T.C.
İSTANBUL ÜNİVERSİTESİ-CERRAHPAŞA
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

MEVCUT BETONARME BİR YAPININ TBDY 2018'e GÖRE DEPREM PERFORMANSININ ve GÜÇLENDİRME YÖNTEMİNİN BELİRLENMESİ

Mehmet Fırat KARAPINAR

DANIŞMAN
Doç. Dr. Barış SAYIN

II. DANIŞMAN
Dr. Öğr. Üyesi Barış GÜNEŞ

İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı

İnşaat Mühendisliği Programı

İSTANBUL-2020

Bu çalışma, 13.11.2020 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı, İnşaat Mühendisliği Programında Yüksek Lisans tezi olarak kabul edilmiştir.

Tez Jürisi

Doç. Dr. Barış SAYIN(Danışman)
İstanbul Üniversitesi-Cerrahpaşa
Mühendislik Fakültesi

Doç. Dr. Turgay COŞGUNI
İstanbul Üniversitesi – Cerrahpaşa
Mühendislik Fakültesi

Prof. Dr. Mücteba UYSAL
Yıldız Teknik Üniversitesi
İnşaat Fakültesi

20.04.2016 tarihli Resmi Gazete'de yayımlanan Lisansüstü Eğitim ve Öğretim Yönetmeliğinin 9/2 ve 22/2 maddeleri gereğince; Bu Lisansüstü teze, İstanbul Üniversitesi-Cerrahpaşa'nın abonesi olduğu intihal yazılım programı kullanılarak Lisansüstü Eğitim Enstitüsü'nün belirlemiş olduğu ölçütlere uygun rapor alınmıştır.

ÖNSÖZ

Hayatımın her anında yanımda duran ve özellikle tez çalışmam boyunca maddi, manevi desteğini esirgemeyen babam Mevlüt KARAPINAR, annem Menekşe FIRAT, ablalarım Türkan ORAL ve Pınar GÜRBÜZ, teyzelerim Hidayet FIRAT, Nurhayat DOĞAN ve Emine BAĞLAM, dayılarım Ekrem FIRAT ve Rüstem FIRAT'a sevgi ve saygılarımı sunuyorum.

Bu çalışmada yardım eden ve destek sağlayan; bilgi, deneyim ve hoşgörüsü ile çalışmamı destekleyen, yüksek lisans tezi süresince kendimi geliştirmeye yönelik adım atmama vesile olan, tezimin hazırlanmasında yolumu aydınlatan ve tecrübelerini benimle paylaşan değerli hocalarım Sayın Doç. Dr. Barış SAYIN ve Sayın Dr. Öğr. Üyesi Barış GÜNEŞ' e teşekkürü borç bilirim.

Kasım 2020 Mehmet Fırat KARAPINAR

İÇİNDEKİLER

Sayfa No

ÖNSÖZ ..... **iv**

İÇİNDEKİLER ..... **v**

ŞEKİL LİSTESİ ..... **ix**

TABLO LİSTESİ ..... **xv**

SİMGE VE KISALTMA LİSTESİ ..... **xvii**

ÖZET ..... **xxii**

SUMMARY ..... **xxiii**

1. GİRİŞ **1**

1.1.KONU 1

1.2. AMACI VE KAPSAMI 1

2. BENZER ÇALIŞMALAR **3**

3. 2018 TÜRKİYE BİNA DEPREM YÖNETMELİĞİ KRİTERLERİ **9**

3.1. DEPREM YER HAREKETİ DÜZEYLERİ 9

3.1.1. Deprem Yer Hareketi Düzeyi-1(DD-1) 9

3.1.2. Deprem Yer Hareketi Düzeyi-2 (DD-2) 9

3.1.3. Deprem Yer Hareketi Düzeyi-3 (DD-3) 9

3.1.4. Deprem Yer Hareketi Düzeyi-4 (DD-4) 9

3.2. DEPREM YER HAREKETİ SPEKTURMU 10

3.3. DEPREM TASARIM SINIFLARI 11

3.4. BİNA YÜKSEKLİK SINIFLARI 13

4. BETONARME BİNALARDA PERFORMANS KAVRAMI VE GÜÇLENDİRME YÖNTEMLERİ **14**

4.1. BİNA PERFORMANS SEVİYELERİ 14

4.1.1. Kesintisiz Kullanım (KK) Performans Düzeyi 14

4.1.2. Sınırlı Hasar (SH) Performans Düzeyi 14

4.1.3. Kontrollü Hasar (KH) Performans Düzeyi 14

4.1.4. Göçmenin Önlenmesi (GÖ) Performans Düzeyi 15

4.2. BİNA PERFORMANS HEDEFLERİ……...15
4.3. BİNA BİLGİ SEVİYELERİ……..17
4.3.1. Betonarme Binalarda Sınırlı Bilgi Düzeyi…….17
4.3.2. Betonarme Binalarda Kapsamlı Bilgi Düzeyi…….19
4.4. TAŞIYICI ELEMANLARDA HASAR BÖLGELERİ……..20
4.5. MEVCUT BİNALARIN PERFORMANSININ BELİRLENMESİ……..21
4.5.1. Mevcut Binalar için Sınırlı Hasar Performans Seviyesi..……...21
4.5.2. Mevcut Binalarda Kontrollü Hasar Performans Seviyesi……...21
4.5.3. Mevcut Binalarda Göçmenin Önlenmesi Performans Seviyesi……..21
4.6. BETONARME BİNALARDA GÜÇLENDİRME YÖNTEMLERİ…….22
4.6.1. Eleman Türünde Güçlendirme Yöntemleri……22
4.6.1.1. Kolonların Güçlendirilmesi……22
4.6.1.2. Kirişlerin Güçlendirilmesi……..27
4.6.1.3. Bölme Duvarların Güçlendirilmesi……29
4.6.2. Sistem Türünde Güçlendirme Yöntemleri……..32
4.6.2.1. Betonarme Perdeler Ekleme……...32
4.6.2.2. Yapıya Yeni Çerçeve Sistem Ekleme……..…….34
4.6.2.3. Sistem Kütlesinin Azaltılması…….……34
4.6.2.4. Yapıya Sismik İzolasyon Uygulanması……..…….34
4.6.2.5. Taşıyıcı Sisteme Çelik Çaprazlar Eklenmesi……...……35
5. BETONARME YAPILARIN ŞEKİL DEĞİŞTİRMEYE GÖRE ANALİZİ.....38
5.1. PLASTİK MAFSAL VE LİMİT YÜK KAVRAMI……...38
5.2. DOĞRUSAL OLMAYAN DAVRANIŞ MODELLERİ……...39
5.2.1. Yığılı Plastik Davranış Modeli……...39
5.2.2. Yayılı Plastik Davranış Modeli……..41
5.3. DOĞRUSAL OLMAYAN HESAP İÇİN MODELLEME KRİTERLERİ……43
5.3.1. Kolon ve Kiriş Modelleme Kriterleri……..43
5.3.2. Perde Modelleme Kriterleri……43
5.3.3. Bodrum Perdeleri ve Döşeme Modelleme Kriterleri……..43
5.3.4. Kütlelerin Modellenmesi……44
5.3.5. Dış Merkezlik Etkisinin Modellenmesi……..44
5.3.6. Elemanların Kesit Rijitlikleri……...……..44
5.4. BETONARME ELEMANLARIN ŞEKİL DEĞİŞTİRME SINIRLARI……...45
5.5. DOĞRUSAL OLMAYAN HESAP YÖNTEMLERİ……48

5.5.1. İtme Analizi……48
5.5.1.1. Tek Modlu İtme Analizi……..……48
5.5.1.2. Çok Modlu İtme Analizi……..……55
5.5.2. Zaman Tanım Alanında Doğrusal Olmayan Analiz……56
5.6. DEPREM ETKİSİNİN DİĞER ETKİLERLE BİRLEŞTİRİLMESİ…….58
6. SONLU ELEMANLAR YÖNTEMİ VE YAZILIM BİLGİSİ 59
6.1. SONLU ELEMANLAR YÖNTEMİ…….59
6.2. TEZDE KULLANILAN YAZILIMLAR……..60
6.2.1. Midas Gen……..60
6.2.2. Matlab……61
7. MEVCUT BETONARME BİR YAPININ ANALİZİ 62
7.1. YAPI HAKKINDA BİLGİ……..……..62
7.2. YAPININ DURUMUNUN İNCELENMESİ……64
7.2.1. Yapının Projelerinin İncelenmesi…….....64
7.2.1.1. Yapının Mimari Projelerinin İncelenmesi……..64
7.2.1.2. Yapının Statik Projelerinin İncelenmesi…….68
7.2.2. Yapıda Kullanılan Malzemelerin Tespiti……...71
7.3. PERFORMANS ANALİZİ KABULLERİ……....73
7.4. DEPREM KAYITLARININ SEÇİMİ VE ÖLÇEKLENDİRİLMESİ……...75
7.4.1. Deprem Kayıtlarının Seçimi……...76
7.4.2. Deprem Kayıtlarının Ölçeklendirilmesi……78
7.5. YAPININ MODELLENMESİ VE ANALİZİ……...92
7.6. YAPININ GÜÇLENDİRİLMİŞ MODELİ VE ANALİZİ…….98
8. BULGULAR.....100
9. TARTIŞMA VE SONUÇ. 104
KAYNAKLAR.....106
EKLER 111
EK.1. ANALİZ İÇİN MATLAB İLE OLUŞTURULAN KODLAR……....**111**
Ek 1.1. Yatay Elastik Spektrum Oluşturma……**111**
Ek 1.2. Deprem İvme Kayıtlarının Ölçeklendirilmesi ve Grafik Çiziminin Yapılması..**112**
Ek 1.3. Deprem Performansı ve Dayanımı Yetersiz Elemanların Belirlenmesi…….**132**

EK.2. MEVCUT DURUMDA ELEMANLARIN YERDEĞİŞTİRME SINIRLARI…....**162**

Ek 2.1. Göçmenin Önlenmesi Performans Düzeyi İçin Kolonların Yerdeğiştirme Sınırları…….…….**.....162**

Ek 2.2. Göçmenin Önlenmesi Performans Düzeyi İçin Perdelerin Yerdeğiştirme Sınırları……**...166**

Ek 2.3. Göçmenin Önlenmesi Performans Düzeyi İçin Kirişlerin Yerdeğiştirme Sınırları…….……..**168**

Ek 2.4. Kontrollü Hasar Performans Düzeyi İçin Kolonların Yerdeğiştirme Sınırları…**175**

Ek 2.5. Kontrollü Hasar Performans Düzeyi İçin Perdelerin Yerdeğiştirme Sınırları….**178**

Ek 2.6. Kontrollü Hasar Performans Düzeyi İçin Kirişlerin Yerdeğiştirme Sınırları…..**180**

Ek 2.7. Sınırlı Hasar Performans Düzeyi İçin Taşıyıcı Elemanların Yerdeğiştirme Sınırları…….……..**187**

EK.3. MEVCUT VE GÜÇLENDİRİLMİŞ YAPININ MODAL SONUÇLARI…..…..…..**187**

Ek 3.1. Mevcut Durum Modal Sonuçlar ……**187**

Ek 3.2. Güçlendirilmiş Durum Modal Sonuçlar…….**188**

EK.4. MEVCUT VE GÜÇLENDİRİLMİŞ YAPI KESME KUVVETLERİ…….....…..**189**

Ek 4.1. Mevcut ve Güçlendirilmiş Durum Ortalama Kolon Kesme Kuvvetleri…..……**189**

Ek 4.2. Mevcut ve Güçlendirilmiş Durum Ortalama Perde Kesme Kuvvetleri…..……..**193**

ÖZGEÇMİŞ 195

ŞEKİL LİSTESİ

Sayfa No

Şekil 3.1: Yatay elastik tasarım spektrum eğrisi (TBDY,2018)…….….11

Şekil 4.1: Kesit hasar bölgeleri (TBDY, 2018)……..20

Şekil 4.2: Betonarme sargı uygulaması……...23

Şekil 4.3: Çelik sargı yöntemi……...…..24

Şekil 4.4: Çelik sargı yöntemi uygulanmış betonarme kolon……..25

Şekil 4.5: Lifli polimer malzeme ile sarılmış betonarme kolon……..……26

Şekil 4.6: Mantolama yöntemi uygulanan betonarme bir kolon……..27

Şekil 4.7: Kirişlerin dıştan etriye eklenmesi ile güçlendirilmesi (TBDY, 2018)……...28

Şekil 4.8: Dıştan etriye ekleme yöntemi ile güçlendirilen betonarme kiriş…….28

Şekil 4.9: Betonarme kirişlere lifli polimer sargı uygulaması…….29

Şekil 4.10: Hasır donatı ile dolgu duvarların güçlendirilmesi işlemi (TBDY,2018)……...30

Şekil 4.11: Hasır donatı yerleştirilmiş dolgu duvar örneği……..31

Şekil 4.12: Lifli polimer şerit detayı……32

Şekil 4.13: Çerçeve sisteme betonarme perde eklenmesi…….……..33

Şekil 4.14: Çerçeve sisteme betonarme perde eklenmesi-2…….33

Şekil 4.15: Ankastre temelli ve sismik izolasyonlu yapı……..……...34

Şekil 4.16: Sismik izolasyon uygulanmış betonarme yapı……...……...35

Şekil 4.17: Çelik çapraz bağlantı türleri (Korkmaz, 2007)……..36

Şekil 4.18: Çelik çapraz elemanlarla güçlendirilen betonarme yapı……36

Şekil 4.19: Eleman türünde güçlendirme ile dayanım artışı (Moehle, 2000)……..…….37

Şekil 4.20: Sistem türünde güçlendirme ile dayanım artışı (Moehle, 2000)..…….37

Şekil 5.1: Kirişte mesnet bölgesinde plastik eğrilik değişimi ve plastik mafsal kabulü (Celep, 2007)……...40

Şekil 5.2: Kirişte açıklık bölgesinde plastik eğrilik değişimi ve plastik mafsal kabulü (Celep,2007)……41

Şekil 5.3: Betonarme perdenin yayılı plastik davranış modeli örneği…….42

Şekil 5.4: Sabit tek modlu statik itme eğrisi ve modal kapasite eğrisi (TBDY, 2018)……..…50

Şekil 5.5: Değişken tek modlu itme yöntemi modal kapasite eğrisi (TBDY, 2018)……52

Şekil 5.6: Spektrum ve modal kapasite eğrisi 1 (TBDY, 2018)…….54

Şekil 5.7: Spektrum ve modal kapasite eğrisi 2 (TBDY, 2018)…….54

Şekil 5.8: Spektrum ve modal kapasite eğrisi 3 (TBDY, 2018)…….55

Şekil 6.1: Sonlu elemanlar yöntemi ile modellenmiş minare……..60

Şekil 6.2: Sonlu elemanlar yöntemi ile modellenmiş araba…….60

Şekil 7.1: İnceleme konusu yapının genel görünüşü……...62

Şekil 7.2: İnceleme konusu yapının genel görünüşü 2……62

Şekil 7.3: İnceleme konusu yapının uydu görünümü…....……....63

Şekil 7.4: İnceleme konusu yapının uydu görünümü 2.....63

Şekil 7.5: Yapının vaziyet planı……...……...64

Şekil 7.6: Bodrum kat mimari planı……...…….65

Şekil 7.7: Zemin kat mimari planı……...65

Şekil 7.8: Normal katlar mimari planı……66

Şekil 7.9: Çatı katı mimari planı……..66

Şekil 7.10: Yapının kısa ve uzun doğrultu mimari kesitleri……..…67

Şekil 7.11: Yapının cephe görünüşleri……67

Şekil 7.12: Yapının temel planı……...68

Şekil 7.13: Bodrum kat kalıp planı……..69

Şekil 7.14: Zemin kat kalıp planı……69

Şekil 7.15: Normal katlar kalıp planı……..70

Şekil 7.16: Kısa periyot harita spektral ivme katsayısı, S_S……..73

Şekil 7.17: 1.0 saniye periyot için harita spektral ivme katsayısı, S_1……...74

Şekil 7.18: Mevcut yapının yatay elastik tasarım spektrumu……..74

Şekil 7.19: Fay yapı arasındaki mesafe kavramları……...……..77

Şekil 7.20: Tez kapsamında kullanılan matlab programı……78

Şekil 7.21: Deprem yer hareketi spektrumu ve ölçeklendirilmemiş bileşke deprem spektral ivme kayıtları…….79

Şekil 7.22: Deprem yer hareketi spektrumu ve ölçeklendirilmiş bileşke deprem spektral ivme kayıtları…….79

Şekil 7.23: Deprem yer hareketi spektrumu ve ölçeklendirilmemiş ortalama bileşke deprem spektral ivme kaydı……...…….80

Şekil 7.24: Deprem yer hareketi spektrumu ve ölçeklendirilmiş ortalama bileşke deprem spektral ivme kaydı…….80

Şekil 7.25: 1.depremin x yönü için ölçeklendirilmiş ve ölçeklendirilmemiş ivme zaman grafiği……..81

Şekil 7.26: 1.depremin y yönü için ölçeklendirilmiş ve ölçeklendirilmemiş ivme zaman grafiği……..81

Şekil 7.27: 2.depremin x yönü için ölçeklendirilmiş ve ölçeklendirilmemiş ivme zaman grafiği……..82

Şekil 7.28: 2.depremin y yönü için ölçeklendirilmiş ve ölçeklendirilmemiş ivme zaman grafiği……..82

Şekil 7.29: 3.depremin x yönü için ölçeklendirilmiş ve ölçeklendirilmemiş ivme zaman grafiği……..83

Şekil 7.30: 3.depremin y yönü için ölçeklendirilmiş ve ölçeklendirilmemiş ivme zaman grafiği……..83

Şekil 7.31: 4.depremin x yönü için ölçeklendirilmiş ve ölçeklendirilmemiş ivme zaman grafiği……..84

Şekil 7.32: 4.depremin y yönü için ölçeklendirilmiş ve ölçeklendirilmemiş ivme zaman grafiği……..84

Şekil 7.33: 5.depremin x yönü için ölçeklendirilmiş ve ölçeklendirilmemiş ivme zaman grafiği……..85

Şekil 7.34: 5.depremin y yönü için ölçeklendirilmiş ve ölçeklendirilmemiş ivme zaman grafiği……..85

Şekil 7.35: 6.depremin x yönü için ölçeklendirilmiş ve ölçeklendirilmemiş ivme zaman grafiği……..86

Şekil 7.36: 6.depremin y yönü için ölçeklendirilmiş ve ölçeklendirilmemiş ivme zaman grafiği……..86

Şekil 7.37: 7.depremin x yönü için ölçeklendirilmiş ve ölçeklendirilmemiş ivme zaman grafiği……..87

Şekil 7.38: 7.depremin y yönü için ölçeklendirilmiş ve ölçeklendirilmemiş ivme zaman grafiği……..87

Şekil 7.39: 8.depremin x yönü için ölçeklendirilmiş ve ölçeklendirilmemiş ivme zaman grafiği……..88

Şekil 7.40: 8.depremin y yönü için ölçeklendirilmiş ve ölçeklendirilmemiş ivme zaman grafiği……..88

Şekil 7.41: 9.depremin x yönü için ölçeklendirilmiş ve ölçeklendirilmemiş ivme zaman grafiği……..89

Şekil 7.42: 9.depremin y yönü için ölçeklendirilmiş ve ölçeklendirilmemiş ivme zaman grafiği……..89

Şekil 7.43: 10.depremin x yönü için ölçeklendirilmiş ve ölçeklendirilmemiş ivme zaman grafiği……..90

Şekil 7.44: 10.depremin y yönü için ölçeklendirilmiş ve ölçeklendirilmemiş ivme zaman grafiği……..90

Şekil 7.45: 11.depremin x yönü için ölçeklendirilmiş ve ölçeklendirilmemiş ivme zaman grafiği……..91

Şekil 7.46: 11.depremin y yönü için ölçeklendirilmiş ve ölçeklendirilmemiş ivme zaman grafiği……..91

Şekil 7.47: Mevcut betonarme yapının 3 boyutlu analiz modeli…….....92

Şekil 7.48: Mevcut betonarme yapının 3 boyutlu analiz modeli-2…….....92

Şekil 7.49: Sargılı ve sargısız betonun gerilme-şekildeğiştirme ilişkisi (Mander ve diğ,1988)……..93

Şekil 7.50: Sargılı ve sargısız betonun gerilme-şekildeğiştirme ilişkisi-2 (TBDY, 2018)…...93

Şekil 7.51: Midas Gen programı ile betonun inelastik özelliklerinin tanımlanması……94

Şekil 7.52: Donatı çeliğinin gerilme-şekildeğiştirme ilişkisi (TBDY, 2018)……..94

Şekil 7.53: Midas Gen programı ile donatının inelastik özelliklerinin tanımlanması……..95

Şekil 7.54: Midas Gen programı ile fiber mafsal tanımlaması……....95

Şekil 7.55: Midas Gen programı ile fiber mafsal tanımlaması-2…….96

Şekil 7.56: Statik yüklerin tanımlanması……96

Şekil 7.57: Deprem ivme kayıtlarının programa eklenmesi……97

Şekil 7.58: Zaman tanım analizi için matlab ile oluşturulan kod…….97

Şekil 7.59: Bodrum kat güçlendirme aplikasyonu……..…...…….98

Şekil 7.60: Güçlendirme işleminde kullanılan donatının inelastik özelliklerinin tanımlanması……...…..…….98

Şekil 7.61: Güçlendirme işleminde kullanılan betonun inelastik özelliklerinin tanımlanması……..….99

TABLO LİSTESİ

Sayfa No

Tablo 3.1: Kısa periyot bölgesi için yerel zemin etki katsayıları (TBDY, 2018)…….10

Tablo 3.2: 1.0 saniye periyot için yerel zemin etki katsayıları (TBDY,2018)…….10

Tablo 3.3: Bina kullanım sınıfları ve bina önem katsayıları (TBDY,2018)……12

Tablo 3.4: Deprem tasarım sınıfları (TBDY,2018)…….12

Tablo 3.5: Bina yükseklik sınıfları ve deprem tasarım sınıflarına göre tanımlanan yükseklik aralıkları (TBDY,2018) ……..13

Tablo 4.1: Yeni yapılacak yerinde dökme betonarme, önüretimli betonarme ve çelik binalar (BYS ≥ 2) (TBDY,2018)…….15

Tablo 4.2: Yeni yapılacak veya mevcut yüksek binalar (BYS = 1) (TBDY, 2018)……..…15

Tablo 4.3: Mevcut yerinde dökme betonarme, önüretimli betonarme ve çelik binalar (BYS ≥ 2) (TBDY, 2018)……16

Tablo 4.4: Yeni yapılacak deprem yalıtımlı binalar – üstyapı (TBDY, 2018)…….16

Tablo 4.5: Deprem yalıtımı yapılarak güçlendirilecek mevcut binalar – üstapı (TBDY,2018)……..16

Tablo 4.6: Yeni yapılacak ve güçlendirilecek deprem yalıtımlı binalar – yalıtım sistemi ve altyapı (TBDY, 2018)…….17

Tablo 4.7: Binalar için bilgi düzeyi katsayıları (TBDY, 2018)……...17

Tablo 5.1: Beton ve donatı çeliğinin ortalama dayanımları (TBDY, 2018)……...…….43

Tablo 5.2: Hareketli yük kütle katılım sayısı (TBDY, 2018)……..44

Tablo 5.3: Taşıyıcı sistem elemanlarının etkin kesit rijitlikleri (TBDY, 2018)……...…....45

Tablo 5.4: Donatı çeliği özellikleri (TBDY, 2018)……...……..47

Tablo 7.1: Beton numunelerinin özellikleri……...71-72

Tablo 7.2: Yerel zemin sınıfları (TBDY, 2018)……75-76

Tablo 7.3: Seçilen deprem kayıtları……...76-77

Tablo 8.1: Her kat için sınırlı hasar bölgesinin ilerisine geçen kirişlerin yüzdesi……98

Tablo 8.2: Her kat için belirgin hasar bölgesinin ilerisine geçen kirişlerin yüzdesi……98

Tablo 8.3: X yönünde her kat için belirgin hasar bölgesinin ilerisine geçen düşey elemanlar tarafından taşınan kesme kuvveti yüzdesi……...99

Tablo 8.4: Y yönünde her kat için belirgin hasar bölgesinin ilerisine geçen düşey elemanlar tarafından taşınan kesme kuvveti yüzdesi……...99

Tablo 8.5: X yönünde herhangi bir katta alt ve üst kesitlerinin ikisinde birden belirgin hasar bölgesi aşılmış olan elemanlar tarafından taşınan kesme kuvvetinin o kattaki toplam kesme kuvvetine oranı…….99-100

Tablo 8.6: Y yönünde herhangi bir katta alt ve üst kesitlerinin ikisinde birden belirgin hasar bölgesi aşılmış olan elemanlar tarafından taşınan kesme kuvvetinin o kattaki toplam kesme kuvvetine oranı……...100

Tablo 8.7: Her kat için göçme bölgesine geçen kirişlerin yüzdesi……100

Tablo 8.8: Güçlendirilmiş yapıda her kat için sınırlı hasar bölgesinin ilerisine geçen kirişlerin yüzdesi……...103

Tablo 8.9: Güçlendirilmiş yapıda her kat için belirgin hasar bölgesinin ilerisine geçen kirişlerin yüzdesi……...103

SİMGE VE KISALTMA LİSTESİ

Simgeler **Açıklama**

A_{sh} : Dikdörtgen kesitlerde enine donatının alanı

A_{OS} : Dairesel kesitlerde enine donatının alanı

a_i : Yatayda bir etriye kolu veya çiroz tarafından mesnetlenen boyuna donatıların eksenleri arasındaki uzaklık

$a_1^{(X,k)}$: (X) deprem doğrultusu için k'ıncı itme adımında birinci moda ait modal tek serbestlik dereceli sistemin modal sözde ivmesi

a_{y1} : Birinci mod için akma sözde ivmesi

b : Çelik sargıda yatay plakaların genişliği

b_o : Göbek betonunu sargılayan etriyelerin eksenleri arasında kalan kesit boyutu

b_k : Çekirdek boyutu (en dıştaki donatı eksenleri arasındaki uzaklık)

b_w : Kirişn gövde genişliği

C_R : Spektral yerdeğiştirme oranı

d : Kirişin ve kolonun faydalı yüksekliği

d_b : Boyuna donatı çapı (çekmede ortalama)

$d_1^{(X,k)}$: (X) deprem doğrultusu için k'ıncı itme adımında birinci moda ait modal tek serbestlik dereceli sistemin modal yerdeğiştirmesi

$d_{1,max}^{(X)}$: (X) deprem doğrultusu için modal tek serbestlik dereceli sistemin enbüyük yerdeğiştirmesi

D : Spiral/sargı donatısı eksenleri uzaklığı

$E_d^{(H)}$: Doğrultusu birleştirmesi uygulanmış tasarıma esas yatay deprem etkisi

$E_d^{(X)}$: X doğrultusundaki depremin etkisi altında tasarıma esas deprem etkisi

$E_d^{(Y)}$: Y doğrultusundaki depremin etkisi altında tasarıma esas deprem etkisi

$E_d^{(Z)}$: Z doğrultusundaki depremin etkisi altında tasarıma esas deprem etkisi

$(EI)_e$: Yığılı plastik davranışına göre modellenen kolon, kiriş, bağ kirişi veya perdelerin etkin kesit rijitliği

f_{ce} : Betonun ortalama (beklenen) basınç dayanımı

f_{ck} : Betonun karakteristik basınç dayanımı

f_{ctm} : Mevcut binalardaki betonun hesaplanan çekme dayanımı

f_e : Elastik dayanım talebi

f_{sy} : Donatı çeliğinin akma dayanımı

f_{su} : Donatı çeliğinin kopma dayanımı

f_{ye} : Çeliğin ortalama (beklenen) akma dayanımı

f_{yk} : Çeliğin karakteristik akma dayanımı

f_{yw} : Çelik sargıda çeliğin akma dayanımı

h : Kesit yüksekliği

h_o : Göbek betonunu sargılayan etriyelerin eksenleri arasında kalan kesit boyutu

G : Sabit yük etkisi

g : Yer çekimi ivmesi

L_s : Kesme açıklığı

L_p : Plastik mafsal boyu

M_y : Etkin akma momenti

m_i : İ'inci kat etkin kütlesi

$m_{ix1}^{(X,1)}$: (X) deprem doğrultusu için x ekseni doğrultusunda birinci itme adımında belirlenen ve itme hesabı boyunca hiç değiştirilmeyen sabit mod şekline göre hesaplanan i'inci kat modal etkin kütlesi

$m_{iy1}^{(X,1)}$: (X) deprem doğrultusu için y ekseni doğrultusunda birinci itme adımında belirlenen ve itme hesabı boyunca hiç değiştirilmeyen sabit mod şekline göre hesaplanan i'inci kat modal etkin kütlesi

$m_{i\theta 1}^{(X,1)}$: (X) deprem doğrultusu için z ekseni doğrultusunda birinci itme adımında belirlenen ve itme hesabı boyunca hiç değiştirilmeyen sabit mod şekline göre hesaplanan i'inci kat modal etkin kütle eylemsizlik momenti

$m_{ix1}^{(X,k)}$: (X) deprem doğrultusu için x ekseni doğrultusunda herbir k'ıncı itme adımında serbest titreşim hesabı ile yenilenen değişken mod şekline göre hesaplanan i'inci kat modal etkin kütlesi

$m_{iy1}^{(X,k)}$: (X) deprem doğrultusu için y ekseni doğrultusunda herbir k'ıncı itme adımında serbest titreşim hesabı ile yenilenen değişken mod şekline göre hesaplanan i'inci kat modal etkin kütlesi

$m_{i\theta 1}^{(X,k)}$: (X) deprem doğrultusu için x ekseni doğrultusunda herbir k'ıncı itme adımında serbest titreşim hesabı ile yenilenen değişken mod şekline göre hesaplanan i'inci kat modal etkin kütle eylemsizlik momenti

m_j : Tipik sonlu düğüm noktası j'ye etkiyen tekil kütle

$m_{tx1}^{(X,1)}$: (X) deprem doğrultusu için x ekseni doğrultusunda birinci itme adımında belirlenen ve itme hesabı boyunca hiç değiştirilmeyen sabit mod şekline göre hesaplanan taban kesme kuvveti modal etkin kütlesi

n : Hareketli yük kütle katılım katsayısı

R_y : Akma dayanımı azaltma katsayısı

Q : Hareketli yük etkisi

$\mathbf{S}$: Kar yükü etkisi

$\mathbf{s}$: Çelik sargıda yatay plakaların aralığı, donatı aralığı

$\mathbf{S_{ae}\ (T)}$: Yatay elastik tasarım spektral ivmesi

$\mathbf{S_{di}\ (T_1)}$: Birinci doğal titreşim periyodu T_1'e karşı gelen doğrusal olmayan spektral yerdeğiştirme

$\mathbf{S_{de}\ (T_1)}$: Birinci doğal titreşim periyodu T_1'e karşı gelen doğrusal elastik spektral yerdeğiştirme

$\mathbf{S_{DS}}$: Kısa periyot tasarım spektral ivme katsayısı

$\mathbf{S_{D1}}$: 1.0 saniye periyot için tasarım spektral ivme katsayısı

$\mathbf{S_S}$: Kısa periyot harita spektral ivme katsayısı

$\mathbf{S_1}$: 1.0 saniye periyot için harita spektral ivme katsayısı

$\mathbf{H_N}$: Bina Toplam Yüksekliği

$\mathbf{t_j}$: Çelik sargıda yatay plakaların kalınlığı

$\mathbf{T}$: Doğal titreşim periyodu

$\mathbf{T_A}$: Yatay elastik tasarım ivme spektrumu köşe periyodu

$\mathbf{T_B}$: Yatay elastik tasarım ivme spektrumu köşe periyodu

$\mathbf{T_L}$: Yatay elastik tasarım spektrumunda sabit yerdeğiştirme bölgesine geçiş Periyodu

$\mathbf{T_1}$: Birinci doğal moda ait titreşim periyodu

$\mathbf{u_{Nx1}^{(X,k)}}$: (X) deprem doğrultusu için k'ıncı itme adımında N'inci katta (binanın tepesinde) x ekseni doğrultusunda hesaplanan yerdeğiştirme

$\mathbf{V_e}$: Kolon, kiriş ve perdelerde esas alınan tasarım kesme kuvveti

$\mathbf{V_j}$: Çelik sargı ile sağlanan ek kesme dayanımı

$\mathbf{V_{tx1}^{(X,k)}}$: (X) deprem doğrultusu için k'ıncı itme adımında x ekseni doğrultusunda hesaplanan taban kesme kuvveti

$\boldsymbol{\alpha_{se}}$: Kesitlerde sargı donatısı etkinlik katsayısı

$\boldsymbol{\varepsilon_c^{(GÖ)}}$: Göçmenin önlenmesi performans düzeyi için verilen sargılı beton birim kısalması

$\boldsymbol{\varepsilon_c^{(KH)}}$: Kontrollü hasar performans düzeyi için verilen sargılı beton birim kısalması

$\boldsymbol{\varepsilon_c^{(SH)}}$: Sınırlı hasar performans düzeyi için verilen sargılı beton birim kısalması

$\boldsymbol{\varepsilon_s^{(GÖ)}}$: Göçmenin önlenmesi performans düzeyi için verilen donatı çeliği birim şekil değiştirmesi sınırı

$\boldsymbol{\varepsilon_s^{(KH)}}$: Kontrollü hasar performans düzeyi için verilen donatı çeliği birim şekil değiştirmesi sınırı

$\boldsymbol{\varepsilon_s^{(SH)}}$: Sınırlı hasar performans düzeyi için verilen donatı çeliği birim şekil değiştirmesi sınırı

ε_{sy} : Donatı çeliğinin akma birim şekil değiştirmesi

ε_{sh} : Donatı çeliğinin pekleşme başlangıcındaki birim şekil değiştirmesi

ε_{su} : Donatı çeliğinin kopma birim şekil değiştirmesi

$\Delta a_1^{(X,k)}$: (X) deprem doğrultusu için k'ıncı itme adımında birinci moda ait modal tek serbestlik dereceli sistemin modal sözde-ivme artırımı

$\Delta d_1^{(X,k)}$: (X) deprem doğrultusu için k'ıncı itme adımında birinci moda ait modal tek serbestlik dereceli sistemin modal yerdeğiştirmesi

$\Delta f_{ix1}^{(X,k)}$: (X) deprem doğrultusu için k'ıncı itme adımında i'inci katta x ekseni doğrultusunda etkiyen deprem yükü artırımı

$\Delta f_{iy1}^{(X,k)}$: (X) deprem doğrultusu için k'ıncı itme adımında i'inci katta y ekseni doğrultusunda etkiyen deprem yükü artırımı

$\Delta f_{i\theta 1}^{(X,k)}$: (X) deprem doğrultusu için k'ıncı itme adımında i'inci katta z ekseni doğrultusunda etkiyen deprem yükü artırımı

$\Delta u_{ix1}^{(X,k)}$: (X) deprem doğrultusu için k'ıncı itme adımında i'inci katta x ekseni doğrultusunda hesaplanan yerdeğiştirme artımı

$\Delta u_{iy1}^{(X,k)}$: (X) deprem doğrultusu için k'ıncı itme adımında i'inci katta y ekseni doğrultusunda hesaplanan yerdeğiştirme artımı

$\Delta u_{i\theta 1}^{(X,k)}$: (X) deprem doğrultusu için k'ıncı itme adımında i'inci katta x ekseni doğrultusunda hesaplanan yerdeğiştirme artımı

$\Phi_{ix1}^{(1)}$: i'inci katta birinci itme adımında belirlenen ve itme hesabı boyunca hiç değiştirilmeyen sabit mod şeklinin x doğrultusundaki genliği

$\Phi_{iy1}^{(1)}$: i'inci katta birinci itme adımında belirlenen ve itme hesabı boyunca hiç değiştirilmeyen sabit mod şeklinin y doğrultusundaki genliği

$\Phi_{i\theta 1}^{(1)}$: i'inci katta birinci itme adımında belirlenen ve itme hesabı boyunca hiç değiştirilmeyen sabit mod şeklinin z ekseni etrafındaki dönme genliği

$\Phi_{ix1}^{(k)}$: i'inci katta her bir k'ıncı itme adımında serbest titreşim hesabı ile yenilenen değişken mod şeklinin x doğrultusundaki genliği

$\Phi_{iy1}^{(k)}$: i'inci katta her bir k'ıncı itme adımında serbest titreşim hesabı ile yenilenen değişken mod şeklinin y doğrultusundaki genliği

$\Phi_{i\theta 1}^{(k)}$: i'inci katta her bir k'ıncı itme adımında serbest titreşim hesabı ile yenilenen değişken mod şeklinin z ekseni etrafındaki dönme genliği

Φ_y : Akma eğriliği

Φ_u : Göçme öncesi eğrilik

$\Gamma_1^{(X,1)}$: (X) deprem doğrultusu için birinci itme adımında belirlenen ve itme hesabı boyunca hiç değiştirilmeyen sabit mod şekline göre hesaplanan modal katkı çarpanı

$\Gamma_1^{(X,k)}$: (X) deprem doğrultusu için her bir k'ıncı itme adımında serbest titreşim hesabı ile yenilenen değişken mod şekline göre hesaplanan modal katkı çarpanı

$\mu(R_y, T_1)$: Akma dayanımı azaltma katsayısı ve birinci doğal titreşim periyoduna göre hesaplanan süneklik talebi

w_{we} : Etkin sargı donatısının mekanik donatı oranı

W_J : Tipik sonlu eleman düğüm noktası j'ye etkiyen tekil ağırlık

W_{GJ} : Tipik sonlu eleman düğüm noktası j'ye etkiyen tekil sabit ağırlık

W_{QJ} : Tipik sonlu eleman düğüm noktası j'ye etkiyen tekil ek hareketli ağırlık

ρ_{sh} : Kesitlerde yatay doğrultudaki hacimsel enine donatı oranının küçük olanı

$\rho_{sh,min}$: İki yatay doğrultuda hacimsel enine donatı oranının küçük olanı

θ_y : Akma durumu için yerdeğiştirmiş eksen dönmesi

$\theta_p^{(GÖ)}$: Göçmenin önlenmesi performans düzeyi için izin verilen plastik dönme sınırı

$\theta_p^{(KH)}$: Kontrollü hasar performans düzeyi için verilen plastik dönme sınırı

$\theta_p^{(SH)}$: Sınırlı hasar performans düzeyi için verilen plastik dönme sınırı

$\omega_1^{(k)}$: Her bir k'ıncı itme adımında yenilenen serbest titreşim hesabından bulunan birinci mod doğal açısal frekansı

Kısaltmalar **Açıklama**

AFAD : Afet ve Acil Durum Yönetimi Başkanlığı

BKS : Bina Kullanım Sınıfı

BYS : Bina Yükseklik Sınıfı

DD-1 : Deprem Yer Hareketi Düzeyi-1

DD-2 : Deprem Yer Hareketi Düzeyi-2

DD-3 : Deprem Yer Hareketi Düzeyi-3

DD-4 : Deprem Yer Hareketi Düzeyi-4

DGT : Dayanıma Göre Tasarım

DTS : Deprem Tasarım Sınıfı

GÖ : Göçmenin Önlenmesi

KH : Kontrollü Hasar

KK : Kesintisiz Kullanım

SH : Sınırlı Hasar

ŞGDT : Şekil Değiştirmeye Göre Tasarım

TBDY : Türkiye Bina Deprem Yönetmeliği

ÖZET

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Mevcut Betonarme Bir Yapının Tbdy 2018'e Göre Deprem Performansının Ve Güçlendirme Yönteminin Belirlenmesi

Mehmet Fırat KARAPINAR

İstanbul Üniversitesi-Cerrahpaşa

Lisansüstü Eğitim Enstitüsü

İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı

Danışman : Doç. Dr. Barış SAYIN

II. Danışman : Dr. Öğr. Üyesi Barış GÜNEŞ

Bu çalışmada, mevcut betonarme bir binanın performans seviyesi belirlenerek güçlendirme önerileri sunulmuştur. İlk etapta yapının projesi, beton dayanımı, donatı miktarı ve dayanımı incelenmiştir. Buna bağlı olarak MİDAS GEN programı ile yapının modeli oluşturulmuştur. Mevcut yapıların analiz metotlarından biri olan doğrusal olmayan zaman tanım alanında analiz yönteminin uygulanabilmesi için 11 adet deprem kaydı seçilmiştir. Bu kayıtlar TBDY 2018'e göre ölçeklendirilmiştir ve analizler yapılmıştır. Analiz sonuçlarını TBDY 2018 ışığında değerlendirebilmek için MATLAB programı kullanılarak yazılım kodları oluşturulmuştur. Bahsi geçen kodlar kullanılarak taşıyıcı elemanların hangi hasar bölgesinde olduğu belirlenmiştir ve yapının performans düzeyi saptanmıştır. Buna mukabil olarak bazı taşıyıcı elemanlarda güçlendirme yapılması gerektiği belirlenmiştir ve uygulanabilecek güçlendirme yöntemleri sunulmuştur.

Kasım 2020, 218 sayfa.

Anahtar kelimeler: Betonarme, Güçlendirme, Yapı Performansı, TBDY 2018

SUMMARY

M.Sc. THESIS

Determination Of Performance Level And Strengthening Proposal Of An Existing Reinforced Concrete According To 2018 Tsc

Mehmet Fırat KARAPINAR

Istanbul University-Cerrahpasa

Institute of Graduate Studies

Department of Civil Engineering

Supervisor : Assoc. Prof. Dr. Barış SAYIN

Co-Supervisor : Assist. Prof. Dr. Barış GÜNEŞ

In this study, reinforcement suggestions have been presented by determining the performance level of an existing reinforced concrete building. Firstly, Project of the building, concrete strength, rebar quantity and its strength had been examined. Accordingly, the model of the building had been created with the MİDAS GEN program. 11 earthquake records had been chosen to apply nonlinear time history analysis which is one of analysis models of existing buildings. These records had been scaled according to TSC 2018 and analyzes had been done. Software codes had been created using MATLAB program to evaulate analysis results according to TSC 2018. Damage zone of structural elements and performance level of the building had been determined using by these codes. Accordingly, some of structural elements which should be strengthed had been determined and retrofit methods that can be applied have been presented.

November 2020, 218 pages.

Keywords: Reinforced Concrete, Retrofit, Strengthening, Performance level, 2018 Tsc

1. GİRİŞ

1.1 KONU

İnsanoğlunun karşı karşıya kaldığı felaketlerin en tehlikelilerden birisi olan deprem her yıl binlerce can kaybına neden olmaktadır. Son yıllarda mühendislik alanında yaşanan gelişmeler ile modern sisteme uygun olarak yapılan binalar deprem karşısında kendini koruyabilmekte ve can kayıpları azalmaktadır. Ancak modern mühendislik bilgilerine göre inşa edilmemiş olan eski bina olarak adlandırabileceğimiz yapılar ciddi tehlike oluşturmaktadır. Bundan dolayıdır ki bu yapılar ya yıkılıp yeniden yapılmalı ya da günümüz mühendisliğine uygun bir şekilde güçlendirilmelidir. Yapının yeniden inşası yerine güçlendirme vasıtasıyla deprem karşısında dayanıklı durumda olabileceği ihtimali düşünüldüğünde, zaman ve maliyet açısından güçlendirme seçeneği biraz daha öne çıkmaktadır.

Betonarme yapılara uygulanacak güçlendirme yöntemini belirlemek için çeşitli analiz yöntemleri kullanılarak yapının performans düzeyi belirlenmektedir. Sonlu elemanlar yöntemi yapının doğrusal olmayan davranışını belirlemek için kullanılan en iyi yöntemlerden birisidir. Bu yöntemi temel alan analiz programları ve modern mühendisliğin ihtiyaçlarına uygun bir şekilde belirlenen 2018 Türk Bina Deprem Yönetmeliği [1] kullanılarak yapılar doğrusal olmayan şekilde analiz edilebilmekte, binaların kullanım amacına ve deprem durumuna göre performans hedefleri öngörülmekte ve hesap sonuçlarının hangi performans düzeyine karşılık geldiği saptanabilmektedir. Performans seviyesine göre mevcut yapının kesin olarak yıkılıp yeniden yapılması ya da güçlendirme uygulanması net olarak belirlenebilmektedir.

1.2 AMACI VE KAPSAMI

Betonarme yapıların doğrusal veya doğrusal olmayan davranışının belirlenmesi amacıyla çeşitli analiz yöntemleri kullanılmaktadır [2]. En çok tercih edilen yöntem olan Sonlu elemanlar yöntemi yapının deprem etkisi altındaki davranışını incelemede ve elastik-elastik ötesi davranışının belirlenmesinde önemli bir rol oynamaktadır. 2018 Türk Bina Deprem Yönetmeliğine [1] göre betonarme yapıların maruz kalacağı yüklemeler etkisinde dayanımının belirlenmesi için çeşitli yöntemler bulunmaktadır. Yeni yapılan yapılar günümüzde elde edilen

teknolojik gelişmelere göre hazırlanan yönetmeliklere göre tasarlanması ve inşası aşamasında belirsizlikler minimum düzeye indirilmektedir. Buna karşın mevcut binaların yapısal performansının belirlenmesinde farklı parametreler söz konusu olabilmektedir. Bu aşamada, mevcut yapılar dikkate alındığında eski yönetmelikler dikkate alınarak tasarımı yapılan binaların modern mühendisliğin ulaştığı bilgi seviyesi ve yönetmelikler esas alınarak deprem etkisi altındaki performansının belirlenmesi gerekmektedir. Bu durum, anılan yapıların mevcut durumu için yapısal güvenliğinin kontrol edilmesi ve kullanım ömrünün arttırılması açısından bir gerekliliktir. 2018 Türk Bina Deprem yönetmeliğinde [1] mevcut binaların deprem performansı, uygulanan deprem etkisi altında binada oluşması beklenen durumu ile ilişkilendirilmekte ve dört farklı hasar durumu esas alınarak tanımlanmaktadır. Böylelikle binaların kullanım amacına ve deprem durumuna göre performans hedefleri öngörülmekte ve hesap sonuçlarının hangi performans düzeyine karşılık geldiği belirlenmektedir. Gerçekleştirilmesi hedeflenen tez çalışmasında, genel sınırları belirtilen hususlar dikkate alınarak ilk aşamada, betonarme bir yapının mevcut performansı sonlu elemanlar modelini esas alan yapısal analiz programı ile belirlenecektir. İkinci aşamada, 2018 TBDY' ne [1] göre yeterli dayanıma ulaştırmak amacıyla güçlendirme yöntemi sunulacaktır.

Tez çalışmasında, öncelikle mevcut bir betonarme binanın yeni yürürlüğe giren Türkiye Bina Deprem Yönetmeliği (TBDY 2018)'e [1] göre performans analizleri gerçekleştirilecektir. Elde edilen sonuçlar ve TBDY 2018 [1] göz önüne alınarak güçlendirme önerileri ortaya konularak, yapının güçlendirmiş modeli analiz edilecektir. Analizler "Şekil değiştirme" esaslı olarak yapılacak ve "Zaman Tanım Alanında Doğrusal Olmayan Hesap Yöntemi" kullanılacaktır.

2. BENZER ÇALIŞMALAR

Yüzbaşı ve Yerli [3] ‘’Betonarme Yapıların Deprem Etkisi Altında Performans Analizlerinin Yapılması ve Güçlendirilmesi ‘’ başlıklı çalışmalarında iki farklı betonarme yapıyı 2007 deprem yönetmeliğine [4] göre analiz etmişlerdir. Yapılan analizlere neticesinde binanın performans düzeyini belirlemişlerdir. Belirlenen performans düzeyleri sonucunda yapılar için maliyet oranı da dikkate alınarak binaların güçlendirilmesi veya yeninden yapılması konusundan önerilerde bulunmuşlardır.

Keleşoğlu ve diğ. [5] ‘’ Mevcut Betonarme Bir Yapının 2007 Deprem Yönetmeliğine Göre Performansının Belirlenmesi ve Güçlendirme Önerisi ‘’ adlı çalışmalarında 1995 yılında yapılmış olan 5 katlı betonarme bir yapıyı 2007 deprem yönetmeliğine [4] göre analiz etmişlerdir. İlk aşamada yapılan analiz sonuçlarını dikkate alarak binanın can güvenliği performans düzeyine uyumluluğunu incelemişlerdir. İkinci aşamada ise mevcut bina gereken şartları sağlamadığı için yönetmeliğe uygun bir şekilde güçlendirme önerisinde bulunmuşlardır.

Ergün ve diğ. [6] ‘’ Mevcut Betonarme Binaların Deprem Güvenliğinin İncelenmesi ve Güçlendirilmesi Çalışmaları İçin Afyonkarahisar’dan Bir Hastane Örneği‘’ başlıklı çalışmalarında 1991 yılında inşa edilmiş olan hastane binasını yapısal analiz programı kullanarak analiz etmişlerdir. Analiz neticesinde bina performans düzeyini belirleyerek güçlendirme önerisinde bulunmuşlardır.

Arı ve diğ. [7] ‘’ Afyon Depreminde Hasar Görmüş Betonarme Bir Yapının Güçlendirme Çalışması ‘’ konulu çalışmalarında 2002 yılında meydana gelen Afyon depreminde hasar gören betonarme bir yapıyı analiz etmişlerdir. Yaptıkları analiz neticesinde yapı için en ideal güçlendirme metodunu belirleyerek güçlendirme projesini hazırlamışlardır ve uygulama aşamasında karşılaşılan sorunları ele almışlardır.

Severcan ve Sınanı [8] ‘’ Mevcut Betonarme Yapıların Deprem Performansının Analizi ‘’ başlıklı çalışmalarında 8 katlı betonarme bir yapıyı incelemişlerdir. Sap2000 programını kullanarak doğrusal olmayan itme analizi metoduyla yapıyı analiz ederek taşıyıcı elemanlarda hasar düzeylerini saptamışlardır ve performans seviyesini belirlemişlerdir. Son aşamada ise her iki yönetmeliğe göre karşılaştırma yapmışlardır.

Olbak ve Naimi [9] ‘’ Kentsel Dönüşüm Uygulanmış 5 Katlı İki Yapı Örneğinin Deneysel Verileri Kullanılarak Doğrusal Olmayan Analiz Yöntemleri ile Güçlendirme Sonuçlarının İrdelenmesi ‘’ başlıklı çalışmalarında kentsel dönüşüm kapsamında riskli yapı olarak tanımlanan iki farklı betonarme yapıyı incelemişlerdir. Doğrusal olmayan analiz yöntemlerinden artımsal eşdeğer deprem yükü ve artımsal mod birleştirme yöntemlerini kullanarak yapıları analiz etmişlerdir. Analizler sonucunda mevcut yapıları için güçlendirme yöntemleri önermişlerdir ve yapıların güçlendirilmiş hallerini karşılaştırmışlardır.

Kap ve diğ. [10] ‘’ Mevcut Betonarme Binaların 2007 Deprem Yönetmeliğine Göre İncelenmesi, Örnek Uygulama ’’ adlı çalışmalarında 1995 yılında yapılmış olan betonarme bir yapıyı analiz programları kullanarak incelemişlerdir. Analizlerden elde edilen sonuçları 2007 deprem yönetmeliğini [4] de göz önüne olarak değerlendirmişlerdir.

Tekin ve diğ. [11] ‘’ Betonarme Bir Yapının Performansa Dayalı Tasarımı: Deplasmana Dayalı Sismik Yaklaşım ve Yer Değiştirme Katsayıları Yöntemi ‘’ başlıklı çalışmalarında mevcut betonarme bir yapıya doğrusal olmayan analiz yöntemlerini uygulamışlardır. Doğrusal olmayan analiz yöntemlerinden yer değiştirme katsayıları ve dinamik analiz metotlarını kullanarak elde edilen sonuçları karşılaştırmışlardır.

Değertekin ve Şik [12] ‘’ Deprem Güvenliği Yetersiz Betonarme Bir Bina İçin Farklı Güçlendirme Önerilerinin Karşılaştırılması ‘’ adlı çalışmalarında mevcut betonarme bir binayı analiz ederek farklı güçlendirme yöntemleri önermişlerdir ve bu önerileri uygulanabilirlik açısından kıyaslamışlardır.

Chaulagain ve diğ. [13] ‘’ Nepal’deki Mevcut Az Katlı Betonarme Binalar İçin Güçlendirme Yöntemlerinin Belirlenmesi ‘’ başlıklı çalışmalarında Nepal’ de bulunan 4 farklı yapıyı incelemişlerdir. Güçlendirme yöntemlerinden yapıya betonarme perde ekleme, çelik destek ve kesit büyütme metotları göz önünde bulundurulmuştur. Bu yapılardan yola çıkılarak Nepal’ de bulunan aynı tür binalar için uygun güçlendirme önerileri belirtilmiştir.

Yalçıner ve Hedayat [14] ‘’ Mevcut Betonarme Binanın Onarım ve Güçlendirilmesi: Bir Kuzey Kıbrıs Perspektifi ‘’ isimli çalışmalarında mevcut betonarme bir binayı analiz etmişlerdir. Kesit büyütme, çelik desteği ve betonarme perde ekleme güçlendirme yöntemlerinden hangisinin yapı için daha uygun olacağını belirtmişlerdir.

Ismaeıl ve diğ. [15] ‘’ Suudi Arabistan Abha Şehrindeki Sekiz Katlı Mevcut Betonarme Binanın Değerlendirilmesi ve Güçlendirilmesi ‘’ başlıklı çalışmalarında Suudi Arabistan’ ın Abha şehrinde bulunan sekiz katlı betonarme bir binayı SAP2000 programı kullanarak analiz etmişlerdir. Analizler sonucunda taşıyıcı sisteme betonarme perde duvar eklenerek yapılacak güçlendirme yönteminin Abha şehrinde bu ve buna benzer binalar için uygun bir yöntem olduğunu belirtmişlerdir.

Ismaeıl ve diğ. [16] ‘’ Sudan’daki Mevcut Betonarme Binaların Sismik Performansının Değerlendirilmesi ve Güçlendirilmesi ’’ konulu çalışmalarında Sudan’ da bulunan dört katlı betonarme bir binayı analiz etmişlerdir. SAP2000 analiz programını kullanarak elde ettikleri sonuçları değerlendirerek taşıyıcı sisteme en az 15 cm kalınlığında betonarme perde duvar ekleyerek güçlendirme yapmanın çalışmadaki bina ve Sudan’daki buna benzer binalar için uygun bir seçenek olduğunu belirtmişlerdir.

Kap ve diğ. [17] ‘’ Betonarme Bir Okul Binasının 2007 Deprem Yönetmeliğine göre Performans Analizi ‘’ isimli çalışmalarında betonarme okul binasının taşıyıcı sistemini ve malzeme dayanımlarını inceleyerek, yapıyı analiz etmişlerdir. Analizler neticesinde yapının performans durumunu ve güçlendirilmesi gereken elemanları belirlemişlerdir

Hueste ve Bai [18] ‘’ Kirişsiz Döşemeli Betonarme Yapının Güçlendirmesi Part I – Sismik Performans Değerlendirmesi ’’ adlı çalışmalarında 1980 yılında Amerika’da yapılmış olan beş katlı betonarme bir binanın performans seviyesi incelenmiştir. Gerekli performans düzeyini sağlamayan binanın güçlendirilmesi için betonarme perde ilavesi, kesit büyütme ve çelik profillerle destekleme yöntemleri üzerinde durmuşlardır. Betonarme perde eklemenin diğer yöntemlere nazaran taşıyıcı sistemin dayanımını arttırması bakımından daha uygun olduğunu belirtmişlerdir.

Ghobarah ve diğ. [19] ‘’Betonarme Kolonlar İçin Güçlendirme Yöntemlerinin Değerlendirilmesi: Bir Örnek Çalışma‘’ başlıklı çalışmalarında betonarme kolonlar için güçlendirme stratejilerinin yapıya etkisini doğrusal olmayan itme(pushover) analiz metodunu kullanarak incelemişlerdir. Analiz sonuçlarından elde edilen verileri göz önüne alarak yapının performans seviyesini tatmin edici bulmadıklarından kolonların mukavemetinin arttırılması yoluyla yapılacak güçlendirmenin en uygun teknik olduğuna karar vermişlerdir.

Korkmaz [20] ‘’ Çelik Çapraz Elemanlarla Güçlendirilen Betonarme Yapıların Deprem Davranışlarının İncelenmesi ’’ isimli çalışmasında çelik çapraz elemanlar kullanılarak güçlendirilmiş betonarme yapıların performans durumunu incelemiştir. Çalışmasında farklı çaprazlama şekilleri kullanılarak güçlendirilen binaları inceleyerek en iyi güçlendirme yöntemini belirlemiş ve güçlendirmenin yapısal performansa etkisini ortaya koymuştur.

Deneme Ve Demirkan [21] ‘’ Tdy 2007’ ye Göre Mevcut Betonarme Bir Yapının Performans Analizi Ve Güçlendirilmesi Örneği ‘’ başlıklı çalışmalarında mevcut bir binanın deprem performansını belirleyerek güçlendirme yöntemleri önermişlerdir. İkinci aşamada ise bu önerilen güçlendirme yöntemlerinin yapısal performansa olan katkısı incelenerek en uygun güçlendirme yöntemini belirlemişlerdir.

Alemdar ve Caymazer [22] ‘’ Kentsel Dönüşüm Kapsamında Çok Katlı Betonarme Bir Binanın Deprem Performansının Değerlendirilmesi ‘’ konulu çalışmalarında mevcut çok katlı betonarme bir binayı doğrusal olmayan zaman tanım analiz yöntemini kullanarak yapıyı analiz etmişlerdir. Binanın performans seviyesini belirleyerek, depreme karşı dayanıklı olup olmadığını belirtmişlerdir.

Dinçer ve Mert [23] ‘’ Betonarme Okul Binasının Tdy 2007’ ye Göre Nonlineer Statik Analizi‘’ isimli çalışmalarında mevcut betonarme okul binasına doğrusal olmayan itme analizini uygulayarak incelemişlerdir. Okul binasının performans seviyesini belirleyerek performans seviyesinin belirlenmesinde önemli olan etkenleri açıklamışlardır.

Tama ve diğ. [24] ‘’ Mevcut Betonarme Yapıların Dış Çelik Perde İle Güçlendirilmesi: Uygulama Çalışması ‘’ isimli çalışmalarında betonarme bir yapının mevcut halini incelemişlerdir. Mevcut durum analizi neticesinde yapıya güçlendirme metotlarından betonarme perde veya dış çelik perde ekleme önermişlerdir. Son aşamada ise iki farklı güçlendirme yönteminin yapı performansına olan etkilerini dikkate alarak bu yöntemlerin karşılaştırılmasını yapmışlardır.

Altun ve diğ. [25] ‘’Betonarme Yapılarda Deprem Hasarları ve 6 Katlı Bir Yapının Güçlendirme Çalışmaları ‘’ konulu çalışmasında 1999 Marmara depreminde hasar görmüş betonarme bir binanın hasar durumunu inceleyerek buna uygun güçlendirme yöntemini belirlemişlerdir.

Şenel [26] ‘’ Mevcut Betonarme Bir Yapının Deprem Performansının Artımsal Eşdeğer Deprem Yükü Yöntemi ile Belirlenmesi ve Güçlendirilmesi ‘’ başlıklı çalışmasında mevcut betonarme bir binayı artımsal eşdeğer deprem yükü yöntemini kullanarak analiz etmiştir. Yapının deprem performansını ve buna uygun güçlendirme yöntemini belirlemiştir.

Akgül [27] ‘’ Mevcut Betonarme Bir Binanın Deprem Performansı ve Güçlendirilmesi ’’ konulu çalışmasında mevcut betonarme bir binayı analiz ederek yapının performans seviyesini tespit ederek uygulanması gereken güçlendirme yöntemini belirlemiştir.

Kavşut ve Yerli [28] ‘’ Depremde Hasar Gören Yapıların Güçlendirilmesi ‘’ isimli çalışmalarında Gaziantep ilinde yer alan betonarme bir binayı analiz ederek performans durumunu belirlemişlerdir. Performans durumunu göz önüne alarak yapının güçlendirme yöntemini belirleyerek güçlendirme projesini hazırlamışlardır.

Gürsoy ve Yerli [29] ‘’ Denizden Su Alma Yapısı ve Binası Performans Analizi ve Güçlendirilmesi ‘’ başlıklı çalışmalarında 1974 yılında yapılmış betonarme taşıyıcı sistem ve çelik çatıdan oluşan bir binayı yapısal analiz programları kullanarak analiz etmişlerdir. Analizler neticesinde yapının performans durumunu belirleyip uygulanması gereken güçlendirme projesini hazırlamışlardır.

Kap ve diğ. [30] ‘’ Betonarme Bir Okul Binasının 2018 Deprem Yönetmeliğine Göre İncelenmesi ‘’ adlı çalışmalarında 1999 Marmara depreminde hasar görmüş olan betonarme okul binasını analiz ederek performans seviyesini belirlemişlerdir. Elde edilen sonuçlar neticesinde yapıda güçlendirilme yapılmasının gerektiğini ifade ederek güçlendirilmesi gereken elamanları belirtmişlerdir.

Akkan [31] ‘’ Mevcut Bir Okul Yapısının Performans Yaklaşımıyla Güçlendirilmesi ‘’ konulu çalışmasında betonarme okul binasını doğrusal olmayan analiz yöntemini esas alarak yapısal analiz programları vasıtası ile analiz etmiştir. Analiz neticesinde yapının performans durumunu ve bununla birlikte güçlendirme yöntemini belirlemiştir.

Inoue ve Youcef [32] ‘’ Cezayir’de Bulunan Mevcut Betonarme Binaların Sismik Değerlendirme ve Güçlendirme Planı ‘’ isimli çalışmalarında Cezayir’ de bulunan 3 farklı betonarme binayı (apartman, okul ve hastane) incelemişlerdir. İncelemeler sonucunda yapıların deprem davranışını belirleyerek, güçlendirme planını hazırlamışlardır.

Bal ve Kılıç [33] ‘’ Deprem Etkisindeki Mevcut Betonarme Bir Sanayi Yapısının Güçlendirilmesinde Cfrp ve Çelik Ceketleme Yöntemlerinin Uygulanmasının Karşılaştırılması‘’ başlıklı çalışmalarında 1966 yılında inşa edilmiş olan betonarme sanayi binasını analiz etmişlerdir. Taşıyıcı elemanların hasar durumunu tespit ederek çelik ceketleme ve cfrp olmak üzere iki farklı güçlendirme yöntemi belirleyerek bu yöntemlerin yapı davranışına etkisi, ekonomiklik, süneklik gibi açılardan karşılaştırmalarını yapmışlardır.

Rocha ve diğ. [34] ‘’ Betonarme Çerçevelerin Güçlendirilmesi ‘’ isimli çalışmalarında çeşitli güçlendirme uygulamalarının verimlilik ve uygulanabilirlik açısından değerlendirilmesini sağlamayı amaçlamışlardır. Bu amaçla betonarme çerçevelerin güçlendirilmesi hususunda farklı numerik yöntemlerden edinilen sonuçları deneysel çalışmalarla karşılaştırmışlardır ve yapının sismik davranışına olan yararlarını incelemişlerdir.

Mutlu [35] ‘’ Mevcut Yapıların Güçlendirilmesi ya da Yıkılmasına Karar Verilmesi Aşamasında Göz Önüne Alınması Gereken Kriterler ‘’ isimli çalışmasında betonarme binaların güçlendirilmesi veya yeniden yapılmasına karar verilmesi aşamasında hangi faktörlere dikkat edilmesi gerektiğini ekonomik etkenleri de göz önüne alarak değerlendirmiştir.

Varum ve diğ. [36] ‘’ Katmandu’daki Mevcut Betonarme Yapıların Sismik Değerlendirmesi ve Güçlendirilmesi ‘’ isimli çalışmalarında Nepal’ in başkenti Katmandu da betonarme binaların yaygın olan yapı stokunun sismik performansını değerlendirmeyi ve güçlendirme yöntemini belirlemeyi amaçlamışlardır. Bu kapsam 4 farklı mevcut betonarme binayı analiz ederek yapıların performans seviyesini belirleyerek, güçlendirme yöntemini önermişlerdir.

Cicen [37] ‘’ Mevcut Bir Betonarme Kamu Binasının Performans Analizi ve Sismik İzolasyon ile Güçlendirilmesi ‘’ konulu çalışmasında betonarme bir kamu binasını analiz ederek performans durumunu belirlemiştir. Buna bağlı olarak yapının sismik izolasyon ile güçlendirilmesini ele almıştır.

Doğan ve diğ. [38] ‘’ Çelik Halatlarla Güçlendirilmiş Betonarme Çerçeve Binanın Bilgisayar Destekli Deprem Analizi ‘’ başlıklı çalışmalarında 4 katlı betonarme bir binanın performans seviyesini inceleyerek bu binaya betonarme perde ekleme ve çelik çapraz halatlarla güçlendirme yöntemlerini uygulamışlardır. İki farklı yönteme göre güçlendirilmiş binanın performans durumunu belirlemişlerdir ve bahsi edilen yöntemleri kıyaslamışlardır.

3. 2018 TÜRKİYE BİNA DEPREM YÖNETMELİĞİ KRİTERLERİ

Betonarme yapıların deprem etkisi altında dayanımını arttırmak için performansa dayalı tasarım, son yıllarda modern mühendislik yöntemlerine önem veren ülkeler için hayati bir önem arz etmeye başlamıştır. Yapının deprem karşısındaki dayanımı, taşıyıcı sistemde hasar oluşabilecek kesitleri, göçme türünü ve yapının şekil değiştirme yeteneğini tahmin edebilmek bu yöntemin temel amaçlarındandır.

Performans analizi aynı zamanda mevcut binaların analiz edilmesinde kullanılarak yapının durumu ve bu duruma göre uygun güçlendirme yöntemi belirlenebilmektedir. Bu kapsamda bahsi geçen performans analizi ve güçlendirme açısından gerekli görülen ve 2018 TBDY' de bulunan bazı temel kriterler bu bölümde incelenmektedir.

3.1. DEPREM YER HAREKETİ DÜZEYLERİ

2018 TBDY' de [1] deprem yer hareketi düzeyleri şu şekilde sınıflandırılmaktadır.

3.1.1. Deprem Yer Hareketi Düzeyi-1 (DD-1)

Bu yer hareketi düzeyine ait olan depremlerin 50 yılda aşılma olasılığı %2 ve buna karşı gelen tekrarlanma periyodu ise 2475 yıldır. Çok seyrek olarak meydana gelen depremleri kapsayan bu yer hareketi belirlenen en büyük deprem yer hareketi olarak da tanımlanmaktadır.

3.1.2. Deprem Yer Hareketi Düzeyi-2 (DD-2)

Bu yer hareketi düzeyine ait olan depremlerin 50 yılda aşılma olasılığı %10 ve buna mukabil olarak tekrarlanma periyodu ise 475 yıldır. Betonarme bina tasarımlarında genel olarak esas alınan bu yer hareketinde ki depremler seyrek olarak gerçekleşmektedir.

3.1.3. Deprem Yer Hareketi Düzeyi-3 (DD-3)

Bu yer hareketi düzeyi kapsamına giren depremler sık olarak gerçekleşmektedir ve bu depremlerin 50 yılda aşılma olasılığı %50, tekrarlanma periyodu ise 72 yıldır.

3.1.4. Deprem Yer Hareketi Düzeyi-4 (DD-4)

Bu yer hareketindeki depremlerin 50 yılda aşılma olasılığı %68, 30 yılda %50'dir. Çok sık olarak gerçekleşen depremlerin ait olduğu bu düzeyin tekrarlanma periyodu ise 43 yıldır.

3.2. DEPREM YER HAREKETİ SPEKTRUMU

Spektrum analizinin uygulanabilmesi, zaman kayıt alanında analiz yapılabilmesi için seçilen deprem ivme kayıtlarının ölçeklendirilmesinde kullanılmak üzere yapının inşa edileceği zeminin özelliklerine bağlı olarak ve %5 sönüm oranı da göz önüne alınarak yatay elastik spektrum eğrisi oluşturulmaktadır. Bu eğrinin oluşturulabilmesi için ilk aşamada, Afad tarafından yayımlanan Türkiye deprem tehlikesi haritasından [39] harita spektral ivme katsayıları (S_s ve S_1) belirlenerek ve zemin sınıfı da dikkate alınarak yerel zemin etki katsayıları (F_s ve F_1) 2018 TBDY' deki [1] tablolardan elde edilmektedir.

