

**ÇUKUROVA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Nasır KAVŞUT

DEPEMDE HASAR GÖREN YAPILARIN GÜÇLENDİRİLMESİ

İNŞAAT MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

ADANA, 2012

**ÇUKUROVA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

DEPEMDE HASAR GÖREN YAPILARIN GÜÇLENDİRİLMESİ

Nasır KAVŞUT

YÜKSEK LİSANS TEZİ

İNŞAAT MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

Bu Tez **12/01/2012** Tarihinde Aşağıdaki Jüri Üyeleri Tarafından
Oybirliği/Öyçokluğu ile Kabul Edilmiştir.

.....
Prof. Dr. Hüseyin R. YERLİ
DANIŞMAN

.....
Doç. Dr. H. Murat ARSLAN
ÜYE

.....
Doç. Dr. S. Seren GÜVEN
ÜYE

Bu Tez Enstitümüz İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalında hazırlanmıştır.

Kod No:

Prof. Dr. İlhami YEĞİNGİL
Enstitü Müdürü

Not: Bu tezde kullanılan özgün ve başka kaynaktan yapılan bildirişlerin, çizelge, şekil ve fotoğrafların kaynak gösterilmeden kullanımı, 5846 sayılı Fikir ve Sanat Eserleri Kanunundaki Hükümlere tabidir.

ÖZ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

DEPEMDE HASAR GÖREN YAPILARIN GÜÇLENDİRİLMESİ

Nasır KAVŞUT

**ÇUKUROVA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
İNŞAAT MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI**

Danışman : Prof. Dr. Hüseyin R. YERLİ
Yıl: 2012, Sayfa: 143
Jüri : Prof. Dr. Hüseyin R. YERLİ
: Doç. Dr. H. Murat ARSLAN
: Doç. Dr. S. Seren GÜVEN

Deprem bölgelerinde yapılacak yapılar hakkında yönetmelik (TDY2007), 06/03/2007 tarihinde 26454 sayılı resmi gazetede yayınlanmış ve yürürlüğe girmiştir. Mevcut binaların değerlendirilmesi ve güçlendirilmesi konusu yeni yönetmeliğe Bölüm 7 olarak eklenmiştir. Deprem yönetmeliğine eklenen bu bölüm ile mevcut binaların deprem performansı bakımından yeterliliği ve çıkan sonuçlara göre güçlendirme esasları belirlenmiştir.

Yönetmelikte, betonarme binaların yatay yük taşıyıcı sistemlerinin sadece çerçevelerden, sadece perdelerden veya çerçeve ve perdelerin bileşimlerinden oluşabilmesine müsaade edilmektedir. Hatta süneklik düzeyi yüksek çerçeveli sistemlerin enerji tüketme kapasiteleri dikkate alınarak, bu sistemlerin R Davranış Katsayıları diğer sistemlerinkinden daha yüksek seçilmiştir.

Sunulan bu çalışmada Gaziantep İli sınırları içerisinde yer alan çeşitli binaların güçlendirme projesi aşamaları verilmiştir. Düşey yükler altında hasar görmüş bu yapılar için sırasıyla temel zemini özellikleri ile mevcut beton dayanımı ve donatı durumları belirlenmiştir. Bu veriler ışığında güçlendirme projesi hazırlanmış ve güçlendirme projesinin uygulamasında karşılaşılan sorunlar ele alınmıştır. Güçlendirme projesi hazırlama çalışmasında, yapıda düşey yüklerin oluşturduğu farklı deplasmanları ve deformasyonları önlemek için, “ temel takviyesi + kolon mantolama + perdeleme ” sistemi ile 2007 tarihli yeni deprem yönetmeliğine tam uyumlu olacak biçimde depreme karşı da yapı dayanımını artıran bir çözüme gidilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Türk Deprem Yönetmeliği, Güçlendirme, Yapıların Güvenliği

ABSTRACT

MSc THESIS

STRENGTHENING OF BUILDINGS DAMAGED AT THE EARTHQUAKE

Nasır KAVŞUT

**DEPARTMENT OF CIVIL ENGINEERING
INSTITUTE OF NATURAL AND APPLIED SCIENCES
UNIVERSITY OF ÇUKUROVA**

Supervisor : Prof. Dr. Hüseyin R. YERLİ
Year: 2012, Pages: 143
Jury : Prof. Dr. Hüseyin R. YERLİ
: Assoc. Prof. Dr. H. Murat ARSLAN
: Assoc. Prof. Dr. S. Seren GÜVEN

Turkish Earthquake Code was published in 06/03/2007 in the official gazette with reference number of 26454. Evaluation and strengthening (retrofitting) the existing structures were added to this new regulation as Chapter 7. The fundamentals of retrofitting the existing buildings in terms of their competence under possible earthquake forces are explained in this Chapter.

In the regulation, the horizontal load-bearing systems are allowed to consist of only frames, only shear walls or combination of these two. When the energy consumption capacity of the framed systems with high ductility are considered, the R coefficient, which is behavioral factors coefficient, is selected to be higher than in the other systems.

Various phases of retrofitting projects of several buildings located within the borders of the city of Gaziantep are presented in this study. The properties of the foundations, the current concrete strength and the condition of reinforcements were defined, for the structures damaged under the vertical loads. These data was employed in retrofitting projects. The problems encountered during the implementation of the projects are also studied here. In the process of retrofitting, in order the existing structures to be fully compliant with the 2007 regulations about earthquake-resistance of the structure, a system of “foundation strengthening + column wrapping + adding extra shear walls” was performed to prevent the displacements and deformations which have taken place under vertical loads.

Key Words: Turkish Earthquake Code, Strengthening, Safety of Structures

TEŞEKKÜR

Lisans ve yüksek lisans öğrenimim boyunca verdiği akademik bilgilerden dolayı tüm hocalarıma teşekkür ederim.

Tez çalışmam boyunca desteklerini esirgemeyen, verdiği akademik bilgilerle üzerinde çalıştığım tezin bu aşamaya gelmesinde büyük emeği olan danışman hocam sayın Prof. Dr. Hüseyin R. YERLİ 'ye teşekkürlerimle.

Tez çalışmam sırasında bana yardımcı olan değerli daire başkanım sayın Dr. Ali AYTEK'e teşekkürlerimle.

Ayrıca bugüne kadar emeklerini benden esirgemeyen ve eğitim gördüğüm her aşamada bana destek olan çok değerli aileme teşekkür ederim.

İÇİNDEKİLER

SAYFA

ÖZ	I
ABSTRACT	II
TEŞEKKÜR	III
İÇİNDEKİLER.....	IV
ÇİZELGELER DİZİNİ	IX
ŞEKİLLER DİZİNİ	XII
1. GİRİŞ	1
2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR.....	3
3. YAPILARIN DEĞERLENDİRİLMESİ VE GÜÇLENDİRME	5
3.1. Kapsam	5
3.2. Binalardan Bilgi Toplanması	6
3.2.1. Binalardan Toplanacak Bilginin Kapsamı.....	6
3.2.2. Bilgi Düzeyleri	6
3.2.3. Mevcut Malzeme Dayanımı.....	7
3.2.4. Betonarme Binalarda Sınırlı Bilgi Düzeyi.....	7
3.2.5. Betonarme Binalarda Orta Bilgi Düzeyi	8
3.2.6. Betonarme Binalarda Kapsamlı Bilgi Düzeyi.....	9
3.2.7. Çelik Binalarda Sınırlı Bilgi Düzeyi	11
3.2.8. Çelik Binalarda Orta Bilgi Düzeyi	11
3.2.9. Çelik Binalarda Kapsamlı Bilgi Düzeyi	11
3.2.10. Prefabrike Betonarme Binalarda Sınırlı Bilgi Düzeyi.....	12
3.2.11. Prefabrike Betonarme Binalarda Orta Bilgi Düzeyi.....	12
3.2.12. Prefabrike Betonarme Binalarda Kapsamlı Bilgi Düzeyi.....	12
3.2.13. Yığma Binalarda Sınırlı Bilgi Düzeyi	13
3.2.14. Yığma Binalarda Orta Bilgi Düzeyi	13
3.2.15. Yığma Binalarda Kapsamlı Bilgi Düzeyi	13
3.2.16. Bilgi Düzeyi Katsayıları	14
3.3. Yapı Elemanlarında Hasar Sınırları ve Hasar Bölgeleri	14

3.3.1. Kesit Hasar Sınırları	14
3.3.2. Kesit Hasar Bölgeleri	14
3.3.3. Kesit ve Eleman Hasarlarının Tanımlanması	15
3.4. Deprem Hesabına İlişkin Genel İlke ve Kurallar.....	15
3.5. Depremde Bina Performansının Doğrusal Elastik Hesap Yöntemleri	
İle Belirlenmesi.....	18
3.5.1. Hesap Yöntemleri.....	18
3.5.2. Betonarme Binaların Yapı Elemanlarında Hasar Düzeylerinin	
Belirlenmesi	18
3.5.3. Göreli Kat Ötelemelerinin Kontrolü.....	22
3.6. Depremde Bina Performansının Doğrusal Elastik Olmayan Yöntemler	
İle Belirlenmesi.....	22
3.6.1. Tanım.....	22
3.6.2. Kapsam	23
3.6.3. Artımsal İtme Analizi ile Performans Değerlendirmesinde	
İzlenecek Yol	23
3.6.4. Doğrusal Elastik Olmayan Davranışın İdealleştirilmesi	24
3.6.5. Artımsal Eşdeğer Deprem Yüğü Yöntemi ile İtme Analizi.....	26
3.6.6. Artımsal Mod Birleştirme Yöntemi ile İtme Analizi	29
3.6.7. Zaman Tanım Alanında Doğrusal Olmayan Hesap Yöntemi.....	30
3.6.8. Birim Şekil Değiştirme İstemlerinin Belirlenmesi.....	30
3.6.9. Betonarme Elemanların Kesit Birim Şekil Değiştirme	
Kapasiteleri	31
3.6.10. Güçlendirilen Dolgu Duvarlarının Şekil Değiştirme	
Kapasiteleri	32
3.6.11. Betonarme Taşıyıcı Sistem Elemanlarının Kesme Kuvveti	
Kapasiteleri	32
3.7. Bina Deprem Performansının Belirlenmesi.....	32
3.7.1. Betonarme Binaların Deprem Performansı.....	32
3.7.2. Hemen Kullanım Performans Düzeyi	33
3.7.3. Can Güvenliği Performans Düzeyi	33

3.7.4. Göçme Öncesi Performans Düzeyi	34
3.7.5. Göçme Durumu	34
3.7.6. Yığma Binaların Deprem Performansının Belirlenmesi	34
3.8. Binalar İçin Hedeflenen Performans Düzeyleri.....	35
3.9. Binaların Güçlendirilmesi	36
3.9.1. Güçlendirilen Binaların Deprem Güvenliğinin Belirlenmesi	36
3.9.2. Binalara Eklenecek Elemanların Tasarımı	36
3.9.3. Güçlendirme Türleri	37
3.10. Betonarme Binaların Güçlendirilmesi.....	37
3.10.1. Kolonların Sarılması.....	37
3.10.1.1. Betonarme Sargı	37
3.10.1.2. Çelik Sargı	38
3.10.1.3. Lifli Polimer (LP) Sargı	39
3.10.2. Kolonların Eğilme Kapasitesinin Arttırılması	39
3.10.3. Kirişlerin Sarılması.....	40
3.10.3.1. Dıştan Etriye Ekleme	40
3.10.3.2. Lifli Polimer (LP) ile Sarma.....	41
3.10.4. Dolgu Duvarlarının Güçlendirilmesi	41
3.10.5. Betonarme Taşıyıcı Sistemlerin Yerinde Dökme Betonarme Perdeler ile Güçlendirilmesi.....	41
3.10.6. Betonarme Sisteme Yeni Çerçevesel Eklenmesi.....	43
3.10.7. Betonarme Sistemin Kütlesinin Azaltılması.....	43
4. GÜÇLENDİRME İÇİN ÖZEL TEKNİK ŞARTNAME	45
4.1. Giriş.....	45
4.2. Güvenlik Önlemleri.....	45
4.3. Güçlendirme Perdeleri İmalatı	45
4.3.1. Ön Hazırlıklar	46
4.3.2. Perde Ankrajları	46
4.3.3. Perde Betonu	47
4.4. Betonarme Kolon Mantosu İmalatı	48
4.4.1. Ön Hazırlık	48

4.4.2. Manto Donatısı	48
4.4.3. Manto Betonu	48
5. SAYISAL UYGULAMALAR.....	51
5.1. Gaziantep İli Nurdağı İlçesi Emniyet Müdürlüğü ve Lojman Binası	51
5.1.1. Giriş	51
5.1.2. Mevcut Yapı ve Takviye Elemanları Özellikleri ve Malzeme Bilgileri.....	52
5.1.3. Mevcut Yapı Zemin Özellikleri ve Temel Bilgileri	53
5.1.4. Revize Güçlendirme Projesi Analiz Yöntemi ve Analiz Parametreleri	53
5.1.5. Revize Güçlendirme projesinin "Can Güvenliği" Performans Düzeyi Kriterlerine Göre Değerlendirilmesi	55
5.1.6. Revize Güçlendirme projesinin "Hemen Kullanım" Performans Düzeyi Kriterlerine Göre Değerlendirilmesi	57
5.1.7. Sonuç ve Öneriler	58
5.1.8. Revize Güçlendirme Projesi Kat Planları	83
5.1.9. Revize Güçlendirme Projesi Kat Kalıp Planları	88
5.1.10. Takviye Perdeleri Alan-Kesme Oranları Tablosu	97
5.1.11. Ankraj Hesapları	97
5.2. Gaziantep İli Araban İlçesi Merkez İlköğretim Okulu	103
5.2.1. Giriş	103
5.2.2. Mevcut Yapı Üzerinde İnceleme	104
5.2.3. Malzeme ve İşçilik Kalitesi Değerlendirmesi.....	105
5.2.4. Analiz Yöntemi	106
5.2.5. Mevcut Yapı Analiz Sonuçlarının Değerlendirilmesi	107
5.2.6. Mevcut Yapı Güvenliği Değerlendirmesi ve Güçlendirme Yöntemi	108
5.2.7. Güçlendirilmiş Yapı Analiz Sonuçlarının Değerlendirilmesi.....	109
5.2.8. Sonuç	109
5.3. Gaziantep İli Araban İlçesi Köklüce İlköğretim Okulu	121
5.3.1. Giriş	121

5.3.2. Mevcut Yapı Üzerinde İnceleme	122
5.3.3. Malzeme ve İşçilik Kalitesi Değerlendirmesi.....	123
5.3.4. Analiz Yöntemi	123
5.3.5. Mevcut Yapı Analiz Sonuçlarının Değerlendirilmesi	125
5.3.6. Mevcut Yapı Güvenliği Değerlendirmesi ve Güçlendirme Yöntemi	125
5.3.7. Güçlendirilmiş Yapı Analiz Sonuçlarının Değerlendirilmesi.....	126
5.3.8. Sonuç	127
6. BULGULAR VE TARTIŞMALAR.....	137
7. SONUÇLAR VE ÖNERİLER	139
KAYNAKLAR.....	141
ÖZGEÇMİŞ	143

ÇİZELGELER DİZİNİ

SAYFA

Çizelge 3.1. Binalar İçin Bilgi Düzeyi Katsayıları.....	14
Çizelge 3.2. Betonarme Kirişler İçin Hasar Sınırlarını Tanımlayan Etki/Kapasite Oranları (r_s)	20
Çizelge 3.3. Betonarme Kolonlar İçin Hasar Sınırlarını Tanımlayan Etki/Kapasite Oranları (r_s)	21
Çizelge 3.4. Betonarme Perdeler İçin Hasar Sınırlarını Tanımlayan Etki/Kapasite Oranları (r_s)	21
Çizelge 3.5. Güçlendirilmiş Dolgu Duvarlar İçin Hasar Sınırlarını Tanımlayan Etki/Kapasite Oranları (r_s) ve Göreli Kat Ötelemesi Oranları	21
Çizelge 3.6. Göreli Kat Ötelemesi Sınırları	22
Çizelge 3.7. Farklı Deprem Düzeylerinde Binalar İçin Öngörülen Minimum Performans Hedefleri.....	36
Çizelge 5.1. Analiz Parametreleri.....	55
Çizelge 5.2. Genel Bilgiler.....	60
Çizelge 5.3. Kat Bilgileri	60
Çizelge 5.4. Malzeme – İşçilik Bilgileri	61
Çizelge 5.5. Taşıyıcı Sistem Bilgileri	62
Çizelge 5.6. Zemin ve Temel Bilgileri	63
Çizelge 5.7. Donatı Bilgileri	64
Çizelge 5.8. Proje Parametreleri Bina Performans Düzeyi.....	65
Çizelge 5.9. Kat Kütleleri ve Kat Ağırlıkları ve Dinamik Atalet Kuvvetleri	65
Çizelge 5.10. Burulma Düzensizliği Kontrolü	66
Çizelge 5.11. Deprem Etki Yönü +X	68
Çizelge 5.12. Deprem Etki Yönü -X.....	69
Çizelge 5.13. Deprem Etki Yönü +Y	70
Çizelge 5.14. Deprem Etki Yönü -Y.....	71
Çizelge 5.15. Deprem Etki Yönü +X	72
Çizelge 5.16. Deprem Etki Yönü -X.....	72
Çizelge 5.17. Deprem Etki Yönü +Y	73

Çizelge 5.18. Deprem Etki Yönü –Y	73
Çizelge 5.19. Proje Parametreleri	74
Çizelge 5.20. Kat Kütleleri ve Kat Ağırlıkları ve Dinamik Atalet Kuvvetleri	74
Çizelge 5.21. Burulma Düzensizliği Kontrolü	75
Çizelge 5.22. Deprem Etki Yönü +X	77
Çizelge 5.23. Deprem Etki Yönü –X	78
Çizelge 5.24. Deprem Etki Yönü +Y	79
Çizelge 5.25. Deprem Etki Yönü –Y	80
Çizelge 5.26. Deprem Etki Yönü +X	81
Çizelge 5.27. Deprem Etki Yönü –X	81
Çizelge 5.28. Deprem Etki Yönü +Y	82
Çizelge 5.29. Deprem Etki Yönü –Y	82
Çizelge 5.30. Takviye Perdeleri Alan-Kesme Oranları Tablosu	97
Çizelge 5.31. TP1-TP2-TP3-TP4 Perdesi İçin Yapılan Ankraj Hesabı	97
Çizelge 5.32. TP5-TP6 Perdesi İçin Yapılan Ankraj Hesabı	98
Çizelge 5.33. TP7-TP8 Perdesi İçin Yapılan Ankraj Hesabı	99
Çizelge 5.34. TP9-TP11 Perdesi İçin Yapılan Ankraj Hesabı	99
Çizelge 5.35. TP10-TP12 Perdesi İçin Yapılan Ankraj Hesabı	100
Çizelge 5.36. TP13-TP15 Perdesi İçin Yapılan Ankraj Hesabı	101
Çizelge 5.37. TP14-TP16 Perdesi İçin Yapılan Ankraj Hesabı	101
Çizelge 5.38. TP17-TP18 Perdesi İçin Yapılan Ankraj Hesabı	102
Çizelge 5.39. Zemin Kat ve 1. Kat Kolonları	110
Çizelge 5.40. Mevcut Yapı Elemanları Malzeme Bilgileri	111
Çizelge 5.41. Zemin Bilgileri	111
Çizelge 5.42. Yük Analizleri	111
Çizelge 5.43. Yük Kombinasyonları	112
Çizelge 5.44. Deprem Yükleri Hesabı	113
Çizelge 5.45. Statik Eşdeğer Deprem Yüğü İle Mod Birleştirme Toplamının Karşılaştırılması	114

Çizelge 5.46. Etkin Kütle Tablosu	115
Çizelge 5.47. Görelî Kat Ötelemelerinin Kontrolü	115
Çizelge 5.48. Burulma Düzensizliğı Kontrolü	116
Çizelge 5.49. Katlar Arası Dayanım Düzensizliğı Kontrolü (Zayıf Kat)	117
Çizelge 5.50. Katlar Arası Rijitlik Düzensizliğı Kontrolü (Yumuşak Kat)	117
Çizelge 5.51. Zemin Kat ve 1. Kat Kolonları	127
Çizelge 5.52. Mevcut Yapı Elemanları Malzeme Bilgileri.....	128
Çizelge 5.53. Zemin Bilgileri.....	128
Çizelge 5.54. Yük Analizleri	128
Çizelge 5.55. Yük Kombinasyonları	129
Çizelge 5.56. Deprem Yükleri Hesabı.....	130
Çizelge 5.57. Statik Eşdeğer Yüğü İle Mod Birleştirme Toplamının Karşılaştırılması	131
Çizelge 5.58. Etkin Kütle Oranı Tablosu.....	131
Çizelge 5.59. Görelî Kat Ötelenmelerinin Kontrolü.....	132
Çizelge 5.60. Burulma Düzensizliğı Kontrolü	133
Çizelge 5.61. Katlar Arası Dayanım Düzensizliğı Kontrolü (Zayıf Kat)	134
Çizelge 5.62. Katlar Arası Rijitlik Düzensizliğı Kontrolü (Yumuşak Kat).....	134

ŞEKİLLER DİZİNİ

SAYFA

Şekil 3.1. İç Kuvvet Şekil Değiştirme Grafiği	15
Şekil 3.2. Moment-Dönme İlişkisi	26
Şekil 3.3. Dıştan Etriye Ekleme	40
Şekil 5.1. Ön Cephe	51
Şekil 5.2. TDY 2007 İvme Spektrumları	53
Şekil 5.3. Ön Cephe	103
Şekil 5.4. Kiriş Çatlağı	105
Şekil 5.5. Kolon Kiriş Birleşim Bölgesi	105
Şekil 5.6. Temel Güçlendirme Kazısı	118
Şekil 5.7. Taş Dolgu Temel	118
Şekil 5.8. Temel Güçlendirme Kazısı	119
Şekil 5.9. Temel Güçlendirme	119
Şekil 5.10. Perde Güçlendirme	120
Şekil 5.11. Perde – Kolon Güçlendirme	120
Şekil 5.12. Ön Cephe	121
Şekil 5.13. Sürekli Temel Güçlendirme	135
Şekil 5.14. Perde – Kolon Güçlendirme	135
Şekil 5.15. Epoksi İle Donatı Ekimi	136
Şekil 5.16. Kolon Mantolama İle Güçlendirme	136

1.GİRİŞ

Ülkemiz topraklarının büyük bir kısmı 1. derece deprem kuşağında olup sık sık büyük ölçekli depremlerle sarsılmaktadır. Depremlerde zarar gören yapıların yerine yenilerinin yapılmasının gerektirdiği zaman ve para kaybı düşünüldüğünde depreme dayanıklı yapı yapmak kadar mevcut yapıların güçlendirilmesinin de üzerinde çalışılması gereken önemli bir konu olduğu anlaşılmaktadır.

Bu çalışmada, öncelikle deprem afeti tanımlanmış olup yapıya nasıl etkidiği ve oluşturduğu hasar şekilleri hakkında bilgi verilmiştir. Daha sonra bu hasarların onarılması için kullanılan malzeme ve yöntemler incelenmiştir. Yapı geometrisine ve hasar durumuna göre hangi güçlendirme yönteminin daha verimli olacağı üzerinde çalışılmıştır. Çalışma sonucunda, depremde oluşan hasarların çoğunluğunun proje hatalarından kaynaklandığı görülmüştür.

Donatı yerleştirme hataları, hatalı yapılmış konsollar ve çıkmalar, kullanım alanından kazanmak için yapı güvenliğınden verilen tavizler yapı hasar sebeplerinin önemli bir kısmını oluşturmaktadır. Bu hasarların hepsi doğru güçlendirme yöntemi ile düzeltilebilmektedir. Yeni yapılacak yapıların da doğru kaideler ve sorumluluk bilinciyle yapılması ile depremde zarar görme ihtimali aza indirilebilecektir. Burada önemli olan husus, alışlagelmiş mantıktan kurtulmak ve deprem gerçeğini kabul ederek dayanıklı binalar inşa etmektir.

2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR

“Deprem Bölgelerinde Yapılacak Binalar Hakkında Yönetmelik”(DBYBHY) yeniden düzenlenerek 2007 yılında yürürlüğe girmiştir. “Mevcut Binaların Değerlendirilmesi ve Güçlendirilmesi” konusu yeni yönetmelikte Bölüm 7 olarak yer almaktadır. Giriş bölümünde belirtildiği üzere, mevcut binaların değerlendirilmesi ve güçlendirilmesi konusu ilk defa bir yönetmelik ile düzenlenmiştir.

Deneme ve Yerli (2002), “Betonarme Yapılarda Deprem Hasarlarının Belirlenmesi ve Güçlendirme Projesi Uygulama Örneği” başlıklı çalışmada perde ve mantolama sistemi ile bir binanın güçlendirmesini çalışmışlardır.

Körlü (2003), “Depremde Hasar Gören Yapıların Güçlendirilmesi” başlıklı Yüksek Lisans tez çalışmasında çeşitli güçlendirme tekniklerini incelemiş, perde ve mantolama sistemi ile bir binanın güçlendirmesini çalışmıştır.

Korkmaz ve ark (2006), “Mevcut Yapıların Deprem Performanslarının Belirlenmesinde Kullanılan Yöntemlerin Değerlendirilmesi” adlı çalışmalarında betonarme bir yapı modelini, mevcut yapıların deprem performansının belirlenmesinde kullanılan performansa bağlı analizlerden “Kapasite Spektrumu” ve “Yer Değiştirme Katsayısı” yöntemlerini kullanarak analiz etmişler ve elde edilen sonuçları kıyaslamışlardır.

Kutanis (2006), “Statik İtme Analizi Yöntemlerinin Performanslarının Değerlendirilmesi” adlı çalışmada zaman tanım alanında hesap yöntemine alternatif olarak geliştirilen nonlinear statik analiz yöntemlerinden uyumlu (adaptive) statik itme yöntemi ve klasik statik itme yöntemlerinden elde edilen sonuçları, Artımsal Dinamik Analiz (Incremental Dynamic Analysis – IDA)’deki sonuçlarla karşılaştırmıştır.

Demir ve ark (2006), “Betonarme Perdelerle Yapılan Güçlendirme Uygulamalarının Deprem Güvenliği Açısından Değerlendirilmesi” adlı çalışmalarında mevcut ve yeni betonarme perde elemanlar arasındaki geçişin ve bütünleşmenin, yapı davranışını nasıl etkilediğini incelemişlerdir.

İrtem ve ark (2006), “Mevcut Betonarme Binaların Deprem Performanslarının Belirlenmesi ve Türk Deprem Yönetmeliği’nin Performans

Hedeflerinin İrdelenmesi” adlı çalışmalarında Türkiye’de meydana gelen depremlerde betonarme binaların göçme nedenleri ile ilgili gerçekçi bir değerlendirme yapabilmek için Türk Deprem Yönetmeliği’nde (TDY–1998) tanımlanan performans hedeflerini irdemişlerdir.

Öztorun (2006), “Düzgün Aks Sistemine Sahip Betonarme Binaların Güçlendirilmesi İle İlgili Bir Yöntem” adlı çalışmasında düzgün aks sistemine sahip olan ve çevresinde yeterli boşalana sahip betonarme binaların dışarıdan güçlendirilmesi için bir yöntem önermiştir.

İnel ve ark (2007), “Okul Binalarının Yeni Deprem Yönetmeliğine Göre Değerlendirilmesi” adlı çalışmasında doğrusal olmayan eleman davranışı dikkate alınarak seçilen tip projeli mevcut betonarme okul binalarının sismik kapasitelerini bularak, performans değerlendirmelerini yapmışlardır.

Sezer ve ark (2007), “Betonarme Binaların Deprem Güvenliğinin Değerlendirilmesinde Deprem Yönetmeliği (2007) Kurallarına Örneklerle Kıyaslamalı Bir Bakış” adlı çalışmalarında Deprem Yönetmeliği (2007) Bölüm 2 ve Bölüm 3’e göre yeni olarak tasarlanan binaların, mevcut bina kabul edilerek Deprem Yönetmeliği (2007) de mevcut binalar için tanımlanan performans hedefleri ve sonuçlar arasındaki uyum üzerinde durmuşlardır.

3. YAPILARIN DEĞERLENDİRİLMESİ VE GÜÇLENDİRME

3.1. Kapsam

a) Deprem bölgelerinde bulunan mevcut ve güçlendirilecek tüm binaların ve bina türü yapıların deprem etkileri altındaki performanslarının değerlendirilmesinde uygulanacak hesap kuralları, güçlendirme kararlarında esas alınacak ilkeler ve güçlendirilmesine karar verilen binaların güçlendirme tasarımı ilkeleri bu bölümde tanımlanmıştır.

b) Bu kısımda verilen hesap yöntemleri ve değerlendirme esasları çelik ve yığma yapılar için geçerli değildir. Ancak mevcut çelik ve yığma binaların bilgileri bu bölüme göre toplanacaktır. Mevcut ve güçlendirilen çelik binaların hesabı ve değerlendirilmesi DBYBHY Bölüm 2 ve Bölüm 4'de yeni yapılacak yapılar için tanımlanan esaslar çerçevesinde yapılacaktır. Mevcut ve güçlendirilen yığma binaların hesabı ve değerlendirilmesi ise DBYBHY Bölüm 5'deki esaslar çerçevesinde yapılacaktır.

c) Mevcut prefabrike betonarme binalar, yeni yapılar için DBYBHY Bölüm 2 ve Bölüm 3'de verilen kurallara göre değerlendirilebilir veya bu binaların performanslarının belirlenmesinde 3.6 kullanılabilir. Ancak birleşim bölgelerinin değerlendirilmesinde DBYBHY 3.12'deki kurallar geçerli olacaktır.

d) Bu bölümde verilen kurallar, DBYBHY 2.12'de belirtilen bina türünde olmayan yapılar için geçerli değildir. Ayrıca tarihi ve kültürel değeri olan tescilli yapıların ve anıtların değerlendirilmesi ve güçlendirilmesi bu Yönetmelik kapsamı dışındadır.

e) Binada hasara neden olan bir deprem sonrasında hasarlı binanın deprem performansı bu bölümde verilen yöntemlerle belirlenemez.

f) Binada hasara neden olan bir deprem sonrasında hasarlı binanın güçlendirilmesi ve daha sonra güçlendirilmiş binanın deprem performansının belirlenmesi için bu bölümde verilen esaslar uygulanacaktır. Hasarlı binanın güçlendirilmesinde mevcut elemanların dayanım ve rijitliklerinin hangi ölçüde göz önüne alınacağına projeden sorumlu inşaat mühendisi karar verecektir.

3.2. Binalardan Bilgi Toplanması

3.2.1. Binalardan Toplanacak Bilginin Kapsamı

a) Mevcut binaların taşıyıcı sistem elemanlarının kapasitelerinin belirlenmesinde ve deprem dayanımlarının değerlendirilmesinde kullanılacak eleman detayları ve boyutları, taşıyıcı sistem geometrisine ve malzeme özelliklerine ilişkin bilgiler, binaların projelerinden ve raporlarından, binada yapılacak gözlem ve ölçümlerden, binadan alınacak malzeme örneklerine uygulanacak deneylerden elde edilecektir.

b) Binalardan bilgi toplanması kapsamında yapılacak işlemler, yapısal sistemin tanımlanması, bina geometrisinin, temel sisteminin ve zemin özelliklerinin saptanması, varsa mevcut hasarın ve evvelce yapılmış olan değişiklik ve/veya onarımların belirlenmesi, eleman boyutlarının ölçülmesi, malzeme özelliklerinin saptanması, sahada derlenen tüm bu bilgilerin binanın varsa projesine uygunluğunun kontrolüdür.

c) Binalardan bilgi toplanması kapsamında tanımlanan inceleme, veri toplama, derleme, değerlendirme, malzeme örneği alma ve deney yapma işlemleri inşaat mühendislerinin sorumluluğu altında yapılacaktır.

3.2.2. Bilgi Düzeyleri

Binaların incelenmesinden elde edilecek mevcut durum bilgilerinin kapsamına göre, her bina türü için bilgi düzeyi ve buna bağlı olarak 3.2.16'da belirtilen bilgi düzeyi katsayıları tanımlanacaktır. Bilgi düzeyleri sırasıyla sınırlı, orta ve kapsamlı olarak sınıflandırılacaktır. Elde edilen bilgi düzeyleri taşıyıcı eleman kapasitelerinin hesaplanmasında kullanılacaktır.

a) Sınırlı bilgi düzeyinde binanın taşıyıcı sistem projeleri mevcut değildir. Taşıyıcı sistem özellikleri binada yapılacak ölçümlerle belirlenir. Sınırlı bilgi düzeyi

Çizelge 3.7'de tanımlanan "Deprem Sonrası Hemen Kullanımı Gereken Binalar" ile "İnsanların Uzun Süreli ve Yoğun Olarak Bulunduğu Binalar" için uygulanamaz.

b) Orta bilgi düzeyinde eğer binanın taşıyıcı sistem projeleri mevcut değilse, sınırlı bilgi düzeyine göre daha fazla ölçüm yapılır. Eğer mevcut ise sınırlı bilgi düzeyinde belirtilen ölçümler yapılarak proje bilgileri doğrulanır.

c) Kapsamlı bilgi düzeyinde binanın taşıyıcı sistem projeleri mevcuttur. Proje bilgilerinin doğrulanması amacıyla yeterli düzeyde ölçümler yapılır.

3.2.3. Mevcut Malzeme Dayanımı

Taşıyıcı elemanların kapasitelerinin hesaplanmasında kullanılacak malzeme dayanımları Yönetmeliğin bu bölümünde mevcut malzeme dayanımı olarak tanımlanır.

3.2.4. Betonarme Binalarda Sınırlı Bilgi Düzeyi

a) Bina Geometrisi: Saha çalışması ile binanın taşıyıcı sistem plan rölevesi çıkarılacaktır. Mimari projeler mevcut ise, röleve çalışmalarına yardımcı olarak kullanılır. Elde edilen bilgiler tüm betonarme elemanların ve dolgu duvarlarının her kattaki yerini, eksen açıklıklarını, yüksekliklerini ve boyutlarını içermelidir ve binanın hesap modelinin oluşturulması için yeterli olmalıdır. Temel sistemi bina içinde veya dışında açılacak yeterli sayıda inceleme çukuru ile belirlenecektir. Binadaki kısa kolonlar ve benzeri olumsuzluklar kat planına ve kesitlere işlenecektir. Binanın komşu binalarla olan ilişkisi (ayrık, bitişik, derz var/yok) belirlenecektir.

b) Eleman Detayları: Betonarme projeler veya uygulama çizimleri mevcut değildir. Betonarme elemanlardaki donatı miktarı ve detaylarının binanın yapıldığı tarihteki minimum donatı koşullarını sağladığı varsayılır. Bu varsayımın doğrulanması veya hangi oranda gerçekleştiğinin belirlenmesi için her katta en az birer adet olmak üzere perde ve kolonların %10'unun ve kirişlerin %5'inin pas payları sıyrılarak donatı ve donatı bindirme boyu tespiti yapılacaktır. Sıyırma işlemi kolonların ve kirişlerin uzunluğunun açıklık ortasındaki üçte birlik bölümde

yapılmalı, ancak donatı bindirme boyunun tespiti amacıyla en az üç kolonda bindirme bölgelerinde yapılmalıdır. Sıyrılan yüzeyler daha sonra yüksek dayanımlı tamir harcı ile kapatılacaktır. Ayrıca pas payı sıyrılmayan elemanların %20'sinde enine ve boyuna donatı sayısı ve yerleşimi donatı tespit cihazları ile belirlenecektir. Donatı tespiti yapılan betonarme kolon ve kirişlerde bulunan mevcut donatının minimum donatıya oranını ifade eden donatı gerçekleşme katsayısı kolonlar ve kirişler için ayrı ayrı belirlenecektir. Bu katsayı donatı tespiti yapılmayan diğer tüm elemanlara uygulanarak olası donatı miktarları belirlenecektir.

c) Malzeme Özellikleri: Her katta kolonlardan veya perdelerden TS-10465'de belirtilen koşullara uygun şekilde en az iki adet beton örneği (karot) alınarak deney yapılacak ve örneklerden elde edilen en düşük basınç dayanımı mevcut beton dayanımı olarak alınacaktır. Donatı sınıfı, yukarıdaki paragrafta açıklandığı şekilde sıyrılan yüzeylerde yapılan görsel inceleme ile tespit edilecek, bu sınıftaki çeliğin karakteristik akma dayanımı mevcut çelik dayanımı olarak alınacaktır. Bu incelemede, donatısında korozyon gözlenen elemanlar planda işaretlenecek ve bu durum eleman kapasite hesaplarında dikkate alınacaktır.

3.2.5. Betonarme Binalarda Orta Bilgi Düzeyi

a) Bina Geometrisi: Binanın betonarme projeleri mevcut ise, binada yapılacak ölçümlerle mevcut geometrinin projesine uygunluğu kontrol edilir. Proje yoksa, saha çalışması ile binanın taşıyıcı sistem rölevesi çıkarılacaktır. Elde edilen bilgiler tüm betonarme elemanların ve dolgu duvarlarının her kattaki yerini, açıklıklarını, yüksekliklerini ve boyutlarını içermelidir. Bina geometrisi bilgileri, bina kütesinin hassas biçimde tanımlanması için gerekli ayrıntıları içermelidir. Binadaki kısa kolonlar ve benzeri olumsuzluklar kat planına ve kesitlere işlenecektir. Binanın komşu binalarla olan ilişkisi (ayrık, bitişik, derz var/yok) belirlenecektir. Temel sistemi bina içinde veya dışında açılacak yeterli sayıda inceleme çukuru ile belirlenecektir.

b) Eleman Detayları: Betonarme projeler veya imalat çizimleri mevcut değil ise 3.2.4.b'deki koşullar geçerlidir, ancak pas payları sıyrılarak donatı kontrolü

yapılacak perde, kolon ve kirişlerin sayısı her katta en az ikişer adet olmak üzere o kattaki toplam kolon sayısının %20'sinden ve kiriş sayısının %10'undan az olmayacaktır. Betonarme projeler veya imalat çizimleri mevcut ise donatı kontrolü için 3.2.4.b'de belirtilen işlemler, aynı miktardaki betonarme elemanda uygulanacaktır. Ayrıca pas payı sıyrılmayan elemanların %20'sinde enine ve boyuna donatı sayısı ve yerleşimi donatı tespit cihazları ile belirlenecektir. Proje ile uygulama arasında uyumsuzluk bulunması halinde, betonarme elemanlardaki mevcut donatının projede öngörülen donatıya oranını ifade eden donatı gerçekleşme katsayısı kolonlar ve kirişler için ayrı ayrı belirlenecektir. Eleman kapasitelerinin belirlenmesinde kullanılan bu katsayı 1'den büyük olamaz. Bu katsayı donatı tespiti yapılmayan diğer tüm elemanlara uygulanarak olası donatı miktarları belirlenecektir.

c) Malzeme Özellikleri: Her kattaki kolonlardan veya perdelerden toplam üç adetten az olmamak üzere ve binada toplam 9 adetten az olmamak üzere, her 400 m²'den bir adet beton örneği (karot) TS-10465'de belirtilen koşullara uygun şekilde alınarak deney yapılacaktır. Elemanların kapasitelerinin hesaplanmasında örneklerden elde edilen (ortalama-standart sapma) değerleri mevcut beton dayanımı olarak alınacaktır. Beton dayanımının binadaki dağılımı, karot deney sonuçları ile uyarlanmış beton çekici okumaları veya benzeri hasarsız inceleme araçları ile kontrol edilebilir. Donatı sınıfı, yukarıdaki paragrafta açıklandığı şekilde sıyrılan yüzeylerde yapılan görsel inceleme ile tespit edilecek, bu sınıftaki çeliğin karakteristik dayanımı eleman kapasite hesaplarında mevcut çelik dayanımı olarak alınacaktır. Bu incelemede, donatısında korozyon gözlenen elemanlar planda işaretlenecek ve bu durum eleman kapasite hesaplarında dikkate alınacaktır.

