak isimlendirilir. Sayısal tanımı güç tükenme durumu ile elastik sınır gözönüne alınarak yapılabilir.

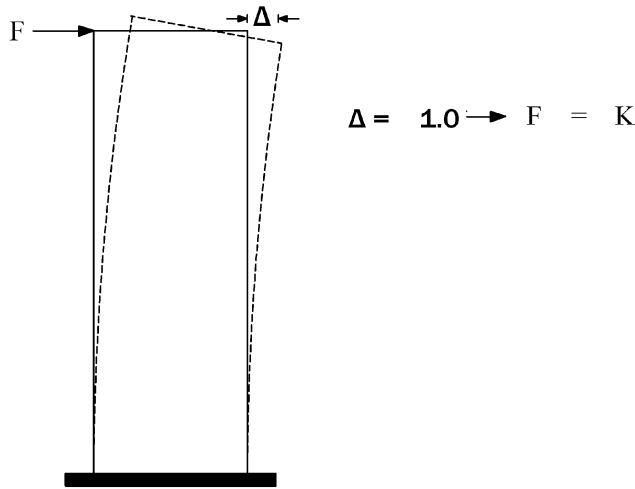
$$\mu^{\Delta} = \frac{\Delta^u}{\Delta^y} \cong 4 \quad (3.1)$$

3.7.2 Rijitlik

Yatay yükten kaynaklanan deformasyon rijitlik ölçüsü olarak tanımlanır. Bu durumdan yola çıkılarak, eşit yanal yük etkisi altındaki elemanlardan, az deformasyon yapan bir elemanın diğerine göre daha rijit olduğu söylenebilir. Rijitlik unsuru deprem etkisindeki davranışlarda, hafif ve orta şiddetteki depremlerde yanal ötelenmelerin kalıcı ve büyük olmamasını, şiddetli sismik etkiler altında ise rijitliğin azalabilmesi ve bina doğal periyodunun büyüyerek sismik kuvvet oluşumunu aza

indirmesini amaçlar. Depreme dayanıklı bir yapı yeterli rijitliğe sahip olmalıdır. Bu kavram ötelenme ve eğilme rijitliği olarak düşünülebilir.

Ötelenme Rijitliği : Ötelenme rijitliği yapının tümü ile ilgili olup, yapıya etkileyen kuvvet ile yapının bu kuvvet altında ötelenmesi arasında ilişki kurar. Ötelenme rijitliği kolon, kiriş ve perdelerin kesit özelliklerinin yanında elemanların açıklık , uzunluk ve mesnet şartlarına da bağlıdır. $K_{\Delta}(\Delta)=F$ olarak tanımlanan rijitlikte, K_{Δ} rijitlik, F kuvvet, Δ ötelenmedir. $\Delta=1.0$ değerinde $K_{\Delta}=F$ olup, bu ötelenme rijitliği tanımıdır (Şekil 3.14) [7].



Şekil 3.14 : Konsol Perde üzerinde ötelenme rijitliğinin tanımlanması

Eğilme Rijitliği : Eleman kesiti üzerinde geliştirilen moment–eğrilik ilişkisi olarak ifade edilen eğilme rijitliği, yapı elemanının kesit özellikleriyle ilgilidir. Eğilme rijitliğinin ölçüsü olan EI bu eğri üzerinde tanımlanır . Kullanılabilirlik sınır durumu hesabındaki rijitlik, akma dayanımında kesitin taşıyabileceği momentin %75’i oranındaki kuvvetin ölçüsüdür.

$$K = \frac{0.75F_y}{\Delta_y} \quad (3.2)$$

Elemanların rijitliği yapı yüksekliği boyunca sürekli olmalıdır. Rijitliğin süreksiz olduğu duruma örnek olarak yumuşak kat verilebilir. Bazı durumlarda zemin katın rijitliği düşük tutularak yapının kuvvetli yer hareketinden az etkilenmesinin

sağlanması yani zemin kata sünger görevi yüklemek düşünülebilir. Ancak bunun gerçekleşmesi için kolon uçlarında ideal plastik mafsallar yanında büyük kat yer değiştirme yapmasına ihtiyaç vardır. İlk koşulun tam gerçekleşmemesi ve ikinci koşulda normal kuvvetten önemli ikinci mertebe etkiler ortaya çıktığı için yumuşak zemin kat ilkesinin tam tersine kaçınılması gereken bir durum olduğu belirlenmiştir. Yumuşak kat içeren binalar depremlerde çok kötü davrandıkları, hatta bazı durumlarda toptan göçmeye neden oldukları belirlenmiştir. Temellerde yapılan özel düzenlerle binaların yer hareketine karşı yalıtılması da esas olarak yumuşak zemin kat ilkesine dayanmakta ise de, yumuşak katlı binaların aksine bu tür düzenlerin başarı ile uygulandığı bilinmektedir.

3.7.3 Dayanım

Depreme dayanıklı yapı tasarımı, kullanılabilirlik, hasarın sınırlandırılması ve yapı göçmesi sınır durumları olarak deprem etkisi altında boyutlandırılmadır. İlk durumunda, sık oluşan deprem etkilerinde yapıdaki kullanım durumunu etkileyecek sehim ve çatlakların oluşmaması istenir. Bunun için, dinamik etkiler altında taşıyıcı sistem elastik davranacak şekilde boyutlandırılır. İkinci durumda, yapının orta şiddetteki depremlerde meydana gelen hasarların onarılacak hasarlar sınıfında olması istenir. Bu durum kesitlerin yeterli dayanıma sahip olması ile mümkündür. Bu dayanım hesabında malzemenin elastik olmayan davranışı göz önüne alınır [6].

4. DEPREM ETKİSİ ALTINDA ÇÖZÜM YÖNTEMLERİ

4.1 Eşdeğer Deprem Yüğü Yöntemi

Kiriş, kolon ve perdelerden oluşan betonarme iskeletli yapılara etkiyen deprem yükleri genellikle yapıya döşemeleri seviyesinde etkiyen yatay yükler olarak kabul edilir. Yatay yüklerin binanın asal doğrultularında ayrı ayrı etkidiğı kabul edilerek, taşıyıcı sistemin elemanlarında kesit etkileri bulunur. Yapıların depreme dayanıklı olarak boyutlanmasında kullanılan Toplam Eşdeğer Deprem Yüğü, taban kesme kuvveti olarak bilinir ve yapı ağırlığına bağılıdır. Eşdeğer Deprem Yüğü Yöntemi'nde yapının birinci modu esas alınır ve katlara etkiyen deprem kuvvetlerinin kat kütlesi ve katın temelden yüksekliğı ile orantılı kabul edilir [5 -7].

4.2 Mod Birleştirme Yöntemi

Titreşim periyodunun hesabında ve deprem yükünün dağıtılmasında binanın kütlesi hesaba katıldığı için bu yöntem de yapının birinci serbestlik derecesini esas alan dinamik bir yöntem olarak da kabul edilebilir. Mod Birleştirme Yöntemi'nde toplam deprem kuvvetlerinin bulunmasında diğeri titreşim periyotları ve mod şekilleri hesaba katılır ve bu toplam kuvvetin katlara dağıtılmasında ilgili mod şekilleri esas alınır [8].

4.3 Zaman Tanım Alanında Hesap Yöntemi

Bu yöntemde yönetmelikteki ana kuralların ötesine geçilerek deprem mühendisliğı bilgileri ile gerçek veya üretilmiş bir deprem kaydının üretilmesi gerekir. Geçmiş depremlerin ivme kayıtlarının bu konuda önemli bir yeri vardır.

Boyutlama sırasında gerçek deprem kayıtlarının esas alınması, hesaba esas olan deprem büyüklüğü, yapının faya olan dik uaklığı, kaynak mekanizması ve zemin koşullarının gerçek durumla en iyi bir şekilde uyuşturulması bakımından tercih edilir. Böylece pek çok belirsizlik önlenmiş olur. Deprem kaydının bulunamaması durumunda, deprem hareketini rastgele bir titreşim kabul ederek deprem kayıtları

elde edilebilir. Genellikle deprem hareketinin, başlangıç ve son devreleri dışındaki orta bölümü kararlı rastgele titreşim olarak alınır.

Yönetmelikte ivme kayıtlarının $\pm 0.05g$ dışında kalan kısmının yapının birinci doğal periyodunun 5 katından ve 15s den az olmaması öngörülmüştür. Ayrıca, kaydedilmiş veya üretilmiş deprem kaydının %5 sönümlenmiş bulunacak $A(T)$ boyutsuz spektral ivme değerlerinin bütün periyotlar için, yönetmelikte değişim verilen $S(T)$ spektrum katsayısı değişiminin %90'ından az olmayacaktır [9].

Zaman tanım alanında dinamik analiz yöntemleri, deprem yüklerinin binaya doğrudan etkilerek analizlerin gerçekleştirilmesi nedeniyle, yapı davranışının en doğru şekilde elde edildiği analizlerdir.

4.3.1 Lineer zaman tanım alanında hesap yöntemi

Yapıların zamana bağlı dinamik yükler altındaki davranışını belirlemek için kullanılan bir hesap yöntemidir. Bu analiz metodunda yapının lineer davranış gösterdiği bir başka deyişle yapının kalıcı deformasyonlar yapmadığı ve malzemenin elastik kaldığı kabulü yapılır.

4.3.2 Lineer olmayan zaman tanım alanında hesap yöntemi

Bu hesap yönteminde de lineer dinamik analiz yönteminde olduğu gibi yapının deprem yükleri altındaki dinamik hareketi incelenir. Lineer olmayan zaman tanım alanında hesap yöntemi binaların dinamik yüklere karşı hareketlerini inceleyen ve en çok kullanılan yöntemlerden biridir. Yapılar deprem yükleri altında lineer davranmadıkları için yapıların analizlerinde bu hesap yönteminin kullanılması daha uygun olmaktadır. Fakat bu yöntemin kullanımında bazı şartlar vardır. Bu şartlar hesap yönteminin karmaşıklığı ve pratik dizayn uygulamalarına uygun olmaması ile ilgilidir. Yapılan tüm depreme karşı dayanıklılık dizayn çalışmaları göstermiştir ki, bir yapı güçlü bir yer hareketine elastik olmayan deformasyonlar yaparak karşı koyabilir. Bu nedenle elastik olmayan bu deformasyonları tahmin edebilmek için yapının lineer olmayan özelliklerini dikkate alan bir analiz yapılmalıdır [1].

4.4 Çalışmada Kullanılan Çözüm Yöntemleri

Parametrik çalışma kapsamında 50 katlı tipik perde; Deprem Yüğü Azaltma Katsayıları $R=7$ için 2007 Türk Deprem Yönetmeliği'ne göre 1.Derece deprem

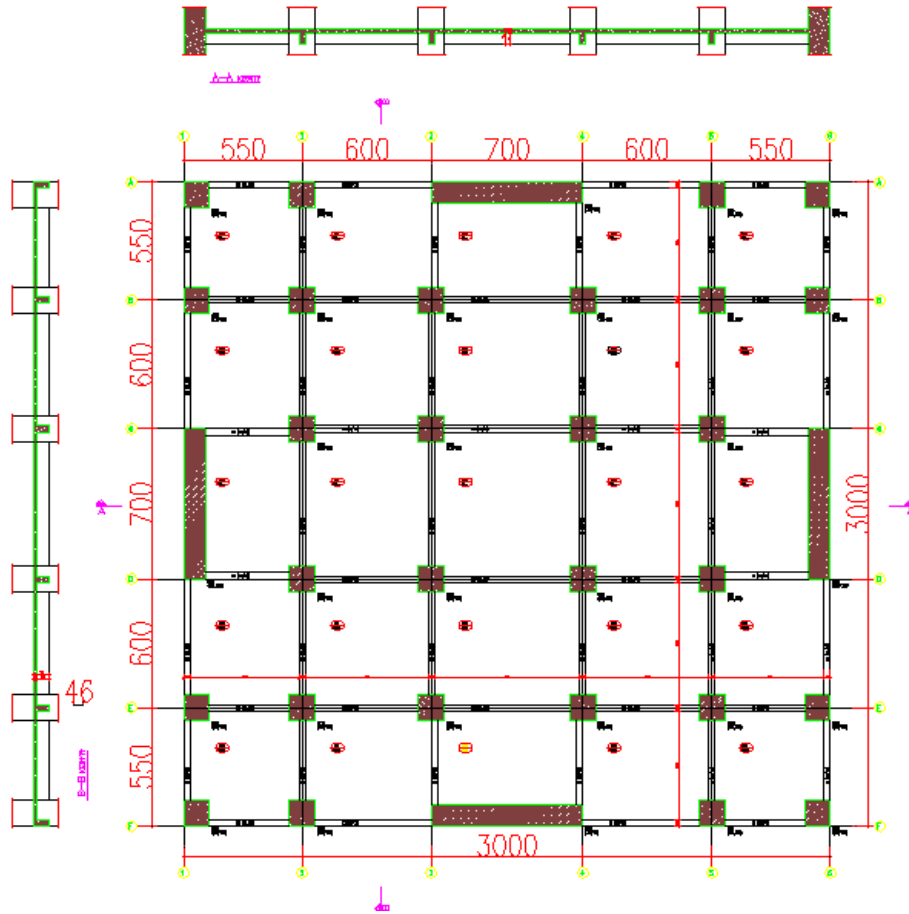
bölgesi ve Z1 yerel zemin sınıfı gözönüne alınarak kuvvet bazlı yöntemlerden biri olan Mod Birleştirme Yöntemi ile tasarlanmıştır. Tasarlanan perdelerin zaman tanım alanında doğrusal elastik olmayan analizleri yapılmış ve elde edilen perde taban kesme kuvvetleri tasarım taban kesme kuvvetleri ile oranlanarak “dinamik kesme kuvveti büyütme katsayıları” bulunmuştur.

Ayrıca tasarlanan perdelerin zaman tanım alanında doğrusal elastik analizleri de yapılarak sonuçlar 8. Bölüm’de aktarılmıştır.

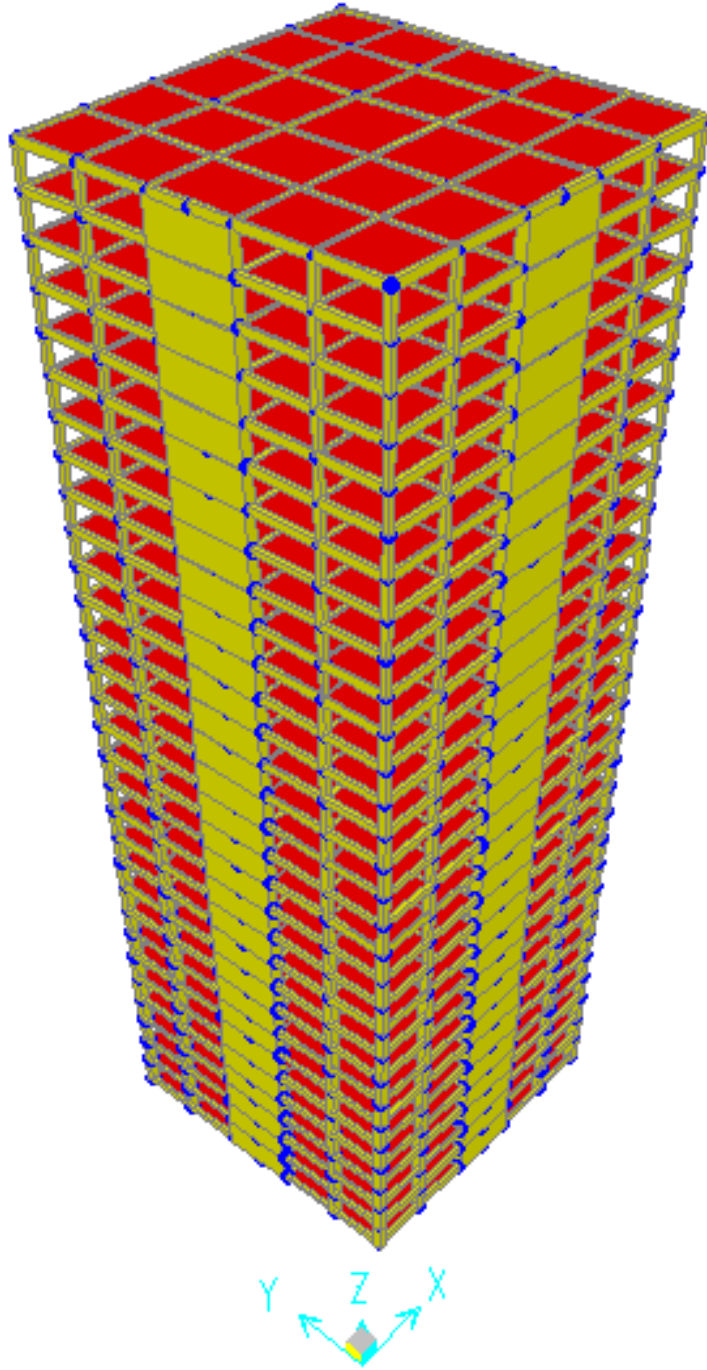
5. ÖRNEK ALINAN YAPI SİSTEMİ ÖZELLİKLERİ

5.1 Yapının Tanımı

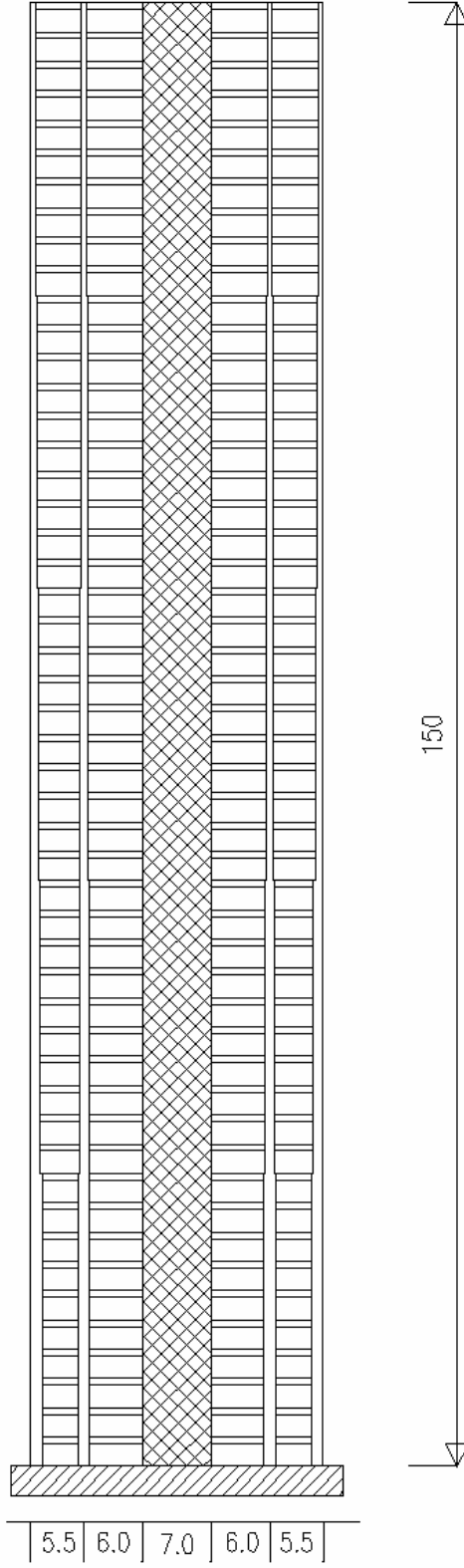
Üzerinde çalışılan yapı 1 adet zemin 49 adet normal kat olmak üzere, toplam 50 kattan oluşan çok katlı betonarme bir yapıdır (Şekil 5.2). Yapının inşa edileceği zemin Z1 zemin sınıfı seçilmiştir. Yapı konut olarak kullanılacak olup, 1. Derece Deprem Bölgesi'ndedir. Yapı 30x30 plan boyutlarına sahip olup, x ve y doğrultularında 7x1 boyutlarında ikişer deprem perdesi bulunmaktadır (Şekil 5.1). Kullanılan malzemeler, beton sınıfı C50 ve kullanılan çelik S420 sınıfındadır. Şekil 3'te yapının ön görünüşü yer almaktadır.



Şekil 5.1: Kat planı



Şekil 5.2 : Yapının üç boyutlu görüntüsü



Şekil 5.3 : Ön görünüş

2-3 Nolu Kolon:

$$\text{Kendi Ağırlığı} : 1.20*1.20*3*25=108\text{kN}$$

$$\text{Döşeme Ağırlığı} : 2.75*5.75*0.17*25=67.2\text{kN}$$

$$\text{Kaplama Yüğü} : 2.75*5.75*1.2=18.98\text{kN}$$

$$\text{Sabit Yüğü}=75+67.2+18.98=161.18\text{kN}$$

$$Q=2.75*5.75*2=31.63\text{kN}$$

4 Nolu Kolon:

$$\text{Kendi Ağırlığı: } 1.20*1.20*3*25=108\text{kN}$$

$$\text{Döşeme Ağırlığı} : 5.75*5.75*0.17*25=140.52\text{kN}$$

$$\text{Kaplama Yüğü} : 5.75*5.75*1.2=39.68\text{kN}$$

$$\text{Sabit Yüğü}=12+140.52+39.68=98.18\text{kN}$$

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

5-6 Nolu Kolon:

$$\text{Kendi Ağırlığı: } 1.20*1.20*3*25=108\text{kN}$$

$$\text{Döşeme Ağırlığı} : 5.75*6.5*0.17*25=158.84\text{kN}$$

$$\text{Kaplama Yüğü} : 5.75*6.5*1.2=44.85\text{kN}$$

$$\text{Sabit Yüğü}=12+158.84+44.85=98.18\text{kN}$$

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

7 Nolu Kolon:

$$\text{Kendi Ağırlığı: } 1.20*1.20*3*25=108\text{kN}$$

$$\text{Döşeme Ağırlığı} : 6.5*6.5*0.17*25=179.56\text{kN}$$

$$\text{Kaplama Yüğü} : 6.5*6.5*1.2=50.7\text{kN}$$

$$\text{Sabit Yüğü}=12+158.84+44.85=242.26\text{kN}$$

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

Perde:

Kendi Ağırlığı: $1.0*7.0*3*25=525\text{kN}$

Döşeme Ağırlığı : $13*2.75*0.17*25=151.94\text{kN}$

Kaplama Yüğü : $13*2.75*1.2=42.9\text{kN}$

Sabit Yüğü= $12+158.84+44.85=719.84\text{kN}$

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

10.-20. Kat Arası Kolonların Kendi Ağırlıklarından Dolayı Oluşan Sabit Yüğü:

Kendi Ağırlığı: $1.00*1.20*3*25=108\text{kN}$

20.-30. Kat Arası Kolonların Kendi Ağırlıklarından Dolayı Oluşan Sabit Yüğü:

Kendi Ağırlığı: $0.8*0.8*3*25=48\text{kN}$

30.-40. Kat Arası Kolonların Kendi Ağırlıklarından Dolayı Oluşan Sabit Yüğü:

Kendi Ağırlığı: $0.65*0.65*3*25=31.69\text{kN}$

40.-50. Kat Arası Kolonların Kendi Ağırlıklarından Dolayı Oluşan Sabit Yüğü:

Kendi Ağırlığı: $0.50*0.50*3*25=18.75\text{kN}$

Kirişler:

Kendi Ağırlığı: $2*30*6*0.3*(0.7-0.17)*25=1431\text{kN}$

Duvar Yüğü:

Duvar Yüğü: $(6*2*30-4*7)*5.75=1909\text{kN}$

Bir Kattaki Toplam Hareketli:

$Q=1800\text{kN}$

1.-10. Kat Toplam Sabit Yüğü : 133680.0kN

10.-20. Kat Toplam Sabit Yüğü : 124440.0kN

20.-30. Kat Toplam Sabit Yüğü : 116880.0kN

30.-40. Kat Toplam Sabit Yüğü : 112313.2kN

40.-50. Kat Toplam Sabit Yüğü : 108690.0kN

Toplam Sabit Yüğü :596003.20kN

$$W_i = G + nQ \quad (5.1)$$

$$W = \sum_{i=1}^N w_i \quad (5.2)$$

$$W_{50} = 596003.20 + 0.3 * 90004 = 623004.40 kN$$

5.3 Eşdeğer Deprem Yüğü Hesabı

İlk olarak her iki doğrultuda yapıya etkiyen toplam deprem kuvveti hesaplanır.
(Toplam Eşdeğer Deprem Yüğü V_t)

$$V_{tx} = \frac{A_0 IS(T_{1x})}{R_a(T_{1x})} \quad (5.3)$$

$$V_{ty} = \frac{A_0 IS(T_{1y})}{R_a(T_y)} \quad (5.4)$$

Bunu hesaplayabilmek için yapı ağırlığı (W), etkin yer ivme katsayısı A_0 , yapı önem katsayısı I , Spektrum Katsayısı $S(T)$ ve Deprem yükü azaltma katsayısı $R_a(T)$ bilinmelidir.

Yapı ağırlığı (W):

$$W_i = G_i + nQ$$

(Kat ağırlıkları önceden hesaplanmıştı)

$$W_{50} = 623004.40 kN$$

Etkin yer ivme katsayısı A_0 :

Yapının yapılacağı yerin kaçınıcı derece deprem bölgesinde bulunduğuna bağılı olarak Deprem Yönetmeliğinden alınan bir değıerdir.

1. Derece Deprem Bölgesi için $A_0=0.40$

Bina Önem Katsayısı konutlar için $I=1.0$

Etkin yer ivmesi katsayısı ve bina önem katsayısı Ek-A1 ve Ek-A2'deki tablolardan okunur.

Spektrum Katsayısı S(T)

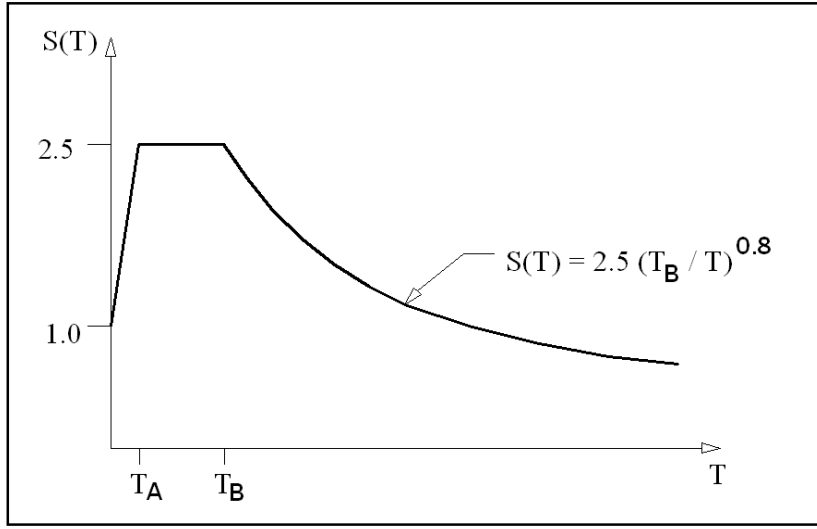
Yerel zemin koşullarına (T_A ve T_B) ve bina doğal periyodu T 'ye (sn) bağlı olarak hesaplanır

(Periyodun önceden hesaplanması gerekmektedir. Periyod SAP 2000 den alınmıştır.)

$$S(T) = 1 + 1.5 \frac{T}{T_A} \quad (0 \leq T \leq T_A) \quad (5.5)$$

$$S(T) = 2.5 \quad (T_A \leq T \leq T_B) \quad (5.6)$$

$$S(T) = 2.5 \left(\frac{T_B}{T} \right)^{0.8} \quad (T_B \leq T) \quad (5.7)$$



Şekil 5.5 : Spektrum katsayısı değişimi

Spektrum karakteristik periyotları Yerel Zemin Sınıflarına bağlı olarak yönetmelikten alınır.

