



T.C.
NİĞDE ÖMER HALİSDEMİR ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
İNŞAAT MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

MEVCUT BİNALARIN DEPREM BÖLGELERİNDE YAPILACAK BİNALAR
HAKKINDAKİ YÖNETMELİK VE RİSKLİ BİNA TESPİT ESASLARINA GÖRE
DEĞERLENDİRİLMESİ

HAYATİ KOÇER

Haziran 2019

T.C.
NİĞDE ÖMER HALİSDEMİR ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
İNŞAAT MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

MEVCUT BİNALARIN DEPREM BÖLGELERİNDE YAPILACAK BİNALAR
HAKKINDAKİ YÖNETMELİK VE RİSKLİ BİNA TESPİT ESASLARINA GÖRE
DEĞERLENDİRİLMESİ

HAYATİ KOÇER

Yüksek Lisans Tezi

Danışman

Prof. Dr. Mustafa SARIDEMİR

Haziran 2019

Hayati KOÇER tarafından **Prof. Dr. Mustafa SARIDEMİR** danışmanlığında hazırlanan “**Mevcut Binaların Deprem Bölgelerinde Yapılacak Binalar Hakkındaki Yönetmelik ve Riskli Bina Tespit Esaslarına Göre Değerlendirilmesi**” adlı bu çalışma jürimiz tarafından Niğde Ömer Halisdemir Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü **İnşaat Mühendisliği** Anabilim Dalı’nda Yüksek Lisans tezi olarak kabul edilmiştir.


Başkan : Prof. Dr. Mustafa SARIDEMİR, Niğde Ömer Halisdemir Üniversitesi


Üye : Prof. Dr. Metin Hakan SEVERCAN, Niğde Ömer Halisdemir Üniversitesi


Üye : Doç. Dr. İbrahim Özgür DENEME, Aksaray Üniversitesi

ONAY:

Bu tez, Fen Bilimleri Enstitüsü Yönetim Kurulunca belirlenmiş olan yukarıdaki jüri üyeleri tarafından/....../20.... tarihinde uygun görülmüş ve Enstitü Yönetim Kurulu’nun/....../20.... tarih ve sayılı kararıyla kabul edilmiştir.

...../...../20...

Doç. Dr. Murat BARUT

MÜDÜR

TEZ BİLDİRİMİ

Tez içindeki bütün bilgilerin bilimsel ve akademik kurallar çerçevesinde elde edilerek sunulduğunu, ayrıca tez yazım kurallarına uygun olarak hazırlanan bu çalışmada bana ait olmayan her türlü ifade ve bilginin kaynağına eksiksiz atıf yapıldığını bildiririm.


Hayati KOÇER



ÖZET

MEVCUT BİNALARIN DEPREM BÖLGELERİNDE YAPILACAK BİNALAR HAKKINDAKİ YÖNETMELİK VE RİSKLİ BİNA TESPİT ESASLARINA GÖRE DEĞERLENDİRİLMESİ

KOÇER, Hayati

Niğde Ömer Halisdemir Üniversitesi

Fen Bilimleri Enstitüsü

İnşaat Mühendisliği Ana Bilim Dalı

Danışman : Prof. Dr. Mustafa SARIDEMİR

Haziran 2019, 114 sayfa

Mevcut binaların deprem açısından riskli olanlarının belirlenmesi 2013 yılına kadar Türk Deprem Yönetmeliği-2007 (TDY-2007) ile yapılırken, bu yıldan sonra binanın kullanım amacı ve kat sayısına göre Riskli Bina Tespit Esasları Yönetmeliği (RBTE-2013) veya TDY-2007 yönetmeliğinden herhangi birine göre yapılmaktadır. Ancak, 2019 yılından itibaren TDY-2007 yönetmeliği yerine Türk Deprem Yönetmeliği-2018 (TDY-2018) kullanılmaya başlanmıştır. Bu durumlar göz önünde bulundurularak bu tez çalışmasında, mevcut binaların deprem açısından riskli olanlarının belirlenmesinde her üç yönetmelik teorik olarak karşılaştırılmıştır. Ayrıca, bu yönetmelikler kullanılarak kolonsuz-perdesiz, kolonlu-perdesiz ve kolonlu-perdeli 3 farklı yapı tipi Sta4CAD ve StatiCAD programlarında modellenerek risk analizleri yapılmıştır. Risk analizi sonuçlarına göre, bu yapıların riskli olup olmadıklarının tespitinde RBTE-2013 yönetmeliğinin TDY-2007 yönetmeliğine göre yeterli olduğu gözlenmiştir. Ancak, TDY-2018 yönetmeliğine göre RBTE-2013 yönetmeliğinin revize edilmesi gerektiği anlaşılmıştır. Bu durumu da RBTE-2013, TDY-2007 ve TDY-2018'e göre yapılan mevcut binaların risk analiz sonuçları açıkça ortaya koymuştur.

Anahtar Sözcükler: Riskli bina tespit esasları, Mevcut binaların risk analizi, Betonarme bina, Yığma bina.

SUMMARY

EVALUATION OF EXISTING BUILDINGS ACCORDING TO CODE ABOUT BUILDINGS TO BE BUILT IN EARTHQUAKE REGIONS AND PRINCIPLES OF RISKY BUILDING DETECTION

KOÇER, Hayati

Niğde Ömer Halisdemir University
Graduate School of Natural and Applied Sciences
Department of Civil Engineering

Supervisor : Professor Dr. Mustafa SARIDEMİR

June 2019, 114 pages

Determination of risky ones in the existing buildings in terms of earthquake was carried out by using the Turkish Earthquake Regulation-2007 (TER-2007) until 2013. After that year, this determination was performed by using either the Regulation on Risky Building Detection Principles (RBDP-2013) or TER-2007 according to the purpose of the building and number of floors regulation. However, Turkish Earthquake Regulation 2018 (TER-2018) has been used since 2019 rather than TER-2007. In the present thesis, aforementioned three design codes are compared for the evaluation of the risky ones in the existing buildings in terms of earthquake. In addition, the risk analysis of three structural systems modelled in different programs such as Sta4CAD and StatiCAD has been performed by using those design codes. The results indicated that the RBDP-2013 regulation gave better results than the TER-2007 regulation in order to determine whether these structures are risky or not. However, it was understood that RBDP-2013 should be revised by considering TER-2018 regulation. This situation has clearly revealed the comparison and comparison of the results of the risk analysis according to the RBDP-2013, TER-2018 and TER-2007 regulations.

Keywords: Principles of risky building detection, Risk analysis of existing buildings, Reinforced concrete building, Masonry building.

ÖN SÖZ

Bu yüksek lisans çalışmasında, mevcut yapıların deprem açısından riskli olanlarının değerlendirilmesine ilişkin TDY-2007, RBTE-2013 ve TDY-2018 yönetmeliklerinin teorik karşılaştırması yapılmıştır. Ayrıca mevcut kolonsuz-perdesiz, kolonlu-perdesiz ve kolonlu-perdeli örnek bina modelleri üzerinde deprem açısından risk analizi yapılmıştır. Bu risk analizleri, TDY-2018 ve TDY-2007 ile RBTE-2013 yönetmelikleri arasında yapılmıştır. Bu örnek yapıların TDY-2018, TDY-2007 ve RBTE-2013 yönetmeliklerine göre Sta4CAD ve StatiCAD paket programlarıyla yapılan analizlerinin sonuçlarına göre değerlendirmesi yapılmıştır. Analiz sonuçlarına karşılaştırıldığında riskli yapı tespiti için, RBTE-2013 yönetmeliğinin TDY-2007 yönetmeliği ile uyumlu ve yeterli olduğu anlaşılmıştır. Ancak, TDY-2018 yönetmeliği ile uyumlu olmadığı, revize edilmesi gerektiği değerlendirilmiştir.

Bu yüksek lisans tez çalışmasının yürütülmesinde, çalışmalarımı yönlendiren, bilgi, yardım ve tecrübelerini esirgemeyen ve her türlü desteği veren danışman hocam, Sayın Prof. Dr. Mustafa SARIDEMİR'e teşekkürlerimi sunarım. Ayrıca, yüksek lisans tez çalışmam sırasında tecrübelerine ve bilgilerine başvurduğum İnşaat Mühendisliği Bölümü Öğretim Üyelerine ve aileme müteşekkir olduğumu ifade etmek isterim.

İÇİNDEKİLER

ÖZET	iv
SUMMARY	v
ÖN SÖZ	vi
İÇİNDEKİLER	vii
ÇİZELGELER DİZİNİ	x
ŞEKİLLER DİZİNİ	xiii
SİMGE VE KISALTMALAR	xv
BÖLÜM I GİRİŞ	1
BÖLÜM II YÖNETMELİKLERE GÖRE YAPILARIN RİSK DEĞERLENDİRMESİ 3	
2.1 TDY-2007'ye Göre Mevcut Betonarme ve Yığma Binaların Risk Analizi	3
2.1.1 Kapsam	3
2.1.2 Mevcut binalardan bilgi toplanması	3
2.1.2.1 Mevcut binaların bilgi düzeyleri	3
2.1.2.2 Mevcut binalarda malzeme dayanımı.....	4
2.1.2.3 Sınırlı bilgi düzeyine göre betonarme binalar	4
2.1.2.4 Orta bilgi düzeyine göre betonarme binalar	5
2.1.2.5 Kapsamlı bilgi düzeyine göre betonarme binalar	6
2.1.2.6 Sınırlı bilgi düzeyine göre yığma binalar	7
2.1.2.7 Orta bilgi düzeyine göre yığma binalar	7
2.1.2.8 Kapsamlı bilgi düzeyine göre yığma binalar.....	7
2.1.2.9 Mevcut binalarda bilgi düzeyi katsayıları	8
2.1.3 Mevcut yapı elemanlarının hasar bölgeleri ve hasar sınırları	8
2.1.3.1 Yapı elemanlarının kesit hasar sınırları	8
2.1.3.2 Yapı elemanlarının kesit hasar bölgeleri	8
2.1.3.3 Yapı elemanlarında kesit ve eleman hasarlarının tanımlanması	9
2.1.4 Genel ilke ve kurallar.....	9
2.1.5 Doğrusal elastik hesap yöntemleri ile bina performansının belirlenmesi.....	10
2.1.5.1 Hesap yöntemleri.....	10
2.1.5.2 Betonarme yapı elemanlarının hasar seviyelerinin belirlenmesi	10