Tablo 3.1: Kısa periyot bölgesi için Yerel Zemin Etki Katsayıları (TBDY, 2018)

YEREL ZEMİN SINIFI	KISA PERİYOT BÖLGESİ İÇİN YEREL ZEMİN ETKİ KATSAYISI, F_S					
	$S_S \leq 0.25$	$S_S = 0.50$	$S_S = 0.75$	$S_S = 1.00$	$S_S = 1.25$	$S_S \geq 1.50$
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	1.2	1.1	1.0	1.0
ZE	2.4	1.7	1.3	1.1	0.9	0.8
ZF	Sahaya özel zemin davranış analizi yapılacaktır (**Bkz.16.5, TBDY 2018**).					

Tablo 3.2: 1.0 saniye periyot için Yerel Zemin Etki Katsayıları (TBDY, 2018)

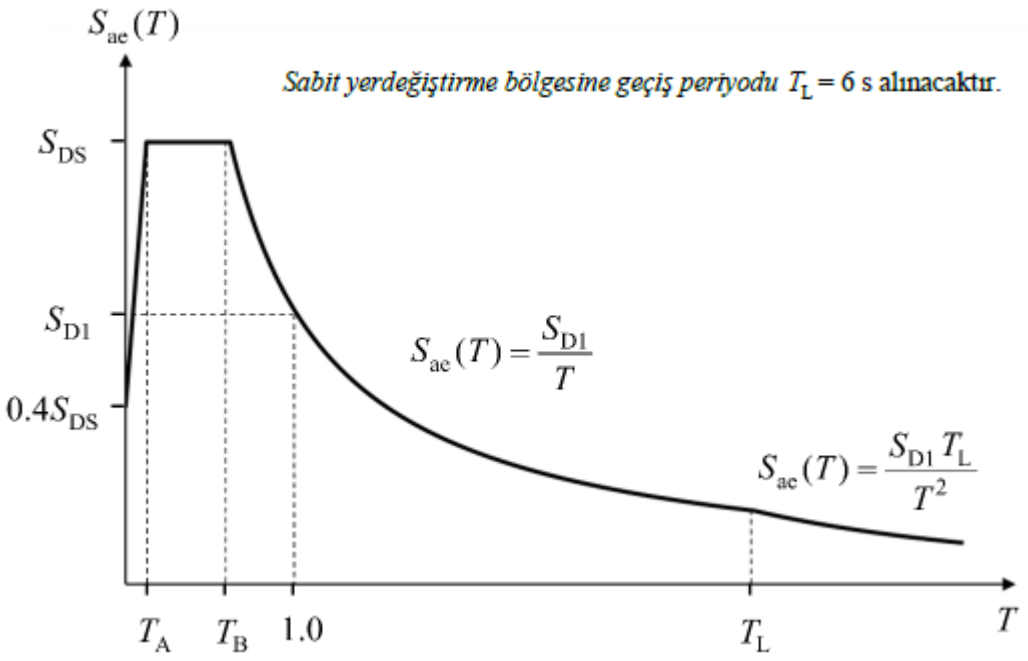
YEREL ZEMİN SINIFI	1.0 SANİYE PERİYOT İÇİN YEREL ZEMİN ETKİ KATSAYISI, F_1					
	$S_1 \leq 0.10$	$S_1 = 0.20$	$S_1 = 0.30$	$S_1 = 0.40$	$S_1 = 0.50$	$S_1 \geq 0.60$
ZA	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8
ZB	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8
ZC	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.4
ZD	2.4	2.2	2.0	1.9	1.8	1.7
ZE	4.2	3.3	2.8	2.4	2.2	2.0
ZF	Sahaya özel zemin davranış analizi yapılacaktır (**Bkz.16.5, TBDY 2018**).					

İkinci aşamada ise elde edilen bu değerler TBDY 2018' de [1] belirtilen bağıntılar vasıtasıyla tasarım spektral ivme değerleri hesaplanmaktadır.

$$S_{DS} = S_S F_S \tag{3.1}$$

$$S_{D1} = S_1 F_1 \tag{3.2}$$

Son aşamada tasarım spektral ivme değerleri ve TBDY 2018' deki [1] verilerden yararlanılarak spektrum eğrisi oluşturulmaktadır.



Şekil 3.1: Yatay elastik tasarım spektrum eğrisi (TBDY,2018)

$$T_A = 0.2 \, (S_{D1} / S_{DS}) \tag{3.3}$$

$$T_B = (S_{D1} / S_{DS}) \tag{3.4}$$

$$S_{ae}(T) = (0.4+0.6 \, (T / T_A)) \, S_{DS} \qquad (0 \leq T \leq T_A) \tag{3.5}$$

$$S_{ae}(T) = S_{DS} \qquad (T_A \leq T \leq T_B) \tag{3.6}$$

$$S_{ae}(T) = (S_{D1}/T) \qquad (T_B \leq T \leq T_L) \tag{3.7}$$

$$S_{ae}(T) = (S_{D1} \, T_L) / (T^2) \qquad (T_L \leq T) \tag{3.8}$$

3.3. DEPREM TASARIM SINIFLARI

Yapıların inşa edileceği bölgenin coğrafik durumuna göre meydana gelebilecek depremlere göre sınıflandırılması tasarım açısından oldukça önemli bir kavramdır. Buna ek olarak betonarme yapıların kullanım şekli ve kullanım sıklığı farklıdır. Bundan dolayı betonarme binalar tasarım aşamasında kolaylıklar sağlanması amacıyla kullanım amacına göre sınıflandırılmaktadır. TBDY 2018' de [1] betonarme yapılar türlerine göre sınıflandırılmaktadır.

Tablo 3.3: Bina kullanım sınıfları ve bina önem katsayıları (TBDY,2018)

Bina Kullanım Sınıfı	Bina Kullanım Amacı	Bina Önem Katsayısı
BKS = 1	**Deprem sonrası kullanımı gereken binalar, insanların uzun süreli ve yoğun olarak bulunduğu binalar, değerli eşyanın saklandığı binalar ve tehlikeli madde içeren binalar** a)Deprem sonrasında hemen kullanılması gerekli binalar (Hastaneler, dispanserler, sağlık ocakları, itfaiye bina ve tesisleri, ulaşım istasyonları ve terminalleri, enerji üretim ve dağıtım tesisleri, PTT ve diğer haberleşme tesisleri, ulaşım istasyonları ve terminalleri, enerji üretim ve dağıtım tesisleri, vilayet, kaymakamlık ve belediye yönetim binaları, ilk yardım ve afet planlama istasyonları) b) Okullar, diğer eğitim bina ve tesisleri, yurt ve yatakhaneler, askeri kışlalar, cezaevleri, vb. c)Müzeler d)Toksik, patlayıcı, parlayıcı, vb. özellikleri olan maddelerin bulunduğu veya depolandığı binalar	**1.5**
BKS = 2	**İnsanların kısa süreli ve yoğun olarak bulunduğu binalar** Alışveriş merkezleri, spor tesisleri, sinema, tiyatro, konser salonları, ibadethaneler, vb.	**1.2**
BKS =3	**Diğer binalar** BKS=1 ve BKS=2 için verilen tanımlara girmeyen diğer binalar (Konutlar, işyerleri, oteller, bina türü endüstri yapıları, vb.)	**1.0**

Bina kullanım sınıfları ve kısa periyot spektral ivme katsayısı değeri dikkate alınarak TBDY 2018' de [1] deprem tasarım sınıfları, standart tasarım deprem yer hareketi olarak bilinen DD-2' ye göre belirtilmektedir.

Tablo 3.4: Deprem tasarım sınıfları (TBDY,2018)

DD-2 DEPREM YERHAREKETİ DÜZEYİNDE KISA PERİYOT TASARIM SPEKTRAL İVME KATSAYISI (S_{DS})	BİNA KULLANIM SINIFI	
	BKS =1	BKS = 2, 3
$S_{DS} < 0.33$	DTS = 4a	DTS = 4
$0.33 \leq S_{DS} < 0.50$	DTS = 3a	DTS = 3
$0.50 \leq S_{DS} < 0.75$	DTS = 2a	DTS = 2
$0.75 \leq S_{DS}$	DTS = 1a	DTS = 1

3.4. BİNA YÜKSEKLİK SINIFLARI

Betonarme binaların yüksekliğinin tanımlanması yapının bodrumlu veya bodrumsuz olmasına göre değişiklik göstermektedir. Bodrumlu binalar TBDY 2018'de [1] belirtilen yapının en az üç tarafında rijit bodrum perdeleri bulunması ve binanın bodrum katlar dâhil doğal titreşim periyodunun, bodrum katların kütlesi hesaba katılmadan hesaplanan doğal titreşim periyoduna oranının 1.1 den küçük olması şartlarını sağlamadığı takdirde bodrumsuz binalar kapsamında değerlendirilmektedir.

Bodrumlu binalarda bina yüksekliği bodrum kat perdelerinin bittiği seviyeden itibaren, bodrumsuz binalar ve gereken şartları sağlamayan bodrumlu binalar da ise bina yüksekliği temel tabanı seviyesinden itibaren hesaplanmaktadır. Yapının DTS durumu ve belirlenen yüksekliği göz önüne alınarak bina yükseklik sınıfları TBDY 2018'de [1] belirtilmektedir.

Tablo 3.5: Bina yükseklik sınıfları ve deprem tasarım sınıflarına göre tanımlanan bina yükseklik aralıkları (TBDY, 2018)

BİNA YÜKSEKLİK SINIFI	BİNA YÜKSEKLİK SINIFLARI VE DEPREM TASARIM SINIFLARINA GÖRE TANIMLANAN BİNA YÜKSEKLİK ARALIKLARI [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	$H_N \leq 7$	$H_N \leq 10.5$	

4. BETONARME BİNALARDA PERFORMANS KAVRAMI VE GÜÇLENDİRME YÖNTEMLERİ

Betonarme yapıların zaman içerisinde maruz kaldığı etkiler sebebiyle dayanımında azalmalar meydana gelmektedir. Bundan dolayı kaybedilen dayanımının tekrar kazanılabilmesi için güçlendirme seçeneği ön plana çıkmaktadır. Yapının performans seviyesi tespit edilerek bina için uygun bir güçlendirme stratejisi ile yüksek maliyetin önüne geçilmektedir ve aynı zamanda depreme karşı dayanımı tekrardan sağlanmaktadır. Bu kapsamda mevcut betonarme yapılarda güçlendirme yapılmadan önce bina hakkında detaylı bilgiye sahip olmak güçlendirme uygulamasının başarıya ulaşması açısından oldukça önemlidir. 2018 TBDY [1] yapının performans durumu ve güçlendirilmesi hususunda bahsi geçen bu işlemlerin nasıl yapılacağı noktasında yardımcı olmaktadır.

4.1. BİNA PERFORMANS SEVİYELERİ

Mühendislik alanında yaşanan gelişmeler ile betonarme yapıların doğrusal olmayan davranışı tahmin edilebilmektedir ve bu sayede yapı elemanlarında meydana gelebilecek hasar durumu öngörülebilmektedir. 2018 TBDY' de [1] bina performans seviyeleri oluşabilecek hasar durumlarına göre sınıflandırılmaktadır.

4.1.1. Kesintisiz Kullanım (KK) Performans Düzeyi

Yapısal elemanlarda hasarın meydana gelmediği veya hasarın ihmal edilebilir ölçüde olduğu durumlar için geçerli olan performans seviyesidir.

4.1.2. Sınırlı Hasar (SH) Performans Düzeyi

Taşıyıcı elemanlarda doğrusal olmayan davranışın sınırlı kaldığı ve buna bağlı olarak sınırlı düzeyde hasarın meydana geldiği performans düzeyidir.

4.1.3. Kontrollü Hasar (KH) Performans Düzeyi

Bina taşıyıcı sistem elemanlarında çok ağır olmayan ve onarılması mümkün olan hasar düzeyine karşı gelen performans düzeyidir.

4.1.4. Göçmenin Önlenmesi (GÖ) Performans Düzeyi

Taşıyıcı elemanlarda ileri düzeyde hasarın oluştuğu, binan kısmen veya tamamen göçmesinin önlendiği performans düzeyidir.

4.2. BİNA PERFORMANS HEDEFLERİ

2018 TBDY' de [1] bina performans hedefleri DTS, BYS ve DD kavramları kullanılarak deprem yalıtımsız yeni yapılacak veya mevcut binalar için üç farklı tablo halinde açıklanmaktadır.

Tablo 4.1: Yeni yapılacak yerinde dökme betonarme, önüretimli betonarme ve çelik binalar (BYS ≥2) (TBDY, 2018)

Deprem Yer Hareketi Düzeyi	DTS= 1,1a[(1)],2,2a[(1)],3,3a,4,4a		DTS= 1a[(1)],2a[(2)]	
	Normal Performans Hedefi	Değerlendirme /Tasarım Yaklaşımı	İleri Performans Hedefi	Değerlendirme /Tasarım Yaklaşımı
DD-3	-	-	SH	ŞGDT
DD-2	KH	DGT	KH	DGT[(3,4)]
DD-1	-	-	KH	ŞGDT

(1) BYS > 3 olan binalarda uygulanacaktır.

(2) BYS= 2,3 olan binalarda uygulanacaktır.

(3) Ön tasarım olarak yapılacaktır.

(4) I= 1.5 alınarak uygulanacaktır

Tablo 4.2: Yeni yapılacak veya mevcut yüksek binalar (BYS =1) (TBDY, 2018)

Deprem Yer Hareketi Düzeyi	DTS= 1,2,3,3a,4,4a		DTS= 1a,2a	
	Normal Performans Hedefi	Değerlendirme /Tasarım Yaklaşımı	İleri Performans Hedefi	Değerlendirme /Tasarım Yaklaşımı
DD-4	KK	DGT	-	-
DD-3	-	-	SH	ŞGDT
DD-2	KH	DGT[(1)]	KH	DGT[(1,2)]
DD-1	GÖ	ŞGDT	KH	ŞGDT

(1) Ön tasarım olarak yapılacaktır.

(2) I= 1.5 alınarak uygulanacaktır.

Tablo 4.3: Mevcut yerinde dökme betonarme, önüretimli betonarme ve çelik binalar (BYS ≥2) (TBDY, 2018)

Deprem Yer Hareketi Düzeyi	DTS= 1,2,3,3a,4,4a		DTS= 1a,2a	
	Normal Performans Hedefi	Değerlendirme /Tasarım Yaklaşımı	İleri Performans Hedefi	Değerlendirme /Tasarım Yaklaşımı
DD-3	-	-	SH	ŞGDT
DD-2	KH	ŞDGT	-	-
DD-1	-	-	KH	ŞGDT

Yapı ve temel arasına yerleştirilen kauçuk mesnetler ile deprem kaynaklı titreşimlerin sönümlenebildiği sisteme sahip olan binalar deprem yalıtımlı binalar olarak adlandırılmaktadır. Sismik izolasyon olarak da bilinen bu yaklaşım ile yapının depremin meydana getirdiği yatay kuvvetlerden bağımsız olması gerçekleştirilmektedir. Bu tür yapılar için performans hedefleri TBDY 2018' de [1] açıklanmaktadır.

Tablo 4.4: Yeni yapılacak deprem yalıtımlı binalar - üstyapı (TBDY, 2018)

Deprem Yer Hareketi Düzeyi	DTS= 1,2,3,3a,4,4a		DTS= 1a,2a	
	Normal Performans Hedefi	Değerlendirme /Tasarım Yaklaşımı	İleri Performans Hedefi	Değerlendirme /Tasarım Yaklaşımı
DD-2	SH	DGT	KK	DGT
DD-1	-	-	-	-

Tablo 4.5: Deprem yalıtımı yapılarak güçlendirilecek mevcut binalar - üstyapı (TBDY, 2018)

Deprem Yer Hareketi Düzeyi	DTS= 1,2,3,3a,4,4a		DTS= 1a,2a	
	Normal Performans Hedefi	Değerlendirme /Tasarım Yaklaşımı	İleri Performans Hedefi	Değerlendirme /Tasarım Yaklaşımı
DD-2	KH	DGT	SH	DGT
DD-1	-	-	-	-

Tablo 4.6: Yeni yapılacak ve güçlendirilecek deprem yalıtımlı binalar – yalıtım sistemi ve altyapı (TBDY, 2018)

Deprem Yer Hareketi Düzeyi	DTS= 1,2,3,3a,4,4a		DTS= 1a,2a	
	Normal Performans Hedefi	Değerlendirme /Tasarım Yaklaşımı	İleri Performans Hedefi	Değerlendirme /Tasarım Yaklaşımı
DD-2	-	-	-	-
DD-1	KK	ŞGDT(1) – DGT(2)	KK	ŞGDT(1) – DGT(2)

(1Yalıtım sistemi için uygulanacaktır.

(2) Altyapı için uygulanacaktır.

4.3. BİNA BİLGİ SEVİYELERİ

Mevcut betonarme yapıların bilgi seviyesini belirlemek kavramı en basit ifadeyle binanın taşıyıcı sistemini bilmek, beton dayanımını ve yapının inşa edildiği yerin zemin durumu hakkında bilgi sahibi olunması gibi tanımlanmaktadır. Binada yapılan ölçümlerin miktarı, yapının detay projelerinin olup olmamasına bağlı olarak sınırlı ve kapsamlı olmak üzere iki tür bilgi seviyesi bulunmaktadır. Bu bilgi seviyelerine bağlı olarak her iki durum için TBDY 2018' de [1] katsayılar belirlenmiştir ve tespit edilen eleman dayanımları bu katsayılar ile çarpılmaktadır.

Tablo 4.7: Binalar için bilgi düzeyi katsayıları (TBDY, 2018)

Bilgi Düzeyi	Bilgi Düzeyi Katsayısı
Sınırlı	0.75
Kapsamlı	1

4.3.1. Betonarme Binalarda Sınırlı Bilgi Düzeyi

Sınırlı bilgi düzeyi tablo 3.3' te belirtilen diğer binalar kapsamına giren yapılar için uygulanmaktadır. Sınırlı bilgi düzeyi kabulü yapılan yapıların modeli, eleman ve malzeme özelliklerinin tespit edilebilmesi hususunda yapılan işlemler için dikkat edilmesi gereken hususlar TBDY 2018' de [1] belirtilmektedir.

Bina geometrisini belirlemek amacıyla röleve işlemi yapılarak taşıyıcı sistem planı elde edilmektedir ve mevcut proje ile karşılaştırması yapılmaktadır. Röleve işlemi sonucu

oluşturulan yapı raporunun, mevcut proje ile kıyasının yapılabilmesi için yapısal elemanların kesitlerinin boyutunu, yüksekliğini ve aks açıklıklarını içermesi gerekmektedir. Buna ek olarak yapıda bulunan düzensizlikler ve komşu binalar ile olan ilişkisi net olarak ortaya koyulması gerekmektedir.

Perde ve kolonların en az %5' inin, kirişlerde ise her kattan en az 1 adet kirişe binanın yapıldığı dönemde yürürlükte olan yönetmelikte belirtilen minimum donatı oranının sağlandığının kontrolü amacıyla sıyrılma analizi yapılarak donatı tespiti yapılmaktadır. Bu işlemin akabinde tamir harcı ile sıyrılma yapılan bölgeler kapatılmaktadır. Sıyırma işleminin yapılmadığı perde ve kolonlarda ise bu elemanların en az %20'sinde donatı tespit cihazları ile donatı tespiti yapılmaktadır. Bu işlem akabinde mevcut donatı oranı, binanın yapıldığı tarih itibarı ile yürüklükte olan yönetmeliğe göre belirlenmiş olan minimum donatına oranına bölünerek donatı tespit katsayısı 1'den büyük olmayacak şekilde hesaplanmaktadır. Son aşamada donatı tespiti yapılmamış olan perde ve kolonlar için, donatı tespit cihazı ile donatısı belirlenmiş perde, kolonlardaki donatı oranı ve donatı tespit katsayısı göz önüne alınarak donatı miktarları belirlenmektedir. Sıyrılma analizi yapılan elemanlarda tespit edilen donatı sınıfı mevcut donatı sınıfı olarak kabul edilmektedir ve belirlenmiş olan donatı sınıfının yönetmelikte belirlenen akma gerilmesi değeri mevcut çelik dayanımı olarak kabul edilmektedir.

Yapıdaki beton dayanımının belirlenmesi için her bir kattaki kolon veya perdelerden TS EN 12504-1'de [40] belirtildiği üzere en az üç adet beton örneği alınarak deney yapılmaktadır. Alınan örnek numunelerin çapı ve uzunluğu birbirine eşit ve 100 mm ise başka herhangi bir işlem gerekmeden mevcut beton dayanımının belirlenmesinde kullanılabilmektedir. Her bir kattan alınan toplam örnek sayısı üç ise istatistiki bir kontrol yapılmasına gerek kalmadan bu numunelerden en düşük dayanıma sahip olan mevcut beton dayanımı olarak kabul edilmektedir. Buna ek olarak toplam numune sayısı üçten fazla ise, numunelerden elde edilen beton dayanımlarının ortalama ve standart sapma değeri hesaplanarak, ortalama değerden standart sapma değeri çıkarılarak ve ortalama değer 0.85 ile çarpılarak ortaya çıkan iki değerden büyük olanı tercih edilmektedir. Numunelerden elde edilen dayanımın değerlerinden en küçüğünün istatistiki olarak kontrol edilmesi amacıyla en küçük değerin ait olduğu numune hariç diğer numunelerin ortalama dayanımı hesap edilerek karşılaştırma yapılmaktadır. En küçük dayanım değerine sahip olan numune hesaplanan ortalama değerin %75'inden küçük ise değerlendirmeye alınmamaktadır. Alınan numune örneklerinin çap ve uzunluklarının farklı

olması durumunda dönüştürme katsayıları kullanılarak dönüşüm yapıldıktan sonra yukarıda bahsedilen işlemler göz önüne alınarak beton dayanımı belirlenmektedir.

4.3.2. Betonarme Binalarda Kapsamlı Bilgi Düzeyi

Sınırlı bilgi düzeyine oranla yapı üzerinde daha çok ölçüm ve incelemenin yapıldığı bütün betonarme yapılar için uygulanabilmektedir. Bu hususta TBDY 2018'de [1] belirtilen koşullar göz önüne alındığında bina geometrisini belirlemek konusunda sınırlı bilgi düzeyindeki işlemler kapsamlı bilgi düzeyi içinde geçerli olmaktadır. Beton dayanımı, donatı sınıfı ve donatının miktarını belirleme noktasında sınırlı bilgi düzeyine göre ek koşullar ve değişimler bulunmaktadır.

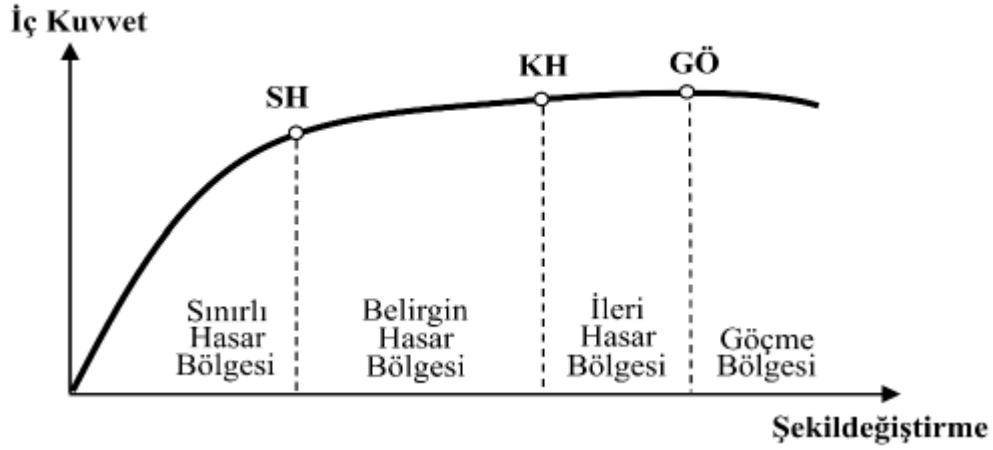
Binanın statik detay projeleri mevcut ise sınırlı bilgi düzeyinde ki donatı miktarını belirlemek amacıyla yapılan işlemler aynı miktarda betonarme elemanda uygulanmaktadır. Bu işlemlere ek olarak sıyrılma analizi yapılmamış olan perde, kolonların %20'sinde ve çerçeve yapısı içinde bulunan kirişlerin %10'ununda donatı tespit cihazları ile donatı belirlenmektedir. Belirlenen donatıların proje ile uyuşmaması durumunda donatı gerçekleşme katsayısı (mevcut donatı oranı / projedeki donatı oranı ≤ 1) kullanılarak taşıyıcı elemanların donatıları belirlenmektedir. Statik projelerin mevcut olmaması durumunda her katta en az iki tane olmak üzere kolon ve perdelerin %10'u sıyrılma analizine tabii tutularak donatı tespiti yapılmaktadır. Bu işlemin uygulanmadığı kolon, perdelerin %30'unda ve kirişlerin %15'inde donatı tespit cihazı kullanılarak donatı tespiti yapılmaktadır. Donatı sınıfının belirlenebilmesi işlemi ise sınırlı bilgi düzeyinde yapılan çalışmalardan tamamen farklı olarak gerçekleştirilmektedir. Sınırlı bilgi düzeyinde sıyrılma analizi sırasında görsel olarak belirlenen donatı sınıfı ve yönetmelikte buna karşı gelen dayanım değerinin mevcut donatı dayanımı olarak kabul edilmesinin aksine kapsamlı bilgi düzeyi için sıyrılma analizi sırasında her bir donatı sınıfından birer adet numune alınıp, deneye tabii tutularak gerçekleştirilmektedir. Deney sonuçlarının projede belirtilen değerlerden farklı olması durumunda ise numune alma işlemi bu sefer en az üç adet numune örneği olmak üzere tekrar edilmektedir. Alınan bu numunelerden her bir donatı sınıfı için en düşük dayanım değerleri mevcut dayanım değeri olarak kabul edilmektedir.

Yapıdaki beton dayanımını belirleyebilmek amacıyla düşey taşıyıcı elemanlardan TS EN 12504-1 [40] yönetmeliği de göz önüne alınarak zemin kattan üç, diğer katlardan en az iki adet olmak üzere ve toplam numune sayısının 9 adetten az olmaması koşuluyla her 400 m^2 den bir

adet beton örneği alınmaktadır. Örneklerin çap ve uzunlukları 100 mm, birbirine eşit ise mevcut beton dayanımı hesabı için ortalama numune dayanımı ve standart sapma değeri hesap edilmektedir. Ortalama dayanım değerinden standart sapma değeri çıkarılarak ve ortalama dayanım 0.85 katsayısı ile çarpılarak elde edilen sonuçlardan büyük olan değer mevcut beton dayanımı olarak kabul edilmektedir. Sınırlı bilgi düzeyi kapsamında beton örnekleri için yapılan istatistiki kontrol kapsamlı bilgi düzeyinde de aynı şekilde uygulanmaktadır.

4.4. TAŞIYICI ELEMANLARDA HASAR BÖLGELERİ

Yapılar için en önemli kavramların başında gelen süneklik deprem etkileri nedeniyle elastik ötesi davranışta şekil ve yerdeğiştirmeler artarken yapısal elemanın dayanımının önemli bir kısmını kaybetmeden devam edebilmesi özelliği olarak tanımlanmaktadır. Yapı elemanının hasar sınır ve durum kapsamında değerlendirilebilmesi için sünek davranış sergilemesi gerekmektedir. Sınırlı hasar, kontrollü hasar ve göçme öncesi hasar olma üzere üç hasar durumu bulunmaktadır. Elemanın elastik ve elastik olmayan davranışına göre sınıflandırılan bu durumlardan sınırlı hasar elastik davranış durumunu, kontrollü hasar dayanımın büyük bir kısmının kaybolmadığı elastik ötesi davranışı ve göçme öncesi hasar ise yüksek seviyede elastik ötesi davranışı ifade etmektedir. Bu durumlara bağlı olarak hasar bölgeleri grafiksel olarak TBDY 2018' de [1] belirtilmektedir.



Şekil 4.1: Kesit Hasar Bölgeleri (TBDY, 2018)

Şekilde de anlaşıldığı üzere kritik kesitlerinin hasarı SH'ye ulaşmayan elemanlar sınırlı hasar bölgesinde, SH ve KH arasında kalan elemanlar belirgin hasar bölgesinde, KH ve GÖ arasında kalan elemanlar ileri hasar bölgesinde ve diğer elemanlar göçme bölgesinde yer almaktadır.

4.5. MEVCUT BİNALARIN PERFORMANSININ BELİRLENMESİ

Mevcut yapılara dayanımının arttırılması için yapılan en uygun güçlendirme uygulamasının belirlenebilmesi amacıyla yapının performans seviyesinin bilinmesi büyük önem arz etmektedir. Bunda dolayı performans kavramı güçlendirme uygulamasının can damarı olarak tanımlanmaktadır. Mevcut yapıların deprem performansının belirlenmesi hususunda öngörülen performans hedefleri bölüm 4.2 de açıklanmıştır. Mevcut yapıların deprem karşısındaki performansı yapısal elemanların şekil 4.1 de görüleceği üzere hangi hasar bölgesinde olduğu durumuna göre TBDY 2018'deki [1] koşullar göz önüne alınarak belirlenmektedir.

4.5.1. Mevcut Binalar için Sınırlı Hasar Performans Seviyesi

Yapının sınırlı hasar performans düzeyinde kabul edilebilmesi için herhangi bir kattaki kirişlerin %80'inden fazlasının ve diğer tüm taşıyıcı elemanların sınırlı hasar bölgesinde kalması gerekmektedir. Buna ek olarak gevrek olarak hasar gören elemanların güçlendirilmesi şartı ile bahsedilen şartları sağlayan yapılar sınırlı hasar performans seviyesinde kabul edilmektedir.

4.5.2. Mevcut Binalarda Kontrollü Hasar Performans Seviyesi

Yapıda herhangi bir katta ileri hasar bölgesinde bulunan düşey taşıyıcı elemanlar tarafından taşınan kesme kuvvetinin, o kattaki tüm elemanlar tarafından taşınan toplam kesme kuvvetine oranı %20'nin altında olması, en üst katta ise %40'ın altında olmalıdır.

Binaların herhangi bir katında herhangi bir deprem doğrultusunda kirişlerin en fazla %35'i ve diğer taşıyıcı elemanların ilk paragrafta belirtildiği kadarı ileri hasar bölgesine geçebilmektedir. Bu koşullara ek olarak herhangi bir katta alt ve üst kattaki kesitlerinde belirgin hasar bölgesini aşmış olan düşey taşıyıcı elemanlar tarafından karşılanan kesme kuvvetinin, o kattaki tüm düşey elemanların taşıdığı toplam kesme kuvvetine oranı %30'dan az olması zorunluluğu bulunmaktadır. Bahsi geçen koşulların sağlanması ve gevrek olarak hasar gören elemanların güçlendirilmesi kaydı ile yapıların kontrollü hasar bölgesinde olduğu kabul edilmektedir.

4.5.3. Mevcut Binalarda Göçmenin Önlenmesi Performans Seviyesi

Yapının herhangi bir katında herhangi bir deprem doğrultusu için kirişlerin en fazla %20'si göçme bölgesine geçebilmektedir. Bunun dışında kalan tüm taşıyıcı elemanlar şekil 4.1' de belirtilen göçme bölgesi haricindeki hasar bölgelerinden birinde kalmalıdır. Buna ek olarak

herhangi bir katta alt ve üst katında bulunan kesitlerinin ileri hasar veya göçme bölgesinde olan düşey elemanlar tarafından taşınan kesme kuvvetinin, o katta bulunan düşey elemanların karşıladığı toplam kesme kuvvetine oranı %30'dan küçük olması gerekmektedir. Gevrek olarak hasar gören elemanların göçme bölgesinde olduğu varsayımı yapılarak belirtilen koşullara uyan binalar göçmenin önlenmesi performans seviyesinde olduğu kabul edilmektedir.

Bölüm 4.5.1, 4.5.2 ve 4.5.3 de anlatılan performans durumlarında bulunmayan binaların kullanımı can güvenliği bakımından sakıncalı görülmektedir.

4.6. BETONARME BİNALARDA GÜÇLENDİRME YÖNTEMLERİ

Mevcut bir yapının güçlendirilmesi kavramının kapsamı hasarlı elemanlara dayanımını tekrar kazandırma, taşıyıcı sisteme yeni elemanlar ilave ederek deprem güvenliğini arttırmak, süreklilik sağlanarak kuvvet aktarımının düzgün bir şekilde sağlanması olarak açıklanabilmektedir. Güçlendirme yöntemleri taşıyıcı sistem için eleman ve bina türünde güçlendirme olmak üzere iki farklı şekilde sınıflandırılmaktadır. Deprem neticesinde yapısal elemanlarda meydana gelen hasarlar sonucunda kaybolan dayanımının tekrar kazandırılması işlemleri eleman bazında güçlendirme olarak tanımlanmaktadır [41]. Taşıyıcı sistemin dayanımının arttırılması, taşıyıcı sisteme yeni elemanlar eklenmesi, yapısal elemanların kesişim bölgelerinin güçlendirilmesi, deprem etkisinin azaltılması için yapıya sismik izolasyon uygulanması gibi işlemler ise bina türünde güçlendirme olarak sınıflandırılmaktadır.

4.6.1. Eleman Türünde Güçlendirme Yöntemleri

4.6.1.1. Kolonların Güçlendirilmesi

Çeşitli şekillerde güçlendirme yöntemi bulunan kolonlar için bu işlemlerin yapılmasında ki amaç kolonun kesme ve basınç dayanımını arttırmaktır.

Kolonlarda güçlendirme yöntemlerden birisi betonarme sargı yöntemidir. Bu yönteme tabii tutulacak olan kolonda soğuk derz oluşmasını engellemek amacıyla kolonun eski ve yeni betonu arasındaki aderansın düzgün bir şekilde sağlanabilmesi için beton örtüsünün sıyrılarak kolon yüzeyinin pürüzsüz hale getirilmesi büyük önem arz etmektedir. Bu aşamadan sonra kolona yatay ve düşey donatılar TDBY 2018'de [1] belirtilen kurallar uygun olarak yerleştirilmektedir ve beton dökülmektedir. Bu yöntem uygulanarak güçlendirilmiş olan kolonun kesme ve basınç dayanımının belirlenmesi için kesit kalınlığı olarak eski ve yeni betonun toplamı, beton

dayanımı olarak yeni betonun dayanımı kullanarak hesaplanan değerinin 0.9 ile çarpılarak azaltılmış hali kabul edilmektedir.

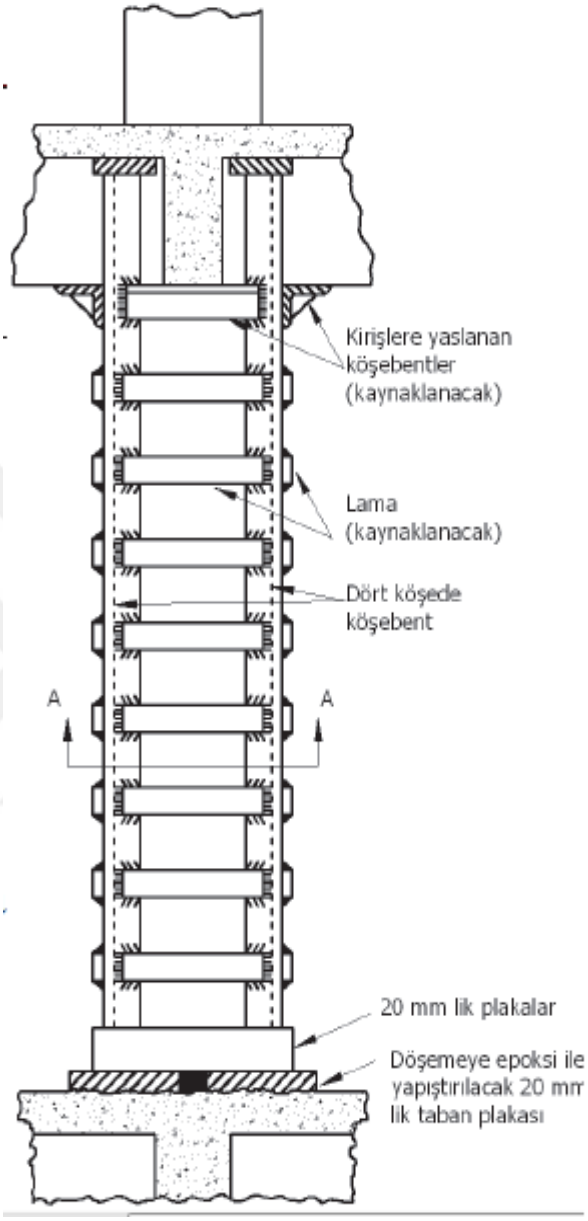


Şekil 4.2: Betonarme sargı uygulaması

Kolonlar için bir başka güçlendirme yöntemi ise çelik sargı uygulanması işlemidir. Kolonun süneklik ve eksenel yük kapasitesini önemli ölçüde arttıran bu yöntem dikdörtgen betonarme bir kolonun 4 köşe noktasına kolon boyuyla paralel olacak şekilde köşebentler yerleştirilerek ve burkulmayı engellemek için yatay lamalarla desteklenerek yapılmaktadır. Bu işlem uygulanırken köşebentlerin kat boyunca sürekli olması ve köşebentler ile beton yüzey arasında boşluk bırakılmaması kolonun istenen dayanımı elde edebilmesi açısından hayati önem arz etmektedir. Buna ek olarak sargı boyunun bindirme bölgesi boyundan en fazla iki kat uzunlukta olması ve çelik sargının bindirme bölgelerinde sıkıştırılmasına dikkat edilmesi bir başka önemli husus olarak karşımıza çıkmaktadır. Uygulama sonucunda kazanılan ek kesme dayanımı TBDY 2018'de [1] belirtilen bağıntı ile hesaplanmaktadır.

$$V_j = \frac{t_j \, b \, d \, f_{yw}}{s} \tag{4.1}$$

Denklem 4.1 de t_j yatay plaka kalınlığını, b yatay plaka genişliğini, s yatay plaka aralığını, d kesitin faydalı yüksekliğini ifade etmektedir.



Şekil 4.3: Çelik sargı yöntemi

Şekil 4.3'de çelik sargı yöntemi uygulaması kapsamında yapılacak olan kolon tabanına plakalar yerleştirilmesi, kolon köşe noktalarına köşebentler ve bu köşebentleri saran lamaların yerleştirilmesi işlemleri görülmektedir.



Şekil 4.4: Çelik sargı yöntemi uygulanmış betonarme kolon

Kolonlara uygulanan bir diğer yöntem olanı ise lifli polimer sargı metodudur. Kolon lifli polimer malzeme ile epoksi yapıştırıcılar kullanarak kolon enine donatılarına paralel olacak şekilde kaplanmaktadır. İlk sarma işlemi bittikten sonra lifli polimer malzemenin üzerine epoksi yapıştırıcılar sürülmeli ve bindirme boyu en az 20 cm olması gerekmektedir. Lifli polimer malzeme yüksek çekme dayanımına sahip olması, betonarme ve çelik sargı yöntemlerine göre uygulanması daha kolay olduğundan diğer iki yönteme nazaran ön planı çıkmaktadır. Ayrıca bu yöntem ile kolonların kesme, basınç dayanımları ve sünekliği iyi derecede arttırılmaktadır. Buna ek olarak donatı bindirme boyunun yetersiz olduğu durumlarda kenetlenme dayanımının artmasında önemli bir rol oynamaktadır. Çelik ve Karaşin [42]

yaptıkları çalışmada lifli polimer malzemenin beton üzerindeki dayanıma olan katkısını inceleyip, bu yöntem ile %25 oranında dayanımın arttığını ifade etmişlerdir.



Şekil 4.5: Lifli polimer malzeme ile sarılmış betonarme kolon

Bahsi geçen yöntemlere ek olarak kolonun eğilme kapasitesinin, kesme ve basınç dayanımının arttırılması için kolon kesitini büyütme işlemi uygulanmaktadır. Eski ve yeni betonun aderansının sağlanabilmesi için kolon yüzeyindeki sıva tabakası sıyrılmaktadır. Bunun akabinde kesit büyütme işleminin yapılması için eklenen donatılar kat döşemelerinden açılan deliklerden geçirilerek süreklilik sağlanmaktadır. Büyütülmüş kolon kesitinin eğilme, kesme ve basınç dayanımlarının hesabında kesit boyu olarak eski ve yeni betonun toplam kesit boyutu, beton dayanımı olarak yeni betonun dayanım değerleri kullanılarak dayanım değerleri hesaplanmaktadır ve hesaplanan bu değerler 0.9 ile çarpılarak mevcut dayanım değerleri olarak kabul edilmektedir. Navdar ve Çağlar [43] kolon kesitinin büyütülerek güçlendirilmesi diğer bir adı ile mantolama üzerine yaptıkları çalışmada betonarme bir kolonu bahsi geçen yöntem ile güçlendirerek bu yöntemin kolon dayanımını ciddi bir biçimde katkı sağladığını ortaya koymuşlardır.

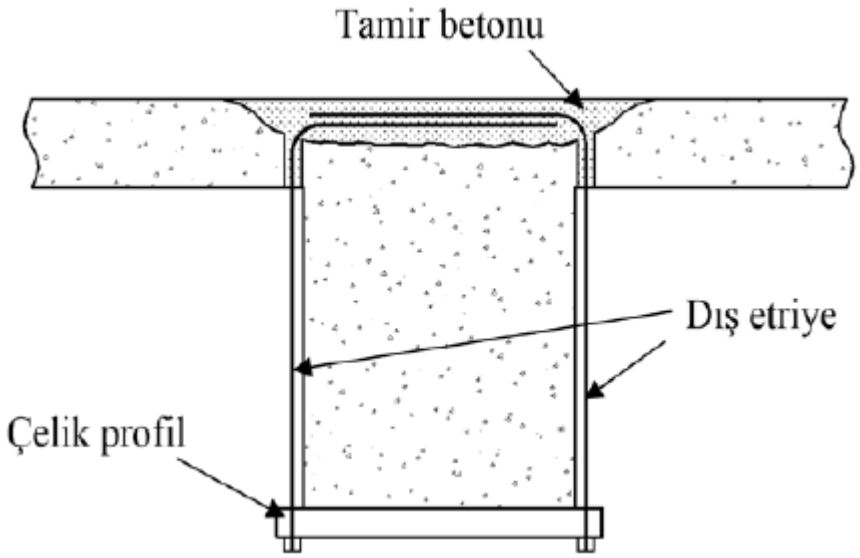


Şekil 4.6: Mantolama yöntemi uygulanan betonarme bir kolon

4.6.1.2. Kirişlerin Güçlendirilmesi

Betonarme kirişlerde güçlendirme yapılmasının temel amacı kirişlerin kesme ve süneklik kapasitelerini arttırmaktır.

Kirişlerin güçlendirilmesi için uygulanan yöntemlerden biri kirişlere dıştan etriye eklenmesi ile yapılmaktadır. Kiriş mesnet bölgelerinde kirişe her iki yanından etriyeler eklenmektedir. Bu kapsamda alt kısımda kiriş altına çelik profil yerleştirilerek bu profile bağlanan etriyeler, üst kısımda ise bu etriyeler döşemede açılan deliklerden geçirilerek döşemenin üst yüzünde açılmış olan bölüme şekil 4.7' de görüldüğü gibi yerleştirilmektedir.

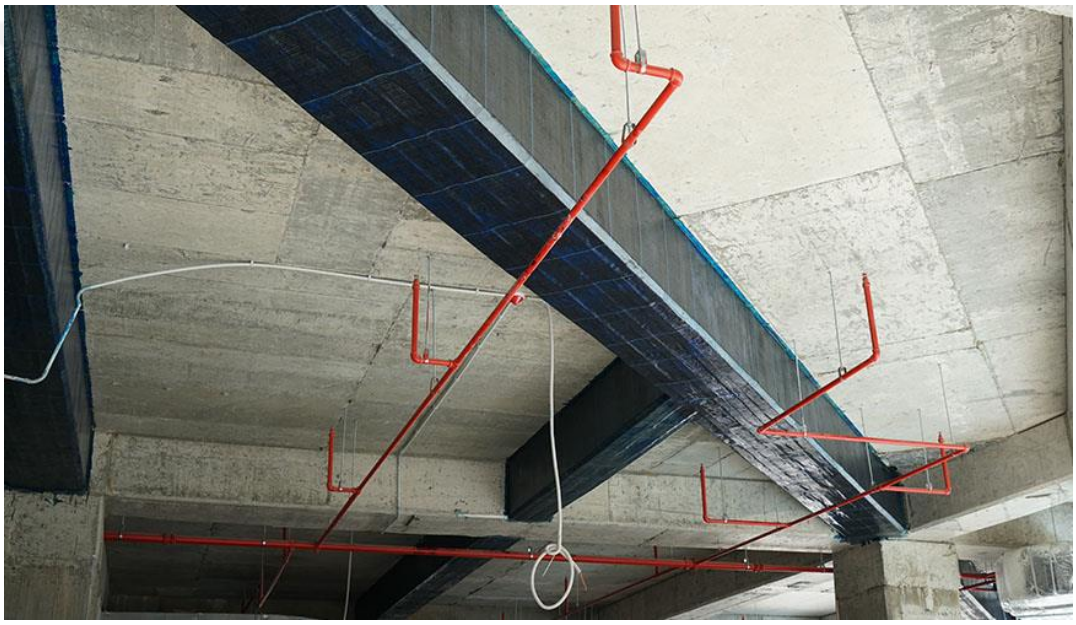


Şekil 4.7: Kirişlerin dıştan etriye eklenmesi ile güçlendirilmesi (TBDY, 2018)



Şekil 4.8: Dıştan etriye ekleme yöntemi ile güçlendirilen betonarme kiriş

Kirişlerin güçlendirilmesinde uygulanan diğer bir yöntem ise kirişlerin lifli polimer sargı ile sarılması uygulamasıdır. Kirişin lifli polimer malzeme ile kaplanması suretiyle uygulanan bu yöntem kirişin kesme dayanımını ve sürekliliğini önemli ölçüde arttırmaktadır. Çetinkaya ve diğ. [44] yaptıkları çalışmada lifli polimer malzemenin betonarme kirişler üzerindeki etkisini inceleyerek, dayanımı ciddi oranda arttırdığını ortaya koymuşlardır. Alemdar ve İnkaya [45] ise yaptıkları çalışmada lifli polimer malzeme ile sargı çeşitli tekniklerinin betonarme kirişler üzerindeki etkisini inceleyerek karbon fiber katman sayısının arttırılmasının dayanıma ekstra katkı sağladığını gözlemlemişlerdir. Kirişin sadece alt yüzeyinin sarılması yerine alt yüzeyi ile birlikte yan yüzlerinin de sarılmasının dayanımı önemli oranda arttırdığını gözlemlemişlerdir.



Şekil 4.9: Betonarme kirişlere lifli polimer sargı uygulaması

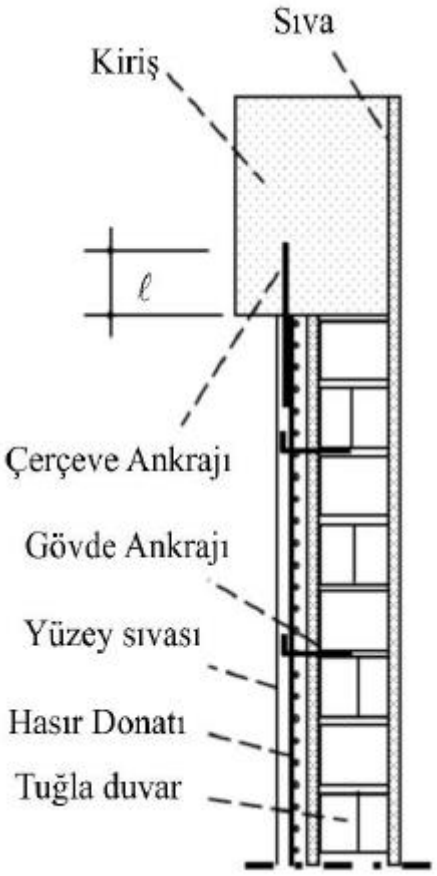
4.6.1.3. Bölme Duvarların Güçlendirilmesi

Yapı içerisinde düşey doğrultuda süreklilik gösteren betonarme çerçeve içindeki bölme duvarların kesme kuvveti dayanımı ve rijtliğinin arttırılması amacıyla yapılmaktadır. Bu yönteminin yapı için temel güçlendirilme metodu seçilmesi durumunda su basman kotundan itibaren en fazla üç katlı yapılar için geçerli olmaktadır.

Tekeli ve diğ. [46] yaptıkları çalışmada bölme duvarları güçlendirmek için uygulanan yöntemlerden biri olan hasır çelik donatılı sıva yönteminin duvarın her iki yüzüne de sık ankraj yapılarak uygulanmasının yanal yük taşıma kapasitesini önemli oranda arttırdığını ifade etmişlerdir. Bu yöntem duvar yüzeyine hasır donatı çeliği yerleştirildikten sonra özel karışımlı

bir sıva işlemi yapılarak uygulanmaktadır. Bahse konu olan metodun tam anlamıyla uygulanabilmesi için TBDY 2018'de [1] ana kurallar belirlenmiştir.

- Sıva tabakasının kalınlığı en az 30mm, hasır donatı beton örtüsü en az 20 mm ve sıvanın basınç dayanımı en az 5 MPa olmalıdır.
- Güçlendirme duvarların uzunluğunun kalınlığına oranı 30'dan küçük olmalıdır.
- Duvar yüzü ile çerçeve elemanların dış yüzü arasında en az 30 mm olmalıdır.
- Çerçeve ankraj çubuğunun çapı en az 12mm, ankraj derinliği çubuk çapının on katı ve çubuk aralığı en çok 300 mm olmalıdır.
- Dolgu duvara dik yönde uygulanacak olan ankraj çubuklarının çapı en az 8mm ve ankraj derinliği en az çubuk çapının on katı ve bir m^2 de dört adet olmalıdır.
- Dolgu duvar eşdeğer köşegen basınç çubukları şeklinde modellenecektir.



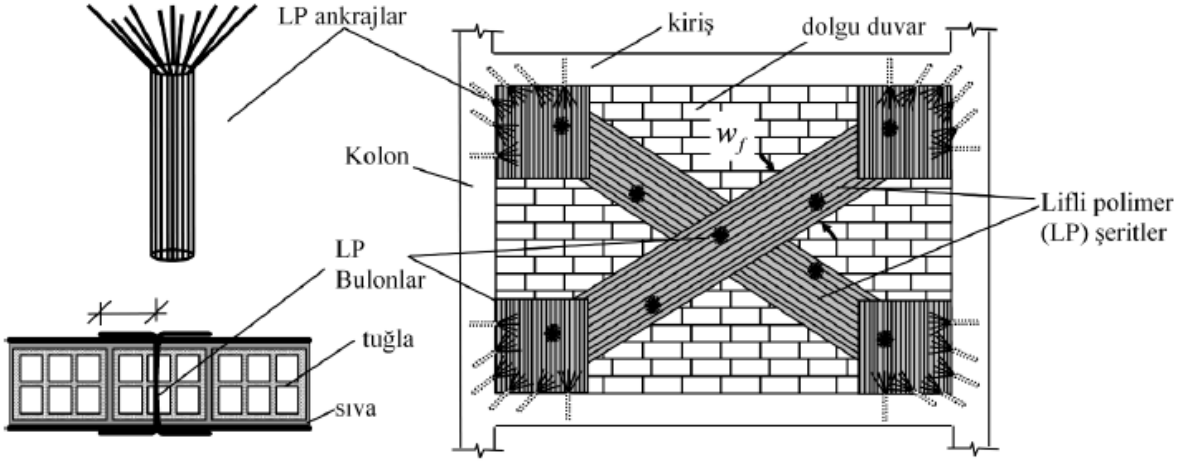
Şekil 4.10: Hasır donatı ile dolgu duvar güçlendirilmesi işlemi (TBDY, 2018)



Şekil 4.11: Hasır donatı yerleştirilmiş dolgu duvar örneği

Dolgu duvarlar uygulanan bir başka güçlendirme yöntemi ise lifli polimer malzeme ile güçlendirme işlemidir. Tekeli ve diğ. [47] yaptıkları çalışmada dolgu duvarlarda lifli polimer malzemenin ciddi oranda dayanımı arttırdığını buna ek olarak ankraj sayısının artmasının dayanımın artması ile doğru orantılı olduğunu açıklamışlardır. Lifli polimer malzemenin ağır olmaması, korozyon tehlikesinin bulunmaması ve sünek davranış sergilemesi bu yöntemin tercih edilme nedenlerindendir. Rijitlik ve kesme dayanımını büyük oranda arttıran bu metot uzunluğunun yüksekliğe oranı 0.5 ile 2 arasında olan dolgu duvarlar için uygulanmaktadır. TBDY 2018'de [1] bahsi geçen yöntemin uygulanabilmesi için bazı kurallar belirtilmiştir.

- Duvar yüzeyi ile çerçeve elemanların dış yüzü arasında en az 30 mm boşluk olmalıdır.
- Lifli polimer şeritler ile betonarme çerçeve arasında şerit genişliğinin 1.5 katından az olmayan kara lifli polimer levhalar kullanılmalıdır.
- Lifli polimer şeritler lifli polimer bulonlar ile duvara sabitlenmelidir ve bulonlar arasındaki mesafe 600 mm den az, bulonun köşegen şerit kenarına uzaklığı 150 mm den az olmalıdır.
- Lifli polimer şeritler taşıyıcı sistem elemanlarına ankraj yapılarak bağlanmalıdır, ankraj derinliğinin çapı 10 mm'den, derinliği ise 150 mm'den küçük olmamalıdır.



Şekil 4.12: Lifli polimer şerit detayı

4.6.2. Sistem Türünde Güçlendirme Yöntemleri

4.6.2.1. Betonarme Perdeler Ekleme

Depreme karşı dayanımı yetersiz olan binaların dayanımını arttırmak için günümüzde en önemli yollardan birisi sisteme yeni perdeler eklenmesidir. Taşıyıcı sisteme betonarme perdeler eklenmesi sistemin yanal rijitliğini ve dayanımını arttırmaktadır. Betonarme perdeler bulunduğu doğrultuda deprem nedeniyle meydana gelen ötelenmeyi büyük ölçüde engellediğinden taşıyıcı sistemin zayıf olan yönüne bu tür güçlendirme işlemi uygulanması yapının istenen performans seviyesine ulaşması açısından oldukça önem arz etmektedir.

Çerçeve düzlemi içerisine betonarme perdeler eklenmesi bu yöntemin çeşitlerinden birisidir. Temelden itibaren belirlenen üst kota kadar çerçeve ekseni içinde kalmak suretiyle taşıyıcı sistem elemanlarına ankraj yapılarak yeni perde inşaa edilmektedir. İstenen performansın elde edilebilmesi için boyuna donatıların sürekliliğinin sağlanması ve ankraj çubuklarının istenen şartlara uygun olması bu yöntemin uygulama sırasındaki en önemli noktasıdır. Bundan dolayı perde uç bölgeleri olarak mevcut kolon seçilmektedir. Eğer mevcut kolon bulunmuyorsa perde içine kolon eklenerek veya bulunan kolon yeterli değilse kolona büyütme işlemi yapılarak perde üç bölgesi oluşturulmaktadır. Uçar ve diğ. [48] yaptıkları çalışmada çerçeve düzlemi içerisine perde ekleme yöntemini üç farklı model olarak tasarlayıp incelemişlerdir. Çalışmaları sonucunda çerçeve düzlem içine eklenen betonarme perdelerin yapının doğal titreşim periyodunu kısaltarak, binaların yatay rijitliklerini arttırdığını ve kat yerdeğiştirmelerinin azaldığını belirlemişlerdir.



Şekil 4.13: Çerçeve sisteme betonarme perde eklenmesi



Şekil 4.14: Çerçeve sisteme betonarme perde eklenmesi - 2

Taşıyıcı sisteme betonarme perdeler ekleme yöntemi çerçeve düzeleme bitişik betonarme perdeler eklenmesiyle de uygulanmaktadır. Sisteme eklenecek olan perdeler çerçeveye bitişik olarak inşaa edilerek, çerçeve sistem içerisine perde eklenmesi yönteminde olduğu gibi sürekliliğin sağlanması, çerçeve sistemin elemanları ve yeni eklenecek olan perde arasında oluşan kayma gerilmelerini engellediğinden ankraj çubuklarının istenen şartlara riayet edilerek uygulanması en önemli hususlardandır.

4.6.2.2. Yapıya Yeni Çerçeve Sistem Ekleme

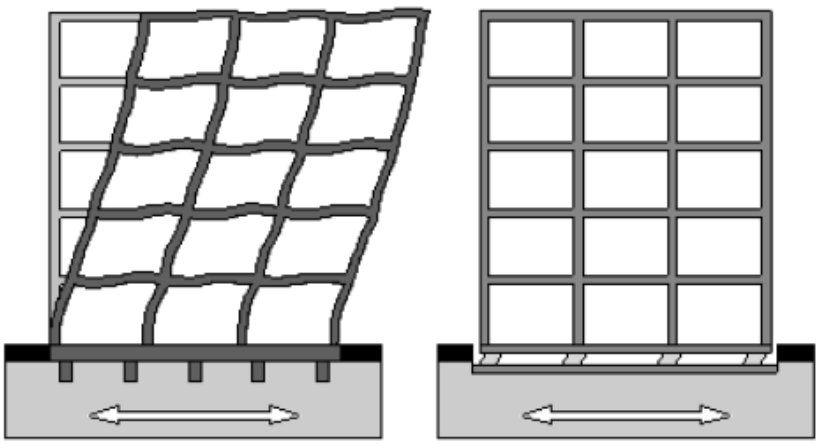
Betonarme sisteme yeni çerçeve eklenmesi ile yatay kuvvetlerin paylaşımı sağlanmaktadır. Taşıyıcı sisteme eklenecek çerçeve sistemin temeli mevcut temelden bağımsız bir şekilde düzenlenmemektedir. Yük aktarımının düzgün bir şekilde sağlanabilmesi için yeni ve eski çerçevelerin birlikte çalışması, bu yöntemin başarıyla ulaşabilmesi için en önemli hususlardan biri olarak vurgulanmaktadır.

4.6.2.3. Sistem Kütlesinin Azaltılması

Sistem kütlesi açısal frekans değerini buna bağlı olarak yapı doğal titreşim periyodunu doğrudan etkilemektedir. Buna ek olarak mevcut yapıda yük azalması taşıyıcı sistemin deprem karşı daha dayanıklı olmasını sağlamaktadır. Binanın bazı katlarının iptal edilerek kaldırılması, mevcut çatı yerine daha hafif bir çatı yapılması, çatıda bulunan su deposu gibi ekstra ağırlık yapan şeylerin zemine indirilmesi, ağır balkonların ve bölme duvarların daha hafif elemanlar ile değiştirilmesi sistem kütlesinin azaltılması bu yöntemin uygulanma metotlarındandır.

4.6.2.4. Yapıya Sismik İzolasyon Uygulanması

Sismik izolasyon yöntemi zemin ile yapı etkileşimini azaltarak, düşey yönde rijit, yatay yönde ise esnek olan ve belirli oranda deplasman yapabilen kauçuk mesnetlerin yerleştirilmesi olarak tanımlanmaktadır. Sismik izolasyon uygulanmasının amacı yapının periyodunu ve sönüm oranını arttırarak yapının depremin şiddetini daha az hissetmesini sağlamaktır. Sismik izolasyon uygulaması ile yapının deprem şiddetini daha az hissetmesinden dolayı göreli kat ötelenmeleri ve kat ivmeleri önemli oranda azalmaktadır. İzolasyonlu sistemlerde binanın yer hareketini büyütme oranı 0.9-1.0 arasında iken izolasyonsuz sistemlerde 3-6 kat arasında kalmaktadır.



Şekil 4.15: Ankastre temelli ve sismik izolasyonlu yapı

Şengel ve diğ. [49] yaptıkları çalışmada ankastre temelli olarak inşaa edilmiş daha sonradan ise sismik izolasyon yöntemi uygulanmış bir yapıyı incelemişlerdir. Bu incelemeler sonucunda kat ötelenmelerinin %50, temel kirişlerindeki momentin %40-%50, düşey taşıyıcı elemanlardaki kesme kuvvetinin %30 oranında azaldığını tespit etmişlerdir.

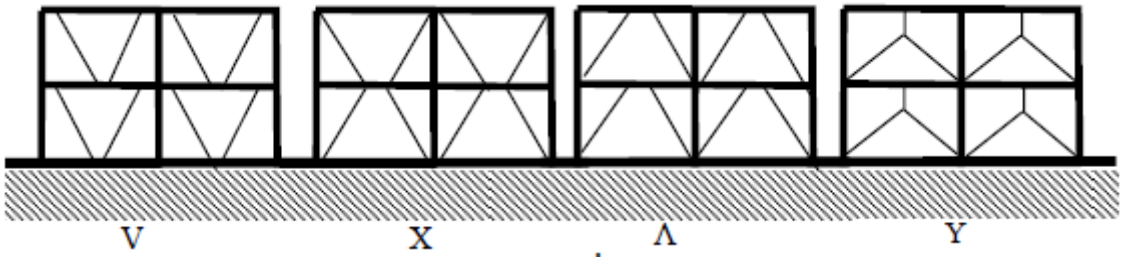


Şekil 4.16: Sismik izolasyon uygulanmış betonarme yapı

4.6.2.5. Taşıyıcı Sisteme Çelik Çaprazlar Eklenmesi

Taşıyıcı sistem türünde güçlendirme yöntemlerinden birisi de çerçeve düzlemine çelik çapraz elemanlar eklenmesi yapılmaktadır. Bu yöntem ile yapının kütlesi arttırılmadan yatay yüklere karşı dayanımı ve sünekliliği arttırması bu yöntemin önemli avantajlarındandır. Çelik çaprazlar binanın dış kısmında bulunan çerçeve sistemlere uygulanarak, diğer güçlendirme yöntemlerinde olduğu gibi istenen dayanımın elde edilebilmesi için sürekliliğin sağlanması gerekmektedir. Sürekliliğin düzgün bir şekilde sağlanmasıyla kolon kiriş birleşim bölgelerindeki momentler azalarak, yanal ötelenmeler ciddi oranda azalmaktadır. Ancak bazı durumlarda taşıyıcı sistem güçlenirken çelik çaprazların bağlandığı elemanlarda iç kuvvet artışları sonucunda gevrek kırılma yaşanması önlemek için bu elemanların kesitleri

büyütülmektedir [50]. Betonarme çerçeve ile çelik çapraz elemanlar arasında yük aktarımını sağlamak için kaynaklı veya bulonlu bağlantı yapılarak uygulanan bu yöntemde çelik çapraz elemanlar farklı şekillerde yerleştirilebilmektedir.

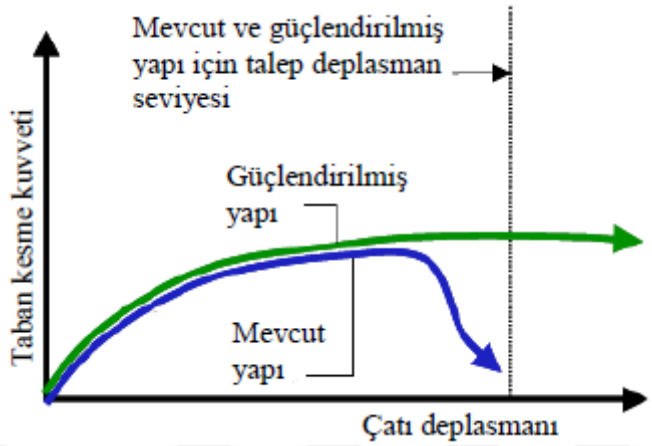


Şekil 4.17: Çelik çapraz bağlantı türleri (Korkmaz, 2007)

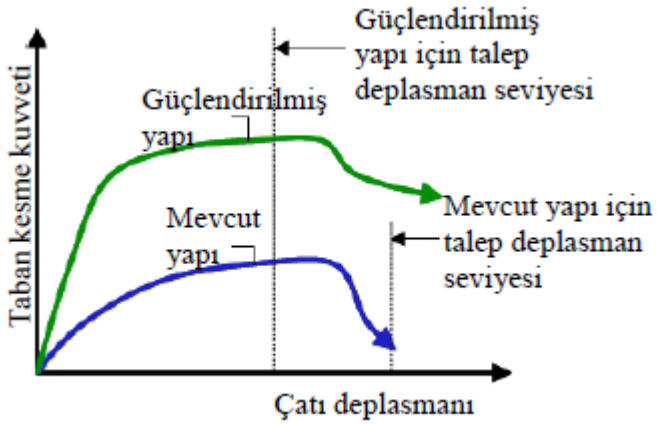


Şekil 4.18: Çelik çapraz elemanlarla güçlendirilen betonarme yapı

Bölüm 4.6 da bahsedilen eleman türünde ve taşıyıcı sistem türünde güçlendirmenin yapı performansına etkisi bakımından karşılaştırması şekil 4.19 ve 4.20'de görülmektedir [51].



Şekil 4.19: Eleman türünde güçlendirme ile dayanım artışı (Moehle ,2000)



Şekil 4.20: Sistem türünde güçlendirme ile dayanım artışı (Moehle, 2000)

5. BETONARME YAPILARIN ŞEKİL DEĞİŞTİRMEYE GÖRE ANALİZİ

Betonarme binaların deprem etkisi altında tasarımında, dayanıma ve şekil değiştirmeye göre olmak üzere iki farklı hesap yöntemi bulunmaktadır. Bunlardan ilki olan dayanıma göre tasarım yönteminde elastik sınırlar içerisinde yer değiştirmeler belirlenerek kesitlerin geometrik özellikleri ve donatıları belirlenmektedir. İkinci yöntem olan şekil değiştirmeye göre tasarım yönteminde ise elastik olmayan sınırlar içerisinde yapı elemanlarında meydana gelen deformasyonlar tahmin edilebilmektedir ve bu deformasyonlar taşıyıcı sistem elemanlarının özellikleri ile kıyaslanarak kesitlerin yeterliliği doğru bir şekilde belirlenmektedir. Buna ek olarak yapılarda genel olarak kullanılan malzemelerin gerilme – şekil değiştirme bağıntılarının ve elemanların geometrisinde meydana gelen değişimler nedeniyle denge denklemlerinin doğrusal olmamasından dolayı mevcut binaların performans seviyesinin belirlenerek güçlendirme yönteminin belirlenmesinde şekil değiştirmeye göre tasarım öne çıkmaktadır.

5.1. PLASTİK MAFSAL VE LİMİT YÜK KAVRAMI

İnşaat mühendisliğinde sıkça kullanılan iki farklı mafsal çeşidi bulunmaktadır. Bunlardan ilki klasik mafsal olarak tanımlanan, moment taşımayan ve serbestçe dönebilen mafsallardır. İkincisi ise plastik mafsal olarak nitelendirilen, moment taşıyabilen ve bu momenti taşıyabilmek için sürekli dönmekte olan mafsallardır.

Taşıyıcı sistem elemanlarının zorlanan kesitlerinde moment artışının devam etmesi sonucu kesitte bir süre sonra moment sınır değerinin aşılmasıyla moment taşınamaz duruma gelmektedir. Bu sınır değerinden sonra moment artışının hala devam etmesiyle eleman bu etkiye karşı koyabilmek için serbestçe dönebilmesi o kesitte plastik mafsal oluşumunu ifade etmektedir. Plastik mafsal oluşması yapı elemanının plastik davranış sergilediğini bir başka ifadeyle kesitte meydana gelen deformasyonlar yük etkisi kalktıktan sonra kesit üzerinde aynı şekilde kalacağını ifade etmektedir. Bu durum gerçekleştiğinde donatının da akma sınırını aşacağı bilinmektedir. Bundan dolayı plastik mafsal oluşmasından kesitte hasarın meydana geldiği anlaşılabilmektedir. Yapıda ani göçmelerin önüne geçebilmek için önemli olan güçlü kolon zayıf kiriş kuralı da göz önüne alındığında plastik mafsal oluşumunun kolonlar yerine kirişlerde oluşması istenmektedir.