Yerel Zemin Sınıfı zemin raporlarında belirtilmektedir.

$$T_A = 0.10$$

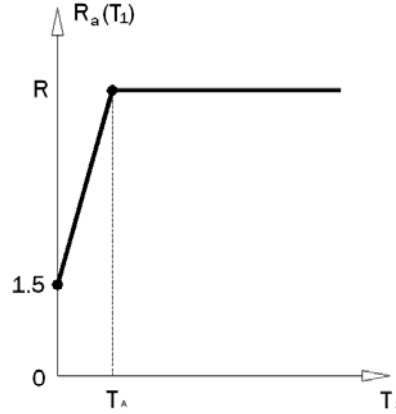
$$T_B = 0.30$$

SAP2000'den okunan $T_1 = 4.36$ sn'dir.

$$S(T) = 2.5 \left(\frac{0.30}{4.36} \right)^{0.8} = 0.294 \text{sn}$$

$$R_a(T) = 1.5 + (R - 1.5) \frac{T}{T_A} \quad (0 \leq T \leq T_A) \quad (5.8)$$

$$R_a(T) = R \quad (T_A < T) \quad (5.9)$$



Şekil 5.6 : Deprem yükü azaltma katsayısı değişimi

$$R_a(T) = R = 7 \quad (T_A < T) \quad (5.10)$$

Tüm bu değerler hesaplandıktan sonra Toplam Eşdeğer Deprem Yükü, V_t her iki doğrultuda hesaplanır.

$$V_{tx} = \frac{A_0 I S(T_{1x})}{R_a(T_{1x})} \geq 0.1 A_0 I W \quad (5.11)$$

$$V_{ty} = \frac{A_0 I S(T_{1y})}{R_a(T_y)} \geq 0.1 A_0 I W \quad (5.12)$$

Yapı simetrik olduğundan $V_{tx} = V_{ty}$

$$V_t = \frac{(623004.40 * 0.4 * 1.0 * 0.294)}{7} = 10466.47 kN$$

5.4 Yük Kombinasyonları

Oluşturulan yük kombinasyonları aşağıdaki gibidir.

$$G + nQ = G + 0.3Q$$

$$DUŞEY = 1.4G + 1.6Q$$

$$DX1=G+Q+EX$$

$$DX2=G+Q-EX$$

$$GQSX1=G+Q+SPECX$$

$$GQSX2=G+Q-SPECX$$

$$GSX1=G+0.9SPECX$$

$$GSX2=G-0.9SPECX$$

5.5 Yapı Sistemi Elemanlarının Boyutlandırması

Perde Hesabı:

Perdeler, planda uzun kenarının kalınlığına oranı en az yedi olan düşey taşıyıcı sistemdir. DBYBHY (2007)'de belirtilenler dışında, gövde bölgesindeki perde kalınlığı kat yüksekliğinin 1/20'sinden ve 200 mm'den az olmayacaktır.

Hasaba esas perde boyutları 7x1 enkesitli olarak kabul edilmiştir. Bu boyutlar DBYBHY (2007)'de sağlanması gereken minimum sınırların sağlamaktadır.

H_w Temel üstünden veya perdenin plandaki uzunluğunun %20'den daha fazla küçüldüğü seviyeden itibaren ölçülen perde yüksekliği olmak üzere;

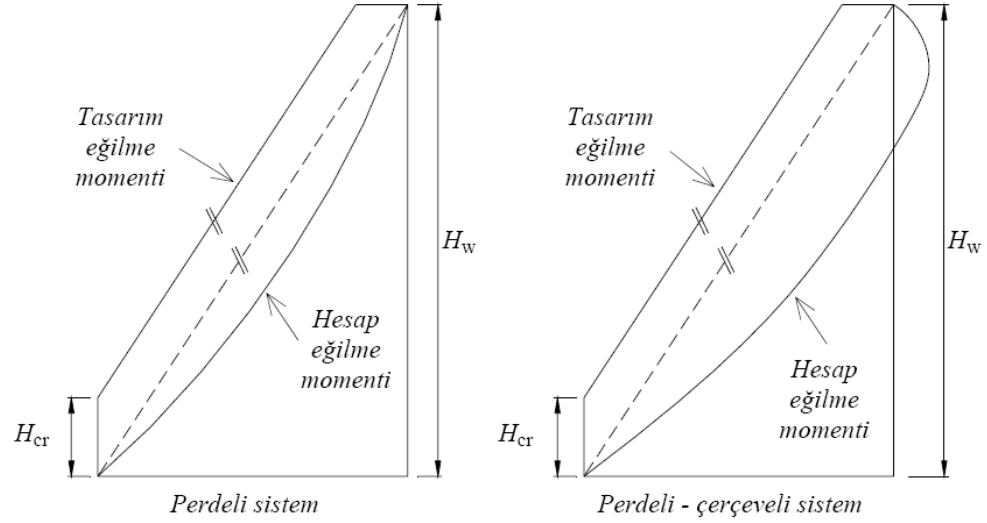
$$\begin{aligned} H_{cr} &\geq l_w \\ H_{cr} &\geq H_w / 6 \end{aligned} \quad (5.13)$$

verilen koşulların elverişsiz olanını sağlayacak biçimde seçilmelidir.

$$\begin{aligned} l_w &= 7m \\ H_{cr} &= \frac{150}{6} = 25m \quad H_{cr} 60m \text{ alınmıştır.} \end{aligned}$$

Tasarım Eğilme Momentleri ve Kesme Kuvvetleri;

$H_w / l_w > 2.0$ 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 5.7).



Şekil 5.7: DBYBHY (2007) tasarım eğilme momentleri

$$\frac{H_w}{l_w} > 2.0 \quad (5.15)$$

Koşulunu sağlayan perdelerde, göz önüne alınan herhangi bir kesitte enine donatı hesabında esas alınacak tasarım kesme kuvveti, V_e ,

$$V_e = \beta_v \frac{(M_p)_t}{(M_d)_t} V_d \quad (5.16)$$

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.

Ayrıca, perde kesitlerinin kesme dayanımı, V_r ,

$$V_r = A_{ch} (0.65 * f_{cdt} + \rho_{sh} * f_{yvd}) \quad (5.17)$$

V_e tasarım kesme kuvveti de aşağıdaki koşulları sağlamalıdır.

$$\begin{aligned} V_e &\leq V_r \\ V_e &\leq 0.22 A_c h f_{cd} \end{aligned} \quad (5.18)$$

Aksi durumda, perde enine veya boyuna donatıları bu koşulları sağlamak üzere arttırılmalıdır.

Gövde Donatısı Koşulları

DBYBHY (2007)'de gövde donatıları ile ilgili kısımda; gövde donatılarının toplam enkesit alanı, düşey ve yatay donatıların herbiri için, perde uç bölgelerinin arasında kalan perde gövdesi brüt enkesit alanının 0.0025'inden daha az olmayacağı belirtilmiştir.

Ayrıca perdede enine ve boyuna donatılar arasındaki maksimum aralık 250mm'den fazla olmayacaktır.

$$\left. \begin{array}{l} l_u \geq 2b_w \\ l_u \geq 0.2l_w \end{array} \right\} \text{Kritik perde yüksekliği boyunca} \left\{ \begin{array}{l} \geq 10a \text{ det } 7m^2 \text{ özel deprem çirozu} \end{array} \right.$$

$$\left. \begin{array}{l} l_u \geq b_w \\ l_u \geq 0.1l_w \end{array} \right\} \text{Kritik perde yüksekliği dışında} \left\{ \begin{array}{l} \geq 4a \text{ det } 7m^2 \text{ özel deprem çirozu} \end{array} \right.$$

$$b_w = 1m$$

$$l_w = 7m$$

50 katlı olan sistemde iki ayrı donatı düzenine sahip perdeler oluşturulmuştur. 1 ile 20. kat arasındaki perdelerde 2m ve 21 ile 50. katlar arasındaki perdelerde ise 1m uç bölge oluşturulmuştur.

Perde uç bölgelerinin her birinde, düşey donatı toplam alanının brüt enkesit alanına oranı 0.001'den az olmayacaktır. Ancak kritik perde yüksekliği boyunca bu oran 0.002'ye çıkarılmalıdır (Şekil5.8). Perde uç bölgelerinde 4Ø14'ten az donatı konulmamalıdır.

1 ile 20. katlar arasındaki perde uç bölgelerinde;

$$\rho_w = \frac{A}{400 * 100} \geq 0.002$$

$A_{S_{uç}} = 8000mm^2$ koşulu sağlanmalıdır.

21 ile 50. katlar arasındaki perde uç bölgelerinde;

$$\rho_w = \frac{A}{200 * 100} \geq 0.001$$

$A_{S_{uç}} = 2000mm^2$ koşulu sağlanmalıdır.

Perde sisteminin uç bölgesi donatıları iki şekilde düzenlenmiştir. 1. ve 20 katlar arası perdelerin uç bölgelerine 37+37=74 adet Ø20, 20 cm aralıklarla, 21. ve 50 katlar arası perdelerin uç bölgelerine 22+22=44 adet Ø16, 20 cm aralıklarla yerleştirilmesi tasarlanmıştır.

1 ile 20. katlar arasındaki perde gövde bölgesinde;

$$\rho_w = \frac{A}{300 * 100} \geq 0.0025$$

$A_{sgövde}=7500\text{mm}^2$ koşulu sağlanmalıdır.

21 ile 50. katlar arasındaki perde gövde bölgesinde;

$$\rho_w = \frac{A}{500 * 100} \geq 0.0025$$

$A_{sgövde}=12500\text{mm}^2$ koşulu sağlanmalıdır.

Perde sisteminin gövde donatıları iki şekilde düzenlenmiştir. 1. ve 20 katlar arası perdelerin gövde bölgelerine 42 adet Ø20, 20 cm aralıklarla, 21. ve 50 katlar arası perdelerin gövde bölgelerine 75 adet Ø16, 20 cm aralıklarla yerleştirilmesi tasarlanmıştır.

Perdenin Yatay Donatı Hesabı

Malzeme: C50/S420

Z1 Zemin cinsi

1. Derece Deprem Bölgesi

R=7

$f_{ctd}= 1.67 \text{ MPa}$

$f_{cd}= 33.33 \text{ MPa}$

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

$H_{cr}= 60m$ alındı.

$$\left(\begin{array}{l} H_{cr} \geq l_w \\ H_{cr} \geq \frac{H_w}{6} \end{array} \right)$$

ABYBHY 2007'ye göre, hem düşey hem yatay donatı oranı 0.0025'den az olmamalıdır.

Yatay donatılar arasındaki mesafe en fazla 250mm olmalıdır.

Uç bölgesi uzunlukları

H_{cr} boyunca

$$l_u \geq 2b_w \Rightarrow l_u \geq 2m$$

$$l_u \geq 0.2l_w \Rightarrow l_u \geq 1.4m$$

2m seçildi.

$$N_d = -59693.1kN$$

$$V_d = 8823.50kN$$

$$M_d = 186358.70kNm$$

$$M_p = 187359.65kNm$$

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

$$V_e = 1.5 \frac{1.1 * 187359.65}{186358.70} 8823.50 = 14637kN \quad (\underline{H_{cr} \text{ boyunca}})$$

$$V_e = 1.5 \frac{1.1 * 127808.70}{34661.75} 3279.35 = 19951.77kN \quad (\underline{H_{cr} \text{ dışında}})$$

DBYBHY 2007'e göre; düşey yükler ile birlikte R_a=2 alınarak Mod Birleştirme Yöntemine göre depremden hesaplanan kesme kuvveti, yukarıdaki formülle hesaplanan V_e'den küçük olması durumunda, V_e yerine bu kesme kuvveti kullanılacaktır.

Buna göre H_{cr} dışındaki bölge için; V_e=3279.35 $\frac{7}{2}$ = 11477.73kN olan değer

kullanılacaktır.

$$V_{max} = 0.22 * A_{ch} * f_{cd} = 0.22 * 1 * 7 * 33333 = 51332.8kN$$

Hesaplanan V_e değerleri kesitin ezilmesine neden olabilecek kesme kuvveti değerinden küçüktür.

$$V_r = 1 * 7 * (0.65 * 1670 + 0.0034 * 365000) = 16285.5kN$$

Hesaplanan V_e değerleri kesitin kesme dayanımının altındadır.

Uç bölgelerde 10cm aralıklarla 5 kollu Ø12 etriye kullanılmıştır.

H_{cr} dışında

$$l_u \geq b_w \Rightarrow l_u \geq 1m$$

$$l_u \geq 0.1l_w \Rightarrow l_u \geq 0.7m$$

1m seçildi.

$$N_d = -40415.8kN$$

$$V_d = 3279.35kN$$

$$M_d = 34661.75kNm$$

$$M_p = 127808.62kNm$$

Gövde kısmında 10cm aralıklarla 3 kollu Ø12 etriye kullanılmıştır.

Etriye tahkikleri zayıf olan 3 kollu etriye için yapılmıştır.

$$\rho_{sh} = \frac{339.3}{100 * 1000} = 0.0034 \geq 0.0025$$

Uç bölgesin yatay donatı kontrolü:

$$N_d = 0.2 * f_{ck} * A_c = 0.2 * 5000 * 7 = 7000kN$$

$$(H_{cr} \text{ boyunca}) \quad N_d = -59693.1kN$$

$$(H_{cr} \text{ dışında}) \quad N_d = -40415.8kN$$

$$7000kN > -59693.1kN \quad 7000kN > N_d = -40415.8kN$$

$$A_{sh} \geq 0.0075 * s * b_k * \frac{f_{ck}}{f_{yk}} = 678mm^2 \text{ (Bulunan değerin } \frac{2}{3} \text{ kullanılabilir.)}$$

Sürtünme Kesmesi Hesabı:

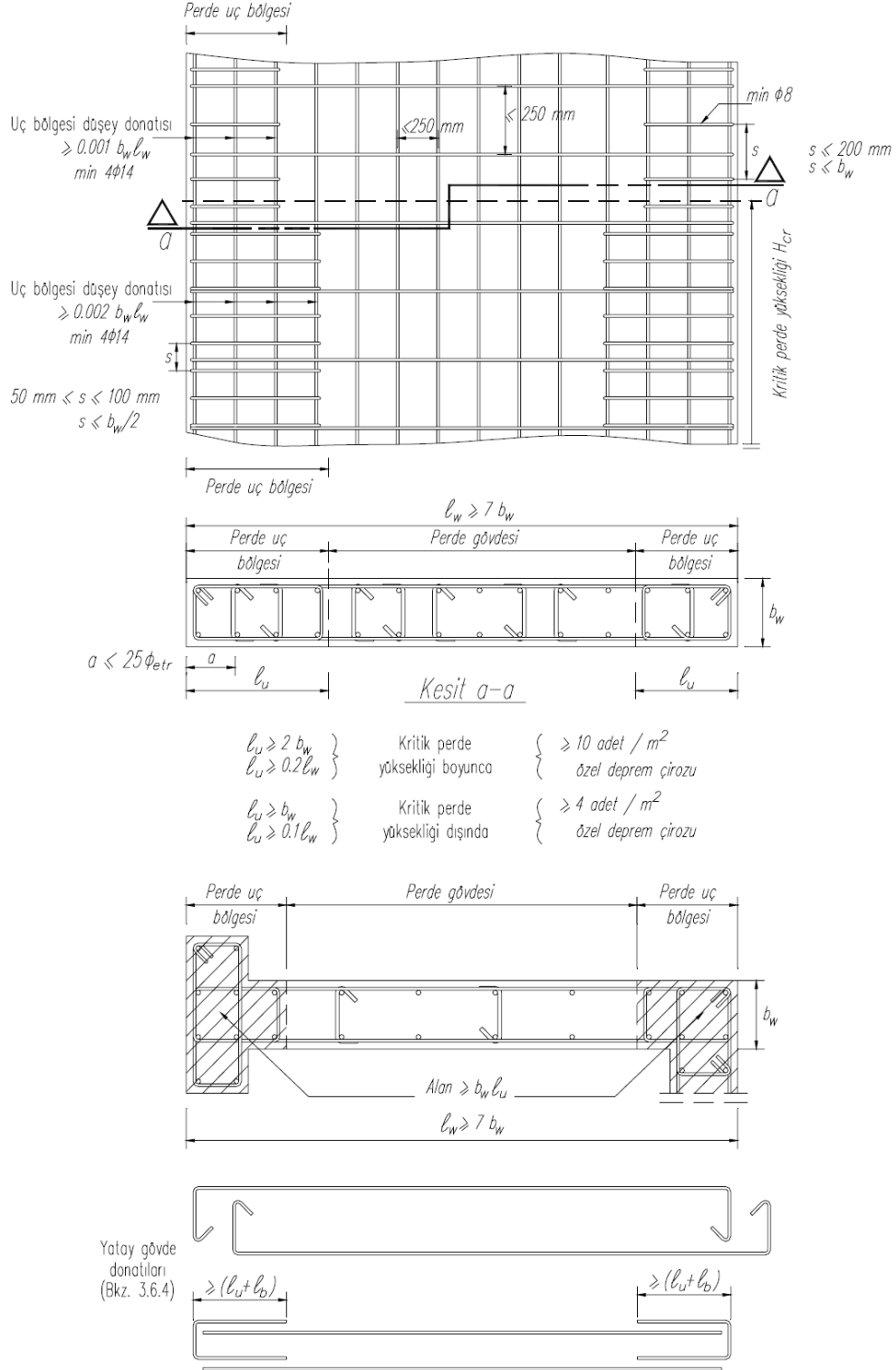
$$A_{wf} * f_{yd} * \mu = 31676.32 * 36500 * 1 = 16561kN < 14637kN$$

Sonuç : Kritik yükseklik olarak belirlenen 60 metre boyunca düşey donatı olarak; uç bölgelere 37+37=74 adet Ø20, 20cm aralıkla, gövde kısmına ise 42 adet Ø16, 20cm aralıklarla konulmuştur.

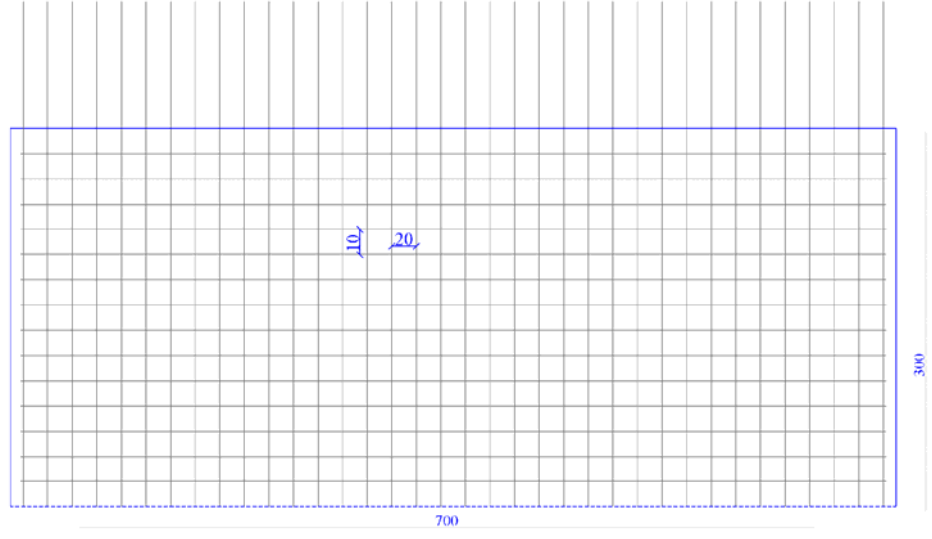
Kritik yükseklik olarak belirlenen 60 metrenin dışındaki katara düşey donatı olarak; uç bölgelere 22+22=44 adet Ø16, 20cm aralıkla, gövde kısmına ise 72 adet Ø16, 20cm aralıklarla konulmuştur.

Tüm perde boyunca Ø12'lik etriye 10cm aralıklarla konulmuştur. Kritik yükseklikte de, kritik yükseklik dışında da uç bölgesine ek bir sıklaştırma yapılmamıştır. Çünkü gövde için hesaplanan etriye miktarı aralığı uç bölgelerinin tahkikini de sağlamıştır.

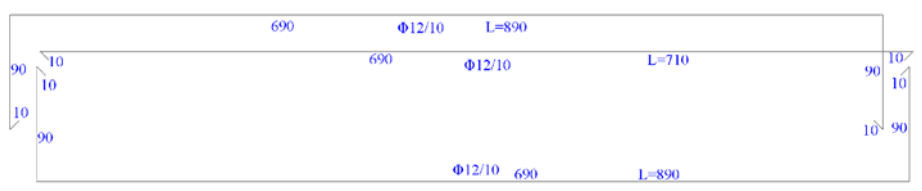
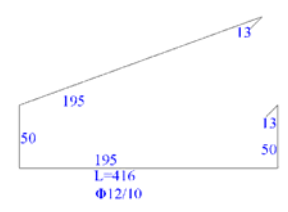
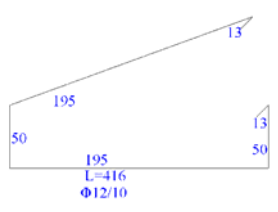
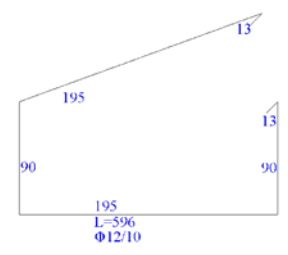
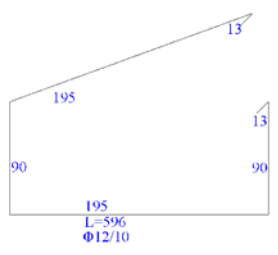
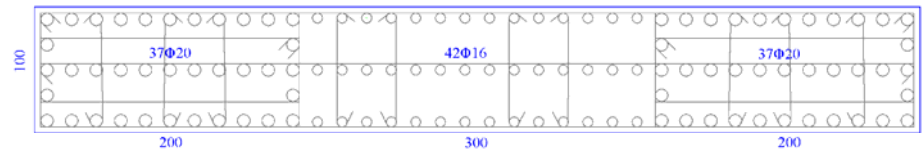
Ancak uç bölgelere 5 kollu etriye, gövde kısmına ise 3 kollu etriye konulmuştur. DBYBHY'te öngörülen koşulları sağlayacak şekilde çirozlar yerleştirilmiştir. Şekil 5.8'de DBYBHY (2007)'ye göre perdeler için konstrüktif kurallar gösterilmektedir. Şekil 5.9 ve Şekil 5.10'da ise bu çalışma kapsamında üzerinde çalışılan perdenin kritik yükseklik boyunca ve kritik yükseklik dışında hesaplanan donatı detayları gösterilmiştir.



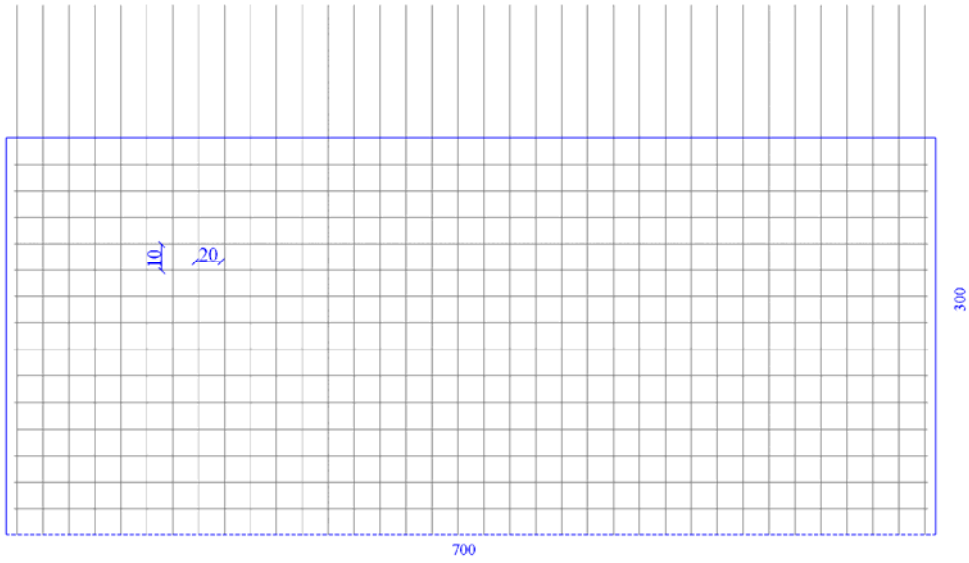
Şekil 5.8: DBYBHY (2007)'ye göre perdeler için konstrüktif kurallar.



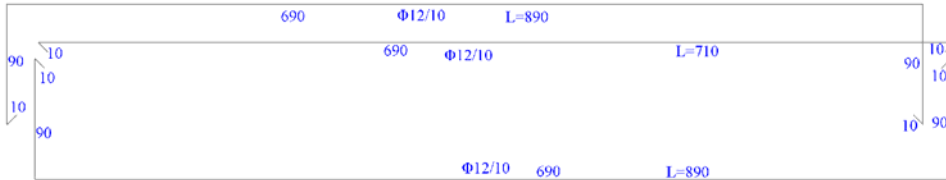
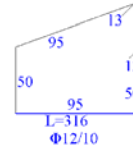
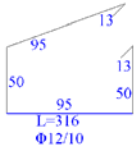
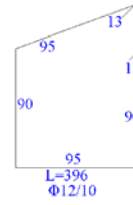
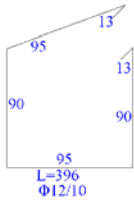
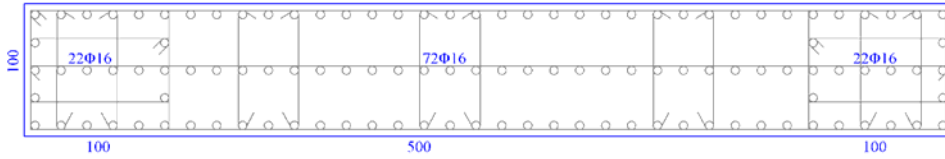
P(700/100)



Şekil 5.9: Perde Detayı (H_{cr} içinde).



P(700/100)



Şekil 5.10: Perde Detayı (H_{cr} dışında).

Türkiye Deprem Yönetmeliğinde; kolonun brüt enkesit alanı, düşey yükler ve deprem yüklerinin ortak etkisi altında hesaplanan aksenal basınç kuvvetlerinin en büyüğü olmak üzere

$$A_c \geq \frac{N_{dm}}{(0.50 f_{ck})} \text{ koşulunu sağlamalıdır.} \quad (5.14)$$

1.-10. Kat Kolon Boyutları:

$$N_{\max 1}=30336.37\text{kN} \quad A_c \geq \frac{30336.37}{(0.50 * 50000)} = 1.21\text{m}^2$$

$\sqrt{A_c}=1.1$ olduğundan kolon boyutları 1.20mx1.20m seçilmiştir.

11.-20. Kat Kolon Boyutları:

$$N_{\max 2}=22558.77\text{kN} \quad A_c \geq \frac{22558.77}{(0.50 * 50000)} = 0.90\text{m}^2$$

$\sqrt{A_c}=0.95$ olduğundan kolon boyutları 1.00mx1.00m seçilmiştir.

21.-30. Kat Kolon Boyutları:

$$N_{\max 3}=15910.02\text{kN} \quad A_c \geq \frac{15910.02}{(0.50 * 50000)} = 0.64\text{m}^2$$

$\sqrt{A_c}=0.8$ olduğundan kolon boyutları 0.8mx0.8m seçilmiştir.

31.-40. Kat Kolon Boyutları:

$$N_{\max 4}=10251.14\text{kN} \quad A_c \geq \frac{10251.14}{(0.50 * 50000)} = 0.41\text{m}^2$$

$\sqrt{A_c}=0.64$ olduğundan kolon boyutları 0.65mx0.65m seçilmiştir.

41.-50 Kat Kolon Boyutları:

$$N_{\max 5}=5247.35\text{kN} \quad A_c \geq \frac{5247.35}{(0.50 * 50000)} = 0.21\text{m}^2$$

$\sqrt{A_c}=0.45$ olduğundan kolon boyutları 0.50mx0.50m seçilmiştir.

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

6.1 Giriş

Yapısal analiz ve hesaba dayalı olanaklardaki hızlı gelişmeler sonucu yapılara etkiyen sismik yüklerin hesabında, Zaman Tanım Alanında hesap yöntemleri, geleneksel olarak kullanılan Eşdeğer Statik Deprem Yükü Yöntemi ve Mod Birleştirme Yöntemine tercih edilmeye başlanmıştır. Zaman tanım alanında doğrusal elastik veya doğrusal elastik olmayan analizlerin gerçekleştirilmesinde en önemli konu, yönetmelik gereksinimlerini karşılayan uygun deprem kayıtlarının seçilmesi ve bunların ölçeklenmesidir. Deprem ivme kayıtlarının elde edilebileceği üç farklı kaynaktan bahsetmek mümkündür:

- 1) Tasarım ivme spektrumuna uyumlu yapay kayıtlar.
- 2) Kaynak ve dalga yayılımı özellikleri fiziksel olarak benzeştirilmiş (simüle edilmiş) kayıtlar
- 3) Gerçek depremlerden elde edilen kayıtlardır.