3.2.6. Betonarme Binalarda Kapsamlı Bilgi Düzeyi

a) Bina Geometrisi: Binanın betonarme projeleri mevcuttur. Binada yapılacak ölçümlerle mevcut geometrinin projelere uygunluğu kontrol edilir. Projeler ölçümler ile önemli farklılıklar gösteriyor ise proje yok sayılacak ve bina orta bilgi düzeyine uygun olarak incelenecektir. Binadaki kısa kolonlar ve benzeri olumsuzluklar kat planına ve kesitlere işlenecektir. Komşu binalarla ilişkisi (ayrık, bitişik, derz var/yok)

belirlenecektir. Bina geometrisi bilgileri, bina kütlesinin hassas biçimde tanımlanması için gerekli ayrıntıları içermelidir. Temel sistemi bina içinde veya dışında açılacak yeterli sayıda inceleme çukuru ile belirlenecektir.

b) Eleman Detayları: Binanın betonarme detay projeleri mevcuttur. Donatının projeye uygunluğunun kontrolü için 3.2.5. b'de belirtilen işlemler, aynı miktardaki betonarme elemanda uygulanacaktır. Ayrıca pas payı sıyrılmayan elemanların %20' sinde enine ve boyuna donatı sayısı ve yerleşimi donatı tespit cihazları ile belirlenecektir. Proje ile uygulama arasında uyumsuzluk bulunması halinde, betonarme elemanlardaki mevcut donatının projede öngörülen donatıya oranını ifade eden donatı gerçekleşme katsayısı kolonlar ve kirişler için ayrı ayrı belirlenecektir. Eleman kapasitelerinin belirlenmesinde kullanılan bu katsayı 1'den büyük olamaz. Bu katsayı donatı tespiti yapılmayan diğer tüm elemanlara uygulanarak olası donatı miktarları belirlenecektir.

c) Malzeme Özellikleri: Her kattaki kolonlardan veya perdelerden toplam üç adetten az olmamak üzere ve binada toplam 9 adetten az olmamak üzere, her 200 m²'den bir adet beton örneği (karot) TS-10465'de belirtilen koşullara uygun şekilde alınarak deney yapılacaktır. Elemanların kapasitelerinin hesaplanmasında, örneklerden elde edilen (ortalama-standart sapma) değerleri mevcut beton dayanımı olarak alınacaktır. Beton dayanımının binadaki dağılımı, karot deney sonuçları ile uyarlanmış beton çekici okumaları veya benzeri hasarsız inceleme araçları ile kontrol edilebilir. Donatı sınıfı, yukarıdaki paragrafta açıklandığı şekilde sıyrılan yüzeylerde yapılan inceleme ile tespit edilecek, her sınıftaki çelik için (S220, S420, vb.) birer adet örnek alınarak deney yapılacaktır, çeliğin akma ve kopma dayanımları ve şekil değiştirme özellikleri belirlenerek projeye uygunluğu saptanacaktır. Projesine uygun ise, eleman kapasite hesaplarında projede kullanılan çeliğin karakteristik akma dayanımı mevcut çelik dayanımı olarak alınacaktır. Uygun değil ise, en az üç adet örnek daha alınarak deney yapılacaktır, elde edilen en elverişsiz değer eleman kapasite hesaplarında mevcut çelik dayanımı olarak alınacaktır. Bu incelemede, donatısında korozyon gözlenen elemanlar planda işaretlenecek ve bu durum eleman kapasite hesaplarında dikkate alınacaktır.

3.2.7. Çelik Binalarda Sınırlı Bilgi Düzeyi

Çelik binalarda sınırlı bilgi düzeyi geçerli değildir.

3.2.8. Çelik Binalarda Orta Bilgi Düzeyi

a) Bina Geometrisi: 3.2.5.a'da verilen koşullar aynen geçerlidir. Sadece betonarmemin yerini çelik alacaktır.

b) Eleman Detayları: Çelik projeleri veya imalat çizimleri mevcut değil ise, her kattaki çelik veya diğer tür elemanların (kolon, kiriş, birleşim, çapraz, döşeme) tümünün boyut kontrolü yapılacak, kaynak özellikleri ve birleşim detayları ayrıntılı olarak çıkartılacaktır. Uygulama projeleri veya imalat çizimleri mevcut ise, yukarıda belirtilen elemanların %20'sinin hassas boyut kontrolü yapılacaktır.

c) Malzeme Özellikleri: Çelik projeleri mevcut değil ise, her çelik yapı elemanı türünden bir örnek kesilerek deney yapılacak, dayanım ve şekil değiştirme özellikleri belirlenecektir. Aynı şekilde binadan bir kaynak örneği kesilerek çıkartılacak ve deney yapılacaktır. Çıkartılan örneklerin yerleri doldurularak onarılacaktır. Bulonlu birleşimler için ise bir cıvata örneği alınarak deney yapılacaktır. Elemanların kapasitelerinin hesaplanmasında, deneylerden elde edilen ortalama dayanımlar mevcut çelik dayanımı olarak alınacaktır. Çelik projeleri mevcut ise, projede öngörülen karakteristik dayanımlar mevcut çelik dayanımı olarak alınacaktır.

3.2.9. Çelik Binalarda Kapsamlı Bilgi Düzeyi

a) Bina Geometrisi: 3.2.6.a'da verilen koşullar aynen geçerlidir. Sadece betonarmenin yerini çelik alacaktır.

b) Eleman Detayları: Binanın çelik detay projeleri mevcuttur. Projelerde belirtilen eleman boyutları ve birleşim detayları, binadaki her eleman ve birleşim türünün toplam sayısının en az %20'sinde kontrol edilerek doğrulanacaktır.

c) Malzeme Özellikleri: Projede belirtilen çelik sınıfı, en az bir çelik elemandan örnek kesilerek ve deney yapılarak kontrol edilecektir. Aynı şekilde projede bulunan bir kaynaklı birleşimden örnek kesilerek çıkartılacak ve deney yapılarak dayanımının projeye uygunluğu kontrol edilecektir. Çıkartılan örneklerin yerleri doldurularak onarılacaktır. Bulonlu birleşimler için ise bir cıvata örneği alınarak deney yapılacaktır. Eğer proje ile uygunluk doğrulanırsa, eleman kapasitelerinin hesaplanmasında projede öngörülen karakteristik dayanımlar mevcut çelik dayanımı olarak alınacaktır. Eğer proje ile uygunluk sağlanamazsa, en az üçer adet örnek ve kaynak örneği alınarak deney yapılacak, elde edilen en elverişsiz değerler eleman kapasite hesaplarında mevcut çelik dayanımı olarak alınacaktır.

3.2.10. Prefabrike Betonarme Binalarda Sınırlı Bilgi Düzeyi

Prefabrike binalar için sınırlı bilgi düzeyi geçerli değildir.

3.2.11. Prefabrike Betonarme Binalarda Orta Bilgi Düzeyi

Bina geometrisi için 3.2.5.a'daki koşullar geçerlidir. Sadece betonarmenin yerini prefabrike betonarme alacaktır. Eleman detayları için 3.2.8.b'deki koşullar geçerlidir, ancak bu maddedeki çelik yerine prefabrike betonarme kullanılacaktır. Malzeme özelliklerinin tespitinde 3.2.5.c'deki koşullar geçerli olmakla birlikte, beton için alınacak malzeme örneği sayısı her katta toplam üçten az olmamak ve tüm binada toplam 9'dan az olmamak koşuluyla yarıya indirilecektir.

3.2.12. Prefabrike Betonarme Binalarda Kapsamlı Bilgi Düzeyi

Bina geometrisi için 3.2.6.a'da verilen koşullar geçerlidir. Eleman detayları için 3.2.9.b'de verilen koşullar geçerlidir. Sadece ilgili maddelerde çelik yerine prefabrike betonarme kullanılacaktır. Beton basınç dayanımı için her 500 m² alandan en az bir adet örnek (karot) alınarak deney yapılacaktır. Binadan alınan toplam karot sayısı en az 9 olacaktır. Elemanların kapasite hesaplarında, deneylerden elde edilen

ortalama beton basınç dayanımı ile projede belirtilen beton basınç dayanımından küçük olanı mevcut beton dayanımı olarak alınacaktır. Elemanların kapasite hesabında kullanılacak donatı dayanımları, projede belirtilen çelik sınıfının karakteristik dayanımları olacaktır.

3.2.13. Yığma Binalarda Sınırlı Bilgi Düzeyi

a) Bina Geometrisi: Mimari projeler mevcut ise, binada yapılacak görsel inceleme ile mevcut geometrinin projeye uygunluğu tespit edilecektir. Mimari proje yoksa binanın sistem rölevesi çıkarılacaktır. Elde edilen bilgiler yığma duvarların her kattaki yerini, uzunluklarını, kalınlıklarını, boşluklarını ve kat yüksekliklerini içermelidir. Temel sistemi bina dışından açılacak bir inceleme çukuru ile gözlenecek ve belirlenecektir.

b) Detaylar: Çatının ve döşemenin türü, duvarlarla bağlantı şekilleri, hatıl ve lentoların durumu görsel olarak tespit edilecektir.

c) Malzeme Özellikleri: Duvar malzemelerinin türü, duvar yüzeyinin bir bölümünün sıvası kaldırılarak gözle tespit edilecektir. Bina dayanımı hesaplarında, Bölüm 5'de her duvar türü için verilen duvar kesme dayanımları esas alınacaktır.

3.2.14. Yığma Binalarda Orta Bilgi Düzeyi

Sınırlı bilgi düzeyine ek olarak duvar bağlantıları ve duvarların stabilitesi tahkik edilecektir.

3.2.15. Yığma Binalarda Kapsamlı Bilgi Düzeyi

Orta bilgi düzeyine ek olarak duvar malzemesi özelliklerinin belirlenmesi için binadan en az 3 adet duvar parçası örneği alınacak ve **DBYBHY Bölüm 5'e** göre yapılacak hesaplarda bu örneklerin deneylerinden elde edilecek ortalama özellikler kullanılacaktır.

3.2.16. Bilgi Düzeyi Katsayıları

(a) İncelenen binalardan edinilen bilgi düzeylerine göre, eleman kapasitelerine uygulanacak Bilgi Düzeyi Katsayıları **Çizelge 3.1** 'de verilmektedir.

(b) Malzeme dayanımları, özellikle belirtilmedikçe ilgili tasarım yönetmeliklerinde verilen malzeme katsayıları ile bölünmeyecektir. Eleman kapasitelerinin hesabında mevcut malzeme dayanımları kullanılacaktır.

Çizelge 3.1. Binalar İçin Bilgi Düzeyi Katsayıları

Bilgi Düzeyi	Bilgi Düzeyi Katsayısı
Sınırlı	0.75
Orta	0.90
Kapsamlı	1.00

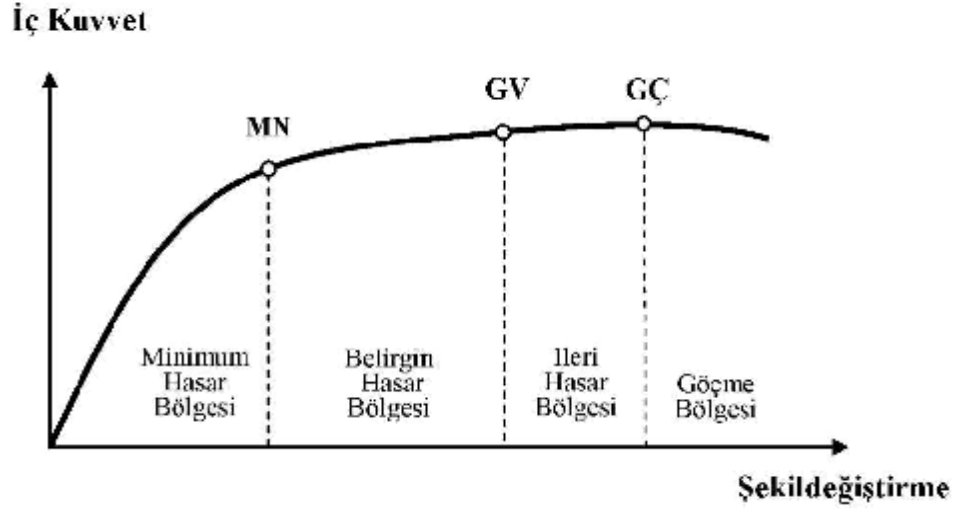
3.3. Yapı Elemanlarında Hasar Sınırları ve Hasar Bölgeleri

3.3.1. Kesit Hasar Sınırları

Sünek elemanlar için kesit düzeyinde üç sınır durum tanımlanmıştır. Bunlar Minimum Hasar Sınırı (MN), Güvenlik Sınırı (GV) ve Göçme Sınırı (GÇ)'dir. Minimum hasar sınırı ilgili kesitte elastik ötesi davranışın başlangıcını, güvenlik sınırı kesitin dayanımını güvenli olarak sağlayabileceği elastik ötesi davranışın sınırını, göçme sınırı ise kesitin göçme öncesi davranışının sınırını tanımlamaktadır. Gevrek olarak hasar gören elemanlarda bu sınıflandırma geçerli değildir.

3.3.2. Kesit Hasar Bölgeleri

Kritik kesitlerinin hasarı MN'ye ulaşmayan elemanlar Minimum Hasar Bölgesinde, MN ile GV arasında kalan elemanlar Belirgin Hasar Bölgesinde, GV ve GÇ arasında kalan elemanlar İleri Hasar Bölgesinde, GÇ'yi aşan elemanlar ise Göçme Bölgesinde yer alırlar (Şekil 3.1).



Şekil 3.1. İç Kuvvet Şekil Değiştirme Grafiği

3.3.3. Kesit ve Eleman Hasarlarının Tanımlanması

3.5 veya 3.6'da tanımlanan yöntemlerle hesaplanan iç kuvvetlerin ve/veya şekil değiştirmelerin, 3.3.1'deki kesit hasar sınırlarına karşı gelmek üzere tanımlanan sayısal değerler ile karşılaştırılması sonucunda, kesitlerin hangi hasar bölgelerinde olduğuna karar verilecektir. Eleman hasarı, elemanın en fazla hasar gören kesitine göre belirlenecektir.

3.4. Deprem Hesabına İlişkin Genel İlke ve Kurallar

a) Yönetmeliğin bu bölümüne göre deprem hesabının amacı, mevcut veya güçlendirilmiş binaların deprem performansını belirlemektir. Bu amaçla 3.5'de tanımlanan doğrusal elastik veya 3.6'da tanımlanan doğrusal elastik olmayan hesap yöntemleri kullanılabilir. Ancak, teorik olarak farklı yaklaşımları esas alan bu yöntemlerle yapılacak performans değerlendirmelerinin birebir aynı sonucu vermesi beklenmemelidir. Aşağıda tanımlanan genel ilke ve kurallar her iki türdeki yöntemler için de geçerlidir.

b) Deprem etkisinin tanımında, DBYBHY 2.4'de verilen elastik (azaltılmamış) ivme spektrumu kullanılacak, ancak farklı aşılma olasılıkları için bu spektrum üzerinde 3.8'e göre yapılan değişiklikler göz önüne alınacaktır. Deprem

hesabında DBYBHY 2.4.2'de tanımlanan Bina Önem Katsayısı uygulanmayacaktır ($I=1.0$).

c) Binaların deprem performansı, yapıya etkiyen düşey yüklerin ve deprem etkilerinin birleşik etkileri altında değerlendirilecektir. Hareketli düşey yükler, 3.4.g'ye göre deprem hesabında göz önüne alınan kütleler ile uyumlu olacak şekilde tanımlanacaktır.

d) Deprem kuvvetleri binaya her iki doğrultuda ve her iki yönde ayrı ayrı etki ettirilecektir.

e) Deprem hesabında kullanılacak zemin parametreleri DBYBHY Bölüm 6'ya göre belirlenecektir.

f) Binanın taşıyıcı sistem modeli, deprem etkileri ile düşey yüklerin ortak etkileri altında yapı elemanlarında oluşacak iç kuvvet, yer değiştirme ve şekil değiştirmeleri hesaplamak için yeterli doğrulukta hazırlanacaktır.

g) Deprem hesabında göz önüne alınacak kat ağırlıkları DBYBHY 2.7.1.2'ye göre hesaplanacak, kat kütleleri kat ağırlıkları ile uyumlu olarak tanımlanacaktır.

h) Döşemelerin yatay düzlemde rijit diyafram olarak çalıştığı binalarda, her katta iki yatay yer değiştirme ile düşey eksen etrafında dönme serbestlik dereceleri göz önüne alınacaktır. Kat serbestlik dereceleri her katın kütle merkezinde tanımlanacak, ayrıca ek dışmerkezlik uygulanmayacaktır.

ı) Mevcut binaların taşıyıcı sistemlerindeki belirsizlikler, binadan derlenen verilerin kapsamına göre 3.2'de tanımlanan bilgi düzeyi katsayıları aracılığı ile hesap yöntemlerine yansıtılacaktır.

i) DBYBHY 3.3.8'e göre kısa kolon olarak tanımlanan kolonlar, taşıyıcı sistem modelinde gerçek serbest boyları ile tanımlanacaktır.

j) Bir veya iki eksenli eğilme ve eksenel kuvvet etkisindeki betonarme kesitlerin etkileşim diyagramlarının tanımlanmasına ilişkin koşullar aşağıda verilmiştir:

1) Analizde beton ve donatı çeliğinin 3.2'de tanımlanan bilgi düzeyine göre belirlenen mevcut dayanımları esas alınacaktır.

2) Betonun maksimum basınç birim şekil değiştirmesi 0.003, donatı çeliğinin maksimum birim şekil değiştirmesi ise 0.01 alınabilir.

3) Etkileşim diyagramları uygun biçimde doğrusallaştırılarak çok doğrulu veya çok düzlemli diyagramlar olarak modellenenebilir.

k) Betonarme sistemlerin eleman boyutlarının tanımında birleşim bölgeleri sonsuz rijit uç bölgeleri olarak göz önüne alınabilir.

l) Eğilme etkisindeki betonarme elemanlarda çatlamış kesite ait etkin eğilme rijitlikleri $(EI)_e$ kullanılacaktır. Daha kesin bir hesap yapılmadıkça, etkin eğilme rijitlikleri için aşağıda verilen değerler kullanılacaktır:

1) Kirişlerde: $(EI)_e = 0.40 (EI)_o$

2) Kolon ve perdelerde, $ND / (A_c f_{cm}) \leq 0.10$ olması durumunda: $(EI)_e = 0.40 (EI)_o$

$ND / (A_c f_{cm}) \geq 0.40$ olması durumunda: $(EI)_e = 0.80 (EI)_o$

Eksenel basınç kuvveti ND 'nin ara değerleri için doğrusal enterpolasyon yapılabilir. ND , deprem hesabında esas alınan toplam kütlelerle uyumlu yüklerin göz önüne alındığı ve çatlamamış kesitlere ait $(EI)_o$ eğilme rijitliklerinin kullanıldığı bir ön düşey yük hesabı ile belirlenecektir. Deprem hesabı için başlangıç durumunu oluşturan düşey yük hesabı ise, yukarıda belirtildiği şekilde elde edilen etkin eğilme rijitliği $(EI)_e$ kullanılarak, deprem hesabında esas alınan kütlelerle uyumlu yüklere göre yeniden yapılacaktır. Deprem hesabında da aynı rijitlikler kullanılacaktır.

m) Betonarme tablalı kirişlerin pozitif ve negatif plastik momentlerinin hesabında tabla betonu ve içindeki donatı hesaba katılabilir.

n) Betonarme elemanlarda kenetlenme veya bindirme boyunun yetersiz olması durumunda, kesit kapasite momentinin hesabında ilgili donatının akma gerilmesi kenetlenme veya bindirme boyundaki eksikliği oranında azaltılabilir.

o) Zemindeki şekil değiştirmelerin yapı davranışını etkileyebileceği durumlarda zemin özellikleri analiz modeline yansıtılacaktır.

ö) DBYBHY Bölüm 2'de modelleme ile ilgili olarak verilen diğer esaslar geçerlidir.

3.5. Depremde Bina Performansının Doğrusal Elastik Hesap Yöntemleri İle Belirlenmesi

3.5.1. Hesap Yöntemleri

Binaların deprem performanslarının belirlenmesi için kullanılacak doğrusal elastik hesap yöntemleri, DBYBHY 2.7 ve 2.8'de tanımlanmış olan hesap yöntemleridir. Bu yöntemlerle ilgili olarak aşağıda belirtilen ek kurallar uygulanacaktır.

a) Eşdeğer deprem yükü yöntemi, bodrum üzerinde toplam yüksekliği 25 metreyi ve toplam kat sayısı 8'i aşmayan, ayrıca ek dışmerkezlilik göz önüne alınmaksızın hesaplanan burulma düzensizliği katsayısı $\eta_{bi} < 14$ olan binalara uygulanacaktır. Toplam eşdeğer deprem yükünün (taban kesme kuvveti) DBYBHY Denk.(2.4)'e göre hesabında $R_a=1$ alınacak ve denklemin sağ tarafı λ katsayısı ile çarpılacaktır. λ katsayısı bodrum hariç bir ve iki katlı binalarda 1.0, diğerlerinde 0.85 alınacaktır.

b) Mod Birleştirme Yöntemi ile hesapta DBYBHY Denk.(2.13)'de $R_a=1$ alınacaktır. Uygulanan deprem doğrultusu ve yönü ile uyumlu eleman iç kuvvetlerinin ve kapasitelerinin hesabında, bu doğrultuda hakim olan modda elde edilen iç kuvvet doğrultuları esas alınacaktır.

3.5.2. Betonarme Binaların Yapı Elemanlarında Hasar Düzeylerinin Belirlenmesi

a) Doğrusal elastik hesap yöntemleri ile betonarme sünek elemanların hasar düzeylerinin belirlenmesinde kiriş, kolon ve perde elemanlarının ve güçlendirilmiş dolgu duvarı kesitlerinin etki/kapasite oranları (r) olarak ifade edilen sayısal değerler kullanılacaktır.

b) Betonarme elemanlar, kırılma türü eğilme ise "sünek", kesme ise "gevrek" olarak sınıflanırlar.

1) Kolon, kiriş ve perdelerin sünek eleman olarak sayılabilmeleri için bu elemanların kritik kesitlerinde eğilme kapasitesi ile uyumlu olarak hesaplanan kesme kuvveti V_e 'nin, 7.2'de tanımlanan bilgi düzeyi ile uyumlu mevcut malzeme dayanımı değerleri kullanılarak TS-500'e göre hesaplanan kesme kapasitesi V_f 'yi aşmaması gereklidir. V_e 'nin hesabı kolonlar için 3.3.7'ye, kirişler için 3.4.5'e ve perdeler için 3.6.6'ya göre yapılacak, ancak Denk.(3.16)'da $\beta_v=1$ alınacaktır. Kolon, kiriş ve perdelerde V_e 'nin hesabında pekleşmeli taşıma gücü momentleri yerine taşıma gücü momentleri kullanılacaktır. Düşey yükler ile birlikte $R_a=1$ alınarak depremden hesaplanan toplam kesme kuvvetinin V_e 'den küçük olması durumunda ise, V_e yerine bu kesme kuvveti kullanılacaktır.

2) Perdelerin sünek eleman olarak sayılabilmesi için ayrıca $H_w / l_w > 2.0$ koşulunu sağlaması gereklidir.

3) Yukarıda (a) ve (b)'de verilen sünek eleman koşullarını sağlamayan betonarme elemanlar, gevrek olarak hasar gören elemanlar olarak tanımlanacaktır.

c) Sünek kiriş, kolon ve perde kesitlerinin etki/kapasite oranı, deprem etkisi altında $R_a = 1$ alınarak hesaplanan kesit momentinin kesit artık moment kapasitesine bölünmesi ile elde edilir. Etki/kapasite oranının hesabında, uygulanan deprem kuvvetinin yönü dikkate alınacaktır.

1) Kesit artık moment kapasitesi, kesitin eğilme momenti kapasitesi ile düşey yükler altında kesitte hesaplanan moment etkisinin farkıdır. Kiriş mesnetlerinde düşey yükler altında hesaplanan moment etkisi, yeniden dağılım ilkesine göre en fazla %15 oranında azaltılabilir.

2) Kolon ve perde kesitlerinin etki/kapasite oranları, DBYBHY Bilgilendirme Eki 7A'da açıklandığı üzere hesaplanabilir.

3) Sarılma bölgesindeki enine donatı koşulları bakımından DBYBHY 3.3.4'ü sağlayan betonarme kolonlar, DBYBHY 3.4.4'ü sağlayan betonarme kirişler ve uç bölgelerinde DBYBHY 3.6.5.2'yi sağlayan betonarme perdeler "sargılanmış", sağlamayanlar ise "sargılanmamış" eleman sayılır. "Sargılanmış" sayılan elemanlarda sargı donatılarının DBYBHY 3.2.8'e göre "özel deprem etriyeleri ve çirozları" olarak düzenlenmiş olması ve donatı aralıklarının yukarıda belirtilen maddelerde tanımlanan koşullara uyması zorunludur.

d) Güçlendirilmiş dolgu duvarlarının etki/kapasite oranı, deprem etkisi altında hesaplanan kesme kuvvetinin kesme kuvveti dayanımına oranıdır. Köşegen çubuklar ile modellenen güçlendirilmiş dolgu duvarlarında oluşan kesme kuvvetleri, çubuğun aksenal kuvvetinin yatay bileşeni olarak göz önüne alınacaktır. Güçlendirilmiş dolgu duvarlarının kesme kuvveti dayanımının hesabı DBYBHY Bilgilendirme Eki 7F'de verilmiştir.

e) Hesaplanan kiriş, kolon ve perde kesitlerinin ve güçlendirilmiş dolgu duvarlarının etki/kapasite oranları (r), Çizelge 3.2-3.5'de verilen sınır değerler (r_s) ile karşılaştırılarak elemanların hangi hasar bölgesinde olduğuna karar verilecektir. Betonarme binalardaki güçlendirilmiş dolgu duvarlarının hasar bölgelerinin belirlenmesinde ayrıca Çizelge 3.5'de verilen görelî kat ötelemesi oranı sınırları göz önüne alınacaktır. Görelî kat ötelemesi oranı, ilgili katta hesaplanan en büyük görelî kat ötelemesinin kat yüksekliğine bölünmesi ile elde edilecektir. **Çizelge 3.2-3.5'deki** ara değerler için doğrusal enterpolasyon uygulanacaktır.

Çizelge 3.2. Betonarme Kirişler İçin Hasar Sınırlarını Tanımlayan Etki/Kapasite Oranları (r_s)

Sünek Kirişler			Hasar Sınırı		
$\frac{p-p'}{p_b}$	Sargılama	$\frac{V_e}{b_w d f_{ctm} (1)}$	MN	GV	GÇ
≤ 0.0	Var	≤ 0.65	3	7	10
≤ 0.0	Var	≥ 1.30	2.5	5	8
≥ 0.5	Var	≤ 0.65	3	5	7
≥ 0.5	Var	≥ 1.30	2.5	4	5
≤ 0.0	Yok	≤ 0.65	2.5	4	6
≤ 0.0	Yok	≥ 1.30	2	3	5
≥ 0.5	Yok	≤ 0.65	2	3	5
≥ 0.5	Yok	≥ 1.30	1.5	2.5	4

(1) V kesme kuvveti depremin yönü ile uyumlu olarak 3.5.2.b.(1)'e göre hesaplanacaktır.

Çizelge 3.3. Betonarme Kolonlar İçin Hasar Sınırlarını Tanımlayan Etki/Kapasite Oranları (r_s)

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

(1) N eksenel kuvveti DBYBHY Bilgilendirme Eki 7A'ya göre hesaplanabilir.

(2) V kesme kuvveti depremin yönü ile uyumlu olarak 3.5.2.b.(1)'e göre hesaplanacaktır.

Çizelge 3.4. Betonarme Perdeler İçin Hasar Sınırlarını Tanımlayan Etki/Kapasite Oranları (r_s)

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

Çizelge 3.5. Güçlendirilmiş Dolgu Duvarlar İçin Hasar Sınırlarını Tanımlayan Etki/Kapasite Oranları (r_s) ve Görelî Kat Ötelemesi Oranları

l_{duvar} / h_{duvar} oranı aralığı 0.5 - 2.0	Hasar Sınırı		
	MN	GV	GÇ
Etki/Kapasite Oranı (r_s)	1	2	-
Görelî Kat Ötelemesi Oranı	0.0015	0.0035	-

f) Betonarme kolon-kiriş birleşimlerinde tüm sınır durumları için birleşime etki eden ve DBYBHY Denk.(3.11)'den hesaplanacak kesme kuvvetlerinin DBYBHY 3.5.2.2'de verilen kesme dayanımlarını aşmaması gerekir. Ancak DBYBHY Denk.(3.11)'de V_{kol} yerine DBYBHY 3.3.7'ye göre pekleşmeyi göz önüne almadan hesaplanan V_e kullanılacak, DBYBHY Denk.(3.12) veya DBYBHY Denk.(3.13)'deki dayanım hesabında ise f_{cd} yerine 3.2'de tanımlanan bilgi düzeyine

göre belirlenen mevcut beton dayanımı kullanılacaktır. Birleşim kesme kuvvetinin kesme dayanımını aşması durumunda, kolon-kiriş birleşim bölgesi gevrek olarak hasar gören eleman olarak tanımlanacaktır.

3.5.3. Göreli Kat Ötelemelerinin Kontrolü

Doğrusal elastik yöntemlerle yapılan hesapta her bir deprem doğrultusunda, binanın herhangi bir katındaki kolon veya perdelerin göreli kat ötelemeleri, her bir hasar sınırı için Çizelge 3.6'da verilen değeri aşmayacaktır. Aksi durumda 3.5.2'de yapılan hasar değerlendirmeleri göz önüne alınmayacaktır. Çizelge 3.6'da δ_{ji} 'inci katta j 'inci kolon veya perdenin alt ve üst uçları arasında yer değiştirme farkı olarak hesaplanan göreli kat ötelemesini, h_{ji} ise ilgili elemanın yüksekliğini göstermektedir.

Çizelge 3.6. Göreli Kat Ötelemesi Sınırları

Görelî Kat Ötelemesi Oranı	Hasar Sınırı		
	MN	GV	GÇ
δ_{ji} / h_{ji}	0.01	0.03	0.04

3.6. Depremde Bina Performansının Doğrusal Elastik Olmayan Yöntemler İle Belirlenmesi

3.6.1. Tanım

Deprem etkisi altında mevcut binaların yapısal performanslarının belirlenmesi ve güçlendirme analizleri için kullanılacak doğrusal elastik olmayan hesap yöntemlerinin amacı, verilen bir deprem için sünek davranışa ilişkin plastik şekil değiştirme istemleri ile gevrek davranışa ilişkin iç kuvvet istemlerinin hesaplanmasıdır. Daha sonra bu istem büyüklükleri, bu bölümde tanımlanmış bulunan şekil değiştirme ve iç kuvvet kapasiteleri ile karşılaştırılarak, kesit ve bina düzeyinde yapısal performans değerlendirmesi yapılacaktır.

3.6.2. Kapsam

Bu Yönetmelik kapsamında yer alan doğrusal elastik olmayan analiz yöntemleri, Artımsal Eşdeğer Deprem Yüğü Yöntemi, Artımsal Mod Birleştirme Yöntemi ve Zaman Tanım Alanında Hesap Yöntemidir. İlk iki yöntem, bu Yönetmelikte doğrusal olmayan deprem performansının belirlenmesi ve güçlendirme hesapları için temel alınan Artımsal İtme Analizinde kullanılacak olan yöntemlerdir.

3.6.3. Artımsal İtme Analizi ile Performans Değerlendirmesinde İzlenecek Yol

Artımsal itme Analizi kullanılarak yapılacak doğrusal elastik olmayan performans değerlendirilmesinde izlenecek adımlar aşağıda özetlenmiştir.

(a) 3.4'de tanımlanan genel ilke ve kurallara ek olarak, taşıyıcı sistem elemanlarında doğrusal olmayan davranışın idealleştirilmesi ve analiz modelinin oluşturulması için 3.6.4'de tanımlanan kurallara uyulacaktır.

(b) Artımsal itme analizinden önce, kütlelerle uyumlu düşey yüklerin göz önüne alındığı bir doğrusal olmayan statik analiz yapılacaktır. Bu analizin sonuçları, artımsal itme analizinin başlangıç koşulları olarak dikkate alınacaktır.

(c) Artımsal itme analizinin 3.6.5'de tanımlanan Artımsal Eşdeğer Deprem Yüğü Yöntemi ile yapılması durumunda, koordinatları "modal yer değiştirme-modal ivme" olarak tanımlanan birinci (hakim) moda ait "modal kapasite diyagramı" elde edilecektir. Bu diyagram ile birlikte, DBYBHY 2.4'de tanımlanan elastik davranış spektrumu ve farklı aşılma olasılıkları için bu spektrum üzerinde 3.8'de yapılan değişiklikler göz önüne alınarak, birinci (hakim) moda ait modal yer değiştirme istemi belirlenecektir. Son aşamada, modal yer değiştirme istemine karşı gelen yer değiştirme, plastik şekil değiştirme (plastik dönmeler) ve iç kuvvet istemleri hesaplanacaktır.

(d) Artımsal itme analizinin 3.6.6'da tanımlanan Artımsal Mod Birleştirme Yöntemi ile yapılması durumunda, göz önüne alınan bütün modlara ait "modal kapasite diyagramları" ile birlikte modal yer değiştirme istemleri de elde edilecek,

bunlara bağlı olarak taşıyıcı sistemde meydana gelen yer değiştirme, plastik şekil değiştirme (plastik dönmeler) ve iç kuvvet istemleri hesaplanacaktır.

(e) Plastikleşen (sünek) kesitlerde hesaplanmış bulunan plastik dönme istemlerinden plastik eğrilik istemleri ve 3.6.8'e göre toplam eğrilik istemleri elde edilecektir. Daha sonra bunlara bağlı olarak betonarme kesitlerde betonda ve donatı çeliğinde meydana gelen birim şekil değiştirme istemleri hesaplanacaktır. Bu istem değerleri, kesit düzeyinde çeşitli hasar sınırları için 3.6.9'da tanımlanan ilgili birim şekil değiştirme kapasiteleri ile karşılaştırılarak kesit düzeyinde sünek davranışa ilişkin performans değerlendirmesi yapılacaktır. Ayrıca, güçlendirilen dolgu duvarlarında görelî kat ötelemeleri cinsinden hesaplanan şekil değiştirme istemleri, 3.6.10'da tanımlanan şekil değiştirme kapasiteleri ile karşılaştırılacaktır. Analiz sonucunda elde edilen kesme kuvveti istemleri ise, 3.6.11'de tanımlanan kapasitelerle karşılaştırılarak kesit düzeyinde gevrek davranışa ilişkin performans değerlendirmesi yapılacaktır.

3.6.4. Doğrusal Elastik Olmayan Davranışın İdealleştirilmesi

a) Malzeme bakımından doğrusal elastik olmayan davranışın idealleştirilmesi için, literatürde geçerliliği kanıtlanmış modeller kullanılabilir. Ancak, mühendislik uygulamalarındaki yaygınlığı ve pratikliği nedeni ile aşağıdaki kısımlarda doğrusal elastik olmayan analiz için yığılı plastik davranış modeli esas alınmıştır. Basit eğilme durumunda plastik mafsallık hipotezi ne karşı gelen bu modelde, çubuk eleman olarak idealleştirilen kiriş, kolon ve perde türü taşıyıcı sistem elemanlarındaki iç kuvvetlerin plastik kapasitelerine eriştiği sonlu uzunluktaki bölgeler boyunca, plastik şekil değiştirmelerin düzgün yayılı biçimde olduğu varsayılmaktadır. Plastik mafsallık boyu olarak adlandırılan plastik şekil değiştirme bölgesinin uzunluğu (L_p), çalışan doğrultudaki kesit boyutu (h)'nin yarısına eşit alınacaktır ($L_p = 0.5h$). $H_w / l_w < 2.0$ olan perdelerde, eğilme etkisi altında plastik şekil değiştirmeler göz önüne alınmayacaktır.

b) Sadece eksenel kuvvet altında plastik şekil değiştirme yapan elemanların plastik şekil değiştirme bölgelerinin uzunluğu, ilgili elemanın serbest boyuna eşit alınacaktır.

c) Yığılı plastik şekil değiştirmeyi temsil eden plastik kesifin, teorik olarak 3.6.4. a)'da tanımlanan plastik şekil değiştirme bölgesinin tam ortasına yerleştirilmesi gerekir. Ancak pratik uygulamalarda aşağıda belirtilen yaklaşık idealleştirmelere izin verilebilir:

1) Kolon ve kirişlerde plastik kesitler, kolon-kiriş birleşim bölgesinin hemen dışına, diğer deyişle kolon veya kirişlerin net açıklıklarının uçlarına konulabilir. Ancak, düşey yüklerin etkisinden ötürü kiriş açıklıklarında da plastik mafsalların oluşabileceği göz önüne alınmalıdır.

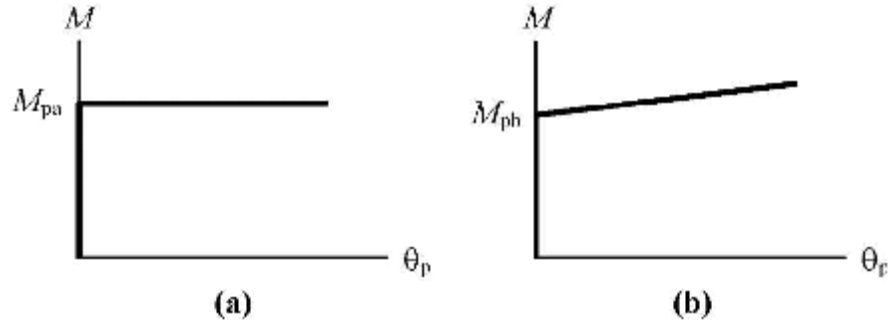
2) Betonarme perdelerde, plastik kesitlerin her katta perde kesiminin alt ucuna konulmasına izin verilebilir. U, T, L veya kutu kesitli perdeler, bütün kolları birlikte çalışan tek perde olarak idealleştirilmelidir. Binaların bodrum katlarında rijit çevre perdelerinin bulunması durumunda, bu perdelerden üst katlara doğru devam eden perdelerin plastik kesitleri bodrum üstünden başlamak üzere konulmalıdır.

d) Bir veya iki eksenli eğilme ve eksenel kuvvet etkisinde plastikleşen betonarme kesitlerin akma yüzeyleri olarak 3.4.11'de tanımlanan koşullara göre belirlenen etkileşim diyagramları kullanılacaktır. Akma yüzeyleri, 3.4.j) (1)'e göre uygun biçimde doğrusallaştırılarak iki boyutlu davranış durumunda akma çizgileri, üç boyutlu davranış durumunda ise akma düzlemleri olarak modellenebilir.

e) İtme analizi modelinde kullanılacak plastik kesitlerin iç kuvvet-plastik şekil değiştirme bağıntıları ile ilgili olarak aşağıdaki paragraflar dikkate alınacaktır:

(1) İç kuvvet-plastik şekil değiştirme bağıntılarında pekleşme etkisi (plastik dönme artışına bağlı olarak plastik momentin artışı) yaklaşık olarak terk edilebilir (Şekil 3.2a). Bu durumda, bir veya iki eksenli eğilme ve eksenel kuvvet etkisindeki kesitlerde plastikleşmeyi izleyen itme adımlarında, iç kuvvetlerin akma yüzeyinin üzerinde kalması koşulu ile plastik şekil değiştirme vektörünün akma yüzeyine yaklaşık olarak dik olması koşulu göz önüne alınacaktır.

(2) Pekleşme etkisinin göz önüne alınması durumunda (Şekil 3.2b), bir veya iki eksenli eğilme ve eksenel kuvvet etkisindeki kesitlerde plastikleşmeyi izleyen itme adımlarında iç kuvvetlerin ve plastik şekil değiştirme vektörünün sağlaması gereken koşullar, ilgili literatürden alınan uygun bir pekleşme modeline göre tanımlanacaktır.