Eğilme etkisi altında olan betonarme bir kirişe yük etkimeye başladıktan sonra ilk etapta betonda basınç ve çekme gerilmeleri meydana gelirken, donatı elastik kalmaktadır. Zaman içerisinde yük ve buna bağlı olarak momentin artmasıyla çekme bölgesindeki beton çatlamaya başlar ve buda kesitin plastik davranış göstermesine neden olur. Kesitin plastikleşen bölgesinin kapsamı ise kesitin geometrik özelliğine ve moment değişimine bağlı olmakla beraber, kesitte oluşan plastik bölge geçen zaman ile doğru orantılı şekilde tarafsız eksene doğru genişleme göstermektedir. Bu genişlemeyle beraber deformasyonlar artmaya başlayacaktır ve plastik moment değerine ulaşıldığı anda kirişin bahsedilen kesitinin olduğu yerde plastik mafsal oluşacaktır [52].

Hiperstatik sistemlerde oluşan plastik mafsal, sistemin hiperstatiklik derecesini düşürmektedir. Ancak güç tükenmesi olayını oluşturmamaktadır. Plastik mafsal oluşmaya devam ettiği düşünüldüğünde bir süre sonra yük sınır değerine ulaşmış olacaktır ve yükün ulaşacağı son sınır ise limit yük olarak adlandırılmaktadır. Limit yükün yaklaşık olarak belirlenebilmesi için iki farklı yol bulunmaktadır. Bu yollardan birisi alt sınır teoreminde iç kuvvetlerin dağılımı kendi içinde denge denklemlerini sağlamaktadır. Buna ek olarak kesitlerde şekil değiştirme meydana gelen kesitlerde akma şartı sağlanıyorsa ve mekanizma durumu oluşuyorsa dış yük limit yüke eşit veya küçük olmaktadır. Limit yükü belirlemede diğer bir yol olan üst sınır teoremine göre plastik mafsal oluşan yerlerde dönme olayı mekanizma durumunu oluşturuyorsa dış yük limit yüke eşit veya daha büyük olmaktadır. Belirlenene bu iki yöntem ile limit yükün alt ve üst sınırlarını belirleyip yaklaşık bir tahminde bulunmak mümkündür.

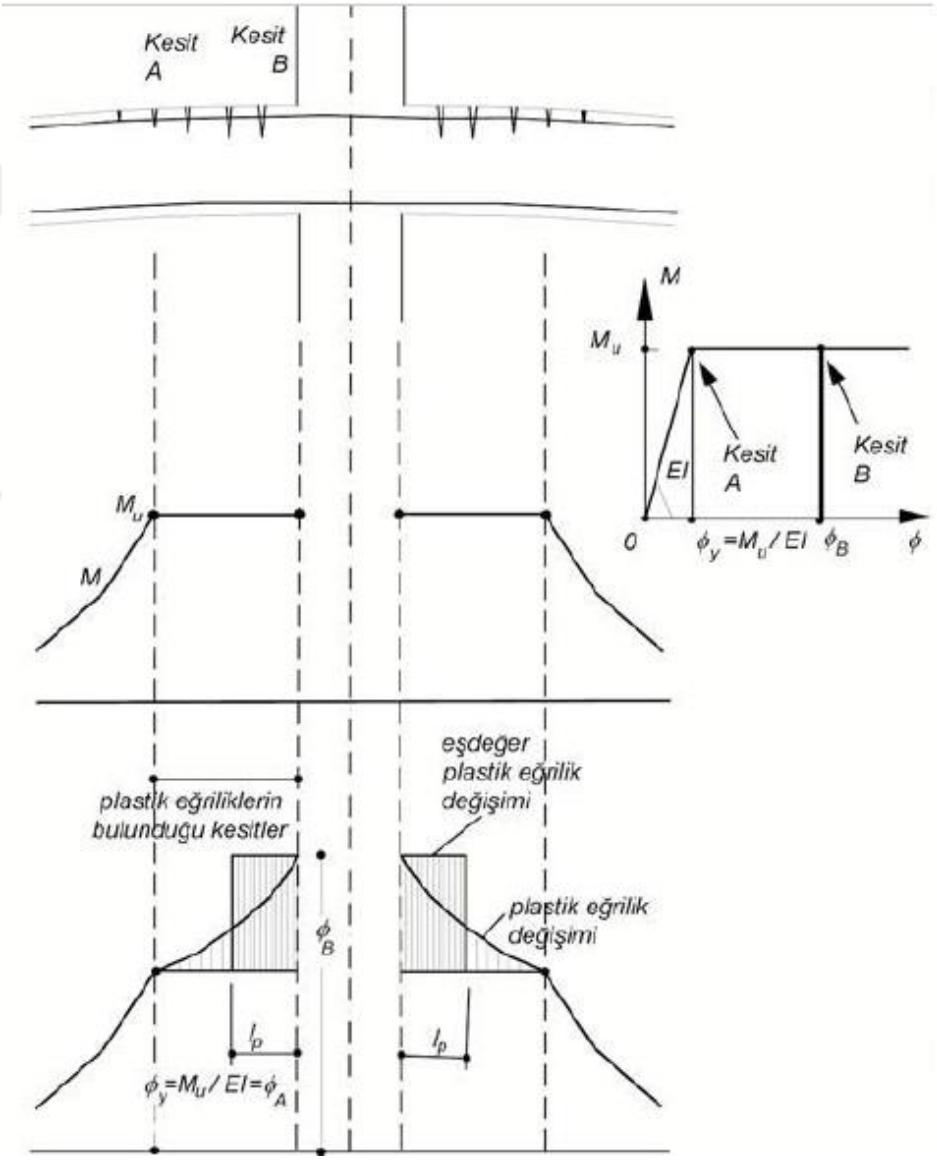
5.2. DOĞRUSAL OLMAYAN DAVRANIŞ MODELLERİ

5.2.1. Yığılı Plastik Davranış Modeli

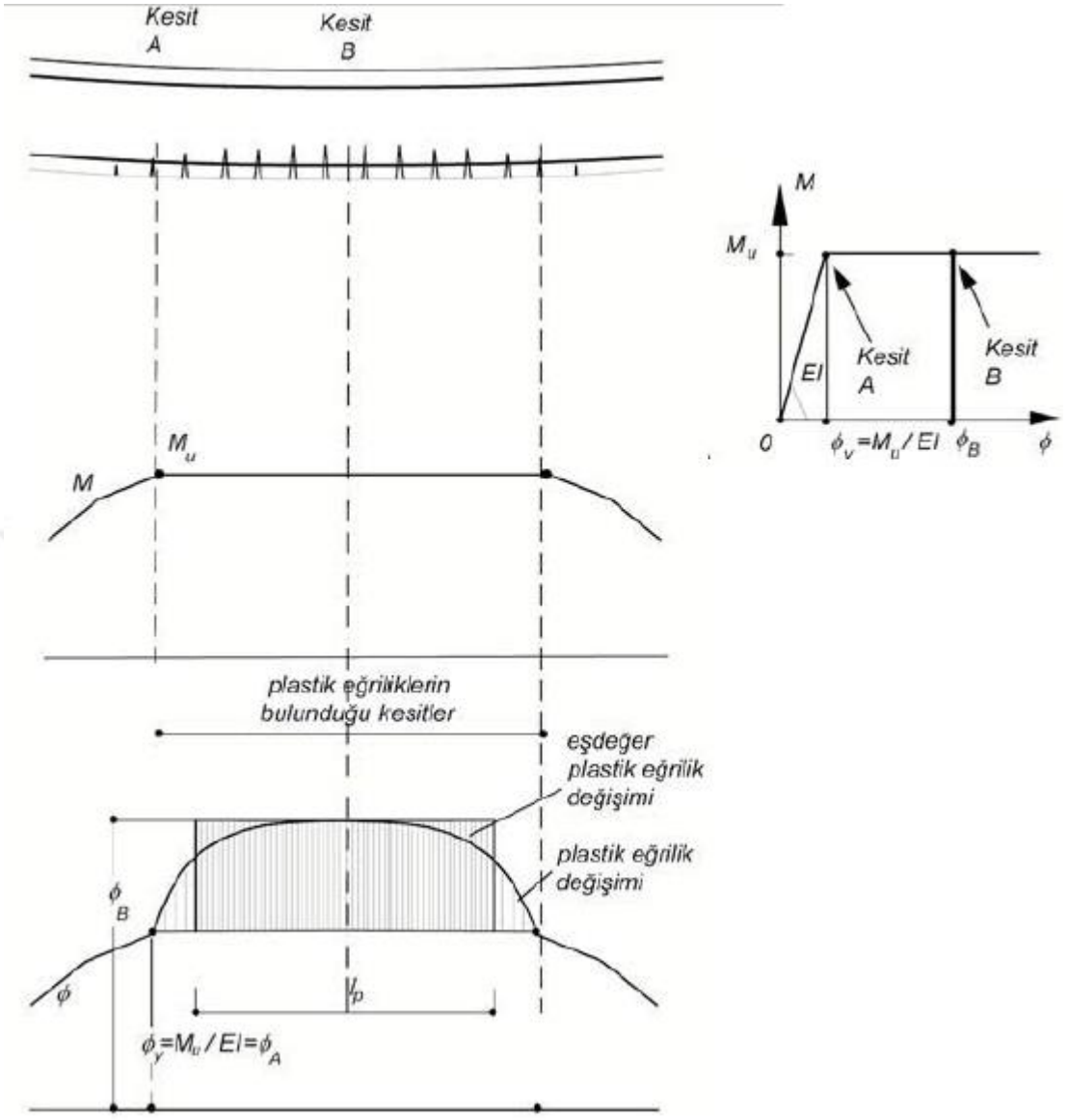
Bölüm 5.1'de anlatılan plastik mafsal kavramına göre belirlenen davranış modeli yığılı plastik davranış modelidir. Plastik mafsallar kesitte her noktada meydana gelebilmekle beraber hesap kolaylığı sağlanması açısından elemanların belirli noktalarında oluştuğu kabul edilmektedir. Başka bir ifadeyle kalıcı şekil değiştirmelerin bu noktalarda toplanması varsayılmaktadır. TBDY 2018' de [1] bu davranış modelinin uygulanabilmesi için bazı kurallar belirtilmektedir.

- Kolon, kiriş ve perdeler de kullanılmakta olan bu modele göre plastik bölge uzunluğu kesit yüksekliğinin yarısına eşit olmaktadır.

- Plastik davranışında sadece eksenel kuvvet olan etkili olan elemanların plastik bölge uzunluğu elemanın serbest boyuna eşit olmaktadır.
- Plastik mafsal plastik bölgenin ortasına yerleştirilmektedir.
- Akma momentinin hesabında betonun birim şekil değiştirmesi 0.0035 ve donatının birim şekil değiştirmesi 0.01 olarak kabul edilmektedir.
- İki doğrulu iç kuvvet-plastik şekil değiştirme bağıntılarında pekleşme etkisi(plastik dönme artışına bağlı olarak plastik momentin artışı) terk edilebilmektedir.



Şekil 5.1: Kirişte mesnet bölgesinde plastik eğrilik değişimi ve plastik mafsal kabulü (Celep, 2007)



Şekil 5.2: Kirişte açıklık bölgesinde plastik eğrilik değişimi ve plastik mafsal kabulü (Celep, 2007)

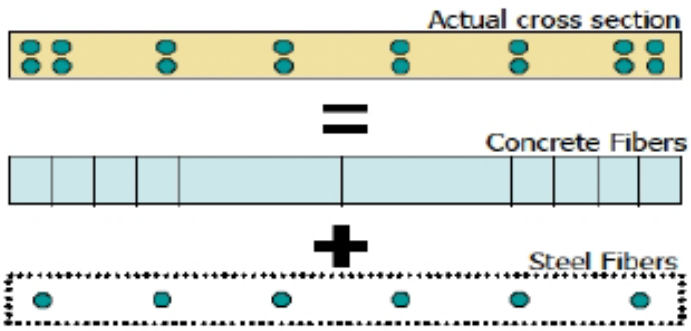
Şekil 5.1 ve 5.2'de görüldüğü üzere A kesitinde moment M_u değerine ulaşarak akma eğriliğini meydana getirmektedir ve moment akma değerine ulaşmaktadır. Yük altında plastik eğrilik değişiminden de görüleceği üzere kirişlerin en çok kolonlar ile birleşim yerleri zorlandığından plastik mafsal genel olarak kiriş uçlarında meydana gelmektedir. A ve B noktaları arasındaki eğriliklerin toplamı ise plastik mafsal boyunu (l_p) ifade etmektedir.

5.2.2. Yayılı Plastik Davranış Modeli

Doğrusal olmayan analizlerde kullanılan en popüler davranış modelidir. Bu modelde eleman kesiti sonlu sayıda beton ve çelik liflere bölünerek, yük deformasyon ilişkisi donatı ve betonun

eksenel olmayan gerilme-şekil değiştirme ilişkisi ile tanımlanmaktadır. Yığılı plastik davranış modelinin aksine bu modelde plastik deformasyonun belirli noktalarda oluşması yerine kesit içerisinde sürekli biçimde oluştuğu varsayılmaktadır. Kolonlarda normal kuvvetin bulunması nedeniyle moment-eğrilik bağıntısında değişikliğe neden olmaktadır. Normal kuvvetin eğilme momentinin aksine kolonlarda sabit değişim göstermesinden ve perdelerin plandaki boyunun düşey yöndeki yüksekliğine oranının 0.5 in üzerinde olduğu durumlardan dolayı yığılı plastik davranış modeli geçerliliğini kaybedebilmektedir. Bu nedenlerden dolayı lifli veya fiber olarak da adlandırılan yayılı plastik davranış modeli kolon ve perdeler için tercih edilen davranış modeli olmaktadır. Yayılı plastik davranış modeline ait belirlenen bazı koşullar TBDY 2018'de [1] belirtilmektedir.

- Kesit içinde betonun veya yapısal çeliğin yeteri kadar küçük hücrelerle, çelik donatı çubuklarının ise tekil olarak modellendiği ve her bir hücrede doğrusal olmayan eksenel gerilme birim şekil değiştirme bağıntılarının çevrimsel olarak göz önüne alınabildiği kesit hücresi (lif) modeli, uygulamada özellikle betonarme perdelerin doğrusal olmayan modellemesi için kullanılabilir.
- Bu modelle, karmaşık kesitli (T, L, U veya C şeklinde) betonarme perdelerde planda enkesit çeşitli bölgelere ayrılabilir, düşey doğrultuda da perde boyunca sonlu uzunlukta parçalar göz önüne alınarak her bir perde kolunda iki boyutlu bir sonlu eleman ağı oluşturulabilir.
- Perdedeki kayma şekil değiştirmeleri sonlu eleman ağına paralel olarak doğrusal bir kayma modeli ile hesaplanabilir.



Şekil 5.3: Betonarme perdenin yayılı plastik davranış modeli örneği

5.3. DOĞRUSAL OLMAYAN HESAP İÇİN MODELLEME KRİTERLERİ

Yapıların doğrusal olmayan modellenmesi taşıyıcı sistemin bütünüyle ilgili genel kurallar ve özel olarak taşıyıcı sistem elemanları için TBDY 2018'de [1] açıklanmaktadır. Yapının üç boyutlu olarak modellenmesi, bütün doğrultular için deprem etkisinin göz önüne alınması, istisnai durumlar hariç sönüm oranının %5 olarak kabul edilmesi, ikinci mertebe etkilerinin yapıdaki etkilerinin incelenmesi, mevcut binaların analizinde beton ve donatı çeliği dayanımı bölüm 4.3 de belirtilen hususlara göre hesaplanmalı, yeni yapılacak binalar için tablo 5.1'in dikkate alınması yapı için belirtilmiş olan genel kurallardır.

Tablo 5.1: Beton ve donatı çeliğinin ortalama dayanımları (TBDY, 2018)

Beton	$f_{ce}= 1.3\ f_{ck}$
Donatı Çeliği	$f_{ye} = 1.2\ f_{yk}$

5.3.1. Kolon ve Kiriş Modelleme Kriterleri

Sonlu elemanlar modeli ve bölüm 5.2.1. ve bölüm 5.2.2.'de belirtilen hususlar dikkate alınarak kolon ve kirişler için yayılı veya yığılı plastik davranış şekli baz alınarak modelleme yapılmaktadır. Yığılı plastik davranış modeli uygulanan kolon ve kirişlerde plastik mafsalların arasında kalan bölgede kolon ve kirişler doğrusal olarak modellenmesi gerekmektedir.

5.3.2. Perde Modelleme Kriterleri

Bölüm 5.2.1. ve 5.2.2.'de belirtildiği gibi geometrik şekli T, L, U veya C olan perdelerin plandaki en büyük uzunluğunun düşey yöndeki yüksekliğe oranı 0.5 den küçük olan perdeler yığılı plastik davranış modeline göre modellenebilmektedir. Yayılı plastik davranışı ile modelleme yapılabilmesi için böyle bir şart bulunmamakla beraber boşluklu perdelerin bağ kirişlerinin doğrusal olmayan modelleri çubuk eleman olarak veya özel modelleme yöntemleri ile gerçekleştirilebilmektedir.

5.3.3. Bodrum Perdeleri ve Döşemeleri Modelleme Kriterleri

Bodrum perdeleri ve bina döşemeleri istisna durumlar haricinde doğrusal olmayan modelleme kriterleri yerine doğrusal modelleme kriterleri de kullanılarak modellenebilmektedir. Rijit diyafram modeli uygulanmayan döşemeler iki boyutlu sonlu eleman olarak da modellenebilmektedir. Rijit diyafram modeli uygulanan döşemelerden kolon ve perdeye

aktarılan kuvvet döşemenin bulunduğu katın, alt ve üst katında bulunan aynı döşemelerden elde edilen kesme kuvvetlerinin farkı olarak kabul edilmektedir. Su basman kotunda bulunan döşemeler yarı rijit diyafram modeli esas alınarak iki boyutlu sonlu elemanlar modellenmesi gerekmektedir.

5.3.4. Kütlelerin Modellenmesi

Yapısal elemanların çubuk ve kabuk olarak modellenmeleri neticesinde düğüm noktası kütleleri o düğüm noktasına bağlı olarak elemanlara etkiyen yayılı kütlelerin bileşkeleri olarak hesaba katılmaktadır. Herhangi bir düğüm noktasına etki eden kütleler TBDY 2018'de [1] verilen bağıntılar kullanılarak hesaplanmaktadır.

$$w_j^{(S)} = w_{Gj}^{(S)} + n\, w_{Qj}^{(S)} \tag{5.1}$$

$$m_{\mathrm{j}}^{(S)} = \frac{\mathrm{w_j^{(S)}}}{\mathrm{g}} \tag{5.2}$$

Hareketli yük kütle katılım katsayısı tablo 5.2'de belirtilmektedir.

Tablo 5.2: Hareketli yük kütle katılım katsayısı (TBDY, 2018)

BİNANIN KULLANIM AMACI	*n*
Depo, antrepo, vb.	0.80
Okul, öğrenci yurdu, spor tesisi, sinema, tiyatro, konser salonu, ibadethane, lokanta, mağaza, vb.	0.60
Konut, işyeri, otel, hastane, otopark, vb.	0.30

5.3.5. Dış Merkezlik Etkisinin Modellenmesi

Binanın herhangi bir katında A1 türü düzensizlik(burulma düzensizliği) katsayısının 1.5 den büyük olması durumunda dikkate alınmaktadır. Bu şartın sağlanması durumunda herhangi bir katın kütle merkezine etkiyen deprem kuvvetleri dikkate alınan deprem yönüne dik doğrultudaki kat boyutunun %5 eksiği ve fazlası kaydırılarak bu iki durum için ayrıca hesap yapılmaktadır. Mevcut binaların analizinde ek dış merkezlik etkisi dikkate alınmamaktadır.

5.3.6. Elemanların Kesit Rijitlikleri

Mevcut betonarme binaların doğrusal olmayan analizinde kullanılacak olan kesit rijitlik katsayıları tablo 5.3'de belirtilmektedir.

Tablo 5.3: Taşıyıcı sistem elemanlarının etkin kesit rijitlikleri (TBDY, 2018)

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	0.50

Yeni yapılacak olan binalarda yığılı plastik davranış göre modellenen taşıyıcı sistem elemanlarının etkin kesit rijitlikleri denklem 5.3 ve 5.4'de belirtilmektedir. Bağıntı 5.4'de η değeri kiriş ve kolonlar için 1, perdeler için 0.5 kabul edilmektedir.

$$(EI)_e = \frac{M_y}{\theta_y}\frac{L_s}{3} \tag{5.3}$$

$$\theta_y = \frac{\emptyset_y L_s}{3} + 0.0015\,\eta\left(1 + 1.5\frac{h}{L_s}\right) + \frac{\emptyset_y d_b f_{ye}}{8\sqrt{fce}} \tag{5.4}$$

5.4. BETONARME ELEMANLARIN ŞEKİL DEĞİŞTİRME SINIRLARI

Mevcut ve yeni yapılan binaların şekil değiştirme sınırları TBDY 2018'de [1] belirlenmiştir. Mevcut binalar ve yeni yapılacak binalar için yapılacak analizlerde aynı bağıntılar

kullanılmakla beraber, mevcut binaların şekil değiştirme sınırlarının belirlenmesinde bazı ek koşullar bulunmaktadır.

Göçmenin önlenmesi performans düzeyine göre tasarımı yapılacak olan ve yayılı plastik davranış modeli uygulanan binalar için beton birim kısalması ve donatı çeliği birim şekil değiştirmesi dikdörtgen kesitlerde 5.5, 5.6, 5.7, 5.8, 5.9'da verilen bağıntılar kullanılarak hesaplanmaktadır.

$$\epsilon_c^{(GÖ)} = 0.0035 + 0.04\sqrt{w_{we}} \leq 0.018 \tag{5.5}$$

$$w_{we} = \alpha_{se}\, \rho_{sh,min}\, \frac{f_{ywe}}{f_{ce}} \tag{5.6}$$

$$\alpha_{se} = \left(1 - \frac{\sum a_i^2}{6 b_o h_o}\right)\left(1 - \frac{s}{2b_o}\right)\left(1 - \frac{s}{2h_o}\right) \tag{5.7}$$

$$\rho_{sh} = \frac{A_{sh}}{b_k\, s} \tag{5.8}$$

Yayılı plastik davranış modeli uygulanan dairesel kesitlerde denklem 5.9, 5.10, 5.11, 5.12'de verilen bağıntılar kullanılmaktadır. Denklem 5.11'de belirtilen n değeri dairesel etriyeler için 2, spiral donatı için 1 kabul edilmektedir.

$$\epsilon_c^{(GÖ)} = 0.0035 + 0.07\sqrt{w_{we}} \leq 0.018 \tag{5.9}$$

$$w_{we} = \alpha_{se}\, \rho_{sh,min}\, \frac{f_{ywe}}{f_{ce}} \tag{5.10}$$

$$\alpha_{se} = \left(1 - \frac{s}{2D}\right)^n \tag{5.11}$$

$$\rho_{sh} = \frac{2\, A_{os}}{D\, s} \tag{5.12}$$

Kontrollü hasar performans düzeyi için beton birim kısalması değeri bağıntı 5.13 kullanılarak hesaplanmaktadır. Sınırlı hasar performans düzeyi için beton birim kısalması değeri bağıntı 5.14'de belirtilmektedir.

$$\epsilon_c^{(KH)} = 0.75\, \epsilon_c^{(GÖ)} \tag{5.13}$$

$$\epsilon_c^{(SH)} = 0.0025 \tag{5.14}$$

Yayılı plastik davranış modeli esas alınarak göçmenin önlemesi, kontrollü hasar ve sınırlı hasar performans değerlerini veren eşitlikler sırasıyla 5.15, 5.16 ve 5.17'de belirtilmektedir.

$$\epsilon_s^{(GÖ)} = 0.4\,\epsilon_{su} \tag{5.15}$$

$$\epsilon_s^{(KH)} = 0.75\,\epsilon_s^{(GÖ)} \tag{5.16}$$

$$\epsilon_s^{(SH)} = 0.0075 \tag{5.17}$$

Yığılı plastik davranış modeli uygulanan yapı elemanları için plastik dönme sınırları göçmenin önlenmesi, kontrollü hasar ve sınırlı hasar performans düzeyleri için sırasıyla eşitlik 5.18, 5.19 ve 5.20'de belirtilmektedir.

$$\theta_p^{(GÖ)} = \frac{2}{3}\left[\left(\emptyset_u - \emptyset_y\right)L_p\left(1 - 0.5\frac{L_p}{L_s}\right) + 4.5\emptyset_u d_b\right] \tag{5.18}$$

$$\theta_p^{(KH)} = 0.75\,\theta_p^{(GÖ)} \tag{5.19}$$

$$\theta_p^{(SH)} = 0 \tag{5.20}$$

Doğrusal olmayan analiz için yapılacak işlemlerde kullanılan donatı sınıflarının özellikleri tablo 5.4'te açıklanmaktadır.

Tablo 5.4: Donatı çeliği özellikleri (TBDY, 2018)

Kalite	f_{sy}	ε_{sy}	ε_{sh}	ε_{su}	f_{su} / f_{sy}
S220	220	0.0011	0.011	0.12	1.20
S420	420	0.0021	0.008	0.08	1.15-1.35
B420C	420	0.0021	0.008	0.08	1.15-1.35
B500C	500	0.0025	0.008	0.08	1.15-1.35

Mevcut binaların doğrusal olmayan analizinde bölüm 5.4'te belirtilmiş olan bağıntılar aynı şekilde geçerlidir. Ancak analizi yapılan betonarme kesitin kesme kuvveti oranı ($V_e / b_w\, d\, f_{ctm}$) 1.30'dan büyük ise 5.5, 5.9 ve 5.13-5.20 arasındaki denklemlere göre hesaplanan şekil değiştirme üst sınırları 0.5 ile çarpılarak azaltılmaktadır. Eğer 0.65 ile 1.30 arasında ise doğrusal

enterpolasyon uygulanmaktadır. Kesme kuvveti oranının 0.65'den küçük olduğu durumlarda ise 5.5, 5.9 ve 5.13-5.20 arasındaki denklemlerle hesaplanan şekil değiştirme üst sınırları aynen geçerli olmaktadır.

Mevcut binaların analizi sonucu elde edilen şekil değiştirme üst sınırları, yapıda kullanılan donatının nervürsüz olması durumunda 1.5 ile çarpılarak arttırıldıktan sonra bu bölümde hesaplanan şekil değiştirme üst sınırları ile kıyası yapılmaktadır.

5.5. DOĞRUSAL OLMAYAN HESAP YÖNTEMLERİ

5.5.1. İtme Analizi

İtme analizi yapıdaki yanal yükleri adım adım esnek olmayan biçimde arttıran ve bu sayede yapıda meydana gelebilecek elastik olmayan deformasyonları belirleyen yöntem olarak tanımlanabilmektedir. Yöntem esasında çok serbestlik dereceli sistemlerin tek serbestlik dereceli olarak modellenebileceği kabulünü yaparak gerçek duruma yakın sonuçlar elde edilebilmektedir. Yöntemin ilk adımı olarak binaya deprem dışı yüklemeler uygulanarak, iç kuvvetler ve sınır değerler belirlenerek, deprem hesabına başlanırken başlangıç değerleri olarak kullanılmaktadır. Yapılan analiz sonucunda elde edilen plastik deformasyonlar ve iç kuvvetler bölüm 5.4'te hesap edilen şekil değiştirme sınır değerleri ile kıyaslanmaktadır. İtme analizi yöntemi bina yükseklik sınıfları ve burulma düzensizliği katsayısı göz önünde bulundurularak iki farklı çeşide ayrılmaktadır.

5.5.1.1. Tek Modlu İtme Analizi

Doğrusal analiz yöntemlerinden olan mod birleştirme yönteminin tek modlu uygulamasının doğrusal olmayan karşılığı olan tek modlu itme analizinin yapılara uygulanabilmesi için binaların BYS $\geq$ 5, η_{bi} $\leq$1,4 ve doğrusal elastik davranış esas alınarak hakim mod için hesaplanan taban kesme kuvveti etkin kütlesinin toplam bina kütlesine oranının (panel elemanlar ile çevrelenen bodrum kat kütleleri hariç) en az 0.70 olması şartlarını sağlaması gerekmektedir. Döşemeler için rijit diyafram kabulü yapılarak serbestlik dereceleri kat kütle merkezinde tanımlanmaktadır. Deprem yükü artırımlarının etkisinde taşıyıcı sistem meydana gelen plastik şekil değiştirme ve iç kuvvet artımları hesaplanmaktadır. Sabit ve değişken olmak üzere iki farklı tek modlu itme analizi bulunmaktadır.

Sabit tek modlu itme analizi hesap yapılan deprem doğrultusu için itme adımlarında katlara etkiyen deprem yükü artırımları, analiz kapsamında ilk itme adımında belirlenen ve diğer adımlarda değiştirilmeyen sabit mod şekli orantılı olduğunu esas almaktadır. Bu analiz neticesinde itme eğrisi elde edilerek, bu eğri vasıtasıyla modal yerdeğiştirme, modal ivme ve modal kapasite diyagramı elde edilmektedir. Elde edilen bu değerler vasıtasıyla plastik şekil değiştirme ve iç kuvvetler hesaplanmaktadır. X deprem doğrultusu için herhangi bir adımda katlara gelecek olan deprem yükü artımlarının belirlenmesi, TBDY 2018'de [1] kat modal etkin kütleleri kullanılarak 5.21, 5.22, 5.23 denklemleri ile hesaplanmaktadır.

$$\Delta f_{ix1}^{(X,k)} = m_{ix1}^{(X,1)} \Delta a_1^{(X,k)} \tag{5.21}$$

$$\Delta f_{iy1}^{(X,k)} = m_{iy1}^{(X,1)} \Delta a_1^{(X,k)} \tag{5.22}$$

$$\Delta f_{i\theta 1}^{(X,k)} = m_{i\theta 1}^{(X,1)} \Delta a_1^{(X,k)} \tag{5.23}$$

Modal söze ivme artırım değeri her bir adım sonunda oluşan plastik mafsalın bölüm 5.2.1'de belirtilen akma koşulu, herhangi bir katta herhangi bir itme adımı için kat modal etkin kütleleri ve modal eylemsizlik momentinin hesaplanabilmesi için 5.24, 5.25 ve 5.26 bağıntıları kullanılmaktadır.

$$m_{ix1}^{(X,1)} = m_i \Phi_{ix1}^{(1)} \Gamma_1^{(X,1)} \tag{5.24}$$

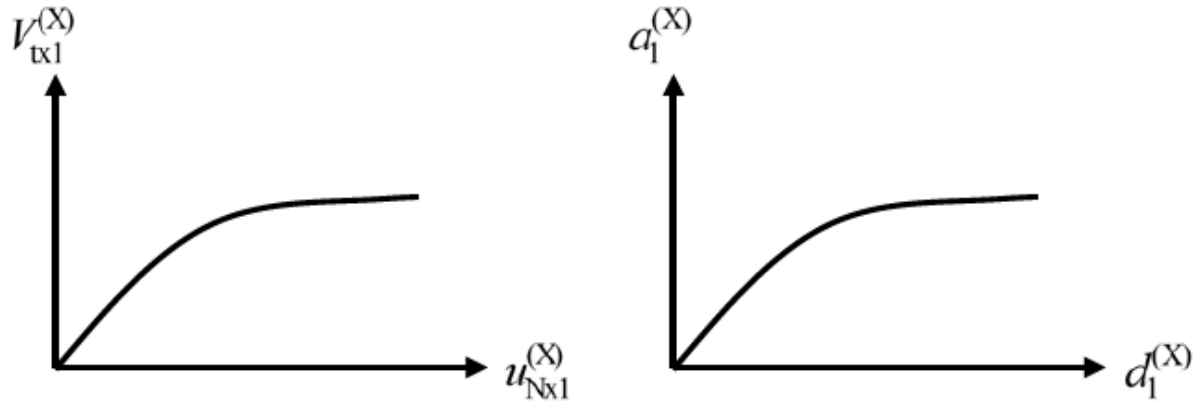
$$m_{iy1}^{(X,1)} = m_i \Phi_{iy1}^{(1)} \Gamma_1^{(X,1)} \tag{5.25}$$

$$m_{i\theta 1}^{(X,1)} = m_{i\theta} \Phi_{i\theta 1}^{(1)} \Gamma_1^{(X,1)} \tag{5.26}$$

Sabit tek modlu itme yönteminde modal sözde ivme değeri ve modal yerdeğiştirme değerleri sırasıyla denklem 5.27 ve 5.28 vasıtasıyla hesaplanmaktadır. Buna ek olarak taban kesme kuvveti kullanılarak oluşturulan itme eğrisine eksen dönüşümü yapılarak ve denklem 5.27, 5.28 den faydalanılarak kapasite eğrisi oluşturulmaktadır.

$$a_1^{(X,k)} = \frac{V_{tx1}^{(X,k)}}{m_{tx1}^{(X,1)}} \tag{5.27}$$

$$d_1^{(X,k)} = \frac{u_{Nx1}^{(X,k)}}{\Phi_{Nx1}^{(1)} \Gamma_1^{(X,1)}} \tag{5.28}$$



Şekil 5.4: Sabit tek modlu statik itme eğrisi ve modal kapasite eğrisi (TBDY, 2018)

Şekil 5.4'te sol tarafta bulunan statik itme eğrisi yapının özelliklerine bağlı olup, taban kesme kuvveti ve yatay yerdeğiştirme arasındaki ilişkiyi ifade etmektedir. Statik itme eğrisi incelendiğinde yatay kuvvetin artmasıyla, yerdeğiştirmeler artmaktadır ve bundan dolayı da yapıda hasar meydana geldiği görülmektedir. Sağ taraftaki eğri kapasite eğrisi ise modal ivme ve modal yerdeğiştirme arasındaki ilişkiyi ortaya koymaktadır.

Geleneksel itme hesabında modal yerdeğiştirme ilk adımdaki doğrusal sisteme ait sabit mod şekline bağlı olarak bulunmasından dolayı yerdeğiştirme artırımı yaklaşık olarak o adımdaki değişken mod şekli genliği olarak alınabilmektedir ve bu durumda modal yerdeğiştirme de en üst kattaki yerdeğiştirme olmadan sırasıyla bağıntı 5.29 ve 5.30 vasıtasıyla hesaplanabilmektedir.

$$\Phi_{ix1}^{(k)} \cong u_{ix1}^{(X,k)} - u_{ix1}^{(X,k-1)} \tag{5.29}$$

$$\mathrm{d}_{\mathbf{1}}^{(\mathrm{X,k})} = d_1^{(X,k-1)} + \frac{1}{\Gamma_1^{(X,k)}} \tag{5.30}$$

Değişken tek modlu itme analizi hesabı yapılan deprem doğrultusu için deprem yükü artımları ile bunlarla ilişkili olan kat yerdeğiştirme artımları her bir itme adımında, önceki itme adımlarında oluşan plastik mafsallar dikkate alınarak yenilenen serbest titreşim hesabı ile elde edilen kat modal etkin kütleleri ile orantılı olarak tanımlandığı analiz yöntemidir. Sabit tek modlu itme yöntemine göre farkı kısaca her adımda kat modal kütlelerin yeniden hesaplanması olarak açıklanabilmektedir. Deprem yükü artımları bağıntı 5.31, 5.32 ve 5.33 kullanılarak hesaplanmaktadır.

$$\Delta f_{ix1}^{(X,k)} = m_{ix1}^{(X,k)} \Delta a_1^{(X,k)} \quad (5.31)$$

$$\Delta f_{iy1}^{(X,k)} = m_{iy1}^{(X,k)} \Delta a_1^{(X,k)} \quad (5.32)$$

$$\Delta f_{i\theta 1}^{(X,k)} = m_{i\theta 1}^{(X,k)} \Delta a_1^{(X,k)} \quad (5.33)$$

Kat modal etkin kütleleri ve modal eylemsizlik momentinin hesabı denklem 5.34, 5.35, 5.36 ' da belirtilmektedir.

$$m_{ix1}^{(X,k)} = m_i \Phi_{ix1}^{(k)} \Gamma_1^{(X,k)} \quad (5.34)$$

$$m_{iy1}^{(X,k)} = m_i \Phi_{iy1}^{(k)} \Gamma_1^{(X,k)} \quad (5.35)$$

$$m_{i\theta 1}^{(X,k)} = m_{i\theta} \Phi_{i\theta 1}^{(k)} \Gamma_1^{(X,k)} \quad (5.36)$$

Deprem artımlarından dolayı oluşan kat yer değiştirmeleri artımları hesabı için kullanılan bağıntılar;

$$\Delta u_{ix1}^{(X,k)} = \Phi_{ix1}^{(X,k)} \Gamma_1^{(X,k)} \Delta d_1^{(X,k)} \quad (5.37)$$

$$\Delta u_{iy1}^{(X,k)} = \Phi_{iy1}^{(X,k)} \Gamma_1^{(X,k)} \Delta d_1^{(X,k)} \quad (5.38)$$

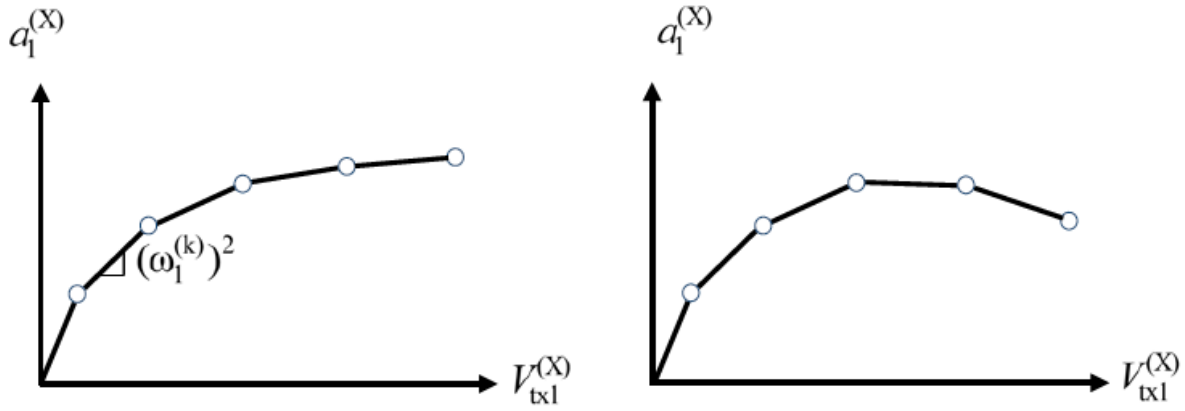
$$\Delta u_{i\theta 1}^{(X,k)} = \Phi_{i\theta 1}^{(X,k)} \Gamma_1^{(X,k)} \Delta d_1^{(X,k)} \quad (5.39)$$

İtme analizi sırasında herhangi bir itme adımının ardışık iki mafsal arasında tanımlanması durumunda bilinmeyen bir büyüklük olarak denklem 5.31'de belirtilen $\Delta a_1^{(X,k)}$ alınabilmektedir. İkinci bir yol olarak da kuvvetlerin doğrudan hesabının mümkün olması durumunda denklem 5.37 de belirtilen $\Delta d_1^{(X,k)}$ de tercih edilebilmektedir. Bir sonraki itme adımı için kullanılacak modal ivme, modal yerdeğiştirme ve modal sözde ivme artırımı ile modal yerdeğiştirme artırımı arasındaki ilişki bağıntıları aşağıdaki denklemler ile hesaplanabilmektedir.

$$\mathrm{a}_{\mathbf{1}}^{(\mathrm{X,k+1})} = a_1^{(X,k)} + \Delta a_1^{(X,k)} \quad (5.40)$$

$$\mathrm{d}_{\mathbf{1}}^{(\mathrm{X,k+1})} = \mathrm{d}_1^{(\mathrm{X,k})} + \Delta \mathrm{d}_1^{(\mathrm{X,k})} \quad (5.41)$$

$$\Delta a_1^{(X,k)} = \omega_1^{(k)^2} \Delta d_1^{(X,k)} \quad (5.42)$$



Şekil 5.5: Değişken tek modlu itme yöntemi modal kapasite eğrisi (TBDY, 2018)

Şekil 5.5'te görülen modal kapasite diyagramının eğimi doğal açısal frekansına bağlı bulunmaktadır. İkinci mertebe etkilerinin serbest titreşim hesabında göz önüne alınması durumunda sağ tarafta bulunan diyagramdan görüldüğü üzere ileriki adımlarda ivmede azalma meydana gelebilmektedir.

İtme analizinde ilk adım olarak bu bölümde gerekli bağıntılar verilerek kapasite eğrilerinin nasıl elde edileceği anlatılmaktadır. İtme analizinin ikinci adımı olarak niteleyebileceğimiz depremin modal yerdeğiştirme talebinin elde edilmesi olarak açıklanmaktadır. TBDY 2018'de [1] depremin modal yerdeğiştirme talebinin doğrusal olmayan spektral yerdeğiştirmelerden elde edilebilmesi için gereken denklemler belirtilmektedir. Yapının bulunduğu yerin faya uzaklığının 15 km'den az olması ve ikinci mertebe etkileri nedeni ile modal kapasite diyagramında ileriki adımlarda azalmalar meydana gelmesi durumunda depremin modal yerdeğiştirme talebi itme analizi ile hesaplanamamaktadır. Modal kapasite diyagramı tarafından temsil edilen modal tek serbestlik dereceli sistemin en büyük yer değiştirmesine karşı gelen değer depremin modal yer değiştirme talebi olarak ifade edilebilmektedir ve denklem 5.43'de bu durum görülmektedir.

$$d_{1,max}^{(X)} = S_{di}(T_1) \quad (5.43)$$

$$S_{di}(T_1) = C_R S_{de} S_{di}(T_1) \quad (5.44)$$

Denklem 5.44'te görülen spektral yerdeğiştirme oranının hesap formülasyonu denklem 5.45'te görülmektedir. Bu bağıntıdaki akma dayanımı azaltma katsayısı denklem 5.46'da ifade edilmektedir.

$$C_R = \frac{\mu(R_y, T_1)}{R_y} \tag{5.45}$$

$$R_y = \frac{f_e}{f_y} = \frac{S_{ae}(T_1)}{a_{y1}} \tag{5.46}$$

Denklem 5.45'te görülen akma dayanımına ve doğal titreşim periyoduna bağlı olan süneklik talebi $\mu(R_y,T_1)$ yapının rijitlik durumuna göre iki farklı bağıntı kullanılarak hesaplanmaktadır. Rijitliği az olan taşıyıcı sistemler için denklem 5.47, rijitliği fazla olan sistemler için denklem 5.48 ile hesaplanabilmektedir.

$$\mu(R_y,T_1) = R_y \qquad T_1 > T_B \tag{5.47}$$

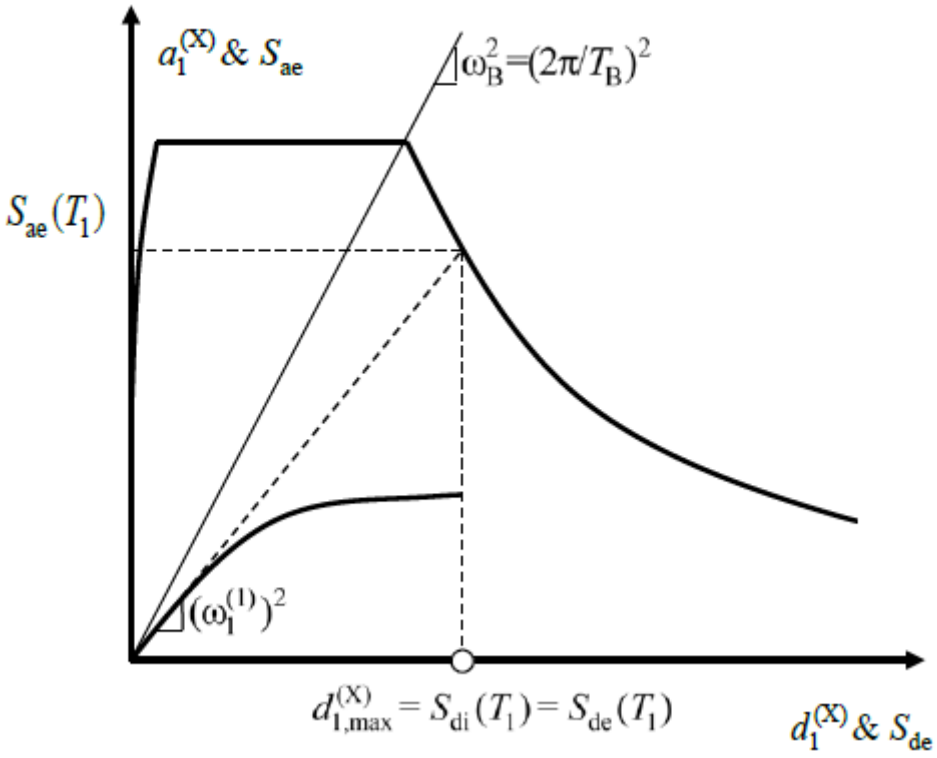
$$\mu(R_y,T_1) = 1 + (R_y - 1)\frac{T_B}{T_1} \qquad T_1 \leq T_B \tag{5.48}$$

Denklem 5.47 ve 5.48'den yararlanılarak denklem 5.45 yer alan spektral yerdeğiştirme oranı aşağıdaki gibi düzenlenebilmektedir.

$$C_R = 1 \qquad T_1 > T_B \tag{5.49}$$

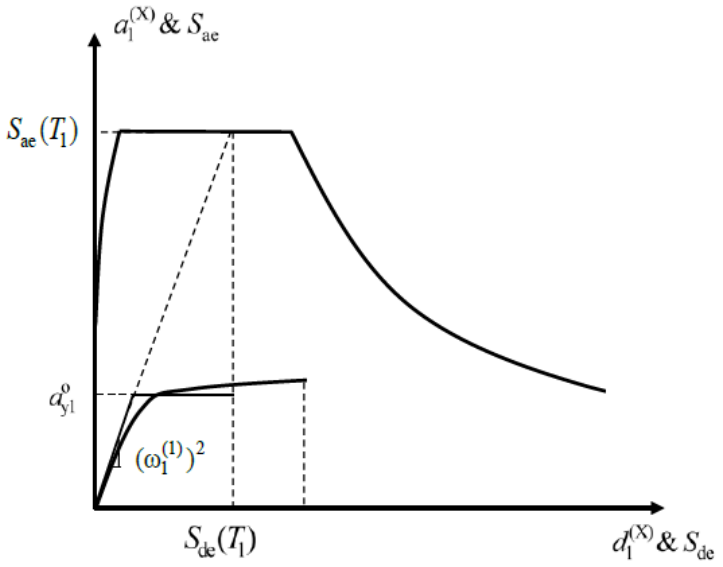
$$C_R = \frac{1+(R_y-1)\frac{T_B}{T_L}}{R_y} \geq 1 \qquad T_1 \leq T_B \tag{5.50}$$

$T_1 \leq T_B$ olması durumunda modal kapasite eğrisi ve bölüm 3.2'de bahsedilen tasarım spektrum eğrisi kesiştirilerek sistemin depremin modal yerdeğiştirme talebi elde edilebilmektedir. Ancak spektrum eğrisi doğrusal olarak elde edilirken, kapasite eğrisi doğrusal olmayan davranış ile elde edilmektedir. Bundan dolayı spektrum eğrisi ve kapasite eğrisi aynı grafik üzerine çizilerek kesişme noktası bulunabilir ama bu durum spektrum eğrisinde azalmalar meydana getireceğinden kapasite eğrisinin spektrum eğrisi gibi doğrusal duruma dönüştürülmesiyle yapılması önerilmektedir. Bu amaçla şekil 5.6, 5.7 ve 5.8'de görüleceği üzere modal kapasite eğrisinin başlangıç noktasına teğet çizilmektedir.

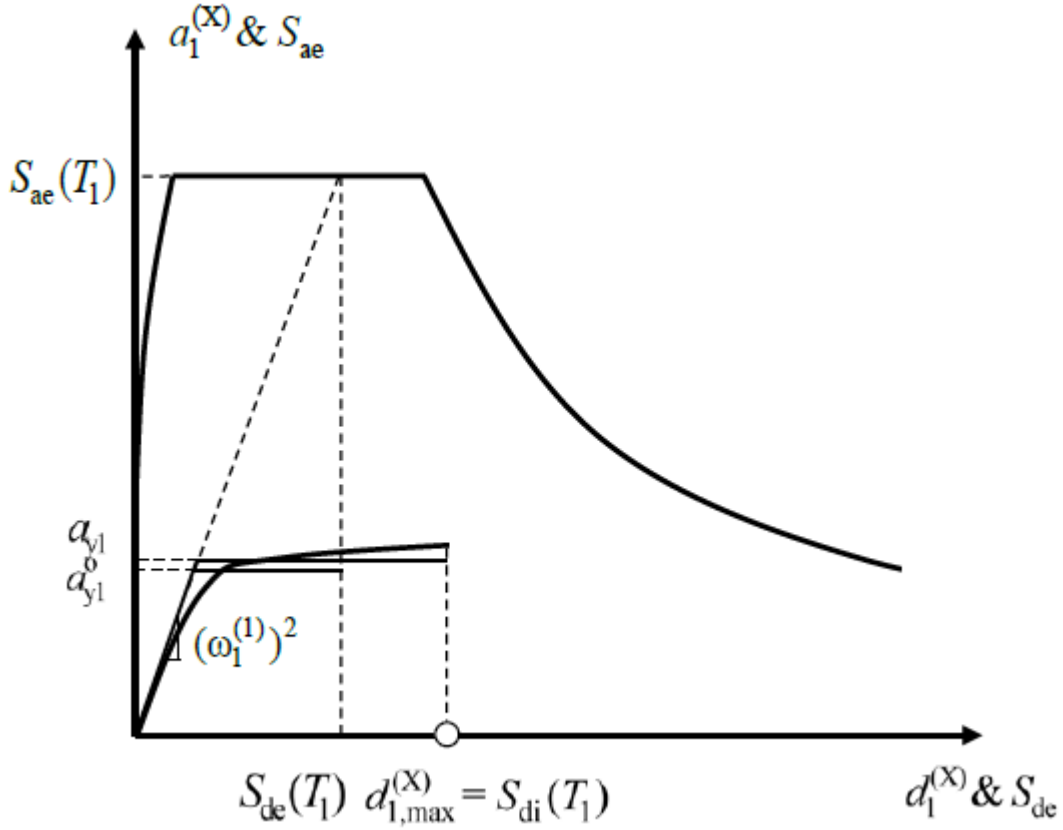


Şekil 5.6: Spektrum ve modal kapasite eğrisi 1 (TBDY,2018)

Şekil 5.6 denklem 5.44 ve 5.49'un birlikte uygulandığı durumu temsil etmektedir. Denklem 5.49'dan da görüleceği üzere C_R=1 alınarak denklem 5.44'e uygulanmaktadır. Grafikte spektral ivme-spektral yerdeğiştirme, modal sözde ivme - modal yerdeğiştirme eğrileri bir arada bulunmaktadır.



Şekil 5.7: Spektrum eğrisi ve modal kapasite eğrisi 2 (TBDY, 2018)



Şekil 5.8: Spektrum ve modal kapasite eğrisi 3 (TBDY, 2018)

Şekil 5.7 ve 5.8'de denklem 5.44 ve 5.50 birlikte uygulandığı durumu ifade etmektedir. Şekil 5.7'de $C_R = 1$ kabul edilerek modal kapasite diyagramı iki doğrulu elasto – plastik diyagrama dönüştürülmektedir. Bu sayede a_{y1}^0 değeri elde edilerek denklem 5.46 ve 5.50 kullanılarak R_y, buna bağlı olarak yeni C_R değeri ve denklem 5.13 kullanılarak S_{di} (T_1) hesaplanmaktadır. Bu değerler kullanılarak şekil 5.8'de görüldüğü gibi elasto – plastik diyagram tekrar oluşturularak a_{y1} değeri hesaplanmaktadır ve bunun akabinde denklem 5.13, 5.46 ve 5.50 tekrar kullanılarak yapılan işlemler tekrarlanmaktadır. Sonuçlar yakınlaşana kadar bu işlem devam etmektedir ve şekil değiştirmeler hesaplanmaktadır. Bu işlemler neticesinde bölüm 5.4'te belirlenen değerler ile karşılaştırma yapılarak yapının performans durumu saptanmaktadır.

5.5.1.2. Çok Modlu İtme Analizi

Çok modlu itme analizi BYS ≥ 2 olan binalar için geçerli olmaktadır ve uygulanabilmesi için temel 2 şart bulunmaktadır. İlk olarak bölüm 3.2'de anlatılan tasarım spektrumu kullanılarak doğrusal hesap ile elde edilen yerdeğiştirme ve iç kuvvetlerin doğrusal hesap yöntemlerinden olan mod birleştirme yöntemi kullanılarak elde edilen değerler ile aynı olduğu gösterilmelidir.

Buna ek olarak farklı serbest titreşim modları için belirlenen bağımsız olarak modal yük vektörlerinin artımsal bir şekilde yapıya ayrı ayrı uygulanması durumunda, elde edilen iç kuvvetler birleştirilmeyecek, mod birleştirme yöntemine göre birleştirilmiş modal eleman uç yerdeğiştirmeleri ve akma dönmeleri ile uyumlu olarak hesaplanması gerekmektedir.

5.5.2. Zaman Tanım Alanında Doğrusal Olmayan Analiz

Yüksek binalar da dahil olmak üzere bütün binaların tasarımı için uygun olan bu yöntem deprem yüklerinin binaya doğrudan uygulanabilmesi sebebiyle, yapı davranışının en doğru şekilde tahmin edilebileceği yöntemdir. Bundan dolayı zaman tanım alanında doğrusal olmayan analiz yapılar için en gelişmiş ve en kesin prosedür olarak kabul edilmektedir. Deprem ivmesinin zamanla değişimi yapıya x ve y doğrultusunda aynı anda birlikte uygulanmaktadır. Bu kapsamda yapının davranışı bahsi geçen yöntemde kullanılan kayıt özelliklerine göre hassas olduğundan yapı tepkisinin güvenilir bir şekilde tahmin edilebilmesi maksadıyla en az 11 farklı deprem kaydı yapıya uygulanmaktadır. Bahsi geçen deprem yer ivmesi değerlerini içeren kayıtların seçiminde en önemli nokta kayıtların ölçüldüğü lokasyondaki zemin özelliklerinin analiz yapılacak yapının bulunduğu zemin özelliklerine uyumlu olması hususudur. Fahjan ve diğ. [53] yaptıkları çalışmada betonarme bir yapıyı zaman tanım alanında analiz ederek deprem ivme kaydı sayısının artışına orantılı olarak elde edilen sonuçların daha tutarlı olduğunu saptamışlardır ve yöntemin yapının doğrusal olmayan davranışını iyi bir şekilde ortaya koyduğunu belirtmişlerdir.

Zaman tanım alanında doğrusal olmayan analiz sismik istem büyüklüklerini sünek davranış sergileyen elemanlarda elastik olmayan deformasyon, gevrek davranış sergileyen elemanlarda ise gevrek kırılma kuvvet bileşeni şeklinde sunmaktadır. Elde edilen bu sismik büyüklükleri kabul edilen standart ve yönetmeliklerde belirtilen kriterler ile karşılaştırılarak, yapının performans durumu saptanmaktadır. Zaman tanım alanında doğrusal olmayan analizde doğrusal çalışan yapı elemanlarındaki dinamik enerji kaybı dinamik hareket denklemlerinde rayleigh sönüm orantılı veya modal sönüm matrisi kullanılarak oluşturulan viskoz sönüm matrisi ile gösterilmektedir.

Bahsi geçen analiz yöntemi kapsamında deprem kayıtlarının seçilmesi ve ölçeklendirilmesi en önemli husus olarak belirtilmektedir. Seçilecek deprem kaydının yapının inşa edileceği zemin özelliklerine, yapının konumunun mevcut faylara olan mesafesine ve bu faylarda meydana

gelebilecek deprem büyüklüğüne uyumlu olması gerekmektedir. Deprem kayıtlarının yapıya uyumlu olarak seçilmesinden sonra kayıtların ölçeklendirilmesi için bölüm 3.2'de anlatılan deprem yer hareketi spektrumu kullanılarak yapılmaktadır. Deprem kayıtlarının bir veya iki boyutlu analiz için seçilmesi durumunda yapının periyodunun 0.2 ve 1.5 katına karşı gelen deprem ivme kayıt değerlerinin, aynı periyot aralığında deprem yer hareketi spektrumunda belirlenen değerlerden daha küçük olmaması durumuna göre ölçek katsayısı bulunarak ölçeklendirme yapılmaktadır.

Deprem kayıtlarının üç boyutlu bir hesap için seçilmesi durumunda ise ilk olarak deprem kaydı takımlarının yatay bileşenlerine ait yatay spektrumların kareleri toplamının karekökü alınarak bileşke yatay spektrumlar elde edilmektedir. Bu bileşke yatay spektrumların ortalamaları alınarak, bu ortalamanın yapının periyodunun 0.2 ve 1.5 katı arasındaki değerlerinin, deprem yer hareketi spektrumunda aynı aralıkta belirtilen değerlerden en az 1.3 kat fazla olması kuralı göz önüne alınarak ölçek katsayısı belirlenmekte ve kayıtlar ölçeklendirilmektedir. Bu aşamada dikkat edilecek en önemli husus ölçeklendirme katsayısı hesap edilmeden önce seçilen deprem ivme kayıtlarının değerlerinin periyodik olarak dönüşümünün yapılmasıdır.

Seçilen deprem kayıtları en az 11 adet olmakla beraber x ve y yönünde yapıya aynı anda etki ettirilerek, yapılan bu ilk analizlerin sonucundan ivme kayıtlarının eksenleri 90^o döndürülerek tekrar analiz yapılmaktadır. Sünek ve sünek olmayan davranışa sahip yapı elemanlarının iç kuvvet talepleri, yapılan analizlerden (11x2=22 analiz) elde sonuçların en büyük mutlak değerlerinin ortalaması olarak hesaplanmaktadır. Ortalama alınarak hesaplanan değerler yönetmelikte belirtilmiş olan değerler ile karşılaştırılarak yapının performans durumu saptanmaktadır.

Bölüm 5.5.1.1'de belirtilen tek modlu itme analizi ve bu bölümde bahsedilen zaman tanım alanında analiz metotlarının birbiri ile kıyası konusunda Korkmaz ve Düzgün [54] analizler gerçekleştirerek zaman tanım alanında analizin gerçeğe daha yakın sonuçlar verdiğini saptamışlardır. İtme analizinde mod etkilerinin ve enerji parametrelerinin daha çok dikkate alınması ile elde edilen sonuçların, zaman tanım alanında analiz ile elde edilen sonuçlara yakınlaştığını vurgulamışlardır.

5.6. DEPREM ETKİSİNİN DİĞER ETKİLERLE BİRLEŞTİRİLMESİ

TBDY 2018'de [1] bölüm 5.5'te anlatılan hesap yöntemleri ile hesaplanan deprem etkisinin yapıya gelen diğer etkiler (sabit yük, hareketli yük, kar yükü gibi) ile nasıl birleştirileceği belirtilmektedir.

$$G+Q+0.2S+E_d^{(H)}+E_d^{(Z)} \tag{5.51}$$

Denklem 5.51'de belirtilen bağıntıda Q=n Q olarak hesaplanmaktadır. Burada n tablo 5.2'de belirtilen hareketli yük kütle katılım katsayısıdır. Denklem 5.51'de belirtilen statik yükler (G, Q, S) bölüm 5.5'te açıklanan doğrusal olmayan hesap yöntemleri yapıya uygulanmadan önce artımsal olarak uygulanarak doğrusal olmayan statik hesap yapılması gerekmektedir. Bu hesaptan elde edilen sonuçlar doğrusal olmayan hesap yöntemleri için başlangıç değeri olarak kabul edilmektedir. İtme analizi yapılması durumunda $E_d^{(H)}$ ile belirtilen deprem etkisi x ve y yönü için ayrı ayrı hesaplanan etkilerin denklem 5.52 ve 5.53 kullanılarak birleştirilmesi gerekmektedir. Zaman tanım alanında analizde deprem etkileri yapıya aynı anda uygulandığından ek bir işlem yapılmasına gerek bulunmamaktadır.

$$E_d^{(H)} = E_d^{(X)} + 0.3\,E_d^{(Y)} \tag{5.52}$$

$$E_d^{(H)} = 0.3\,E_d^{(X)} + E_d^{(Y)} \tag{5.53}$$

6. SONLU ELEMANLAR YÖNTEMİ VE YAZILIM BİLGİSİ

6.1. SONLU ELEMANLAR YÖNTEMİ

Sonlu elemanlar yöntemi teknolojinin gelişmesiyle ortaya çıkan yapı analiz programlarının temelini oluşturmaktadır. Bu yöntemin prensiplerinin genelliğinden ve bilgisayar programlamaya uygun olmasından dolayı günümüzde makine, uçak, atom gibi mühendislik alanlarının haricinde tıpta kalp, damar, estetik cerrahisi gibi alanlarda kullanılmaktadır [55].

Sonlu elemanlar yönteminde hesabı yapılacak herhangi bir eleman düğüm noktaları ile birbirine bağlanan ve sonlu eleman adı verilen parçacıklara bölünmektedir. Bu düğüm noktaları genel olarak köşe noktalarda bulunmaktadır ve kullanılan bazı bağlantılar ile bu noktalardaki deformasyonlar ölçülerek elemanlarda meydana gelebilecek deformasyonlar tahmin edilebilmektedir. Elemanın davranışının belirlenmesini sağlayan bu yöntem ile elemanlar için elde edilen denge denklemleri birleştirilerek yapının genel olarak davranışını veren denklemlere ulaşılmaktadır. Son aşamada ise bu veriler kullanılarak şekildeğiştirmeler ve iç kuvvetler hesaplanmaktadır.

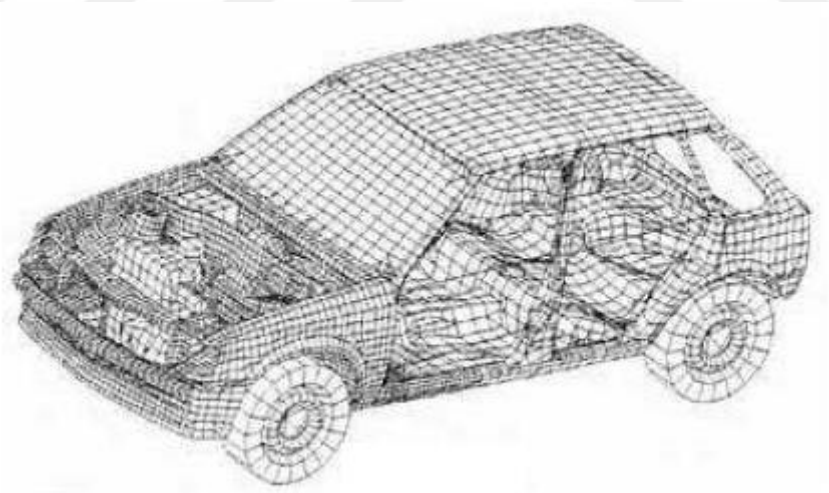
Hesaplamalarda oldukça kolaylık sağlayan bu yöntem baz alınarak geliştirilen yazılımlar sayesinde kafes kiriş, plak, kabuk elemanların kullanılması ile çeşitli yük durumları için uzay ve düzlem kafes kirişler, çerçeveler, üç boyutlu elastisite problemleri, düz plak gibi yapıların dinamik ve statik gerilmeleri rahatlıkla hesaplanabilmektedir.

Modelleme aşamasında düğüm noktalarının yerleri belirlenirken gerilmelerin yüksek olduğu yerler çok, gerilmelerin az olabileceği bölgelere ise daha seyrek düğüm noktası konulmaktadır. Buna göre belirlenen her bir sonlu eleman düğüm noktaları vasıtasıyla komşu elemanlarla birleştirilmektedir. Komşu elemanların ortak deformasyona sahip olacağı koşulu göz önüne alınarak eleman üzerindeki herhangi bir noktanın hareketi düğüm noktalarına bağlı olarak tanımlanmaktadır. Bahsi geçen noktaların hareketleri serbestlik derecesi adıyla yatay eksenlerin yönünde deplasman, düşey eksen yönünde ise dönme olarak tanımlanmaktadır [56].

Sonlu elemanlar yöntemi çeşitli alanlarda hesaplarda sağladığı kolaylıklar yüzünden tercih edilmesine rağmen yöntem ilk olarak kompleks yapıların analizini yapabilmek amacıyla geliştirilmiştir. Akademik unvana sahip olan insanlar bu metot hakkında her geçen zaman çalışmalarını arttırmaktadır.



Şekil 6.1: Sonlu elemanlar yöntemi ile modellenmiş minare



Şekil 6.2: Sonlu elemanlar yöntemi ile modellenmiş araba

6.2. TEZDE KULLANILAN YAZILIMLAR

6.2.1. Midas Gen

Gelişmiş arayüzü, çağdaş bilgisayar grafiklerine sahip olan midas gen geleneksel ve karmaşık yapılar için kullanılan sonlu elemanlar yöntemi kabulü yapan yapısal analiz programıdır. İnşaat

mühendisliği, makine mühendisliği alanlarında yapılacak analizlerde kolaylıklar sağlaması nedeniyle sıkça tercih edilmektedir. Bölüm 6.1'de anlatılan sonlu elemanlar yönteminde de belirtildiği gibi bu program ile analiz yapılırken ilk etapta düğüm noktaları oluşturularak yapısal elemanlar modellenmektedir. Sonraki aşamada yük kombinasyonları, malzeme bilgileri, yapı elemanlarına gelen yükler gibi girdiler programa verilerek tercihe bağlı olarak doğrusal veya doğrusal olmayan şekilde analiz gerçekleştirilmektedir [57].

6.2.2. Matlab

Mathworks tarafından geliştirilen matlab çok paradigmalı sayısal hesaplama yazılımı ve dördüncü nesil programlama dilidir. Matris işleme, algoritma geliştirme ve bunlar gibi birçok fonksiyona sahip olan bu program mühendislik, ekonomi gibi çeşitli alanlarda kullanılmaktadır. Sahip olduğu özellikler sayesinde C, C++, java, fortran gibi diğer dillerde yazılmış olan fonksiyonlar matlab aracılığı ile de açılabilmektedir. Bahsi geçen program ile 2 ve 3 boyutlu grafik çizimi, nümerik analiz gibi her türlü matematiksel işlemler kolaylıkla yapılabilmektedir[58].

7. MEVCUT BETONARME BİR YAPININ ANALİZİ

7.1. YAPI HAKKINDA BİLGİ

İstanbul ili, Fatih ilçesi, İskenderpaşa mahallesi, 436 pafta, 2004 ada, 51 parselde kayıtlı olan mevcut betonarme bir bina tez çalışması kapsamında bölüm 6.1'de belirtilen programlar kullanılarak analiz edilmiştir.