Deprem esnasında alınan kayıtların sayısının gün geçtikçe artması ve bunlara erişimin ilerleyen veri transfer teknolojisi ile birlikte kolaylaşması zaman tanım alanında yapılacak hesaplarda, gerçek kayıtları en çok tercih edilen seçenek haline getirmektedir.

Belirli bir bölgedeki tasarım ivme spektrumuna uygun gerçek kuvvetli yer hareketi kaydının seçilebilmesi için kullanılan kriterler, jeolojik ve sismolojik şartları içermelidir. Tasarım ivme spekturumuna uygun kayıtların seçilmesinde; depremin büyüklüğü, faylanma tipi, yapının faya olan dik mesafesi, yırtılma yönü, yerel zemin koşulları ve kaydın spektral içeriği önemlidir.

Öncelikle eşleştirme için gereken kriterler belirlenir ve gerçek kayıtlara eşleştirme için kullanılacak kriterler belirlendikten sonra, gerçek kayıtlara uygulanacak ölçeklendirme yöntemi belirlenir. Daha sonra yapılan ölçeklemenin yeterli yaklaşıklıkta olup olmadığı kontrol edilmelidir. Doğrusal ölçekleme faktörünün elde

edilmesinde spektral genlik kullanılabilmesi gibi, bazı özel çalışmalarda çevirim sayısını arttırmadan frekans içeriğini ve süreyi değiştiren zaman ekseninde ölçekleme de yapılabilir.

Dinamik hesaplarda yer hareketi veri bankalarının sürekli gelişmesine rağmen, büyüklük, yırtılma mekanizması, kaynakla saha arasındaki mesafe ve zemin sınıfı gibi deprem parametrelerine bağlı pek çok kombinasyon oluşturulabileceğinden, bazı hallerde duruma uygun kayıt bulmakta güçlükle karşılaşılabilir [3]. Bu durum uygun bir yöntem seçip elde edilen kayıtların ölçeklenmesini zorunlu kılmaktadır.

Yönetmelikte belirtilen hedef ivme spektrumu ile eşleştirilecek gerçek kayıtlar seçilirken yapının yapılacağı alanın sahip olduğu jeolojik ve sismolojik şartlar gözönünde bulundurulmalıdır. Depremin büyüklüğü kuvvetli yer hareketinin süresi, en büyük yer ivmesi, çalışma alanından faya olan mesafe, yerel zemin koşulları, ivme kaydının spektral içeriği bu şartların en önemlileridir.

Ölçekleme sonucunda elde edilecek kayıtlarda dikkat edilecek en önemli hususlardan biri gerçek kayıttaki genlik ve şiddet özelliklerinin korunmasıdır. Türkiye Deprem Yönetmeliğinde (DBYBHY 2007) tanımlanan uyum kriterlerine ve yerel zemin sınıflarına göre seçilen kayıtlar, zaman tanım alanında ölçekleme yöntemi kullanılarak önerilen tasarım ivme spektrumuyla eşleştirilmeye çalışılmaktadır.

Bu çalışmada veri kaynağından elde edilen deprem kayıtları başka bir program aracılığı ile, zaman tanım alanında hesap yöntemi çözümünde kullanacağımız analiz programına aktarılacak formata dönüştürülmüştür. Ayrıca DBYBHY’te belirtilen kriterlere uygun ve gözönüne aldığımız zemin sınıfına göre seçilen deprem kayıtları, zaman tanım alanında ölçekleme yöntemiyle Yönetmelikte kullanılması önerilen tasarım ivme spektrumuyla eşleştirilmiştir. Bu yöntemle ölçekleme yapılarak ivme kayıtlarının frekans içeriği değişmeksizin sadece kaydın genliği ile oynanmıştır.

6.2 Deprem Kayıt Kaynakları

Üç farklı deprem kayıt kaynağı vardır: Yapay kayıtlar, benzeştirilmiş kayıtlar ve gerçek depremlerden elde edilen kayıtlar.

6.2.1 Yapay olarak üretilmiş deprem kayıtları

Yapay olarak tepki spektrumu elastik tasarım spektrumuna aynen benzeyen kayıtlar üretilebilir. 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 [11]. Hedef ivme spektrumu ile eşleşmeyi iyileştirmek için iteratif bir yöntem kullanılır. Seçilen frekanslarda gerçek tepki spektrumu ve hedef tasarım spektrumu ordinatları arasındaki ölçekleme katsayısı hesaplanır. Hesaplanan ölçekleme katsayısı kullanılarak üretilen kayıt düzeltilir ve bu şekilde yeni kayıt elde edilmiş olur.

Yapay kayıtları kullanmak başlıca iki probleme sebep olmaktadır. İlk olarak, çok sayıda kaydedilmiş hareketin ortalamasını simgeleyen tasarım spektrumuna uygun tek bir kayıt elde etmeye çalışılması zor bir çalışmadır. İkinci olarak ise kuvvetli yer hareketindeki çevrim sayısının artması sonucunda, gerçeğe aykırı olacak kadar büyük miktarda enerjinin açığa çıkmasıdır [14].

DBYBHY 2007'de yapay deprem kayıtlarının seçilmesi ile ilgili sınırlamalar getirmiştir. Yönetmeliğe göre yapay yer hareketinin kullanılması durumunda, aşağıdaki özellikleri taşıyan en az üç yer hareketi üretilecektir [9].

- Kuvvetli yer hareketi kısmının süresi, binanın birinci doğal titreşim periyodunun 5 katından ve 15 saniyeden daha kısa olmayacaktır.
- Üretilen deprem yer hareketinin sıfır periyoda karşı gelen spektral ivme değerlerinin ortalaması A_0g 'den küçük olmayacaktır.
- Yapay olarak üretilen her bir ivme kaydına göre %5 sönüm oranı için yeniden bulunacak spektral ivme değerlerinin ortalaması, gözönüne alınan deprem doğrultusundaki birinci (hakim) periyod T_1 'e göre $0.2T_1$ ile $2T_1$ arasındaki periyotlar için $S_{ae}(T)$ elastik spektral ivmelerinin %90'ından daha az olmayacaktır.

6.2.2 Benzeştirilmiş deprem kayıtları

Benzeştirilmiş deprem kayıtlarını oluşturmak için yayılım ortamı ve zemin özelliklerini dikkate alan sismik kaynak modelleri gereklidir. Bu yöntemde üzerinde çalışılan sisteme uygun kaynak, uygun yayılım ortamı ve zemin özelliklerinin

tanımlanması sorun olarak ortaya çıkmaktadır. 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 [11]. Ancak tasarım yönetmelikleri kullanıldığında bu bilgilere ulaşmak genellikle mümkün olmamaktadır [3].

6.2.3 Gerçek depremlerden elde edilen kayıtlar

Gerçek depremlerden elde edilen kayıtlar, depremin genliği, süresi, faz özellikleri ve frekans içeriği hakkında en doğru bilgiyi veren kayıtlardır. Gerçek depremlerden elde edilen kayıtları kullanmaktaki diğer avantajlarda, kayıtları etkileyen kaynak, yayılım ortamı ve zemin gibi bütün faktörleri ve sismolojik parametreleri yansıtmaması olarak sayılabilir. Gerçek deprem kayıtlarını elde etmek için veri bankalarının her geçen gün artması ve zenginleşmesi ve bunlara ulaşmanın ilerleyen teknoloji ile birlikte daha da kolaylaşması, gerçek depremlerden elde edilen ivme kayıtlarının kullanımını yaygınlaştırmıştır. Ancak bu kayıtların direkt kullanılamaması, ölçeklenme sorununu ortaya çıkarır. Ayrıca her sismik kayıt, her tasarım yapılacak bölge için uygun olmayabilir. Bu durum ikinci ve ilk aşılması gereken yani uygun kuvvetli yer hareket kaydının seçilmesi sorununu ortaya çıkarır. Çünkü sismik kayıtların veri tabanı gelişen teknoloji ile birlikte sürekli artmasına rağmen, tasarımı yapılacak bir bölgenin büyüklük, yırtılma mekanizması, kaynakla saha arasındaki mesafe ve zemin sınıfı gibi deprem parametrelerine bağlı pek çok kombinasyonu karşılayan kayıt bulmak zordur [11].

Bu çalışmada deprem kayıtları seçilirken, tasarımı yapılan zemin özelliklerine benzer zeminlerde elde edilen kayıtların kullanılmasına önem gösterilmiştir. Seçilen 20 gerçek deprem kaydının büyük bir çoğunluğu tasarım için örnek alınan sistem ile örtüşürken, sadece 17 Ağustos 1999 Kocaeli depreminin Ambarlı İstasyonundan ölçülen kaydının zemin cinsi farklılık göstermektedir. Bu kaydın ele alınmasındaki neden ise Türkiye’de meydana gelmesi ve hala etki boyutları üzerinde konuşuluyor olmasıdır.

6.3 Gerçek Deprem Kayıtlarının Seçilmesi

Gerçek deprem kayıtları, yer hareketinin belli özelliklerini temsil etmesi için genellikle iki yolla seçilir:

- 1) Tasarım spektrumuna uygun olan kayıt seçilir.
- 2) Büyüklük, mesafe ve zemin sınıfı gibi minimum parametreler sağlanacak şekilde seçim yapılır.

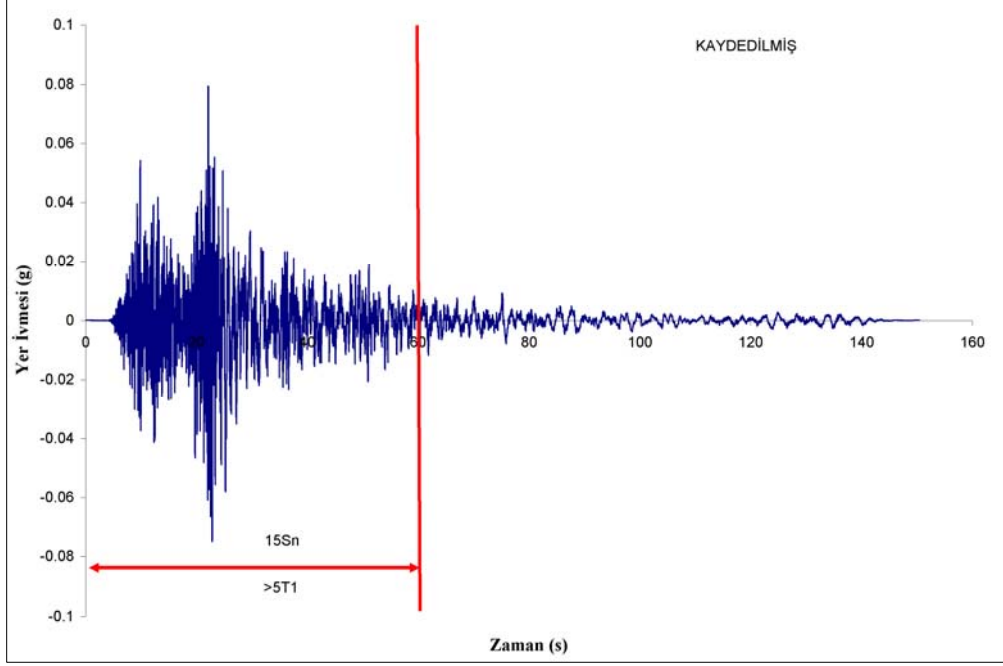
Deprem kayıtları yönetmeliklerde, sismolojik parametreler yerine tepki spektrumuna uygun olarak seçilmesine yoğunlaşmıştır. Böylece kayıtlar en büyük yer ivmesi gibi kuvvetli yer hareketi parametrelerine göre hedef tasarım ivme spektrumuna uyacak şekilde seçilir.

Bu çalışmada kullanılan deprem kayıtları seçilirken, seçme işlemi öncelikle sismolojik ve jeolojik şartları sağlayacak şekilde yapılmıştır. Bu şekilde bir ön elemeyen geçen kayıtlar ölçeklenerek hedef ivme spektrumu ile örtüşmeyenler çıkarılmış ve en iyi uyumu sağlayan 20 kayıt seçilmiştir.

Depremin büyüklüğü, yer hareketinin frekans içeriğini ve süresini güçlü bir şekilde etkilediği için uygun büyüklüğe sahip kayıtlar seçilirken belirlenen büyüklüğe ± 0.25 yaklaşıklıkta olması istenir [17].

Yer hareketleri yumuşak zeminlerde büyütülmesine rağmen içeriğindeki yüksek frekanslı hareketler azalır. Büyütmenin yer hareketi üzerindeki etkileri, genellikle kaydın ivme spektrumunun orta ve yüksek periyotlu bölgelerinde fark edilebilir.

Tasarım spektrumu, genellikle, pek çok sismik kaynağın etkisini eş zamanlı olarak gözönüne alan istatistiksel bir analizin sonucu olduğundan, farklı periyotlara karşı gelen spektrum ivme değerleri de değişik kaynaklarda oluşan depremlerden elde edilmiş olabilir [11].



Şekil 6.1 : Gerçek deprem kaydı ivme-zaman grafiği seçim kriterleri

Kaydedilen deprem kayıtlarını seçerken, Şekil 6.1’de görüldüğü gibi kaydın kuvvetli yer hareketi kısmının süresi, binanın titreşim periyodunun 5 katından ve 15 saniyeden daha kısa olmamasına dikkat edilir.

6.4 Yer Hareketini Ölçekleme Yöntemleri

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

Bu çalışmada zaman tanım alanında ölçekleme yapıldığı için, bu yöntem detaylı anlatılmıştır. Ayrıca frekans tanım alanında çözüm yöntemi ile ilgili temel bilgiler verilmiştir.

6.4.1 Yer hareketinin zaman tanım alanında ölçeklenmesi

Yer hareketi zaman tanım alanında ölçeklenirken, kullanılacak gerçek deprem kaydı ivme spektrumu ve hedef ivme davranış spektrumu değerleri kullanılarak ölçekleme katsayısı hesaplanır. Bu ölçeklendirme katsayısı 1’den büyük veya 1’den küçük sabit bir katsayıdır. Yer hareket kaydı aynı miktarda yukarı veya aşağı yönde ölçeklendirecek bu katsayı ile çarpılarak, istenilen periyod aralığında, hedef tasarım ivme spektrumuna en uygun eşleştirme yapılır. Bu işlem kaydın frekans içeriğini

değiştirmez. Bu nedenle diğer yöntemlerden çok üstündür [11]. Bu yöntem irden fazla deprem kaydı kullanılmak istendiğinde kullanılabilir. Bu durumda her bir kayıt için ayrı ayrı ölçekleme işlemi yapıp, hedef tasarım ivme spektrumuna en iyi uyan kayıtların kullanılabilir.

Bu çalışmada yaklaşık 40 adet gerçek deprem kaydı üzerinde ölçekleme işlemi yapılmıştır. Daha sonra bu kayıtlar arasından hedef ivme spektrumu ile daha iyi uyum veren 20 deprem kaydı seçilmiş ve analizlerde kullanılmıştır.

6.4.2 Tek bir Deprem kaydı için genel yöntem

Bu yöntem, ölçeklenmiş hareketin davranış spektrumu ile tasarım ivme spektrumu arasındaki farkın küçültülmesi esasına dayanan, en küçük kareler tekniği kullanır. Bu çalışmada kullanılan yöntemde, “Fark” ölçeklenmiş ve hedef tasarım spektrumu genlikleri arasındaki farkın karesinin entegrasyonu olarak tanımlanmıştır [14].

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

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

$$\min |Fark| \Rightarrow \frac{d|Fark|}{d\alpha} = 0 \quad (6.2)$$

Denklem 6.2’deki “Fark” fonksiyonunun $d\alpha$ ’ya göre türevi alınıp sıfıra eşitlenir. Entegraller ayırık forma çevrilerek T_A ’dan ΔT artımlarla T_B ’ye kadar devam eden toplam haline dönüştürülür. Formüldeki ΔT periyot adım miktarıdır.

Sonuç olarak aşağıdaki denklem elde edilir.

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

6.4.3 Yer hareketinin frekans tanım alanında ölçeklenmesi

Yer hareketinin frekans tanım alanında ölçeklenmesi yönteminde de gerçek depremden elde edilen ivme kayıtlarından, tasarım ivme spektrumuna uyan kayıtlar

üretir. Frekans tanım alanında yapılan ölçekleme esnasında deprem hareketi fiziksel özelliklerini yitirmediği için klasik yapay deprem kaydı üretme metotları ile karşılaştırıldığında daha etkili bir yöntemdir [13]. Frekans tanım alanında yapılan ölçekleme yöntemi kullanılarak tasarım spektrumu ile bire bir eşleşen kayıtlar elde etmek mümkündür. Fakat, bu kayıtlar yapıların doğrusal olmayan deprem hesaplamalarında kullanılırken yerdeğiştirmeye hassas bölgede eşit yerdeğiştirme kuralını sağlayıp sağlamadığı kontrol edilmelidir [14].

6.4.4 Birden çok deprem kaydı için genel yöntem

Birden fazla deprem kaydı kullanarak ölçekleme yapılmak istenmesi durumunda uygulanabilecek yöntemler aşağıdaki gibi özetlenebilir:

- (a) Kullanılacak tüm kayıtlar için tek bir ölçekleme katsayısı kullanılarak (N) adet deprem kaydının ortalaması, tasarım spektrumuna eşleştirilmeye çalışılır.
- (b) Yukarıda özetlenen ölçekleme yöntemi, kullanılacak deprem kayıtlarının herbiri için tek tek uygulanır ve ölçeklenmiş kayıtların ortalamaları alınır.
- (c) (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 olabilir [11].

6.5 Gerçek Kayıtların Türkiye Deprem Yönetmeliği (DBYBHY), Tasarım Spektrumuna uygun seçilmesi ve ölçeklenmesi

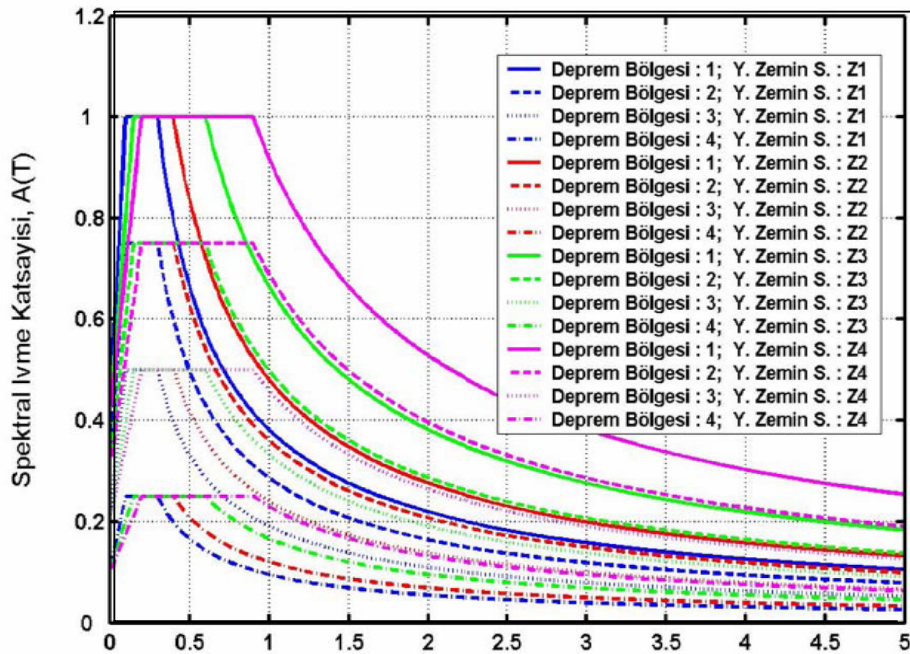
6.5.1 DBYBHY tasarım spektrumu

DBYBHY 2007’de tasarıma esas deprem, 50 yıllık süre için aşılma olasılığı %10, dönüş periyodu 475 yıl olan yer hareketi olarak kabul edilmektedir. Spektrum katsayıları, $S(T)$ yerel zemin sınıflarına bağlı olarak, yukarıda özetlenen yer hareketini göstermek için tanımlanmıştır. Yerel zemin sınıflarının tasarım spektrumu üzerinde yarattığı farklılık spektrum karakteristik periyotları (T_A , T_B) ile yansıtılmaktadır. Deprem yönetmeliğimizde verilen zemin sınıfları ve deprem bölgeleri için çizilen elastik spektral ivme katsayıları (Şekil 6.1)’de gösterilmiştir.

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:

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

Türkiye beş deprem bölgesine ayrılır. Bu ayrım etkin yer ivmesi katsayısı, A_0 , mevcut faylar ve daha önceki depremlere ait kayıtlar gözönüne alınarak belirlenmiştir. 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. Tüm bu değerler DBYBHY (2007)'den elde edilebilir.



Şekil 6.2: Türkiye Deprem Yönetmeliği elastik tasarım ivme spektrumlarının dört farklı deprem bölgesi ve değişik yerel zemin sınıfları için gösterimi

6.6 Elastik Spektral İvme Ölçekleme Katsayısı Tanımı

DBYBHY (2007)'de tanımlanan spektral ivme katsayısı $A(T)$ 'nin en önemli özelliği, etkin yer ivmesi katsayısı, A_0 , ve bina önem katsayısının, I , spektrum katsayısı, $S(T)$, ile lineer olarak çarpılmasıyla elde edilmesidir.

Spektral ivme katsayısı $A(T)$ 'ye ait ölçekleme katsayısı, α_{st} , $S(T)$ 'ye ait spektrum ölçekleme katsayısı α_{st} , A_o ve I çarpılarak elde edilir [9].

$$\alpha_{st} = A_o I \alpha_{st} \quad (6.5)$$

6.7 Ölçekleme Katsayısı İle İlgili Sınırlamalar

Zaman tanım alanında ölçekleme yönteminde deprem kaydının sadece genliği ile oynanır. Gerçek deprem kayıtlarının genliğine yapılacak ölçekleme miktarları, çıkan hareketin kullanılacağı problemin türüne göre belirli sınırları aşmaması istenir. Yapılan çalışmalarda, yapıların doğrusal elastik analizlerinde üst limit belirlenmesi gerektiği gibi doğrusal elastik olmayan analizlerde ölçekleme katsayısı sınırlandırılması gerekir. Konuyla ilgili çalışmalar devam etmektedir.

6.8 DBYBHY'ye Göre Kayıtların Seçilme Koşulları

DBYBHY (2007)'de, zaman tanım alanında doğrusal veya doğrusal olmayan deprem hesabı için yapay yollarla üretilen, benzeştirilmiş veya daha önce kaydedilmiş deprem yer hareketi kayıtlarının kullanımına izin verilmektedir. DBYBHY (2007)'de, kullanılacak deprem kayıtlarının aşağıda verilen özellikleri taşıması istenir:

- Deprem kaydının kuvvetli yer hareketi kısmının süresi, binanın birinci doğal titreşim periyodunun 5 katından ve 15 saniyeden daha kısa olmayacaktır.
- Kullanılacak deprem yer hareketinin sıfır periyoda karşı gelen spektral ivme değerlerinin ortalaması $A_o g$ 'den daha küçük olmayacaktır.
- Kullanılacak ivme kaydına göre %5 sönüm oranı için yeniden bulunacak spektral ivme değerlerinin ortalaması, gözönüne alınan deprem doğrultusundaki birinci (hakim) periyot T_1 'e göre $0.2T_1$ ile $2T_1$ arasındaki periyotlar için, yönetmelikte tanımlanan elastik spektral ivme değerlerinin %90'ından daha az olmayacaktır.
- Zaman tanım alanında doğrusal veya doğrusal olmayan hesapta, üç yer hareketi kullanılması durumunda sonuçların maksimumu, en az yedi yer hareketi kullanılması durumunda ise sonuçların ortalaması tasarım için esas alınacaktır [9].

Bu çalışmada DBYBHY (2007)'deki sınırlandırmalar ve yönlendirmeler gözönüne alınarak veri bankasından 20 adet gerçek deprem kaydı seçilmiştir.

6.9 Veri Merkezi

Bu çalışmada, Pasifik Deprem Mühendisliği Araştırma Merkezi (Pacific Earthquake Engineering Research (PEER) Center [21], <http://peer.berkeley.edu/smcat>) kuvvetli yer hareketi veri merkezinde bulunan deprem kayıtları kullanılmıştır.

Veri merkezinde bulunan kayıtlarda faylanma mekanizması, büyüklük, mesafe, ve zemin özelliklerine göre PEER veri bankasından 20 adet kayıt alınmıştır. Bu veri merkezinde, dünyanın çeşitli yerlerinde aktif tektonik faaliyet gösteren bölgelerde meydana gelen çok sayıda kayıt mevcuttur.

6.10 Parametrik Çalışma için Seçilen Deprem Kaydının Ölçeklendirilme Aşamaları

Zaman tanım alanında hesap yöntemini kullanırken ortaya çıkan en önemli sorunlardan biri, yönetmelik gereksinimlerini karşılayan deprem kayıtlarının seçimidir. Deprem ivme kayıtları yukarıda anlatıldığı gibi çeşitli yollarla elde edilebilir. Bu yolların en güvenilir sonuç vereni ise deprem esnasında kullanılan deprem kayıtlarının seçimidir.

Çizelge 6.1: Çalışmada kullanılan deprem kayıtları.

SIRA NO.	DEPREM	BÜYÜKLÜK	İSTASYON	ZEMİN SINIFI	PGA (g)	PGV (cm/s)	PGD (cm)
1	CAPE MENDOCINO 04.25.92 18:06	7.01	CAPE MENDOCINO, 000 (CDMG STATION 89005)	A	1.497	127.4	41.01
2	CHALFANT VALLEY 07.20.86 14:29	5.77	BISHOP PARADISE LODGE, 160 (CDMG STATION 54424)	A	0.095	6.3	1.69
3	CHALFANT VALLEY 07.21.86 14:42	6.19	BISHOP - PARADISE LODGE, 160 (CDMG STATION 54424)	A	0.161	12.4	3.26
4	CHALFANT VALLEY 07.21.86 14:42	6.19	LONG VALLEY DAM DNSTR, UP (CDMG STATION 54214)	A	0.047	3.4	1.01
5	CHALFANT VALLEY 07.21.86 14:42	6.19	LONG VALLEY DAM L ABUT, 000 (CDMG STATION 54214)	A	0.082	7	1.34
6	CHALFANT VALLEY 07.21.86 14:42	6.19	TIMEMAHA RES, UP (CDMG STATION 54101)	A	0.023	1.7	0.54
7	DUZCE 11.12.99, 5:31	7.10	V (LAMONT STATION 531)	A	0.066	7.3	7.53
8	KOCAELI 08.17.99	7.51	AMBARLI, UP (KOERI)	E	0.079	8.5	8.85
9	KOCAELI 08.17.99	7.51	DUZCE, 270 (ERD)	D	0.358	46.4	17.61
10	KOCAELI 08.17.99	7.51	GEBZE, UP (ERD)	A	0.203	11.4	4.78
11	LOMA PRIETA 10.18.89 00:05	6.93	FREMONT EMERSON COURT, 090 (USGS STATION 1686)	B	0.192	12.7	5.5
12	MAMMOTH LAKES 05.25.80 16:34	6.06	LONG VALLEY DAM UP R L, 000 (CDMG STATION 54214)	A	0.43	23.6	7.52
13	MAMMOTH LAKES 05.25.80 16:34	6.06	LONG VALLEY DAM UP R L, UP (CDMG STATION 54214)	A	0.123	8.4	1.72
14	MAMMOTH LAKES 05.25.80 19:44	6.06	LONG VALL DAM DOWNST, 090 (CDMG STATION 54214)	A	0.07	5.5	1.33
15	MAMMOTH LAKES 05.25.80 19:44	6.06	LONG VALLEY DAM LEFT, 090 (CDMG STATION 54214)	A	0.077	5.4	1.69
16	MORGAN HILL 04.24.84 04:24	6.19	GILROY ARRAY #4, 270 (CDMG STATION 57382)	D	0.224	19.3	4.33
17	NORTHRIDGE 11.07.94 12:31	6.69	ELIZABETH LAKE, UP (CDMG STATION 24575)	D	0.05	5.7	1.46
18	NORTHRIDGE 11.07.94 12:31	6.69	LA-TEMPLE & HOPE, 090 (CDMG STATION 24611)	A	0.097	4.6	1.34
19	NORTHRIDGE 11.07.94 12:31	6.69	LA-UNIV. HOSPITAL GR, 095 (CDMG STATION 24605)	A	0.214	10.8	2.37
20	NORTHRIDGE, 11.07.94 12:31	6.69	VASQUEZ ROCKS PARK, 090 (CDMG STATION 24047)	A	0.139	11.2	2.89

Zaman Tanım Alanında Hesap Analizinde kullanılmak üzere Pasifik Deprem Mühendisliği Araştırma Merkezi (<http://peer.berkeley.edu/smceat>) kuvvetli yer hareketi veri bankasında bulunan deprem kayıtlarından, deprem kaynağına en yakın 15km ve en uzak 80km olacak şekilde ölçülen istasyon verileri elde edilmiştir. Ayrıca deprem kayıtları seçilirken üzerinde çalışılan tez konusu örnek yapı sisteminin üzerinde bulunduğu zeminin özelliklerine en yakın zemin sınıflarında meydana gelen deprem kayıtları tercih edilmiştir. Türkiyede meydana gelmesi sebebiyle Kocaeli depremi, Ambarlı istasyon verleri, zemin sınıfı çok yakın olmamasına rağmen analizlerde kullanılmıştır. Deprem kayıtları büyüklükleri 6 ile 8 arasında değişmektedir.