Şekil 3.2. Moment–Dönme İlişkisi

f) 3.10.4'e göre güçlendirilen herhangi bir dolgu duvarı, DBYBHY Bilgilendirme Eki 7F'de tanımlandığı üzere kendisini çevreleyen kolon ve kirişlerle birlikte iki ucu mafsallı köşegen eşdeğer basınç ve/veya çekme çubuğu olarak 3.6.4. b)'ye göre idealleştirilecektir. İtme analizinde elasto-plastik (pekleşmesiz) bir eleman olarak modellenecek olan eşdeğer çubuğun başlangıçtaki doğrusal elastik davranışına ilişkin eksenel rijitliği ile eksenel akma dayanımı DBYBHY Bilgilendirme Eki 7F'e göre belirlenecektir. Duvar için tanımlanan kesme dayanımı, köşegen eşdeğer basınç çubuğunun eksenel akma dayanımının yatay bileşenidir. Gereği durumunda, köşegen eşdeğer çekme çubuğunun akma dayanımı DBYBHY Denk.(7F.6)'den alınacaktır.

3.6.5. Artımsal Eşdeğer Deprem Yüğü Yöntemi ile İtme Analizi

a) Artımsal Eşdeğer Deprem Yüğü Yönteminin amacı, birinci (deprem doğrultusunda hakim) titreşim mod şekli ile orantılı olacak şekilde, deprem istem sınırına kadar monotonik olarak adım adım arttırılan eşdeğer deprem yüklerinin etkisi altında doğrusal olmayan itme analizinin yapılmasıdır. Düşey yük analizini izleyen itme analizinin her bir adımında taşıyıcı sistemde meydana gelen yer değiştirme, plastik şekil değiştirme ve iç kuvvet artımları ile bunlara ait birikimli (kümülatif) değerler ve son adımda deprem istemine karşı gelen maksimum değerler hesaplanacaktır.

b) Artımsal Eşdeğer Deprem Yüğü Yöntemi'nin kullanılabilmesi için, binanın kat sayısının bodrum hariç 8'den fazla olmaması ve herhangi bir katta ek dışmerkezlilik göz önüne alınmaksızın doğrusal elastik davranışa göre hesaplanan

burulma düzensizliği katsayısının $\eta_{bi} < 1.4$ koşulunu sağlaması gereklidir. Ayrıca göz önüne alınan deprem doğrultusunda, doğrusal elastik davranış esas alınarak hesaplanan birinci (hakim) titreşim moduna ait etkin kütlenin toplam bina kütleline (rijit perdelerle çevrelenen bodrum katlarının kütleleri hariç) oranının en az 0.70 olması zorunludur.

c) Artımsal itme analizi sırasında, eşdeğer deprem yükü dağılımının, taşıyıcı sistemdeki plastik kesit oluşumlarından bağımsız biçimde sabit kaldığı varsayımı yapılabilir. Bu durumda yük dağılımı, analizin başlangıç adımımda doğrusal elastik davranış için hesaplanan birinci (deprem doğrultusundaki hakim) doğal titreşim mod şekli genliği ile ilgili kütlenin çarpımından elde edilen değerle orantılı olacak şekilde tanımlanacaktır. Kat döşemeleri rijit diyafram olarak idealleştirilen binalarda, birinci (hakim) doğal titreşim mod şeklinin genlikleri olarak her katın kütle merkezindeki birbirine dik iki yatay öteleme ile kütle merkezinden geçen düşey eksen etrafındaki dönme göz önüne alınacaktır.

d) 3.6.5.c'de tanımlanan sabit yük dağılımına göre yapılan itme analizi ile, koordinatları "tepe yer değiştirmesi - taban kesme kuvveti" olan itme eğrisi elde edilecektir. Tepe yer değiştirmesi, binanın en üst katındaki kütle merkezinde, göz önüne alınan x deprem doğrultusunda her itme adımımda hesaplanan yer değiştirmedir. Taban kesme kuvveti ise, her adımda eşdeğer deprem yüklerinin x deprem doğrultusundaki toplamıdır. İtme eğrisine uygulanan koordinat dönüşümü ile, koordinatları "modal yer değiştirme-modal ivme" olan modal kapasite diyagramı aşağıdaki şekilde elde edilebilir:

(1) (i)'inci itme adımımda birinci (deprem doğrultusunda hakim) moda ait modal ivme $a_1^{(i)}$ aşağıdaki şekilde elde edilir:

$$a_1^{(i)} = \frac{V_{x1}^{(i)}}{M_{x1}} \quad (3.1)$$

(2) (i)'inci itme adımımda birinci (deprem doğrultusunda hakim) moda ait modal yer değiştirme $d_1^{(i)}$ 'nin hesabı için ise, aşağıdaki bağıntıdan yararlanılabilir:

$$d_1^{(i)} = \frac{u_{xN1}^{(i)}}{\Phi_{xN1} \Gamma_{x1}} \quad (3.2)$$

Birinci (deprem doğrultusunda hakim) moda ait modal katkı çarpanı Γ_{x1} , DBYBHY Bölüm 2'de Denklem (2.15) ile verilen ve x deprem doğrultusunda taşıyıcı sistemin başlangıç adımındaki doğrusal elastik davranışı için tanımlanan L_{x1} ve M_1 'den yararlanılarak aşağıdaki şekilde elde edilir:

$$\Gamma_{x1} = \frac{L_{x1}}{M_1} \quad (3.3)$$

e) 3.6.5. c)'ye alternatif olarak, artımsal itme analizi sırasında eşdeğer deprem yükü dağılımı, her bir itme adımında öncekilere göre değişken olarak göz önüne alınabilir. Bu durumda yük dağılımı, her bir itme adımı öncesinde taşıyıcı sistemde oluşmuş bulunan tüm plastik kesitler göz önüne alınarak hesaplanan birinci (deprem doğrultusundaki hakim) titreşim mod şeklinin genliği ile ilgili kütlenin çarpımından elde edilen değerle orantılı olarak tanımlanacaktır. Kat döşemeleri rijit diyafram olarak idealleştirilen binalarda, birinci (hakim) doğal titreşim mod şeklinin genlikleri 3.6.5. c)'deki gibi tanımlanacaktır.

f) İtme analizi sonucunda 3.6.5. d)'ye göre elde edilen modal kapasite diyagramı ile birlikte, DBYBHY 2.4'de tanımlanan elastik davranış spektrumu ve farklı aşılma olasılıkları için bu spektrum üzerinde 3.8'e göre yapılan değişiklikler göz önüne alınarak, birinci (hakim) moda ait maksimum modal yer değiştirme, diğer deyişle modal yer değiştirme istemi hesaplanacaktır. Tanım olarak modal yer değiştirme istemi, $d_1^{(p)}$, doğrusal olmayan (nonlinear) spektral yer değiştirme S_{d1} 'e eşittir:

$$d_1^{(p)} = S_{d1} \quad (3.4)$$

Doğrusal olmayan (nonlinear) spektral yer değiştirme S_{di1} 'in belirlenmesine ilişkin işlemler DBYBHY Bilgilendirme Eki 7C'de verilmiştir.

g) Son itme adımı $i = p$ için Denk.(3.4)'e göre belirlenen modal yer değiştirme istemi $d_1^{(p)}$ 'nin Denk.(3.2)'de yerine konulması ile, x deprem doğrultusundaki tepe yer değiştirmesi istemi $u_{xN1}^{(p)}$ elde edilecektir:

$$u_{xN1}^{(p)} = \Phi_{xN1} \Gamma_{x1} d_1^{(p)} \quad (3.5)$$

Buna karşı gelen diğer tüm istem büyüklükleri (yer değiştirme, şekil değiştirme ve iç kuvvet istemleri) mevcut itme analizi dosyasından elde edilecek veya tepe yer değiştirmesi istemine ulaşıncaya kadar yapılacak yeni bir itme analizi ile hesaplanacaktır.

3.6.6. Artımsal Mod Birleştirme Yöntemi ile İtme Analizi

Artımsal Mod Birleştirme Yöntemi'nin amacı, taşıyıcı sistemin davranışını temsil eden yeteri sayıda doğal titreşim mod şekli ile orantılı olacak şekilde monotonik olarak adım adım arttırılan ve birbirleri ile uygun biçimde ölçeklendirilen modal yer değiştirmeler veya onlarla uyumlu modal deprem yükleri esas alınarak Mod Birleştirme Yöntemi'nin artımsal olarak uygulanmasıdır. Ardışık iki plastik kesit oluşumu arasındaki her bir itme adımında, taşıyıcı sistemde "adım adım doğrusal elastik" davranışın esas alındığı bu tür bir itme analizi yöntemi, DBYBHY Bilgilendirme Eki 7D'de açıklanmıştır.

3.6.7. Zaman Tanım Alanında Doğrusal Olmayan Hesap Yöntemi

a) Zaman Tanım Alanında Doğrusal Olmayan Hesap Yönteminin amacı, taşıyıcı sistemdeki doğrusal olmayan davranış göz önüne alınarak sistemin hareket denkleminin adım adım entegre edilmesidir. Analiz sırasında her bir zaman artımında

sistemde meydana gelen yer değiştirme, plastik şekil değiştirme ve iç kuvvetler ile bu büyüklüklerin deprem istemine karşı gelen maksimum değerleri hesaplanır.

b) Zaman tanım alanında yapılacak analizde kullanılacak yapay, kaydedilmiş veya benzeştirilmiş yer hareketleri DBYBHY 2.9.1 ve 2.9.2'ye göre belirlenecek ve analizde DBYBHY 2.9.3 göz önüne alınacaktır.

3.6.8. Birim Şekil Değiştirme İstemlerinin Belirlenmesi

a) 3.6.5 veya 3.6.6'ya göre yapılan itme analizi veya zaman tanım alanında 3.6.7'ye göre yapılan hesap sonucunda çıkış bilgisi olarak herhangi bir kesitte elde edilen θ_p plastik dönme istemine bağlı olarak plastik eğrilik istemi, aşağıdaki bağıntı ile hesaplanacaktır:

$$f_p = \frac{q_p}{L_p} \quad (3.6)$$

b) Amaca uygun olarak seçilen bir beton modeli ile pekleşmeyi de göz önüne alan donatı çeliği modeli kullanılarak, kesitteki eksenel kuvvet istemi altında yapılan analizden elde edilen iki doğrulu moment-eğrilik ilişkisi ile tanımlanan ϕ_y eşdeğer akma eğriliği, Denk.(3.6) ile tanımlanan ϕ_p plastik eğrilik istemine eklenerek, kesitteki ϕ_t toplam eğrilik istemi elde edilecektir:

$$f_t = f_y + f_p \quad (3.7)$$

Betonarme sistemlerde betonun basınç birim şekil değiştirmesi istemi ile donatı çeliğindeki birim şekil değiştirme istemi, Denk.(3.7) ile tanımlanan toplam eğrilik istemine göre moment-eğrilik analizi ile hesaplanacaktır.

c) Sargılı veya sargısız beton ve donatı çeliği modelleri için, başkaca bir seçim yapılmadığı durumlarda, DBYBHY Bilgilendirme Eki 7B'den yararlanılabilir.

3.6.9. Betonarme Elemanların Kesit Birim Şekil Değiştirme Kapasiteleri

a) Beton ve donatı çeliğinin birim şekil değiştirmeleri cinsinden 3.6.8'e göre elde edilen deprem istemleri, aşağıda tanımlanan birim şekil değiştirme kapasiteleri ile karşılaştırılarak, kesit düzeyinde taşıyıcı sistem performansı belirlenecektir.

b) Plastik şekil değiştirmelerin meydana geldiği betonarme sünek taşıyıcı sistem elemanlarında, çeşitli kesit hasar sınırlarına göre izin verilen şekil değiştirme üst sınırları (kapasiteleri) aşağıda tanımlanmıştır:

1) Kesit Minimum Hasar Sınırı (MN) için kesitin en dış lifindeki beton basınç birim şekil değiştirmesi ile donatı çeliği birim şekil değiştirmesi üst sınırları:

$$(e_{cu})_{MN} = 0.035 \quad ; \quad (e_s)_{MN} = 0.010 \quad (3.8)$$

2) Kesit Güvenlik Sınırı (GV) için etriye içindeki bölgenin en dış lifindeki beton basınç birim şekil değiştirmesi ile donatı çeliği birim şekil değiştirmesi üst sınırları:

$$(e_{cg})_{GV} = 0.035 + 0.01(r_s / r_m) \leq 0.0135; (e_s)_{GV} = 0.040 \quad (3.9)$$

3) Kesit Göçme Sınırı (GÇ) için etriye içindeki bölgenin en dış lifindeki beton basınç birim şekil değiştirmesi ile donatı çeliği birim şekil değiştirmesi üst sınırları:

$$(e_{cg})_{GC} = 0.04 + 0.014(r_s / r_m) \leq 0.018; (e_s)_{GC} = 0.060 \quad (3.10)$$

Göz önüne alınan enine donatıların DBYBHY 3.2.8'e göre "özel deprem etriyeleri ve çirozları" olarak düzenlenmiş olması zorunludur.

3.6.10. Güçlendirilen Dolgu Duvarlarının Şekil Değiştirme Kapasiteleri

3.10.4 ve DBYBHY Bilgilendirme Eki 7F'e göre güçlendirilen dolgu duvarlarının, kendilerini çevreleyen kolon ve kirişlerle birlikte 3.6.4.f'ye göre modellenerek yapılan itme analizi sonucunda elde edilen görelî kat ötelemeleri için izin verilen sınır değerler (kapasiteler) Çizelge 3.5'in ikinci satırında tanımlanmıştır.

3.6.11. Betonarme Taşıyıcı Sistem Elemanlarının Kesme Kuvveti Kapasiteleri

a) Kolon-kiriş birleşim bölgeleri dışında tüm betonarme taşıyıcı sistem elemanlarının gevrek kırılma kontrollerinde kullanılacak kesme kuvveti dayanımları TS-500'e göre belirlenecektir. Kesme kuvveti dayanımı hesabında, 3.2'de belirlenen bilgi düzeylerine göre tanımlanan mevcut dayanım değerleri kullanılacaktır. Kesme kuvveti dayanımının kesme kuvveti isteminden daha küçük olduğu elemanlar, gevrek olarak hasar gören elemanlar olarak tanımlanacaktır.

b) Betonarme kolon-kiriş birleşimleri için DBYBHY Denk.(3.11)'den hesaplanacak kesme kuvveti isteminin DBYBHY 3.5.2.2'de verilen kesme dayanımını aşmaması gerekir. Ancak DBYBHY Denk.(3.11)'de V_{kol} yerine doğrusal olmayan analizde ilgili kolon için hesaplanan kesme kuvveti istemi kullanılacak, DBYBHY Denk. (3.12) veya Denk.(3.13)'deki dayanım hesabında ise f_{cd} yerine 3.2'de tanımlanan bilgi düzeyine göre belirlenen mevcut beton dayanımı esas alınacaktır. Kesme kuvveti isteminin kesme dayanımını aşması durumunda, kolon-kiriş birleşim bölgesi gevrek olarak hasar gören eleman olarak tanımlanacaktır.

3.7. Bina Deprem Performansının Belirlenmesi

3.7.1. Betonarme Binaların Deprem Performansı

Binaların deprem performansı, uygulanan deprem etkisi altında binada oluşması beklenen hasarların durumu ile ilişkilidir ve dört farklı hasar durumu esas alınarak tanımlanmıştır. 3.5 ve 3.6'da tanımlanan hesap yöntemlerinin uygulanması

ve eleman hasar bölgelerine karar verilmesi ile bina deprem performans düzeyi belirlenir. Binaların deprem performansının belirlenmesi için uygulanacak kurallar aşağıda verilmiştir. Burada verilen kurallar betonarme ve prefabrik betonarme binalar için geçerlidir. Yığma binalarda uygulanacak kurallar 3.7.6'da verilmiştir.

3.7.2. Hemen Kullanım Performans Düzeyi

Herhangi bir katta, uygulanan her bir deprem doğrultusu için yapılan hesap sonucunda kirişlerin en fazla %10'u Belirgin Hasar Bölgesine geçebilir, ancak diğer taşıyıcı elemanlarının tümü Minimum Hasar Bölgesi'ndedir. Eğer varsa, gevrek olarak hasar gören elemanların güçlendirilmeleri kaydı ile, bu durumdaki binaların Hemen Kullanım Performans Düzeyinde olduğu kabul edilir.

3.7.3. Can Güvenliği Performans Düzeyi

Eğer varsa, gevrek olarak hasar gören elemanların güçlendirilmeleri kaydı ile, aşağıdaki koşulları sağlayan binaların Can Güvenliği Performans Düzeyinde olduğu kabul edilir:

a) Herhangi bir katta, uygulanan her bir deprem doğrultusu için yapılan hesap sonucunda, ikincil (yatay yük taşıyıcı sisteminde yer almayan) kirişler hariç olmak üzere, kirişlerin en fazla %30'u ve kolonların aşağıdaki (b) paragrafında tanımlanan kadarı İleri Hasar Bölgesine geçebilir.

b) İleri Hasar Bölgesindeki kolonların, her bir katta kolonlar tarafından taşınan kesme kuvvetine toplam katkısı %20'nin altında olmalıdır. En üst katta İleri Hasar Bölgesindeki kolonların kesme kuvvetleri toplamının, o kattaki tüm kolonların kesme kuvvetlerinin toplamına oranı en fazla %40 olabilir.

c) Diğer taşıyıcı elemanların tümü Minimum Hasar Bölgesi veya Belirgin Hasar Bölgesi'ndedir. Ancak, herhangi bir katta alt ve üst kesitlerinin ikisinde birden Minimum Hasar Sınırı aşılmış olan kolonlar tarafından taşınan kesme kuvvetlerinin, o kattaki tüm kolonlar tarafından taşınan kesme kuvvetine oranının %30'u aşmaması

gerekir (Doğrusal elastik yöntemle hesapta, alt ve üst düğüm noktalarının ikisinde birden DBYBHY Denk. (3.3)'ün sağlandığı kolonlar bu hesaba dahil edilmezler).

3.7.4. Göçme Öncesi Performans Düzeyi

Gevrek olarak hasar gören tüm elemanların Göçme Bölgesinde olduğunun göz önüne alınması kaydı ile, aşağıdaki koşulları sağlayan binaların Göçme Öncesi Performans Düzeyinde olduğu kabul edilir:

a) Herhangi bir katta, uygulanan her bir deprem doğrultusu için yapılan hesap sonucunda, ikincil (yatay yük taşıyıcı sisteminde yer almayan) kirişler hariç olmak üzere, kirişlerin en fazla %20'si Göçme Bölgesine geçebilir.

b) Diğer taşıyıcı elemanların tümü Minimum Hasar Bölgesi, Belirgin Hasar Bölgesi veya İleri Hasar Bölgesindedir. Ancak, herhangi bir katta alt ve üst kesitlerinin ikisinde birden Minimum Hasar Sınırı aşılmış olan kolonlar tarafından taşınan kesme kuvvetlerinin, o kattaki tüm kolonlar tarafından taşınan kesme kuvvetine oranının %30'u aşmaması gerekir (Doğrusal elastik yöntemle hesapta, alt ve üst düğüm noktalarının ikisinde birden DBYBHY Denk.(3.3)'ün sağlandığı kolonlar bu hesaba dahil edilmezler).

c) Binanın mevcut durumunda kullanımı can güvenliği bakımından sakıncalıdır.

3.7.5. Göçme Durumu

Bina, Göçme Öncesi Performans Düzeyini sağlayamıyorsa Göçme Durumundadır. Binanın kullanımı can güvenliği bakımından sakıncalıdır.

3.7.6. Yığma Binaların Deprem Performansının Belirlenmesi

Yığma binaların performans düzeyine, 3.2'ye göre yapılan inceleme ve DBYBHY Bölüm 5'e göre yapılan hesap sonucunda karar verilecektir. Eğer yığma binanın her iki doğrultudaki tüm duvarlarının kesme dayanımı uygulanan deprem

etkileri altında oluşan kesme kuvvetlerini karşılamaya yeterli ise, binanın Hemen Kullanım Performans Düzeyini sağladığı sonucuna varılır. Herhangi bir katta uygulanan deprem doğrultusunda bu koşulu sağlamayan duvarların kat kesme kuvvetine katkısı %20'nin altında ise binanın Can Güvenliği Performans Düzeyini sağladığı kabul edilecektir. Sadece yetersiz olan duvarların en az DBYBHY 7F.2'de belirtildiği düzeyde güçlendirilmesi gerekir. Bu durumların dışında binanın Göçme Durumunda olduğu kabul edilir.

3.8. Binalar İçin Hedeflenen Performans Düzeyleri

a) Yeni yapılacak binalar için DBYBHY 2.4'de tanımlanan ivme spektrumu, DBYBHY 1.2.2'ye göre 50 yılda aşılma olasılığı %10 olan depremi esas almaktadır. Bu deprem düzeyine ek olarak, mevcut binaların değerlendirilmesinde ve güçlendirme tasarımında kullanılmak üzere ayrıca aşağıda belirtilen iki farklı deprem düzeyi tanımlanmıştır:

1) 50 yılda aşılma olasılığı %50 olan depremin ivme spektrumunun ordinatları, DBYBHY 2.4'de tanımlanan spektrumun ordinatlarının yaklaşık yarısı olarak alınacaktır.

2) 50 yılda aşılma olasılığı %2 olan depremin ivme spektrumunun ordinatları ise DBYBHY 2.4'de tanımlanan spektrumun ordinatlarının yaklaşık 1.5 katı olarak kabul edilmiştir.

b) Mevcut veya güçlendirilecek binaların deprem performanslarının belirlenmesinde esas alınacak deprem düzeyleri ve bu deprem düzeylerinde binalar için öngörülen minimum performans hedefleri Çizelge 3.7'de verilmiştir.

Çizelge 3.7. Farklı Deprem Düzeylerinde Binalar İçin Öngörülen Minimum Performans Hedefleri

Binanın Kullanım Amacı ve Türü	Deprem Aşılma Olasılığı		
	50 yılda %50	50 yılda %10	50 yılda %2
Deprem Sonrası Kullanımı Gereken Binalar: Hastaneler, sağlık tesisleri, itfaiye binaları, haberleşme ve enerji tesisleri, ulaşım istasyonları, vilayet, kaymakamlık ve belediye yönetim binaları, afet yönetim merkezleri, vb.	–	HK	CG
İnsanların Uzun Süreli ve Yoğun Olarak Bulunduğu Binalar: Okullar, yatakhaneler, yurtlar, pansiyonlar, askeri kışlalar, cezaevleri, müzeler, vb.	–	HK	CG
İnsanların Kısa Süreli ve Yoğun Olarak Bulunduğu Binalar: Sinema, tiyatro, konser salonları, kültür merkezleri, spor tesisleri	HK	CG	–
Tehlikeli Madde İçeren Binalar: Toksik, parlayıcı ve patlayıcı özellikleri olan maddelerin bulunduğu ve depolandığı binalar	–	HK	GÖ
Diğer Binalar: Yukarıdaki tanımlara girmeyen diğer binalar (konutlar, işyerleri, oteller, turistik tesisler, endüstri yapıları, vb.)	–	CG	–

HK: Hemen Kullanım; CG: Can Güvenliği; GÖ: Göçme Öncesi (Bkz. DBYBHY3.7)

3.9. Binaların Güçlendirilmesi

Binaların güçlendirilmesi, deprem hasarlarına neden olacak kusurlarının giderilmesi, deprem güvenliğini arttırmaya yönelik olarak yeni elemanlar eklenmesi, kütle azaltılması, mevcut elemanlarının deprem davranışlarının geliştirilmesi, kuvvet aktarımında sürekliliğin sağlanması türündeki işlemleri içerir.

3.9.1. Güçlendirilen Binaların Deprem Güvenliğinin Belirlenmesi

Güçlendirilen binaların ve elemanlarının deprem güvenliklerinin hesaplanmasında, mevcut binalar için bu bölümde verilen hesap yöntemleri ve değerlendirme esasları kullanılacaktır.

3.9.2. Binalara Eklenecek Elemanların Tasarımı

Güçlendirme amacıyla binalara eklenecek yeni elemanların tasarımında, bu bölümde verilen özel kurallarla birlikte DBYBHY Bölüm 3 ve/veya DBYBHY Bölüm 4'e ve ayrıca yürürlükte olan diğer standart ve yönetmeliklere uyulacaktır.

3.9.3. Güçlendirme Türleri

Güçlendirme uygulamaları, her taşıyıcı sistem türü için eleman ve bina sistemi düzeyinde olmak üzere iki farklı kapsamda değerlendirilecektir.

a) Binanın kolon, kiriş, perde, birleşim bölgesi gibi deprem yüklerini karşılayan elemanlarında dayanım ve şekil değiştirme kapasitelerinin arttırılmasına yönelik olarak uygulanan işlemler, eleman güçlendirmesi olarak tanımlanır.

b) Binanın taşıyıcı sisteminin dayanım ve şekil değiştirme kapasitesinin arttırılması ve iç kuvvetlerin dağılımında sürekliliğin sağlanması, binaya yeni elemanlar eklenmesi, birleşim bölgelerinin güçlendirilmesi, deprem etkilerinin azaltılması amacıyla binanın kütesinin azaltılması işlemleri sistem güçlendirmesi olarak tanımlanır.

3.10. Betonarme Binaların Güçlendirilmesi

Bu bölümde verilen eleman ve sistem güçlendirme yöntemleri uygulamada sıkça kullanılan teknikleri kapsamaktadır. Ancak burada kapsanmayan güçlendirme türleri, bu bölümün genel yaklaşımına ve ilkelerine uymak koşuluyla uygulanabilir.

3.10.1. Kolonların Sarılması

Kolonların sünekliğini arttırmaya yönelik olarak kesme ve basınç dayanımlarının arttırılması, bindirmeli eklerin zayıflıklarının giderilmesi için aşağıda verilen yöntemler kullanılabilir. Bu yöntemler ile kolonların eğilme kapasitesi arttırılamaz.

3.10.1.1. Betonarme Sargı

Mevcut kolonun pas payı sıyrılarak veya yüzeyleri örselenerek uygulanacaktır. Betonarme sargı gerek yatay, gerekse düşey donatının yerleştirilmesi, beton dökülmesi ve minimum pas payının sağlanması için yeterli kalınlıkta olmalıdır. En az sargı kalınlığı 100 mm'dir. Betonarme sargı alt kat döşemesinin üstünde başlar ve üst kat döşemesinin altında sona erer. Eksenel basınç dayanımının arttırılması amacı ile yapılan sargıda, sargı betonu içindeki enine donatı için kolonun tüm yüksekliği boyunca DBYBHY 3.3.4.2'de verilen kurallar uygulanacaktır. Sarılmış kolonun kesme ve basınç dayanımlarının hesabında, sarılmış brüt kesit boyutları ile manto betonunun tasarım dayanımı kullanılacak, ancak elde edilen dayanımlar 0.9 ile çarpılarak azaltılacaktır.

3.10.1.2. Çelik Sargı

Çelik sargı dikdörtgen betonarme kolonların köşelerine dört adet boyuna köşebent yerleştirilmesi ve köşebentlerin belirli aralıklarla düzenlenen yatay plakalarla kaynaklanması ile oluşturulur. Köşebentler ile betonarme yüzeyler arasında boşluk kalmamalıdır. Yatay plakalar dört yüzeyde sürekli olmalıdır. Çelik sargının kolon eksenel yük kapasitesini arttırması için korniyerlerin alt ve üst döşemeler arasında sürekli olması (boşlukların alınması) ve döşemelere başlık plakaları ile basınç aktarması aktarımının sağlandığı hesapla gösterilmelidir. Gerekirse köşebentlere ön yükleme yapılarak mevcut betonarme kolon kesitinin düşey yüklerden kaynaklanan eksenel basınç yükü azaltılabilir. Çelik sargı ile sağlanacak ek kesme dayanımı (3.11) ile hesaplanacaktır.

$$V_j = \frac{t_j b d}{s} f_{yw} \quad (3.11)$$

Denklem (3.11)'de t_j , b, ve s yatay plakaların kalınlığı, genişliği ve aralığı, d ise kesitin faydalı yüksekliğidir. Çelik sargı ile bindirmeli eklerin zayıflıklarının

giderilmesi için sargı boyunun bindirme bölgesi boyundan en az %50 uzun olması ve çelik sargının donatı bindirme bölgesinde kolonun karşılıklı yüzlerinde düzenlenen en az 16 mm çapında iki sıra bulonlu ankrajla sıkıştırılması gereklidir. Bindirme ekinin kolonun alt ucunda yapılmış olması durumunda en az iki sıra bulonlu ankraj alt döşemenin sırasıyla 250 ve 500 mm üzerinde yapılacaktır.

3.10.1.3. Lifli Polimer (LP) Sargı

LP tabakasının kolonların çevresine, lifler enine donatılara paralel olacak şekilde, sarılması ve yapıştırılması ile sargılama sağlanır. LP sargısı ile betonarme kolonların süneklik kapasitesi, kesme ve basınç dayanımları ile boyuna donatı bindirme boyunun yetersiz olduğu durumlarda donatı kenetlenme dayanımı arttırılır. LP sargılama ile yapılan güçlendirmelerde tam sargı (tüm kesit çevresinin sarılması) yöntemi kullanılmalı ve sargı sonunda en az 200 mm bindirme yapılmalıdır. LP sargısı dikdörtgen kolonlarda kolon köşelerinin en az 30 mm yarıçapında yuvarlatılması ile uygulanır. LP uygulaması üretici firma tarafından önerilen yöntemeye uygun olarak gerçekleştirilmelidir. LP ile sargılanan kolonlarda elde edilen kesme, eksenel basınç ve kenetlenme dayanımlarının artışı ile süneklik artışının hesap yöntemleri DBYBHY Bilgilendirme Eki 7E'de verilmektedir.

3.10.2. Kolonların Eğilme Kapasitesinin Arttırılması

Kolonların eğilme kapasitesini arttırmak için kolon kesitleri büyütülebilir. Bu işlem aynı zamanda kolonun kesme ve basınç kuvveti kapasitelerini de arttırır. Büyütülen kolona eklenen boyuna donatıların katlar arasında sürekliliği sağlanacaktır. Boyuna donatılar kat döşemelerinde açılan deliklerden geçirilecektir. Kolon-kiriş birleşim bölgelerinde kirişler delinerek veya kirişlere ankraj yapılarak gerekli enine donatı konulacaktır. Kolonun büyütülen kesiti DBYBHY 3.3.4'e göre enine donatı ile sarılacaktır. Büyütülen kolon kesitinin pas payı, eklenen düşey ve yatay donatıyı örtmek için yeterli kalınlıkta olacaktır. Yeni ve eski betonun aderansının sağlanması için mevcut kolonun yüzeyindeki sıva tabakası sıyrılacak ve

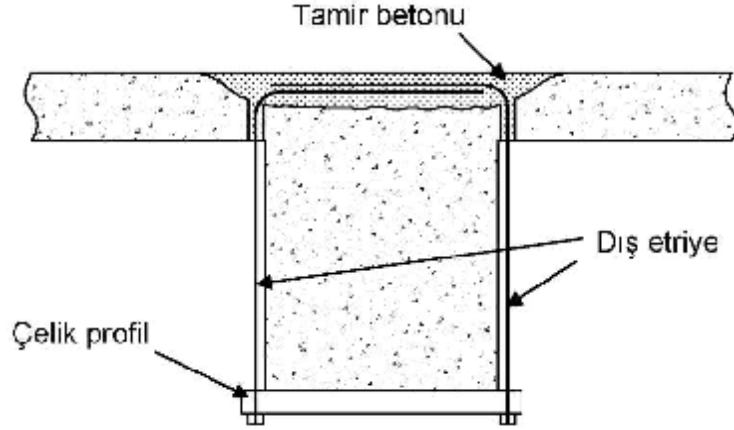
beton yüzeyleri pürüzlendirilecektir. Büyütülmüş kolon kesitinin eğilme, kesme, basınç dayanımının ve eğilme rijitliğinin hesabında brüt kesit boyutları ve eklenen kesit betonunun tasarım özellikleri esas alınacak, ancak elde edilen rijitlik ve dayanımlar 0.9 ile çarpılarak azaltılacaktır.

3.10.3. Kirişlerin Sarılması

Betonarme kirişlerin sarılmasının amacı, kirişlerin kesme dayanımlarının ve bazı durumlarda süneklik kapasitelerinin artırılmasıdır. Aşağıda verilen yöntemler ile kirişlerin eğilme kapasitesi arttırılamaz.

3.10.3.1. Dıştan Etriye Ekleme

Kesme dayanımı yetersiz olan kiriş mesnet bölgelerinde gerekli sayıda etriye çubuğu kirişin iki yüzüne Şekil 3.3’de gösterildiği gibi dıştan eklenecektir. Kiriş altına yerleştirilen bir çelik profile bulonla bağlanan çubuklar, üstteki döşemede açılan deliklerden geçirilerek döşeme üst yüzeyinde açılan yuvanın içine bükülerek yerleştirilecektir. Daha sonra betonda açılan boşluklar beton ile doldurulacaktır. Bu yöntem aynı esaslarla farklı detaylar kullanılarak da uygulanabilir. Kirişlerin dıştan eklenen etriyeler ile arttırılan kesme dayanımı TS–500’e göre hesaplanacaktır. Dıştan eklenen etriyelerin sargılama etkisi yoktur, kiriş kesitinin sünekliğini arttırmaz. Bu uygulamada profil ve bulonlar dış etkilere karşı korunmalıdır.



Şekil 3.3. Dıştan etriye ekleme

3.10.3.2. Lifli Polimer (LP) ile Sarma

LP sargılama ile kiriş sünekliğinin ve kesme dayanımının artırılmasında tam sargı (tüm kesit çevresinin sarılması) yöntemi kullanılmalıdır. LP ile güçlendirilen kiriş kesme dayanımı DBYBHY Bilgilendirme Eki 7E'de verilen DBYBHY Denk.(7E.1)'e göre hesaplanabilir. Süreksiz (şeritler halinde) LP kullanılması durumunda LP şeritlerin aralıkları ($w_f + d/4$) değerini geçmemelidir. LP sargısı kirişlerde köşelerin en az 30 mm yarıçapında yuvarlatılması ile uygulanacaktır. LP ile yapılan sargılamalarda sargı sonunda en az 200 mm bindirme yapılmalıdır. LP uygulaması üretici firma tarafından önerilen yöntemle uygun olarak gerçekleştirilmelidir.

3.10.4. Dolgu Duvarlarının Güçlendirilmesi

Bodrum hariç en fazla üç katlı binalarda uygulanmak üzere, temel üstünden yukarıya kadar üst üste süreklilik gösteren betonarme çerçeve içindeki dolgu duvarlarının rijitliği ve kesme dayanımı, DBYBHY Bilgilendirme Eki 7F'de tanımlanan güçlendirme yöntemleri ile artırılabilir.

3.10.5. Betonarme Taşıyıcı Sistemlerin Yerinde Dökme Betonarme Perdeler ile Güçlendirilmesi

Yanal rijitliği ve dayanımı yetersiz olan betonarme taşıyıcı sistemler, yerinde dökme betonarme perdelerle güçlendirilebilir. Betonarme perdeler mevcut çerçeve düzlemi içinde veya çerçeve düzlemine bitişik olarak düzenlenebilir.

a) Çerçeve Düzlemi İçinde Betonarme Perde Eklenmesi :Betonarme sisteme eklenecek perdeler çerçeve aksının içinde düzenlenecek, temelden başlayarak perde üst kotuna kadar sürekli olacaktır. Bu amaçla, perde uç bölgesindeki boyuna donatıların ve gereği durumunda perde gövdesindeki boyuna donatıların perde yüksekliği boyunca sürekliliği sağlanacaktır. Perdeler, içinde bulundukları çerçeveye ankraj çubukları ile bağlanarak birlikte çalışmaları sağlanacaktır. Ankraj çubukları, mevcut çerçeve elemanları ile eklenen betonarme perde elemanı arasındaki ara yüzlerde deprem kuvvetleri altında oluşan kayma gerilmelerini karşılamak için yeterli dayanıma sahip olacaklardır. Ara yüzlerdeki kayma gerilmelerinin çerçeve elemanları boyunca dağılımı bilinen mekanik prensiplerine uygun olarak hesaplanacaktır. Ankraj çubuklarının tasarımı TS-500'deki sürtünme kesmesi esasları kullanılacaktır. En küçük ankraj çubuğu çapı 16 mm, en az ankraj derinliği çubuk çapının on katı ve en geniş çubuk aralığı 40 cm olmalıdır. Perde ucunda mevcut kolon bulunmaması durumunda DBYBHY 3.6.5'e göre perde uç bölgesi oluşturulacaktır. Perde ucunda mevcut kolon bulunması durumunda mevcut kolondan uç bölgesi olarak yararlanılabilir. Gerekli durumlarda mevcut kolon 3.10.2'ye göre büyütülerek veya mevcut kolona bitişik perde içinde gizli kolon düzenlenerek perde uç bölgesi oluşturulacaktır. Her iki durumda da perde uç bölgesine eklenecek düşey donatıların katlar arasında sürekliliği sağlanacaktır. Perdenin altına DBYBHY 6.3.1'de verilen esaslar uyarınca temel yapılacaktır. Perde temeli, perde tabanında oluşan iç kuvvetleri temel zeminine güvenle aktaracak şekilde boyutlandırılacaktır. Perde temelinde oluşabilecek dış merkezliği azaltmak amacıyla perde temeli komşu kolonları içerecek şekilde genişletilerek mevcut kolonların eksenel basınç kuvvetlerinden yararlanılabilir. Perde temelinin mevcut temel sistemi ile birlikte çalışması için gerekli önlemler alınacaktır.

b) Çerçeve Düzlemine Bitişik Betonarme Perde Eklenmesi:Betonarme sisteme eklenecek perdeler dış çerçeve aksının dışında, çerçeveye bitişik olarak düzenlenecek, temelden başlayarak perde üst kotuna kadar sürekli olacaktır. Perdeler bitişik oldukları çerçeveye ankraj çubukları ile bağlanarak birlikte çalışmaları sağlanacaktır. Ankraj çubukları, mevcut çerçeve elemanları ile sisteme eklenen dışmerkezli perde elemanı arasındaki ara yüzlerde deprem kuvvetleri altında oluşan kayma gerilmelerini karşılamak için yeterli dayanıma sahip olacaklardır. Ankraj çubuklarının tasarımında 3.10.5. (a)'da verilen esaslara uyulacaktır. Perde ucunda mevcut kolon bulunmaması durumunda DBYBHY 3.6.5'e göre perde uç bölgesi oluşturulacaktır. Perde ucunda mevcut kolon bulunması durumunda mevcut kolondan uç bölgesi olarak yararlanılabilir. Gerekli durumlarda mevcut kolon 3.10.2'ye göre büyütülerek perde uç bölgesi oluşturulacaktır. Perdenin altına DBYBHY 6.3.1'de verilen esaslar uyarınca temel yapılacaktır. Perde temeli, perde tabanında oluşan iç kuvvetleri temel zeminine güvenle aktaracak şekilde boyutlandırılacaktır. Perde temelinde oluşabilecek dış merkezliği azaltmak amacıyla perde temeli komşu kolonları içerecek şekilde genişletilerek mevcut kolonların aksinel basınç kuvvetlerinden yararlanılabilir. Perde temelinin mevcut temel sistemi ile birlikte çalışması için gerekli önlemler alınacaktır.

3.10.6. Betonarme Sisteme Yeni Çerçeveler Eklenmesi

Betonarme sistemin dışına yeni çerçeveler eklenerek yatay kuvvetlerin paylaşımı sağlanabilir. Sisteme eklenecek çerçevelerin temelleri mevcut binanın temelleri ile birlikte düzenlenecektir. Yeni çerçevelerin mevcut binanın taşıyıcı sistemi ile birlikte çalışması için bu çerçeveler mevcut binanın döşemelerine gerekli yük aktarımını sağlayacak şekilde bağlanacaktır.

3.10.7. Betonarme Sistemin Kütlesinin Azaltılması

Kütle azaltılması bir yapı güçlendirme yöntemi değildir. Ancak yapıya etki eden düşey yüklerin ve deprem kuvvetlerinin azalan kütle ile orantılı olarak azalacak

olması yapı güvenliğini arttıracaktır. Azaltılacak veya kaldırılacak kütle ne kadar yapı üst kotlarına yakın ise, deprem güvenliğini arttırmadaki etkinliği de o kadar fazla olacaktır. En etkili kütle azaltılması türleri binanın üst katının veya katlarının iptal edilerek kaldırılması, mevcut çatının hafif bir çatı ile değiştirilmesi, çatıda bulunan su deposu vb. tesisat ağırlıklarının zemine indirilmesi, ağır balkonların, parapetlerin, bölme duvarların, cephe kaplamalarının daha hafif elemanlar ile değiştirilmesidir.