Şekil 7.1: İnceleme konusu yapının genel görünüşü



Şekil 7.2: İnceleme konusu yapının genel görünüşü 2



Şekil 7.3: İnceleme konusu yapının uydu görünümü



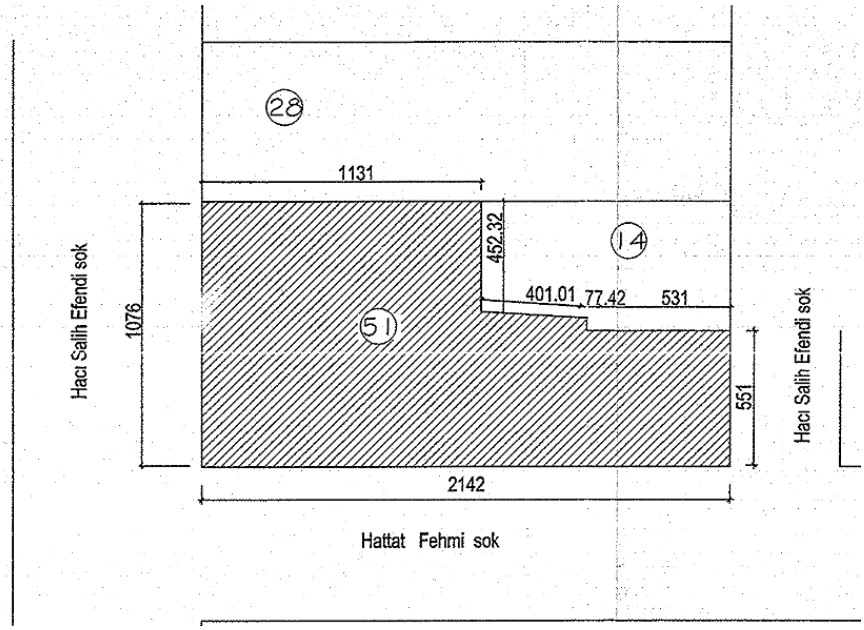
Şekil 7.4: İnceleme konusu yapının uydu görünümü 2

7.2. YAPININ DURUMUNUN İNCELENMESİ

7.2.1. Yapının Projelerinin İncelenmesi

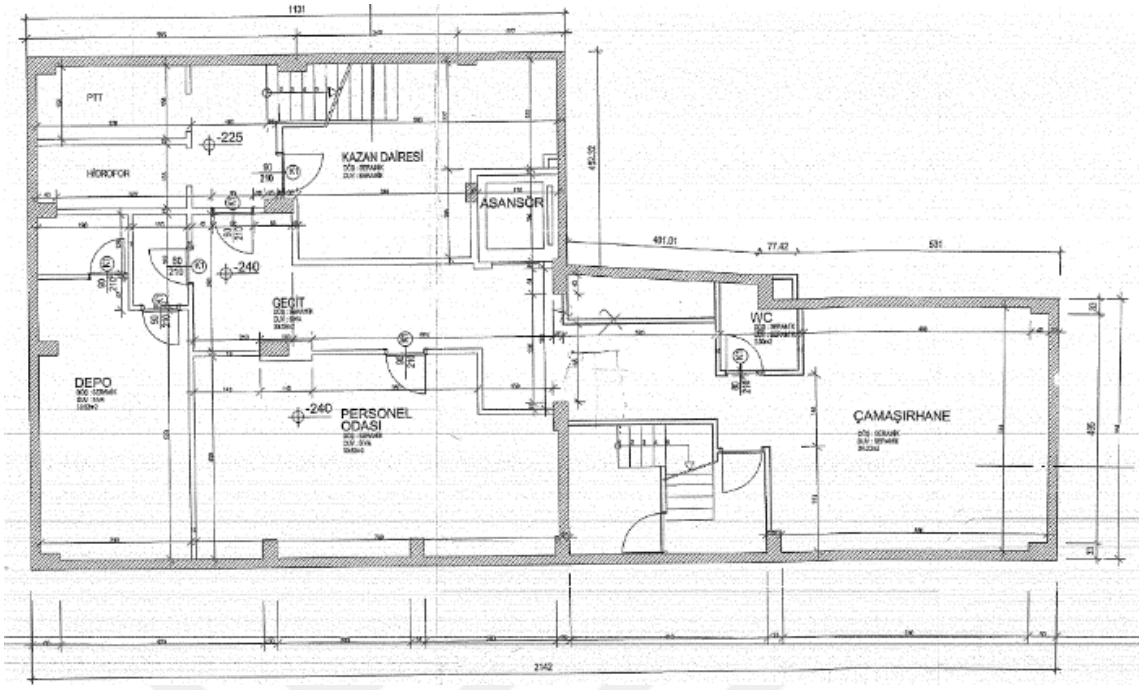
7.2.1.1. Yapının Mimari Projesinin İncelenmesi

Yapı 1 adet bodrum kat, zemin kat, 4 adet normal kat ve çatı katı olmak üzere projelendirilmiştir. Yapı düzenli bir geometriye sahip olmakla beraber x yönünde 11.31 m ve 21.42 m, y yönünde 5.51 m ve 10.76 m uzunluğundadır. Bodrum kat 2.40 m, zemin kat 3.50 m, normal katların her biri 3.30 m ve çatı katı 2.45 m yüksekliğindedir. Şekil 7.5'de yapının vaziyet planı görülmektedir.



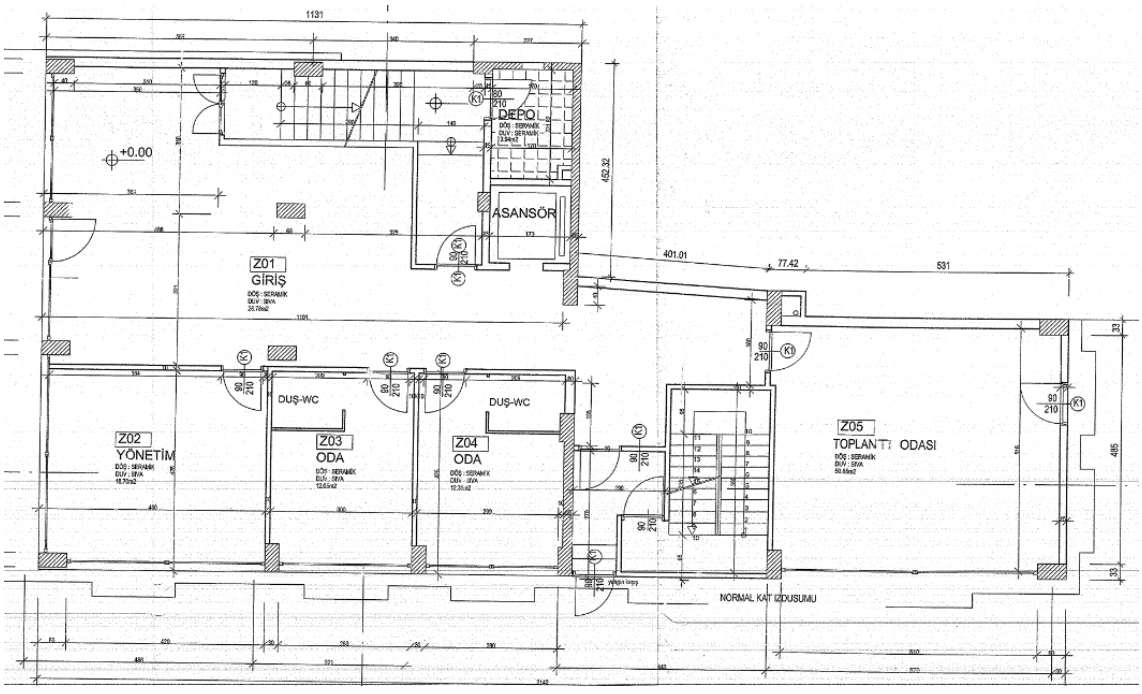
Şekil 7.5: Yapının vaziyet planı

Yapının bodrum katı x yönünde 11.31 m, y yönünde ise 5.51 m ve 10.76 m uzunluğunda olmak üzere genel olarak düzenli bir geometriye sahiptir. Bodrum kat yaklaşık olarak 186 m^2 inşaat alanına sahiptir ve kat yüksekliği 2.40 m'dir. Bodrum katında kazan dairesi, depo, merdiven, asansör gibi mimari öğeler bulunmaktadır. Şekil 7.6'da bodrum kat mimari planı belirtilmektedir.



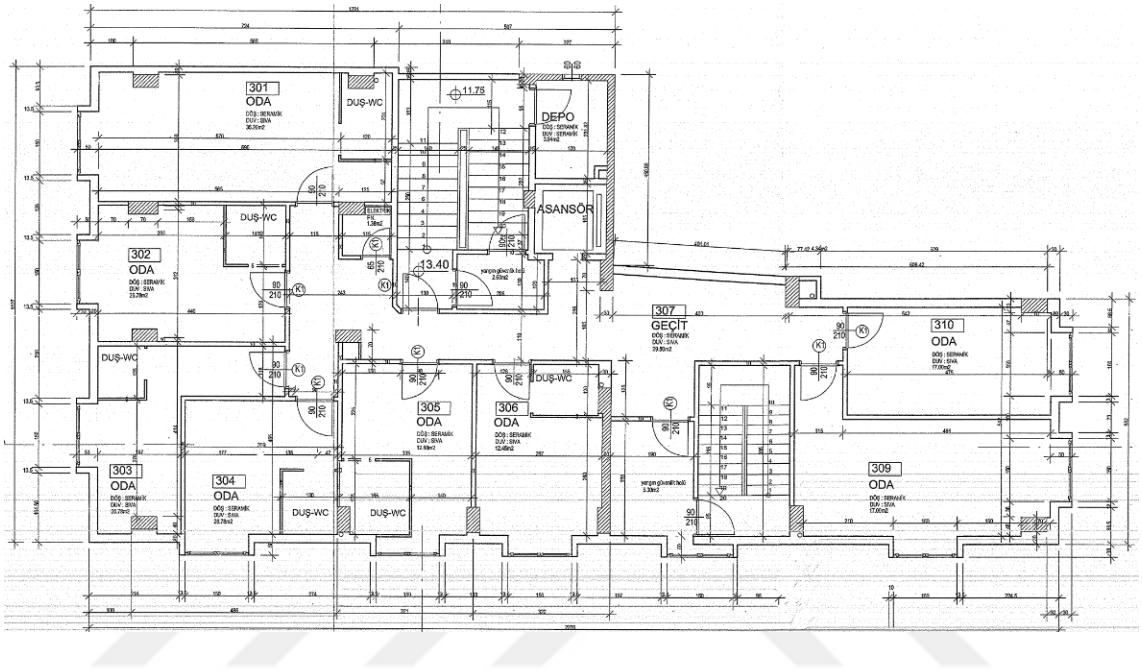
Şekil 7.6: Bodrum kat mimari planı

Yapının zemin kat x yönünde 11.31 m, y yönünde 5.51 m ve 10.76 m uzunluğundadır. Zemin kat yaklaşık olarak 186 m^2 inşaat alanına sahiptir ve kat yüksekliği 3.50 m'dir. Bu katta salon, toplantı odası, depo merdiven, asansör gibi mimari öğeler mevcuttur. Şekil 7.7'de zemin kat mimari planı görülmektedir.



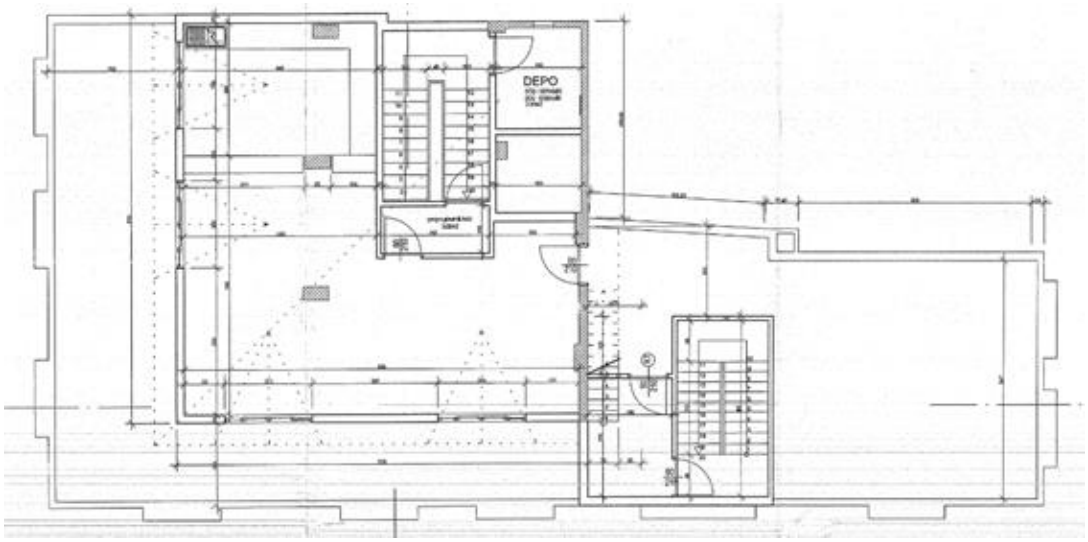
Şekil 7.7: Zemin kat mimari planı

Normal katlar x yönünde 12.31 m ve 22.70 m, y yönünde ise 5.82 m ve 11.27 m uzunluğundadır. Normal katlar 207 m^2 inşaat alanına sahiptir ve kat yüksekliği 3.30 m'dir. Normal katlarda oda, wc, asansör, merdiven gibi mimari öğeler mevcuttur ve şekil 7.8'de normal katlar mimari planı belirtilmektedir.

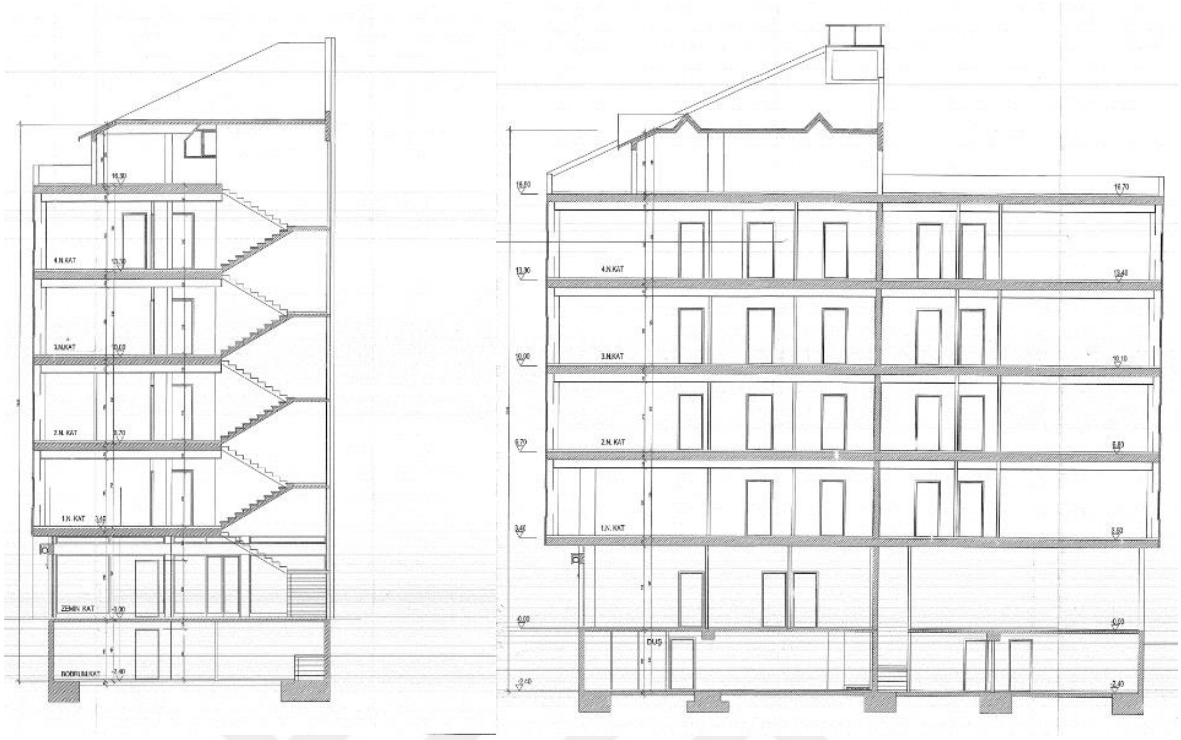


Şekil 7.8: Normal katlar mimari planı

Çatı katı x yönünde 12.40 m ve 5.90 m, y yönünde 3.21 m ve 11.01 m uzunluğundadır. 86 m^2 oturuma sahiptir ve kat yüksekliği 2.45 m'dir. Bu katta depo, merdiven gibi mimari öğeler mevcuttur ve şekil 7.9'da çatı kat mimari planı verilmektedir.



Şekil 7.9: Çatı kat mimari planı



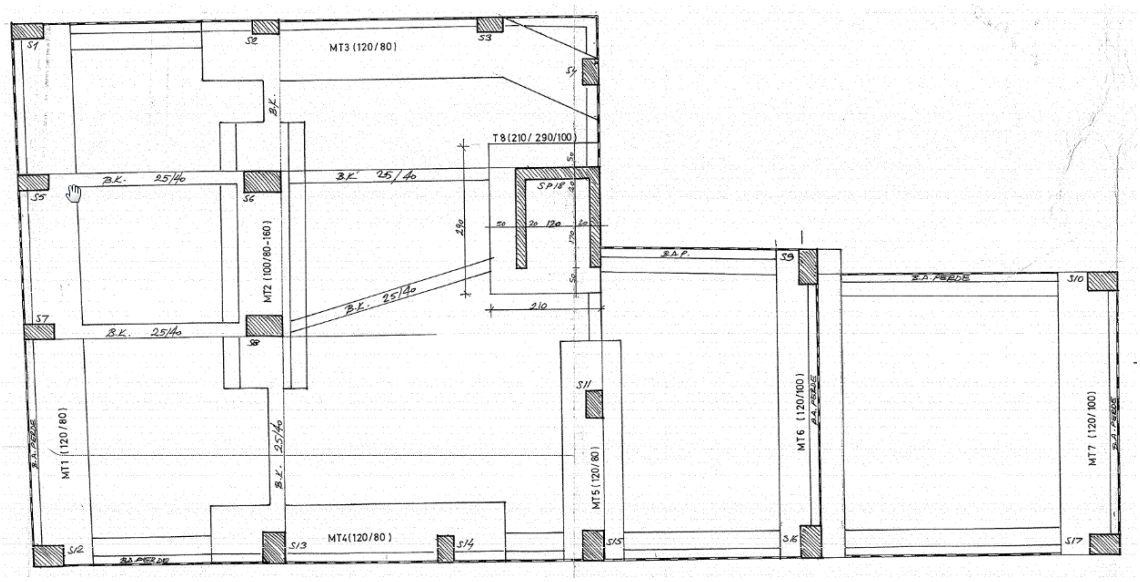
Şekil 7.10: Yapının kısa ve uzun doğrultu mimari kesitleri



Şekil 7.11: Yapının cephe görünüşleri

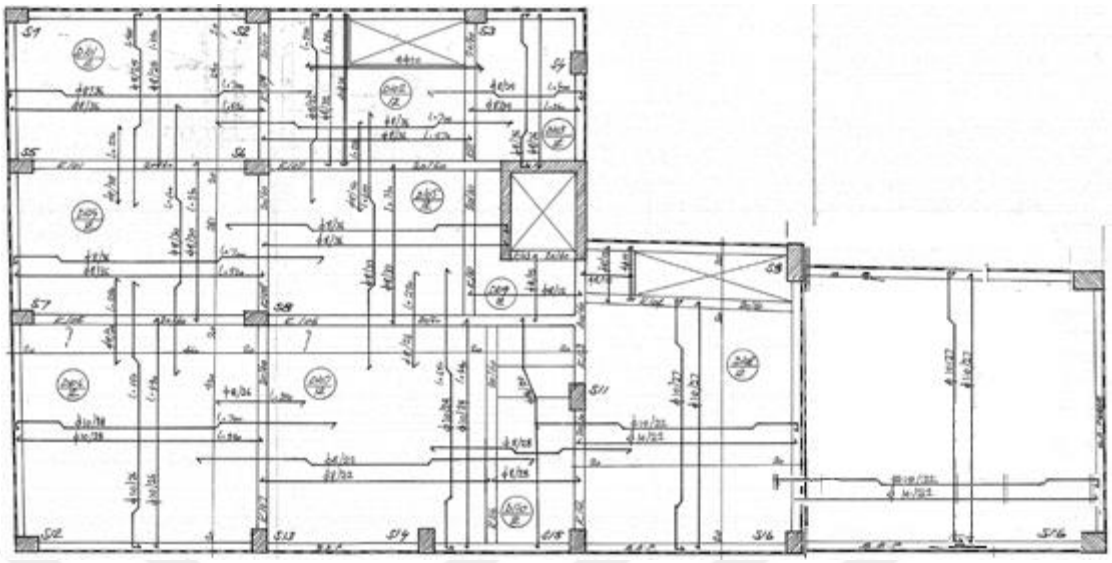
7.2.1.2. Yapının Statik Projelerinin İncelenmesi

Yapı temel sistemi birbirine bağ kirişi ile bağlı sürekli temeller ile tekil temellerden oluşmaktadır. Sürekli temeller 120x120x80, 100x160x80, 120x120x100 cm (üst ve alt genişlik, yükseklik) ebatlarındadır ve birbirlerine 25x40 cm bağ kirişleriyle bağlanmaktadır. Yapıda çekirdek bölgesinde bulunan tekil temel 210x290 cm boyutlarında ve 100 cm kalınlığındadır. Sürekli temellerde 12, 14 ve 16 mm çaplarında, tekil temelde 16 mm çapında donatı kullanılmıştır. Şekil 7.12'de yapının temel planı verilmektedir.



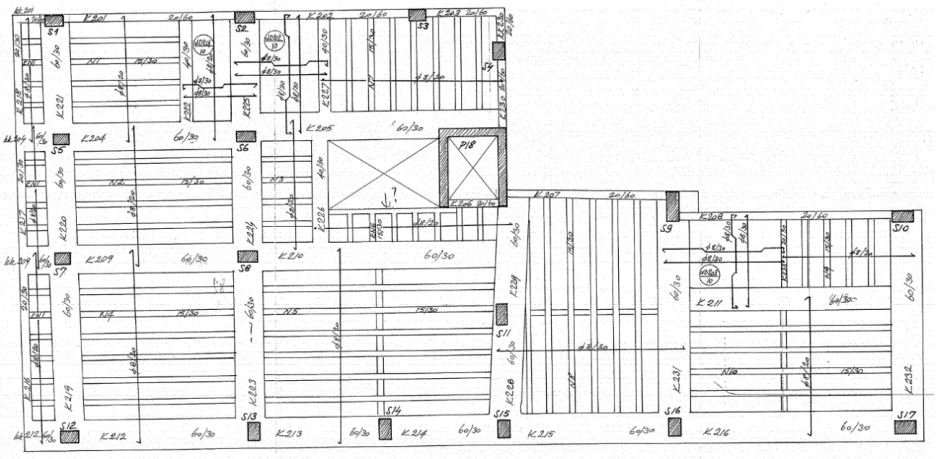
Şekil 7.12: Yapının temel planı

Bodrum katı kalıp planına bakıldığında 30x50, 40x60, 40x65, 45x60, 50x30, 60x30, 60x35, 60x40, 60x60, 60x70, 70x40 boyutlarında betonarme kolonlar görülmektedir ve bu kolonlarda 16 mm çapında donatı, 8 mm çapında enine donatı kullanılmıştır. Buna ek olarak bodrum katında 20 cm kalınlığında betonarme perdeler bulunmaktadır ve perdelerde 12 mm, 16 mm çapında boyuna donatılar ile 8 mm çapında enine donatılar kullanılmıştır. Ayrıca 20x40, 20x60, 30x50 boyutlarında betonarme kirişler bulunmaktadır ve kirişlerde 12 mm, 14 mm, 16 mm çapında boyuna donatılar ve 8 mm çapında enine donatı kullanılmıştır. Kat döşemesi plak döşeme türündedir ve 12 cm kalınlığındadır. Döşemelerde 8 mm ve 10 mm çapında donatılar kullanılmıştır. Şekil 7.13'de bodrum kat tavan kalıp planı görülmektedir.



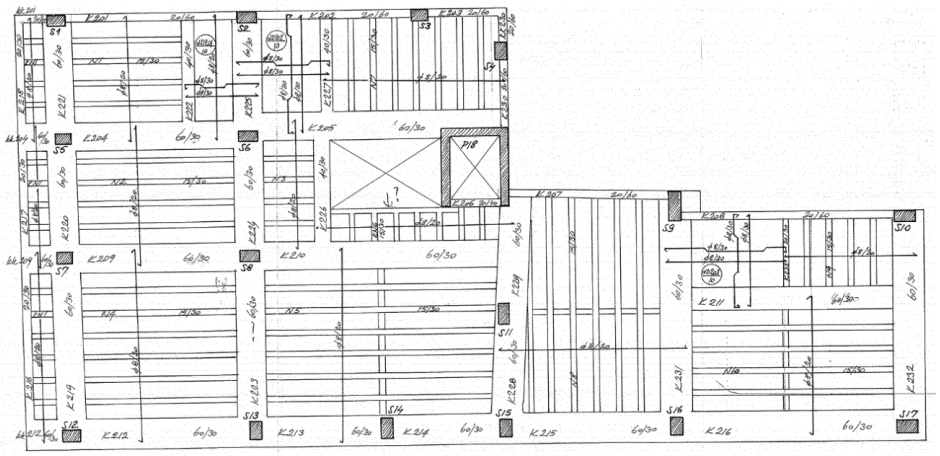
Şekil 7.13: Bodrum kat tavan kalıp planı

Yapının zemin katında 30x50, 40x60, 40x65, 45x60, 45x60, 50x30, 60x30, 60x40, 70x40 ebatlarında betonarme kolonlar bulunmaktadır ve kolonlarda 16 mm çapında boyuna donatılar, 8 mm çapında enine donatılar bulunmaktadır. Bu katta 20 cm kalınlığında betonarme perdeler bulunmaktadır ve bu perdelerde 12 mm, 16mm çapında boyuna donatı, 8 mm çapında enine donatı kullanılmıştır. Zemin katta 20x30, 20x40, 20x55, 20x60, 40x30 ve 60x30 cm boyutlarında betonarme kirişler bulunmaktadır. Bu kirişlerde 12 mm, 14 mm, 16 mm çapında boyuna donatılar ile 8 mm, 10 mm, 12 mm çapında enine donatılar kullanılmıştır. Bu katta 30 cm kalınlığında nervürlü betonarme döşeme bulunmaktadır. Döşemelerde 8 mm çapında donatı, nervür kirişlerinde ise 12 mm, 14 mm, 16 mm çapında boyuna donatılar ile 8 mm çapında enine donatı kullanılmıştır. Şekil 7.14'de zemin kat tavan kalıp planı görülmektedir.



Şekil 7.14: Zemin kat tavan kalıp planı

Yapının normal katlarında 30x50, 35x55, 35x60, 50x30, 60x30, 60x35, 70x40 cm boyutlarında betonarme kolonlar bulunmaktadır ve kolonlarda 16 mm çapında boyuna donatı, 8 mm çapında enine donatı kullanılmıştır. Bu katlarda 20 cm boyutunda betonarme perdeler bulunmaktadır ve bu perdelerde 12 mm, 16mm çapında boyuna donatı, 8 mm çapında enine donatı kullanılmıştır. Normal katlarda 20x30, 20x40, 20x60, 40x30, 60x30 boyutlarında betonarme kirişler bulunmaktadır ve bu kirişlerde 12 mm, 14 mm, 16 mm çapında boyuna donatı ile 8 mm, 10 mm çapında enine donatı kullanılmıştır. Bu katlarda 30 cm kalınlığında nervürlü döşemeler bulunmaktadır. Döşemelerde 8 mm çapında donatı, nervür kirişlerinde ise 12 mm, 14 mm, 16 mm çapında boyuna donatılar ile 8 mm çapında enine donatı kullanılmıştır. Şekil 7.15'de normal katlar tavan kalıp planı verilmektedir.



Şekil 7.15: Normal kat tavan kalıp planı

Çatı katında 30x50, 30x60, 50x30, 60x30 cm boyutlarında betonarme kolonlar bulunmaktadır ve bu kolonlarda 16 mm çapında boyuna, 8 mm çapında enine donatı kullanılmıştır. Bu katta 20 cm kalınlığında betonarme perdeler bulunmaktadır. Bu perdelerde 12 mm, 16 mm çapında boyuna donatılar ile 8 mm çapında enine donatı kullanılmıştır. Çatı katında 20x40, 20x60 cm boyutlarında betonarme kirişler bulunmaktadır ve bu kirişlerde 12 mm, 14 mm çapında boyuna, 8 mm çapında enine donatı kullanılmıştır. Kat döşemeleri 12 cm kalınlığında olup, plak döşeme türündedir ve bu döşemelerde 8 mm, 10 mm çapında donatılar kullanılmıştır.

Statik projelerin yerinde yapılan incelemelerinde yapı boyutlarının ve aks mesafelerinin statik projesi ile arasında ufak farklılıklar olmasına rağmen genel olarak uyumlu olduğu görülmüştür.

7.2.2. Yapıda Kullanılan Malzemelerin Tespiti

Yapının beton dayanımının belirlenmesi kapsamında yapılan testler sonucu alınan beton numunelerinin özellikleri tablo 7.1'de belirtilmektedir.

Tablo 7.1: Beton numunelerinin özellikleri

Sıra No	Alındığı Kat	Çap (mm)	Yükseklik (mm)	Yükseklik / Çap Oranı	Kırılma Yükü [kN]	Kesit Alanı [cm^2]	$f_{c,küp}$ (N/mm^2)
1	1.BK-SB16	100.00	100.00	1.00	157.8	78.54	20.09
2	1.BK-SB11	100.00	100.00	1.00	186.4	78.54	23.73
3	1.BK-SB06	100.00	100.00	1.00	139.0	78.54	17.70
4	ZK-SZ16	100.00	100.00	1.00	77.3	78.54	9.84
5	ZK-SZ15	100.00	100.00	1.00	119.9	78.54	15.27
6	ZK-SZ11	100.00	100.00	1.00	93.6	78.54	11.92
7	1.NK-S108	100.00	100.00	1.00	136.5	78.54	17.38
8	1.NK-S118	100.00	100.00	1.00	184.6	78.54	23.50
9	1.NK-S109	100.00	100.00	1.00	121.0	78.54	15.41
10	2.NK-S208	100.00	100.00	1.00	350.8	78.54	44.67
11	2.NK-S218	100.00	100.00	1.00	171.0	78.54	22.15
12	2.NK-S219	100.00	100.00	1.00	223.6	78.54	28.47
13	3.NK-S308	100.00	100.00	1.00	135.5	78.54	17.25
14	3.NK-S318	100.00	100.00	1.00	117.3	78.54	14.94

Tablo 7.1 (devam)

15	3.NK-S319	100.00	100.00	1.00	157.2	78.54	20.02
16	4.NK-S409	100.00	100.00	1.00	161.4	78.54	20.55
17	4.NK-S418	100.00	100.00	1.00	136.5	78.54	17.38
18	4.NK-S408	100.00	100.00	1.00	105.0	78.54	13.37
19	Çatı Katı	100.00	100.00	1.00	163.9	78.54	20.87
20	Çatı Katı	100.00	100.00	1.00	202.5	78.54	25.78
21	Çatı Katı	100.00	100.00	1.00	187.5	78.54	23.87

Tablo 7.1'de dayanımları verilen beton numunelerinden en küçük dayanıma sahip olan 4 numaralı numunedir. Bu numune hariç diğer numunelerin ortalama dayanımı 20.716 N/mm2 dir. Bölüm 4.3'te anlatılan bilgi seviyelerinde beton dayanımı belirlenirken uygulanması gereken kurallar belirtilmiştir. Bu kurallar göz önüne alınarak en küçük dayanım değerine sahip olan 4 numaralı numune diğer numunelerin ortalama dayanımın %75'inden küçük olduğundan (9.84<15.53 = 20.716x0.75) değerlendirmeye alınmayacaktır. Yine bölüm 4.3'te belirtilen kurallar dikkate alınarak analizlerde kullanılacak beton dayanımının hesabı için yapılan işlemler aşağıdaki bağıntılarda verilmektedir.

$f_{cküp,ortalama} = 20.716\ N/mm^2$ (7.1)

$f_{cküp,standart\ sapma} = 7.090\ N/mm^2$ (7.2)

$f_{cküp,ortalama} - f_{cküp,standart\ sapma} = 13.626\ N/mm^2$ (7.3)

$0.85xf_{cküp,ortalama} = 17.60\ N/mm^2$ (7.4)

17.60>13.626 olduğundan $f_{cküp} = 17.60\ N/mm^2$ 'dir.

$f_{c,sil} = 0.85xf_{cküp} = 14.96\ N/mm^2$ (7.5)

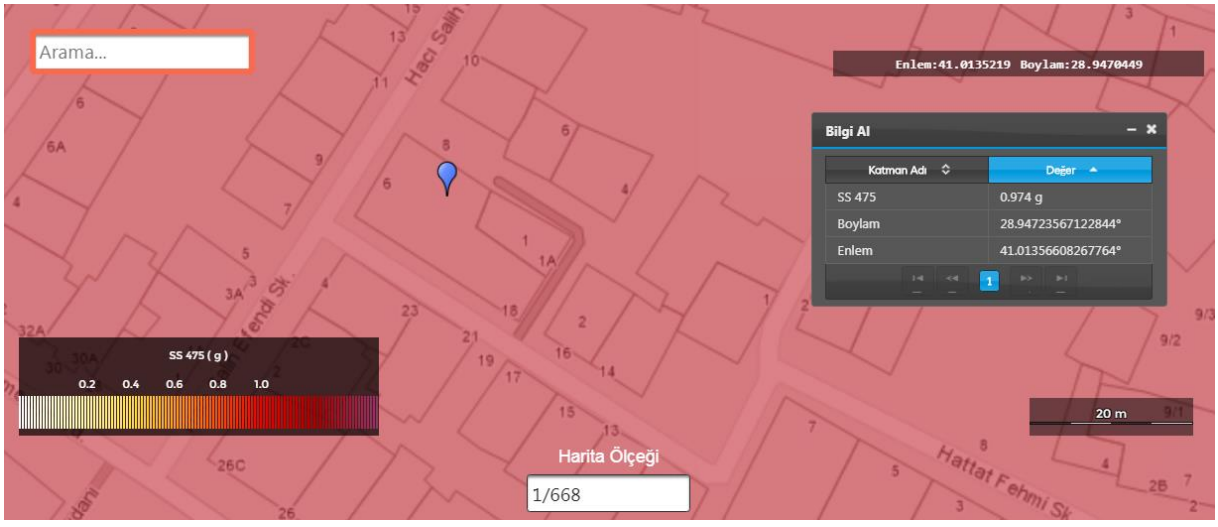
$E_c = 3250\sqrt{f_{c,sil}} + 14000 = 26570\ N/mm^2$ (7.6)

Denklem 7.5 ve 7.6'da analizde kullanılacak mevcut beton dayanımı ve betonun elastisite modülü sırasıyla 14.96 N/mm^2 , 26750 N/mm^2 olarak görülmektedir.

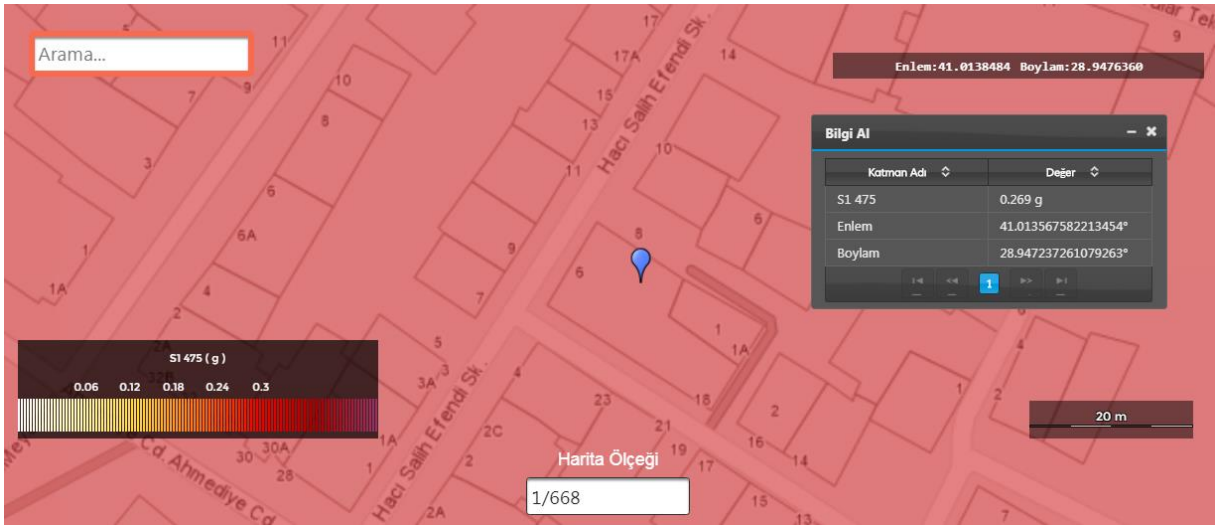
Donatı tespiti için her bir kattan üçer adet olmak üzere toplam 21 düşey taşıyıcı elemanda donatı tespit cihazları ile donatı incelemesi yapılmıştır. Yapılan incelemelerde kolonlarda 16 mm çapında boyuna donatıların, 8 mm çapında ise enine donatıların kullanıldığı görülmüştür. Perdelerde ise 12 mm, 16 mm çapında boyuna ve 8 mm çapında enine donatı kullanılmıştır. Paspayı sıyırılarak yapılan işlemlerde her bir kattan 2 tane çatı katında ise 1 tane olmak üzere toplam 13 düşey taşıyıcı eleman üzerinde çalışma yapılmıştır. Kolonlarda 16 mm çapında boyuna donatı ile, 10 mm çapında enine donatı, perdelerde 12 mm, 16 mm çapında boyuna ve 8 mm çapında enine donatı tespit edilmiştir ve binanın yapıldığı dönem itibarı ile minimum donatı oranını sağlandığı belirlenmiştir. Kullanılan donatı türü nervürsüz donatı (S220) olarak tespit edilmiştir. İncelemeler neticesinde donatı oranının statik projelerde belirtilen donatı oranını ile uyumlu olduğu saptanmıştır.

7.3. PERFORMANS ANALİZİ KABULLERİ

Afad tarafından yayımlanan deprem Türkiye Deprem Tehlike Haritası [39] kullanılarak deprem yer hareketi düzeyi-2 ve ZC grubu zemin sınıfı esas alınarak yapının harita spektral ivme katsayıları S_S = 0.974 ve S_1 = 0.269 olarak elde edilmiştir. Tablo 3.1 ve 3.2 kullanılarak yerel zemin etki katsayıları F_S = 1.20 ve F_1 = 1.5 olarak hesaplanmıştır.

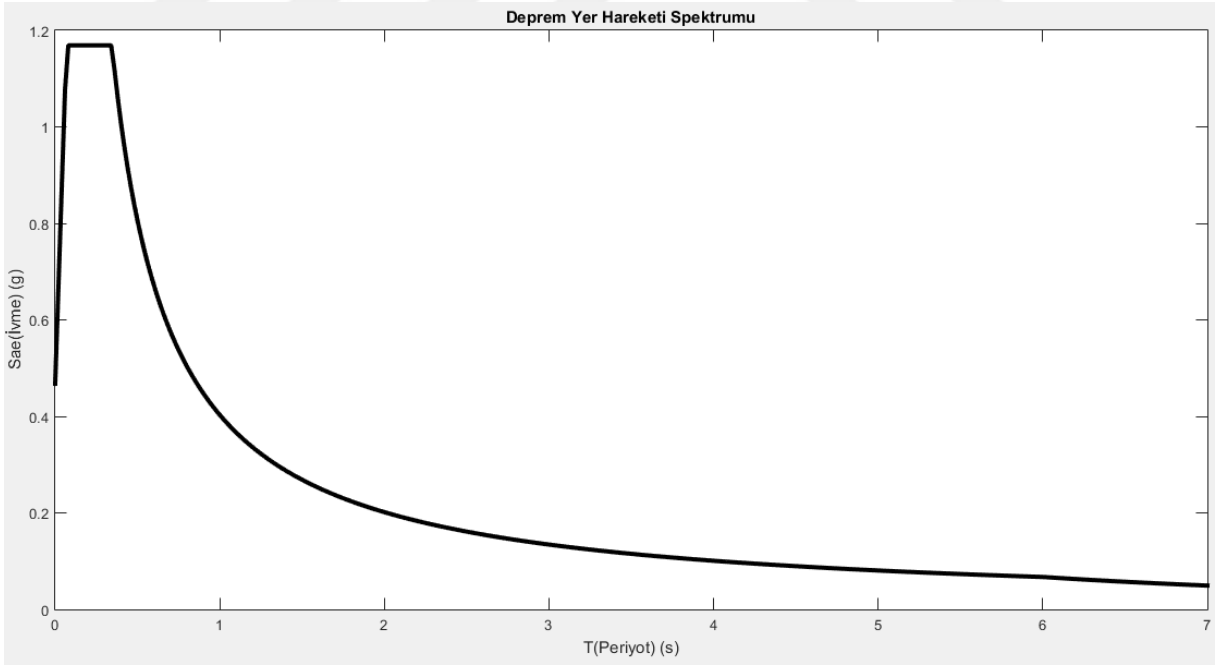


Şekil 7.16: Kısa periyot harita spektral ivme katsayısı, S_S



Şekil 7.17: 1.0 saniye periyot için yerel zemin etki katsayısı

Denklem 3.1,3.2 ve bulunan S_S, S_1, F_S, F_1 değerleri kullanılarak, S_{DS} = 1.169 ve S_{D1} = 0.403 olarak hesaplanmıştır. Bölüm 3.2'de anlatılan deprem yer hareketi spektrumunun oluşturulabilmesi için şekil 3.1 ve denklem 3.3, 3.4, 3.5, 3.6, 3.7, 3.8 göz önüne alınarak Matlab [58] programı ile kod geliştirilmiştir ve yapının spektrum eğrisi elde edilmiştir.



Şekil 7.18: Mevcut yapının yatay elastik tasarım spektrumu

Analiz kapsamındaki betonarme yapı konut türünde olduğundan tablo 3.3 dikkate alınarak BKS=3.0 ve I=1.0 olarak belirlenmiştir. S_{DS} (1.169) ve tablo 3.4 dikkate alınarak DTS=1 olarak

elde edilmiştir. Bölüm 3.4'te bodrumlu ve bodrumsuz binaların yüksekliklerinin belirlenmesinde anlatılan hususlar ve mevcut binanın durumu dikkate alınarak bina yüksekliği 21.70 m olarak belirlenmiştir. Bina yüksekliği, DTS ve tablo 3.5 dikkate alınarak BYS= 5 olarak kabul edilmiştir.

Elde edilen DTS, BYS değerleri ve tablo 4.3 göz önüne alındığında mevcut betonarme yapı için yönetmelikte belirtilen performans hedefi kontrollü hasar performans seviyesi, kullanılması gereken analiz metodu ise şekil değiştirmeye göre tasarım yani başka bir ifadeyle doğrusal olmayan analiz yöntemidir.

Bölüm 4.3'te anlatılan sınırlı ve kapsamlı bilgi seviyeleri için belirlenen kurallar ve mevcut bina üzerinde yapılan bölüm 7.2.2'de anlatılan işlemler incelenerek, tez kapsamında analizi yapılacak olan betonarme binanın kapsamlı bilgi seviyesinde olduğu kabul edilmektedir. Bu bağlamda tablo 4.7'ye göre hesaplanan eleman dayanımları hesaplarda kapsamlı bilgi düzeyi katsayısı (1) ile çarpılacaktır.

Tablo 5.2'den faydalanılarak bina konut türünde olduğundan hareketli yük kütle katılım katsayısı 0.3 olarak belirlenmiştir.

7.4 DEPREM KAYITLARININ SEÇİMİ VE ÖLÇEKLENDİRİLMESİ

Yapının zemin durumu (ZC) ve buna karşı gelen zemin kayma dalgası hızı aralığı tablo 7.2'de belirtilmektedir.

Tablo 7.2: Yerel zemin sınıfları (TBDY, 2018)

YEREL ZEMİN SINIFI	ZEMİN CİNSİ	ÜST 30 METREDE ORTALAMA		
		$(V_s)_{30}$ [m/s]	$(N_{60})_{30}$ [darbe /30 cm]	$(c_u)_{30}$ [kPa]
ZA	Sağlam, sert kayalar	> 1500	–	–
ZB	Az ayrışmış, orta sağlam kayalar	760 – 1500	–	–
ZC	Çok sıkı kum, çakıl ve sert kil tabakaları veya ayrışmış, çok çatlaklı zayıf kayalar	360 – 760	> 50	> 250
ZD	Orta sıkı – sıkı kum, çakıl veya çok katı kil tabakaları	180 – 360	15 – 50	70 – 250
ZE	Gevşek kum, çakıl veya yumuşak – katı kil tabakaları veya *PI* > 20 ve *w* > % 40 koşullarını sağlayan toplamda 3 metreden daha kalın yumuşak kil tabakası (*c*u < 25 kPa) içeren profiller	< 180	< 15	< 70

Tablo 7.2 (devam)

ZF	Sahaya özel araştırma ve değerlendirme gerektiren zeminler: 1) Deprem etkisi altında çökme ve potansiyel göçme riskine sahip zeminler (sıvılaşabilir zeminler, yüksek derecede hassas killer, göçebilir zayıf çimentolu zeminler vb.), 2) Toplam kalınlığı 3 metreden fazla turba ve/veya organik içeriği yüksek killer, 3) Toplam kalınlığı 8 metreden fazla olan yüksek plastisiteli (*PI* >50) killer, 4) Çok kalın (> 35 m) yumuşak veya orta katı killer.

7.4.1 Deprem Kayıtlarının Seçimi

Tablo 7.2'de ZC zemin sınıfı için belirtilen zemin kayma hızı ve bölüm 5.5.2'de zaman tanım alanında analiz kapsamında belirtilen hususlar dikkate alınarak PEER'dan [59] 11 adet deprem ivme kaydı seçilmiştir. Tablo 7.3'te seçilen deprem kayıtları açıklanmaktadır.

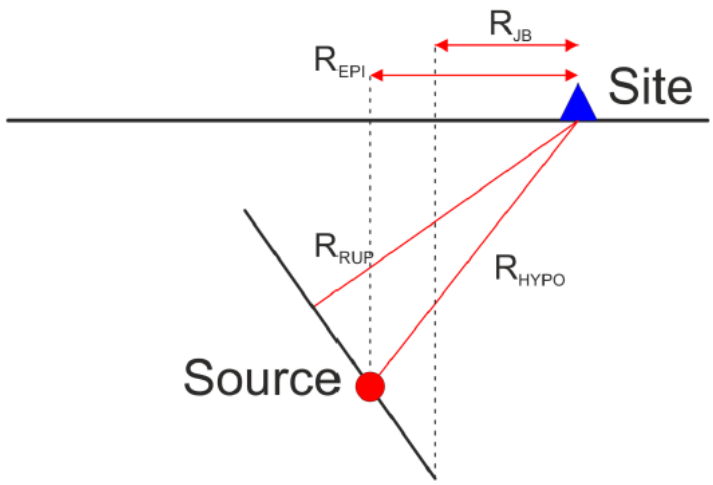
Tablo 7.3: Seçilen deprem kayıtları

Deprem	Kayıt Numarası	Yıl	Deprem Büyüklüğü	Fay Mekanizması	İstasyon	Dış Merkez Mesafesi (Rjb) (km)	Faya En Kısa Mesafe (Rrup) (km)	Zemin Kayma Dalgası Hızı (m/s)	Kayıt Süresi (s)
Tayvan Chi Chi	1	1999	7.62	Reverse Oblique	CHY074	0.7	10.8	553.43	90
Kocaeli	2	1999	7.51	Strike Slip	Arçelik	10.56	13.49	523	30
Landers	3	1992	7.28	Strike Slip	Joshua Tree	11.03	11.03	379.32	44
Landers	4	1992	7.28	Strike Slip	Morengo Valley Fire Station	17.36	17.36	396.41	56
Darfield, Yeni Zelanda	5	2010	7	Strike Slip	LPCC	25.21	25.67	649.67	53

Tablo 7.3 (devam)

Düzce	6	1999	7.14	Strike Slip	Irıgm 498	3.58	3.58	425	35
Tayvan Chi Chi	7	1999	7.62	Reverse Oblique	CHY010	19.93	19.66	538.69	132
Tayvan Chi Chi	8	1999	7.62	Reverse Oblique	CHY006	9.76	9.76	438.19	150
Hector Mine	9	1999	7.13	Strike Slip	Amboy	41.81	43.05	382.93	60
Hector Mine	10	1999	7.13	Strike Slip	Hector	10.35	11.66	726	45
Düzce	11	1999	7.14	Strike Slip	Irıgm 487	2.65	2.65	690	55

Tablo 7.3'de görülen dış merkez mesafesi (R_{JB}), faya en kısa mesafe (R_{RUP}) şekil 7.19'da net bir şekilde ifade edilmektedir. Ayrıca fayda kırılma meydana geldiği noktanın yapıya olan yatay mesafesi (R_{EPI}) ve aynı noktanın yapıya olan en kısa mesafesi (R_{HYPO}) görülmektedir.

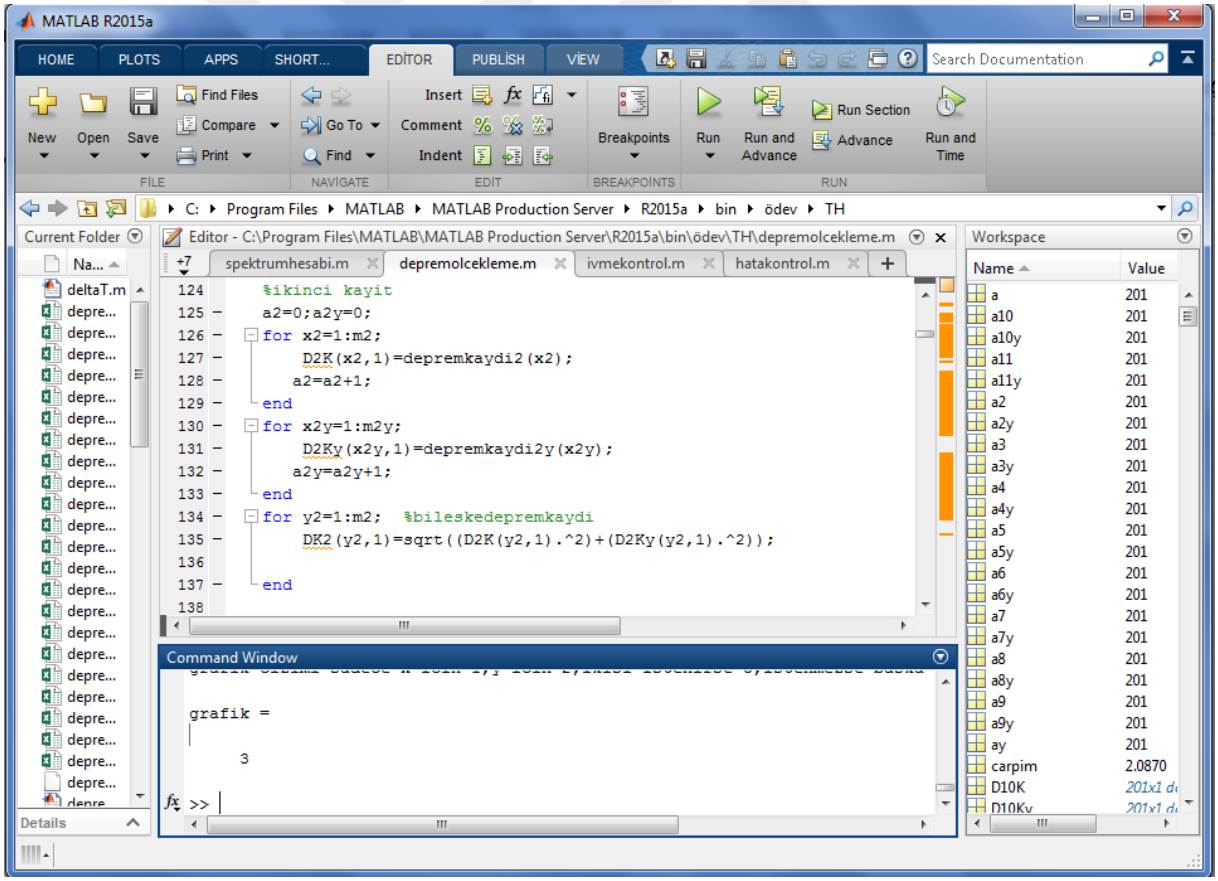


Şekil 7.19: Fay yapı arasındaki mesafe kavramları

7.4.2 Deprem Kayıtlarının Ölçeklendirilmesi

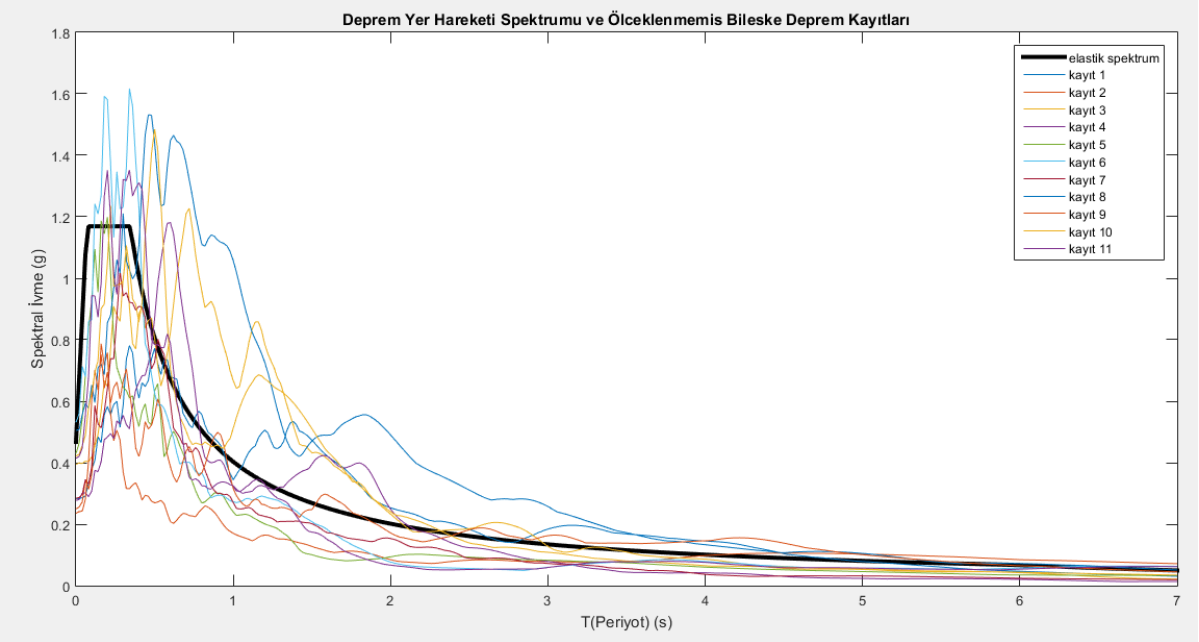
Bölüm 5.5.2'de zaman tanım alanında analiz kapsamında da anlatıldığı gibi deprem kayıtlarının üç boyutlu bir hesap için seçilmesi durumunda ise ilk olarak deprem kaydı takımlarının yatay bileşenlerine ait yatay spektrumların kareleri toplamının karekökü alınarak bileşke yatay spektrumlar elde edilmektedir. İkinci kısımda ise bu bileşke yatay spektrumların ortalamaları alınarak, bu ortalamanın yapının periyodunun 0.2 ve 1.5 katı arasındaki değerlerinin, deprem yer hareketi spektrumunda aynı aralıkta belirtilen değerlerden en az 1.3 kat fazla olması kuralı göz önüne alınarak ölçek katsayısı belirlenmekte ve kayıtlar ölçeklendirilmektedir.

Matlab [58] programı ile belirtilen bu kurallar dikkate alınarak deprem kayıtlarının ölçeklendirilebilmesi için kod geliştirilmiştir. Şekil 7.20'de kullanılan bu program ile geliştirilen kod kısmi olarak görünmektedir.

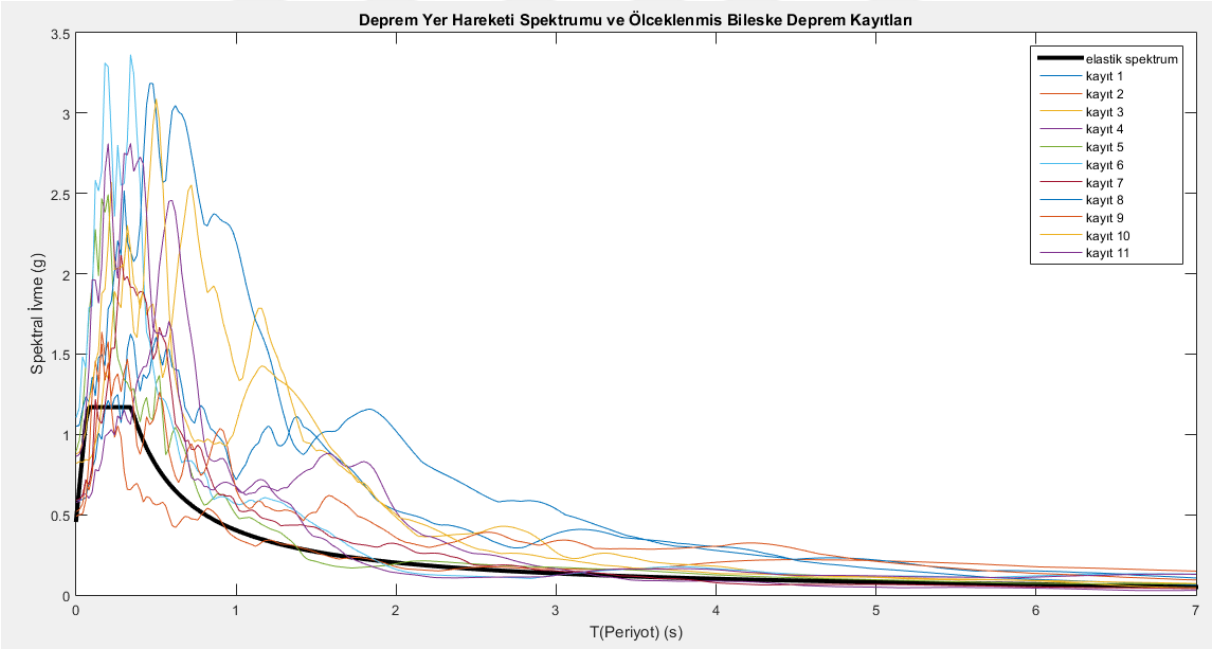


Şekil 7.20: Tez kapsamında kullanılan matlab programı

Şekil 7.21'de ölçeklendirilmemiş, şekil 7.22'de ise ölçeklendirilmiş bileşke deprem ivme kayıtlarının spektral hali ve yatay elastik tasarım spektrumu görülmektedir.

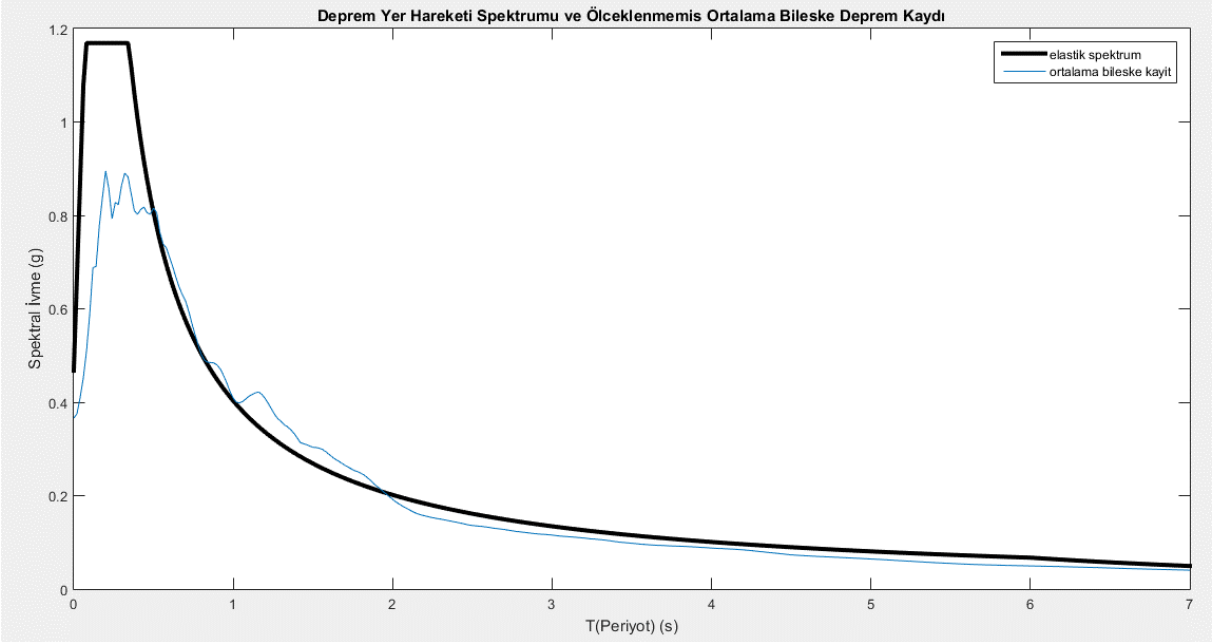


Şekil 7.21: Deprem yer hareketi spektrumu ve ölçeklendirilmemiş bileşke deprem spektral ivme kayıtları

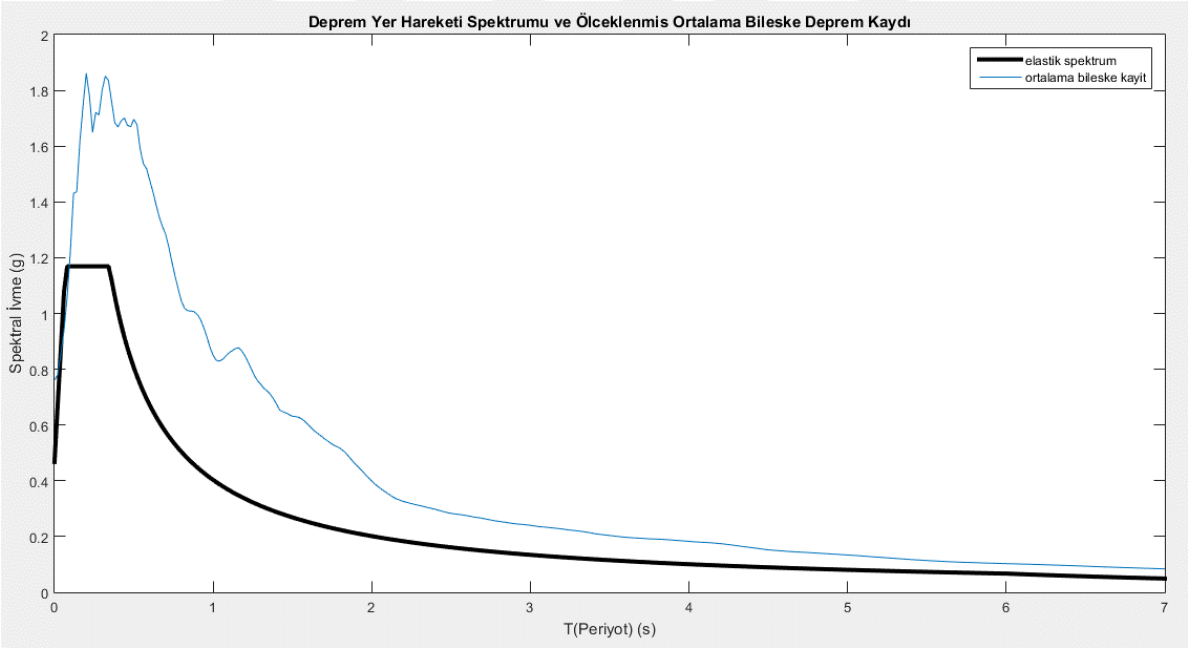


Şekil 7.22: Deprem yer hareketi spektrumu ve ölçeklendirilmiş bileşke deprem spektral ivme kayıtları

Şekil 7.23'de ölçeklendirilmemiş, şekil 7.24'de ise ölçeklendirilmiş ortalama bileşke deprem ivme kaydının spektral hali ve yatay elastik tasarım spektrumu görülmektedir.

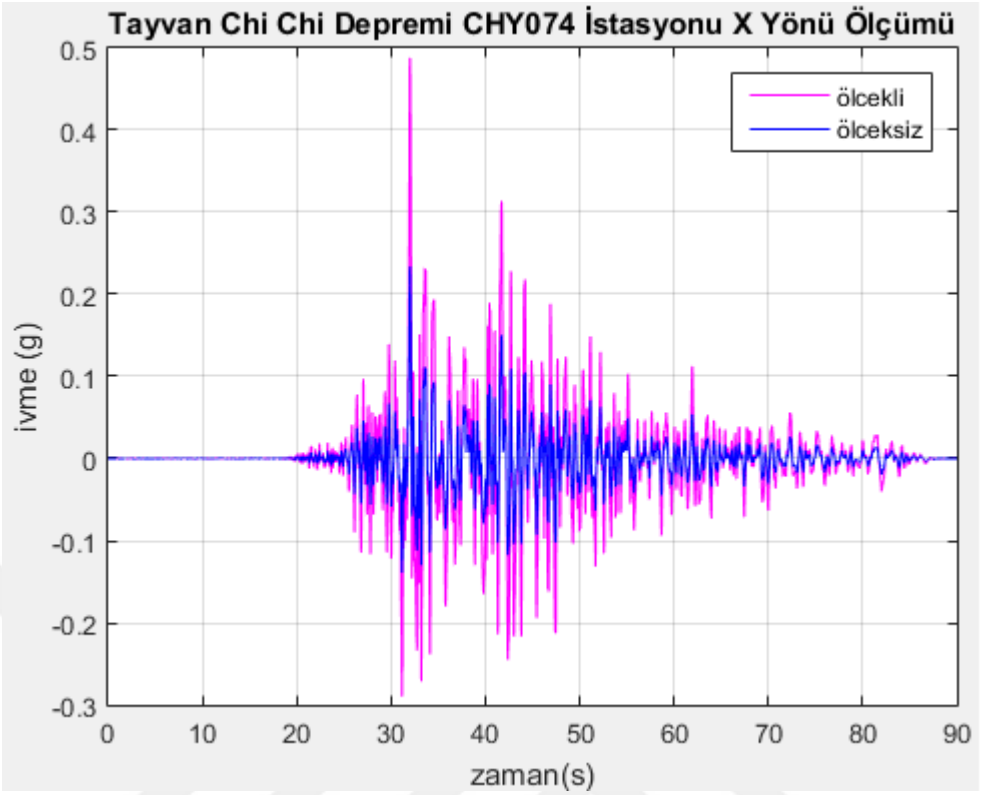


Şekil 7.23: Deprem yer hareketi spektrumu ve ölçeklendirilmemiş ortalama bileşke deprem spektral ivme kaydı

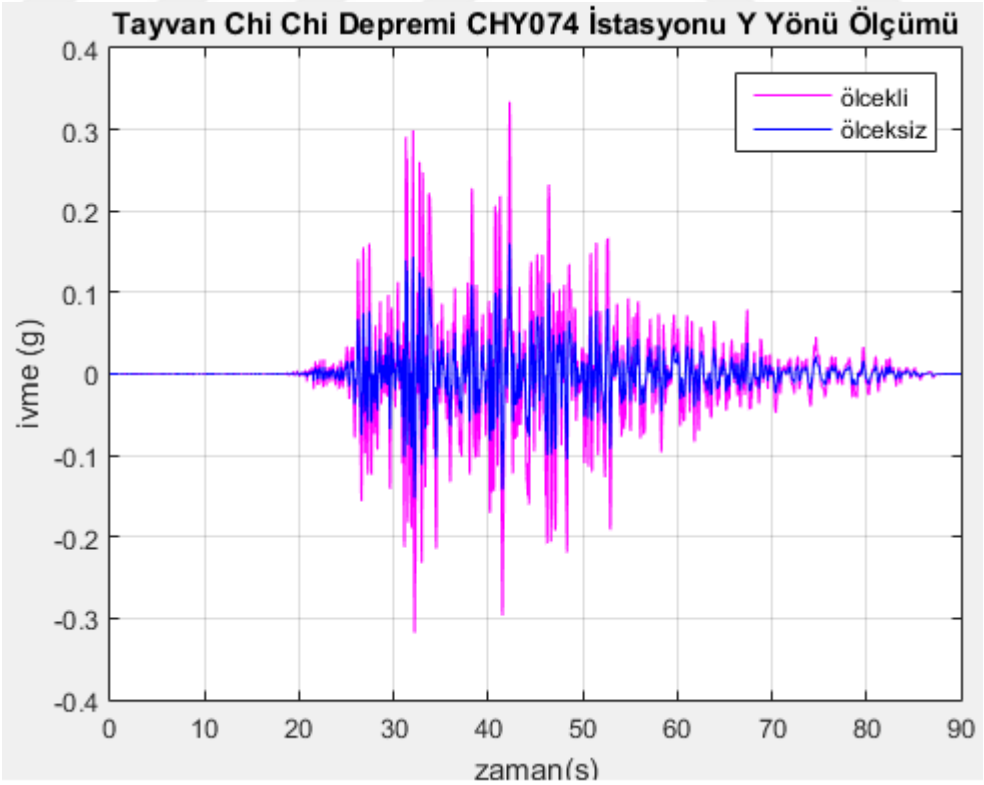


Şekil 7.24: Deprem yer hareketi spektrumu ve ölçeklendirilmiş ortalama bileşke deprem spektral ivme kaydı

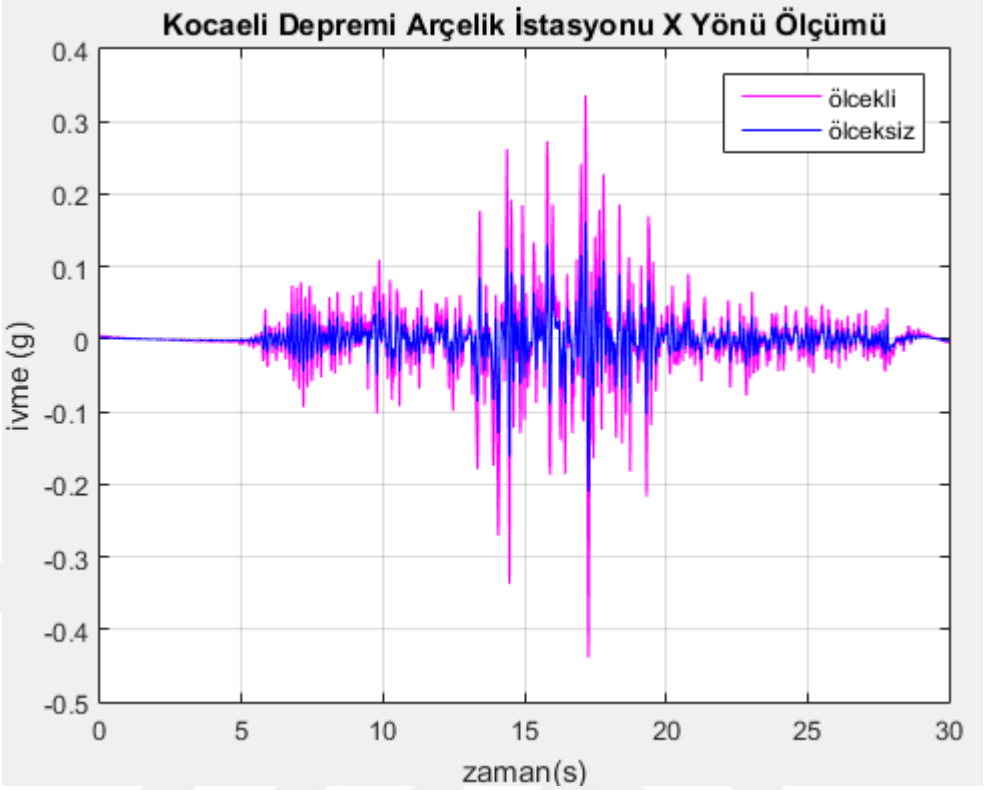
Deprem ivme kayıtlarının spektral olmayan değerleri x ve y yönü için sırasıyla ölçeklendirilmiş ve ölçeklendirilmemiş halinin aynı grafikte üzerinde gösterildiği şekiller tablo 7.3'te belirtilen deprem sıra numarasına göre aşağıda belirtilmektedir.