2.1.5.3 Görelî kat ötelemelerinin mevcut yapılar da kontrolü.....	13
2.1.6 Mevcut binanın performans düzeyinin belirlenmesi	13
2.1.6.1 Deprem performansına göre betonarme binalar	13
2.1.6.2 Yığma binaların deprem performansının belirlenmesi.....	15
2.1.7 Mevcut binaların hedeflenen performans düzeyleri	15
2.2 RBTE-2013'e Göre Mevcut Betonarme ve Yığma Binaların Risk Analizi	16
2.2.1 Kapsam	16
2.2.2 Riskli bina.....	17
2.2.3 Riskli bina tespitine ilişkin yöntemler	17
2.2.3.1 Riskli bina röleve ve bilgi düzeyi.....	17
2.2.3.2 Mevcut betonarme binalar da malzeme özellikleri ve donatı tespiti..	18
2.2.3.3 Mevcut yığma binalar da malzeme özelliklerinin belirlenmesi	18
2.2.3.4 Mevcut betonarme bina analizi genel kuralları	19
2.2.3.5 Doğrusal elastik hesap yöntemi.....	19
2.2.3.6 Mevcut betonarme binanın risk değerlendirme si	22
2.2.3.7 Mevcut yığma binanın risk değerlendirme si	23
2.3 TDY-2018'e Göre Mevcut Betonarme ve Yığma Binaların Risk Analizi	24
2.3.1. Kapsam	24
2.3.2 Mevcut binalar dan bilgi toplanması	24
2.3.2.1 Mevcut binaların bilgi düzeyleri	24
2.3.2.2 Mevcut binalar da malzeme dayanımı.....	25
2.3.2.3 Sınırlı bilgi düzeyine göre betonarme binalar	25
2.3.2.4 Kapsamlı bilgi düzeyine göre betonarme binalar.....	26
2.3.2.5 Sınırlı bilgi düzeyine göre yığma binalar	28
2.3.2.6 Kapsamlı bilgi düzeyine göre yığma binalar.....	28
2.3.2.7 Mevcut binalar da bilgi düzeyi katsayıları	29
2.3.3 Mevcut yapı elemanlarının hasar bölgeleri ve hasar sınırları	29
2.3.3.1 Yapı elemanlarının kesit sınırları	29
2.3.3.2 Yapı elemanlarının kesit hasar bölgeleri.....	29
2.3.3.3 Yapı elemanlarında kesit ve eleman hasarlarının tanımlanması	30
2.3.4 Genel ilke ve kurallar.....	30
2.3.5 Doğrusal hesap yöntemleri ile bina performansının belirlenmesi	31
2.3.5.1 Hesap yöntemleri.....	31
2.3.5.2 Betonarme yapı elemanlarının hasar seviyelerinin belirlenmesi.....	33

2.3.5.3 Doğrusal hesap yöntemlerinin kullanım şartları	34
2.3.6 Şekildeğiştirme sınırları	34
2.3.6.1 Betonarme elemanların şekildeğiştirme ve plastik dönme sınırları ..	34
2.3.7 Mevcut binaların performans düzeyinin belirlenmesi	35
2.3.7.1 Mevcut binaların hedeflenen performans düzeyleri	35
2.3.7.2 Mevcut binaların deprem performansı	36
2.3.7.3 Mevcut yığma binaların deprem performansı	37
2.4 Yapılmış Çalışmalar	38
BÖLÜM III YÖNETMELİKLERİN KARŞILAŞTIRMASI	45
BÖLÜM IV YAPI ÖRNEKLERİNİN YÖNETMELİKLERE GÖRE ANALİZİ	55
4.1 Kolonsuz ve Perdesiz Yapının Bilgileri.....	56
4.1.1 TDY-2007'ye göre kolonsuz ve perdesiz yapının analizi	58
4.1.2 RBTE-2013'e göre kolonsuz ve perdesiz yapının analizi	59
4.1.3 TDY-2018'e göre kolonsuz ve perdesiz yapının analizi	60
4.2 Kolonlu ve Perdesiz Yapının Bilgileri.....	61
4.2.1 TDY-2007'ye göre kolonlu ve perdesiz yapının analizi.....	66
4.2.2 RBTE-2013'e göre kolonlu ve perdesiz yapının analizi.....	70
4.2.3 TDY-2018'e göre kolonlu ve perdesiz yapının analizi.....	70
4.3 Kolonlu ve Perdeli Yapının Bilgileri	74
4.3.1 TDY-2007'ye göre kolonlu ve perdeli yapının analizi.....	79
4.3.2 RBTE-2013'e göre kolonlu ve perdeli yapının analizi.....	82
4.3.3 TDY-2018'e göre kolonlu ve perdeli yapının analizi.....	84
BÖLÜM V ANALİZ SONUÇLARININ DEĞERLENDİRİLMESİ VE	
KARŞILAŞTIRILMASI.....	89
5.1 Kolonsuz ve Perdesiz Yapının Analiz Sonuçlarının Değerlendirilmesi ve	
Karşılaştırılması	89
5.2 Kolonlu ve Perdesiz Yapının Analiz Sonuçlarının Değerlendirilmesi ve	
Karşılaştırılması	91
5.3 Kolonlu ve Perdeli Yapının Analiz Sonuçlarının Değerlendirilmesi ve	
Karşılaştırılması	99
BÖLÜM VI SONUÇLAR	108
KAYNAKLAR	110
ÖZ GEÇMİŞ	114

ÇİZELGELER DİZİNİ

Çizelge 2.1. Mevcut binalar için bilgi düzeyi katsayıları	8
Çizelge 2.2. Betonarme kirişlerin etki/kapasite oranı (r_s) sınırı.....	12
Çizelge 2.3. Betonarme kolonların etki/kapasite oranı (r_s) sınırı.....	12
Çizelge 2.4. Betonarme perdelerin etki/kapasite oranı (r_s) sınırı	12
Çizelge 2.5. Etkili kata ait görelî kat ötelemesi oranı sınırı.....	13
Çizelge 2.6. Farklı deprem seviyelerine göre hedeflenen minimum performanslar.....	16
Çizelge 2.7. Mevcut binalar için bilgi düzeyi katsayıları	18
Çizelge 2.8. Kolon gruplandırma çizelgesi.....	20
Çizelge 2.9. Perde gruplandırma çizelgesi.....	21
Çizelge 2.10. A grubu mevcut kolonlar için $m_{sınırlı}$ ve $(\delta/h)_{sınırlı}$	21
Çizelge 2.11. B grubu mevcut kolonlar için $m_{sınırlı}$ ve $(\delta/h)_{sınırlı}$	21
Çizelge 2.12. C grubu mevcut kolonlar için $m_{sınırlı}$ ve $(\delta/h)_{sınırlı}$	22
Çizelge 2.13. A grubu mevcut perdeler için $m_{sınırlı}$ ve $(\delta/h)_{sınırlı}$	22
Çizelge 2.14. B grubu perdeler için $m_{sınırlı}$ ve $(\delta/h)_{sınırlı}$ değerleri.....	22
Çizelge 2.15. Eksenel gerilme ortalamasına bağılı etkilî kat kesme kuvveti sınırları	23
Çizelge 2.16. Mevcut binalar için bina önem katsayıları	25
Çizelge 2.17. Mevcut binalar için bilgi düzeyi katsayıları	29
Çizelge 2.18. Eşdeğer deprem yükünün kullanılabiliceğı binalar.....	32
Çizelge 2.19. Deprem tasarım sınıfları (DTS).....	32
Çizelge 2.20. Deprem tasarım ve bina yükseklik sınıflarına göre yükseklik aralıkları ..	33
Çizelge 2.21. Mevcut betonarme binaların deprem tasarım sınıflarına göre performans hedefleri ve değerlendirme yaklaşımları, $BYS \geq 2$	35
Çizelge 2.22. Mevcut betonarme binaların deprem tasarım sınıflarına göre performans hedefleri ve değerlendirme yaklaşımları, $BYS=1$	35
Çizelge 3.1. Riskli bina tespitinde yönetmeliklerin kullanımı.....	45
Çizelge 3.2. Mevcut bina bilgi düzeyleri ve katsayılarının karşılaştırılması.....	46
Çizelge 3.3. Bina geometrik özelliklerinin belirlenmesine ilişkin karşılaştırma.....	46
Çizelge 3.4. Betonarme binalarda mevcut donatı tespitinin karşılaştırılması.....	47
Çizelge 3.5. Betonarme binalarda mevcut beton dayanımının tespitinin karşılaştırılması.....	48

Çizelge 3.6. Yığma binalarda malzeme tespitinin karşılaştırılması.....	49
Çizelge 3.7. Mevcut yapı elemanlarında kesit hasar sınırları ve hasar bölgelerinin karşılaştırılması.....	49
Çizelge 3.8. Genel ilke ve kuralların karşılaştırılması.....	50
Çizelge 3.9. Doğrusal elastik hesap yöntemlerinin karşılaştırılması	51
Çizelge 3.10. Mevcut yığma binaların risk durum tespitlerinin karşılaştırılması.....	52
Çizelge 3.11. Betonarme binalarda hasar durumu ve risk değerlendirmesinin karşılaştırılması.....	53
Çizelge 3.12. Binalar için hedeflenen performans düzeylerinin karşılaştırılması	54
Çizelge 4.1. Risk analizi için kullanılan yapıların bilgileri	55
Çizelge 4.2. TDY-2007'ye göre kolonsuz ve perdesiz yapının performans sonuçları ...	59
Çizelge 4.3. RBTE-2013'e göre kolonsuz ve perdesiz yapının risk analizi sonuçları....	60
Çizelge 4.4. TDY-2018'e göre kolonsuz ve perdesiz yapının performans sonuçları	61
Çizelge 4.5. TDY-2007'ye göre kolonlu ve perdesiz yapının giriş hasar yüzdeleri.....	67
Çizelge 4.6. TDY-2007'ye göre kolonlu ve perdesiz yapının kolon kesme kuvveti dağılımı.....	68
Çizelge 4.7. TDY-2007'ye göre kolonlu ve perdesiz yapının üst ve alt kesitlerinde minimum hasar bölgesi aşılacak kolonlar için kesme kuvveti paylaşımı	69
Çizelge 4.8. TDY-2007'ye göre kolonlu ve perdesiz yapının can güvenliğini sağlamayan elemanları	69
Çizelge 4.9. RBTE-2013'e göre kolonlu ve perdesiz yapının risk analizi sonuçları.....	70
Çizelge 4.10. TDY-2018'e göre kolonlu ve perdesiz yapının giriş hasar yüzdeleri.....	72
Çizelge 4.11. TDY-2018'e göre kolonlu ve perdesiz yapının kolon kesme kuvveti dağılımı.....	73
Çizelge 4.12. TDY-2018'e göre kolonlu ve perdesiz yapının üst ve alt kesitlerinde sınırlı hasar bölgesi aşılacak kolonlar için kesme kuvveti paylaşımı	74
Çizelge 4.13. TDY-2007'ye göre kolonlu ve perdeli yapının giriş hasar yüzde oranları80	
Çizelge 4.14. TDY-2007'ye göre kolonlu ve perdeli yapının kolonlarında kesme kuvveti paylaşımı.....	81
Çizelge 4.15. TDY-2007'ye göre kolonlu ve perdeli yapının üst ve alt kesitlerinde minimum hasar bölgesi aşılacak kolonlar için kesme kuvveti paylaşımı	82
Çizelge 4.16. TDY-2007'ye göre kolonlu ve perdeli yapının can güvenliğini sağlamayan elemanları	82
Çizelge 4.17. RBTE-2013'e göre kolonlu ve perdeli yapının risk analizi sonuçları	83

Çizelge 4.18. RBTE-2013'e göre kolonlu ve perdeli yapının kat ötelemesi en büyük olan kat sonuçları.....	83
Çizelge 4.19. TDY-2018'e göre kolonlu ve perdeli yapının giriş hasar yüzdeleri.....	85
Çizelge 4.20. TDY-2018'e göre kolonlu ve perdeli yapının kolon kesme kuvveti dağılımı.....	86
Çizelge 4.21. TDY-2018'e göre kolonlu ve perdeli yapının üst ve alt kesitlerinde sınırlı hasar bölgesi aşılın kolonlar için kesme kuvveti paylaşımı.....	87
Çizelge 4.22. RBTE-2013'e göre seçilen binaların analiz sonuçları.....	87
Çizelge 4.23. TDY-2007'e göre seçilen mevcut binaların analiz sonuçları.....	88
Çizelge 4.24. TDY-2018'e göre seçilen mevcut binaların analiz sonuçları.....	88



ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 2.1. TDY-2007'ye göre şekil değiştirme ile iç kuvvet eğrisi ilişkisi.....	9
Şekil 2.2. RBTE-2013'e göre iç kuvvet ile şekil değiştirme eğrisi ilişkisi.....	23
Şekil 2.3. TDY-2018'e göre iç kuvvet ile şekil değiştirme eğrisi ilişkisi.....	30
Şekil 4.1. Kolonsuz ve perdesiz yapının kalıp planı.....	57
Şekil 4.2. Kolonsuz ve perdesiz yapının modeli.....	58
Şekil 4.3. Kolonlu ve perdesiz yapının zemin kat kalıp planı	62
Şekil 4.4. Kolonlu ve perdesiz yapının 1. kat kalıp planı	63
Şekil 4.5. Kolonlu ve perdesiz yapının diğer katlar kalıp planı.....	64
Şekil 4.6. Kolonlu ve perdesiz yapının modeli.....	65
Şekil 4.7. Kolonlu ve perdeli yapının modeli	75
Şekil 4.8. Kolonlu ve perdeli yapının kalıp planı-1	76
Şekil 4.9. Kolonlu ve perdeli yapının kalıp planı-2	77
Şekil 4.10. Kolonlu ve perdeli yapının kalıp planı-3	78
Şekil 5.1. Kolonsuz ve perdesiz yapının yönetmeliklere göre katlardaki dayanımı yetersiz duvarların kat kesme kuvvetine katkısı	90
Şekil 5.2. Kolonlu ve perdesiz yapının TDY-2007 ve TDY-2018 yönetmeliklerine göre kiriş hasarları	92
Şekil 5.3. Kolonlu ve perdesiz yapının TDY-2007 ve TDY-2018 yönetmeliklerine göre kiriş hasarları	93
Şekil 5.4. Kolonlu ve perdesiz yapının TDY-2007 ve TDY-2018 yönetmeliklerine göre kolon kesme kuvvetleri dağılımı	94
Şekil 5.5. Kolonlu ve perdesiz yapının TDY-2007 ve TDY-2018 yönetmeliklerine göre kolon kesme kuvvetleri dağılımı	95
Şekil 5.6. Kolonlu ve perdesiz yapının TDY-2007 ve TDY-2018 yönetmeliklerine göre üst ve alt kesitlerinde minimum/sınırlı hasar bölgesi aşılan kolon kesme kuvvetleri dağılımı	96
Şekil 5.7. Kolonlu ve perdesiz yapının TDY-2007 ve TDY-2018 yönetmeliklerine göre üst ve alt kesitlerinde minimum/sınırlı hasar bölgesi aşılan kolon kesme kuvvetleri dağılımı	97

Şekil 5.8. Kolonlu ve perdesiz yapının RBTE-2013 yönetmeliğine göre kritik katı kolon kesme kuvvetleri dağılımı	98
Şekil 5.9. Kolonlu ve perdeli yapının TDY-2007 ve TDY-2018 yönetmeliklerine göre kiriş hasarları	100
Şekil 5.10. Kolonlu ve perdeli yapının TDY-2007 ve TDY-2018 yönetmeliklerine göre kiriş hasarları	101
Şekil 5.11. Kolonlu ve perdeli yapının TDY-2007 ve TBDY-2008 yönetmeliklerine göre kolon kesme kuvvetleri dağılımı	102
Şekil 5.12. Kolonlu ve perdeli yapının TDY-2007 ve TBDY-2008 yönetmeliklerine göre kolon kesme kuvvetleri dağılımı	103
Şekil 5.13. Kolonlu ve perdeli yapının TDY-2007 ve TBDY-2008 yönetmeliklerine göre üst ve alt kesitlerinde minimum/sınırlı hasar bölgesi aşılacak kolon kesme kuvvetleri dağılımı	105
Şekil 5.14. Kolonlu ve perdeli yapının TDY-2007 ve TBDY-2008 yönetmeliklerine göre üst ve alt kesitlerinde minimum/sınırlı hasar bölgesi aşılacak kolon kesme kuvvetleri dağılımı	106
Şekil 5.15. Kolonlu ve perdeli yapının RBTE-2013 yönetmeliğine göre kolon kesme kuvvetleri dağılımı	107

SİMGE VE KISALTMALAR

Simgeler	Açıklama
A_c	Kolon veya perdenin brüt kesit alanı
A_o	Etkin yer ivmesi
$\sum A_{kn}$	Değerlendirmenin yapıldığı doğrultudaki uzunluğunun kalınlığına oranı 40'dan küçük olan ve pencere ve kapı boşlukları oranı % 5'i geçmeyen kritik kattaki dolgu duvarların plandaki toplam alanı
A_p	Kritik kat alanı
A_{sh}	Enine donatı aralığı boyunca, perdede veya kolon uç bölgesindeki tüm etriye ve çirozların enkesit alanlarının dikkate alınan b_k 'ya dik eksendeki izdüşümleri toplamı
b_k	Birbirine dik yatay eksenlerin her biri için, perde veya kolon uç bölgesi çekirdeğinin enkesiti
b_w	Kiriş gövdesi eni
d	Kolon veya kirişin yararlı yüksekliği
E_{cm}	Mevcut beton dayanımına göre hesaplanan elastisite modülü
$(EI)_e$	Çatlamış kesitin etkin eğilme rijitliği
$(EI)_o$	Çatlamamış kesitin etkin eğilme rijitliği
f_{cm}	Mevcut betonun basınç dayanımı değeri
f_{ctm}	Mevcut betonun çekme dayanımı değeri
f_k	Yığma duvar karakteristik basınç dayanımı
f_{vko}	Eksenel gerilmenin bulunmadığı durumdaki karakteristik kesme dayanımı
f_{ywm}	Mevcut enine donatının akma dayanımı değeri
f_{ym}	Mevcut boyuna donatının akma dayanımı değeri
h_{ji}	Belirlenen i'inci katta j'inci perde yada kolonun yüksekliği
H_N	Binanın toplam yükseklik değeri
H_w	Zemin kat döşemesinden ya da temel üstünden ölçülen toplam perde yükseklik değeri
I	Yapı önem katsayısı

ℓ_w	Bağ kirişli perde parçası veya perdenin plandaki uzunluk değeri
m	RBTE-2013'te etki/kapasite oranı değeri
$m_{sınır}$	RBTE-2013'te etki/kapasite oranı sınır değeri
M_A	Artık moment kapasitesi
M_D	Düşey yük altında oluşan moment
M_E	Deprem yükü altında oluşan moment
M_R	Moment kapasitesi
N	Binanın zemin seviyesi üstündeki kat adedi
n_b	Katın burulma düzensizlik katsayısı
n_{bi}	i'inci kattaki burulma düzensizlik katsayısı
N_D	Deprem hesabındaki toplam kütlelerle uyumlu düşey yükler altında perde veya kolonda oluşan eksenel kuvvet
N_K	Eksenel kuvvet
ρ	Çekme kuvvetini karşılayan donatı oranı
ρ'	Basınç kuvvetini alan donatı oranı
ρ_b	Dengeli kırılan kesitin donatı oranı
Q_i	Kata etkiyen deprem kuvveti
$q_{(emn)}$	Zemin emniyet gerilmesi
T_A, T_B	Spektrum karakteristik periyotları
R_a	Deprem yük azaltma katsayısı
r	TDY-2007'de etki/kapasite oranı değeri
r_s	TDY-2007'de etki/kapasite oranı sınır değeri
s	Enine donatının aralık değeri
V_e	Perde, kiriş ve kolonlarda dikkate alınan tasarım kesme kuvveti
V_r	Perde, kiriş ve kolon kesitinin kesme dayanım değeri
V_t	Toplam eşdeğer deprem yükü
Yetersiz ΣV_e	Burulma dahil yetersiz kapasiteli duvarlara gelen toplam kesme kuvveti
Yetersiz $\Sigma V_e/Q_i$	Burulma dahil yetersiz dayanımlı duvarların kat kesme kuvvetine katkısı
α_s	Perdelerin tabanındaki kesme kuvvetleri toplamının, yapının tabanında meydana gelen toplam kesme kuvvetine oranı
ϵ_s	Donatı çeliği birim şekildeğiştirmesi
λ	Eşdeğer deprem yük azaltma katsayısı değeri

δ	Etkili kata ait görelî kat ötelemesi
δ_{ji}	Belirlenen i 'inci katta j 'inci perde ya da kolonun alt ve üst uçları arasında yer değiştirme farkı olarak hesaplanan kata ait görelî kat ötelemesi
(δ/h)	Etkili kata ait görelî kat ötelemesi oranı
$(\delta/h)_{sınır}$	Etkili kata ait görelî kat ötelemesi oranı sınır değeri

Kısaltmalar

Açıklama

BH	Belirgin Hasar
BKS	Bina Kullanım Sınıfı
BYS	Bina Yükseklik Sınıfı
DD-1	Deprem Düzeyi-1, Spektral Büyüklüklerin 50 Yılda Aşılma İhtimali %2 ve Buna Karşılık Gelen Yinelenme Aralığının 2475 Yıl Olduğu Çok Seyrek Deprem Hareketi
DD-2	Deprem Düzeyi-2, Spektral Büyüklüklerin 50 Yılda Aşılma İhtimali %10 ve Buna Karşılık Gelen Yinelenme Aralığının 475 Yıl Olduğu Seyrek Deprem Hareketi
DD-3	Deprem Düzeyi-3, Spektral Büyüklüklerin 50 Yılda Aşılma İhtimali %50 ve Buna Karşılık Gelen Yinelenme Aralığının 72 Yıl Olduğu Sık Deprem Hareketi
DD-4	Deprem Düzeyi-4, Spektral Büyüklüklerin 50 Yılda Aşılma İhtimali %68 (30 Yılda Aşılma Olasılığı %50) ve Buna Karşılık Gelen Yinelenme Aralığının 43 Yıl Olduğu Çok Sık Deprem Hareketi
DGT	Dayanıma Göre Tasarım
DTS	Deprem Tasarım Sınıfı
EKO	TDY-2018'de Etki/Kapasite Oranı
$(EKO)_i$	TDY-2018'de i Kolonunda Hesap Edilen Etki/Kapasite Oranı
GB	Göçme Bölgesi
GÇ	Göçme Sınırı
GÖ	Göçme Öncesi Hasar/Göçme Öncesi Hasar Sınırı
GV	Güvenlik Sınırı
IH	İleri Hasar

MH	Minimum Hasar
MN	Minimum Hasar Sınırı
KH	Kontrollü Hasar/Kontrollü Hasar Sınırı
KK	Kesintisiz Kullanım
NÇŞM-2014	Niğde Çevre ve Şehircilik İl Müdürlüğü Altyapı ve Kentsel Dönüşüm Şube Müdürlüğü Arşivi-2014
RBTE-2013	Riskli Yapıların Tespit Edilmesine İlişkin Esaslar-2013
RBDP-2013	Risky Building Detection Principles-2013
SH	Sınırlı Hasar / Sınırlı Hasar Sınırı
ŞGDT	Şekildeğiştirmeye Göre Değerlendirme ve Tasarım
TDY-2007	Türk Deprem Yönetmeliği-2007
TDY-2018	Türk Deprem Yönetmeliği-2018
TER-2007	Turkish Earthquake Regulation-2007
TER-2018	Turkish Earthquake Regulation-2018

BÖLÜM I

GİRİŞ

Ülkemizde deprem kaynaklı afet riskinden arındırılmış, güvenilir alanlar oluşturulması amacıyla mevcut yapılardan riskli olanların hızlı bir şekilde dönüştürülmesi için Çevre ve Şehircilik Bakanlığı'nca 6306 sayılı Afet Riski Altındaki Alanların Dönüştürülmesi Hakkında Kanunun Uygulama Yönetmeliği ekindeki "Riskli Binaların Tespit Edilmesine İlişkin Esaslar" 2013 yılında yürürlüğe girmiştir. Yeni yönetmelikle deprem etkisi altında riskli binaların belirlenerek deprem tehlikesini ve deprem riskini ortadan kaldırmak amaçlanmaktadır. Deprem tehlikesi, bir bölgede belirli bir düzeyin üstünde deprem meydana gelme ihtimali olarak tanımlanabilir. Deprem riski ise, bir bölgede beklenen deprem neticesinde maddi zarar oluşma ihtimali olarak tanımlanabilir. Bulunduğu bölge için TDY-2007'de tanımlanan 50 yıllık bir süre içinde aşılma ihtimali %10 olan tasarım depremi altında ağır hasar görme veya göçme riski bulunan bina Riskli Bina olarak tanımlanmaktadır (Vulaş, 2014).

