

İSTANBUL TEKNİK ÜNİVERSİTESİ★FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**MEVCUT BETONARME BİR BİNA ÜZERİNDE 2007 VE 2017 DEPREM
YÖNETMELİKLERİNİN KARŞILAŞTIRILMASI**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Ozan Hebum SÜMELİ

İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı

Yapı Mühendisliği Programı

ARALIK 2017

İSTANBUL TEKNİK ÜNİVERSİTESİ★FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**MEVCUT BETONARME BİR BİNA ÜZERİNDE 2007 VE 2017 DEPREM
YÖNETMELİKLERİNİN KARŞILAŞTIRILMASI**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

**Ozan Hebun SÜMELİ
(501151038)**

İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı

Yapı Mühendisliği Programı

Tez Danışmanı: Doç. Dr. Beyza Taşkın

ARALIK 2017

İTÜ, Fen Bilimleri Enstitüsü'nün 501151038 numaralı Yüksek Lisans öğrencisi, Ozan Hebun SÜMELİ, ilgili yönetmeliklerin belirlediği gerekli tüm şartları yerine getirdikten sonra hazırladığı “MEVCUT BETONARME BİR BİNA ÜZERİNDE 2007 VE 2017 DEPREM YÖNETMELİKLERİNİN KARŞILAŞTIRILMASI” başlıklı tezini, aşağıda imzaları olan jüri önünde başarı ile sunmuştur.

Tez Danışmanı : **Doç. Dr. Beyza TAŞKIN**
İstanbul Teknik Üniversitesi

Jüri Üyeleri : **Prof. Dr. Kadir GÜLER**
İstanbul Teknik Üniversitesi

Yrd. Doç. Dr. Sema ALACALI
Yıldız Teknik Üniversitesi

Teslim Tarihi : **17 Kasım 2017**
Savunma Tarihi : **15 Aralık 2017**





Aileme,



ÖNSÖZ

Bu yüksek lisans tezinde, yenilenen Türkiye deprem yönetmeliği ile mevcut binaları değerlendirme konusunda yaşanan yenilikler açıklanmaya çalışılmıştır.

Tez çalışmam boyunca, başta tez danışmanım Doç. Dr. Beyza Taşkın olmak üzere gerek moral gerek bilgi anlamında bana yardımcı olan bütün hocalarıma, sevgili arkadaşlarım Ali Naki'ye, Özgür Atış'a ve bana destek olan tüm arkadaşlarıma teşekkür ederim.

Aralık 2017

Ozan Hebun SÜMELİ
İnşaat Mühendisi



İÇİNDEKİLER

Sayfa

ÖNSÖZ.....	vii
İÇİNDEKİLER	ix
KISALTMALAR	xiii
SEMBOLLER	xv
ÇİZELGE LİSTESİ	xvii
ŞEKİL LİSTESİ	xix
ÖZET	xxi
SUMMARY	xxv
1. GİRİŞ	1
2. 2016 TÜRKİYE BİNA DEPREM YÖNETMELİĞİ TASLAĞI İLE MEVCUT BETONARME BİNALARIN DEĞERLENDİRİLMESİNE GETİRİLEN YENİLİKLER	3
2.1 Giriş	3
2.2 2016 Türkiye Bina Deprem Yönetmeliği Taslağı İle Deprem Hesabına Gelen Genel Değişiklikler	4
2.2.1 Deprem yer hareketi düzeyleri	4
2.2.2 Deprem yer hareketi spektrumları	5
2.2.2.1 Harita spektral ivme katsayıları ve tasarım spektral ivme katsayıları ..	5
2.2.2.2 Faya yakınlık katsayısı	5
2.2.2.3 Yerel zemin etki katsayısı	6
2.2.2.4 Yatay elastik tasarım spektrumu	6
2.2.2.5 Düşey elastik tasarım spektrumu	8
2.2.3 Bina kullanım sınıfları ve bina önem katsayıları	9
2.2.4 Deprem tasarım sınıfları	9
2.2.5 Bina yüksekliği ve bina yükseklik sınıfları	10
2.2.6 Bina performans hedefleri ve uygulanacak tasarım yaklaşımları	10
2.2.7 Betonarme taşıyıcı sistem elemanlarının etkin kesit rijitlikleri	11
2.3 Betonarme Binalardan Bilgi Toplanması	12
2.3.1 Bilgi düzeyleri	12
2.3.2 Betonarme binalarda sınırlı bilgi düzeyi	13
2.3.3 Betonarme binalarda kapsamlı bilgi düzeyi	13
2.3.4 Bilgi düzeyi katsayıları	14
2.4 Doğrusal Elastik Hesap Yöntemleri İle Deprem Hesabı	14
2.4.1 Hesap yöntemleri	14
2.4.2 Betonarme binaların yapı elemanlarında etki-kapasite oranları ve hasar türlerinin belirlenmesi	15
2.4.3 Doğrusal hesap yöntemlerinin uygulama sınırları	15
2.4.4 Birim şekil değiştirme istemlerinin belirlenmesi	15
2.4.4.1 Yer değiştirmiş eksen dönmesi ve yer değiştirmiş eksen akma dönmesi kavramları.....	16
2.5 Doğrusal Elastik Olmayan Hesap Yöntemleri İle Deprem Hesabı	17

2.5.1 İtme yöntemleri	18
2.5.1.1 Sabit modlu itme yöntemi	18
2.5.1.2 Değişken modlu itme yöntemi	18
2.5.1.3 Deprem modal yer değiştirme talebinin elde edilmesi	19
2.5.2 Zaman tanım alanında doğrusal olmayan yöntem ile deprem hesabı	19
2.5.2.1 Deprem kayıtlarının seçimi ve ölçeklendirilmesi	19
2.5.2.2 Değerlendirilmeye esas şekil değiştirme ve iç kuvvet talepleri	20
2.6 Betonarme Elemanların Kesit Birim Şekil Değiştirme Sınırları	21
2.7 Mevcut Binaların Deprem Performansının Belirlenmesi	21
2.7.1 Mevcut Binalarda Kesintisiz Kullanım Performans Düzeyi	22
3. 2007 VE 2017 DEPREM YÖNETMELİKLERİNİN MEVCUT BETONARME BİNALARIN DEĞERLENDİRİLMESİ İLE İLGİLİ BÖLÜMLERİNİN BİR ÖRNEK ÜZERİNDE KARŞILAŞTIRILMASI	23
3.1 Bina Hakkında Genel Bilgiler	23
3.1.1 Giriş	23
3.1.2 Yapının geometrisi	24
3.1.3 Binaya etkiyen yükler ve bina ağırlığı	26
3.1.4 Kullanılan malzeme	26
3.1.5 Taşıyıcı elemanların donatı düzenleri	26
3.2 Binanın Doğrusal Elastik Değerlendirilmesine Dair Özet	26
3.3 İtme Analizi Kontrolü	27
3.4 2007 Deprem Yönetmeliğine Göre Mevcut Betonarme Binanın Zaman Tanım Alanında Doğrusal Elastik Olmayan Yöntemle Değerlendirilmesi	28
3.4.1 Deprem parametreleri, tasarım spektrumu ve bilgi düzeyi	28
3.4.2 Çatlamış kesite ait eğilme rijitliklerinin tanımlanması	30
3.4.3 Kolon ve kirişlerde yığılı plastik davranışın tanımlanması	30
3.4.4 Perdelerde plastik davranışın tanımlanması	32
3.4.5 Kullanılan deprem kayıtları ve bu kayıtların DBYBHY 2007'ye göre ölçeklendirilmeleri	33
3.4.6 Birim şekil değiştirme istemlerinin elde edilmesi	39
3.5 2017 Deprem Yönetmeliğine Göre Mevcut Betonarme Binanın Zaman Tanım Alanında Doğrusal Elastik Olmayan Yöntemle Değerlendirilmesi	41
3.5.1 Deprem parametreleri, tasarım spektrumu ve bilgi düzeyi	41
3.5.2 Çatlamış kesite ait eğilme rijitliklerinin tanımlanması	43
3.5.3 Kolon ve kirişlerde yığılı plastik davranışın tanımlanması	43
3.5.4 Perdeler için plastik davranışın tanımlanması	44
3.5.5 Kullanılan deprem kayıtlarının 2017 deprem yönetmeliğine göre ölçeklendirilmesi	44
3.5.6 Birim şekil değiştirme istemlerinin elde edilmesi	45
3.6 2007 ve 2017 Deprem Yönetmelikleri İçin Yapılan Hesapların Karşılaştırılması	47
3.6.1 Malzeme modellerinin karşılaştırılması	47
3.6.2 Kullanılan deprem kayıtlarının karşılaştırılması	48
3.6.3 Kesme kuvvetlerinin karşılaştırılması	52
3.6.4 Kat yer değiştirmeleri ve görel kat ötelemelerinin karşılaştırılması	54
3.6.5 Histerik eğrilerin karşılaştırılması	56
3.6.6 Eleman hasarlarının karşılaştırılması	58
4. SONUÇ	60
KAYNAKLAR	65
EKLER	67

ÖZGEÇMİŞ.....	109
----------------------	------------





KISALTMALAR

AFAD	: Afet ve Acil Durum Yönetim Başkanlığı
BHB	: Belirgin Hasar Bölgesi
BKS	: Bina Kullanım Sınıfı
BYS	: Bina Yükseklik Sınıfı
CG	: Can Güvenliği Performans Düzeyi
DD	: Deprem Düzeyi
DBYBHY	: Deprem Bölgelerinde Yapılacak Binalar Hakkında Yönetmelik
DGT	: Dayanıma Göre Tasarım
DTS	: Deprem Tasarım Sınıfı
EKO	: Etki kapasite oranı
GC	: Göçme Sınırı
GCB	: Göçme Bölgesi
GÖ	: Göçme Öncesi Performans Düzeyi
GV	: Güvenlik Sınırı
HK	: Hemen Kullanım Performans Düzeyi
İHB	: İleri Hasar Bölgesi
KK	: Kesintisiz Kullanım Performans Düzeyi
MHB	: Minimum Hasar Bölgesi
MN	: Minimum Hasar Sınırı
PGA	: Peak Ground Accelaration
ŞDGT	: Şekil Değiştirmeye Göre Tasarım



SEMBOLLER

A_c	: Brüt beton alanı
b_w	: Eleman gövde genişliği
D	: Eleman faydalığı yüksekliği
Δ	: Kat ötelemeleri
$\Delta t(s)$	: Deprem ivme kaydı zaman aralığı
$(EI)_e$	: Çatlamış kesit eğilme rijitliği
$(EI)_o$	: Çatlamamış kesit eğilme rijitliği
E_v	: Düşey deprem yükü
ϵ_c	: Beton birim şekil değiştirmesi
ϵ_s	: Donatı birim şekil değiştirmesi
f_{cm}	: Mevcut beton dayanımı
f_{ctm}	: Mevcut beton çekme dayanımı
F_1	: 1 saniye periyot için yerel zemin etki katsayısı
F_s	: Kısa periyot bölgesi için yerel zemin etki katsayısı
G	: Ölü yük
H_N	: Bina yüksekliği
I_A	: Arias şiddeti
I_H	: Hausner şiddeti
l_c	: Eleman net boyu
L_F	: Fay düzlemine olan mesafe
L_p	: Plastik mafsallık boyu
M_w	: Deprem moment büyüklüğü
M_{yi}	: Akma momenti
N	: Deprem ivme kaydındaki toplam veri sayısı
N_D	: Kolon normal kuvveti
Q	: Hareketli yük
S	: Kar yükü
$S_{ae}(T)$	: Yatay elastik tasarım spektral ivmesi
$S_{aeD}(T)$	: Düşey elastik tasarım spektral ivmesi
S_{DS}	: Kısa periyot bölgesi için tasarım spektral ivme katsayısı
S_{D1}	: 1.0 saniye periyot için tasarım spektral ivme katsayısı
S_s	: Kısa periyot bölgesi için harita spektral ivme katsayısı
S_1	: 1.0 saniye periyot için harita spektral ivme katsayısı
T_A	: Yatay elastik tasarım ivme spektrumu köşe periyodu
T_{AD}	: Düşey elastik tasarım ivme spektrumu köşe periyodu
T_B	: Yatay elastik tasarım ivme spektrumu köşe periyodu
T_{BD}	: Düşey elastik tasarım ivme spektrumu köşe periyodu
T_L	: Yatay elastik tasarım spektrumunda sabit yerdeğiştirme bölgesine geçiş periyodu
T_p	: Bina hakim doğal titreşim periyodu
T_{sig}	: Deprem etkili süresi
V_e	: Kolon, kiriş ve perdede esas alınan tasarım kesme kuvveti

ϕ_p	: Plastik eğrilik
ϕ_t	: Toplam eğrilik
ϕ_y	: Akma eğriliği
θ_p	: Plastik dönme istemi
θ_y	: Akma dönmesi



ÇİZELGE LİSTESİ

Sayfa

Çizelge 2.1	: Kısa periyot bölgeleri için yerel zemin etki katsayıları	6
Çizelge 2.2	: 1.0 saniye periyot için yerel zemin etki katsayıları	7
Çizelge 2.3	: Bina kullanım sınıfları ve bina önem katsayıları	9
Çizelge 2.4	: Deprem tasarım sınıfları	9
Çizelge 2.5	: DTS ve bina yüksekliklerine göre tanımlanan bina yükseklik sınıfları	10
Çizelge 2.6	: Yeni yapılacak binalar için performans hedefleri ve değerlendirme yaklaşımları	11
Çizelge 2.7	: Yeni yapılacak yüksek binalar için performans hedefleri ve değerlendirme yaklaşımları	11
Çizelge 2.8	: Mevcut binalar için performans hedefleri ve değerlendirme yaklaşımları	11
Çizelge 2.9	: Betonarme taşıyıcı sistem elemanlarının etkin kesit rijitliği çarpanları	12
Çizelge 2.10	: Bilgi düzeyi katsayıları	12
Çizelge 2.11	: Eşdeğer deprem yükü yönteminin kullanılabileceği binalar	14
Çizelge 3.1	: Kolon donatı düzeni	27
Çizelge 3.2	: Perde donatı düzeni	27
Çizelge 3.3	: 3. Normal kat eleman hasar durumları	29
Çizelge 3.4	: Tip6 perde katmanlarının modellenmesi	33
Çizelge 3.5	: Kullanılan deprem kayıtları	34
Çizelge 3.6	: Yönetmeliklere göre hasar sınırları	59
Çizelge 3.7	: Eleman birim şekil değiştirme talepleri ve hasar bölgeleri	59



ŞEKİL LİSTESİ

Sayfa

Şekil 2.1	: Yatay elastik tasarım spektrumu	7
Şekil 2.2	: Düşey elastik tasarım spektrumu	8
Şekil 2.3	: Eğilme elemanının şekil değiştirme özellikleri.....	16
Şekil 3.1	: Bina genel görünümü	24
Şekil 3.2	: Binanın 3 boyutlu modeli	25
Şekil 3.3	: Bina bodrum kat planı	25
Şekil 3.4	: 3. Normal kat hasar seviyesi	28
Şekil 3.5	: 0.3g ve Z2 zemin sınıfı için tasarım spektrumu	29
Şekil 3.6	: S11 kolonuna ait XTRACT modeli	31
Şekil 3.7	: S11 kolonuna ait beton ve çelik modelleri	31
Şekil 3.8	: 0 derece için P-M2 karşılıklı etki diyagramı	32
Şekil 3.9	: K28 kirişi sol ucu XTRACT modeli	32
Şekil 3.10	: K28 kirişine ait pozitif ve negatif moment eğrilik değerleri	32
Şekil 3.11	: Tasarım spektrumunun yüzde doksan değerleri ile doğu batı doğrultusundaki deprem kaydı spektrumunun karşılaştırılması	37
Şekil 3.12	: Tasarım spektrumunun yüzde doksan değerleri ile kuzey güney doğrultusundaki deprem kaydı spektrumunun karşılaştırılması	37
Şekil 3.13	: 2007 yönetmeliğine göre ölçeklendirilmiş ve orijinal kayıtların spektrumları	38
Şekil 3.14	: DBBHY 2007'ye göre Çekmece kaydı sonrası elde edilen plastik mafsallık görünümü	39
Şekil 3.15	: S01 kolonu için normal kuvvet eğrilik grafiği	40
Şekil 3.16	: Bina konumuna bağlı olarak deprem parametrelerinin elde edilmesi	41
Şekil 3.17	: 2017 yönetmeliğine göre tasarım spektrumu	42
Şekil 3.18	: Ölçeklendirilmiş deprem kayıtlarının spektrumlarının ortalaması ve tasarım spektrumunun 1.3 katının karşılaştırılması	45
Şekil 3.19	: 2017 yönetmeliğine göre ölçeklendirilmiş ve orijinal kayıtların spektrumları	46
Şekil 3.20	: Yeni taslak yönetmeliğe göre Çekmece kaydı sonrası elde edilen plastik mafsallık görünümü	47
Şekil 3.21	: Beton malzeme modelleri	48
Şekil 3.22	: Donatı malzeme modelleri	49
Şekil 3.23	: Erbaa(EW) deprem kaydı	49
Şekil 3.24	: Erbaa(NS) deprem kaydı	49
Şekil 3.25	: Bolu(EW) deprem kaydı	50
Şekil 3.26	: Bolu(NS) deprem kaydı	50
Şekil 3.27	: Düzce(EW) deprem kaydı	50
Şekil 3.28	: Düzce(NS) deprem kaydı	50
Şekil 3.29	: İstanbul(EW) deprem kaydı	50

Şekil 3.30	: İstanbul(NS) deprem kaydı	51
Şekil 3.31	: İzmit(EW) deprem kaydı	51
Şekil 3.32	: İzmit(NS) deprem kaydı	51
Şekil 3.33	: Erzincan(EW) deprem kaydı	51
Şekil 3.34	: Erzincan(NS) deprem kaydı	51
Şekil 3.35	: Çekmece(EW) deprem kaydı	52
Şekil 3.36	: Çekmece(NS) deprem kaydı	52
Şekil 3.37	: X doğrultusundaki pozitif kesme kuvvetlerin karşılaştırılması	52
Şekil 3.38	: X doğrultusundaki negatif kesme kuvvetlerin karşılaştırılması	53
Şekil 3.39	: Y doğrultusundaki pozitif kesme kuvvetlerin karşılaştırılması	53
Şekil 3.40	: Y doğrultusundaki negatif kesme kuvvetlerin karşılaştırılması	54
Şekil 3.41	: 2007 yönetmeliğine göre kat yer değiştirmeleri	54
Şekil 3.42	: 2017 yönetmeliğine göre kat yer değiştirmeleri	55
Şekil 3.43	: 2007 deprem yönetmeliğine göre kat ötelemeleri	56
Şekil 3.44	: 2007 deprem yönetmeliğine göre kat ötelemeleri	56
Şekil 3.45	: 2017 yönetmeliğine göre bina tepe yer değiştirmesi kesme taban kuvveti eğrisi	57
Şekil 3.46	: 2017 yönetmeliğine göre bina tepe yer değiştirmesi kesme taban kuvveti eğrisi	57

MEVCUT BETONARME BİR BİNA ÜZERİNDE 2007 VE 2017 DEPREM YÖNETMELİKLERİNİN KARŞILAŞTIRILMASI

ÖZET

Yapı mühendisliğinde yaşanan güncel ilerlemelerin, yeni bulguların, daha fazla güvenlik, ekonomiklik, uygulanabilirlik gibi birçok nedenden dolayı deprem yönetmeliklerinde yer alması gerekmektedir. Yapı mühendisliği alanında yaşanan gelişmelerin güncel olarak yönetmelikte yer alabilmesi için belli aralıklarla yönetmelikler yenilenmektedirler. Ülkemizde deprem yönetmeliği bu amaçla belli aralıklarla güncellenmektedir. Son elli yılda 1968, 1975, 1998, 2007 yıllarında deprem yönetmeliklerimiz yenilenmiştir. 2016 yılında da 2007 yönetmeliğinin yenilenmesi amacıyla bir yönetmelik taslağı yayımlanmıştır. Yeni yayımlanan bu yönetmelikte, yapı mühendisliğinde kullanımı giderek yaygınlaşan doğrusal olmayan hesap yöntemleri ağırlık kazanmıştır.

Bu tez kapsamında İstanbul'da bulunan daha önce 2007 yönetmeliğine göre lineer yöntemlerle değerlendirilmiş mevcut betonarme bir bina 2007 deprem yönetmeliğine ve 2016 yılında taslağı yayımlanmış olan taslak yönetmeliğe göre ayrı ayrı doğrusal elastik olmayan hesap yöntemleriyle değerlendirilmiştir. Mevcut betonarme binanın birinci modunun katılımının düşük olması ve binada burulma düzensizliğinin bulunması nedenleriyle bina değerlendirilirken statik itme analizi yöntemi kullanılmamıştır. Bunun yerine zaman tanım alanında dinamik analiz kullanılmıştır. Yapılan analiz sonuçları karşılaştırılmış ve belirlenen elemanların hasar seviyeleri iki yönetmelik için de tespit edilerek yenilenen deprem yönetmeliğiyle mevcut betonarme bir binanın değerlendirilmesi konusunda ne gibi farklılıklar gelebileceği görülmek istenmiştir.

Tez toplam dört bölümden oluşmaktadır. Birinci bölüm olan giriş bölümünde çalışmanın içeriği konusunda bilgi verilmiştir.

İkinci bölümde, güncellenen yönetmelikle mevcut betonarme binaların değerlendirilmesi konusunda yaşanan değişiklikler anlatılmıştır. Yenilenen yönetmelikle mevcut betonarme bina için tanımlanan bilgi düzeyi sayısı azaltılmıştır. Kapsamlı bilgi düzeyi için istenen asgari şartlar da esnetilmiştir. Yenilenen yönetmelikle mevcut beton malzeme dayanımı belirlenirken kullanılan ortalama eksi standart sapma değeri, 0.85 çarpı ortalama değeri ile karşılaştırılarak büyük olan değer kullanılacaktır. Ancak bu tez kapsamında 2017 yönetmeliğine göre yapılan hesaplarda da 0.85 çarpı ortalama değeri daha büyük olmasına rağmen ortalama eksi standart sapma değeri mevcut beton malzeme dayanımı olarak alınmıştır. Tasarım spektrumu tanımı büyük ölçüde değişikliğe uğramıştır. Yatay tasarım spektrumunu olarak spektral ivme değerleri daha büyük olan bir tasarım spektrumu tanımı yapılmıştır. Deprem düşey etkisinin de göz önüne alındığı düşey tasarım spektrumu tanımı ilk kez deprem yönetmeliğinde yer almıştır. Kullanılacak minimum deprem kaydı sayısı 11'e çıkartılmıştır. Fakat bu tez kapsamında 2007 yönetmeliği için

minimum deprem kaydı sayısı olan 7 tane deprem kaydı kullanılmıştır. Deprem kayıtları ölçeklendirilirken esas alınacak olan kurallarda da değişikliğe gidilmiştir. Ayrıca taslak yönetmelikte, hasar sınırlarının belirlenmesi noktasında deprem etriyeleri için gereken şartları sağlamayan enine donatıların %30'unun sargı etkisinin göz önüne alınması gerektiği belirtilmiştir. S220 donatılar için elde edilen birim şekil değiştirme taleplerinin yüzde elli oranında artırılması ve kesme kuvveti oranı artan elemanlarda da hasar sınırlarının düşürülmesi belirtilmiştir.

Üçüncü bölümde ise mevcut betonarme binanın analizi yapılmıştır. Bina geometrisi yapısal taşıyıcı sistemi tanıtılmıştır. Yapının doğrusal elastik değerlendirilmesine ilişkin sonuçların bir özeti verilmiştir. Lineer değerlendirme sonucunda yapıda en çok hasar alan 3. kattan göçme bölgesinden, ileri hasar bölgesinden, belirgin hasar bölgesinden birer kolon ve minimum hasar bölgesinden, göçme bölgesinden birer perde seçilmiştir. Ardından mevcut bina itme analizi ile çözüme uygun olmadığından 2007 deprem yönetmeliğine göre zaman tanım alanında doğrusal elastik olmayan hesap yöntemi ile çözülmüştür. 2007 yönetmeliğine göre çatlamış kesit rijitlikleri belirlenmiştir. Kolon kiriş ve perdelerde plastik davranış tanımlanmıştır. Kuzey Anadolu Fay Hattı depremlerinden seçilmiş 7 deprem takımı 2007 deprem yönetmeliğindeki tasarım spektrumuna göre frekans içerikleri değiştirilerek ölçeklendirilmiştir. Ölçeklendirilen depremler altında çözülen sistemdeki plastik dönme talepleri elde edilmiştir. Seçilen kolon ve perde elemanlarda elde edilen birim uzama talepleri elde edilerek hasar sınır değerleri ile karşılaştırılmıştır. Aynı elemanlar için 2007 yönetmeliği için yapılan işlemler 2017 yönetmeliğine göre bir kere daha yapılmıştır. Seçilen elemanların hasar seviyeleri, 2007 ve 2017 yönetmeliklerine göre yapılan doğrusal olmayan dinamik analizler sonucunda hesaplanmıştır. Hesaplanan değerler karşılaştırılmıştır. Yapılan karşılaştırmalar şu şekilde özetlenebilir:

2017 yönetmeliğine göre yapılan analizlerde elde edilen en büyük kesme kuvveti değeri 10166 kN iken 2007 yönetmeliğinde bu değer 7820 kN olduğu görülmektedir. Ortalama değerler kıyaslandığında 2017 yönetmeliğine göre yapılan analizle kesme kuvveti değerlerinin yaklaşık %10 değerinde daha büyük elde edildiği görülmektedir. 2007 yönetmeliğine göre yapılan analiz sonuçlarına göre bina tepe yer değiştirmesi için en büyük değer X yönünde 0.17 m, Y yönünde ise 0.19 m olarak görülmektedir. 2017 yönetmeliğine göre yapılan hesaplarda ise aynı değerler sırasıyla 0.18 m ve 0.20 m olarak görülmektedir. 7 deprem kaydı için elde edilen sonuçların ortalamasına bakıldığında 2007 yönetmeliğine göre yapılan analizde pozitif yönde 0.13 m, negatif yönde ise 0.09 m tepe yer değiştirme talebi olduğu görülmektedir. 2017 yönetmeliğine göre yapılan analizde ise ortalama tepe yer değiştirme talebi olarak pozitif yönde 0.135 m, negatif yönde ise 0.100 m sonuçları elde edilmektedir. Ortalama maksimum kat ötelemeleri değerleri, 2007 yönetmeliğine göre yapılan analiz sonucunda pozitif yönde 0.0167 m, negatif yönde 0.0120 m olarak 2017 yönetmeliğine göre yapılan analiz sonucunda ise pozitif yönde 0.0174 m, negatif yönde 0.0130 m olarak bulunmuştur.

Lineer hesap ile göçme bölgesinde bulunan S01 kolonu hem 2007 yönetmeliği için hem de 2017 yönetmeliği için yapılan zaman tanım alanında yapılan hesap sonucunda göçme bölgesinde çıkmıştır. Lineer hesapla ileri hasar bölgesinde bulunan S07 kolonu 2007 yönetmeliğine göre yapılan dinamik analiz sonucunda göçme bölgesinde, 2017 yönetmeliğine göre yapılan hesapta ise minimum hasar bölgesinde kaldığı görülmüştür. Lineer hesapta belirgin hesap bölgesinde çıkan S09 kolonu ise 2007 ve 2017 yönetmeliklerine göre hesapta her ikisinde de minimum hasar

bölgesinde çıkmıştır. Lineer hesapta göçme bölgesinde çıkan P01 perdesi her iki yönetmeliğe göre yapılan hesapta da belirgin hasar bölgesinde çıkarken lineer hesaba göre minimum hasar bölgesinde çıkan P02 perdesi her iki yönetmeliğe göre yapılan hesap sonucunda da belirgin hasar bölgesinde çıkmıştır.

Dördüncü bölümde ise yapılan karşılaştırmalara göre çıkartılan sonuçlar belirtilmiştir. Binanın çatlamış kesitlerle hesaplanan periyotları karşılaştırıldığında yapının periyodunun yeni yönetmelikle arttığı görülmektedir. Taslak haldeki yeni deprem yönetmeliğiyle daha küçük etkin kesit rijitlikleri bulunduğu, bu nedenle kesit hesabı açısından yeni taslak yönetmeliğinin daha güvenli tarafta kaldığı değerlendirilebilir. 2017 yönetmeliğine göre yapılan analiz sonuçlarına göre binaya gelen kesme kuvveti değerlerinin arttığı görülmektedir. Bunun spektral ivme değerleri artan tasarım spektrumuna göre ölçeklendirilen deprem kayıtlarının ivmelerinin daha büyük olmasından kaynaklandığı anlaşılmaktadır. 2017 yönetmeliğine göre yapılan analizlerde kesitlerde elde edilen birim şekil değiştirme taleplerinin 2007 yönetmeliğine göre yapılan analizlere göre daha küçük olduğu görülmüştür. Ancak 2017 yönetmeliği gereğince donatıların S220 olmasından ötürü donatıda çıkan birim uzama taleplerinin yüzde 50 oranında arttırılması sebebiyle seçilen elemanların üçünde donatıların birim şekil değiştirme talepleri 2017 yönetmeliğine göre yapılan hesapta daha büyük çıkmıştır. Yeni yönetmelik taslağına göre yapılan analizlerde binada daha büyük kesme kuvvetleri ve yerdeğistirmelerin oluşmasına rağmen yeni taslak yönetmelikle şekil değiştirme sınır değerlerinin arttırılması, kesitlerde sargı etkisinin göz önüne alınması ve binanın bilgi düzeyinin kapsamlı olarak kabul edilmesi gibi nedenlerden ötürü elemanlarda daha az hasar oluştuğu görülmektedir.



COMPARISON OF 2007 AND 2017 EARTHQUAKE CODES ON A EXISTING REINFORCED CONCRETE BUILDING

SUMMARY

Current progress in structural engineering is required to be included in earthquake codes for many reasons, such as new greater safety, affordability, and applicability. Earthquake codes are renewed at regular intervals so that the developments experienced in the field of structural engineering can be included in the codes. In our country earthquake codes are updated at regular intervals for this purpose. In the last fifty years, our earthquake codes were renewed in 1968, 1975, 1998 and 2007. In 2016, a code draft has been released for the renewal of the 2007 code. In this new regulation, non-linear calculation methods, which become increasingly used in structural engineering, became more important.

Within the scope of this thesis, an existing reinforced concrete building which is evaluated by linear methods according to the 2007 code in Istanbul has been assessed separately by using non-linear methods according to the 2007 earthquake code and 2016 draft code. The static push over analysis method can not be used when the building is being evaluated because of the low attendance of the first mode of the building and because of the being torsional irregularity on the building. Instead of that, nonlinear time history analysis is used. The results of the analysis which are found separately by using 2007 and 2017 codes are compared. It is desired to see what kind of differences may occur regarding the evaluation of a reinforced concrete building with the renewed earthquake code.

The thesis consists of four parts in total. First section is the introduction section that is given information about the content of the work.

In the second part, changes in the updated code regarding evaluation of existing reinforced concrete buildings is described. With the new code, the number of information levels defined for existing reinforced concrete buildings has been reduced. The minimum requirements for a comprehensive knowledge level are also stretched. When determining the existing concrete material strength with the renewed code, the mean minus the standard deviation value, and 0.85 times the mean value are compared to the each other and the larger one is used. However, in calculations according to 2017 code, the average minus standard deviation value is taken as the strength of the existing concrete material, although the 0.85 times average value is larger in this thesis. The definition of the design spectrum has changed dramatically. A design spectrum with a larger spectral acceleration value is defined as the lateral design spectrum. For the first time definition of the vertical design spectrum was included in the earthquake code. The minimum number of earthquake records to be used has been increased to 11. However, within the scope of this thesis, seven earthquake records were used as the minimum number of earthquake records for the 2007 code. The conditions that are used when earthquake records scaling are

changed. In addition, the draft code stipulates that the confining effect of 30% of transverse bars, can be taken into consideration when determining the damage limits. In draft code it is stated that the strain demands obtained for S220 bars are increased by 50 percent and the damage limits are reduced in the case of increasing shear force ratio.

In the third part, the existing reinforced concrete building has been analyzed. The geometry of the building and the structural system of the building are introduced. A summary of the results of the linear elastic evaluation of the structure is given. As a result of linear evaluation, the 3rd floor is the most damaged floor in the structure. The 3rd floor members are selected for comprasion. One coloumn from “belirgin damage level”, one coloumn from “ileri damage level”, one coloumn from collapse level, one wall from “minimum damage level”, one wall from collapse level are selected for comprasion. Since the existing building is not suitable to be solved by push over analysis, it is solved by nonlinear time history analysis according to 2007 earthquake code. According to the 2007 code cracked section stiffnesses are determined. Plastic behavior is defined in column beams and walls. Seven earthquake teams selected from the North Anatolian Fault Line earthquakes were scaled by changing the frequency content according to the design spectrum of the 2007 earthquake code. Under the scaled earthquakes, the plastic rotation demands of the system were obtained. Strain demands were obtained in the selected columns and wall members and compared with the damage limit values. The same procedures that have been carried out according to 2007 code, are carried out one more time for 2017 code. Damage levels of selected members are calculated by using nonlinear dynamic analyzes according to 2007 and 2017 codes. Calculated values are compared. The comparisons made can be summarized as follows:

According to the 2017 code, the maximum shear force value obtained is 10166 kN, whereas in 2007 code this value is 7820 kN. When the mean values are compared, it is seen that with the analysis made according to the 2017 code, the shear force values are obtained about 10% greater than 2007 code. According to the results of the analysis made according to the 2007 code, the maximum value for building top displacement is 0.17 m in X direction and 0.19 m in Y direction. In the calculations made according to the 2017 code, the same values are seen as 0.18 m and 0.2 m respectively. When the average of the results obtained for 7 earthquake records is examined, it is seen that the analysis made according to the 2007 code has requested the top displacement of 0.13 m in the positive direction and 0.09 m in the negative direction. According to the 2017 code, mean top displacement demand is 0.135 m in the positive direction and 0.1 m in the negative direction. The mean maximum values of story drifts are 0.0167 m in the positive direction and 0.012 m in the negative direction as the result of the analysis made according to the 2007 code. As a result of the analysis made according to the 2017 code, the positive direction is 0.0174 m and the negative direction is 0.013 m.

The S01 column, which is found in the collapse damage level as a result of linear evaluation, is found in the collapse damage level by using nonlinear time history analysis method for both the 2007 code and the 2017 code. The S07 column, which is found in the “ileri damage level” as a result of linear evaluation, is found in the collapse damage level by using nonlinear time history analysis method for the 2007 code and “minimum damage level” for the 2017 code. The S09 column, which is found in the “belirgin damage level” as a result of linear evaluation, is found in the “minimum damage level” by using nonlinear time history analysis method for both

the 2007 code and the 2017 code. The P01 wall, which is found in the collapse damage level as a result of linear evaluation, is found in the “belirgin damage level” by using nonlinear time history analysis method for both the 2007 code and the 2017 code. The P02 wall, which is found in the “minimum damage level” as a result of linear evaluation, is found in the “belirgin damage level” by using nonlinear time history analysis method for both the 2007 code and the 2017 code.

In the fourth section, the results are mentioned according to the comparison made. When the periods that calculated by the cracked sections of the building compared, it seems that the period of construction has increased with the new code. New seismic code provide smaller effective section stiffnesses. Thus it can be considered that the new draft regulation has remained on the safer side in terms of section account. Shear force values are increasing in the analysis results made according to the 2017 code. It is stem that the used earthquake records that are scaled by the increasing design spectrum. According to the 2017 code, it is seen that the deformation demand obtained in the sections are smaller than the analyzes made according to the 2007 code. Analyzes made according to the new draft code show that even though the building has larger shear forces and displacements, there is less damage to the elements.



1. GİRİŞ

Yapı mühendisliği, diğer tüm mühendislikler ve bilim dallarında olduğu gibi sürekli bir ilerleme içerisinde. Yapı mühendisliği içerisinde malzeme davranışı, bilgisayar teknolojileri gibi konularda yaşanan gelişmeler, yapıların çözümleri konusunda yeni yaklaşımlar, yeni hesap esasları getirmektedir. Yapı mühendisliğinde, son yıllarda iyice yaygınlaşmaya başlayan şekil değiştirmeye dayalı analizler bunun iyi bir örneği olmaktadır [1]. Bilime kazandırılan yeni yaklaşımların toplumsal faydaya daha çok hizmet edebilmesi hiç kuşkusuz bu yaklaşımların pratik alanda daha çok kullanılmasıyla gerçekleşebilir. Pratik alanda kullanımın yaygınlaştırılmasının en etkili yolu da deprem yönetmeliklerinin ve diğer yönetmeliklerin güncel tutulması ve yenilenmesidir. Bu amaçla ülkemiz deprem yönetmeliği de 2016 yılında taslağı yayımlanan deprem yönetmeliğiyle önemli değişikliklere uğramıştır.

Bu çalışmada yenilenen deprem yönetmeliği ve DBYBHY 2007'ye göre mevcut betonarme bir bina doğrusal elastik olmayan yöntemlerle değerlendirilmiş ve elde edilen sonuçları karşılaştırmak suretiyle yenilenen yönetmelikle mevcut betonarme binaların değerlendirilmesi konusunda ne gibi farklılıklar yaşandığı gözlemlenmek istenmiştir. Bunun için mevcut binada saha çalışması yapılarak binadan bilgiler toplanmıştır. Bu bilgiler ışığında yapı SAP2000 programında modellenmiştir [2]. Plastik mafsallık özelliklerinin tanımlanmasında kullanılan kesit hesapları ise XTRACT programıyla yapılmıştır [3]. Zaman tanım alanında doğrusal elastik olmayan yöntemle bina DBYBHY 2007 ve yenilenen yönetmeliğe göre değerlendirilmiş ve elde edilen sonuçlar birbirleriyle karşılaştırılmıştır.



2. 2017 TÜRKİYE BİNA DEPREM YÖNETMELİĞİ TASLAĞI İLE MEVCUT BETONARME BİNALARIN DEĞERLENDİRİLMESİNE GETİRİLEN YENİLİKLER

2.1 Giriş

Betonarmeyi oluşturan beton ve donatının malzeme davranışlarının zaman içerisinde daha iyi tanınip anlaşılması, betonarme eleman ve taşıyıcı sistemler üzerinde yapılan deneyler ve yaşanan deprem sonucunda yapılan gözlemler yapısal taşıyıcı sistemlerin düşey ve deprem yükleri altındaki davranışları hakkında yeni bilgiler elde edilmesini sağlamıştır. Bunun yanında bilgisayar teknolojisinde yaşanan gelişmelerle beraber yapısal taşıyıcı sistemlerin analizi noktasında hız ve matematiksel doğruluk kazanılmıştır. Bütün bu etmenler deprem yönetmeliklerinin güncellenmesini zorunlu kılmaktadır.

2016 yılında yayınlanan Türkiye Bina Deprem Yönetmeliğı Taslağı, AFAD tarafından oluşturulan komisyonca hazırlanmıştır ve hazırlık sürecinde deprem mühendisliğinde yaşanan gelişmeler ve ülkemizin giderek gelişen ihtiyaçları göz önüne alınmıştır. Türkiye Bina Deprem Yönetmeliğı, 2007 yılında mevcut binaların değerlendirilmesi ve güçlendirilmesi ile ilgili bölümün eklenmesi ve çelik binalar bölümünde yapılan sınırlı değışiklik dışında, 1997 yönetmeliğı sonrasında ilk kez bu boyutta yenilenmektedir.

Türkiye Bina Deprem Yönetmeliğı Taslağı 2016’da mevcut binaların değerlendirilmesi ve güçlendirilmesi bölümünde yapılan değışikliklerin yanında deprem hesabında temel birçok değışikliğe de gidilmiştir. Deprem hesabında, yönetmeliğe yeni getirilen bu temel kavram ve değışiklikler mevcut binaların değerlendirilmesi ve güçlendirilmesi ile ilgili bölümü de etkilemektedir. Deprem düzeylerinin tanımlanması, elastik deprem spektrumlarındaki yenilikler, bina kullanım sınıfı, deprem tasarım sınıfı, bina yükseklik sınıfı, etkin kesit rijitlikleri gibi temel değışiklikler ve deprem yönetmeliğine yeni giren kavramlar, “2016 Türkiye Bina Deprem Yönetmeliğı Taslağı İle Deprem Hesabına Getirilen Genel Değışikler”

başlığı altında açıklanmıştır. Betonarme mevcut binaların değerlendirilmesi ile ilgili yaşanan yenilikler ise diğer başlıklarda açıklanmıştır. Mevcut binaların değerlendirilmesi bölümünde DBYBHY 2007'ye göre değişiklik yaşanmayan konulara bu bölümde değinilmemiştir.

2016 yılında yayınlanan Türkiye Bina Deprem Yönetmeliği Taslağında, DBYBHY 2007'de tanımlanmış olan bilgi düzeylerinden, orta bilgi düzeyi yönetmelikten çıkarılmıştır. Betonarme binalarda sınırlı bilgi düzeyi ve kapsamlı bilgi düzeylerinin içeriği de değiştirilmiştir. Genel yaklaşım olarak Türkiye Bina Deprem Yönetmeliği Taslağı 2016'da, DBYBHY 2007'ye göre perde, kolon ve kirişlerde daha az karot alarak aynı bilgi düzeyine ulaşılması söz konusudur. DBYBHY 2007'de betonarme kesitlerin hasar sınırlarının hesaplanmasında kullanılan mevcut enine donatı oranları elde edilirken, kancaları 135 derece bükülmeyen etriyelerin katkısı sıfır olarak alınırken Türkiye Bina Deprem Yönetmeliği Taslağı 2016'da kancaları 90 derece bükülü etriyelerin %30'unun katkısı dikkate alınacaktır.

2.2 2016 Türkiye Bina Deprem Yönetmeliği Taslağı İle Deprem Hesabına Gelen Genel Değişikler

2.2.1 Deprem yer hareketleri düzeyleri

2016 Türkiye Bina Deprem Yönetmeliği Taslağında dört farklı deprem yer hareketi düzeyi tanımlanmıştır.

Deprem yer hareketi düzeyi-1: Spektral büyüklüklerin 50 yılda aşılma olasılığı %2, tekrarlanma periyodu ise 2475 yıl olan çok seyrek meydana gelebilecek deprem yer hareketidir. Göz önüne alınan en büyük deprem yer hareketi olarak da isimlendirilir.

Deprem yer hareketi düzeyi-2: Spektral büyüklüklerin 50 yılda aşılma olasılığı %10, tekrarlanma periyodu ise 475 yıl olan seyrek meydana gelebilecek deprem yer hareketidir. Standart tasarım deprem yer hareketi olarak da isimlendirilir.

Deprem yer hareketi düzeyi-3: Spektral büyüklüklerin 50 yılda aşılma olasılığı %50, tekrarlanma periyodu ise 72 yıl olan sık meydana gelebilecek deprem yer hareketidir.

Deprem yer hareketi düzeyi-4: Spektral büyüklüklerin 50 yılda aşılma olasılığı %68, tekrarlanma periyodu ise 43 yıl olan çok sık meydana gelebilecek deprem yer hareketidir. Servis deprem yer hareketi olarak da isimlendirilir [4].

2.2.2 Deprem yer hareketi spektrumları

Yenilenen yönetmeliğin getirdiği en büyük değişikliklerden biri tasarım spektrumunun daha çok değişikene bağlanarak gerçeğe daha yakın bir şekilde tanımlanmasıdır. Yeni yönetmelikte tasarım spektrumları, deprem tehlike haritasında kısa periyot ve bir saniye periyot için tanımlanan harita spektral ivme katsayılarına, faya yakınlık katsayısına ve yerel zemin etki katsayılarına bağlı olarak tanımlanırlar. Ayrıca 2016 Türkiye Bina Deprem Yönetmeliği Taslağında, DBYBHY 2007’de hesaplarda dikkate alınmayan düşey deprem ivmelerinin belirlenebileceği düşey elastik tasarım spektrumu tanımlanmıştır.

2.2.2.1 Harita spektral ivme katsayıları ve tasarım spektral ivme katsayıları

Birbirine dik iki yatay doğrultudaki deprem etkilerinin geometrik ortalamasına karşı gelen harita spektral ivme katsayıları, belirli bir deprem yer hareketi düzeyi için referans zemin koşulu esas alınarak %5 sönüm oranı için deprem tehlike haritalarında verilen harita spektral ivmelerinin yerçekimi ivmesine bölünmesi ile boyutsuz katsayılar olarak tanımlanmıştır. Dört farklı deprem yer hareketi düzeyinin her biri için harita spektral ivme katsayıları S_s ve S_1 , kısa periyot bölgesi ve 1 saniye periyot için deprem tehlike haritasında ayrı ayrı tanımlanmıştır. Harita spektral ivme katsayıları Denklem 2.1 ve 2.2’deki gibi tasarım spektral ivme katsayılarına, S_{DS} ve S_{D1} ’e çevrilir.

$$S_{DS} = S_s F_s \quad (2.1)$$

$$S_{D1} = S_1 \gamma_F F_1 \quad (2.2)$$

Bu denklemlerdeki γ_F , faya yakınlık katsayısı iken F_s ve F_1 yerel zemin katsayılarıdır. Elde edilen tasarım ivme spektral katsayıları aracılığıyla yatay ve düşey elastik tasarım spektrumları bulunacaktır.

2.2.2.2 Faya yakınlık katsayısı

Sadece DD-1 ve DD-2 deprem yer hareketi düzeylerinde ve 1 saniye periyot için hesaplanan tasarım spektral ivme katsayısı S_{D1} ’e uygulanmak üzere, 25 km ve daha az mesafedeki konumlar için faya yakınlık katsayısı γ_F Denklem 2.3 ve 2.4’te tanımlanmıştır:

$$\gamma_F = 1.2 \quad L_F \leq 15 \text{ km} \quad (2.3)$$

$$\gamma_F = 1.2 - 0.02 (L_F - 15) \quad 15 \text{ km} < L_F \leq 25 \text{ km} \quad (2.4)$$

DD-3 ve DD-4 deprem yer hareketi düzeyleri için faya yakınlık katsayısı γ_F bire eşit alınmalıdır.

2.2.2.3 Yerel zemin etki katsayısı

Yerel zemin sınıflarına göre yerel zemin etki katsayıları F_s ve F_1 Çizelge 2.1 ve 2.2’de verilmiştir. ZF sınıfına giren zeminler için sahaya özel zemin davranış analizleri yapılacaktır.

Çizelge 2.1: Kısa periyot bölgeleri için yerel zemin etki katsayıları.

Yerel Zemin Sınıfı	Kısa periyot bölgesi için yerel zemin etki katsayısı F_s					
	$S_s \leq 0.25$	$S_s = 0.5$	$S_s = 0.75$	$S_s = 1.0$	$S_s = 1.25$	$S_s \geq 1.5$
ZA	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8
ZB	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9
ZC	1.3	1.3	1.2	1.2	1.2	1.2
ZD	1.6	1.4	1.1	1.0	1.0	1.0
ZE	2.4	1.7	1.1	0.9	0.9	0.8
ZF	Sahaya özel zemin davranış analizi yapılacaktır.					

2.2.2.4 Yatay elastik tasarım spektrumu

Herhangi bir deprem yer hareketi düzeyi için yatay elastik tasarım spektrumunun ordinatları olan yatay elastik tasarım spektral ivme değerleri $S_{ae}(T)$, yer çekimi ivmesi cinsinden aşağıdaki denklemler 2.5, 2.6, 2.7, 2.8’de verilmiştir.

$$S_{ae}(T) = (0.4 + 0.6 \frac{T}{T_A}) S_{DS} \quad (0 \leq T \leq T_A) \quad (2.5)$$

$$S_{ae}(T) = S_{DS} \quad (T_A \leq T \leq T_B) \quad (2.6)$$

$$S_{ae}(T) = \frac{S_{D1}}{T} \quad (T_B \leq T \leq T_L) \quad (2.7)$$

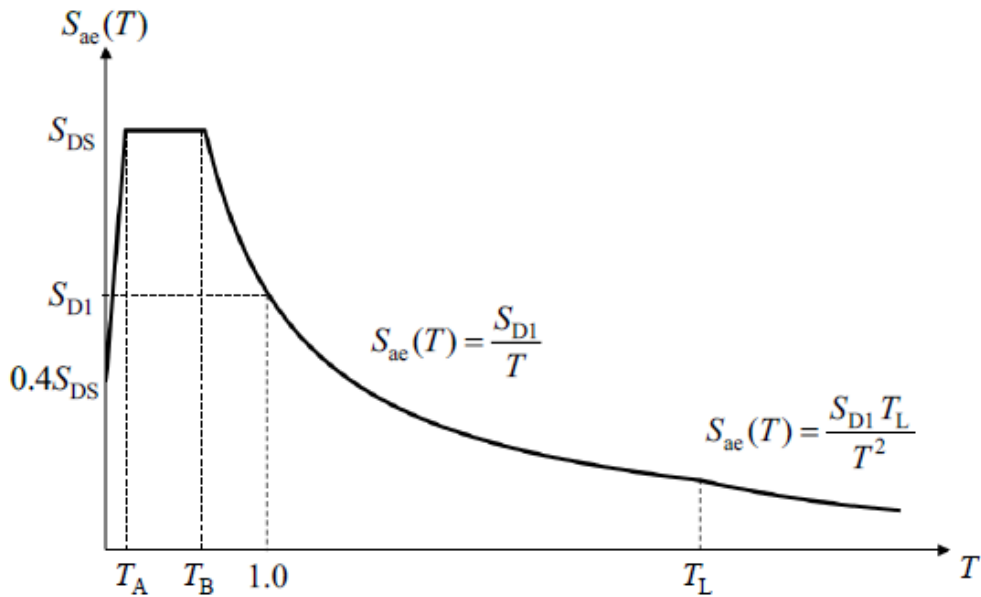
$$S_{ae}(T) = \frac{S_{D1} T_L}{T^2} \quad (T_L \leq T) \quad (2.8)$$

Çizelge 2.2: 1.0 saniye periyot için yerel zemin etki katsayıları.