4. GÜÇLENDİRME İÇİN ÖZEL TEKNİK ŞARTNAME

4.1. Giriş

Gaziantep ilinde yer alan okulların 06/03/2007 tarihinde yürürlüğe giren deprem yönetmeliğine göre güçlendirme proje ve detaylarının hazırlanması işi ile ilgili olarak gerçekleştirilen çalışma kapsamında, yapı üzerinde yapılan incelemeler ve yapılan deprem analizleri doğrultusunda, söz konusu yapıda aşağıdaki teknik şartnamede açıklandığı şekilde takviye ve onarımının yapılabileceği görülmüştür.

Proje detay paftaları üzerine işlenmiş olan imalat ile ilgili pafta notları imalat sırasında aynen uygulanacaktır.

4.2. Güvenlik Önlemleri

İnşaat sırasında her türlü emniyet tedbiri yüklenici tarafından alınacaktır. Yüklenici tarafından devamlı işin başında bulundurulacak olan bir inşaat mühendisi güvenlikten sorumlu olacaktır. İnşaat sırasında gözlenecek oturma, ezilme vb. olaylar işverene vakit geçirilmeden bildirilecek ve gerekli tedbirlerin alınması sağlanacaktır. Güçlendirme inşaatı sırasında her türlü can ve mal emniyetinden yüklenici ve mesul mühendisi sorumludur.

Yeni yapılacak güçlendirme elemanlarının imalatı için yıkılacak ve/veya kırılacak taşıyıcı eleman ve bölme duvar sökümü işlerine üst kattan başlanacak ve yıkım öncesi binada ve yıkım çevresinde emniyet tedbirleri alınacaktır.

4.3. Güçlendirme Perdeleri İmalatı

Projede belirtilmiş olan yerlere detaylara uygun olarak betonarme perdeler ilave edilecektir. Güçlendirme perdeleri mevcut kiriş ve kolonlara detaylarda gösterildiği şekilde ankre edilecektir. Uçlarında kolon olmayan güçlendirme perdelerine ait detaylar ekli projelerde verilmiştir.

4.3.1. Ön Hazırlıklar

Perde imal edilecek açıklıkları çevreleyen kolon ve kirişlerin perdeye sınır olan yüzlerindeki sıvalar tamamen sökülecektir. Sıva sökme veya sıyırma işlemi mevcut betona en az hasar verecek şekilde yapılacaktır. Perde yapılmasına engel olan kalorifer, pıssu borusu, elektrik hattı vb. sökülecek ve bunların yerleri uygun şekilde değiştirilecektir. Perde yapılacak aksların perdeye sınır olan kolon ve kiriş yüzleri ana betonarme yüzey ortaya çıkacak şekilde tamamen temizlenecek ve suyla yıkanacaktır. Yüzeylerde kesinlikle sıva veya harç parçaları kalmayacaktır. Mevcut kolon ve kiriş yüzeyleri yeni beton ile bağlantının sağlanabilmesi için örselenecektir. Temizleme işlemi basınçlı su ile tamamlanacaktır. Yüklenici, temizleme işlemi sonunda yapılacak perdelerin hassas bir şekilde ölçülerini alacak ve bu ölçüler imalata esas olarak ataşmana bağlanacaktır. Projedeki ölçüler ile yerindeki ölçülerde farklılık olması durumunda yerindeki ölçüler geçerli olacaktır.

4.3.2. Perde Ankrajları

Perde yapılacak açıklıkta imalat işlemi en alt kattan başlayacaktır ve imalat üst katlara sırasıyla devam edecektir. Mevcut elemanlarda açılacak ankraj deliği çapı, ankraj elemanı çapından en az 4 mm daha geniş olacaktır. Ankraj delikleri mevcut donatıyı mümkün olduğu kadar kesmeden açılacaktır.

En alt katta yerinde açılmış olan temellere göre proje müellifi tarafından oluşturulacak yeni temel projelerinde gösterilen tip detaylara uygun olarak ankraj delikleri açılacaktır. Delik içleri basınçlı hava ile tozdan arındırılacaktır. Temizlenen her ankraj deliği ankraj uygulamasına kadar kâğıt benzeri malzemeler ile doldurularak tekrar tozlanması önleneyecektir. Söz konusu kâğıtlar ankraj uygulaması sırasında çıkarılacaktır. Ankraj çubukları en az 500°C ısıya dayanıklı, akışkan kıvamlı epoksi harcı ile deliklere ekilecektir. Mevcut temelin bulunmadığı bölgelerde yeni yapılacak temelde bırakılacak filizler kullanılacaktır. Daha sonra çerçevenin yan yüzlerindeki mevcut kolonlarda ankraj delikleri açılacak ve ankraj çubukları benzer özelliklerdeki epoksi harcı ile deliklere ekilecektir. Kolonlara açılacak ankraj

delikleri epoksinin dışarı akması için yataydan yukarıya doğru 10° eğimli olacaktır. Son olarak bu açıklığın üstündeki kiriş veya döşeme, tüm derinliği boyunca delinerek (ilgili detaya bakınız) delik açılacaktır. Bu deliklere iki yönlü ankraj çubukları geçirilmesi, aşağıda tarif edilen betonlama işlemi tamamlandıktan sonra beton tazeyken yapılacaktır.

Ara katlarda, alt kirişin ankraj filizleri alttaki katın imalatı sonunda hazır hale gelmiş olacaktır. Yan kolon yüzlerine ve üstteki kirişlere ankraj çubukları yukarıda belirtildiği gibi ekilecektir. En üst kattaki kirişte uygulama, perde betonu dökümünden önce yapılacak (bakınız ilgili detay), ancak tek yönlü ve daha kısa ankraj çubukları jel kıvamındaki epoksi ile (akması için) sabitlenecektir.

4.3.3. Perde Betonu

Betonlanacak açıklıkta önce perde donatısı yatay ve düşeyde projeye uygun olarak yerleştirilecektir. Perdenin bir yüzünde kalıp kiriş altına kadar tam olarak kapatılacak, diğer yüzünün üst kısmında kiriş altından 10–15 cm mesafede kalıpta huni şeklinde bir ağız bırakılacak ve buradan perde betonu dökülecektir. Beton dökülmesi için gerekirse üstteki döşemede, kiriş yanından, beton pompa borusunun gireceği kadar delik açılabilir (Maksimum $\phi 25$ cm çapında). Betonun boşluksuz olarak dolması için gerekli vibrasyon kalıp dışından uygulanacaktır. Dökülen beton yüksekliği huni ağzına ulaştığında beton dökümü durdurulacak ve betonun priz alması için bir süre (mevsime bağlı olarak 2–5 saat kadar) beklenenecektir. Daha sonra huni ağzı sökülerek, perdede kiriş altında bırakılan 10–15 cm boşluk, rötresiz harç ile basınç yaratılarak sıkıca doldurulacaktır. Ertesi gün kalıp söküldükten sonra meydana gelen üçgen şeklindeki fazlalıklar kırılarak yüzey düzeltilecektir. Beton yüzeyinde meydana gelebilecek boşluklar rötresiz tamir harcı ile doldurulacaktır. Rötresiz harç, katkı malzemelerinin ilavesi ile veya doğrudan rötresiz tamir harcı kullanılarak elde edilebilir.

4.4. Betonarme Kolon Mantosu İmalatı

Projede belirtilmiş olan hasarlı ve yetersiz kapasiteye sahip kolonlarda betonarme mantolama uygulanacaktır. Mantolanacak kolonların altında yeni temel oluşturulmayacaktır. Mevcut temellerin yeterli olduğu kabul edilmiştir. Ancak yine de kazı yapıldıktan sonra ortaya çıkacak mevcut temel durumuna göre inşaat yerinde üniversite onayıyla karar verilecektir.

4.4.1. Ön Hazırlık

Mantolanacak kolonun tüm yüzlerindeki sıva ve pas payları tamamen sıyrılacaktır. Kolon donatısı tamamen açığa çıkarılacaktır. Manto yapılmasına engel olan kalorifer, pis su borusu, elektrik hattı vb. sökülecek ve bunların yerleri değiştirilecektir. Kolon yüzleri tamamen temizlenecek ve temizleme işlemi basınçlı su ile tamamlanacaktır.

4.4.2. Manto Donatısı

Kolona ilave edilecek mantonun donatısı ilgili paftalardaki detaylara uygun şekilde yerleştirilecek ve projedeki gibi kaynaklı birleşimler yapılacaktır.

Bodrum kat kolonlarının üst kata göre daha geniş olan kısımlarına projede gösterilen ankraj çubukları için, ankraj elemanı çapından en az 4 mm daha geniş ankraj delikleri açılacaktır. Delik içleri basınçlı hava ile tozdan arındırılacak ve ankraj çubukları bu deliklere akışkan kıvamlı epoksi harcı ile ekilecektir. Kolon mantosunun üst kısmında yer alan ankraj çubukları kırılgan ve döşemelere projede gösterildiği şekilde jel kıvamındaki epoksi ile (akmaması için) sabitlenecektir.

4.4.3. Manto Betonu

Manto donatısı yerleştirilip kalıp hazırlandıktan sonra kalıbın bir yüzünün üst kısmında huni şeklinde ağız açılacak ve beton buradan dökülecektir. Beton

dökülmesi için gerekirse üstteki döşeme kiriş yanından kırılarak delik açılabilir. Betonda boşluk kalmaması için gerekli vibrasyon kalıp dışından uygulanacaktır.

Dökülen beton huni ağzına ulaştığında priz alması için bir süre beklenerek, daha sonra üstte kalan boşluk rötresiz harç ile sıkıca doldurulacaktır. Kalıp söküldükten sonra, meydana gelen taşmalar hemen kırılarak düzeltilecektir. Beton yüzeyinde meydana gelebilecek boşluklar rötresiz tamir harcı ile doldurulacak ve bu iş için herhangi bir ek ödeme talep edilmeyecektir.

5. SAYISAL UYGULAMALAR

5.1. Gaziantep İli Nurdağı İlçe Emniyet Müdürlüğü ve Lojman Binası

5.1.1. Giriş

Gaziantep İli, Nurdağı İlçe Emniyet Amirliği Binasının 1998 Deprem Yönetmenliğine göre hazırlanmış olan güçlendirme projelerinin TDY-2007 şartları doğrultusunda değerlendirilmesi ve revize edilmesi işi kapsamında yeniden hazırlanan güçlendirme projesinin sonuçları bu bölümde sunulmuştur.



Şekil 5.1. Ön Cephe

Yapının yeniden hazırlanan güçlendirme projesine göre deprem güvenliği tespiti ve güçlendirme çalışmaları sırasında, Mart 2007'de yürürlüğe giren Deprem Bölgelerinde Yapılacak Binalar Hakkında Yönetmeliğin (TDY-2007) "Mevcut Yapıların Değerlendirilmesi ve Güçlendirilmesi" bölümünde yer alan "Doğrusal Elastik Hesap Yöntemleri" kullanılacaktır.

Binanın temsil ettiği sosyal değer ve olası bir depremde hemen kullanılması gerekliliği göz önüne alınarak yeniden hazırlanan güçlendirme projesi

TDY–2007'de tanımlanan iki farklı deprem spektrumuna göre yapılacaktır. Bina aşılma olasılığı 50 yılda %2 olan depremin ivme spektrumu ve "Can Güvenliği (CG)" performans düzeyi gerekleri ile aşılma olasılığı 50 yılda %10 olan depremin ivme spektrumu ve "Hemen Kullanım (HK)" performans düzeyi gereklerine göre yapılacaktır. Buna göre; "Can Güvenliği" ya da "Hemen Kullanım" performans düzeylerinden her ikisini birden sağlayan binanın güçlendirilmiş taşıyıcı sistemi yeterli kabul edilecektir.

5.1.2. Mevcut Yapı ve Takviye Elemanları Özellikleri ve Malzeme Bilgileri

Gaziantep İli Nurdağı İlçesi'nde yer alan Nurdağı İlçe Emniyet Amirliği Binası tek bloktan oluşmaktadır. Bina; bodrum kat, zemin kat, 2 ofis katı, 4 lojman katı ile birlikte en üstte lokal olarak kullanılan yarım çekme katı olmak üzere toplam 9 kattan oluşmaktadır. Binadan bilgi toplanması için yapılan çalışmalar sırasında TDY–2007 Madde 7.2.5.'te tanımlanan "orta bilgi düzeyi" için öngörülen esaslar uygulanmıştır. Yapının projeleri mevcuttur. Mevcut yapı üzerinde mimari ve taşıyıcı sistem için yapılan incelemelerin sonuçları Mevcut Yapı Bilgilendirme Formunda detaylı olarak sunulmuştur.

Beton numunelerinin test edilmesi sonucunda ortaya çıkan sonuçlar üzerinde değerlendirme yapılmış, elde edilen (ortalama-standart sapma) değeri mevcut beton dayanımı olarak kullanılmıştır. Bu hesaplar sonucunda daha önce hazırlanan projede 10 MPa olarak belirlenen mevcut beton dayanımı yeni alınan karot numunelerinin basınç dayanımının düşük olması ve ortalama daha da düşürmesi sebebi ile 7 MPa olarak belirlenmiştir. Yapıya ilave edilecek betonarme güçlendirme elemanları C25 ($f_{ck}=25$ MPa, $E=30250$ MPa) sınıfı beton ve S420 ($f_{yk}=420$ MPa) sınıfı donatı kullanılarak detaylandırılacaktır.

Yapısal analizler sırasında her eleman tipi için önceki projede tespit edilen donatı miktarları ile elde edilecek ortalama donatı oranları kullanılacaktır.

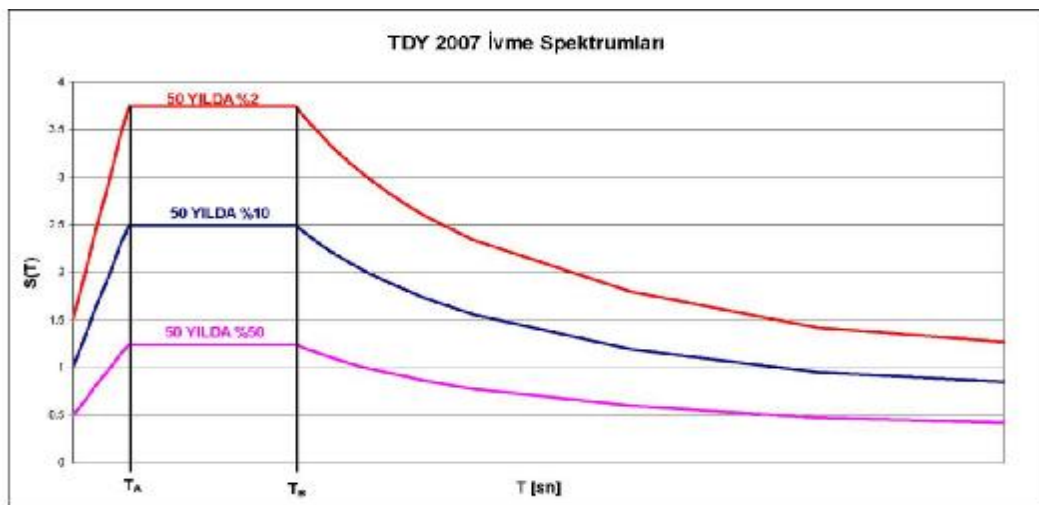
5.1.3. Mevcut Yapı Zemin Özellikleri ve Temel Bilgileri

Bina için daha önce yapılan sondaja dayalı jeolojik ve geoteknik çalışmalarını içeren zemin etüdü sonucunda elde edilen değerlendirmelerin bir özeti aşağıda maddeler halinde sunulmuştur.

- 1) Parselde yapılan sondaj çalışması neticesinde zemin emniyet gerilmesi değeri $z_{emn}=1.60 \text{ kg/cm}^2$ olarak hesaplanmıştır.
- 2) Yerel zemin sınıfı Z3 olarak saptanmıştır.
- 3) Binanın temel sistemi kirişli radye olarak projelendirilmiştir.

5.1.4. Revize Güçlendirme Projesi Analiz Yöntemi ve Analiz Parametreleri

Revize güçlendirme projesi, binanın temsil ettiği sosyal değer ve olası bir depremden sonra hemen kullanılması gerekliliği göz önüne alınarak, TDY-2007'de tanımlanan iki farklı deprem spektrumuna göre yapılacaktır. Yapılar aşılma olasılığı 50 yılda %2 olan depremin ivme spektrumu ve "Can Güvenliği (CG)" performans düzeyi gerekleri ile aşılma olasılığı 50 yılda %10 olan depremin ivme spektrumu ve "Hemen Kullanım (HK)" performans düzeyi gereklerine göre yapılacaktır. Buna göre; "Can Güvenliği" ya da "Hemen Kullanım" performans düzeylerinden her ikisini birden sağlayan revize güçlendirme taşıyıcı sistemi yeterli sayılacaktır.



Şekil 5.2. TDY-2007 İvme Spektrumları

Revize güçlendirme projesine göre takviye edilmiş binanın deprem performansının belirlenmesi için TDY–2007 Bölüm 7.5'te verilen "Doğrusal Elastik Hesap Yöntemleri" kullanılacaktır. Eşdeğer Deprem Yüğü Yöntemi bodrum kat üzerinde toplam yüksekliği 25 m'yi ve toplam kat sayısı 8'i aşmayan, ayrıca ek dışmerkezlik göz önüne alınmaksızın hesaplanan burulma düzensizliği katsayısı $\eta_{bi} < 1.4$ olan binalara uygulanabilir. Söz konusu binanın toplam yüksekliği 25 m'yi aştığından analizler sırasında "Dinamik Analiz (Mod Birleştirme) Yöntemi" kullanılacaktır. Mevcut güçlendirme projesinde yapının alt katlarında gerilmelerin artmasının yanında yapısal düzensizliğe sebep olduğundan lokal olarak kullanılan en üst çekme katın kaldırılarak yapının geri kalanının güçlendirilmesine ve analizlerin bu doğrultuda yapılmasına karar verilmiştir. Binanın analizinde ve deprem performansının değerlendirilmesinde "Probing Orion V.13" isimli yapısal analiz ve tasarım programı kullanılacaktır.

Yapıdan toplanan bilgilerin düzeyi "orta"dır. Bilgi düzeyi katsayısı 0.90 olarak alınmış, malzeme dayanımları bu katsayı ile azaltılarak hesaplanmıştır. Mevcut güçlendirme projesine göre takviye edilmiş binanın analizleri sırasında karot sonuçlarının değerlendirilmesi ile beton basınç dayanımı $f_{cm}=7$ MPa, beton elastisite modülü $E=22600$ MPa olarak alınmıştır. Çatlamış kesite ait etkin eğilme rijitlikleri TDY–2007 Bölüm 7.4.13'e göre analiz sırasında program tarafından hesaplanmaktadır. Yapıya ilave edilecek betonarme güçlendirme elemanları C25 ($f_{ck}=25$ MPa, $E=30250$ MPa) sınıfı beton ve StIII ($f_{yk}=420$ MPa) sınıfı donatı kullanılarak detaylandırılacaktır. Analiz sırasında kullanılan girdiler Çizelge 5.1'de detaylı olarak sunulmuştur.

Çizelge 5.1 Analiz Parametreleri

Yapının Adı:	Nurdağı İlçe Emniyet Amirliği Binası.
Adresi :	Nurdağı / Gaziantep
Kat Adedi (N) :	BK + ZK+ 6NK = 8 KAT
TDY–2007'de Öngörülen Performans Düzeyi:	50 yılda %2 - Can Güvenliği 50 yılda %10 - Hemen Kullanım
Deprem Bölgesi :	1
Etkin Yer İvmesi Katsayısı (A_0) :	0.4
Taban Kesme Kuvveti Katsayısı :	0.85
Hareketli Yük Katılım Katsayısı :	0.3
Yerel Zemin Sınıfı :	Z 3
Spektrum Karakteristik Periyotları :	$T_A = 0.15$ s, $T_B = 0.60$ s
Zemin Emniyet Gerilmesi (σ_{Zem}) :	1.60 kg/cm ²
Mevcut Bina Bilgi Düzeyi :	Orta
Mevcut Bina Bilgi Düzeyi Katsayısı :	0.90
Mevcut Beton Dayanımı (F_{ck}) :	7 MPa
Mevcut Beton Elastisite Modülü (E) :	22600 MPa
Mevcut Asal Donatı Cinsi :	St I
Mevcut Etriye Cinsi :	St I
Mevcut Kolon Ortalama Düşey Donatı Oranı :	0.007
Mevcut Kolon Etriyesi :	φ8/15
Mevcut Perde Ortalama Düşey Donatı Oranı :	0.0077
Mevcut Perde Yatay Donatısı :	φ10/15
Mevcut Perde Başlık Bölgesi :	YOK
Mevcut Kiriş Ortalama Donatı Oranı :	Mesnet Üst Donatı Oranı : 0.0070 Mesnet Alt Donatı Oranı : 0.0036
Mevcut Kiriş Etriyesi:	φ8/20
Kolon-kiriş Birleşim Bölgesi Etriye Sıklaştırması:	YOK
Takviye Elemanları Beton Dayanımı (F_{ck}) :	25 MPa
Takviye Elemanları Beton Elastisite Modülü (E) :	30250 MPa
Takviye Elemanları Donatı Sınıfı :	St III

5.1.5. Revize Güçlendirme projesinin "Can Güvenliği" Performans Düzeyi Kriterlerine Göre Değerlendirilmesi

Revize güçlendirme projesi, TDY–2007'de öngörülen aşılma olasılığı "50 yılda %2" olan depremin ivme spektrumuna göre analiz edilmiş ve "can güvenliği" performans düzeyi gereklerine göre değerlendirilmiştir. Kirişlerin her katta en fazla %30'u ileri hasar bölgesine geçebilir. Kolonların ve perdelerin ileri hasar bölgesinde olanlarının herhangi bir normal katta kat kesmesinin en fazla %20'sini, en üst katta

%40'ını alıyor olmasına izin verilir. Bu analizin girdileri ve sonuçları çizelgeler halinde verilmiştir. Bu çizelgelerin değerlendirilmesi ile elde edilen sonuçlar aşağıdaki gibidir:

Yapının doğal titreşim periyodu, x doğrultusunda 0.781 saniye, y doğrultusunda ise 0.770 saniye olarak hesaplanmıştır (Çizelge 5.8).

Tüm yönlerdeki deprem yüklemelerinde burulma düzensizliği katsayısı $\eta_{br} < 1.4$ olduğundan "Eşdeğer Deprem Yüğü Yöntemi" kullanılabilir (Çizelge 5.10). Fakat binanın toplam yüksekliği 25 m'nin üzerinde olduğundan "Dinamik Analiz Yöntemi" kullanılacaktır.

+X yönü deprem yüklemesi altında yapının düşey elemanlarının tüm katlarda öngörülen performans düzeyini sağladıkları görülmüştür. Yapının kirişleri tüm katlarda öngörülen performans düzeyini sağlamaktadır (Çizelge 5.11).

–X yönü deprem yüklemesi altında yapının düşey elemanlarının tüm katlarda öngörülen performans düzeyini sağladıkları görülmüştür. Yapının kirişleri tüm katlarda öngörülen performans düzeyini sağlamaktadır (Çizelge 5.12).

+Y yönü deprem yüklemesi altında yapının düşey elemanlarının tüm katlarda öngörülen performans düzeyini sağladıkları görülmüştür. Yapının kirişleri tüm katlarda öngörülen performans düzeyini sağlamaktadır (Çizelge 5.13).

–Y yönü deprem yüklemesi altında yapının düşey elemanlarının tüm katlarda öngörülen performans düzeyini sağladıkları görülmüştür. Yapının kirişleri tüm katlarda öngörülen performans düzeyini sağlamaktadır (Çizelge 5.14).

Yapıda görelî yanal ötelenme koşulları tüm doğrultularda yönetmelik koşullarını sağlamaktadır (Çizelge 5.15).

Revize güçlendirme projesi ile yapı analiz sonuçlarının değerlendirilmesi ile yapının aşılma olasılığı 50 yılda %2 olan deprem için "Can Güvenliği" performans düzeyini sağlamadığı görülmüştür.

5.1.6. Revize Güçlendirme projesinin "Hemen Kullanım" Performans Düzeyi Kriterlerine Göre Değerlendirilmesi

Revize güçlendirme projesi, TDY-2007'de öngörülen aşılma olasılığı "50 yılda %10" olan depremin ivme spektrumuna göre analiz edilmiş ve "hemen kullanım" performans düzeyi gereklerine göre değerlendirilmiştir. Kirişlerin her katta en fazla %10'u belirgin hasar bölgesine geçebilir. Kolonların ve perdelerin tamamı minimum hasar bölgesinde kalmalıdır. Bu analizin girdilerini ve sonuçları tablolar halinde verilmiştir. Bu tabloların değerlendirilmesi ile elde edilen sonuçlar aşağıdaki gibidir:

Yapının doğal titreşim periyodu, x doğrultusunda 0.781 saniye, y doğrultusunda ise 0.770 saniye olarak hesaplanmıştır (Çizelge 5.19).

Tüm yönlerdeki deprem yüklemelerinde burulma düzensizliği katsayısı $\eta_{br} < 1.4$ olduğundan "Eşdeğer Deprem Yüğü Yöntemi" kullanılabilir (Çizelge 5.21). Fakat binanın toplam yüksekliği 25 m'nin üzerinde olduğundan "Dinamik Analiz Yöntemi" kullanılacaktır.

+X yönü deprem yüklemesi altında yapının düşey elemanlarının tüm katlarda öngörülen performans düzeyini sağladıkları görülmüştür. Yapının kirişlerinin bodrum ve zemin kat hariç tüm katlarda öngörülen performans düzeyini sağlamadıkları görülmüştür (Çizelge 5.22).

-X yönü deprem yüklemesi altında yapının düşey elemanlarının tüm katlarda öngörülen performans düzeyini sağladıkları görülmüştür. Yapının kirişlerinin bodrum ve zemin kat hariç tüm katlarda öngörülen performans düzeyini sağlamadıkları görülmüştür (Çizelge 5.23).

+Y yönü deprem yüklemesi altında yapının düşey elemanlarının tüm katlarda öngörülen performans düzeyini sağladıkları görülmüştür. Yapının kirişlerinin 3. ve 8. kat hariç tüm katlarda öngörülen performans düzeyini sağladıkları görülmüştür (Çizelge 5.24).

-Y yönü deprem yüklemesi altında yapının düşey elemanlarının tüm katlarda öngörülen performans düzeyini sağladıkları görülmüştür. Yapının kirişlerinin 3. ve 8.

kat hariç tüm katlarda öngörülen performans düzeyini sağladıkları görülmüştür (Çizelge 5.25).

Yapıda görelî yanal ötelenme koşulları tüm doğrultularda yönetmelik koşullarını sağlamaktadır (Çizelge 5.26).

Revize güçlendirme projesi ile yapı analiz sonuçlarının değerlendirilmesi ile yapının düşey taşıyıcılarının aşılma olasılığı 50 yılda %10 olan deprem için "Hemen Kullanım" performans düzeyini sağladığı yapının kirişlerinin ise aşılma olasılığı 50 yılda %10 olan deprem için "Hemen Kullanım" performans düzeyini sağlamadığı görülmüştür.

5.1.7. Sonuç ve Öneriler

Yapının önceki projede "L" şeklinde konumlanan perdeleri yeniden hesaplanan beton basınç dayanımının daha düşük çıkması sebebi ile birbirini etkileyen "X" ve "Y" yönü takviye perdeleri yerine "Y" yönü perdelerinin bir kısmı dışarı (konsol altına) alınarak hem takviye perdeleri bu şekilde konumlandırılması sonucu birbirini etkilemelerinden kurtarılmış, hem de "Y" yönü perde alanını mimari fonksiyonu bozmadan daha da artırmaya müsaade etmiştir.

Yapıda var olan yapısal düzensizlikleri ve yapının kendi düşey yüklerini azaltarak yapıya etkiyecek deprem yüklerini de azaltmak için yapının lokal olarak kullanılan çekme katının yıkılması gerekmektedir. Bu şekilde yapı daha düzenli bir deprem davranışına sahip olacaktır.

Yapının kirişleri hemen kullanım performans düzeyini sağlamamaktadır. Sağlamayan kirişlerin geneli "X" yönünde "A" ve "J" aksları üzerinde "Y" yönünde ise "6" ve "7" aksları üzerinde bulunan takviye perdelerine bağlı konsol olmayan kirişlerdir. Bu kirişlere gelen gerilmelerin yüksek olması zaten takviye perdelerinde kaynaklanmaktadır ve deprem anında bu kirişlerde mafsallaşma olacaktır. Bu nedenle bu kirişlere güçlendirme gerekli görülmemiştir. Fakat carbon fiber güçlendirme uygulanabilir.

Yapının bu şekilde uygulanacak güçlendirme projesi ile özellikle "Y" yönü periyodu oldukça düşürülmüştür. Eksenel yük taşıma kapasitesi aşılan kolonların

mantolanarak dayanımlarının artırılması gerekmektedir. Güçlendirme perdelerinin altında mevcut temel bulunmaması durumunda, bu perdelerin altına temel ilavesi gerekebilecektir.

Binanın deprem sonrasında hemen kullanılması gereken binalar kategorisinde yer alması ve deprem sonrası kriz merkezi olması muhtemel bir yapı olması sebebi ile yüksek maliyetli revize güçlendirme projesinin uygulanıp uygulanmayacağı ya da binanın yıkılarak tekrar yenisinin yapılması kararı idarenin tasarrufuna bırakılacaktır.

Çizelge 5.2. Genel Bilgiler

a) Tip Proje No :	-				
b) Orijinal Proje :	Var	X	Yok		
c) Proje/İnşaat Yapım Yılı :	Proje: -				
d) Kullanım Zamanı	Tam Gün	X	Yarım Gün		
e) Kullanıcı Sayısı	1- 10 Arası		11 - 50 Arası	51 - 100 Arası	100'den Fazla
f) Hasar Durumu	Hasarlı Değil		Az Hasarlı	Orta Hasarlı	Ağır Hasarlı
g) Onarım Durumu	Onarım Görmemiş	X	Onarım Gömülü	Genel Onarım	Genel Onarım
h) Tahliye Durumu	Çok Kısa Süre		Kısa Süre	Kolay Değil	Zor

Çizelge 5.3. Kat Bilgileri

Kat Bilgileri	Kat Adedi	Kat Yüksekliği (m)	Kat Alanı (m2)	Korozyon	Hasar	Kısa Kolon
2. Bodrum Kat	-	-	-	-	-	-
1. Bodrum Kat	1	3.40	528.00	-	-	VAR
Zemin Kat	1	3.40	528.00	-	-	-
BURO KATLARI	2	3.40	528.00	-	-	-
Normal Katlar	4	3.00	528.00	-	-	-
Çatı Katı	1	3.00	529.00	-	-	-
TOPLAM	9	28.60	4753.00			

Çizelge 5.4. Malzeme – İşçilik Bilgileri

a) Genel İşçilik Kalitesi	Kötü	X	Orta	iyi	
b) Genel Malzeme Kalitesi	Kötü	X	Orta	iyi	
c) Periyodik Bakım	Yapılmış		Yapılmamış	Bilinmiyor	X
d) Donatı Cinsi :	Boyuna :		BÇ-I	BÇ-I 11	
	Enine :		BÇ-I	BÇ-I 11	
e) Görünen Beton Kalitesi :	Granülometri Uygun		Granülometri Uygun	Deniz Kumu Var	
	İri ve Orta Malzeme Hiç Yok		Dere Malzemesi Kullanılmış	Kırmataş Kullanılmış	
	Beton Yüzeyi Boşluklu	X	Beton Yüzeyi	Betonda Yabancı	
	Bodrum		Zemin	Normal Kat	
f) Duvar Malzemesi :	Perde Beton	X	Perde Beton	Perde Beton	
	Dolu Harman Tuğ.		Dolu Harman Tuğ.	Dolu Harman Tuğ.	
	Yatay Delikli Tuğ.		Yatay Delikli Tuğ.	Yatay Delikli Tuğ.	
	Düşey Delikli Tuğ.		Düşey Delikli Tuğ.	Düşey Delikli Tuğ.	X
	Doğal Taş		Doğal Taş	Doğal Taş	
	Gazbeton		Gazbeton	Gazbeton	
g) İzolasyon Malzemesi :	Çatı/ Yok		Döşeme/Yok:	Duvar/Yok:	
	Çatı/Var:	X	Döşeme/Var:	Duvar/Var:	
	Belirlenemedi		Belirlenemedi	Belirlenemedi	X
h) Çatı Kaplama Malzemesi :	Marsilya Kiremit	X	Alüminyum Panel	Elyafı Çim.Ol. Lev.	
	Oluklu Giv.Sac		Diğer:	Belirlenemedi	
i) Genel Hacimlerde : Döşeme Kaplama Mlz.	Karo Mozaik		Dökme Mozaik	Ahşap	
	Seramik	X	Mermer/Granit	Halı	
j) Dış Cephe Kap.Malz. :	Sıva	X	Taraklı Mozaik	Cam Mozaik	
	Akrilik Dış Boya	X	Hazır Sıva	h=100cm Serpme sıva	

Çizelge 5.5. Taşıyıcı Sistem Bilgileri

a) Taşıyıcı Sistem Türü :	B.A.Çerçeve Ekleme Var	X	B.A. Kutu (Tünel Kalıp) Diğer ()	B.A.Çerçeve ve Perde	Yığma
b) Yapı Konumu :	Münferit Var	X	Bitişik (Ortada)	Bitişik (Kenarda)	
c) Dilatasyon Derzi :	Dolu		Yok	Yetersiz (.... cm)	
d) Etriye Sıkıştırması :	Var		Boş	Belirlenemedi	
e) Çekiçleme :	Risk Var		Yok	Karışık	
f) Bant Pencere :	Küçük Bant	X	Risk Yok	Risk Az	
g) Saplama Kiriş :	Var	X	Yok	Bant Yok	
h) Döşeme Süreksizliği :	Paralel	X	Paralel Değil		
i) Taşıyıcı Elemanları :	Var		Yok		
j) Düşeyde Süreksizlik :	Yok		1.5 m'den Küçük	1.5 m'den Büyük	X
k) Konsol Durumu :	Var		Yok		
l) Ara Kat :	Var	X	Yok		
m) Çatı Çekme Kat :	Var	X	Yok		
n) Çer.-Duv. Arası Çatlak :	Var	X	Yok		
o) Planda Çıkıntı :	Yok		%20'den Küçük	%20'den Büyük	
p) Temel Sistemi :	Tekil		Tekil&Süreklili	Süreklili	
	Radye	X	Duvar Altı	Tespit Edilemedi	
	Bağ Kirişi Var		Bağ Kirişi Yok	Belirlenemedi	
	Kirişli Plak	X	Kirişsiz Plak	Nervür Kirişli Plak	
	Kaset		Asmolen Dışlı	Diğer ()	
r) Döşeme Sistemi :	Tüm Katlarda Aynı		Tüm Katlarda Farklı		
	Ahşap Oturtma	X	Beşik	Sundurma	
s) Çatı Sistemi :	Çelik Makas		Betonarme Makas	Teras	
	Şet		Diğer ()		
t) Geniş Açıklık İçin :	Sehim Mevcut		Sehim Mevcut Değil		
u) Yapısal Çatlaklar :	Yok		Var	Oturma	Deprem
	(Çatlak genişliği mm. Çatlak Derinliği mm)				
v) Tretuar :	Var	X	Yok		
	Ayrılma Var		Oturma Var		

Çizelge 5.6. Zemin ve Temel Bilgileri

a) Zemin Sınıfı :	Z1	Z2	Z3	Z4
b) Mevcut Temel Projesi :	Var	X		
c) Muayene Çukuru :	Açıldı	Açılmadı	X	
d) Temel Tipi :	Tekil	Tekil&Sürekli	Sürekli	
e) Bağ Kirişi :	Radye	Duvar Altı	Tespit Edilemedi	
f) Temel Üst Kotu :	Var	Yok	Belirlenemedi	
g) Temel Alt Kotu :	-1.90			
h) Temel Drenajı :	-3.40			
i) Temel Yalıtımı :	Var	Yok	Belirlenemedi	X
j) Arazi Durumu :	Tarım alanı	Göl Yatağı	Belirlenemedi	X
k) Yeraltı Suyu :	Var	Yok	Dere Yatağı	Bilinmiyor
l) Arazi Eğimi :	Düz arazi	Az Eğimli	Eğimli	
	Deniz Kenarı	Kayma Riski Var		

Çizelge 5.7. Donatı Bilgileri

Mevcut Yapıda Asal Donatı Sınıfı	S220 (St I)	X	S420 (St III)	S500 (St IV)
Mevcut Yapıda Etriye Sınıfı	S220 (St I)	X	S420 (St III)	S500 (St IV)
Kiriş Donatıları Projesine Uygun mu?	Evet	X	Hayır	Belirlenemedi
Kiriş Donatı Gerçekleşme Katsayısı	1		Mevcut Donatı Oranı Kullanılacak	X
Kiriş Mesnetleri Mevcut Donatı Oranı (p)	Üst Donatı Oranı: 0.007		Alt Donatı Oranı: 0.0036	
Kirişlerde Etriye Sıklaştırmaları	Var		Yok	Belirlenemedi
Kiriş Etriyesi	Ø8/20	X	Belirlenemedi	
Kirişlerde Etriye Kancası	90 °	X	135 °	Belirlenemedi
Kolon Donatıları Projesine Uygun mu?	Evet	X	Hayır	Belirlenemedi
Kolon Donatıları Gerçekleşme Katsayısı	1		Mevcut Donatı Oranı Kullanılacak	X
Kolon Mevcut Donatı Oranı (p)	Asal Donatı Oranı: 0.007			
Kolonlarda Etriye Sıklaştırmaları	Var		Yok	Belirlenemedi
Kolon Etriyesi	Ø8/15	X	Belirlenemedi	
Kolonlarda Etriye Kancası	90 °		135 °	Belirlenemedi
Perde Donatıları Projesine Uygun mu?	Evet		Hayır	Belirlenemedi
Perde Donatıları Gerçekleşme Katsayısı	1		Mevcut Donatı Oranı Kullanılacak	X
Perde Mevcut Donatı Oranı (p)	Asal Donatı Oranı: 0.0077			
Perdelere Başlık Bölgesi	Var		Yok	Belirlenemedi
Perde Tevzi Donatısı	Ø10/15	X	Belirlenemedi	

Çizelge 5.8. Proje Parametreleri Bina Performans Düzeyi

İvme Spektrumu Katsayısı:	Can Güvenliği (CG)	Deprem Aşılma Olasılığı:	50 Yılda %2
Bina Bilgi Düzeyi:	ORTA	Bilgi Düzeyi Katsayısı=	0.90
Taban Kesme Kuvveti Katsayısı:	0.85	Hareketli Yük Azaltma Katsayısı =	0.3
Deprem Bölgesi:	1	A _q =	0.40
Zemin Sınıfı :	Z3	T _a =	0.15 s
Mevcut Beton Sınıfı:	BS 7	f _{cm} =	7 MPa
Mevcut Donatı Sınıfı:	S 220	f _{ym} =	220 MPa
Donatı Oranları:	Kolon: 0.007	Perde: 0.0077	
	Kiriş Üst: 0.007	Kiriş Alt: 0.0036	
Etriyeler:	Kolonlar : Ø 8/15	Perdeler: Ø 10/15	Kirişler Ø 8/20
Sargılama Durumu:	Kolonlar: YOK	Perdeler: YOK	Kirişler YOK
Takviye Sonrası Titreşim Periyodu	T _x =	0.781	s 1 T _y = 0.770 s
Takviye Elemanları Beton Sınıfı	BS 25	f _{cm}	25 MPa
Takviye Elemanları Donatı Sınıfı	S 420	f _{ym} =	420 MPa
			E= 30250 MPa
			E= 210000 MPa