RBET-2013 yönetmeliğiyle birlikte mevcut bina değerlendirmesinde, TDY-2007 ile TDY-2018 yönetmeliklerindeki esaslara göre bütün katlarda yapılması gereken çalışmalar zemin tarafından yanal ötelenmesi tutulmayan ya da diğer katlara oranla rijitliği çok küçük olan en alt bina katı olan kritik katta yapılması yeterli görülmekte ve böylelikle pratiklik sağlanmaktadır. Ülkemizdeki birçok konutta zemin katta zayıf ya da yumuşak kat olduğu değerlendirildiğinde, bu yöntemin mevcut yapı stokunun çoğunluğu için gerçekçi olacağı düşünülmektedir.

TDY-2018 yönetmeliği 18.03.2018 tarihinde yayınlanmış olup, 01.01.2019 tarihinden itibaren TDY-2007 yönetmeliği yerine kullanılmaya başlanılmıştır. Riskli bina tespiti TDY-2007 ve TDY-2018 yönetmeliklerine göre diğer binalar sınıfındaki yapılar için farklı kapsamları da belirlenmektedir. RBTE-2013 yönetmeliği, TDY-2007 ve TDY-2018 yönetmeliklerine göre dar kapsamlıdır ve genellikle konutlar için kullanılmaktadır.

Bu tez çalışmasında 6306 sayılı Afet Riski Altındaki Alanlar Hakkında Kanun kapsamında çalışmaları sonuçlandırılmış ve yıkılmış kolonsuz-perdesiz, kolonlu-perdesiz ve kolonlu-perdeli mevcut bina dosyaları Niğde Çevre ve Şehircilik İl

Müdürlüğü Altyapı ve Kentsel Dönüşüm Şube Müdürlüğünden elde edilmiştir. Bu çalışmada, bu binaların TDY-2007 ve RBTE-2013 yönetmeliklerine göre analiz sonuçları karşılaştırılarak, RBTE-2013 yönetmeliği ile hızlı ve pratik şekilde elde edilen sonuçların güvenilirliği araştırılmıştır.

Depremlerin meydana geldiklerinde oluşturdukları yıkıcı etki ve öngörülemezliği, mevcut binaların riskli olup olmadığının hızlı bir şekilde tespit edilmesini önemli hale getirmektedir. Bu çalışmada, RBTE-2013 yönetmeliğinin güvenilirliğine ve doğruluğuna, daha önce yapılmış olan sınırlı akademik çalışmaların desteklenmesine, bu konuda literatüre katkıda bulunmaya çalışılmıştır. Çalışmada mevcut binaların incelenmesinde kullanılan TDY-2018, TDY-2007 ve RBTE-2013 yönetmeliklerinin karşılaştırılması da yapılmıştır.

BÖLÜM II

YÖNETMELİKLERE GÖRE YAPILARIN RİSK DEĞERLENDİRMESİ

2.1 TDY-2007'ye Göre Mevcut Betonarme ve Yığma Binaların Risk Analizi

2.1.1 Kapsam

Mevcut betonarme binaların deprem yükleri altındaki analizinde uygulanacak hesap kuralları TDY-2007 yönetmeliğinin 7'nci bölümünde tanımlanmaktadır. Mevcut yığma binalardan TDY-2007 yönetmeliğinin 7'nci bölümüne göre bilgiler toplanmakta, bunların değerlendirilmesi ve hesaplaması ise TDY-2007'nin 5'inci bölümündeki esaslara göre yapılmaktadır (TDY, 2007).

2.1.2 Mevcut binalardan bilgi toplanması

Bu kapsamda, yapısal sistemin ve zemin özelliklerinin saptanması, malzeme özelliklerinin belirlenmesi, eleman boyutlarının tespit edilmesi gibi çalışmalar yapılmaktadır. Binanın projeleri temin edilebildiyse, sahadan toplanan bütün bilgilerin projesine uygunluğu kontrolü edilebilmektedir (TDY, 2007).

2.1.2.1 Mevcut binaların bilgi düzeyleri

Yapıların mahallinde incelenmesinden temin edilen bilgilere göre, her yapı için bilgi düzeyi belirlenmekte ve bunlara bağlı katsayılar tanımlanmaktadır. TDY-2007 yönetmeliğinin 7'nci bölümünde sınırlı, orta ve kapsamlı olmak üzere 3 bilgi düzeyi tanımlanmaktadır. Statik projesi olmayan, “*Deprem Sonrası Hemen Kullanımı Gereken Binalar*” ve “*İnsanların Uzun Süreli ve Yoğun Olarak Bulunduğu Binalar*” dışındaki binalar sınırlı bilgi düzeyine göre değerlendirilebilmektedir. Orta bilgi düzeyi, statik projesi mevcut olsa da, olmasa da seçilebilmektedir. Orta bilgi düzeyinde, proje varsa sınırlı bilgi düzeyindeki gibi tespitler yapılarak projeye uyumluluk kontrol edilmekte, proje yoksa sınırlı bilgi düzeyine göre daha fazla ölçüm yapılmaktadır. Kapsamlı bilgi düzeyi ise sadece statik projesi mevcutsa seçilebilmektedir. Kapsamlı bilgi düzeyinde,

projeye uyumluluğunun kontrolü için yeterli ölçümler yapılmakta, projeye göre farklılıklar varsa orta bilgi düzeyine geçilmektedir (TDY, 2007).

2.1.2.2 Mevcut binalarda malzeme dayanımı

Mevcut malzeme dayanımı, taşıyıcı elemanların kapasite hesabında kullanılacak mevcut malzeme dayanımı olarak tanımlanmaktadır (TDY, 2007).

2.1.2.3 Sınırlı bilgi düzeyine göre betonarme binalar

Binanın Geometrik Özellikleri: Binanın taşıyıcı sistem rölevesi saha çalışması ile çıkarılmaktadır. Dolgu duvarların ve betonarme elemanların her kattaki yerleşimi, yükseklikleri, açıklıkları ve boyutları tespit edilerek, bina tasarımı için yeterli bilgiler toplanmaktadır. Temel sisteminin belirlenmesi için yeterli sayıda araştırma çukuru açılmaktadır. Kat planlarına ve kesitlere binadaki olumsuzluklar işlenmektedir. Binanın geometrik özellikleri tespiti çalışmaları kapsamında, binanın komşu binalarla ayırık, bitişik, derz var/yok vb. durumu belirlenmektedir (TDY, 2007).

Taşıyıcı Eleman Özellikleri: Binanın inşa edildiği tarihteki minimum donatı koşullarını sağladığı varsayılarak betonarme elemanlardaki donatı miktarı ve detaylarının doğrulanması ya da gerçekleşme oranının tespiti için bütün katlardan en az birer adet olacak şekilde perde ve kolonların %10'u ile kirişlerin %5'i sıyrılarak donatı bindirme boyu ve donatı tespitleri yapılmaktadır. Sıyırma işlemi, kolonların ve kirişlerin üçte birlik açıklık ortasındaki bölümünde yapılmaktadır. Ayrıca, donatı bindirme boyunu belirlemek için asgari üç kolonda bindirme kısımları sıyrılmaktadır. Sıyırma işleminin akabinde dayanımı yüksek tamir harcı ile sıyrılan yüzeyler kapatılmaktadır. Sıyırma yapılmayan elemanların %20'sinde donatı tespit cihazları ile donatıların enine ve boyuna sayısı ve yerleşimi belirlenmektedir. Kolonlar ve kirişler için donatı gerçekleşme katsayısı ayrı ayrı belirlenmekte ve tespit yapılmayan elemanların donatı miktarları bu katsayılarla belirlenmektedir (TDY, 2007).

Mevcut Malzeme Özellikleri: Mevcut beton dayanımı, binada her katta kolonlardan veya perdelerden alınan minimum iki adet beton numunesinin deneye tabi tutulmasıyla tespit edilen en düşük basınç dayanımıdır. Sıyrılan yüzeylerde yapılan gözlemsel

inceleme ile donatı sınıfı tespit edilmektedir. Yapılan tespitlerde donatısında korozyon gözlenen elemanlar belirlenmekte ve bu durum kapasite hesaplarında dikkate alınmaktadır (TDY, 2007; Vulaş, 2014).

2.1.2.4 Orta bilgi düzeyine göre betonarme binalar

Bina Geometrik Özellikleri: Statik projeler mevcutsa, binada yapılacak incelemelerle binanın projesine uygun inşa edilip edilmediği kontrol edilmektedir. Statik proje mevcut değilse, binanın statik rölevesi saha çalışması ile çıkarılmaktadır. Dolgu duvarların ve betonarme elemanların her kattaki yerleşimi, yükseklikleri, açıklıkları ve boyutları tespit edilerek, bina tasarımı için yeterli bilgiler toplanmaktadır. Kat planlarına ve kesitlere binadaki olumsuzluklar işlenmektedir. Binanın geometrik özellikleri tespiti çalışmaları kapsamında, binanın komşu binalarla ayırık, bitişik, derz var/yok vb. durumu belirlenmektedir. Temel sisteminin belirlenmesi için yeterli sayıda araştırma çukuru açılmaktadır (TDY, 2007; Vulaş, 2014).

Taşıyıcı Eleman Özellikleri: Statik projeler mevcut değilse yukarıda 2.1.2.3'te belirtilen koşullar geçerli olmaktadır. Bütün katlarda en az ikişer adet olmak üzere perde ve kolonların %20'si ile kirişlerin %10'u sıyrılarak donatı bindirme boyu ve donatı tespiti yapılmaktadır. Statik projeler mevcutsa donatı kontrolü için yukarıda 2.1.2.3'te belirtilen işlemler yeterli olmaktadır. Sıyırma yapılmayan elemanların %20'sinde donatı tespit cihazları ile donatıların enine ve boyuna sayısı ve yerleşimi belirlenmektedir. Proje ile tespitleri arasında uyumsuzluk olması halinde, kolonlar ve kirişler için donatı gerçekleştirme katsayısı ayrı ayrı belirlenmekte ve tespit yapılmayan elemanların donatı miktarları bu katsayılarla belirlenmektedir. Ancak, eleman kapasite hesabında kullanılan bu katsayının birden büyük olmaması gereklidir (TDY, 2007; Vulaş, 2014).

Mevcut Malzeme Özellikleri: Mevcut beton dayanımı, binada her katta kolonlardan veya perdelerden minimum üç adet ve toplam dokuz adetten az olmayacak şekilde, her 400 m²'den bir adet alınacak beton numunelerinin deneye tabi tutulmasıyla elde edilen ortalama değerden, numunelerin standart sapma değeri düşülerek hesaplanmaktadır. Hesaplanan mevcut beton dayanımı, deney sonuçlarına uyarlanan beton test çekici okumaları ile kontrol edilmektedir. Sıyrılan yüzeylerde yapılan gözlemsel inceleme ile donatı sınıfı tespit edilmektedir. Yapılan tespitlerde donatısında korozyon gözlenen

elemanlar belirlenmekte ve bu durum kapasite hesaplarında dikkate alınmaktadır (TDY, 2007).