Yerel Zemin Sınıfı	1 saniye periyot için yerel zemin etki katsayısı F_1					
	$S_1 \leq 0.10$	$S_1 = 0.20$	$S_1 = 0.30$	$S_1 = 40$	$S_1 = 0.50$	$S_1 \geq 0.60$
ZA	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8
ZB	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8
ZC	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.4
ZD	2.4	2.2	2.0	1.9	1.8	1.7
ZE	4.2	3.3	2.8	2.4	2.2	2.0
ZF	Sahaya özel zemin davranış analizi yapılacaktır.					

Bu denklemlerde S_{DS} ve S_{D1} tasarım spektral ivme katsayılarına, T ise yapının doğal titreşim periyoduna karşı gelmektedir. T_A ve T_B , yatay tasarım spektrumunun köşe periyotlarını ifade etmektedir; S_{DS} ve S_{D1} 'e bağlı olarak aşağıda Denklem 2.9'da gösterildiği gibi tanımlanırlar. Sabit yer değiştirme bölgesine geçiş periyodu T_L 'nin değeri ise 6 saniye olarak alınmalıdır. Yatay elastik tasarım spektrumunun grafiği Şekil 2.1'de gösterilmektedir.

$$T_A = 0.2 \frac{S_{D1}}{S_{DS}} ; \quad T_B = \frac{S_{D1}}{S_{DS}} \quad (2.9)$$



Şekil 2.1: Yatay elastik tasarım spektrumu.

2.2.2.5 Düşey elastik tasarım spektrumu

Göz önüne alınan herhangi bir deprem yer hareketi düzeyi için düşey elastik tasarım ivme spektrumunun ordinatları olan düşey elastik tasarım spektral ivmeleri $S_{aeD}(T)$, yatay deprem yer hareketi için tanımlanan kısa periyot tasarım spektral ivmesi katsayısına ve doğal titreşim periyoduna bağlı olarak yerçekimi ivmesi cinsinden tanımlanır.

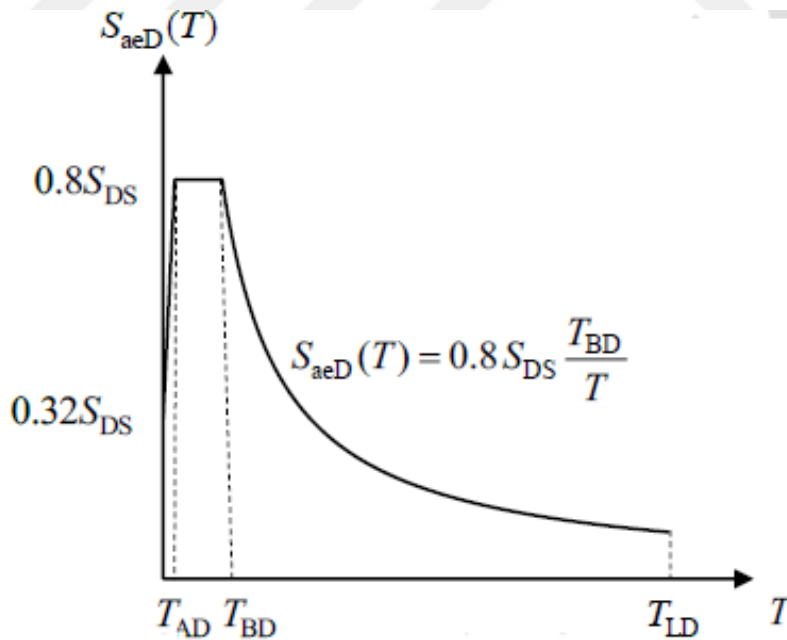
$$S_{aeD}(T) = (0.32 + 0.48 \frac{T}{T_{AD}}) S_{DS} \quad (0 \leq T \leq T_{AD}) \quad (2.10)$$

$$S_{aeD}(T) = 0.8 S_{DS} \quad (T_{AD} \leq T \leq T_{BD}) \quad (2.11)$$

$$S_{aeD}(T) = 0.8 S_{DS} \frac{T_{BD}}{T} \quad (T_{BD} \leq T \leq T_{LD}) \quad (2.12)$$

Bu ifadelerde yer alan T_{AD} ve T_{BD} düşey spektrumun köşe periyotları ve T_{LD} periyodu Denklem 2.13 yardımıyla hesaplanabilir. Düşey elastik tasarım spektrumu Şekil 2.2’de gösterilmektedir.

$$T_{AD} = \frac{T_A}{3}; \quad T_{BD} = \frac{T_B}{3}; \quad T_{LD} = \frac{T_L}{2} \quad (2.13)$$



Şekil 2.2 : Düşey elastik tasarım spektrumu.

2.2.3 Bina kullanım sınıfları ve bina önem katsayıları

Deprem tasarım sınıfları belirlenirken kullanılan bina kullanım sınıfları, binanın kullanım amacına göre Çizelge 2.3'te gösterilmiştir. Ayrıca Çizelge 2.3'te bina kullanım sınıfına göre seçilen bina önem katsayıları da tanımlanmıştır.

Çizelge 2.3: Bina kullanım sınıfları ve bina önem katsayıları.

Bina Kullanım Sınıfı	Binanın Kullanım Amacı	Bina Önem Katsayısı (I)
BKS=1	Deprem sonrası kullanımı gereken binalar, insanların uzun süreli ve yoğun olarak bulunduğu binalar, değerli eşyanın saklandığı binalar ve tehlikeli madde içeren binalar	1.5
	Deprem sonrasında hemen kullanılması gereken binalar (Hastaneler, dispanserler, sağlık ocakları, itfaiye tesisleri, haberleşme tesisleri, ulaşım istasyonları)	
	Okullar, eğitim binaları, yurtlar, yatakhaneler, kışlalar, cezaevleri	
	Müzeler	
BKS=2	Patlayıcı özellikleri olan maddelerin bulunduğu veya depolandığı maddeler	1.2
	İnsanların kısa süreli ve yoğun olarak kullandığı binalar	
BKS=3	Alışveriş merkezleri, spor tesisleri, sinema, tiyatro, salonları vb.	1.0
	Diğer binalar	
	Konutlar, işyerleri, oteller, bina türü endüstri yapıları	

2.2.4 Deprem tasarım sınıfları

Deprem etkisi altında tasarımda esas alınacak deprem tasarım sınıfları (DTS), bina Kullanım Sınıfları'na ve DD-2 deprem yer hareketi düzeyi için kısa periyot tasarım spektral ivme katsayısına bağlı olarak Çizelge 2.4'göre belirlenir.

Çizelge 2.4: Deprem tasarım sınıfları.

(DD-2) Deprem Yer Hareketi Düzeyinde Kısa Periyot Tasarım Spektral İvme Katsayısı (S_{DS})	Bina Kullanım Sınıfı	
	BKS=1	BKS=2,3
$S_{DS} < 0.333$	DTS=4a	DTS=4
$0.333 \leq S_{DS} < 0.667$	DTS=3a	DTS=3
$0.667 \leq S_{DS} < 1.00$	DTS=2a	DTS=2
$1.00 \leq S_{DS}$	DTS=1a	DTS=1

2.2.5 Bina yüksekliği ve yükseklik sınıfları

Binadaki rijit bodrum perdelerin binayı en az üç taraftan çevrelemesi ve birbirine dik bina eksenlerinin doğrultusundaki hakim titreşim modunda, bodrum katlar dahil binanın tümü için hesaplanan doğal titreşim periyodunun, zemin kat döşemesi dahil tüm bodrum kütlelerinin silinmesi ile aynı doğrultuda hesaplanan doğal titreşim periyoduna oranının 1.1'den küçük olması koşullarının her ikisini de sağlayan bodrumlu binalarda bina tabanı, bodrum kat perdesinin üst kotundaki kat döşemesi seviyesinde tanımlanır. Bu koşullardan herhangi birini sağlamayan bodrumlu binalar ve bodrumsuz binalarda bina tabanı, temelin üst kotunda tanımlanır. Deprem hesabı bakımından bina yüksekliği H_N , bina tabanından ölçülen yükseklik olarak ifade edilir.

Deprem etkisi altında tasarımda binalar yükseklikleri bakımından sekiz bina yükseklik sınıfına ayrılmıştır. Bu sekiz sınıf, bina yükseklik aralıkları ve deprem tasarım sınıflarına bağlı olarak Çizelge 2.5'te gösterilmiştir.

Çizelge 2.5: DTS ve bina yüksekliklerine göre tanımlanan bina yükseklik sınıfları.

Bina Yükseklik Sınıfı	Bina Yükseklik Sınıfları ve Deprem Tasarım Sınıflarına Göre Tanımlanan Bina Yükseklik Aralıkları [m]		
	DTS=1, 1a, 2, 2a	DTS=3, 3a	DTS=4, 4a
BYS=1	$H_N > 70$	$H_N > 91$	$H_N > 105$
BYS=2	$56 < H_N \leq 70$	$70 < H_N \leq 91$	$91 < H_N \leq 105$
BYS=3	$42 < H_N \leq 56$	$56 < H_N \leq 70$	$56 < H_N \leq 91$
BYS=4	$28 < H_N \leq 42$	$42 < H_N \leq 56$	
BYS=5	$17.5 < H_N \leq 28$	$28 < H_N \leq 42$	
BYS=6	$10.5 < H_N \leq 17.5$	$17.5 < H_N \leq 28$	
BYS=7	$7 < H_N \leq 10.5$	$10.5 < H_N \leq 17.5$	
BYS=8	$H_N \leq 7$	$H_N \leq 10.5$	

2.2.6 Bina performans hedefleri ve uygulanacak tasarım yaklaşımları

Bina performans hedefi, belli bir deprem yer hareketi düzeyi için hedeflenen performans düzeyini belirtir. Yönetmelik içerisinde tanımlanan dört deprem yer hareketi düzeyi için deprem tasarım sınıfı 1, 2, 3, 3a, 4, 4a için tanımlanan normal performans hedefleri ile deprem tasarım sınıfı 1a, 2a için tanımlanan ileri performans

hedefleri Çizelge 2.6, 2.7, 2.8’de belirtilmiştir. Ayrıca bu çizelgelerde dayanıma göre tasarım yaklaşımı ile şekil değiştirmeye göre değerlendirme ve tasarım yaklaşımının uygulama kapsamı da belirtilmiştir.

Çizelge 2.6: Yeni yapılacak binalar için performans hedefleri ve değerlendirme yaklaşımları.

Deprem	DTS =1, 1a, 2, 2a, 3, 3a, 4, 4a		DTS =1a, 2a	
Yer H. Düzeyi	Normal Performans Hedefi	Değerlendirme/Tasarım Yaklaşımı	İleri Performans Hedefi	Değerlendirme/Tasarım Yaklaşımı
DD-3	-	-	HK	ŞGDT
DD-2	CG	DGT	CG	DGT
DD-1	-	-	CG	ŞGDT

Çizelge 2.7: Yeni yapılacak yüksek binalar için performans hedefleri ve değerlendirme yaklaşımları.

Deprem	DTS =1, 2, 3, 3a, 4, 4a		DTS =1a, 2a	
Yer H. Düzeyi	Normal Performans Hedefi	Değerlendirme/Tasarım Yaklaşımı	İleri Performans Hedefi	Değerlendirme/Tasarım Yaklaşımı
DD-4	KK	DGT-ŞGDT	-	-
DD-3	-	-	HK	ŞGDT
DD-2	CG	DGT	CG	DGT
DD-1	GÖ	ŞGDT	CG	ŞGDT

Çizelge 2.8: Mevcut binalar için performans hedefleri ve değerlendirme yaklaşımları.

Deprem	DTS =1, 2, 3, 3a, 4, 4a		DTS =1a, 2a	
Yer H. Düzeyi	Normal Performans Hedefi	Değerlendirme/Tasarım Yaklaşımı	İleri Performans Hedefi	Değerlendirme/Tasarım Yaklaşımı
DD-3	-	-	HK	ŞGDT
DD-2	CG	ŞGDT	-	-
DD-1	-	-	CG	ŞGDT

2.2.7 Betonarme taşıyıcı sistem elemanlarının etkin kesit rijitlikleri

Betonarme taşıyıcı sistem elemanlarının kesit özelliklerinin modellenmesinde Çizelge 2.9’da verilen etkin kesit rijitliği çarpanları kullanılacaktır.

Çizelge 2.9: Betonarme taşıyıcı sistem elemanlarının etkin kesit rijitliği çarpanları.

Betonarme Taşıyıcı Sistem Elemanı	Etkin Kesit Rijitliği Çarpanı	
Perde-Döşeme (Düzlem İçi)	Eksenel	Kayma
Perde	0.50	0.50
Bodrum perdesi	0.80	0.50
Döşeme	0.25	0.25
Perde-Döşeme (Düzlem Dışı)	Eğilme	Kesme
Perde	0.25	1.00
Bodrum perdesi	0.50	1.00
Döşeme	0.25	1.00
Çubuk eleman	Eğilme	Kesme
Bağ kirişi	0.15	1.00
Çerçeve kirişi	0.35	1.00
Çerçeve kolonu	0.70	1.00
Perde (eşdeğer çubuk)	0.50	1.00

Sonlu elemanlarla modellenen perde ve döşemelerin kendi düzlemleri içindeki eksenel ve kayma davranışlarına karşı gelen etkin kesit rijitliği çarpanları, elastiklik modülü ve kayma modülüne uygulanmak üzere Çizelge 2.9’da verilmiştir.

Çerçeve kiriş ve kolonlarının, eşdeğer çubuk olarak modellenen perdelerin ve bağ kirişli perdelerdeki bağ kirişlerinin eğilme ve kesme davranışlarına karşı gelen etkin kesit rijitliği çarpanları kesit eylemsizlik momenti ve kesme alanına uygulanmak üzere Çizelge 2.9’da verilmiştir.

2.3 Betonarme Binalardan Bilgi Toplanması

2.3.1 Bilgi düzeyleri

2016 Türkiye Bina Deprem Yönetmeliği Taslağında bilgi düzeyleri, sınırlı ve kapsamlı olarak sınıflandırılmıştır. DBYBHY 2007’de tanımlı olan orta bilgi düzeyi, bu yönetmelikte tanımlanmamıştır.

Sınırlı Bilgi Düzeyi: Taşıyıcı sistemin özellikleri binada yapılacak ölçümlerle belirlenir. Sınırlı bilgi düzeyi, sadece bina kullanım sınıfı 3 olan binalarda kullanılabilir.

Kapsamlı Bilgi Düzeyi: Sınırlı bilgi düzeyine göre daha çok ölçüm yapılır.

2.3.2 Betonarme binalarda sınırlı bilgi düzeyi

DBYBHY 2007'ye göre her katta en az bir adet olmak üzere perde ve kolonların %10'unun, kirişlerin %5'inin pas payları sıyrılarak donatı kontrolü yapılması şartı aranmaktadır. Yeni yönetmeliğe göre ise her katta en az bir adet olmak üzere perde ve kolonların %5'inin ve her katta bir kirişin pas payları sıyrılarak donatı kontrolü yapılması yeterli olmaktadır. Yeni yönetmelikte donatı tespiti yapılan kolonlardaki donatı gerçekleşme katsayısı hesaplanır; kirişler için ise yalnızca düşey yükler için gerekli olan donatı kullanılır. DBYBHY 2007'de donatı gerçekleşme katsayısı hem kiriş hem de kolonlar için hesaplanır. Beton dayanımı belirlenirken DBYBHY 2007'ye göre numunelerden en düşük numunenin dayanımı esas alınır. Yeni yönetmelikte toplam numune üçten az ise minimum dayanım beton dayanımı olarak alınır. Numune sayısı üçten fazla ise örneklerden elde edilen ortalama eksi standart sapma değeri ile 0.85 çarpı ortalama değerinden büyük olanı beton dayanımı olarak alınır.

2.3.3 Betonarme binalarda kapsamlı bilgi düzeyi

DBYBHY 2007'de binanın kapsamlı bilgi düzeyinde sınıflandırılabilmesi için projelerinin bulunması zorunlu iken yeni yönetmelikte bina projelerinin bulunmaması durumunda da bina, kapsamlı bilgi düzeyinde sınıflandırılabilir. Yeni yönetmeliğe göre betonarme detay projesi mevcut ise donatıların projeye uygun olup olmadığının kontrolü için sınırlı bilgi düzeyi için yapılan pas payı sıyırma işlemleri yapılır. Proje mevcut değilse her katta en az ikişer adet olmak üzere kolon ve perdelerin %10'unun pas payları sıyrılacak, kalanlar elemanların %30'nda ve kirişlerin %15'inde donatı tespit cihazı ile donatılar belirlenir. Beton dayanımı belirlenirken DBYBHY 2007'ye göre her kattaki kolonlardan veya perdelerden toplam 3 adetten az olmamak ve binada toplam 9 adetten az olmamak üzere her 200 m²'den bir adet karot alınır. Numunelerden elde edilen ortalama eksi standart sapma değeri mevcut beton dayanımı olarak alınır. Yeni yönetmelikte ise kolon veya perdelerden zemin katta 3 diğer katlarda 2 adetten az olmamak üzere binada 9 adetten az olmamak üzere her 400 m²'de bir adet karot alınır. Örneklerden elde edilen ortalama eksi standart sapma değeri ile 0.85 çarpı ortalama değerinden büyük olanı beton dayanımı olarak alınır.

2.3.4 Bilgi düzeyi katsayıları

İncelenen binalardan edinilen bilgi düzeyine göre eleman kapasitesine uygulanacak bilgi düzeyi katsayıları Çizelge 2.10'a göre belirlenir.

Çizelge 2.10: Bilgi düzeyi katsayıları.

Bilgi Düzeyi	Bilgi Düzeyi Katsayısı
Sınırlı	0.75
Kapsamlı	1.00

2.4 Doğrusal Elastik Hesap Yöntemleri İle Deprem Hesabı

2.4.1 Hesap yöntemleri

Binaların deprem performanslarının belirlenmesinde kullanılacak doğrusal hesap yöntemleri, eşdeğer deprem yükü yöntemi ve mod birleştirme yöntemidir.

Eşdeğer deprem yükünün uygulanabileceği binalar, Çizelge 2.11'de verilmiştir. Binaların deprem hesabında ek dış merkezlik uygulanmayacaktır. Toplam eş değer deprem yükü Denklem 2.14'e göre elde edilecektir. Bu denklemde deprem yükü azaltma katsayısı bire eşit alındığı için azaltılmış tasarım spektral ivmesi yerine elastik tasarım spektral ivmesi doğrudan kullanılabilir.

Çizelge 2.11: Eşdeğer deprem yükü yönteminin kullanılabileceği binalar.

Bina Türü	İzin Verilen Bina Yükseklik Sınıfı	
	DTS= 1, 1a, 2, 2a	DTS= 3, 3a, 4, 4a
Her bir katta burulma düzensizliği katsayısının $\eta_{bi} \leq 2.0$ koşulunu sağladığı ve ayrıca B2 türü düzensizliğinin olmadığı binalar	BYS ≥ 4	BYS ≥ 5
Diğer tüm binalar	BYS ≥ 5	BYS ≥ 6

$$V_{tE} = m_t S_{ae}(T) \geq 0.04 m_t I S_{DS} g \quad (2.14)$$

Bu denklemde $S_{ae}(T)$, yatay elastik tasarım spektral ivme değerlerini, S_{DS} , kısa periyot bölgesi için tasarım spektral ivmesini, m_t ise binanın toplam kütesini ifade etmektedir.

Mod birleştirme yönteminde taban kesme kuvvetinin hesabında deprem yükü azaltma katsayısı bir alınır.

2.4.2 Betonarme binaların yapı elemanlarında etki-kapasite oranları ve hasar türlerinin belirlenmesi

Sünek kiriş, kolon ve perde kesitlerinin etki/kapasite oranı (EKO), düşey yükler ve deprem etkisi altında deprem yükü azaltma katsayısı bir alınarak hesaplanan toplam kesit momentinin kesit moment kapasitesine bölünmesi ile elde edilir. EKO hesabında uygulanan deprem kuvvetinin yönü dikkate alınacaktır. Kolon ve perde kesitlerinin eğilme momenti kapasitelerine karşılık gelen eksenel kuvvetler, düşey yükler ve deprem yükü azaltma katsayısı dört alınarak hesaplanan deprem yüklerinin ortak etkisi altında hesaplanacaktır.

2.4.3 Doğrusal hesap yöntemlerinin uygulama sınırları

Doğrusal elastik hesap yöntemleri aşağıdaki durumlardan herhangi biri ile karşılaşıldığı durumda kullanılamaz. Belirtilen durumlardan herhangi birinin oluşması durumunda doğrusal elastik olmayan hesap yöntemlerinden biri ile değerlendirme yapılmalıdır.

- Bina yükseklik sınıfının 5'den küçük olması.
- Binada, taşıyıcı sistemin düşey elemanlarında süreksizlik olarak tanımlanan B3 düzensizliğinin bulunması.
- Betonarme binalarda, en üst kat dışında herhangi bir katta, her bir deprem doğrultusu için düşey sünek elemanların ortalama EKO değerinin deprem yönündeki kirişlerin ortalama EKO değerinden büyük olması.
- Binanın en üst katı dışında herhangi bir katta, her bir deprem doğrultusu için düşey sünek elemanların kesme kuvvet ile ölçeklendirilmiş ortalama EKO değerinin 2'den büyük olması.
- Binanın üst katı haricinde herhangi bir katında, her bir deprem doğrultusundaki sünek kirişlerin ortalama EKO değerinin 3.5'ten büyük olması.

2.4.4 Birim şekil değiştirme istemlerinin belirlenmesi

Eleman kesitlerinin birim şekil değiştirme istemleri, eşdeğer deprem yükü veya mod birleştirme yöntemi kullanılarak herhangi bir eleman ucunda elde edilen toplam yer değiştirmiş eksen dönmesi θ_k yardımıyla belirlenecektir.

Eleman uç kesitinin toplam eğrilik istemi ϕ_t , Denklem 2.15 yardımıyla hesaplanabilir.

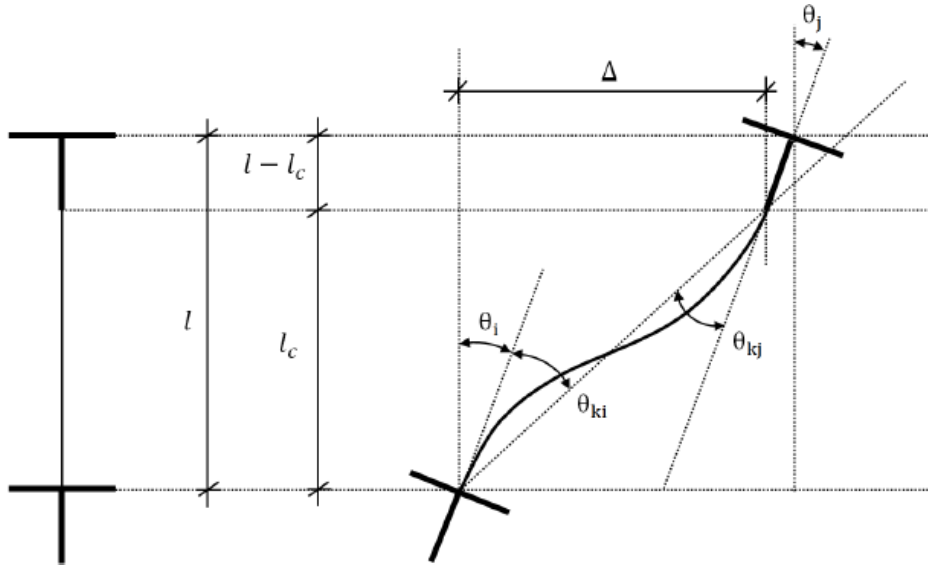
$$\phi_t = \frac{(\theta_k - \theta_y)}{L_p} + \phi_y \quad (2.15)$$

θ_y eleman uç kesitindeki yer değiştirmiş eksen akma dönmesi, ϕ_y ise eleman uç kesitindeki akma eğriliğidir. L_p plastik mafsallık boyudur ve etkili doğrultudaki kesit boyutunun yarısına eşit alınacaktır.

Betonun basınç birim şekil değiştirme istemi ve donatı çeliğinin birim şekil değiştirme istemi, toplam eğrilik istemine göre moment-eğrilik analizi ile hesaplanacaktır.

2.4.4.1 Yer değiştirmiş eksen dönmesi ve yer değiştirmiş eksen akma dönmesi kavramları

Çift eğrilikli eğilme altındaki tipik bir eğilme elemanının şekil değiştirme özellikleri Şekil 2.3’de gösterilmektedir. Burada l elemanın toplam boyunu, l_c net açıklığını, Δ kat arası ötelenmeyi, θ_i ve θ_j sırasıyla i ve j düğüm noktalarının dönmelerini, θ_{ki} ve θ_{kj} sırasıyla i ve j uçlarındaki yer değiştirmiş eksen dönmelerini göstermektedir. θ_{yi} ise i ucunda akma durumundaki dönmeyi göstermektedir.



Şekil 2.3: Eğilme elemanının şekil değiştirme özellikleri.

Eğilme elemanı doğrusal elastik şekil değiştirme durumunda iken, i ucundaki yer değiştirmiş eksen ve düğüm noktası dönmeleri ile kat arası ötelenmenin ilişkisi aşağıda Denklem 2.16’da tanımlanmıştır.

$$\theta_{ki} = \frac{\Delta}{l_c} - \theta_i \quad (2.16)$$

Kiriş elemanlarında kat arası ötelenme değeri genel olarak sıfır alınabilir. Elemanın i ucunda akma meydana geldiğinde i ucundaki toplam yer değiştirmiş eksen dönmesi, bu uçtaki akma dönmesi ve plastik dönmenin toplamına eşittir. Denklem 2.17’de bu durum gösterilmiştir.

$$\theta_{ki} = \theta_{yi} + \theta_{pi} \quad (2.17)$$

Her iki ucunda akma durumuna geçen bir eğilme elemanının i ve j uçlarındaki uç akma dönmeleri ve uç momentler arasındaki ilişkiler Denklem 2.18 ve 2.19’da verilmektedir. Akma dönmelerinin her iki ucu akma durumunda olan elemanlar için tanımlanması, birim şekil değiştirme istemlerinin hesabında en elverişsiz duruma karşılık gelmektedir.

$$\theta_{yi} = \frac{M_{yi} l_c}{3EI} \left(1 - \frac{1}{2} \frac{M_{yj}}{M_{yi}}\right) \quad (2.18)$$

$$\theta_{yj} = \frac{M_{yj} l_c}{3EI} \left(1 - \frac{1}{2} \frac{M_{yi}}{M_{yj}}\right) \quad (2.19)$$

M_{yi} ve M_{yj} sırasıyla i ve j uçlarındaki etkin akma momentleridir. Akma momentlerinin yönleri ters saat yönünde artı, saat yönünde eksidir.

Perde olarak tanımlanan bir eğilme elemanının uçlarında akma dönmesi ve akma momenti arasındaki ilişki Denklem 2.20’de verilmektedir.

$$\theta_y = \frac{M_y l_c}{3EI} \quad (2.20)$$

2.5 Doğrusal Elastik Olmayan Hesap Yöntemleri İle Deprem Hesabı

Mevcut veya güçlendirilmiş binaların değerlendirilmesinde kullanılacak doğrusal olmayan hesap yöntemleri, itme yöntemleri ve zaman tanım alanında doğrusal olmayan hesap yöntemidir.

2.5.1 İtme yöntemleri

İtme yöntemleri, doğrusal mod birleştirme yönteminin tek modlu uygulamasının doğrusal olmayan artımsal karşılığıdır. Tüm doğrusal olmayan yöntemlerde olduğu gibi hesabın başlangıç adımı, deprem dışı yüklemeler altında doğrusal olmayan artımsal statik analiz yapılır. Bu analiz sonucu elde edilen iç kuvvetler ve doğrusal olmayan şekil değiştirmeler, deprem hesabının başlangıç değerlerini oluştururlar.

İtme yöntemleri, bina yükseklik sınıfının 5 ve 5'ten büyük olduğu; burulma düzensizliği katsayısının 1.4'ten küçük olduğu ve doğrusal elastik davranışa göre hesaplanan birinci titreşim moduna ait taban kesme kuvveti etkin kütesinin, rijit perdelerle çevrili bodrum katlarının kütleleri hariç bina kütesine oranının en az 0.7 olduğu binalarda kullanılabilir. Bu üç şarttan birinin gerçekleşmemesi durumunda itme yöntemleri kullanılamaz.

2.5.1.1 Sabit modlu itme yöntemi

Sabit modlu İtme yönteminde, göz önüne alınan deprem doğrultusunda her bir itme adımı, katlara etkiyen deprem yükü artımları, deprem dışı yüklemelerden sonraki birinci adımda belirlenen ve itme hesabı boyunca hiç değiştirilmeyen sabit mod şekli ile orantılı olarak tanımlanırlar. İtme hesabı sonucunda koordinatları tepe yer değiştirmesi – taban kesme kuvveti olan itme eğrisi elde edilir. Daha sonra bu eğriye uygulanan koordinat dönüşümü ile koordinatları modal yer değiştirme – modal ivme olan modal kapasite diyagramı elde edilir. Hesabın son aşamasında bu diyagram, tanımlanan deprem etkisi altında modal yer değiştirme talebinin ve buna bağlı olarak taşıyıcı sistemde meydana gelen iç kuvvet ve plastik şekil değiştirme taleplerinin hesaplanmasında esas alınır.

Düşey yüklerin, şekil değiştirmiş taşıyıcı sistemlerde neden olduğu ikinci mertebe etkilerin önemli olabileceği binalarda değişken modlu itme yöntemi kullanılmalıdır.

2.5.1.2 Değişken modlu itme yöntemi

Değişken modlu itme yönteminde, deprem yükü artımları ve kat yer değiştirme artımları başlangıç durumu olan deprem dışı yüklemelerden sonraki her bir itme adımı, daha önce oluşan plastik mafsallar göz önüne alınarak yeniden hesaplanan serbest titreşim mod şekli ile orantılı olarak tanımlanırlar. Bu yöntemde sabit modlu itme yöntemindeki gibi itme eğrisinin çizimine gerek kalmaksızın modal kapasite

diyagramı doğrudan elde edilir. Hesabın kalan kısmı sabit modlu itme yönteminde olduğu gibidir.

2.5.1.3 Deprem modal yer değiştirme talebinin elde edilmesi

Deprem modal yer değiştirme talebinin elde edilmesi, verilen deprem etkisi altında modal kapasite diyagramı ile ifade edilen modal tek serbestlik dereceli sistemin en büyük yer değiştirmesinin hesabına denk gelmektedir.

Deprem modal yer değiştirme talebi, modal tek serbestlik dereceli sistemde doğrusal olmayan spektral yer değiştirme olarak veya modal tek serbestlik dereceli sistemin deprem etkisi altında zaman tanım alanında hesabından elde edilebilir.

2.5.2 Zaman tanım alanında doğrusal olmayan hesap yöntemi ile deprem hesabı

Zaman tanım alanında doğrusal olmayan hesap, deprem yer hareketinin etkisi altında taşıyıcı sistemin hareket denklemlerini ifade eden diferansiyel denklem takımının zaman artırımları ile adım adım doğrudan integrasyonuna karşı gelir. Bu işlem sırasında doğrusal olmayan davranış sebebiyle sistem rijitlik matrisinin sürekli değişmesi hesaplarda dikkate alınır.

2.5.2.1 Deprem kayıtlarının seçimi ve ölçeklendirilmesi

Zaman tanım alanından doğrusal olmayan hesaplarda en az 11 deprem yer hareketi takımı kullanılmalıdır. Birbirinde dik yatay iki doğrultudaki ivme kayıtları taşıyıcı sistemin asal eksenleri doğrultusunda aynı anda birlikte etki ettirilecektir. Daha sonra ivme kayıtları doksana derece döndürülerek işlem tekrarlanacaktır.

Bina taşıyıcı sistemlerinin zaman tanım alanında deprem hesabında kullanılacak deprem kayıtlarının seçimi, tasarıma esas deprem yer hareketi düzeyi ile uyumlu deprem büyüklükleri, fay uzaklıkları, kaynak mekanizmaları ve yerel zemin koşulları dikkate alınarak yapılmalıdır. Binanın bulunduğu bölgede tasarıma esas deprem yer hareketi düzeyi ile uyumlu geçmiş deprem kayıtlarının mevcut olması durumunda öncelikle bu kayıtlar kullanılacaktır. Sahaya özel deprem tehlikesine en fazla katkıda bulunan depremlere ait büyüklük ve fay hattı uzaklığı bilgilerinin belirlenmesi için deprem tehlikesi ayrıştırma işleminden yararlanılabilir.

Yeterli sayı veya nitelikte deprem kaydı seçiminin yapılamadığı durumlarda, zaman tanım alanında benzeştirilmiş yer hareketi kayıtları kullanılabilir. Bu tür kayıtların

kullanılması durumunda, binanın bulunduğu sahanın sismik kaynak, dalga yayılım ve yerel zemin özellikleri göz önüne alınacaktır. Benzeştirme için kullanılacak model parametreleri, söz konusu bölgede meydana gelmiş geçmiş depremlerde kaydedilmiş gerçek deprem kayıtları ile doğrulanacaktır.

Bir veya iki boyutlu hesap için seçilecek deprem kayıtlarının ve üç boyutlu hesap için seçilecek deprem kaydı takımlarının sayısı en az on bir olacaktır. Aynı depremden seçilecek kayıt veya kayıt takımı sayısı üçü geçmeyecektir.

Bir veya iki boyutlu hesap için seçilen tüm kayıtlara ait spektrumların ortalamasının, binanın hakim doğal titreşim periyodu T_p 'ye göre, $0.2T_p$ ve $1.5T_p$ periyotları arasındaki genliklerinin, tasarım spektrumunun aynı periyot aralığındaki genliklerinden daha küçük olmaması kuralına göre, deprem yer hareketlerinin genlikleri ölçeklendirilmelidir.

Üç boyutlu hesap için seçilen her bir deprem kaydı takımının iki yatay bileşenine ait spektrumların kareleri toplamının karekökü alınarak bileşke yatay spektrum elde edilecektir. Seçilen tüm kayıtlara ait bileşke spektrumların ortalamasının binanın hakim doğal titreşim periyodu T_p 'ye göre, $0.2T_p$ ve $1.5T_p$ periyotları arasındaki genliklerinin, tasarım spektrumunun aynı periyot aralığındaki genliklerine oranının 1.3'ten daha küçük olmaması kuralına göre deprem yer hareketi bileşenlerinin genlikleri ölçeklendirilmelidir. Bu periyot aralığı yalıtımlı binalar için değişebilir. Her iki yatay bileşenin ölçeklendirilmesi aynı ölçek katsayıları ile yapılmalıdır.

Serbest zemin analizinde kullanılacak deprem kayıtlarının veya kayıt takımlarının ölçeklendirilmesinde, bina hakim doğal titreşim periyodunun üst sınırı $2T_p$ olarak alınacaktır.

Mevcut deprem verileri ile bina özelliklerinin gerekli kılması ve sahaya özel deprem yer hareketi spektrumu belirlenmesi durumunda, binanın belirli sayıda titreşim periyodu ile ilişkilendirilen koşullandırılmış ortalama spektrumlardan yararlanılarak, deprem kayıtlarının analiz sonuçlarında daha az saçılmayı sağlayacak şekilde seçilerek ölçeklendirilmesi yoluna gidilebilir.

2.5.2.2 Değerlendirmeye esas şekil değiştirme ve iç kuvvet talepleri

Sünek davranışa sahip elemanlarda değerlendirmeye esas şekil değiştirme talepleri ile sünek davranışa sahip olmayan elemanlarda değerlendirmeye esas iç kuvvet

talepleri, yapılan analizlerin her birinden elde edilen sonuçların en büyük mutlak değerlerinin ortalaması olarak hesaplanacaktır.

2.6 Betonarme Elemanların Kesit Birim Şekil Değiştirme Sınırları

Bu bölümde, hesaplanmış olan beton ve donatı çeliğinin birim şekil değiştirme talepleri ile karşılaştırılması amacıyla verilen birim şekil değiştirme kapasiteleri sınır değerlerinde DBYBHY 2007'ye göre herhangi bir değişiklik olmamıştır.

Ancak birim şekil değiştirme sınırlarının hesabında kullanılan kesitte bulunan özel deprem etriyeleri ve çirozları olarak düzenlenmiş olan enine donatının hacimsel hesabında, kancaları 90 derece kapalı olan etriyelerin varlığı DBYBHY 2007'de göz önüne alınmazken Türkiye Bina Deprem Yönetmeliği Taslağı 2016'da bu etriyelerin %30'u hesaba dahil edilebilir.

Şekil değiştirme hesabı yapılan betonarme kesitin tasarım kesme kuvveti oranı için $\frac{V_e}{b_w d f_{ctm}} < 0.65$ koşulu geçerli ise DBYBHY 2007'deki değerlerle de aynı olan şekil değiştirme üst sınırları geçerlidir. Kesme kuvveti oranı 1.30'dan büyük ise şekil değiştirme üst sınırları 0.5 ile çarpılarak azaltılacaktır. Ara değerler için ise enterpolasyon uygulanacaktır.

2.7 Mevcut Binaların Deprem Performansının Belirlenmesi

Mevcut veya güçlendirilecek binaların deprem performanslarının belirlenmesinde esas alınacak deprem düzeyleri ve bu deprem düzeylerinde binalar için öngörülen minimum performans hedefleri Çizelge 2.6'da verilmiştir.

Mevcut binaların deprem performansının belirlenmesi için beş farklı hasar durumu esas alınmıştır. Esas alınan beş farklı hasar durumundan hemen kullanım performans düzeyi, can güvenliği performans düzeyi, göçmenin önlenmesi performans düzeyi ve göçme durumu hasar düzeyleri DBYBHY 2007'de tanımlanan hasar düzeyleridir ve bu hasar düzeyleri için uygulanacak kurallar bakımından herhangi bir değişikliğe gidilmemiştir. Fakat bu dört performans dışında kesintisiz kullanım performans düzeyi ayrıca tanımlanmıştır.

2.7.1 Mevcut binalarda kesintisiz kullanım performans düzeyi

Taşıyıcı elemanların tümü minimum hasar bölgesindedir. Eğer varsa, gevrek olarak hasar gören elemanların güçlendirilmeleri şartıyla bu durumdaki binaların kesintisiz kullanım performans düzeyinde olduğu kabul edilir.



3. 2007 VE 2017 DEPREM YÖNETMELİKLERİNİN MEVCUT BETONARME BİNALARIN DEĞERLENDİRİLMESİ İLE İLGİLİ BÖLÜMLERİNİN BİR ÖRNEK ÜZERİNDE KARŞILAŞTIRILMASI

Bu bölümde daha önce 2007 deprem yönetmeliğine göre doğrusal olarak değerlendirilmiş olan ve bu doğrusal elastik değerlendirme sonuçlarının kısa özeti aşağıda açıklanan mevcut betonarme bir bina, zaman tanım alanında doğrusal elastik olmayan hesap yöntemiyle 2007 ve 2017 deprem yönetmeliklerine göre ayrı ayrı çözülecektir. Yapılan çözümlerle her iki yönetmelik için de elde edilen doğrusal olmayan dinamik analiz sonuçları, doğrusal olarak çözülen analiz sonuçlarına göre farklı hasar seviyelerinde bulunan elemanlar üzerinden karşılaştırılarak yenilenen deprem yönetmeliğinin kullanılmasıyla 2007 deprem yönetmeliğine göre mevcut betonarme binaların değerlendirilmesi konusunda ne gibi farklı sonuçlar elde edileceği görülecektir. İtme analizi yöntemi, yönetmelikleri karşılaştırmak için kullanılamamıştır. Mevcut bina, 2007 ve 2017 deprem yönetmeliklerinde belirtilen itme analizinin kullanılabilmesi için gerekli olan şartları sağlamamaktadır. Mevcut binada bulunan burulma etkisi ve birinci modun kütle katılım oranının düşük olması gerekli şartları sağlayamamasına neden olmaktadır. Bu yüzden bina, yalnızca zaman tanım alanında doğrusal olmayan yöntemle çözülmüştür. Betonarme çubuk elemanların plastik mafsallık özellikleri, XTRACT programı kullanılarak bulunmuştur. Binanın genel görünümü Şekil 3.1’de görülmektedir.

3.1 Bina Hakkında Genel Bilgiler

3.1.1 Giriş

Yapı İstanbul, Ümraniye’de bulunmakta ve belediye ek hizmet binası olarak kullanılan betonarme bir binadır. Yapı, yapılan değerlendirmeler sonucu şu anda yıkılmıştır. Mevcut betonarme binanın betonarme projeleri bulunmamakta, sadece mimari projeleri bulunmaktadır. Yapılan saha çalışmasıyla taşıyıcı sistem geometrisi kontrol edilmiş, taşıyıcı sistem elemanlarının boyutları belirlenmiştir.

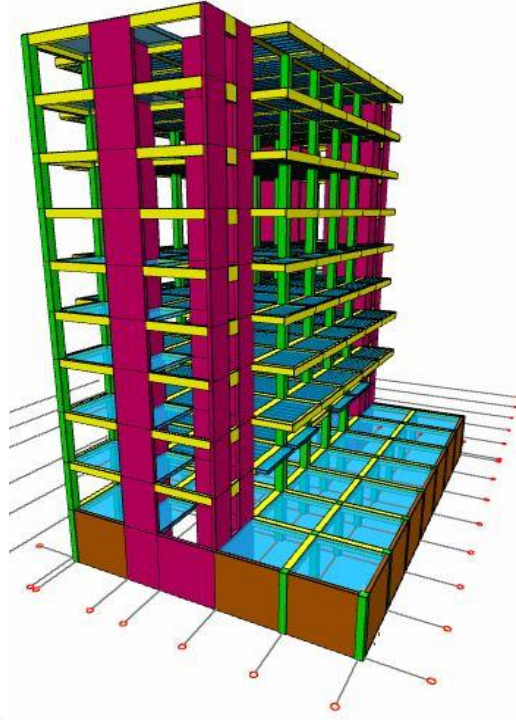


Şekil 3.1: Bina genel görünümü.

DBYBHY 2007’de mevcut betonarme binalarda orta bilgi düzeyi için belirtilen şartlar çerçevesinde, yeterli sayıda taşıyıcı elemanın donatı düzeni belirlenmiştir. Ayrıca aynı şartlar çerçevesinde yeterli sayıda taşıyıcı elemandan beton numuneleri alınmıştır ve bu numuneler yardımıyla mevcut malzeme dayanımı tespit edilmiştir. Bina toplanan bilgiler ışığında üç boyutlu olarak SAP 2000 programında modellenmiştir. Kirişler tablalı kesit olarak modellenirken döşemeler modellenmemiş, her katta rijit diyafram kabulü yapılmıştır.

3.1.2 Yapının geometrisi

Yapı bir bodrum, bir zemin ve sekiz normal kattan oluşan toplam on katlı bir binadır. Yapının taşıyıcı sistemi, yerinde dökme betonarme perde çerçeveli sistemden oluşmaktadır. Yapıda kat yükseklikleri bodrum katta 4.5 metre; zemin, birinci ve ikinci normal katlarda 3.5 metre; üçüncü ve sekizinci normal katlar arasında ise 3’er metredir. Binanın döşemeleri bodrum katta tamamen plak döşeme olarak, diğer katlarda ise çoğunlukla dişli döşeme olmak üzere dişli ve plak döşeme sistemleri beraber kullanılmıştır. Kullanılan bütün plak döşemelerin kalınlığı 20 santimetredir. Yapı boyunca tüm perdelerin kalınlığı da 20 santimetredir. Binanın üç boyutlu modeli Şekil 3.2’de ve bodrum kat planı ise Şekil 3.3’de gösterilmiştir.



Şekil 3.2: Binanın 3 boyutlu modeli.



Şekil 3.3: Bina bodrum kat planı.

3.1.3 Binaya etkiyen yükler ve bina ağırlığı

Binada sabit yükler, plak döşemelerin bulunduğu alanlarda 7 kN/m^2 , dişli döşemelerin bulunduğu alanlarda ise 4.5 kN/m^2 alınmıştır. Hareketli yükler ise otopark ve merdiven sahanlığında 5 kN/m^2 , konsol çıkma alanlarda 3.5 kN/m^2 , binanın kalan diğer bölgelerinde de 2 kN/m^2 olarak alınmıştır. Bina modellenirken döşemeler modellenmemiş, döşemelere etkiyen yükler doğrudan kirişlere yüklenmiştir. Dişli döşemelere gelen yükler, döşeme dişlerinin mesnetlendiği kirişlere aktarılırken plak döşemelere gelen yükler ise düzgün yayılı yükler olarak çevresindeki kirişlere aktarılmışlardır. Hareketli yük katılım katsayısı 0.3 alınmıştır. Binanın toplam ağırlığı ise 39715 kN'dur.

3.1.4 Kullanılan malzeme

Mevcut malzeme dayanımının belirlenmesi için bodrum ve zemin katlardan beşer, birinci ve ikinci normal katlardan üçer, diğer katlardan ikişer tane beton örneği alınmıştır. Alınan bu numunelerin kırılmasıyla bodrum, zemin, birinci ve ikinci normal katlarda kullanılan betonun mevcut dayanımının 14.2 MPa; üçüncü normal kat ile sekizinci normal kat arasında kullanılan betonun mevcut dayanımının 7.3 MPa olduğu belirlenmiştir. Betonun gerilme şekil değiştirme davranışı için Mander Modeli kullanılmıştır. Donatının mevcut malzeme dayanımı ise 220 MPa olarak belirlenmiştir. Donatının pekleşme birim uzaması 0.011, kopma birim uzaması ise 0.16 olarak alınmıştır.

3.1.5 Taşıyıcı elemanların donatı düzenleri

Binanın kolonlarının donatı düzeni Çizelge 3.1'de gösterilirken Çizelge 3.2'de ise perde donatı düzeni gösterilmiştir

3.2 Binanın Doğrusal Elastik Değerlendirilmesine Dair Özet

Yapı doğrusal elastik olarak aşağıda 3.2.1'de açıklanan deprem parametreleri çerçevesinde IDECAD programı kullanılarak değerlendirilmiştir [7]. Eş değer deprem yükü yöntemine göre binaya X ve Y doğrultularında pozitif ve negatif yüzde 5 dış merkezlilik içeren yüklemeler yapılmıştır. Yapılan yüklemeler sonucu eleman hasar seviyeleri belirlenmiştir. En ağır hasar gözlenen üçüncü katta elde edilen hasar

seviyeleri, Şekil 3.4'te gösterilmiştir. Ayrıca 3. kata ait hasar seviyeleri Çizelge 3.3'te gösterilmiştir.

Çizelge 3.1: Kolon donatı düzeni.