Çizelge 5.9. Kat Kütleleri ve Kat Ağırlıkları ve Dinamik Atalet Kuvvetleri

Kat	h (m)	m (t)	m ₂ (t.m ²)	G (t)	Q (t)	W (t)	F _x (t)	F _y (t)
K.08	3.00	60.503	2.68E+04	565.602	93.093	593.53	563.781	603.769
K.07	3.00	78.565	3.54E+04	720.602	167.074	770.724	515.927	561.216
K.06	3.00	78.909	3.56E+04	723.977	167.074	774.099	431.297	461.73
K.05	3.00	78.909	3.56E+04	723.977	167.074	774.099	432.841	457.861
K.04	3.40	81.205	3.67E+04	746.504	167.074	796.626	458.806	487.003
K.03	3.40	81.581	3.66E+04	765.903	114.684	800.308	444.171	470.39
K.02	3.40	82.98	3.72E+04	780.782	110.855	814.039	381.51	401.541
K.01	3.40	70.705	3.09E+04	662.8	102.715	693.615	188.663	201.361
				5690.145	1089.642	6017.038	3416.989	3644.865

Çizelge 5.10. Burulma Düzensizliği Kontrolü

Kat	di-Min (m)	di-Max (m)	Deprem Etki Yönü: +X				Eta-C	Sınır
			(del-))Min (m)	(del-))Max (m)	(del-))Ort (m)	(del-))Ort (m)		
K.08	0.391013	0.392493	0.053489	0.053683	0.053586	0.053586	1.002	1.40
K.07	0.337524	0.33881	0.054531	0.054732	0.054631	0.054631	1.002	1.40
K.06	0.282993	0.284078	0.055159	0.055367	0.055263	0.055263	1.002	1.40
K.05	0.227834	0.228711	0.05484	0.055048	0.054944	0.054944	1.002	1.40
K.04	0.172994	0.173663	0.059858	0.060085	0.059972	0.059972	1.002	1.40
K.03	0.113136	0.113578	0.054309	0.054511	0.05441	0.05441	1.002	1.40
K.02	0.058827	0.059067	0.041485	0.041648	0.041566	0.041566	1.002	1.40
K.01	0.017342	0.017419	0.017342	0.017419	0.01738	0.01738	1.002	1.40

Kat	di-Min (m)	di-Max (m)	Deprem Etki Yönü: -X				Eta-C	Sınır
			(del-))Min (m)	(del-))Max (m)	(del-))Ort (m)	(del-))Ort (m)		
K.08	0.391013	0.392493	0.053489	0.053683	0.053586	0.053586	1.002	1.40
K.07	0.337524	0.33881	0.054531	0.054732	0.054631	0.054631	1.002	1.40
K.06	0.282993	0.284078	0.055159	0.055367	0.055263	0.055263	1.002	1.40
K.05	0.227834	0.228711	0.05484	0.055048	0.054944	0.054944	1.002	1.40
K.04	0.172994	0.173663	0.059858	0.060085	0.059972	0.059972	1.002	1.40
K.03	0.113136	0.113578	0.054309	0.054511	0.05441	0.05441	1.002	1.40
K.02	0.058827	0.059067	0.041485	0.041648	0.041566	0.041566	1.002	1.40
K.01	0.017342	0.017419	0.017342	0.017419	0.01738	0.01738	1.002	1.40

Deprem Etki Yönü: +Y						
Kat	di-Min (m)	di-Max (m)	(del-i)Min (m)	(del-i)Max (m)	(del-i)Ort (m)	Sınır
K.08	0.319841	0.378203	0.046891	0.053354	0.050123	1.40
K.07	0.27295	0.324849	0.047133	0.054265	0.050699	1.40
K.06	0.225817	0.270584	0.046619	0.054344	0.050482	1.40
K.05	0.179198	0.21624	0.045115	0.05333	0.049223	1.40
K.04	0.134082	0.16291	0.047653	0.057242	0.052448	1.40
K.03	0.086429	0.105868	0.041784	0.050976	0.04638	1.40
K.02	0.044645	0.054692	0.031318	0.038449	0.034884	1.40
K.01	0.013327	0.016243	0.013327	0.016243	0.014785	1.40

Deprem Etki Yönü: -Y						
Kat	di-Min (m)	di-Max (m)	(del-i)Min (m)	(del-i)Max (m)	(del-i)Ort (m)	Sınır
K.08	0.319841	0.378203	0.046891	0.053354	0.050123	1.40
K.07	0.27295	0.324849	0.047133	0.054265	0.050699	1.40
K.06	0.225817	0.270584	0.046619	0.054344	0.050482	1.40
K.05	0.179198	0.21624	0.045115	0.05333	0.049223	1.40
K.04	0.134082	0.16291	0.047653	0.057242	0.052448	1.40
K.03	0.086429	0.105868	0.041784	0.050976	0.04638	1.40
K.02	0.044645	0.054692	0.031318	0.038449	0.034884	1.40
K.01	0.013327	0.016243	0.013327	0.016243	0.014785	1.40

Çizelge 5.11. Deprem Etki Yönü 1 X

Kat	Eleman	Toplam Elm. Adedi	Sağlamayan Elm. Adedi	Sağlamayan Elm. Yüzdesi	V-toplam (kN)	V-Sağlamayan (kN)	Sağlamayan V Yüzdesi	Limit
1	Kolonlar:	36	0	0	3457	0	0	< 20.00
	Kirişler:	35	2	5.71				< 30.00
2	Kolonlar:	36	0	0	3383	0	0	< 20.00
	Kirişler:	35	4	11.43				< 30.00
3	Kolonlar:	36	0	0	3129	0	0	< 20.00
	Kirişler:	35	6	17.14				< 30.00
4	Kolonlar:	36	0	0	2774	0	0	< 20.00
	Kirişler:	38	8	21.05				< 30.00
5	Kolonlar:	36	0	0	2419	0	0	< 20.00
	Kirişler:	38	10	26.32				< 30.00
6	Kolonlar:	36	0	0	2053	0	0	< 20.00
	Kirişler:	38	10	26.32				< 30.00
7	Kolonlar:	36	0	0	834	0	0	< 20.00
	Kirişler:	38	10	26.32				< 30.00
8	Kolonlar:	36	0	0	35	0	0	< 40.00
	Kirişler:	34	4	11.76				< 30.00
Bu yapıdaki düşey elemanlar 'Can Güvenliği Performans' düzeyini sağlamaktadır.								
Bu yapıdaki kirişler 'Can Güvenliği Performans' düzeyini sağlamaktadır.								

Çizelge 5.12. Deprem Etki Yönü –X

Kat	Eleman	Toplam Eleman Adedi	Sağlamayan Eleman Adedi	Sağlamayan Eleman Yüzdesi	V-toplam (kN)	V-Sağlamayan (kN)	Sağlamayan V Yüzdesi	Limit
1	Kolonlar:	36	0	0	3457	0	0	< 20.00
	Kirişler:	35	0	0				< 30.00
2	Kolonlar:	36	0	0	3383	0	0	< 20.00
	Kirişler:	35	4	11.43				< 30.00
3	Kolonlar:	36	0	0	3129	0	0	< 20.00
	Kirişler:	35	4	11.43				< 30.00
4	Kolonlar:	36	0	0	2774	0	0	< 20.00
	Kirişler:	38	6	15.79				< 30.00
5	Kolonlar:	36	0	0	2419	0	0	< 20.00
	Kirişler:	38	6	15.79				< 30.00
6	Kolonlar:	36	0	0	2053	0	0	< 20.00
	Kirişler:	38	6	15.79				< 30.00
7	Kolonlar:	36	0	0	834	0	0	< 20.00
	Kirişler:	38	6	15.79				< 30.00
8	Kolonlar:	36	0	0	35	0	0	< 40.00
	Kirişler:	34	4	11.76				< 30.00
Bu yapıdaki düşey elemanlar 'Can Güvenliği Performans' düzeyini sağlamaktadır.								
Bu yapıdaki kirişler 'Can Güvenliği Performans' düzeyini sağlamaktadır.								

Çizelge 5.13. Deprem Etki Yönü +Y

Kat	Eleman	Toplam Eleman Adedi	Sağlamayan Eleman Adedi	Sağlamayan Eleman Yüzdesi	V-toplam (kN)	V-Sağlamayan		Limit
						(kN)	V Yüzdesi	
1	Kolonlar:	36	0	0	3775	0	0	< 20.00
	Kirişler:	31	0	0				< 30.00
2	Kolonlar:	36	0	0	3695	0	0	< 20.00
	Kirişler:	21	4	19.05				< 30.00
3	Kolonlar:	36	0	0	3414	0	0	< 20.00
	Kirişler:	21	5	23.81				< 30.00
4	Kolonlar:	36	0	0	3029	0	0	< 20.00
	Kirişler:	21	3	14.29				< 30.00
5	Kolonlar:	36	0	0	2642	0	0	< 20.00
	Kirişler:	21	3	14.29				< 30.00
6	Kolonlar:	36	0	0	2236	0	0	< 20.00
	Kirişler:	21	3	14.29				< 30.00
7	Kolonlar:	36	0	0	1709	0	0	< 20.00
	Kirişler:	21	3	14.29				< 30.00
8	Kolonlar:	36	0	0	142	0	0	< 40.00
	Kirişler:	22	3	13.64				< 30.00
Bu yapıdaki düşey elemanlar 'Can Güvenliği Performans' düzeyini sağlamaktadır.								
Bu yapıdaki kirişler 'Can Güvenliği Performans' düzeyini sağlamaktadır.								

Çizelge 5.14. Deprem Etki Yönü –Y

Kat	Eleman	Toplam Elm. Adedi	Sağlamayan Elm. Adedi	Sağlamayan Elm. Yüzdesi	V-toplam (kN)	V-Sağlamayan (kN)	Sağlamayan V Yüzdesi	Limit
1	Kolonlar:	36	0	0	3775	0	0	< 20.00
	Kirişler:	31	0	0				< 30.00
2	Kolonlar:	36	0	0	3695	0	0	< 20.00
	Kirişler:	21	4	19.05				< 30.00
3	Kolonlar:	36	0	0	3414	0	0	< 20.00
	Kirişler:	21	5	23.81				< 30.00
4	Kolonlar:	36	0	0	3029	0	0	< 20.00
	Kirişler:	21	3	14.29				< 30.00
5	Kolonlar:	36	0	0	2642	0	0	< 20.00
	Kirişler:	21	3	14.29				< 30.00
6	Kolonlar:	36	0	0	2236	0	0	< 20.00
	Kirişler:	21	3	14.29				< 30.00
7	Kolonlar:	36	0	0	1709	0	0	< 20.00
	Kirişler:	21	3	14.29				< 30.00
8	Kolonlar:	36	0	0	142	0	0	< 40.00
	Kirişler:	22	3	13.64				< 30.00
Bu yapıdaki düşey elemanlar 'Can Güvenliği Performans' düzeyini sağlamaktadır.								
Bu yapıdaki kirişler 'Can Güvenliği Performans' düzeyini sağlamaktadır.								

Çizelge 5.15. Deprem Etki Yönü +X

Kat	h_i (m)	δ_{max} (m)	Δ_{max}	Δ_{max} / h_i	Kontrol	Limit	Kontrol
K08	3.00	0.397	0.05425	0.01809	<	0.03	E
K07	3.00	0.342	0.05531	0.01844	<	0.03	E
K06	3.00	0.287	0.05596	0.01865	<	0.03	E
K05	3.00	0.231	0.05563	0.01854	<	0.03	E
K04	3.40	0.176	0.06072	0.01786	<	0.03	E
K03	3.40	0.115	0.05509	0.01620	<	0.03	E
K02	3.40	0.060	0.04209	0.01238	<	0.03	E
K01	3.40	0.018	0.01760	0.00518	<	0.03	E
Bu yapıda görel kat ötelemeleri sınır değerleri aşılmamaktadır.							

Çizelge 5.16. Deprem Etki Yönü -X

Kat	h_i (m)	δ_{max} (m)	Δ_{max}	Δ_{max} / h_i	Kontrol	Limit	Kontrol
K08	3.00	0.397	0.05425	0.01809	<	0.03	E
K07	3.00	0.342	0.05531	0.01844	<	0.03	E
K06	3.00	0.287	0.05596	0.01865	<	0.03	E
K05	3.00	0.231	0.05563	0.01854	<	0.03	E
K04	3.40	0.176	0.06072	0.01786	<	0.03	E
K03	3.40	0.115	0.05509	0.01620	<	0.03	E
K02	3.40	0.060	0.04209	0.01238	<	0.03	E
K01	3.40	0.018	0.01760	0.00518	<	0.03	E
Bu yapıda görel kat ötelemeleri sınır değerleri aşılmamaktadır.							

Çizelge 5.17. Deprem Etki Yönü +Y

Kat	h_i (m)	δ_{max} (m)	Δ_{max}	Δ_{max} / h_i	Kontrol	Limit	Kontrol
K.08	3.00	0.390	0.05497	0.01832	<	0.03	E
K.07	3.00	0.335	0.05591	0.01864	<	0.03	E
K.06	3.00	0.279	0.05599	0.01866	<	0.03	E
K.05	3.00	0.223	0.05494	0.01832	<	0.03	E
K.04	3.40	0.168	0.05898	0.01735	<	0.03	E
K.03	3.40	0.109	0.05252	0.01545	<	0.03	E
K.02	3.40	0.056	0.03961	0.01165	<	0.03	E
K.01	3.40	0.017	0.01673	0.00492	<	0.03	E
Bu yapıda göreli kat ötelemeleri sınır değerleri aşılmamaktadır.							

Çizelge 5.18. Deprem Etki Yönü -Y

Kat	h_i (m)	δ_{max} (m)	Δ_{max}	Δ_{max} / h_i	Kontrol	Limit	Kontrol
K.08	3.00	0.390	0.05497	0.01832	<	0.03	E
K.07	3.00	0.335	0.05591	0.01864	<	0.03	E
K.06	3.00	0.279	0.05599	0.01866	<	0.03	E
K.05	3.00	0.223	0.05494	0.01832	<	0.03	E
K.04	3.40	0.168	0.05898	0.01735	<	0.03	E
K.03	3.40	0.109	0.05252	0.01545	<	0.03	E
K.02	3.40	0.056	0.03961	0.01165	<	0.03	E
K.01	3.40	0.017	0.01673	0.00492	<	0.03	E
Bu yapıda göreli kat ötelemeleri sınır değerleri aşılmamaktadır.							

Çizelge 5.19. Proje Parametreleri

Bina Performans Düzeyi:	Hemen Kullanım (HK)	Deprem Aşılma Olasılığı:	50 Yılda %10
İvme Spektrumu Katsayısı:		$F=1.00$	
Bina Bilgi Düzeyi:	ORTA	Bilgi Düzeyi Katsayısı=	0.90
Taban Kesme Kuvveti Katsayısı:	0.85	Hareketli Yük Azaltma Katsayısı =	0.3
Deprem Bölgesi:	1	$A_d=0.40$	
Zemin Sınıfı:	Z3	$T_A=0.15s$	$T_B=0.60s$
Mevcut Beton Sınıfı:	BS 7	$f_{cm}=7 \text{ MPa}$	$E=22599 \text{ MPa}$
Mevcut Donatı Sınıfı:	S 220	$f_{ym}=220$	$E=210000 \text{ MPa}$
Donatı Oranları:	Kolon: 0.007	Perde: 0.0077	
	Kiriş Üstü: 0.007	Kiriş Altı: 0.0036	
Etilerler:	Kolonlar: Ø 8/15	Perdeler: Ø 10/15	Kirişler: Ø 8/20
Sargılama Durumu:	Kolonlar: YOK	Perdeler: YOK	Kirişler: YOK
Takviye Sonrası Titreşim Periyodu	$T_x=0.781s$	$T_y=0.770s$	
Takviye Elemanları Beton Sınıfı	BS 25	$f_{cm}=25 \text{ MPa}$	$E=30250 \text{ MPa}$
Takviye Elemanları Donatı Sınıfı	S 420	$f_{ym}=420$	$E=210000 \text{ MPa}$

Çizelge 5.20. Kat Kütleleri ve Kat Ağırlıkları ve Dinamik Atalet Kuvvetleri

Kat	h (m)	m (t)	$m^2 \text{ (t.m}^2\text{)}$	G (t)	Q (t)	W (t)	Fx (t)	Fy (t)
K.08	3.00	60.503	2.68E+04	565.602	93.093	593.53	347.061	384.414
K.07	3.00	78.565	3.54E+04	720.602	167.074	770.724	305.747	350.433
K.06	3.00	78.909	3.56E+04	723.977	167.074	774.099	255.068	287.664
K.05	3.00	78.909	3.56E+04	723.977	167.074	774.099	266.071	291.372
K.04	3.40	81.205	3.67E+04	746.504	167.074	796.626	289.92	315.073
K.03	3.40	81.581	3.66E+04	765.903	114.684	800.308	284.628	306.934
K.02	3.40	82.98	3.72E+04	780.782	110.855	814.039	245.543	262.925
K.01	3.40	70.705	3.09E+04	662.8	102.715	693.615	121.203	131.795
				5690.145	1089.642	6017.038	2115.24	2330.608

Deprem Etki Yönü: +Y						
Kat	di-Min (m)	di-Max (m)	(del-i)Min (m)	(del-i)Max (m)	(del-i)Ort (m)	Etta-C
K.08	0.128849	0.173207	0.017242	0.021176	0.019209	1.102
K.07	0.111606	0.152031	0.017807	0.022578	0.020192	1.118
K.06	0.093799	0.129453	0.018099	0.023612	0.020855	1.132
K.05	0.0757	0.105842	0.017998	0.02413	0.021064	1.146
K.04	0.057702	0.081712	0.019498	0.026855	0.023176	1.159
K.03	0.038205	0.054856	0.017512	0.024748	0.02113	1.171
K.02	0.020693	0.030109	0.014006	0.020316	0.017161	1.184
K.01	0.006687	0.009793	0.006687	0.009793	0.00824	1.188

Deprem Etki Yönü: -Y						
Kat	di-Min (m)	di-Max (m)	(del-i)Min (m)	(del-i)Max (m)	(del-i)Ort (m)	Etta-C
K.08	0.128849	0.173207	0.017242	0.021176	0.019209	1.102
K.07	0.111606	0.152031	0.017807	0.022578	0.020192	1.118
K.06	0.093799	0.129453	0.018099	0.023612	0.020855	1.132
K.05	0.0757	0.105842	0.017998	0.02413	0.021064	1.146
K.04	0.057702	0.081712	0.019498	0.026855	0.023176	1.159
K.03	0.038205	0.054856	0.017512	0.024748	0.02113	1.171
K.02	0.020693	0.030109	0.014006	0.020316	0.017161	1.184
K.01	0.006687	0.009793	0.006687	0.009793	0.00824	1.188

Çizelge 5.22. Deprem Etki Yönü +X

Kat	Eleman	Toplam Elm. Adedi	Sağlamayan Elm. Adedi	Sağlamayan Elm. Yüzdesi	V-toplam (kN)	V-Sağlamayan (kN)	Sağlamayan V Yüzdesi	Limit
1	Kolonlar:	36	0	0	2119	0	0	< 0.00
	Kirişler:	35	0	0				< 10.00
2	Kolonlar:	36	0	0	2074	0	0	< 0.00
	Kirişler:	35	1	2.86				< 10.00
3	Kolonlar:	36	0	0	1902	0	0	< 0.00
	Kirişler:	35	4	11.43				> 10.00 !
4	Kolonlar:	36	0	0	1669	0	0	< 0.00
	Kirişler:	38	4	10.53				> 10.00 !
5	Kolonlar:	36	0	0	1456	0	0	< 0.00
	Kirişler:	38	4	10.53				> 10.00 !
6	Kolonlar:	36	0	0	1249	0	0	< 0.00
	Kirişler:	38	4	10.53				> 10.00 !
7	Kolonlar:	36	0	0	411	0	0	< 0.00
	Kirişler:	38	5	13.16				> 10.00 !
8	Kolonlar:	36	0	0	63	0	0	< 0.00
	Kirişler:	34	4	11.76				> 10.00 !
Bu yapıdaki düşey elemanlar 'Hemen Kullanım Performans' düzeyini sağlamaktadır.								
Dikkat: Bu yapıdaki kirişler 'Hemen Kullanım Performans' düzeyini sağlamamaktadır.								

Çizelge 5.23. Deprem Etki Yönü –X

Kat	Eleman	Toplam Elm. Adedi	Sağlamayan Elm. Adedi	Sağlamayan Elm. Yüzdesi	V-toplam (kN)	V-Sağlamayan (kN)	Sağlamayan V Yüzdesi	Limit
1	Kolonlar:	36	0	0	2119	0	0	< 0.00
	Kirişler:	35	0	0				< 10.00
2	Kolonlar:	36	0	0	2074	0	0	< 0.00
	Kirişler:	35	0	0				< 10.00
3	Kolonlar:	36	0	0	1902	0	0	< 0.00
	Kirişler:	35	4	11.43				> 10.00 !
4	Kolonlar:	36	0	0	1669	0	0	< 0.00
	Kirişler:	38	6	15.79				> 10.00 !
5	Kolonlar:	36	0	0	1456	0	0	< 0.00
	Kirişler:	38	6	15.79				> 10.00 !
6	Kolonlar:	36	0	0	1249	0	0	< 0.00
	Kirişler:	38	6	15.79				> 10.00 !
7	Kolonlar:	36	0	0	411	0	0	< 0.00
	Kirişler:	38	6	15.79				> 10.00 !
8	Kolonlar:	36	0	0	63	0	0	< 0.00
	Kirişler:	34	4	11.76				> 10.00 !
Bu yapıdaki düşey elemanlar 'Hemen Kullanım Performans' düzeyini sağlamaktadır.								
Dikkat: Bu yapıdaki kirişler 'Hemen Kullanım Performans' düzeyini sağlamamaktadır.								

Çizelge 5.24. Deprem Etki Yönü +Y

Kat	Eleman	Toplam Elm. Adedi	Sağlamayan Elm. Adedi	Sağlamayan Elm. Yüzdesi	V-toplam (kN)	V-Sağlamayan (kN)	Sağlamayan V Yüzdesi	Limit
1	Kolonlar:	36	0	0	2379	0	0	< 0.00
	Kirişler:	31	0	0				< 10.00
2	Kolonlar:	36	0	0	2328	0	0	< 0.00
	Kirişler:	21	1	4.76				< 10.00
3	Kolonlar:	36	0	0	2141	0	0	< 0.00
	Kirişler:	21	4	19.05				> 10.00 !
4	Kolonlar:	36	0	0	1890	0	0	< 0.00
	Kirişler:	21	2	9.52				< 10.00
5	Kolonlar:	36	0	0	1649	0	0	< 0.00
	Kirişler:	21	2	9.52				< 10.00
6	Kolonlar:	36	0	0	1402	0	0	< 0.00
	Kirişler:	21	2	9.52				< 10.00
7	Kolonlar:	36	0	0	1075	0	0	< 0.00
	Kirişler:	21	2	9.52				< 10.00
8	Kolonlar:	36	0	0	77	0	0	< 0.00
	Kirişler:	22	3	13.64				> 10.00 !
Bu yapıdaki düşey elemanlar 'Hemen Kullanım Performans' düzeyini sağlamaktadır.								
Dikkat: Bu yapıdaki kirişler 'Hemen Kullanım Performans' düzeyini sağlamamaktadır.								

Çizelge 5.25. Deprem Etki Yöntü – Y

Kat	Eleman	Toplam Elm. Adedi	Sağlamayan Elm. Adedi	Sağlamayan Elm. Yüzdesi	V-toplam (kN)		V-Sağlamayan (kN)		Sağlamayan V Yüzdesi	Limit
1	Kolonlar:	36	0	0	2379	0	0	0	0	< 0.00
	Kirişler:	31	0	0						< 10.00
2	Kolonlar:	36	0	0	2328	0	0	0	0	< 0.00
	Kirişler:	21	1	4.76						< 10.00
3	Kolonlar:	36	0	0	2141	0	0	0	0	< 0.00
	Kirişler:	21	4	19.05						> 10.00 !
4	Kolonlar:	36	0	0	1890	0	0	0	0	< 0.00
	Kirişler:	21	2	9.52						< 10.00
5	Kolonlar:	36	0	0	1649	0	0	0	0	< 0.00
	Kirişler:	21	2	9.52						< 10.00
6	Kolonlar:	36	0	0	1402	0	0	0	0	< 0.00
	Kirişler:	21	2	9.52						< 10.00
7	Kolonlar:	36	0	0	1075	0	0	0	0	< 0.00
	Kirişler:	21	2	9.52						< 10.00
8	Kolonlar:	36	0	0	77	0	0	0	0	< 0.00
	Kirişler:	22	3	13.64						> 10.00 !
Bu yapıdaki düşey elemanlar 'Hemen Kullanım Performans' düzeyini sağlamaktadır.										
Dikkat: Bu yapıdaki kirişler 'Hemen Kullanım Performans' düzeyini sağlamamaktadır.										

Çizelge 5.26. Deprem Etki Yönü +X

Kat	h_i (m)	δ_{max} (m)	Δ_{max}	Δ_{max} / h_i	Kontrol	Limit	Kontrol
K.08	3.00	0.170	0.01837	0.00612	<	0.01	E
K.07	3.00	0.152	0.01998	0.00666	<	0.01	E
K.06	3.00	0.132	0.02163	0.00721	<	0.01	E
K.05	3.00	0.110	0.02302	0.00767	<	0.01	E
K.04	3.40	0.087	0.02700	0.00794	<	0.01	E
K.03	3.40	0.060	0.02627	0.00773	<	0.01	E
K.02	3.40	0.034	0.02283	0.00672	<	0.01	E
K.01	3.40	0.011	0.01124	0.00331	<	0.01	E

Bu yapıda kat ötelemeleri sınır değerleri aşılmamaktadır.

Çizelge 5.27. Deprem Etki Yönü -X

Kat	h_i (m)	δ_{max} (m)	Δ_{max}	Δ_{max} / h_i	Kontrol	Limit	Kontrol
K.08	3.00	0.170	0.01837	0.00612	<	0.01	E
K.07	3.00	0.152	0.01998	0.00666	<	0.01	E
K.06	3.00	0.132	0.02163	0.00721	<	0.01	E
K.05	3.00	0.110	0.02302	0.00767	<	0.01	E
K.04	3.40	0.087	0.02700	0.00794	<	0.01	E
K.03	3.40	0.060	0.02627	0.00773	<	0.01	E
K.02	3.40	0.034	0.02283	0.00672	<	0.01	E
K.01	3.40	0.011	0.01124	0.00331	<	0.01	E

Bu yapıda kat ötelemeleri sınır değerleri aşılmamaktadır.

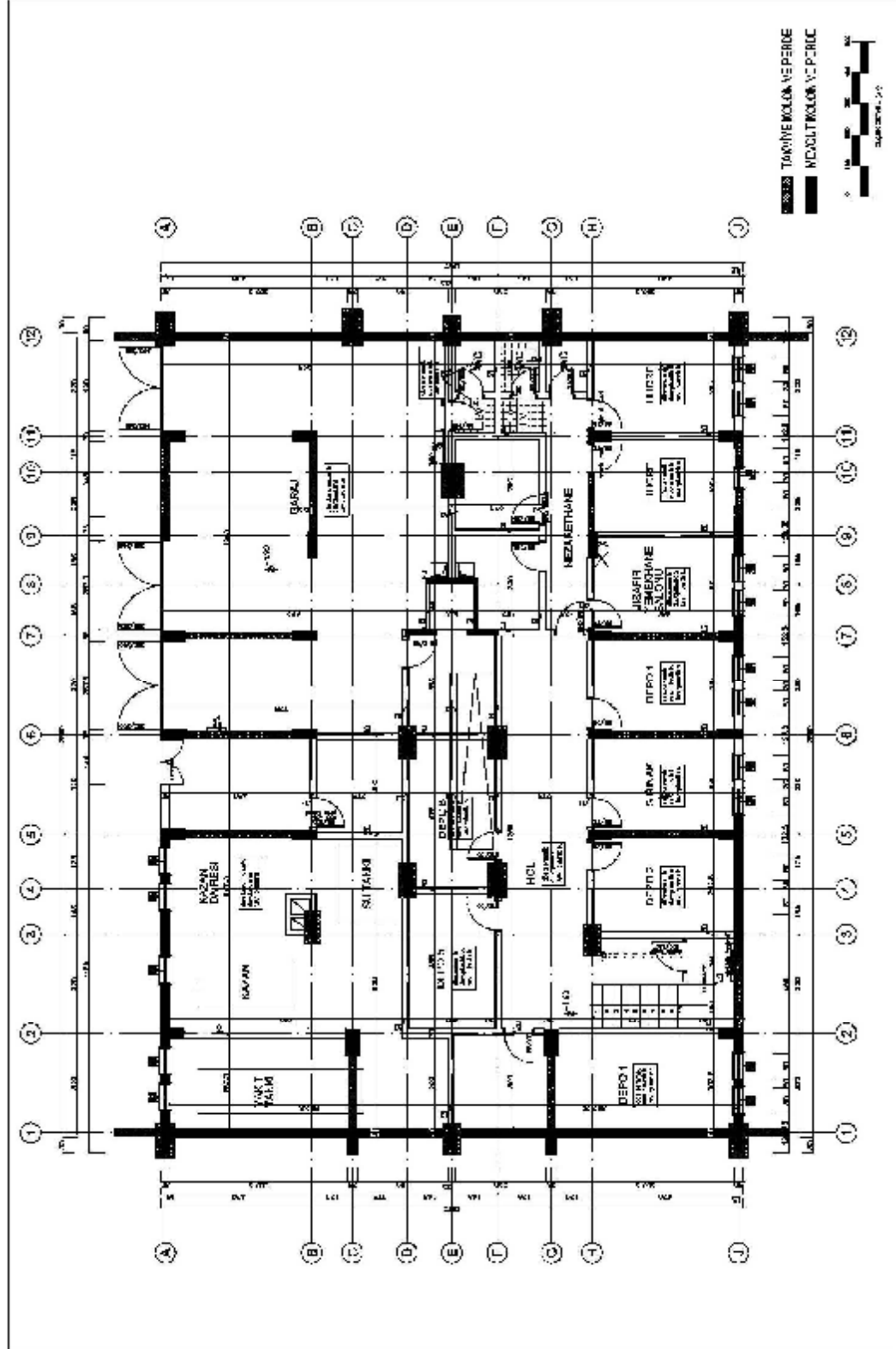
Çizelge 5.28. Deprem Etki Yönü +Y

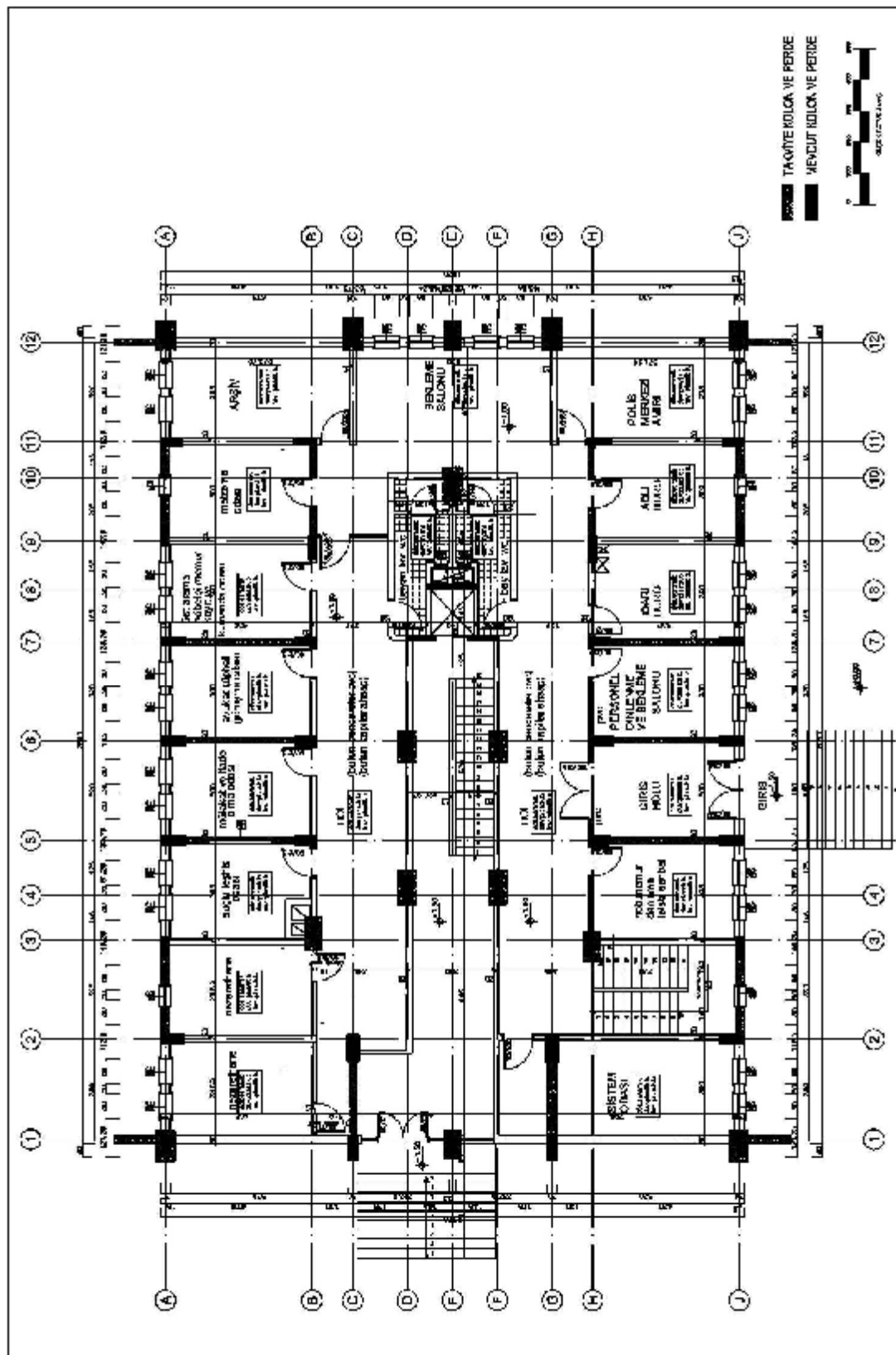
Kat	h_i (m)	δ_{max} (m)	Δ_{max}	Δ_{max} / h_i	Kontrol	Limit	Kontrol
K.08	3.00	0.212	0.02597	0.00866	<	0.01	E
K.07	3.00	0.186	0.02769	0.00923	<	0.01	E
K.06	3.00	0.159	0.02896	0.00965	<	0.01	E
K.05	3.00	0.130	0.02960	0.00987	<	0.01	E
K.04	3.40	0.100	0.03294	0.00969	<	0.01	E
K.03	3.40	0.067	0.03035	0.00893	<	0.01	E
K.02	3.40	0.037	0.02492	0.00733	<	0.01	E
K.01	3.40	0.012	0.01201	0.00353	<	0.01	E
Bu yapıda kat ötelemeleri sınır değerleri aşılmamaktadır.							

Çizelge 5.29. Deprem Etki Yönü -Y

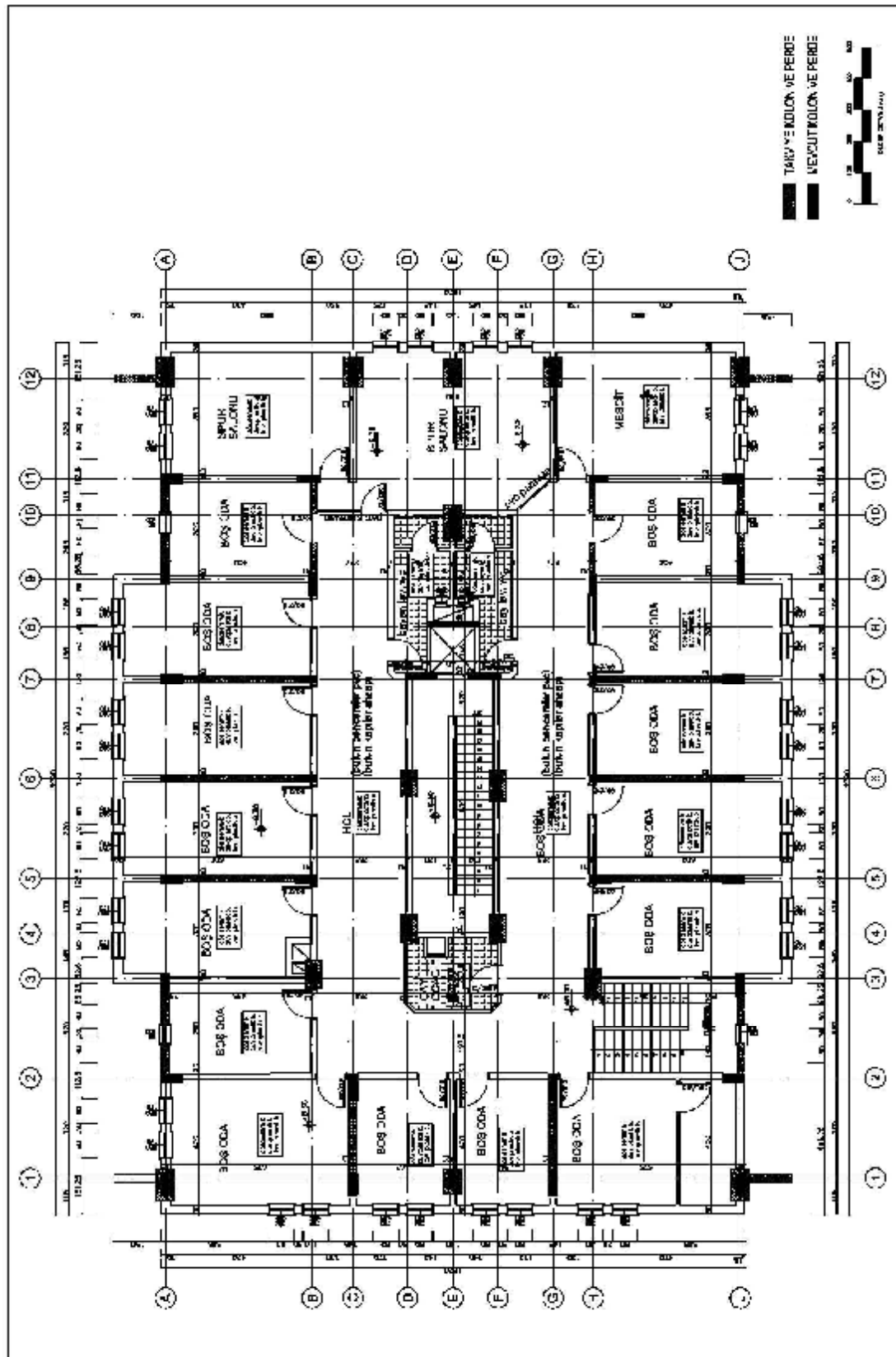
Kat	h_i (m)	δ_{max} (m)	Δ_{max}	Δ_{max} / h_i	Kontrol	Limit	Kontrol
K.08	3.00	0.212	0.02597	0.00866	<	0.01	E
K.07	3.00	0.186	0.02769	0.00923	<	0.01	E
K.06	3.00	0.159	0.02896	0.00965	<	0.01	E
K.05	3.00	0.130	0.02960	0.00987	<	0.01	E
K.04	3.40	0.100	0.03294	0.00969	<	0.01	E
K.03	3.40	0.067	0.03035	0.00893	<	0.01	E
K.02	3.40	0.037	0.02492	0.00733	<	0.01	E
K.01	3.40	0.012	0.01201	0.00353	<	0.01	E
Bu yapıda kat ötelemeleri sınır değerleri aşılmamaktadır.							