2.1.2.5 Kapsamlı bilgi düzeyine göre betonarme binalar

Bina Geometrik Özellikleri: Binanın statik projelerinin bulunması gerekmektedir. Binada yapılacak tespitlerle projeye uygunluk kontrolü yapılmaktadır. Statik projeler ölçümlerle önemli farklılıklar gösteriyorsa proje olmadığı kabul edilmekte ve bina orta bilgi düzeyine göre değerlendirilmektedir. Kat planlarına ve kesitlere binadaki olumsuzluklar işlenmektedir. Binanın geometrik özellikleri tespiti çalışmaları kapsamında, binanın komşu binalarla ayrık, bitişik, derz var/yok vb. durumu belirlenmektedir. Temel sisteminin belirlenmesi için yeterli sayıda araştırma çukuru açılmaktadır (TDY, 2007).

Taşıyıcı Eleman Özellikleri: Binanın detaylı statik projelerinin bulunması gerekmektedir. Statik projelerle uyumluluk kontrolü için yukarıda 2.1.2.4'te belirtilen işlemler için yeterli olmaktadır. Sıyırma yapılmayan elemanların %20'sinde donatı tespit cihazları ile donatıların enine ve boyuna sayısı ve yerleşimi belirlenmektedir. Proje ile tespitler arasında uyumsuzluk olması halinde, kolonlar ve kirişler için donatı gerçekleşme katsayısı ayrı ayrı belirlenmekte ve tespit yapılmayan elemanların donatı miktarları bu katsayılarla belirlenmektedir. Ancak, eleman kapasite hesabında kullanılan bu katsayı birden büyük olmamalıdır (TDY, 2007; Vulaş, 2014).

Mevcut Malzeme Özellikleri: Mevcut beton dayanımı, binada her katta kolonlardan veya perdelerden minimum üç adet ve toplam dokuz adetten az olmayacak şekilde, her 200 m²'den bir adet alınacak beton numunelerinin deneye tabi tutulmasıyla elde edilen ortalama değerden, numunelerin standart sapma değeri düşülerek hesaplanmaktadır. Hesaplanan mevcut beton dayanımı, deney sonuçlarına uyarlanan beton test çekici okumaları ile kontrol edilebilmektedir. Sıyrılan yüzeylerdeki her sınıftaki çelikten birer adet numune alınarak yapılan deney neticesinde belirlenen donatı sınıfının proje ile uygunluğu tespit edilmektedir. Projesine uygunsuzsa, projede kullanılan çelik sınıfı özellikleri eleman kapasite hesaplarında mevcut çelik dayanımı olarak alınmakta; uygun değilse, alınacak asgari üç adet donatı örneğinin daha deneye tabi tutulması neticesinde tespit edilen en düşük değer mevcut çelik dayanımı olarak eleman kapasite hesaplarında

kullanılmaktadır. Yapılan tespitlerde donatısında korozyon gözlenen elemanlar belirlenmekte ve bu durum kapasite hesaplarında dikkate alınmaktadır (TDY, 2007; Vulaş, 2014).

2.1.2.6 Sınırlı bilgi düzeyine göre yığma binalar

Bina Geometrik Özellikleri: Yığma binanın mimari projesi mevcutsa, mahallinde yapılacak gözlemsel incelemeyle projeye uygunluğu kontrol edilmektedir. Mimari proje mevcut değilse, her kattaki taşıyıcı duvarların uzunluğunu, yerini, kalınlığını, kat yüksekliğini ve boşluğunu içeren röleve çıkarılmaktadır. Bina dışından açılacak bir inceleme çukuru ile temel sistemi belirlenmektedir (TDY, 2007).

Detaylar: Yığma binanın çatı ve döşeme türü, lentoların durumu, duvar bağlantıları ve hatılların durumu gözlemsel olarak tespit edilmektedir (TDY, 2007).

Mevcut Malzeme Özellikleri: Yığma binanın mevcut duvar malzemesi özellikleri ve türü, duvar yüzeyindeki bir bölümde sıva sıyrılarak gözlemsel olarak tespit edilmektedir (TDY, 2007).

2.1.2.7 Orta bilgi düzeyine göre yığma binalar

Sınırlı bilgi düzeyindeki işlemler yapılmakta, bunlara ilave olarak duvarların stabilitesi ve duvar bağlantıları kontrol edilmektedir (TDY, 2007).

2.1.2.8 Kapsamlı bilgi düzeyine göre yığma binalar

Orta bilgi düzeyine göre yığma binalarda yapılan işlemlere ilave olarak duvar malzemesi özellikleri ve türünün tespiti için binadan asgari 3 adet duvar örneği alınmakta ve bu örneklerin deneylerinden elde edilecek ortalama değere göre mevcut duvar malzemesi özelliği belirlenmektedir (TDY, 2007).

2.1.2.9 Mevcut binalarda bilgi düzeyi katsayıları

Mevcut binalar için belirlenen bilgi düzeylerine göre taşıyıcı eleman kapasite hesaplarında kullanılacak “Bilgi Düzeyi Katsayıları” Çizelge 2.1’de görülmektedir. Mevcut malzeme dayanımları eleman kapasitelerinin hesabında kullanılmaktadır (TDY, 2007; Vulaş, 2014).

Çizelge 2.1. Mevcut binalar için bilgi düzeyi katsayıları (TDY, 2007)

Bilgi Düzeyi	Bilgi Düzeyi Katsayısı
Sınırlı	0.75
Orta	0.90
Kapsamlı	1.00

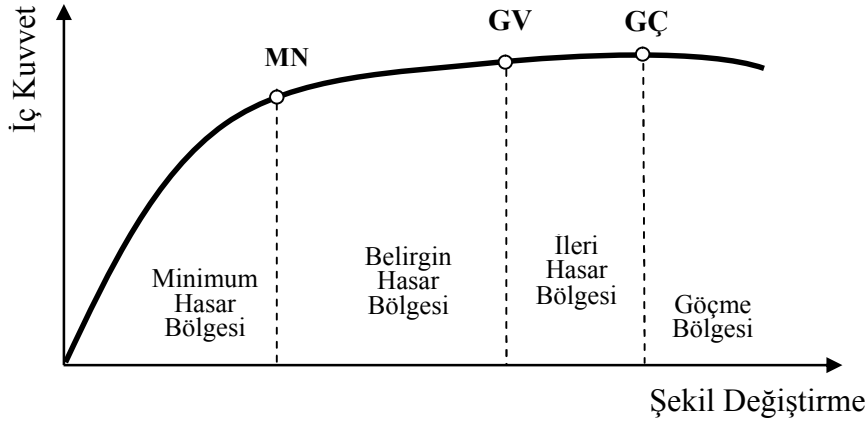
2.1.3 Mevcut yapı elemanlarının hasar bölgeleri ve hasar sınırları

2.1.3.1 Yapı elemanlarının kesit hasar sınırları

Sünek yapı elemanlar için kesit düzeyinde Minimum Hasar Sınırı (MN), Güvenlik Sınırı (GV) ve Göçme Sınırı (GÇ) şeklinde üç sınır durum tanımlanmaktadır. Minimum hasar sınırı, değerlendirilen kesitteki elastik ötesi davranış başlangıcını; güvenlik sınırı kesitin dayanımını güvenli sınırlarda tutabileceği elastik ötesi davranışın sınırını; göçme sınırı ise kesitin göçme öncesindeki davranış sınırını tanımlamaktadır. Gevrek hasar gören elemanlarda bu sınıflandırma geçerli olmamaktadır (TDY, 2007; Vulaş, 2014).

2.1.3.2 Yapı elemanlarının kesit hasar bölgeleri

Şekil 2.1’de görüldüğü üzere Minimum Hasar Bölgesi’nde kritik kesitlerinin hasarı MN’ye ulaşmayan elemanlar, Belirgin Hasar Bölgesi’nde MN ile GV arasında kalan elemanlar, İleri Hasar Bölgesi’nde GV ve GÇ arasında kalan elemanlar, Göçme Bölgesi’nde ise GÇ’yi aşan elemanlar yer almaktadır (TDY, 2007; Gültekin, 2008).



Şekil 2.1. TDY-2007'ye göre şekil değişirme ile iç kuvvet eğrisi ilişkisi

2.1.3.3 Yapı elemanlarında kesit ve eleman hasarlarının tanımlanması

Kesitlerin hangi hasar bölgelerinde olduğu TDY-2007 yönetmeliği madde 7.5'te tanımlanan yöntemlere göre yapılan şekil değişirme ve iç kuvvet hesapları neticesinin, yukarıda 2.1.3.1'de belirtilen hangi hasar sınırına denk geldiği tespit edilmektedir. Eleman hasarı, en fazla hasar gören kesitine göre belirlenmektedir (TDY, 2007).

2.1.4 Genel ilke ve kurallar

- Hesaplarda TDY-2007 yönetmeliğinin 2'nci bölümünde tanımlanan Yapı Önem Katsayısı uygulanmamaktadır ($I=1.0$).
- Deprem kuvvetleri binaya her iki yönde ve her iki ekseninde uygulanmaktadır.
- Düşey yük etkileri ve deprem etkileri altında yapı elemanlarında oluşacak iç kuvvet, şekil değişirme ve yer değiştirmeleri hesaplamak için binanın taşıyıcı sistemi yeterli doğrulukta modellenmektedir.
- Ek dış merkezlik uygulanmadan, kat serbestlik dereceleri her katın kütle merkezinde tanımlanmaktadır.
- Binadan yapılan incelemelere göre belirlenecek bilgi düzeyi katsayıları ile mevcut binaların taşıyıcı sistemlerindeki belirsizlikler hesaplara yansıtılmaktadır.
- Mevcut bina analizinde, beton ve donatı özellikleri seçilen bilgi düzeyinde belirlenen esaslara göre belirlenmektedir. Maksimum birim şekil değişirme, donatı çeliği için 0.01, beton için 0.003 alınmaktadır.

- Birleşim bölgeleri, sonsuz rijit uç bölgeleri olarak dikkate alınmaktadır. Eğilme etkisindeki betonarme elemanlarda, çatlama kesit etkin eğilme rijitlikleri $(EI)_e$ kullanılmaktadır. Aşağıda verilen değerler etkin eğilme rijitlikleri için kullanılmaktadır. Kirişlerde etkin eğilme rijitliği $(EI)_e = 0.40 (EI)_o$ dır. Kolon ve perdelerde ise $N_D / (A_c f_{cm}) \leq 0.10$ ise $(EI)_e = 0.40 (EI)_o$ ve $N_D / (A_c f_{cm}) \geq 0.40$ ise $(EI)_e = 0.80 (EI)_o$ olarak hesaplanmaktadır. Burada; $(EI)_e$: Çatlama kesitin etkin eğilme rijitliği, $(EI)_o$: Çatlamamış kesitin etkin eğilme rijitliği, N_D : Deprem hesabındaki toplam kütlelerle uyumlu düşey yükler altında perde veya kolonda oluşan aksenal kuvvet, A_c : Kolon veya perdenin brüt kesit alanı ve f_{cm} : Mevcut betonun dayanım değeridir (Gültekin, 2008).
- Betonarme elemanlarda bindirme ve kenetlenme boyunda eksiklik olduğunun tespit edilmesi halinde, kesit kapasite momenti hesaplanırken ilgili donatının akma gerilmesi eksiklik oranında azaltılmaktadır (TDY, 2007).