Veri bankasından elde edilen kayıtlar ara bir program yardımıyla, Zaman Tanım alanında sistemin çözüleceği programa aktarılması için uygun formata sokulmuştur.

Diğer taraftan seçilen her deprem kaydının ölçeklendirme katsayısı tablolar halinde hesaplanmıştır.

Ölçeklendirme katsayısı 6.3 nolu eşitlik kullanılarak hesaplanmıştır.

Çizelge 6.2: Kocaeli Depremi (1999) ölçeklendirme katsayısı hesabı.

zaman	Sa _{gerçek} (T)	$\alpha \cdot S_{a_{gerçek}}$	Sa _{hedef} (T)	Sa _{gerçek} * Sa _{hedef}	Sa _{gerçek} ^2
0	0.0795	0.3047	0.40	0.0318	0.0063
0.1	0.1522	0.5834	1.00	0.1522	0.0232
0.3	0.2653	1.0169	1.00	0.2653	0.0704
0.5	0.0850	0.3258	0.60	0.0510	0.0072
0.7	0.0977	0.3745	0.43	0.0419	0.0095
0.9	0.1647	0.6313	0.33	0.0549	0.0271
1.1	0.0798	0.3059	0.27	0.0218	0.0064
1.3	0.0733	0.2810	0.23	0.0169	0.0054
1.5	0.0394	0.1510	0.20	0.0079	0.0016
1.7	0.0428	0.1641	0.18	0.0076	0.0018
1.9	0.0473	0.1813	0.16	0.0075	0.0022
2.1	0.0386	0.1480	0.14	0.0055	0.0015
2.5	0.0271	0.1039	0.12	0.0033	0.0007
2.7	0.0322	0.1234	0.11	0.0036	0.0010
2.9	0.0339	0.1299	0.10	0.0035	0.0011
3.1	0.0254	0.0974	0.10	0.0025	0.0006
3.3	0.0227	0.0870	0.09	0.0021	0.0005
3.5	0.0217	0.0832	0.09	0.0019	0.0005
3.7	0.0256	0.0981	0.08	0.0021	0.0007
3.9	0.0239	0.0916	0.08	0.0018	0.0006
4.1	0.0188	0.0721	0.07	0.0014	0.0004
4.3	0.0172	0.0659	0.07	0.0012	0.0003
4.5	0.0177	0.0678	0.07	0.0012	0.0003
4.7	0.0178	0.0682	0.06	0.0011	0.0003
4.9	0.0172	0.0659	0.06	0.0011	0.0003
5.1	0.0164	0.0629	0.06	0.0010	0.0003
5.3	0.0161	0.0617	0.06	0.0009	0.0003
5.5	0.0163	0.0625	0.05	0.0009	0.0003
5.7	0.0170	0.0652	0.05	0.0009	0.0003
5.9	0.0185	0.0709	0.05	0.0009	0.0003
6.1	0.0200	0.0767	0.05	0.0010	0.0004
6.3	0.0210	0.0805	0.05	0.0010	0.0004
6.5	0.0213	0.0816	0.05	0.0010	0.0005
6.7	0.0211	0.0809	0.04	0.0009	0.0004
6.9	0.0203	0.0778	0.04	0.0009	0.0004
7	0.0199	0.0763	0.04	0.0009	0.0004
TOPLAM				6.400954922	1.66993588

Ölçeklendirme katsayısı her deprem kaydı için ayrı ayrı 0.02sn hassasiyette hesaplanır.

Çizelge 6.2 deki hesaplama tüm deprem kayıtları için yapıldığından Çizelge 6.3'deki değerler elde edilmiştir.

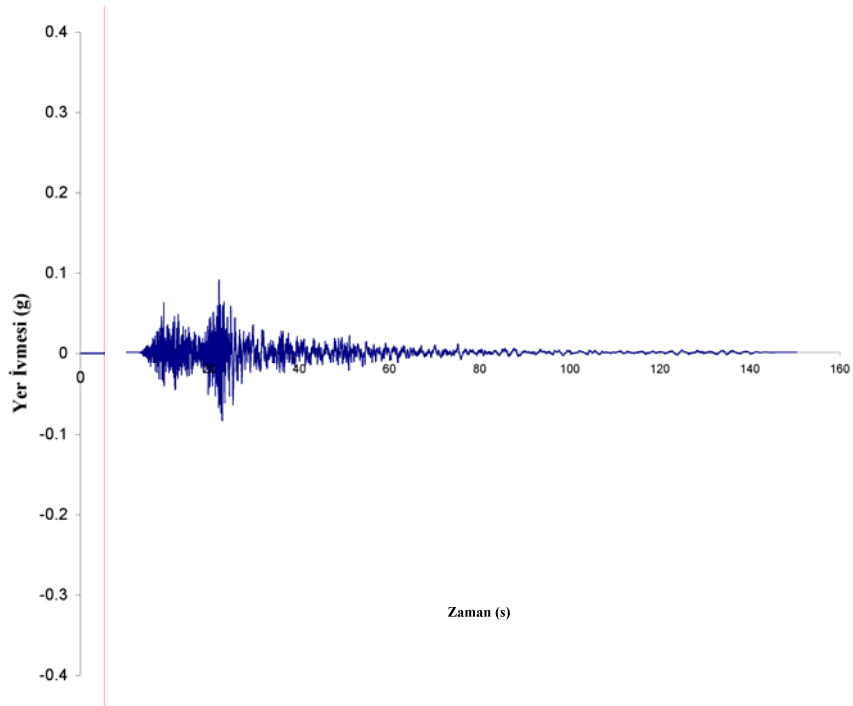
Çizelge 6.3: Deprem kayıtları ölçeklendirme katsayıları.

Sıra No	Deprem	Ölçeklendirme Katsayısı
1	CAPE MENDOCINO 04.25.92 18:06	0.37
2	CHALFANT VALLEY 07.20.86 14:29	4.80
3	CHALFANT VALLEY 07.21.86 14:42	2.92
4	CHALFANT VALLEY 07.21.86 14:42	8.09
5	CHALFANT VALLEY 07.21.86 14:42	4.58
6	CHALFANT VALLEY 07.21.86 14:42	13.22
7	DUZCE 11.12.99, 5:31	5.05
8	KOCAELI 08.17.99	3.83
9	KOCAELI 08.17.99	0.67
10	KOCAELI 08.17.99	2.86
11	LOMA PRIETA 10.18.89 00:05	2.29
12	MAMMOTH LAKES 05.25.80 16:34	1.27
13	MAMMOTH LAKES 05.25.80 16:34	2.98
14	MAMMOTH LAKES 05.25.80 19:44	6.27
15	MAMMOTH LAKES 05.25.80 19:44	6.22
16	MORGAN HILL 04.24.84 04:24	1.41
17	NORTHRIDGE 11.07.94 12:31	6.42
18	NORTHRIDGE 11.07.94 12:31	2.35
19	NORTHRIDGE 11.07.94 12:31	2.01
20	NORTHRIDGE, 11.07.94 12:31	2.21

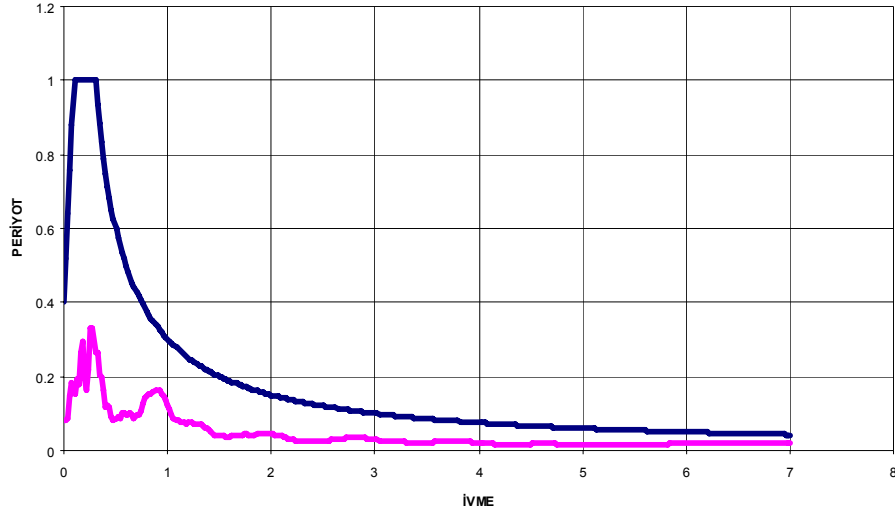
Aşağıda 17 Ağustos 1999 Kocaeli depreminin Ambarlı istasyonundan alınan verilerinin ölçeksiz ve ölçekli ivme-peryod grafikleri yer almaktadır.

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 eşleştirilmiştir.

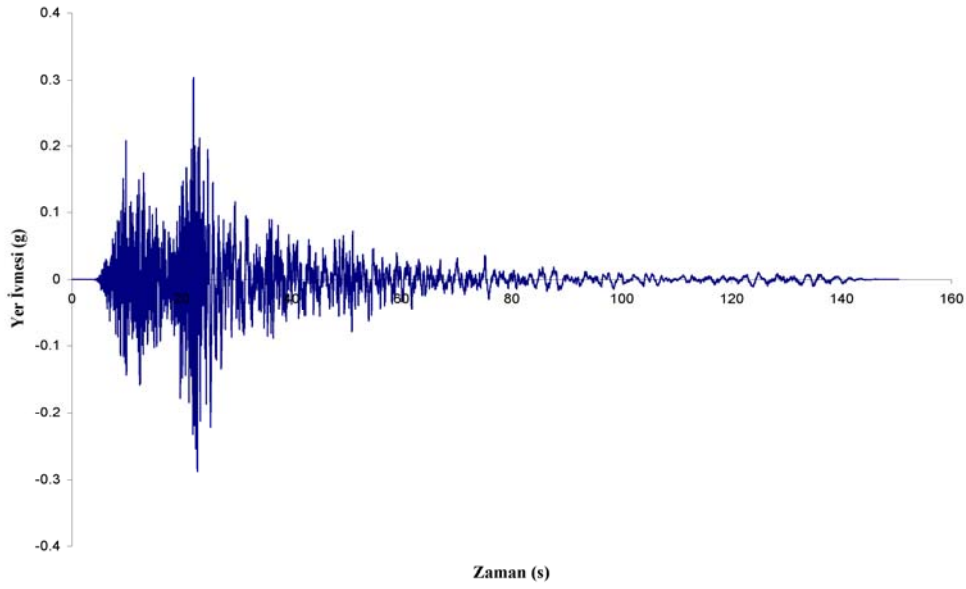
17 Ağustos 1999 Kocaeli depreminin Ambarlı istasyonu verileri için hesaplanan ölçeklendirme katsayısı 3.83'tür.



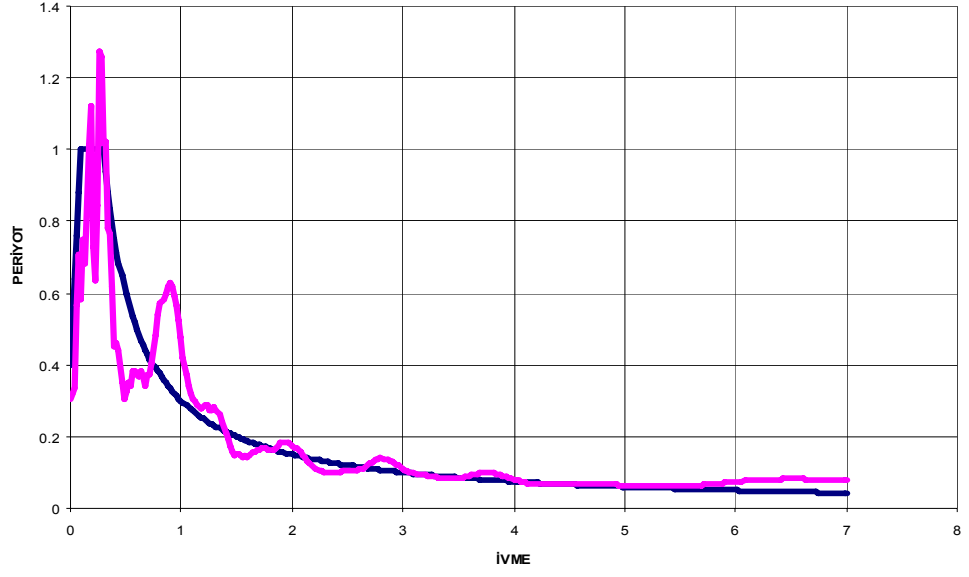
Şekil 6.3: Kaydedilmiş depremin gerçek ivme-zaman grafiği



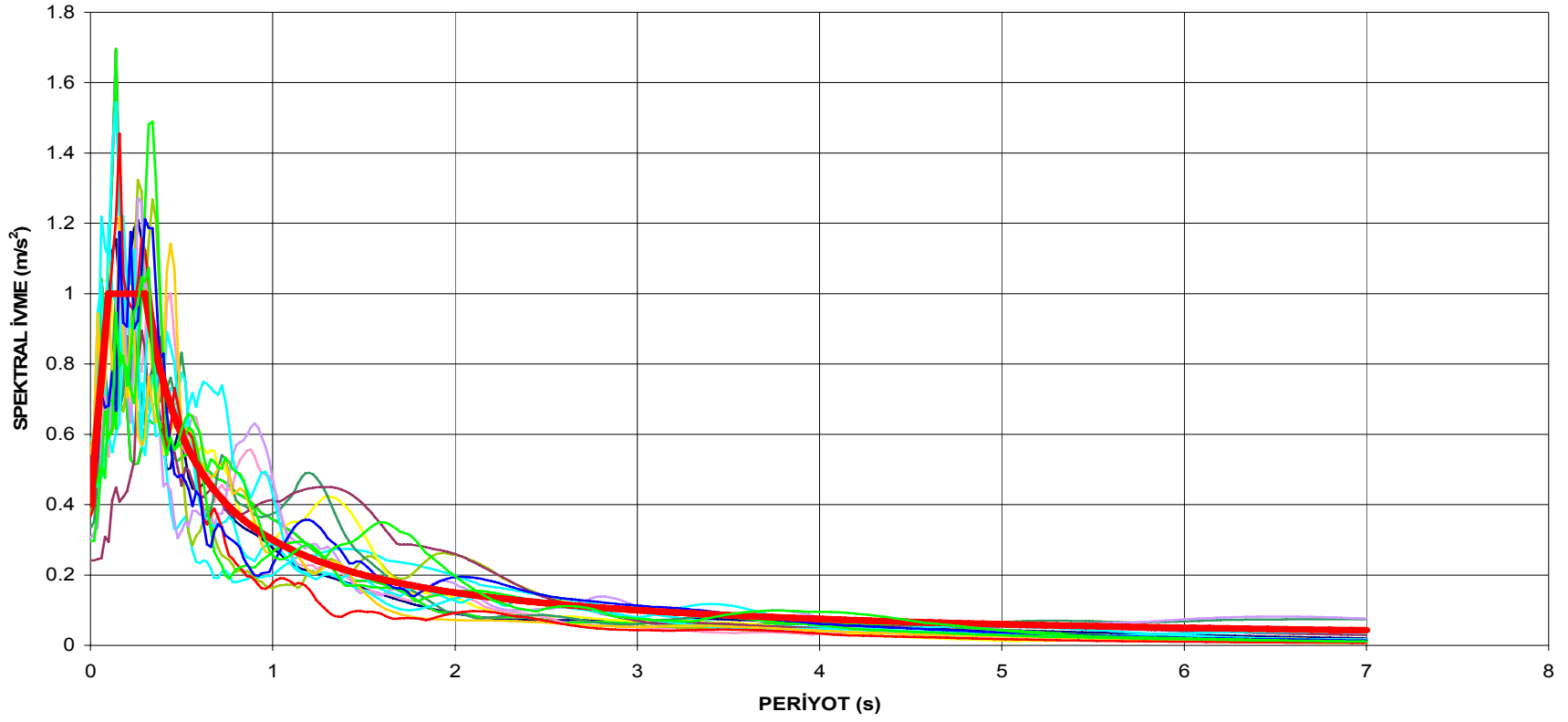
Şekil 6.4 : 17 Ağustos 1999 Kocaeli depreminin Ambarlı istasyonundan alınan verilerinin ölçeksiz grafiği



Şekil 6.5: Kaydedilmiş depremin ölçeklenen ivme-zaman grafiği



Şekil 6.6: 17 Ağustos 1999 Kocaeli depreminin Ambarlı istasyonundan alınan verilerinin ölçekli grafiği



Şekil 6.7 : Çakıştırılmış ölçekli ivme-periyot grafiği

7. PERDE SİSTEMLERDE DİNAMİK KESME KUVVETİ BÜYÜTMESİ

7.1 Giriş

Perde sistemli yüksek yapılar kuvvetli yer hareketi sırasında doğrusal elastik ötesi davranmak üzere tasarlanmakta ve doğrusal elastik ötesi 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 tasarıma esas kesme kuvvetleri, tasarıma esas eğilme momentleri ile orantılı kabul edilmektedir. Halbuki daha önce yapılan çalışmalar, özellikle yüksek mod etkilerinin önem kazandığı perde sistemlerinde doğrusal elastik ötesi davranış sırasında oluşan kesme kuvvetinin, tasarıma esas kesme kuvvetinden yüksek olabileceğini göstermektedir. Bu nedenle, 2007 yılında geçerli olan Türk Deprem Yönetmeliği (2007) de dahil olmak üzere modern depreme dayanıklı yapı yönetmeliklerinde, elde edilen tasarım kesme kuvvetleri dinamik büyüme katsayıları ile çarpılmakta ve olası kesme göçmeleri engellenmeye çalışılmaktadır.

Konunun irdelenmesi için yapılan bu çalışmada, Türkiye Deprem Yönetmeliği (2007) ile paralel olarak kullanılacak; 50 yılda aşılma olasılığı %10 olan yer hareketini temsil eden yönetmelik ivme spektrumuna göre ölçeklendirilmiş yer hareket kayıtları esas alınarak, 2007 Türk Deprem Yönetmeliği'ne göre Deprem Yüğü Azaltma Katsayısı $R=7$ olan, 1. derece deprem bölgesi ve Z1 yerel zemin sınıfında bulunduğu varsayılan ve Mod Birleştirme Yöntemine göre tasarlanan perdenin, zaman tanım alanında doğrusal elastik olmayan analizleri yapılmış ve perde yüksekliği boyunca elde edilen kesme kuvvetleri, Türkiye Deprem Yönetmeliğinde verilen bağıntı doğrultusunda, tasarım kesme kuvvetleri ile oranlanarak, dinamik kesme kuvveti katsayıları hesaplanmıştır.

Yükseklik/genişlik oranı $H_w/l_w \geq 2.0$ olan süneklik düzeyi yüksek perdelerde, gözönüne alınan herhangi bir kesitte, enine donatı hesabında esas alınacak V_e tasarım kesme kuvveti, 5.16 nolu denklem aracılığı ile hesaplanır.

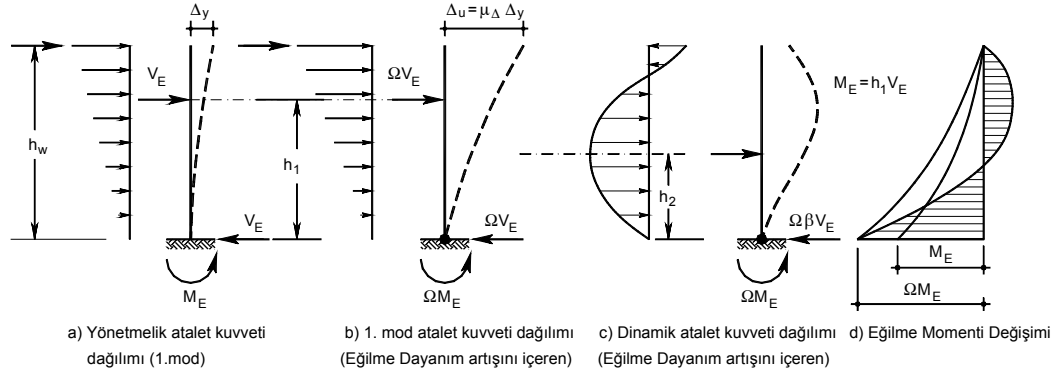
$$V_e = \beta_v \frac{(M_p)_t}{(M_d)_t} V_d$$

Bu bağıntıda, V_d sözkonusu kesitteki tasarım kesme kuvvetini β_v , değeri 1.0~1.5 arasında değişen kesme kuvveti dinamik büyütme katsayısını, $(M_d)_t$ perde taban kesitindeki tasarım eğilme momentini, $(M_p)_t$ ise perde taban kesitinde beton ve donatı çeliğinin karakteristik dayanımları ile çeliğin pekleşmesi gözönüne alınarak hesaplanan eğilme momenti kapasitesini göstermektedir.

Perde kesitlerindeki enine donatının yukarıdaki denklemi sağlayacak şekilde hesaplanması, perde taban kesitinde plastik mafsallardan önce perdede kesme kuvveti kapasitesine ulaşılmasını önlemekte ve böylece, perdede kesme kırılması meydana gelmesine izin verilmemektedir.

Perde taban kesitinin pekleşmeli eğilme momenti kapasitesinin büyük değer alması halinde, 5.16 denklemi ile hesaplanan tasarım kesme kuvveti, tasarım depremi altında sistemin doğrusalelastik davranışına karşı gelen kesme kuvvetinden daha büyük olabilir. Bu durumda, düşey yükler ile birlikte taşıyıcı sistem davranış katsayısının $R=2$ değeri için hesaplanan deprem kuvvetleri altında bulunan kesme kuvveti için tasarım yapılabilir. Bu nedenle, deprem kuvvetleri için tasarım yapılabilir.

Deprem kuvvetleri, binanın depreme karşı direnç göstermesi sonucunda oluşan atalet kuvvetleridir. Belirli bir depremin yapı üzerindeki etkisini belirleyen faktörlerin başında yapının ağırlığı ve zemin-yapı etkileşimi gelir. Bu nedenle yapı yüksekliğinin artması yapıda oluşacak atalet kuvvetlerini de arttıracaktır.



Şekil 7.1 : Dinamik yükler altında perdeye etkiyen kesme kuvvetleri değişimi.

Dinamik kesme kuvveti büyütmesi konusu, çeşitli araştırmacılar tarafından 1976 yılından beri incelendiği bilinmektedir.

Dinamik kesme kuvveti ile ilgili bağıntıların ilki Yeni Zelandalı Prof. T. Paulay tarafından yapılmıştır.

Ayrıca Prof. Paulay'ın liderliğinde, Yeni Zelanda deprem yönetmeliğinde betonarme yapı sistemleri için kapasite tasarımı ilkesinin depreme dayanıklı bina tasarımında uygulanması gerçekleştirilmiştir (1970). Kapasite tasarımının temel prensibi, deprem etkileri altında doğrusal-elastik sınır ötesindeki davranışına izin verilen, süneklik düzeyi yüksek bina taşıyıcı sistemler oluşturmaktır.

Prof. T. Paulay dinamik yükler altında konsol perdede oluşan kesme kuvveti değişimini şu şekilde açıklamıştır:

Konsol perdeler dinamik yükler altında, 1. mod durumu gözönüne alırsa Şekil 7.1.a'da gösterilen atalet kuvvetleri etkir. Bu kesme kuvveti dağılımının bileşkesinin perdenin tabanına olan uzaklığı h_1 kabul edilirse, konsol perdenin tabanında plastik mafsallı oluşturulan moment değeri aşağıdaki şekilde gösterilebilir.

$$M_E = V_E \cdot h_1 \quad (7.1)$$

Ancak dinamik yükler altında yapı yüksek mod şekillerinde davranış gösterebilir. Örneğin Şekil 7.1.c'deki gibi 2. mod durumu göz önüne alınırsa perdeye etkiyen atalet kuvvetleri şekildeki gibi olacaktır. 2. mod şekli için kesme kuvveti dağılımının bileşkesinin perdenin tabanına olan uzaklığı h_2 kabul edilirse, konsol perdenin tabanında plastik mafsallı oluşturulan moment değeri ifadesi aşağıdaki şekilde gösterilebilir.

$$M_E = V_E \cdot h_2 \quad (7.2)$$

Şeki 7.1'de görüldüğü gibi 1. mod hali için perdenin tabanında plastik mafsallı oluşan atalet kuvvetleri bileşkesinin tatbik noktası, 2. mod hali için oluşan atalet kuvvetleri tatbik noktasından daha yukarı mesafededir.

Yani h_1 ve h_2 yükseklikleri için $h_1 > h_2$ dir.

Bu durumda ikinci mod konumunda yapıya etkiyen atalet kuvvetlerinin birinci moda göre h_1/h_2 oranında arttığı söylenebilir.

Prof. T. Paulay perdelerin dinamik kesme kuvveti büyütme katsayılarını yapının katsayısı ile bağıntılı olarak;

6 kata kadar olan yapılar için;

$$\beta_v = 0.9 + \frac{n}{10} \quad (7.3)$$

ve 6 kattan yüksek yapılar için;

$$\beta_v = 1.3 + \frac{n}{30} \leq 1.8 \quad (7.4)$$

ifadeleri ile hesaplamıştır [16].

Yeni Zelanda Deprem Yönetmeliğinde de, dinamik kesme kuvveti büyütme katsayısı ile ilgili olarak yukarıdaki eşitliklerin kullanılması öngörülmektedir.

Dinamik kesme kuvveti büyütme katsayısı ile ilgili olarak İstanbul Yüksek Binalar Deprem Yönetmeliğinde de, düşeyde konsol veya konsola yakın çalışan betonarme perdelerin kesme güvenliği için DBYBHY (2007)'de verilen denklem kullanılması ve dinamik büyütme katsayısının en az $\beta_v = 2$ alınması öngörülmektedir [20].

Perde sistemlerde dinamik kesme kuvveti büyütmesi ile ilgili yapılan çalışmalar alanında çok fazla kaynak olmasına rağmen, araştırmacılar tarafından önerilen dinamik kesme kuvveti büyütmesi ilişkilerinin bulunmasında kullanılan kuvvetli yer hareketi kayıtlarının sayısının, frekans içeriği karakterlerinin ve şiddetlerinin farklılığı nedeni ile birbirinden farklı sonuçlar vermektedir. Bu nedenle, yapılan bu çalışmada Türk Deprem Yönetmeliği (2007) ile paralel olarak kullanılacak, 50 yılda aşılma olasılığı %10 olan yer hareketini temsil eden yönetmelik ivme spektrumu ile uyumlu olacak şekilde ölçeklendirilerek standardize edilmeye

çalışılmış yer hareketi kayıtlarına dayanarak, dinamik kesme kuvveti büyütmesi incelenmiştir.

7.2 Perde Sisteminin Özellikleri

Parametrik çalışma kapsamında 50 katlı, kat yüksekliği 3m olan 7mx1m en kesitli tipik perde seçilmiştir.

Perdenin kütlesine her katta dikkate alınan topaklanmış kütlelerin yanında kendi kütleleride dahil edilmiştir.

Boyutlama aşamasının ardından, perdeler deprem yükü azaltma katsayısı $R=7$ için Türk Deprem Yönetmeliğini'ne göre 1. derece deprem bölgesi ve Z1 yerel zemin sınıfı gözönüne alınarak tasarıma esas taban momentleri ve kesme kuvvetleri elde edilmiştir.

Çizelge 7.1 : Perde özellikleri.