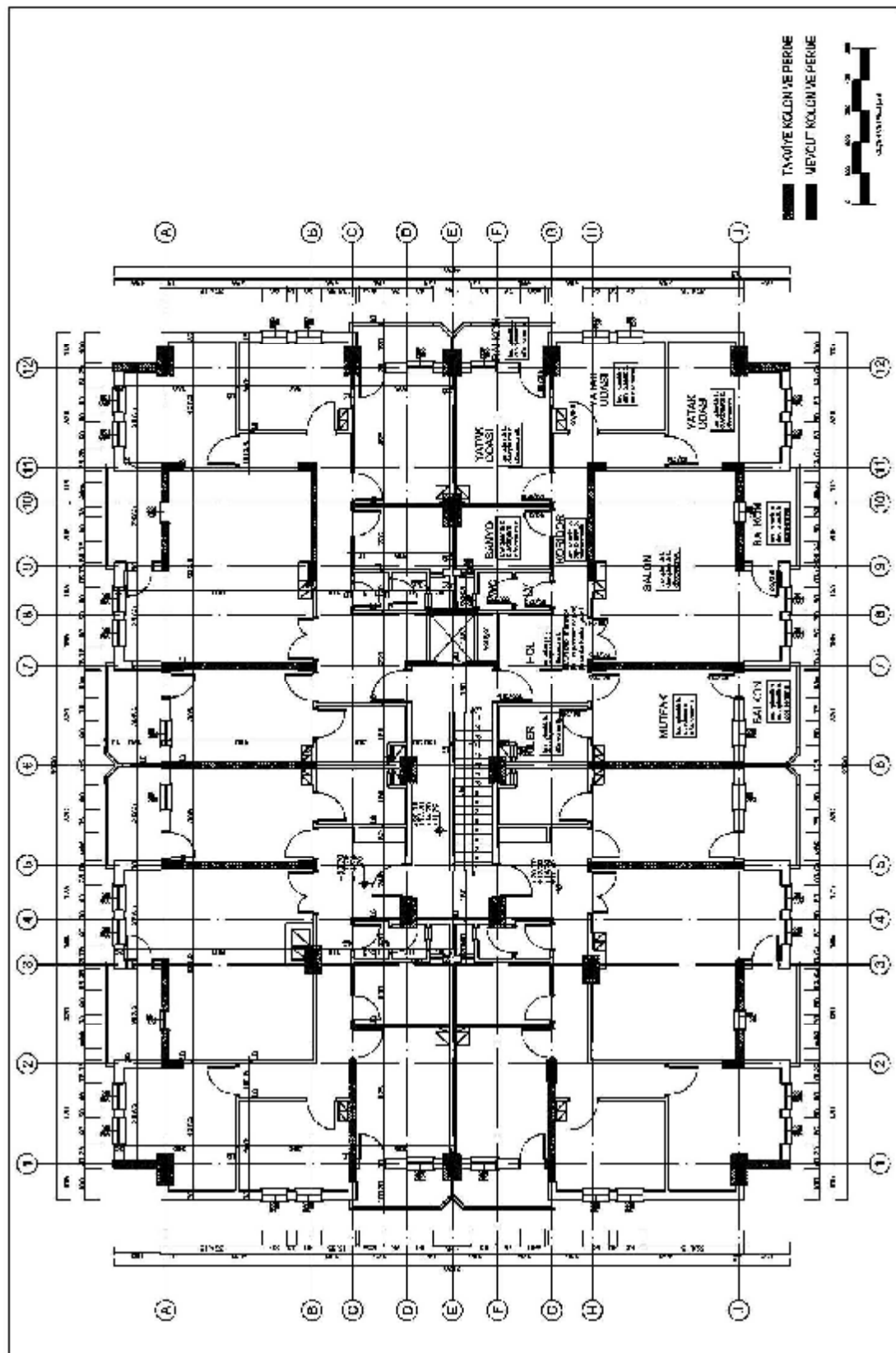
5.1.8. Revize Güçlendirme Projesi Kat Planları



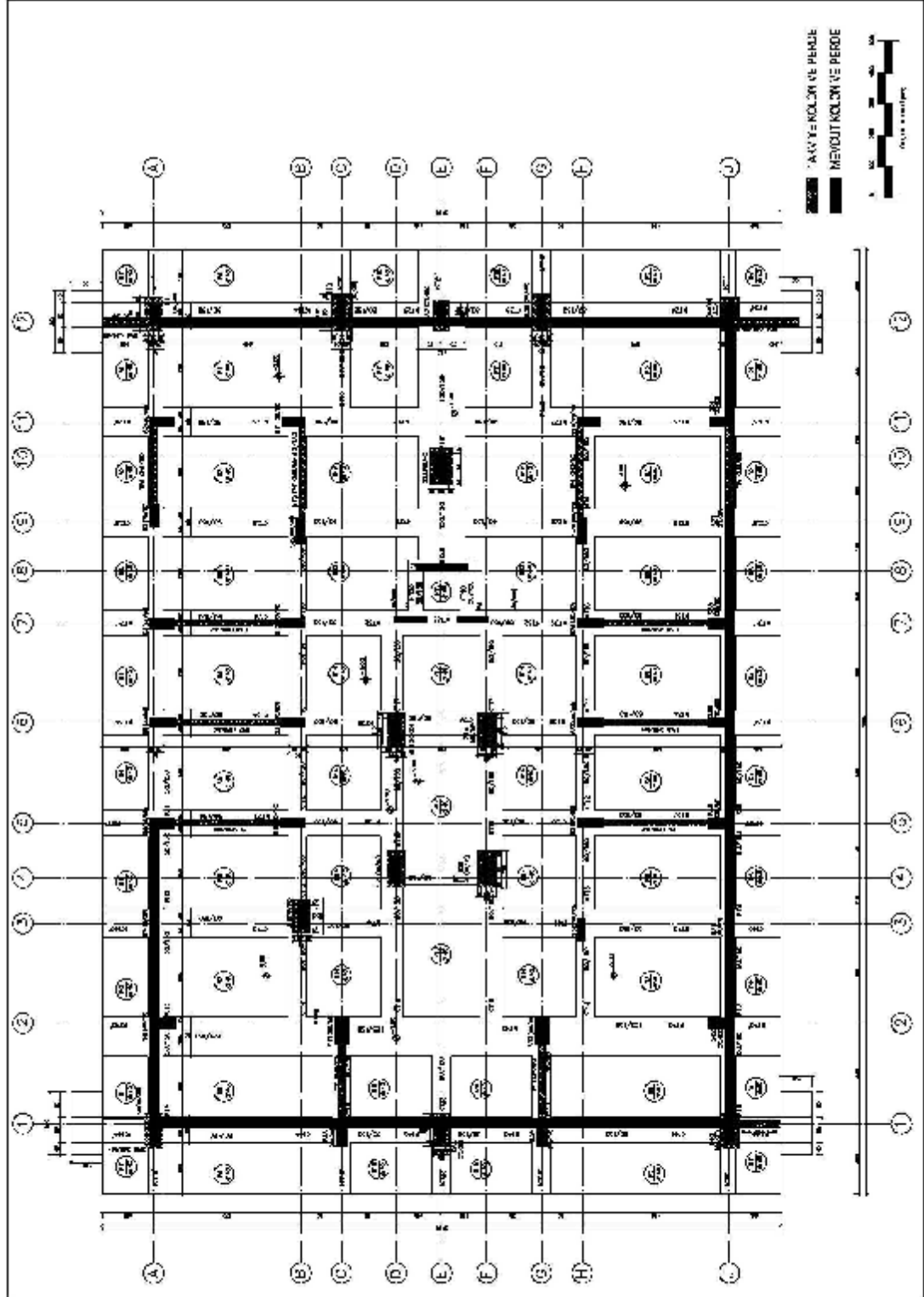


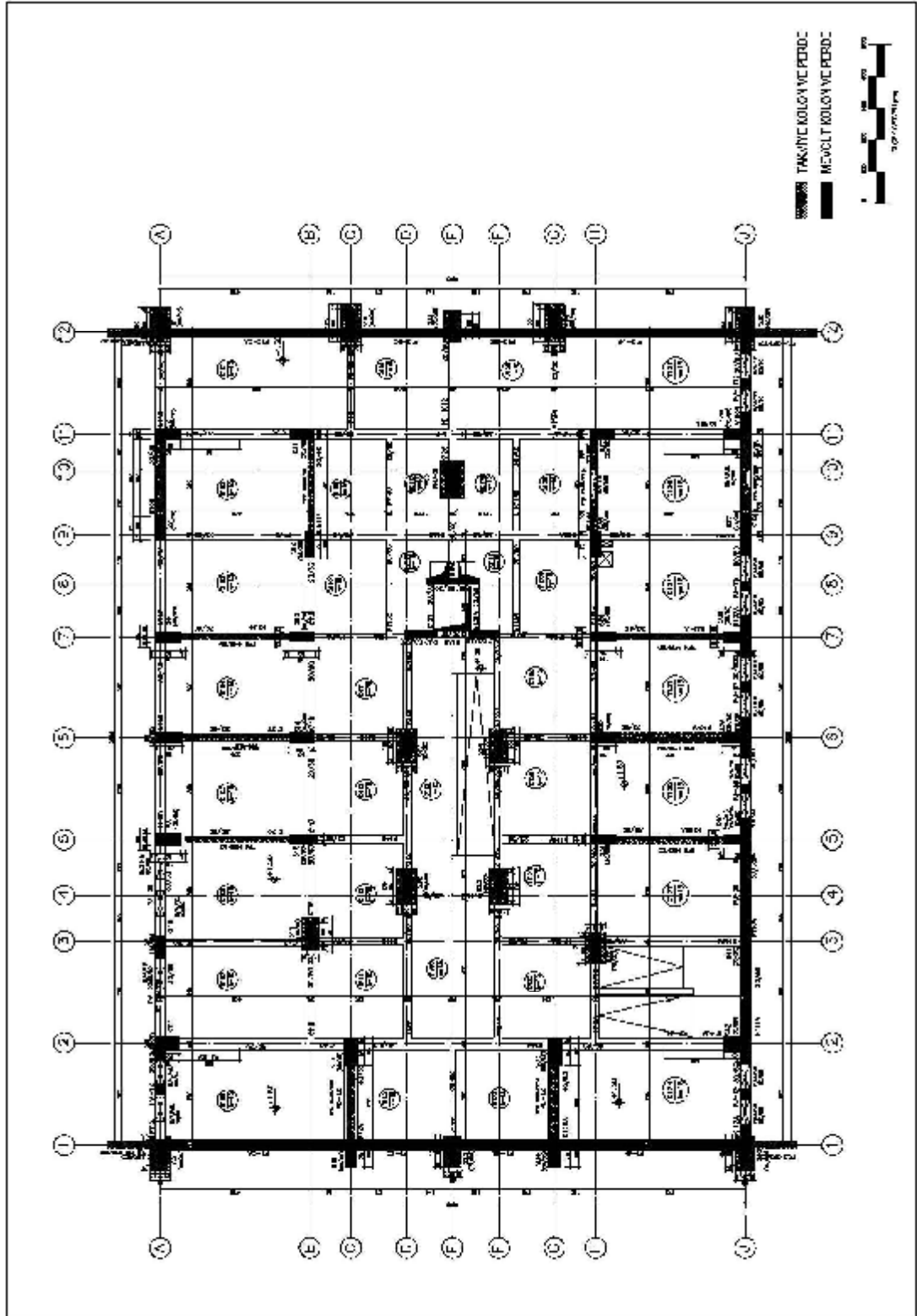


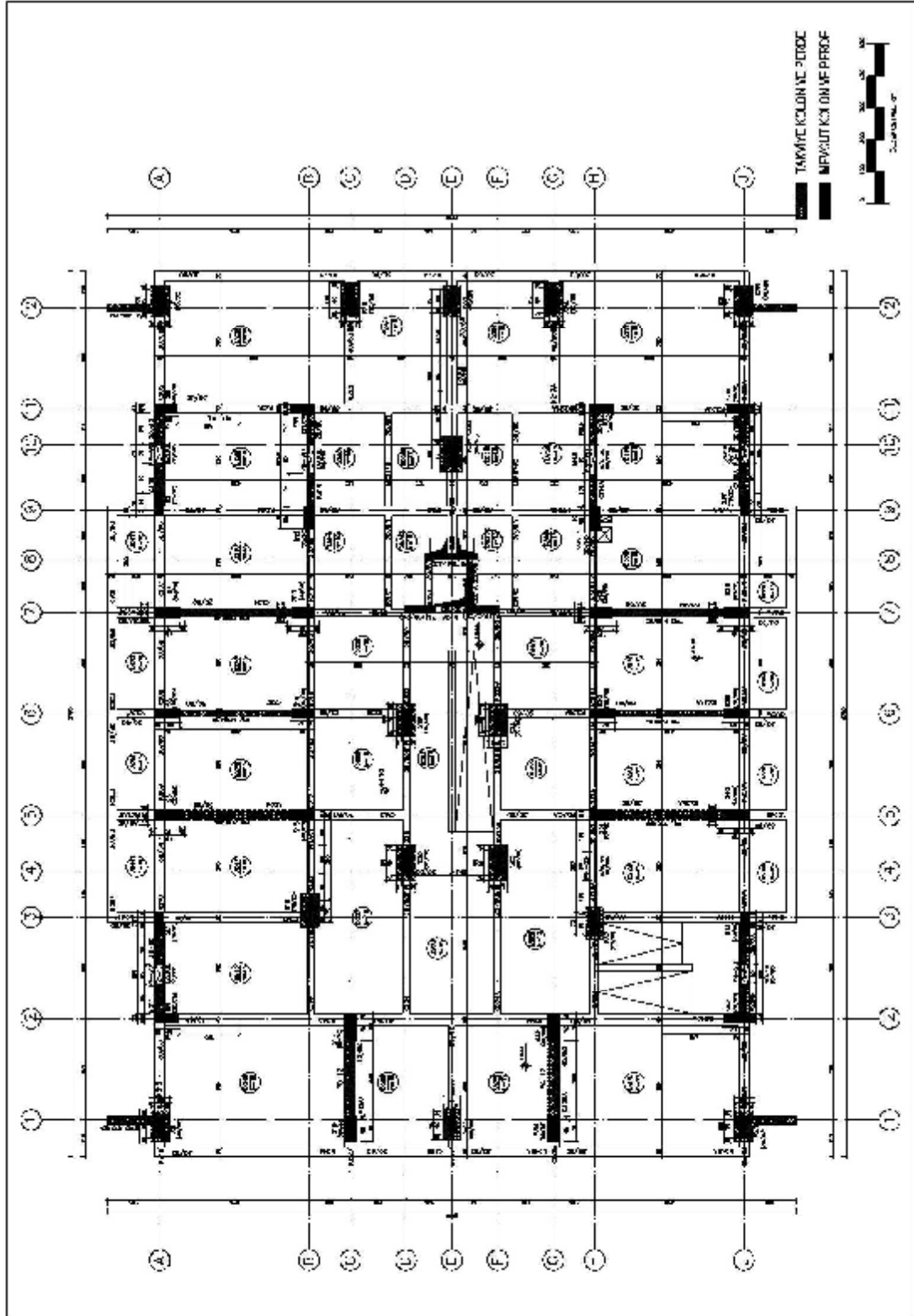


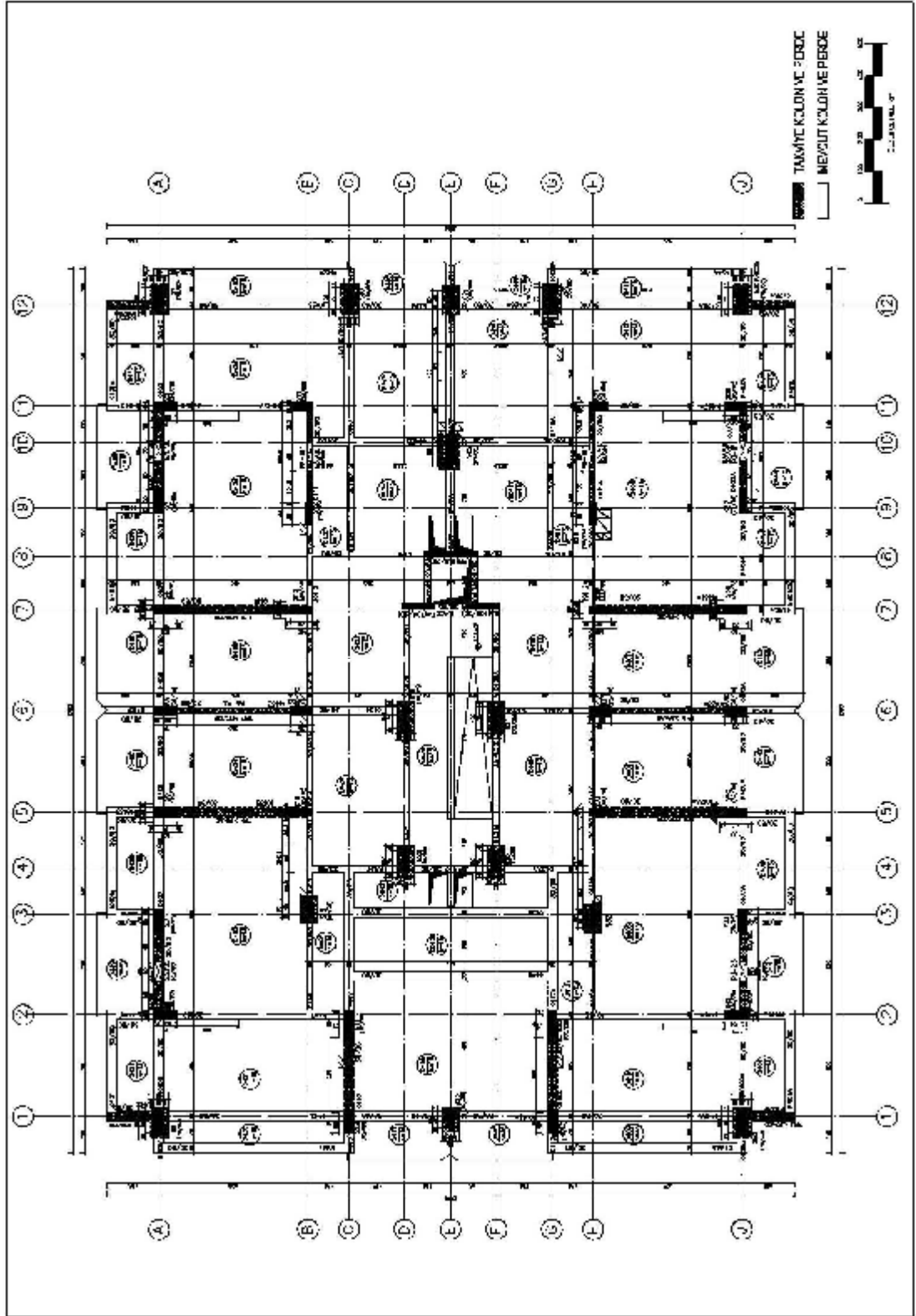


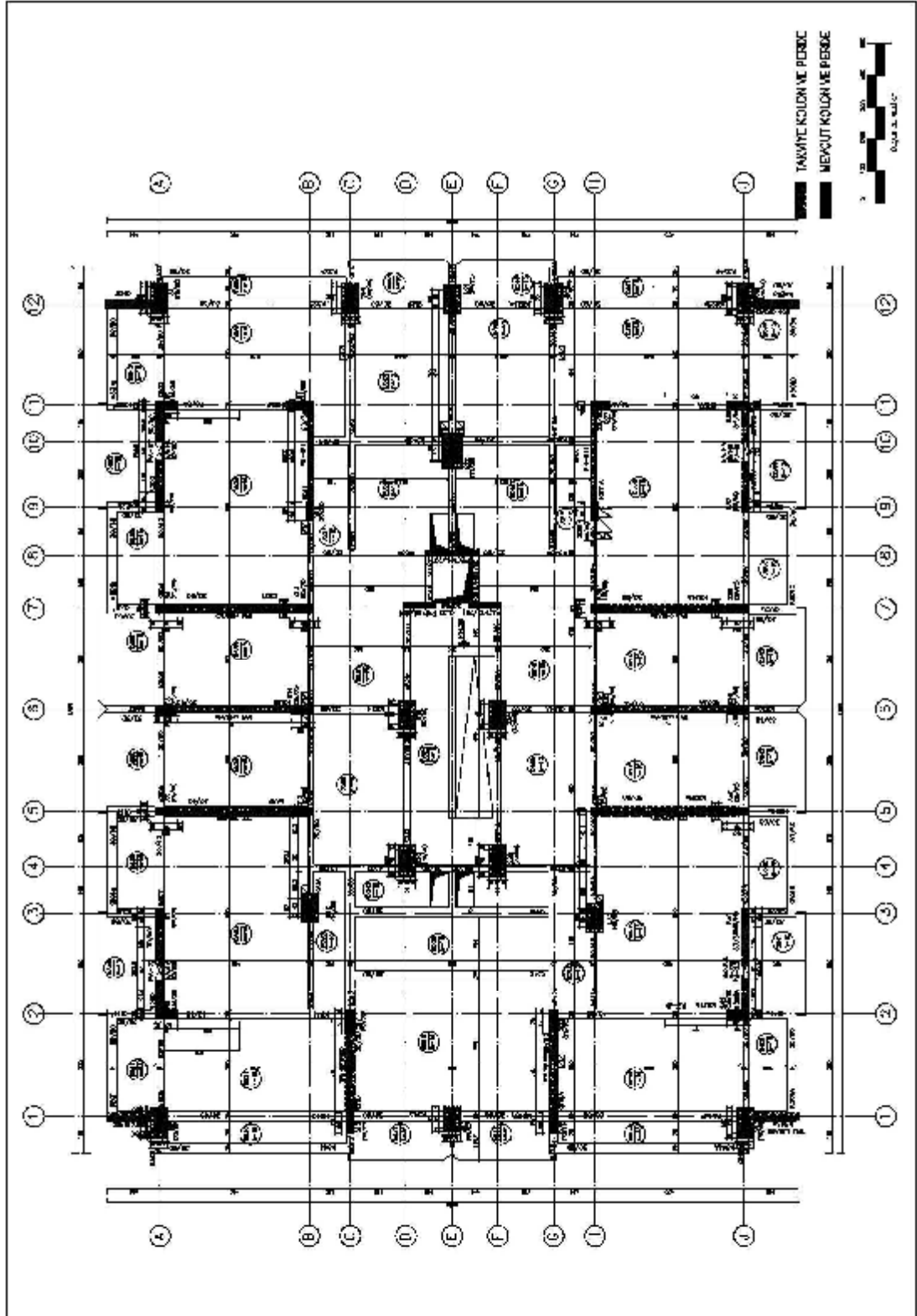
5.1.9. Revize Güçlendirme Projesi Kat Kalıp Planları

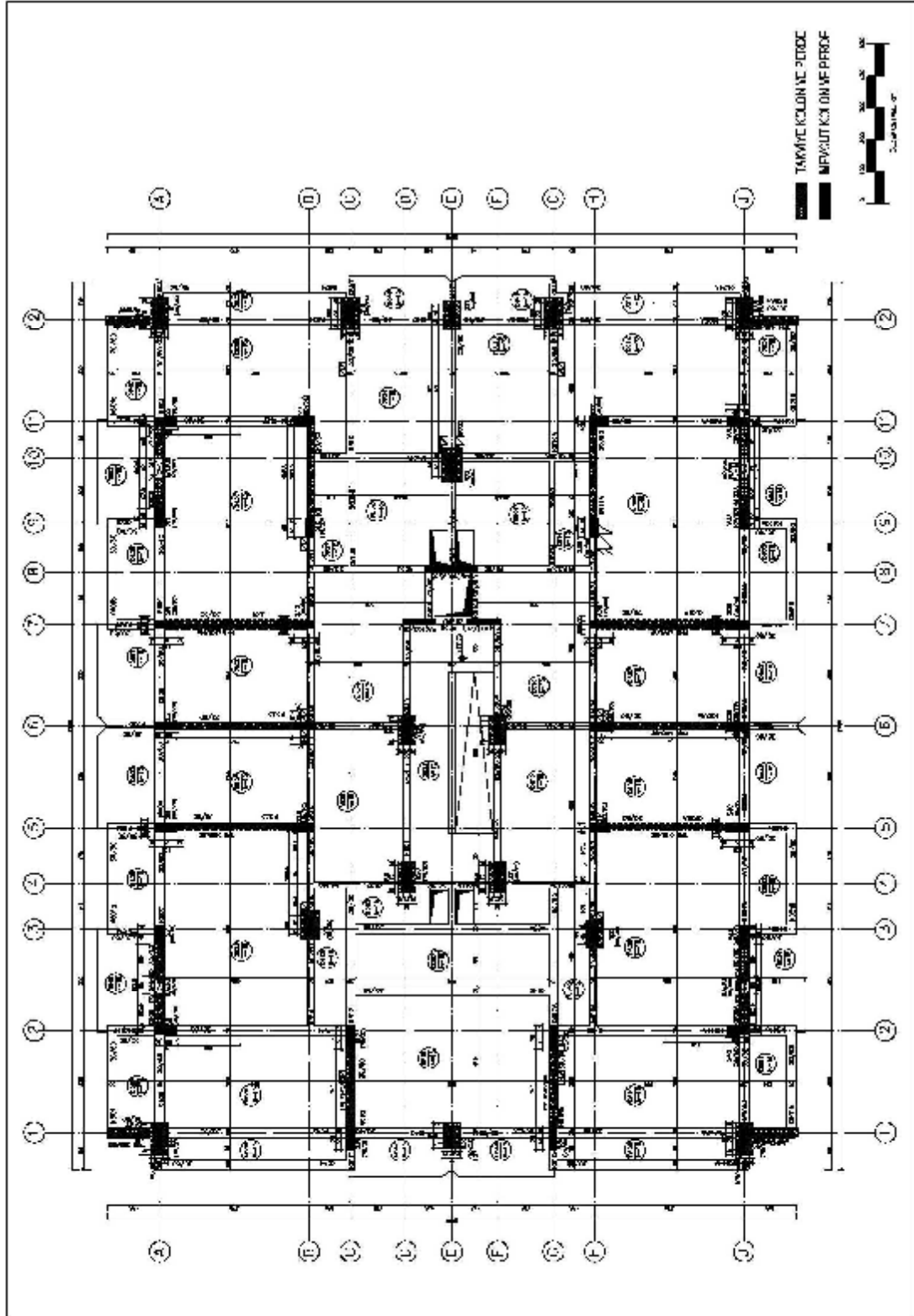


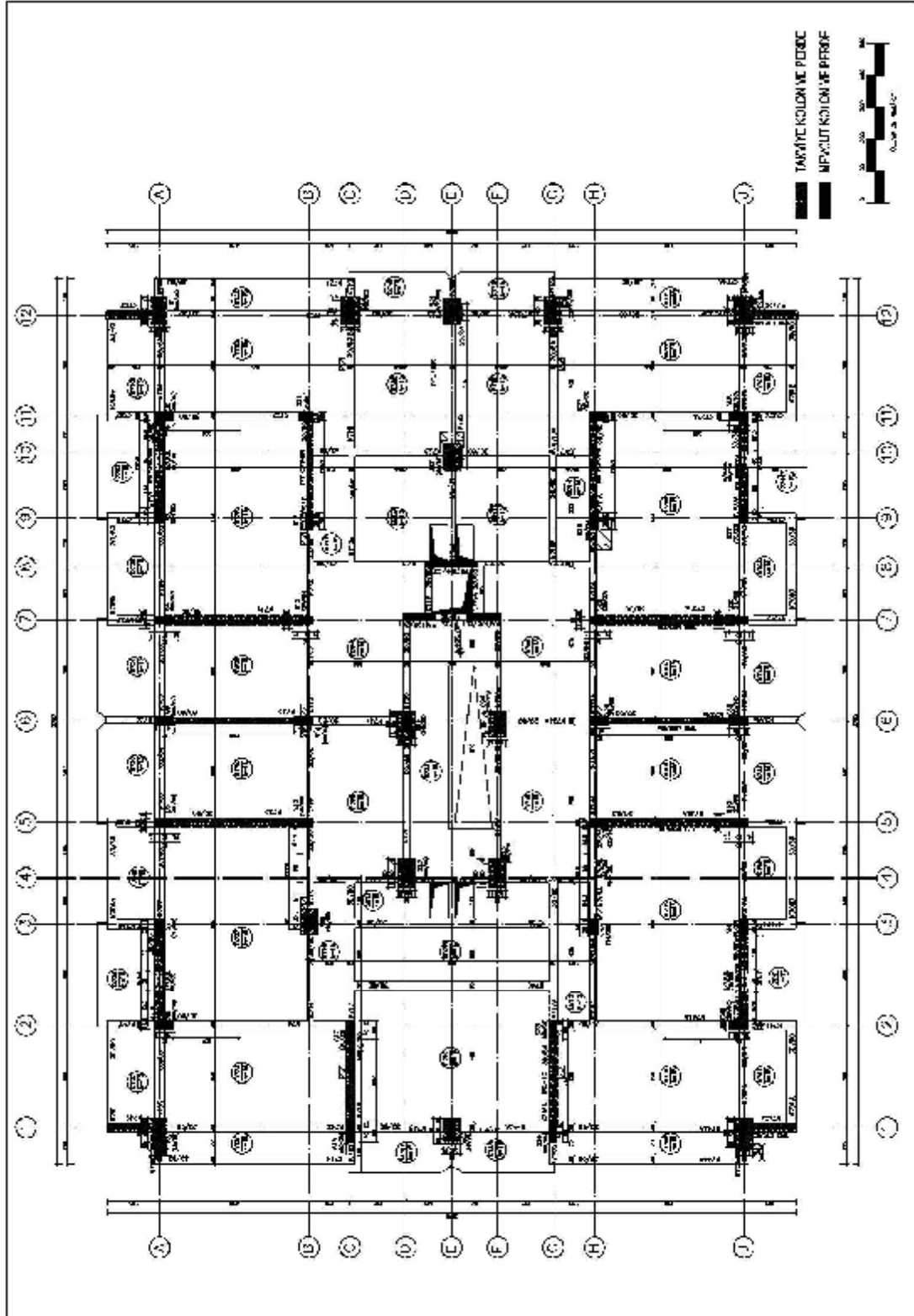


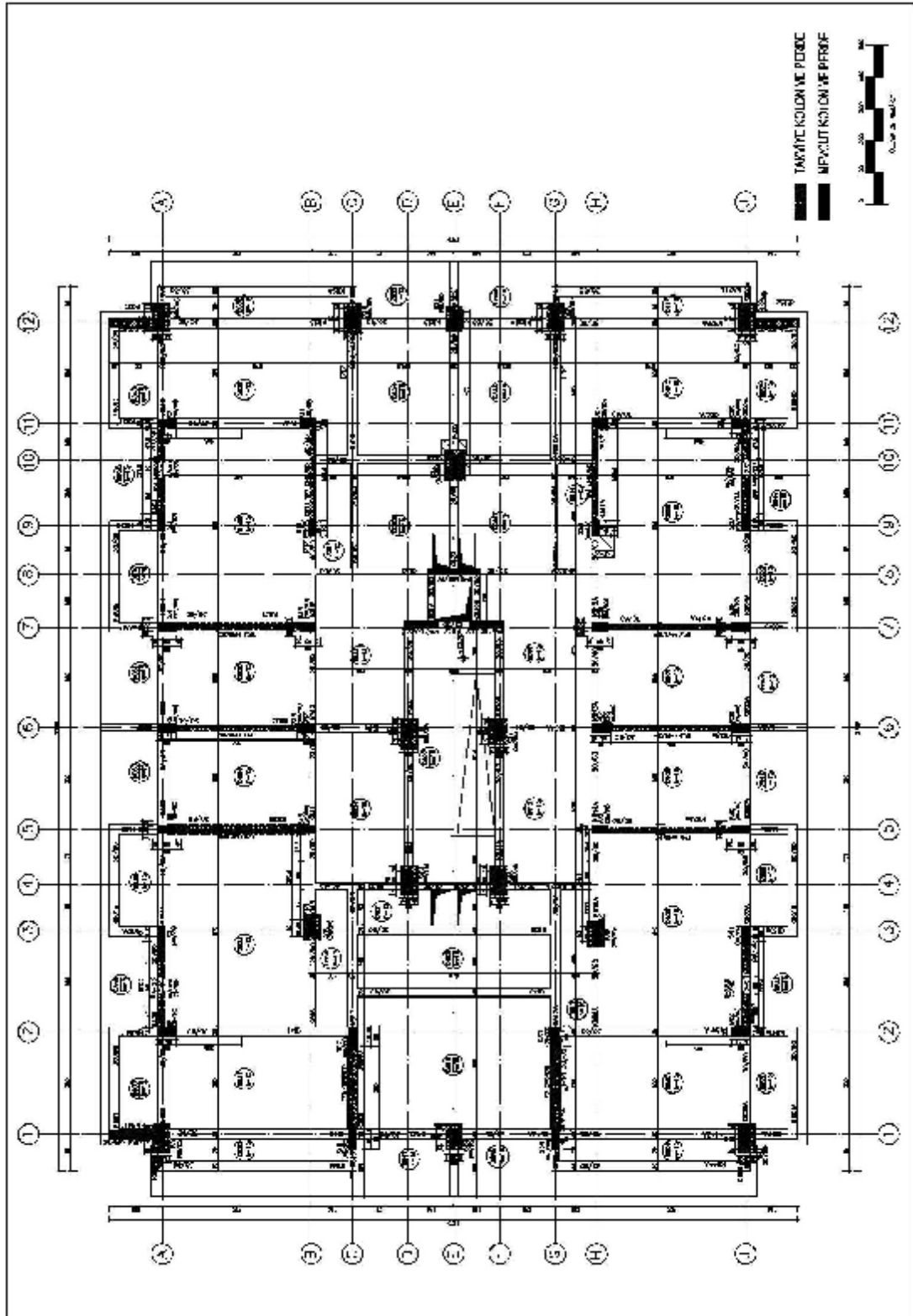












5.1.10. Takviye Perdeleri Alan-Kesme Oranları Tablosu

Çizelge 5.30. Takviye Perdeleri Alan-Kesme Oranları Tablosu

Mevcut Perde Oranı		Takviye Perde Oranı		Toplam Perde Oranı	
X Yönü	Y Yönü	X Yönü	Y Yönü	X Yönü	Y Yönü
0.0000	0.0006	0.0124	0.0149	0.0124	0.0156

Mevcut Perdeler Tarafından Karşılanan Kesme Kuvveti		Takviye Perdeler Tarafından Karşılanan Kesme Kuvveti		Toplam Perdeler Tarafından Karşılanan Kesme Kuvveti	
X Yönü	Y Yönü	X Yönü	Y Yönü	X Yönü	Y Yönü
0.00%	0.58%	79.20%	84.70%	79.20%	85.28%

5.1.11. Ankraj Hesapları

Ankraj Donatıları Kesme Kapasite Kontrol Tablosu

NURDAĞI İLÇE EMNİYET AMİRLİĞİ BİNASI

TP1-TP2-TP3-TP4 perdesi için yapılan ankraj hesabıdır.

V (Donatı Kesme Kapasitesi) = Toplam Donatı Alanı* Çelik Akma Dayanımı* 0.4

Buradaki 0.4 değeri; TS-648, Çizelge 11'den Yapı Çeliği Kayma Emniyet Gerilmesinin Akma sınırına oranının çelik malzeme katsayısı (1.15) değeri ile çarpılması sonucu bulunan değerdir.

Çizelge 5.31. TP1-TP2-TP3-TP4 Perdesi İçin Yapılan Ankraj Hesabı

Ankraj Donatısı	Donatı Alanı (cm ²)	Ankraj Adedi	Çelik Çekme Dayanımı (kN/cm ²)	Donatı Kesme Kapasitesi (kN)
Ø 10	0.79	0	36.5	0
Ø 12	1.13	0	36.5	0
Ø 14	1.54	0	36.5	0
Ø 16	2.01	0	36.5	0
Ø 18	2.55	0	36.5	0
Ø 20	3.14	0	36.5	0
Ø 22	3.80	27	36.5	1499
Toplam Donatı Kesme Kapasitesi (kN)				1499

TP1-TP2-TP3-TP4 perdesine etkiyen max. kesme kuvveti = 321.31 kN (V_d)

Ankrajlar ile karşılanabilecek kesme kuvveti = 1499.09kN (V_{ankraj})

$V_d < V_{ankraj}$ Kesme kapasitesi ankrajlar tarafından karşılanmaktadır.

NOT: Hesaplama da kullanılan V_d değeri CAN GÜVENLİĞİ analiz sonuçlarından alınmıştır.

NURDAĞI İLÇE EMNİYET AMİRLİĞİ BİNASI

TP5-TP6 perdesi için yapılan ankraj hesabıdır.

V (Donatı Kesme Kapasitesi) = Toplam Donatı Alanı* Çelik Akma Dayanımı* 0.4

Buradaki 0.4 değeri; TS-648, Çizelge 11'den Yapı Çeliği Kayma Emniyet Gerilmesinin Akma sınırına oranının çelik malzeme katsayısı (1.15) değeri ile çarpılması sonucu bulunan değerdir.

Çizelge 5.32. TP5-TP6 Perdesi İçin Yapılan Ankraj Hesabı

Ankraj Donatısı	Donatı Alanı (cm ²)	Ankraj Adedi	Çelik Çekme Dayanımı (kN/cm ²)	Donatı Kesme Kapasitesi (kN)
Ø 10	0.79	0	36.5	0
Ø 12	1.13	0	36.5	0
Ø 14	1.54	0	36.5	0
Ø 16	2.01	0	36.5	0
Ø 18	2.55	0	36.5	0
Ø 20	3.14	0	36.5	0
Ø 22	3.80	19	36.5	1055
Toplam Donatı Kesme Kapasitesi (kN)				1055

TP5-TP6 perdesine etkiyen max. kesme kuvveti = 310.00 kN (V_d)

Ankrajlar ile karşılanabilecek kesme kuvveti = 1054.91kN (V_{ankraj})

$V_d < V_{ankraj}$ Kesme kapasitesi ankrajlar tarafından karşılanmaktadır.

NOT: Hesaplama da kullanılan V_d değeri CAN GÜVENLİĞİ analiz sonuçlarından alınmıştır.

NURDAĞI İLÇE EMNİYET AMİRLİĞİ BİNASI

TP7-TP8 perdesi için yapılan ankraj hesabıdır.

V (Donatı Kesme Kapasitesi) = Toplam Donatı Alanı* Çelik Akma Dayanımı* 0.4

Buradaki 0.4 değeri; TS-648, Çizelge 11'den Yapı Çeliği Kayma Emniyet Gerilmesinin Akma sınırına oranının çelik malzeme katsayısı (1.15) değeri ile çarpılması sonucu bulunan değerdir.

Çizelge 5.33. TP7-TP8 Perdesi İçin Yapılan Ankraj Hesabı

Ankraj Donatısı	Donatı Alanı (cm ²)	Ankraj Adedi	Çelik Çekme Dayanımı (kN/cm ²)	Donatı Kesme Kapasitesi (kN)
Ø 10	0.79	0	36.5	0
Ø 12	1.13	0	36.5	0
Ø 14	1.54	0	36.5	0
Ø 16	2.01	0	36.5	0
Ø 18	2.55	0	36.5	0
Ø 20	3.14	0	36.5	0
Ø 22	3.80	21	36.5	1166
Toplam Donatı Kesme Kapasitesi (kN)				1166

TP7-TP8 perdesine etkiyen max. kesme kuvveti = 250.00 kN (V_d)

Ankrajlar ile karşılanabilecek kesme kuvveti = 1165.96kN (V_{ankraj})

$V_d < V_{ankraj}$ Kesme kapasitesi ankrajlar tarafından karşılanmaktadır.

NOT: Hesaplama da kullanılan V_d değeri CAN GÜVENLİĞİ analiz sonuçlarından alınmıştır.

NURDAĞI İLÇE EMNİYET AMİRLİĞİ BİNASI

TP9-TP11 perdesi için yapılan ankraj hesabıdır.

V (Donatı Kesme Kapasitesi) = Toplam Donatı Alanı* Çelik Akma Dayanımı* 0.4

Buradaki 0.4 değeri; TS-648, Çizelge 11'den Yapı Çeliği Kayma Emniyet Gerilmesinin Akma sınırına oranının çelik malzeme katsayısı (1.15) değeri ile çarpılması sonucu bulunan değerdir.