2.1.5 Doğrusal elastik hesap yöntemleri ile bina performansının belirlenmesi

2.1.5.1 Hesap yöntemleri

Mevcut binaların deprem performansı hesabında kullanılan yöntemler; Doğrusal Hesap, Mod Birleştirme ve Eşdeğer Deprem Yüğü yöntemleridir. Bu yöntemlerden Eşdeğer Deprem Yüğü, bodrum üzerinde toplam yüksekliği 25 metreyi geçmeyen, toplam 8 katlı ve ek dışmerkezlik dikkate alınmadan hesaplanan burulma düzensizlik katsayısı 1.4 değerinden küçük olan binalarda kullanılmaktadır. Mod Birleştirme hesaplarında, deprem yük azaltma katsayısı 1 alınmaktadır. Uygulanan deprem eksenini ve yönüyle uyumlu eleman kapasiteleri ve iç kuvvetlerinin hesabında, aynı eksenindeki hakim modda elde edilen iç kuvvet eksenleri dikkate alınmaktadır (TDY, 2007; Gültekin, 2008).

2.1.5.2 Betonarme yapı elemanlarının hasar seviyelerinin belirlenmesi

- Sünek betonarme elemanların hasar seviyelerinin doğrusal elastik hesap yöntemleriyle belirlenmesinde kolon, perde ve kiriş elemanlarının belirlenen etki/kapasite oranları (r) kullanılmaktadır.

- Betonarme kolon, perde ve kiriş elemanlar, kırılma türüne göre sınıflandırılmaktadır. Elamandaki kırılma eğilme ise “sünek”, kesme ise “gevrek”tir. Yukarıda 2.1.2’de belirtilen bilgi düzeyleriyle uyumlu mevcut malzeme dayanımı değerleriyle TS-500’e göre hesaplanan kesme kapasitesi (V_r) değerinin, değerlendirilmeye konu betonarme elemanın kritik kesitlerinde eğilme kapasitesiyle uyumlu hesaplanan kesme kuvveti (V_e) değerini aşmaması durumunda betonarme elemanlar sünek olarak değerlendirilir. Belirtilen süneklik koşullarını sağlamayan betonarme elemanlar, gevrek olarak sınıflandırılır.
- Sünek elemanların kesitlerinin deprem altında deprem yük azaltma katsayısı (R_a) değerinin 1 olduğu dikkate alınarak hesaplanan kesit momentinin, kesit artık moment kapasitesine bölünmesi ile elde edilen etki/kapasite oranı hesabında, uygulanan deprem kuvveti yönü dikkate alınmaktadır. Kesit artık moment kapasitesi, düşey yükler altında kesitte hesaplanan moment etkisiyle kesitin eğilme momenti kapasitesinin farkıdır.
- Etki/kapasite oranı, toplam yüksekliğin (H_w), plandaki uzunluğa (l_w) oranı 2’ye eşit ya da 2’den küçük olan ($H_w / l_w \leq 2.0$) betonarme perdelerin deprem altında hesaplanan kesme kuvvetinin, kesme kuvveti dayanımına oranıdır.
- Betonarme elemanların hangi hasar bölgesinde kaldığı hesap edilen perde, kiriş ve kolon kesitlerinin etki/kapasite oranları (r) Çizelge 2.2, 2.3 ve 2.4’te verilen etki/kapasite sınır oranları (r_s) ile karşılaştırılarak belirlenmektedir. Çizelge 2.4’te belirtilen r_s sınır değerleri $H_w / l_w \leq 2.0$ şartını sağlayan perdelerde, küçültme katsayısı $[(1+H_w / l_w) / 3] \geq 0.5$ ile çarpılmaktadır (TDY, 2007; Vulaş, 2014; İlki ve Celep 2011).

Çizelge 2.2. Betonarme kirişlerin etki/kapasite oranı (r_s) sınırı (TDY, 2007)

Sünek Kirişler			Hasar Sınırı ^(*)		
$(\rho - \rho') / \rho_b^{(1)}$	Sargılama	$V_e / (b_w d f_{ctm})^{(2)}$	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) ρ : Çekme kuvvetini karşılayan donatı oranı, ρ' : Basınç kuvvetini alan donatı oranı, ρ_b : Dengeli kırılan kesitin donatı oranı.

(2) V_e : Perde, kiriş ve kolonlarda dikkate alınan tasarım kesme kuvveti, b_w : Kiriş gövdesi eni, d : Kolon veya kirişin yararlı yüksekliği, f_{ctm} : Mevcut betonun çekme dayanımı değeri.

*MN: Minimum hasar sınırı, GV: Güvenlik sınırı, GÇ: Göçme bölgesi.

Çizelge 2.3. Betonarme kolonların etki/kapasite oranı (r_s) sınırı (TDY, 2007)

Sünek Kolonlar			Hasar Sınırı ^(*)		
$N_K / (A_c f_{cm})^{(1)}$	Sargı	$V_e / (b_w d f_{ctm})^{(2)}$	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_K : Eksenel kuvvet, A_c : Kolon veya perdenin brüt kesit alanı, f_{cm} : Mevcut betonun basınç dayanımı değeri.

(2) V_e : Perde, kiriş ve kolonlarda dikkate alınan tasarım kesme kuvveti, b_w : Kiriş gövdesi eni, d : Kolon veya kirişin yararlı yüksekliği, f_{ctm} : Mevcut betonun çekme dayanımı değeri.

* MN: Minimum hasar sınırı, GV: Güvenlik sınırı, GÇ: Göçme bölgesi.

Çizelge 2.4. Betonarme perdelerin etki/kapasite oranı (r_s) sınırı (TDY, 2007)

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

* MN: Minimum hasar sınırı, GV: Güvenlik sınırı, GÇ: Göçme bölgesi.

- TDY-2007 yönetmeliği madde 3.5.2.2’de verilen kesme dayanımlarının, betonarme kolon-kiriş birleşimlerinde etki eden kesme kuvvetlerinin tüm sınır durumları için aşılmaması gerekmektedir. Kiriş-kolon birleşim bölgesinin gevrek hasar gören eleman olarak sınıflandırılması için kesme dayanımı değerlerinin üzerine çıkılması gerekmektedir. (TDY, 2007).

2.1.5.3 Göreli kat ötelemelerinin mevcut yapılarda kontrolü

Doğrusal elastik usullerle her bir deprem ekseninde yapılan hesapta, yukarıda 2.1.5.2’deki beşinci maddeye göre yapılan karşılaştırmalara ilave olarak, elemanların hangi hasar bölgesinde olduğu binanın katlardan birindeki perde ya da kolonların göreli kat ötelemelerinin Çizelge 2.5’te belirlenen sınır değerler ile karşılaştırılarak yapılmaktadır. Katlardan birinde ilgili perde ya da kolonun üst ve alt kesitlerinde yukarıda 2.1.5.2’deki beşinci maddeye göre yapılan hasar değerlendirmesi, göreli kat ötelemesi oranı sınır karşılaştırmasının daha elverişsiz sonuçlanması halinde göz önüne alınmamaktadır (TDY, 2007).

Çizelge 2.5. Etkili kata ait göreli kat ötelemesi oranı sınırı (TDY, 2007)

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

* MN: Minimum hasar sınırı, GV: Güvenlik sınırı, GÇ: Göçme bölgesi.

2.1.6 Mevcut binanın performans düzeyinin belirlenmesi

2.1.6.1 Deprem performansına göre betonarme binalar

Deprem altında binada oluşacağı tahmin edilen hasarların durumu binaların deprem performansı ile alakalıdır. “Hemen Kullanım, Can Güvenliği, Göçme Öncesi ve Göçme” şeklinde dört farklı hasar seviyesi tanımlanmaktadır. Yukarıda 2.1.5’te anlatılan hesap usullerinin uygulanması ile elemanların hangi hasar bölgesinde kaldığı tespit edilerek, mevcut binanın performans düzeyi belirlenmektedir (TDY, 2007).

Mevcut betonarme binanın “Hemen Kullanım Performans Düzeyi”ni sağlaması için katlardan herhangi birinde, uygulanan bütün deprem eksenleri için ayrı ayrı yapılan

hesaplamalar neticesinde kirişlerin maksimum %10'u "Belirgin Hasar Bölgesi"nde kalması, diğer betonarme taşıyıcı elemanların hepsinin "Minimum Hasar Bölgesi"nde kalması gerekmektedir. Eğer gevrek olarak hasar gören elemanlar varsa bu elemanların güçlendirilmesi gerekmektedir (TDY, 2007; Vulaş, 2014).

Mevcut betonarme binanın "Can Güvenliği Performans Düzeyi"ni sağlaması için ise öncelikle gevrek olarak hasar gören elemanların güçlendirilmesi gerekmektedir. Bu düzeyde, binada katlardan herhangi birinde, uygulanan bütün deprem eksenleri için ayrı ayrı yapılan hesaplamalar neticesinde, kolonların belli bir kısmı ve yatay yük taşımayan kirişler haricindeki kirişlerin azami %30'u "İleri Hasar Bölgesi"nde kalabilir. Ayrıca, katlardan herhangi birinde tüm kolonlar tarafından taşınan kesme kuvvetleri toplamının %20'sine karşılık gelen değer, aynı kattaki "İleri Hasar Bölgesi"nde kalan kolonlarca taşınan kesme kuvvetleri toplamınca aşılmaması gerekmektedir. Son katta ise tüm kolonlar tarafından taşınan kesme kuvvetleri toplamının %40'ına karşılık gelen değer, aynı katta "İleri Hasar Bölgesi"nde kalan kolonların kesme kuvvetleri toplamınca aşılmaması gerekmektedir. Aynı zamanda diğer betonarme elemanların "Minimum Hasar Bölgesi" ya da "Belirgin Hasar Bölgesi"nde kalması gerekmektedir. Ayrıca, katlardan herhangi birinde üst ve alt kesitlerinin ikisinde de "Minimum Hasar Sınırı" aşılacak kolonlarca taşınan kesme kuvvetlerinin, aynı kattaki tüm kolonlarca taşınan kesme kuvvetine katkısının %30'u geçmemesi gerekmektedir (TDY, 2007).

Mevcut binanın "Göçme Öncesi Performans Düzeyi"ni sağlaması için ise öncelikle gevrek olarak hasar gören elemanların "Göçme Bölgesi"nde olduğu kabul edilmelidir. Bu düzeyde, binanın katlarından herhangi birinde, uygulanan tüm deprem eksenleri için ayrı ayrı yapılan hesaplamalar neticesinde, yatay yük taşımayan kirişler haricindeki kirişlerin azami %20'si "Göçme Bölgesi"nde kalabilir. Ayrıca, diğer betonarme elemanların tamamı "Minimum Hasar Bölgesi", "Belirgin Hasar Bölgesi" ya da "İleri Hasar Bölgesi"nde olması gereklidir. Dahası katlardan herhangi birinde üst ve alt kesitlerinin ikisinde de "Minimum Hasar Sınırı" aşılacak kolonlarca taşınan kesme kuvvetlerinin, aynı kattaki tüm kolonlarca taşınan kesme kuvvetine katkısının %30'u geçmemesi gerekmektedir. "Göçme Öncesi Performans Düzeyi"ndeki mevcut binanın kullanımının can güvenliği açısından sakıncalı olduğu değerlendirilmektedir (TDY, 2007; Vulaş, 2014).

Mevcut betonarme bina “Göçme Öncesi Performans Düzeyi”ni de sağlayamıyorsa “Göçme Durumu” olduğu ve binanın kullanımının can güvenliği açısından sakıncalı olduğu değerlendirilmektedir. (TDY, 2007; Gültekin, 2008).