Kat Adedi	H(m)	b(m)	d(m)	T_1 (sn)
50	150	1	7	4.34

Mod Birleştirme Metodu sonucunda elde edilen perde taban momenti (M_{sb}) ve kesme kuvveti aşağıdaki tabloda gösterilmiştir.

Çizelge 7.2 : Mod birleştirme yöntemi moment ve kesme kuvveti değişimi.

PERDE (BULUNDUĞU KAT)	P KN	Vd KN	Md KN-m
P(1)	-59695.26	8823.502	148580.95
P(10)	-51516.73	4317.334	37899.58
P(20)	-41486.12	2936.413	27290.16
P(30)	-29788.26	2467.066	27875.30
P(40)	-16164.49	1669.040	26118.45
P(50)	-1388.61	1458.187	5075.64

7.3 β_v Katsayısı Hesap Aşamaları

Tasarlanan perdelerin zaman tanım alanında doğrusal elastik olmayan analizlerinde kullanılmak üzere dünya üzerinde, Z1 benzeri zeminler üzerinde kaydedilmiş

kuvvetli yer hareketi kayıtları seçilmiş, bu kayıtlar 50 yılda aşılma olasılığı %10 olan yer hareketini temsil eden yönetmelik ivme spektrumu ile uyumlu olacak şekilde ölçeklendirilmiştir.

Mod Birleştirme Yöntemine göre çözülen sistemden elde edilen iç kesit tesirlerine göre yapı elemanlarının donatıları hesaplanmıştır.

Kuvvet esaslı yöntemlerden biri olan Mod Birleştirme Yöntemine göre donatıları hesaplanıp yerleştirilen sistemin taşıyabileceği en fazla yük ile kesite etkiyebilecek en fazla yük karşılaştırılır. Bu şekilde eleman bazında yapılan kontroller ile depreme dayanıklı yapı tasarımı tamamlanır. Ancak DBYBHY (2007)'deki esaslar doğrultusunda seçilen gerçek deprem kayıtları, uygun yöntemler ile ölçeklendirilip sisteme etkilendiğinde ve Zaman Tanım Alanı yöntemiyle analiz edildiğinde yapı elemanlarında özellikle yatay yüklerin neredeyse tamamını taşıyan perde sistemlerinde, Mod Birleştirme Yöntemi ile hesaplanan iç kesit tesirlerinin, iki katından daha fazla değerlere ulaşabildiği görülmüştür.

Aşağıda yer alan Çizelge 7.3'de gözönüne alınan depremlerin büyüklükleride görünmektedir. Çizelgede bulunan depremlerin 4 tanesi Türkiye'de yakın zamanda gerçekleşmiştir. Deprem yükleri yeterli oranda dikkate alınmadan tasarlanan yapılar nedeniyle çok fazla can kaybı olmuş ve ağır ekonomik kayıplar verilmiştir.

Buna rağmen günümüzde yapı analizleri hala kuvvet esaslı yöntemler ile yapılmaktadır. Elde edilen yük değerlerin güvenilirliğini sağlamak için katsayılarla çarpılarak büyütülmektedirler.

2007 yılı değişikliği ile Yönetmeliğe kazandırılan β_v Dinamik Büyütme Katsayısı Perdelerin kesme tasarımı yapılırken, göz önüne alınan yükleri arttırarak kesme güvenliği sağlamaya yöneliktir.

Çizelge 7.3: Çalışmada kullanılan kuvvetli yer hareket kayıtları

SIRA NO.	DEPREM	BÜYÜKLÜK	İSTASYON	UZAKLIK (km)	ZEMİN SINIFI	PGA (g)	PGV (cm/s)	PGD (cm)
1	CAPE MENDOCINO 04.25.92 18:06	7.01	CAPE MENDOCINO, 000 (CDMG STATION 89005)	8.5	A	1.497	127.4	41.01
2	CHALFANT VALLEY 07.20.86 14:29	5.77	BISHOP PARADISE LODGE, 160 (CDMG STATION 54424)	15.13	A	0.095	6.3	1.69
3	CHALFANT VALLEY 07.21.86 14:42	6.19	BISHOP - PARADISE LODGE, 160 (CDMG STATION 54424)	23	A	0.161	12.4	3.26
4	CHALFANT VALLEY 07.21.86 14:42	6.19	LONG VALLEY DAM DNSTR, UP (CDMG STATION 54214)	33.4	A	0.047	3.4	1.01
5	CHALFANT VALLEY 07.21.86 14:42	6.19	LONG VALLEY DAM L ABUT, 000 (CDMG STATION 54214)	33.4	A	0.082	7	1.34
6	CHALFANT VALLEY 07.21.86 14:42	6.19	TIMEMAHA RES, UP (CDMG STATION 54101)	40.6	A	0.023	1.7	0.54
7	DUZCE 11.12.99, 5:31	7.10	V (LAMONT STATION 531)	11.4	A	0.066	7.3	7.53
8	KOCAELI 08.17.99	7.51	AMBARLI, UP (KOERI)	78.9	E	0.079	8.5	8.85
9	KOCAELI 08.17.99	7.51	DUZCE, 270 (ERD)	12.7	D	0.358	46.4	17.61
10	KOCAELI 08.17.99	7.51	GEBZE, UP (ERD)	17	A	0.203	11.4	4.78
11	LOMA PRIETA 10.18.89 00:05	6.93	FREMONT EMERSON COURT, 090 (USGS STATION 1686)	43.4	B	0.192	12.7	5.5
12	MAMMOTH LAKES 05.25.80 16:34	6.06	LONG VALLEY DAM UPR L, 000 (CDMG STATION 54214)	15.46	A	0.43	23.6	7.52
13	MAMMOTH LAKES 05.25.80 16:34	6.06	LONG VALLEY DAM UPR L, UP (CDMG STATION 54214)	15.46	A	0.123	8.4	1.72
14	MAMMOTH LAKES 05.25.80 19:44	6.06	LONG VALL DAM DOWNST, 090 (CDMG STATION 54214)	19.7	A	0.07	5.5	1.33
15	MAMMOTH LAKES 05.25.80 19:44	6.06	LONG VALLEY DAM LEFT, 090 (CDMG STATION 54214)	19.7	A	0.077	5.4	1.69
16	MORGAN HILL 04.24.84 04:24	6.19	GILROY ARRAY #4, 270 (CDMG STATION 57382)	12.8	D	0.224	19.3	4.33
17	NORTHRIDGE 11.07.94 12:31	6.69	ELIZABETH LAKE, UP (CDMG STATION 24575)	37.2	D	0.05	5.7	1.46
18	NORTHRIDGE 11.07.94 12:31	6.69	LA-TEMPLE & HOPE, 090 (CDMG STATION 24611)	32.3	A	0.097	4.6	1.34
19	NORTHRIDGE 11.07.94 12:31	6.69	LA-UNIV. HOSPITAL GR, 095 (CDMG STATION 24605)	34.6	A	0.214	10.8	2.37
20	NORTHRIDGE, 11.07.94 12:31	6.69	VASQUEZ ROCKS PARK, 090 (CDMG STATION 24047)	24.2	A	0.139	11.2	2.89

Çizelge 7.4: Mod Birleştirme Yöntemi ve Zaman Tanım Alanında Hesap yöntemi ile perde tabanları iç tesir kuvvetleri karşılaştırma tablosu.

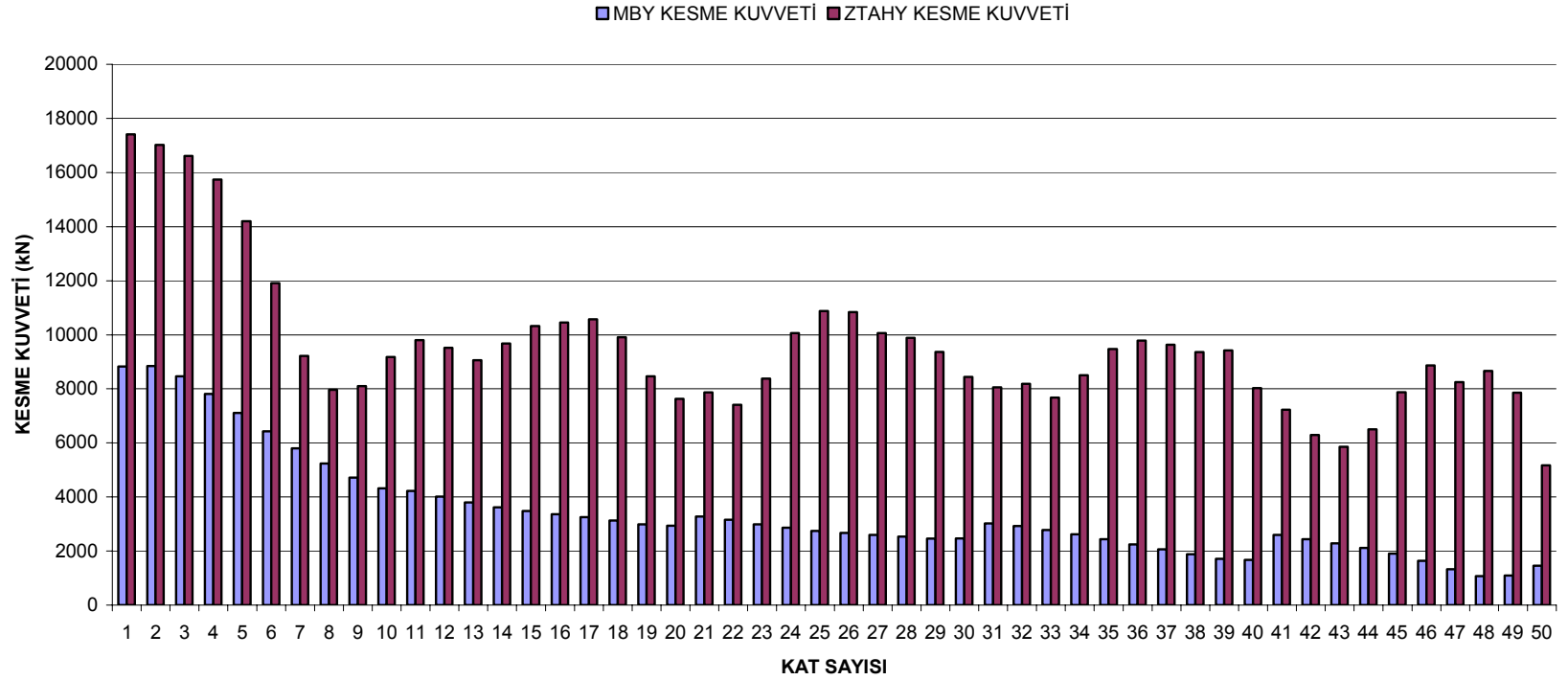
MBY VE ZTA İÇ TESİR KUVVETLERİ						
Perde	50 Kat Yapı Sistemi			Perde Sistemi		
	P	Vd	Md	P	Ve	M3
	KN	KN	KN-m	KN	KN	KN-m
P1	-59693.1	8823.5	186358.7	-55859.1	-17412.8	-231685.0
P2	-58812.8	8848.3	161483.8	-54475.0	17021.8	161334.8
P3	-57924.0	8459.4	137668.5	-53631.0	16612.6	129855.6
P4	-57027.3	7815.9	116074.4	-52781.0	15741.2	113845.6
P5	-56123.2	7106.6	97423.5	-51925.0	14201.1	121655.3
P6	-55212.4	6428.1	81889.1	-51064.0	11910.6	124365.2
P7	-54295.6	5805.6	69357.6	-50198.0	9218.9	120840.0
P8	-53373.3	5234.9	59624.3	-49328.0	-7959.0	-157826.9
P9	-52446.2	4720.4	52454.7	-48454.0	-8095.6	-160794.1
P10	-51514.8	4317.3	47534.1	-47577.0	-9172.5	-158721.6
P11	-50579.8	4227.1	44306.4	-46697.0	-9807.1	-156204.1
P12	-49627.5	4013.9	41657.4	-45802.0	-9516.6	-151156.6
P13	-48658.4	3797.6	39576.1	-44892.0	-9061.6	-140903.0
P14	-47673.6	3617.2	37948.9	-43970.0	-9675.8	-127386.0
P15	-46673.9	3477.2	36654.5	-43034.0	10327.4	108638.8
P16	-45660.4	3362.9	35616.0	-42086.0	10457.1	113184.3
P17	-44633.8	3252.0	34819.3	-41127.0	10570.0	116667.2
P18	-43595.1	3125.6	34294.7	-40158.0	9905.0	120065.5
P19	-42545.1	2991.5	34088.8	-39179.0	8464.1	121797.6
P20	-41484.6	2936.4	34231.7	-38191.0	-7632.0	-174791.4
P21	-40415.8	3279.3	34661.8	-37197.0	-7866.3	-175275.7
P22	-39323.6	3157.4	35066.3	-36181.0	-7406.4	-170226.2
P23	-38205.5	2994.4	35511.9	-35143.0	-8377.8	-160277.2
P24	-37063.8	2858.2	35933.7	-34084.0	-10060.2	-147680.6
P25	-35899.6	2751.1	36240.7	-33005.0	-10874.0	-137021.5
P26	-34714.4	2667.6	36360.3	-31908.0	-10836.3	-129783.4
P27	-33509.3	2599.7	36259.6	-30794.0	-10056.7	-125176.5
P28	-32285.8	2532.2	35951.5	-29663.0	9886.7	126607.1
P29	-31045.1	2459.6	35490.6	-28517.0	9367.5	127733.7
P30	-29787.2	2467.1	34968.3	-27357.0	8435.7	125260.3
P31	-28520.8	3018.2	34516.5	-26189.0	-8060.7	-128290.4
P32	-27238.1	2928.6	34409.1	-25006.0	-8188.1	-126119.8
P33	-25927.2	2775.9	34542.0	-23797.0	-7672.9	-120490.0
P34	-24592.2	2613.7	34854.9	-22569.0	-8509.4	-117967.2
P35	-23234.6	2437.5	35236.0	-21320.0	-9470.7	-116357.2
P36	-21856.1	2250.5	35531.3	-20053.0	-9785.0	-113027.0

MBY VE ZTA İÇ TESİR KUVVETLERİ (DEVAM)						
Perde	P	Vd	Md	P	Ve	M3
	KN	KN	KN-m	KN	KN	KN-m
P37	-20458.4	2062.4	35573.6	-18784.2	-9637.2	-110663.5
P38	-19043.1	1880.2	35208.5	-17469.0	-9358.4	-103201.7
P39	-17612.5	1711.4	34307.2	-16155.0	-9422.5	-105356.5
P40	-16164.0	1669.0	32778.7	-14826.0	-8027.2	-111431.1
P41	-14729.2	-2599.7	-30839.6	-13791.5	-7229.3	-113099.4
P42	-13303.2	2435.0	29020.4	-13335.7	-6295.1	-109930.4
P43	-11860.8	-2289.2	-27084.8	-10763.7	5855.7	123687.5
P44	-10398.2	-2121.8	-25014.3	-9472.1	6500.1	121007.6
P45	-8918.3	1908.9	22869.9	-8174.0	7876.6	113286.3
P46	-7429.1	1641.4	20635.9	-6809.0	8870.5	102885.5
P47	-5930.0	1334.4	18189.5	-5434.0	8253.7	86051.3
P48	-4423.2	1072.7	15274.0	-4052.0	8662.5	63497.1
P49	-2912.3	1100.4	11502.0	-2667.0	7854.6	38901.2
P50	-1388.9	1458.2	-6370.1	-1271.0	5168.8	15506.4

Çizelge 7.4 incelendiğinde Mod Birleştirme Yöntemi ile çözülen perde sisteminin 1. kat tabanında meydana gelen kesme kuvveti 8823kN'dur.

17 Ağustos 1999 Kocaeli depreminin Ambarlı istasyon verileri ölçeklenip sisteme etkitildiğinde birinci kat perdesinin taban kesme kuvvetinin 17412.8kN olduğu görülür. Görüldüğü gibi deprem yükleri altında perdede meydana gelen kesme kuvveti tasarım kesme kuvvetinden oldukça büyüktür.

ZTAHY ve MBY PERDE KESME KUVVETLERİ



Şekil 7.2 : ZTAHY ve MBY kesme kuvvetleri karşılaştırılması.

Çizelge 7.5 : β_v hesap tablosu.

β_v Hesap Tablosu								
Perde	P	Vd	Md	P	Ve	M3	Mp	$\beta=Ve/(Mp/Md*Vd)$
	KN	KN	KN-m	KN	KN	KN-m	kN-m	
P1	-59693.1	8823.5	186358.7	-55859.1	-17412.8	-231685.0	206095.6	1.78
P2	-58812.8	8848.3	161483.8	-54475.0	17021.8	161334.8	185357.7	1.68
P3	-57924.0	8459.4	137668.5	-53631.0	16612.6	129855.6	182161.5	1.48
P4	-57027.3	7815.9	116074.4	-52781.0	15741.2	113845.6	180624.6	1.29
P5	-56123.2	7106.6	97423.5	-51925.0	14201.1	121655.3	179882.1	1.08
P6	-55212.4	6428.1	81889.1	-51064.0	11910.6	124365.2	179211.1	0.85
P7	-54295.6	5805.6	69357.6	-50198.0	9218.9	120840.0	176474.3	0.62
P8	-53373.3	5234.9	59624.3	-49328.0	-7959.0	-157826.9	174794.9	0.52
P9	-52446.2	4720.4	52454.7	-48454.0	-8095.6	-160794.1	171167.7	0.53
P10	-51514.8	4317.3	47534.1	-47577.0	-9172.5	-158721.6	173232.6	0.58
P11	-50579.8	4227.1	44306.4	-46697.0	-9807.1	-156204.1	169576.0	0.61
P12	-49627.5	4013.9	41657.4	-45802.0	-9516.6	-151156.6	168684.1	0.59
P13	-48658.4	3797.6	39576.1	-44892.0	-9061.6	-140903.0	167410.9	0.56
P14	-47673.6	3617.2	37948.9	-43970.0	-9675.8	-127386.0	165462.1	0.61
P15	-46673.9	3477.2	36654.5	-43034.0	10327.4	108638.8	163907.0	0.66
P16	-45660.4	3362.9	35616.0	-42086.0	10457.1	113184.3	161831.7	0.68
P17	-44633.8	3252.0	34819.3	-41127.0	10570.0	116667.2	158076.9	0.72
P18	-43595.1	3125.6	34294.7	-40158.0	9905.0	120065.5	154751.6	0.70
P19	-42545.1	2991.5	34088.8	-39179.0	8464.1	121797.6	153697.1	0.63
P20	-41484.6	2936.4	34231.7	-38191.0	-7632.0	-174791.4	152562.4	0.58
P21	-40415.8	3279.3	34661.8	-37197.0	-7866.3	-175275.7	140589.6	0.59
P22	-39323.6	3157.4	35066.3	-36181.0	-7406.4	-170226.2	139413.0	0.59
P23	-38205.5	2994.4	35511.9	-35143.0	-8377.8	-160277.2	137282.3	0.72
P24	-37063.8	2858.2	35933.7	-34084.0	-10060.2	-147680.6	134227.5	0.94
P25	-35899.6	2751.1	36240.7	-33005.0	-10874.0	-137021.5	131952.4	1.09
P26	-34714.4	2667.6	36360.3	-31908.0	-10836.3	-129783.4	128891.7	1.15
P27	-33509.3	2599.7	36259.6	-30794.0	-10056.7	-125176.5	125748.7	1.12
P28	-32285.8	2532.2	35951.5	-29663.0	9886.7	126607.1	122776.8	1.14
P29	-31045.1	2459.6	35490.6	-28517.0	9367.5	127733.7	119729.1	1.13
P30	-29787.2	2467.1	34968.3	-27357.0	8435.7	125260.3	115922.7	1.03
P31	-28520.8	3018.2	34516.5	-26189.0	-8060.7	-128290.4	112754.2	0.82
P32	-27238.1	2928.6	34409.1	-25006.0	-8188.1	-126119.8	111241.9	0.86
P33	-25927.2	2775.9	34542.0	-23797.0	-7672.9	-120490.0	107141.1	0.89
P34	-24592.2	2613.7	34854.9	-22569.0	-8509.4	-117967.2	103635.5	1.09

β_v Hesap Tablosu (DEVAM)								
Perde	P	Vd	Md	P	Ve	M3	Mp	$\beta = V_e / (M_p / M_d * V_d)$
	KN	KN	KN-m	KN	KN	KN-m	kN-m	
P35	-23234.6	2437.5	35236.0	-21320.0	-9470.7	-116357.2	99706.4	1.37
P36	-21856.1	2250.5	35531.3	-20053.0	-9785.0	-113027.0	95375.1	1.62
P37	-20458.4	2062.4	35573.6	-18784.2	-9637.2	-110663.5	92340.9	1.80
P38	-19043.1	1880.2	35208.5	-17469.0	-9358.4	-103201.7	89162.6	1.97
P39	-17612.5	1711.4	34307.2	-16155.0	-9422.5	-105356.5	86182.9	2.19
P40	-16164.0	1669.0	32778.7	-14826.0	-8027.2	-111431.1	85826.8	1.84
P41	-14729.2	-2599.7	-30839.6	-13791.5	-7229.3	-113099.4	81311.4	1.05
P42	-13303.2	2435.0	29020.4	-13335.7	-6295.1	-109930.4	79483.0	0.94
P43	-11860.8	-2289.2	-27084.8	-10763.7	5855.7	123687.5	75097.4	0.92
P44	-10398.2	-2121.8	-25014.3	-9472.1	6500.1	121007.6	69894.8	1.10
P45	-8918.3	1908.9	22869.9	-8174.0	7876.6	113286.3	65086.9	1.45
P46	-7429.1	1641.4	20635.9	-6809.0	8870.5	102885.5	59986.5	1.86
P47	-5930.0	1334.4	18189.5	-5434.0	8253.7	86051.3	55910.1	2.01
P48	-4423.2	1072.7	15274.0	-4052.0	8662.5	63497.1	50932.6	2.42
P49	-2912.3	1100.4	11502.0	-2667.0	7854.6	38901.2	45568.2	1.80
P50	-1388.9	1458.2	-6370.1	-1271.0	5168.8	15506.4	40296.8	0.56

DBYBHY (2007)'de perdelerde, gözönün alınan herhangi bir kesitte enine donatı hesabında esas alınacak tasarım kesme kuvveti, V_e bağıntısında yer alan dinamik büyütme katsayısı $1 \leq \beta_v \leq 1.5$ alınır.

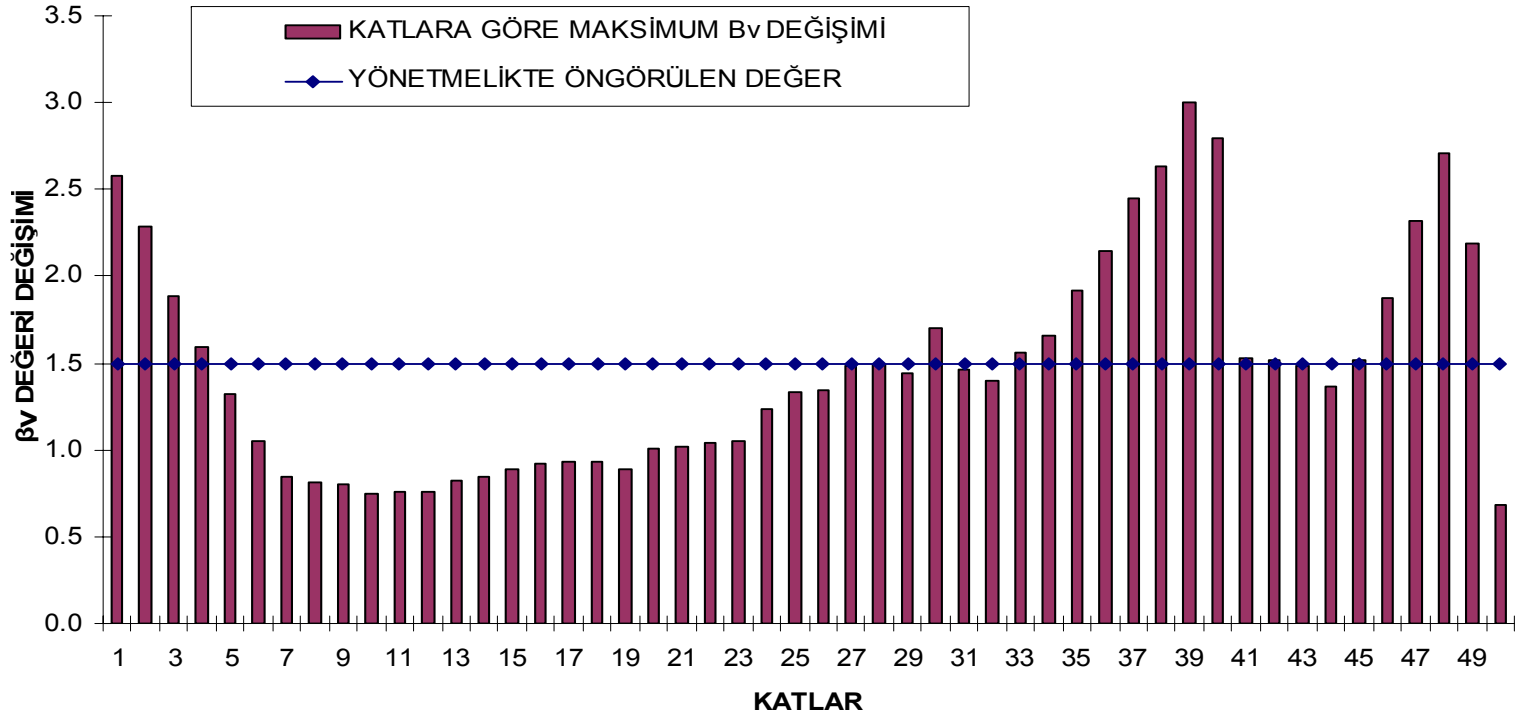
Yeni Zelanda Yönetmeliğinde $1 \leq \beta_v \leq 1.8$ alınır.

İstanbul Yüksek Yapılar deprem Yönetmeliğinde, düşeyde konsol veya konsola yakın çalışan betonarme perdelerin kesme güvenliği için DBYBHY (2007) 3.6.6.3 uygulanacak, Denk.(3.16)'daki kesme kuvveti dinamik büyütme katsayısı $\beta_v=2$ alınacaktır, denmektedir.

Bu tez çalışması kapsamında yaptığımız çözümlerinde her üç yönetmeliğinde üstünde bir β_v katsayısı elde edilmiştir.

Çizelge 7.5 de 17 Ağustos 1999 Kocaeli depremi uygulanana sistem için β_v katsayısı irdelenmiş ve 48. katta 2.42'ye çıktığı görülmüştür.

KATLARA OLUŞAN MAKSİMUM β_v DEĞERLERİ



Şekil 7.3 : Katlara göre en büyük β_v değeri.