Çizelge 5.34. TP9-TP11 Perdesi İçin Yapılan Ankraj Hesabı

Ankraj Donatısı	Donatı Alanı (cm ²)	Ankraj Adedi	Çelik Çekme Dayanımı (kN/cm ²)	Donatı Kesme Kapasitesi (kN)
Ø 10	0.79	0	36.5	0
Ø 12	1.13	0	36.5	0
Ø 14	1.54	0	36.5	0
Ø 16	2.01	0	36.5	0
Ø 18	2.55	0	36.5	0
Ø 20	3.14	0	36.5	0
Ø 22	3.80	22	36.5	1221
Toplam Donatı Kesme Kapasitesi (kN)				1221

TP9-TP11 perdesine etkiyen max. kesme kuvveti = 410.00 kN (V_d)

Ankrajlar ile karşılanabilecek kesme kuvveti = 1221.48kN (V_{ankraj})

$V_d < V_{\text{ankraj}}$ Kesme kapasitesi ankrajlar tarafından karşılanmaktadır.

NOT: Hesaplama da kullanılan V_d değeri CAN GÜVENLİĞİ analiz sonuçlarından alınmıştır.

NURDAĞI İLÇE EMNİYET AMİRLİĞİ BİNASI

TP10-TP12 perdesi için yapılan ankraj hesabıdır.

V (Donatı Kesme Kapasitesi) = Toplam Donatı Alanı* Çelik Akma Dayanımı* 0.4

Buradaki 0.4 değeri; TS-648, Çizelge 11'den Yapı Çeliği Kayma Emniyet Gerilmesinin Akma sınırına oranının çelik malzeme katsayısı (1.15) değeri ile çarpılması sonucu bulunan değerdir.

Çizelge 5.35. TP10-TP12 Perdesi İçin Yapılan Ankraj Hesabı

Ankraj Donatısı	Donatı Alanı (cm ²)	Ankraj Adedi	Çelik Çekme Dayanımı (kN/cm ²)	Donatı Kesme Kapasitesi (kN)
Ø 10	0.79	0	36.5	0
Ø 12	1.13	0	36.5	0
Ø 14	1.54	0	36.5	0
Ø 16	2.01	0	36.5	0
Ø 18	2.55	0	36.5	0
Ø 20	3.14	0	36.5	0
Ø 22	3.80	22	36.5	1221
Toplam Donatı Kesme Kapasitesi (kN)				1221

TP10-TP12 perdesine etkiyen max. kesme kuvveti = 462.00 kN (V_d)

Ankrajlar ile karşılanabilecek kesme kuvveti = 1221.48kN (V_{ankraj})

$V_d < V_{\text{ankraj}}$ Kesme kapasitesi ankrajlar tarafından karşılanmaktadır.

NOT: Hesaplama da kullanılan V_d değeri CAN GÜVENLİĞİ analiz sonuçlarından alınmıştır.

NURDAĞI İLÇE EMNİYET AMİRLİĞİ BİNASI

TP13-TP15 perdesi için yapılan ankraj hesabıdır.

V (Donatı Kesme Kapasitesi) = Toplam Donatı Alanı* Çelik Akma Dayanımı* 0.4

Buradaki 0.4 değeri; TS-648, Çizelge 11'den Yapı Çeliği Kayma Emniyet Gerilmesinin Akma sınırına oranının çelik malzeme katsayısı (1.15) değeri ile çarpılması sonucu bulunan değerdir.

Çizelge 5.36. TP13-TP15 Perdesi İçin Yapılan Ankraj Hesabı

Ankraj Donatısı	Donatı Alanı (cm ²)	Ankraj Adedi	Çelik Çekme Dayanımı (kN/cm ²)	Donatı Kesme Kapasitesi (kN)
Ø 10	0.79	0	36.5	0
Ø 12	1.13	0	36.5	0
Ø 14	1.54	0	36.5	0
Ø 16	2.01	0	36.5	0
Ø 18	2.55	0	36.5	0
Ø 20	3.14	0	36.5	0
Ø 22	3.80	12	36.5	666
Toplam Donatı Kesme Kapasitesi (kN)				666

TP13-TP15 perdesine etkiyen max. kesme kuvveti = 60.00 kN (V_d)

Ankrajlar ile karşılanabilecek kesme kuvveti = 666.26kN (V_{ankraj})

$V_d < V_{\text{ankraj}}$ Kesme kapasitesi ankrajlar tarafından karşılanmaktadır.

NOT: Hesaplama da kullanılan V_d değeri CAN GÜVENLİĞİ analiz sonuçlarından alınmıştır.

NURDAĞI İLÇE EMNİYET AMİRLİĞİ BİNASI

TP14-TP16 perdesi için yapılan ankraj hesabıdır.

V (Donatı Kesme Kapasitesi) = Toplam Donatı Alanı* Çelik Akma Dayanımı* 0.4

Buradaki 0.4 değeri; TS-648, Çizelge 11'den Yapı Çeliği Kayma Emniyet Gerilmesinin Akma sınırına oranının çelik malzeme katsayısı (1.15) değeri ile çarpılması sonucu bulunan değerdir.

Çizelge 5.37. TP14-TP16 Perdesi İçin Yapılan Ankraj Hesabı

Ankraj Donatısı	Donatı Alanı (cm ²)	Ankraj Adedi	Çelik Çekme Dayanımı (kN/cm ²)	Donatı Kesme Kapasitesi (kN)
Ø 10	0.79	0	36.5	0
Ø 12	1.13	0	36.5	0
Ø 14	1.54	0	36.5	0
Ø 16	2.01	0	36.5	0
Ø 18	2.55	0	36.5	0
Ø 20	3.14	0	36.5	0
Ø 22	3.80	12	36.5	666
Toplam Donatı Kesme Kapasitesi (kN)				666

TP14-TP16 perdesine etkiyen max. kesme kuvveti = 83.00 kN (V_d)

Ankrajlar ile karşılanabilecek kesme kuvveti = 666.26kN (V_{ankraj})

$V_d < V_{\text{ankraj}}$ Kesme kapasitesi ankrajlar tarafından karşılanmaktadır.

NOT: Hesaplama da kullanılan V_d değeri CAN GÜVENLİĞİ analiz sonuçlarından alınmıştır.

NURDAĞI İLÇE EMNİYET AMİRLİĞİ BİNASI

TP17-TP18 perdesi için yapılan ankraj hesabıdır.

V (Donatı Kesme Kapasitesi) = Toplam Donatı Alanı * Çelik Akma Dayanımı * 0.4

Buradaki 0.4 değeri; TS-648, Çizelge 11'den Yapı Çeliği Kayma Emniyet Gerilmesinin Akma sınırına oranının çelik malzeme katsayısı (1.15) değeri ile çarpılması sonucu bulunan değerdir.

Çizelge 5.38. TP17-TP18 Perdesi İçin Yapılan Ankraj Hesabı

Ankraj Donatısı	Donatı Alanı (cm ²)	Ankraj Adedi	Çelik Çekme Dayanımı (kN/cm ²)	Donatı Kesme Kapasitesi (kN)
Ø 10	0.79	0	36.5	0
Ø 12	1.13	0	36.5	0
Ø 14	1.54	0	36.5	0
Ø 16	2.01	0	36.5	0
Ø 18	2.55	0	36.5	0
Ø 20	3.14	0	36.5	0
Ø 22	3.80	22	36.5	1221
Toplam Donatı Kesme Kapasitesi (kN)				1221

TP17-TP18 perdesine etkiyen max. kesme kuvveti = 466.00 kN (V_d)

Ankrajlar ile karşılanabilecek kesme kuvveti = 1221.48kN (V_{ankraj})

$V_d < V_{\text{ankraj}}$ Kesme kapasitesi ankrajlar tarafından karşılanmaktadır.

NOT: Hesaplama da kullanılan V_d değeri CAN GÜVENLİĞİ analiz sonuçlarından alınmıştır.

5.2. Gaziantep İli Araban İlçesi Merkez İlköğretim Okulu

5.2.1. Giriş

Gaziantep İli Araban İlçesi'nde yer alan Merkez İlköğretim Okulunun deprem dayanımının tespiti ve gereğinde güçlendirme projelerinin hazırlanması işi kapsamında yapılan çalışmalar bu bölümde sunulmuştur.



Şekil 5.3. Ön Cephe

Yapıya ait projeler üzerinde ve yapı mahallinde gerçekleştirilen çalışmanın 1. aşamasında inceleme konusu yapı üzerinde;

- (i) Mevcut yapıya ait mimari ve statik röleve projeleri yerinde hazırlanmış,
- (ii) Saha ekipleri tarafından özenli bir inceleme ile mevcut durum belirlenmiş,
- (iii) Mevcut yapıya ait statik ve mimari röleve projeleri bilgisayar ortamında hazırlanmış,
- (iv) Basınç deneyi uygulanmış karot numunelerine ek olarak, saha ekiplerince yeterli sayıda karot numunesi alınmış bunlara ek olarak gerekli yerlerden beton test çekici ile beton kalitesi kontrolü yapılarak beton kalitesi belirlenmiş,

- (v) Dijital profometre ile donatı tespiti yapılmış ve belirli yerlerden kolon pas payları açılarak donatılar kontrol edilmiş,
- (vi) Yapının bugünkü durumu, 2007 deprem yönetmeliğinin öngördüğü deprem yükleri altında 3-boyutlu modellenmiş ve çözümlenerek zayıflıkları belirlenmiş,
- (vii) Yapı üzerinde yapılan gözlemler ile çözümleme sonuçları birlikte değerlendirilerek yapının deprem sırasındaki davranışı yorumlanmış ve mevcut yapı deprem güvenliği değerlendirilmiş,
- (viii) Yapının belirlenen zayıflıkları göz önüne alınarak güçlendirme esasları ve yöntemi belirlenmiş,
- (ix) Güçlendirilmiş yapının 3 boyutlu analizleri yapılmış, güçlendirme proje ve detayları hazırlanmıştır.

5.2.2. Mevcut Yapı Üzerinde İnceleme

Okul binası 1994 yılında, zemin ve 1 normal kat olmak üzere toplam iki katlı inşa edilerek hizmete açılmıştır. Taşıyıcı sistemi betonarme çerçevelerden oluşmakta ve binada betonarme perdeler bulunmaktadır. Yapıların döşeme sistemi kiriş plaklıdır. Döşeme kalınlığı genel olarak 10 cm, kiriş boyutları ise 30/70'dir.

Binada özenli bir inceleme gerçekleştirilmiştir. Bu çalışmada, mimari ve betonarme röleve projeleri oluşturulmuş gözlenen hasarlar projelere işlenmiştir. Mevcut donatının tespiti için dijital profometre kullanılmış, belli yerlerden kolon pas payları açılarak donatılar tespit edilmiştir. Beton malzeme özelliğini tespit edebilmek amacıyla karot makinesi ile numuneler alınarak gerekli beton testleri yapılmıştır.

Bina 25.94×17.46 m boyutlarındadır. Yapının zemin katında öğretmen odası, tuvaletler ve derslikler, 1. katında ise müdür odası, tuvaletler ve derslikler yer almaktadır. Kat yükseklikleri 320 cm'dir. Yapının duvarları delikli fabrika tuğlasıdır. Binanın çatısı ahşap oturtma çatıdır. Çatı kaplama malzemesi Marsilya kiremitidir.

Binada yapılan hasar tespit çalışmaları sırasında 1. kat bazı kirişlerde kılcal eğilme ve kesme çatlakları gözlenmiştir. Yine 1 kat döşemelerinde yer yer rutubet gözlenmiştir. Binanın kolonlarında kalıp hatalarından kaynaklanan kesit kayıpları ve soğuk derzler oluşmuştur.



Şekil 5.4. Kiriş Çatlağı



Şekil 5.5. Kolon Kiriş Birleşim Bölgesi

5.2.3. Malzeme ve İşçilik Kalitesi Değerlendirmesi

Yapının taşıyıcı sisteminin işçilik kalitesi çok iyi değildir. Beton kalitesinin projede öngörülen değerden düşük olduğu saptanmıştır. Beton imalatı sırasında kullanılan agreganın dere malzemesi olduğu görülmüş ve betonun yerinde imal edildiği tespit edilmiştir. Bu yapı bölgedeki diğer binalarla aynı dereleden gelen agrega ve aynı koşullarda yerinde imal edilen beton ile inşa edilmiştir.

Mevcut yapının malzeme özelliklerini belirlemek üzere 4 adet karot numunesi ve beton test çekici değerleri alınmıştır. Numunelerin test edilmesi ile ulaşılan

sonuçlar aşağıda yer alan çizelgelerde verilmiştir. Elde edilen sonuçlardan, yapının beton kalitesinin belirli bir ortalamayı yansıttığını göstermektedir. Deney sonuçları arasında farklar görülmekle birlikte sonuçlar birbirinden çok uzak değildir. Yapının beton kalitesi, karot numunelerinin ve beton test çekici sonuçlarının ortalama değeri olarak alınmış ve tasarım dayanımı ortalaması (f_{cd}) beton güvenlik malzemesi katsayısı ile çarpılarak “BS10” olarak belirlenmiştir. Mevcut yapı projesinde beton sınıfı BS16 ($f_{ck}=16\text{MPa}$) olarak görünmektedir. Yapılan testler, mevcut beton ortalama basınç dayanımının (tasarım dayanımı) $=6.67\text{ MPa}$ düzeyinde olduğunu göstermiştir ki bu değer projede öngörülenden oldukça düşüktür. Beton elastisite modülü $E=24270\text{ MPa}$ olarak hesaplanmıştır.

Mevcut düşey donatı ve etriyeler dijital profometre ile kontrol edilmiştir. Donatı olarak StI sınıfı donatı kullanılmıştır. Yapının kolon ve kirişlerinin birleşim bölgelerinde etriye sıklaştırması yapılmadığı, 8 mm çapındaki etriyelerin yaklaşık 20–25 cm ara ile kullanıldığı tespit edilmiştir. Analizler sırasında yerinde tespit edilen donatılar kullanılacaktır.

5.2.4. Analiz Yöntemi

Yapı 1994 yılında hizmete açılmıştır. Ancak yapının deprem güvenliği tespiti çalışmalarının şu anda yürürlükte bulunan 2007 Deprem Yönetmeliği’ne göre yapılması gerekmektedir. Gerekmesi durumunda hazırlanacak güçlendirme projesi de aynı şekilde 2007 Deprem Yönetmeliği’ne göre hazırlanacaktır.

Gaziantep İli Araban İlçesi 2007 Deprem Yönetmeliği’ne göre 3. derece deprem bölgesinde yer almaktadır. 3. Derece Deprem Bölgesinde bulunan yapılar için etkin yer ivmesi katsayısı, $A_0=0.2$ ’dir. Yapı okul binası olarak kullanıldığından yapı önem katsayısı $I=1.4$ olmaktadır. Zemin etüdü sonucunda zemin sınıfı Z1 olarak belirlenmiştir. Mevcut yapının analizleri sırasında beton ortalama basınç dayanımı (tasarım değeri) karot test sonuçları doğrultusunda $f_{cd}=6.67\text{ MPa}$ olarak alınacaktır. Donatı çeliği olarak inşaatta kullanılan StI sınıfı malzeme özellikleri ve sahada tespit edilen donatı miktarları kullanılacaktır. Mevcut yapı analizleri sırasında taşıyıcı sistem davranış katsayısı $R=4$ alınacaktır.

Güçlendirilmiş yapının analizleri sırasında mevcut elemanlar kendi malzeme özellikleri ile güçlendirme elemanları ise BS20 betonu ile StIII çeliği özellikleri ile modellenecektir. Güçlendirilmiş yapının analizleri sırasında taşıyıcı sistem davranış katsayısı $R=5$ alınacaktır. Çözümlerde kullanılan yükler aşağıdaki gibidir:

SABİT YÜKLER

10 cm plak döşeme zati ağırlığı	2.50 kN/m
Kaplama Ağırlığı	2.00 kN/m

HAREKETLİ YÜKLER

Derslikler ve tuvaletler	3.50 kN/m
Ofis odaları	2.00 kN/m
Koridor ve merdivenler	5.00 kN/m
Çatı Kar Yüğü	1.50 kN/m

Yapının duvar yükleri pencere ve kapı boşlukları düşölerek kirişler üzerine yayılı yük olarak verilmiştir.

Yapı, tespit edilen malzeme özellikleri ile Probina Orion V.13 programı ile 3 boyutlu olarak modellenerek, düşey yükler ve 2007 Deprem Yönetmeliğı'nin öngördüğü deprem etkisi altında analiz edilerek incelenecektir.

5.2.5. Mevcut Yapı Analiz Sonuçlarının Değerlendirilmesi

2007 Deprem Yönetmeliğı'nin öngördüğü koşullar ve belirlenen malzeme özellikleri ile yapılan statik analizin sonuçları sunulan tablolarda verilmiştir. Bu tabloların değerlendirilmesi ile elde edilen sonuçlar aşağıdaki gibidir:

- Mevcut yapının doğal periyodu, x doğrultusunda 0.160 saniye ve y doğrultusunda 0.275 saniye kadardır (Çizelge 5.44).
- Etkin kütle oranlarının değerlendirilmesiyle yapının 1. modda 'dönme', 2. modda 'Y' yönü, 3. modda ise 'X' yönü hareketini gerçekleştirdiğı görölmüştür (Çizelge 5.46).

- Yapıda yanal ötelenme koşulları her iki doğrultuda yönetmelik koşullarını sağlamaktadır (Çizelge 5.47).
- Yapıda A1 Burulma düzensizliği gözlenmektedir. Ancak analizlerde gerekli katsayıların kullanılması ile düzensizlik etkilerinin göz önüne alınması mümkündür (Çizelge 5.48).
- Yapıda katlar arası dayanım düzensizliği (zayıf kat) yoktur (Çizelge 5.49).
- Yapıda Y doğrultusunda yumuşak kat etkisi görülmemektedir (Çizelge 5.50).
- Yapıda tüm katlarda x yönünde bir adet perde bulunmaktadır.

5.2.6. Mevcut Yapı Güvenliği Değerlendirmesi ve Güçlendirme Yöntemi

Yapılan analizler ve incelemeler sonucunda beton kalitesinin mevcut projesine göre düşük olduğu görülmüştür. Binada hasar görülmemiştir. Ancak incelenen yapının mevcut durumu ile 2007 Deprem Yönetmeliği'nin Gaziantep İli Araban İlçesi için öngördüğü koşulları sağlamadığı ve olası bir deprem durumunda bir okul binasından beklenen performansı gösteremeyeceği görülmüştür. Malzeme sonuçları ile taşıyıcı sistem imalat kalitesi yetersizdir. Belirlenen zayıflıkların sistem iyileştirmesi yapılarak giderilmesi şarttır.

Yapının olası deprem etkileri altındaki güvenliğinin sağlanabilmesi için kapsamlı bir sistem iyileştirmesi gereklidir. Bu iyileştirmenin en ekonomik ve süratli yolunun yatay yüklerin taşınabilmesi amacıyla taşıyıcı sistemin betonarme perdeler ile takviye edilmesi olduğu aşikârdır. Bu değerlendirmeler doğrultusunda hazırlanan güçlendirilmiş yapı analiz edilerek en ekonomik ve statik açıdan en doğru sistem seçilene kadar analizler yenilenecektir. Yapılan çalışmalar sonucunda hazırlanan güçlendirilmiş yapıya ait analiz sonuçları aşağıda sunulmuştur.

Yapıda tespit edilen hasarlı kolon, perde ve kirişlerdeki çatlaklardan genişlikleri 1–5 mm arasında olanlar epoksi enjeksiyon ile, daha geniş çatlaklar ise polimer esaslı tamir harcı ile doldurulacaktır.

5.2.7. Güçlendirilmiş Yapı Analiz Sonuçlarının Değerlendirilmesi

Güçlendirilmiş yapı 2007 Deprem Yönetmeliği'nin öngördüğü koşullar için analiz edilerek sonuçlar değerlendirilmiştir. Analizler sırasında mevcut yapı elemanları mevcut malzeme özellikleri ile tanımlanmıştır. Güçlendirme elemanları ise BS20 betonu ve StIII çeliği özellikleri ile modellenmiş ve detaylandırılmıştır. Güçlendirilmiş yapı için taşıyıcı sistem davranış katsayısı $R=5$ alınacaktır.

- Yapılan güçlendirme ile yapının doğal periyodu, x doğrultusunda 0.107 saniyeye, y doğrultusunda ise 0.094 saniyeye düşmüştür.
- Etkin kütle oranlarının değerlendirilmesiyle beklendiği üzere yapının 1.modda 'X' yönü, 2. modda 'Y' yönü, 3. modda ise 'dönme' hareketini gerçekleştirdiği görülmüştür.
- Yapılan güçlendirme ile yapıda yanal ötelenme koşulları her iki doğrultuda da yönetmelik koşullarını sağlamaktadır.
- Yapıda A1 Burulma düzensizliği gözlenmektedir. Ancak analizlerde gerekli katsayıların kullanılması ile düzensizlik etkileri göz önüne alınmıştır.
- Yapıda katlar arası dayanım düzensizliği (B1, zayıf kat) yoktur.
- Güçlendirilmiş yapıda yumuşak kat etkisi (B2) yoktur.
- Yapının mevcut kolonlarında oluşan eksenel kuvvetler ile eğilme ve kesme gerilmeleri eleman kapasitelerini genel olarak aşmamaktadır.
- Yapıda yer alan mevcut perde ve takviye perdelerinin tamamı emniyetle taşıyabilecekleri gerilme değerlerinin altında zorlanmaktadır. Perdeler oluşan etkiler doğrultusunda donatılandırılarak detaylandırılmıştır.

5.2.8. Sonuç

Hazırlanan takviye ve onarım projesi ile teknik gereklere tam anlamı ile uygun biçimde gerçekleştirilecek bir güçlendirme imalatı uygulaması sonucunda, Gaziantep İli Araban İlçesi Merkez İlköğretim Okulu binası 2007 Deprem Yönetmeliği'nin öngördüğü olası deprem etkileri altında sağlıklı bir deprem davranışına ve yeterli bir deprem güvenliğine kavuşacaktır.

Çizelge 5.39. Zemin Kat ve 1. Kat Kolonları

ZEMİN KAT KOLONLARI

Kolon aksı	Kolon no	TESPİT EDİLEN DONATI ÖZELLİKLERİ				
		BOYUNA DONATI	ETRİYE ÇAPI	ETRİYE SIKILAŞTIRMASI	YAKLAŞIK ETRİYE ARALIĞI	DONATI SINIFI
F-2	S2	6Ø16	Ø8	YOK	20-25 cm	ST I
D-1	S11	6Ø14	Ø8	YOK	20-25 cm	ST I
D-3	S12	6Ø14	Ø8	YOK	20-25 cm	ST I
C-6	S19	6Ø16	Ø8	YOK	20-25 cm	ST I
C-8	S21	6Ø16	Ø8	YOK	20-25 cm	ST I
B-1	S23	6Ø14	Ø8	YOK	20-25 cm	ST I
A-7	S30	6Ø16	Ø8	YOK	20-25 cm	ST I

1. KAT KOLONLARI

Kolon aksı	Kolon no	TESPİT EDİLEN DONATI ÖZELLİKLERİ				
		BOYUNA DONATI	ETRİYE ÇAPI	ETRİYE SIKILAŞTIRMASI	YAKLAŞIK ETRİYE ARALIĞI	DONATI SINIFI
D-8	S16	6Ø16	Ø8	YOK	20-25 cm	ST I
F-7	S6	6Ø16	Ø8	YOK	20-25 cm	ST I
F-6	S5	4Ø18 + 2Ø14	Ø8	YOK	20-25 cm	ST I
F-4	S3	6Ø14	Ø8	YOK	20-25 cm	ST I

Çizelge 5.40. Mevcut Yapı Elemanları Malzeme Bilgileri

BETON SINIFLARI					
		F_{ck}	F_{cd}	F_{ctd}	E.Mod
	Beton	(t/m ²)	(t/m ²)	(t/m ²)	(t/m ²)
Kolonlar	C10	1000.00	666.67	73.33	2427000.0
Kirişler	C10	1000.00	666.67	73.33	2427000.0
Plak Döşemeler	C10	1000.00	666.67	73.33	2427000.0
Nervür Döşemeler	C10	1000.00	666.67	73.33	2427000.0
Temeller	C10	1000.00	666.67	73.33	2427000.0
ÇELİK SINIFLARI					
		F_{yk}	F_{yd}	E.Mod	
	Çelik	(t/m ²)	(t/m ²)	(t/m ²)	
Kolonlar	BC I	22000.00	19130.43	2.100E+07	
Kirişler	BC I	22000.00	19130.43	2.100E+07	
Plak Döşemeler	BC I	22000.00	19130.43	2.100E+07	
Nervür Döşemeler	BC I	22000.00	19130.43	2.100E+07	
Temeller	BC I	22000.00	19130.43	2.100E+07	
Etriyeler	BC I	22000.00	19130.43	2.100E+07	

Çizelge 5.41. Zemin Bilgileri

ZEMİN SINIFI	Z1
SPEKTRUM KARAKTERİSTİK PERİYODLARI	$T_A = 0.10$ s, $T_B = 0.30$ s
ZEMİN EMNİYET GERİLMESİ	$\sigma_{zem} = 10.00$ t/m ²
ZEMİN DÜŞEY YATAK KATSAYISI	$k_v = 10.000$ T/m ³

Çizelge 5.42. Yük Analizleri

SABİT YÜKLER		HAREKETLİ YÜKLER	
PLAK DÖŞEME	d =10 cm	Odalar	2.000 kN/m ²
Döşeme zati ağırlığı	2.500 kN/m ²	Sınıflar	3.500 kN/m ²
PLAK DÖŞEME	d =15 cm	Merdivenler	5.000 kN/m ²
Döşeme zati ağırlığı	3.750 kN/m ²	Koridorlar	5.000 kN/m ²
Kaplama + Sıva+Şap	2.000 kN/m ²	Çatılar	1.500 kN/m ²

Çizelge 5.43. Yük Kombinasyonları

No Kombinasyon	G	Q	QS1	QS2	SX+	SY+	SX-	SY-
1 G+Q *F	1.40	1.60	.00	.00	0.	0.	0.	0.
2 G+QS1 *F	1.40	.00	1.60	.00	0.	0.	0.	0.
3 G+QS2 *F	1.40	.00	.00	1.60	0.	0.	0.	0.
4 G+Q+SX+	1.00	1.00	.00	.00	1.00	0.	0.	0.
5 G+Q+SX-	1.00	1.00	.00	.00	0.	0.	1.00	0.
6 G+Q-SX+	1.00	1.00	.00	.00	-1.00	0.	0.	0.
7 G+Q-SX-	1.00	1.00	.00	.00	0.	0.	-1.00	0.
8 G+Q+SY+	1.00	1.00	.00	.00	0.	1.00	0.	0.
9 G+Q+SY-	1.00	1.00	.00	.00	0.	0.	0.	1.00
10 G+Q-SY+	1.00	1.00	.00	.00	0.	-1.00	0.	0.
11 G+Q-SY-	1.00	1.0	.00	.00	0.	0.	0.	-1.00

DÜŞEY YÜK VEKTÖRLERİ

G SABİT YÜKLER

Q HAREKETLİ YÜKLER

QS1 SASIRTMALI HAREKETLİ YÜKLEME HALİ 1

QS2 SASIRTMALI HAREKETLİ YÜKLEME HALİ 2

DİNAMİK YATAY YÜK VEKTÖRLERİ

SX+ X-YÖNÜ DİNAMİK DEPREM YÜKLEMESİ (E+)

SY+ Y-YÖNÜ DİNAMİK DEPREM YÜKLEMESİ (E+)

SX- X-YÖNÜ DİNAMİK DEPREM YÜKLEMESİ (E-)

SY- Y-YÖNÜ DİNAMİK DEPREM YÜKLEMESİ (E-)

Çizelge 5.44. Deprem Yükleri Hesabı

Deprem Bölge Katsayısı			(A _o)=0.40			
Taşıyıcı Sistem Davranış Katsayısı			(R)=4.00			
Yapı Önem Katsayısı			(I)=1.40			
Yapısal Sonum Oranı			0.05			
Deprem Etkisi Asal Yönü			0.00			
Hareketli Yük Azaltma Katsayısı			n=0.60			
Dinamik Tepki Spektrumu			1. Bölge - Zemin: Z1			
X-DOĞRULTUSU						
X Yönü Yapı Periyodu			(T1)=0.160 s			
Tasarım Spek. Katsayısı			[A _o *S(t)*I/R(t)]= 0.350			
Toplam Yatay Deprem Yükü			Vt=[A _o S(t)I/R]*W=394.978			
İlave Çatı Yükü			dFn= 0.000			
Y-DOĞRULTUSU						
Y Yönü Yapı Periyodu			(T1)=0.275 s			
Tasarım Spek. Katsayısı			[A _o *S(t)*I/R(t)]=.350			
Toplam Yatay Deprem Yükü			Vt=[A _o S(t)I/R]*W=394.978			
İlave Çatı Yükü			dFn= .000			
Kat	h	Xg	Yg	G	Q	W
K.02	6.40	12.82	11.08	444.10	76.18	489.81
K.01	3.20	12.32	11.13	544.50	157.00	638.70
TOPLAM: 1128.51						

Çizelge 5.45. Statik Eşdeğer Deprem Yüğü İle Mod Birleştirme Toplamının Karşılaştırılması

DEPREM ETKİ YÖNÜ: 1 (X-Ekseni ile 0.000 derece)					
KAT SEVİYESİNDEKİ TOPLAM KAYMA KUVVETLERİ (Toplam CQC Değerleri)					
Kat	SX+/SY+	SX-/SY-	SX+/SY-	SX-/SY+	max CQC
	(t)	(t)	(t)	(t)	(t)
K.02	205.020	218.310	218.300	205.450	218.310
K.01	329.570	350.930	350.910	330.240	350.930
Bina Toplam Deprem Yüğü:					
Mod Birleştirme Yöntemi		V-tB =350.930			
Eşdeğer Statik Deprem Yöntemi		V-t =394.980			
Dikkat: VtB< Beta x Vt (394.98)					
DİNAMİK Analiz Sonuçları (Beta x Vt / VtB =1.13) ile arttırılacaktır.					
DEPREM ETKİ YÖNÜ: 2 (X-Ekseni ile 90.000 derece)					
KAT SEVİYESİNDEKİ TOPLAM KAYMA KUVVETLERİ (Toplam CQC Değerleri)					
Kat	SX+/SY+	SX-/SY-	SX+/SY-	SX-/SY+	max CQC
	(t)	(t)	(t)	(t)	(t)
K.02	164.190	166.870	163.820	172.280	172.280
K.01	280.660	285.090	279.650	293.110	293.110
Bina Toplam Deprem Yüğü:					
Mod Birleştirme Yöntemi		V-tB =293.110			
Eşdeğer Statik Deprem Yöntemi		V-t =394.980			
Dikkat: VtB< Beta x Vt (394.98)					
DİNAMİK Analiz Sonuçları (Beta x Vt / VtB =1.35) ile arttırılacaktır.					

Çizelge 5.46. Etkin Kütle Tablosu

MOD	PERİYOT	X(%)	Y(%)	ϕ (%)
1	0.3291	2.75	42.12	46.36
2	0.2752	3.22	49.93	40.14
3	0.1598	82.26	0.05	5.56
4	0.1166	0.22	2.83	5.58
5	0.1008	0.23	5.06	1.57
6	0.0548	11.33	0.00	0.79

Çizelge 5.47. Göreli Kat Ötelemelerinin Kontrolü

DEPREM ETKİ YÖNÜ: 1 (X-Eksenine ile 0.000 derece)			
Yük Hali: SX+ X YÖNÜ DİNAMİK DEPREM YÜKLEMESİ (E+)			
Kat	di-Max	Del-di	Del-di/hi
Kat	(m)	(m)	(m)
K.02	0.004777	0.002319	0.000725 < 0.02/R (0.005) veya 0.0035
K.01	0.002458	0.002458	0.000768 < 0.02/R (0.005) veya 0.0035
Yük Hali: SX- X YÖNÜ DİNAMİK DEPREM YÜKLEMESİ (E-)			
Kat	di-Max	Del-di	Del-di/hi
Kat	(m)	(m)	(m)
K.02	0.003122	0.001616	0.000505 < 0.02/R (0.005) veya 0.0035
K.01	0.001506	0.001506	0.000471 < 0.02/R (0.005) veya 0.0035
DEPREM ETKİ YÖNÜ: 2 (X-Eksenine ile 90.000 derece)			
Yük Hali: SY+ Y YÖNÜ DİNAMİK DEPREM YÜKLEMESİ (E+)			
Kat	di-Max	Del-di	Del-di/hi
Kat	(m)	(m)	(m)
K.02	0.014986	0.006467	0.002021 < 0.02/R (0.005) veya 0.0035
K.01	0.008519	0.008519	0.002662 < 0.02/R (0.005) veya 0.0035
Yük Hali: SY- Y YÖNÜ DİNAMİK DEPREM YÜKLEMESİ (E-)			
Kat	di-Max	Del-di	Del-di/hi
Kat	(m)	(m)	(m)
K.02	0.015040	0.006378	0.001993 < 0.02/R (0.005) veya 0.0035
K.01	0.008662	0.008662	0.002707 < 0.02/R (0.005) veya 0.0035

Çizelge 5.48. Burulma Düzensizliği Kontrolü

DEPREM ETKİ YÖNÜ: 1 (X-Eksen ile 0.000 derece)						
Yük Hali: SX+ X-YÖNÜ DİNAMİK DEPREM YÜKLEMESİ (E+)						
Kat	di-Min	di-Max	(del-i)Max	(del-i)Ort	Eta-C	Durum
	(m)	(m)	(m)	(m)		
K.02	0.001491	0.004777	0.002319	0.001586	1.462 >1.2	A1 mevcut
K.01	0.000638	0.002458	0.002458	0.001548	1.588 >1.2	A1 mevcut
Yük Hali: SX- X-YÖNÜ DİNAMİK DEPREM YÜKLEMESİ (E-)						
Kat	di-Min	di-Max	(del-i)Max	(del-i)Ort	Eta-C	Durum
	(m)	(m)	(m)	(m)		
K.02	0.002792	0.003122	0.001616	0.001540	1.050 <1.2	---
K.01	0.001328	0.001506	0.001506	0.001417	1.063 <1.2	---
* Dikkat: Yapıda Bu Yönde (A1) Düzensizliği Mevcuttur.						
DEPREM ETKİ YÖNÜ: 2 (X-Eksen ile 90.000 derece)						
Yük Hali: SY+ Y-YÖNÜ DİNAMİK DEPREM YÜKLEMESİ (E+)						
Kat	di-Min	di-Max	(del-i)Max	(del-i)Ort	Eta-C	Durum
	(m)	(m)	(m)		(m)	
K.02	0.000178	0.014986	0.006467	0.003237	1.998 >1.2	A1 mevcut
K.01	0.000172	0.008519	0.008519	0.004346	1.960 >1.2	A1 mevcut
Yük Hali: SY- Y-YÖNÜ DİNAMİK DEPREM YÜKLEMESİ (E-)						
Kat	di-Min	di-Max	(del-i)Max	(del-i)Ort	Eta-C	Durum
	(m)	(m)	(m)	(m)		
K.02	0.000015	0.015040	0.006378	0.003113	2.049 >2.0	A1 mevcut
K.01	0.000168	0.008662	0.008662	0.004415	1.962 >1.2	A1 mevcut
* Dikkat: Yapıda Bu Yönde (A1) Düzensizliği Mevcuttur.						

Çizelge 5.49. Katlar Arası Dayanım Düzensizliği Kontrolü (Zayıf Kat)

DEPREM ETKİ YÖNÜ: 1 (X-Eksenine ile 0.000 derece)					
Kat	A-Kolon	A-Perde	A-Toplam	A-Duvar	Eta-C
	(m ²)	(m ²)	(m ²)	(m ²)	
K.02	4.8000	1.1840	5.9840	0.0000	
K.01	4.8000	1.1840	5.9840	0.0000	1.000 > 0.80
DEPREM ETKİ YÖNÜ: 2 (X-Eksenine ile 90.000 derece)					
Kat	A-Kolon	A-Perde	A-Toplam	A-Duvar	Eta-C
	(m ²)	(m ²)	(m ²)	(m ²)	
K.02	4.8000	0.0000	4.8000	0.0000	
K.01	4.8000	0.0000	4.8000	0.0000	1.000 > 0.80
YAPIDA (B1) DÜZENSİZLİĞİ YOKTUR.					

Çizelge 5.50. Katlar Arası Rijitlik Düzensizliği Kontrolü (Yumuşak Kat)

DEPREM ETKİ YÖNÜ: 1 (X-Eksenine ile 0.000 derece)				
Yük Hali: SX+ X-YÖNÜ DİNAMİK DEPREM YÜKLEMESİ (E+)				
Kat	h _i	d _i -Ort	(del-i)Ort	(del-i)Ort/(del-i+1)Ort
	(cm)	(m)	(m)	
K.02	320.00	0.003134	0.001586	--- < 1.5
K.01	320.00	0.001548	0.001548	0.98 < 1.5
Yük Hali: SX- X-YÖNÜ DİNAMİK DEPREM YÜKLEMESİ (E-)				
Kat	h _i	d _i -Ort	(del-i)Ort	(del-i)Ort/(del-i+1)Ort
	(cm)	(m)	(m)	
K.02	320.00	0.002957	0.001540	--- < 1.5
K.01	320.00	0.001417	0.001417	0.92 < 1.5
YAPIDA BU YÖNDE (B2) DÜZENSİZLİĞİ MEVCUT DEĞİLDİR.				
DEPREM ETKİ YÖNÜ: 2 (X-Eksenine ile 90.000 derece)				
Yük Hali: SY+ Y-YÖNÜ DİNAMİK DEPREM YÜKLEMESİ (E+)				
Kat	h _i	d _i -Ort	(del-i)Ort	(del-i)Ort/(del-i+1)Ort
	(cm)	(m)	(m)	
K.02	320.00	0.007582	0.003237	--- < 1.5
K.01	320.00	0.004346	0.004346	1.34 < 1.5
Yük Hali: SY- Y-YÖNÜ DİNAMİK DEPREM YÜKLEMESİ (E-)				
Kat	h _i	d _i -Ort	(del-i)Ort	(del-i)Ort/(del-i+1)Ort
	(cm)	(m)	(m)	
K.02	320.00	0.007528	0.003113	--- < 1.5
K.01	320.00	0.004415	0.004415	1.42 < 1.5
YAPIDA BU YÖNDE (B2) DÜZENSİZLİĞİ MEVCUT DEĞİLDİR.				



Şekil 5.6. Temel Güçlendirme Kazısı



Şekil 5.7. Taş Dolgu Temel



Şekil 5.8. Temel Güçlendirme Kazısı



Şekil 5.9. Temel Güçlendirme



Şekil 5.10. Perde Güçlendirme



Şekil 5.11. Perde – Kolon Güçlendirme

5.3. Gaziantep İli Araban İlçesi Köklüce İlköğretim Okulu

5.3.1. Giriş

Gaziantep İli Araban İlçesi'nde yer alan Köklüce İlköğretim Okulunun deprem dayanımının tespiti ve gereğinde güçlendirme projelerinin hazırlanması işi kapsamında yapılan çalışmalar bu bölümde sunulmuştur.



Şekil 5.12. Ön Cephe

Yapıya ait projeler üzerinde ve yapı mahallinde gerçekleştirilen çalışmanın 1. aşamasında inceleme konusu yapı üzerinde;

- (i) Mevcut yapıya ait mimari ve statik röleve projeleri yerinde hazırlanmış,
- (ii) Saha ekipleri tarafından özenli bir inceleme yapılarak yapının mevcut durumu belirlenmiş,
- (iii) Mevcut yapıya ait statik ve mimari röleve projeleri bilgisayar ortamında hazırlanmış
- (iv) Basınç deneyi uygulanmış karot numunelerine ek olarak, saha ekiplerince yeterli sayıda karot numunesi alınmış ve bunlara ek olarak gerekli yerlerden beton test çekici ile beton kalitesi kontrolü yapılarak beton kalitesi belirlenmiş,
- (v) Dijital profometre ile donatı tespiti yapılmış ve belli yerlerden kolon pas payları açılarak donatılar kontrol edilmiş,

- (vi) Yapının durumu, 2007 deprem yönetmeliğinin öngördüğü deprem yükleri altında 3 boyutlu modellenmiş ve çözümlenerek zayıflıkları belirlenmiş,
- (vii) Yapı üzerinde yapılan gözlemler ile çözümleme sonuçları birlikte değerlendirilerek yapının deprem sırasındaki davranışı yorumlanmış ve mevcut yapı deprem güvenliği değerlendirilmiş,
- (viii) Yapının belirlenen zayıflıkları göz önüne alınarak güçlendirme esasları ve yöntemi belirlenmiş,
- (ix) Güçlendirilmiş yapının 3 boyutlu analizleri yapılmış, güçlendirme proje ve detayları hazırlanmıştır.