2.1.6.2 Yığma binaların deprem performansının belirlenmesi

Yığma binaların hangi performans seviyesinde olduğu, yukarıda 2.1.2'ye göre yapılan incelemeler ve TDY-2007 yönetmeliğinin 5'inci bölümüne göre yapılan hesaplamalar neticesinde belirlenmektedir. Mevcut binanın her iki eksendeki duvarlarının tamamında kesme dayanımları deprem etkilerinden oluşan kesme kuvvetlerini karşılıyorsa, “Hemen Kullanım Performans Düzeyi”nde olduğu neticesine varılmaktadır. Eğer, binanın katlarından herhangi birinde uygulanan deprem ekseninde yukarıdaki şartı sağlamayan duvarların kat kesme kuvvetine faydası %20'yi aşmıyorsa “Can Güvenliği Performans Düzeyi”nde olduğu kabul edilmektedir. Her iki durum haricinde ise “Göçme Durumu”nda olduğu kabul edilmektedir (TDY, 2007).

2.1.7 Mevcut binaların hedeflenen performans düzeyleri

Betonarme binaların tasarımında, TDY-2007 yönetmeliği madde 2.4'te (elastik deprem yüklerinin tanımlanması: spektral ivme katsayısı) belirtilen ivme spektrumu, bu yönetmeliğin 1.2.2 maddesine göre “50 yılda aşılma ihtimali %10 olan deprem” dikkate alınmaktadır. Bu düzey dışında mevcut binaların değerlendirilmesinde iki farklı deprem düzeyi daha kullanılmaktadır. Bunlardan biri “50 yılda aşılma olasılığı %50 olan deprem” ivme spektrumunun ordinatları, TDY-2007 yönetmeliğinin 2.4 maddesinde (elastik deprem yüklerinin tanımlanması: spektral ivme katsayısı) belirtilen ivme spektrumu ordinatlarının yarısı olarak dikkate alınmaktadır. Diğeri “50 yılda aşılma olasılığı %2 olan deprem” içinse ivme spektrumunun ordinatları, TDY-2007 yönetmeliğinin 2.4 maddesinde (elastik deprem yüklerinin tanımlanması: spektral ivme katsayısı) belirtilen ivme spektrumu ordinatlarının 1.5 katı olarak dikkate alınmaktadır (TDY, 2007; Gültekin, 2008; Vulaş, 2014).

Mevcut binaların performanslarının tespitinde esas alınacak deprem düzeyleri ve bu düzeylerde mevcut binalar için hedeflenen minimum performanslar Çizelge 2.6'da verilmiştir (TDY, 2007; Vulaş, 2014).

Çizelge 2.6. Farklı deprem seviyelerine göre hedeflenen minimum performanslar (TDY, 2007)

Mevcut Binanın Kullanım Gayesi ve Cinsi	Deprem Aşılma İhtimali		
	50 yılda %50	50 yılda %10	50 yılda %2
Deprem ardından kullanılacak binalar: Ulaşım ve haberleşme istasyonları, enerji üretim tesisleri, hastane vb. sağlık tesisleri, itfaiye, vilayet, kaymakamlık ve belediye yönetim binaları, afet merkezleri, vb.	–	HK	CG
Yoğun ve uzun süreli kullanılan binalar: Askeri kışla, okul, yurt, yatakhane, cezaevi, pansiyon, müze vb.	–	HK	CG
Yoğun ve kısa süreli kullanılan binalar: Tiyatro, sinema ve konser salonları, spor ve kültür merkezleri vb.	HK	CG	–
Tehlikeli madde bulundurulmuş binalar: Parlayıcı, toksik ve patlayıcı özellikleri olan maddelerin kullanıldığı ve stoklandığı binalar	–	HK	GÖ
Bunların dışındaki (Diğer) binalar: Yukarıdaki sınıflara girmeyen binalar (işyeri, konut, endüstri, otel ve turistik tesisler vb.)	–	CG	–

*HK: Hemen Kullanım; CG: Can Güvenliği; GÖ: Göçme Öncesi

2.2 RBTE-2013'e Göre Mevcut Betonarme ve Yığma Binaların Risk Analizi

2.2.1 Kapsam

RBTE-2013 yönetmeliğinde, deprem altında aşağıda 2.2.3'te tanımlanan riskli binaların tespit edilmesinde kullanılacak kurallar bulunmaktadır. RBTE-2013 yönetmeliğinde verilen yöntemler, Çizelge 2.6.'da belirtilen "diğer binalar" kapsamındaki binalardan, zemin döşemesi üstü sekiz katı veya yüksekliği (H_N) 25 m'yi aşmayan yığma ve betonarme binaların riskli olup olmadığının tespiti için kullanılmaktadır. Yüksekliği 25 m'yi aşan yüksek katlı binaların risk tespiti için 01.01.2019 tarihine kadar TDY-2007 yönetmeliğindeki yöntemler, 01.01.2019 tarihinden sonra TDY-2018 yönetmeliğindeki yöntemler kullanılmaktadır. Ayrıca, mevcut binaların güçlendirilmesi için RBTE-2013 yönetmeliği kullanılmamakta, 01.01.2019 tarihine kadar TDY-2007 kullanılmakta ve 01.01.2019 tarihinden sonra TDY-2018 yönetmeliği kullanılmaktadır (RBTE, 2013).

2.2.2 Riskli bina

RBTE-2013 yönetmeliğine göre riskli bina, 50 yılda aşılma olasılığı %10 olan tasarım depremi altında ağır hasar görme ya da yıkılma tehlikesi olan bina olarak tanımlanmaktadır. RBTE-2013 yönetmeliği, binaları riskli veya risksiz olarak sınıflandırmaktadır. Binalar için performans düzeyi belirlememektedir. Bu yüzden RBTE-2013 yönetmeliğine göre riskli olmayan mevcut binaların TDY-2007 yönetmeliğine göre “Can Güvenliği Performans Düzeyi”nde ve TDY-2018 yönetmeliğine göre “Sınırlı Hasar Performans Düzeyi”nde olduğu sonucu çıkarılmamalıdır (RBTE, 2013).

2.2.3 Riskli bina tespitine ilişkin yöntemler

2.2.3.1 Riskli bina röleve ve bilgi düzeyi

Mevcut bina taşıyıcı sistem özellikleri dikkate alınarak riskli binaların tespit hesapları yapılmaktadır. Binanın mevcut geometrik, taşıyıcı eleman ve malzeme özellikleri yalnızca kritik kata göre belirlenmektedir. Yanal ötelenmesi zemin tarafından tutulmamış ya da rijitliği diğer katlara göre çok küçük olan çevre betonarme perdeleri olmayan en alt bina katı “Kritik Kat” olarak tanımlanmaktadır. Mevcut betonarme binanın kritik katında yapılan çalışmalarda perde, kolon ve kiriş ebatları ile bunların kattaki yerleşimi, açıklıkları, boşluğu olmayan dolgu duvar yerleşimi, kat yükseklikleri ve kat sayısı belirlenerek röleveye işlenmektedir. Ayrıca, kattaki olumsuzluklar ile binadaki açık ve kapalı çıkmalar da röleveye işlenmektedir. TDY-2007 yönetmeliğinin 2’nci bölümünde tanımlanan “B3 türü (Taşıyıcı Sistemin Düşey Elemanlarının Süreksizliği) Düzensizlik” bulunan mevcut binaların kritik katında yapılan röleve çalışmasına ilave olarak diğer katlarda da inceleme yapılarak bu düzensizlik hesap modeline yansıtılmaktadır (RBTE, 2013).

RBTE-2013 yönetmeliğinde, asgari veya kapsamlı olmak üzere 2 adet taşıyıcı sistem bilgi düzeyi tanımlanmıştır. Asgari bilgi düzeyi, statik projeler mevcut değilse ya da statik projeler mevcut olup, mahallindeki tespitlerle uyumlu değilse kullanılmaktadır. Kapsamlı bilgi düzeyi ise statik projeler mevcut ve mahallindeki tespitler uyumlu ise kullanılmaktadır. Mevcut binaların taşıyıcı elemanlarının kapasiteleri hesap edilirken,

mevcut malzeme dayanımları Çizelge 2.7’de verilen bilgi düzeyi katsayıları ile çarpılmaktadır (RBTE, 2013).

Çizelge 2.7. Mevcut binalar için bilgi düzeyi katsayıları (RBTE, 2013)

Bilgi Düzeyi	Bilgi Düzeyi Katsayısı
Asgari	0.90
Kapsamlı	1.00

2.2.3.2 Mevcut betonarme binalarda malzeme özellikleri ve donatı tespiti

Betonarme binalarda mevcut donatıları tespit etmek için belirlenen kritik katın perde ve kolonlarının asgari % 20’sinde inceleme yapılmaktadır. Bu perde ve kolonlarda 6 adetten az olmamak üzere enine ve boyuna donatı sınıfı, aralığı, adedi, yerleşimi ve çapı tespit edilmektedir. Donatı tespiti seçilen kolon ve perdelerin asgari yarısında tahribatlı yöntemle, kalan yarısında ise pas payı sıyrılmadan ve eldeki mevcut sonuçlara benzetilerek yapılmaktadır. Ayrıca, donatısında korozyon gözlenen elemanların kapasite hesaplarında bu durum dikkate alınmaktadır. Mevcut binanın kirişlerinde, taşıyıcı sistem tasarımında TS500’de tanımlanan yükler altında hesaplanan donatının var olduğu ve kirişlerin üst mesnet donatısının, alt mesnet donatısının 3 katı olduğu kabul edilmektedir. Eğer bilgi düzeyi kapsamlı seçilirse projesindeki donatılar, kirişlerdeki mevcut donatı olarak kullanılmaktadır (RBTE, 2013).

Mevcut beton dayanımının belirlenmesi için kritik katta asgari 10 adet olacak şekilde perde veya kolonlarda öncelikle tahribatsız yöntemlerle çalışmalar yapılmaktadır. Bu çalışmalar neticesinde en düşük değerlerin alındığı 5 betonarme elemandan karot alınmaktadır. Eğer, kat alanı 400 m²’den büyükse, 400 m²’yi geçen her 80 m² için numune sayısı bir arttırılmaktadır. Mevcut beton dayanımı olarak karot sonuçlarından elde edilen ortalama dayanımın % 85’i kullanılmaktadır (RBTE, 2013).

2.2.3.3 Mevcut yığma binalarda malzeme özelliklerinin belirlenmesi

Kritik katta duvarların ve varsa düşey hatılların kalınlıkları, uzunluğu, yerleşimi ve boşluğu ile binanın kat sayısı ve kat yükseklikleri taşıyıcı sistem rölevesinde belirtilmektedir. Yığma binalarda sadece asgari bilgi düzeyi kullanılmaktadır. Mevcut

dolgu duvar malzeme özellikleri, duvar üzerindeki sıva kaldırılarak gözlemsel olarak tespit edilmektedir. Mevcut yığma binaların dayanım hesapları, TDY-2007 yönetmeliğinin 5'inci bölümüne göre, TDY-2018 yönetmeliğinin ise 11'inci bölümüne göre yapılmaktadır (RBTE, 2013).