Çizelge 7.6 : Maksimum β_v değerleri

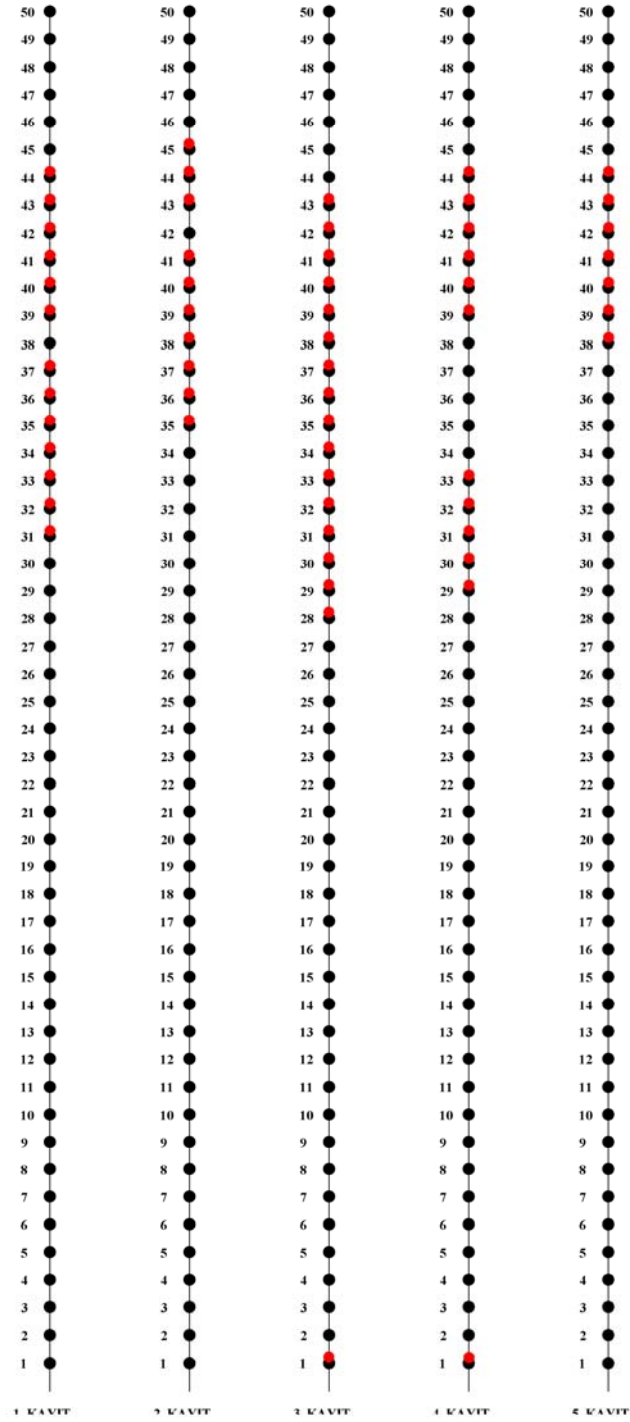
Kat Sayısı	Max. β_v	Kat Sayısı	Max. β_v
1	2.57	26	1.34
2	2.29	27	1.48
3	1.88	28	1.50
4	1.59	29	1.44
5	1.32	30	1.70
6	1.05	31	1.46
7	0.84	32	1.40
8	0.81	33	1.56
9	0.80	34	1.66
10	0.75	35	1.92
11	0.75	36	2.14
12	0.76	37	2.45
13	0.83	38	2.64
14	0.85	39	3.00
15	0.89	40	2.80
16	0.93	41	1.53
17	0.93	42	1.52
18	0.93	43	1.48
19	0.89	44	1.37
20	1.01	45	1.52
21	1.02	46	1.87
22	1.04	47	2.31
23	1.05	48	2.71
24	1.24	49	2.19

20 deprem deprem kaydı için Zaman Tanım Alanında Hesap Yöntemi ile çözümleme yapıldı. Tüm deprem kayıtları için her kattaki perdeye gelen yükler belirlenip, DBYBHY’de verilen eşitlik doğrultusunda β_v değerleri hesaplandı.

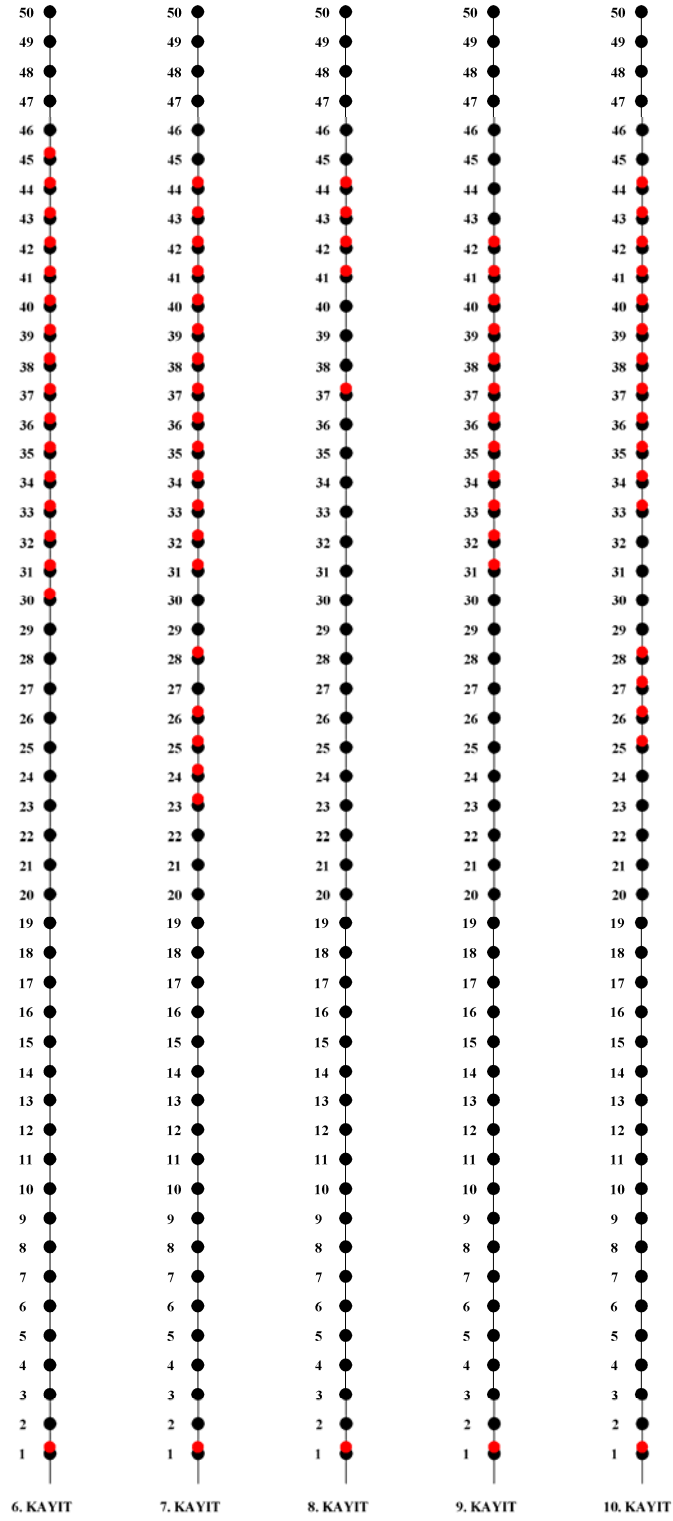
Hesaplama işlemi tamamlandığında her kattaki deprem için 20 adet β_v değeri elde edilmiş oldu. Bu β_v değerlerinin büyük bir çoğunluğu yönetmeliklerde verilen sınırlar içinde kalmasına rağmen, birkaç deprem kaydı için Yönetmelikte verilen değerlerin yapı güvenliği için yeterli olmadığı görüldü. Örneğin Çizelge 7.5’de 39. kattaki perdenin kesme güvenliği için $\beta_v=3.00$ alınmalıdır.

Ayrıca perde sistem üzerinde zaman tanım alanında lineer çözümleme yapıldığında ise kesme kuvveti dinamik büyütme katsayısı β_v ’nin ele alınan deprem kayıtları için en büyük değeri 0.82 olarak hesaplanmıştır.

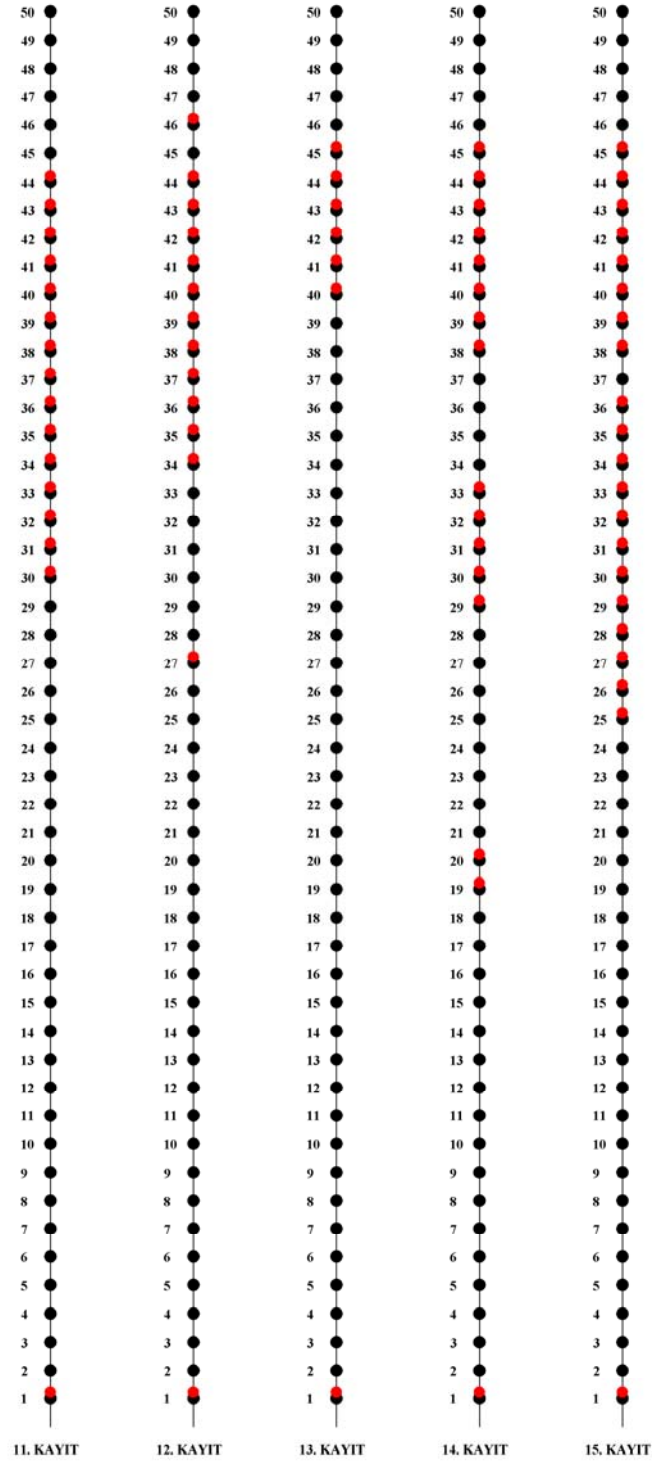
7.4 Plastik Mafsallar



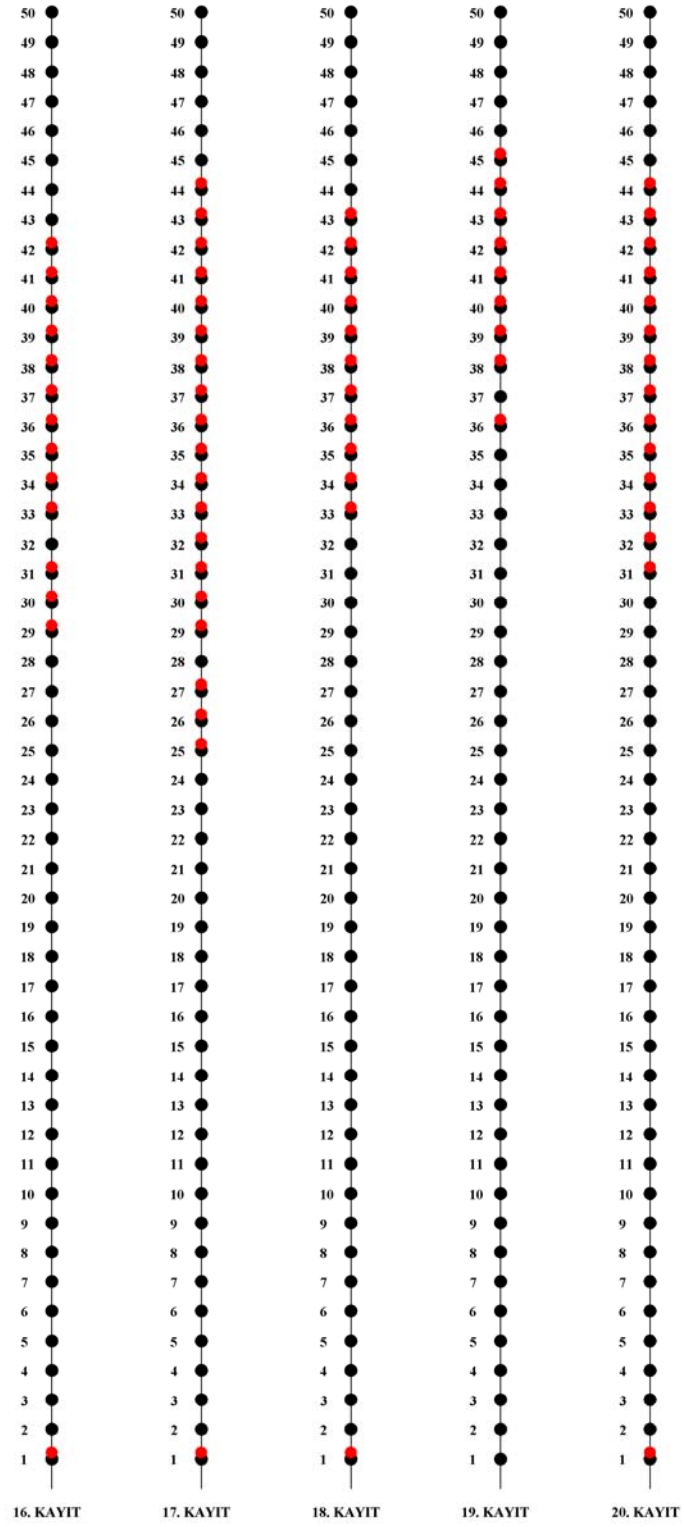
Şekil 7.4 : 1-2-3-4-5 Nolu deprem kayıtları etkisinde oluşan plastik mafsallar



Şekil 7.5 : 6-7-8-9-10 Nolu deprem kayıtları etkisinde oluşan plastik mafsallar



Şekil 7.6 : 11-12-13-14-15 Nolu deprem kayıtları etkisinde oluşan plastik mafsallar



Şekil 7.7 : 16-17-18-19-20 Nolu deprem kayıtları etkisinde oluşan plastik mafsallar

Şekil 7.3-4-5-6’da Deprem etkisinde oluşan plastik mafsallar görünmektedir. Plastik mafsallar genellikle 30-45 katlar arasında oluşmuştur. Sistemde ilk 30 katta birinci katın dışında plastik mafsal oluşmamıştır.

8. SONUÇ

Yüksek yapılar gibi yüksek mod etkilerinin önem kazandığı sistemlerin perde elemanlarında gerçek deprem etkisinde doğrusal olmayan davranış ile oluşan perde kesme kuvvetlerinin, tasarıma esas kesme kuvvetlerinden yüksek olabileceği birçok çalışmada gösterilmiştir.

Yapılan 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 irdelenmiştir. İlk olarak söz konusu örnek yapı kuvvet bazlı yöntemlerden biri olan Mod Birleştirme Yöntemi kullanılarak boyutlandırılmıştır. Daha sonra tasarlanan sistemin perdeler ayrı bir sistem olarak modellenmiş ve ölçeklenmiş 20 farklı deprem kaydı 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 hesaplanmıştır.

Dinamik kesme kuvveti büyütme katsayısının en büyük değeri doğrusal olmayan zaman tanım alanında hesap ile 3.00 olarak elde edilmiştir. 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.

Doğrusal olmayan zaman tanım alanında hesap yöntemiyle elde edilen kesme kuvveti dinamik büyütme katsayısı için bulunan değerler mevcut yönetmeliklerde verilenlerden büyük olarak hesaplanmıştır. Bu sonuç ilgili katsayının irdelenmesi için yeni çalışmaların yapılmasının önemini ve gerekliliğini ortaya koymaktadır. İleriki çalışmalarda daha çok deprem verisi ve daha farklı kat adetli sistemler ile çözümler yapıp, yönetmeliklerde belirtilen sınır değerler irdelenmelidir. Bu çalışmalarda depremlerin ölçeklenmesi, deprem kayıtlarının özellikleri, yapı

sisteminin modellenme şekli, kat adedi ve perdelerin çerçeve ile etkileşimi incelenecek değişkenler olarak seçilebilir.

KAYNAKLAR

- [1] **Alemdar Z.F.**, Yapılarda Deprem Analizi Yapmak için Kullanılan Değişik Hesap Metodları, Boğaziçi Üniversitesi, İstanbul
- [2] **Bayülke N.** 2004, Betonarme Perde Duvar Analitik Deneysel ve Deprem Davranışı, İnşaat Mühendisleri Odası Seminerleri, Ankara
- [3] **Bommer, J. J., Acevedo, A. B., Douglas, J.** 2003, The Selection and Scaling of Real Earthquake Accelerograms for Use in Seismic Design and Assessment, Proceedings of ACI International Conference on Seismic Bridge Design and Retrofit, American Concrete Institute,
- [4] **Celep U., Aydınoğlu M.N.** 2007, Perde Sistemlerde Dinamik Kesme Kuvveti Büyütmesi, Altıncı Ulusal Deprem Mühendisliği Konferansı, İstanbul
- [5] **Celep, Z., Kumbasar, N.**, 2004, Deprem Mühendisliğine Giriş ve Depreme Dayanıklı Yapı Tasarımı, Beta, İstanbul.
- [6] **Celep, Z., Kumbasar, N.**, 2001, Betonarme Yapılar, Rehber, İstanbul
- [7] **Celep, Z.**, 2008, Betonarme Taşıyıcı Sistemlerde Doğrusal Olmayan Davranış ve Çözümleme, Beta, İstanbul.
- [8] **Darılmaz K.**, Yapı Mühendisliğinde SAP 2000 Kullanımı, İMO İzmir Seminerleri, Deprem Yükleri Hesap Yöntemleri
- [9] **Deprem Bölgelerinde Yapılacak Binalar Hakkında Yönetmelik**, 2007, TMMOB İnşaat Mühendisleri Odası İstanbul Şubesi, İstanbul.
- [10] **Döndüren M.S., Karaduman A.** 2010, Deprem Bölgelerindeki Yüksek Katlı Betonarme Yapılarda Taşıyıcı Sistem Seçiminin Kesit Tesirlerine Etkisi
- [11] **Fahjan, Y. M., Özdemir Z.**, 2007, Türkiye Deprem Yönetmeliği (DBYBHY, 2007) Tasarım İvme Spektrumuna Uygun Gerçek Deprem Kayıtlarının Seçilmesi ve Ölçeklenmesi, *İMO Teknik Dergi*.
- [12] **FEMA-178** 1989, "A Handbook for Seismic Evaluation of Existing Buildings" Earthquake Hazards Reduction Series 47,
- [13] **Nikolaou, A. S.** 1998, A GIS Platform for Earthquake Risk Analysis, Ph.D. Dissertation, State University of New York at Buffalo.
- [14] **Özdemir Z., Fahjan, Y. M.**, 2007, Gerçek Deprem Kayıtlarının Tasarım Spektrumlarına Uygun Olarak Zaman ve Frekans Tanım Alanında

Ölçkleme Yöntemlerinin Karşılaştırılması, 6. Ulusal Deprem Mühendisliği Konferansı,

- [15] **Öztürk, T.**, 2005, Betonarme Binalarda Deprem Perdelerinin Yerleşimi ve Tasarımı, *İMO Mesleki Eğitim Kursları*, İstanbul.
- [16] **Paulay & Priestley** 1992 Seismic design of reinforced Concrete and Massonry Buildings.
- [17] **Stewart, J. P., Chiou, S. J., Bray, J. D., Graves, R. W., Somerville, P. G., Abrahamson, N. A.** 2001, Ground Motion Evaluation Procedures for Performance-Based Design, PEER Report 2001/09, Pacific Earthquake Engineering Research Center, University of California, Berkeley,
- [18] **Tekel H.**, 2006 Betonarme Yapılarda %1 Oranında Perde Kullanımının Değerlendirilmesi, TMH- Türkiye Mühendislik aberleri/Sayı: 444-445-2006
- [19] **Tremblay R. Leger P., Tu J.**, Inelastic Seismic Response of Concrete Shearwalls Considering P-delta Effects
- [20] **İstanbul Yüksek Binalar Deprem Yönetmeliği**, 2008 Deprem Mühendisliği Anabilim Dalı Kandilli Rasathanesi ve Deprem Araştırma Enstitüsü, Boğaziçi Üniversitesilastic
- [21] <http://peer.berkeley.edu/smcat/>, 2010 **Pacific Earthquake Engineering Research (PEER) Center**, PEER Strong Motion Database,.
- [22] <http://www.deprem.gov.tr>, **Deprem Dairesi Başkanlığı**

EKLER

- EK A.1** : Etkin Yer İvmesi Katsayısı Tablosu
- EK A.2** : Bina Önem Katsayısı Tablosu
- EK A.3** : Spektrum Karakteristik Periyotları Tablosu
- EK A.4** : Taşıyıcı sistem Davranış Katsayısı Tablosu
- EK A.5** : Eşdeğer Deprem Yüğü Yönteminin Uygulanabileceğı Binalar
- EK A.6** : Hareketli Yüğü Katılım Katsayısı Tablosu
- EK B.1** : Kat Planı
- EK C.1** : DBYBHY (2007) Perde Detayı
- EK C.2** : Perde Detayı (Hcr İçinde)
- EK C.3** : Perde Detayı (Hcr Dışında)
- EK D.1** : Veri Bankasından Alınan İvme Kaydı Örneğı
- EK D.2** : Ölçeklendirme Katsayısı Hesap Tablosu
- EK D.3** : Kesme Kuvveti Dinamik Büyütme Katsayısı Tablosu
- EK E.1** : Çalışmada Kullanılan Deprem Kayılları Özellikleri

EK A.1

Çizelge A.1: Etkin yer ivmesi katsayısı

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

EK A.2

Çizelge A.2: Bina önem katsayısı

<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

EK A.3

Çizelge A.3: Spektrum karakteristik periyotları

<i>Tablo 6.2'ye göre Yerel Zemin Sınıfı</i>	<i>T_A (saniye)</i>	<i>T_B (saniye)</i>
Z1	0.10	0.30
Z2	0.15	0.40
Z3	0.15	0.60
Z4	0.20	0.90

Çizelge A.4: Taşıyıcı sistem davranış katsayısı

<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

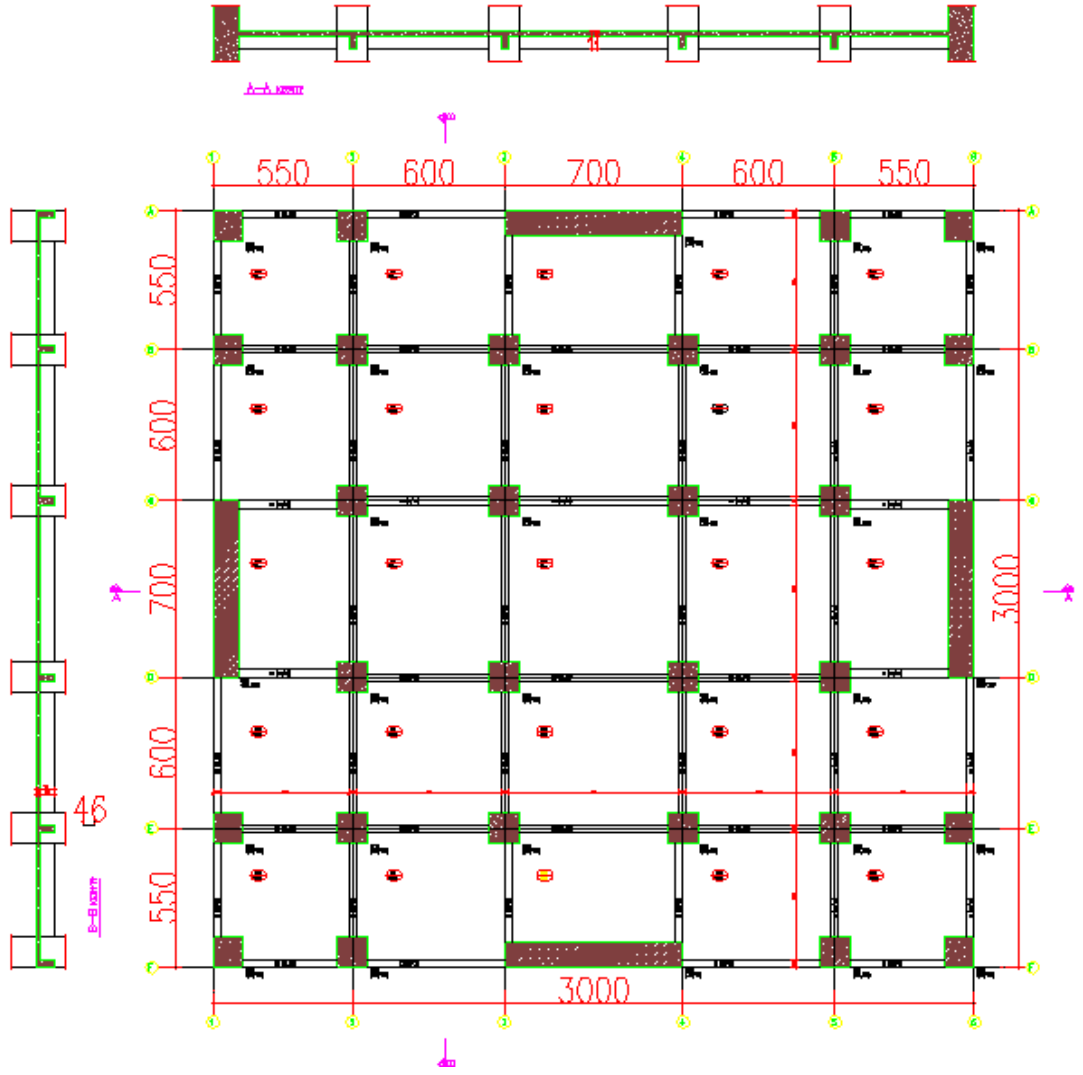
EK A.5**Çizelge A.5:** Eşdeğer deprem yükü yönteminin uygulanabileceği binalar

<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

EK A.6**Çizelge A.6:** hareketli yük katılım katsayısı

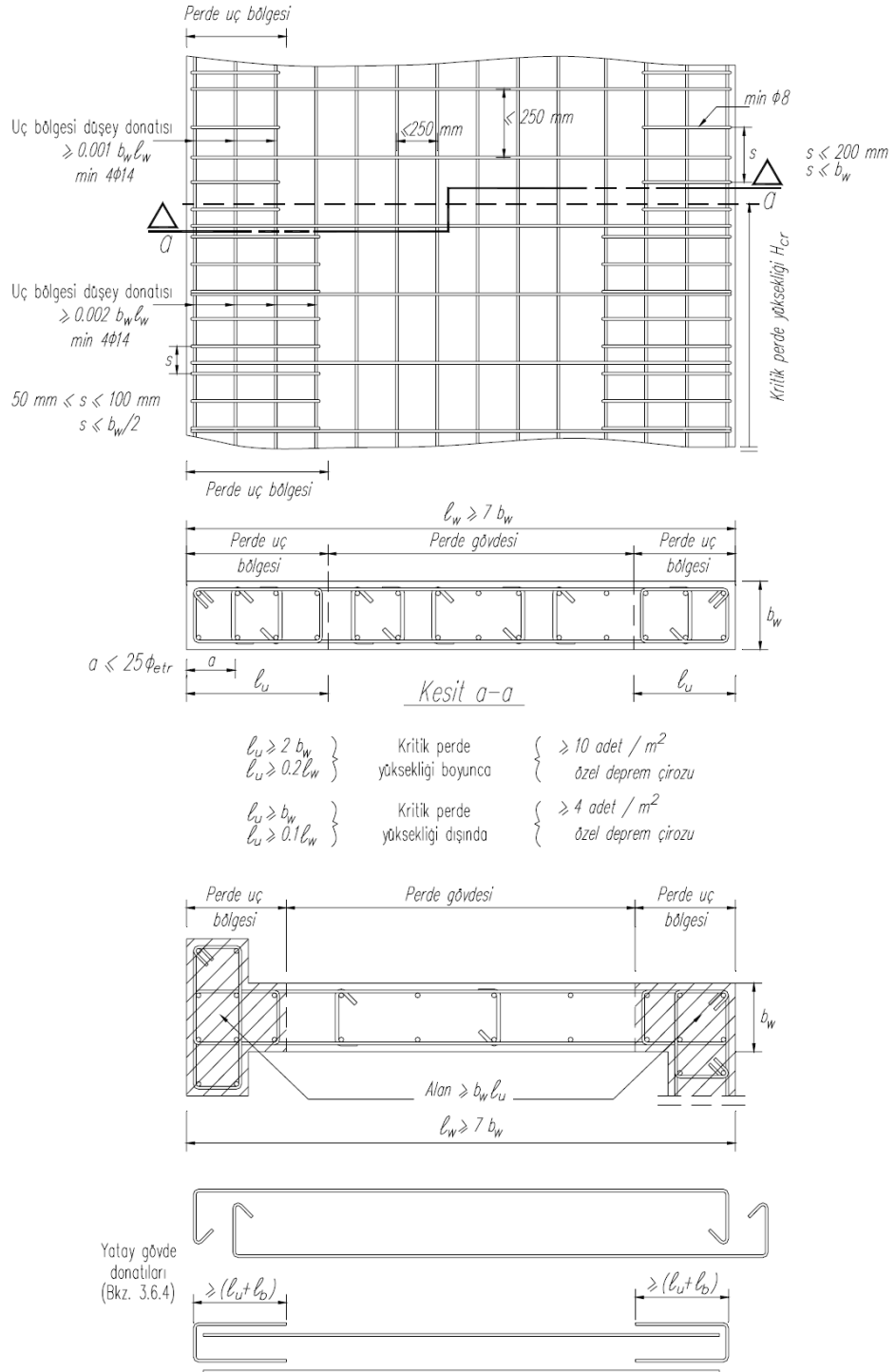
<i>Binanın Kullanım Amacı</i>	<i>n</i>
Depo, antrepo, vb.	0.80
Okul, öğrenci yurdu, spor tesisi, sinema, tiyatro, konser salonu, garaj, lokanta, mağaza, vb.	0.60
Konut, işyeri, otel, hastane, vb.	0.30