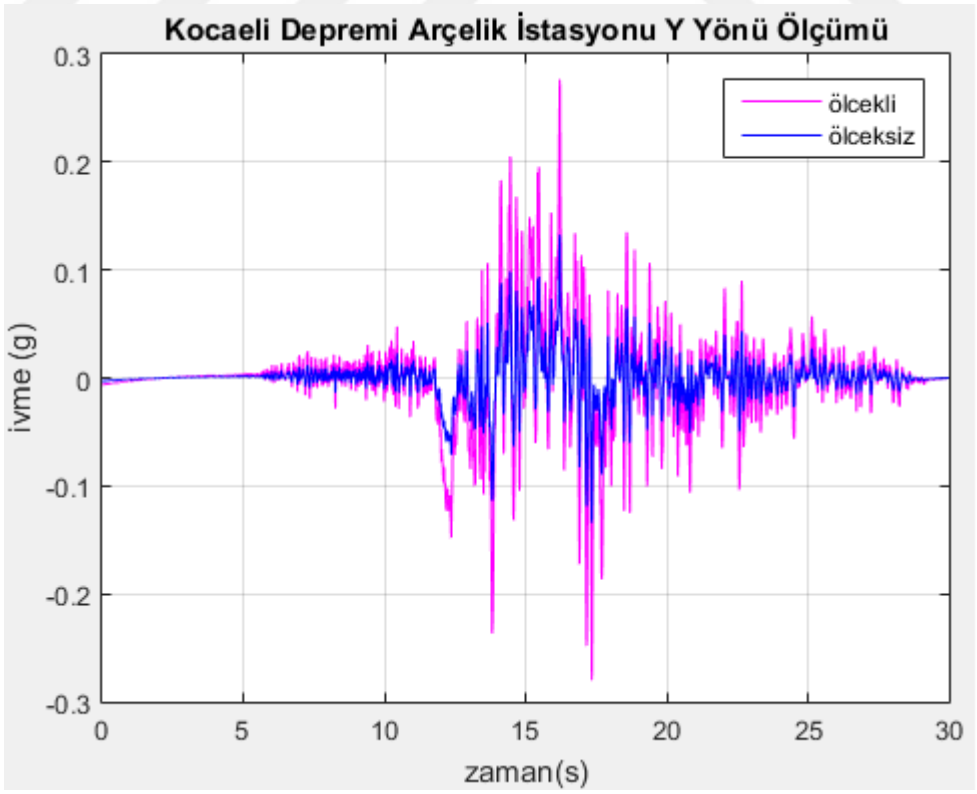
Şekil 7.25: 1.depremin x yönü için ölçeklendirilmiş ve ölçeklendirilmemiş ivme zaman grafiği



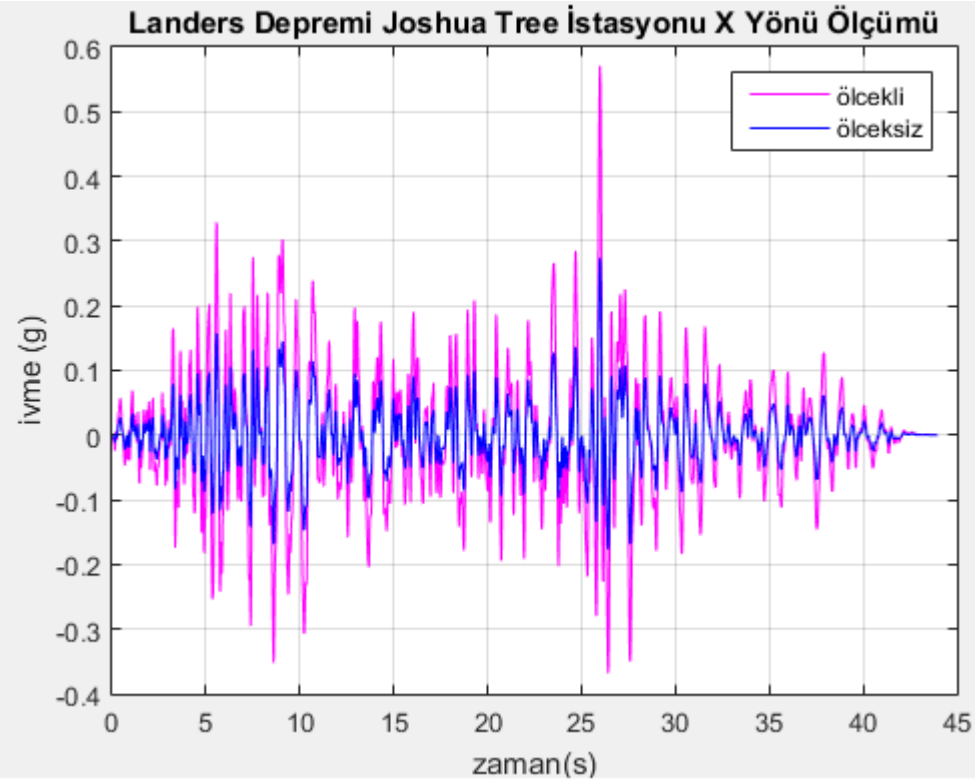
Şekil 7.26: 1.depremin y yönü için ölçeklendirilmiş ve ölçeklendirilmemiş ivme zaman grafiği



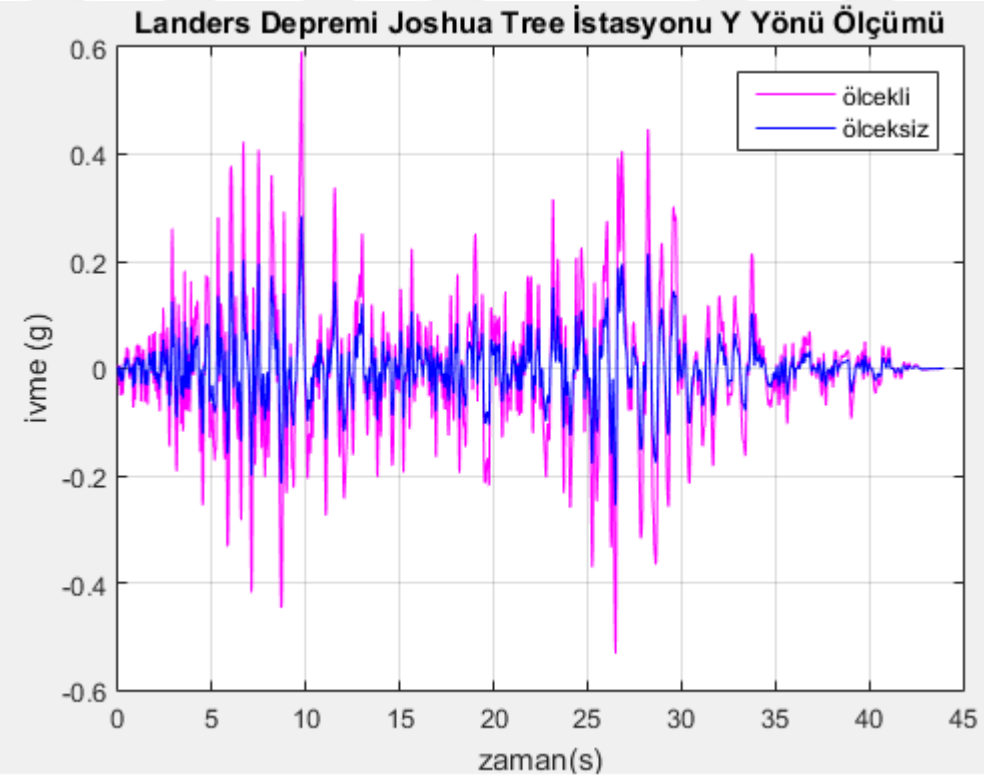
Şekil 7.27: 2.depremin x yönü için ölçeklendirilmiş ve ölçeklendirilmemiş ivme zaman grafiği



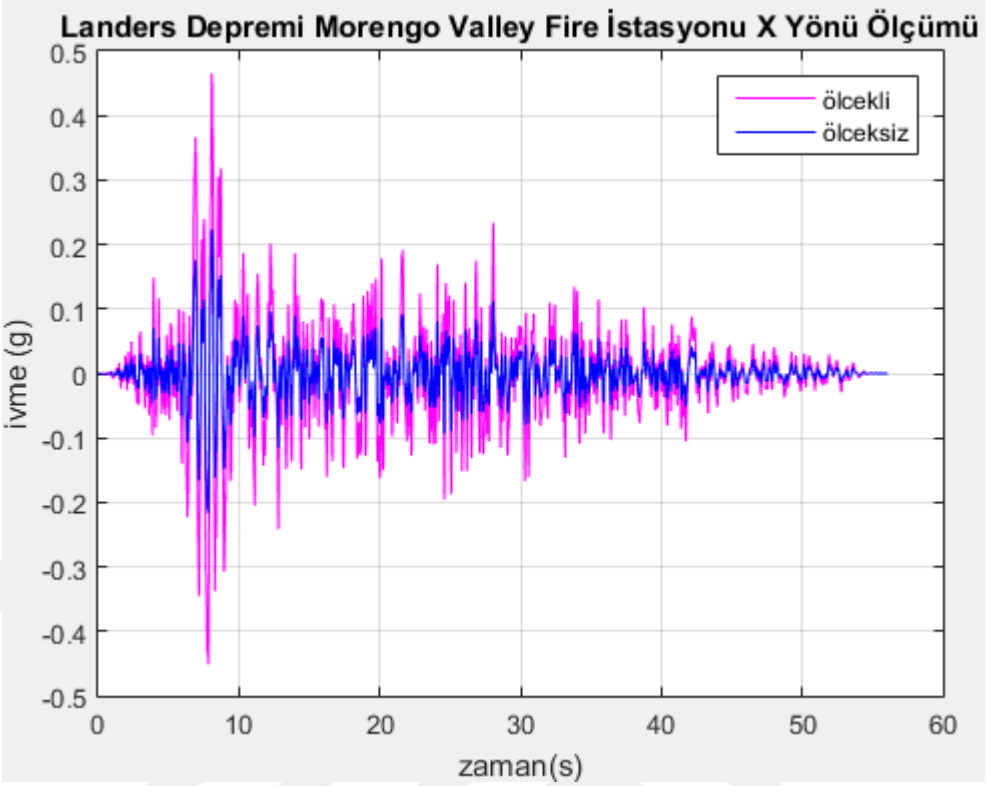
Şekil 7.28: 2.depremin y yönü için ölçeklendirilmiş ve ölçeklendirilmemiş ivme zaman grafiği



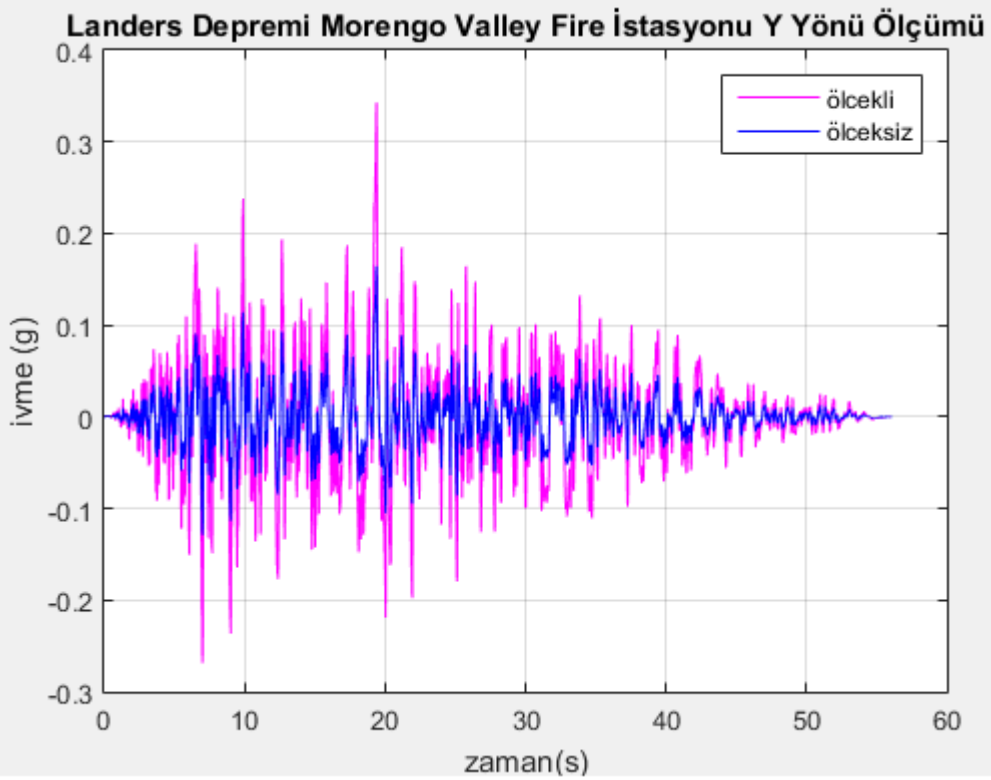
Şekil 7.29: 3.depremin x yönü için ölçeklendirilmiş ve ölçeklendirilmemiş ivme zaman grafiği



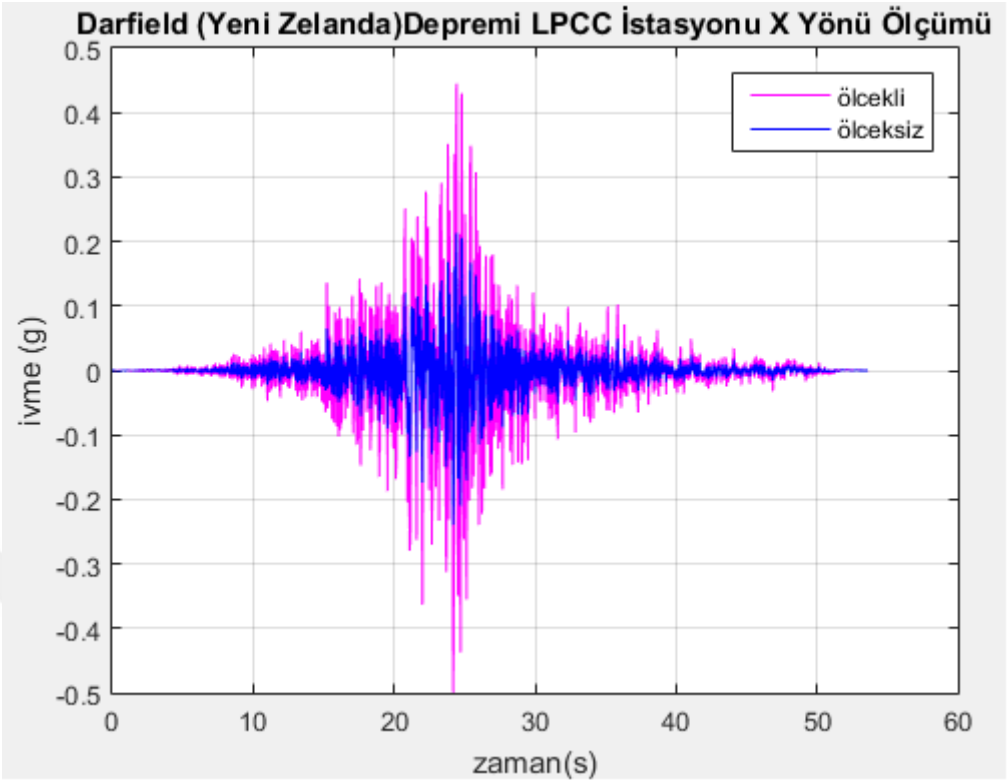
Şekil 7.30: 3.depremin x yönü için ölçeklendirilmiş ve ölçeklendirilmemiş ivme zaman grafiği



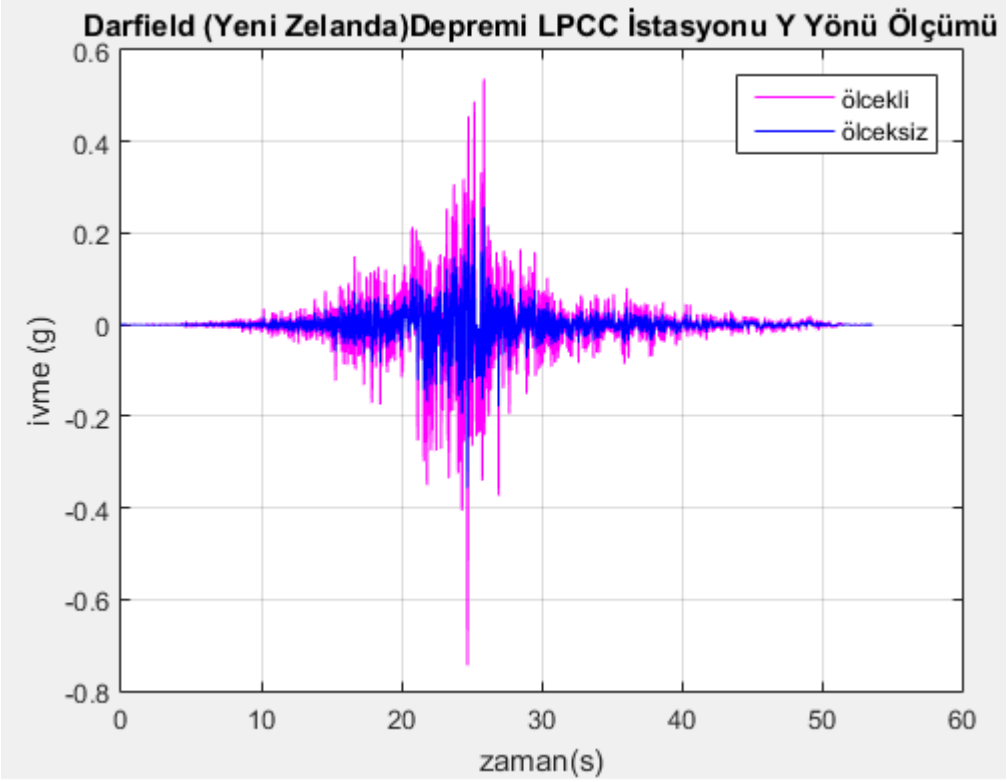
Şekil 7.31: 4.depremin x yönü için ölçeklendirilmiş ve ölçeklendirilmemiş ivme zaman grafiği



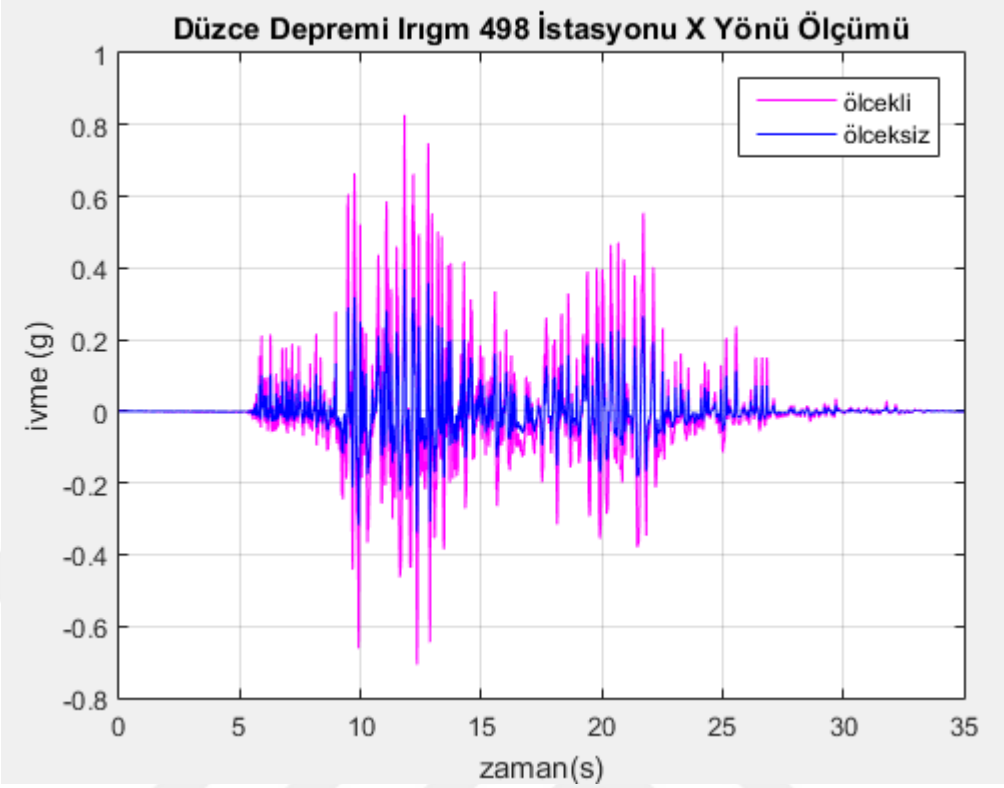
Şekil 7.32: 4.depremin y yönü için ölçeklendirilmiş ve ölçeklendirilmemiş ivme zaman grafiği



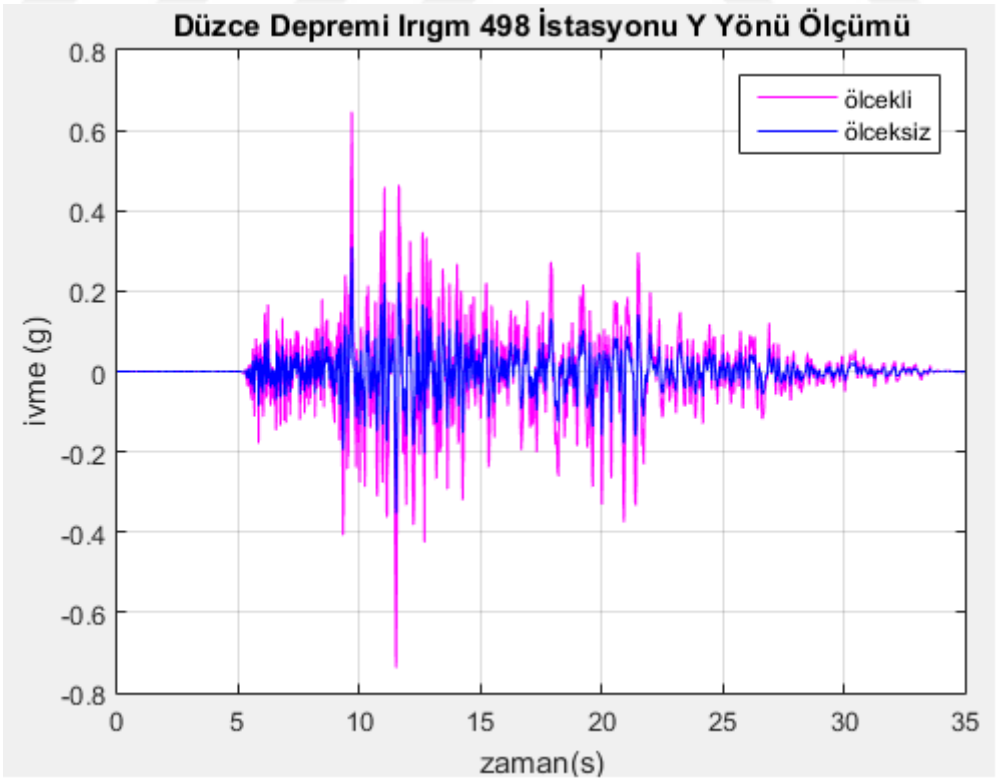
Şekil 7.33: 5.depremin x yönü için ölçeklendirilmiş ve ölçeklendirilmemiş ivme zaman grafiği



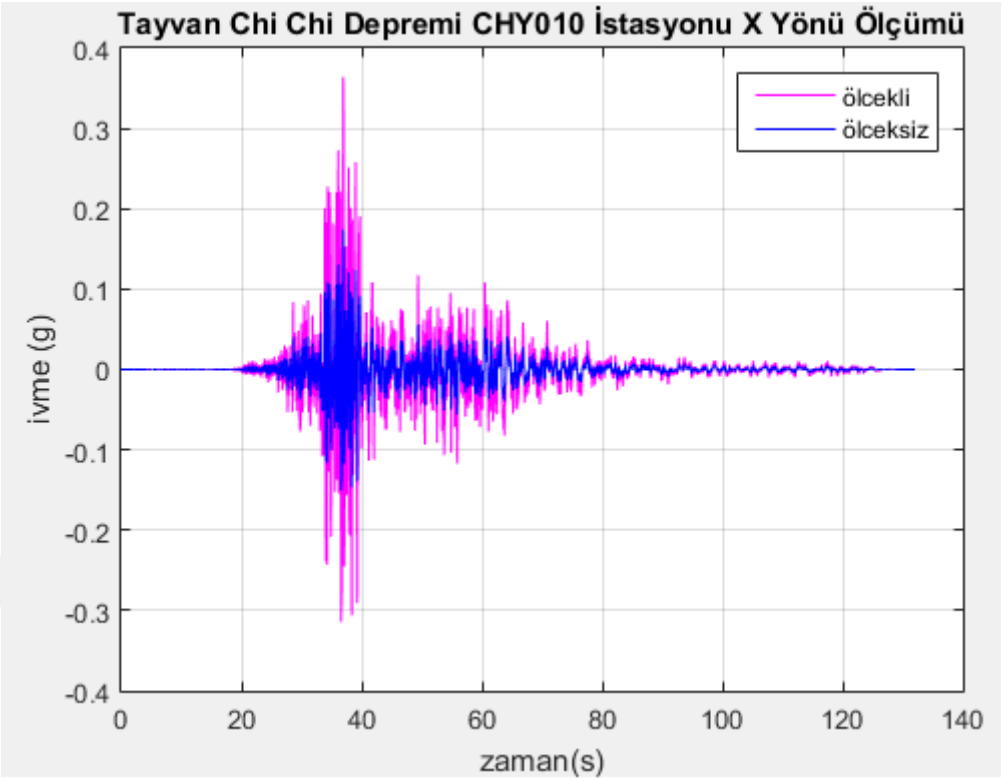
Şekil 7.34: 5.depremin y yönü için ölçeklendirilmiş ve ölçeklendirilmemiş ivme zaman grafiği



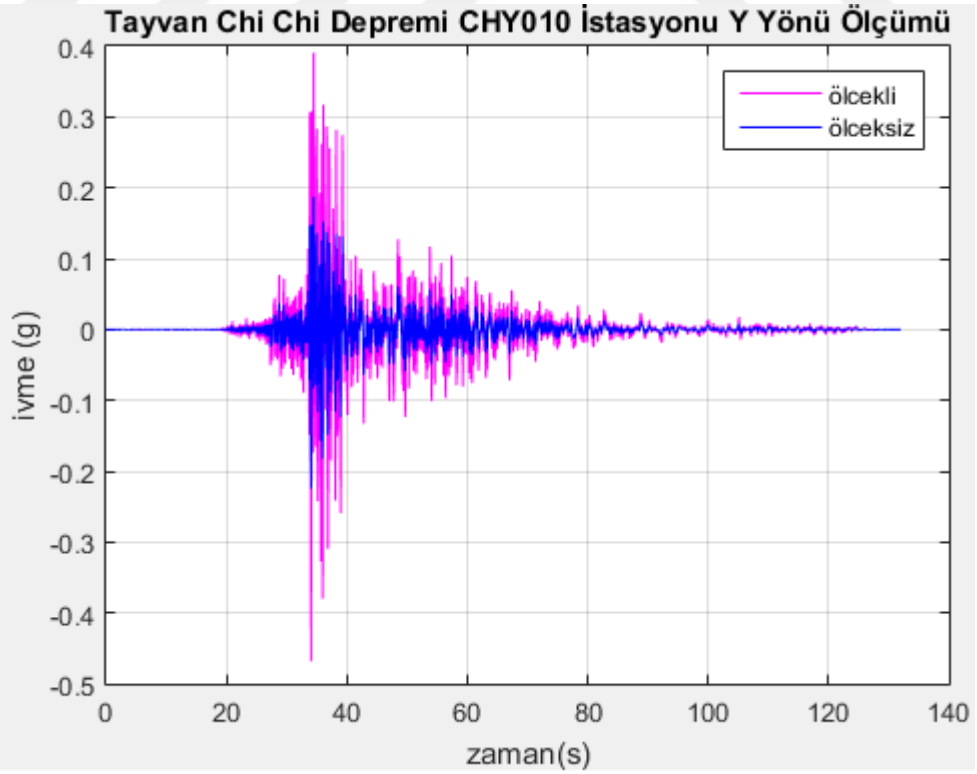
Şekil 7.35: 6.depremin x yönü için ölçeklendirilmiş ve ölçeklendirilmemiş ivme zaman grafiği



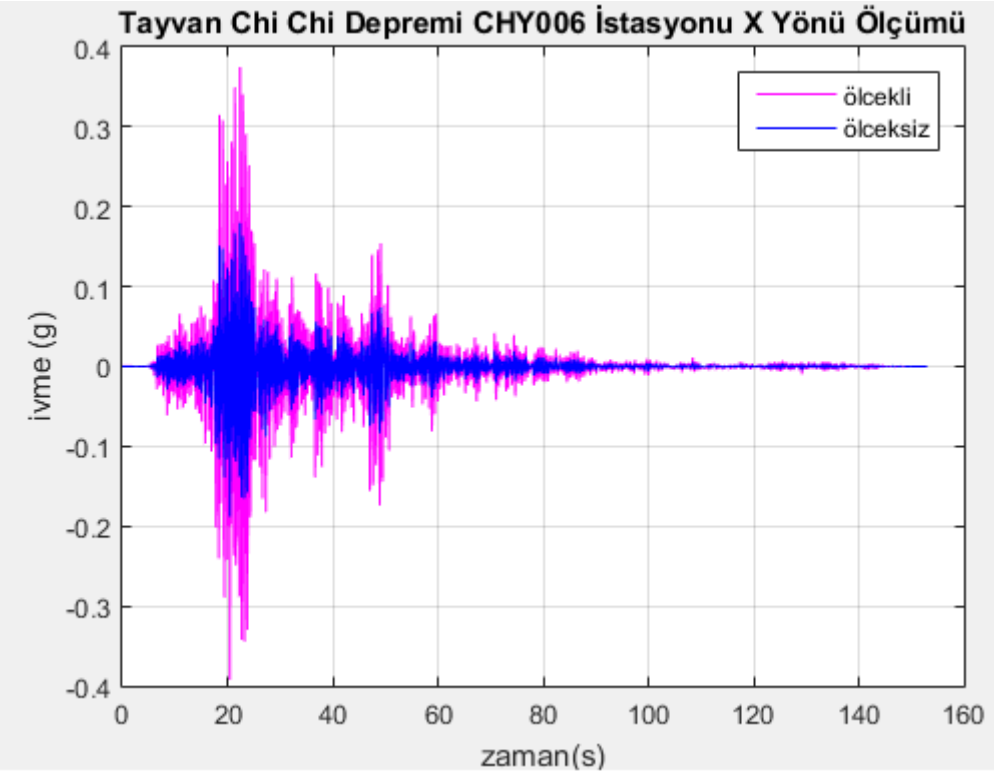
Şekil 7.36: 6.depremin y yönü için ölçeklendirilmiş ve ölçeklendirilmemiş ivme zaman grafiği



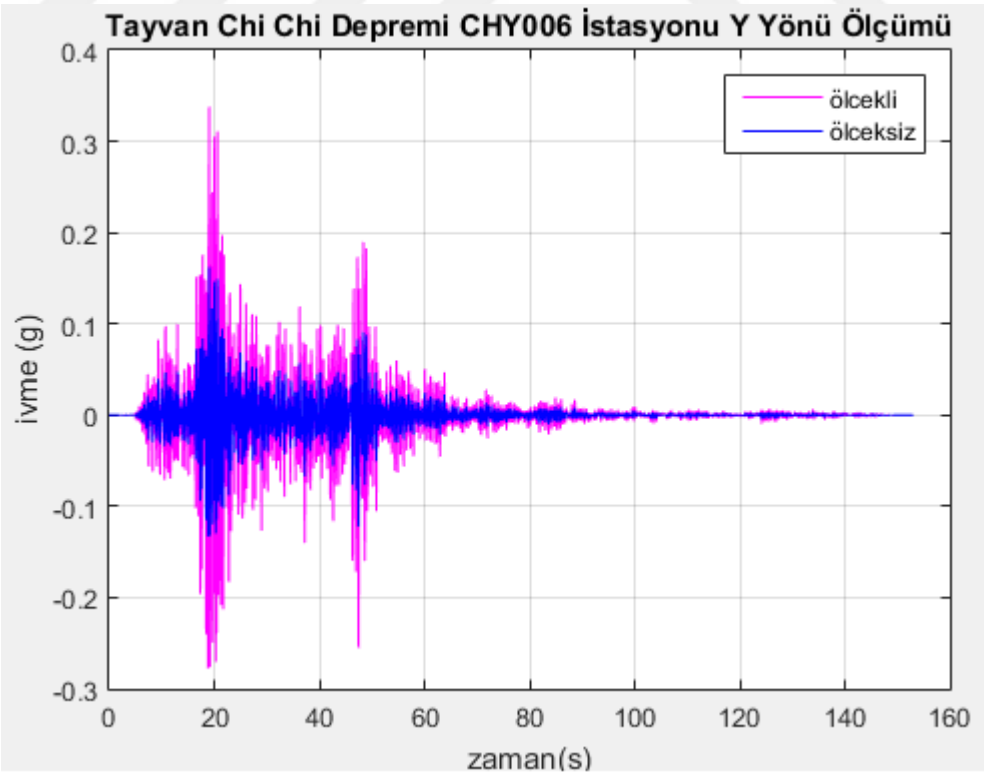
Şekil 7.37: 7.depremin x yönü için ölçeklendirilmiş ve ölçeklendirilmemiş ivme zaman grafiği



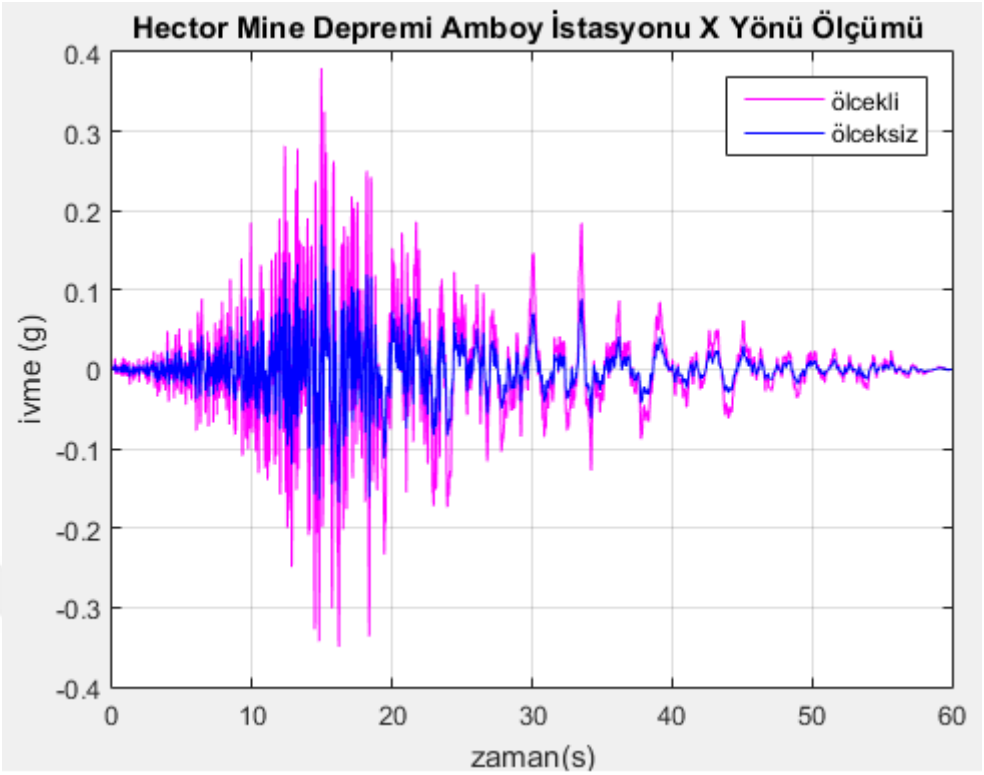
Şekil 7.38: 7.depremin y yönü için ölçeklendirilmiş ve ölçeklendirilmemiş ivme zaman grafiği



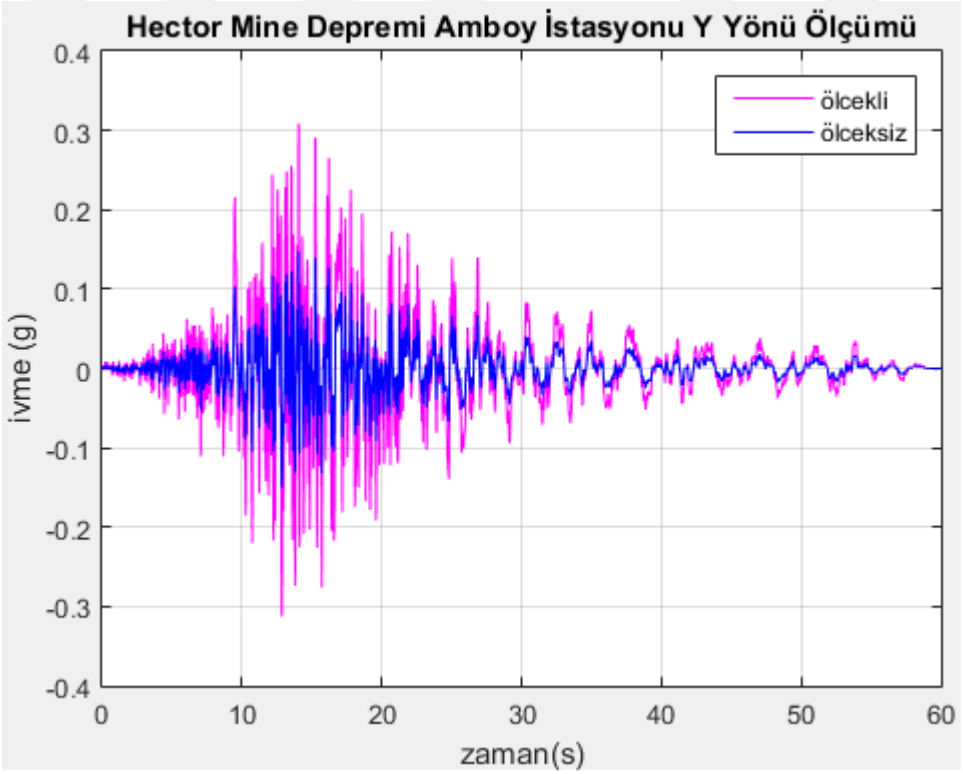
Şekil 7.39: 8.depremin x yönü için ölçeklendirilmiş ve ölçeklendirilmemiş ivme zaman grafiği



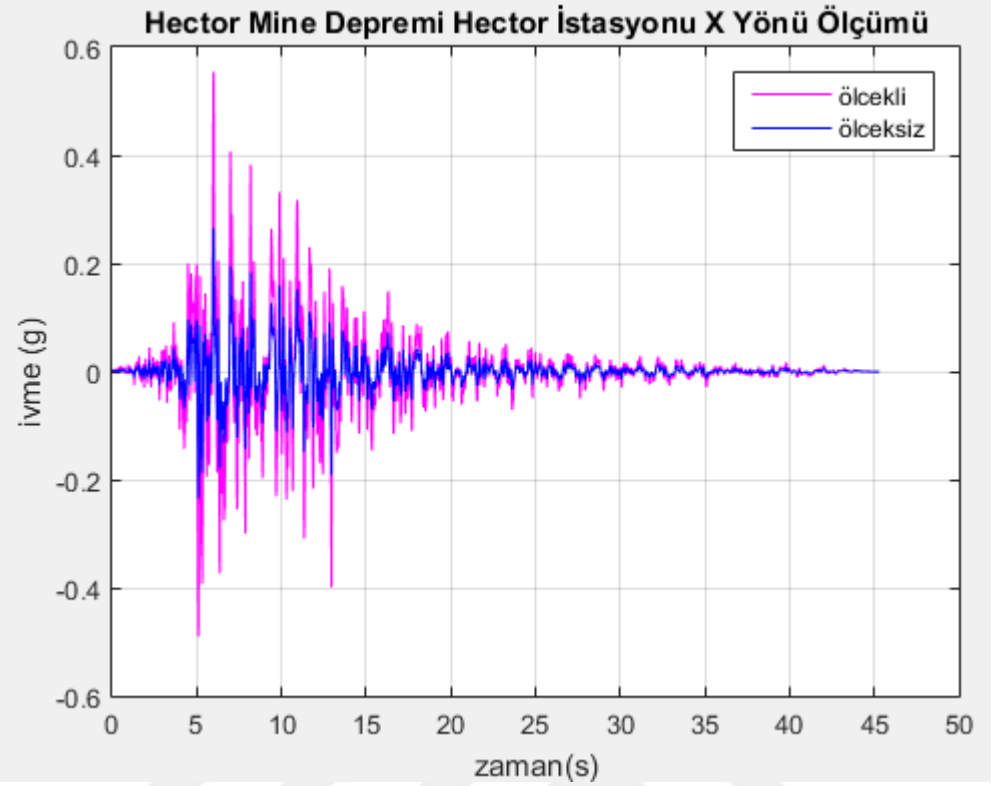
Şekil 7.40: 8.depremin y yönü için ölçeklendirilmiş ve ölçeklendirilmemiş ivme zaman grafiği



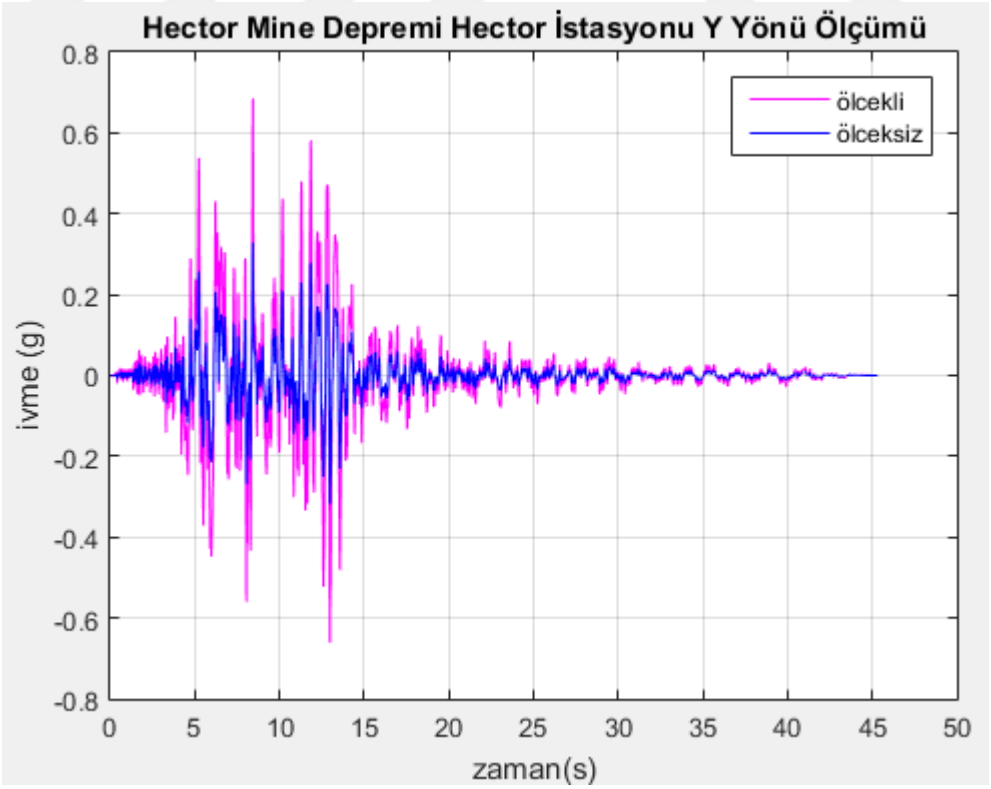
Şekil 7.41: 9.depremin x yönü için ölçeklendirilmiş ve ölçeklendirilmemiş ivme zaman grafiği



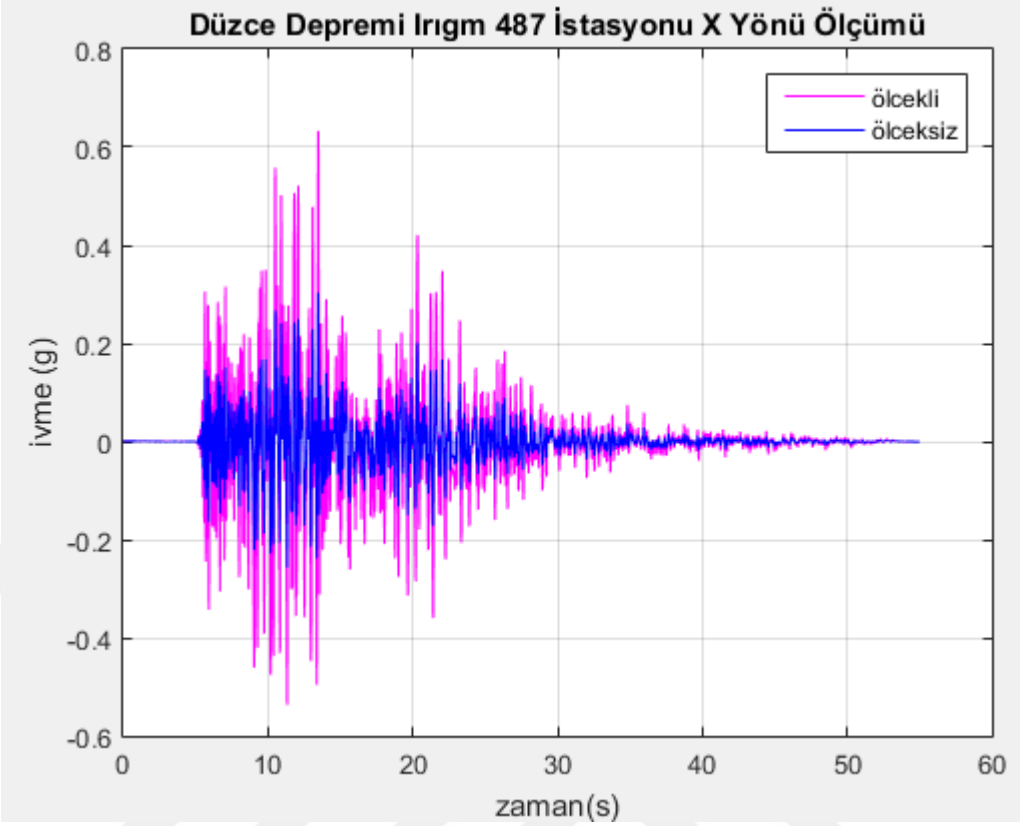
Şekil 7.42: 9.depremin y yönü için ölçeklendirilmiş ve ölçeklendirilmemiş ivme zaman grafiği



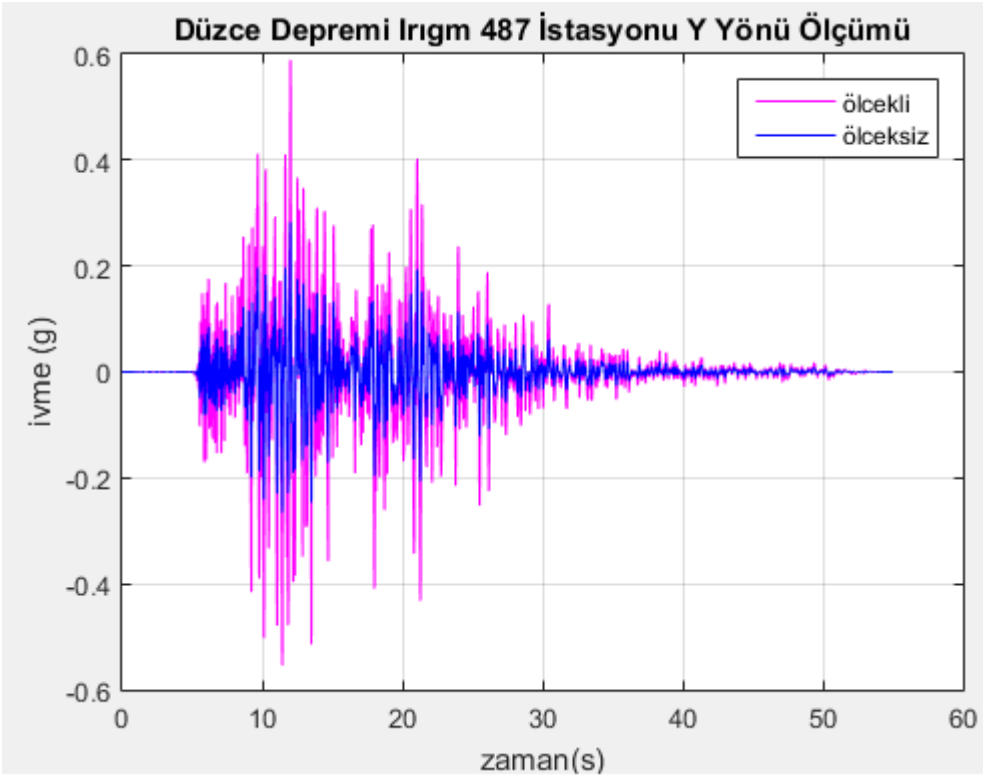
Şekil 7.43: 10.depremin x yönü için ölçeklendirilmiş ve ölçeklendirilmemiş ivme zaman grafiği



Şekil 7.44: 10.depremin y yönü için ölçeklendirilmiş ve ölçeklendirilmemiş ivme zaman grafiği



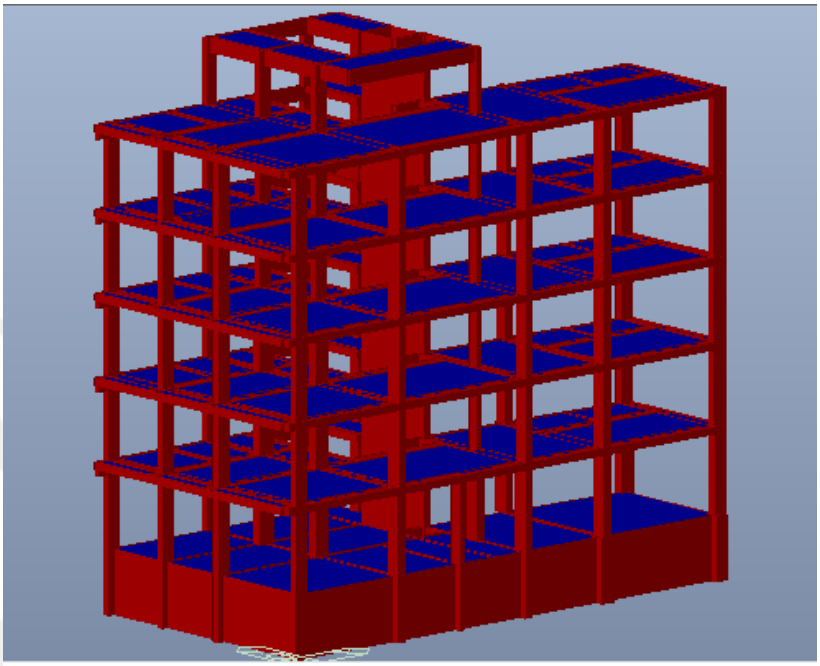
Şekil 7.45: 11.depremin x yönü için ölçeklendirilmiş ve ölçeklendirilmemiş ivme zaman grafiği



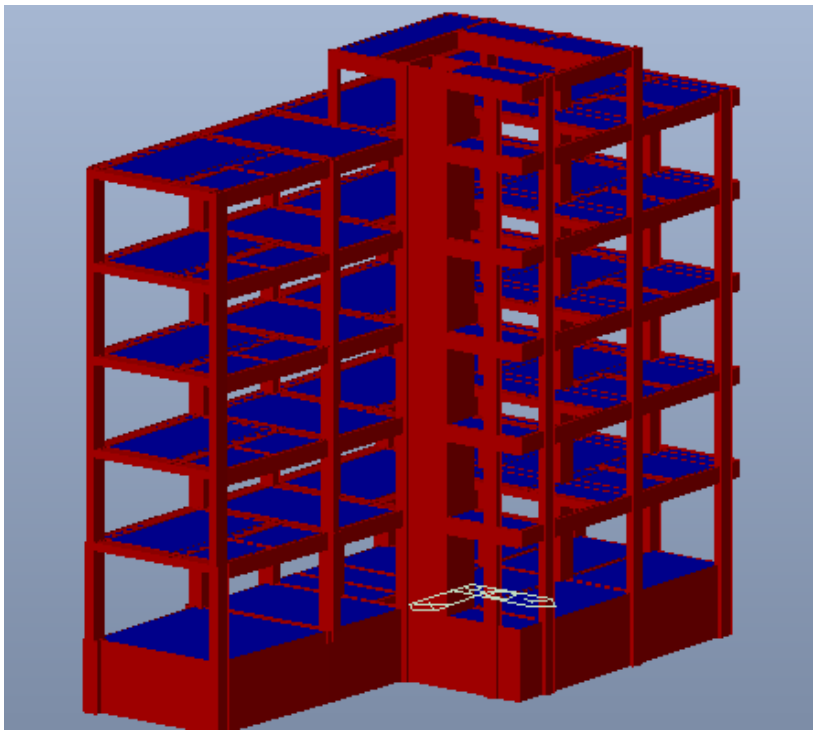
Şekil 7.46: 11.depremin y yönü için ölçeklendirilmiş ve ölçeklendirilmemiş ivme zaman grafiği

7.5. YAPININ MODELLENMESİ VE ANALİZİ

Bölüm 5'de anlatılan doğrusal olmayan analiz kuralları ve bölüm 7 de anlatılan yapı özellikleri dikkate alınarak Midas Gen [57] programı ile yapının 3 boyutlu modeli oluşturulmuştur.

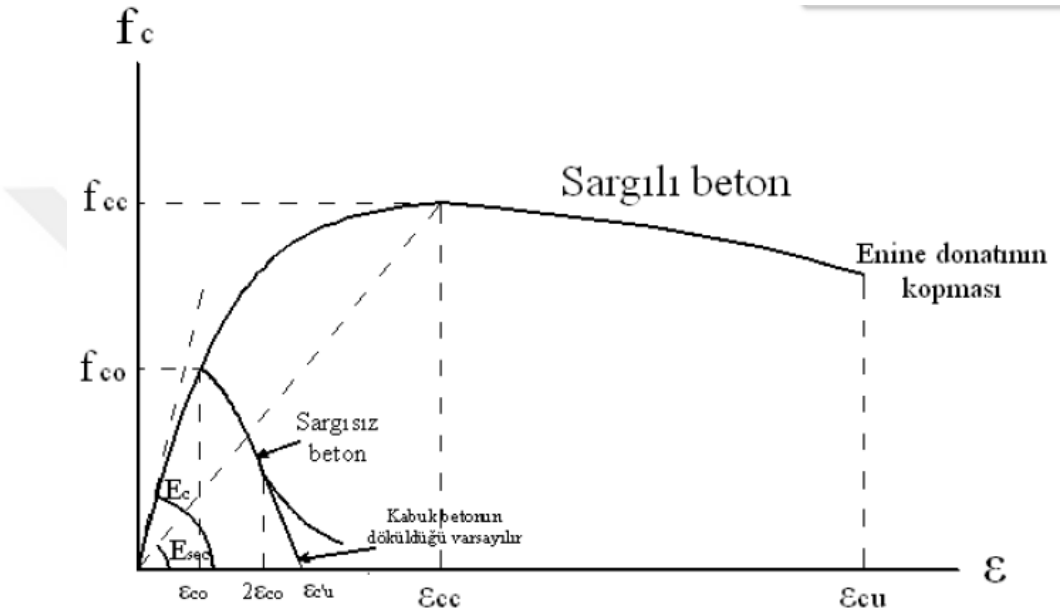


Şekil 7.47: Mevcut betonarme yapının 3 boyutlu analiz modeli

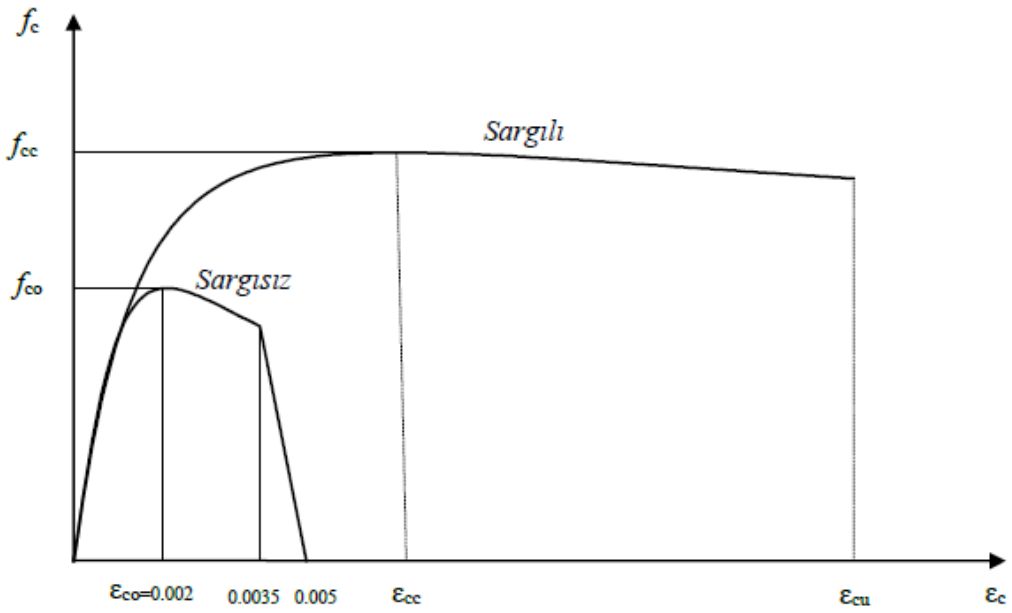


Şekil 7.48: Mevcut betonarme yapının 3 boyutlu analiz modeli-2

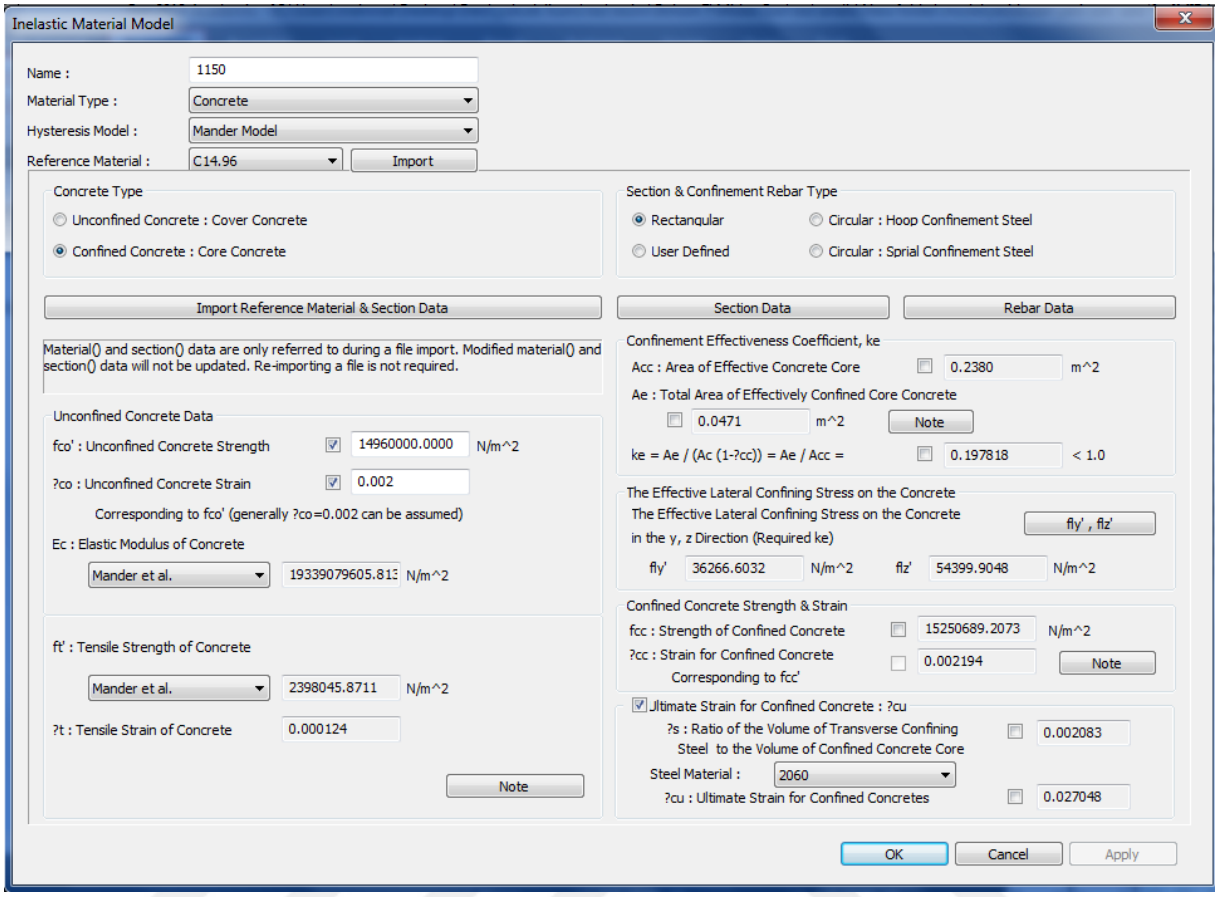
Yapıya doğrusal olmayan analiz yöntemini uygulayabilmek için beton ve çeliğin elastik ötesi özelliklerinin tanımlanması gerekmektedir. Mander ve diğ. [60] tarafından sargılı ve sargısız betonun elastik ötesi davranışa dair bir model ortaya sunmuşlardır. Belirledikleri bu modele ait betonun gerilme-şekildeğiştirme grafiği şekil 7.49'da belirtilmektedir. TBDY 2018'de [1] de bu davranış modelindeki bağıntıların kullanılması önerilmektedir ve sargılı, sargısız betonun gerilme-şekildeğiştirme ilişkisi şekil 7.50'de belirtilmektedir.



Şekil 7.49: Sargılı ve sargısız betonun gerilme-şekildeğiştirme ilişkisi (Mander ve diğ, 1988)

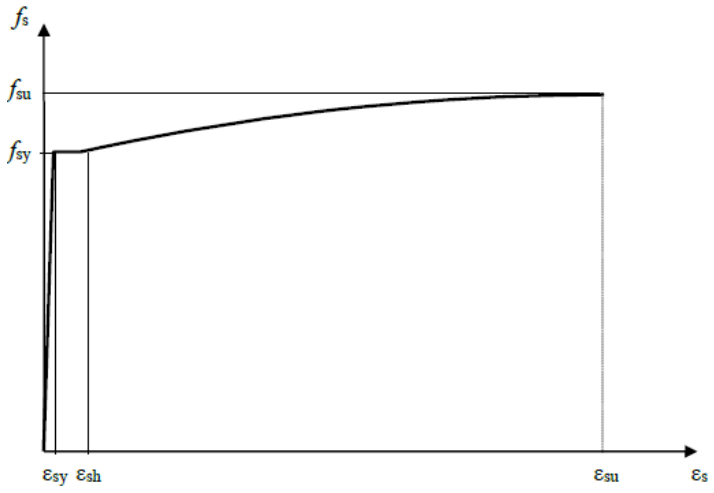


Şekil 7.50: Sargılı ve sargısız betonun gerilme-şekildeğiştirme ilişkisi-2 (TBDY, 2018)

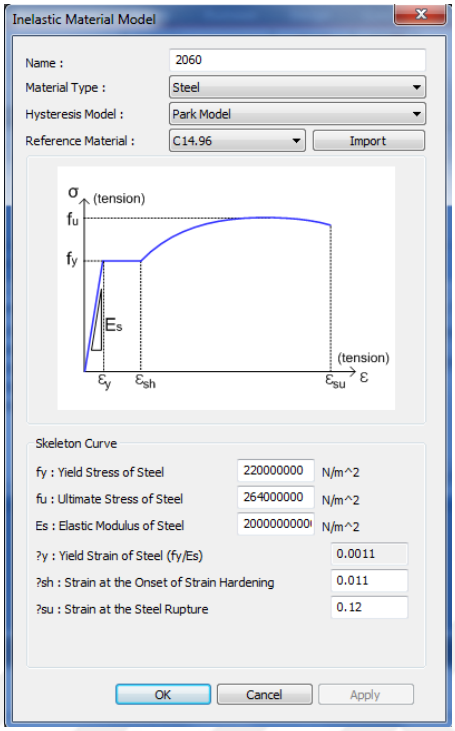


Şekil 7.51: Midas Gen programı ile betonun inelastik özelliklerinin tanımlanması

Donatı çeliği için TBDY 2018'de [1] belirtilen davranış modelinden faydalanılmaktadır. Şekil 7.51'de donatı çeliği için gerilme-şekildeğiştirme grafiği görülmektedir. Donatı çeliğine ait doğrusal olmayan davranışa ait kopma uzaması gibi değerler tablo 5.4'te açıklanmıştır.