Tip	Malzeme	Kesit boyutları (mm)	Donatı
Tip1	C14	500x400	10 ϕ 16
Tip2	C7	500x400	10 ϕ 16
Tip3	C14	550x550	16 ϕ 16
Tip4	C14	500x500	12 ϕ 16
Tip5	C7	500x500	12 ϕ 16
Tip6	C14	400x400	8 ϕ 16
Tip7	C7	450x450	12 ϕ 16

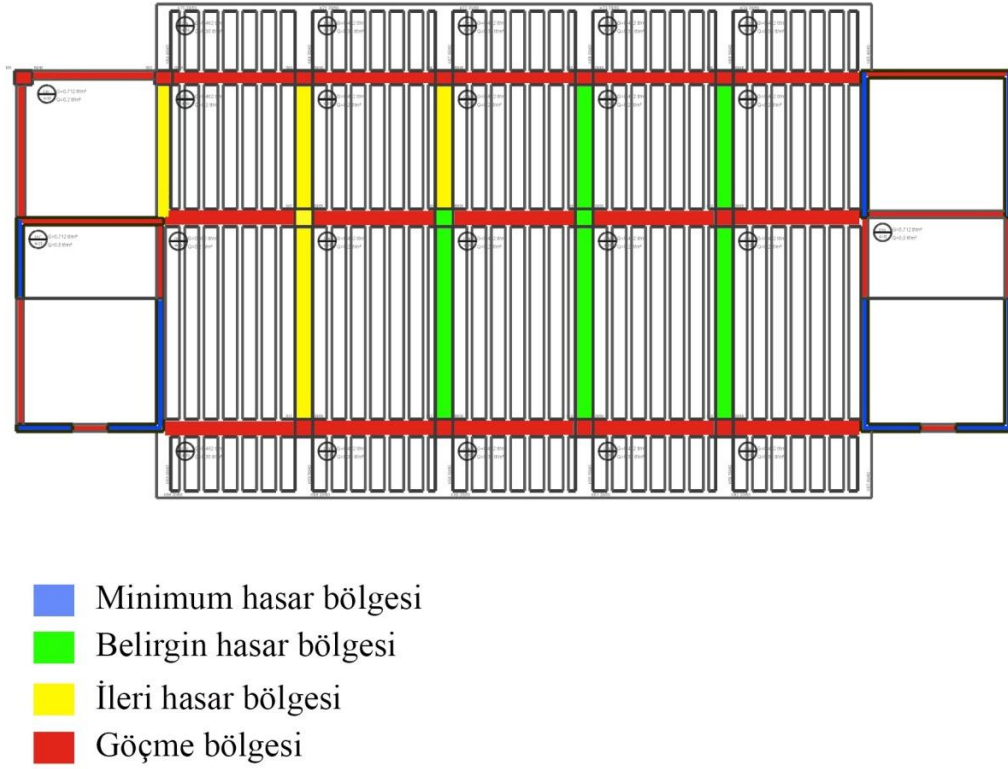
Çizelge 3.2: Perde donatı düzeni.

Tip	Malzeme	Perde kalınlığı (cm)	Perde boyu (cm)	Başlık donatısı	Gövde donatısı	Donatı oranı
Tip1	C14	20	400	6 ϕ 16	Φ 12/250	%0.58
Tip2	C14	20	230	6 ϕ 16	Φ 12/250	%0.82
Tip3	C14	20	140	6 ϕ 16	Φ 12/250	%1.04
Tip4	C14	20	160	6 ϕ 16	Φ 12/250	%1.04
Tip5	C14	20	370	6 ϕ 16	Φ 12/250	%0.62
Tip6	C7	20	400	6 ϕ 16	Φ 12/250	%0.58
Tip7	C7	20	230	6 ϕ 16	Φ 12/250	%0.82
Tip8	C7	20	140	6 ϕ 16	Φ 12/250	%1.04
Tip9	C7	20	160	6 ϕ 16	Φ 12/250	%1.04
Tip10	C7	20	370	6 ϕ 16	Φ 12/250	%0.62

İki farklı yönetmelik için yapılan doğrusal olmayan dinamik analizler karşılaştırılırken yine 3. katta bulunan kolon ve perde elemanlarının hasar seviyeleri üzerinden karşılaştırma yapılmıştır.

3.3 İtme Analizi Kontrolü

Her iki yönetmeliğe göre de itme analizinin kullanılabilmesi için gereken şartları mevcut bina sağlayamamaktadır. DBYBHY 2007'ye göre binanın bodrum kat hariç



Şekil 3.4: 3. Normal kat hasar seviyesi.

sekiz katlı olması, burulma düzensizliği katsayısının 1.4'ten küçük olması ve birinci moda ait kütle katılım oranının 0.7'den büyük olması aranmaktadır. Fakat mevcut bina 9 katlıdır. Sekizinci katta burulma düzensizlik katsayısı 1.5 olmaktadır. Birinci modun kütle katılım oranı ise 0.63'te kalmaktadır. Her üç şart da sağlanamamaktadır. Yeni taslak yönetmeliğe göre kontrol yapılırken Çizelge 2.11 kullanılmıştır. Mevcut binada B2 düzensizliği bulunmaktadır. DTS1 için B2 düzensizliğinin de bulunduğu binalarda itme analizinin uygulanabilmesi için BYS'nin 5'ten büyük olması şartı aranmaktadır. Mevcut binanın BYS'si ise 4'tür. Bu nedenle yeni taslak yönetmeliğe göre de binaya itme analizi uygulanamaz.

3.4 2007 Deprem Yönetmeliğine Göre Mevcut Betonarme Binanın Zaman Tanım Alanında Doğrusal Olmayan Yöntemle Değerlendirilmesi

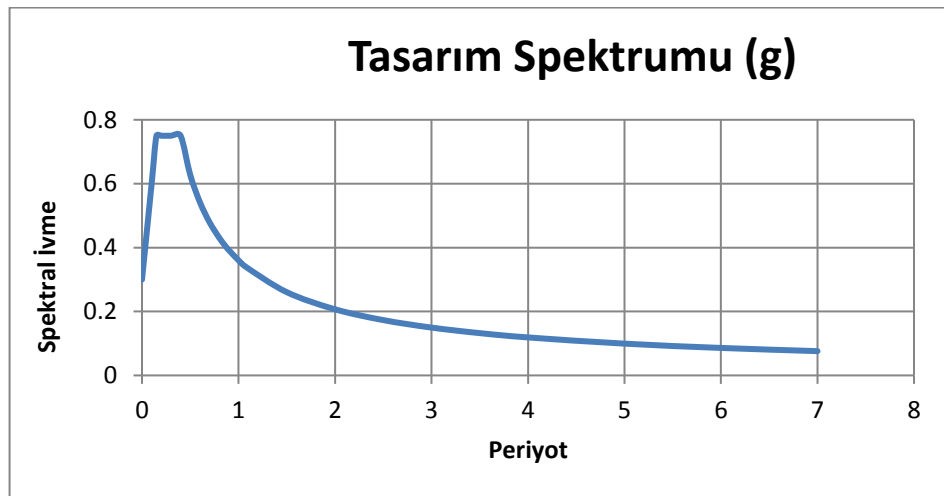
3.4.1 Deprem parametreleri, tasarım spektrumu ve bilgi düzeyi

DBYBHY 2007'ye göre bina ikinci dereceden deprem bölgesinde bulunmaktadır. Zemin sınıfı Z2'dir. Bina bilgi düzeyi ise orta bilgi düzeyine denk gelmektedir.

Çizelge 3.3: 3. Normal kat eleman hasar durumları.

Eleman Tipi	Minimum	Belirgin	İleri	Göçme
+EX Yüklemesi				
Kolon	-	4 (%29)	-	10 (%71)
Kiriş	3 (%14)	1 (%5)	2 (%9)	16 (%73)
Perde	5 (%83)	-	-	1 (%17)
+EY Yüklemesi				
Kolon	2 (%14)	2 (%14)	-	10 (%71)
Kiriş	10 (%38)	6 (%23)	3 (%12)	7 (%27)
Perde	6 (%100)	-	-	-
-EX Yüklemesi				
Kolon	1 (%7)	2 (%14)	1 (%7)	10 (%71)
Kiriş	4 (%18)	-	2 (%9)	16 (%73)
Perde	4 (%67)	-	-	2 (%33)
-EY Yüklemesi				
Kolon	1 (%7)	3 (%21)	-	10 (%71)
Kiriş	8 (%31)	8 (%31)	3 (%12)	7 (%27)
Perde	6 (%100)	-	-	-

DBYBHY 2007'ye göre yapılan hesaplar esnasında mevcut malzeme dayanımları, orta bilgi düzeyi katsayısı 0.9 ile çarpılarak azaltılır. İkinci derece deprem bölgesi için etkin yer ivme katsayısı 0.3g ve Z2 zemin sınıfı için tasarım spektrumu Şekil 3.5'de gösterilmiştir.



Şekil 3.5: 0.3g ve Z2 zemin sınıfı için tasarım spektrumu.

3.4.2 Çatlamış kesite ait etkin eğilme rijitliklerinin tanımlanması

Çatlamamış kesitlerle oluşturulan model G+0.3Q düşey yüklemesiyle çözülmüş, kolon ve perdelerle ait normal kuvvet değerleri belirlenmiştir. Kolonlarda ve perdelerde normal kuvvetin değerlerine göre etkin eğilme rijitlikleri belirlenmiştir. 2007 deprem yönetmeliğinde belirtilen esasa göre kolon ve perdelerde, $N_D / (A_c f_{cm}) \leq 0.1$ olması durumunda $(EI)_e = 0.8(EI)_o$, $N_D / (A_c f_{cm}) \geq 0.4$ olması durumunda ise $(EI)_e = 0.8 (EI)_o$, ara değerler için ise enterpolasyon yapılarak çatlamış kesite ait rijitlikler hesaplanmıştır. Kirişlerde ise yönetmelik gereği etkin eğilme rijitlikleri $0.4(EI)_o$ olarak alınmıştır. Çatlamış kesit rijitliklerinin hesabına örnek olarak bodrum kat S11 ve birinci normal kat S01 kolonlarıyla yapılan hesaplar aşağıda gösterilmiştir.

Bodrum Kat S01 Kolonu (50x40) :

$$N_D = 532 \text{ kN}$$

$$A_c = 500 \times 400 = 200000 \text{ mm}^2$$

$$f_{cm} = 7.3 \times 0.9 = 6.57 \text{ MPa}$$

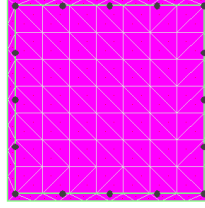
$$N_D / (A_c f_{cm}) = 0.4 \geq 0.4$$

$$S01 \text{ Kolonu için } (EI)_e = 0.8 (EI)_o$$

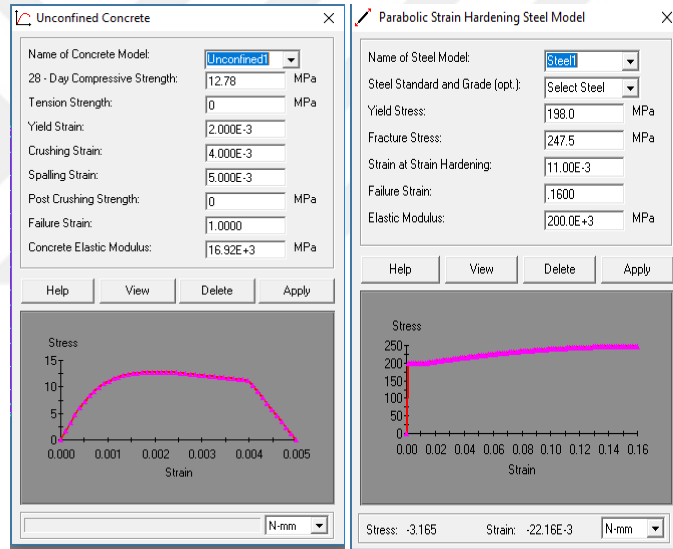
3.4.3 Kolon ve kirişlerde yığılı plastik davranışın tanımlanması

Kolon ve kirişlerin her iki ucunda plastik kesitler tanımlanır. Çubuk elemandaki plastik yer değiştirmenin bu plastik kesitte toplandığı elemanın geri kalan kısmının elastik kaldığı kabul edilir. Plastik kesitlerin akma yüzeyleri belirlenirken beton ve çeliğin mevcut malzeme dayanımları, bilgi düzeyi katsayısı ile küçültülerek kullanılır. Betonun maksimum birim kısalması 0.003, donatı çeliğinin maksimum birim şekil değiştirmesi ise 0.01 kabul edilerek akma yüzeyleri hesabı yapılmıştır. Mevcut betonarme binanın etriye ve çiroz düzenlemesi 2007 deprem yönetmeliğindeki özel deprem etriyesi ve çirozu koşullarını sağlayamamaktadır. Etriyelerin kancalarının 135 derece bükülmemiş olması sargı etkisinin yeterli düzeyde sağlanamamasına yol açmaktadır. DBYBHY 2007'ye göre özel deprem etriye koşullarını sağlamayan etriyelerin etkisi yok sayıldığından beton malzeme modeli kolon, perde ve kirişlerin hem kabuk kısmında hem de çekirdek kısmında Mander sargısız beton modeli olarak alınmıştır. Akma yüzeyleri ve moment eğrilik ilişkilerinin hesaplanmasında mevcut malzeme dayanımları orta bilgi düzeyi kat

sayısı 0.9 ile çarpılarak küçültülür. Bodrum kattaki S11 ve birinci normal kattaki S01 kolonlarındaki plastik mafsalları tanımlamaları örnek olarak aşağıda gösterilmiştir. Bodrum Kat S11 Kolonu (55x55): Plastik kesit akma yüzeyleri ve moment eğrilik ilişkileri XTRACT kesit analiz programı yardımıyla hesaplanmıştır. Bodrum kat S11 kolonuna ait XTRACT modeli Şekil 3.6’da gösterilmiştir. Beton ve çelik modeli olarak şekil 3.7’de gösterilen değerler girilmiştir.

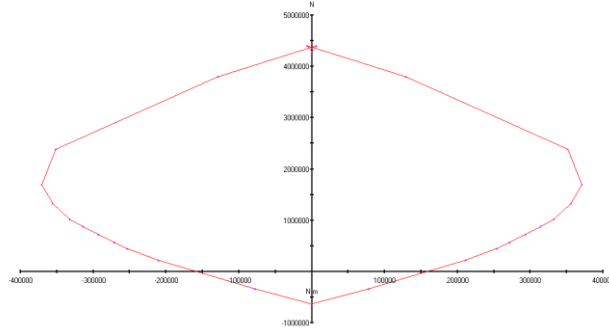


Şekil 3.6: S11 kolonuna ait XTRACT modeli.



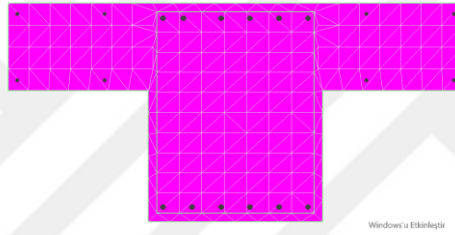
Şekil 3.7: S11 kolonuna ait beton ve çelik modelleri.

Üç boyutlu akma yüzeyinin oluşturulması için karşılıklı etkileşim diyagramının değerlerinin M2 ve M3 düzlemleri arasında farklı açılarla girilmesi gerekmektedir. Bu kolon her iki ekseninde de simetrik olduğundan 0, 45 ve 90 dereceleriyle moment yüklemeleri yapılarak hesaplanan karşılıklı etkileşim diyagramları, üç eksenli akma düzleminin tanımlanmasına yeterli olmaktadır. Şekil 3.8’de sıfır derece için elde edilen P-M2 karşılıklı etkileşim diyagramı gösterilmiştir.

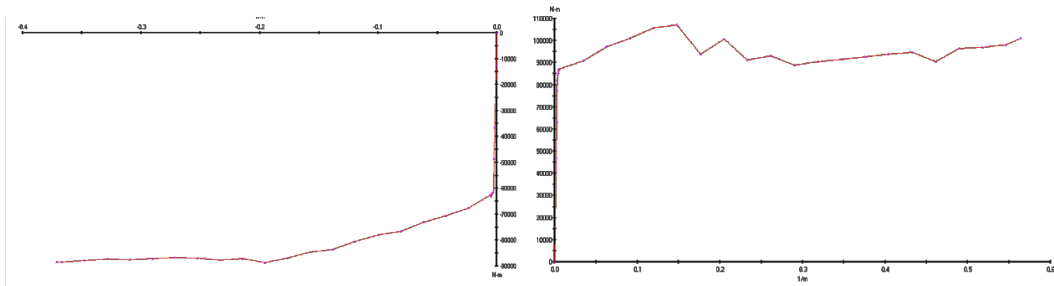


Şekil 3.8: 0 derece için P-M2 karşılıklı etki diyagramı.

Bodrum kat K28 Kirişi (40x50): Bodrum kat K28 kirişinin sol ucuna ait XTRACT modeli şekil 3.9'da verilmiştir. K28 kirişi için yapılan analiz sonucunda elde edilen moment eğrilik bağıntısı şekil 3.10'da verilmiştir. Kesit yatay eksen yönünde simetrik olmadığı için pozitif ve negatif moment eğrilik değerleri farklıdır.



Şekil 3.9: K28 kirişi sol ucu XTRACT modeli.



Şekil 3.10: K28 kirişine ait pozitif ve negatif moment eğrilik değerleri.

3.4.4 Perdelerde plastik davranışın tanımlanması

Perde kesitlerinde kolon ve kirişlerden farklı doğrusal elastik olmayan davranış, yığılı olarak değil, yayılı olarak modellenmiştir. Yayılı plastik davranış, plastik şekil değiştirmelerin sadece elemanın belli kesitlerinde sınırlı olmadığı bütün eleman boyunca olabileceği esasına dayanmaktadır. Betonarme malzeme özelliklerinde yine mevcut malzeme dayanımları bilgi düzeyi katsayılarıyla küçültülerek kullanılmıştır.

Beton malzeme modeli olarak Mander sargısız beton modeli ve donatı çeliği modeli olarak 2007 TDY' ye uygun donatı çeliği modeli kullanılmıştır.

Perde elemanları SAP2000 programında katmanlı olarak modellenmiş ve her katmana ait malzeme davranışı tanımlanmıştır. Etriyelerin özel deprem etriyesi koşullarına uymamasından ötürü perdenin uç bölgeleri de sargısız beton olarak perde orta bölgesiyle beraber modellenmiştir. Çizelge 3.4'te tip 6 perdeye ait katmanların modellenmesi gösterilmektedir. Çizelgede, doğrusal davranış, "L", doğrusal olmayan davranış "N", etkisi aktifleştirilmeyen katman "-" ile sembolize edilmiştir. Katman modellerinde yalnızca, düşey gerilmeleri ifade eden σ_{22} bileşeni doğrusal elastik ötesi modellenmiştir. Perde kesme davranışı için katmanlar doğrusal olarak modellenmiş, donatı davranışları aktifleştirilmemiştir. Kesme altındaki davranış için eleman çatlağının hesaba katılması için perde kalınlığı dörtte üç oranında azaltılmıştır.

Çizelge 3.4: Tip6 perde katmanlarının modellenmesi.

Katman Tipi	Davranış Tipi	Malzeme	Kalınlık (m)	Eksenden Uzaklık (m)	Malzeme Açısı	σ_{11}	σ_{22}	σ_{12}
1	Membran	C7	0.2	0	0	L	N	L
2	Membran	S220	0.000592	0.63	90	N	-	-
3	Membran	S220	0.000592	-0.63	90	N	-	-
4	Kabuk	C7	0.15	0	0	L	L	L

3.4.5 Kullanılan deprem kayıtları ve bu kayıtların DBYBHY 2007'ye göre ölçeklendirilmeleri

2007 Deprem Yönetmeliğinin 2.9.2. maddesine göre toplam 7 tane benzeştirilmiş deprem kaydı, zaman tanım alanında doğrusal elastik olmayan hesapta kullanılmıştır. Kullanılan deprem kayıtları, mevcut binanın da etki alanında bulunduğu Kuzey Anadolu Fay hareketleri sonucu oluşan depremlerden seçilmiştir. Seçilen deprem kayıtlarının alındığı kayıt istasyonlarının üzerinde bulunduğu zeminin özelliklerinin, mevcut binanın bulunduğu zemin özelliklerine yakın olmasına dikkat edilmiştir. Kullanılan depremler Çizelge 3.5'te gösterilmiştir.

Çizelge 3.5: Kullanılan deprem kayıtları.

Kayıt	Deprem	Tarih	M _w	Derinlik (km)	Δt(s)	N	T _{sig}	I _A (m/s)	I _H (cm)
Erbaa-EW							5.89	0.09	11.21
Erbaa-EW 2007							10.13	3.72	135.13
Erbaa-EW 2017	Erbaa	09.10.2015	4.9	20	0.01	2532	9.29	4.2	129.9
Erbaa-NS	Depremi						2.12	0.42	20.39
Erbaa-NS 2007							4.33	13.53	151.89
Erbaa-NS 2017							6.72	7.52	176.2
Bolu-EW							9.03	2.43	236.99
Bolu-EW 2007							16.19	1.04	140.24
Bolu-EW 2017	Düzce	12.11.1999	7.2	14	0.01	5590	13.89	1.26	144
Bolu-NS	Depremi						8.56	3.72	214
Bolu-NS 2007							11.93	1.57	134
Bolu-NS 2017							10.4	2.02	145.89
Düzce- EW							10.9	2.92	265.43
Düzce- EW 2007							13.16	1.71	147.14
Düzce- EW 2017	Düzce	12.11.1999	7.2	14	0.005	5182	12.64	1.93	148.64
Düzce-NS	Depremi						11.14	2.72	178.1
Düzce-NS 2007							15.1	1.62	142.46
Düzce-NS 2017							12.47	2.08	155.29
İstanbul- EW							37.51	0.04	17.71
İstanbul- EW 2007							5.83	0.73	130.95
İstanbul- EW 2017	Marmara	17.08.1999	7.4	17	0.01	13879	4.81	0.94	129.05
İstanbul- NS	Depremi						38.13	0.04	17.32
İstanbul- NS 2007							5.14	0.54	111.53
İstanbul- NS 2017							3.35	0.91	128.64

Çizelge 3.5 (devam): Kullanılan deprem kayıtları.

İzmit-EW								34.57	0.97	107.04
İzmit-EW 2007								34.2	1.3	139.66
İzmit-EW 2017								33.59	1.67	143.1
İzmit-NS	Marmara	17.08.1999	7.4	17	0.005	10391		34.08	0.73	92.17
İzmit-NS 2007	Depremi							34.14	1.13	123.36
İzmit-NS 2017								34.03	1.22	126.97
Erzincan-EW								7.42	1.789	220.49
Erzincan-EW 2007								10.84	1.03	140.45
Erzincan-EW 2017	Erzincan	13.03.1992	6.8	29	0.005	4156		10.18	1.29	155.64
Erzincan-NS	Depremi							8.4	1.52	322.91
Erzincan-NS 2007								10.99	0.95	164.5
Erzincan-NS 2017								10.27	1.19	179.51
Çekmece-EW								36.96	0.32	27.21
Çekmece-EW 2007								29.68	0.8	117.83
Çekmece-EW 2017	Marmara	17.08.1999	7.4	17	0.005	29810		21.21	1.12	120.28
Çekmece-NS	Depremi							30.87	0.48	35.73
Çekmece-NS 2007								24.43	1.0	117.8
Çekmece-NS 2017								17.61	1.37	132.31

Kullanılan deprem kayıtları, DBYBHY 2007 2.9.1’de belirtilen şartlara uymak zorundadır. DBYBHY 2007 2.9.1’de belirtilen şartlar şunlardır:

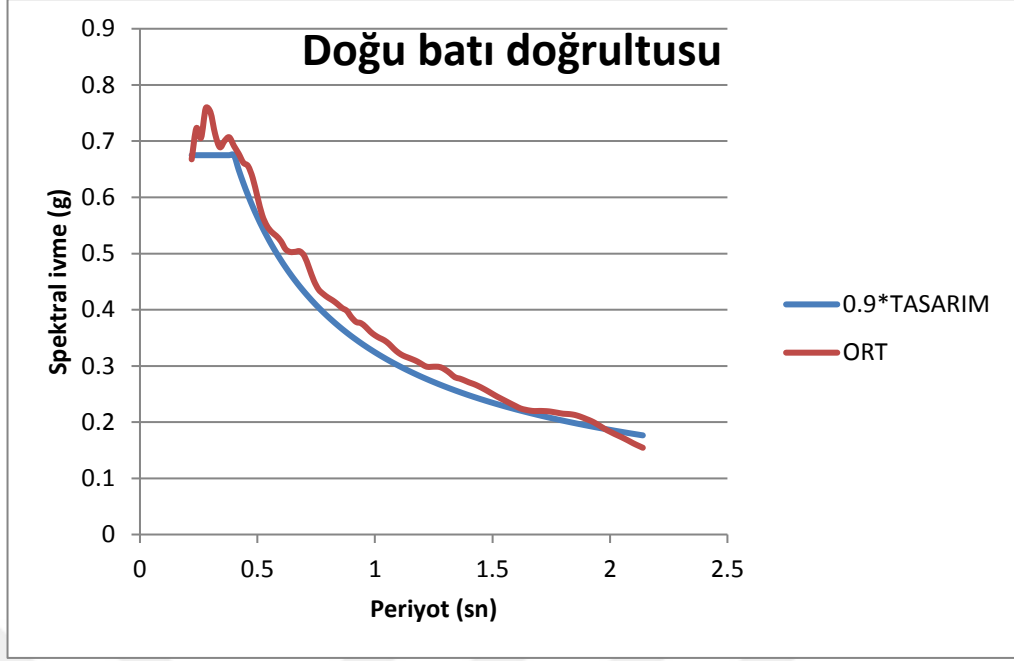
- Kuvvetli yer hareketinin süresi, binanın birinci periyodunun 5 katından ve 15 saniyeden daha kısa olmayacaktır.
- Deprem yer hareketlerinin sıfır periyoda karşı gelen spektral ivme değerlerinin ortalaması A_{0g} ’den küçük olmayacaktır.
- Her bir ivme kaydına göre %5 sönüm oranı için yeniden bulunacak spektral ivme değerlerinin ortalaması, göz önüne alınan deprem doğrultusundaki birinci periyot T_1 ’e göre $0.2T_1$ ile $2T_1$ arasındaki periyotlar için, DBYBHY

2007 2.4'te tanımlanan $S_{ae}(T)$ elastik spektral ivmelerinin %90'ından daha az olmayacaktır [5].

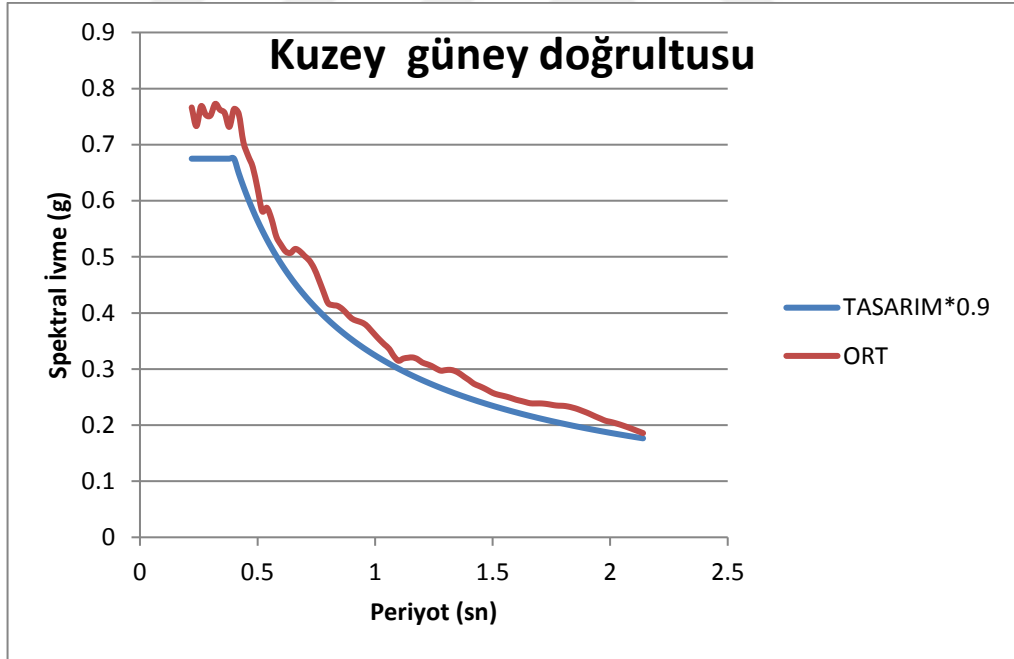
Kullanılacak depremler bu şartlara uyacak biçimde ölçeklendirilmelidirler. Ölçeklendirmeler zaman tanım alanında ya da frekans tanım alanında yapılabilirler. Zaman tanım alanında ölçeklendirme yapılırken depremin ivme kaydı belli bir katsayı ile çarpılarak ivme genlikleri değiştirilir böylece tasarım spektrumuna göre en uygun duruma getirilmeye çalışılır. Frekans tanım alanında ölçeklendirme esnasında ise depremin frekans içeriği de değiştirilerek deprem spektrumu, tasarım spektrumuna benzeştirilir.

Deprem kayıtları, Seismomatch programı kullanılarak deprem ivme kayıtlarının frekans içeriği değiştirilerek ölçeklendirilmiştir [6]. Bu işlemle tasarım spektrumuna benzeştirilmiş spektrumları olan orijinal ivme kayıtlarına benzer deprem ivme kayıtları elde edilmiştir. Bu temelde ölçeklendirilen deprem kayıtlarının spektrumları %5 sönüm için çizilmiş ve yönetmelikteki şartları sağlayıp sağlamadıkları kontrol edilmiştir.

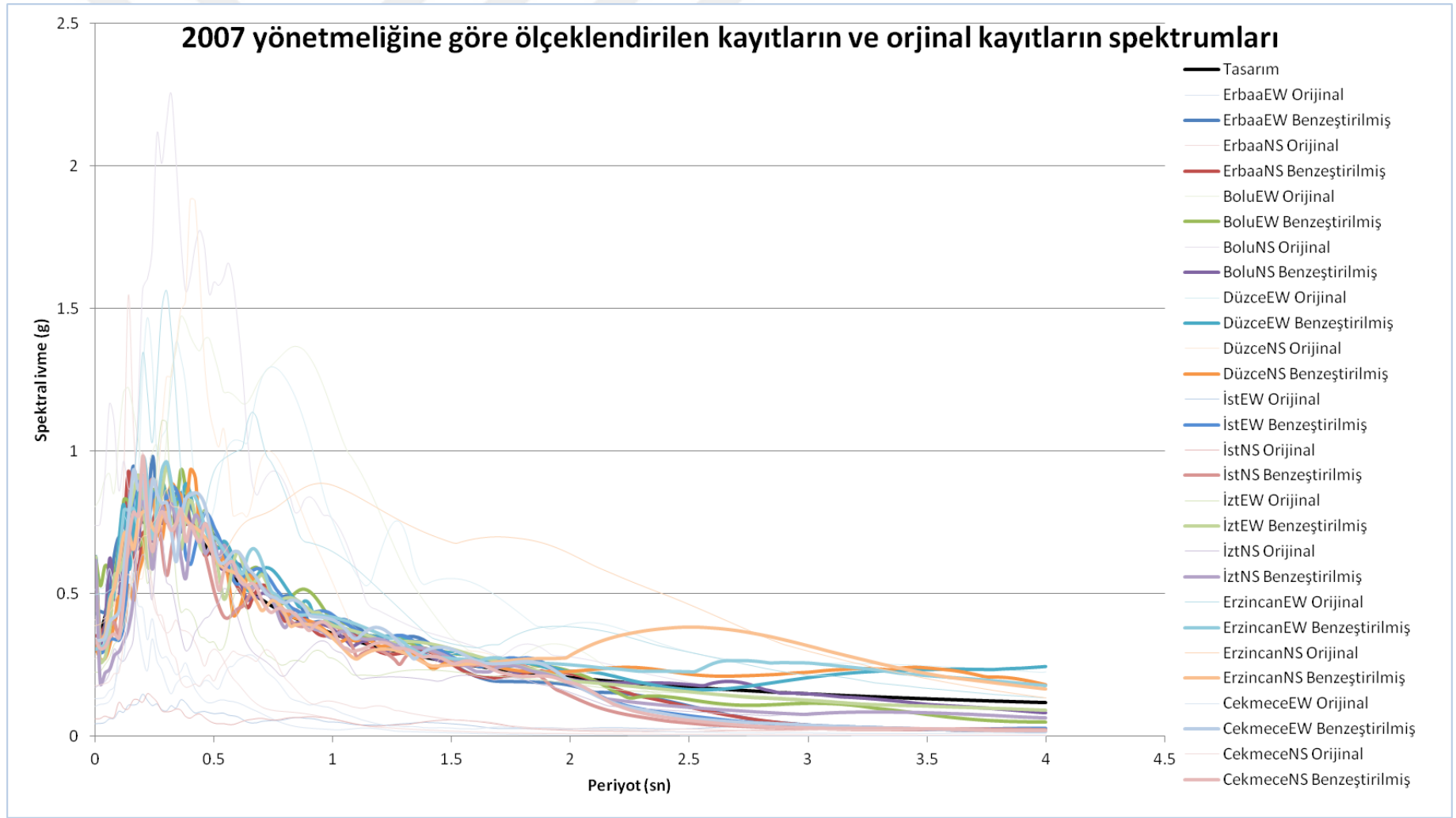
Ölçeklendirilen deprem kayıtlarının DBYBHY 2007'de verilen koşulları sağlayıp sağlamadığı kontrol edilmiştir. Binanın çatlamış rijitlikleri ile hesaplanan periyodu 1.075 sn'dir. Kullanılan deprem yer hareketlerinin süresi, 15 saniyeden uzundur. Doğu batı ve kuzey güney doğrultularında deprem yer hareketlerinin sıfır periyoda karşı gelen spektral ivme değerlerinin ortalaması 0.3g'den büyük olmaktadır. Her bir deprem kaydı için %5 sönüm oranı için iki doğrultuda da hesaplanan ivme spektrumlarının ortalaması, 0.215 ile 2.15 saniye aralığında tasarım ivme spektrumu değerlerinin yüzde doksandan büyüktür. Deprem kayıtları, her iki doğrultuda da yönetmelikteki üçüncü şartları sağlamaktadır. Aşağıdaki şekil 3.11 ve 3.12'de 0.215 ile 2.15 saniye aralığında tasarım spektrumunun yüzde doksan değerleri ile her iki doğrultudaki deprem kayıtlarının yüzde 5 sönüm için hesaplanan ivme spektrumları karşılaştırılmaktadır.



Şekil 3.11: Tasarım spektrumunun yüzde doksan değerleri ile doğu batı doğrultusundaki deprem kaydı spektrumunun karşılaştırılması.



Şekil 3.12: Tasarım spektrumunun yüzde doksan değerleri ile kuzey güney doğrultusundaki deprem kaydı spektrumunun karşılaştırılması.



Şekil 3.13 : 2007 yönetmeliğine göre ölçeklendirilmiş ve orijinal kayıtların spektrumları.

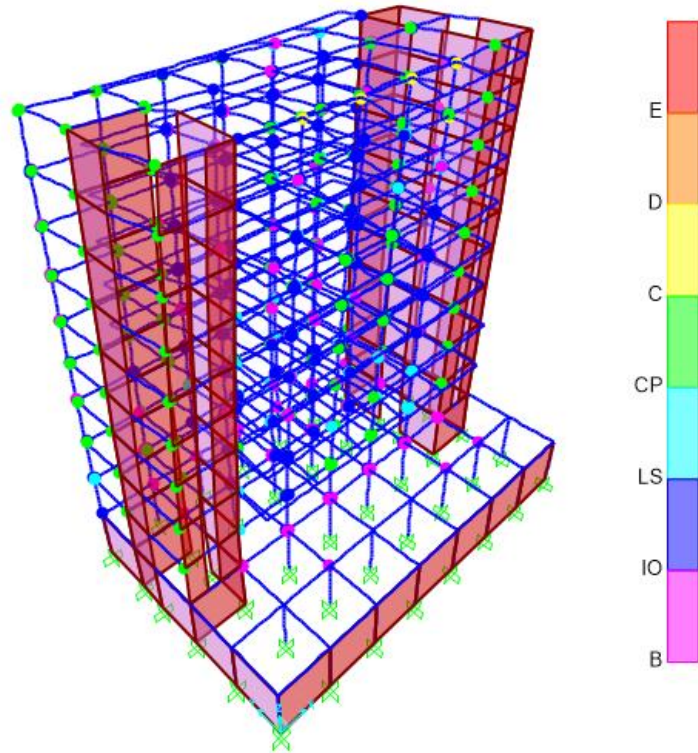
3.4.6 Birim şekil değıştirme istemlerinin elde edilmesi

Bina G+0.3Q başlangıç yüklemesi altında çözülmüştür. Elde edilen sonuçlar, her iki yön için 7 ayrı deprem kaydı ile yapılan analizlerde başlangıç koşulu olarak alınmıştır. Zaman tanım alanından doğrusal olmayan hesap yapılırken çözüm yöntemi olarak Hilbert-Hughes-Taylor sayısal integrasyon yöntemi kullanılmıştır. Analizlerde Rayleigh Sönümü kullanılmış, sönüm matrisleri, kütle ve rijitlik matrisleriyle orantılı olarak tanımlanmıştır. Sönümü belirleyen bu orantılılık değerleri, aşağıda verilen Denklem 3.1 ve 3.2'ye göre hesaplanmıştır [8]. Kullanılan denklemlere göre α değeri 0.39, β değeri 0.006 olarak alınmıştır.

$$[C] = \alpha[M] + \beta[K] \quad (3.1)$$

$$\alpha = \xi \frac{2\omega_1\omega_2}{\omega_1 + \omega_2} \quad \beta = \xi \frac{2}{\omega_1 + \omega_2} \quad (3.2)$$

Yapılan zaman tanım alanında doğrusal olmayan dinamik analizler sonucunda 7 farklı deprem için plastik mafsal dönmeleri elde edilir. Çekmece ivme kaydı sonrası elde edilen plastik mafsal sonuçları Şekil 3.14'te gösterilmektedir. Yönetmeliğe göre asgari şart olan 7 deprem kullanıldığı için elde edilen dönmelerin ortalamaları kullanılmıştır.



Şekil 3.14 :DBBHY 2007'ye göre Çekmece kaydı sonrası elde edilen plastik mafsal görünümü.

Elde edilen plastik mafsallı dönmeleri, yönetmelikte çalışan kesit yüksekliğinin yarısı olarak tanımlanmış olan plastik mafsallı boyuna bölünerek kesitlerdeki plastik eğrilikler elde edilmiştir. Daha sonra plastik eğrilik talebine, ilgili kesitin akma eğriliği eklenerek toplam eğrilik talepleri elde edilmiştir. Perdelerde ise doğrusal olmayan şekil değiştirmeler, perde kesitlerinin modellenmesi sırasında doğrusal olmayan malzeme modellerinin tanımlanması sebebiyle doğrudan elde edilebilmektedir. Perdenin her iki ucunun düşeyde yaptığı yer değiştirmelerinin farkının perde boyuna bölünmesiyle perdenin toplam dönme değerleri elde edilmiştir. Kolon ve kirişlerde olduğu gibi perdelerdeki toplam dönmeler plastik mafsallı boyuna bölünerek toplam eğrilik talepleri perde için çıkarılmıştır. Örnek olarak 2007 yönetmeliğine göre doğrusal değerlendirme sonucunda göçme bölgesinde çıkan üçüncü normal kat S01 kolonu için yapılan hesap aşağıda verilmiştir.

$$\theta_p = 0.00548 \text{ rad}$$

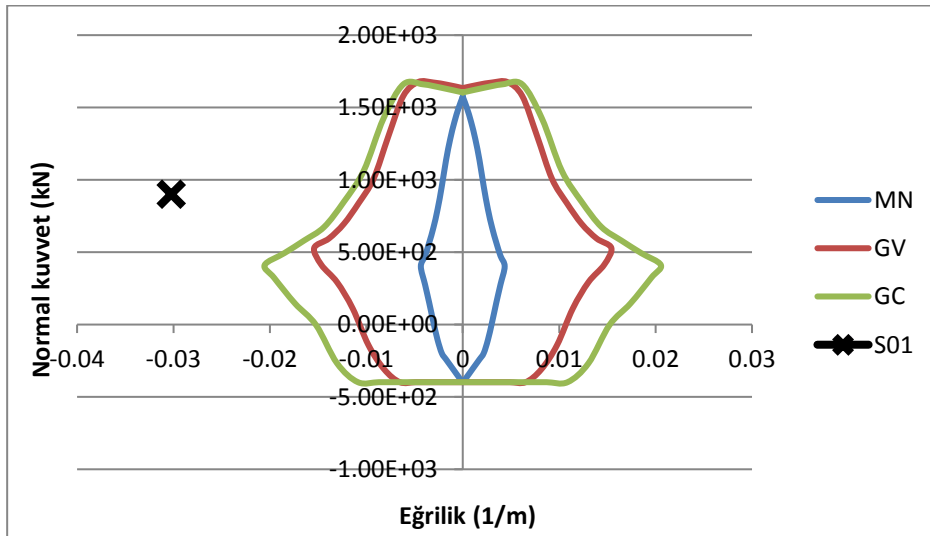
$$L_p = 0.25 \text{ m}$$

$$\Phi_p = 0.00548/0.25 = 0.02193 \text{ 1/m}$$

$$\Phi_y = 0.00831 \text{ 1/m}$$

$$\Phi_t = 0.00831 + 0.02193 = 0.03 > \Phi_{\max} = 0.02 \text{ Kolon göçme bölgesindedir.}$$

Aynı kolon için farklı hasar sınır durumları için çizdirilen normal kuvvet eğrilik eğrilerinden kolonun göçme bölgesinde olduğu Şekil 3.15'te görülmektedir.

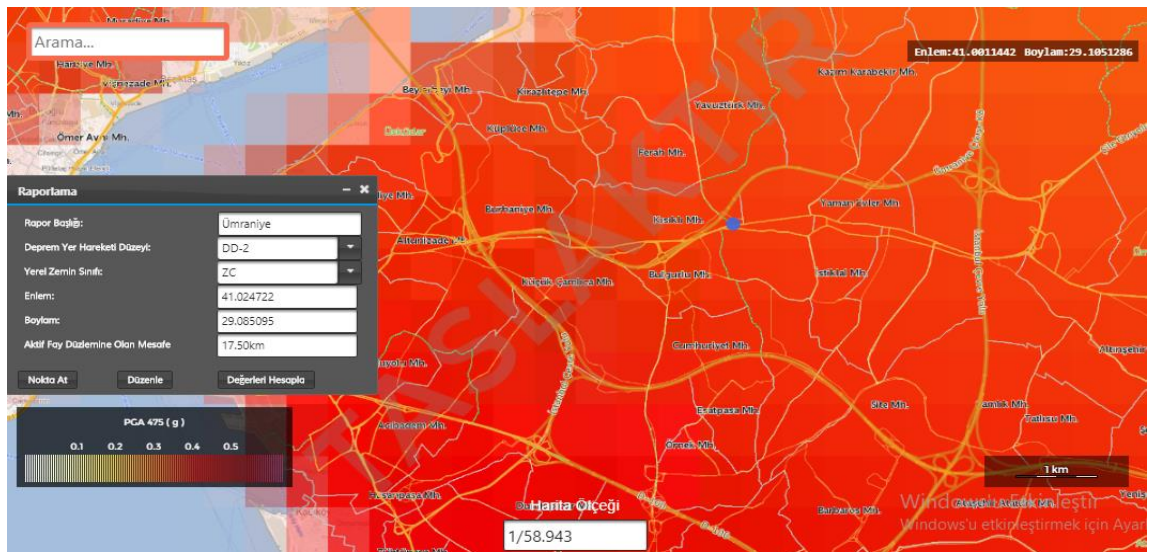


Şekil 3.15: S01 kolonu için normal kuvvet eğrilik grafiği.

3.5 2017 Deprem Yönetmeliğine Göre Mevcut Betonarme Binanın Zaman Tanım Alanında Doğrusal Olmayan Yöntemle Değerlendirilmesi

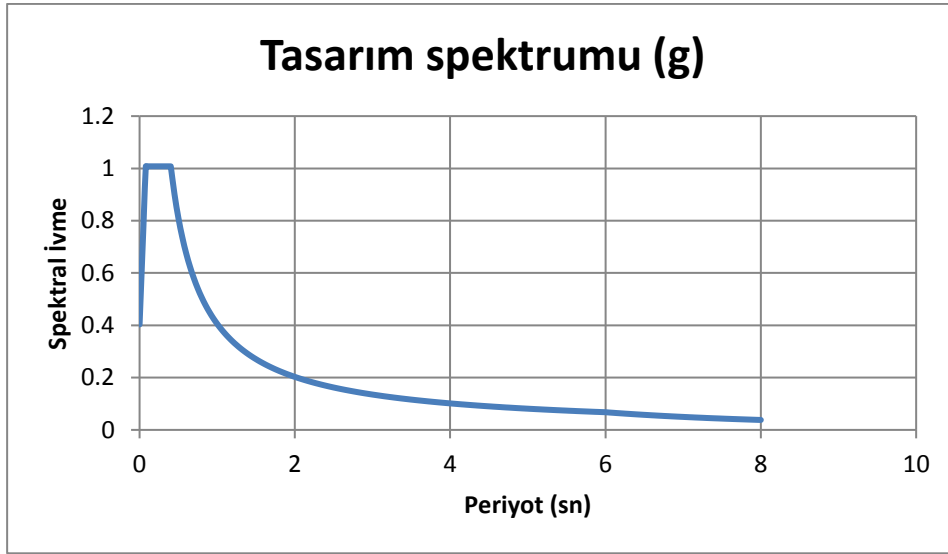
3.5.1 Deprem parametreleri, tasarım spektrumu ve bilgi düzeyi

Yeni deprem yönetmeliğinde spektrum tanımı ve deprem parametreleri köklü değişikliklere uğramıştır. Yapının konumuna özel spektrum tanımı gelmiştir. Spektrum tanımı, belli bir deprem düzeyi için harita spektral katsayılarına, yerel zemin etki kat sayısına, faya yakınlık kat sayısına bağlı olarak hesap edilir. Harita spektral ivme katsayısı 1 saniye periyot için ve kısa periyot bölgesi için olmak üzere iki değer olarak elde edilir. Mevcut bina İstanbul, Ümraniye, Tantavi Mahallesiinde bulunmaktadır. Binanın enlem ve boylam cinsinden net konumu ise 29.085095 doğu boylamına 41.024722 kuzey paralelidir. Mevcut yapı DD-2 deprem yer hareketi, spektral büyüklüklerinin 50 yılda aşılma olasılığının %10 ve buna karşı gelen tekrarlanma periyodunun 475 yıl olduğu deprem düzeyi için değerlendirilmiştir. Yeni deprem yönetmeliğiyle yerel zemin sınıfları da değişikliğe uğramıştır. Binanın yerel zemin sınıfı, 2017 deprem yönetmeliğine göre çok sıkı kum, çakıl ve sert kil tabakaları veya ayrılmış, çok çatlaklı zayıf kayalar için kullanılan ZC zemin sınıfı alınmıştır. Yapının fay hattına olan uzaklığı ise 17.5 km alınmıştır. Belirtilen değerler için harita spektral ivme katsayıları, yerel zemin etki katsayıları, faya yakınlık katsayısı <http://testtdth.afad.gov.tr> sitesinden elde edilmiştir. Bina konumuna dayalı olarak belirtilen kavramların site üzerinden belirlenmesi Şekil 3.16'da gösterilmektedir.



Şekil 3.16: Bina konumuna bağlı olarak deprem parametrelerinin elde edilmesi.

Belirtilen deprem düzeyi ve konum için PGA değeri 0.346g olarak bulunmuştur. Kısa periyot bölgesi için harita spektral ivme kat sayısı S_s 0.840, yerel zemin etki kat sayısı F_s 1.2; 1 saniye periyot bölgesi için harita spektral ivme kat sayısı S_1 0.235, yerel zemin etki kat sayısı F_1 1.5, faya yakınlık kat sayısı ise 1.15 olarak bulunmuştur. Denklem 2.1 ve denklem 2.2 kullanılarak tasarım spektral ivme kat sayıları hesaplanmıştır. T_A ve T_B periyotları ise denklem 2.9 kullanılarak bulunmuştur. Sabit yer değiştirme bölgesine geçiş periyodu T_L , 6 saniye alınmıştır. Şekil 3.17’de tasarım spektrumu gösterilmektedir.



Şekil 3.17: 2017 yönetmeliğine göre tasarım spektrumu.

2017 deprem yönetmeliği ile bodrumlu binalarda bina yüksekliği kavramına yeni tanımlama getirilmiştir. Bu tanımlamayla aşağıdaki koşullara uyan bodrumlu binalarda bina yüksekliği, bodrum perdeleri üst kotundan başlanarak ölçülen yüksekliktir.

- Rijit bodrum perdelerinin binayı her taraftan veya en az üç taraftan çevrelemesi. Mevcut binada bodrum perdeleri, binayı yalnızca iki taraftan çevrelemektedir.
- Birbirine dik bina eksenlerinin her birinin doğrultusundaki hakim titreşim modunda, bodrum katlar dahil binanın tümü için hesaplanan doğal titreşim periyodunun, zemin kat döşemesi dahil tüm bodrum kütlelerinin silinmesi ile aynı doğrultuda hesaplanan doğal titreşim periyoduna oranının 1.1’den küçük olması. Mevcut binada tüm bina için X doğrultusunda hesaplanan periyot 0.721 saniyedir. Bodrum kat çıkarılarak hesaplanan X doğrultusundaki

periyot ise 0.639 saniyedir. Tüm bina için hesaplanan periyodun bodrum katlar çıkarılarak hesaplanan periyoda oran 1.13 değerine gelmektedir.