EK B.1



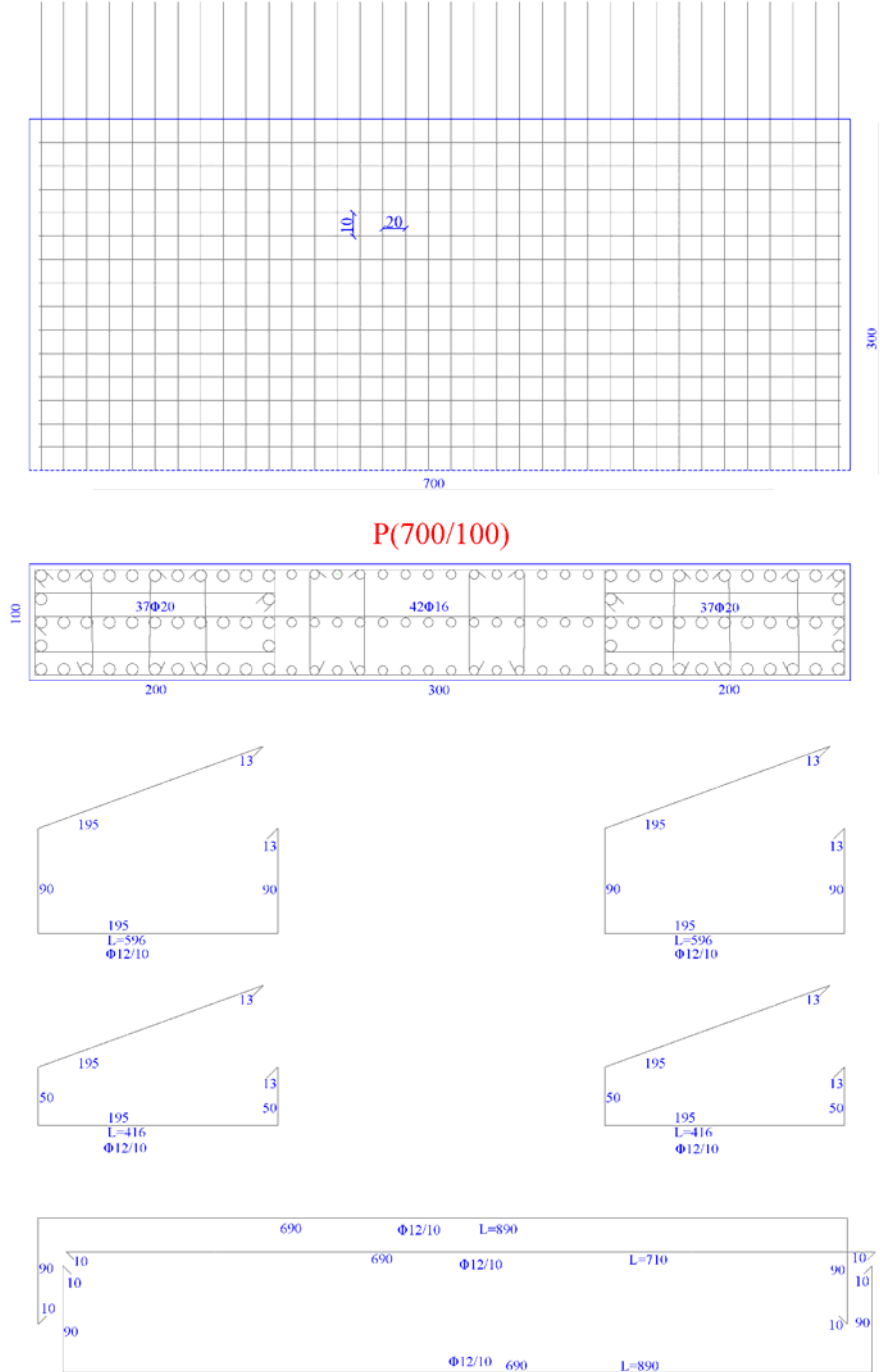
Şekil B.1: Kat Planı

EK C.1



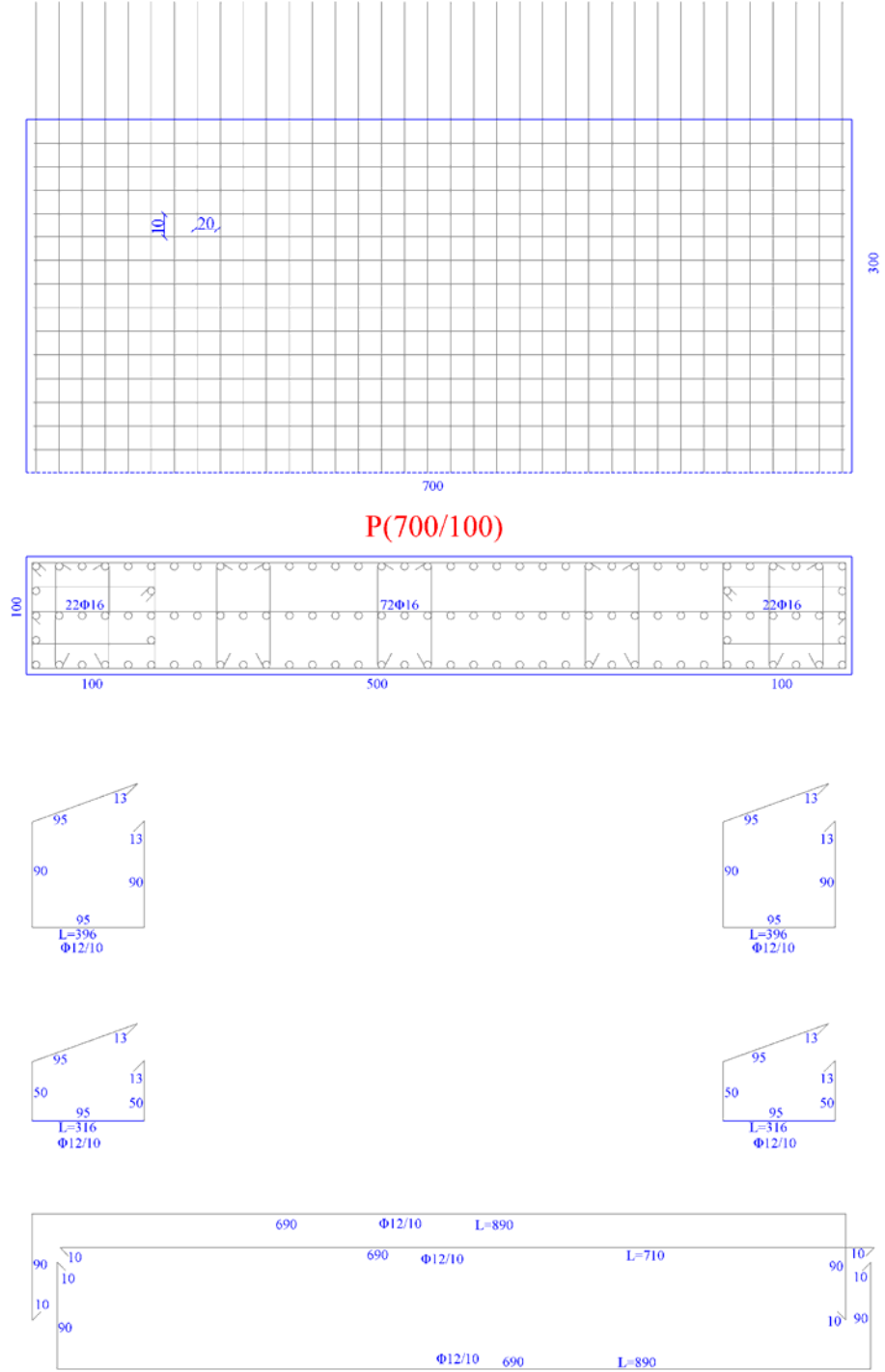
Şekil C.1: Perde Detayı DBYBHY (2007)

EK C.2



Şekil C.2: Perde Detayı (H_{cr} içinde)

EK C.3



Şekil C.3: Perde Detayı (H_{cr} dışında)

EK D.1:

Çizelge D.1: Veri bankasından alınan ivme kayıt örneği.

Kocaeli, Turkey 1999/08/17
Magnitude: M (7.4) MI () Ms (7.8) Station: Ambarli
Data Source: KOERI
Distance (km):
Closest to fault rupture (78.9)
Hypocentral ()
Closest to surface projection of rupture (78.9) Site conditions:
Geomatrix or CWB (E)
USGS (D)

PEER STRONG MOTION DATABASE RECORD. PROCESSING BY PACIFIC EN
KOCAELI 08/17/99, AMBARLI, UP (KOERI)
ACCELERATION TIME HISTORY IN UNITS OF G. FILTER POINTS: HP=0.03 Hz
NPTS= 30081, DT= .00500 SEC

.3471583E-05	.3457052E-05	.3447334E-05	.3444499E-05	.3450683E-05
.3449147E-05	.3446875E-05	.3442302E-05	.3444819E-05	.3440720E-05
.3438459E-05	.3436850E-05	.3443011E-05	.3433026E-05	.3423297E-05
.3417984E-05	.3424705E-05	.3420134E-05	.3410848E-05	.3403745E-05
.3400046E-05	.3383862E-05	.3388312E-05	.3409877E-05	.3427423E-05
.3414878E-05	.3383821E-05	.3340774E-05	.3351918E-05	.3388033E-05
.3396441E-05	.3390879E-05	.3409183E-05	.3403039E-05	.3372739E-05
.3360541E-05	.3361237E-05	.3377649E-05	.3404915E-05	.3406658E-05
.3418005E-05	.3454062E-05	.3445487E-05	.3414852E-05	.3449853E-05
.3449720E-05	.3381396E-05	.3324818E-05	.3408473E-05	.3462151E-05
.3416658E-05	.3374395E-05	.3408296E-05	.3519731E-05	.3574355E-05
.3498593E-05	.3477546E-05	.3423030E-05	.3283996E-05	.3313300E-05
.3512685E-05	.3491406E-05	.3236131E-05	.3071951E-05	.3138216E-05
.3323340E-05	.3435297E-05	.3373970E-05	.3185634E-05	.3051430E-05
.3059837E-05	.3039545E-05	.2899580E-05	.2910604E-05	.3044738E-05
.3134868E-05	.3245311E-05	.3119314E-05	.2807985E-05	.2847036E-05
.3273867E-05	.3456472E-05	.3235495E-05	.3191019E-05	.3399162E-05
.3422236E-05	.3113729E-05	.2924780E-05	.3269517E-05	.3764297E-05
.3654124E-05	.3050264E-05	.2813584E-05	.3111222E-05	.3151568E-05
.2955110E-05	.3156123E-05	.3476083E-05	.3541123E-05	.3342482E-05
.3153241E-05	.3514413E-05	.3736671E-05	.3631308E-05	.3736569E-05
.3721485E-05	.3374414E-05	.3085740E-05	.3516803E-05	.3803517E-05
.3563790E-05	.3357290E-05	.3418197E-05	.3375872E-05	.3038520E-05
.2980450E-05	.2866151E-05	.2857732E-05	.3580458E-05	.3946313E-05
.3474911E-05	.2844600E-05	.3143109E-05	.4194127E-05	.4333962E-05
.2567845E-05	.1344923E-05	.2315381E-05	.3098293E-05	.2834749E-05
.2807935E-05	.2927862E-05	.3061644E-05	.2777027E-05	.2341304E-05
.2241556E-05	.2341751E-05	.2377335E-05	.2312802E-05	.2469108E-05
.2962787E-05	.3016939E-05	.2975514E-05	.2650268E-05	.2405757E-05
.3198623E-05	.4654356E-05	.4933714E-05	.3238492E-05	.1780932E-05
.1806737E-05	.2238045E-05	.2248221E-05	.2272279E-05	.3075679E-05
.3582511E-05	.2775946E-05	.1849531E-05	.2022484E-05	.3169367E-05
.3699773E-05	.2709504E-05	.1747058E-05	.1718947E-05	.2254053E-05
.3200905E-05	.3864810E-05	.3853797E-05	.3677446E-05	.3661863E-05
.3735280E-05	.3751421E-05	.3475650E-05	.2668967E-05	.3174168E-05
.4777166E-05	.4888127E-05	.3478528E-05	.2618119E-05	.3643201E-05
.3395573E-05	.1720170E-05	.1434765E-05	.2671228E-05	.3010828E-05
.3108924E-05	.3676698E-05	.3991501E-05	.3576904E-05	.2226734E-05
.9350062E-06	-.4251759E-07	.1171651E-05	.4077219E-05	.3822925E-05
.1404821E-05	.1016765E-05	.2637049E-05	.2718147E-05	.1713790E-05
.3009857E-05	.5148247E-05	.3735794E-05	.9685013E-06	.8651391E-06
.2707776E-05	.2675195E-05	.1572581E-05	.2608227E-05	.3815119E-05

.2567453E-05 .7687339E-06 .1083477E-05 .2301894E-05 .9887145E-06
 -.6656491E-06 -.5910709E-06 .1677558E-05 .2542275E-05 .1278528E-05
 .9840340E-06 .2522525E-05 .2443313E-05 .1893111E-05 .3934845E-05
 .3610745E-05 .1544648E-05 .1793762E-05 .2627702E-05 .2862757E-05
 .2844057E-05 .4760295E-05 .5741471E-05 .4597733E-05 .3840436E-05
 .3576302E-05 .2001157E-05 .3357907E-06 .6836236E-06 .3099749E-05
 .4320027E-05 .2129423E-05 .5554714E-06 .1963848E-05 .2851323E-05
 .2202727E-05 .3933534E-07 .1261126E-05 .3885954E-05 .2672919E-05
 -.4909463E-06 -.2560158E-05 -.8048946E-06 .2272265E-05 -.2094067E-06
 -.2598121E-05 .2197212E-05 .4440838E-05 .5425662E-06 -.2682535E-05
 .8173296E-06 .4780467E-05 .2863351E-05 -.4910290E-06 -.1540537E-06
 .2665595E-05 .2386034E-05 .6679881E-06 .2419118E-05 .5035679E-05
 .5456182E-05 .3941862E-05 .1951462E-05 .1364623E-05 -.9827651E-06
 -.1996033E-05 -.1936302E-05 -.4890564E-05 -.3499565E-05 .2255495E-05
 .3839336E-05 .3370716E-05 .4327253E-05 .5213531E-05 .5173960E-05
 .4071052E-05 .2028205E-05 .2637998E-05 .5632442E-05 .9149592E-05
 .1018441E-04 .6306400E-05 .1292051E-05 .1919306E-05 .4326202E-05
 .2967062E-05 .1812464E-05 .8156087E-06 .1784768E-06 .2712731E-05
 .5446463E-05 .5752177E-05 .4124060E-05 .8853363E-06 -.1436035E-05
 -.1318855E-05 -.1574960E-05 -.3882944E-05 -.3610115E-05 -.9439639E-06
 -.1819690E-05 -.8177529E-05 -.1074023E-04 -.7045783E-05 -.2046784E-05
 .8906147E-06 .2696457E-05 .1465315E-05 -.1106408E-05 -.1701108E-05
 -.1094693E-05 .7674311E-07 .3324447E-05 .6084312E-05 .6163307E-05
 .5454345E-05 .4366568E-05 .1978082E-05 .2692413E-05 .5557402E-05
 .5524811E-05 .1606333E-06 -.7031556E-05 -.8919807E-05 -.4232220E-05
 .7032719E-06 .4226646E-05 .6103909E-05 .5187086E-05 .8016390E-06
 -.1396276E-05 .2572445E-05 .6805575E-05 .5829060E-05 .1545535E-05
 .3169127E-05 .9948518E-05 .9175471E-05 .1927750E-05 .1294881E-06
 .4936409E-06 -.1652644E-06 .2718872E-05 .5311739E-05 .1609620E-05
 -.1773811E-05 .1072374E-05 .1561673E-05 -.1512094E-05 -.4349829E-05
 -.5604897E-05 -.9573019E-06 .1530789E-05 -.1211718E-05 -.3168655E-05
 -.2673477E-05 -.7774456E-06 .3621428E-05 .5839610E-05 .1377793E-05
 -.3365063E-05 -.2360351E-05 .2612580E-05 .6317368E-06 -.7053768E-05
 -.7579030E-05 -.1364980E-05 .5039845E-05 .7628054E-05 .5599171E-05
 .1364916E-05 .2440714E-05 .6622589E-05 .7784418E-05 .5452506E-05
 -.1126674E-06 -.3587429E-05 -.4961185E-05 -.6125975E-05 -.2905982E-05
 -.2620063E-05 .5119200E-06 .6541742E-05 .8493302E-05 .5705988E-05
 -.2499630E-06 -.5353328E-05 -.9125759E-05 -.5565375E-05 .2404950E-05
 .3838730E-05 .2207562E-05 .9500058E-06 .2067861E-05 .1885029E-05
 .3632847E-05 .5618807E-05 .1061324E-05 -.2816642E-05 .2178915E-05
 .8300559E-05 .8658306E-05 .6810795E-05 .6455032E-05 .7226343E-05
 .5905497E-05 .1331086E-07 -.4842604E-05 -.3347626E-05 .3847657E-05
 .7317620E-05 .7894585E-06 -.2265977E-05 .6379142E-05 .7638176E-05
 .4267487E-05 .3935559E-05 .3927497E-06 -.2905907E-05 .2292096E-05
 .6878104E-05 .2918586E-05 .2104378E-05 .6787534E-05 .7369379E-05
 .8119723E-07 -.6006160E-05 -.4140255E-05 .3991007E-05 .9189300E-05
 .8590343E-05 .6965301E-05 .7149121E-05 .6077518E-05 -.2955228E-06
 -.7433063E-05 -.1409109E-04 -.1771860E-04 -.1778681E-04 -.1503964E-04
 -.8609210E-05 -.1641870E-05 .1526606E-05 -.6180555E-05 -.1040026E-04
 -.7923993E-05 -.9808642E-05 -.9375927E-05 -.5345629E-05 -.1495660E-05
 .2464439E-05 .2306229E-05 .2070953E-05 .1122981E-05 .3985632E-05
 .6771450E-05 .2490158E-05 .4578181E-05 .1329035E-04 .6901827E-05
 -.4164964E-05 .1880598E-05 .2072777E-04 .3150712E-04 .2017235E-04
 .3853247E-05 -.2648551E-05 .3040897E-05 .9708697E-05 .1005166E-04
 .7987959E-05 .7854660E-05 .6571528E-05 -.6499499E-06 -.9133604E-05
 -.1493714E-04 -.1166075E-04 -.5275491E-05 -.4085729E-05 -.5822650E-05
 -.6562588E-05 -.3893071E-05 .2194864E-05 .4733113E-06 -.5841874E-05
 -.9802443E-05 -.1595605E-04 -.1979287E-04 -.1021771E-04 .3513127E-05

EK D.2:

Çizelge D.2: Ölçeklendirme tablosu hesap tablosu

alfa		0.37003		Ta	0.1	
				Tb	0.3	
t	Sa gerçek	alfa*Sa gerçek	t	Sa hedef	Sa gerçek*Sa hedef	Sa gerçek*2
0	1.4973	0.554043005	0	0.4	0.59892	2.24190729
0.02	1.5255	0.564477796	0.02	0.52	0.79326	2.32715025
0.04	1.9025	0.703978373	0.04	0.64	1.2176	3.61950625
0.06	2.4838	0.91907568	0.06	0.76	1.887688	6.16926244
0.08	2.6281	0.972470729	0.08	0.88	2.312728	6.90690961
0.1	2.7238	1.007882413	0.1	1	2.7238	7.41908644
0.12	3.0242	1.119038841	0.12	1	3.0242	9.14578564
0.14	3.1206	1.154709545	0.14	1	3.1206	9.73814436
0.16	2.7387	1.013395831	0.16	1	2.7387	7.50047769
0.18	2.6917	0.996004513	0.18	1	2.6917	7.24524889
0.2	2.7087	1.00229499	0.2	1	2.7087	7.33705569
0.22	3.0157	1.115893602	0.22	1	3.0157	9.09444649
0.24	3.2046	1.185791902	0.24	1	3.2046	10.26946116
0.26	3.27	1.209991736	0.26	1	3.27	10.6929
0.28	3.1253	1.156448677	0.28	1	3.1253	9.76750009
0.3	2.7588	1.020833395	0.3	1	2.7588	7.61097744
0.32	2.4943	0.922960975	0.32	0.9375	2.33840625	6.22153249
0.34	2.2243	0.8230534	0.34	0.882353	1.962617647	4.94751049
0.36	1.9537	0.722923809	0.36	0.833333	1.628083333	3.81694369
0.38	1.7592	0.650953353	0.38	0.789474	1.388842105	3.09478464
0.4	1.5406	0.57006522	0.4	0.75	1.15545	2.37344836
0.42	1.3496	0.499389862	0.42	0.714286	0.964	1.82142016
0.44	1.3644	0.504866277	0.44	0.681818	0.930272727	1.86158736
0.46	1.5249	0.564255779	0.46	0.652174	0.9945	2.32532001
0.48	1.6236	0.600777548	0.48	0.625	1.01475	2.63607696
0.5	1.5756	0.583016202	0.5	0.6	0.94536	2.48251536
0.52	1.4344	0.530768241	0.52	0.576923	0.827538462	2.05750336
0.54	1.2892	0.477040167	0.54	0.555556	0.716222222	1.66203664
0.56	1.2064	0.446401844	0.56	0.535714	0.646285714	1.45540096
0.58	1.1934	0.44159148	0.58	0.517241	0.617275862	1.42420356
0.6	1.2176	0.450546158	0.6	0.5	0.6088	1.48254976
0.62	1.2424	0.459722854	0.62	0.483871	0.60116129	1.54355776
0.64	1.2491	0.462202042	0.64	0.46875	0.585515625	1.56025081
0.66	1.2333	0.456355599	0.66	0.454545	0.560590909	1.52102889
0.68	1.2001	0.444070668	0.68	0.441176	0.529455882	1.44024001
0.7	1.1581	0.428529489	0.7	0.428571	0.496328571	1.34119561
0.72	1.111	0.411101168	0.72	0.416667	0.462916667	1.234321
0.74	1.0634	0.393487833	0.74	0.405405	0.431108108	1.13081956
0.76	1.0191	0.37709559	0.76	0.394737	0.402276316	1.03856481
0.78	0.9808	0.362923515	0.78	0.384615	0.377230769	0.96196864
0.8	0.949	0.351156623	0.8	0.375	0.355875	0.900601
0.82	0.9249	0.342238947	0.82	0.365854	0.338378049	0.85544001
0.84	0.9044	0.334653372	0.84	0.357143	0.323	0.81793936
0.86	0.8873	0.328325892	0.86	0.348837	0.309523256	0.78730129
0.88	0.8721	0.322701466	0.88	0.340909	0.297306818	0.76055841
0.9	0.8559	0.316707011	0.9	0.333333	0.2853	0.73256481
0.92	0.8382	0.310157515	0.92	0.326087	0.273326087	0.70257924
0.94	0.8186	0.302904965	0.94	0.319149	0.261255319	0.67010596
0.96	0.7975	0.295097373	0.96	0.3125	0.24921875	0.63600625
0.98	0.775	0.286771742	0.98	0.306122	0.237244898	0.600625
1	0.7484	0.276928996	1	0.3	0.22452	0.56010256
1.02	0.7258	0.268566362	1.02	0.294118	0.213470588	0.52678564

1.04	0.7013	0.259500674	1.04	0.288462	0.202298077	0.49182169
1.06	0.6787	0.25113804	1.06	0.283019	0.192084906	0.46063369
1.08	0.657	0.243108431	1.08	0.277778	0.1825	0.431649
1.1	0.636	0.235337842	1.1	0.272727	0.173454545	0.404496
1.12	0.6171	0.228344312	1.12	0.267857	0.165294643	0.38081241
1.14	0.5986	0.221498793	1.14	0.263158	0.157526316	0.35832196
1.16	0.5869	0.217169465	1.16	0.258621	0.151784483	0.34445161
1.18	0.5789	0.21420924	1.18	0.254237	0.147177966	0.33512521
1.2	0.5708	0.211212013	1.2	0.25	0.1427	0.32581264
1.22	0.5626	0.208177783	1.22	0.245902	0.138344262	0.31651876
1.24	0.5544	0.205143553	1.24	0.241935	0.134129032	0.30735936
1.26	0.5461	0.20207232	1.26	0.238095	0.13002381	0.29822521
1.28	0.5377	0.198964085	1.28	0.234375	0.126023438	0.28912129
1.3	0.5292	0.195818846	1.3	0.230769	0.122123077	0.28005264
1.32	0.5205	0.192599602	1.32	0.227273	0.118295455	0.27092025
1.34	0.5117	0.189343355	1.34	0.223881	0.114559701	0.26183689
1.36	0.5027	0.186013103	1.36	0.220588	0.110889706	0.25270729
1.38	0.4936	0.182645847	1.38	0.217391	0.107304348	0.24364096
1.4	0.4842	0.179167584	1.4	0.214286	0.103757143	0.23444964
1.42	0.4748	0.17568932	1.42	0.211268	0.100309859	0.22543504
1.44	0.4651	0.172100048	1.44	0.208333	0.096895833	0.21631801
1.46	0.4555	0.168547779	1.46	0.205479	0.09359589	0.20748025
1.48	0.4463	0.16514352	1.48	0.202703	0.090466216	0.19918369
1.5	0.4371	0.161739262	1.5	0.2	0.08742	0.19105641
1.52	0.4277	0.158260999	1.52	0.197368	0.084414474	0.18292729
1.54	0.4183	0.154782735	1.54	0.194805	0.081487013	0.17497489
1.56	0.4089	0.151304471	1.56	0.192308	0.078634615	0.16719921
1.58	0.3995	0.147826208	1.58	0.189873	0.07585443	0.15960025
1.6	0.3901	0.144347944	1.6	0.1875	0.07314375	0.15217801
1.62	0.3809	0.140943686	1.62	0.185185	0.070537037	0.14508481
1.64	0.3717	0.137539428	1.64	0.182927	0.067993902	0.13816089
1.66	0.3627	0.134209175	1.66	0.180723	0.065548193	0.13155129
1.68	0.3539	0.130952928	1.68	0.178571	0.063196429	0.12524521
1.7	0.3453	0.127770687	1.7	0.176471	0.060935294	0.11923209
1.72	0.3368	0.124625449	1.72	0.174419	0.058744186	0.11343424
1.74	0.3286	0.121591219	1.74	0.172414	0.056655172	0.10797796
1.76	0.3207	0.118667997	1.76	0.170455	0.054664773	0.10284849
1.78	0.3129	0.115781778	1.78	0.168539	0.052735955	0.09790641
1.8	0.3055	0.11304357	1.8	0.166667	0.050916667	0.09333025
1.82	0.2982	0.110342366	1.82	0.164835	0.049153846	0.08892324
1.84	0.2913	0.107789172	1.84	0.163043	0.047494565	0.08485569
1.86	0.2846	0.105309984	1.86	0.16129	0.045903226	0.08099716
1.88	0.2782	0.102941805	1.88	0.159574	0.044393617	0.07739524
1.9	0.272	0.100647631	1.9	0.157895	0.042947368	0.073984
1.92	0.2661	0.098464465	1.92	0.15625	0.041578125	0.07080921
1.94	0.2605	0.096392308	1.94	0.154639	0.040283505	0.06786025
1.96	0.2551	0.094394157	1.96	0.153061	0.039045918	0.06507601
1.98	0.2499	0.092470011	1.98	0.151515	0.037863636	0.06245001
2	0.245	0.090656873	2	0.15	0.03675	0.060025
2.02	0.2403	0.088917741	2.02	0.148515	0.035688119	0.05774409
2.04	0.2359	0.087289618	2.04	0.147059	0.034691176	0.05564881
2.06	0.2316	0.085698497	2.06	0.145631	0.033728155	0.05363856
2.08	0.2275	0.084181382	2.08	0.144231	0.0328125	0.05175625
2.1	0.2236	0.082738273	2.1	0.142857	0.031942857	0.04999696
2.12	0.2199	0.081369169	2.12	0.141509	0.031117925	0.04835601
2.14	0.2164	0.080074071	2.14	0.140187	0.030336449	0.04682896