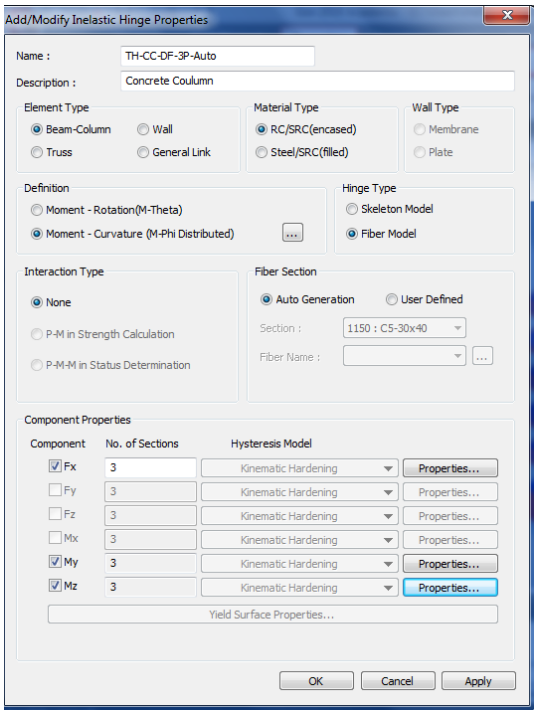


Şekil 7.52: Donatı çeliğinin gerilme-şekildeğiştirme ilişkisi (TBDY, 2018)

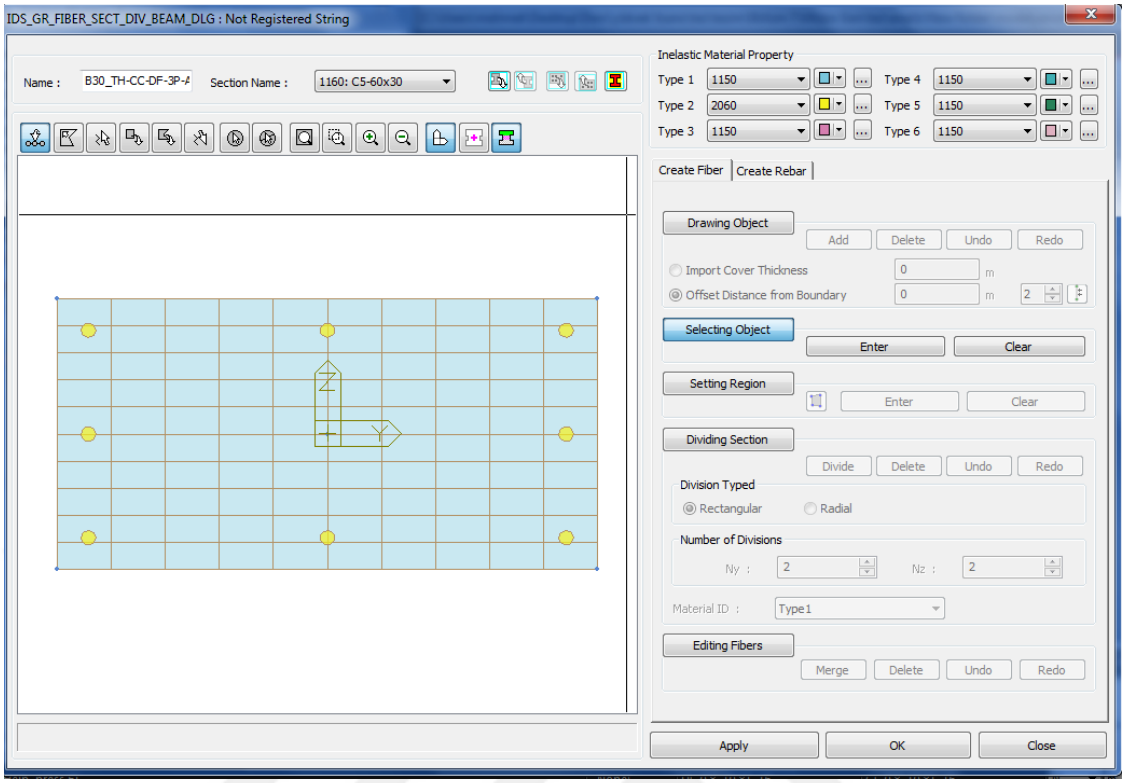


Şekil 7.53: Midas Gen programı ile donatının inelastik özelliklerinin tanımlanması

Beton ve donatı çeliği için bu tanımlamalar yapıldıktan sonra yapısal elemanlar için bölüm 5.5.2'de açıklanan yayılı plastik davranış modeli baz alınarak programda fiber mafsal tanımlaması yapılmıştır.

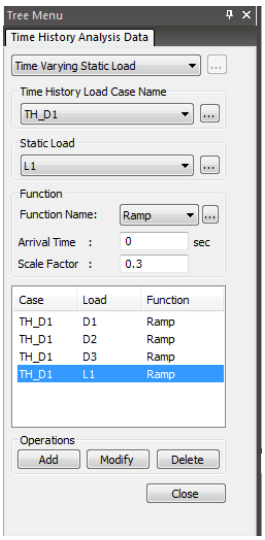


Şekil 7.54: Midas Gen programı ile fiber mafsal tanımlaması



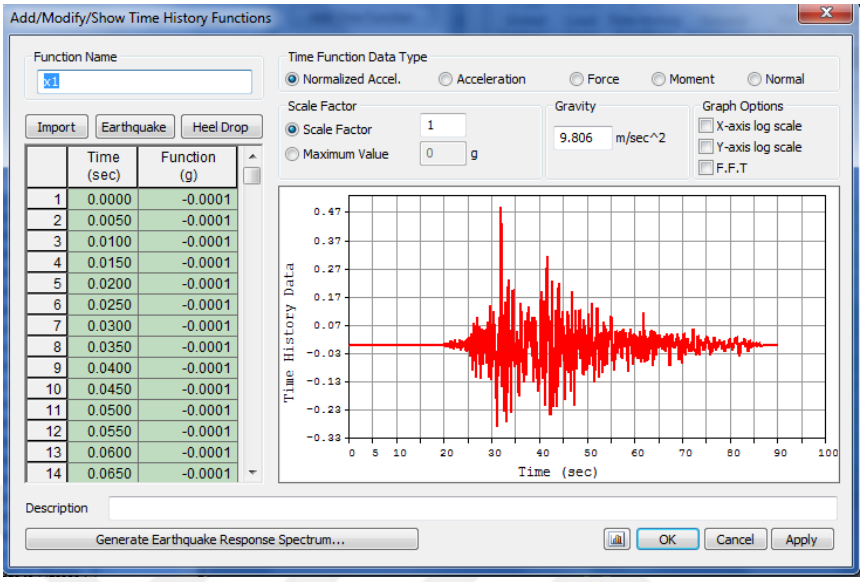
Şekil 7.55: Midas Gen programı ile fiber mafsal tanımlaması-2

Yapının modellenmesi, malzemelerin tanımlanması ve yayılı plastik davranışının modelinin yapısal elemanlara uygulanmasına aşamalarından sonra analizi gerçekleştirebilmek için bölüm 5.6'da denklem 5.51 ile belirtilen katsayılar dikkate alınarak yapıya verilmiş olan yükler ile doğrusal olmayan statik analiz yapılacaktır ve elde edilen sonuçlar (iç kuvvetler ve şekildeğiştirmeler) zaman tanım analizinde başlangıç değerleri olarak kabul edilmektedir.



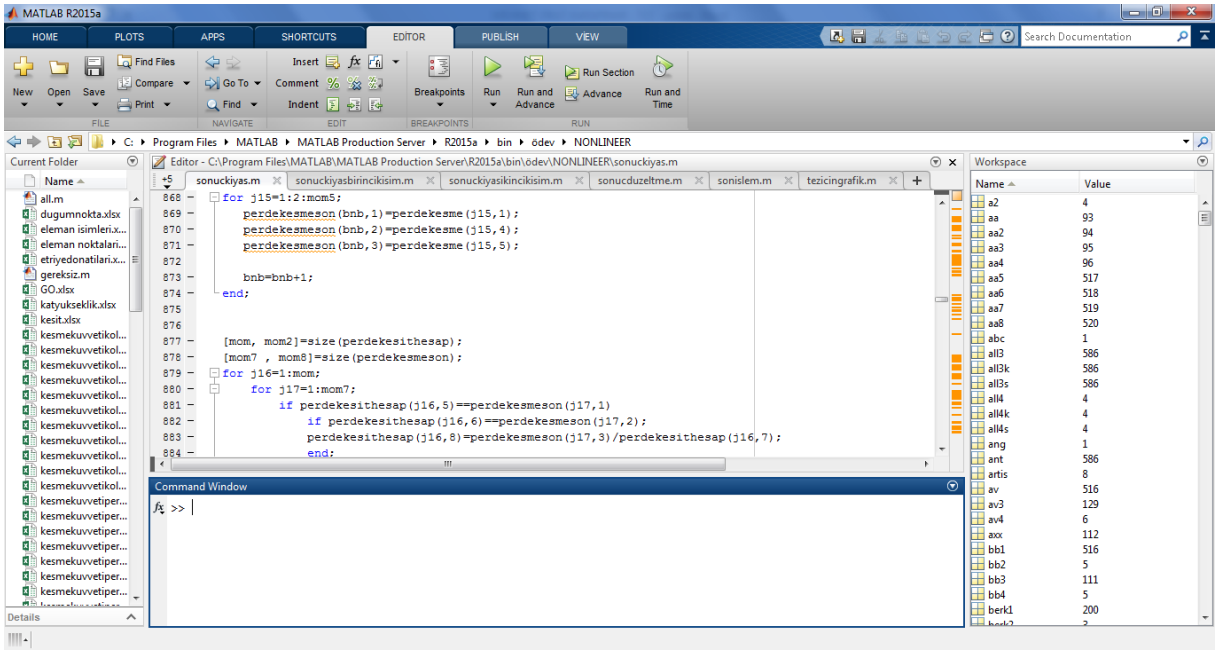
Şekil 7.56: Statik yüklerin tanımlanması

Son aşamada bölüm 7.4'te belirtilen ölçeklendirilmiş deprem ivme kayıtları programa eklenerek analiz yapılmıştır.



Şekil 7.57: Deprem ivme kayıtlarının programa eklenmesi

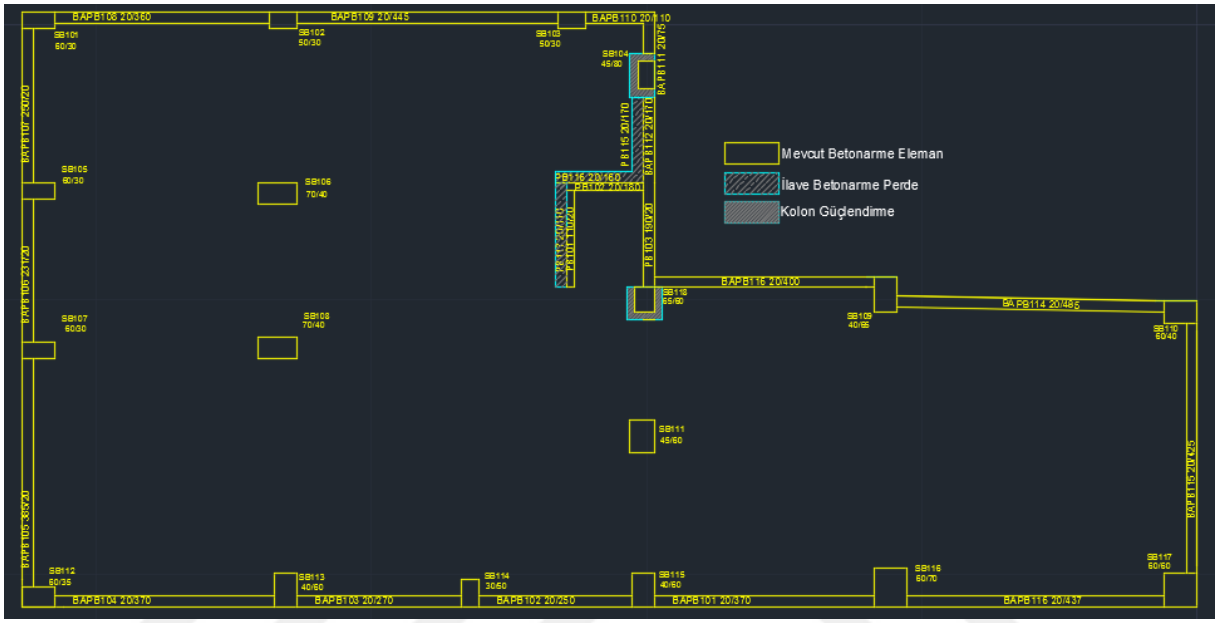
Tüm bu işlemlerden sonra zaman tanım analizlerinden elde edilen sonuçların en büyük mutlak değerlerinin ortalamasının alınıp yönetmelikte istenilen şartların hesabı ve kontrolü için Matlab [58] programı ile kod oluşturulmuştur.



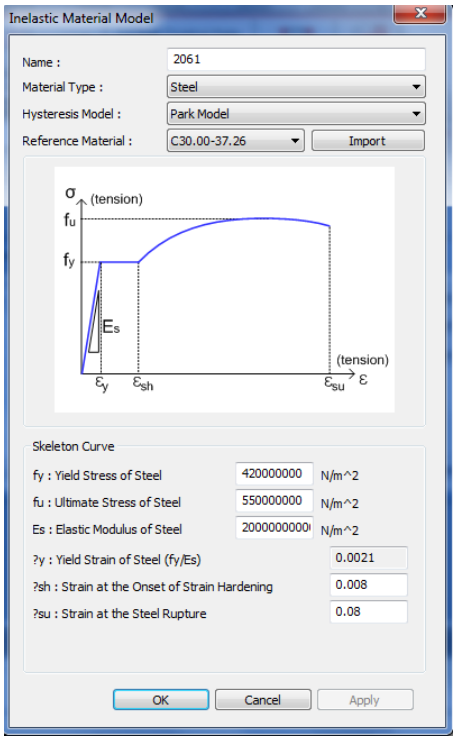
Şekil 7.58: Zaman tanım analizi için matlab ile oluşturulan kod

7.6. YAPININ GÜÇLENDİRİLMİŞ MODELİ VE ANALİZİ

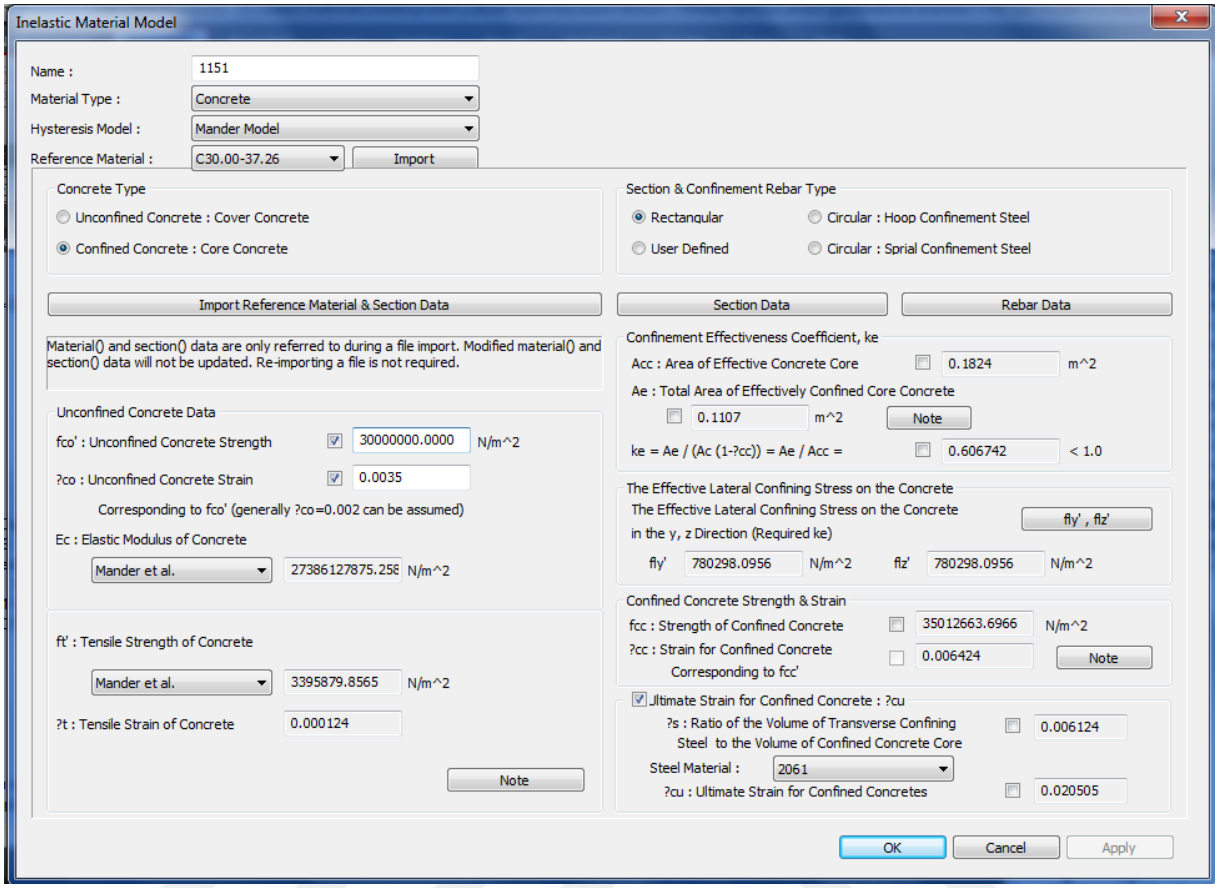
Yapının mevcut modelinin analizlerinden elde edilen sonuçlara göre yapının güçlendirilme uygulanması gereken bölgeler belirlenerek, güçlendirilmiş yapı modeli oluşturulmuştur. Şekil 7.59'da yapının güçlendirilmiş durumuna ait aplikasyon planı görülmektedir.



Şekil 7.59: Bodrum Kat Güçlendirme Aplikasyonu



Şekil 7.60: Güçlendirilme işleminde kullanılan donatının inelastik özelliklerinin tanımlanması



Şekil 7.61: Güçlendirme işleminde kullanılan betonun inelastik özelliklerinin tanımlanması

Şekil 7.60 ve şekil 7.61'de yapılan tanımlamlardan sonra bölüm 7.5'te yapının mevcut durumunun analizi kısmında da anlatıldığı gibi yeni elemanlar için fiber mafsal tanımlaması yapılmıştır. Yapıya yeni elemanlar eklenmesi neticesinde yapının periyodunda değişim meydana geldiğinden dolayı, deprem kayıtları oluşan yeni periyoda göre bölüm 7.4.2'de anlatıldığı üzere tekrar ölçeklendirilmiştir. Analizler neticesinde elde edilen sonuçların TBDY 2018'e [1] göre değerlendirilebilmesi için yapının mevcut durumunda olduğu gibi Matlab [58] programı kullanılmıştır ve sonuçlar elde edilerek yeni duruma göre performans seviyesi belirlenmiştir.

8. BULGULAR

Analizler sonucunda yapının mevcut durumda doğal titreşim periyodu 0.9344 sn olarak elde edilmiştir.

Tablo 8.1'de her katta sınırlı hasar bölgesinin ilerisine geçen kirişlerin yüzdesi belirtilmektedir.

Tablo 8.1: Her kat için sınırlı hasar bölgesinin ilerisine geçen kirişlerin yüzdesi

Kat Adı	Yüzde
Bodrum	0
Zemin	88.2353
1.Normal	85.2941
2.Normal	87.8788
3.Normal	82.3529
4.Normal	64.7059
Çatı	20.0000

Tablo 8.2'de her kat için belirgin hasar bölgesinin ilerisine geçen kirişlerin yüzdesi verilmektedir.

Tablo 8.2: Her kat için belirgin hasar bölgesinin ilerisine geçen kirişlerin yüzdesi

Kat Adı	Yüzde
Bodrum	0
Zemin	0
1.Normal	14.7059
2.Normal	9.0909
3.Normal	0
4.Normal	0
Çatı	0

Herhangi bir katta belirgin hasar bölgesinin ilerisine geçen düşey taşıyıcı elemanların taşıdığı kesme kuvvetinin, o katta bütün düşey elemanlar tarafında taşınan kesme kuvvetine göre oranı tablo 8.3 ve tablo 8.4' de belirtilmektedir.

Tablo 8.3: X yönünde her kat için belirgin hasar bölgesinin ilerisine geçen düşey elemanlar tarafından taşınan kesme kuvveti yüzdesi

Kat Adı	Yüzde
Bodrum	0
Zemin	15.0607
1.Normal	6.9305
2.Normal	2.6446
3.Normal	0
4.Normal	0
Çatı	0

Tablo 8.4: Y yönünde her kat için belirgin hasar bölgesinin ilerisine geçen düşey elemanlar tarafından taşınan kesme kuvveti yüzdesi

Kat Adı	Yüzde
Bodrum	0
Zemin	68.5345
1.Normal	45.3042
2.Normal	22.0392
3.Normal	0
4.Normal	0
Çatı	0

Herhangi bir katta alt ve üst kesitlerinin ikisinde birden belirgin hasar sınırı aşılmış olan düşey elemanlar tarafından taşınan kesme kuvvetinin o kattaki tüm düşey elemanlar tarafından taşınan kesme kuvvetine oranı tablo 8.4'te açıklanmaktadır.

Tablo 8.5: X yönünde herhangi bir katta alt ve üst kesitlerinin ikisinde birden belirgin hasar bölgesi aşılmış olan elemanlar tarafından taşınan kesme kuvvetinin o kattaki toplam kesme kuvvetine oranı

Kat Adı	Yüzde
Bodrum	0
Zemin	0

Tablo 8.5 (devam)

1.Normal	1.8725
2.Normal	0
3.Normal	0
4.Normal	0
Çatı	0

Tablo 8.6: Y yönünde Herhangi bir katta alt ve üst kesitlerinin ikisinde birden belirgin hasar bölgesi aşılmış olan elemanlar tarafından taşınan kesme kuvvetinin o kattaki toplam kesme kuvvetine oranı

Kat Adı	Yüzde
Bodrum	0
Zemin	0
1.Normal	15.7032
2.Normal	0
3.Normal	0
4.Normal	0
Çatı	0

Tablo 8.7'de herhangi bir katta göçme bölgesine geçen kirişlerin yüzdesi görülmektedir.

Tablo 8.7: Her kat için göçme bölgesine geçen kirişlerin yüzdesi

Kat Adı	Yüzde
Bodrum	0
Zemin	0
1.Normal	0
2.Normal	0
3.Normal	0
4.Normal	0
Çatı	0

Güçlendirme analizleri sonucunda yapının yeni periyodu 0.8316 sn olarak elde edilmiştir. Tablo 8.8'de her katta sınırlı hasar bölgesinin ilerisine geçen kirişlerin yüzdesi belirtilmektedir.

Tablo 8.8: Güçlendirilmiş yapıda her kat için sınırlı hasar bölgesinin ilerisine geçen kirişlerin yüzdesi

Kat Adı	Yüzde
Bodrum	0
Zemin	84.8485
1.Normal	87.8788
2.Normal	81.2500
3.Normal	72.7273
4.Normal	66.6667
Çatı	14.2857

Tablo 8.9'da her kat için belirgin hasar bölgesinin ilerisine geçen kirişlerin yüzdesi verilmektedir.

Tablo 8.9: Güçlendirilmiş yapıda her kat için belirgin hasar bölgesinin ilerisine geçen kirişlerin yüzdesi

Kat Adı	Yüzde
Bodrum	0
Zemin	6.0606
1.Normal	3.0303
2.Normal	3.1250
3.Normal	3.0303
4.Normal	3.0303
Çatı	0

Herhangi bir katta belirgin hasar bölgesinin ilerisine geçen düşey taşıyıcı eleman bulunmamaktadır. Bundan dolayı yönetmelikte belirtilen bazı koşulların kontrol edilmesine gerek kalmadığından mevcut durum sonuçlarında belirtilen bazı tablolar güçlendirme sonuçları için hazırlanmamıştır.

9. TARTIŞMA VE SONUÇ

Bu çalışmada, mevcut betonarme binaların değerlendirilmesi ile ilgili literatür araştırması yapılmıştır ve mevcut betonarme bir binanın TBDY 2018'e göre deprem performansının belirlenerek, bu deprem performansına göre yapıya uygulanması gereken güçlendirme yöntemleri belirlenerek yapıya uygunluğu kontrol edilmiştir. Bu amaçla seçilen mevcut betonarme bir bina yapısal analiz programı ile üç boyutlu olarak modellenmiştir ve zaman tanım alanında doğrusal olmayan analiz yöntemine tabii tutulmuştur.

Yapılan analizlerden elde edilen sonuçlar TBDY 2018 göz önüne alınarak aşağıdaki gibi değerlendirilmiştir:

- Tablo 8.1'de her kat için sınırlı hasar bölgesinin ilerisine geçen kirişlerin o kattaki toplam kiriş sayısına oranları verilmiştir. Bu oranlar içerisinde en büyük olan değer % 88.2353 ile ikinci normal katta bulunan kirişlere ait olduğu görülmüştür. % 88.2353 > % 20 olduğundan ve sınırlı hasar bölgesinin ilerisine geçen düşey taşıyıcı elemanlar bulunduğundan yapı ''Sınırlı Hasar'' performans düzeyini sağlamamaktadır.
- Tablo 8.2'de her kat için belirgin hasar bölgesinin ilerisine geçen kirişlerin o kattaki toplam kiriş sayısına oranı verilmiştir. Tablo 8.3 ve tablo 8.4'te sırasıyla x, y yönleri için her katta belirgin hasar bölgesinin ilerisine geçen düşey taşıyıcı elemanlar tarafından taşınan kesme kuvvetinin o kattaki taşıyıcı elemanlar tarafından taşına toplam kesme kuvvetine oranları verilmiştir. Tablo 8.5 ve 8.6'da ise x, y yönleri için alt ve üst kesitlerinin ikisinde birden belirgin hasar bölgesini aşılmış olan düşey taşıyıcı elemanlar tarafından taşınan kesme kuvvetinin o katta düşey taşıyıcı elemanlar tarafından taşınan toplam kesme kuvvetine oranları verilmiştir. Tablo 8.2'de en büyük değerin %14.7059 ile birinci normal kata, tablo 8.3 ve tablo 8.4'te belirtilen değerlerin maksimumunun %68.5345 ile zemin kata, tablo 8.5 ve tablo 8.6'da belirtilen değerlerin en büyüğünün ise %15.7032 ile birinci normal kata ait olduğu görülmektedir. %15.7032<% 35, %15.7032 <%30 değerleri sağlanmasına rağmen %68.5345 > % 20 olmasından dolayı yapı '' Kontrollü Hasar '' performans düzeyini sağlamamaktadır.
- Tablo 8.5 ve tablo 8.6'da belirtilen en büyük değer %15.7032 ve tablo 8.7'de göçme bölgesine geçen kiriş olmadığı görülmektedir. %15.7032 < %30 olduğundan ve yapıda

göçme bölgesine geçen kiriş bulunmadığından yapı ‘’ Göçmenin Önlenmesi ‘’ performans düzeyini sağlamaktadır.

Bu aşamaya kadar belirtildiği üzere bazı taşıyıcı elemanların belirgin hasar bölgesinin ilerisine geçmesi ve bu elemanlar tarafından taşınan kesme kuvveti oranının yüksek olmasından dolayı yönetmelikte mevcut betonarme binalar için belirlenen kontrollü hasar performans hedefi sağlanamamıştır.

Yapının hedeflenen performans hedefine ulaşabilmesi için güçlendirme yapılmasının gerektiği görülmüştür. Bu amaçla yapıya hem eleman türünde, hem de taşıyıcı sistem türünde güçlendirme yapılması gerekmektedir. Yapıda göçme bölgesine geçen kolonların kesit büyütme yöntemi ile güçlendirme yapılması ve buna ek olarak yapının çekirdek bölgesi olarak adlandırılan bölgede bulunan perdelerin yeterli dayanıma sahip olmadığından dolayı bu bölgede hem çerçeve sistem içerisine hem de çerçeve sisteme bitişik betonarme perdeler eklenmesi gerekmektedir. Bu sayede göçme bölgesine geçen taşıyıcı elemanların belirgin hasar bölgesinde kalmasının sağlanması ve yapıya gelen kesme kuvvetinin, yeni taşıyıcı elemanlar eklenmesi vasıtasıyla daha çok taşıyıcı eleman tarafından taşınması ile daha sağlıklı bir durum oluşacağı öngörülmektedir. Bu amaçla şekil 7.59’da belirtilen güçlendirme planı yapı için uygulanarak analizler tekrarlanmıştır.

Güçlendirme analizleri neticesinde tablo 8.8’de görüldüğü üzere sınırlı hasar bölgesinin ilerisine geçen kirişlerin en yüksek oranı %87.8888 > %35 olduğundan güçlendirilmiş yapı ‘’ Sınırlı Hasar’’ performans düzeyini sağlamamaktadır. Tablo 8.9’da görüldüğü üzere belirgin hasar bölgesinin ilerisine geçen yani ileri hasar bölgesinde bulunan kirişlerin en yüksek oranı %6.0606 < %20 olduğundan, en üst katta ileri hasar bölgesine geçen kiriş bulnmadığından ve düşey taşıyıcı elemanların tamamı belirgin hasar bölgesinde kaldığından güçlendirilmiş yapı yönetmelikte hedef olarak belirtilen ‘’ Kontrollü Hasar’’ performans düzeyini sağlamaktadır.

KAYNAKLAR

[1]. TBDY, 2018, Türkiye Bina Deprem Yönetmeliği, AFAD, Ankara

[2]. Chopra, A.K, 2012, Dynamics of Structures, Pearson Education, Boston

[3]. Yüzbaşı, J, Yerli, H.R., 2018, Betonarme Yapıların Deprem Etkisi Altında Performans Analizlerinin Yapılması ve Güçlendirilmesi, Çukurova Üniversitesi Mühendislik Mimarlık Dergisi, 33(2), 273-286.

[4]. DBYBHY, 2007, Deprem Bölgelerinde Yapılacak Binalar Hakkında Yönetmelik, T.C. Bayındırlık ve İskân Bakanlığı, Ankara

[5]. Keleşoğlu, Ö., Çakar, H., Polat, A., 2017, Mevcut Betonarme Bir Yapının 2007 Deprem Yönetmeliğine Göre Performansının Belirlenmesi ve Güçlendirme Önerisi , International Journal of Pure and Applied Sciences, 3(2), 58-67

[6]. Ergün, A., Kürklü, G., Başaran, V., 2012, Mevcut Betonarme Binaların Deprem Güvenliğinin İncelenmesi ve Güçlendirilmesi Çalışmaları için Afyonkarahisar' dan Bir Hastane Örneği, Afyon Kocatepe Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi, 12(2), 1-11

[7]. Arı, K., Elcuman, H., Uncuoğlu, E., Somuncu, B., Altun, F., Kara, H.B., Haktanır, T., 2006, Afyon Depreminde Hasar Görmüş Betonarme Bir Yapının Güçlendirme Çalışması, Afyon Kocatepe Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi, 6(1), 81-96

[8]. Severcan, M., Sınanı, B., 2019, Mevcut Betonarme Yapıların Deprem Performansının Analizi, Ömer Halisdemir Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi, 8(2), 936-947

[9]. Olbak, M., Naimi, S., 2016, Kentsel Dönüşüm Uygulanmış 5 Katlı İki Yapı Örneğinin Deneysel Verileri Kullanılarak Doğrusal Olmayan Analiz Yöntemleri ile Güçlendirme Sonuçlarının İrdelenmesi, İstanbul Aydın Üniversitesi Dergisi, 8(3), 145-166

[10]. Kap, T., Özgan, E., Uzunoğlu, M.M., 2018, Mevcut Betonarme Binaların 2007 Deprem Yönetmeliğine Göre İncelenmesi Örnek Uygulama , İleri Teknoloji Bilimleri Dergisi, 7(2), 71-80

[11]. Tekin, M., Erdem, R.T., Gündüz, C., 2011, Betonarme Bir Yapının Performansa Dayalı Tasarımı: Deplasmana Dayalı Sismik Yaklaşım ve Yerdeğiştirme Katsayıları Yöntemi, Celal Bayar Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi, 7(2), 1-11

[12]. Değertekin, S.Ö., Şik, H., 2015, Deprem Güvenliği Yetersiz Betonarme Bir Bina İçin Farklı Güçlendirme Önerilerinin Karşılaştırılması, Dicle Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Mühendislik Dergisi, 6(2), 121-130

[13]. Chaluagain, H., Rodrigues, H., Spacone, Enrico., Varum, Humberto., 2015, Assessment of Seismic Strengthening Solutions for Existing Low-Rise RC Buildings in Nepal, Earthquakes and Structures, 8(3), 511-539

[14]. Yalciner, H., Hedayat, A.A., 2010, Repairing and Strengthening of An Existing Reinforced Concrete Building: A North Cyprus Perspective, American Journal of Engineering and Applied Sciences, 3(1), 109-116

[15]. Ismaeil, M.A., Hassaballa, Ali., Laissy, M.Y., Kamal, I.E., Adam, F., 2019, Evaluation and Strengthening of An Eight-Storey Existing Reinforced Concrete Building in Abha City KSA, Advancements in Civil Engineering & Technology, 2(5), 1-18

[16]. Ismaeil, M.A., Sobaih, M.E., Hassaballa, A.E., 2013, Assessment of Seismic Performance and Strengthening of RC Existing Residual Buildings in the Sudan, Journal of Advanced Science and Engineering Research, 3(3), 209-225

[17]. Kap, T., Özgan, E., Uzunoğlu, M.M., 2017, Betonarme Bir Okul Binasının 2007 Deprem Yönetmeliğine Göre Performans Analizi, İleri Teknoloji Bilimleri Dergisi, 6(1), 1-10

[18]. Hueste, M.B.D., Bai, J.W., 2007, Seismic Retrofit of A Reinforced Concrete Flat-Slab Structure: Part I Seismic Performance Evaluation, Engineering Structures, 29(6), 1165-1177

[19]. Ghobarah, A., Attar, M.El., Aly, N.M., 2000, Evaluation of Retrofit Strategies for Reinforced Concrete Columns: A Case Study, Engineering Structures, 22(5), 490-501

[20]. Korkmaz, K.A., 2007, Çelik Çapraz Elemanlarla Güçlendirilen Betonarme Yapıların Deprem Davranışlarının İncelenmesi, Doğuş Üniversitesi Dergisi, 8(2), 191-201

[21]. Deneme, İ.Ö., Demirkan, D., 2018, Tdy 2007' ye Göre Mevcut Bir Yapının Performans Analizi ve Güçlendirilmesi Örneği, Black Sea Journal of Engineering and Science, 1(2), 51-58

[22]. Alemdar, Z.F., Caymazer, D., 2018, Kentsel Dönüşüm Kapsamında Çok Katlı Betonarme Bir Binanın Deprem Performansının Değerlendirilmesi, Gümüşhane Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi, 8(2), 273-283

[23]. Dinçer, F., Mert, N., 2014, Betonarme Okul Binasının Tdy 2007' ye Göre Nonlineer Statik Analizi, Sakarya Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi, 18(1), 1-9

[24]. Tama, Y.S., Yılmaz, S., Kaplan, H., Görgülü, A.T., 2005, Mevcut Betonarme Yapıların Dış Çelik Perde ile Güçlendirilmesi: Uygulama Çalışması, 4th International Advanced Technologies Symposium, 28-30 Eylül 2005 Konya, 1194-1197

[25]. Altun, F., Kara, H.B., Uncuoğlu, E., Karahan, O., 2003, Betonarme Yapılarda Deprem Hasarları ve 6 Katlı Bir Yapının Güçlendirme Çalışması, Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi, 16(2), 309-318

[26]. Şenel, A.C.N., 2011, Mevcut Betonarme Bir Yapının Deprem Performansının Artımsal Eşdeğer Deprem Yükü Yöntemi ile Belirlenmesi ve Güçlendirilmesi, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü

[27]. Akgül, E., 2009, Mevcut Betonarme Bir Binanın Deprem Performansı ve Güçlendirilmesi, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü

[28]. Kavşut, N., Yerli, H.R., 2012, Depremde Hasar Gören Yapıların Güçlendirilmesi, Çukurova Üniversitesi Fen ve Mühendislik Bilimleri Dergisi, 27(1), 167-174

[29]. Gürsoy, G., Yerli, H.R., 2016, Denizden Su Alma Yapısı ve Binası Performans Analizi ve Güçlendirilmesi, Çukurova Üniversitesi Mühendislik Mimarlık Fakültesi Dergisi, 31(1), 323-336

[30]. Kap, T., Özgan, E., Uzunoğlu, M.M., 2019, Betonarme Bir Okul Binasının 2018 Deprem Yönetmeliğine Göre İncelenmesi, Düzce Üniversitesi Bilim ve Teknoloji Dergisi, 7(3), 1140-1150

[31]. Akkan, F., 2006, Mevcut Bir Okul Yapısının Performans Yaklaşımıyla Güçlendirilmesi, Yüksek Lisans Tezi, Yıldız Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü

[32]. Inoue, A., Youcef, M., 2008, Seismic Evaluation and Retrofit Plan of Existing Reinforced Concrete Buildings of Algiers in Algeria, The 14th World Conference on Earthquake Engineering, 12-17 Ekim 2008 Beijing

[33]. Bal, A., Kılıç, A.M., 2019, Deprem Etkisindeki Mevcut Betonarme Bir Sanayi Yapısının Güçlendirilmesinde Cfrp ve Çelik Ceketleme Yöntemlerinin Uygulanmasının Karşılaştırılması, IV. Uluslararası Deprem Sempozyumu, 25-27 Eylül 2019 Kocaeli, Kocaeli, Küv Yayınları, ISBN: 978-605-69403-1-6, 207-212

[34]. Rocha, P., Delgado, P., Costa, A., Delgado, R., 2004, Seismic Retrofit of RC Frames, Computers & Structures, 82(17-19), 1523-1534

[35]. Mutlu, A.H., 2015, Mevcut Yapıların Güçlendirilmesi ya da Yıkılmasına Karar Verilmesi Aşamasında Göz Önüne Alınması Gereken Kriterler, 3. Türkiye Deprem Mühendisliği ve Sismoloji Konferansı, 14-16 Ekim 2015 İzmir

[36]. Varum, H., Chaulagain, H., Rodrigues, H., Spacone, E., 2013, Seismic Assesment and Retrofitting of Existing RC Buildings in Kathmandu, CINPAR, 2-5 Haziran 2013 Joao Pessoa (Brasil)

[37]. Cicen, C., 2014, Mevcut Bir Betonarme Kamu Binasının Performans Analizi ve Sismik İzolasyon ile Güçlendirilmesi, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü

[38]. Doğan, O., Akdemir, İ., Er, Ş.B., 2011, Çelik Halatlarla Güçlendirilmiş Betonarme Çerçeve Binanın Bilgisayar Destekli Analizi, International Journal of Research and Development, 3(1), 72-76

[39]. Afad, 2019, Türkiye Deprem Tehlike Haritları İnteraktif Web Uygulaması, https://tdth.afad.gov.tr/TDTH/main.xhtml, [Ziyaret tarihi: 19.03.2019]

[40]. TS12504-1, 2019, Beton-Yapıda Beton Deneyleri– Bölüm: 1 Karot Numuneler- Karot Alma, Muayene ve Basınç Dayanımının Tayini, Türk Standartları Enstitüsü, Ankara

[41]. Koçak, A., Önal, M.M., 2005, Betonarme Yapı Elemanlarında Kullanılan Onarım ve Güçlendirme Yöntemlerinin Karşılaştırılması, Antalya Yöresinin İnşaat Mühendisleri Sorunları Kongresi, 22-24 Eylül 2005 Antalya, Cilt 1, 102-115

[42]. Çelik, K.V., Karaşin, H., 2014, Karbon Elyaf ile Betonun Güçlendirilmesi, Dicle Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Mühendislik Dergisi, 5(1), 1-11

[43]. Navdar, M.B., Çağlar, N., 2019, Betonarme Manto ile Güçlendirilmiş Betonarme Kolonların Davranışının Sayısal Olarak İncelenmesi, 3rd International Symposium on Natural Hazards and Disaster Management, 25-27 Ekim 2019 Van, 2(2), 257-264, doi: 10.33793/acperpro/acperprc.02.02.39, e-ISBN: 2667- 5862

[44]. Çetinkaya, N., Kaplan, H., Şenel, Ş.M., 2004, Betonarme Kirişlerin Lifli Polimer Malzemeler Kullanılarak Onarım ve Güçlendirilmesi, Pamukkale Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi, 10(3), 291-298

[45]. Alemdar, Z.F., İnkaya, N., 2019, CFRP ile Güçlendirilmiş Betonarme Kirişlerin Sonlu Elemanlar Parametrik Analizleri, Dicle Üniversitesi Mühendislik Fakültesi, 10(3), 1073-1085

[46]. Tekeli, H., Akyürek, O., Deniz, M., Hersat, E., Kara, N., Tosun, U., Kaya, F., 2014, Betonarme Çerçevede Dolgu Duvarların Hasır Çelik Donatılı Sıva ile Güçlendirilmesi, Bitlis Eren Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi, 3(2), 179-191

[47]. Tekeli, H., Avcı, C., Üreyen, M., Sasa, V., 2019, Dolgu Duvarların Lifli Polimerler ile Güçlendirilmesinin Deneysel Olarak İncelenmesi, Ömer Halisdemir Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi, 8(1), 158-170

[48]. Uçar, T., Toumatari, S.G., Ertutar, Y., 2014, Çerçeve Düzlemi İçinde Eklenen Perdelerin Betonarme Binaların Yapısal Özelliklerine Etkilerinin İncelenmesi, İleri Teknoloji Bilimleri Dergisi, 3(1), 56-68

[49]. Şengel, H.S., Erol, H., Yavuz, E., 2009, Sismik İzolasyon Tekniği ve Kullanışına Uygun Örnek Uygulama, Eskişehir Osmangazi Üniversitesi Mühendislik ve Mimarlık Fakültesi Dergisi, 22(2), 165-178

[50]. Atalay, H.M., Aynur, S., 2017, Betonarme Çerçeve Yapıların Çelik Çaprazlarla Güçlendirilmesi, 4.Uluslararası Deprem Mühendisliği ve Sismoloji Konferansı, 11-13 Ekim 2017 Eskişehir

[51]. Moehle, J.P., 2000, State of Research on Seismic Retrofit of Concrete Building Structures in the US, US-Japan Symposium and Workshop on Seismic Retrofit of Concrete Structures – State of Research and Practice, 2000 USA

[52]. Celep, Z., 2007, Betonarme Taşıyıcı Sistemlerde Doğrusal Olmayan Davranış ve Çözümleme, İhlas Gazeticilik A Ş, İstanbul

[53]. Fahjan, Y.M., Vatansever, S., Özdemir, Z., 2011, Ölçeklenmiş Gerçek Deprem Kayıtları ile Yapılan Doğrusal ve Doğrusal Olmayan Dinamik Analizleri, 1.Türkiye Deprem Mühendisliği ve Sismoloji Konferansı, 11-14 Ekim 2011 Ankara

[54]. Korkmaz, A., Düzgün, M., 2007, Doğrusal Olmayan Yapısal Analiz Yöntemlerinin Değerlendirilmesi, İstanbul Teknik Üniversitesi Mühendislik Dergisi, 6(3), 11-23

[55]. Güler, M.S., Şen, S., 2015, Sonlu Elemanlar Yöntemi Hakkında Genel Bilgiler, Ordu Üniversitesi Bilim ve Teknoloji Dergisi, 5(1), 56-66

[56]. Bathe, K.J., 2014, Finite Element Procedures Second Edition, Prentice Hall, Amerika, ISBN: 978-0-9790049-5-7

[57]. Midas Gen (v2.1), 2019, Midas Information Technology Company

[58]. Matlab, 2019, MathWorks Company

[59]. Peer, 2019, Pacific Earthquake Engineering Research Center, https://ngawest2.berkeley.edu, [Ziyaret tarihi: 01.06.2019]

[60]. Mander, J.B., Priestley, M.J.N., Park, R., 1988, Theoretical Stress-Strain Model for Confined Concrete, Journal of the Structural Division, 114(8), 1804-1825

EKLER

EK.1. ANALİZ İÇİN MATLAB İLE OLUŞTURULAN KODLAR

Ek 1.1. Yatay Elastik Spektrum Oluşturma

```
clc,clear all
%elastik ve design spektrum hesabi
sds=input('yatay elastik tasarım spektrum degerini giriniz: ')
sd1=input('1 sn periyot icin tasarım spektrum degerini giriniz')
R=input('sistem rijitlik katsayisini giriniz: ')
D=input('dayanim fazlaligi katsayisini giriniz: ')
I=input('bina onem katsayisini giriniz ')
Ta=0.2*(sd1/sds)
Tb=(sd1/sds)
Tl=6;
t=0;
xx=input('time history kiyasi için aynı deltatyi giriniz, diger durumlar icin 0.1 giriniz')
a=0:xx:7;
for T=0:xx:7;
    t=t+1;
   if T<=Ta
       Sae(t)=(0.4+(0.6*(T/Ta)))*sds;
    end
    if Ta<T & T<=Tb
       Sae(t)=sds ;
    end
    if Tb<T & T<=6
       Sae(t)=sd1/T ;
    end
   if T>6
       Sae(t)=(sd1*6)/(T^2);
    end
   end
 for i=1:t;
     M(i,1)=a(i);
    M(i,2)=Sae(i) ;
end
filename='ivmeelastik.xlsx'; %elastik spektrum
xlswrite(filename,M);
filename='spektrum.xlsx' %time history kiyasi icin
xlswrite(filename,Sae);
 t2=0;
for Tdesign=0:xx:7; %design hesabi
    t2=t2+1;
    if Tdesign>Tb;
       Ra=R/I;
```

```
      Saed(t2)= Sae(t2)/Ra;
   end
   if Tdesign<=Tb;
      Ra2=D+(((R/I)-D)*(Tdesign/Tb))
      Saed(t2)=Sae(t2)/Ra2;
   end
end
for i2=1:t2;
    M2(i2,1)=a(i2);
   M2(i2,2)=Saed(i2);
end
 filename='ivmedesign.xlsx'; %design spektrum
xlswrite(filename,M2);
```