Mevcut bina her iki koşulu da sağlayamadığı için bina yüksekliği H_N , temel üst kotundan ölçülmüştür ve H_N değeri 32.5 metre bulunmuştur. Bina belediye ek hizmet binası olarak kullanılmaktadır, bu anlamda bina kullanım sınıfı 3 olarak belirlenmiştir. Deprem tasarım sınıfı ve bina yükseklik sınıfı ise çizelge 2.4 ve çizelge 2.5 kullanılarak sırasıyla DTS1 ve BYS4 olarak belirlenmiştir.

Mevcut bina, DBYBHY 2007'ye göre değerlendirilirken orta bilgi düzeyinde olduğu kabul edilmiştir. 2017 deprem yönetmeliğinde ise orta bilgi düzeyi yönetmelikten çıkarılmıştır. Kapsamlı bilgi düzeyinin şartları ise 2007 yönetmeliğine göre esnetilmiştir. Bu temelde mevcut bina, 2017 deprem yönetmeliğine göre değerlendirilirken kapsamlı bilgi düzeyinde olduğu kabul edilmiştir. Mevcut malzeme dayanımları, kapsamlı bilgi düzeyi kat sayısı olan 1.0 değeri ile çarpılmıştır.

3.5.2 Çatlamış kesite ait etkin eğilme rijitliklerinin tanımlanması

Çatlamış kesite ait etkin eğilme rijitlikleri çizelge 2.7'deki değerle çarpılarak hesaplanmıştır. Perde elemanlar sonlu eleman olarak tanımlandıkları için sonlu elemanlara ait değerler perde elastisite ve kayma modülüne uygulanarak kullanılmıştır.

3.5.3 Kolon ve kirişlerde yığılı plastik davranışın tanımlanması

2017 yönetmeliği için yapılan hesaplarda da plastik mafsalları tanımlamaları yapılmıştır. Betonun maksimum birim kısalması 0.003, donatı çeliğinin maksimum birim şekil değiştirmesi ise 0.01 kabul edilerek akma yüzeyleri hesabı yapılmıştır. Mevcut betonarme binanın etriye ve çiroz düzenlemesi deprem yönetmeliğindeki özel deprem etriyesi ve çirozu koşullarını sağlayamamaktadır. Etriyelerin kancalarının 135 derece bükülmemiş olması sargı etkisinin yeterli düzeyde sağlanamamasına yol açmaktadır. DBYBHY 2007'ye göre özel deprem etriye koşullarını sağlamayan etriyelerin etkisi tamamen yok sayılırken 2017 deprem yönetmeliğinde mevcut etriyelerin bir kısmının sargı etkisi yapabildiği varsayılmaktadır. Şartlara uygun olmayan enine donatıların %30'unun sargı etkisine katkıda bulunduğu kabul edilir. Bu nedenle beton malzeme modeli kolon, perde ve kirişlerin kabuk kısmında Mander

sargısız beton modeli olarak alınırken elemanların çekirdek bölgesindeki betonlarda Mander sargılı beton modeli kullanılmıştır. Akma yüzeyleri ve moment eğrilik ilişkilerinin hesaplanmasında mevcut malzeme dayanımları, bina bilgi düzeyi kapsamlı bilgi düzeyi olduğu için küçültülmeden aynen kullanılırlar. Bu esaslar üzerinden 2007 yönetmeliği için tanımlandığı gibi yukarıda belirtilen farklar dahil edilerek plastik mafsalları tanımlamaları kiriş ve kolonlar için yapılmıştır.

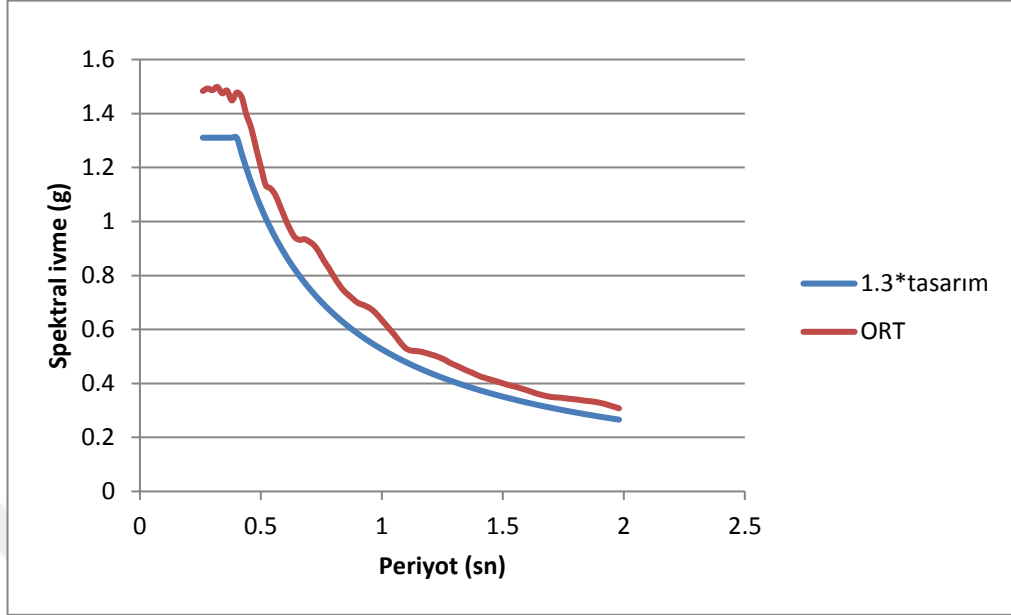
3.5.4 Perdeler için plastik davranış tanımlanması

Perdeler için yığılı plastik davranış, perdelerin SAP2000 programında katmanlı elemanlar olarak modellenmesiyle tanımlanmıştır. Perdelerde kullanılan etriyelerin yönetmelikte açıklanan deprem etriyeleri şartlarına uygun olmadıkları tespit edilmiştir. 2007 yönetmeliğine göre modellenen perdelerden farklı olarak deprem etriyesi şartlarına uymayan etriyelerin %30'nun sargı etkisi göz önüne alınmıştır. Kalan etriyelerin sargı etkisi yok sayılmıştır. Bu yüzden perde gövde bölgesinde sargısız beton modeli kullanılırken perde uç bölgeleri için sargılı beton modeli kullanılmıştır. 2. bölümde, 2007 yönetmeliği için yapılan çözümde açıklandığı gibi perdeler modellenmiştir. Sadece malzeme modellerinde farklılıklar yaşanmıştır.

3.5.5 Kullanılan deprem kayıtlarının 2017 deprem yönetmeliğine göre ölçeklendirilmeleri

2007 deprem yönetmeliği için yapılan hesaplarda kullanılan deprem kayıtları 2017 deprem yönetmeliği için de kullanılmıştır. Bu deprem kayıtları aynı yöntemle bu sefer 2017 düşey tasarım ivme spektrumu esas alınarak ölçeklendirilmiştir. 2017 deprem yönetmeliğiyle deprem kayıtların ölçeklendirilme kuralı da değişmiştir. 2017 deprem yönetmeliğine göre deprem kayıtları ölçeklendirilirken şu kural izlenmiştir. “Üç boyutlu hesap için seçilen her bir deprem kaydı takımının iki yatay bileşenine ait spektrumların kareleri toplamının karekökü alınarak bileşke yatay spektrum elde edilecektir. Seçilen tüm kayıtlara ait bileşke spektrumların ortalamasının $0.2T_p$ ve $1.5T_p$ periyotları (T_p = binanın hakim doğal titreşim periyodu) arasındaki genliklerinin, tanımlanan tasarım spektrumunun aynı periyot aralığındaki genliklerine oranının 1.3'ten daha küçük olmaması kuralına göre deprem yer hareketi bileşenlerinin genlikleri ölçeklendirilecektir.” Bu esasta ölçeklendirilmiş kayıtların ortalaması ve tasarım spektrumunun 1.3 katının karşılaştırılması şekil 3.18'te gösterilmektedir. 2017 yönetmeliğine göre çözümü yapılan binanın etkin eğilme

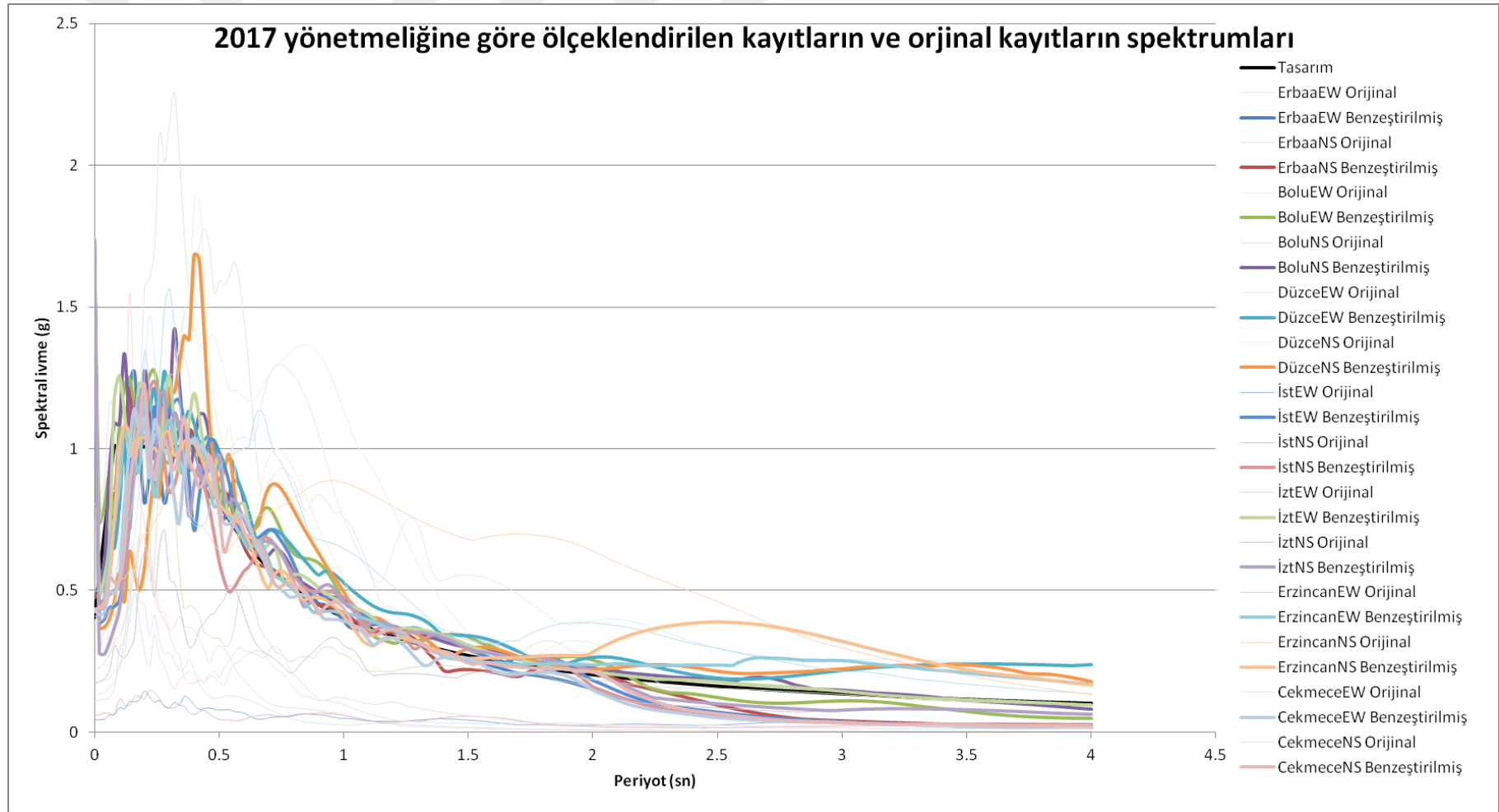
rijitlik değerleri değiştiğinden bina hakim periyodunun değeri ve buna bağlı olarak kontrol edilmesi gereken spektrum aralığı değişmiştir.



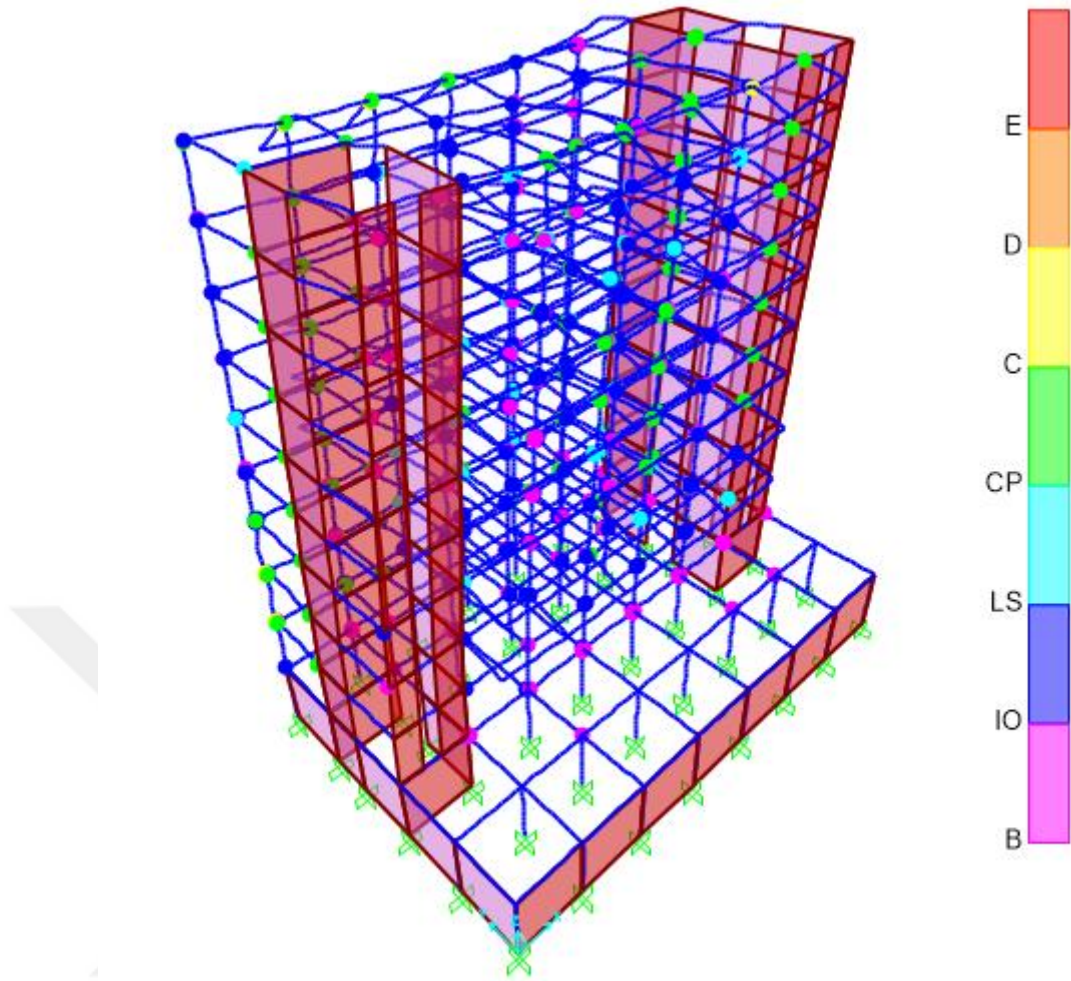
Şekil 3.18: Ölçeklendirilmiş deprem kayıtlarının spektrumlarının ortalaması ve tasarım spektrumunun 1.3 katının karşılaştırılması.

3.5.6 Birim şekil değiştirme istemlerinin elde edilmesi

Bina başlangıç y¼klemesi 2007 y¼netmelięiyle farklılık g¼stermektedir. 2017 deprem y¼netmelięiyle başlangıç y¼klemesine, d¼řey tasarım spektrumu yardımıyla hesaplanan d¼řey deprem y¼kleri ve kar y¼kleri de dahil edilmiştir. Yeni y¼netmelięe g¼re c¼z¼mde başlangıç koşulu olarak kabul edilen c¼z¼m $G+0.3Q+0.2S+0.3E_v$ y¼klemesi c¼z¼m¼ olmuştur. Buna g¼re d¼řey y¼kleme %3 oranında artmıştır. Zaman tanım alanında c¼z¼mleme yaparken 2007 y¼netmelięine g¼re c¼z¼mde olduğu gibi Hilbert-Hughes-Taylor sayısal integrasyon y¼ntemi kullanılmıştır. Analizlerde Rayleigh S¼n¼m¼ kullanılmış, s¼n¼m matrisleri, k¼tle ve rijitlik matrisleriyle orantılı olarak tanımlanmıştır. S¼n¼m için 2007 y¼netmelięiyle aynı değerler kullanılmıştır. Şekil 3.20'de ekmece kaydı sonunda elde edilen plastik mafsalları sonuçları g¼sterilmektedir.



Şekil 3.19 : 2017 yönetmeliğine göre ölçeklendirilmiş ve orijinal kayıtların spektrumları.



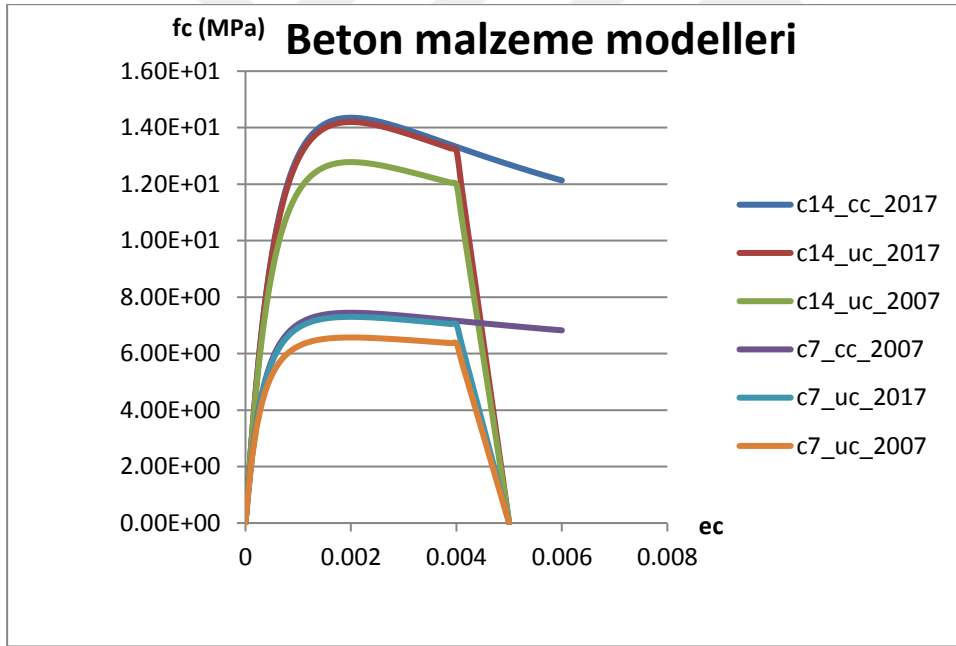
Şekil 3.20: Yeni taslak yönetmeliğe göre Çekmece kaydı sonrası elde edilen plastik mafsalları görünümü.

3.6 2007 Ve 2017 Deprem Yönetmelikleri İçin Yapılan Hesapların Karşılaştırılması

3.6.1 Malzeme modellerinin karşılaştırılması

Mevcut beton malzeme dayanımlarının hesaplanması için binadan 28 adet numune alınmış ve bu numuneler kırılmıştır. Mevcut malzeme dayanımı, 2007 deprem yönetmeliğine göre ortalama eksi standart sapma değeri kullanılarak belirlenmiştir. 2017 yönetmeliğinde, mevcut malzeme dayanımının belirlenmesi için verilen koşulda ise ortalama eksi standart sapma değeri ile ortalama çarpı 0.85 değerlerinden büyük olanının mevcut malzeme dayanımı olarak alınması şeklindedir. Alınan numunelerin ortalama çarpı 0.85 değeri ortalama eksi standart sapma değerinden büyük olmasına rağmen bu tez içerisinde 2017 yönetmeliğine göre yapılan hesaplarda mevcut malzeme dayanımı olarak 2007 yönetmeliğine göre hesap edilen

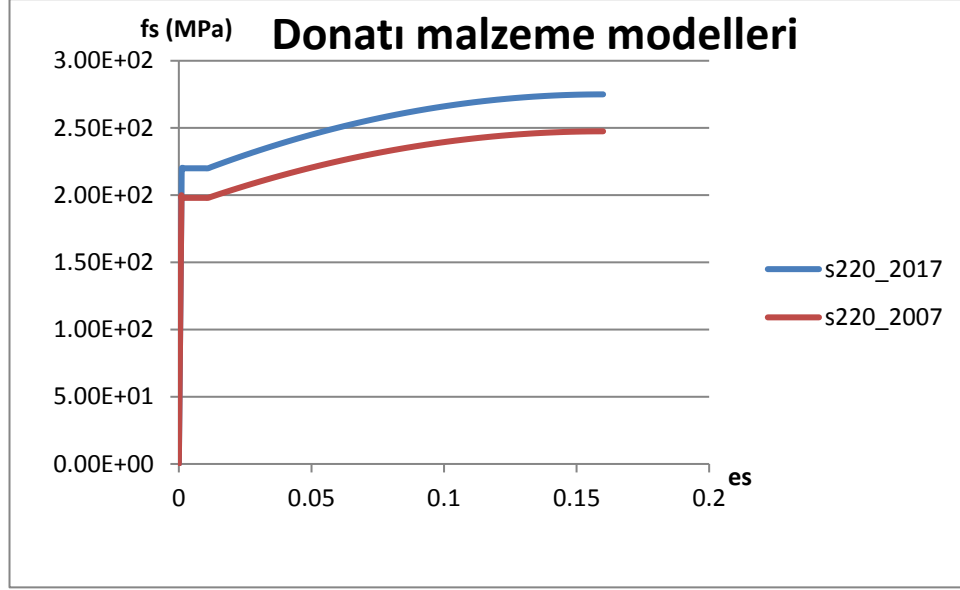
ortalama eksi standart sapma değeri alınmıştır. Her iki yönetmeliğe göre yapılan hesaplarda da beton malzeme modeli olarak Mander modeli kullanılmıştır. 2007 deprem yönetmeliğine göre yapılan hesaplarda kiriş, kolon ve perdelerin hiçbirinde sargı etkisi göz önüne alınmazken 2017 yönetmeliğine göre yapılan hesaplarda perde uç bölgeleri ve kolon, kiriş çekirdek bölgelerinde sargı etkisi göz önüne alınmıştır. Fakat mevcut yapıda zaten yeterince sık olmayan etriyelerin yönetmelik gereği sadece %30'unun sargı etkisinin göz önüne alınması nedeniyle sargılı beton davranışı, sargısız beton davranışına göre önemli oranda bir değişiklik yaratamamıştır. Ayrıca mevcut binanın bilgi düzeyi, 2007 yönetmeliğinde orta bilgi düzeyi iken 2017 yönetmeliğinde kapsamlı bilgi düzeyidir. Bilgi düzeyi kat sayılarının malzemeye uygulanmalarından ötürü 2007 yönetmeliğine göre yapılan hesaplarda malzeme dayanımları yüzde doksan oranında azaltılmıştır. Şekil 3.21'de beton malzeme modellerinin karşılaştırılması, Şekil 3.22'de ise donatı malzeme modellerinin karşılaştırılması verilmiştir.



Şekil 3.21: Beton malzeme modelleri.

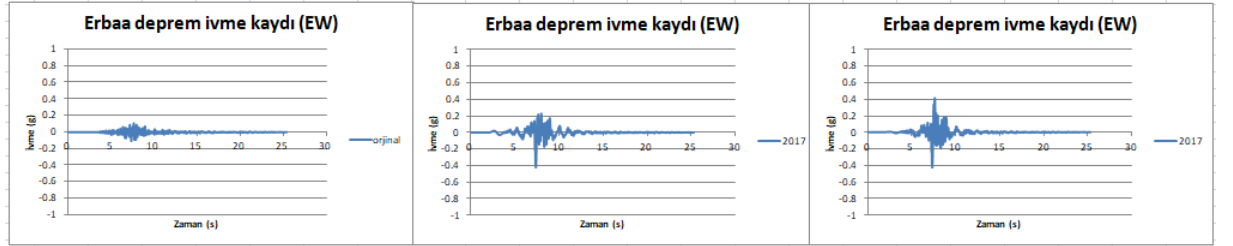
3.6.2 Kullanılan deprem kayıtlarının karşılaştırılması

Hesaplarda kullanılan deprem kayıtları tasarım spektrumuna göre ölçeklenerek kullanılmışlardır. 2007 ve 2017 deprem yönetmeliklerinde iki farklı tasarım spektrumu olduğu için deprem ivme kayıtları farklı spektrumlara göre ölçeklendirilmiştir.

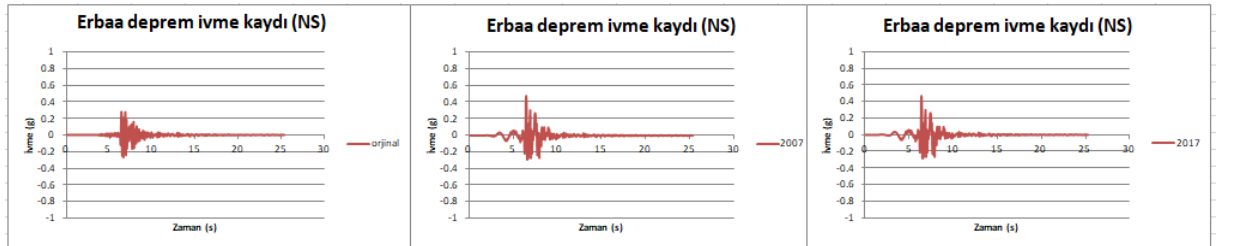


Şekil 3.22: Donatı malzeme modelleri.

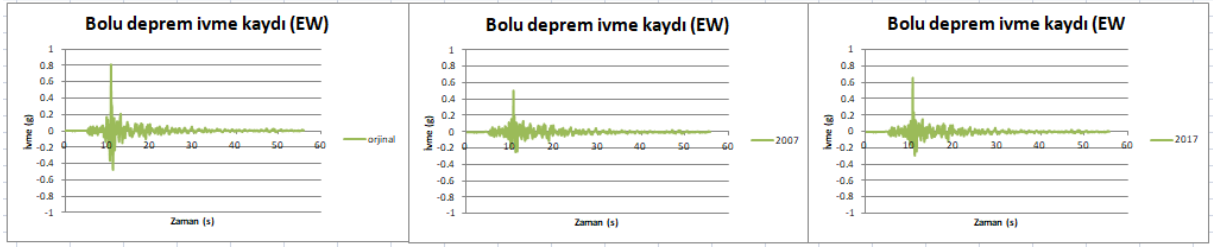
Ayrıca daha önceki bölümlerde açıklandığı üzere ivme kayıtlarını ölçeklendirme için kullanılan kurallar da değişmiştir. Aşağıdaki şekilde orijinal, 2007 ve 2017 yönetmeliğine göre ölçeklendirilmiş deprem ivme kayıtlarının karşılaştırılmaları verilmiştir. Kullanılan deprem kayıtlarının orijinal, DBYBHY 2007'ye göre ölçeklendirilmiş ve taslak yönetmeliğe göre ölçeklendirilmiş halleri aşağıda Şekil 3.23, 3.24, 3.25, 3.26, 3.27, 3.28, 3.29, 3.30, 3.31, 3.32, 3.33, 3.34, 3.35, 3.36'da her bir deprem kaydı için gösterilmiştir.



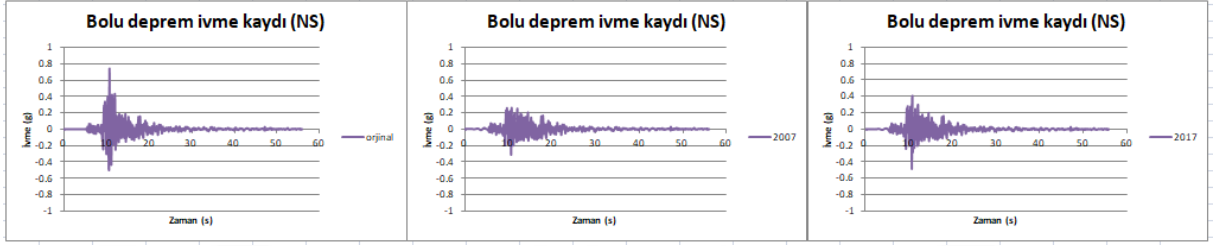
Şekil 3.23 : Erbaa(EW) deprem kaydı.



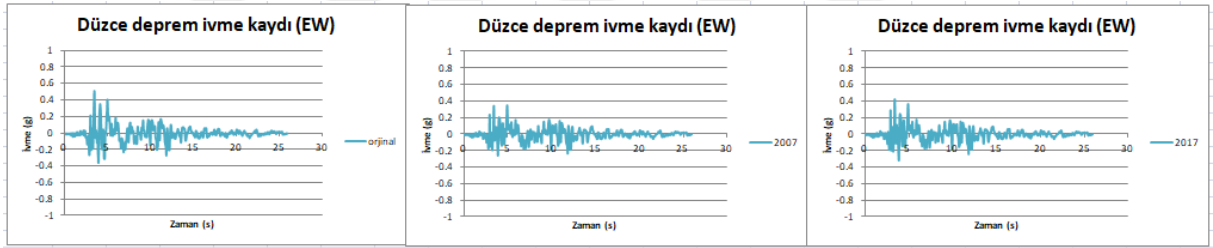
Şekil 3.24 : Erbaa(NS) deprem kaydı.



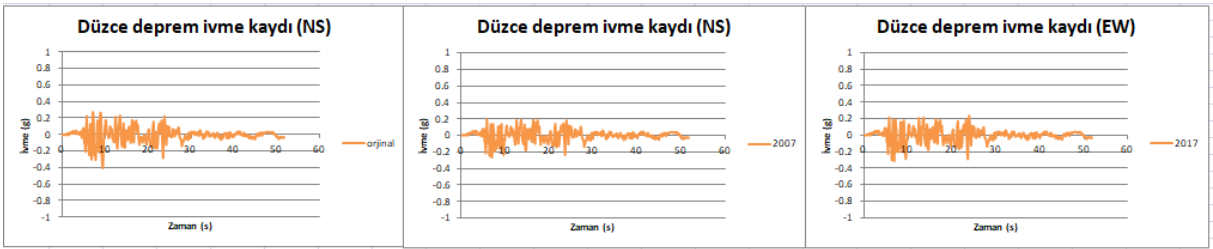
Şekil 3.25 : Bolu(EW) deprem kaydı.



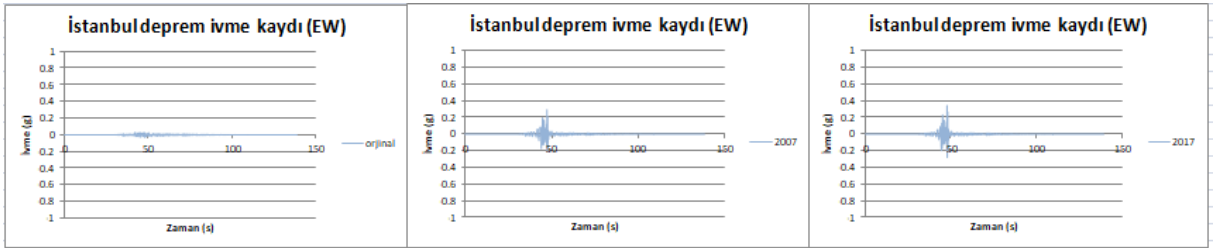
Şekil 3.26 : Bolu(NS) deprem kaydı.



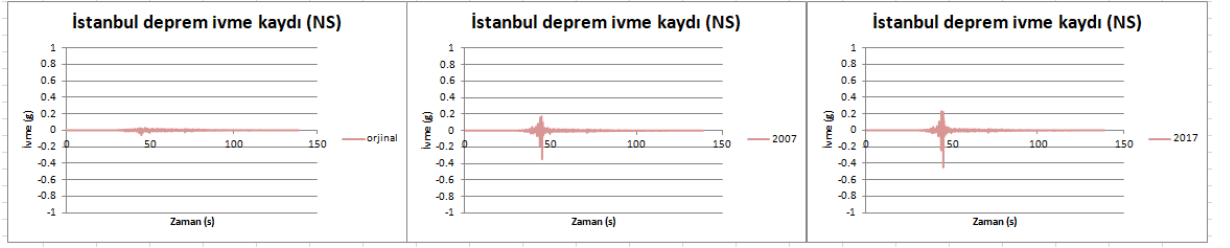
Şekil 3.27 : Düzce(EW) deprem kaydı.



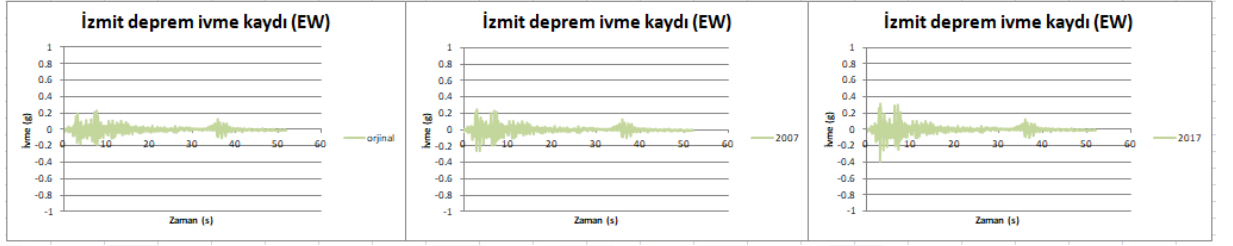
Şekil 3.28 : Düzce(NS) deprem kaydı.



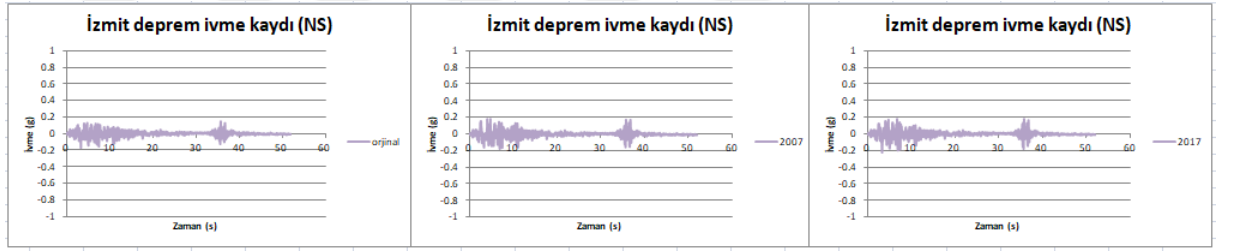
Şekil 3.29 : İstanbul(EW) deprem kaydı.



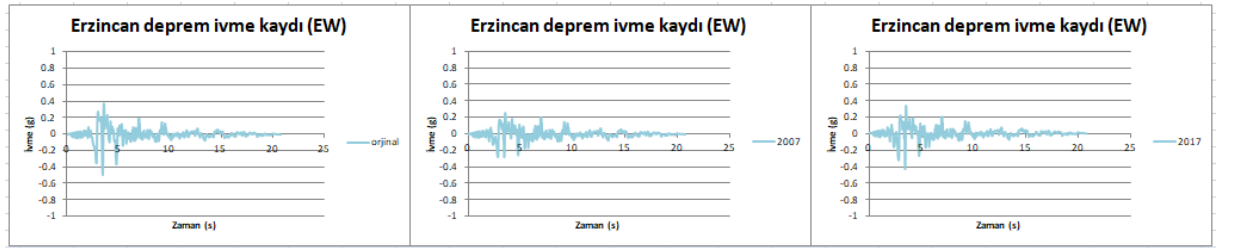
Şekil 3.30 : İstanbul(NS) deprem kaydı.



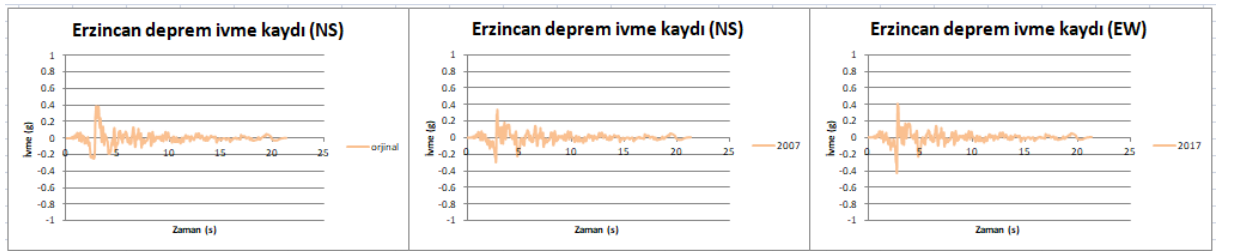
Şekil 3.31 : İzmit(EW) deprem kaydı.



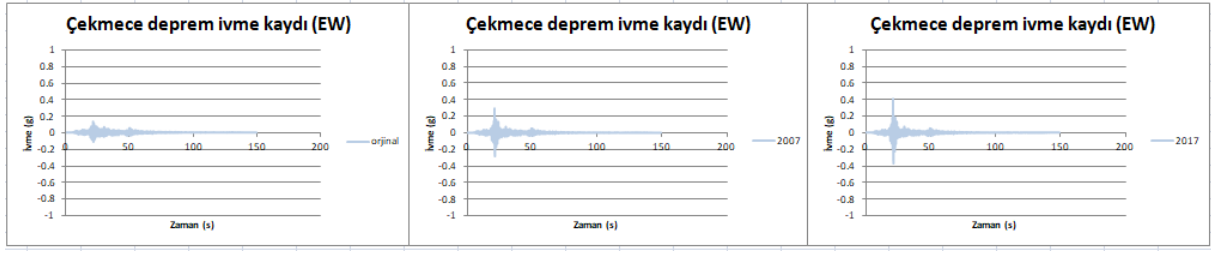
Şekil 3.32 : İzmit(NS) deprem kaydı.



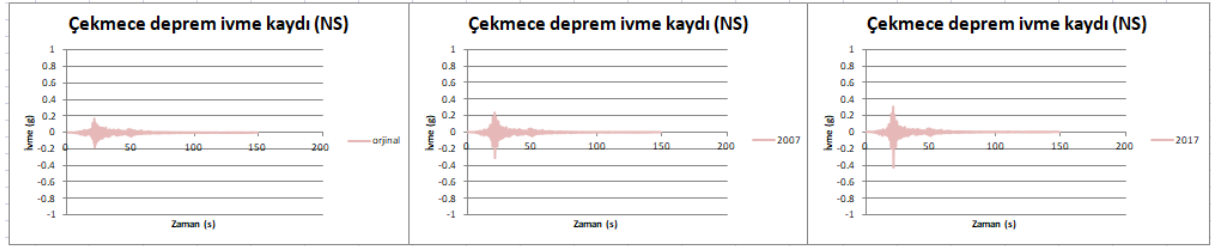
Şekil 3.33 : Erzincan(EW) deprem kaydı.



Şekil 3.34 : Erzincan(NS) deprem kaydı.



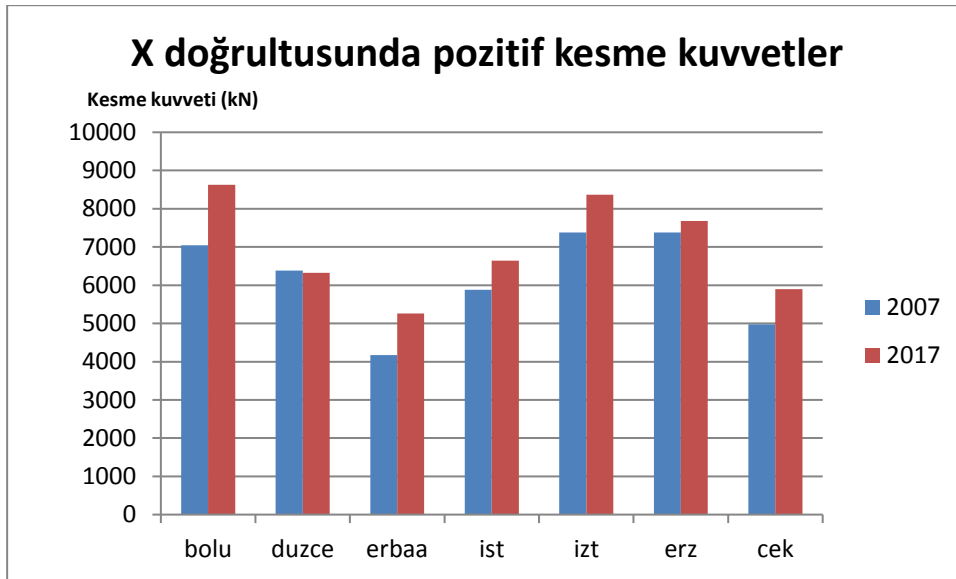
Şekil 3.35 : Çekmece(EW) deprem kaydı.



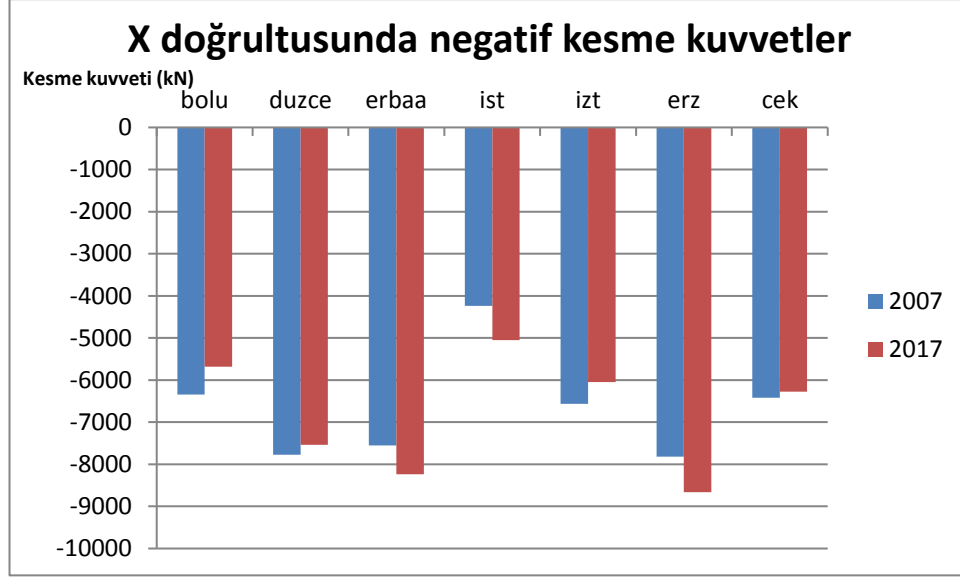
Şekil 3.36 : Çekmece(NS) deprem kaydı.

3.6.3 Kesme kuvvetlerinin karşılaştırılması

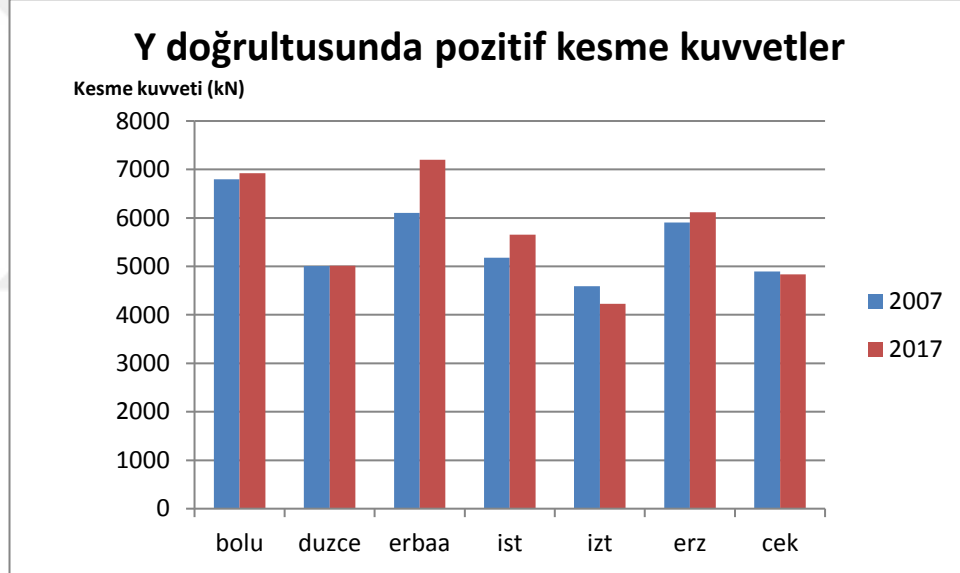
7 ayrı deprem için 2007 ve 2017 deprem yönetmeliklerine göre yapılan analiz sonrasında X ve Y doğrultularında bina taban kesme kuvvetleri elde edilmiştir. Elde edilen sonuçlar her bir deprem için 2007 ve 2017 yönetmeliğine göre yapılan hesapların karşılaştırması olarak dört farklı yön için aşağıdaki şekillerde gösterilmiştir. Şekil 3.37, 3.38, 3.39, 3.40’da kesme kuvvetlerinin karşılaştırılması verilmiştir.



Şekil 3.37 :X doğrultusundaki pozitif kesme kuvvetlerin karşılaştırılması.

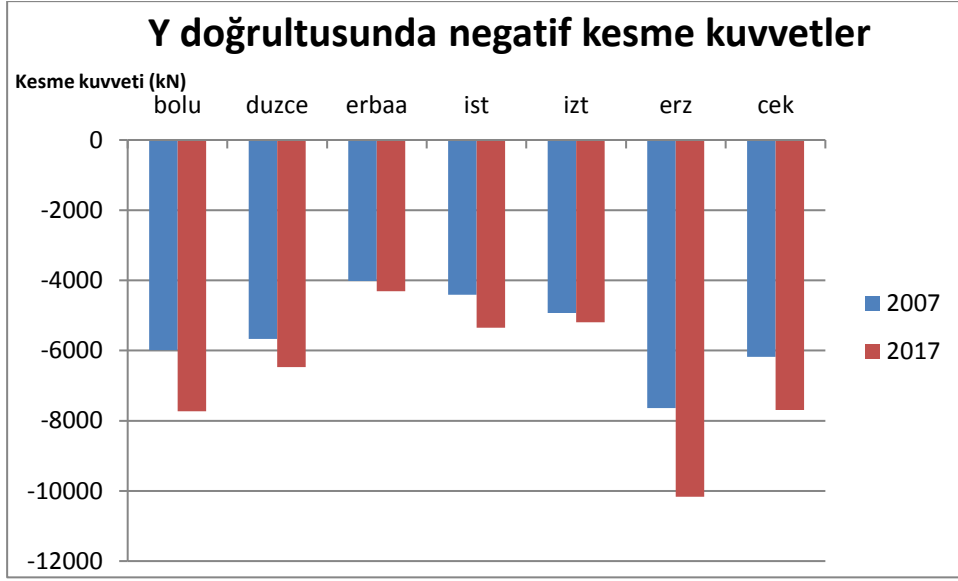


Şekil 3.38 : X doğrultusundaki negatif kesme kuvvetlerin karşılaştırılması.



Şekil 3.39 : Y doğrultusundaki pozitif kesme kuvvetlerinin karşılaştırılması.