2.44	0.1949	0.072118468	2.44	0.122951	0.023963115	0.03798601
2.46	0.1946	0.072007459	2.46	0.121951	0.023731707	0.03786916
2.48	0.1943	0.071896451	2.48	0.120968	0.023504032	0.03775249
2.5	0.1939	0.07174844	2.5	0.12	0.023268	0.03759721
2.52	0.1934	0.071563426	2.52	0.119048	0.02302381	0.03740356
2.54	0.1931	0.071452417	2.54	0.11811	0.022807087	0.03728761
2.56	0.1937	0.071674434	2.56	0.117188	0.022699219	0.03751969
2.58	0.1941	0.071822445	2.58	0.116279	0.022569767	0.03767481
2.6	0.1945	0.071970456	2.6	0.115385	0.022442308	0.03783025
2.62	0.1948	0.072081465	2.62	0.114504	0.022305344	0.03794704
2.64	0.195	0.072155471	2.64	0.113636	0.022159091	0.038025
2.66	0.195	0.072155471	2.66	0.112782	0.021992481	0.038025
2.68	0.195	0.072155471	2.68	0.11194	0.021828358	0.038025
2.7	0.1948	0.072081465	2.7	0.111111	0.021644444	0.03794704
2.72	0.1946	0.072007459	2.72	0.110294	0.021463235	0.03786916
2.74	0.1944	0.071933454	2.74	0.109489	0.021284672	0.03779136
2.76	0.194	0.071785442	2.76	0.108696	0.021086957	0.037636
2.78	0.1935	0.071600428	2.78	0.107914	0.020881295	0.03744225
2.8	0.1929	0.071378412	2.8	0.107143	0.020667857	0.03721041
2.82	0.1922	0.071119392	2.82	0.106383	0.020446809	0.03694084
2.84	0.1916	0.070897375	2.84	0.105634	0.020239437	0.03671056
2.86	0.1908	0.070601353	2.86	0.104895	0.020013986	0.03640464
2.88	0.1899	0.070268327	2.88	0.104167	0.01978125	0.03606201
2.9	0.189	0.069935302	2.9	0.103448	0.019551724	0.035721
2.92	0.188	0.069565274	2.92	0.10274	0.019315068	0.035344
2.94	0.187	0.069195246	2.94	0.102041	0.019081633	0.034969
2.96	0.1859	0.068788215	2.96	0.101351	0.018841216	0.03455881
2.98	0.1854	0.068603201	2.98	0.100671	0.01866443	0.03437316
3	0.1859	0.068788215	3	0.1	0.01859	0.03455881
3.02	0.1871	0.069232249	3.02	0.099338	0.018586093	0.03500641
3.04	0.1879	0.069528271	3.04	0.098684	0.018542763	0.03530641
3.06	0.1885	0.069750288	3.06	0.098039	0.018480392	0.03553225
3.08	0.1905	0.070490344	3.08	0.097403	0.018555195	0.03629025
3.1	0.1923	0.071156395	3.1	0.096774	0.018609677	0.03697929
3.12	0.1939	0.07174844	3.12	0.096154	0.018644231	0.03759721
3.14	0.1952	0.072229476	3.14	0.095541	0.018649682	0.03810304
3.16	0.1962	0.072599504	3.16	0.094937	0.018626582	0.03849444
3.18	0.1969	0.072858524	3.18	0.09434	0.018575472	0.03876961
3.2	0.1975	0.073080541	3.2	0.09375	0.018515625	0.03900625
3.22	0.1979	0.073228552	3.22	0.093168	0.018437888	0.03916441
3.24	0.198	0.073265555	3.24	0.092593	0.018333333	0.039204
3.26	0.1991	0.073672586	3.26	0.092025	0.018322086	0.03964081
3.28	0.2001	0.074042614	3.28	0.091463	0.018301829	0.04004001
3.3	0.201	0.074375639	3.3	0.090909	0.018272727	0.040401
3.32	0.2016	0.074597656	3.32	0.090361	0.018216867	0.04064256
3.34	0.202	0.074745667	3.34	0.08982	0.018143713	0.040804
3.36	0.2022	0.074819673	3.36	0.089286	0.018053571	0.04088484
3.38	0.2021	0.07478267	3.38	0.088757	0.01793787	0.04084441
3.4	0.2018	0.074671661	3.4	0.088235	0.017805882	0.04072324
3.42	0.2015	0.074560653	3.42	0.087719	0.017675439	0.04060225
3.44	0.2009	0.074338636	3.44	0.087209	0.017520349	0.04036081
3.46	0.2001	0.074042614	3.46	0.086705	0.017349711	0.04004001
3.48	0.1991	0.073672586	3.48	0.086207	0.017163793	0.03964081
3.5	0.1979	0.073228552	3.5	0.085714	0.016962857	0.03916441
3.52	0.1966	0.072747515	3.52	0.085227	0.016755682	0.03865156
3.54	0.1952	0.072229476	3.54	0.084746	0.016542373	0.03810304
3.56	0.1948	0.072081465	3.56	0.08427	0.01641573	0.03794704
3.58	0.1944	0.071933454	3.58	0.083799	0.016290503	0.03779136
3.6	0.1938	0.071711437	3.6	0.083333	0.01615	0.03755844
3.62	0.193	0.071415414	3.62	0.082873	0.015994475	0.037249
3.64	0.1922	0.071119392	3.64	0.082418	0.015840659	0.03694084
3.66	0.1912	0.070749364	3.66	0.081967	0.015672131	0.03655744
3.68	0.1901	0.070342333	3.68	0.081522	0.015497283	0.03613801

3.7	0.1888	0.069861297	3.7	0.081081	0.015308108	0.03564544
3.72	0.1873	0.069306255	3.72	0.080645	0.015104839	0.03508129
3.74	0.1858	0.068751212	3.74	0.080214	0.014903743	0.03452164
3.76	0.1842	0.068159168	3.76	0.079787	0.014696809	0.03392964
3.78	0.1825	0.06753012	3.78	0.079365	0.014484127	0.03330625
3.8	0.1806	0.066827067	3.8	0.078947	0.014257895	0.03261636
3.82	0.1786	0.06608701	3.82	0.078534	0.014026178	0.03189796
3.84	0.177	0.065494966	3.84	0.078125	0.013828125	0.031329
3.86	0.1755	0.064939923	3.86	0.07772	0.013639896	0.03080025
3.88	0.1739	0.064347879	3.88	0.07732	0.013445876	0.03024121
3.9	0.1723	0.063755834	3.9	0.076923	0.013253846	0.02968729
3.92	0.1715	0.063459811	3.92	0.076531	0.013125	0.02941225
3.94	0.1709	0.063237794	3.94	0.076142	0.01301269	0.02920681
3.96	0.1701	0.062941772	3.96	0.075758	0.012886364	0.02893401
3.98	0.1693	0.06264575	3.98	0.075377	0.012761307	0.02866249
4	0.1684	0.062312724	4	0.075	0.01263	0.02835856
4.02	0.1673	0.061905693	4.02	0.074627	0.012485075	0.02798929
4.04	0.1661	0.06146166	4.04	0.074257	0.012334158	0.02758921
4.06	0.1648	0.060980623	4.06	0.073892	0.01217734	0.02715904
4.08	0.1635	0.060499587	4.08	0.073529	0.012022059	0.02673225
4.1	0.162	0.059944545	4.1	0.073171	0.011853659	0.026244
4.12	0.1604	0.0593525	4.12	0.072816	0.011679612	0.02572816
4.14	0.1587	0.058723452	4.14	0.072464	0.0115	0.02518569
4.16	0.1579	0.05842743	4.16	0.072115	0.011387019	0.02493241
4.18	0.1571	0.058131407	4.18	0.07177	0.01127512	0.02468041
4.2	0.1562	0.057798382	4.2	0.071429	0.011157143	0.02439844
4.22	0.1552	0.057428354	4.22	0.071109	0.011033175	0.02408704
4.24	0.1541	0.057021323	4.24	0.070755	0.010903302	0.02374681
4.26	0.1528	0.056540287	4.26	0.070423	0.010760563	0.02334784
4.28	0.1515	0.05605925	4.28	0.070093	0.010619159	0.02295225
4.3	0.1501	0.055541211	4.3	0.069767	0.010472093	0.02253001
4.32	0.1487	0.055023172	4.32	0.069444	0.010326389	0.02211169
4.34	0.1476	0.054616141	4.34	0.069124	0.010202765	0.02178576
4.36	0.1465	0.05420911	4.36	0.068807	0.010080275	0.02146225
4.38	0.1454	0.053802079	4.38	0.068493	0.009958904	0.02114116
4.4	0.1442	0.053358045	4.4	0.068182	0.009831818	0.02079364
4.42	0.1429	0.052877009	4.42	0.067873	0.009699095	0.02042041
4.44	0.1416	0.052395972	4.44	0.067568	0.009567568	0.02005056
4.46	0.1402	0.051877933	4.46	0.067265	0.009430493	0.01965604
4.48	0.1387	0.051322891	4.48	0.066964	0.009287946	0.01923769
4.5	0.1372	0.050767849	4.5	0.066667	0.009146667	0.01882384
4.52	0.1358	0.05024981	4.52	0.066372	0.009013274	0.01844164
4.54	0.1347	0.049842779	4.54	0.066079	0.008900881	0.01814409
4.56	0.1335	0.049398745	4.56	0.065789	0.008782895	0.01782225
4.58	0.1323	0.048954712	4.58	0.065502	0.008665939	0.01750329
4.6	0.1312	0.048547681	4.6	0.065217	0.008556522	0.01721344
4.62	0.13	0.048103647	4.62	0.064935	0.008441558	0.0169
4.64	0.1291	0.047770622	4.64	0.064655	0.008346983	0.01666681
4.66	0.1284	0.047511602	4.66	0.064378	0.008266094	0.01648656
4.68	0.1277	0.047252582	4.68	0.064103	0.008185897	0.01630729
4.7	0.127	0.046993563	4.7	0.06383	0.008106383	0.016129
4.72	0.1263	0.046734543	4.72	0.063559	0.008027542	0.01595169
4.74	0.1256	0.046475524	4.74	0.063291	0.007949367	0.01577536
4.76	0.1249	0.046216504	4.76	0.063025	0.007871849	0.01560001
4.78	0.1243	0.045994487	4.78	0.062762	0.007801255	0.01545049
4.8	0.1236	0.045735467	4.8	0.0625	0.007725	0.01527696
4.82	0.123	0.045513451	4.82	0.062241	0.007655602	0.015129
4.84	0.1223	0.045254431	4.84	0.061983	0.007580579	0.01495729
4.86	0.1216	0.044995411	4.86	0.061728	0.007506173	0.01478656
4.88	0.1209	0.044736392	4.88	0.061475	0.007432377	0.01461681
4.9	0.1202	0.044477372	4.9	0.061224	0.007359184	0.01444804
4.92	0.1195	0.044218352	4.92	0.060976	0.007286585	0.01428025
4.94	0.1187	0.04392233	4.94	0.060729	0.007208502	0.01408969

4.96	0.118	0.04366331	4.96	0.060484	0.007137097	0.013924
4.98	0.1173	0.043404291	4.98	0.060241	0.007066265	0.01375929
5	0.1167	0.043182274	5	0.06	0.007002	0.01361889
5.02	0.116	0.042923254	5.02	0.059761	0.006932271	0.013456
5.04	0.1153	0.042664235	5.04	0.059524	0.006863095	0.01329409
5.06	0.1146	0.042405215	5.06	0.059289	0.006794466	0.01313316
5.08	0.114	0.042183198	5.08	0.059055	0.006732283	0.012996
5.1	0.1133	0.041924179	5.1	0.058824	0.006664706	0.01283689
5.12	0.1126	0.041665159	5.12	0.058594	0.006597656	0.01267876
5.14	0.1119	0.041406139	5.14	0.058366	0.006531128	0.01252161
5.16	0.1111	0.041110117	5.16	0.05814	0.006459302	0.01234321
5.18	0.1104	0.040851097	5.18	0.057915	0.006393822	0.01218816
5.2	0.1097	0.040592078	5.2	0.057692	0.006328846	0.01203409
5.22	0.1089	0.040296055	5.22	0.057471	0.006258621	0.01185921
5.24	0.1082	0.040037035	5.24	0.057252	0.006194656	0.01170724
5.26	0.1074	0.039741013	5.26	0.057034	0.006125475	0.01153476
5.28	0.1067	0.039481993	5.28	0.056818	0.006060625	0.01138489
5.3	0.1059	0.039185971	5.3	0.056604	0.00599434	0.01121481
5.32	0.1052	0.038926951	5.32	0.056391	0.005932331	0.01106704
5.34	0.1044	0.038630929	5.34	0.05618	0.005865169	0.01089936
5.36	0.1037	0.038371909	5.36	0.05597	0.005804104	0.01075369
5.38	0.1029	0.038075887	5.38	0.055762	0.005737918	0.01058841
5.4	0.1022	0.037816867	5.4	0.055556	0.005677778	0.01044484
5.42	0.1014	0.037520845	5.42	0.055351	0.005612546	0.01028196
5.44	0.1006	0.037224822	5.44	0.055147	0.005547794	0.01012036
5.46	0.0999	0.036965803	5.46	0.054945	0.005489011	0.00998001
5.48	0.0991	0.03666978	5.48	0.054745	0.005425182	0.00982081
5.5	0.0985	0.036447763	5.5	0.054545	0.005372727	0.00970225
5.52	0.0979	0.036225746	5.52	0.054348	0.005320652	0.00958441
5.54	0.0972	0.035966727	5.54	0.054152	0.005263538	0.00944784
5.56	0.0966	0.03574471	5.56	0.053957	0.00521223	0.00933156
5.58	0.096	0.035522693	5.58	0.053763	0.00516129	0.009216
5.6	0.0953	0.035263674	5.6	0.053571	0.005105357	0.00908209
5.62	0.0947	0.035041657	5.62	0.053381	0.00505516	0.00896809
5.64	0.094	0.034782637	5.64	0.053191	0.005	0.008836
5.66	0.0934	0.03456062	5.66	0.053004	0.00495053	0.00872356
5.68	0.0927	0.034301601	5.68	0.052817	0.004896127	0.00859329
5.7	0.092	0.034042581	5.7	0.052632	0.004842105	0.008464
5.72	0.0914	0.033820564	5.72	0.052448	0.004793706	0.00835396
5.74	0.0907	0.033561544	5.74	0.052265	0.004740418	0.00822649
5.76	0.09	0.033302525	5.76	0.052083	0.0046875	0.0081
5.78	0.0894	0.033080508	5.78	0.051903	0.004640138	0.00799236
5.8	0.0887	0.032821488	5.8	0.051724	0.004587931	0.00786769
5.82	0.088	0.032562469	5.82	0.051546	0.004536082	0.007744
5.84	0.0874	0.032340452	5.84	0.05137	0.004489726	0.00763876
5.86	0.0867	0.032081432	5.86	0.051195	0.004438567	0.00751689
5.88	0.086	0.031822413	5.88	0.05102	0.004387755	0.007396
5.9	0.0854	0.031600396	5.9	0.050847	0.004342373	0.00729316
5.92	0.0847	0.031341376	5.92	0.050676	0.00429223	0.00717409
5.94	0.0841	0.031119359	5.94	0.050505	0.004247475	0.00707281
5.96	0.0834	0.03086034	5.96	0.050336	0.004197987	0.00695556
5.98	0.0827	0.03060132	5.98	0.050167	0.004148829	0.00683929
6	0.0821	0.030379303	6	0.05	0.004105	0.00674041
6.02	0.0814	0.030120284	6.02	0.049834	0.004056478	0.00662596
6.04	0.0807	0.029861264	6.04	0.049669	0.004008278	0.00651249
6.06	0.0801	0.029639247	6.06	0.049505	0.003965347	0.00641601
6.08	0.0795	0.02941723	6.08	0.049342	0.003922697	0.00632025
6.1	0.0788	0.029158211	6.1	0.04918	0.00387541	0.00620944
6.12	0.0782	0.028936194	6.12	0.04902	0.003833333	0.00611524
6.14	0.0775	0.028677174	6.14	0.04886	0.003786645	0.00600625
6.16	0.0769	0.028455157	6.16	0.048701	0.00374513	0.00591361
6.18	0.0763	0.028233141	6.18	0.048544	0.003703883	0.00582169
6.2	0.0756	0.027974121	6.2	0.048387	0.003658065	0.00571536

6.22	0.075	0.027752104	6.22	0.048232	0.003617363	0.005625
6.24	0.0744	0.027530087	6.24	0.048077	0.003576923	0.00553536
6.26	0.0738	0.02730807	6.26	0.047923	0.003536741	0.00544644
6.28	0.0732	0.027086054	6.28	0.047771	0.003496815	0.00535824
6.3	0.0725	0.026827034	6.3	0.047619	0.003452381	0.00525625
6.32	0.0719	0.026605017	6.32	0.047468	0.003412975	0.00516961
6.34	0.0713	0.026383	6.34	0.047319	0.003373817	0.00508369
6.36	0.0707	0.026160983	6.36	0.04717	0.003334906	0.00499849
6.38	0.0701	0.025938967	6.38	0.047022	0.003296238	0.00491401
6.4	0.0695	0.02571695	6.4	0.046875	0.003257813	0.00483025
6.42	0.0689	0.025494933	6.42	0.046729	0.003219626	0.00474721
6.44	0.0683	0.025272916	6.44	0.046584	0.003181677	0.00466489
6.46	0.0677	0.025050899	6.46	0.04644	0.003143963	0.00458329
6.48	0.0671	0.024828882	6.48	0.046296	0.003106481	0.00450241
6.5	0.0666	0.024643868	6.5	0.046154	0.003073846	0.00443556
6.52	0.066	0.024421852	6.52	0.046012	0.00303681	0.004356
6.54	0.0654	0.024199835	6.54	0.045872	0.003	0.00427716
6.56	0.0648	0.023977818	6.56	0.045732	0.002963415	0.00419904
6.58	0.0643	0.023792804	6.58	0.045593	0.002931611	0.00413449
6.6	0.0637	0.023570787	6.6	0.045455	0.002895455	0.00405769
6.62	0.0632	0.023385773	6.62	0.045317	0.002864048	0.00399424
6.64	0.0626	0.023163756	6.64	0.045181	0.002828313	0.00391876
6.66	0.062	0.022941739	6.66	0.045045	0.002792793	0.003844
6.68	0.0615	0.022756725	6.68	0.04491	0.002761976	0.00378225
6.7	0.061	0.022571711	6.7	0.044776	0.002731343	0.003721
6.72	0.0604	0.022349694	6.72	0.044643	0.002696429	0.00364816
6.74	0.0599	0.02216468	6.74	0.04451	0.002666172	0.00358801
6.76	0.0594	0.021979666	6.76	0.044379	0.002636095	0.00352836
6.78	0.0588	0.02175765	6.78	0.044248	0.00260177	0.00345744
6.8	0.0583	0.021572636	6.8	0.044118	0.002572059	0.00339889
6.82	0.0578	0.021387622	6.82	0.043988	0.002542522	0.00334084
6.84	0.0574	0.02123961	6.84	0.04386	0.002517544	0.00329476
6.86	0.0569	0.021054596	6.86	0.043732	0.002488338	0.00323761
6.88	0.0564	0.020869582	6.88	0.043605	0.002459302	0.00318096
6.9	0.0559	0.020684568	6.9	0.043478	0.002430435	0.00312481
6.92	0.0555	0.020536557	6.92	0.043353	0.002406069	0.00308025
6.94	0.055	0.020351543	6.94	0.043228	0.002377522	0.00303025
6.96	0.0546	0.020203532	6.96	0.043103	0.002353448	0.00298116
6.98	0.0542	0.020055521	6.98	0.04298	0.002329513	0.00293764
7	0.0537	0.019870506	7	0.042857	0.002301429	0.00288369
					71.28450505	192.64622

EK D.3:

Çizelge D.3: Kesme kuvveti dinamik büyütme katsayısı hesap tablosu

50 Kat Yapı Sistemi				Perde Sistemi								
Frame Text	P KN	Vd KN	Md KN-m	P KN	Ve KN	M3 KN-m	Mp kN-m	1.1Mp kN-m	Mp/Md	Mp/Md*Vd	β	
P1	-59693.1	8823.50	186358.70	-55311.0	-15983.03	-230255.3	187359.65	206095.62	1.01	8870.89	1.64	
P2	-58812.8	8848.29	161483.79	-54475.0	-15056.06	-202939.0	168506.98	185357.68	1.04	9233.12	1.48	
P3	-57924.0	8459.42	137668.52	-53631.0	-13518.84	-176956.0	165601.37	182161.51	1.20	10175.84	1.21	
P4	-57027.3	7815.94	116074.41	-52781.0	-11870.32	-157678.2	164204.22	180624.64	1.41	11056.79	0.98	
P5	-56123.2	7106.64	97423.48	-51925.0	11105.35	137858.1	163529.17	179882.09	1.68	11928.78	0.85	
P6	-55212.4	6428.12	81889.05	-51064.0	11201.66	128483.6	162919.14	179211.05	1.99	12788.81	0.80	
P7	-54295.6	5805.55	69357.61	-50198.0	11212.63	119548.3	160431.22	176474.34	2.31	13428.83	0.76	
P8	-53373.3	5234.87	59624.28	-49328.0	11390.70	111689.4	158904.43	174794.87	2.67	13951.43	0.74	
P9	-52446.2	4720.40	52454.65	-48454.0	11477.85	105906.8	155606.99	171167.69	2.97	14003.10	0.75	
P10	-51514.8	4317.33	47534.10	-47577.0	11265.38	101250.8	157484.19	173232.61	3.31	14303.67	0.72	
P11	-50579.8	4227.14	44306.37	-46697.0	11310.70	98688.6	154160.03	169576.03	3.48	14707.96	0.70	
P12	-49627.5	4013.88	41657.36	-45802.0	10764.99	93022.6	153349.20	168684.12	3.68	14775.90	0.66	
P13	-48658.4	3797.64	39576.12	-44892.0	11108.00	93195.6	152191.72	167410.89	3.85	14603.98	0.69	
P14	-47673.6	3617.17	37948.91	-43970.0	11018.01	105994.6	150420.09	165462.10	3.96	14337.58	0.70	
P15	-46673.9	3477.24	36654.47	-43034.0	11188.65	116275.7	149006.34	163906.97	4.07	14135.53	0.72	
P16	-45660.4	3362.88	35616.04	-42086.0	11133.41	123698.8	147119.77	161831.75	4.13	13891.09	0.73	
P17	-44633.8	3252.01	34819.29	-41127.0	10832.09	127104.5	143706.30	158076.93	4.13	13421.70	0.73	
P18	-43595.1	3125.63	34294.69	-40158.0	10437.79	132291.5	140683.24	154751.56	4.10	12821.90	0.74	
P19	-42545.1	2991.49	34088.78	-39179.0	9959.06	137215.1	139724.68	153697.15	4.10	12261.67	0.74	
P20	-41484.6	2936.41	34231.66	-38191.0	10043.54	140131.2	138693.08	152562.39	4.05	11897.18	0.77	
P21	-40415.8	3279.35	34661.75	-37197.0	10156.34	139641.5	127808.70	140589.57	3.69	12091.98	0.76	
P22	-39323.6	3157.43	35066.29	-36181.0	9738.19	137829.1	126739.10	139413.01	3.61	11411.79	0.78	
P23	-38205.5	2994.39	35511.95	-35143.0	9061.88	132237.8	124802.11	137282.32	3.51	10523.40	0.78	
P24	-37063.8	2858.20	35933.68	-34084.0	8194.88	123516.8	122024.99	134227.49	3.40	9705.97	0.77	
P25	-35899.6	2751.11	36240.66	-33005.0	8319.56	121412.8	119956.74	131952.41	3.31	9106.19	0.83	
P26	-34714.4	2667.61	36360.29	-31908.0	8498.79	119520.3	117174.25	128891.68	3.22	8596.60	0.90	
P27	-33509.3	2599.69	36259.61	-30794.0	8532.66	117983.2	114317.02	125748.72	3.15	8196.15	0.95	
P28	-32285.8	2532.19	35951.48	-29663.0	8048.27	123866.5	111615.26	122776.79	3.10	7861.46	0.93	
P29	-31045.1	2459.64	35490.63	-28517.0	7618.19	128113.1	108844.63	119729.09	3.07	7543.37	0.92	
P30	-29787.2	2467.07	34968.33	-27357.0	-7962.91	-155239.1	105384.24	115922.66	3.01	7435.01	0.97	
P31	-28520.8	3018.18	34516.52	-26610.2	-7684.70	-159147.7	102503.82	112754.20	2.97	8963.09	0.78	
P32	-27238.1	2928.59	34409.08	-25644.7	-7231.80	-159493.3	101129.02	111241.92	2.94	8607.20	0.76	
P33	-25927.2	2775.86	34541.97	-24542.3	-7174.49	-156548.7	97401.02	107141.12	2.82	7827.33	0.83	
P34	-24592.2	2613.74	34854.90	-23058.4	-7793.50	-153061.1	94214.08	103635.49	2.70	7065.05	1.00	
P35	-23234.6	2437.52	35236.03	-21573.8	-8541.38	-149825.2	90642.15	99706.37	2.57	6270.33	1.24	
P36	-21856.1	2250.51	35531.25	-20300.0	-9151.20	-145881.0	86704.64	95375.10	2.44	5491.78	1.51	
P37	-20458.4	2062.43	35573.57	-18862.9	-9363.89	-140343.4	83946.23	92340.85	2.36	4866.91	1.75	
P38	-19043.1	1880.22	35208.50	-17469.0	-9714.77	-137059.1	81056.89	89162.58	2.30	4328.65	2.04	
P39	-17612.5	1711.45	34307.24	-16210.4	-9459.56	-132261.1	78348.13	86182.94	2.28	3908.46	2.20	
P40	-16164.0	1669.04	32778.67	-15169.6	-9373.25	-130741.7	78024.37	85826.81	2.38	3972.88	2.14	
P41	-14729.2	-2599.71	-30839.56	-14077.3	-8747.27	-125838.1	73919.41	81311.35	-2.40	6231.24	1.28	
P42	-13303.2	2434.95	29020.43	-13523.5	-8308.14	-125991.6	72257.30	79483.03	2.49	6062.73	1.25	
P43	-11860.8	-2289.25	-27084.79	-11994.1	-6943.02	-124051.2	68270.32	75097.35	-2.52	5770.31	1.09	
P44	-10398.2	-2121.81	-25014.29	-10039.4	-6633.16	-119045.1	63540.77	69894.85	-2.54	5389.77	1.12	
P45	-8918.3	1908.86	22869.88	-8174.0	-7467.11	-112291.4	59169.91	65086.90	2.59	4938.68	1.37	
P46	-7429.1	1641.45	20635.89	-6809.0	-7336.74	-99630.4	54533.20	59986.52	2.64	4337.75	1.54	
P47	-5930.0	1334.39	18189.48	-5434.0	-7823.15	-80451.4	50827.39	55910.13	2.79	3728.73	1.91	
P48	-4423.2	1072.72	15274.02	-4052.0	-8027.87	-56981.9	46302.38	50932.62	3.03	3251.90	2.24	
P49	-2912.3	1100.35	11502.00	-2667.0	-6822.16	-32898.3	41425.67	45568.24	3.60	3963.03	1.56	
P50	-1388.9	1458.19	-6370.05	-1271.0	-4143.94	-12431.8	36633.43	40296.77	-5.75	-8385.86	0.45	

ÖZGEÇMİŞ

Ad Soyad : Fatma ENSAROĞLU EREN

Doğum Yeri ve Tarihi : SÜRMENE/TRABZON-15.09.1983

Lisans Üniversite : TRAKYA ÜNİVERSİTESİ