Ek 1.2. Deprem İvme Kayıtlarının Ölçeklendirilmesi ve Grafik Çiziminin Yapılması

```
clc
clear all
% deprem1x kayitlari depremlerin spektrum degerleri
% X deprem1 kayitlari depremlerin normal hali
% x1deprem kayitlari ise depremlerin ölceklenmis halidir
spektrumhesabi=xlsread('spektrum.xlsx');
deltaokuma=xlsread('DT.xlsx');
Tp=input('bina periyodununu giriniz')
deltaT=input('depremin delta t degerini girin')
%x yonu depremleri periyoda donusmus hali okut
depremkaydi1=xlsread('deprem1x.xlsx');
depremkaydi2=xlsread('deprem2x.xlsx');
depremkaydi3=xlsread('deprem3x.xlsx');
depremkaydi4=xlsread('deprem4x.xlsx');
depremkaydi5=xlsread('deprem5x.xlsx');
depremkaydi6=xlsread('deprem6x.xlsx');
depremkaydi7=xlsread('deprem7x.xlsx');
depremkaydi8=xlsread('deprem8x.xlsx');
depremkaydi9=xlsread('deprem9x.xlsx');
depremkaydi10=xlsread('deprem10x.xlsx');
depremkaydi11=xlsread('deprem11x.xlsx');
%y yonu depremleri
depremkaydi1y=xlsread('deprem1y.xlsx');
depremkaydi2y=xlsread('deprem2y.xlsx');
depremkaydi3y=xlsread('deprem3y.xlsx');
depremkaydi4y=xlsread('deprem4y.xlsx');
depremkaydi5y=xlsread('deprem5y.xlsx');
depremkaydi6y=xlsread('deprem6y.xlsx');
depremkaydi7y=xlsread('deprem7y.xlsx');
depremkaydi8y=xlsread('deprem8y.xlsx');
depremkaydi9y=xlsread('deprem9y.xlsx');
depremkaydi10y=xlsread('deprem10y.xlsx');
depremkaydi11y=xlsread('deprem11y.xlsx');
```

```
%x yonu icin matris boyutlari
[i j]=size(depremkaydi1),[i2 j2]=size(depremkaydi2);
[i3 j3]=size(depremkaydi3),[i4 j4]=size(depremkaydi4);
[i5 j5]=size(depremkaydi5),[i6 j6]=size(depremkaydi6);
[i7 j7]=size(depremkaydi7),[i8 j8]=size(depremkaydi8);
[i9 j9]=size(depremkaydi9),[i10 j10]=size(depremkaydi10);
[i11 j11]=size(depremkaydi11);
m=i*j,m2=i2*j2,m3=i3*j3,m4=i4*j4,m5=i5*j5,m6=i6*j6,m7=i7*j7;
m8=i8*j8,m9=i9*j9,m10=i10*j10,m11=i11*j11;
% y yonu icin matris boyutlari
[iy jy]=size(depremkaydi1y),[i2y j2y]=size(depremkaydi2y);
[i3y j3y]=size(depremkaydi3y),[i4y j4y]=size(depremkaydi4y);
[i5y j5y]=size(depremkaydi5y),[i6y j6y]=size(depremkaydi6y);
[i7y j7y]=size(depremkaydi7y),[i8y j8y]=size(depremkaydi8y);
[i9y j9y]=size(depremkaydi9y),[i10y j10y]=size(depremkaydi10y);
[i11y j11y]=size(depremkaydi11y);
my=iy*jy,m2y=i2y*j2y,m3y=i3y*j3y,m4y=i4y*j4y,m5y=i5y*j5y,m6y=i6y*j6y;
m7y=i7y*j7y,m8y=i8y*j8y,m9y=i9y*j9y,m10y=i10y*j10y,m11y=i11y*j11y;
%bileske kayitlari hesabi
DK=[],a=0;ay=0; %a lar excele yazmak icin
for x=1:m;
   DK(x,1)=depremkaydi1(x);
   a=a+1;
end
for xy=1:my;
   DKy(xy,1)=depremkaydi1y(xy);
   ay=ay+1;
end
for y=1:m  %bileskedepremkaydi
   DK1(y,1)=sqrt((DK(y,1).^2)+(DKy(y,1).^2));
end
%ikinci kayit
a2=0;a2y=0;
for x2=1:m2;
   D2K(x2,1)=depremkaydi2(x2);
  a2=a2+1;
end
for x2y=1:m2y;
   D2Ky(x2y,1)=depremkaydi2y(x2y);
  a2y=a2y+1;
end
for y2=1:m2;  %bileskedepremkaydi
   DK2(y2,1)=sqrt((D2K(y2,1).^2)+(D2Ky(y2,1).^2));
end
%ucuncu kayit
a3=0;a3y=0;
for x3=1:m3;
   D3K(x3,1)=depremkaydi3(x3);
```

```
   a3=a3+1;
end
for x3y=1:m3y;
   D3Ky(x3y,1)=depremkaydi3y(x3y);
   a3y=a3y+1;
end
for y3=1:m3;  %bileskedepremkaydi
   DK3(y3,1)=sqrt((D3K(y3,1).^2)+(D3Ky(y3,1).^2));
end
%dorduncu kayit
a4=0;a4y=0;
for x4=1:m4;
   D4K(x4,1)=depremkaydi4(x4);
  a4=a4+1;
end
for x4y=1:m4y;
   D4Ky(x4y,1)=depremkaydi4y(x4y);
  a4y=a4y+1;
end
for y4=1:m4;  %bileskedepremkaydi
   DK4(y4,1)=sqrt((D4K(y4,1).^2)+(D4Ky(y4,1).^2));
end
%besinci kayit
a5=0;a5y=0;
for x5=1:m5;
   D5K(x5,1)=depremkaydi5(x5);
  a5=a5+1;
end
for x5y=1:m5y;
   D5Ky(x5y,1)=depremkaydi5y(x5y);
  a5y=a5y+1;
end
for y5=1:m5;  %bileskedepremkaydi
   DK5(y5,1)=sqrt((D5K(y5,1).^2)+(D5Ky(y5,1).^2));
end
%altinci kayit
a6=0;a6y=0;
for x6=1:m6;
   D6K(x6,1)=depremkaydi6(x6);
  a6=a6+1;
end
for x6y=1:m6y;
   D6Ky(x6y,1)=depremkaydi6y(x6y);
  a6y=a6y+1;
end
for y6=1:m6;  %bileskedepremkaydi
   DK6(y6,1)=sqrt((D6K(y6,1).^2)+(D6Ky(y6,1).^2));
end
```

```
%yedinci kayit
a7=0;a7y=0;
for x7=1:m7;
   D7K(x7,1)=depremkaydi7(x7);
  a7=a7+1;
end
for x7y=1:m7y;
   D7Ky(x7y,1)=depremkaydi7y(x7y);
  a7y=a7y+1;
end
for y7=1:m7;  %bileskedepremkaydi
   DK7(y7,1)=sqrt((D7K(y7,1).^2)+(D7Ky(y7,1).^2));
end
%sekizinci kayit
a8=0;a8y=0;
for x8=1:m8;
   D8K(x8,1)=depremkaydi8(x8);
  a8=a8+1;
end
for x8y=1:m8y;
   D8Ky(x8y,1)=depremkaydi8y(x8y);
  a8y=a8y+1;
end
for y8=1:m8;  %bileskedepremkaydi
   DK8(y8,1)=sqrt((D8K(y8,1).^2)+(D8Ky(y8,1).^2));
end
%dokuzuncu kayit
a9=0;a9y=0;
for x9=1:m9;
   D9K(x9,1)=depremkaydi9(x9);
  a9=a9+1;
end
for x9y=1:m9y;
   D9Ky(x9y,1)=depremkaydi9y(x9y);
  a9y=a9y+1;
end
for y9=1:m9;  %bileskedepremkaydi
   DK9(y9,1)=sqrt((D9K(y9,1).^2)+(D9Ky(y9,1).^2));
end
%onuncu kayit
a10=0;a10y=0;
for x10=1:m10;
   D10K(x10,1)=depremkaydi10(x10);
  a10=a10+1;
end
for x10y=1:m10y;
   D10Ky(x10y,1)=depremkaydi10y(x10y);
  a10y=a10y+1;
```

```
end
for y10=1:m10;  %bileskedepremkaydi
   DK10(y10,1)=sqrt((D10K(y10,1).^2)+(D10Ky(y10,1).^2));
end
%onbirinci kayit
a11=0;a11y=0;
for x11=1:m11;
   D11K(x11,1)=depremkaydi11(x11);
  a11=a11+1;
end
for x11y=1:m11y;
   D11Ky(x11y,1)=depremkaydi11y(x11y);
  a11y=a11y+1;
end
for y11=1:m11;  %bileskedepremkaydi
   DK11(y11,1)=sqrt((D11K(y11,1).^2)+(D11Ky(y11,1).^2));
end
%periyoda gore olcekleme icin yapilacak kiyas
kiyas1=round((0.2*Tp)/deltaT);kiyas2=round((1.5*Tp)/deltaT);
genelkiyas=DK1(kiyas1:kiyas2),genelkiyas22=DK2(kiyas1:kiyas2);
genelkiyas3=DK3(kiyas1:kiyas2),genelkiyas4=DK4(kiyas1:kiyas2);
genelkiyas5=DK5(kiyas1:kiyas2),genelkiyas6=DK6(kiyas1:kiyas2);
genelkiyas7=DK7(kiyas1:kiyas2),genelkiyas8=DK8(kiyas1:kiyas2);
genelkiyas9=DK9(kiyas1:kiyas2),genelkiyas10=DK10(kiyas1:kiyas2);
genelkiyas11=DK11(kiyas1:kiyas2);
genelkiyasort=(genelkiyas+genelkiyas22+genelkiyas3+genelkiyas4+genelkiyas5+genelkiyas6
+genelkiyas7+...
genelkiyas8+genelkiyas9+genelkiyas10+genelkiyas11)./11;
genelkiyas2=spektrumhesabi(kiyas1:kiyas2); %response spektrum
[r t]=size(genelkiyasort);
q=r*t;
for l=1:q;
sonkiyas(l,1)=genelkiyasort(l)./genelkiyas2(l);
sonkiyas2(l,1)=genelkiyas2(l)./genelkiyasort(l);
end
for kl=1:q;
if sonkiyas(kl)<1.3
kmm=1;
end
end %dtler esitlenerek elde edilen olcek katsayisi depremin esas dtsine göre belirlenmis olan
ivme degerleri ile carpilacak
Xd1=transpose(xlsread('X deprem1.xlsx'));
Xd2=transpose(xlsread('X deprem2.xlsx'));
Xd3=transpose(xlsread('X deprem3.xlsx'));
Xd4=transpose(xlsread('X deprem4.xlsx'));
Xd5=transpose(xlsread('X deprem5.xlsx'));
Xd6=transpose(xlsread('X deprem6.xlsx'));
Xd7=transpose(xlsread('X deprem7.xlsx'));
```

```
Xd8=transpose(xlsread('X deprem8.xlsx'));
Xd9=transpose(xlsread('X deprem9.xlsx'));
Xd10=transpose(xlsread('X deprem10.xlsx'));
Xd11=transpose(xlsread('X deprem11.xlsx'));
Yd1=transpose(xlsread('Y deprem1.xlsx'));
Yd2=transpose(xlsread('Y deprem2.xlsx'));
Yd3=transpose(xlsread('Y deprem3.xlsx'));
Yd4=transpose(xlsread('Y deprem4.xlsx'));
Yd5=transpose(xlsread('Y deprem5.xlsx'));
Yd6=transpose(xlsread('Y deprem6.xlsx'));
Yd7=transpose(xlsread('Y deprem7.xlsx'));
Yd8=transpose(xlsread('Y deprem8.xlsx'));
Yd9=transpose(xlsread('Y deprem9.xlsx'));
Yd10=transpose(xlsread('Y deprem10.xlsx'));
Yd11=transpose(xlsread('Y deprem11.xlsx'));
%excel yazdirmak icin lazim
deltaT1=deltaokuma(1),deltaT2=deltaokuma(2),deltaT3=deltaokuma(3);
deltaT4=deltaokuma(4),deltaT5=deltaokuma(5),deltaT6=deltaokuma(6);
deltaT7=deltaokuma(7),deltaT8=deltaokuma(8),deltaT9=deltaokuma(9);
deltaT10=deltaokuma(10),deltaT11=deltaokuma(11);
[xd1 yd1]=size(Xd1),[xd2 yd2]=size(Xd2),[xd3 yd3]=size(Xd3);
[xd4 yd4]=size(Xd4),[xd5 yd5]=size(Xd5),[xd6 yd6]=size(Xd6);
[xd7 yd7]=size(Xd7),[xd8 yd8]=size(Xd8),[xd9 yd9]=size(Xd9);
[xd10 yd10]=size(Xd10),[xd11 yd11]=size(Xd11);
[xyd1 yyd1]=size(Yd1),[xyd2 yyd2]=size(Yd2),[xyd3 yyd3]=size(Yd3);
[xyd4 yyd4]=size(Yd4),[xyd5 yyd5]=size(Yd5),[xyd6 yyd6]=size(Yd6);
[xyd7 yyd7]=size(Yd7),[xyd8 yyd8]=size(Yd8),[xyd9 yyd9]=size(Yd9);
[xyd10 yyd10]=size(Yd10),[xyd11 yyd11]=size(Yd11);
% kayitlari tek satira toplamak icin
ija1=0;
for ijk1=1:xd1*yd1;
   DDX1(ijk1,1)=Xd1(ijk1);
    ija1=ija1+1;
end
ija1y=0;
for ijk1y=1:xyd1*yyd1;
   DDY1(ijk1y,1)=Yd1(ijk1y);
   ija1y=ija1y+1;
end
ija2=0;
for ijk2=1:xd2*yd2;
   DDX2(ijk2,1)=Xd2(ijk2);
   ija2=ija2+1;
end
ija2y=0;
for ijk2y=1:xyd2*yyd2;
   DDY2(ijk2y,1)=Yd2(ijk2y);
   ija2y=ija2y+1;
```

```
end
ija3=0;
for ijk3=1:xd3*yd3;
   DDX3(ijk3,1)=Xd3(ijk3);
   ija3=ija3+1;
end
ija3y=0;
for ijk3y=1:xyd3*yyd3;
   DDY3(ijk3y,1)=Yd3(ijk3y);
   ija3y=ija3y+1;
end
ija4=0;
for ijk4=1:xd4*yd4;
   DDX4(ijk4,1)=Xd4(ijk4);
   ija4=ija4+1;
end
ija4y=0;
for ijk4y=1:xyd4*yyd4;
   DDY4(ijk4y,1)=Yd4(ijk4y);
   ija4y=ija4y+1;
end
ija5=0;
for ijk5=1:xd5*yd5;
   DDX5(ijk5,1)=Xd5(ijk5);
   ija5=ija5+1;
end
ija5y=0;
for ijk5y=1:xyd5*yyd5;
   DDY5(ijk5y,1)=Yd5(ijk5y);
   ija5y=ija5y+1;
end
ija6=0;
for ijk6=1:xd6*yd6;
   DDX6(ijk6,1)=Xd6(ijk6);
   ija6=ija6+1;
end
ija6y=0;
for ijk6y=1:xyd6*yyd6;
   DDY6(ijk6y,1)=Yd6(ijk6y);
   ija6y=ija6y+1;
end
ija7=0;
for ijk7=1:xd7*yd7;
   DDX7(ijk7,1)=Xd7(ijk7);
   ija7=ija7+1;
end
ija7y=0;
for ijk7y=1:xyd7*yyd7;
```

```
    DDY7(ijk7y,1)=Yd7(ijk7y);
    ija7y=ija7y+1;
end
ija8=0;
for ijk8=1:xd8*yd8;
    DDX8(ijk8,1)=Xd8(ijk8);
    ija8=ija8+1;
end
ija8y=0;
for ijk8y=1:xyd8*yyd8;
  DDY8(ijk8y,1)=Yd8(ijk8y);
  ija8y=ija8y+1;
end
ija9=0;
for ijk9=1:xd9*yd9;
    DDX9(ijk9,1)=Xd9(ijk9);
    ija9=ija9+1;
end
ija9y=0;
for ijk9y=1:xyd9*yyd9;
   DDY9(ijk9y,1)=Yd9(ijk9y);
    ija9y=ija9y+1;
end
ija10=0;
for ijk10=1:xd10*yd10;
    DDX10(ijk10,1)=Xd10(ijk10);
    ija10=ija10+1;
end
ija10y=0;
for ijk10y=1:xyd10*yyd10;
    DDY10(ijk10y,1)=Yd10(ijk10y);
    ija10y=ija10y+1;
end
ija11=0;
for ijk11=1:xd11*yd11;
    DDX11(ijk11,1)=Xd11(ijk11);
    ija11=ija11+1;
end
ija11y=0;
for ijk11y=1:xyd11*yyd11;
    DDY11(ijk11y,1)=Yd11(ijk11y);
    ija11y=ija11y+1;
end
% grafik cizimi icin olceksiz durum
ija211=0;
for ijk211=1:xd1*yd1;
    DDXX1(ijk211,1)=Xd1(ijk211);
    ija211=ija211+1;
```

```
end
ija211y=0;
for ijk211y=1:xyd1*yyd1;
   DDYY1(ijk211y,1)=Yd1(ijk211y);
   ija211y=ija211y+1;
end
ija22=0;
for ijk22=1:xd2*yd2;
   DDXX2(ijk22,1)=Xd2(ijk22);
   ija22=ija22+1;
end
ija22y=0;
for ijk22y=1:xyd2*yyd2;
   DDYY2(ijk22y,1)=Yd2(ijk22y);
   ija22y=ija22y+1;
end
ija33=0;
for ijk33=1:xd3*yd3;
   DDXX3(ijk33,1)=Xd3(ijk33);
   ija33=ija33+1;
end
ija33y=0;
for ijk33y=1:xyd3*yyd3;
   DDYY3(ijk33y,1)=Yd3(ijk33y);
   ija33y=ija33y+1;
end
ija44=0;
for ijk44=1:xd4*yd4;
   DDXX4(ijk44,1)=Xd4(ijk44);
   ija44=ija44+1;
end
ija44y=0;
for ijk44y=1:xyd4*yyd4;
   DDYY4(ijk44y,1)=Yd4(ijk44y);
   ija44y=ija44y+1;
end
ija55=0;
for ijk55=1:xd5*yd5;
   DDXX5(ijk55,1)=Xd5(ijk55);
   ija55=ija55+1;
end
ija55y=0;
for ijk55y=1:xyd5*yyd5;
   DDYY5(ijk55y,1)=Yd5(ijk55y);
   ija55y=ija55y+1;
end
ija66=0;
for ijk66=1:xd6*yd6;
```

```
   DDXX6(ijk66,1)=Xd6(ijk66);
    ija66=ija66+1;
end
ija66y=0;
for ijk66y=1:xyd6*yyd6;
   DDYY6(ijk66y,1)=Yd6(ijk66y);
   ija66y=ija66y+1;
end
ija77=0;
for ijk77=1:xd7*yd7;
   DDXX7(ijk77,1)=Xd7(ijk77);
   ija77=ija77+1;
end
ija77y=0;
for ijk77y=1:xyd7*yyd7;
   DDYY7(ijk77y,1)=Yd7(ijk77y);
   ija77y=ija77y+1;
end
ija88=0;
for ijk88=1:xd8*yd8;
   DDXX8(ijk88,1)=Xd8(ijk88);
   ija88=ija88+1;
end
ija88y=0;
for ijk88y=1:xyd8*yyd8;
   DDYY8(ijk88y,1)=Yd8(ijk88y);
   ija88y=ija88y+1;
end
ija99=0;
for ijk99=1:xd9*yd9;
   DDXX9(ijk99,1)=Xd9(ijk99);
   ija99=ija99+1;
end
ija99y=0;
for ijk99y=1:xyd9*yyd9;
   DDYY9(ijk99y,1)=Yd9(ijk99y);
   ija99y=ija99y+1;
end
ija101=0;
for ijk101=1:xd10*yd10;
   DDXX10(ijk101,1)=Xd10(ijk101);
   ija101=ija101+1;
end
ija101y=0;
for ijk101y=1:xyd10*yyd10;
   DDYY10(ijk101y,1)=Yd10(ijk101y);
   ija101y=ija101y+1;
end
```

```
ija111=0;
for ijk111=1:xd11*yd11;
   DDXX11(ijk111,1)=Xd11(ijk111);
   ija111=ija111+1;
end
ija111y=0;
for ijk111y=1:xyd11*yyd11;
   DDYY11(ijk111y,1)=Yd11(ijk111y);
   ija111y=ija111y+1;
end
if kmm==1
  carpim=max(sonkiyas2)*1.3  %kullanilacak olcek katsayisi
for kij=1:xd1*yd1; %transpoze alinip tek sutun haline geldikten sonra katsayi carpimi
   DDX1(kij)=DDX1(kij).*carpim;
end
for kijy=1:xyd1*yyd1;
   DDY1(kijy)=DDY1(kijy).*carpim;
end
for kij2=1:xd2*yd2; %kayit2
   DDX2(kij2)=DDX2(kij2).*carpim;
end
for kij2y=1:xyd2*yyd2; %kayit2
   DDY2(kij2y)=DDY2(kij2y).*carpim;
end
for kij3=1:xd3*yd3; %kayit3
   DDX3(kij3)=DDX3(kij3).*carpim;
end
for kij3y=1:xyd3*yyd3; %kayit3
   DDY3(kij3y)=DDY3(kij3y).*carpim;
end
for kij4=1:xd4*yd4; %kayit4
   DDX4(kij4)=DDX4(kij4).*carpim;
end
for kij4y=1:xyd4*yyd4; %kayit4
   DDY4(kij4y)=DDY4(kij4y).*carpim;
end
for kij5=1:xd5*yd5; %kayit5
   DDX5(kij5)=DDX5(kij5).*carpim;
end
for kij5y=1:xyd5*yyd5; %kayit5
   DDY5(kij5y)=DDY5(kij5y).*carpim;
end
for kij6=1:xd6*yd6; %kayit6
   DDX6(kij6)=DDX6(kij6).*carpim;
end
for kij6y=1:xyd6*yyd6; %kayit6
   DDY6(kij6y)=DDY6(kij6y).*carpim;
end
```

```
for kij7=1:xd7*yd7; %kayit7
   DDX7(kij7)=DDX7(kij7).*carpim;
end
for kij7y=1:xyd7*yyd7; %kayit7
   DDY7(kij7y)=DDY7(kij7y).*carpim;
end
for kij8=1:xd8*yd8; %kayit8
   DDX8(kij8)=DDX8(kij8).*carpim;
end
for kij8y=1:xyd8*yyd8; %kayit8
  DDY8(kij8y)=DDY8(kij8y).*carpim;
end
for kij9=1:xd9*yd9; %kayit9
  DDX9(kij9)=DDX9(kij9).*carpim;
end
for kij9y=1:xyd9*yyd9; %kayit9
   DDY9(kij9y)=DDY9(kij9y).*carpim;
end
for kij10=1:xd10*yd10; %kayit10
   DDX10(kij10)=DDX10(kij10).*carpim;
end
for kij10y=1:xyd10*yyd10; %kayit10
   DDY10(kij10y)=DDY10(kij10y).*carpim;
end
for kij11=1:xd11*yd11; %kayit11
   DDX11(kij11)=DDX11(kij11).*carpim;
end
for kij11y=1:xyd11*yyd11; %kayit11
 DDY11(kij11y)=DDY11(kij11y).*carpim;
end
% x  ve y yonu excel yazdirmak icin
mmm=0:deltaT1:xd1*yd1; %kayit 1
for ii=1:ija1;
  D1x(ii,1)=mmm(ii);
  D1x(ii,2)=DDX1(ii);
end
mmmy=0:deltaT1:xyd1*yyd1; %kayit 1
for iiy=1:ija1y;
  D1y(iiy,1)=mmmy(iiy);
  D1y(iiy,2)=DDY1(iiy);
end
mmm2=0:deltaT2:xd2*yd2 %kayit 2
for ii2=1:ija2;
  D2x(ii2,1)=mmm2(ii2);
  D2x(ii2,2)=DDX2(ii2);
end
mmm2y=0:deltaT2:xyd2*yyd2 %kayit 2
for ii2y=1:ija2y;
```

```
  D2y(ii2y,1)=mmm2y(ii2y);
  D2y(ii2y,2)=DDY2(ii2y);
end
mmm3=0:deltaT3:xd3*yd3; %kayit 3
for ii3=1:ija3;
  D3x(ii3,1)=mmm3(ii3);
  D3x(ii3,2)=DDX3(ii3);
end

mmm3y=0:deltaT3:xyd3*yyd3; %kayit 3
for ii3y=1:ija3y;
  D3y(ii3y,1)=mmm3y(ii3y);
  D3y(ii3y,2)=DDY3(ii3y);
end
mmm4=0:deltaT4:xd4*yd4; %kayit 4
for ii4=1:ija4;
 D4x(ii4,1)=mmm4(ii4);
  D4x(ii4,2)=DDX4(ii4);
end
mmm4y=0:deltaT4:xyd4*yyd4; %kayit 4
for ii4y=1:ija4y;
  D4y(ii4y,1)=mmm4y(ii4y);
  D4y(ii4y,2)=DDY4(ii4y);
end
mmm5=0:deltaT5:xd5*yd5; %kayit 5
for ii5=1:ija5;
  D5x(ii5,1)=mmm5(ii5);
  D5x(ii5,2)=DDX5(ii5);
end
mmm5y=0:deltaT5:xyd5*yyd5; %kayit 5
for ii5y=1:ija5y;
  D5y(ii5y,1)=mmm5y(ii5y);
  D5y(ii5y,2)=DDY5(ii5y);
end
mmm6=0:deltaT6:xd6*yd6; %kayit 6
for ii6=1:ija6;
  D6x(ii6,1)=mmm6(ii6);
  D6x(ii6,2)=DDX6(ii6);
end
mmm6y=0:deltaT6:xyd6*yyd6; %kayit 6
for ii6y=1:ija6y;
  D6y(ii6y,1)=mmm6y(ii6y);
  D6y(ii6y,2)=DDY6(ii6y);
end
mmm7=0:deltaT7:xd7*yd7; %kayit 7
for ii7=1:ija7;
  D7x(ii7,1)=mmm7(ii7);
  D7x(ii7,2)=DDX7(ii7);
```

```
end
mmm7y=0:deltaT7:xyd7*yyd7; %kayit 7
for ii7y=1:ija7y;
  D7y(ii7y,1)=mmm7y(ii7y);
  D7y(ii7y,2)=DDY7(ii7y);
end
mmm8=0:deltaT8:xd8*yd8; %kayit 8
for ii8=1:ija8;
  D8x(ii8,1)=mmm8(ii8);
  D8x(ii8,2)=DDX8(ii8);
end
mmm8y=0:deltaT8:xyd8*yyd8; %kayit 8
for ii8y=1:ija8y;
  D8y(ii8y,1)=mmm8y(ii8y);
  D8y(ii8y,2)=DDY8(ii8y);
end
mmm9=0:deltaT9:xd9*yd9; %kayit 9
for ii9=1:ija9;
  D9x(ii9,1)=mmm9(ii9);
  D9x(ii9,2)=DDX9(ii9);
end
mmm9y=0:deltaT9:xyd9*yyd9; %kayit 9
for ii9y=1:ija9y;
  D9y(ii9y,1)=mmm9y(ii9y);
  D9y(ii9y,2)=DDY9(ii9y);
end
mmm10=0:deltaT10:xd10*yd10; %kayit 10
for ii10=1:ija10;
  D10x(ii10,1)=mmm10(ii10);
  D10x(ii10,2)=DDX10(ii10);
end
mmm10y=0:deltaT10:xyd10*yyd10; %kayit 10
for ii10y=1:ija10y;
  D10y(ii10y,1)=mmm10y(ii10y);
  D10y(ii10y,2)=DDY10(ii10y);
end
mmm11=0:deltaT11:xd11*yd11; %kayit 11
for ii11=1:ija11;
  D11x(ii11,1)=mmm11(ii11);
  D11x(ii11,2)=DDX11(ii11);
end
mmm11y=0:deltaT11:xyd11*yyd11; %kayit 11
for ii11y=1:ija11y;
 D11y(ii11y,1)=mmm11y(ii11y);
 D11y(ii11y,2)=DDY11(ii11y);
end
else
 % x ve y yonu excel yazimi icin
```

```
   mmm=0:deltaT1:xd1*yd1; %kayit 1
for ii=1:ija1;
  D1x(ii,1)=mmm(ii);
  D1x(ii,2)=DDX1(ii);
end
mmmy=0:deltaT1:xyd1*yyd1; %kayit 1
for iiy=1:ija1y;
   D1y(iiy,1)=mmmy(iiy);
   D1y(iiy,2)=DDY1(iiy);
end
mmm2=0:deltaT2:xd2*yd2 %kayit 2
for ii2=1:ija2;
   D2x(ii2,1)=mmm2(ii2);
   D2x(ii2,2)=DDX2(ii2);
end
mmm2y=0:deltaT2:xyd2*yyd2 %kayit 2
for ii2y=1:ija2y;
   D2y(ii2y,1)=mmm2y(ii2y);
   D2y(ii2y,2)=DDY2(ii2y);
end
mmm3=0:deltaT3:xd3*yd3; %kayit 3
for ii3=1:ija3;
   D3x(ii3,1)=mmm3(ii3);
   D3x(ii3,2)=DDX3(ii3);
end
mmm3y=0:deltaT3:xyd3*yyd3; %kayit 3
for ii3y=1:ija3y;
   D3y(ii3y,1)=mmm3y(ii3y);
   D3y(ii3y,2)=DDY3(ii3y);
end
mmm4=0:deltaT4:xd4*yd4; %kayit 4
for ii4=1:ija4;
   D4x(ii4,1)=mmm4(ii4);
   D4x(ii4,2)=DDX4(ii4);
end
mmm4y=0:deltaT4:xyd4*yyd4; %kayit 4
for ii4y=1:ija4y;
   D4y(ii4y,1)=mmm4y(ii4y);
   D4y(ii4y,2)=DDY4(ii4y);
end
mmm5=0:deltaT5:xd5*yd5; %kayit 5
for ii5=1:ija5;
   D5x(ii5,1)=mmm5(ii5);
   D5x(ii5,2)=DDX5(ii5);
end
mmm5y=0:deltaT5:xyd5*yyd5; %kayit 5
for ii5y=1:ija5y;
   D5y(ii5y,1)=mmm5y(ii5y);
```

```
  D5y(ii5y,2)=DDY5(ii5y);
end
mmm6=0:deltaT6:xd6*yd6; %kayit 6
for ii6=1:ija6;
  D6x(ii6,1)=mmm6(ii6);
  D6x(ii6,2)=DDX6(ii6);
end
mmm6y=0:deltaT6:xyd6*yyd6; %kayit 6
for ii6y=1:ija6y;
  D6y(ii6y,1)=mmm6y(ii6y);
  D6y(ii6y,2)=DDY6(ii6y);
end
mmm7=0:deltaT7:xd7*yd7; %kayit 7
for ii7=1:ija7;
  D7x(ii7,1)=mmm7(ii7);
  D7x(ii7,2)=DDX7(ii7);
end
mmm7y=0:deltaT7:xyd7*yyd7; %kayit 7
for ii7y=1:ija7y;
  D7y(ii7y,1)=mmm7y(ii7y);
  D7y(ii7y,2)=DDY7(ii7y);
end
mmm8=0:deltaT8:xd8*yd8; %kayit 8
for ii8=1:ija8;
  D8x(ii8,1)=mmm8(ii8);
  D8x(ii8,2)=DDX8(ii8);
end
mmm8y=0:deltaT8:xyd8*yyd8; %kayit 8
for ii8y=1:ija8y;
  D8y(ii8y,1)=mmm8y(ii8y);
  D8y(ii8y,2)=DDY8(ii8y);
end
mmm9=0:deltaT9:xd9*yd9; %kayit 9
for ii9=1:ija9;
  D9x(ii9,1)=mmm9(ii9);
  D9x(ii9,2)=DDX9(ii9);
end
mmm9y=0:deltaT9:xyd9*yyd9; %kayit 9
for ii9y=1:ija9y;
 D9y(ii9y,1)=mmm9y(ii9y);
  D9y(ii9y,2)=DDY9(ii9y);
end
mmm10=0:deltaT10:xd10*yd10; %kayit 10
for ii10=1:ija10;
  D10x(ii10,1)=mmm10(ii10);
  D10x(ii10,2)=DDX10(ii10);
end
mmm10y=0:deltaT10:xyd10*yyd10; %kayit 10
```

```
for ii10y=1:ija10y;
  D10y(ii10y,1)=mmm10y(ii10y);
  D10y(ii10y,2)=DDY10(ii10y);
end
mmm11=0:deltaT11:xd11*yd11; %kayit 11
for ii11=1:ija11;
  D11x(ii11,1)=mmm11(ii11);
  D11x(ii11,2)=DDX11(ii11);
end
mmm11y=0:deltaT11:xyd11*yyd11; %kayit 11
for ii11y=1:ija11y;
  D11y(ii11y,1)=mmm11y(ii11y);
  D11y(ii11y,2)=DDY11(ii11y);
end
disp('deprem kaydi olceg ihtiyaci yok')
end
% x yonu excel  yazdirmasi
filename='x1deprem.xlsx',xlswrite(filename,D1x);
filename='x2deprem.xlsx',xlswrite(filename,D2x);
filename='x3deprem.xlsx',xlswrite(filename,D3x);
filename='x4deprem.xlsx',xlswrite(filename,D4x);
filename='x5deprem.xlsx',xlswrite(filename,D5x);
filename='x6deprem.xlsx',xlswrite(filename,D6x);
filename='x7deprem.xlsx',xlswrite(filename,D7x);
filename='x8deprem.xlsx',xlswrite(filename,D8x);
filename='x9deprem.xlsx',xlswrite(filename,D9x);
filename='x10deprem.xlsx',xlswrite(filename,D10x);
filename='x11deprem.xlsx',xlswrite(filename,D11x);
% y yonu son yazdirmasi
filename='y1deprem.xlsx',xlswrite(filename,D1y);
filename='y2deprem.xlsx',xlswrite(filename,D2y);
filename='y3deprem.xlsx',xlswrite(filename,D3y);
filename='y4deprem.xlsx',xlswrite(filename,D4y);
filename='y5deprem.xlsx',xlswrite(filename,D5y);
filename='y6deprem.xlsx',xlswrite(filename,D6y);
filename='y7deprem.xlsx',xlswrite(filename,D7y);
filename='y8deprem.xlsx',xlswrite(filename,D8y);
filename='y9deprem.xlsx',xlswrite(filename,D9y);
filename='y10deprem.xlsx',xlswrite(filename,D10y);
filename='y11deprem.xlsx',xlswrite(filename,D11y);
grafik=input('grafik cizimi sadece x icin 1,y icin 2,ikisi istenirse 3,istenmezse baska bir sayi
girin')
if grafik==1
% x yonu
plot(D1x(:,1),DDX1,'m'),grid on ,hold on
plot(D1x(:,1),DDXX1,'b'),legend('ölcekli','ölceksiz'),xlabel('zaman(s)')
ylabel('ivme (g)'),title('Deprem 1 x yonu')
figure
```

```
plot(D2x(:,1),DDX2,'m'),grid on ,hold on
plot(D2x(:,1),DDXX2,'b'),legend('ölcekli','ölceksiz'),xlabel('zaman(s)')
ylabel('ivme (g)'),title('Deprem 2 x yonu')
figure
plot(D3x(:,1),DDX3,'m'),grid on ,hold on
plot(D3x(:,1),DDXX3,'b'),legend('ölcekli','ölceksiz'),xlabel('zaman(s)')
ylabel('ivme (g)'),title('Deprem 3 x yonu')
figure
plot(D4x(:,1),DDX4,'m'),grid on ,hold on
plot(D4x(:,1),DDXX4,'b'),legend('ölcekli','ölceksiz'),xlabel('zaman(s)')
ylabel('ivme (g)'),title('Deprem 4 x yonu')
figure
plot(D5x(:,1),DDX5,'m'),grid on ,hold on
plot(D5x(:,1),DDXX5,'b'),legend('ölcekli','ölceksiz'),xlabel('zaman(s)')
ylabel('ivme (g)'),title('Deprem 5 x yonu')
figure
plot(D6x(:,1),DDX6,'m'),grid on ,hold on
plot(D6x(:,1),DDXX6,'b'),legend('ölcekli','ölceksiz'),xlabel('zaman(s)')
ylabel('ivme (g)'),title('Deprem 6 x yonu')
figure
plot(D7x(:,1),DDX7,'m'),grid on ,hold on
plot(D7x(:,1),DDXX7,'b'),legend('ölcekli','ölceksiz'),xlabel('zaman(s)')
ylabel('ivme (g)'),title('Deprem 7 x yonu')
figure
plot(D8x(:,1),DDX8,'m'),grid on ,hold on
plot(D8x(:,1),DDXX8,'b'),legend('ölcekli','ölceksiz'),xlabel('zaman(s)')
ylabel('ivme (g)'),title('Deprem 8 x yonu')
figure
plot(D9x(:,1),DDX9,'m'),grid on ,hold on
plot(D9x(:,1),DDXX9,'b'),legend('ölcekli','ölceksiz'),xlabel('zaman(s)')
ylabel('ivme (g)'),title('Deprem 9 x yonu')
figure
plot(D10x(:,1),DDX10,'m'),grid on ,hold on
plot(D10x(:,1),DDXX10,'b'),legend('ölcekli','ölceksiz'),xlabel('zaman(s)')
ylabel('ivme (g)'),title('Deprem 10 x yonu')
figure
plot(D11x(:,1),DDX11,'m'),grid on ,hold on
plot(D11x(:,1),DDXX11,'b'),legend('ölcekli','ölceksiz'),xlabel('zaman(s)')
ylabel('ivme (g)'),title('Deprem 11 x yonu')
elseif grafik==2    % y yonu
plot(D1y(:,1),DDY1,'m'),grid on ,hold on
plot(D1y(:,1),DDYY1,'b'),legend('ölcekli','ölceksiz'),xlabel('zaman(s)')
ylabel('ivme (g)'),title('Deprem 1 y yonu')
figure
plot(D2y(:,1),DDY2,'m'),grid on ,hold on
plot(D2y(:,1),DDYY2,'b'),legend('ölcekli','ölceksiz'),xlabel('zaman(s)')
ylabel('ivme (g)'),title('Deprem 2 y yonu')
figure
```

```
plot(D3y(:,1),DDY3,'m'),grid on ,hold on
plot(D3y(:,1),DDYY3,'b'),legend('ölcekli','ölceksiz'),xlabel('zaman(s)')
ylabel('ivme (g)'),title('Deprem 3 y yonu')
figure
plot(D4y(:,1),DDY4,'m'),grid on ,hold on
plot(D4y(:,1),DDYY4,'b'),legend('ölcekli','ölceksiz'),xlabel('zaman(s)')
ylabel('ivme (g)'),title('Deprem 4 y yonu')
figure
plot(D5y(:,1),DDY5,'m'),grid on ,hold on
plot(D5y(:,1),DDYY5,'b'),legend('ölcekli','ölceksiz'),xlabel('zaman(s)')
ylabel('ivme (g)'),title('Deprem 5 y yonu')
figure
plot(D6y(:,1),DDY6,'m'),grid on ,hold on
plot(D6y(:,1),DDYY6,'b'),legend('ölcekli','ölceksiz'),xlabel('zaman(s)')
ylabel('ivme (g)'),title('Deprem 6 y yonu')
figure
plot(D7y(:,1),DDY7,'m'),grid on ,hold on
plot(D7y(:,1),DDYY7,'b'),legend('ölcekli','ölceksiz'),xlabel('zaman(s)')
ylabel('ivme (g)'),title('Deprem 7 y yonu')
figure
plot(D8y(:,1),DDY8,'m'),grid on ,hold on
plot(D8y(:,1),DDYY8,'b'),legend('ölcekli','ölceksiz'),xlabel('zaman(s)')
ylabel('ivme (g)'),title('Deprem 8 y yonu')
figure
plot(D9y(:,1),DDY9,'m'),grid on ,hold on
plot(D9y(:,1),DDYY9,'b'),legend('ölcekli','ölceksiz'),xlabel('zaman(s)')
ylabel('ivme (g)'),title('Deprem 9 y yonu')
figure
plot(D10y(:,1),DDY10,'m'),grid on ,hold on
plot(D10y(:,1),DDYY10,'b'),legend('ölcekli','ölceksiz'),xlabel('zaman(s)')
ylabel('ivme (g)'),title('Deprem 10 y yonu')
figure
plot(D11y(:,1),DDY11,'m'),grid on ,hold on
plot(D11y(:,1),DDYY11,'b'),legend('ölcekli','ölceksiz'),xlabel('zaman(s)')
ylabel('ivme (g)'),title('Deprem 11 y yonu')
elseif grafik==3 % x yonu
plot(D1x(:,1),DDX1,'m'),grid on ,hold on
plot(D1x(:,1),DDXX1,'b'),legend('ölcekli','ölceksiz'),xlabel('zaman(s)')
ylabel('ivme (g)'),title('Tayvan Chi Chi Depremi CHY074 İstasyonu X Yönü Ölçümü')
figure
plot(D2x(:,1),DDX2,'m'),grid on ,hold on
plot(D2x(:,1),DDXX2,'b'),legend('ölcekli','ölceksiz'),xlabel('zaman(s)')
ylabel('ivme (g)'),title('Kocaeli Depremi Arçelik İstasyonu X Yönü Ölçümü')
figure
plot(D3x(:,1),DDX3,'m'),grid on ,hold on
plot(D3x(:,1),DDXX3,'b'),legend('ölcekli','ölceksiz'),xlabel('zaman(s)')
ylabel('ivme (g)'),title('Landers Depremi Joshua Tree İstasyonu X Yönü Ölçümü')
figure
```

```
plot(D4x(:,1),DDX4,'m'),grid on ,hold on
plot(D4x(:,1),DDXX4,'b'),legend('ölcekli','ölceksiz'),xlabel('zaman(s)')
ylabel('ivme (g)'),title('Landers Depremi Morengo Valley Fire İstasyonu X Yönü Ölçümü')
figure
plot(D5x(:,1),DDX5,'m'),grid on ,hold on
plot(D5x(:,1),DDXX5,'b'),legend('ölcekli','ölceksiz'),xlabel('zaman(s)')
ylabel('ivme (g)'),title('Darfield (Yeni Zelanda)Depremi LPCC İstasyonu X Yönü Ölçümü')
figure
plot(D6x(:,1),DDX6,'m'),grid on ,hold on
plot(D6x(:,1),DDXX6,'b'),legend('ölcekli','ölceksiz'),xlabel('zaman(s)')
ylabel('ivme (g)'),title('Düzce Depremi Irıgm 498 İstasyonu X Yönü Ölçümü')
figure
plot(D7x(:,1),DDX7,'m'),grid on ,hold on
plot(D7x(:,1),DDXX7,'b'),legend('ölcekli','ölceksiz'),xlabel('zaman(s)')
ylabel('ivme (g)'),title('Tayvan Chi Chi Depremi CHY010 İstasyonu X Yönü Ölçümü')
figure
plot(D8x(:,1),DDX8,'m'),grid on ,hold on
plot(D8x(:,1),DDXX8,'b'),legend('ölcekli','ölceksiz'),xlabel('zaman(s)')
ylabel('ivme (g)'),title('Tayvan Chi Chi Depremi CHY006 İstasyonu X Yönü Ölçümü')
figure
plot(D9x(:,1),DDX9,'m'),grid on ,hold on
plot(D9x(:,1),DDXX9,'b'),legend('ölcekli','ölceksiz'),xlabel('zaman(s)')
ylabel('ivme (g)'),title('Hector Mine Depremi Amboy İstasyonu X Yönü Ölçümü')
figure
plot(D10x(:,1),DDX10,'m'),grid on ,hold on
plot(D10x(:,1),DDXX10,'b'),legend('ölcekli','ölceksiz'),xlabel('zaman(s)')
ylabel('ivme (g)'),title('Hector Mine Depremi Hector İstasyonu X Yönü Ölçümü')
figure
plot(D11x(:,1),DDX11,'m'),grid on ,hold on
plot(D11x(:,1),DDXX11,'b'),legend('ölcekli','ölceksiz'),xlabel('zaman(s)')
ylabel('ivme (g)'),title('Düzce Depremi Irıgm 487 İstasyonu X Yönü Ölçümü')
% y yonu
figure
plot(D1y(:,1),DDY1,'m'),grid on ,hold on
plot(D1y(:,1),DDYY1,'b'),legend('ölcekli','ölceksiz'),xlabel('zaman(s)')
ylabel('ivme (g)'),title('Tayvan Chi Chi Depremi CHY074 İstasyonu Y Yönü Ölçümü')
figure
plot(D2y(:,1),DDY2,'m'),grid on ,hold on
plot(D2y(:,1),DDYY2,'b'),legend('ölcekli','ölceksiz'),xlabel('zaman(s)')
ylabel('ivme (g)'),title('Kocaeli Depremi Arçelik İstasyonu Y Yönü Ölçümü')
figure
plot(D3y(:,1),DDY3,'m'),grid on ,hold on
plot(D3y(:,1),DDYY3,'b'),legend('ölcekli','ölceksiz'),xlabel('zaman(s)')
ylabel('ivme (g)'),title('Landers Depremi Joshua Tree İstasyonu Y Yönü Ölçümü')
figure
plot(D4y(:,1),DDY4,'m'),grid on ,hold on
plot(D4y(:,1),DDYY4,'b'),legend('ölcekli','ölceksiz'),xlabel('zaman(s)')
ylabel('ivme (g)'),title('Landers Depremi Morengo Valley Fire İstasyonu Y Yönü Ölçümü')
```

```
figure
plot(D5y(:,1),DDY5,'m'),grid on ,hold on
plot(D5y(:,1),DDYY5,'b'),legend('ölcekli','ölceksiz'),xlabel('zaman(s)')
ylabel('ivme (g)'),title('Darfield (Yeni Zelanda)Depremi LPCC İstasyonu Y Yönü Ölçümü')
figure
plot(D6y(:,1),DDY6,'m'),grid on ,hold on
plot(D6y(:,1),DDYY6,'b'),legend('ölcekli','ölceksiz'),xlabel('zaman(s)')
ylabel('ivme (g)'),title('Düzce Depremi Irıgm 498 İstasyonu Y Yönü Ölçümü')
figure
plot(D7y(:,1),DDY7,'m'),grid on ,hold on
plot(D7y(:,1),DDYY7,'b'),legend('ölcekli','ölceksiz'),xlabel('zaman(s)')
ylabel('ivme (g)'),title('Tayvan Chi Chi Depremi CHY010 İstasyonu Y Yönü Ölçümü')
figure
plot(D8y(:,1),DDY8,'m'),grid on ,hold on
plot(D8y(:,1),DDYY8,'b'),legend('ölcekli','ölceksiz'),xlabel('zaman(s)')
ylabel('ivme (g)'),title('Tayvan Chi Chi Depremi CHY006 İstasyonu Y Yönü Ölçümü')
figure
plot(D9y(:,1),DDY9,'m'),grid on ,hold on
plot(D9y(:,1),DDYY9,'b'),legend('ölcekli','ölceksiz'),xlabel('zaman(s)')
ylabel('ivme (g)'),title('Hector Mine Depremi Amboy İstasyonu Y Yönü Ölçümü')
figure
plot(D10y(:,1),DDY10,'m'),grid on ,hold on
plot(D10y(:,1),DDYY10,'b'),legend('ölcekli','ölceksiz'),xlabel('zaman(s)')
ylabel('ivme (g)'),title('Hector Mine Depremi Hector İstasyonu Y Yönü Ölçümü')
figure
plot(D11y(:,1),DDY11,'m'),grid on ,hold on
plot(D11y(:,1),DDYY11,'b'),legend('ölcekli','ölceksiz'),xlabel('zaman(s)')
ylabel('ivme (g)'),title('Düzce Depremi Irıgm 487 İstasyonu Y Yönü Ölçümü')
end
```

Ek 1.3. Deprem Performansı ve Dayanımı Yetersiz Elemanların Belirlenmesi

```
clc,clear all
% nonlineer analiz sonucu elde edilen degerleri kesit özelliklerine göre elde edilen degerler ile kiyaslayarak elemanlarin performans seviyesini belirlemek için yazilmistir
%0 gocme bölgesi,1 ileri hasar bölgesi,2 belirgin hasar bölgesi,3 sinirli hasar bölgesini ifade etmektedir.
sonuclar=xlsread('sonuckolon.xlsx'),sonuclarkiris=xlsread('sonuckiris.xlsx');
katyukseklik=xlsread('katyukseklik.xlsx'),kesit=xlsread('kesit.xlsx');
perdekesit=xlsread('perdekesit.xlsx'),perdewallid=xlsread('perdewallid.xlsx');
sonuclarperde=xlsread('sonucdefperde.xlsx'),perdenokta=xlsread('perdenokta.xlsx');
perdeyenikoordinat=xlsread('perdeyenikoordinat.xlsx');
perdeyenikoordinata=xlsread('perdeyenikoordinat.xlsx');
perdealtust=xlsread('perdealtust.xlsx');
donatiii=input('donati nervürsüz ise 1  degilse 0 girin : ');
bilgiduzeyi=input('bina bilgi duzeyi katsayisini giriniz : ');
fck=input('betonun karakteristik dayanimini giriniziz : ');
if bilgiduzeyi==0.75;
fck=bilgiduzeyi*fck;
```

```
fctm=0.35*sqrt(fck)*(10^6); %N/m donusturme
else
fctm=0.35*sqrt(fck)*(10^6); %N/m donusturme
end;
paspayi=input('paspayini giriniz m olarak : ');
kolonkesme=abs(xlsread('ortalamakolonkesme.xlsx'));
perdekesme=abs(xlsread('ortalamaperdekesme.xlsx'));
noktakoordinat=xlsread('dugumnokta.xlsx');
kolonkirisyukseklik=xlsread('kolonkiriskatlar.xlsx');
%GH,KH ve SH tablolarinda ilk sutun eleman adini, ikinci sutun beton
%deformasyonunu, 3.sutun ise donati deformasyonunu ifade eder.
GO=xlsread('GO.xlsx'),KH=xlsread('KH.xlsx'),SH=xlsread('SH.xlsx'),[ist1,ist2]=size(GO);
for ant=1:ist1;
if bilgiduzeyi==0.75;
   GO(ant,2)=GO(ant,2)*bilgiduzeyi;
   KH(ant,2)=KH(ant,2)*bilgiduzeyi;
   SH(ant,2)=SH(ant,2)*bilgiduzeyi;
   GO(ant,3)=GO(ant,3)*bilgiduzeyi;
   KH(ant,3)=KH(ant,3)*bilgiduzeyi;
   SH(ant,3)=SH(ant,3)*bilgiduzeyi;
end;
end;
[k1, k2]=size(kesit);
for i=1:k1;
    kesityenisagust(i,1)=kesit(i,1);
    kesityenisagust(i,2)=kesit(i,2)/2;
    kesityenisagust(i,3)=kesit(i,3)/2;
end;
for i2=1:k1;
    kesityenisolust(i2,1)=kesit(i2,1),kesityenisolust(i2,2)=(-1)*kesit(i2,2)/2;
    kesityenisolust(i2,3)=kesit(i2,3)/2;
   end;
for i3=1:k1;
    kesityenisagalt(i3,1)=kesit(i3,1),kesityenisagalt(i3,2)=kesit(i3,2)/2;
    kesityenisagalt(i3,3)=(-1)*kesit(i3,3)/2;
end;
for i4=1:k1;
    kesityenisolalt(i4,1)=kesit(i4,1),kesityenisolalt(i4,2)=(-1)*kesit(i4,2)/2;
    kesityenisolalt(i4,3)=(-1)*kesit(i4,3)/2;
end;
aa=1;
for i5=1:k1;
   yenimatris(aa,1)=kesityenisagust(i5,1),yenimatris(aa,2)=kesityenisagust(i5,2);
   yenimatris(aa,3)=kesityenisagust(i5,3);
   aa=aa+4;
end;
aa2=2;
for i6=1:k1;
```

```
    yenimatris(aa2,1)=kesityenisolust(i6,1),yenimatris(aa2,2)=kesityenisolust(i6,2);
    yenimatris(aa2,3)=kesityenisolust(i6,3);
    aa2=aa2+4;
end;
aa3=3;
for i7=1:k1;
    yenimatris(aa3,1)=kesityenisolalt(i7,1), yenimatris(aa3,2)=kesityenisolalt(i7,2);
    yenimatris(aa3,3)=kesityenisolalt(i7,3);
   aa3=aa3+4;
end;
aa4=4;
for i8=1:k1;
    yenimatris(aa4,1)=kesityenisagalt(i8,1),yenimatris(aa4,2)=kesityenisagalt(i8,2);
    yenimatris(aa4,3)=kesityenisagalt(i8,3);
    aa4=aa4+4;
end;
[k3 k4]=size(perdekesit);
for i9=1:k3;
     kesitperdesagust(i9,1)=perdekesit(i9,1),kesitperdesagust(i9,2)=perdekesit(i9,4)/2;
    kesitperdesagust(i9,3)=perdekesit(i9,3)/2;
end;
for i10=1:k3;
    kesitperdesolust(i10,1)=perdekesit(i10,1);
    kesitperdesolust(i10,2)=(-1)*perdekesit(i10,4)/2;
    kesitperdesolust(i10,3)=perdekesit(i10,3)/2;
end;
for i11=1:k3;
     kesitperdesolalt(i11,1)=perdekesit(i11,1);
     kesitperdesolalt(i11,2)=(-1)*perdekesit(i11,4)/2;
     kesitperdesolalt(i11,3)=(-1)*perdekesit(i11,3)/2;
end;
for i12=1:k3;
     kesitperdesagalt(i12,1)=perdekesit(i12,1),kesitperdesagalt(i12,2)=perdekesit(i12,4)/2;
     kesitperdesagalt(i12,3)=(-1)*perdekesit(i12,3)/2;
end;
aa5=1;
[k1yeni k2yeni]=size(kesitperdesagust);
for i13=1:k1yeni;
    yenimatrisperde(aa5,1)=kesitperdesagust(i13,1);
    yenimatrisperde(aa5,2)=kesitperdesagust(i13,2);
    yenimatrisperde(aa5,3)=kesitperdesagust(i13,3);
 aa5=aa5+4;
end;
aa6=2;
for i14=1:k1yeni;
    yenimatrisperde(aa6,1)=kesitperdesolust(i14,1);
    yenimatrisperde(aa6,2)=kesitperdesolust(i14,2);
    yenimatrisperde(aa6,3)=kesitperdesolust(i14,3);
```

```
 aa6=aa6+4;
end;
 aa7=3;
for i15=1:k1yeni;
    yenimatrisperde(aa7,1)=kesitperdesolalt(i15,1);
    yenimatrisperde(aa7,2)=kesitperdesolalt(i15,2);
    yenimatrisperde(aa7,3)=kesitperdesolalt(i15,3);
 aa7=aa7+4;
end;



aa8=4;
for i16=1:k1yeni;
    yenimatrisperde(aa8,1)=kesitperdesagalt(i16,1);
    yenimatrisperde(aa8,2)=kesitperdesagalt(i16,2);
    yenimatrisperde(aa8,3)=kesitperdesagalt(i16,3);
   aa8=aa8+4;
end;
[s1 s2]=size(sonuclar),[g1 g2]=size(GO);
for i17=1:s1;
    for i18=1:g1;
        if sonuclar(i17,1)==GO(i18,1);
        sonuclar(i17,5)=GO(i18,4);
        end;
    end;
end;
[s3, s4]=size(sonuclar),[y1, y2]=size(yenimatris),mf=1;
for i18ara=1:s3;
    for i19=1:y1;
    if sonuclar(i18ara,5)==yenimatris(i19,1);
         GOcarpim(mf,1)=sonuclar(i18ara,1),GOcarpim(mf,2)=sonuclar(i18ara,2);
         GOcarpim(mf,3)=sonuclar(i18ara,3)*yenimatris(i19,3);
         GOcarpim(mf,4)=sonuclar(i18ara,4).*yenimatris(i19,2);
        mf=mf+1;
    end;
end;
end;
GOcarpim(:,5)=(GOcarpim(:,2))+(GOcarpim(:,3))+(GOcarpim(:,4));
KolonStrain=GOcarpim,[ps1, ps2]=size(perdekesit),[ps3, ps4]=size(perdewallid);

for i24=1:ps1;
    for i25=1:ps3;
        if perdekesit(i24,1)==perdewallid(i25,1);
        perdekesit(i24,5)=perdewallid(i25,2);
        end;
    end;
end;
```

```
[ps5, ps6]=size(yenimatrisperde),[ps7, ps8]=size(perdekesit);
for i26=1:ps5;
    for i27=1:ps7;
        if yenimatrisperde(i26,1)==perdekesit(i27,1);
        yenimatrisperde(i26,4)=perdekesit(i27,5);
       end;
    end;
end;
[ps9 ps10]=size(sonuclarperde),abc=1;mfk=1;
for i28=1:ps9;
  if abc<4;
  sonuclarperde(i28,5)=mfk;
end;
   abc=abc+1;
 if abc==4
      abc=1,axx=i28+1;
      if axx<=ps9;
      if sonuclarperde(i28,1)~=sonuclarperde(axx,1);
      mfk=1;
      else;
      mfk=mfk+1;
      end;
      end;
 end;
end;
[eva ,ev2a]=size(perdeyenikoordinata),[eva3, eva4]=size(perdenokta);
 for j5a=1:eva;
    for j6a=1:eva3;
      if perdeyenikoordinata(j5a,4)==perdenokta(j6a,1);
         perdeyenikoordinata(j5a,5)=perdenokta(j6a,2);
      end;
    end;
end;
[ev5a ,ev6a]=size(perdeyenikoordinata),[ev7a, ev8a]=size(katyukseklik);
for j7a=1:ev5a;
    for j8a=1:ev7a;
       if perdeyenikoordinata(j7a,5)==katyukseklik(j8a,2);
          perdeyenikoordinata(j7a,6)=katyukseklik(j8a,1);
       end;
    end;
end;
[av, a2]=size(yenimatrisperde),[av3, av4]=size(perdeyenikoordinata);
  for mev=1:av;
    for mev2=1:av3;
       if yenimatrisperde(mev,1)==perdeyenikoordinata(mev2,1);
          yenimatrisperde(mev,5)=perdeyenikoordinata(mev2,6);
       end;
    end;
```

```
end;
[bb1, bb2]=size(yenimatrisperde),[bb3, bb4]=size(sonuclarperde);
mf5=1;
for i29=1:bb1;
   for i30=1:bb3;
      if yenimatrisperde(i29,4)==sonuclarperde(i30,1);
        sonperdesonuc(mf5,1)=yenimatrisperde(i29,1);
        sonperdesonuc(mf5,2)=yenimatrisperde(i29,4);
        sonperdesonuc(mf5,3)=sonuclarperde(i30,2);
        sonperdesonuc(mf5,4)=sonuclarperde(i30,3)*yenimatrisperde(i29,3);
        sonperdesonuc(mf5,5)=sonuclarperde(i30,4)*yenimatrisperde(i29,2);
        mf5=mf5+1;
      end;
   end;
end;
sonperdesonuc(:,6)=sonperdesonuc(:,3)+sonperdesonuc(:,4)+sonperdesonuc(:,5);
 PerdeStrain=sonperdesonuc;
if donatiii==1;
PerdeStrain(:,6)=PerdeStrain(:,6).*1.5;
KolonStrain(:,5)=KolonStrain(:,5).*1.5;
end;
kesithesap=kesit,kolonhesap(:,1)=GO(:,1),kolonhesap(:,2)=GO(:,4);
[kee1, kee2]=size(kolonhesap),[kee3, kee4]=size(kesithesap);
for i31araa=1:kee1;
    for i32araa=1:kee3;
   if kolonhesap(i31araa,2)==kesithesap(i32araa,1)
     kolonhesap(i31araa,3)=kesithesap(i32araa,2);
     kolonhesap(i31araa,4)=kesithesap(i32araa,3)-paspayi;
    end;
    end;
end;
mek=1;
[kee5 kee6]=size(kolonhesap);
for i33araa=1:kee5;
   if kolonhesap(i33araa,3)>0;

kolonhesapyeni(mek,1)=kolonhesap(i33araa,1),kolonhesapyeni(mek,2)=kolonhesap(i33araa,2
);

kolonhesapyeni(mek,3)=kolonhesap(i33araa,3),kolonhesapyeni(mek,4)=kolonhesap(i33araa,4
);
   mek=mek+1;
   end;
end;
[kee7 kee8]=size(kolonhesapyeni);
for i34araa=1:kee7;
   kolonhesapyeni(i34araa,5)=fctm;
end;
```

```
[kee8 kee9]=size(kolonhesapyeni);
for i35araa=1:kee8;
kolonhesapyeni(i35araa,6)=kolonhesapyeni(i35araa,3)*kolonhesapyeni(i35araa,4)*kolonhesa
pyeni(i35araa,5);
end;
[mbo mbo2]=size(kolonkesme);
for i36araa=1:mbo;
  if abs(kolonkesme(i36araa,2))>abs(kolonkesme(i36araa,3));
    kolonkesmeyeni(i36araa,1)=kolonkesme(i36araa,1);
    kolonkesmeyeni(i36araa,2)=kolonkesme(i36araa,2);
   elseif abs(kolonkesme(i36araa,2))<=abs(kolonkesme(i36araa,3));
   kolonkesmeyeni(i36araa,1)=kolonkesme(i36araa,1);
   kolonkesmeyeni(i36araa,2)=kolonkesme(i36araa,3);
 end;
end;
[mbo3 mbo4]=size(kolonkesmeyeni),mak=1;
for i37araa=1:2:mbo3;
   if i37araa~=mbo3;
    if abs(kolonkesmeyeni(i37araa,2))>abs(kolonkesmeyeni(i37araa+1,2))
     kolonkesmeson(mak,1)=kolonkesmeyeni(i37araa,1);
     kolonkesmeson(mak,2)=kolonkesmeyeni(i37araa,2);
     elseif abs(kolonkesmeyeni(i37araa,2))<=abs(kolonkesmeyeni(i37araa+1,2))
     kolonkesmeson(mak,1)=kolonkesmeyeni(i37araa,1);
     kolonkesmeson(mak,2)=kolonkesmeyeni(i37araa+1,2);
 end;
    mak=mak+1;
   end;
end;
[mbo5 mbo6]=size(kolonhesapyeni),[mbo7 mbo8]=size(kolonkesmeson);
 for i38araa=1:mbo5;
   kolonbolum(i38araa,1)=kolonkesmeson(i38araa,1);
   kolonbolum(i38araa,2)=abs(kolonkesmeson(i38araa,2)./kolonhesapyeni(i38araa,6));
 end;
[bol1 bol2]=size(kolonbolum),carpimm=0;enterpolasyon=0;
for k01=1:bol1;
   if abs(kolonbolum(k01,2))>=0.65  && abs(kolonbolum(k01,2))<1.30
        kolonbolumaradeger(k01,1)=kolonbolum(k01,1);
        kolonbolumaradeger(k01,2)=kolonbolum(k01,2);
        enterpolasyon=1;
   elseif abs(kolonbolum(k01,2))>=1.30
        kolonbolum05(k01,1)=kolonbolum(k01,1);
        kolonbolum05(k01,2)=kolonbolum(k01,2);
        carpimm=0.5;
   end;
end;
[mht1 mht2]=size(GO);
if carpimm==0.5;
   [mmt1 mmt2]=size(kolonbolum05);
```

```
for k02=1:mht1;
   for k03=1:mmt1;
      if GO(k02,1)==kolonbolum05(k03,1);
         GO(k02,2)=GO(k02,2)*0.5;
         GO(k02,3)=GO(k02,3)*0.5;
      end;
   end;
end;
end;
 [mht3 mht4]=size(KH);
if carpimm==0.5;
   [mmt3 mmt4]=size(kolonbolum05);
for k04=1:mht3;
   for k05=1:mmt3;
      if KH(k04,1)==kolonbolum05(k05,1);
         KH(k04,2)=KH(k04,2)*0.5;
         KH(k04,3)=KH(k04,3)*0.5;
      end;
   end;
end;
end;
 [mht5, mht6]=size(SH);
 if carpimm==0.5;
   [mmt5, mmt6]=size(kolonbolum05);
for k06=1:mht5;
   for k07=1:mmt5;
      if SH(k06,1)==kolonbolum05(k07,1);
         SH(k06,2)=SH(k06,2)*0.5;
         SH(k06,3)=SH(k06,3)*0.5;
      end;
   end;
end;
end;
if enterpolasyon==1;
   [mm7, mm8]=size(kolonbolumaradeger);
 for k08=1:mm7
 enterpolas(k08,1)=max(abs(kolonbolumaradeger(k08,2)));
enterkatsayi(k08,1)=0.5/(1.30-0.65);
enterpolaskatsayi(k08,1)=kolonbolumaradeger(k08,1);
enterpolaskatsayi(k08,2)=1-((enterpolas(k08,1)-0.65)*enterkatsayi(k08,1));
end;
end;


[all3, all4]=size(GO);
if enterpolasyon==1;
   [mm9,mm10]=size(enterpolaskatsayi);
 for iyen2=1:all3;
```

```
   for k09=1:mm9;
    if GO(iyen2,1)==enterpolaskatsayi(k09,1);
          GO(iyen2,2)=GO(iyen2,2)*enterpolaskatsayi(k09,2);
          GO(iyen2,3)=GO(iyen2,3)*enterpolaskatsayi(k09,2);
     end;
   end;
end;
end;
if enterpolasyon==1;
   [km7, km8]=size(kolonbolumaradeger);
for k10=1:km7
enterpolaskh(k10,1)=max(abs(kolonbolumaradeger(k10,2)));
enterkatsayikh(k10,1)=0.5/(1.30-0.65);
enterpolaskatsayikh(k10,1)=kolonbolumaradeger(k10,1);
enterpolaskatsayikh(k10,2)=1-((enterpolaskh(k10,1)-0.65)*enterkatsayikh(k10,1));
end;
end;
[all3k, all4k]=size(KH);
if enterpolasyon==1;
   [km9,km10]=size(enterpolaskatsayikh);
for iyen2k=1:all3k;
   for k11=1:km9;
    if KH(iyen2k,1)==enterpolaskatsayikh(k11,1);
          KH(iyen2k,2)=KH(iyen2k,2)*enterpolaskatsayikh(k11,2);
          KH(iyen2k,3)=KH(iyen2k,3)*enterpolaskatsayikh(k11,2);
       end;
   end;
end;
end;
if enterpolasyon==1;
   [km20, km21]=size(kolonbolumaradeger);
for k20=1:km20
enterpolassh(k20,1)=max(abs(kolonbolumaradeger(k20,2)));
enterkatsayish(k20,1)=0.5/(1.30-0.65);
enterpolaskatsayish(k20,1)=kolonbolumaradeger(k20,1);
enterpolaskatsayish(k20,2)=1-((enterpolassh(k20,1)-0.65)*enterkatsayish(k20,1));
end;
end;
[all3s, all4s]=size(SH);
if enterpolasyon==1;
   [km30,km31]=size(enterpolaskatsayish);
for iyen2s=1:all3s;
   for k40=1:km30;
    if SH(iyen2s,1)==enterpolaskatsayish(k40,1);
          SH(iyen2s,2)=SH(iyen2s,2)*enterpolaskatsayish(k40,2);
          SH(iyen2s,3)=SH(iyen2s,3)*enterpolaskatsayish(k40,2);
       end;
   end;
```

```
end;
end;
perdekesithesap=perdekesit;
[mkp, mkp2]=size(perdekesithesap);
 for j1=1:mkp;
   for j2=1:mkp;
      if perdekesithesap(j1,5)<perdekesithesap(j2,5);
        degisim=perdekesithesap(j1,5);
        perdekesithesap(j1,5)=perdekesithesap(j2,5);
        perdekesithesap(j2,5)=degisim;
        degisim2=perdekesithesap(j1,1);
        perdekesithesap(j1,1)=perdekesithesap(j2,1);
        perdekesithesap(j2,1)=degisim2;
        degisim3=perdekesithesap(j1,2);
        perdekesithesap(j1,2)=perdekesithesap(j2,2);
        perdekesithesap(j2,2)=degisim3;
        degisim4=perdekesithesap(j1,3);
        perdekesithesap(j1,3)=perdekesithesap(j2,3);
        perdekesithesap(j2,3)=degisim4;
        degisim5=perdekesithesap(j1,4);
        perdekesithesap(j1,4)=perdekesithesap(j2,4);
        perdekesithesap(j2,4)=degisim5;
  end;
    end;
end;
[mkp3, mkp4]=size(perdekesithesap);
for j3=1:mkp3;
   for j4=1:mkp3;
  if perdekesithesap(j3,5)==perdekesithesap(j4,5);
          if perdekesithesap(j3,3)<=perdekesithesap(j4,3);
             degisim6=perdekesithesap(j3,5);
             perdekesithesap(j3,5)=perdekesithesap(j4,5);
             perdekesithesap(j4,5)=degisim6;
             degisim7=perdekesithesap(j3,1);
             perdekesithesap(j3,1)=perdekesithesap(j4,1);
             perdekesithesap(j4,1)=degisim7;
             degisim8=perdekesithesap(j3,2);
             perdekesithesap(j3,2)=perdekesithesap(j4,2);
             perdekesithesap(j4,2)=degisim8;
             degisim9=perdekesithesap(j3,3);
             perdekesithesap(j3,3)=perdekesithesap(j4,3);
             perdekesithesap(j4,3)=degisim9;
             degisim10=perdekesithesap(j3,4);
             perdekesithesap(j3,4)=perdekesithesap(j4,4);
             perdekesithesap(j4,4)=degisim10;
            end;
       end;
    end;
```

```
 end;
[ev ,ev2]=size(perdeyenikoordinat),[ev3, ev4]=size(perdenokta);
for j5=1:ev;
   for j6=1:ev3;
     if perdeyenikoordinat(j5,4)==perdenokta(j6,1);
        perdeyenikoordinat(j5,5)=perdenokta(j6,2);
     end;
   end;
end;
[ev5 ,ev6]=size(perdeyenikoordinat),[ev7, ev8]=size(katyukseklik);
for j7=1:ev5;
   for j8=1:ev7;
      if perdeyenikoordinat(j7,5)==katyukseklik(j8,2);
         perdeyenikoordinat(j7,6)=katyukseklik(j8,1);
      end;
   end;
end;
[ev9 ,ev10]=size(perdekesithesap),[ev11, ev12]=size(perdeyenikoordinat);
for j9=1:ev9;
   for j10=1:ev11;
      if perdekesithesap(j9,1)==perdeyenikoordinat(j10,1);
         perdekesithesap(j9,6)=perdeyenikoordinat(j10,6);
      end;
   end;
end;
[mkp5, mkp6]=size(perdekesithesap);
for j11=1:mkp5;
  for j12=1:mkp5
if perdekesithesap(j11,5)==perdekesithesap(j12,5);
        if perdekesithesap(j11,6)<=perdekesithesap(j12,6);
           degisim12=perdekesithesap(j11,5);
           perdekesithesap(j11,5)=perdekesithesap(j12,5);
           perdekesithesap(j12,5)=degisim12;
           degisim13=perdekesithesap(j11,1);
           perdekesithesap(j11,1)=perdekesithesap(j12,1);
           perdekesithesap(j12,1)=degisim13;
           degisim14=perdekesithesap(j11,2);
           perdekesithesap(j11,2)=perdekesithesap(j12,2);
           perdekesithesap(j12,2)=degisim14;
           degisim15=perdekesithesap(j11,3);
           perdekesithesap(j11,3)=perdekesithesap(j12,3);
           perdekesithesap(j12,3)=degisim15;
           degisim16=perdekesithesap(j11,4);
           perdekesithesap(j11,4)=perdekesithesap(j12,4);
           perdekesithesap(j12,4)=degisim16;
           degisim11=perdekesithesap(j11,6);
           perdekesithesap(j11,6)=perdekesithesap(j12,6);
           perdekesithesap(j12,6)=degisim11;
```

```
        end;
      end;
   end;

end;
perdekesithesap(:,7)=(perdekesithesap(:,3)-paspayi).*perdekesithesap(:,4).*fctm;
[mom3 , mom4]=size(perdekesme);
for j14=1:mom3;
   if abs(perdekesme(j14,2))>abs(perdekesme(j14,3));
      perdekesme(j14,5)=perdekesme(j14,2);
   else
      perdekesme(j14,5)=perdekesme(j14,3);
   end;
end;
[mr1,          mr2]=size(perdekesithesap),[mr3,          mr4]=size(perdekesithesap),[mr5,
mr6]=size(perdekesme);
[mom5 , mom6]=size(perdekesme),bnb=1;
for j15=1:2:mom5;
  perdekesmeson(bnb,1)=perdekesme(j15,1),perdekesmeson(bnb,2)=perdekesme(j15,4);
  perdekesmeson(bnb,3)=perdekesme(j15,5),bnb=bnb+1;
end;
[mom, mom2]=size(perdekesithesap),[mom7 , mom8]=size(perdekesmeson);
for j16=1:mom;
   for j17=1:mom7;
      if perdekesithesap(j16,5)==perdekesmeson(j17,1)
         if perdekesithesap(j16,6)==perdekesmeson(j17,2);
         perdekesithesap(j16,8)=perdekesmeson(j17,3)/perdekesithesap(j16,7);
         end;
      end;
   end;
end;
 [pol1, pol2]=size(perdekesithesap),carpimmperde=0;enterpolasyonperde=0;
for p01=1:pol1;
   if abs(perdekesithesap(p01,8))>=0.65  && abs(perdekesithesap(p01,8))<1.30
       perdebolumaradeger(p01,1)=perdekesithesap(p01,1);
       perdebolumaradeger(p01,2)=perdekesithesap(p01,8);
       enterpolasyonperde=1;
   elseif abs(perdekesithesap(p01,8))>=1.30
       perdebolum05(p01,1)=perdekesithesap(p01,1);
       perdebolum05(p01,2)=perdekesithesap(p01,8);
       carpimmperde=0.5;
   end;
end;
 [pht1 pht2]=size(GO);
if carpimmperde==0.5;
   [pmt1 pmt2]=size(perdebolum05);
for p02=1:pht1;
   for p03=1:pmt1;
```

```
      if GO(p02,1)==perdebolum05(p03,1);
         GO(p02,2)=GO(p02,2)*0.5,GO(p02,3)=GO(p02,3)*0.5;
      end;
   end;
end;
end;
[pht3 pht4]=size(KH);
if carpimmperde==0.5;
   [pmt3 pmt4]=size(perdebolum05);
for p04=1:pht3;
   for p05=1:pmt3;
      if KH(p04,1)==perdebolum05(p05,1);
         KH(p04,2)=KH(p04,2)*0.5;
         KH(p04,3)=KH(p04,3)*0.5;
      end;
   end;
end;
end;
[pht5, pht6]=size(SH);
if carpimmperde==0.5;
   [pmt5, pmt6]=size(perdebolum05);
 for p06=1:pht5;
   for p07=1:pmt5;
      if SH(p06,1)==perdebolum05(p07,1);
         SH(p06,2)=SH(p06,2)*0.5,SH(p06,3)=SH(p06,3)*0.5;
      end;
   end;
end;
end;
if enterpolasyonperde==1;
   [gpm7, gpm8]=size(perdebolumaradeger);
for p08=1:gpm7
enterpolasperde(p08,1)=max(abs(perdebolumaradeger(p08,2)));
enterkatsayiperde(p08,1)=0.5/(1.30-0.65);
enterpolaskatsayiperde(p08,1)=perdebolumaradeger(p08,1);
enterpolaskatsayiperde(p08,2)=1-((enterpolasperde(p08,1)-0.65)*enterkatsayiperde(p08,1));
end;
end;
[gpall3, gpall4]=size(GO);
if enterpolasyonperde==1;
   [gpm9,gpm10]=size(enterpolaskatsayiperde);
for iyen2p=1:gpall3;
   for pk09=1:gpm9;
    if GO(iyen2p,1)==enterpolaskatsayiperde(pk09,1);
         GO(iyen2p,2)=GO(iyen2p,2)*enterpolaskatsayiperde(pk09,2);
         GO(iyen2p,3)=GO(iyen2p,3)*enterpolaskatsayiperde(pk09,2);
     end;
   end;
```

```
end;
end;
if enterpolasyonperde==1;
   [kpm7, kpm8]=size(perdebolumaradeger);
for pk10=1:kpm7
enterpolasperdekh(pk10,1)=max(abs(perdebolumaradeger(pk10,2)));
enterkatsayiperdekh(pk10,1)=0.5/(1.30-0.65);
enterpolaskatsayiperdekh(pk10,1)=perdebolumaradeger(pk10,1);
enterpolaskatsayiperdekh(pk10,2)=1-((enterpolasperdekh(pk10,1)-
0.65)*enterkatsayiperdekh(pk10,1));
end;
end;
[kpall3k, kpall4k]=size(KH);
if enterpolasyonperde==1;
   [kpm9,kpm10]=size(enterpolaskatsayiperdekh);
for iyen2kp=1:kpall3k;
   for pk11=1:kpm9;
    if KH(iyen2kp,1)==enterpolaskatsayiperdekh(pk11,1);
          KH(iyen2kp,2)=KH(iyen2kp,2)*enterpolaskatsayiperdekh(pk11,2);
          KH(iyen2kp,3)=KH(iyen2kp,3)*enterpolaskatsayiperdekh(pk11,2);
     end;
   end;
end;
end;
if enterpolasyonperde==1;
   [kspm20, kspm21]=size(perdebolumaradeger);
for pk20=1:kspm20
enterpolasperdesh(pk20,1)=max(abs(perdebolumaradeger(pk20,2)));
enterkatsayiperdesh(pk20,1)=0.5/(1.30-0.65);
enterpolaskatsayiperdesh(pk20,1)=perdebolumaradeger(pk20,1);
enterpolaskatsayiperdesh(pk20,2)=1-((enterpolasperdesh(pk20,1)-
0.65)*enterkatsayiperdesh(pk20,1));
end;
end;
[spall3s, spall4s]=size(SH);
if enterpolasyonperde==1;
   [kspm30,kspm31]=size(enterpolaskatsayiperdesh);
for iyen2ssp=1:spall3s;
   for pk40=1:kspm30;
    if SH(iyen2ssp,1)==enterpolaskatsayiperdesh(pk40,1);
          SH(iyen2ssp,2)=SH(iyen2ssp,2)*enterpolaskatsayiperdesh(pk40,2);
          SH(iyen2ssp,3)=SH(iyen2ssp,3)*enterpolaskatsayiperdesh(pk40,2);
    end;
   end;
end;
end;
```

```
[ks1, ks2]=size(KolonStrain),[ks3, ks4]=size(GO);
 for i31=1:ks1;
    for i32=1:ks3;
      if KolonStrain(i31,1)==GO(i32,1); %göcme bölgesi
         if abs(KolonStrain(i31,5))>GO(i32,2);
           KolonStrain(i31,6)=0;
         end;
       end;
         if KolonStrain(i31,1)==GO(i32,1);
         if abs(KolonStrain(i31,5))>GO(i32,3);
           KolonStrain(i31,7)=0;
         end;
       end;
          if KolonStrain(i31,1)==GO(i32,1); %ileri hasar bölgesi
         if abs(KolonStrain(i31,5))<GO(i32,2) && abs(KolonStrain(i31,5))>=KH(i32,2);
           KolonStrain(i31,6)=1;
         end;
       end;
       if KolonStrain(i31,1)==GO(i32,1);
         if abs(KolonStrain(i31,5))<GO(i32,3) && abs(KolonStrain(i31,5))>=KH(i32,3);
           KolonStrain(i31,7)=1;
         end;
       end;
       if KolonStrain(i31,1)==KH(i32,1); %belirgin hasar bölgesi
         if abs(KolonStrain(i31,5))<KH(i32,2) && abs(KolonStrain(i31,5))>=SH(i32,2);
           KolonStrain(i31,6)=2;
         end;
       end;
       if KolonStrain(i31,1)==KH(i32,1);
         if abs(KolonStrain(i31,5))<KH(i32,3) && abs(KolonStrain(i31,5))>=SH(i32,3);
           KolonStrain(i31,7)=2;
        end;
       end;
        if KolonStrain(i31,1)==SH(i32,1); %sinirli hasar bölgesi
         if abs(KolonStrain(i31,5))<SH(i32,2);
           KolonStrain(i31,6)=3;
         end;
       end;
       if KolonStrain(i31,1)==SH(i32,1);
         if abs(KolonStrain(i31,5))<SH(i32,3);
           KolonStrain(i31,7)=3;
         end;
       end;
```

```
    end;
  end;
[yyw, yyw2]=size(KolonStrain);
for i33=1:yyw;
   if abs(KolonStrain(i33,6))<=abs(KolonStrain(i33,7));
      KolonStrain(i33,8)=KolonStrain(i33,6);
   else
      KolonStrain(i33,8)=KolonStrain(i33,7);
   end;
end;
[ep1, ep2]=size(PerdeStrain),[ep3, ep4]=size(GO);
for i34=1:ep1;
   for i35=1:ep3;
    if PerdeStrain(i34,1)==GO(i35,1);
       if abs(PerdeStrain(i34,6))>GO(i35,2);
         PerdeStrain(i34,7)=0;
       end;
    end;
       if PerdeStrain(i34,1)==GO(i35,1);
       if abs(PerdeStrain(i34,6))>GO(i35,3);
         PerdeStrain(i34,8)=0;
       end;
     end;
      if PerdeStrain(i34,1)==GO(i35,1);
       if abs(PerdeStrain(i34,6))<GO(i35,2) && abs(PerdeStrain(i34,6))>=KH(i35,2);
         PerdeStrain(i34,7)=1;
      end;
     end;
     if PerdeStrain(i34,1)==GO(i35,1);
       if abs(PerdeStrain(i34,6))<GO(i35,3) && abs(PerdeStrain(i34,6))>=KH(i35,3);
         PerdeStrain(i34,8)=1;
      end;
     end;
    if PerdeStrain(i34,1)==KH(i35,1);
       if abs(PerdeStrain(i34,6))<KH(i35,2) && abs(PerdeStrain(i34,6))>=SH(i35,2);
         PerdeStrain(i34,7)=2;
       end;
     end;
      if PerdeStrain(i34,1)==KH(i35,1);
       if abs(PerdeStrain(i34,6))<KH(i35,3) && abs(PerdeStrain(i34,6))>=SH(i35,3);
         PerdeStrain(i34,8)=2;
       end;
     end;
      if PerdeStrain(i34,1)==SH(i35,1);
       if abs(PerdeStrain(i34,6))<SH(i35,2);
         PerdeStrain(i34,7)=3;
       end;
      end;
```

```
        if PerdeStrain(i34,1)==SH(i35,1);
          if abs(PerdeStrain(i34,6))<SH(i35,3);
            PerdeStrain(i34,8)=3;
          end;
        end;
        end;
end;
[yyw3, yyw4]=size(PerdeStrain);
 for i36=1:yyw3;
    if PerdeStrain(i36,7)<=PerdeStrain(i36,8);
       PerdeStrain(i36,9)=PerdeStrain(i36,7);
    else
       PerdeStrain(i36,9)=PerdeStrain(i36,8);
    end;
end;
[ki1, ki2]=size(sonuclarkiris),[f1, f2]=size(GO);
for yk=1:ki1;
    for yk2=1:f1;
       if sonuclarkiris(yk,1)==GO(yk2,1);
          sonuclarkiris(yk,3)=GO(yk2,4);
       end;
    end;
end;
[ki3, ki4]=size(sonuclarkiris),[ki5, ki6]=size(kesit);
for yk3=1:ki3;
    for yk4=1:ki5;
       if sonuclarkiris(yk3,3)==kesit(yk4,1);
          sonuclarkiris(yk3,4)=kesit(yk4,3)*0.5;
       end;
    end;
end;
sonuclarkiris(:,5)=sonuclarkiris(:,2)./sonuclarkiris(:,4);
kiriskiyas(:,1)=sonuclarkiris(:,1),kiriskiyas(:,2)=sonuclarkiris(:,3);
kiriskiyas(:,3)=sonuclarkiris(:,5);
[ki7,ki8]=size(kiriskiyas);
[ki9,ki10]=size(yenimatris);
kf1=1;
for yk5=1:ki7;
    for yk6=1:ki9;
       if kiriskiyas(yk5,2)==yenimatris(yk6,1);
          KirisStrain(kf1,1)=kiriskiyas(yk5,1);
          KirisStrain(kf1,2)=kiriskiyas(yk5,2);
          KirisStrain(kf1,3)=kiriskiyas(yk5,3)*yenimatris(yk6,3);
          kf1=kf1+1;
       end;
    end;
end;
if donatiii==1;
```

```
   KirisStrain(:,3)=1.5.*KirisStrain(:,3);

end;
[ksir1, ksir2]=size(KirisStrain),[ksir3, ksir4]=size(GO);
for i31kir=1:ksir1;
   for i32kir=1:ksir3;
     if KirisStrain(i31kir,1)==GO(i32kir,1); %göcme bölgesi
         if abs(KirisStrain(i31kir,3))>GO(i32kir,2);
           KirisStrain(i31kir,4)=0;
      end;
     end;
        if KirisStrain(i31kir,1)==GO(i32kir,1);
         if abs(KirisStrain(i31kir,3))>GO(i32kir,3);
           KirisStrain(i31kir,5)=0;
         end;
      end;
      if KirisStrain(i31kir,1)==GO(i32kir,1); %ileri hasar bölgesi
    if abs(KirisStrain(i31kir,3))<GO(i32kir,2) && abs(KirisStrain(i31kir,3))>=KH(i32kir,2);
           KirisStrain(i31kir,4)=1;
       end;
      end;
      if KirisStrain(i31kir,1)==GO(i32kir,1);
     if abs(KirisStrain(i31kir,3))<GO(i32kir,3) && abs(KirisStrain(i31kir,3))>=KH(i32kir,3);
          KirisStrain(i31kir,5)=1;
         end;
      end;
     if KirisStrain(i31kir,1)==KH(i32kir,1); %belirgin hasar bölgesi
     if abs(KirisStrain(i31kir,3))<KH(i32kir,2) && abs(KirisStrain(i31kir,3))>=SH(i32kir,2);
           KirisStrain(i31kir,4)=2;
         end;
      end;
     if KirisStrain(i31kir,1)==KH(i32kir,1);
     if abs(KirisStrain(i31kir,3))<KH(i32kir,3) && abs(KirisStrain(i31kir,3))>=SH(i32kir,3);
           KirisStrain(i31kir,5)=2;
      end;
     end;
        if KirisStrain(i31kir,1)==SH(i32kir,1); %sinirli hasar bölgesi
         if abs(KirisStrain(i31kir,3))<SH(i32kir,2);
           KirisStrain(i31kir,4)=3;
         end;
         end;
      if KirisStrain(i31kir,1)==SH(i32kir,1);
         if abs(KirisStrain(i31kir,3))<SH(i32kir,3);
           KirisStrain(i31kir,5)=3;
         end;
      end;
     end;
end;
```

```
[yywkir, yyw2kir]=size(KirisStrain);
 for i33kir=1:yywkir;
    if abs(KirisStrain(i33kir,4))<=abs(KirisStrain(i33kir,5));
       KirisStrain(i33kir,6)=KirisStrain(i33kir,4);
    else
       KirisStrain(i33kir,6)=KirisStrain(i33kir,5);
    end;
end;
[kk1,kk2]=size(kolonkirisyukseklik),[n1 ,n2]=size(noktakoordinat);
for ss1=1:kk1;
    for ss2=1:n1;
       if kolonkirisyukseklik(ss1,2)<1250;
       if kolonkirisyukseklik(ss1,3)==noktakoordinat(ss2,1);
          kolonkirisyukseklik(ss1,5)=noktakoordinat(ss2,4);
       end;
       end;
    end;
end;
[kk3,kk4]=size(kolonkirisyukseklik),[n3 ,n4]=size(noktakoordinat);
for ss3=1:kk3;
    for ss4=1:n3;
       if kolonkirisyukseklik(ss3,2)<1250;
       if kolonkirisyukseklik(ss3,4)==noktakoordinat(ss4,1);
         if abs(kolonkirisyukseklik(ss3,5))>abs(noktakoordinat(ss4,4))
      kolonkirisyukseklik(ss3,5)= kolonkirisyukseklik(ss3,5);
         else
       kolonkirisyukseklik(ss3,5)= noktakoordinat(ss4,4);
         end;
       end;
       end;
    end;
end;
[kk5,kk6]=size(kolonkirisyukseklik),[n5 ,n6]=size(noktakoordinat);
 for ss5=1:kk5;
    for ss6=1:n5;
       if kolonkirisyukseklik(ss5,2)>=1250;
       if kolonkirisyukseklik(ss5,3)==noktakoordinat(ss6,1);
          kolonkirisyukseklik(ss5,5)=noktakoordinat(ss6,4);
       end;
       end;
    end;
end;
[kk7,kk8]=size(kolonkirisyukseklik),[n7 ,n8]=size(katyukseklik);
for ss7=1:kk7;
    for ss8=1:n7;
       if kolonkirisyukseklik(ss7,5)==katyukseklik(ss8,2);
          kolonkirisyukseklik(ss7,6)=katyukseklik(ss8,1);
       end;
```

```
    end;
end;
[kk9,kk10]=size(KolonStrain),[n9 ,n10]=size(kolonkirisyukseklik);
for ss9=1:kk9;
    for ss10=1:n9;
        if KolonStrain(ss9,1)==kolonkirisyukseklik(ss10,1);
             KolonStrain(ss9,9)=kolonkirisyukseklik(ss10,6);
        end;
    end;
end;
[kk11,kk12]=size(KirisStrain);
for ss11=1:kk11;
    for ss12=1:n9;
        if KirisStrain(ss11,1)==kolonkirisyukseklik(ss12,1);
           KirisStrain(ss11,7)=kolonkirisyukseklik(ss12,6);
        end;
    end;
end;
[kk13,kk14]=size(PerdeStrain),[kk15,kk16]=size(perdeyenikoordinat);
 for ss13=1:kk13;
    for ss14=1:kk15;
        if PerdeStrain(ss13,1)==perdeyenikoordinat(ss14,1);
           PerdeStrain(ss13,10)=perdeyenikoordinat(ss14,6);
        end;
    end;
end;
KirisStrain2=KirisStrain,[fk1, fk2]=size(KirisStrain2),mit=[5 5 5 5 5 5 5 5 5 5],mkj=1;yek=1;
for jk=1:fk1;
    if jk~=fk1;
   if KirisStrain2(jk,1)==KirisStrain2(jk+1,1);
         if KirisStrain2(jk,6)<=KirisStrain2(jk+1,6)
         KirisStrainn1(mkj,1)=KirisStrain2(jk,1),KirisStrainn1(mkj,3)=KirisStrain2(jk,7);
         kirisdegisim(yek)=KirisStrain2(jk,6);
         yek=1+yek;
         KirisStrainn1(mkj,2)=min(kirisdegisim);
         else
         KirisStrainn1(mkj,1)=KirisStrain2(jk+1,1),KirisStrainn1(mkj,3)=KirisStrain2(jk+1,7);
         kirisdegisim(yek)=KirisStrain2(jk+1,6);
         yek=1+yek;
         KirisStrainn1(mkj,2)=min(kirisdegisim);
         end;
     end;
         if KirisStrain2(jk)~=KirisStrain2(jk+1,1) && jk>1;
         KirisStrainn1(mkj,1)=KirisStrain2(jk,1),KirisStrainn1(mkj,2)=min(kirisdegisim);
         KirisStrainn1(mkj,3)=KirisStrain2(jk,7);
          mkj=mkj+1,kirisdegisim=mit,yek=1;
       end;
       if KirisStrain2(jk)~=KirisStrain2(jk+1,1) && jk==1;
```

```
        KirisStrainn1(mkj,1)=KirisStrain2(jk,1),KirisStrainn1(mkj,2)=KirisStrain2(jk,6);
        KirisStrainn1(mkj,3)=KirisStrain2(jk,7),mkj=mkj+1;
       end;
    end;
end;
[berk1, berk2]=size(KirisStrainn1),katsayisii=max(katyukseklik(:,1));
for mkk=1:katsayisii
   oran2(mkk)=0,oran1(mkk)=0;
for mb=1:berk1;
    if KirisStrainn1(mb,3)==mkk
    if KirisStrainn1(mb,2)<3
     oran2(mkk)=oran2(mkk)+1;

    end;
  oran1(mkk)=oran1(mkk)+1;
    end;
end;
end;
[kas,kas2]=size(KirisStrainn1);
 for kiris=1:kas;
    if KirisStrainn1(kas,2)<2;
     sinirlikirisileri=1;
    end;
end;
yuzdesinirli=(oran2./oran1)*100,KolonStrain2=KolonStrain;
[fk1o, fk2o]=size(KolonStrain2),mito=[5 5 5 5 5 5 5 5 5 5];
mkjo=1;yeko=1;
for jko=1:fk1o;
    if jko~=fk1o;
     if KolonStrain2(jko,1)==KolonStrain2(jko+1,1);
        if KolonStrain2(jko,8)<=KolonStrain2(jko+1,8)
        KolonStrainn1(mkjo,1)=KolonStrain2(jko,1);
        KolonStrainn1(mkjo,3)=KolonStrain2(jko,9);
        kolondegisim(yeko)=KolonStrain2(jko,8);
        yeko=1+yeko;
        KolonStrainn1(mkjo,2)=min(kolondegisim);
        else
        KolonStrainn1(mkjo,1)=KolonStrain2(jko+1,1);
        KolonStrainn1(mkjo,3)=KolonStrain2(jko+1,9);
        kolondegisim(yeko)=KolonStrain2(jko+1,8);
        yeko=1+yeko;
        KolonStrainn1(mkjo,2)=min(kolondegisim);
        end;
     end;
        if KolonStrain2(jko)~=KolonStrain2(jko+1,1) && jko>1;
        KolonStrainn1(mkjo,1)=KolonStrain2(jko,1);
        KolonStrainn1(mkjo,2)=min(kolondegisim);
        KolonStrainn1(mkjo,3)=KolonStrain2(jko,9);
```

```
        mkjo=mkjo+1,kolondegisim=mito,yeko=1;
      end;
      if KolonStrain2(jko)~=KolonStrain2(jko+1,1) && jko==1;
        KolonStrainn1(mkjo,1)=KolonStrain2(jko,1);
        KolonStrainn1(mkjo,2)=KolonStrain2(jko,8);
        KolonStrainn1(mkjo,3)=KolonStrain2(jko,9);
          mkjo=mkjo+1;
      end;
   end;
end;
[berk3,berk4]=size(KolonStrainn1),kolonsinirli=0;kolonsinirlisayi=0;
for mb2=1:berk3;
   if KolonStrainn1(mb2,2)<3 && KolonStrainn1(mb2,2)>1
   kolonsinirli=1,kolonsinirlisayi=kolonsinirlisayi+1;
   end;
end;
kolonsinirliileri=0;kolonsinirlisayiileri=0;
for mb2ara=1:berk3;
   if KolonStrainn1(mb2,2)==1
   kolonsinirliileri=1,kolonsinirlisayiileri=kolonsinirlisayiileri+1;
   end;
end;
PerdeStrain2=PerdeStrain,[fk1op, fk2op]=size(PerdeStrain2);
mitop=[5 5 5 5 5 5 5 5 5 5],mkjop=1;yekop=1;
for jkop=1:fk1op;
   if jkop~=fk1op;
    if PerdeStrain2(jkop,1)==PerdeStrain2(jkop+1,1);
       if PerdeStrain2(jkop,9)<=PerdeStrain2(jkop+1,9)
       PerdeStrainn1(mkjop,1)=PerdeStrain2(jkop,1);
       PerdeStrainn1(mkjop,3)=PerdeStrain2(jkop,10);
       perdedegisim(yekop)=PerdeStrain2(jkop,9);
       yekop=1+yekop,PerdeStrainn1(mkjop,2)=min(perdedegisim);
       else
       PerdeStrainn1(mkjop,1)=PerdeStrain2(jkop+1,1);
       PerdeStrainn1(mkjop,3)=PerdeStrain2(jkop+1,10);
       perdedegisim(yekop)=PerdeStrain2(jkop+1,9);
       yekop=1+yekop,PerdeStrainn1(mkjop,2)=min(perdedegisim);
       end;
end;
       if PerdeStrain2(jkop)~=PerdeStrain2(jkop+1,1) && jkop>1;
         PerdeStrainn1(mkjop,1)=PerdeStrain2(jkop,1);
       PerdeStrainn1(mkjop,2)=min(perdedegisim);
       PerdeStrainn1(mkjop,3)=PerdeStrain2(jkop,10);
        mkjop=mkjop+1,perdedegisim=mitop,yekop=1;
      end;
      if PerdeStrain2(jkop)~=PerdeStrain2(jkop+1,1) && jkop==1;
       PerdeStrainn1(mkjop,1)=PerdeStrain2(jkop,1);
       PerdeStrainn1(mkjop,2)=PerdeStrain2(jkop,9);
```

```
        PerdeStrainn1(mkjop,3)=PerdeStrain2(jkop,10);
          mkjop=mkjop+1;
       end;
    end;
end;
[berk5,berk6]=size(PerdeStrainn1),perdesinirlisayi=0;perdesinirli=1;
for mb3=1:berk5;
    if PerdeStrainn1(mb3,2)<3 && PerdeStrainn1(mb3,2)>1
       perdesinirli=1,perdesinirlisayi=perdesinirlisayi+1;
    end;
end;
perdesinirliileri=0;perdesinirlisayiileri=0;
for mb4=1:berk5;
    if PerdeStrainn1(mb4,2)==1
       perdesinirliileri=1,perdesinirlisayiileri=perdesinirlisayiileri+1;
    end;
end;
if max(yuzdesinirli)>20 || kolonsinirli==1 || perdesinirli==1 || perdesinirliileri==1 ||
kolonsinirliileri==1 || sinirlikirisileri==1;
    disp('1.kayda göre bina sinirli hasar perfromans seviyesinde degil')
    SinirliHasar1=1;
else
    disp('1.kayda göre bina sinirli hasar perfromans seviyesinde ')
    SinirliHasar1=0,KontrolluHasar1=5;

End;
[berkk1, berkk2]=size(KirisStrainn1),katsayisiikh=max(katyukseklik(:,1));
for mkkh=1:katsayisiikh
   oran2kh(mkkh)=0,oran1kh(mkkh)=0;
for mbkh=1:berkk1;
    if KirisStrainn1(mbkh,3)==mkkh
    if KirisStrainn1(mbkh,2)==1
     oran2kh(mkkh)=oran2kh(mkkh)+1;
    end;
    oran1kh(mkkh)=oran1kh(mkkh)+1;
    end;
end;
end;
[sahin, sahin2]=size(KirisStrainn1),gocenkiriskontrol=0;
for bey=1:sahin;
    if KirisStrainn1(bey,2)==0;
       gocenkiriskontrol=1;
    end;
end;
yuzdekontrollu=(oran2kh./oran1kh)*100,[mg3,mg4 ]=size(KolonStrainn1);
 [mg5,mg6 ]=size(kolonkesmeson);
for mer=1:mg3;
    for mer2=1:mg5;
```

```
      if KolonStrainn1(mer,1)==kolonkesmeson(mer2,1);
         KolonStrainn1(mer,4)=kolonkesmeson(mer2,2);
      end;
   end;
end;
[mg7,mg8 ]=size(PerdeStrainn1),[mg9,mg10 ]=size(perdeyenikoordinat);
for mer3=1:mg7;
   for mer4=1:mg9;
      if PerdeStrainn1(mer3,1)==perdeyenikoordinat(mer4,1);
         PerdeStrainn1(mer3,4)=perdeyenikoordinat(mer4,2);
      end;
   end;
end;
[mg11,mg12 ]=size(PerdeStrainn1),[mg13,mg14 ]=size(perdekesmeson);
for mer5=1:mg11;
   for mer6=1:mg13;
      if PerdeStrainn1(mer5,4)==perdekesmeson(mer6,1) &&
PerdeStrainn1(mer5,3)==perdekesmeson(mer6,2);
         PerdeStrainn1(mer5,5)=perdekesmeson(mer6,3);
      end;
   end;
end;
 [duz1,duz2]=size(PerdeStrainn1),bolumper=0;
for qw1=1:duz1;
   for qw2=1:duz1;
   if PerdeStrainn1(qw1,4)== PerdeStrainn1(qw2,4) && PerdeStrainn1(qw1,3)==
PerdeStrainn1(qw2,3),bolumper=bolumper+1;
   end;
   if qw2==duz1;
     PerdeStrainn1(qw1,5)=PerdeStrainn1(qw1,5)/bolumper;
     bolumper=0;
   end;
   end;
end;
[sahin5,sahin6]=size(KolonStrainn1);
kolonkesmeileri=0; mef=1; mefkat=max(katyukseklik(:,1));
for mef2=1:mefkat-1
   if mef2==mef;
      for sahinbey=1:sahin5;
          if KolonStrainn1(sahinbey,2)<=1 && KolonStrainn1(sahinbey,3)==mef2;
          toplamkolon=abs(KolonStrainn1(sahinbey,4));
           kolonkesmeileri(mef)=abs(toplamkolon+kolonkesmeileri(mef));
          end;
      end;
   end;
   mef=mef+1;
   if mef<=mefkat-1
      kolonkesmeileri(mef)=0;
```

```
   end;
end;
enustkolonkesmeileri=0;
for sahinbey2=1:sahin5
   if KolonStrainn1(sahinbey2,3)==mefkat && KolonStrainn1(sahinbey2,2)<=1;;
      enustkolontop=abs(KolonStrainn1(sahinbey,4));
      enustkolonkesmeileri=enustkolontop+abs(enustkolonkesmeileri);
   end;
end;
kolonkesmeileri(mefkat)=enustkolonkesmeileri;
genelkolonkesmeileri=0;
kolonkesmeileritoplam=0; meftop=1; mefkattop=max(katyukseklik(:,1));
for mef2top=1:mefkattop
   if mef2top==meftop;
      for sahinbey3=1:sahin5;
           if KolonStrainn1(sahinbey3,3)==meftop;
         geneltoplamkolon=abs(KolonStrainn1(sahinbey3,4));

genelkolonkesmeileri(meftop)=geneltoplamkolon+abs(genelkolonkesmeileri(meftop));
         end;
      end;
   end;
   meftop=meftop+1;
   if meftop<=mefkattop;
   genelkolonkesmeileri(meftop)=0;
   end;
end;
 [sahin5p,sahin6p]=size(PerdeStrainn1);
perdekesmeileri=0; mefp=1; mefkatp=max(katyukseklik(:,1));
for mef2p=1:mefkatp-1
   if mef2p==mefp;
      for sahinbeyp=1:sahin5p;
         if PerdeStrainn1(sahinbeyp,2)<=1 && PerdeStrainn1(sahinbeyp,3)==mef2p;
         toplamperde=abs(PerdeStrainn1(sahinbeyp,5));
          perdekesmeileri(mefp)=toplamperde+abs(perdekesmeileri(mefp));
         end;
      end;
   end;
   mefp=mefp+1;
   if mefp<=mefkatp-1
      perdekesmeileri(mefp)=0;
   end;
end;
enustperdekesmeileri=0;
for sahinbey2p=1:sahin5p
   if PerdeStrainn1(sahinbey2p,3)==mefkatp && PerdeStrainn1(sahinbey2p,2)<=1;
      enustperdetop=abs(PerdeStrainn1(sahinbey,5));
      enustperdekesmeileri=enustperdetop+abs(enustperdekesmeileri);
```

```
   end;
end;
perdekesmeileri(mefkatp)=enustperdekesmeileri;
genelperdekesmeileri=0;
perdekesmeileritoplam=0; meftopp=1; mefkattopp=max(katyukseklik(:,1));
for mef2topp=1:mefkattopp
   if mef2topp==meftopp;
      for sahinbey3p=1:sahin5p;
         if PerdeStrainn1(sahinbey3p,3)==meftopp;
          geneltoplamperde=abs(PerdeStrainn1(sahinbey3p,5));
genelperdekesmeileri(meftopp)=geneltoplamperde+abs(genelperdekesmeileri(meftopp));
         end;
      end;
   end;
   meftopp=meftopp+1;
   if meftopp<=mefkattopp;
   genelperdekesmeileri(meftopp)=0;
   end;
end;
toplamkesme=genelkolonkesmeileri+genelperdekesmeileri;
toplamkesmeileri=kolonkesmeileri+perdekesmeileri;
ortalamakesme=(toplamkesmeileri./toplamkesme)*100;
kesmeoran=max(ortalamakesme(1,1:mefkat-1));
kesmeoranust=ortalamakesme(mefkat);
[tur,tur2]=size(KolonStrainn1),[tur3,tur4]=size(kolonkirisyukseklik);
for turk=1:tur;
    for turk2=1:tur3;
       if KolonStrainn1(turk,1)==kolonkirisyukseklik(turk2,1);
          KolonStrainn1(turk,5)=kolonkirisyukseklik(turk2,3);
          KolonStrainn1(turk,6)=kolonkirisyukseklik(turk2,4);
       end;
    end;
 end;
 [tur5,tur6]=size(KolonStrainn1);
 for turk3=1:tur5;
    for turk4=1:tur5;
    if KolonStrainn1(turk3,6)==KolonStrainn1(turk4,5) %ust bulur
       KolonStrainn1yeni(turk3,1)=KolonStrainn1(turk3,1);
       KolonStrainn1yeni(turk3,2)=KolonStrainn1(turk4,1);
    end;
    if KolonStrainn1(turk3,5)==KolonStrainn1(turk4,6) %alt bulur
        KolonStrainn1yeni(turk3,1)=KolonStrainn1(turk3,1);
       KolonStrainn1yeni(turk3,3)=KolonStrainn1(turk4,1);
    end;
    end;
 end;
 [tur10,tur11]=size(KolonStrainn1yeni),turkk=1;
 for turk5=1:tur10;
```

```
    if KolonStrainn1yeni(turk5,2)~=0 && KolonStrainn1yeni(turk5,3)~=0;
       KolonStrainn1son(turkk,1)=KolonStrainn1yeni(turk5,1);
       KolonStrainn1son(turkk,2)=KolonStrainn1yeni(turk5,2);
       KolonStrainn1son(turkk,3)=KolonStrainn1yeni(turk5,3);
 turkk=turkk+1;
    end;
 end;
 [tur12,tur13]=size(KolonStrainn1son),[tur14,tur15]=size(KolonStrainn1);
for turk6=1:tur12; %kat isimleri yazimi
    for turk7=1:tur14;
       if KolonStrainn1son(turk6,1)==KolonStrainn1(turk7,1);
          KolonStrainn1son(turk6,4)=KolonStrainn1(turk7,3);
       end;
    end;
 end;
 [tur16,tur17]=size(KolonStrainn1son),[tur18,tur19]=size(KolonStrainn1);
for turk8=1:tur12; %eleman hasar bölgeleri yazimi
    for turk9=1:tur14;
       if KolonStrainn1son(turk8,2)==KolonStrainn1(turk9,1);
          KolonStrainn1son(turk8,5)=KolonStrainn1(turk9,2);

       end;
        if KolonStrainn1son(turk8,3)==KolonStrainn1(turk9,1);
          KolonStrainn1son(turk8,6)=KolonStrainn1(turk9,2);
        end;
    end;
 end;
 [tur20,tur21]=size(KolonStrainn1son);
 [tur22,tur23]=size(KolonStrainn1);eagle=0;birlestirme=0;
 for turk10=1:tur20;
    if KolonStrainn1son(turk10,5)<=1 && KolonStrainn1son(turk10,6)<=1;
       eagle=eagle+1,Sayfa318kesme(eagle)=0;
    for turk11=1:tur22;
       if KolonStrainn1son(turk10,1)==KolonStrainn1(turk11,1);
          birlestirme=1,maddec=KolonStrainn1(turk11,4);
          Sayfa318kesme(eagle)=maddec+Sayfa318kesme(eagle);
       end;
    end;
    end;
 end;
 [glock,glock2]=size(PerdeStrainn1),[glock3,glock4]=size(perdealtust);
for kara=1:glock;
    for kara2=1:glock3;
       if PerdeStrainn1(kara,1)==perdealtust(kara2,1);
          PerdeStrainn1(kara,6)=perdealtust(kara2,2);
          PerdeStrainn1(kara,7)=perdealtust(kara2,3);
       end;
    end;
```

```
 end;
[glock5,glock6]=size(PerdeStrainn1);
for kara3=1:glock5;
    for kara4=1:glock5;
       if                PerdeStrainn1(kara3,6)==PerdeStrainn1(kara4,7)                &&
PerdeStrainn1(kara3,4)==PerdeStrainn1(kara4,4); %alt eleman
          PerdeStrainn1(kara3,8)=PerdeStrainn1(kara4,1);
       end;
       if                                    PerdeStrainn1(kara3,7)==PerdeStrainn1(kara4,6)&&
PerdeStrainn1(kara3,4)==PerdeStrainn1(kara4,4); %ust eleman
          PerdeStrainn1(kara3,9)=PerdeStrainn1(kara4,1);
       end;
    end;
 end;
 [glock7,glock8]=size(PerdeStrainn1);perdekat=max(katyukseklik(:,1));
 ang=1;PerdeStrainn1son(perdekat,perdekat)=0;
 for kara5=1:glock7;
    for kara6=1:glock7;
      if PerdeStrainn1(kara5,8)>0 && PerdeStrainn1(kara5,9)>0;
        if PerdeStrainn1(kara5,8)==PerdeStrainn1(kara6,1) && PerdeStrainn1(kara6,2)<=1;
           for karra=1:glock7;
          if PerdeStrainn1(kara5,9)==PerdeStrainn1(karra,1) && PerdeStrainn1(karra,2)<=1;
             PerdeStrainn1son(ang,1)=PerdeStrainn1(kara5,1);
             PerdeStrainn1son(ang,2)=PerdeStrainn1(kara5,3);
             PerdeStrainn1son(ang,3)=PerdeStrainn1(kara5,5),ang=ang+1;
          end;
           end;
        end;
      end;
    end;
 end;
[mvc,mvc2]=size(PerdeStrainn1son),artis=1,birlestirme2=0;
 for kara8=1:perdekat;
    Sayfa318kesmeper(artis)=0;
 for kara7=1:mvc;
    if PerdeStrainn1son(kara7,2)==artis;
      pertoplam=PerdeStrainn1son(kara7,3);
      Sayfa318kesmeper(artis)=pertoplam+Sayfa318kesmeper(artis),birlestirme2=1;
    end;
 end;
    artis=artis+1;
end;
if birlestirme==1 && birlestirme2==1;
    Sayfa318kesmeler=Sayfa318kesme+Sayfa318kesmeper;
    madde15c8=max(Sayfa318kesmeler./toplamkesme)*100;
 end;
 if birlestirme==1 && birlestirme2~=1;
  madde15c8=max(Sayfa318kesme./toplamkesme)*100;
```

```
 end;
  if birlestirme2==1 && birlestirme~=1;
     madde15c8=max(Sayfa318kesmeper./toplamkesme)*100;
 end;
if birlestirme2~=1 && birlestirme~=1;
     madde15c8=0;
 end;
%kolon ve perde icin gocme bolgesinde eleman saptama islemi performans icin
[brc1,brc2]=size(KolonStrainn1),kolongocmebol=0;
for maf=1:brc1;
 if KolonStrainn1(maf,2)==0
    kolongocmebol=1;
 end;
end;
 [brc3,brc4]=size(PerdeStrainn1),perdegocmebol=0;
for ser=1:brc3;
 if PerdeStrainn1(ser,2)==0
    perdegocmebol=1;
 end;
end;
if SinirliHasar1==1;
if max(yuzdekontrollu)>35 || kesmeoran>20 || kesmeoranust>40 || madde15c8>30 ||
kolongocmebol==1 || perdegocmebol==1 ;
    KontrolluHasar1=1;
    disp('1.kayda göre bina kontrollu hasar perfromans seviyesinde degil')
else
    disp('1.kayda göre bina kontrollu hasar performans seviyesinde ')
    KontrolluHasar1=0,Gocmeoncesi=5;
end;
 end;
[berkk1go, berkk2go]=size(KirisStrainn1),katsayisiigo=max(katyukseklik(:,1));
for mkkgo=1:katsayisiigo
   oran2go(mkkgo)=0,oran1go(mkkgo)=0;
for mbgo=1:berkk1go;
    if KirisStrainn1(mbgo,3)==mkkgo
    if KirisStrainn1(mbgo,2)==0
     oran2go(mkkgo)=oran2go(mkkgo)+1;
    end;
    oran1go(mkkgo)=oran1go(mkkgo)+1;
    end;
end;
end;
 [sahingo, sahingo2]=size(KirisStrainn1);
yuzdegocme=(oran2go./oran1go)*100;
if KontrolluHasar1==1;
if max(yuzdegocme)>35 || madde15c8>30
    disp('1.kayda göre bina gocme oncesi perfromans seviyesinde degil, bina göcmenin
ilerisinde')
```

```
   Gocmeoncesi=1;
else
   disp('1.kayda göre bina gocme oncesi performans seviyesinde ')
   Gocmeoncesi=0;
end;
 end;

[tell,tell2]=size(KolonStrainn1),kar=1,kolonguc=0;
 for kara20=1:tell
 if KolonStrainn1(kara20,2)==0;
    KolonGuclendirme(kar,1)=KolonStrainn1(kara20,1);
    KolonGuclendirme(kar,2)=KolonStrainn1(kara20,3);
    kar=kar+1,kolonguc=1;
 end;
end;

[tell3,tell4]=size(PerdeStrainn1),kart=1,perdeguc=0;
 for kara21=1:tell3
 if PerdeStrainn1(kara21,2)==0;
   PerdeGuclendirme(kart,1)=PerdeStrainn1(kara21,1);
    PerdeGuclendirme(kart,2)=PerdeStrainn1(kara21,3);
    kart=kart+1,perdeguc=1;
 end;
 end;

[tell5,tell6]=size(KirisStrainn1),kor=1,kirisguc=0;
 for kara22=1:tell5
 if KirisStrainn1(kara22,2)==0;
    KirisGuclendirme(kor,1)=KirisStrainn1(kara22,1);
    KirisGuclendirme(kor,2)=KirisStrainn1(kara22,3);
    kor=kor+1,kirisguc=1;
 end;
 end;

if SinirliHasar1==0 || KontrolluHasar1==0 || Gocmeoncesi==0 || Gocmeoncesi==1 ;
   if kolonguc==1;
      disp('KolonGuclendirme dosyasina bak')
   end;
   if kirisguc==1;
      disp('Kiris Guclendirme dosyasina bak')
   end;
   if perdeguc==1;
      disp('Perde Guclendirme dosyasina bak')
   end;
 end;

  kar2=1;kolonguc2=0;
 for kara202=1:tell
```

```
 if KolonStrainn1(kara202,2)==1;
    KolonGuclendirme2(kar2,1)=KolonStrainn1(kara202,1);
    KolonGuclendirme2(kar,2)=KolonStrainn1(kara202,3);
    kar2=kar2+1;
    kolonguc2=1;
 end;
 end;

[tell32,tell42]=size(PerdeStrainn1);
 kart2=1;perdeguc2=0;
 for kara212=1:tell32
 if PerdeStrainn1(kara212,2)==1;
   PerdeGuclendirme2(kart2,1)=PerdeStrainn1(kara212,1);
    PerdeGuclendirme2(kart2,2)=PerdeStrainn1(kara212,3);
    kart2=kart2+1;
    perdeguc2=1;
 end;
 end;
if kesmeoran>20 || kesmeoranust>40 || madde15c8>30 || Gocmeoncesi==0 ;
   if kolonguc2==1;
      disp('KolonGuclendirme 2 dosyasina bak')
   end;


   if perdeguc2==1;
      disp('Perde Guclendirme 2 dosyasina bak')
   end;
 end;
```