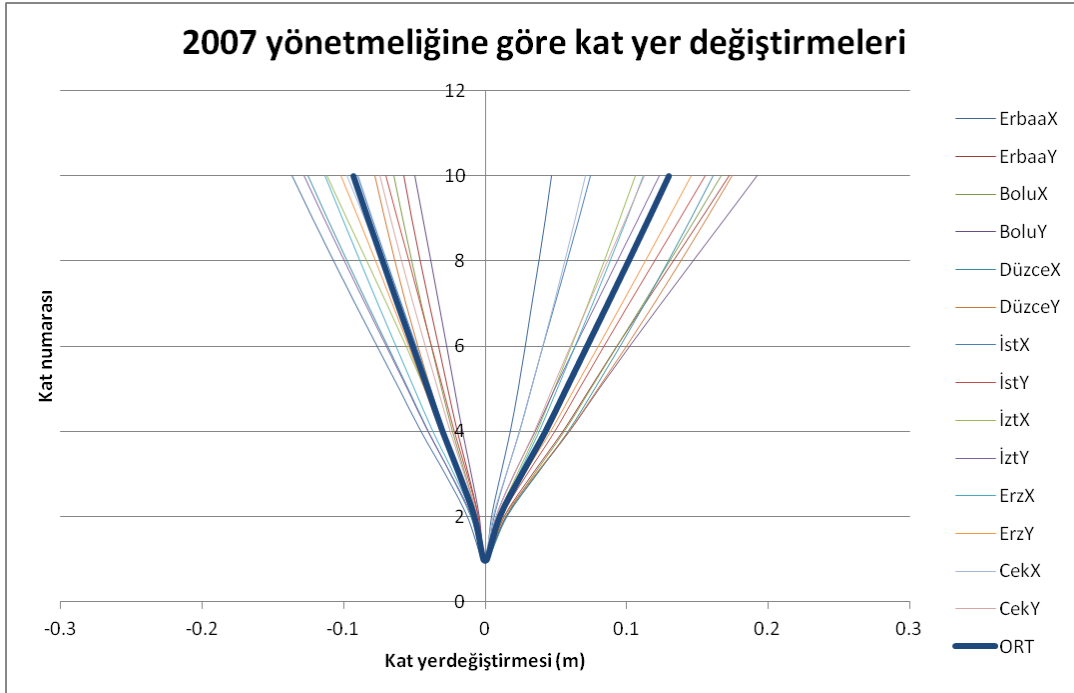
2017 deprem yönetmeliği tasarım spektrumunun daha büyük spektral ivme değerlerine sahip olması nedeniyle 2017 yönetmeliğine göre yapılan analiz sonuçlarında binanın kesme kuvveti talebinin 2007 analiz sonuçlarına göre daha büyük olduğu görülmektedir. 2017 yönetmeliğine göre yapılan analizlerde elde edilen en büyük kesme kuvveti değeri 10166 kN iken 2007 yönetmeliğinde bu değer 7820 kN olduğu görülmektedir. Ortalama değerler kıyaslandığında 2017 yönetmeliğine göre yapılan analizle kesme kuvveti değerlerinin yaklaşık %10 oranında daha büyük elde edildiği görülmektedir.



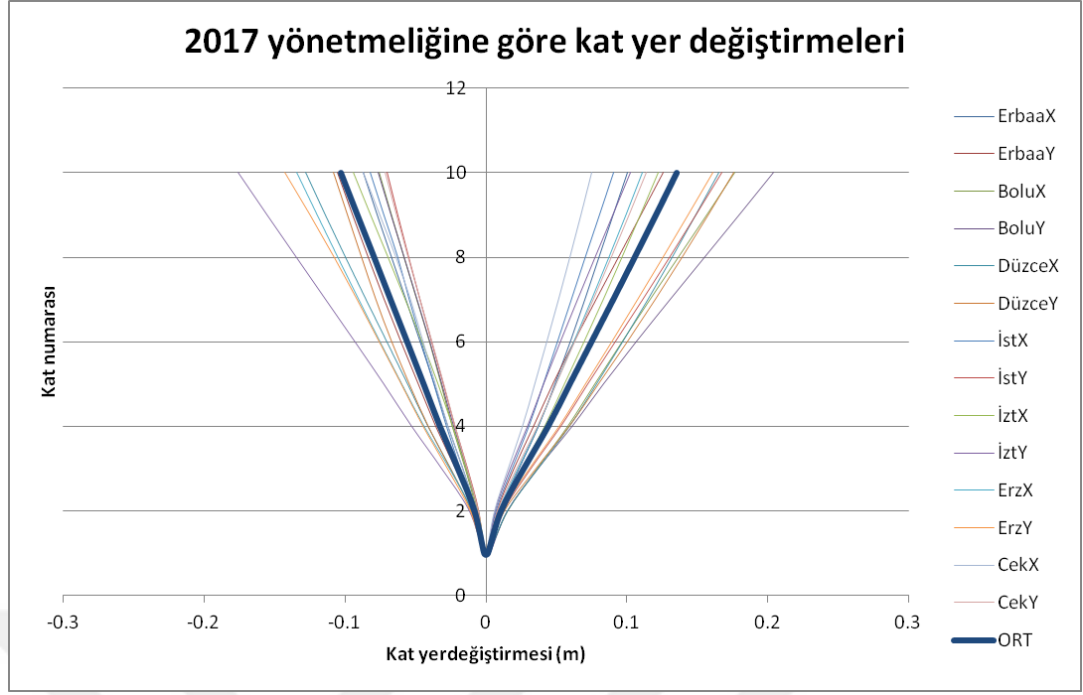
Şekil 3.40 : Y doğrultusundaki negatif kesme kuvvetlerin karşılaştırılması.

3.6.4 Kat yerdeğiştirmeleri ve görelı ötelemelerinin karşılaştırılması

7 farklı deprem kaydı için X ve Y yönlerinde katların yaptığı yerdeğiştirmeler ve bu yerdeğiştirmelerin ortalama değeri 2007 ve 2017 yönetmeliği için yapılan hesaplar için ayrı ayrı grafiklerde gösterilmişlerdir. 2007 yönetmeliği için yapılan analiz sonucunda bulunan değeri Şekil 3.41’de gösterilirken 2017 yönetmeliği için yapılan analiz sonucunda bulunan değeri Şekil 3.42’de gösterilmektedir.



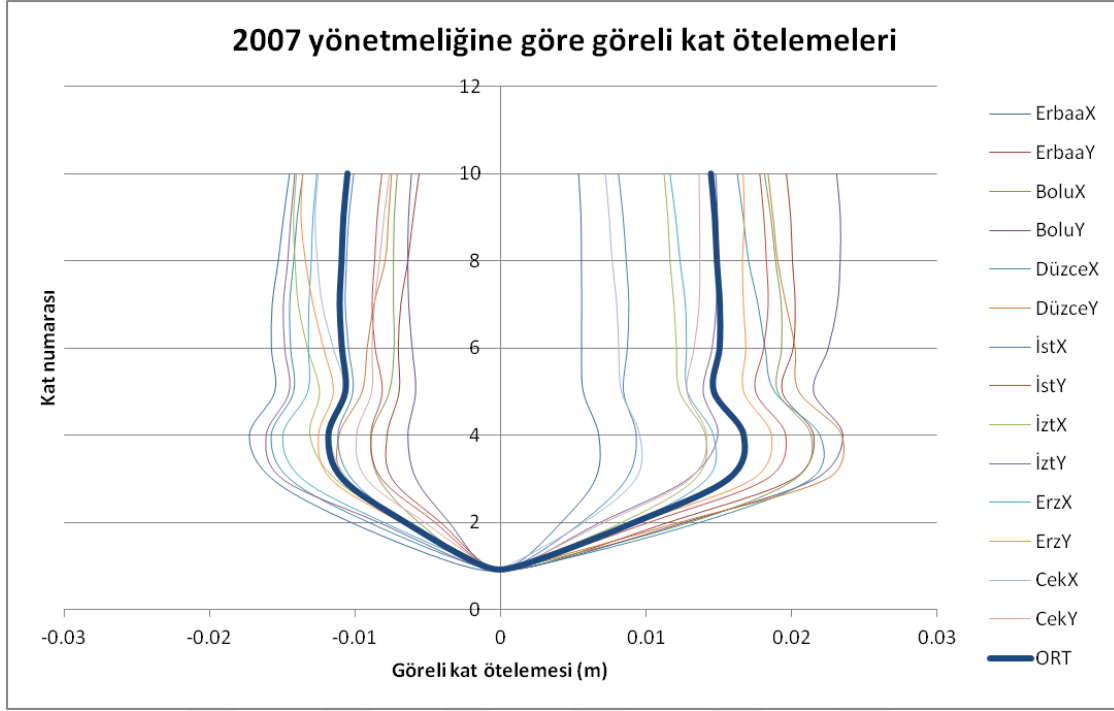
Şekil 3.41 : 2007 yönetmeliğine göre kat yerdeğiştirmeleri.



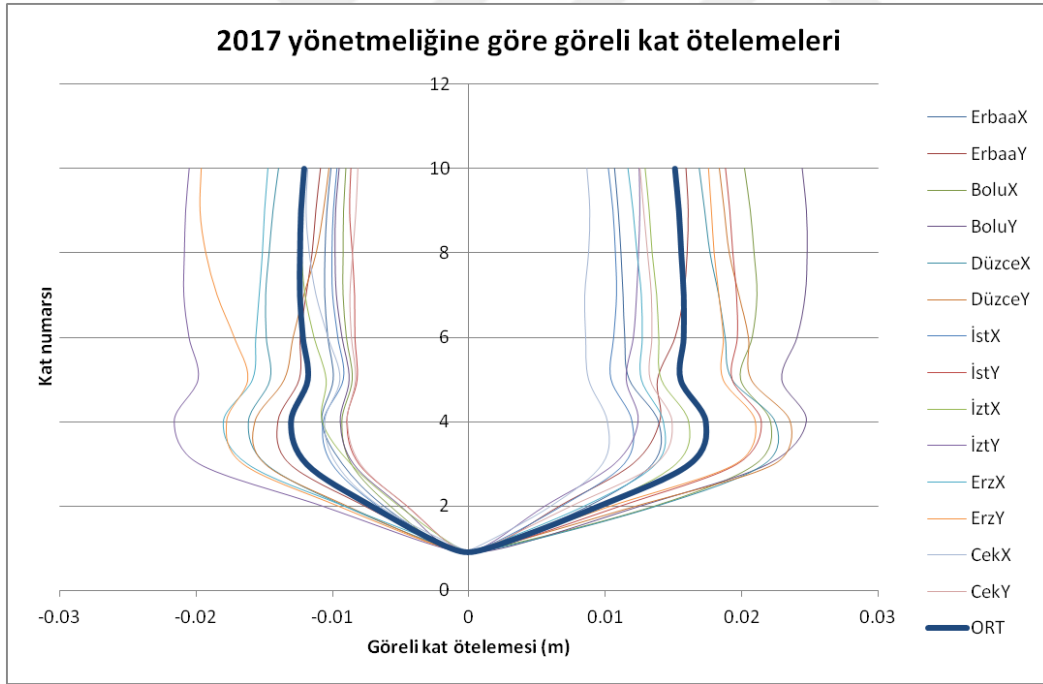
Şekil 3.42 : 2017 yönetmeliğine göre kat yer değiştirmeleri.

En büyük kat yer değiştirmelerinin her iki yönetmelik için de “Bolu” deprem kaydında yaşandığı görülmektedir. 2007 yönetmeliğine göre yapılan analiz sonuçlarına göre bina tepe yer değiştirmesi için en büyük değer X yönünde 0.17 m, Y yönünde ise 0.19 m olarak görülmektedir. 2017 yönetmeliğine göre yapılan hesaplarda ise aynı değerler sırasıyla 0.18 m ve 0.2 m olarak görülmektedir. 7 deprem kaydı için elde edilen sonuçların ortalamasına bakıldığında 2007 yönetmeliğine göre yapılan analizde pozitif yönde 0.13 m, negatif yönde ise 0.09 m tepe yer değiştirme talebi olduğu görülmektedir. 2017 yönetmeliğine göre yapılan analizde ise ortalama tepe yer değiştirme talebi olarak pozitif yönde 0.135 m, negatif yönde ise 0.1 m sonuçları elde edilmektedir. Her iki yönetmeliğe göre yapılan hesaplar sonucunda elde edilen göreceli ötelemelerinin katlara göre dağılımı Şekil 3.43’te ve Şekil 3.44’te gösterilmiştir.

Ortalama maksimum kat ötelemeleri değerleri, 2007 yönetmeliğine göre yapılan analiz sonucunda pozitif yönde 0.0167 m, negatif yönde 0.012 m olarak 2017 yönetmeliğine göre yapılan analiz sonucunda ise pozitif yönde 0.0174 m, negatif yönde 0.013 m olarak bulunmuştur.



Şekil 3.43 : 2007 deprem yönetmeliğine göre görel kat ötelemeleri.

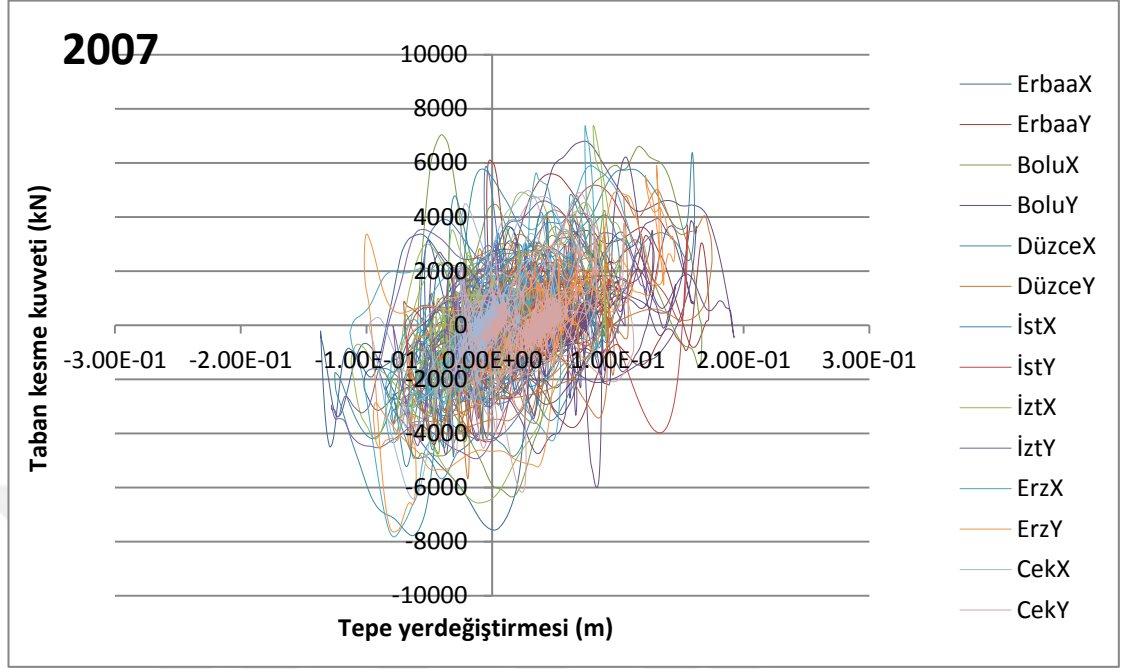


Şekil 3.44 : 2017 deprem yönetmeliğine göre görel kat ötelemeleri.

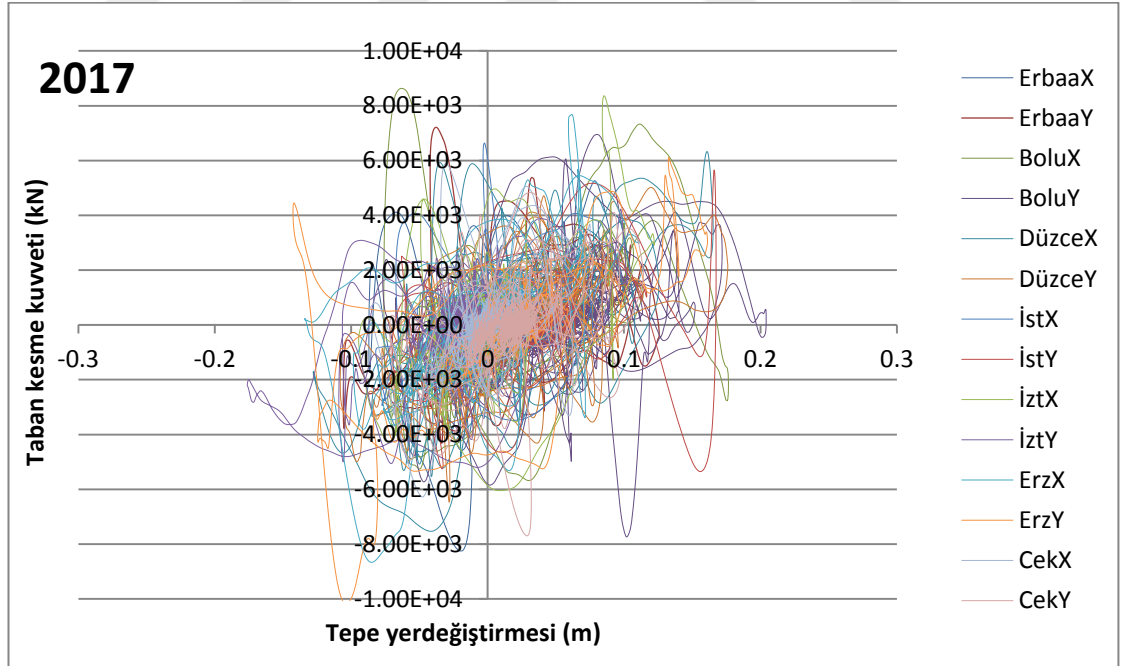
3.6.5 Histerik eğrilerin karşılaştırılması

Bina tepe yer değiştirmesi taban kesme kuvvetleri ilişkisini gösteren eğriler 2007 ve 2017 yönetmeliklerine göre yapılan hesaplar için ayrı ayrı çizilmiştir. Şekil 3.45'te

2007 yönetmeliğine göre yapılan analiz sonucu elde edilen veriler görülmekteyken Şekil 3.46'da ise 2017 yönetmeliğine göre yapılan analiz sonuçları görülmektedir.



Şekil 3.45 : 2007 yönetmeliğine göre bina tepe yer değıştirmesi kesme taban kuvveti eğrisi.



Şekil 3.46 : 2017 yönetmeliğine göre bina tepe yer değıştirmesi kesme taban kuvveti eğrisi.

3.6.6 Eleman hasarlarının karşılaştırılması

Analizler sonucunda bulunan birim şekil değiştirme talepleri, yönetmeliklerde belirtilen hasar sınırları ile karşılaştırılarak elemana ait hasar bölgesi tespit edilir. Yapılan hesaplar sonucunda elemanlarda, 2007 ve 2017 yönetmeliğine göre iki farklı hasar durumu ortaya çıkmıştır. En ağır hasar gören kat olan 3. Normal kattan seçilen belli sayıda elemanın hasar seviyesi belirlenmiş ve belirlenen sonuçlar birbirleriyle karşılaştırılmıştır. Elemanlar, doğrusal elastik hesap sonucunda farklı hasar seviyelerinde bulunan kolon ve perdelerden olacak şekilde seçilmişlerdir. Üçüncü kattaki S01, S07, S09 kolonları ve P01, P02 perdeleri yönetmelikleri karşılaştırmak için kullanılmışlardır. S01 kolonu tip2 tarzı, S07 ve S09 kolonları tip5 tarzı, P01 ve P02 perdeleri tip6 tarzı elemanlardır. 2007 deprem yönetmeliğine göre yapılan doğrusal analiz sonucunda, S01 kolonu göçme bölgesinde, S07 kolonu ileri hasar bölgesinde, S09 kolonu ise belirgin hasar bölgesindedir. Perdelerde ise P01 perdesi göçme bölgesindeyken P02 perdesi minimum hasar bölgesindedir.

Hasar sınırları için verilen değerler iki yönetmelik arasında farklılık göstermektedir. Bu farklılıklar, 2017 deprem yönetmeliği ile getirilen aşağıdaki koşullardan kaynaklanmaktadır.

- Betonarme elemanların boyuna donatıları nervürsüz donatı ile düzenlenmiş ise donatı çeliğinin birim şekil değiştirme talebi 1.5 ile çarpılarak arttırılacaktır.
- Şekil değiştirme hesabı yapılan betonarme kesitin tasarım kesme kuvveti oranı için $\frac{V_e}{b_w d f_{ctm}} < 0.65$ koşulu geçerli ise DBYBHY 2007'deki değerlerle de aynı olan şekil değiştirme üst sınırları geçerlidir. Kesme kuvveti oranı 1.30'dan büyük ise şekil değiştirme üst sınırları 0.5 ile çarpılarak azaltılacaktır. Ara değerler için ise enterpolasyon uygulanacaktır.
- Enine donatıların hacimsel oranı, ρ_s hesabında 90 derece kapalı etriyelerin %30'u hesaba dahil edilebilir.

Karşılaştırma için kullanılan elemanlarda kesme kuvveti oranları 0.65 değerinden küçük olduğu için ilgili madde hasar sınırlarını etkilememiştir. Binada S220 donatı kullanıldığı için 2017 deprem yönetmeliğine göre yapılan hesap sonucunda elde edilen donatı çeliği birim uzama talepleri 1.5 ile çarpılarak artırılmışlardır. Enine donatıların sargı etkilerinin göz önüne alınması sebebiyle beton için verilen hasar

sınır durumlarında ise 2017 yönetmeliğinde artış yaşanmıştır. Binada sargı etkisi göz önüne alınan etriyelerin olması gereken etriye miktarına oranı, ρ_s / ρ_{sm} 0.128 olarak alınmıştır. Alınan bu değere göre belirlen en hasar sınırları Çizelge 3.6'da gösterilmiştir.

Çizelge 3.6: Yönetmeliklere göre hasar sınırları.

Hasar Sınırları	2007 yönetmeliği için		2017 yönetmeliği için	
	ϵ_c	ϵ_s	ϵ_c	ϵ_s
MN	0.0035*	0.01	0.0035	0.01
GV	0.0035	0.04	0.0048	0.04
GC	0.004	0.06	0.0058	0.06
* ϵ_{cu} değeri				

Belirtilen elemanların, 2007, 2017 ve lineer hesap sonucunda aldığı hasarlar Çizelge 3.7'de gösterilmektedir.

Çizelge 3.7: Eleman birim şekil değiştirme talepleri ve hasar bölgeleri.

	Lineer Hesap	Yükleme	Gevreklik	2007			2017		
				ϵ_c	ϵ_s	Hasar	ϵ_c	ϵ_s	Hasar
S01	GÇB	+E _X	Yok	0.0149	0.00095	GÇB	0.0077	0.0086	GÇB
S07	İHB	-E _X	Yok	0.0038	0.0018	İHB	0.0023	0.0008	MHB
S09	BHB	+E _X	Yok	0.0028	0.0012	MHB	0.00064	0.00089	MHB
P01	GÇB	+E _X	Var	0.003	0.001	MHB	0.0032	0.0018	MHB
P02	MHB	+E _X	Yok	0.003	0.001	MHB	0.0032	0.0018	MHB



4. SONUÇ

Bir bodrum, bir zemin, sekiz normal kattan oluşan bir betonarme mevcut bina zaman tanım alanında doğrusal olmayan hesap yöntemi ile değerlendirilmiştir. Binada burulma düzensizliği bulunması ve birinci modun katkısının düşük olması sebebiyle statik itme yöntemi uygulanamamıştır. Değerlendirmeler DBYBHY 2007 ve 2017 Türkiye Deprem Yönetmeliği Taslağına göre ayrı ayrı yapılmış ve alınan sonuçlar karşılaştırılmıştır.

2017 yönetmeliğine göre bina bilgi düzeyinin belirlenmesinin, 2007 yönetmeliğine göre daha esnek bir hal aldığı söylenebilir. Mevcut bina 2007 yönetmeliğinde orta bilgi düzeyinde iken yeni yönetmelikle kapsamlı bilgi düzeyinde değerlendirilebilmiştir.

Çatlamış kesitlere ait rijitlikler kullanılarak kurulan modellerin periyotları karşılaştırıldığında yapının periyodunun yeni yönetmelikle arttığı görülmektedir. Taslak haldeki yeni deprem yönetmeliğinin daha küçük etkin kesit rijitliklerine yönlendirdiği, bu nedenle kesit hesabı açısından yeni taslak yönetmeliğinin daha güvenli tarafta kaldığı değerlendirilebilir.

2017 yönetmeliğine göre yapılan analiz sonuçlarına göre binaya gelen kesme kuvveti değerlerinin arttığı görülmektedir. Bunun spektral ivme değerleri artan tasarım spektrumuna göre ölçeklendirilen deprem kayıtlarının ivmelerinin daha büyük olmasından kaynaklandığı anlaşılmaktadır. Kat yerdeğiştirmelerinin de artan kesme kuvvetleri nedeniyle 2017 deprem yönetmeliğine göre yapılan analiz sonucunda arttığı görülmüştür.

Kesit hasar durumları belirlenirken 2017 taslak yönetmeliğine göre yapılan kesit değerlendirmeleri yer değiştirmiş eksen dönmelerine göre yapılırken 2007 yönetmeliğine göre yapılan kesit değerlendirilmeleri eleman uç dönmelerine göre yapılmıştır. 2017 yönetmeliğine göre yapılan analizlerde kesitlerde elde edilen birim şekil değiştirme taleplerinin 2007 yönetmeliğine göre yapılan analizlere göre daha küçük olduğu görülmüştür. Ancak 2017 yönetmeliği gereğince donatıların S220 olmasından ötürü donatıda çıkan birim uzama taleplerinin yüzde 50 oranında

arttırılması sebebiyle seçilen elemanların üçünde donatıların birim şekil değiştirme talepleri 2017 yönetmeliğine göre yapılan hesapta daha büyük çıkmıştır. 2017 yönetmeliğine göre hesapta, beton için hasar sınırı değerlerinin, enine donatıların kısmi olarak da olsa sargı etkisinin göz önüne alınması nedeniyle arttığı görülmüştür. Eleman hasar seviyelerinin karşılaştırılması için seçilen elemanlar, en ağır hasar gören üçüncü kat elemanları arasından seçilmiştir. Elemanlar seçilirken lineer değerlendirme sonucunda farklı hasar seviyelerinde olan elemanlardan seçilmesine dikkat edilmiştir. Lineer hesap +Ex, -Ex, +Ey, -Ey yükleme durumları için yapılmıştır. Seçilen elemanlarda lineer hesap sonucunda en ağır hasar durumuna yol açan yükleme yönündeki şekil değiştirme talepleri kıyaslanarak DBYBHY 2007 ve yeni deprem yönetmeliği taslağı karşılaştırılmıştır. Hiçbir elemanda hasar bölgesini belirleyen donatı hasar durumu olmamıştır. Eleman hasar bölgesini beton hasar seviyesi belirlemiştir. Yapılan karşılaştırmalarda S01 kolonu, hem lineer hesap için hem de her iki yönetmeliğe göre yapılan doğrusal olmayan analizde göçme bölgesinde çıkmıştır. Lineer hesap sonucunda ileri hasar bölgesinde bulunan S07 kolonu, 2007 yönetmeliğine göre yapılan analizle ileri hasar bölgesinde, yeni yönetmelik taslağına göre yapılan analiz sonuçlarında ise minimum hasar bölgesinde bulunmuştur. Lineer hesap ile belirgin hasar bölgesinde bulunan S09 kolonu, hem 2007 yönetmeliğine hem de yeni yönetmelik taslağına göre yapılan analizlerde minimum hasar bölgesinde çıkmıştır. P01 perdesi lineer hesaba göre kesmeden dolayı göçmektedir. Bu eleman için gevrek kırılma gerçekleşmiştir. Elemanın kesmeden göçmediği varsayılarak yapılan dinamik analize göre 2007 ve taslak yönetmelikleri için P01 perdesi minimum hasar seviyesinde bulunmuştur. Lineer hesap sonucunda minimum hasar bölgesinde bulunan P02 perdesi de her iki yönetmeliğe göre yapılan dinamik analizlerde minimum hasar seviyesinde bulunmuştur. Yeni yönetmelik taslağına göre yapılan analizlerde binada daha büyük kesme kuvvetleri ve yerdeğiştirmelerin oluşmasına rağmen elemanlarda daha az hasar olduğu görülmektedir. Bu durumun, kesit için yapılan hesaplarda, yeni taslak yönetmeliğe göre eleman dayanımının daha büyük alınmasından, kesitte sargı etkisinin göz önüne alınmasından ve beton için verilen kesit hasar sınırlarının daha büyük değerler olmasından kaynaklandığı düşünülmektedir. Bu tez kapsamında yeni taslak yönetmeliğine göre yapılan değerlendirmede, ortalama çarpı 0.85 değeri, standart sapma eksi ortalama değerinden büyük olmasına rağmen mevcut beton malzeme dayanımı olarak standart sapma eksi ortalama değeri alınmıştır. Eğer ki

0.85 çarpı ortalama değeri mevcut malzeme dayanımı olarak alınmış olsaydı kesitlerde, iki yönetmelik için bulunan şekil değiştirme talepleri arasındaki farkın daha da artacağı tahmin edilmektedir. 2017 yönetmeliğinde donatılar için bulunan şekil değiştirme taleplerinin yüzde elli oranında artırılması, elemanlar için donatı hasar durumu belirleyici olmadığı için eleman hasar bölgesi sonuçlarında bir değişikliğe yol açmamıştır. Tez kapsamında beş elemanın hasar bölgesi belirlenerek yenilenen deprem yönetmelik taslağı, DBYBHY 2007 ile karşılaştırılmıştır. Binanın performans seviyesinin belirlenebilmesi için hiç kuşkusuz tüm elemanların hasar seviyelerinin belirlenmesi gereklidir. Fakat yenilenen deprem yönetmeliğiyle beş elemanda yapılan gözlemler üzerinden binanın performansının eski yönetmeliğe göre nasıl değişeceğine dair bir yorum yapılması gerekirse şunlar söylenebilir: Bina elemanlarının büyük çoğunluğunun hasar bölgeleri kuvvetle muhtemel aynı kalacaktır. DBYBHY 2007'nin, deprem etriyesi kurallarına uyulmayan elemanlarda sargı etkisini göz önüne almaması ve bilgi düzeyinin daha güvenli tarafta kalması nedenleriyle yeni taslak yönetmelikle yapılacak değerlendirme sonucu belli elemanlarda ise daha az hasar bulunabilir. Yeni taslak yönetmelikle beraber daha az hasarlı bulunan elemanların yoğunluğuna göre bina performansının daha ileri seviyede görülebileceği tahmin edilebilir. Yapılan yorumların, değerlendirilen bina için yapıldığı vurgulanmaktadır. Farklı şartlar altındaki bir binada yapılan karşılaştırma farklı sonuçlara yol açacaktır.

Bu tez kapsamında, eleman hasarları karşılaştırılırken zaman kısıtlılığı nedeniyle binadaki tüm elemanlar incelenememiştir. Aynı konuda yapılacak başka bir çalışmada, bütün elemanların hasar durumları belirlenerek yapılacak karşılaştırma, bizleri yenilenen yönetmelikle gelişen yenilikler konusunda daha doğru yorumlara götürebilir. Her iki yönetmeliğin karşılaştırılması için burulma düzensizliği bulunmayan bir bina üzerinde çalışılması itme analizi sonuçlarının karşılaştırması için de olanak sağlayacaktır.



KAYNAKLAR

- [1] **Celep, Z.** (2007). *Betonarme Taşıyıcı Sistemlerde Doğrusal Olmayan Davranış ve Çözümleme*, Beta Yayıncılık: İstanbul.
- [2] **SAP 2000 v14, Structural Analysis Program.** Computers and Structures Inc., Berkeley, California.
- [3] **XTRACT**, (2001). **Cross Sectional Analysis of Components**, Imbsen Software System, Sacramento.
- [4] **TBDY, Türkiye Bina Deprem Yönetmeliği.** (2016). **Bayındırlık ve İskan Bakanlığı, Ankara.**
- [5] **DBYBHY, Deprem Bölgelerinde Yapılacak Binalar Hakkında Yönetmelik.** (2007). **T.C. Resmi Gazete, 26454, 06.06.2007.**
- [6] **Seismomatch**, (2010). Seismosoft, Earthquake Engineering Software Solutions, Messina, Italy.
- [7] **ideCAD statik 8**, ideYAPI, İstanbul.
- [8] **Chopra, A. K.,** (2000). *Dynamics of Structures: Theory and Applications to Earthquake Engineering*. Prentice Hall: New Jersey.



EKLER

EK A : Karot sonuçları

EK B : Kat röleleri

EK B : Lineer hesap sonucu kat hasar seviyeleri

EK C : Kesit hasar karşılaştırmaları

EK D : Lineer hesap sonuç özeti

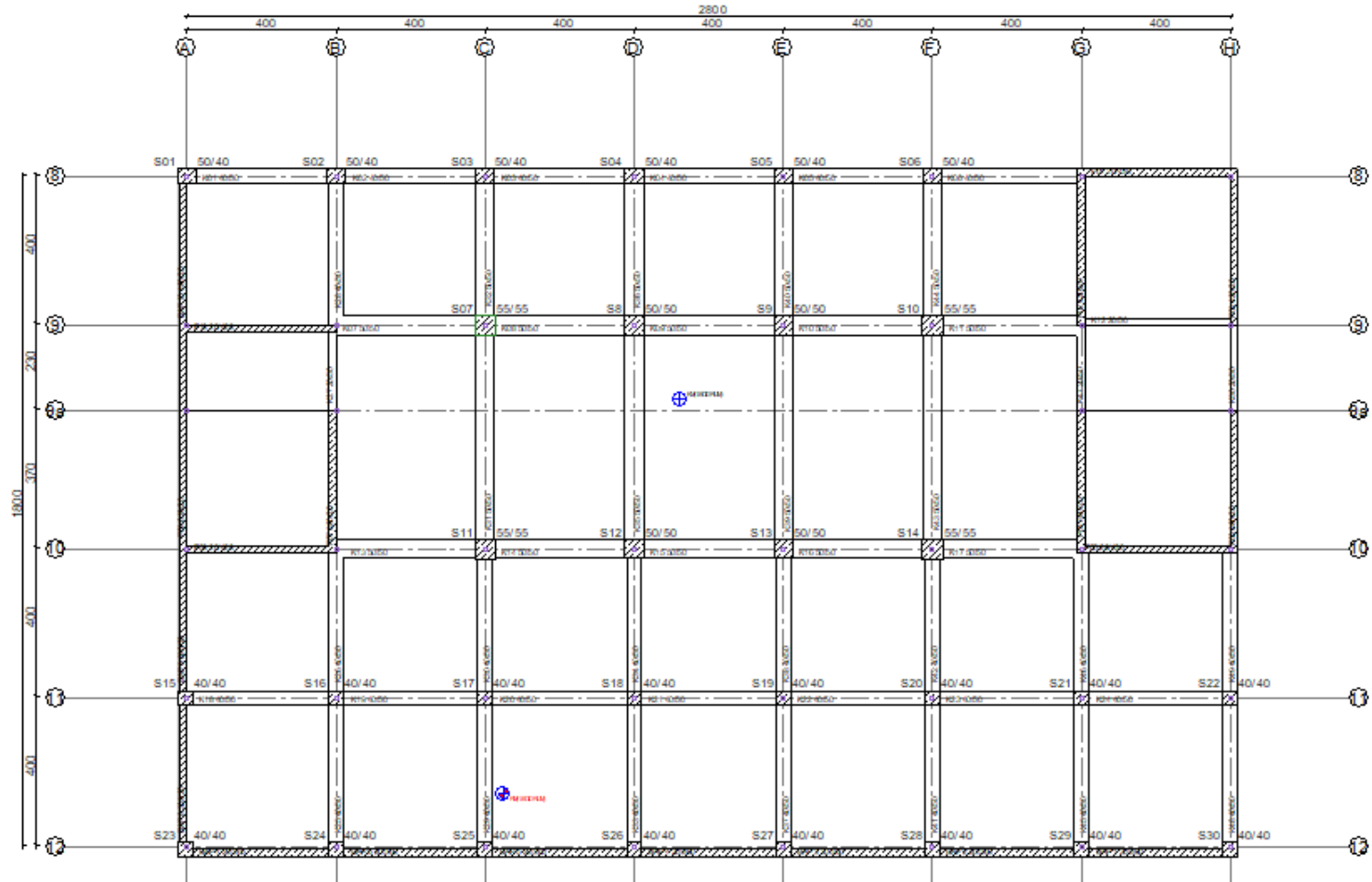


EK A

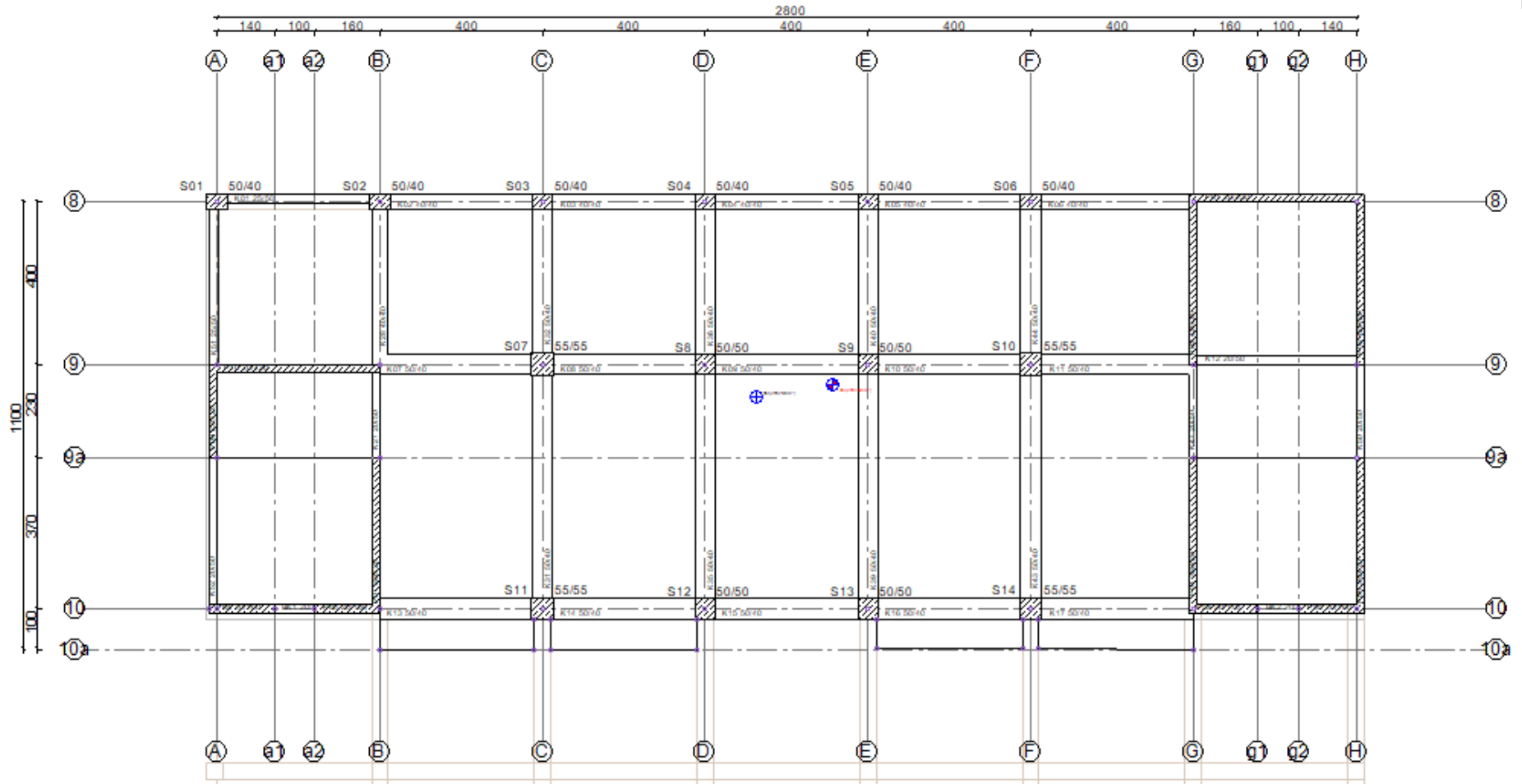
Çizelge A.1: Karot test sonuçları.

No	Kat	Çap, mm	h, mm	h/çap	Düzeltilme	Kırılma, kN	Dayanım, MPa	Düzeltilmiş Küp Day. MPa		
K1	8. Normal kat E-8 aksı kolonu	82	86	1.05	1.02	72.2	13.7	13.9	Ort.:	11.3
K2	8. Normal kat F-10 aksı kolonu	82	90	1.10	1.04	44.5	8.4	8.7	St.Dev.:	2.73
K3	7. Normal kat C-10 aksı kolonu	82	88	1.07	1.03	60.2	11.4	11.7	Min.:	6.4
K4	7. Normal kat D-10 aksı kolonu	82	86	1.05	1.02	59.9	11.3	11.6	Min.+4:	10.4
K5	6. Normal kat H-10 aksı kolonu	82	85	1.04	1.01	53.7	10.2	10.3	Ort.-1.48*S:	7.3
K6	6. Normal kat A-9' aksı kolonu	82	83	1.01	1.00	90.1	17.1	17.1		
K7	5. Normal kat B-9' aksı kolonu	82	84	1.02	1.01	59.9	11.3	11.5		~C7
K8	5. Normal kat G-10 aksı kolonu	82	90	1.10	1.04	60.3	11.4	11.8		
K9	4. Normal kat F-10 aksı kolonu	82	87	1.06	1.02	33.2	6.3	6.4		
K10	4. Normal kat H-9 aksı kolonu	82	91	1.11	1.04	42.8	8.1	8.4		
K11	3. Normal kat F-9 aksı kolonu	82	92	1.12	1.05	61	11.6	12.1		
K12	3. Normal kat C-10 aksı kolonu	82	91	1.11	1.04	60.3	11.4	11.9		
K13	2. Normal kat F-9 aksı kolonu	82	89	1.09	1.03	80.4	15.2	15.7	Ort.:	21.3
K14	2. Normal kat F-10 aksı kolonu	82	88	1.07	1.03	112.1	21.2	21.8	St.Dev.:	4.82
K15	2. Normal kat B-8 aksı kolonu	82	86	1.05	1.02	77.6	14.7	15.0	Min.:	14.4
K16	1. Normal kat L-6 aksı kolonu	82	88	1.07	1.03	155.4	29.4	30.3	Min.+4:	18.4
K17	1. Normal kat M-9 aksı kolonu	82	89	1.09	1.03	107.3	20.3	21.0	Ort.-1.48*S:	14.2
K18	1. Normal kat M-8 aksı kolonu	82	88	1.07	1.03	139.8	26.5	27.2		
K19	Zemin kat C-1 aksı kolonu	82	85	1.04	1.01	132	25.0	25.4		~C14
K20	Zemin kat B-4 aksı kolonu	82	89	1.09	1.03	105.9	20.1	20.7		
K21	Zemin kat F-3 aksı kolonu	82	87	1.06	1.02	101.8	19.3	19.7		
K22	Zemin kat E-8 aksı kolonu	82	87	1.06	1.02	74.3	14.1	14.4		
K23	Zemin kat H-6 aksı kolonu	82	87	1.06	1.02	100.1	19.0	19.4		
K24	Bodrum kat C-3 aksı kolonu	82	87	1.06	1.02	116.8	22.1	22.6		
K25	Bodrum kat B-8 aksı kolonu	82	86	1.05	1.02	144.4	27.3	27.9		
K26	Bodrum kat C-9 aksı kolonu	82	87	1.06	1.02	75.8	14.4	14.7		
K27	Bodrum kat D-6 aksı kolonu	82	88	1.07	1.03	118.3	22.4	23.0		
K28	Bodrum kat F-7 aksı kolonu	82	85	1.04	1.01	113.9	21.6	21.9		

EK B

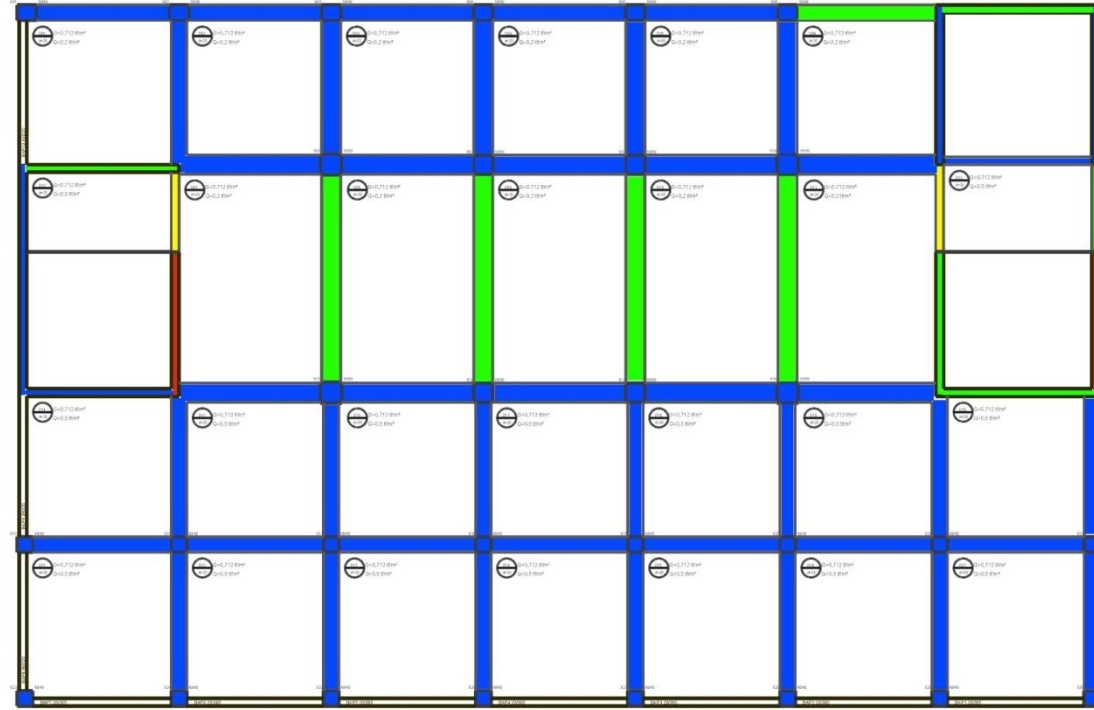


Şekil B.1: Bodrum kat plan rölevesi.



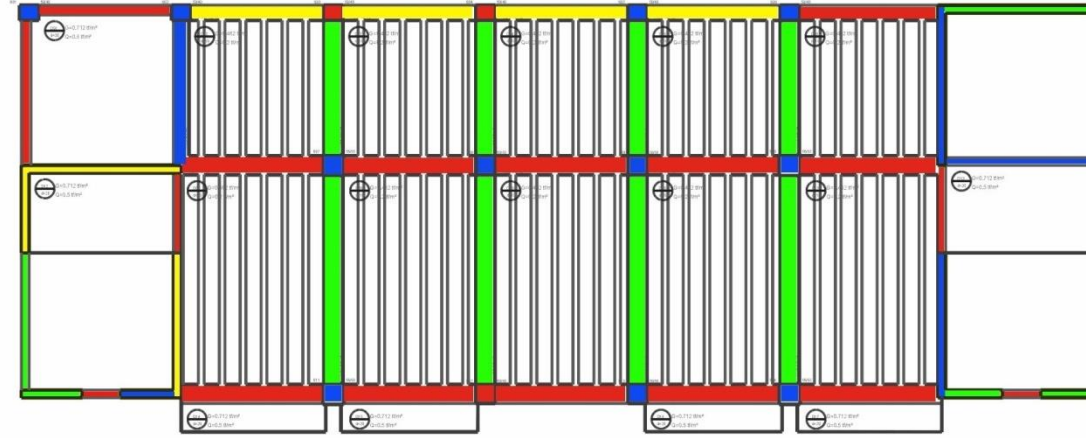
Şekil B.2: Zemin kat plan rölevesi.

EK C



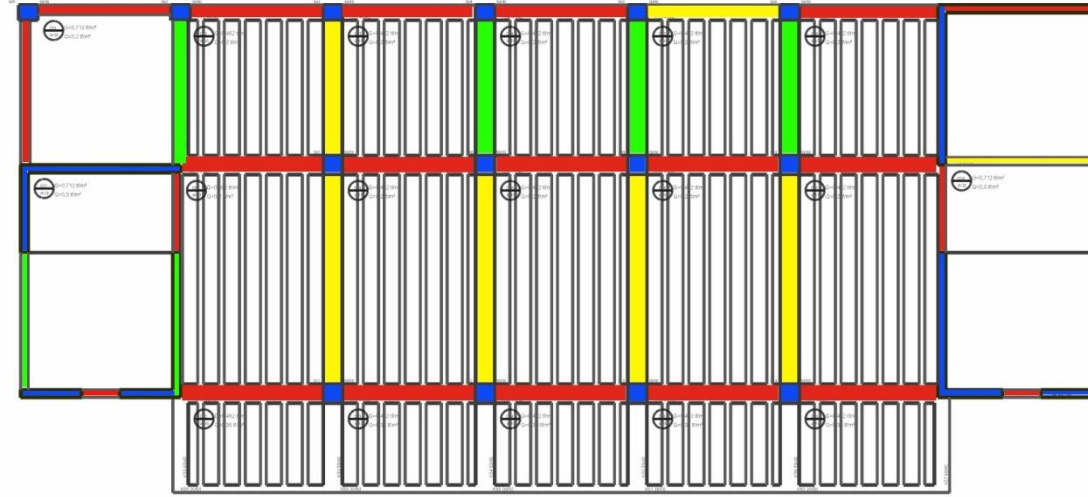
- Minimum hasar bölgesi
- Belirgin hasar bölgesi
- İleri hasar bölgesi
- Göçme bölgesi

Şekil C.1 : Bodrum kat hasar seviyesi.