5.3.2. Mevcut Yapı Üzerinde İnceleme

Okul binası 1991 yılında, zemin ve 1 normal kat olmak üzere toplam iki katlı inşa edilerek hizmete açılmıştır. Taşıyıcı sistemi betonarme çerçevelerden oluşmakta ve binada betonarme perdeler bulunmaktadır. Yapıların döşeme sistemi kiriş plaklıdır. Döşeme kalınlığı genel olarak 10 cm, kiriş boyutları ise 30/70'dir.

Binada özenli bir inceleme gerçekleştirilmiştir. Bu çalışmada, mimari ve betonarme röleve projeleri oluşturulmuş gözlenen hasarlar projelere işlenmiştir. Mevcut donatının tespiti için dijital profometre kullanılmış, belli yerlerden kolon pas payları açılarak donatılar tespit edilmiştir. Beton malzeme özelliğini tespit edebilmek amacıyla karot makinesi ile numuneler alınarak gerekli beton testleri yapılmıştır.

Bina 33.94x17.46 m boyutlarındadır. Yapının zemin katında öğretmen odası, tuvaletler ve derslikler, 1. katında ise müdür odası, tuvaletler ve derslikler yer almaktadır. Kat yükseklikleri zemin katta 310 cm, 1.katta 320 cm'dir. Yapının duvarları delikli fabrika tuğlasıdır. Binanın çatısı ahşap oturtma çatıdır. Çatı kaplama malzemesi Marsilya kiremitidir.

Binada yapılan hasar tespit çalışmaları sırasında 1. kat bazı kirişlerde kılcal eğilme ve kesme çatlakları gözlenmiştir. Binanın kolonlarının tamamı zemin katta 30/40 boyutlarında iken 1.katta 30/50 boyutlarına çıkmıştır. Binanın zemin kat perdelerinden D aksı üzerinde bulunan x yönü perdesinde kılcal kesme çatlakları

görülmüştür. Ayrıca iki derslikte baca deliklerinin kiriş kolon birleşim bölgesinde kirişin içinden geçirildiği saptanmıştır.

5.3.3. Malzeme ve İşçilik Kalitesi Değerlendirmesi

Yapının taşıyıcı sisteminin işçilik kalitesi çok iyi değildir. Beton kalitesinin projede öngörülen değerden düşük olduğu saptanmıştır. Beton imalatı sırasında kullanılan agreganın dere malzemesi olduğu görülmüş ve betonun yerinde imal edildiği tespit edilmiştir. Bu yapı bölgedeki diğer binalarla aynı dereden gelen agrega ve aynı koşullarda yerinde imal edilen beton ile inşa edilmiştir.

Mevcut yapının malzeme özelliklerini belirlemek üzere 4 adet karot numunesi ve beton test çekici değerleri alınmıştır. Numunelerin test edilmesi ile ulaşılan sonuçlar aşağıda yer alan çizelgelerde verilmiştir. Elde edilen sonuçlardan, yapının beton kalitesinin belirli bir ortalamaı yansıttığını göstermektedir. Deney sonuçları arasında farklar görülmekle birlikte sonuçlar birbirinden çok uzak değildir. Yapının beton kalitesi, karot numunelerinin ve beton test çekici sonuçlarının ortalama değeri olarak alınmış ve tasarım dayanımı ortalaması (f_{cd}) beton güvenlik malzemesi katsayısı ile çarpılarak “BS11” olarak belirlenmiştir. Mevcut yapı projesinde beton sınıfı BS16 ($f_{ck}=16$ Mpa) olarak görünmektedir. Yapılan testler, mevcut beton ortalama basınç dayanımının (tasarım dayanımı) $=7.73$ MPa düzeyinde olduğunu göstermiştir ki bu değer projede öngörülenden oldukça düşüktür. Beton elastisite modülü $E=24620$ MPa olarak hesaplanmıştır.

Mevcut düşey donatı ve etriyeler dijital profometre ile kontrol edilmiştir. Donatı olarak StI sınıfı donatı kullanılmıştır. Kolon–kiriş birleşim bölgelerinde etriye sıklaştırması yapılmadığı, $\phi 8$ ’lik etriyelerin yaklaşık 20–25 cm ara ile kullanıldığı tespit edilmiştir. Analizler sırasında yerinde tespit edilen donatılar kullanılacaktır.

5.3.4. Analiz Yöntemi

Mevcut yapı 1991 yılında hizmete açılmıştır. Ancak yapının deprem güvenliği tespiti çalışmalarının şu anda yürürlükte bulunan 2007 Deprem

Yönetmeliği'ne göre yapılması gerekmektedir. Gerektiğinde hazırlanacak güçlendirme projesi de 2007 Deprem Yönetmeliği'ne göre hazırlanacaktır.

Gaziantep İli Araban İlçesi 2007 Deprem Yönetmeliği'ne göre 3. derece deprem bölgesinde yer almaktadır. 3. Derece Deprem Bölgesinde bulunan yapılar için etkin yer ivmesi katsayısı, $A_0=0.2$ 'dir. Yapı okul binası olarak kullanıldığından yapı önem katsayısı $I=1.4$ olmaktadır. Zemin etüdü sonucunda zemin sınıfı Z3 olarak belirlenmiştir. Mevcut yapının analizleri sırasında beton ortalama basınç dayanımı (tasarım değeri) karot test sonuçları doğrultusunda $f_{cd}=7.33$ MPa olarak alınacaktır. Donatı çeliği olarak inşaatta kullanılan StI sınıfı malzeme özellikleri ve sahada tespit edilen donatı miktarları kullanılacaktır. Mevcut yapı analizleri sırasında taşıyıcı sistem davranış katsayısı $R=4$ alınacaktır.

Güçlendirilmiş yapının analizleri sırasında mevcut elemanlar kendi malzeme özellikleri ile güçlendirme elemanları ise BS20 betonu ile StIII çeliği özellikleri ile modellenecektir. Güçlendirilmiş yapının analizleri sırasında taşıyıcı sistem davranış katsayısı $R=5$ alınacaktır. Çözümlerde kullanılan yükler aşağıdaki gibidir:

SABİT YÜKLER

10 cm plak döşeme zati ağırlığı	2.50 kN/m
Kaplama Ağırlığı	2.00 kN/m

HAREKETLİ YÜKLER

Derslikler ve tuvaletler	3.50 kN/m
Ofis odaları	2.00 kN/m
Koridor ve merdivenler	5.00 kN/m
Çatı Kar Yüğü	1.50 kN/m

Yapının duvar yükleri pencere ve kapı boşlukları düşölerek kirişler üzerine yayılı yük olarak verilmiştir. Yapı, tespit edilen malzeme özellikleri ile Probina Orion V.13 programı ile 3boyutlu olarak modellenerek, düşey yükler ve 2007 Deprem Yönetmeliği'nin öngördüğü deprem etkisi altında analiz edilerek incelenecektir.

5.3.5. Mevcut Yapı Analiz Sonuçlarının Değerlendirilmesi

2007 Deprem Yönetmeliği'nin öngördüğü koşullar ve belirlenen malzeme özellikleri ile yapılan statik analizin sonuçları Bölüm 2'de sunulan tablolarda verilmiştir. Bu tabloların değerlendirilmesi ile elde edilen sonuçlar aşağıdaki gibidir:

- Mevcut yapının doğal periyodu, x doğrultusunda 0.126 saniye ve y doğrultusunda 0.106 saniye kadardır (Çizelge 5.56).
- Etkin kütle oranlarının değerlendirilmesiyle yapının 1. modda 'dönme', 2. modda 'X' yönü, 3. modda ise 'Y' yönü hareketini gerçekleştirmektedir (Çizelge 5.58).
- Yapıda yanal ötelenme koşulları her iki doğrultuda yönetmelik koşullarını sağlamaktadır (Çizelge 5.59).
- Yapıda A1 Burulma düzensizliği gözlenmektedir. Ancak analizlerde gerekli katsayıların kullanılması ile düzensizlik etkilerinin göz önüne alınması mümkündür (Çizelge 5.60).
- Yapıda katlar arası dayanım düzensizliği (zayıf kat) yoktur (Çizelge 5.61).
- Yapıda Y doğrultusunda yumuşak kat etkisi görülmemektedir (Çizelge 5.62).
- Yapıda tüm katlarda x ve y yönlerinde ikişer adet perde bulunmaktadır.

5.3.6. Mevcut Yapı Güvenliği Değerlendirmesi ve Güçlendirme Yöntemi

Yapılan analizler ve incelemeler sonucunda beton kalitesinin mevcut projesine göre düşük olduğu görülmüştür. İncelenen yapının mevcut durumu ile 2007 Deprem Yönetmeliği'nin Gaziantep İli Araban İlçesi için öngördüğü koşulları sağlamadığı ve olası bir deprem durumunda bir okul binasından beklenen performansı gösteremeyeceği görülmüştür. Malzeme sonuçları ile taşıyıcı sistem imalat kalitesi yetersizdir. Belirlenen zayıflıkların sistem iyileştirmesi yapılarak giderilmesi şarttır.

Yapının olası deprem etkileri altındaki güvenliğinin sağlanabilmesi için kapsamlı bir sistem iyileştirmesi gereklidir. Bu iyileştirmenin en ekonomik ve süratli yolunun yatay yüklerin taşınabilmesi amacıyla taşıyıcı sistemin betonarme perdeler

ile takviye edilmesi olduğu aşîkârdır. Bu değêrlendirmeler doğrultusunda hazırlanan güçlendirilmiş yapı analiz edilerek en ekonomik ve statik açıdan en doğru sistem seçilene kadar analizler yenilenecektir. Yapılan çalışmalar sonucunda hazırlanan güçlendirilmiş yapıya ait analiz sonuçları aşağıda sunulmuştur.

Yapıda tespit edilen hasarlı kolon, perde ve kirişlerdeki çatlaklardan genişlikleri 1–5 mm arasında olanlar epoksi enjeksiyon ile, daha geniş çatlaklar ise polimer esaslı tamir harcı ile doldurulacaktır. Kirişlerde kesit kaybına sebep olmuş olan baca delikleri rötresiz tamir harcı ile doldurularak eski haline getirilecektir.

5.3.7. Güçlendirilmiş Yapı Analiz Sonuçlarının Değerlendirilmesi

Güçlendirilmiş yapı 2007 Deprem Yönetmeliği'nin öngördüğü koşullar için analiz edilerek sonuçlar değêrlendirilmiştir. Analizler sırasında mevcut yapı elemanları mevcut malzeme özellikleri ile tanımlanmıştır. Güçlendirme elemanları ise BS20 betonu ve StIII çeliği özellikleri ile modellenmiş ve detaylandırılmıştır. Güçlendirilmiş yapı için taşıyıcı sistem davranış katsayısı $R=5$ alınacaktır.

- Yapılan güçlendirme ile yapının doğal periyodu, x doğrultusunda 0.090 saniyeye düşmüştür.
- Etkin kütle oranlarının değêrlendirilmesiyle yapının 1. modda 'Y' yönü, 2. modda 'X' yönü, 3. modda ise 'dönme' hareketini gerçekleştirdiği görölmüştür.
- Yapılan güçlendirme ile yapıda yanal ötelenme koşulları her iki doğrultuda da yönetmelik koşullarını sağlamaktadır.
- Yapıda A1 Burulma düzensizliği gözlenmektedir. Ancak analizlerde gerekli katsayıların kullanılması ile düzensizlik etkileri göz önüne alınmıştır.
- Yapıda katlar arası dayanım düzensizliği (B1, zayıf kat) yoktur.
- Güçlendirilmiş yapıda yumuşak kat etkisi (B2) yoktur.
- Yapının mevcut kolonlarında oluşan eksenel kuvvetler ile eğilme ve kesme gerilmeleri eleman kapasitelerini genel olarak aşmamaktadır.
- Yapıda yer alan mevcut perde ve takviye perdelerinin tamamı emniyetle taşıyabilecekleri gerilme değêrlerinin altında zorlanmaktadır. Perdeler oluşan etkiler doğrultusunda donatılandırılarak detaylandırılmıştır.

5.3.8. Sonuç

Hazırlanan takviye ve onarım projesi ile teknik gereklere tam anlamı ile uygun biçimde gerçekleştirilecek bir güçlendirme imalatı uygulaması sonucunda, Gaziantep İli Araban İlçesi Köklüce İlköğretim Okulu binası 2007 Deprem Yönetmeliği'nin öngördüğü olası deprem etkileri altında sağlıklı bir deprem davranışına ve yeterli bir deprem güvenliğine kavuşacaktır.

Çizelge 5.51. Zemin Kat ve 1. Kat Kolonları

ZEMİN KAT KOLONLARI

Kolon aksı	Kolon no	TESPİT EDİLEN DONATI ÖZELLİKLERİ				
		BOYUNA DONATI	ETRİYE ÇAPI	ETRİYE SIKILAŞTIRMASI	YAKLAŞIK ETRİYE ARALIĞI	DONATI SINIFI
F-4	S3	6Ø14	Ø8	YOK	20-25 cm	ST I
B-1	S24	6Ø14	Ø8	YOK	20-25 cm	ST I
C-10	S22	8Ø16	Ø8	YOK	20-25 cm	ST I
C-7	S20	8Ø16	Ø8	YOK	20-25 cm	ST I
C-5	S18	8Ø16	Ø8	YOK	20-25 cm	ST I
D-11	S17	6Ø14	Ø8	YOK	20-25 cm	ST I
E-3	S11	8Ø16	Ø8	YOK	20-25 cm	ST I

1. KAT KOLONLARI

Kolon aksı	Kolon no	TESPİT EDİLEN DONATI ÖZELLİKLERİ				
		BOYUNA DONATI	ETRİYE ÇAPI	ETRİYE SIKILAŞTIRMASI	YAKLAŞIK ETRİYE ARALIĞI	DONATI SINIFI
F-7	S5	6Ø16	Ø8	YOK	20-25 cm	ST I
F-9	S7	6Ø16	Ø8	YOK	20-25 cm	ST I
D-1	S12	6Ø14	Ø8	YOK	20-25 cm	ST I
D-3	S13	6Ø14	Ø8	YOK	20-25 cm	ST I
D-7	S15	8Ø16	Ø8	YOK	20-25 cm	ST I
D-8	S16	6Ø16	Ø8	YOK	20-25 cm	ST I
C-6	S19	8Ø16	Ø8	YOK	20-25 cm	ST I

Çizelge 5.52. Mevcut Yapı Elemanları Malzeme Bilgileri

BETON SINIFLARI					
		F_{ck}	F_{cd}	F_{ctd}	E.Mod
	Beton	(t/m^2)	(t/m^2)	(t/m^2)	(t/m^2)
Kolonlar	C11	1100.00	733.33	73.33	2462000.0
Kirişler	C11	1100.00	733.33	73.33	2462000.0
Plak Döşemeler	C11	1100.00	733.33	73.33	2462000.0
Nervur Döşemeler	C11	1100.00	733.33	73.33	2462000.0
Temeller	C11	1100.00	733.33	73.33	2462000.0
ÇELİK SINIFLARI					
		F_{yk}	F_{yd}	E.Mod	
	Çelik	(t/m^2)	(t/m^2)	(t/m ²)	
Kolonlar	BC I	22000.00	19130.43	2.100E+07	
Kirişler	BC I	22000.00	19130.43	2.100E+07	
Plak Döşemeler	BC I	22000.00	19130.43	2.100E+07	
Nervur Döşemeler	BC I	22000.00	19130.43	2.100E+07	
Temeller	BC I	22000.00	19130.43	2.100E+07	
Etriyeler	BC I	22000.00	19130.43	2.100E+07	

Çizelge 5.53. Zemin Bilgileri

ZEMİN SINIFI	Z3
SPEKTRUM KARAKTERİSTİK PERİYODLARI	$T_A=0.15$ s, $T_B=0.60$ s
ZEMİN EMNİYET GERİLMESİ	$\sigma_{zem}=10.00$ t/m ²
ZEMİN DÜŞEY YATAK KATSAYISI	$k_v=5.000$ T/m ³

Çizelge 5.54. Yük Analizleri

SABİT YÜKLER		HAREKETLİ YÜKLER	
PLAK DÖŞEME	d =12 cm	Odalar	2.000 kN/m ²
Döşeme zati ağırlığı	2.500 kN/m ²	Sınıflar	3.500 kN/m ²
PLAK DÖŞEME	d =15 cm	Merdivenler	5.000 kN/m ²
Döşeme zati ağırlığı	3.750 kN/m ²	Koridorlar	5.000 kN/m ²
Kaplama + Siva+Şap	2.000 kN/m ²	Çatılar	1.500 kN/m ²

Çizelge 5.55. Yük Kombinasyonları

No	Kombinasyon	G	Q	QS1	QS2	SX+	SY+	SX-	SY-
1	G+Q *F	1.40	1.60	.00	.00	0.	0.	0.	0.
2	G+QS1 *F	1.40	.00	1.60	.00	0.	0.	0.	0.
3	G+QS2 *F	1.40	.00	.00	1.60	0.	0.	0.	0.
4	G+Q+SX+	1.00	1.00	.00	.00	1.00	0.	0.	0.
5	G+Q+SX-	1.00	1.00	.00	.00	0.	0.	1.00	0.
6	G+Q-SX+	1.00	1.00	.00	.00	-1.00	0.	0.	0.
7	G+Q-SX-	1.00	1.00	.00	.00	0.	0.	-1.00	0.
8	G+Q+SY+	1.00	1.00	.00	.00	0.	1.00	0.	0.
9	G+Q+SY-	1.00	1.00	.00	.00	0.	0.	0.	1.00
10	G+Q-SY+	1.00	1.00	.00	.00	0.	-1.00	0.	0.
11	G+Q-SY-	1.00	1.00	.00	.00	0.	0.	0.	-1.00

DÜŞEY YÜK VEKTÖRLERİ

G SABİT YÜKLER

Q HAREKETLİ YÜKLER

QS1 SASIRTMALI HAREKETLİ YÜKLEME HALİ 1

QS2 SASIRTMALI HAREKETLİ YÜKLEME HALİ 2

DİNAMİK YATAY YÜK VEKTÖRLERİ

SX+ X-YÖNÜ DİNAMİK DEPREM YÜKLEMESİ (E+)

SY+ Y-YÖNÜ DİNAMİK DEPREM YÜKLEMESİ (E+)

SX- X-YÖNÜ DİNAMİK DEPREM YÜKLEMESİ (E-)

SY- Y-YÖNÜ DİNAMİK DEPREM YÜKLEMESİ (E-)

Çizelge 5.56. Deprem Yükleri Hesabı

Deprem Bölge Katsayısı					(A _o)= .40	
Taşıyıcı Sistem Davranış Katsayısı					(R)=4.00	
Yapı Önem Katsayısı					(I)=1.40	
Yapısal Sonum Oranı					= .05	
Deprem Etkisi Asal Yönü					= .00	
Hareketli Yük Azaltma Katsayısı					n= .60	
Dinamik Tepki Spektrumu					= 1. Bölge - Zemin: Z3	
X-DOĞRULTUSU						
X Yönü Yapı Periyodu					(T1)= .126 s	
Tasarım Spek. Katsayısı					[A _o *S(t)*I/R(t)]= .352	
Toplam Yatay Deprem Yükü					Vt=[A _o S(t)I/R]*W= 537.054	
İlave Çatı Yükü					dFn= .000	
Y-DOĞRULTUSU						
Y Yönü Yapı Periyodu					(T1)= .106 s	
Tasarım Spek. Katsayısı					[A _o *S(t)*I/R(t)]= .353	
Toplam Yatay Deprem Yükü					Vt=[A _o S(t)I/R]*W= 539.394	
İlave Çatı Yükü					dFn=.000	
Kat	h	Xg	Yg	G	Q	W
K.02	6.30	17.02	11.71	623.50	96.48	681.39
K.01	3.10	16.27	11.55	725.60	198.20	844.52
TOPLAM: 1525.91						

Çizelge 5.57. Statik Eşdeğer Deprem Yüğü İle Mod Birleştirme Toplamının Karşılaştırılması

DEPREM ETKİ YÖNÜ: 1 (X-Ekseni ile 0.000 derece)					
KAT SEVİYESİNDEKİ TOPLAM KAYMA KUVVETLERİ (Toplam CQC Değerleri)					
Kat	SX+/SY+	SX-/SY-	SX+/SY-	SX-/SY+	max CQC
	(t)	(t)	(t)	(t)	(t)
K.02	293.380	292.700	287.630	296.880	296.880
K.01	458.760	457.200	449.030	464.360	464.360
Bina Toplam Deprem Yüğü:					
Mod Birleştirme Yöntemi		V-tB = 464.360			
Eşdeğer Statik Deprem Yöntemi		V-t = 537.050			
Dikkat: VtB< Beta x Vt (537.05)					
DİNAMİK Analiz Sonuçları (Beta x Vt / VtB =1.16) ile arttırılacaktır.					
DEPREM ETKİ YÖNÜ: 2 (X-Ekseni ile 90.000 derece)					
KAT SEVİYESİNDEKİ TOPLAM KAYMA KUVVETLERİ (Toplam CQC Değerleri)					
Kat	SX+/SY+	SX-/SY-	SX+/SY-	SX-/SY+	max CQC
	(t)	(t)	(t)	(t)	(t)
K.02	301.870	263.100	301.740	263.750	301.870
K.01	472.340	406.780	472.150	407.900	472.340
Bina Toplam Deprem Yüğü:					
Mod Birleştirme Yöntemi		V-tB =472.340			
Eşdeğer Statik Deprem Yöntemi		V-t =539.390			
Dikkat: VtB< Beta x Vt (539.39)					
DİNAMİK Analiz Sonuçları (Beta x Vt / VtB =1.14) ile arttırılacaktır.					

Çizelge 5.58. Etkin Kütle Oranı Tablosu

MOD	PERİYOT	X(%)	Y(%)	ϕ (%)
1	0.1505	4.08	0.78	83.14
2	0.1255	83.35	0.12	3.85
3	0.1064	0.02	85.41	0.85
4	0.0544	0.30	0.08	11.70
5	0.0428	12.26	0.00	0.40
6	0.0379	0.00	12.51	0.05

Çizelge 5.59. Göreli Kat Ötelemelerinin Kontrolü

DEPREM ETKİ YÖNÜ: 1 (X-Eksenine ile 0.000 derece)			
Yük Hali: SX+ XYÖNÜ DİNAMİK DEPREM YÜKLEMESİ (E+)			
Kat	di-Max	Del-di	Del-di/hi
Kat	(m)	(m)	(m)
K.02	0.002206	0.001181	0.000369 < 0.02/R (0.005) veya 0.0035
K.01	0.001024	0.001024	0.000330 < 0.02/R (0.005) veya 0.0035
Yük Hali: SX– XYÖNÜ DİNAMİK DEPREM YÜKLEMESİ (E-)			
Kat	di-Max	Del-di	Del-di/hi
Kat	(m)	(m)	(m)
K.02	0.002184	0.001167	0.000365 < 0.02/R (0.005) veya 0.0035
K.01	0.001017	0.001017	0.000328 < 0.02/R (0.005) veya 0.0035
DEPREM ETKİ YÖNÜ: 2 (X-Eksenine ile 90.000 derece)			
Yük Hali: SY+ YYÖNÜ DİNAMİK DEPREM YÜKLEMESİ (E+)			
Kat	di-Max	Del-di	Del-di/hi
Kat	(m)	(m)	(m)
K.02	0.001584	0.000850	0.000266 < 0.02/R (0.005) veya 0.0035
K.01	0.000734	0.000734	0.000237 < 0.02/R (0.005) veya 0.0035
Yük Hali: SY– YYÖNÜ DİNAMİK DEPREM YÜKLEMESİ (E-)			
Kat	di-Max	Del-di	Del-di/hi
Kat	(m)	(m)	(m)
K.02	0.002451	0.001263	0.000395 < 0.02/R (0.005) veya 0.0035
K.01	0.001188	0.001188	0.000383 < 0.02/R (0.005) veya 0.0035

Çizelge 5.60. Burulma Düzensizliği Kontrolü

DEPREM ETKİ YÖNÜ: 1 (X-Eksen ile 0.000 derece)						
Yük Hali: SX+ X-YÖNÜ DİNAMİK DEPREM YÜKLEMESİ (E+)						
Kat	di-Min	di-Max	(del-i)Max	(del-i)Ort	Eta-C	Durum
	(m)	(m)	(m)	(m)		
K.02	0.001413	0.002206	0.001181	0.001004	1.177 <1.2	---
K.01	0.000586	0.001024	0.001024	0.000805	1.272 >1.2	A1 mevcut
Yük Hali: SX- X-YÖNÜ DİNAMİK DEPREM YÜKLEMESİ (E-)						
Kat	di-Min	di-Max	(del-i)Max	(del-i)Ort	Eta-C	Durum
	(m)	(m)	(m)	(m)		
K.02	0.001419	0.002184	0.001167	0.001000	1.167 <1.2	---
K.01	0.000586	0.001017	0.001017	0.000802	1.268 >1.2	A1 mevcut
* Dikkat: Yapıda Bu Yönde (A1) Düzensizliği Mevcuttur.						
DEPREM ETKİ YÖNÜ: 2 (X-Eksen ile 90.000 derece)						
Yük Hali: SY+ Y-YÖNÜ DİNAMİK DEPREM YÜKLEMESİ (E+)						
Kat	di-Min	di-Max	(del-i)Max	(del-i)Ort	Eta-C	Durum
	(m)	(m)	(m)	(m)		
K.02	0.000858	0.001584	0.000850	0.000645	1.318 >1.2	A1 mevcut
K.01	0.000418	0.000734	0.000734	0.000576	1.274 >1.2	A1 mevcut
Yük Hali: SY- Y-YÖNÜ DİNAMİK DEPREM YÜKLEMESİ (E-)						
Kat	di-Min	di-Max	(del-i)Max	(del-i)Ort	Eta-C	Durum
	(m)	(m)	(m)	(m)		
K.02	-0.000357	0.002451	0.001263	0.000538	2.346 >2.0	A1 mevcut
K.01	-0.000171	0.001188	0.001188	0.000509	2.337 >2.0	A1 mevcut
* Dikkat: Yapıda Bu Yönde (A1) Düzensizliği Mevcuttur.						

Çizelge 5.61. Katlar Arası Dayanım Düzensizliği Kontrolü (Zayıf Kat)

DEPREM ETKİ YÖNÜ: 1 (X-Eksenine ile 0.000 derece)					
(B1) KATLAR ARASI DAYANIM DÜZENLİLİĞİ KONTROLÜ (ZAYIF KAT)					
Kat	A-Kolon	A-Perde	A-Toplam	A-Duvar	Eta-C
	(m ²)	(m ²)	(m ²)	(m ²)	
K.02	4.9500	3.0125	7.9625	0.0000	
K.01	5.2200	3.0125	8.2325	0.0000	1.034 > 0.80
DEPREM ETKİ YÖNÜ: 2 (X-Eksenine ile 90.000 derece)					
(B1) KATLAR ARASI DAYANIM DÜZENLİLİĞİ KONTROLÜ (ZAYIF KAT)					
Kat	A-Kolon	A-Perde	A-Toplam	A-Duvar	Eta-C
	(m ²)	(m ²)	(m ²)	(m ²)	
K.02	4.9500	3.6300	8.5800	0.0000	
K.01	5.2200	3.6300	8.8500	0.0000	1.031 > 0.80
Yapıda (B1) Düzensizliği yoktur.					

Çizelge 5.62. Katlar Arası Rijitlik Düzensizliği Kontrolü (Yumuşak Kat)

DEPREM ETKİ YÖNÜ: 1 (X-Eksenine ile 0.000 derece)				
Yük Hali: SX+ X-YÖNÜ DİNAMİK DEPREM YÜKLEMESİ (E+)				
Kat	h _i	d _i -Ort	(del-i)Ort	(del-i)Ort/(del-i+1)Ort
	(cm)	(m)	(m)	
K.02	320.00	0.001809	0.001004	--- < 1.5
K.01	310.00	0.000805	0.000805	0.80 < 1.5
Yük Hali: SX- X-YÖNÜ DİNAMİK DEPREM YÜKLEMESİ (E-)				
Kat	h _i	d _i -Ort	(del-i)Ort	(del-i)Ort/(del-i+1)Ort
	(cm)	(m)	(m)	
K.02	320.00	0.001801	0.001000	--- < 1.5
K.01	310.00	0.000802	0.000802	0.80 < 1.5
Yapıda Bu Yönde (B2) Düzensizliği mevcut değildir.				
DEPREM ETKİ YÖNÜ: 2 (X-Eksenine ile 90.000 derece)				
Yük Hali: SY+ Y-YÖNÜ DİNAMİK DEPREM YÜKLEMESİ (E+)				
Kat	h _i	d _i -Ort	(del-i)Ort	(del-i)Ort/(del-i+1)Ort
	(cm)	(m)	(m)	
K.02	320.00	0.001221	0.000645	--- < 1.5
K.01	310.00	0.000576	0.000576	0.89 < 1.5
Yük Hali: SY- Y-YÖNÜ DİNAMİK DEPREM YÜKLEMESİ (E-)				
Kat	h _i	d _i -Ort	(del-i)Ort	(del-i)Ort/(del-i+1)Ort
	(cm)	(m)	(m)	
K.02	320.00	0.001047	0.000538	--- < 1.5
K.01	310.00	0.000509	0.000509	0.94 < 1.5
Yapıda Bu Yönde (B2) Düzensizliği mevcut değildir.				



Şekil 5.13. Sürekli Temel Güçlendirme



Şekil 5.14. Perde – Kolon Güçlendirme



Şekil 5.15. Epoksi İle Donatı Ekimi



Şekil 5.16. Kolon Mantolama İle Güçlendirme

6. BULGULAR VE TARTIŞMA

Güçlendirme projesi incelendiğinde; yapıya etkiyen eşdeğer deprem yükünün, taşıma kapasitesine oranla çok daha az olduğu görülmektedir. Bu nedenle güçlendirme projesinin ekonomik boyutlarda yapılmadığı düşünülebilir. Ancak okul türü yapılarda 50 yılda aşılma olasılığı %10 deprem durumu için “Hemen Kullanım Performans Düzeyi” hedeflendiğinden kolonların tümünün Minimum Hasar düzeyinde olması öngörülmektedir. Okul binasında bulunan kolonların neredeyse tamamının bu hasar düzeyinin üzerinde olmasından dolayı mantolanması yoluyla güçlendirilmesi gerekmiştir.

Okul binasının analiz sonuçları incelendiğinde, depremin 50 yılda aşılma olasılığı %2 durumu için Can Güvenliği Performans Düzeyi ve depremin 50 yılda aşılma olasılığı %10 durumu için Hemen Kullanım Performans Düzeyi koşullarının sağlandığı görülmektedir. Bu veriler ışığında güçlendirmenin yeterli olduğu anlaşılmaktadır.

7. SONUÇLAR VE ÖNERİLER

Yapılan hesap sonucunda kesitleri yetersiz olan elamanlar mantolama yapılarak takviye edilmelidir. Ancak kesitleri yetersiz olan kolon perde ve kirişlerin mantolanarak takviye edilmesi yapının güçlendirilmesi için yeterli değildir. Esas olan yapının şiddetli deprem karşısında yeterli mukavemete erişmesini sağlamaktır. Bunun için x ve y doğrultusunda deprem tesirlerinin %70 ini alabilecek yeni perde ilave edilmesi en ideal çözüm olmaktadır. Eski yönetmeliklerde öngörülen minimum malzeme değerleri ve hatta bu değerlerden de daha düşük değerdeki malzeme ile inşa edilen bir yapının Yeni deprem yönetmeliğine uyarlanması için yukarıda bahsedildiği gibi güçlü perdelerin yapının uygun yerlerine yerleştirilmesi ve bu perdelerin mevcut yapı ile birlikte çalışmasını sağlamak gerekir. Sisteme yeni ilave edilen perdelerle yatay deplasmanlar önlenerek eski yapı elemanların deprem tesirlerinden korunması sağlanır. Güçlendirme projesinde yerleştirilecek olan perdeler için önerilen koşullar aşağıda maddeler halinde açıklanmıştır:

1. Perdeler olabildiğince birbirine benzer boyut ve rijitliklerde olmalıdır.
2. Yapının x ve y doğrultularında rijitlik merkezi ile ağırlık merkezi birbirine yakın olmalı ve olabildiğince yapının kenarlarına burulma yaratmayacak şekilde yerleştirilmelidir.
3. Perdelerin yapı yüksekliğince sürekli olmasına dikkat edilmelidir.
4. Perdeler x ve y doğrultularında yatay deprem momentlerinin tabanda karşılanacak kapasitelerde oluşturulması sağlanmalıdır. Bu momentin %70 ini karşılayacak kapasitede süneklik düzeyi yüksek perdelerin eklenmesi Halinde R katsayısının en fazla 6 alınması mümkündür.
5. Güçlendirme perdelerinin kısa kenarı 200 mm. den daha büyük olmalıdır.
6. Binada bodurum varsa çok rijit perdelerle çepeçevre donatılması halinde temellere gelen etkiler bodurum perdeleri tarafından karşılanacaktır. Bodurum perdeleri ile ilgili R katsayısı 1.5 alınmalıdır. Program bu değeri otomatik olarak kullanmaktadır.

7. Bodrumsuz yapıların zemin katında çevre duvarlarının olabildiğince perdeye dönüştürülmesi ile rijit bodurum gibi çalıştırılması yapı temel etkileşiminde çok önemli olmaktadır. Bu anlamda kalıp planında mimari projeyi de dikkate alarak uygun yerlere yeteri kadar perde ilave edilmesi ile bina modeli tekrar oluşturulmalıdır. Perde ve mantolama gibi yeni ilave edilecek elamanların yeni deprem yönetmeliğine göre boyutlandırılması malzemelerin buna göre seçilmesi gerekir.
8. Perdeler mutlaka mevcut çerçeve sistemi içinde oluşturulmalı mevcut kolon ve kirişlerin arasına alınmalıdır. Perdenin herhangi bir ucu kolona bağlanmıyorsa perde başlık kolonu oluşturulmalıdır.

Mevcut durum analizlerinde yapının mevcut malzeme dayanımları kullanıldığı için, saha çalışmasının önemi ortaya çıkmaktadır. Binalardan bilgi toplanması konusuna yeni yönetmelikte geniş yer verilmiştir. Yapılacak güçlendirme projesinin sonunda; öngörülen deprem etkisine karşı koyabilecek bir taşıyıcı sistem oluşturulması ve ekonomik çözümler sunulmasının bir arada sağlanması gerektiği unutulmamalıdır. Bunun için de, yapının mevcut durumunun yerinde görülmesi ve gerekli tetkiklerin yapılması gerekmektedir. Ayrıca güçlendirmenin yapıya ekonomik olarak bir külfet getirdiği unutulmamalıdır ve güçlendirmeden sonraki analiz sonuçları çok iyi incelenmeli, yönetmeliğin vermiş olduğu sınır değerlerin üzerinde bir yapı tasarlanmamasına ekonomik bir yapı tasarımı açısından dikkat edilmelidir.

KAYNAKLAR

- CELEP, Z., ve KUMBASAR, N., 2000. Deprem Mühendisliğine Giriş ve Depreme Dayanıklı Yapı Tasarımı, İTÜ yayınları, İstanbul, 596s.
- DEMİR, F., TÜRKMEN, M., KORKMAZ, K.A., TEKELİ, H., ve ÇIRAK, İ., 2006. Betonarme Perdelerle Yapılan Güçlendirme Uygulamalarının Deprem Güvenliği Açısından Değerlendirilmesi, Yapısal Onarım ve Güçlendirme Sempozyumu, Isparta, 211–217.
- DENEME, İ.Ö., ve YERLİ, H.R., 2002. Betonarme Yapılarda Deprem Hasarlarının Belirlenmesi ve Güçlendirme Projesi Uygulama Örneği, Çukurova Üniversitesi Müh. Mim. Fak. Dergisi, 17:21–30.
- İNEL, M., BİLGİN, H., ve ÖZMEN, H.B., 2007. Okul Binalarının Yeni Deprem Yönetmeliğine Göre Değerlendirilmesi, Altıncı. Ulusal Deprem Mühendisliği Konferansı, İstanbul, 257–268.
- İRTEM, E., TÜRKER, K., ve HASGÜL, U., 2006. Mevcut Betonarme Binaların Deprem Performanslarının Belirlenmesi ve Türk Deprem Yönetmeliği'nin Performans Hedeflerinin İrdelenmesi, Yapısal Onarım ve Güçlendirme Sempozyumu, Isparta, 226–236.
- KIRAL, E., YERLİ, H.R., TEMEL, B., ve ÖZDEMİR, E., 2000. Yeni Deprem Yönetmeliğinin Analiz Bakımından Uygulamaları, TMMOB İnşaat Mühendisleri Odası Adana Şubesi, Adana, 114s.
- KORKMAZ, A., DEMİR, F., TÜRKMEN, M., TEKELİ, H., ve ÇIRAK, İ., 2006. Mevcut Yapıların Deprem Performanslarının Belirlenmesinde Kullanılan Yöntemlerin Değerlendirilmesi, Yapısal Onarım ve Güçlendirme Sempozyumu, Isparta, 218–225.
- KÖRLÜ, M.S., 2003. Depremde Hasar Gören Yapıların Güçlendirilmesi, Yüksek Lisans Tezi, Ç.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, Adana, 109s.
- KUTANİS, M., 2006. Statik İtme Analizi Yöntemlerinin Performanslarının Değerlendirilmesi, Yapısal Onarım ve Güçlendirme Sempozyumu, Isparta, 205–210.

- ÖZTORUN, N.K., 2006. Düzgün Aks Sistemine Sahip Betonarme Binaların Güçlendirilmesi İle İlgili Bir Yöntem, Yapısal Onarım ve Güçlendirme Sempozyumu, Isparta, 396–405.
- SEZER, F., GENÇOĞLU, M., ve CELEP, Z., 2007. Betonarme Binaların Deprem Güvenliğinin Değerlendirilmesinde Deprem Yönetmeliği (2007) Kurallarına Örnekle Kıyaslamalı Bir Bakış, Altıncı. Ulusal Deprem Mühendisliği Konferansı, İstanbul, 1–12.
- TMMOB İNŞAAT MÜHENDİSLERİ ODASI, 2007, Deprem Bölgelerinde Yapılacak Binalar Hakkında Yönetmelik, İstanbul, 166s.
- TÜRK STANDARDLARI ENSTİTÜSÜ, 1997. TS–498 Yapı Elemanlarının Boyutlandırılmasında Alınacak Yüklerin Hesap Değerleri.
- TÜRK STANDARDLARI ENSTİTÜSÜ, 2000. TS–500 Betonarme Yapıların Tasarım ve Yapım Kuralları.
- TÜRK STANDARDLARI ENSTİTÜSÜ, 1980. TS–648 Çelik Yapıların Hesap ve Yapım Kuralları.

ÖZGEÇMİŞ

1987 Batman’da doğdu. İlk, Orta ve Lise öğrenimini dereceyle Batman’da tamamladıktan sonra, Çukurova Üniversitesi Mühendislik-Mimarlık Fakültesi İnşaat Mühendisliği Bölümüne 2004 yılında kayıt yaptırdı. Üniversiteden bitirme tezi çalışmasıyla Bölüm 2.’si olarak ödül aldı. 2008 yılında yüksek onur öğrencisi olarak mezun oldu. Mezuniyet sonrası Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalına yüksek lisans öğrencisi olarak 1.sırada yerleşti. 2009 yılında 657 Sayılı Kanuna tabi olarak Gaziantep İl Özel İdaresinde memuriyete başladı. Halen söz konusu kurumun İmar ve İnşaat Daire Başkanlığına bağlı Yapı ve Kontrol Müdürlüğünde inşaat mühendisi olarak görev yapmaktadır.