EK.2. MEVCUT DURUMDA ELEMANLARIN YERDEĞİŞTİRME SINIRLARI

Ek 2.1. Göçmenin Önlenmesi Performans Düzeyi İçin Kolonların Yerdeğiştirme Sınırları

Eleman No	Kesit Boyutu (cm)	Beton Sınırı	Donatı Sınırı
30	60x30	0.011464	0.048
33	60x35	0.012047	0.048
34	50x30	0.012028	0.048
38	40x60	0.012438	0.048
40	40x60	0.012438	0.048
41	60x70	0.012610	0.048

42	60x30	0.011464	0.048
43	60x30	0.011464	0.048
44	70x40	0.011880	0.048
45	70x40	0.011880	0.048
46	30x50	0.012202	0.048
47	45x60	0.012720	0.048
48	40x65	0.012148	0.048
77	50x30	0.012202	0.048
83	30x50	0.012202	0.048
93	60x30	0.012607	0.048
94	60x35	0.013274	0.048
95	50x30	0.013253	0.048
96	40x60	0.013721	0.048
97	40x60	0.013721	0.048
98	40x60	0.013721	0.048
99	60x30	0.012607	0.048
100	60x30	0.012607	0.048
101	70x40	0.013808	0.048
102	70x40	0.013808	0.048
103	30x50	0.013389	0.048
104	45x60	0.014404	0.048
105	40x65	0.013389	0.048
119	50x30	0.013253	0.048
122	30x50	0.013253	0.048
162	60x60	0.013231	0.048
163	60x40	0.012438	0.048
168	60x40	0.013721	0.048
169	60x40	0.013721	0.048
179	60x30	0.012607	0.048

180	60x35	0.013274	0.048
181	50x30	0.013253	0.048
182	35x60	0.013274	0.048
183	35x60	0.013274	0.048
184	35x60	0.013274	0.048
185	60x30	0.012607	0.048
186	60x30	0.012607	0.048
187	70x40	0.013083	0.048
188	70x40	0.013083	0.048
189	30x50	0.013253	0.048
190	30x50	0.013965	0.048
191	35x55	0.013615	0.048
197	50x30	0.013253	0.048
233	60x35	0.013274	0.048
234	60x35	0.013274	0.048
287	60x30	0.012336	0.048
288	60x35	0.012982	0.048
289	50x30	0.012961	0.048
290	35x60	0.012982	0.048
291	35x60	0.012982	0.048
292	35x60	0.012982	0.048
293	60x30	0.012336	0.048
294	60x30	0.012336	0.048
295	70x40	0.012797	0.048
296	70x40	0.012797	0.048
297	30x50	0.012961	0.048
298	30x40	0.013653	0.048
299	35x55	0.013313	0.048
305	50x30	0.012961	0.048

341	60x35	0.012982	0.048
342	60x35	0.012982	0.048
359	60x30	0.012607	0.048
360	60x35	0.013274	0.048
361	50x30	0.013253	0.048
362	35x60	0.013274	0.048
363	35x60	0.013274	0.048
364	35x60	0.013274	0.048
365	60x30	0.012607	0.048
366	60x30	0.012607	0.048
367	60x30	0.012607	0.048
368	60x30	0.012607	0.048
369	30x50	0.013253	0.048
370	30x40	0.013965	0.048
377	50x30	0.013253	0.048
413	60x35	0.013274	0.048
414	60x35	0.013274	0.048
431	60x30	0.010007	0.048
432	60x40	0.013274	0.048
433	50x30	0.013253	0.048
434	35x60	0.013274	0.048
435	35x60	0.013274	0.048
436	35x60	0.013274	0.048
437	60x30	0.012607	0.048
438	60x30	0.012607	0.048
440	60x30	0.012607	0.048
441	30x50	0.013253	0.048
442	30x40	0.013965	0.048
443	30x55	0.012918	0.048

449	50x30	0.013253	0.048
485	60x35	0.013274	0.048
486	60x35	0.013274	0.048
505	50x30	0.012028	0.048
506	60x30	0.011464	0.048
507	60x30	0.011464	0.048
508	30x50	0.012028	0.048
509	30x40	0.012652	0.048
516	50x30	0.012028	0.048
659	35x45	0.013010	0.048
663	35x45	0.014375	0.048
666	35x45	0.014375	0.048
669	35x45	0.014050	0.048
672	35x45	0.014375	0.048
675	35x45	0.014375	0.048
678	35x45	0.014375	0.048
796	30x55	0.012918	0.048

Ek 2.2. Göçmenin Önlenmesi Performans Düzeyi İçin Perdelerin Yerdeğiştirme Sınırları

Wall ID	Kesit Boyutu (cm)	Kat	Beton Sınırı	Donatı Sınırı
101	20x190	Bodrum	0.007752	0.048
101	20x190	Zemin	0.008363	0.048
101	20x190	1.Normal	0.008363	0.048
101	20x190	2.Normal	0.008363	0.048
101	20x190	3.Normal	0.008363	0.048
101	20x190	4.Normal	0.008363	0.048
101	20x190	Çatı	0.007752	0.048
102	150x20	Bodrum	0.008219	0.048
102	150x20	Zemin	0.008896	0.048

102	150x20	1.Normal	0.008896	0.048
102	150x20	2.Normal	0.008896	0.048
102	150x20	3.Normal	0.008896	0.048
102	150x20	4.Normal	0.008896	0.048
102	150x20	Çatı	0.008219	0.048
103	20x190	Bodrum	0.007752	0.048
103	20x190	Zemin	0.008363	0.048
103	20x190	1.Normal	0.008363	0.048
103	20x190	2.Normal	0.008363	0.048
103	20x190	3.Normal	0.008363	0.048
103	20x190	4.Normal	0.008363	0.048
103	20x190	Çatı	0.007752	0.048
201	500x20	Bodrum	0.006166	0.048
202	315x20	Bodrum	0.006840	0.048
203	335x20	Bodrum	0.006741	0.048
204	400x20	Bodrum	0.006474	0.048
205	587x20	Bodrum	0.005964	0.048
206	20x535	Bodrum	0.006079	0.048
207	20x587	Bodrum	0.005964	0.048
208	20x400	Bodrum	0.006474	0.048
209	20x195	Bodrum	0.007701	0.048
210	20x115	Bodrum	0.008857	0.048
211	150x20	Bodrum	0.008219	0.048
212	500x20	Bodrum	0.006172	0.048
213	500x20	Bodrum	0.006166	0.048
214	20x310	Bodrum	0.006865	0.048
215	20x320	Bodrum	0.006809	0.048
216	20x450	Bodrum	0.006308	0.048

Ek 2.3. Göçmenin Önlenmesi Performans Düzeyi İçin Kirişlerin Yerdeğiştirme Sınırları

Eleman No	Kesit Boyutu (cm)	Beton Sınırı	Donatı Sınırı
69	20x60	0.007228	0.048
70	20x60	0.007228	0.048
71	20x60	0.008161	0.048
72	20x60	0.008161	0.048
73	20x60	0.007970	0.048
74	20x60	0.006988	0.048
76	20x60	0.008161	0.048
80	20x60	0.007228	0.048
86	20x60	0.007228	0.048
87	20x60	0.007970	0.048
89	20x60	0.007970	0.048
130	20x60	0.006988	0.048
134	60x30	0.012252	0.048
135	60x30	0.012252	0.048
136	60x30	0.013993	0.048
137	60x30	0.014440	0.048
138	60x30	0.012252	0.048
141	60x30	0.013285	0.048
142	60x30	0.011687	0.048
143	60x30	0.010064	0.048
144	60x30	0.014440	0.048
146	60x30	0.012252	0.048
147	60x30	0.010757	0.048
148	60x30	0.012252	0.048
149	60x30	0.010064	0.048
151	60x30	0.012521	0.048
157	60x30	0.010064	0.048

160	20x60	0.006592	0.048
161	60x30	0.011687	0.048
167	30x50	0.014712	0.048
170	60x30	0.015283	0.048
171	60x30	0.012521	0.048
174	60x30	0.010757	0.048
175	60x30	0.010064	0.048
198	40x30	0.013980	0.048
201	20x60	0.006988	0.048
202	20x60	0.006296	0.048
203	20x60	0.005783	0.048
204	20x60	0.006136	0.048
205	60x30	0.012252	0.048
206	60x30	0.012252	0.048
207	60x30	0.013993	0.048
208	60x30	0.014440	0.048
209	60x30	0.016069	0.048
212	60x30	0.013285	0.048
213	60x30	0.011687	0.048
214	60x30	0.010064	0.048
215	60x30	0.014440	0.048
216	60x30	0.013993	0.048
217	60x30	0.012252	0.048
218	60x30	0.010757	0.048
219	60x30	0.012252	0.048
220	60x30	0.010064	0.048
222	60x30	0.012521	0.048
225	20x60	0.007228	0.048
228	60x30	0.010064	0.048

229	20x60	0.006448	0.048
231	20x60	0.006592	0.048
232	60x30	0.011687	0.048
235	60x30	0.015283	0.048
236	60x30	0.012521	0.048
237	20x60	0.007110	0.048
239	60x30	0.010757	0.048
240	60x30	0.010064	0.048
243	20x60	0.007110	0.048
274	20x60	0.006296	0.048
275	20x60	0.007228	0.048
278	20x60	0.006448	0.048
306	40x30	0.013980	0.048
309	20x60	0.006988	0.048
310	20x60	0.006296	0.048
311	20x60	0.005783	0.048
312	20x60	0.006136	0.048
313	60x30	0.012252	0.048
314	60x30	0.012252	0.048
315	60x30	0.013993	0.048
316	60x30	0.014440	0.048
317	60x30	0.016069	0.048
320	60x30	0.013285	0.048
321	60x30	0.011687	0.048
322	60x30	0.010064	0.048
323	60x30	0.014440	0.048
324	60x30	0.013993	0.048
325	60x30	0.012252	0.048
326	60x30	0.010757	0.048

327	60x30	0.012252	0.048
328	60x30	0.010064	0.048
330	60x30	0.012521	0.048
333	20x60	0.007228	0.048
336	60x30	0.010064	0.048
337	20x60	0.006448	0.048
339	20x60	0.006592	0.048
340	60x30	0.011687	0.048
343	60x30	0.015283	0.048
344	60x30	0.012521	0.048
345	20x60	0.007110	0.048
347	60x30	0.010757	0.048
348	60x30	0.010064	0.048
351	20x60	0.007110	0.048
378	40x30	0.013980	0.048
381	20x60	0.006988	0.048
382	20x60	0.006296	0.048
383	20x60	0.005783	0.048
384	20x60	0.006136	0.048
385	60x30	0.012252	0.048
386	60x30	0.012252	0.048
387	60x30	0.013993	0.048
388	60x30	0.014440	0.048
389	60x30	0.016069	0.048
392	60x30	0.013285	0.048
393	60x30	0.011687	0.048
394	60x30	0.010064	0.048
395	60x30	0.014440	0.048
396	60x30	0.013993	0.048

397	60x30	0.012252	0.048
398	60x30	0.010757	0.048
399	60x30	0.012252	0.048
400	60x30	0.010064	0.048
402	60x30	0.012521	0.048
405	20x60	0.007228	0.048
408	60x30	0.010064	0.048
409	20x60	0.006448	0.048
411	20x60	0.006592	0.048
412	60x30	0.011687	0.048
415	60x30	0.015283	0.048
416	60x30	0.012521	0.048
417	20x60	0.007110	0.048
419	60x30	0.010757	0.048
420	60x30	0.010064	0.048
423	20x60	0.007110	0.048
450	40x30	0.013980	0.048
453	20x60	0.006988	0.048
454	20x60	0.006296	0.048
455	20x60	0.005783	0.048
456	20x60	0.006136	0.048
457	60x30	0.012252	0.048
458	60x30	0.012252	0.048
459	60x30	0.013993	0.048
460	60x30	0.014440	0.048
461	60x30	0.016069	0.048
464	60x30	0.013285	0.048
465	60x30	0.011687	0.048
466	60x30	0.010064	0.048

467	60x30	0.014440	0.048
468	60x30	0.013993	0.048
469	60x30	0.012252	0.048
470	60x30	0.010757	0.048
471	60x30	0.012252	0.048
472	60x30	0.010064	0.048
474	60x30	0.012521	0.048
477	20x60	0.007228	0.048
480	60x30	0.010064	0.048
481	20c60	0.006448	0.048
483	20x60	0.006592	0.048
484	60x30	0.011687	0.048
487	60x30	0.015283	0.048
488	60x30	0.012521	0.048
489	20x60	0.007110	0.048
491	60x30	0.010757	0.048
492	60x30	0.010064	0.048
495	20x60	0.007110	0.048
518	20x60	0.006296	0.048
519	20x60	0.007228	0.048
520	20x60	0.007228	0.048
521	20x60	0.006296	0.048
522	20x60	0.008855	0.048
523	20x60	0.006296	0.048
524	20x60	0.006296	0.048
526	20x60	0.005783	0.048
527	20x60	0.006136	0.048
528	20x60	0.007228	0.048
529	20x60	0.006448	0.048

531	20x60	0.007228	0.048
533	20x60	0.006296	0.048
608	20x60	0.006296	0.048
653	20x60	0.006136	0.048
655	40x30	0.013980	0.048
686	20x40	0.007448	0.048
687	20x60	0.005966	0.048
688	20x60	0.005966	0.048
706	20x60	0.007669	0.048
707	20x40	0.007448	0.048
708	60x30	0.009289	0.048
709	60x30	0.012521	0.048
710	60x30	0.009289	0.048
711	20x40	0.007448	0.048
712	20x60	0.007669	0.048
713	20x60	0.007669	0.048
714	60x30	0.009289	0.048
716	20x60	0.007669	0.048
717	20x40	0.007448	0.048
718	60x30	0.009289	0.048
719	60x30	0.009289	0.048
720	20x40	0.007448	0.048
721	20x60	0.007669	0.048
722	20x40	0.007448	0.048
723	20x60	0.005966	0.048
781	20x60	0.007110	0.048
782	20x60	0.007110	0.048

Ek 2.4. Kontrollü Hasar Performans Düzeyi İçin Kolonların Yerdeğiştirme Sınırları

Eleman No	Kesit Boyutu (cm)	Beton Sınırı	Donatı Sınırı
30	60x30	0.008598	0.036
33	60x35	0.009035	0.036
34	50x30	0.009021	0.036
38	40x60	0.009329	0.036
40	40x60	0.009329	0.036
41	60x70	0.009458	0.036
42	60x30	0.008598	0.036
43	60x30	0.008598	0.036
44	70x40	0.000891	0.036
45	70x40	0.000891	0.036
46	30x50	0.009021	0.036
47	45x60	0.009540	0.036
48	40x65	0.009111	0.036
77	50x30	0.009021	0.036
83	30x50	0.009021	0.036
93	60x30	0.009456	0.036
94	60x35	0.009956	0.036
95	50x30	0.009939	0.036
96	40x60	0.010291	0.036
97	40x60	0.010291	0.036
98	40x60	0.010291	0.036
99	60x30	0.009456	0.036
100	60x30	0.009456	0.036
101	70x40	0.009812	0.036
102	70x40	0.009812	0.036
103	30x50	0.009939	0.036
104	45x60	0.010532	0.036

105	40x65	0.010042	0.036
119	50x30	0.009939	0.036
122	30x50	0.009939	0.036
162	60x60	0.009923	0.036
163	60x40	0.009329	0.036
168	60x40	0.010291	0.036
169	60x40	0.010291	0.036
179	60x30	0.009456	0.036
180	60x35	0.009956	0.036
181	50x30	0.009939	0.036
182	35x60	0.009956	0.036
183	35x60	0.009956	0.036
184	35x60	0.009956	0.036
185	60x30	0.009456	0.036
186	60x30	0.009456	0.036
187	70x40	0.009812	0.036
188	70x40	0.009812	0.036
189	30x50	0.009939	0.036
190	30x50	0.010474	0.036
191	35x55	0.010211	0.036
197	50x30	0.009939	0.036
233	60x35	0.009956	0.036
234	60x35	0.009956	0.036
287	60x30	0.009252	0.036
288	60x35	0.009737	0.036
289	50x30	0.009721	0.036
290	35x60	0.009737	0.036
291	35x60	0.009737	0.036
292	35x60	0.009737	0.036

293	60x30	0.009252	0.036
294	60x30	0.009252	0.036
295	70x40	0.009598	0.036
296	70x40	0.009598	0.036
297	30x50	0.009721	0.036
298	30x40	0.010240	0.036
299	35x55	0.009985	0.036
305	50x30	0.009721	0.036
341	60x35	0.009737	0.036
342	60x35	0.011462	0.036
359	60x30	0.009456	0.036
360	60x35	0.009956	0.036
361	50x30	0.009939	0.036
362	35x60	0.009956	0.036
363	35x60	0.009956	0.036
364	35x60	0.009956	0.036
365	60x30	0.009456	0.036
366	60x30	0.009456	0.036
367	60x30	0.009456	0.036
368	60x30	0.009456	0.036
369	30x50	0.009939	0.036
370	30x40	0.010474	0.036
377	50x30	0.009939	0.036
413	60x35	0.009956	0.036
414	60x35	0.009956	0.036
431	60x30	0.009456	0.036
432	60x40	0.009956	0.036
433	50x30	0.009939	0.036
434	35x60	0.009956	0.036

435	35x60	0.009956	0.036
436	35x60	0.009956	0.036
437	60x30	0.009456	0.036
438	60x30	0.009456	0.036
440	60x30	0.009456	0.036
441	30x50	0.009939	0.036
442	30x40	0.010474	0.036
443	30x55	0.009689	0.036
449	50x30	0.009939	0.036
485	60x35	0.009956	0.036
486	60x35	0.009956	0.036
505	50x30	0.009021	0.036
506	60x30	0.008598	0.036
507	60x30	0.008598	0.036
508	30x50	0.009021	0.036
509	30x40	0.009489	0.036
516	50x30	0.009021	0.036
659	35x45	0.009757	0.036
663	35x45	0.010781	0.036
666	35x45	0.010781	0.036
669	35x45	0.010538	0.036
672	35x45	0.010781	0.036
675	35x45	0.010781	0.036
678	35x45	0.009757	0.036
796	30x55	0.009689	0.036

Ek 2.5. Kontrollü Hasar Performans Düzeyi İçin Perdelerin Yerdeğiştirme Sınırları

Wall ID	Kesit Boyutu (cm)	Kat	Beton Sınırı	Donatı Sınırı
101	20x190	Bodrum	0.005814	0.036

101	20x190	Zemin	0.006272	0.036
101	20x190	1.Normal	0.006272	0.036
101	20x190	2.Normal	0.006272	0.036
101	20x190	3.Normal	0.006272	0.036
101	20x190	4.Normal	0.006272	0.036
101	20x190	Çatı	0.005814	0.036
102	150x20	Bodrum	0.006164	0.036
102	150x20	Zemin	0.006672	0.036
102	150x20	1.Normal	0.006672	0.036
102	150x20	2.Normal	0.006672	0.036
102	150x20	3.Normal	0.006672	0.036
102	150x20	4.Normal	0.006672	0.036
102	150x20	Çatı	0.006164	0.036
103	20x190	Bodrum	0.005814	0.036
103	20x190	Zemin	0.006272	0.036
103	20x190	1.Normal	0.006272	0.036
103	20x190	2.Normal	0.006272	0.036
103	20x190	3.Normal	0.006272	0.036
103	20x190	4.Normal	0.006272	0.036
103	20x190	Çatı	0.005814	0.036
201	500x20	Bodrum	0.004624	0.036
202	315x20	Bodrum	0.005130	0.036
203	335x20	Bodrum	0.005055	0.036
204	400x20	Bodrum	0.004855	0.036
205	587x20	Bodrum	0.004473	0.036
206	20x535	Bodrum	0.004559	0.036
207	20x587	Bodrum	0.004473	0.036
208	20x400	Bodrum	0.004855	0.036
209	20x195	Bodrum	0.005775	0.036

210	20x115	Bodrum	0.006642	0.036
211	150x20	Bodrum	0.006164	0.036
212	500x20	Bodrum	0.004629	0.036
213	500x20	Bodrum	0.004624	0.036
214	20x310	Bodrum	0.005148	0.036
215	20x320	Bodrum	0.005106	0.036
216	20x450	Bodrum	0.004731	0.036

Ek 2.6. Kontrollü Hasar Performans Düzeyi İçin Kirişlerin Yerdeğiştirme Sınırları

Eleman No	Kesit Boyutu (cm)	Beton Sınırı	Donatı Sınırı
69	20x60	0.005421	0.036
70	20x60	0.005421	0.036
71	20x60	0.006120	0.036
72	20x60	0.006120	0.036
73	20x60	0.005978	0.036
74	20x60	0.005241	0.036
76	20x60	0.006120	0.036
80	20x60	0.005421	0.036
86	20x60	0.005421	0.036
87	20x60	0.005978	0.036
89	20x60	0.005978	0.036
130	20x60	0.005421	0.036
134	60x30	0.009189	0.036
135	60x30	0.009189	0.036
136	60x30	0.010495	0.036
137	60x30	0.010830	0.036
138	60x30	0.009189	0.036
141	60x30	0.009964	0.036
142	60x30	0.008765	0.036

143	60x30	0.007548	0.036
144	60x30	0.010830	0.036
146	60x30	0.009189	0.036
147	60x30	0.008068	0.036
148	60x30	0.009189	0.036
149	60x30	0.007548	0.036
151	60x30	0.009391	0.036
157	60x30	0.007548	0.036
160	20x60	0.004944	0.036
161	60x30	0.008765	0.036
167	30x50	0.011034	0.036
170	60x30	0.011462	0.036
171	60x30	0.009391	0.036
174	60x30	0.008068	0.036
175	60x30	0.007548	0.036
198	40x30	0.010485	0.036
201	20x60	0.005241	0.036
202	20x60	0.004722	0.036
203	20x60	0.004337	0.036
204	20x60	0.004602	0.036
205	60x30	0.009189	0.036
206	60x30	0.009189	0.036
207	60x30	0.010495	0.036
208	60x30	0.010830	0.036
209	60x30	0.012052	0.036
212	60x30	0.009964	0.036
213	60x30	0.008765	0.036
214	60x30	0.007548	0.036
215	60x30	0.010830	0.036

216	60x30	0.010495	0.036
217	60x30	0.009189	0.036
218	60x30	0.008068	0.036
219	60x30	0.009189	0.036
220	60x30	0.007548	0.036
222	60x30	0.009391	0.036
225	20x60	0.005421	0.036
228	60x30	0.007548	0.036
229	20x60	0.004836	0.036
231	20x60	0.004944	0.036
232	60x30	0.008765	0.036
235	60x30	0.011462	0.036
236	60x30	0.009391	0.036
237	20x60	0.005333	0.036
239	60x30	0.008068	0.036
240	60x30	0.007548	0.036
243	20x60	0.005333	0.036
274	20x60	0.004722	0.036
275	20x60	0.005421	0.036
278	20x60	0.004836	0.036
306	40x30	0.010485	0.036
309	20x60	0.005241	0.036
310	20x60	0.004722	0.036
311	20x60	0.004337	0.036
312	20x60	0.004602	0.036
313	60x30	0.009189	0.036
314	60x30	0.009189	0.036
315	60x30	0.010495	0.036
316	60x30	0.010830	0.036

317	60x30	0.012052	0.036
320	60x30	0.009964	0.036
321	60x30	0.008765	0.036
322	60x30	0.007548	0.036
323	60x30	0.010830	0.036
324	60x30	0.010495	0.036
325	60x30	0.009189	0.036
326	60x30	0.008068	0.036
327	60x30	0.009189	0.036
328	60x30	0.007548	0.036
330	60x30	0.009391	0.036
333	20x60	0.005421	0.036
336	60x30	0.007548	0.036
337	20x60	0.004836	0.036
339	20x60	0.004944	0.036
340	60x30	0.008765	0.036
343	60x30	0.011462	0.036
344	60x30	0.009391	0.036
345	20x60	0.005333	0.036
347	60x30	0.008068	0.036
348	60x30	0.007548	0.036
351	20x60	0.005333	0.036
378	40x30	0.010485	0.036
381	20x60	0.005241	0.036
382	20x60	0.004722	0.036
383	20x60	0.004337	0.036
384	20x60	0.004602	0.036
385	60x30	0.009189	0.036
386	60x30	0.009189	0.036

387	60x30	0.010495	0.036
388	60x30	0.010830	0.036
389	60x30	0.012052	0.036
392	60x30	0.009964	0.036
393	60x30	0.008765	0.036
394	60x30	0.007548	0.036
395	60x30	0.010830	0.036
396	60x30	0.010495	0.036
397	60x30	0.009189	0.036
398	60x30	0.008068	0.036
399	60x30	0.009189	0.036
400	60x30	0.007548	0.036
402	60x30	0.009391	0.036
405	20x60	0.005421	0.036
408	60x30	0.007548	0.036
409	20x60	0.004836	0.036
411	20x60	0.004944	0.036
412	60x30	0.008765	0.036
415	60x30	0.011462	0.036
416	60x30	0.009391	0.036
417	20x60	0.005333	0.036
419	60x30	0.008068	0.036
420	60x30	0.007548	0.036
423	20x60	0.005333	0.036
450	40x30	0.010485	0.036
453	20x60	0.005241	0.036
454	20x60	0.004722	0.036
455	20x60	0.004337	0.036
456	20x60	0.004602	0.036

457	60x30	0.009189	0.036
458	60x30	0.009189	0.036
459	60x30	0.010495	0.036
460	60x30	0.010830	0.036
461	60x30	0.012052	0.036
464	60x30	0.009964	0.036
465	60x30	0.008765	0.036
466	60x30	0.007548	0.036
467	60x30	0.010830	0.036
468	60x30	0.010495	0.036
469	60x30	0.009189	0.036
470	60x30	0.008068	0.036
471	60x30	0.009189	0.036
472	60x30	0.007548	0.036
474	60x30	0.009391	0.036
477	20x60	0.005421	0.036
480	60x30	0.007548	0.036
481	20c60	0.004836	0.036
483	20x60	0.004944	0.036
484	60x30	0.008765	0.036
487	60x30	0.011462	0.036
488	60x30	0.009391	0.036
489	20x60	0.005333	0.036
491	60x30	0.008068	0.036
492	60x30	0.007548	0.036
495	20x60	0.005333	0.036
518	20x60	0.004722	0.036
519	20x60	0.005421	0.036
520	20x60	0.005421	0.036

521	20x60	0.004722	0.036
522	20x60	0.006641	0.036
523	20x60	0.004722	0.036
524	20x60	0.004722	0.036
526	20x60	0.004337	0.036
527	20x60	0.004602	0.036
528	20x60	0.005421	0.036
529	20x60	0.004836	0.036
531	20x60	0.005421	0.036
533	20x60	0.004722	0.036
608	20x60	0.004722	0.036
653	20x60	0.004602	0.036
655	40x30	0.010485	0.036
686	20x40	0.005586	0.036
687	20x60	0.004475	0.036
688	20x60	0.004775	0.036
706	20x60	0.005751	0.036
707	20x40	0.005586	0.036
708	60x30	0.006967	0.036
709	60x30	0.009391	0.036
710	60x30	0.006967	0.036
711	20x40	0.005586	0.036
712	20x60	0.005751	0.036
713	20x60	0.005751	0.036
714	60x30	0.006967	0.036
716	20x60	0.005751	0.036
717	20x40	0.005586	0.036
718	60x30	0.006967	0.036
719	60x30	0.006967	0.036

720	20x40	0.005586	0.036
721	20x60	0.005751	0.036
722	20x40	0.005586	0.036
723	20x60	0.004475	0.036
781	20x60	0.005333	0.036
782	20x60	0.005333	0.036

Ek 2.7. Sınırlı Hasar Performans Düzeyi İçin Taşıyıcı ElemanlarınYerdeğiştirme Sınırları

Eleman	Beton Sınırı	Donatı Sınırı
Bütün Taşıyıcı Elemanlar	0.0025	0.0075

EK.3. MEVCUT VE GÜÇLENDİRİLMİŞ YAPININ MODAL SONUÇLARI

Ek 3.1. Mevcut Durum Modal Sonal Sonuçlar

Mode No	Frekans (rad/s)	Periyot(s)	X Yönü Toplam Kütle Katılım Oranı	Y Yönü Toplam Kütle Katılım Oranı
1	6.7244	0.9344	% 16.3449	% 3.6306
2	8.2301	0.7634	% 55.3366	% 17.5820
3	9.9800	0.6296	% 61.2219	% 61.0515
4	21.1882	0.2965	% 63.4621	% 61.9062
5	27.6537	0.2272	% 73.0399	% 63.3228
6	34.5086	0.1821	% 73.1583	% 73.1447
7	38.6765	0.1625	% 74.2528	% 75.1480
8	49.2518	0.1276	% 74.3417	% 75.4004
9	54.0675	0.1162	% 77.6862	% 75.9252
10	61.4304	0.1023	% 77.8533	% 76.2272
11	70.6018	0.0890	% 77.9717	% 80.4935
12	79.3368	0.0792	% 78.6610	% 80.5036
13	79.7805	0.0788	% 79.4893	% 80.6841

14	99.6843	0.0630	% 80.0865	% 80.6939
15	104.4662	0.0601	% 80.0960	% 82.9662
16	115.9179	0.0542	% 80.5156	% 82.9836
17	133.9415	0.0469	% 80.5213	% 84.1168
18	149.4931	0.0420	% 80.5216	% 84.2290
19	181.8053	0.0346	% 80.5326	% 99.9764
20	238.3445	0.0264	% 98.1684	%99.9763
21	255.9569	0.0245	% 100	% 100

Ek 3.2. Güçlendirilmiş Durum Modal Sonal Sonuçlar

Mode No	Frekans (rad/s)	Periyot(s)	X Yönü Toplam Kütle Katılım Oranı	Y Yönü Toplam Kütle Katılım Oranı
1	7.5553	0.8316	% 13.3468	% 5.5146
2	10.4942	0.5987	% 59.3859	% 6.2746
3	15.3842	0.4084	% 59.5734	% 59.9179
4	23.6283	0.2659	% 61.5587	% 61.4370
5	38.2166	0.1644	% 73.8419	% 61.5057
6	42.1863	0.1489	% 75.7387	% 61.5170
7	56.4937	0.1112	% 75.7433	% 75.8174
8	63.1057	0.0996	% 75.8917	% 78.1468
9	72.4948	0.0867	% 76.1607	% 80.7151
10	77.5047	0.0811	% 79.9113	% 80.7425
11	83.0447	0.0757	% 80.0550	% 80.7437
12	114.2306	0.0550	% 81.5940	% 80.8650
13	120.1768	0.0523	% 81.6339	% 87.0251
14	145.2496	0.0433	% 82.2367	% 87.0449
15	160.1104	0.0392	% 82.3265	% 87.0586
16	173.1815	0.0363	% 82.3307	% 91.4927
17	210.6417	0.0298	% 82.3381	% 97.8109

18	230.0895	0.0273	% 82.5556	% 99.8566
19	244.4943	0.0257	% 98.9471	% 99.9448
20	257.8653	0.0244	% 100	%99.9995
21	272.3779	0.0231	% 100	% 100

EK.4. MEVCUT VE GÜÇLENDİRİLMİŞ YAPI KESME KUVVETLERİ

Ek 4.1. Mevcut ve Güçlendirilmiş Durum Ortalama Kolon Kesme Kuvvetleri

Eleman Numarası	Mevcut Durum X Yönü Kesme Kuvveti (N)	Mevcut Durum Y Yönü Kesme Kuvveti (N)	Güçlendirilmiş Durum X Yönü Kesme Kuvveti (N)	Güçlendirilmiş Durum Y Yönü Kesme Kuvveti (N)
30	14603.59	5883.343	14806.54	6185.067
33	14270.45	10368.46	15280.62	11419.04
34	9087.227	5284.855	9039.64	5519.481
38	7804.568	28055.44	8256.181	31568.30
40	7486.721	27747.27	7743.831	31220.45
41	23226	56508.28	24092.40	63116.96
42	13891.46	5785.719	14261.31	63116.96
43	13247.91	6053.357	13812.75	6308.098
44	107779.10	27632.47	87207.67	21579.95
45	116542.20	31519.49	98666.06	22878.40
46	3302.341	13835.64	3326.102	14299.94
47	58955.22	47462.20	51177.87	24328.41
48	8212.959	29874.59	8309.108	30324.86
77	8753.953	5450.483	8942.922	5670.683
83	2896.354	14011.98	3027.729	15728.07
93	63944.49	29979.65	52987.69	29422.24
94	51294.28	36347.11	47986.99	29605.07
95	64595.85	26995.52	53447.34	23002.04

96	51968.53	67614.89	47435.92	53220.10
97	52726.92	52300.47	48161.47	33776.32
98	58172.55	49540.04	53619.59	37028.63
99	49667.43	34873.23	44572.75	32318.53
100	50812.24	35424.68	46911.93	32394.10
101	71879.58	57842.80	68763.9	46748.64
102	71293.07	62571.15	69555.75	46729.54
103	16569.13	56178.13	18351.21	26131.78
104	38378.65	74335.41	33612.55	47752.22
105	68257.02	53177.37	59338.62	38508.89
119	57644.97	20825.93	47650.15	12222.71
122	26850.90	19369.57	24113.29	13412.15
162	19826.99	40632.08	21311.03	44707.40
163	15476.54	13722.10	16674.82	14249
168	59462.17	30069.25	55739.54	28743.36
169	75716.05	28333.87	67788.40	29665.68
179	56278.63	34257.79	46257.55	32865.62
180	46444.63	37822.15	43443	34078.26
181	70770.69	29698.61	59566.30	26089.57
182	42808.36	46996.29	38878.48	40137.74
183	43902.94	38420.85	38917.87	27071.36
184	48591.44	40534.86	44646.09	33040.08
185	36362.51	47479.84	31305.65	38391.69
186	37990.81	41631.01	33007.19	39247.25
187	72316.02	61105.35	62761.35	50924.30
188	77632.21	63809.80	69565.46	53276.75
189	10523.31	69881.97	17841.79	22377.85
190	18082.85	48381.33	16098.66	32663.23
191	53908.79	31381.48	49047.43	23871.86

197	61661.77	23256.59	52326.03	12316.62
233	53487.62	32573.70	49317.66	27398.42
234	71629.17	29585.16	62859.06	25097.27
287	48276.19	27413.87	42998.14	26267.89
288	35161.45	31365.76	32884.26	26965.42
289	60902.74	24962.66	53709.61	21602.85
290	36331.70	31184.98	33113.84	27006.94
291	36921.52	35445.08	33695.91	23831.44
292	42727.53	36826.19	39144.13	31340.96
293	29073.08	34555.94	27919.89	31804.83
294	29794.49	34921.50	27475.84	32712.32
295	57505.96	58186.35	54977.09	48069.54
296	62513	57879.63	58888.81	48603.36
297	8088.113	63390.12	11980.74	17237.18
298	15042.42	48256.06	14303.52	36031.95
299	46322.70	28229	42982.79	20780.90
305	50596.71	21128.97	46066.79	11078.72
341	39175.41	29946.66	39868.23	25164.38
342	64824.40	24689.43	63344.60	21041.45
359	41340.21	22256.31	36059.59	21004.42
360	26579.61	27332.15	24315.51	22631.23
361	57108.30	21332.10	51514.13	18264.46
362	32783.28	31298.49	30616.05	23899.07
363	33595.84	31218.79	31714.52	20956.50
364	39667.13	30664.80	36728.96	24045.55
365	25142.21	30021.76	22981.80	26892.44
366	23489.55	30412.81	21469.08	27629.44
367	39146.45	26248.73	36213.24	24008.07
368	41338.77	30625.31	38789.87	25679.33

369	6450.127	56720.92	6813.443	10409.78
370	12661.12	44554.21	12824.76	34812.05
377	44841.65	19118.09	43735.78	9472.613
413	31216.04	24733.20	32832.90	20330.18
414	57328.80	21597.38	55533.12	16732.49
431	43603.37	18400.57	44619.14	16872.05
432	18562.58	24726.19	20263.67	22391.29
433	55644.77	17788.88	52348.44	15887.92
434	27904.99	24302.11	27434.49	24403.44
435	24369.66	28605.81	27894.67	26968.11
436	33119.35	36639.90	32623.84	36105.32
437	27285.75	26452.91	30368.78	23140.81
438	20207.36	27102.75	23239.10	24427.93
439	33339.13	26955.12	34232.56	22738.33
440	33521.49	28601.11	33648.04	24853.55
441	4515.207	46487.87	4758.089	5037.61
442	9608.313	41775.01	11154.16	34906.42
443	28764.92	21858.93	28364.03	21639.45
449	44561.87	13829.22	46343.11	7718.083
485	27341.29	27524.54	32295.32	24392.91
486	48149.15	22842.20	54109.47	21097.03
505	63006.15	22716.23	64367.21	21252.86
506	55671.95	30220.07	58376.11	27742.54
507	66396.54	33518.47	63425.39	32109.38
508	5546.439	55360.47	5520.307	2831.033
509	29069.26	54641.11	28368.54	51373.58
516	53386.24	21345.96	65148.98	13523.08
659	4309.078	10612.82	20528.40	32839.73
663	35093.21	28759.30	136627.10	54814.35

666	40453.84	29721.62	130467.80	52873.28
669	25924.55	14840.72	78465.57	34458.35
672	20195.75	16274.13	48056.98	19114.65
675	11336.56	9740.154	32052.38	12873.18
678	10992.24	7832.301	25808.09	8117.504
796	33645.18	21080.51	32023.54	16304.07

Ek 4.2. Mevcut ve Güçlendirilmiş Durum Ortalama Perde Kesme Kuvvetleri

Wall ID	Kat	Mevcut Durum X Yönü Kesme Kuvveti (N)	Mevcut Durum Y Yönü Kesme Kuvveti (N)	Güçlendirilmiş Durum X Yönü Kesme Kuvveti (N)	Güçlendirilmiş Durum Y Yönü Kesme Kuvveti (N)
101	Çatı	11104.86	96184.78	2359.648	31996.39
101	4.Normal	10603.29	131546.30	7087.991	89611.43
101	3.Normal	16826.63	260868.40	10994.11	153124.90
101	2.Normal	27750.55	349469.30	20143.47	259556.90
101	1.Normal	32495.22	449767.50	30740.33	288226.50
101	Zemin	69375.64	780562.40	49527.08	390873.30
101	Bodrum	5428.812	149582.80	6399.698	156536.70
102	Çatı	8754.989	129176	8076.576	129453.60
102	4.Normal	6494.949	88930.62	22482.31	216177
102	3.Normal	16617.61	259243.60	67761.86	426787.40
102	2.Normal	20315.36	367200	121828.70	628650.40
102	1.Normal	26427.77	496347.60	146509.70	768138.50
102	Zemin	26306.27	379291.40	154410.70	822844.70
102	Bodrum	6692.877	63377.50	68150.20	218538.10
103	Çatı	8374.541	116007.50	25480.60	223309.60
103	4.Normal	10573.52	111296.10	55612.49	353284.50
103	3.Normal	18146.29	256097.10	120446.30	560597.70
103	2.Normal	30939.95	346227	196772	815084.90

103	1.Normal	38782.37	456666.40	260198.70	1006265
103	Zemin	34100.49	41474.80	227239.80	983617.70
103	Bodrum	5342.365	148991.50	57403.47	484562.10
201	Bodrum	16881.29	286962.60	19791.55	311342.90
202	Bodrum	11073.28	168621.50	13599.81	183627.10
203	Bodrum	11651.50	179908.40	13450.05	195606.30
204	Bodrum	13923.28	219115	15935.74	234476.70
205	Bodrum	19830.42	332249.80	22332.34	354756.90
206	Bodrum	12889.42	664335.90	14646.52	695595.80
207	Bodrum	20436.73	368551.10	20989.12	380333.60
208	Bodrum	14128.28	238815.70	14608.70	248965.60
209	Çatı	Güçlendirme Eklenmiştir	Sonucunda	22837.12	132906.20
209	4.Normal			28314	300047.80
209	3.Normal			53800.80	463064.90
209	2.Normal			76727.81	762732.10
209	1.Normal			118456.60	940177.90
209	Zemin			134316.40	967024.60
209	Bodrum	6239.839	152110.60	34618.98	401563.20
210	Bodrum	8874.301	73716.16	12804.63	87090.76
211	Bodrum	11006.32	81419.58	12577.66	90094.29
212	Bodrum	20615.24	334620.90	24138.95	354180.80
213	Bodrum	17462.88	333626.10	21623.04	349180.70
214	Bodrum	9410.19	293621.30	12159.07	309156.70
215	Bodrum	9240.583	310438.80	11972.71	331175.90
216	Bodrum	12378.62	484979.10	16242.31	530708.80

ÖZGEÇMİŞ

Kişisel Bilgiler	
Adı Soyadı	Mehmet Fırat Karapınar
Doğum Yeri	Fatih
Doğum Tarihi	18.09.1992
Uyruğu	☑ T.C. ❒ Diğer:
Telefon	
E-Posta Adresi	mehmetfiratkarapinar@gmail.com
Web Adresi	



Eğitim Bilgileri	
Lisans	
Üniversite	İstanbul Üniversitesi
Fakülte	Mühendislik Fakültesi
Bölümü	İnşaat Mühendisliği
Mezuniyet Yılı	2016

Yüksek Lisans	
Üniversite	İstanbul Üniversitesi-Cerrahpaşa
Enstitü Adı	Lisansüstü Eğitim Enstitüsü
Anabilim Dalı	İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı
Programı	İnşaat Mühendisliği Yüksek Lisans Programı

Makale ve Bildiriler