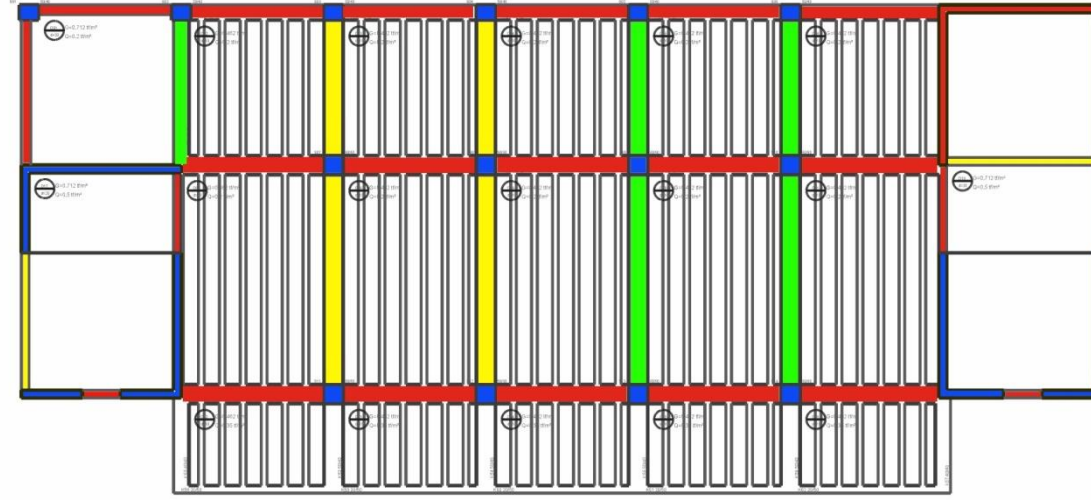
- Minimum hasar bölgesi
- Belirgin hasar bölgesi
- İleri hasar bölgesi
- Göçme bölgesi

Şekil C.2 : Zemin kat hasar seviyesi.



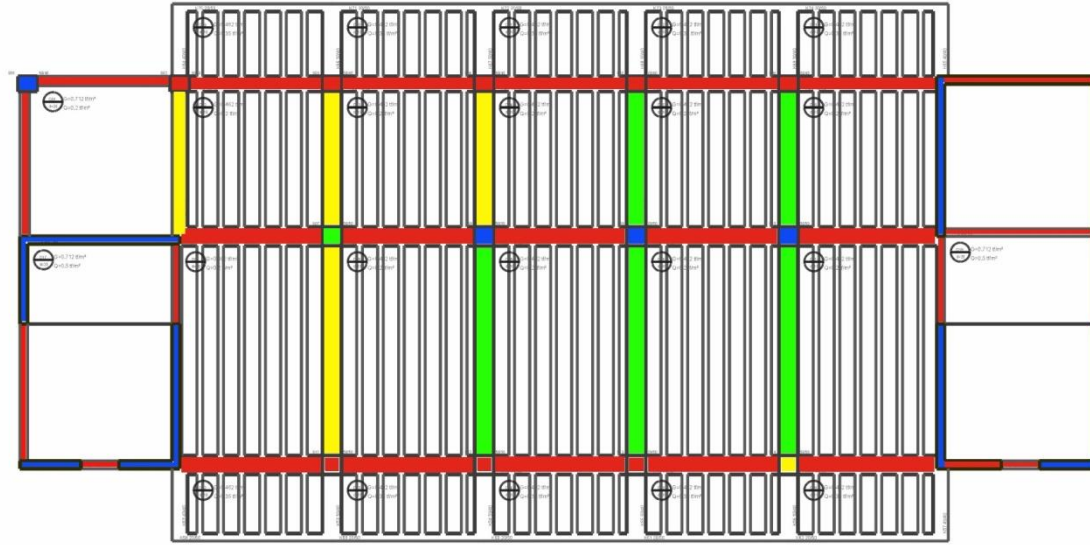
- Minimum hasar bölgesi
- Belirgin hasar bölgesi
- İleri hasar bölgesi
- Göçme bölgesi

Şekil C.3 : 1. Kat hasar seviyesi.



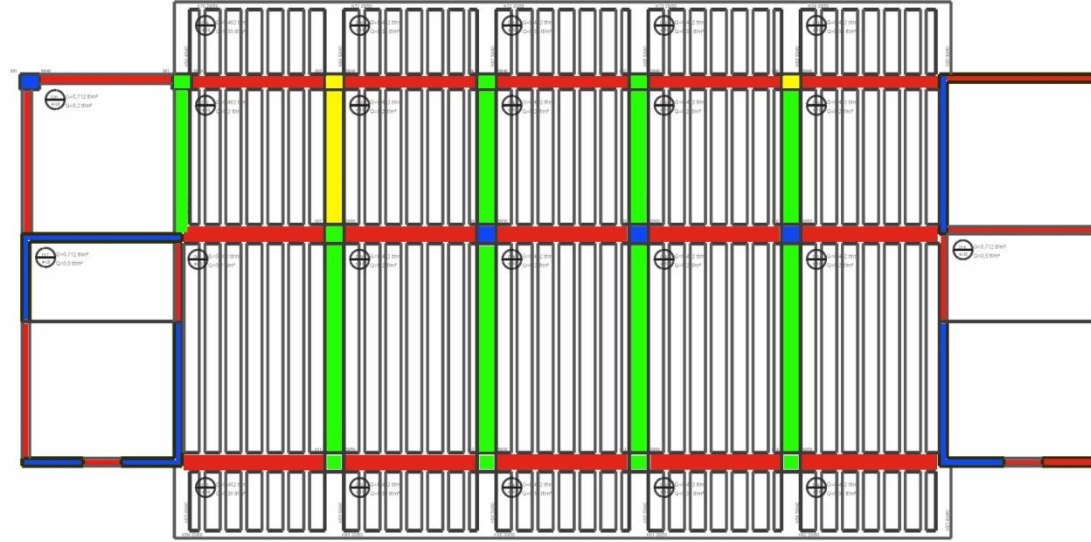
- Minimum hasar bölgesi
- Belirgin hasar bölgesi
- İleri hasar bölgesi
- Göçme bölgesi

Şekil C.4 : 2. Kat hasar seviyesi.



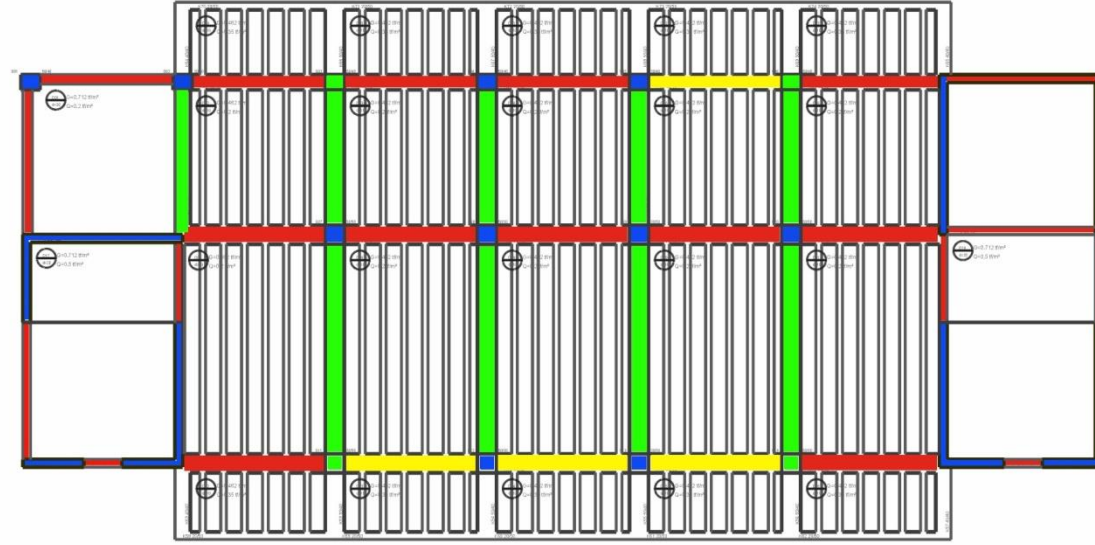
- Minimum hasar bölgesi
- Belirgin hasar bölgesi
- İleri hasar bölgesi
- Göçme bölgesi

Şekil C.5 :4. Kat hasar seviyesi.

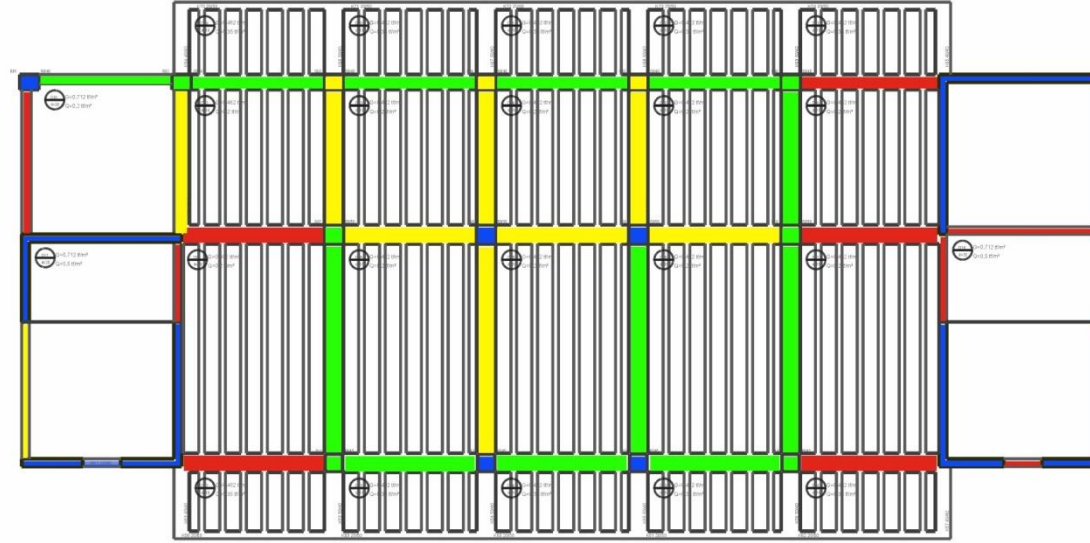


- Minimum hasar bölgesi
- Belirgin hasar bölgesi
- İleri hasar bölgesi
- Göçme bölgesi

Şekil C.6 : 5. Kat hasar seviyesi.



Şekil C.7 : 6. Kat hasar seviyesi.



- Minimum hasar bölgesi
- Belirgin hasar bölgesi
- İleri hasar bölgesi
- Göçme bölgesi

Şekil C.8 : 7. Kat hasar seviyesi.



- Minimum hasar bölgesi
- Belirgin hasar bölgesi
- İleri hasar bölgesi
- Göçme bölgesi

Şekil C.9 :8. Kat hasar seviyesi.

EK D

Çizelge D.1: 2007 yönetmeliğine göre S01 kolonu hasar seviyesi.

S01 50x40		θp (3)	φp (3)	P (kN)	φy (3)	φt (3)	εcu	εcg	εs	θp (2)	φp (2)	P (kN)	φy (2)	φt (2)	εcu	εcg	εs	
65H1	bolu	0.001124	0.004496	0	3.26E-03	7.76E-03	-5.87E-03	-4.92E-03	2.97E-03	-0.00508	-0.0203	-900	-8.31E-03	-2.86E-02	φmax=0.0189			
	düzce	0.003943	0.015772	0	3.26E-03	1.90E-02	-9.44E-03	-7.58E-03	6.36E-03	-0.00898	-0.03591	-900	-8.31E-03	-4.42E-02				
	istanbul	0.002104	0.008416	0	3.26E-03	1.17E-02	-8.92E-04	-7.24E-04	5.68E-03	-0.00908	-0.03631	-900	-8.31E-03	-4.46E-02				
	izmit	-2.4E-05	-9.6E-05	-900	-9.77E-03	-9.86E-03	-3.20E-03	-3.03E-03	5.08E-04	-0.00023	-0.00092	-900	-8.31E-03	-9.24E-03	-3.33E-03	-3.14E-03	1.13E-03	
	erbaa	0.002567	0.010268	0	3.26E-03	1.35E-02	-7.86E-04	-6.49E-04	4.33E-03	-0.00866	-0.03462	-900	-8.31E-03	-4.29E-02	φmax=0.0189			
	çekmece	-5.7E-05	-0.00023	-900	-9.77E-03	-9.99E-03	-3.05E-03	-2.88E-03	7.22E-04	-0.00033	-0.00132	-900	-8.31E-03	-9.64E-03	-3.45E-03	-0.00326	1.19E-03	
	erzincan	-0.00158	-0.00632	-900	-9.77E-03	-1.61E-02	-5.50E-03	-5.22E-03	5.60E-04	-0.00603	-0.02412	-900	-8.31E-03	-3.24E-02	φmax=0.0189			
65H2	bolu	-0.00146	-0.00584	-900	-9.77E-03	-1.56E-02	-5.24E-03	-4.97E-03	6.37E-04	0.005427	0.021708	0	2.97E-03	2.47E-02	-2.05E-03	-1.54E-03	0.0103	
	düzce	-0.00523	-0.02091	-900	-9.77E-03	-3.07E-02	φmax=0.0241			0.012912	0.051648	0	2.97E-03	5.46E-02	-3.85E-03	-2.77E-03	0.022	
	istanbul	-0.00195	-0.00779	-900	-9.77E-03	-1.76E-02	-6.37E-03	-6.06E-03	2.39E-04	0.008406	0.033624	0	2.97E-03	3.66E-02	-2.69E-03	-1.97E-03	0.0145	
	izmit	-0.00025	-0.00102	-900	-9.77E-03	-1.08E-02	-3.31E-03	-3.12E-03	7.74E-04	0.001791	0.007164	0	2.97E-03	1.01E-02	-1.24E-03	-9.84E-04	4.91E-03	
	erbaa	-0.00218	-0.00873	-900	-9.77E-03	-1.85E-02	-7.07E-03	-6.74E-03	-1.53E-05	0.00873	0.03492	0	2.97E-03	3.79E-02	-2.85E-03	-2.08E-03	0.0156	
	çekmece	0	0	-900	-9.77E-03	-9.77E-03	-3.03E-03	-2.86E-03	7.11E-04	0	0	0	2.97E-03	2.97E-03	-3.81E-03	-3.30E-03	8.49E-04	
	erzincan	0.002256	0.009024	0	3.26E-03	1.23E-02	-7.40E-04	-0.00062	3.75E-03	0.01303	0.05212	0	2.97E-03	5.51E-02	-4.03E-03	-0.0029	0.0231	
						ORT	65H1	-3.57E-03	3.02E-03	İLERİ				ORT	65H1	-1.49E-02	9.47E-04	GÖÇME
							65H2	-5.24E-03	7.56E-04	GÖÇME					65H2	-2.22E-03	1.15E-02	BELİRGİN

Çizelge D.2: 2007 yönetmeliğine göre S07 kolonu hasar seviyesi.

S07 50x50		θp (3)	φp (3)	P (kN)	φy (3)	φt (3)	εcu	εcg	εs	θp (2)	φp (2)	P (kN)	φy (2)	φt (2)	εcu	εcg	εs	
112H1	bolu	0.000353	0.001412	-900	6.35E-03	7.76E-03	-2.44E-03	-2.28E-03	1.29E-03	-0.00031	-0.00125	-1200	-7.84E-03	-9.09E-03	-3.47E-03	-3.28E-03	9.03E-04	
	düzce	0.000563	0.002252	-900	6.35E-03	8.60E-03	-2.69E-03	-2.52E-03	1.46E-03	-0.00062	-0.00248	-1200	-7.84E-03	-1.03E-02	-3.92E-03	-3.71E-03	1.04E-03	
	istanbul	-0.00036	-0.00143	-1200	-7.84E-03	-9.27E-03	-3.54E-03	-3.35E-03	9.24E-04	0.000387	0.001548	-900	6.35E-03	7.90E-03	-2.47E-03	-2.31E-03	1.31E-03	
	izmit	0.000414	0.001656	-900	6.35E-03	8.00E-03	-2.50E-03	-2.34E-03	1.35E-03	0.000783	0.003132	-900	6.35E-03	9.48E-03	-2.91E-03	-2.72E-03	1.65E-03	
	erbaa	0.000758	0.003032	-900	6.35E-03	9.38E-03	-2.88E-03	-2.69E-03	1.64E-03	-0.00061	-0.00243	-1200	-7.84E-03	-1.03E-02	-3.94E-03	-3.73E-03	1.04E-03	
	çekmece	-0.00035	-0.00141	-1200	-7.84E-03	-9.26E-03	-3.51E-03	-3.33E-03	9.17E-04	-0.00029	-0.00117	-1200	-7.84E-03	-9.01E-03	-3.44E-03	-3.26E-03	8.96E-04	
	erzincan	-0.00101	-0.00402	-1200	-7.84E-03	-1.19E-02	-4.74E-03	-4.50E-03	9.86E-04	-0.00098	-0.00391	-1200	-7.84E-03	-1.18E-02	-4.74E-03	-4.50E-03	9.86E-04	
112H2	bolu	0.002717	0.010868	-900	6.35E-03	1.72E-02	-6.68E-03	-6.33E-03	1.58E-03	-0.00153	-0.00611	-1200	-7.84E-03	-1.40E-02	-6.38E-03	-6.10E-03	2.98E-04	
	düzce	0.003323	0.013292	-900	6.35E-03	1.96E-02	-8.92E-03	-8.53E-03	4.90E-04	-0.00136	-0.00543	-1200	-7.84E-03	-1.33E-02	-5.79E-03	-5.52E-03	5.77E-04	
	istanbul	0.000841	0.003364	-900	6.35E-03	9.71E-03	-2.96E-03	-2.77E-03	1.69E-03	-0.00068	-0.00272	-1200	-7.84E-03	-1.06E-02	-3.99E-03	-3.78E-03	1.06E-03	
	izmit	0.001285	0.00514	-900	6.35E-03	1.15E-02	-3.45E-03	-3.22E-03	2.04E-03	0.000577	0.002308	-900	6.35E-03	8.66E-03	-2.67E-03	-2.50E-03	1.48E-03	
	erbaa	-0.00134	-0.00536	-1200	-7.84E-03	-1.32E-02	-5.73E-03	-5.46E-03	6.33E-04	0.001052	0.004208	-900	6.35E-03	1.06E-02	-3.31E-03	-3.09E-03	1.95E-03	
	çekmece	0	0	-1200	-7.84E-03	-7.84E-03	-2.99E-03	-2.83E-03	7.62E-04	0	0	-1200	-7.84E-03	-7.84E-03	-2.99E-03	-2.83E-03	7.62E-04	
	erzincan	0.002127	0.008508	-900	6.35E-03	1.49E-02	-4.73E-03	-4.43E-03	2.42E-03	0.001388	0.005552	-900	6.35E-03	1.19E-02	-3.59E-03	-3.35E-03	2.13E-03	
						ORT	112H1	-3.00E-03	1.22E-03	MİNİMUM				ORT	112H1	-3.36E-03	1.12E-03	İLİRİ
							112H2	-4.80E-03	1.37E-03	GÖÇME					112H2	-3.88E-03	1.18E-03	İLİRİ

Çizelge D.3: 2007 yönetmeliğine göre S09 kolonu hasar seviyesi.

S09 50x50		θp (3)	φp (3)	P (kN)	φy (3)	φt (3)	εcu	εcg	εs	θp (2)	φp (2)	P (kN)	φy (2)	φt (2)	εcu	εcg	εs	
110H1	bolu	-4.30E-05	-1.72E-04	-1.10E+03	-8.31E-03	-8.48E-03	-3.05E-03	-2.88E-03	1.01E-03	-3.9E-05	-0.00016	-1.10E+03	-8.31E-03	-8.46E-03	-3.05E-03	-2.88E-03	1.01E-03	
	düzce	0.000155	6.20E-04	-8.00E+02	5.70E-03	6.32E-03	-1.89E-03	-1.77E-03	1.12E-03	-0.00015	-0.00059	-1.10E+03	-8.31E-03	-8.90E-03	-3.20E-03	-3.02E-03	1.07E-03	
	istanbul	-4.4E-05	-1.76E-04	1.10E+03	-8.31E-03	-8.48E-03	-3.05E-03	-2.88E-03	1.01E-03	0.000039	0.000156	-8.00E+02	5.70E-03	5.85E-03	-1.80E-03	-1.68E-03	1.02E-03	
	izmit	0.000178	7.12E-04	-8.00E+02	5.70E-03	6.41E-03	-1.93E-03	-1.80E-03	1.44E-03	-0.00022	-0.00088	-1.10E+03	-8.31E-03	-9.19E-03	-3.28E-03	-3.10E-03	1.11E-03	
	erbaa	0.000456	1.82E-03	-8.00E+02	5.70E-03	7.52E-03	-2.20E-03	-2.05E-03	1.43E-03	-0.00043	-0.00173	-1.10E+03	-8.31E-03	-1.00E-02	-3.57E-03	-3.37E-03	1.26E-03	
	çekmece	-0.00011	-4.20E-04	-1.10E+03	-8.31E-03	-8.73E-03	-3.14E-03	-2.96E-03	1.05E-03	-0.00012	-0.00046	-1.10E+03	-8.31E-03	-8.77E-03	-3.16E-03	-2.98E-03	1.06E-03	
	erzincan	-0.00046	-1.83E-03	-1.10E+03	-8.31E-03	-1.01E-02	-3.64E-03	-3.43E-03	1.29E-03	-0.00053	-0.00211	-1.10E+03	-8.31E-03	-1.04E-02	-3.70E-03	-3.49E-03	1.32E-03	
110H2	bolu	0.000329	1.32E-03	-8.00E+02	5.70E-03	7.01E-03	-2.08E-03	-1.94E-03	1.30E-03	-0.00024	-0.00096	-1.10E+03	-8.31E-03	-9.27E-03	-3.30E-03	-3.12E-03	1.12E-03	
	düzce	0.000221	8.84E-04	-8.00E+02	5.70E-03	6.58E-03	-1.97E-03	-1.84E-03	1.18E-03	-0.00025	-0.00101	-1.10E+03	-8.31E-03	-9.32E-03	-3.35E-03	-3.16E-03	1.14E-03	
	istanbul	0	0.00E+00	-1.10E+03	-8.31E-03	-8.31E-03	-3.00E-03	-2.83E-03	9.94E-04	0	0	-1.10E+03	-8.31E-03	-8.31E-03	-3.00E-03	-2.83E-03	9.94E-04	
	izmit	-0.00055	-2.20E-03	-1.10E+03	-8.31E-03	-1.05E-02	-3.70E-03	-3.49E-03	1.32E-03	-0.00044	-0.00175	-1100	-8.31E-03	-1.01E-02	-3.58E-03	-3.37E-03	1.26E-03	
	erbaa	-0.00032	-1.28E-03	-1.10E+03	-8.31E-03	-9.59E-03	-3.43E-03	-3.24E-03	1.18E-03	0.00028	0.00112	-8.00E+02	5.70E-03	6.82E-03	-2.02E-03	-1.88E-03	1.24E-03	
	çekmece	0	0.00E+00	-1.10E+03	-8.31E-03	-8.31E-03	-3.00E-03	-2.83E-03	9.94E-04	0	0	-1.10E+03	-8.31E-03	-8.31E-03	-3.00E-03	-2.83E-03	9.94E-04	
	erzincan	0.000515	2.06E-03	-8.00E+02	5.70E-03	7.76E-03	-2.26E-03	-2.10E-03	1.49E-03	0.000755	0.00302	-8.00E+02	5.70E-03	8.72E-03	-2.48E-03	-2.30E-03	1.71E-03	
						ORT	110H1	-2.54E-03	1.19E-03	MinİMUM				ORT	110H1	-2.93E-03	1.12E-03	MinİMUM
							110H2	-2.61E-03	1.21E-03	MinİMUM					110H2	-2.79E-03	1.21E-03	MinİMUM

Çizelge D.4: 2017 yönetmeliğine göre S01 kolonu hasar seviyesi.

S01 50x40		θp (3)	φp (3)	P (kN)	φy (3)	φt (3)	εcg	εs	θp (2)	φp (2)	P (kN)	φy (2)	φt (2)	εcg	εs		
65H1	bolu	0.001121	0.004484	0	4.76E-03	9.24E-03	2.90E-04	3.00E-03	-0.00902	-0.03608	-900	-4.08E-03	-4.02E-02	φmax =2.56e-2			
	düzce	0.003875	0.0155	0	4.76E-03	2.03E-02	2.60E-04	7.63E-03	-0.00863	-0.03453	-900	-4.08E-03	-3.86E-02				
	istanbul	0.002127	0.008508	0	4.76E-03	1.33E-02	2.80E-04	2.50E-03	-0.01014	-0.04058	-900	-4.08E-03	-4.47E-02				
	izmit	-0.00051	-0.00204	-900	-5.14E-03	-7.18E-03	-1.68E-03	7.20E-04	-0.00491	-0.01965	-900	-4.08E-03	-2.37E-02				
	erbaa	0.000779	0.003116	0	4.76E-03	7.88E-03	2.90E-04	2.37E-03	-0.00539	-0.02156	-900	-4.08E-03	-2.56E-02	-7.68E-03	3.44E-03		
	çekmece	-0.00039	-0.00157	-900	-5.14E-03	-6.71E-03	-1.55E-03	6.50E-04	-0.00225	-0.009	-900	-4.08E-03	-1.31E-02	-3.51E-03	2.10E-03		
	erzincan	-0.00208	-0.00832	-900	-5.14E-03	-1.35E-02	-3.10E-03	1.56E-03	-0.00996	-0.03985	-900	-4.08E-03	-4.39E-02	φmax =2.56e-2			
65H2	bolu	-0.00126	-0.00506	-900	-5.14E-03	-1.02E-02	-2.38E-03	1.07E-03	0.005544	0.022176	0	4.11E-03	2.63E-02	-6.90E-04	9.96E-03		
	düzce	-0.00484	-0.01935	-900	-5.14E-03	-2.45E-02	-5.90E-03	2.38E-03	0.01156	0.04624	0	4.11E-03	5.04E-02	-1.43E-03	2.25E-02		
	istanbul	-0.00189	-0.00757	-900	-5.14E-03	-1.27E-02	-2.86E-03	1.40E-03	0.007873	0.031492	0	4.11E-03	3.56E-02	-9.90E-04	1.50E-02		
	izmit	-0.00037	-0.00148	-900	-5.14E-03	-6.62E-03	-1.53E-03	6.00E-04	0.00218	0.00872	0	4.11E-03	1.28E-02	-5.50E-04	4.81E-03		
	erbaa	-0.00042	-0.00169	-900	-5.14E-03	-6.83E-03	-1.57E-03	6.70E-04	0.003268	0.013072	0	4.11E-03	1.72E-02	-5.90E-04	7.42E-03		
	çekmece	-1.9E-06	-7.6E-06	-900	-5.14E-03	-5.15E-03	-1.25E-03	4.70E-04	7.34E-06	2.93E-05	0	4.11E-03	4.14E-03	-1.13E-03	1.75E-02		
	erzincan	0.002657	0.010628	0	4.76E-03	1.54E-02	2.70E-04	4.50E-03	0.016094	0.064376	0	4.11E-03	6.85E-02	-1.82E-03	2.74E-02		
					ORT	65H1	-7.44E-04	3.95E-03	İLERİ				ORT	65H1	7.67E-03	8.58E-03	GÖÇME
						65H2	-2.17E-03	2.38E-03	GÖÇME					65H2	-1.03E-03	2.24E-02	MİNİMUM

Çizelge D.5: 2017 yönetmeliğine göre S07 kolonu hasar seviyesi.

S07 50x50		θ_p (3)	ϕ_p (3)	P (kN)	ϕ_y (3)	ϕ_t (3)	ϵ_{cg}	ϵ_s	θ_p (2)	ϕ_p (2)	P (kN)	ϕ_y (2)	ϕ_t (2)	ϵ_{cg}	ϵ_s	
112H1	bolu	-0.00044	-0.00174	-1200	-4.00E-03	-5.74E-03	-1.73E-03	7.60E-04	0.00023	0.00092	-900	4.80E-03	5.72E-03	-1.62E-03	1.05E-03	
	düzce	0.000225	0.0009	-900	4.80E-03	5.70E-03	-1.62E-03	1.05E-03	-0.00038	-0.00152	-1200	-4.00E-03	-5.52E-03	-1.67E-03	7.10E-04	
	istanbul	-3.6E-05	-0.00014	-1200	-4.00E-03	-4.14E-03	-1.32E-03	4.50E-04	0.000019	0.000076	-900	4.80E-03	4.87E-03	-1.40E-03	9.00E-04	
	izmit	0.000122	0.000488	-900	4.80E-03	5.28E-03	-1.48E-03	9.50E-04	0.00025	0.001	-900	4.80E-03	5.80E-03	-1.76E-03	1.11E-03	
	erbaa	0	0	-1200	4.00E-03	4.00E-03	-1.25E-03	4.20E-04	0	0	-1200	4.00E-03	4.00E-03	-1.25E-03	4.20E-04	
	çekmece	0	0	-1200	4.00E-03	4.00E-03	-1.25E-03	4.20E-04	0	0	-1200	4.00E-03	4.00E-03	-1.25E-03	4.20E-04	
	erzincan	-0.00071	-0.00286	-1200	-4.00E-03	-6.86E-03	-1.95E-03	8.80E-04	-0.00064	-0.00256	-1200	-4.00E-03	-6.56E-03	-1.90E-03	8.50E-04	
112H2	bolu	0.001605	0.00642	-900	4.80E-03	1.12E-02	-2.93E-03	2.37E-03	-0.00085	-0.00339	-1200	-4.00E-03	-7.39E-03	-2.22E-03	1.00E-03	
	düzce	-0.00041	-0.00165	-1200	-4.00E-03	-5.65E-03	-1.70E-03	7.20E-04	0.000241	0.000964	-900	4.80E-03	5.76E-03	1.70E-03	1.07E-03	
	istanbul	0.000142	0.000568	-900	4.80E-03	5.36E-03	-1.53E-03	9.80E-04	-7.5E-05	-0.0003	-1200	-4.00E-03	-4.30E-03	-1.40E-03	5.00E-04	
	izmit	0	0	-1200	4.00E-03	4.00E-03	-1.25E-03	4.20E-04	0	0	-1200	4.00E-03	4.00E-03	-1.25E-03	4.20E-04	
	erbaa	0	0	-1200	4.00E-03	4.00E-03	-1.25E-03	4.20E-04	0	0	-1200	4.00E-03	4.00E-03	-1.25E-03	4.20E-04	
	çekmece	0	0	-1200	4.00E-03	4.00E-03	-1.25E-03	4.20E-04	0	0	-1200	4.00E-03	4.00E-03	-1.25E-03	4.20E-04	
	erzincan	0.000993	0.003972	-900	4.80E-03	8.77E-03	-2.40E-03	1.81E-03	0.000696	0.002784	-900	4.80E-03	7.58E-03	-2.10E-03	1.50E-03	
					ORT	112H1	-1.51E-03	1.06E-03	MINIMUM			ORT	112H1	-2.33E-03	7.80E-04	MINIMUM
						112H2	-1.76E-03	1.53E-03	MINIMUM				112H2	-1.67E-03	7.61E-04	MINIMUM

Çizelge D.6: 2017 yönetmeliğine göre S09 kolonu hasar seviyesi.

x1.5									x1.5							
S09 50x50		θp (3)	φp (3)	P (kN)	φy (3)	φt (3)	εcg	εs	θp (2)	φp (2)	P (kN)	φy (2)	φt (2)	εcg	εs	
110H1	bolu	0.00E+00	0.00E+00	-1.10E+03	4.21E-03	4.21E-03	6.44E-04	5.90E-04	0	0	-1.10E+03	4.21E-03	4.21E-03	6.44E-04	5.90E-04	
	düzce	0	0.00E+00	-1.10E+03	4.21E-03	4.21E-03	6.44E-04	5.90E-04	0	0	-1.10E+03	4.21E-03	4.21E-03	6.44E-04	5.90E-04	
	istanbul	0	0.00E+00	-1.10E+03	4.21E-03	4.21E-03	6.44E-04	5.90E-04	0	0	-1.10E+03	4.21E-03	4.21E-03	6.44E-04	5.90E-04	
	izmit	0	0.00E+00	-1.10E+03	4.21E-03	4.21E-03	6.44E-04	5.90E-04	0	0	-1.10E+03	4.21E-03	4.21E-03	6.44E-04	5.90E-04	
	erbaa	0	0.00E+00	-1.10E+03	4.21E-03	4.21E-03	6.44E-04	5.90E-04	0	0	-1.10E+03	4.21E-03	4.21E-03	6.44E-04	5.90E-04	
	çekmece	0	0.00E+00	-1.10E+03	4.21E-03	4.21E-03	6.44E-04	5.90E-04	0	0	-1.10E+03	4.21E-03	4.21E-03	6.44E-04	5.90E-04	
	erzincan	0	0.00E+00	-1.10E+03	4.21E-03	4.21E-03	6.44E-04	5.90E-04	0	0	-1.10E+03	4.21E-03	4.21E-03	6.44E-04	5.90E-04	
110H2	bolu	0	0.00E+00	-1.10E+03	4.21E-03	4.21E-03	6.44E-04	5.90E-04	0	0	-1.10E+03	4.21E-03	4.21E-03	6.44E-04	5.90E-04	
	düzce	0	0.00E+00	-1.10E+03	4.21E-03	4.21E-03	6.44E-04	5.90E-04	0	0	-1.10E+03	4.21E-03	4.21E-03	6.44E-04	5.90E-04	
	istanbul	0	0.00E+00	-1.10E+03	4.21E-03	4.21E-03	6.44E-04	5.90E-04	0	0	-1.10E+03	4.21E-03	4.21E-03	6.44E-04	5.90E-04	
	izmit	0	0.00E+00	-1.10E+03	4.21E-03	4.21E-03	6.44E-04	5.90E-04	0	0	-1100	4.21E-03	4.21E-03	6.44E-04	5.90E-04	
	erbaa	0	0.00E+00	-1.10E+03	4.21E-03	4.21E-03	6.44E-04	5.90E-04	0	0	-1.10E+03	4.21E-03	4.21E-03	6.44E-04	5.90E-04	
	çekmece	0	0.00E+00	-1.10E+03	4.21E-03	4.21E-03	6.44E-04	5.90E-04	0	0	-1.10E+03	4.21E-03	4.21E-03	6.44E-04	5.90E-04	
	erzincan	0	0.00E+00	-1.10E+03	4.21E-03	4.21E-03	6.44E-04	5.90E-04	0	0	-1.10E+03	4.21E-03	4.21E-03	6.44E-04	5.90E-04	
					ORT	110H1	6.44E-04	8.85E-04	MINIMUM			ORT	110H1	6.44E-04	8.85E-04	MINIMUM
					110H2	6.44E-04	8.85E-04	MINIMUM			110H2		6.44E-04	8.85E-04	MINIMUM	

EK E

Çizelge E.1: Lineer hesap sonucu kolon hasar durumları.

KOLON HASAR DURUMU

N_k : Kesit moment kapasitesine karşı gelen eksenel kuvvet

V_s : Kolon ve girişte enine donatı hesabına esas alınan kesme kuvveti

b_w : Kolon genişliği

d : Kolon faydalı yüksekliği

f_{ctm} : Mevcut betonun çekme dayanımı

r : Etki / Kapasite oranı

BETONARME KOLONLAR İÇİN HASAR SINIRLARINI TANIMLAYAN ETKİ / KAPASİTE ORANLARI (r_s)

Sünek Kolonlar			Hasar Sınırı		
$\frac{N_k}{A_c f_{cm}}$	Sargılama	$\frac{V_s}{b_w d f_{ctm}}$	MN	GV	GÇ
≤ 0.1	Var	≤ 0.65	3	6	8
≤ 0.1	Var	≥ 1.30	2.5	5	6
≥ 0.4 ve ≤ 0.7	Var	≤ 0.65	2	4	6
≥ 0.4 ve ≤ 0.7	Var	≥ 1.30	1.5	2.5	3.5
≤ 0.1	Yok	≤ 0.65	2	3.5	5
≤ 0.1	Yok	≥ 1.30	1.5	2.5	3.5
≥ 0.4 ve ≤ 0.7	Yok	≤ 0.65	1.5	2	3
≥ 0.4 ve ≤ 0.7	Yok	≥ 1.30	1	1.5	2
≥ 0.7	—	—	1	1	1

Kolon Adı	Yük	$N_k/A_c f_{cm}$	Sargı	$V/b_w d f_{ctm}$	Gör.Depl.	V_x/y [tf]	r	MN	GV	GÇ	Hasar	Hasar Nedeni
8. KAT												
S801	+EX	0.09		0.12	0.004	4.27	0.98	2	3.5	5	Minimum	
	-EX	0.09		0.12	0.004		0.98	2	3.5	5	Minimum	
	+EY	0.08		0.12	0.005	9.08	1.83	2	3.5	5	Minimum	
	-EY	0.08		0.12	0.005		1.75	2	3.5	5	Minimum	
S802	+EX	0.14		0.24	0.004	9.13	1.51	1.94	3.31	4.75	Minimum	
	-EX	0.12		0.24	0.004		1.97	1.97	3.4	4.87	Belirgin	$r > 1.97$
	+EY	0.14		0.09	0.005	4.75	1.85	1.94	3.31	4.75	Minimum	
	-EY	0.13		0.23	0.005		1.93	1.96	3.37	4.83	Minimum	
S803	+EX	0.14		0.23	0.004	11.17	1.60	1.94	3.32	4.76	Minimum	
	-EX	0.14		0.23	0.004		1.73	1.94	3.32	4.76	Minimum	
	+EY	0.16		0.06	0.004	5.55	4.13	1.91	3.22	4.62	İleri	$r > 3.22$
	-EY	0.14		0.28	0.004		4.71	1.94	3.32	4.75	İleri	$r > 3.32$
S804	+EX	0.13		0.23	0.004	10.44	1.52	1.94	3.33	4.78	Minimum	
	-EX	0.13		0.23	0.004		1.58	1.94	3.33	4.78	Minimum	
	+EY	0.16		0.04	0.004	5.06	3.54	1.9	3.19	4.59	İleri	$r > 3.19$
	-EY	0.14		0.28	0.004		4.07	1.93	3.3	4.74	İleri	$r > 3.3$
S805	+EX	0.14		0.23	0.004	10.57	1.54	1.94	3.32	4.76	Minimum	
	-EX	0.14		0.23	0.004		1.57	1.94	3.32	4.76	Minimum	
	+EY	0.16		0.01	0.004	4.56	3.12	1.9	3.19	4.58	Belirgin	$r > 1.9$
	-EY	0.14		0.28	0.004		3.52	1.93	3.29	4.72	İleri	$r > 3.29$
S806	+EX	0.13		0.23	0.004	13.56	2.75	1.95	3.35	4.8	Belirgin	$r > 1.95$
	-EX	0.14		0.23	0.004		1.60	1.93	3.3	4.73	Minimum	
	+EY	0.15		0.03	0.003	3.20	1.59	1.92	3.26	4.68	Minimum	
	-EY	0.13		0.28	0.003		1.68	1.94	3.33	4.77	Minimum	
S807	+EX	0.10		0.23	0.004	15.33	1.69	2	3.5	5	Minimum	
	-EX	0.09		0.23	0.004		2.25	2	3.5	5	Belirgin	$r > 2$
	+EY	0.08		0.22	0.004	13.22	1.67	2	3.5	5	Minimum	
	-EY	0.08		0.22	0.004		1.76	2	3.5	5	Minimum	
S808	+EX	0.09		0.22	0.004	11.36	1.41	2	3.5	5	Minimum	
	-EX	0.09		0.22	0.004		1.47	2	3.5	5	Minimum	
	+EY	0.09		0.22	0.004	10.43	1.40	2	3.5	5	Minimum	
	-EY	0.09		0.22	0.004		1.30	2	3.5	5	Minimum	
S809	+EX	0.09		0.22	0.004	11.17	1.41	2	3.5	5	Minimum	
	-EX	0.09		0.22	0.004		1.42	2	3.5	5	Minimum	
	+EY	0.09		0.22	0.004	9.45	1.28	2	3.5	5	Minimum	
	-EY	0.09		0.22	0.004		1.17	2	3.5	5	Minimum	
S810	+EX	0.09		0.23	0.004	13.79	2.01	2	3.5	5	Belirgin	$r > 2$
	-EX	0.10		0.23	0.004		1.55	2	3.5	5	Minimum	
	+EY	0.10		0.22	0.003	8.68	1.14	2	3.5	5	Minimum	
	-EY	0.10		0.22	0.003		1.06	2	3.5	5	Minimum	
S811	+EX	0.16		0.28	0.004	12.58	1.41	1.9	3.21	4.61	Minimum	
	-EX	0.15		0.28	0.004		2.32	1.92	3.26	4.68	Belirgin	$r > 1.92$
	+EY	0.17		0.27	0.004	4.38	1.22	1.88	3.14	4.51	Minimum	
	-EY	0.18		0.05	0.004		1.20	1.86	3.09	4.45	Minimum	
	+EX	0.15		0.28	0.004	10.37	1.41	1.91	3.24	4.65	Minimum	

Çizelge E.1 (devam): Lineer hesap sonucu kolon hasar durumları.

KOLON HASAR DURUMU

Kolon Adı	Yük	Nk/Acfcm	Sargı	V/bwdfctm	Gör.Depl.	Vx/y [tf]	r	MN	GV	GÇ	Hasar	Hasar Nedeni
8. KAT (Devami ...)												
S812	-EX	0.15		0.28	0.004		1.47	1.91	3.24	4.66	Minimum	
	+EY	0.16		0.27	0.004	5.44	1.85	1.9	3.2	4.6	Minimum	
	-EY	0.17		0.08	0.004		1.82	1.88	3.15	4.54	Minimum	
S813	+EX	0.15		0.28	0.004	10.36	1.44	1.91	3.23	4.64	Minimum	
	-EX	0.15		0.28	0.004		1.43	1.91	3.23	4.64	Minimum	
	+EY	0.16		0.27	0.004	5.10	1.75	1.9	3.2	4.59	Minimum	
S814	-EY	0.17		0.06	0.004		1.72	1.88	3.15	4.54	Minimum	
	+EX	0.15		0.28	0.004	13.00	2.35	1.91	3.24	4.65	Belirgin	r > 1.91
	-EX	0.16		0.28	0.004		1.47	1.9	3.19	4.59	Minimum	
	+EY	0.16		0.27	0.003	3.89	1.13	1.89	3.18	4.58	Minimum	
	-EY	0.17		0.02	0.003		1.12	1.89	3.16	4.55	Minimum	
7. KAT												
S701	+EX	0.22		0.09	0.004	4.03	0.63	1.8	2.91	4.22	Minimum	
	-EX	0.22		0.09	0.004		0.63	1.8	2.91	4.22	Minimum	
	+EY	0.23		0.09	0.005	7.67	1.14	1.78	2.85	4.13	Minimum	
S702	-EY	0.23		0.09	0.005		1.11	1.78	2.84	4.11	Minimum	
	+EX	0.25		0.16	0.004	9.45	1.52	1.74	2.73	3.97	Minimum	
	-EX	0.24		0.16	0.004		1.54	1.76	2.78	4.04	Minimum	
S703	+EY	0.30		0.11	0.005	4.34	0.96	1.67	2.52	3.69	Minimum	
	-EY	0.30		0.17	0.005		0.96	1.67	2.52	3.69	Minimum	
	+EX	0.27		0.16	0.004	11.28	1.35	1.72	2.65	3.87	Minimum	
S704	-EX	0.27		0.16	0.004		1.44	1.72	2.65	3.87	Minimum	
	+EY	0.34		0.11	0.005	5.60	1.64	1.6	2.29	3.39	Belirgin	r > 1.6
	-EY	0.31		0.22	0.005		1.67	1.65	2.45	3.6	Belirgin	r > 1.65
S705	+EX	0.27		0.16	0.004	10.86	1.33	1.72	2.66	3.88	Minimum	
	-EX	0.27		0.16	0.004		1.37	1.72	2.66	3.88	Minimum	
	+EY	0.35		0.09	0.004	5.09	1.43	1.58	2.25	3.34	Minimum	
S706	-EY	0.32		0.21	0.004		1.45	1.63	2.39	3.52	Minimum	
	+EX	0.27		0.16	0.004	11.05	1.37	1.72	2.66	3.88	Minimum	
	-EX	0.27		0.16	0.004		1.37	1.72	2.66	3.88	Minimum	
S707	+EY	0.35		0.06	0.004	4.59	1.28	1.59	2.27	3.36	Minimum	
	-EY	0.33		0.21	0.004		1.30	1.62	2.35	3.47	Minimum	
	+EX	0.27		0.16	0.004	13.27	1.99	1.72	2.66	3.87	Belirgin	r > 1.72
S708	-EX	0.29		0.16	0.004		1.37	1.69	2.57	3.76	Minimum	
	+EY	0.32		0.01	0.004	3.35	0.89	1.64	2.41	3.54	Minimum	
	-EY	0.32		0.20	0.004		0.89	1.64	2.41	3.54	Minimum	
S709	+EX	0.22		0.16	0.004	14.53	1.34	1.8	2.9	4.2	Minimum	
	-EX	0.21		0.16	0.004		1.65	1.81	2.94	4.25	Minimum	
	+EY	0.18		0.16	0.005	12.36	1.25	1.87	3.1	4.47	Minimum	
S710	-EY	0.18		0.16	0.005		1.37	1.87	3.11	4.47	Minimum	
	+EX	0.19		0.16	0.004	11.67	1.20	1.85	3.05	4.4	Minimum	
	-EX	0.19		0.16	0.004		1.26	1.85	3.05	4.4	Minimum	
S711	+EY	0.21		0.16	0.004	9.89	1.01	1.82	2.95	4.27	Minimum	
	-EY	0.21		0.16	0.004		1.02	1.82	2.95	4.27	Minimum	
	+EX	0.19		0.17	0.004	11.50	1.22	1.84	3.03	4.38	Minimum	
S712	-EX	0.19		0.17	0.004		1.20	1.84	3.03	4.37	Minimum	
	+EY	0.21		0.16	0.004	8.96	0.92	1.82	2.95	4.27	Minimum	
	-EY	0.21		0.16	0.004		0.92	1.82	2.95	4.27	Minimum	
S713	+EX	0.21		0.16	0.004	12.78	1.44	1.82	2.96	4.28	Minimum	
	-EX	0.21		0.16	0.004		1.21	1.81	2.94	4.25	Minimum	
	+EY	0.23		0.17	0.004	7.97	0.80	1.78	2.85	4.13	Minimum	
S714	-EY	0.23		0.17	0.004		0.80	1.78	2.85	4.13	Minimum	
	+EX	0.32		0.19	0.004	12.94	1.31	1.63	2.4	3.53	Minimum	
	-EX	0.30		0.19	0.004		1.91	1.66	2.48	3.64	Belirgin	r > 1.66
S715	+EY	0.38		0.21	0.005	4.00	0.69	1.53	2.09	3.11	Minimum	
	-EY	0.38		0.08	0.005		0.69	1.53	2.09	3.11	Minimum	
S716	+EX	0.30		0.19	0.004	11.42	1.34	1.66	2.48	3.64	Minimum	
	-EX	0.30		0.19	0.004		1.42	1.66	2.48	3.64	Minimum	
	+EY	0.36		0.22	0.004	4.53	0.80	1.57	2.21	3.28	Minimum	
S717	-EY	0.36		0.10	0.004		0.80	1.57	2.21	3.28	Minimum	
	+EX	0.31		0.19	0.004	11.43	1.40	1.65	2.45	3.6	Minimum	
	-EX	0.31		0.19	0.004		1.36	1.65	2.45	3.6	Minimum	
S718	+EY	0.35		0.22	0.004	4.17	0.74	1.58	2.23	3.3	Minimum	
	-EY	0.35		0.08	0.004		0.74	1.58	2.23	3.3	Minimum	
	+EX	0.31		0.20	0.004	13.31	1.94	1.65	2.44	3.59	Belirgin	r > 1.65
S719	-EX	0.33		0.20	0.004		1.35	1.62	2.36	3.48	Minimum	
	+EY	0.35		0.20	0.004	3.32	0.57	1.58	2.24	3.32	Minimum	

Çizelge E.1 (devam): Lineer hesap sonucu kolon hasar durumları.

KOLON HASAR DURUMU

Kolon Adı	Yük	Nk/Acfcm	Sargı	V/bwdfctm	Gör.Depl.	Vx/y [tf]	r	MN	GV	GÇ	Hasar	Hasar Nedeni
7. KAT (Devami ...)												
	-EY	0.35		0.04	0.004		0.57	1.58	2.24	3.32	Minimum	
6. KAT												
S601	+EX	0.36		0.08	0.004	4.72	0.68	1.57	2.22	3.29	Minimum	
	-EX	0.36		0.08	0.004		0.68	1.57	2.22	3.29	Minimum	
	+EY	0.34		0.09	0.006	8.97	1.31	1.6	2.29	3.38	Minimum	
	-EY	0.35		0.09	0.006		1.26	1.58	2.25	3.33	Minimum	
S602	+EX	0.39		0.16	0.004	10.78	1.52	1.51	2.03	3.04	Belirgin	r > 1.51
	-EX	0.37		0.16	0.004		1.63	1.56	2.17	3.23	Belirgin	r > 1.56
	+EY	0.46		0.12	0.005	4.82	1.08	1.5	2	3	Minimum	
	-EY	0.45		0.17	0.005		1.08	1.5	2	3	Minimum	
S603	+EX	0.40		0.16	0.004	13.04	1.47	1.5	2	3	Minimum	
	-EX	0.40		0.16	0.004		1.57	1.5	2	3.01	Belirgin	r > 1.5
	+EY	0.53		0.13	0.005	6.62	2.20	1.5	2	3	İleri	r > 2
	-EY	0.46		0.24	0.005		2.14	1.5	2	3	İleri	r > 2
S604	+EX	0.40		0.16	0.004	12.63	1.45	1.5	2	3	Minimum	
	-EX	0.40		0.16	0.004		1.49	1.5	2	3	Minimum	
	+EY	0.54		0.11	0.004	6.06	1.94	1.5	2	3	Belirgin	r > 1.5
	-EY	0.48		0.21	0.004		1.88	1.5	2	3	Belirgin	r > 1.5
S605	+EX	0.40		0.16	0.004	12.80	1.49	1.5	2	3	Minimum	
	-EX	0.40		0.16	0.004		1.48	1.5	2	3	Minimum	
	+EY	0.54		0.08	0.004	5.43	1.72	1.5	2	3	Belirgin	r > 1.5
	-EY	0.48		0.21	0.004		1.67	1.5	2	3	Belirgin	r > 1.5
S606	+EX	0.40		0.20	0.004	15.00	2.14	1.5	2.01	3.01	İleri	r > 2.01
	-EX	0.42		0.20	0.004		1.48	1.5	2	3	Minimum	
	+EY	0.50		0.02	0.004	3.90	1.09	1.5	2	3	Minimum	
	-EY	0.48		0.21	0.004		1.09	1.5	2	3	Minimum	
S607	+EX	0.34		0.16	0.004	16.41	1.41	1.61	2.32	3.42	Minimum	
	-EX	0.33		0.16	0.004		1.71	1.62	2.37	3.49	Belirgin	r > 1.62
	+EY	0.29		0.16	0.005	14.35	1.34	1.69	2.57	3.76	Minimum	
	-EY	0.28		0.16	0.005		1.46	1.69	2.58	3.77	Minimum	
S608	+EX	0.30		0.16	0.004	13.19	1.25	1.67	2.52	3.69	Minimum	
	-EX	0.30		0.16	0.004		1.30	1.67	2.52	3.69	Minimum	
	+EY	0.33		0.16	0.004	11.39	1.09	1.62	2.35	3.46	Minimum	
	-EY	0.33		0.16	0.004		1.08	1.62	2.35	3.46	Minimum	
S609	+EX	0.30		0.16	0.004	13.01	1.26	1.67	2.5	3.66	Minimum	
	-EX	0.30		0.16	0.004		1.24	1.67	2.5	3.66	Minimum	
	+EY	0.33		0.16	0.004	10.28	0.98	1.61	2.33	3.45	Minimum	
	-EY	0.33		0.16	0.004		0.98	1.61	2.33	3.45	Minimum	
S610	+EX	0.32		0.16	0.004	14.26	1.48	1.64	2.41	3.55	Minimum	
	-EX	0.32		0.16	0.004		1.26	1.63	2.39	3.52	Minimum	
	+EY	0.36		0.17	0.004	9.17	0.86	1.56	2.18	3.24	Minimum	
	-EY	0.36		0.17	0.004		0.86	1.56	2.18	3.24	Minimum	
S611	+EX	0.38		0.15	0.004	18.24	1.47	1.53	2.09	3.12	Minimum	
	-EX	0.37		0.15	0.004		2.10	1.56	2.17	3.22	Belirgin	r > 1.56
	+EY	0.48		0.17	0.005	5.38	0.77	1.5	2	3	Minimum	
	-EY	0.48		0.09	0.005		0.77	1.5	2	3	Minimum	
S612	+EX	0.37		0.15	0.004	16.53	1.51	1.55	2.16	3.21	Minimum	
	-EX	0.37		0.15	0.004		1.60	1.55	2.16	3.21	Belirgin	r > 1.55
	+EY	0.44		0.18	0.004	6.04	0.86	1.5	2	3	Minimum	
	-EY	0.44		0.11	0.004		0.86	1.5	2	3	Minimum	
S613	+EX	0.37		0.16	0.004	16.57	1.59	1.54	2.13	3.17	Belirgin	r > 1.54
	-EX	0.37		0.16	0.004		1.53	1.54	2.13	3.17	Minimum	
	+EY	0.44		0.17	0.004	5.55	0.79	1.5	2	3	Minimum	
	-EY	0.44		0.09	0.004		0.79	1.5	2	3	Minimum	
S614	+EX	0.37		0.16	0.004	18.61	2.13	1.55	2.14	3.18	Belirgin	r > 1.55
	-EX	0.39		0.16	0.004		1.50	1.52	2.06	3.08	Minimum	
	+EY	0.44		0.17	0.004	4.38	0.61	1.5	2	3	Minimum	
	-EY	0.44		0.05	0.004		0.61	1.5	2	3	Minimum	
5. KAT												
S501	+EX	0.51		0.08	0.004	5.14	0.74	1.5	2	3	Minimum	
	-EX	0.51		0.08	0.004		0.74	1.5	2	3	Minimum	
	+EY	0.46		0.09	0.006	9.61	1.37	1.5	2	3	Minimum	
	-EY	0.48		0.09	0.006		1.31	1.5	2	3	Minimum	
S502	+EX	0.51		0.16	0.004	11.65	1.11	1.5	2	3	Minimum	
	-EX	0.49		0.16	0.004		1.75	1.5	2	3	Belirgin	r > 1.5
	+EY	0.62		0.14	0.005	5.10	1.24	1.5	2	3	Minimum	
	-EY	0.59		0.17	0.005		1.18	1.5	2	3	Minimum	

Çizelge E.1 (devam): Lineer hesap sonucu kolon hasar durumları.

KOLON HASAR DURUMU

Kolon Adı	Yük	Nk/Acfcm	Sargı	V/bwdfctm	Gör.Depl.	Vx/y [tf]	r	MN	GV	GÇ	Hasar	Hasar Nedeni
5. KAT (Devami ...)												
S503	+EX	0.53		0.16	0.004	12.92	1.47	1.5	2	3	Minimum	
	-EX	0.54		0.16	0.004		1.56	1.5	2	3	Belirgin	r > 1.5
	+EY	0.74		0.16	0.005	6.82	3.77	1	1	1	Göçme	r > 1
	-EY	0.61		0.28	0.005		2.33	1.5	2	3	İleri	r > 2
S504	+EX	0.55		0.16	0.004	12.37	1.44	1.5	2	3	Minimum	
	-EX	0.55		0.16	0.004		1.48	1.5	2	3	Minimum	
	+EY	0.75		0.13	0.004	6.16	3.35	1	1	1	Göçme	r > 1
	-EY	0.64		0.20	0.004		2.12	1.5	2	3	İleri	r > 2
S505	+EX	0.55		0.16	0.004	12.62	1.50	1.5	2	3	Minimum	
	-EX	0.55		0.16	0.004		1.48	1.5	2	3	Minimum	
	+EY	0.74		0.10	0.004	5.52	2.79	1	1	1	Göçme	r > 1
	-EY	0.65		0.20	0.004		1.91	1.5	2	3	Belirgin	r > 1.5
S506	+EX	0.53		0.18	0.004	15.60	2.24	1.5	2	3	İleri	r > 2
	-EX	0.55		0.18	0.004		1.58	1.5	2	3	Belirgin	r > 1.5
	+EY	0.69		0.04	0.004	4.28	1.68	1.5	2	3	Belirgin	r > 1.5
	-EY	0.63		0.24	0.004		1.40	1.5	2	3	Minimum	
S507	+EX	0.45		0.16	0.004	17.86	1.51	1.5	2	3	Belirgin	r > 1.5
	-EX	0.44		0.16	0.004		1.79	1.5	2	3	Belirgin	r > 1.5
	+EY	0.40		0.16	0.005	15.73	1.38	1.51	2.02	3.02	Minimum	
	-EY	0.40		0.16	0.005		1.50	1.51	2.02	3.03	Minimum	
S508	+EX	0.41		0.16	0.004	14.40	1.29	1.5	2	3	Minimum	
	-EX	0.41		0.16	0.004		1.34	1.5	2	3	Minimum	
	+EY	0.45		0.16	0.004	12.27	1.13	1.5	2	3	Minimum	
	-EY	0.45		0.16	0.004		1.12	1.5	2	3	Minimum	
S509	+EX	0.41		0.16	0.004	14.23	1.31	1.5	2	3	Minimum	
	-EX	0.41		0.16	0.004		1.28	1.5	2	3	Minimum	
	+EY	0.46		0.16	0.004	11.03	1.01	1.5	2	3	Minimum	
	-EY	0.46		0.16	0.004		1.02	1.5	2	3	Minimum	
S510	+EX	0.43		0.16	0.004	15.32	1.52	1.5	2	3	Belirgin	r > 1.5
	-EX	0.43		0.16	0.004		1.30	1.5	2	3	Minimum	
	+EY	0.50		0.16	0.004	9.96	0.93	1.5	2	3	Minimum	
	-EY	0.50		0.16	0.004		0.93	1.5	2	3	Minimum	
S511	+EX	0.51		0.15	0.004	19.05	1.53	1.5	2	3	Belirgin	r > 1.5
	-EX	0.49		0.15	0.004		2.09	1.5	2	3	İleri	r > 2
	+EY	0.65		0.15	0.005	5.59	0.88	1.5	2	3	Minimum	
	-EY	0.65		0.15	0.005		0.88	1.5	2	3	Minimum	
S512	+EX	0.50		0.16	0.004	16.50	1.48	1.5	2	3	Minimum	
	-EX	0.50		0.16	0.004		1.56	1.5	2	3	Belirgin	r > 1.5
	+EY	0.61		0.18	0.004	5.81	0.82	1.5	2	3	Minimum	
	-EY	0.61		0.11	0.004		0.82	1.5	2	3	Minimum	
S513	+EX	0.50		0.16	0.004	16.50	1.55	1.5	2	3	Belirgin	r > 1.5
	-EX	0.50		0.16	0.004		1.49	1.5	2	3	Minimum	
	+EY	0.61		0.17	0.004	5.29	0.75	1.5	2	3	Minimum	
	-EY	0.61		0.09	0.004		0.75	1.5	2	3	Minimum	
S514	+EX	0.50		0.16	0.004	19.06	2.09	1.5	2	3	İleri	r > 2
	-EX	0.52		0.16	0.004		1.54	1.5	2	3	Belirgin	r > 1.5
	+EY	0.61		0.17	0.004	4.37	0.63	1.5	2	3	Minimum	
	-EY	0.61		0.05	0.004		0.63	1.5	2	3	Minimum	
4. KAT												
S401	+EX	0.68		0.08	0.004	5.28	0.88	1.5	2	3	Minimum	
	-EX	0.68		0.08	0.004		0.88	1.5	2	3	Minimum	
	+EY	0.58		0.09	0.006	9.86	1.48	1.5	2	3	Minimum	
	-EY	0.59		0.09	0.006		1.41	1.5	2	3	Minimum	
S402	+EX	0.65		0.16	0.004	11.49	1.22	1.5	2	3	Minimum	
	-EX	0.62		0.16	0.004		1.88	1.5	2	3	Belirgin	r > 1.5
	+EY	0.79		0.12	0.005	4.90	2.10	1	1	1	Göçme	r > 1
	-EY	0.71		0.16	0.005		1.56	1	1	1	Göçme	r > 1
S403	+EX	0.66		0.16	0.004	12.88	1.68	1.5	2	3	Belirgin	r > 1.5
	-EX	0.66		0.16	0.004		1.77	1.5	2	3	Belirgin	r > 1.5
	+EY	0.93		0.14	0.005	6.85	10.59	1	1	1	Göçme	r > 1
	-EY	0.72		0.22	0.005		4.68	1	1	1	Göçme	r > 1
S404	+EX	0.69		0.16	0.004	12.41	1.69	1.5	2	3	Belirgin	r > 1.5
	-EX	0.69		0.16	0.004		1.73	1.5	2	3	Belirgin	r > 1.5
	+EY	0.94		0.12	0.004	6.22	9.33	1	1	1	Göçme	r > 1
	-EY	0.74		0.20	0.004		4.38	1	1	1	Göçme	r > 1
S405	+EX	0.69		0.16	0.004	12.62	1.75	1.5	2	3	Belirgin	r > 1.5
	-EX	0.69		0.16	0.004		1.73	1.5	2	3	Belirgin	r > 1.5

Çizelge E.1 (devam): Lineer hesap sonucu kolon hasar durumları.

KOLON HASAR DURUMU												
Kolon Adı	Yük	Nk/Acfcm	Sargı	V/bwdfctm	Gör.Depl.	Vx/y [tf]	r	MN	GV	GÇ	Hasar	Hasar Nedeni
4. KAT (Devami ...)												
S406	+EY	0.92		0.08	0.004	5.55	14.16	1	1	1	Göçme	r > 1
	-EY	0.74		0.20	0.004		3.92	1	1	1	Göçme	r > 1
	+EX	0.67		0.17	0.004	15.30	2.48	1.5	2	3	İleri	r > 2
	-EX	0.69		0.17	0.004		1.82	1.5	2	3	Belirgin	r > 1.5
S407	+EY	0.88		0.02	0.004	4.22	584.85	1	1	1	Göçme	r > 1
	-EY	0.72		0.26	0.004		2.44	1	1	1	Göçme	r > 1
	+EX	0.58		0.16	0.004	17.54	1.56	1.5	2	3	Belirgin	r > 1.5
	-EX	0.57		0.16	0.004		1.79	1.5	2	3	Belirgin	r > 1.5
S408	+EY	0.52		0.16	0.005	15.46	1.42	1.5	2	3	Minimum	
	-EY	0.51		0.16	0.005		1.45	1.5	2	3	Minimum	
	+EX	0.53		0.16	0.004	14.03	1.28	1.5	2	3	Minimum	
	-EX	0.53		0.16	0.004		1.32	1.5	2	3	Minimum	
S409	+EY	0.59		0.16	0.004	11.90	1.18	1.5	2	3	Minimum	
	-EY	0.59		0.16	0.004		1.12	1.5	2	3	Minimum	
	+EX	0.53		0.16	0.004	13.89	1.30	1.5	2	3	Minimum	
	-EX	0.53		0.16	0.004		1.27	1.5	2	3	Minimum	
S410	+EY	0.59		0.16	0.004	10.67	1.08	1.5	2	3	Minimum	
	-EY	0.59		0.16	0.004		1.02	1.5	2	3	Minimum	
	+EX	0.53		0.16	0.004	14.94	1.49	1.5	2	3	Minimum	
	-EX	0.55		0.16	0.004		1.31	1.5	2	3	Minimum	
S411	+EY	0.65		0.16	0.004	9.74	1.06	1.5	2	3	Minimum	
	-EY	0.64		0.16	0.004		1.01	1.5	2	3	Minimum	
	+EX	0.64		0.15	0.004	18.92	1.70	1.5	2	3	Belirgin	r > 1.5
	-EX	0.63		0.15	0.004		2.22	1.5	2	3	İleri	r > 2
S412	+EY	0.79		0.17	0.005	5.57	1.24	1	1	1	Göçme	r > 1
	-EY	0.84		0.11	0.005		1.50	1	1	1	Göçme	r > 1
	+EX	0.63		0.16	0.004	16.66	1.65	1.5	2	3	Belirgin	r > 1.5
	-EX	0.63		0.16	0.004		1.74	1.5	2	3	Belirgin	r > 1.5
S413	+EY	0.76		0.17	0.004	5.84	1.13	1	1	1	Göçme	r > 1
	-EY	0.77		0.12	0.004		1.19	1	1	1	Göçme	r > 1
	+EX	0.64		0.15	0.004	16.67	1.73	1.5	2	3	Belirgin	r > 1.5
	-EX	0.64		0.15	0.004		1.66	1.5	2	3	Belirgin	r > 1.5
S414	+EY	0.76		0.17	0.004	5.30	1.03	1	1	1	Göçme	r > 1
	-EY	0.76		0.10	0.004		1.05	1	1	1	Göçme	r > 1
	+EX	0.62		0.16	0.004	18.84	2.23	1.5	2	3	İleri	r > 2
	-EX	0.65		0.16	0.004		1.70	1.5	2	3	Belirgin	r > 1.5
3. KAT	+EY	0.77		0.17	0.004	4.29	0.90	1	1	1	Minimum	
	-EY	0.77		0.06	0.004		0.90	1	1	1	Minimum	
S301	+EX	0.84		0.09	0.004	6.02	1.70	1	1	1	Göçme	r > 1
	-EX	0.74		0.09	0.004		1.29	1	1	1	Göçme	r > 1
	+EY	0.65		0.09	0.006	11.09	1.90	1.5	2	3	Belirgin	r > 1.5
	-EY	0.67		0.09	0.006		1.81	1.5	2	3	Belirgin	r > 1.5
S302	+EX	0.77		0.17	0.004	11.49	1.51	1	1	1	Göçme	r > 1
	-EX	0.74		0.17	0.004		2.29	1	1	1	Göçme	r > 1
	+EY	0.94		0.12	0.005	5.10	3.37	1	1	1	Göçme	r > 1
	-EY	0.83		0.12	0.005		1.71	1	1	1	Göçme	r > 1
S303	+EX	0.79		0.16	0.004	11.76	1.89	1	1	1	Göçme	r > 1
	-EX	0.79		0.16	0.004		1.99	1	1	1	Göçme	r > 1
	+EY	0.97		0.14	0.005	7.27	1.94	1	1	1	Göçme	r > 1
	-EY	0.85		0.14	0.005		4.99	1	1	1	Göçme	r > 1
S304	+EX	0.82		0.16	0.004	11.30	1.96	1	1	1	Göçme	r > 1
	-EX	0.82		0.16	0.004		2.01	1	1	1	Göçme	r > 1
	+EY	0.98		0.15	0.004	6.60	1.94	1	1	1	Göçme	r > 1
	-EY	0.87		0.15	0.004		4.62	1	1	1	Göçme	r > 1
S305	+EX	0.82		0.16	0.004	11.45	2.03	1	1	1	Göçme	r > 1
	-EX	0.82		0.16	0.004		1.99	1	1	1	Göçme	r > 1
	+EY	0.99		0.15	0.004	5.91	1.80	1	1	1	Göçme	r > 1
	-EY	0.88		0.15	0.004		4.40	1	1	1	Göçme	r > 1
S306	+EX	0.79		0.18	0.004	13.89	2.82	1	1	1	Göçme	r > 1
	-EX	0.82		0.18	0.004		2.05	1	1	1	Göçme	r > 1
	+EY	0.98		0.14	0.003	4.72	1.40	1	1	1	Göçme	r > 1
	-EY	0.85		0.14	0.003		2.60	1	1	1	Göçme	r > 1
S307	+EX	0.69		0.20	0.004	18.23	1.94	1.5	2	3	Belirgin	r > 1.5
	-EX	0.68		0.20	0.004		2.22	1.5	2	3	İleri	r > 2
	+EY	0.63		0.16	0.005	16.47	1.64	1.5	2	3	Belirgin	r > 1.5
	-EY	0.62		0.16	0.005		1.92	1.5	2	3	Belirgin	r > 1.5

Çizelge E.1 (devam): Lineer hesap sonucu kolon hasar durumları.

KOLON HASAR DURUMU

Kolon Adı	Yük	Nk/Acfcm	Sargı	V/bwdfctm	Gör.Depl.	Vx/y [tf]	r	MN	GV	GÇ	Hasar	Hasar Nedeni
3. KAT (Devami ...)												
S308	+EX	0.63		0.16	0.004	14.44	1.50	1.5	2	3	Belirgin	r > 1.5
	-EX	0.63		0.16	0.004		1.55	1.5	2	3	Belirgin	r > 1.5
	+EY	0.69		0.16	0.004	12.67	1.45	1.5	2	3	Minimum	
	-EY	0.69		0.16	0.004		1.55	1.5	2	3	Belirgin	r > 1.5
S309	+EX	0.63		0.16	0.004	14.34	1.54	1.5	2	3	Belirgin	r > 1.5
	-EX	0.63		0.16	0.004		1.49	1.5	2	3	Minimum	
	+EY	0.70		0.16	0.004	11.32	1.32	1.5	2	3	Minimum	
	-EY	0.70		0.16	0.004		1.40	1.5	2	3	Minimum	
S310	+EX	0.65		0.16	0.004	15.36	1.77	1.5	2	3	Belirgin	r > 1.5
	-EX	0.65		0.16	0.004		1.56	1.5	2	3	Belirgin	r > 1.5
	+EY	0.75		0.16	0.003	10.31	1.32	1	1	1	Göçme	r > 1
	-EY	0.75		0.16	0.003		1.41	1	1	1	Göçme	r > 1
S311	+EX	0.76		0.16	0.004	19.42	2.17	1	1	1	Göçme	r > 1
	-EX	0.74		0.16	0.004		2.84	1	1	1	Göçme	r > 1
	+EY	0.82		0.17	0.005	5.82	2.49	1	1	1	Göçme	r > 1
	-EY	1.01		0.08	0.005		21.71	1	1	1	Göçme	r > 1
S312	+EX	0.76		0.16	0.004	16.98	2.13	1	1	1	Göçme	r > 1
	-EX	0.76		0.16	0.004		2.24	1	1	1	Göçme	r > 1
	+EY	0.82		0.17	0.004	6.03	2.44	1	1	1	Göçme	r > 1
	-EY	0.93		0.09	0.004		8.54	1	1	1	Göçme	r > 1
S313	+EX	0.76		0.16	0.004	17.00	2.26	1	1	1	Göçme	r > 1
	-EX	0.76		0.16	0.004		2.12	1	1	1	Göçme	r > 1
	+EY	0.83		0.17	0.004	5.45	2.28	1	1	1	Göçme	r > 1
	-EY	0.92		0.07	0.004		5.94	1	1	1	Göçme	r > 1
S314	+EX	0.75		0.16	0.004	19.14	2.87	1	1	1	Göçme	r > 1
	-EX	0.77		0.16	0.004		2.12	1	1	1	Göçme	r > 1
	+EY	0.82		0.18	0.003	4.41	1.94	1	1	1	Göçme	r > 1
	-EY	0.93		0.02	0.003		8.92	1	1	1	Göçme	r > 1
2. KAT												
S201	+EX	0.52		0.05	0.003	4.46	0.49	1.5	2	3	Minimum	
	-EX	0.52		0.05	0.003		0.49	1.5	2	3	Minimum	
	+EY	0.54		0.05	0.005	7.82	0.94	1.5	2	3	Minimum	
	-EY	0.54		0.05	0.005		0.94	1.5	2	3	Minimum	
S202	+EX	0.48		0.10	0.003	8.93	0.91	1.5	2	3	Minimum	
	-EX	0.48		0.10	0.003		0.91	1.5	2	3	Minimum	
	+EY	0.55		0.05	0.005	4.17	0.53	1.5	2	3	Minimum	
	-EY	0.55		0.05	0.005		0.53	1.5	2	3	Minimum	
S203	+EX	0.45		0.13	0.003	8.85	0.83	1.5	2	3	Minimum	
	-EX	0.45		0.13	0.003		0.83	1.5	2	3	Minimum	
	+EY	0.67		0.06	0.004	6.27	0.93	1.5	2	3	Minimum	
	-EY	0.67		0.06	0.004		0.93	1.5	2	3	Minimum	
S204	+EX	0.48		0.10	0.003	8.46	0.80	1.5	2	3	Minimum	
	-EX	0.48		0.10	0.003		0.80	1.5	2	3	Minimum	
	+EY	0.67		0.06	0.004	5.72	0.84	1.5	2	3	Minimum	
	-EY	0.67		0.06	0.004		0.84	1.5	2	3	Minimum	
S205	+EX	0.48		0.10	0.003	8.53	0.80	1.5	2	3	Minimum	
	-EX	0.48		0.10	0.003		0.80	1.5	2	3	Minimum	
	+EY	0.66		0.06	0.004	5.12	0.73	1.5	2	3	Minimum	
	-EY	0.66		0.06	0.004		0.73	1.5	2	3	Minimum	
S206	+EX	0.52		0.10	0.003	10.02	1.01	1.5	2	3	Minimum	
	-EX	0.52		0.10	0.003		1.01	1.5	2	3	Minimum	
	+EY	0.62		0.06	0.003	4.10	0.55	1.5	2	3	Minimum	
	-EY	0.62		0.06	0.003		0.55	1.5	2	3	Minimum	
S207	+EX	0.46		0.10	0.004	14.76	1.04	1.5	2	3	Minimum	
	-EX	0.46		0.10	0.004		1.10	1.5	2	3	Minimum	
	+EY	0.40		0.10	0.004	13.45	1.05	1.5	2	3	Minimum	
	-EY	0.40		0.10	0.004		1.05	1.5	2	3	Minimum	
S208	+EX	0.39		0.10	0.004	11.79	0.86	1.52	2.06	3.08	Minimum	
	-EX	0.39		0.10	0.004		0.86	1.52	2.06	3.08	Minimum	
	+EY	0.44		0.10	0.004	10.59	0.82	1.5	2	3	Minimum	
	-EY	0.44		0.10	0.004		0.82	1.5	2	3	Minimum	
S209	+EX	0.39		0.10	0.004	11.76	0.87	1.52	2.07	3.1	Minimum	
	-EX	0.39		0.10	0.004		0.87	1.52	2.07	3.1	Minimum	
	+EY	0.44		0.10	0.004	9.42	0.72	1.5	2	3	Minimum	
	-EY	0.44		0.10	0.004		0.72	1.5	2	3	Minimum	
S210	+EX	0.40		0.10	0.004	12.28	0.92	1.5	2	3	Minimum	
	-EX	0.40		0.10	0.004		0.92	1.5	2	3	Minimum	

Çizelge E.1 (devam): Lineer hesap sonucu kolon hasar durumları.

KOLON HASAR DURUMU												
Kolon Adı	Yük	Nk/Acfcm	Sargı	V/bwdfctm	Gör.Depl.	Vx/y [tf]	r	MN	GV	GÇ	Hasar	Hasar Nedeni
2. KAT (Devami ...)												
S211	+EY	0.49		0.10	0.003	8.36	0.65	1.5	2	3	Minimum	
	-EY	0.49		0.10	0.003		0.65	1.5	2	3	Minimum	
	+EX	0.50		0.10	0.004	16.60	1.16	1.5	2	3	Minimum	
	-EX	0.50		0.10	0.004		1.29	1.5	2	3	Minimum	
S212	+EY	0.63		0.10	0.004	5.03	0.86	1.5	2	3	Minimum	
	-EY	0.63		0.01	0.004		0.86	1.5	2	3	Minimum	
	+EX	0.47		0.10	0.004	14.43	1.04	1.5	2	3	Minimum	
	-EX	0.47		0.10	0.004		1.06	1.5	2	3	Minimum	
S213	+EY	0.57		0.10	0.004	5.20	0.74	1.5	2	3	Minimum	
	-EY	0.57		0.01	0.004		0.74	1.5	2	3	Minimum	
	+EX	0.47		0.10	0.004	14.46	1.08	1.5	2	3	Minimum	
	-EX	0.47		0.10	0.004		1.03	1.5	2	3	Minimum	
S214	+EY	0.56		0.10	0.004	4.67	0.66	1.5	2	3	Minimum	
	-EY	0.56		0.01	0.004		0.66	1.5	2	3	Minimum	
	+EX	0.49		0.10	0.004	16.27	1.28	1.5	2	3	Minimum	
	-EX	0.50		0.10	0.004		1.11	1.5	2	3	Minimum	
1. KAT	+EY	0.57		0.11	0.003	3.72	0.55	1.5	2	3	Minimum	
	-EY	0.57		0.04	0.003		0.55	1.5	2	3	Minimum	
S101	+EX	0.61		0.05	0.003	4.26	0.52	1.5	2	3	Minimum	
	-EX	0.61		0.05	0.003		0.52	1.5	2	3	Minimum	
	+EY	0.62		0.05	0.004	7.07	1.00	1.5	2	3	Minimum	
	-EY	0.62		0.05	0.004		1.00	1.5	2	3	Minimum	
S102	+EX	0.54		0.10	0.003	8.07	0.87	1.5	2	3	Minimum	
	-EX	0.54		0.10	0.003		0.87	1.5	2	3	Minimum	
	+EY	0.61		0.06	0.004	3.51	0.54	1.5	2	3	Minimum	
	-EY	0.61		0.06	0.004		0.54	1.5	2	3	Minimum	
S103	+EX	0.50		0.13	0.003	7.48	0.72	1.5	2	3	Minimum	
	-EX	0.50		0.13	0.003		0.72	1.5	2	3	Minimum	
	+EY	0.74		0.06	0.004	5.21	0.98	1	1	1	Minimum	
	-EY	0.74		0.06	0.004		0.98	1	1	1	Minimum	
S104	+EX	0.52		0.10	0.003	7.22	0.71	1.5	2	3	Minimum	
	-EX	0.52		0.10	0.003		0.71	1.5	2	3	Minimum	
	+EY	0.75		0.06	0.003	4.73	0.89	1	1	1	Minimum	
	-EY	0.75		0.06	0.003		0.89	1	1	1	Minimum	
S105	+EX	0.52		0.10	0.003	7.29	0.72	1.5	2	3	Minimum	
	-EX	0.52		0.10	0.003		0.72	1.5	2	3	Minimum	
	+EY	0.73		0.06	0.003	4.23	0.75	1	1	1	Minimum	
	-EY	0.73		0.06	0.003		0.75	1	1	1	Minimum	
S106	+EX	0.57		0.10	0.003	8.63	0.90	1.5	2	3	Minimum	
	-EX	0.57		0.10	0.003		0.90	1.5	2	3	Minimum	
	+EY	0.69		0.06	0.003	3.54	0.57	1.5	2	3	Minimum	
	-EY	0.69		0.06	0.003		0.57	1.5	2	3	Minimum	
S107	+EX	0.55		0.11	0.003	12.56	0.96	1.5	2	3	Minimum	
	-EX	0.55		0.11	0.003		0.96	1.5	2	3	Minimum	
	+EY	0.47		0.10	0.004	11.47	0.90	1.5	2	3	Minimum	
	-EY	0.47		0.10	0.004		0.90	1.5	2	3	Minimum	
S108	+EX	0.45		0.10	0.003	10.32	0.78	1.5	2	3	Minimum	
	-EX	0.45		0.10	0.003		0.78	1.5	2	3	Minimum	
	+EY	0.51		0.10	0.003	9.06	0.73	1.5	2	3	Minimum	
	-EY	0.51		0.10	0.003		0.73	1.5	2	3	Minimum	
S109	+EX	0.44		0.10	0.003	10.30	0.79	1.5	2	3	Minimum	
	-EX	0.44		0.10	0.003		0.79	1.5	2	3	Minimum	
	+EY	0.51		0.10	0.003	8.07	0.65	1.5	2	3	Minimum	
	-EY	0.51		0.10	0.003		0.65	1.5	2	3	Minimum	
S110	+EX	0.46		0.12	0.003	10.39	0.78	1.5	2	3	Minimum	
	-EX	0.46		0.12	0.003		0.78	1.5	2	3	Minimum	
	+EY	0.57		0.10	0.003	7.18	0.61	1.5	2	3	Minimum	
	-EY	0.57		0.10	0.003		0.61	1.5	2	3	Minimum	
S111	+EX	0.59		0.10	0.003	12.97	1.05	1.5	2	3	Minimum	
	-EX	0.59		0.10	0.003		1.08	1.5	2	3	Minimum	
	+EY	0.73		0.07	0.004	4.16	0.62	1	1	1	Minimum	
	-EY	0.73		0.07	0.004		0.62	1	1	1	Minimum	
S112	+EX	0.54		0.10	0.003	11.60	0.90	1.5	2	3	Minimum	
	-EX	0.54		0.10	0.003		0.90	1.5	2	3	Minimum	
	+EY	0.65		0.07	0.003	4.12	0.48	1.5	2	3	Minimum	
	-EY	0.65		0.07	0.003		0.48	1.5	2	3	Minimum	

Çizelge E.1 (devam): Lineer hesap sonucu kolon hasar durumları.

KOLON HASAR DURUMU

Kolon Adı	Yük	Nk/Acfcm	Sargı	V/bwdfctm	Gör.Depl.	Vx/y [tf]	r	MN	GV	GÇ	Hasar	Hasar Nedeni
2. KAT (Devami ...)												
S211	+EY	0.49		0.10	0.003	8.36	0.65	1.5	2	3	Minimum	
	-EY	0.49		0.10	0.003		0.65	1.5	2	3	Minimum	
	+EX	0.50		0.10	0.004	16.60	1.16	1.5	2	3	Minimum	
	-EX	0.50		0.10	0.004		1.29	1.5	2	3	Minimum	
	+EY	0.63		0.10	0.004	5.03	0.86	1.5	2	3	Minimum	
S212	-EY	0.63		0.01	0.004		0.86	1.5	2	3	Minimum	
	+EX	0.47		0.10	0.004	14.43	1.04	1.5	2	3	Minimum	
	-EX	0.47		0.10	0.004		1.06	1.5	2	3	Minimum	
	+EY	0.57		0.10	0.004	5.20	0.74	1.5	2	3	Minimum	
	-EY	0.57		0.01	0.004		0.74	1.5	2	3	Minimum	
S213	+EX	0.47		0.10	0.004	14.46	1.08	1.5	2	3	Minimum	
	-EX	0.47		0.10	0.004		1.03	1.5	2	3	Minimum	
	+EY	0.56		0.10	0.004	4.67	0.66	1.5	2	3	Minimum	
	-EY	0.56		0.01	0.004		0.66	1.5	2	3	Minimum	
	+EX	0.49		0.10	0.004	16.27	1.28	1.5	2	3	Minimum	
S214	-EX	0.50		0.10	0.004		1.11	1.5	2	3	Minimum	
	+EY	0.57		0.11	0.003	3.72	0.55	1.5	2	3	Minimum	
	-EY	0.57		0.04	0.003		0.55	1.5	2	3	Minimum	
1. KAT												
S101	+EX	0.61		0.05	0.003	4.26	0.52	1.5	2	3	Minimum	
	-EX	0.61		0.05	0.003		0.52	1.5	2	3	Minimum	
	+EY	0.62		0.05	0.004	7.07	1.00	1.5	2	3	Minimum	
	-EY	0.62		0.05	0.004		1.00	1.5	2	3	Minimum	
	+EX	0.54		0.10	0.003	8.07	0.87	1.5	2	3	Minimum	
S102	-EX	0.54		0.10	0.003		0.87	1.5	2	3	Minimum	
	+EY	0.61		0.06	0.004	3.51	0.54	1.5	2	3	Minimum	
	-EY	0.61		0.06	0.004		0.54	1.5	2	3	Minimum	
	+EX	0.50		0.13	0.003	7.48	0.72	1.5	2	3	Minimum	
	-EX	0.50		0.13	0.003		0.72	1.5	2	3	Minimum	
S103	+EY	0.74		0.06	0.004	5.21	0.98	1	1	1	Minimum	
	-EY	0.74		0.06	0.004		0.98	1	1	1	Minimum	
	+EX	0.52		0.10	0.003	7.22	0.71	1.5	2	3	Minimum	
	-EX	0.52		0.10	0.003		0.71	1.5	2	3	Minimum	
	+EY	0.75		0.06	0.003	4.73	0.89	1	1	1	Minimum	
S104	-EY	0.75		0.06	0.003		0.89	1	1	1	Minimum	
	+EX	0.52		0.10	0.003	7.29	0.72	1.5	2	3	Minimum	
	-EX	0.52		0.10	0.003		0.72	1.5	2	3	Minimum	
	+EY	0.73		0.06	0.003	4.23	0.75	1	1	1	Minimum	
	-EY	0.73		0.06	0.003		0.75	1	1	1	Minimum	
S105	+EX	0.57		0.10	0.003	8.63	0.90	1.5	2	3	Minimum	
	-EX	0.57		0.10	0.003		0.90	1.5	2	3	Minimum	
	+EY	0.69		0.06	0.003	3.54	0.57	1.5	2	3	Minimum	
	-EY	0.69		0.06	0.003		0.57	1.5	2	3	Minimum	
	+EX	0.55		0.11	0.003	12.56	0.96	1.5	2	3	Minimum	
S106	-EX	0.55		0.11	0.003		0.96	1.5	2	3	Minimum	
	+EY	0.47		0.10	0.004	11.47	0.90	1.5	2	3	Minimum	
	-EY	0.47		0.10	0.004		0.90	1.5	2	3	Minimum	
	+EX	0.45		0.10	0.003	10.32	0.78	1.5	2	3	Minimum	
	-EX	0.45		0.10	0.003		0.78	1.5	2	3	Minimum	
S107	+EY	0.51		0.10	0.003	9.06	0.73	1.5	2	3	Minimum	
	-EY	0.51		0.10	0.003		0.73	1.5	2	3	Minimum	
	+EX	0.44		0.10	0.003	10.30	0.79	1.5	2	3	Minimum	
	-EX	0.44		0.10	0.003		0.79	1.5	2	3	Minimum	
	+EY	0.51		0.10	0.003	8.07	0.65	1.5	2	3	Minimum	
S108	-EY	0.51		0.10	0.003		0.65	1.5	2	3	Minimum	
	+EX	0.46		0.12	0.003	10.39	0.78	1.5	2	3	Minimum	
	-EX	0.46		0.12	0.003		0.78	1.5	2	3	Minimum	
	+EY	0.57		0.10	0.003	7.18	0.61	1.5	2	3	Minimum	
	-EY	0.57		0.10	0.003		0.61	1.5	2	3	Minimum	
S109	+EX	0.59		0.10	0.003	12.97	1.05	1.5	2	3	Minimum	
	-EX	0.59		0.10	0.003		1.08	1.5	2	3	Minimum	
	+EY	0.73		0.07	0.004	4.16	0.62	1	1	1	Minimum	
	-EY	0.73		0.07	0.004		0.62	1	1	1	Minimum	
	+EX	0.54		0.10	0.003	11.60	0.90	1.5	2	3	Minimum	
S110	-EX	0.54		0.10	0.003		0.90	1.5	2	3	Minimum	
	+EY	0.65		0.07	0.003	4.12	0.48	1.5	2	3	Minimum	
	-EY	0.65		0.07	0.003		0.48	1.5	2	3	Minimum	
	+EX	0.54		0.10	0.003	11.60	0.90	1.5	2	3	Minimum	
	-EX	0.54		0.10	0.003		0.90	1.5	2	3	Minimum	
S111	+EY	0.65		0.07	0.003	4.12	0.48	1.5	2	3	Minimum	
	-EY	0.65		0.07	0.003		0.48	1.5	2	3	Minimum	
	+EX	0.54		0.10	0.003	11.60	0.90	1.5	2	3	Minimum	
	-EX	0.54		0.10	0.003		0.90	1.5	2	3	Minimum	
	+EY	0.65		0.07	0.003	4.12	0.48	1.5	2	3	Minimum	
S112	-EY	0.65		0.07	0.003		0.48	1.5	2	3	Minimum	
	+EX	0.54		0.10	0.003	11.60	0.90	1.5	2	3	Minimum	
	-EX	0.54		0.10	0.003		0.90	1.5	2	3	Minimum	
	+EY	0.65		0.07	0.003	4.12	0.48	1.5	2	3	Minimum	
	-EY	0.65		0.07	0.003		0.48	1.5	2	3	Minimum	

Çizelge E.1 (devam): Lineer hesap sonucu kolon hasar durumları.

KOLON HASAR DURUMU

Kolon Adı	Yük	Nk/Acfcm	Sargı	V/bwdfctm	Gör.Depl.	Vx/y [tf]	r	MN	GV	GÇ	Hasar	Hasar Nedeni
1. KAT (Devami ...)												
S113	+EX	0.54		0.10	0.003	11.62	0.90	1.5	2	3	Minimum	
	-EX	0.54		0.10	0.003		0.90	1.5	2	3	Minimum	
	+EY	0.65		0.07	0.003	3.70	0.43	1.5	2	3	Minimum	
	-EY	0.65		0.06	0.003		0.43	1.5	2	3	Minimum	
S114	+EX	0.58		0.10	0.003	12.61	1.05	1.5	2	3	Minimum	
	-EX	0.58		0.10	0.003		1.05	1.5	2	3	Minimum	
	+EY	0.67		0.07	0.003	3.05	0.38	1.5	2	3	Minimum	
	-EY	0.67		0.04	0.003		0.38	1.5	2	3	Minimum	
ZEMİN KAT												
SZ01	+EX	0.69		0.08	0.002	4.50	0.87	1.5	2	3	Minimum	
	-EX	0.69		0.08	0.002		0.87	1.5	2	3	Minimum	
	+EY	0.69		0.17	0.003	5.63	1.07	1.5	2	3	Minimum	
	-EY	0.68		0.18	0.003		1.03	1.5	2	3	Minimum	
SZ02	+EX	0.60		0.15	0.002	7.07	0.90	1.5	2	3	Minimum	
	-EX	0.60		0.15	0.002		0.90	1.5	2	3	Minimum	
	+EY	0.67		0.10	0.002	3.17	0.72	1.5	2	3	Minimum	
	-EY	0.67		0.10	0.002		0.72	1.5	2	3	Minimum	
SZ03	+EX	0.54		0.16	0.002	6.85	0.80	1.5	2	3	Minimum	
	-EX	0.54		0.16	0.002		0.80	1.5	2	3	Minimum	
	+EY	0.78		0.09	0.002	4.44	1.14	1	1	1	Göçme	r > 1
	-EY	0.79		0.09	0.002		1.09	1	1	1	Göçme	r > 1
SZ04	+EX	0.57		0.15	0.002	6.67	0.81	1.5	2	3	Minimum	
	-EX	0.57		0.15	0.002		0.81	1.5	2	3	Minimum	
	+EY	0.80		0.09	0.002	3.95	1.11	1	1	1	Göçme	r > 1
	-EY	0.82		0.09	0.002		1.03	1	1	1	Göçme	r > 1
SZ05	+EX	0.57		0.15	0.002	6.68	0.81	1.5	2	3	Minimum	
	-EX	0.57		0.15	0.002		0.81	1.5	2	3	Minimum	
	+EY	0.80		0.09	0.002	3.60	1.00	1	1	1	Minimum	
	-EY	0.80		0.09	0.002		1.00	1	1	1	Minimum	
SZ06	+EX	0.62		0.16	0.002	7.90	1.05	1.5	2	3	Minimum	
	-EX	0.62		0.16	0.002		1.05	1.5	2	3	Minimum	
	+EY	0.76		0.09	0.002	3.15	0.74	1	1	1	Minimum	
	-EY	0.76		0.09	0.002		0.74	1	1	1	Minimum	
SZ07	+EX	0.52		0.16	0.002	14.19	1.01	1.5	2	3	Minimum	
	-EX	0.52		0.16	0.002		1.01	1.5	2	3	Minimum	
	+EY	0.45		0.11	0.002	11.68	0.89	1.5	2	3	Minimum	
	-EY	0.45		0.11	0.002		0.89	1.5	2	3	Minimum	
SZ08	+EX	0.52		0.13	0.002	9.26	0.84	1.5	2	3	Minimum	
	-EX	0.52		0.13	0.002		0.84	1.5	2	3	Minimum	
	+EY	0.59		0.14	0.002	7.51	0.85	1.5	2	3	Minimum	
	-EY	0.59		0.14	0.002		0.85	1.5	2	3	Minimum	
SZ09	+EX	0.51		0.13	0.002	9.28	0.85	1.5	2	3	Minimum	
	-EX	0.51		0.13	0.002		0.85	1.5	2	3	Minimum	
	+EY	0.58		0.14	0.002	6.82	0.76	1.5	2	3	Minimum	
	-EY	0.58		0.14	0.002		0.76	1.5	2	3	Minimum	
SZ10	+EX	0.44		0.13	0.002	11.82	0.79	1.5	2	3	Minimum	
	-EX	0.44		0.13	0.002		0.79	1.5	2	3	Minimum	
	+EY	0.54		0.12	0.002	7.87	0.58	1.5	2	3	Minimum	
	-EY	0.54		0.12	0.002		0.58	1.5	2	3	Minimum	
SZ11	+EX	0.55		0.11	0.002	13.75	0.96	1.5	2	3	Minimum	
	-EX	0.55		0.11	0.002		0.96	1.5	2	3	Minimum	
	+EY	0.67		0.11	0.002	7.28	0.97	1.5	2	3	Minimum	
	-EY	0.67		0.11	0.002		0.97	1.5	2	3	Minimum	
SZ12	+EX	0.61		0.14	0.002	9.77	1.00	1.5	2	3	Minimum	
	-EX	0.61		0.14	0.002		1.01	1.5	2	3	Minimum	
	+EY	0.72		0.09	0.002	5.17	1.13	1	1	1	Göçme	r > 1
	-EY	0.71		0.13	0.002		1.09	1	1	1	Göçme	r > 1
SZ13	+EX	0.59		0.14	0.002	9.78	1.00	1.5	2	3	Minimum	
	-EX	0.59		0.14	0.002		1.00	1.5	2	3	Minimum	
	+EY	0.71		0.07	0.002	4.70	0.97	1	1	1	Minimum	
	-EY	0.71		0.12	0.002		0.97	1	1	1	Minimum	
SZ14	+EX	0.54		0.13	0.002	13.52	0.94	1.5	2	3	Minimum	
	-EX	0.54		0.13	0.002		0.94	1.5	2	3	Minimum	
	+EY	0.61		0.07	0.002	5.37	0.60	1.5	2	3	Minimum	
	-EY	0.61		0.11	0.002		0.60	1.5	2	3	Minimum	
1. BODRUM												
	+EX	0.58		0.03	0.000	1.42	0.41	1.5	2	3	Minimum	

Çizelge E.1 (devam): Lineer hesap sonucu kolon hasar durumları.

KOLON HASAR DURUMU

Kolon Adı	Yük	Nk/Acfcm	Sargı	V/bwdfctm	Gör.Depl.	Vx/y [tf]	r	MN	GV	GÇ	Hasar	Hasar Nedeni
1. BODRUM (Devami ...)												
SB01	-EX	0.58		0.00	0.000		0.41	1.5	2	3	Minimum	
	+EY	0.65		0.31	0.000	8.49	0.36	1.5	2	3	Minimum	
	-EY	0.65		0.30	0.000		0.36	1.5	2	3	Minimum	
SB02	+EX	0.66		0.06	0.000	0.98	0.28	1.5	2	3	Minimum	
	-EX	0.66		0.04	0.000		0.28	1.5	2	3	Minimum	
	+EY	0.72		0.02	0.000	0.78	0.27	1	1	1	Minimum	
SB03	-EY	0.72		0.04	0.000		0.27	1	1	1	Minimum	
	+EX	0.59		0.04	0.000	1.08	0.20	1.5	2	3	Minimum	
	-EX	0.59		0.04	0.000		0.20	1.5	2	3	Minimum	
SB04	+EY	0.88		0.05	0.000	0.03	0.38	1	1	1	Minimum	
	-EY	0.88		0.05	0.000		0.38	1	1	1	Minimum	
SB05	+EX	0.62		0.04	0.000	0.99	0.20	1.5	2	3	Minimum	
	-EX	0.62		0.04	0.000		0.20	1.5	2	3	Minimum	
	+EY	0.88		0.04	0.000	0.20	0.38	1	1	1	Minimum	
SB06	-EY	0.88		0.05	0.000		0.38	1	1	1	Minimum	
	+EX	0.62		0.04	0.000	0.97	0.20	1.5	2	3	Minimum	
	-EX	0.62		0.03	0.000		0.20	1.5	2	3	Minimum	
SB07	+EY	0.86		0.04	0.000	0.51	0.32	1	1	1	Minimum	
	-EY	0.86		0.05	0.000		0.32	1	1	1	Minimum	
SB08	+EX	0.68		0.07	0.000	1.59	0.28	1.5	2	3	Minimum	
	-EX	0.68		0.05	0.000		0.28	1.5	2	3	Minimum	
	+EY	0.82		0.04	0.001	0.80	0.33	1	1	1	Minimum	
SB09	-EY	0.82		0.02	0.001		0.33	1	1	1	Minimum	
	+EX	0.59		0.03	0.000	1.39	0.19	1.5	2	3	Minimum	
	-EX	0.59		0.04	0.000		0.19	1.5	2	3	Minimum	
SB10	+EY	0.51		0.01	0.000	0.93	0.18	1.5	2	3	Minimum	
	-EY	0.51		0.04	0.000		0.18	1.5	2	3	Minimum	
SB11	+EX	0.59		0.03	0.000	0.89	0.16	1.5	2	3	Minimum	
	-EX	0.59		0.03	0.000		0.16	1.5	2	3	Minimum	
	+EY	0.66		0.03	0.000	0.32	0.14	1.5	2	3	Minimum	
SB12	-EY	0.66		0.01	0.000		0.14	1.5	2	3	Minimum	
	+EX	0.58		0.03	0.000	0.91	0.16	1.5	2	3	Minimum	
	-EX	0.58		0.02	0.000		0.16	1.5	2	3	Minimum	
SB13	+EY	0.66		0.05	0.000	0.92	0.20	1.5	2	3	Minimum	
	-EY	0.66		0.01	0.000		0.20	1.5	2	3	Minimum	
SB14	+EX	0.50		0.02	0.000	0.53	0.12	1.5	2	3	Minimum	
	-EX	0.50		0.01	0.000		0.12	1.5	2	3	Minimum	
	+EY	0.61		0.06	0.001	1.58	0.22	1.5	2	3	Minimum	
SB15	-EY	0.61		0.02	0.001		0.22	1.5	2	3	Minimum	
	+EX	0.61		0.01	0.000	0.27	0.11	1.5	2	3	Minimum	
	-EX	0.61		0.00	0.000		0.11	1.5	2	3	Minimum	
SB16	+EY	0.74		0.05	0.000	1.09	0.27	1	1	1	Minimum	
	-EY	0.74		0.01	0.000		0.27	1	1	1	Minimum	
SB17	+EX	0.68		0.00	0.000	0.23	0.11	1.5	2	3	Minimum	
	-EX	0.68		0.01	0.000		0.11	1.5	2	3	Minimum	
	+EY	0.80		0.02	0.000	0.26	0.21	1	1	1	Minimum	
SB18	-EY	0.80		0.03	0.000		0.21	1	1	1	Minimum	
	+EX	0.67		0.01	0.000	0.23	0.11	1.5	2	3	Minimum	
	-EX	0.67		0.00	0.000		0.11	1.5	2	3	Minimum	
SB19	+EY	0.78		0.00	0.000	0.83	0.28	1	1	1	Minimum	
	-EY	0.78		0.05	0.000		0.28	1	1	1	Minimum	
SB20	+EX	0.59		0.00	0.000	0.30	0.11	1.5	2	3	Minimum	
	-EX	0.59		0.01	0.000		0.11	1.5	2	3	Minimum	
	+EY	0.68		0.01	0.001	1.48	0.25	1.5	2	3	Minimum	
SB21	-EY	0.68		0.06	0.001		0.25	1.5	2	3	Minimum	
	+EX	0.05		0.19	0.000	0.10	0.34	2	3.5	5	Minimum	
	-EX	0.05		0.19	0.000		0.34	2	3.5	5	Minimum	
SB22	+EY	0.03		0.18	0.000	15.72	0.61	2	3.5	5	Minimum	
	-EY	0.03		0.18	0.000		0.61	2	3.5	5	Minimum	
SB23	+EX	0.12		0.02	0.000	0.44	0.09	1.96	3.38	4.84	Minimum	
	-EX	0.12		0.02	0.000		0.09	1.96	3.38	4.84	Minimum	
	+EY	0.13		0.05	0.000	0.99	0.24	1.95	3.36	4.82	Minimum	
SB24	-EY	0.13		0.05	0.000		0.24	1.95	3.36	4.82	Minimum	
	+EX	0.11		0.02	0.000	0.40	0.09	1.98	3.45	4.93	Minimum	
	-EX	0.11		0.02	0.000		0.09	1.98	3.45	4.93	Minimum	
SB25	+EY	0.11		0.04	0.000	0.89	0.22	1.98	3.45	4.93	Minimum	
	-EY	0.11		0.04	0.000		0.22	1.98	3.45	4.93	Minimum	

Çizelge E.1 (devam): Lineer hesap sonucu kolon hasar durumları.

KOLON HASAR DURUMU

Kolon Adı	Yük	Nk/Acfcm	Sargı	V/bwdfctm	Gör.Depl.	Vx/y [tf]	r	MN	GV	GÇ	Hasar	Hasar Nedeni
1. BODRUM (Devami ...)												
SB18	+EX	0.11		0.02	0.000	0.41	0.09	1.98	3.45	4.93	Minimum	
	-EX	0.11		0.02	0.000		0.09	1.98	3.45	4.93	Minimum	
	+EY	0.11		0.04	0.000	0.94	0.23	1.99	3.46	4.94	Minimum	
	-EY	0.11		0.05	0.000		0.23	1.99	3.46	4.94	Minimum	
SB19	+EX	0.11		0.02	0.000	0.41	0.09	1.98	3.45	4.94	Minimum	
	-EX	0.11		0.02	0.000		0.09	1.98	3.45	4.94	Minimum	
	+EY	0.11		0.05	0.000	1.04	0.25	1.99	3.46	4.95	Minimum	
	-EY	0.11		0.05	0.000		0.25	1.99	3.46	4.95	Minimum	
SB20	+EX	0.11		0.02	0.000	0.40	0.09	1.99	3.46	4.95	Minimum	
	-EX	0.11		0.02	0.000		0.09	1.99	3.46	4.95	Minimum	
	+EY	0.11		0.05	0.001	1.17	0.28	1.99	3.47	4.95	Minimum	
	-EY	0.11		0.06	0.001		0.28	1.99	3.47	4.95	Minimum	
SB21	+EX	0.12		0.02	0.000	0.43	0.09	1.97	3.41	4.88	Minimum	
	-EX	0.12		0.02	0.000		0.09	1.97	3.41	4.88	Minimum	
	+EY	0.12		0.07	0.001	1.42	0.34	1.97	3.42	4.89	Minimum	
	-EY	0.12		0.07	0.001		0.34	1.97	3.42	4.89	Minimum	
SB22	+EX	0.07		0.03	0.000	0.30	0.20	2	3.5	5	Minimum	
	-EX	0.07		0.03	0.000		0.20	2	3.5	5	Minimum	
	+EY	0.07		0.07	0.001	1.50	0.41	2	3.5	5	Minimum	
	-EY	0.07		0.07	0.001		0.41	2	3.5	5	Minimum	
SB23	+EX	0.32		0.14	0.000	4.90	0.15	1.63	2.38	3.51	Minimum	
	-EX	0.32		0.14	0.000		0.15	1.63	2.38	3.51	Minimum	
	+EY	0.27		0.14	0.000	7.40	0.20	1.72	2.67	3.89	Minimum	
	-EY	0.27		0.14	0.000		0.20	1.72	2.67	3.89	Minimum	
SB24	+EX	0.03		0.18	0.000	15.37	0.38	2	3.5	5	Minimum	
	-EX	0.03		0.18	0.000		0.38	2	3.5	5	Minimum	
	+EY	0.05		0.13	0.000	0.27	0.08	2	3.5	5	Minimum	
	-EY	0.05		0.12	0.000		0.08	2	3.5	5	Minimum	
SB25	+EX	0.04		0.18	0.000	16.78	0.39	2	3.5	5	Minimum	
	-EX	0.04		0.18	0.000		0.39	2	3.5	5	Minimum	
	+EY	0.06		0.19	0.000	0.51	0.09	2	3.5	5	Minimum	
	-EY	0.06		0.18	0.000		0.09	2	3.5	5	Minimum	
SB26	+EX	0.03		0.18	0.000	16.96	0.41	2	3.5	5	Minimum	
	-EX	0.03		0.18	0.000		0.41	2	3.5	5	Minimum	
	+EY	0.06		0.02	0.000	0.61	0.11	2	3.5	5	Minimum	
	-EY	0.06		0.04	0.000		0.11	2	3.5	5	Minimum	
SB27	+EX	0.02		0.17	0.000	16.95	0.43	2	3.5	5	Minimum	
	-EX	0.02		0.17	0.000		0.43	2	3.5	5	Minimum	
	+EY	0.07		0.02	0.000	0.69	0.13	2	3.5	5	Minimum	
	-EY	0.07		0.04	0.000		0.13	2	3.5	5	Minimum	
SB28	+EX	0.01		0.16	0.000	16.76	0.45	2	3.5	5	Minimum	
	-EX	0.01		0.16	0.000		0.45	2	3.5	5	Minimum	
	+EY	0.08		0.02	0.001	0.75	0.14	2	3.5	5	Minimum	
	-EY	0.08		0.05	0.001		0.14	2	3.5	5	Minimum	
SB29	+EX	0.02		0.16	0.000	15.55	0.41	2	3.5	5	Minimum	
	-EX	0.02		0.16	0.000		0.41	2	3.5	5	Minimum	
	+EY	0.09		0.02	0.001	0.78	0.15	2	3.5	5	Minimum	
	-EY	0.09		0.05	0.001		0.15	2	3.5	5	Minimum	
SB30	+EX	0.29		0.30	0.000	6.44	0.17	1.69	2.57	3.77	Minimum	
	-EX	0.29		0.30	0.000		0.17	1.69	2.57	3.77	Minimum	
	+EY	0.03		0.04	0.001	1.03	0.21	2	3.5	5	Minimum	
	-EY	0.03		0.06	0.001		0.21	2	3.5	5	Minimum	

Çizelge E.2: Lineer hesap sonucu perde hasar durumu.

PERDE HASAR DURUMU

BETONARME PANELLER İÇİN HASAR SINIRLARINI TANIMLAYAN ETKİ / KAPASİTE ORANLARI (r_s)

r : Etki / Kapasite oranı

r_s : Etki / Kapasite oranını sınır değeri

Sünek Kolonlar	Hasar Sınırı		
Perde Uç Bölgesinde Sargılama	MN	GV	GÇ
Var	3	6	8
Yok	2	4	6

Perde Adı	Yük	Sargı	Gör.Depl.	Vx/y [tf]	r	MN	GV	GÇ	Hasar	Hasar Nedeni
8. KAT										
P802	+EX		0.004	8.00	0.09	2	4	6	Minimum	
	-EX		0.004		0.09	2	4	6	Minimum	
	+EY		0.003	43.74	0.41	2	4	6	Minimum	
	-EY		0.003		0.41	2	4	6	Minimum	
P803	+EX		0.004	3.33	0.22	2	4	6	Minimum	
	-EX		0.004		0.22	2	4	6	Minimum	
	+EY		0.003	1.22	0.19	2	4	6	Minimum	
	-EY		0.003		0.19	2	4	6	Minimum	
P804	+EX		0.004	6.83	0.24	2	4	6	Minimum	
	-EX		0.004		0.24	2	4	6	Minimum	
	+EY		0.003	28.15	0.47	2	4	6	Minimum	
	-EY		0.003		0.47	2	4	6	Minimum	
P806	+EX		0.004	1.46	0.03	2	4	6	Minimum	
	-EX		0.004		0.03	2	4	6	Minimum	
	+EY		0.003	11.25	0.30	2	4	6	Minimum	
	-EY		0.003		0.30	2	4	6	Minimum	
P807	+EX		0.004	4.59	0.42	2	4	6	Minimum	
	-EX		0.004		0.42	2	4	6	Minimum	
	+EY		0.005	3.71	0.52	2	4	6	Minimum	
	-EY		0.005		0.52	2	4	6	Minimum	
P809	+EX		0.004	0.58	0.29	2	4	6	Minimum	
	-EX		0.004		0.29	2	4	6	Minimum	
	+EY		0.005	4.46	0.26	2	4	6	Minimum	
	-EY		0.005		0.26	2	4	6	Minimum	
P810	+EX		0.004	4.96	0.35	2	4	6	Minimum	
	-EX		0.004		0.35	2	4	6	Minimum	
	+EY		0.005	15.75	0.44	2	4	6	Minimum	
	-EY		0.005		0.44	2	4	6	Minimum	
8. KAT Rijit Diyaframa Bağlı Olmayan Objeler										
P801	+EX		0.004	0.50	0.22	2	4	6	Minimum	
	-EX		0.004		0.22	2	4	6	Minimum	
	+EY		0.003	0.14	0.07	2	4	6	Minimum	
	-EY		0.003		0.07	2	4	6	Minimum	
P85A	+EX		0.004	31.45	1.04	2	4	6	Minimum	
	-EX		0.004		1.03	2	4	6	Minimum	
	+EY		0.003	0.12	0.19	2	4	6	Minimum	
	-EY		0.003		0.19	2	4	6	Minimum	
P85B	+EX		0.004	25.20	0.94	2	4	6	Minimum	
	-EX		0.004		0.94	2	4	6	Minimum	
	+EY		0.003	0.25	0.22	2	4	6	Minimum	
	-EY		0.003		0.22	2	4	6	Minimum	
P88B	+EX		0.004	15.26	0.82	2	4	6	Minimum	
	-EX		0.004		0.82	2	4	6	Minimum	
	+EY		0.005	0.53	0.21	2	4	6	Minimum	
	-EY		0.005		0.21	2	4	6	Minimum	
P88A	+EX		0.004	3.55	0.31	2	4	6	Minimum	
	-EX		0.004		0.31	2	4	6	Minimum	
	+EY		0.005	5.66	0.22	2	4	6	Minimum	
	-EY		0.005		0.22	2	4	6	Minimum	
7. KAT										
P702	+EX		0.004	8.83	0.11	2	4	6	Minimum	
	-EX		0.004		0.11	2	4	6	Minimum	
	+EY		0.003	68.66	0.41	2	4	6	Minimum	
	-EY		0.003		0.41	2	4	6	Minimum	
	+EX		0.004	2.20	0.24	2	4	6	Minimum	

Çizelge E.2 (devam): Lineer hesap sonucu perde hasar durumu.

PERDE HASAR DURUMU

Perde Adı	Yük	Sargı	Gör.Depl.	Vx/y [tf]	r	MN	GV	GÇ	Hasar	Hasar Nedeni
7. KAT (Devami ...)										
P703	-EX		0.004		0.24	2	4	6	Minimum	
	+EY		0.003	20.86	0.22	2	4	6	Minimum	
	-EY		0.003		0.22	2	4	6	Minimum	
P704	+EX		0.004	7.74	0.19	2	4	6	Minimum	
	-EX		0.004		0.19	2	4	6	Minimum	
	+EY		0.003	51.11	0.39	2	4	6	Minimum	
	-EY		0.003		0.39	2	4	6	Minimum	
P706	+EX		0.004	0.70	0.04	2	4	6	Minimum	
	-EX		0.004		0.04	2	4	6	Minimum	
	+EY		0.003	23.86	0.31	2	4	6	Minimum	
	-EY		0.003		0.31	2	4	6	Minimum	
P707	+EX		0.004	5.60	0.62	2	4	6	Minimum	
	-EX		0.004		0.62	2	4	6	Minimum	
	+EY		0.005	53.34	0.77	2	4	6	Minimum	
	-EY		0.005		0.77	2	4	6	Minimum	
P709	+EX		0.004	0.38	0.35	2	4	6	Minimum	
	-EX		0.004		0.35	2	4	6	Minimum	
	+EY		0.005	14.29	0.48	2	4	6	Minimum	
	-EY		0.005		0.48	2	4	6	Minimum	
P710	+EX		0.004	57.10	0.64	2	4	6	Minimum	
	-EX		0.004		0.64	2	4	6	Minimum	
	+EY		0.005	15.70	0.45	2	4	6	Minimum	
	-EY		0.005		0.45	2	4	6	Minimum	
7. KAT Rijit Diyaframa Bağlı Olmayan Objeler										
P701	+EX		0.004	72.00	0.29	2	4	6	Minimum	
	-EX		0.004		0.29	2	4	6	Minimum	
	+EY		0.003	0.67	0.11	2	4	6	Minimum	
	-EY		0.003		0.11	2	4	6	Minimum	
P75A	+EX		0.004	44.10	0.94	2	4	6	Minimum	
	-EX		0.004		0.94	2	4	6	Minimum	
	+EY		0.003	0.44	0.28	2	4	6	Minimum	
	-EY		0.003		0.28	2	4	6	Minimum	
P75B	+EX		0.004	40.01	0.96	2	4	6	Minimum	
	-EX		0.004		0.96	2	4	6	Minimum	
	+EY		0.003	0.08	0.29	2	4	6	Minimum	
	-EY		0.003		0.29	2	4	6	Minimum	
P78B	+EX		0.004	22.93	0.87	2	4	6	Minimum	
	-EX		0.004		0.87	2	4	6	Minimum	
	+EY		0.005	1.26	0.22	2	4	6	Minimum	
	-EY		0.005		0.22	2	4	6	Minimum	
P78A	+EX		0.004	12.10	0.55	2	4	6	Minimum	
	-EX		0.004		0.55	2	4	6	Minimum	
	+EY		0.005	4.58	0.20	2	4	6	Minimum	
	-EY		0.005		0.20	2	4	6	Minimum	
6. KAT										
P602	+EX		0.004	9.96	0.10	2	4	6	Minimum	
	-EX		0.004		0.10	2	4	6	Minimum	
	+EY		0.003	86.53	0.34	2	4	6	Minimum	
	-EY		0.003		0.34	2	4	6	Minimum	
P603	+EX		0.004	1.97	0.21	2	4	6	Minimum	
	-EX		0.004		0.21	2	4	6	Minimum	
	+EY		0.003	34.07	0.15	2	4	6	Minimum	
	-EY		0.003		0.15	2	4	6	Minimum	
P604	+EX		0.004	8.33	0.14	2	4	6	Minimum	
	-EX		0.004		0.14	2	4	6	Minimum	
	+EY		0.003	66.72	0.33	2	4	6	Minimum	
	-EY		0.003		0.33	2	4	6	Minimum	
P606	+EX		0.004	0.88	0.06	2	4	6	Minimum	
	-EX		0.004		0.06	2	4	6	Minimum	
	+EY		0.003	29.40	0.20	2	4	6	Minimum	
	-EY		0.003		0.20	2	4	6	Minimum	
P607	+EX		0.004	6.05	0.62	2	4	6	Minimum	
	-EX		0.004		0.62	2	4	6	Minimum	
	+EY		0.005	80.00	0.71	2	4	6	Minimum	
	-EY		0.005		0.71	2	4	6	Minimum	
P609	+EX		0.004	0.73	0.29	2	4	6	Minimum	
	-EX		0.004		0.29	2	4	6	Minimum	

Çizelge E.2 (devam): Lineer hesap sonucu perde hasar durumu.

PERDE HASAR DURUMU

Perde Adı	Yük	Sargı	Gör.Depl.	Vx/y [tf]	r	MN	GV	GÇ	Hasar	Hasar Nedeni
6. KAT (Devamı ...)										
	+EY		0.006	21.93	0.42	2	4	6	Minimum	
	-EY		0.006		0.42	2	4	6	Minimum	
	+EX		0.004	75.62	0.54	2	4	6	Minimum	
P610	-EX		0.004		0.54	2	4	6	Minimum	
	+EY		0.005	17.01	0.37	2	4	6	Minimum	
	-EY		0.005		0.37	2	4	6	Minimum	
6. KAT Rijit Diyaframa Bağlı Olmayan Objeler										
P601	+EX		0.004	129.03	1.04	1	1	1	Göçme	Gevrek eleman
	-EX		0.004		0.27	2	4	6	Minimum	
	+EY		0.003	1.07	0.12	2	4	6	Minimum	
	-EY		0.003		0.12	2	4	6	Minimum	
P65A	+EX		0.004	53.94	1.11	2	4	6	Minimum	
	-EX		0.004		1.10	2	4	6	Minimum	
	+EY		0.003	0.61	0.40	2	4	6	Minimum	
	-EY		0.003		0.40	2	4	6	Minimum	
P65B	+EX		0.004	49.24	1.01	1	1	1	Göçme	Gevrek eleman
	-EX		0.004		1.03	2	4	6	Minimum	
	+EY		0.003	0.06	0.30	2	4	6	Minimum	
	-EY		0.003		0.30	2	4	6	Minimum	
P68B	+EX		0.004	27.53	0.95	2	4	6	Minimum	
	-EX		0.004		0.95	2	4	6	Minimum	
	+EY		0.005	1.67	0.28	2	4	6	Minimum	
	-EY		0.005		0.28	2	4	6	Minimum	
P68A	+EX		0.004	16.63	0.53	2	4	6	Minimum	
	-EX		0.004		0.53	2	4	6	Minimum	
	+EY		0.006	5.04	0.18	2	4	6	Minimum	
	-EY		0.006		0.18	2	4	6	Minimum	
5. KAT										
P502	+EX		0.004	10.73	0.10	2	4	6	Minimum	
	-EX		0.004		0.10	2	4	6	Minimum	
	+EY		0.003	101.14	0.47	2	4	6	Minimum	
	-EY		0.003		0.47	2	4	6	Minimum	
P503	+EX		0.004	1.59	0.21	2	4	6	Minimum	
	-EX		0.004		0.21	2	4	6	Minimum	
	+EY		0.003	45.14	0.32	2	4	6	Minimum	
	-EY		0.003		0.32	2	4	6	Minimum	
P504	+EX		0.004	8.73	0.12	2	4	6	Minimum	
	-EX		0.004		0.12	2	4	6	Minimum	
	+EY		0.003	79.92	0.48	2	4	6	Minimum	
	-EY		0.003		0.48	2	4	6	Minimum	
P506	+EX		0.004	0.72	0.07	2	4	6	Minimum	
	-EX		0.004		0.07	2	4	6	Minimum	
	+EY		0.003	33.58	0.32	2	4	6	Minimum	
	-EY		0.003		0.32	2	4	6	Minimum	
P507	+EX		0.004	6.44	0.60	2	4	6	Minimum	
	-EX		0.004		0.60	2	4	6	Minimum	
	+EY		0.005	103.16	0.54	2	4	6	Minimum	
	-EY		0.005		0.54	2	4	6	Minimum	
P509	+EX		0.004	1.18	0.26	2	4	6	Minimum	
	-EX		0.004		0.26	2	4	6	Minimum	
	+EY		0.006	29.72	0.34	2	4	6	Minimum	
	-EY		0.006		0.34	2	4	6	Minimum	
P510	+EX		0.004	94.45	0.39	2	4	6	Minimum	
	-EX		0.004		0.39	2	4	6	Minimum	
	+EY		0.006	17.78	0.32	2	4	6	Minimum	
	-EY		0.006		0.32	2	4	6	Minimum	
5. KAT Rijit Diyaframa Bağlı Olmayan Objeler										
P501	+EX		0.004	180.64	1.42	1	1	1	Göçme	Gevrek eleman
	-EX		0.004		1.26	1	1	1	Göçme	Gevrek eleman
	+EY		0.003	1.53	0.12	2	4	6	Minimum	
	-EY		0.003		0.12	2	4	6	Minimum	
P55A	+EX		0.004	64.79	1.34	2	4	6	Minimum	
	-EX		0.004		1.09	1	1	1	Göçme	Gevrek eleman
	+EY		0.003	0.82	0.50	2	4	6	Minimum	
	-EY		0.003		0.50	2	4	6	Minimum	
P55B	+EX		0.004	59.88	1.03	1	1	1	Göçme	Gevrek eleman
	-EX		0.004		1.04	1	1	1	Göçme	Gevrek eleman

Çizelge E.2 (devam): Lineer hesap sonucu perde hasar durumu.

PERDE HASAR DURUMU										
Perde Adi	Yük	Sargı	Gör.Depl.	Vx/y [tf]	r	MN	GV	GÇ	Hasar	Hasar Nedeni
5. KAT Rijit Diyaframa Bağlı Olmayan Objeler (Devami ...)										
P58B	+EY		0.003	0.24	0.34	2	4	6	Minimum	
	-EY		0.003		0.34	2	4	6	Minimum	
	+EX		0.004	33.28	0.94	2	4	6	Minimum	
	-EX		0.004		0.94	2	4	6	Minimum	
	+EY		0.005	2.12	0.22	2	4	6	Minimum	
	-EY		0.005		0.22	2	4	6	Minimum	
P58A	+EX		0.004	21.49	0.60	2	4	6	Minimum	
	-EX		0.004		0.60	2	4	6	Minimum	
	+EY		0.006	5.25	0.17	2	4	6	Minimum	
	-EY		0.006		0.17	2	4	6	Minimum	
4. KAT										
P402	+EX		0.004	11.11	0.15	2	4	6	Minimum	
	-EX		0.004		0.15	2	4	6	Minimum	
	+EY		0.003	113.81	0.68	2	4	6	Minimum	
	-EY		0.003		0.68	2	4	6	Minimum	
P403	+EX		0.004	1.23	0.28	2	4	6	Minimum	
	-EX		0.004		0.28	2	4	6	Minimum	
	+EY		0.003	55.55	0.52	2	4	6	Minimum	
	-EY		0.003		0.52	2	4	6	Minimum	
P404	+EX		0.004	8.92	0.11	2	4	6	Minimum	
	-EX		0.004		0.11	2	4	6	Minimum	
	+EY		0.003	91.97	0.74	2	4	6	Minimum	
	-EY		0.003		0.74	2	4	6	Minimum	
P406	+EX		0.004	0.52	0.07	2	4	6	Minimum	
	-EX		0.004		0.07	2	4	6	Minimum	
	+EY		0.003	37.43	0.49	2	4	6	Minimum	
	-EY		0.003		0.49	2	4	6	Minimum	
P407	+EX		0.004	6.71	0.55	2	4	6	Minimum	
	-EX		0.004		0.55	2	4	6	Minimum	
	+EY		0.005	125.61	1.09	1	1	1	Göçme	Gevrek eleman
	-EY		0.005		1.02	1	1	1	Göçme	Gevrek eleman
P409	+EX		0.004	1.72	0.26	2	4	6	Minimum	
	-EX		0.004		0.26	2	4	6	Minimum	
	+EY		0.006	37.74	0.44	2	4	6	Minimum	
	-EY		0.006		0.44	2	4	6	Minimum	
P410	+EX		0.004	112.32	0.66	2	4	6	Minimum	
	-EX		0.004		0.66	2	4	6	Minimum	
	+EY		0.006	18.13	0.28	2	4	6	Minimum	
	-EY		0.006		0.28	2	4	6	Minimum	
4. KAT Rijit Diyaframa Bağlı Olmayan Objeler										
P401	+EX		0.004	228.85	1.77	1	1	1	Göçme	Gevrek eleman
	-EX		0.004		1.62	1	1	1	Göçme	Gevrek eleman
	+EY		0.003	2.04	0.14	2	4	6	Minimum	
	-EY		0.003		0.14	2	4	6	Minimum	
P45A	+EX		0.004	74.33	1.55	2	4	6	Minimum	
	-EX		0.004		1.04	1	1	1	Göçme	Gevrek eleman
	+EY		0.003	1.03	0.46	2	4	6	Minimum	
	-EY		0.003		0.46	2	4	6	Minimum	
P45B	+EX		0.004	69.39	1.51	2	4	6	Minimum	
	-EX		0.004		1.40	2	4	6	Minimum	
	+EY		0.003	0.46	0.43	2	4	6	Minimum	
	-EY		0.003		0.43	2	4	6	Minimum	
P48B	+EX		0.004	38.52	1.00	2	4	6	Minimum	
	-EX		0.004		1.00	2	4	6	Minimum	
	+EY		0.005	2.61	0.21	2	4	6	Minimum	
	-EY		0.005		0.21	2	4	6	Minimum	
P48A	+EX		0.004	26.45	1.00	2	4	6	Minimum	
	-EX		0.004		1.06	2	4	6	Minimum	
	+EY		0.006	5.32	0.18	2	4	6	Minimum	
	-EY		0.006		0.18	2	4	6	Minimum	
3. KAT										
P302	+EX		0.004	10.07	0.65	2	4	6	Minimum	
	-EX		0.004		0.65	2	4	6	Minimum	
	+EY		0.003	122.94	0.92	2	4	6	Minimum	
	-EY		0.003		0.92	2	4	6	Minimum	
P303	+EX		0.004	1.42	0.93	2	4	6	Minimum	
	-EX		0.004		1.10	2	4	6	Minimum	

Çizelge E.2 (devam): Lineer hesap sonucu perde hasar durumu.

PERDE HASAR DURUMU

Perde Adı	Yük	Sargı	Gör.Depl.	Vx/y [tf]	r	MN	GV	GÇ	Hasar	Hasar Nedeni
3. KAT (Devami ...)										
	+EY		0.003	65.58	0.79	2	4	6	Minimum	
	-EY		0.003		0.79	2	4	6	Minimum	
	+EX		0.004	9.39	0.12	2	4	6	Minimum	
P304	-EX		0.004		0.12	2	4	6	Minimum	
	+EY		0.003	101.60	0.91	2	4	6	Minimum	
	-EY		0.003		0.91	2	4	6	Minimum	
	+EX		0.004	0.12	0.12	2	4	6	Minimum	
P306	-EX		0.004		0.12	2	4	6	Minimum	
	+EY		0.003	41.34	0.72	2	4	6	Minimum	
	-EY		0.003		0.72	2	4	6	Minimum	
	+EX		0.004	7.35	0.49	2	4	6	Minimum	
P307	-EX		0.004		0.49	2	4	6	Minimum	
	+EY		0.005	143.91	1.39	2	4	6	Minimum	
	-EY		0.005		1.36	2	4	6	Minimum	
	+EX		0.004	2.27	0.63	2	4	6	Minimum	
P309	-EX		0.004		0.63	2	4	6	Minimum	
	+EY		0.006	44.10	0.76	2	4	6	Minimum	
	-EY		0.006		0.76	2	4	6	Minimum	
	+EX		0.004	127.94	1.04	2	4	6	Minimum	
P310	-EX		0.004		1.02	1	1	1	Göçme	Gevrek eleman
	+EY		0.005	18.60	0.27	2	4	6	Minimum	
	-EY		0.005		0.27	2	4	6	Minimum	
3. KAT Rijit Diyaframa Bağlı Olmayan Objeler										
	+EX		0.004	276.91	2.01	1	1	1	Göçme	Gevrek eleman
P301	-EX		0.004		1.79	1	1	1	Göçme	Gevrek eleman
	+EY		0.003	2.41	0.24	2	4	6	Minimum	
	-EY		0.003		0.24	2	4	6	Minimum	
	+EX		0.004	81.40	1.84	2	4	6	Minimum	
P35A	-EX		0.004		1.40	2	4	6	Minimum	
	+EY		0.003	1.27	0.75	2	4	6	Minimum	
	-EY		0.003		0.75	2	4	6	Minimum	
	+EX		0.004	76.91	1.75	2	4	6	Minimum	
P35B	-EX		0.004		1.61	2	4	6	Minimum	
	+EY		0.003	0.77	0.84	2	4	6	Minimum	
	-EY		0.003		0.84	2	4	6	Minimum	
	+EX		0.004	42.15	1.35	2	4	6	Minimum	
P38B	-EX		0.004		1.36	2	4	6	Minimum	
	+EY		0.005	3.21	0.63	2	4	6	Minimum	
	-EY		0.005		0.63	2	4	6	Minimum	
	+EX		0.004	30.82	1.43	2	4	6	Minimum	
P38A	-EX		0.004		1.46	2	4	6	Minimum	
	+EY		0.005	5.49	0.19	2	4	6	Minimum	
	-EY		0.005		0.19	2	4	6	Minimum	
2. KAT										
	+EX		0.004	10.81	1.04	1	1	1	Göçme	Gevrek eleman
P202	-EX		0.004		1.01	1	1	1	Göçme	Gevrek eleman
	+EY		0.003	134.33	0.94	2	4	6	Minimum	
	-EY		0.003		0.94	2	4	6	Minimum	
	+EX		0.004	0.30	0.07	2	4	6	Minimum	
P203	-EX		0.004		0.07	2	4	6	Minimum	
	+EY		0.002	76.69	1.01	2	4	6	Minimum	
	-EY		0.002		1.02	2	4	6	Minimum	
	+EX		0.004	10.04	0.06	2	4	6	Minimum	
P204	-EX		0.004		0.06	2	4	6	Minimum	
	+EY		0.003	115.31	0.89	2	4	6	Minimum	
	-EY		0.003		0.89	2	4	6	Minimum	
	+EX		0.004	0.19	0.10	2	4	6	Minimum	
P206	-EX		0.004		0.10	2	4	6	Minimum	
	+EY		0.002	42.01	0.78	2	4	6	Minimum	
	-EY		0.002		0.78	2	4	6	Minimum	
	+EX		0.004	7.82	0.27	2	4	6	Minimum	
P207	-EX		0.004		0.27	2	4	6	Minimum	
	+EY		0.005	177.26	1.55	2	4	6	Minimum	
	-EY		0.005		1.73	2	4	6	Minimum	
	+EX		0.004	3.32	0.08	2	4	6	Minimum	
P209	-EX		0.004		0.08	2	4	6	Minimum	
	+EY		0.005	53.70	0.81	2	4	6	Minimum	

Çizelge E.2 (devam): Lineer hesap sonucu perde hasar durumu.

PERDE HASAR DURUMU

Perde Adı	Yük	Sargı	Gör.Depl.	Vx/y [tf]	r	MN	GV	GÇ	Hasar	Hasar Nedeni
2. KAT (Devami ...)										
	-EY		0.005		0.81	2	4	6	Minimum	
	+EX		0.004	160.10	1.20	2	4	6	Minimum	
P210	-EX		0.004		1.29	2	4	6	Minimum	
	+EY		0.005	17.18	0.16	2	4	6	Minimum	
	-EY		0.005		0.16	2	4	6	Minimum	
2. KAT Rijit Diyaframa Bağlı Olmayan Objeler										
	+EX		0.003	346.65	1.70	1	1	1	Göçme	Gevrek eleman
P201	-EX		0.003		1.58	1	1	1	Göçme	Gevrek eleman
	+EY		0.003	3.16	0.09	2	4	6	Minimum	
	-EY		0.003		0.09	2	4	6	Minimum	
	+EX		0.004	83.83	1.83	2	4	6	Minimum	
P25A	-EX		0.004		1.41	2	4	6	Minimum	
	+EY		0.003	1.60	0.47	2	4	6	Minimum	
	-EY		0.003		0.47	2	4	6	Minimum	
	+EX		0.004	81.47	1.72	2	4	6	Minimum	
P25B	-EX		0.004		1.56	2	4	6	Minimum	
	+EY		0.002	1.09	0.40	2	4	6	Minimum	
	-EY		0.002		0.40	2	4	6	Minimum	
	+EX		0.004	32.81	1.09	2	4	6	Minimum	
P28A	-EX		0.004		1.11	2	4	6	Minimum	
	+EY		0.005	4.63	0.08	2	4	6	Minimum	
	-EY		0.005		0.08	2	4	6	Minimum	
	+EX		0.004	41.57	1.19	2	4	6	Minimum	
P28B	-EX		0.004		1.22	2	4	6	Minimum	
	+EY		0.005	4.14	0.13	2	4	6	Minimum	
	-EY		0.005		0.13	2	4	6	Minimum	
1. KAT										
	+EX		0.003	12.58	1.06	2	4	6	Minimum	
P102	-EX		0.003		1.06	2	4	6	Minimum	
	+EY		0.002	133.62	1.13	2	4	6	Minimum	
	-EY		0.002		1.22	2	4	6	Minimum	
	+EX		0.003	3.92	0.84	2	4	6	Minimum	
P103	-EX		0.003		1.42	2	4	6	Minimum	
	+EY		0.002	89.36	1.28	2	4	6	Minimum	
	-EY		0.002		1.41	2	4	6	Minimum	
	+EX		0.003	7.47	0.06	2	4	6	Minimum	
P104	-EX		0.003		0.06	2	4	6	Minimum	
	+EY		0.002	121.42	1.05	2	4	6	Minimum	
	-EY		0.002		1.11	2	4	6	Minimum	
	+EX		0.003	0.01	0.40	2	4	6	Minimum	
P106	-EX		0.003		0.40	2	4	6	Minimum	
	+EY		0.002	49.35	1.04	2	4	6	Minimum	
	-EY		0.002		1.06	2	4	6	Minimum	
	+EX		0.003	4.46	0.62	2	4	6	Minimum	
P107	-EX		0.003		0.62	2	4	6	Minimum	
	+EY		0.004	203.63	2.24	2	4	6	Belirgin	r > 2
	-EY		0.004		2.60	2	4	6	Belirgin	r > 2
	+EX		0.003	4.63	1.20	2	4	6	Minimum	
P109	-EX		0.003		1.05	2	4	6	Minimum	
	+EY		0.004	66.81	1.27	2	4	6	Minimum	
	-EY		0.004		1.37	2	4	6	Minimum	
	+EX		0.003	205.38	1.81	2	4	6	Minimum	
P110	-EX		0.003		1.95	2	4	6	Minimum	
	+EY		0.004	14.14	0.22	2	4	6	Minimum	
	-EY		0.004		0.22	2	4	6	Minimum	
1. KAT Rijit Diyaframa Bağlı Olmayan Objeler										
	+EX		0.003	376.69	1.28	1	1	1	Göçme	Gevrek eleman
P101	-EX		0.003		1.20	1	1	1	Göçme	Gevrek eleman
	+EY		0.002	3.92	0.09	2	4	6	Minimum	
	-EY		0.002		0.09	2	4	6	Minimum	
	+EX		0.003	83.35	1.79	2	4	6	Minimum	
P15A	-EX		0.003		1.64	2	4	6	Minimum	
	+EY		0.002	1.93	0.94	2	4	6	Minimum	
	-EY		0.002		0.94	2	4	6	Minimum	
	+EX		0.003	81.68	2.00	2	4	6	Minimum	
P15B	-EX		0.003		1.83	2	4	6	Minimum	
	+EY		0.002	1.47	0.65	2	4	6	Minimum	

Çizelge E.2 (devam): Lineer hesap sonucu perde hasar durumu.

PERDE HASAR DURUMU

Perde Adı	Yük	Sargı	Gör.Depl.	Vx/y [tf]	r	MN	GV	GÇ	Hasar	Hasar Nedeni
1. KAT Rijit Diyaframa Bağlı Olmayan Objeler (Devami ...)										
P18B	-EY		0.002		0.65	2	4	6	Minimum	
	+EX		0.003	46.47	1.06	2	4	6	Minimum	
	-EX		0.003		1.16	2	4	6	Minimum	
	+EY		0.004	4.53	1.08	2	4	6	Minimum	
P18A	-EY		0.004		1.08	2	4	6	Minimum	
	+EX		0.003	35.94	1.44	2	4	6	Minimum	
	-EX		0.003		1.44	2	4	6	Minimum	
	+EY		0.004	3.87	0.17	2	4	6	Minimum	
	-EY		0.004		0.17	2	4	6	Minimum	
ZEMİN KAT										
P202	+EX		0.002	18.73	0.83	2	4	6	Minimum	
	-EX		0.002		1.34	2	4	6	Minimum	
	+EY		0.002	107.14	1.46	2	4	6	Minimum	
	-EY		0.002		1.57	2	4	6	Minimum	
P203	+EX		0.002	13.58	1.35	2	4	6	Minimum	
	-EX		0.002		1.76	2	4	6	Minimum	
	+EY		0.001	106.89	1.55	2	4	6	Minimum	
	-EY		0.001		1.67	2	4	6	Minimum	
P204	+EX		0.002	11.24	0.92	2	4	6	Minimum	
	-EX		0.002		0.92	2	4	6	Minimum	
	+EY		0.002	108.94	1.29	2	4	6	Minimum	
	-EY		0.002		1.36	2	4	6	Minimum	
P206	+EX		0.002	6.64	1.03	2	4	6	Minimum	
	-EX		0.002		1.00	2	4	6	Minimum	
	+EY		0.001	67.91	1.42	2	4	6	Minimum	
	-EY		0.001		1.57	2	4	6	Minimum	
P207	+EX		0.002	11.30	1.01	2	4	6	Minimum	
	-EX		0.002		1.02	2	4	6	Minimum	
	+EY		0.002	162.92	2.77	2	4	6	Belirgin	r > 2
	-EY		0.002		3.01	2	4	6	Belirgin	r > 2
P209	+EX		0.002	7.51	1.58	2	4	6	Minimum	
	-EX		0.002		1.58	2	4	6	Minimum	
	+EY		0.003	128.80	2.51	2	4	6	Belirgin	r > 2
	-EY		0.003		2.75	2	4	6	Belirgin	r > 2
P210	+EX		0.002	245.80	2.68	2	4	6	Belirgin	r > 2
	-EX		0.002		2.98	2	4	6	Belirgin	r > 2
	+EY		0.003	12.14	0.99	2	4	6	Minimum	
	-EY		0.003		0.99	2	4	6	Minimum	
ZEMİN KAT Rijit Diyaframa Bağlı Olmayan Objeler										
P201	+EX		0.002	289.28	2.67	2	4	6	Belirgin	r > 2
	-EX		0.002		2.67	2	4	6	Belirgin	r > 2
	+EY		0.001	4.76	0.25	2	4	6	Minimum	
	-EY		0.001		0.25	2	4	6	Minimum	
P25A	+EX		0.002	90.19	2.59	2	4	6	Belirgin	r > 2
	-EX		0.002		2.28	2	4	6	Belirgin	r > 2
	+EY		0.002	4.49	1.22	2	4	6	Minimum	
	-EY		0.002		1.27	2	4	6	Minimum	
P25B	+EX		0.002	76.70	2.42	2	4	6	Belirgin	r > 2
	-EX		0.002		2.55	2	4	6	Belirgin	r > 2
	+EY		0.001	5.13	0.84	2	4	6	Minimum	
	-EY		0.001		0.84	2	4	6	Minimum	
P28B	+EX		0.002	60.19	1.83	2	4	6	Minimum	
	-EX		0.002		1.98	2	4	6	Minimum	
	+EY		0.002	10.32	1.22	2	4	6	Minimum	
	-EY		0.002		1.30	2	4	6	Minimum	
P28A	+EX		0.002	68.60	2.43	2	4	6	Belirgin	r > 2
	-EX		0.002		2.57	2	4	6	Belirgin	r > 2
	+EY		0.003	2.75	0.31	2	4	6	Minimum	
	-EY		0.003		0.31	2	4	6	Minimum	
1. BODRUM										
BAPB01	+EX		0.000	119.00	1.40	1	1	1	Göçme	Gevrek eleman
	-EX		0.000		1.40	1	1	1	Göçme	Gevrek eleman
	+EY		0.001	2.15	0.36	1	1	1	Minimum	
	-EY		0.001		0.36	1	1	1	Minimum	
PB02	+EX		0.000	3.14	1.69	2	4	6	Minimum	
	-EX		0.000		1.69	2	4	6	Minimum	
	+EY		0.001	20.14	1.80	2	4	6	Minimum	

Çizelge E.2 (devam): Lineer hesap sonucu perde hasar durumu.

PERDE HASAR DURUMU

Perde Adı	Yük	Sargı	Gör.Depl.	Vx/y [tf]	r	MN	GV	GÇ	Hasar	Hasar Nedeni
1. BODRUM (Devami ...)										
	-EY		0.001		1.98	2	4	6	Minimum	
BAPB02	+EX		0.000	142.37	1.76	1	1	1	Göçme	Gevrek eleman
	-EX		0.000		1.76	1	1	1	Göçme	Gevrek eleman
	+EY		0.001	1.57	0.43	1	1	1	Minimum	
	-EY		0.001		0.43	1	1	1	Minimum	
PB03	+EX		0.000	1.77	1.76	2	4	6	Minimum	
	-EX		0.000		1.96	2	4	6	Minimum	
	+EY		0.001	133.34	1.65	2	4	6	Minimum	
	-EY		0.001		1.73	2	4	6	Minimum	
BAPB03	+EX		0.000	148.05	1.76	1	1	1	Göçme	Gevrek eleman
	-EX		0.000		1.76	1	1	1	Göçme	Gevrek eleman
	+EY		0.000	1.40	0.43	1	1	1	Minimum	
	-EY		0.000		0.43	1	1	1	Minimum	
PB04	+EX		0.000	0.67	1.20	2	4	6	Minimum	
	-EX		0.000		1.15	2	4	6	Minimum	
	+EY		0.001	43.41	1.36	2	4	6	Minimum	
	-EY		0.001		1.39	2	4	6	Minimum	
BAPB04	+EX		0.000	148.75	1.75	1	1	1	Göçme	Gevrek eleman
	-EX		0.000		1.75	1	1	1	Göçme	Gevrek eleman
	+EY		0.000	1.18	0.43	1	1	1	Minimum	
	-EY		0.000		0.43	1	1	1	Minimum	
PB05	+EX		0.000	14.57	0.10	1	1	1	Minimum	
	-EX		0.000		0.10	1	1	1	Minimum	
	+EY		0.001	7.50	0.05	1	1	1	Minimum	
	-EY		0.001		0.05	1	1	1	Minimum	
BAPB05	+EX		0.000	148.11	1.75	1	1	1	Göçme	Gevrek eleman
	-EX		0.000		1.75	1	1	1	Göçme	Gevrek eleman
	+EY		0.000	0.93	0.43	1	1	1	Minimum	
	-EY		0.000		0.43	1	1	1	Minimum	
PB06	+EX		0.000	1.88	1.05	1	1	1	Göçme	Gevrek eleman
	-EX		0.000		1.09	1	1	1	Göçme	Gevrek eleman
	+EY		0.001	99.75	2.11	2	4	6	Belirgin	r > 2
	-EY		0.001		2.29	2	4	6	Belirgin	r > 2
BAPB06	+EX		0.000	142.93	1.76	1	1	1	Göçme	Gevrek eleman
	-EX		0.000		1.76	1	1	1	Göçme	Gevrek eleman
	+EY		0.000	0.58	0.44	1	1	1	Minimum	
	-EY		0.000		0.44	1	1	1	Minimum	
PB07	+EX		0.000	1.32	1.09	1	1	1	Göçme	Gevrek eleman
	-EX		0.000		0.85	2	4	6	Minimum	
	+EY		0.000	236.64	2.18	1	1	1	Göçme	Gevrek eleman
	-EY		0.000		2.31	1	1	1	Göçme	Gevrek eleman
BAPB07	+EX		0.000	121.55	1.41	1	1	1	Göçme	Gevrek eleman
	-EX		0.000		1.41	1	1	1	Göçme	Gevrek eleman
	+EY		0.000	4.96	0.12	1	1	1	Minimum	
	-EY		0.000		0.12	1	1	1	Minimum	
PB08	+EX		0.000	56.60	0.47	1	1	1	Minimum	
	-EX		0.000		0.47	1	1	1	Minimum	
	+EY		0.000	0.39	0.47	1	1	1	Minimum	
	-EY		0.000		0.47	1	1	1	Minimum	
BAPB08	+EX		0.000	3.88	0.95	1	1	1	Minimum	
	-EX		0.000		0.95	1	1	1	Minimum	
	+EY		0.000	151.78	1.76	1	1	1	Göçme	Gevrek eleman
	-EY		0.000		1.76	1	1	1	Göçme	Gevrek eleman
PB09	+EX		0.000	2.02	0.84	1	1	1	Minimum	
	-EX		0.000		0.84	1	1	1	Minimum	
	+EY		0.000	209.97	0.91	1	1	1	Minimum	
	-EY		0.000		0.91	1	1	1	Minimum	
BAPB09	+EX		0.000	2.62	2.51	1	1	1	Göçme	Gevrek eleman
	-EX		0.000		2.51	1	1	1	Göçme	Gevrek eleman
	+EY		0.000	202.94	2.39	1	1	1	Göçme	Gevrek eleman
	-EY		0.000		2.39	1	1	1	Göçme	Gevrek eleman
PB10	+EX		0.000	80.33	2.45	2	4	6	Belirgin	r > 2
	-EX		0.000		2.27	2	4	6	Belirgin	r > 2
	+EY		0.000	1.31	0.41	2	4	6	Minimum	
	-EY		0.000		0.41	2	4	6	Minimum	
BAPB10	+EX		0.000	1.00	0.55	1	1	1	Minimum	
	-EX		0.000		0.55	1	1	1	Minimum	

Çizelge E.2 (devam): Lineer hesap sonucu perde hasar durumu.

PERDE HASAR DURUMU

Perde Adı	Yük	Sargı	Gör.Depl.	Vx/y [tf]	r	MN	GV	GÇ	Hasar	Hasar Nedeni
1. BODRUM (Devamı ...)										
	+EY		0.000	121.82	2.54	1	1	1	Göçme	Gevrek eleman
	-EY		0.000		2.54	1	1	1	Göçme	Gevrek eleman
1. BODRUM Rijit Diyaframa Bağlı Olmayan Objeler										
	+EX		0.001	27.22	2.55	2	4	6	Belirgin	$r > 2$
PB01	-EX		0.001		2.64	2	4	6	Belirgin	$r > 2$
	+EY		0.001	7.94	1.27	2	4	6	Minimum	
	-EY		0.001		1.07	2	4	6	Minimum	



ÖZGEÇMİŞ



Adı Soyadı : Ozan Hebun SÜMELİ
Doğum Yeri ve Tarihi : Doğubayazıt 21.10.1993
E-posta : hebun.sumeli@gmail.com

ÖĞRENİM DURUMU:

- **Lisans** : 2015, İstanbul Teknik Üniversitesi, İnşaat Fakültesi, İnşaat Mühendisliği