2.2.3.4 Mevcut betonarme bina analizi genel kuralları

- Mevcut betonarme binanın risk durumu, binaya etkiyen deprem etkilerinin birleşik etkileri ve düşey yükler altında planda her iki doğrultu ve bu doğrultuların her iki yönü dikkate alınarak belirlenmektedir.
- Binanın taşıyıcı sistem modeli, kritik kat rölevesi ile uyumlu olarak oluşturulmaktadır. Bu modelde binadaki konsollarda dikkate alınmaktadır. “B3 türü (Taşıyıcı sistemin düşey elemanlarının süreksizliği) Düzensizlik” varsa, bu durum modelde dikkate alınmaktadır.
- TS500'de belirlenen esaslarla mevcut malzeme dayanım değerleri ve bilgi düzey katsayısına göre betonarme elemanların kapasiteleri hesaplanmaktadır.
- Etkin eğilme rijitlikleri $((EI)_e)$ mevcut taşıyıcı sistemin analizinde kullanılmaktadır. Etkin eğilme rijitlik değerleri: Kolonlarda $(EI)_e = 0.50 (EI)_o$ ile hesaplanırken, perde ve kirişlerde $(EI)_e = 0.30 (EI)_o$ ile hesaplanmaktadır.
- Mevcut betonun elastisite modülü $E_{cm} = 5000(f_{cm})^{0.5}$ (MPa) formülü ile hesaplanmaktadır. Burada; $(EI)_e$ çatlama kesitin etkin eğilme rijitliği, $(EI)_o$ çatlama kesitin etkin eğilme rijitliği, E_{cm} mevcut beton dayanımına göre hesaplanan elastisite modülü, f_{cm} mevcut betonun basınç dayanımı ve I yapı önem katsayısıdır (RBTE, 2013).

2.2.3.5 Doğrusal elastik hesap yöntemi

- Binanın riskli olup olmadığının tespiti için kullanılan doğrusal elastik hesap usullerinden eşdeğer deprem yükü yöntemi, toplam yüksekliği 25m'yi ve toplam kat sayısı sekizi geçmeyen, ayrıca ek dışmerkezlilik dikkate alınmadan hesap edilen burulma düzensizlik katsayısı $\eta_{bi} \leq 1.4$ olan binalar için kullanılmaktadır. Eğer, burulma düzensizlik katsayısı $\eta_{bi} > 1.4$ ise mod birleştirme yöntemi kullanılmaktadır. Her iki hesap yönteminde de $R_a = 1$ alınmaktadır. Eşdeğer deprem yükü yöntemi ile yapılan hesaplamalarda deprem yükü, bodrum kat

haricinde tek ve iki katlı binalarda 1.0, diğer binalarda 0.85 olarak alınan λ katsayısı ile çarpılmaktadır.

- Kritik katta incelemenin yapıldığı tüm doğrultularda $\sum A_{kn}/A_p \geq 0.002N$ ve en büyük kat öteleme oranı $(\delta/h) > 0.015$ ise, dolgu duvar etkisi hesaplanan deprem kuvveti 0.75 ile çarpılarak dikkate alınmaktadır.
- Mevcut binanın riskli olup olmadığının tespiti yalnızca kritik kata göre yapılmaktadır. Analiz sonucunda hesap edilen en büyük kat ötelenme oranı kritik kat haricindeki bir katta oluşursa, bu katta değerlendirme sadece kat ötelenme sınır değerleri kontrolü ile yapılmaktadır. Mevcut bina risk değerlendirmesi neticesinde katlardan herhangi birinin riskli çıkması halinde bina riskli kabul edilmektedir.
- (V_e / V_r) ve sarılma bölgesindeki donatıya göre kolonlar üç gruba ayrılmaktadır (Çizelge 2.8). Bunlardan A grubu kolonların eğilme göçmesine, B grubu kolonların eğilme-kesme göçmesine ve C grubu kolonların ise kesme göçmesine uğrayacağı kabul edilmektedir.
- (H_w / ℓ_w) ve (V_e / V_r) oranlarına göre perdeler sünek ya da gevrek olmak üzere iki gruba ayrılmaktadır (Çizelge 2.9). Bunlardan eğilme göçmesine A grubu perdelerin, eğilme-kesme veya kesme göçmesine ise B grubu perdelerin uğrayacağı değerlendirilmektedir. Burada: V_e perde, kiriş ve kolonlarda dikkate alınan tasarım kesme kuvveti, V_r perde, kiriş ve kolon kesitinin kesme dayanım değeri, H_w zemin kat döşemesinden ya da temel üstünden ölçülen toplam perde yükseklik değeri ve ℓ_w bağ kirişli perde parçası veya perdenin plandaki uzunluk değeridir (RBTE, 2013; Vulaş, 2014)

Çizelge 2.8. Kolon gruplandırma çizelgesi (RBTE, 2013)

$V_e / V_r^{(1)}$	Aralıkları $s \leq 100mm$ olan, toplam enine donatı alanı $A_{sh} \geq 0.06 s b_k (f_{cm} / f_{ywm})^{(2)}$ şartını sağlayan ve her iki ucunda 135° etriyesi bulunan ve kolonlar	Diğer haller
$V_e / V_r \leq 0.7$	A	B
$0.7 < V_e / V_r \leq 1.1$	B	B
$1.1 < V_e / V_r$	B	C

(1) V_e : Perde, kiriş ve kolonlarda dikkate alınan tasarım kesme kuvveti, V_r : Perde, kiriş ve kolon kesitinin kesme dayanım değeri

(2) s : Enine donatının aralık değeri, A_{sh} : Enine donatı aralığı boyunca, perdede veya kolon uç bölgesindeki tüm etriye ve çirozların enkesit alanlarının dikkate alınan b_k 'ya dik eksenindeki izdüşümleri toplamı, b_k : Birbirine dik yatay eksenlerin her biri için, perde veya kolon uç bölgesi çekirdeğinin enkesiti, f_{cm} : Mevcut betonun basınç dayanımı değeri, f_{ywm} : Mevcut enine donatının akma dayanım değeri

Çizelge 2.9. Perde gruplandırma çizelgesi (RBTE, 2013)

$H_w / \ell_w^{(1)}$	$V_e / V_r < 1.0$	$1.0 \leq V_e / V_r$
$2.0 \leq H_w / \ell_w$	A	B
$H_w / \ell_w < 2.0$	B	B

(1) H_w : Zemin kat döşemesinden ya da temel üstünden ölçülen toplam kat yüksekliği, ℓ_w : Bağ kirişli perde parçası veya perdenin plandaki uzunluk değeri

* V_e : Perde, kiriş ve kolonlarda dikkate alınan tasarım kesme kuvveti, V_r : Perde, kiriş ve kolon kesitinin kesme dayanımı değeri

Perde ve kolon kesitlerinin deprem altında hesaplanan kesit momentinin kesit moment kapasitesine oranını belirten etki/kapasite oranı, mevcut betonarme binalarda taşıyıcı elemanların hasar düzeylerinin belirlenmesinde kullanılmaktadır. Değerlendirilen kat ya da katlardaki perde ve kolon m değerleri ve kat öteleme oranı değerleri (δ/h), perde ve kolon gruplarına göre Çizelge 2.10, 2.11, 2.12 2.13 ve 2.14'te belirtilen sınır değerleri ($m_{sınır}$) ve etkili kata ait görelî kat ötelemesi oranı sınır değerleri $(\delta/h)_{sınır}$ ile karşılaştırılmaktadır. Elemanın risk sınırını aştığının değerlendirilmesi için belirlenen sınır değerlerden herhangi birinin aşılması gerekmektedir. $\alpha_s \geq 0.50$ ve kat öteleme oranı 0.0075 den küçükse, perdelerde sadece kat öteleme sınır değerleri, kat öteleme oranı ile karşılaştırılmaktadır (RBTE, 2013). Burada: m etki/kapasite oranı değeri ve $m_{sınır}$ etki/kapasite oranı sınır değeri ve α_s perdelerin tabanındaki kesme kuvvetleri toplamının, yapının tabanında meydana gelen toplam kesme kuvvetine oranıdır.

Çizelge 2.10. A grubu mevcut kolonlar için $m_{sınır}$ ve $(\delta/h)_{sınır}$ (RBTE, 2013)

$N_K / (f_{cm} A_c)^{(1)}$	$m_{sınır}$	$(\delta/h)_{sınır}$
≤ 0.1	5.0	0.035
≥ 0.6	2.5	0.0125

(1) N_K : Eksenel kuvvet, A_c : Kolon veya perdenin brüt kesit alanı, f_{cm} : Mevcut betonun basınç dayanımı değeri

* $m_{sınır}$: Etki/kapasite oranı sınır değeri, $(\delta/h)_{sınır}$: Etkili kata ait görelî kat ötelemesi oranı sınır değeri

Çizelge 2.11. B grubu mevcut kolonlar için $m_{sınır}$ ve $(\delta/h)_{sınır}$ (RBTE, 2013)

$N_K / (f_{cm} A_c)^{(1)}$	$A_{sh} / (s b_k)^{(2)}$	$m_{sınır}$	$(\delta/h)_{sınır}$
≤ 0.1	≤ 0.0005	2.0	0.01
	≥ 0.006	5.0	0.03
≥ 0.6	≤ 0.0005	1.0	0.005
	≥ 0.006	2.5	0.0075

(1) N_K : Eksenel kuvvet, A_c : Kolon veya perdenin brüt kesit alanı, f_{cm} : Mevcut betonun dayanım değeri

(2) A_{sh} : Enine donatı aralığı boyunca, perdede veya kolon uç bölgesindeki tüm etriye ve çirozların enkesit alanlarının dikkate alınan b_k 'ya dik eksendeki izdüşümleri toplamı, s : Enine donatının aralık değeri, b_k : Birbirine dik yatay eksenlerin her biri için, perde veya kolon uç bölgesi çekirdeğinin enkesiti

* $m_{sınır}$: Etki/kapasite oranı sınır değeri, $(\delta/h)_{sınır}$: Etkili kata ait görelî kat ötelemesi oranı sınır değeri

Çizelge 2.12. C grubu mevcut kolonlar için $m_{sınır}$ ve $(\delta/h)_{sınır}$ (RBTE, 2013)

$m_{sınır}$	$(\delta/h)_{sınır}$
1.0	0.005

* $m_{sınır}$: Etki/kapasite oranı sınır değeri, $(\delta/h)_{sınır}$: Etkili kata ait görelî kat ötelemesi oranı sınır değeri.

Çizelge 2.13. A grubu mevcut perdeler için $m_{sınır}$ ve $(\delta/h)_{sınır}$ (RBTE, 2013)

$N_K / (f_{cm} A_c)^{(1)}$	$V_e / (b_w d f_{ctm})^{(2)}$	Başlık bölgesi	$m_{sınır}$	$(\delta/h)_{sınır}$
< 0.1	≤ 0.9	Var	6.0	0.030
		Yok	4.0	0.015
	≥ 1.3	Var	3.5	0.015
		Yok	2.0	0.0075
> 0.25	≤ 0.9	Var	3.5	0.020
		Yok	2.0	0.010
	≥ 1.3	Var	2.0	0.010
		Yok	1.5	0.005

(1) N_K : Eksenel kuvvet, A_c : Kolon veya perdenin brüt kesit alanı, f_{cm} : Mevcut betonun basınç dayanımı değeri

(2) V_e : Perde, kiriş ve kolonlarda dikkate alınan tasarım kesme kuvveti, b_w : Kiriş gövdesi eni, d : Kolon veya kirişin yararlı yüksekliği, f_{ctm} : Mevcut betonun çekme dayanımı değeri

* $m_{sınır}$: Etki/kapasite oranı sınır değeri, $(\delta/h)_{sınır}$: Etkili kata ait görelî kat ötelemesi oranı sınır değeri

Çizelge 2.14. B grubu perdeler için $m_{sınır}$ ve $(\delta/h)_{sınır}$ değerleri (RBTE, 2013)

$V_e / (b_w d f_{ctm})^{(1)}$	$m_{sınır}$	$(\delta/h)_{sınır}$
≤ 0.9	4.0	0.020
≥ 1.3	2.0	0.010

(1) V_e : Perde, kiriş ve kolonlarda dikkate alınan tasarım kesme kuvveti, b_w : Kiriş gövdesi eni, d : Kolon veya kirişin yararlı yüksekliği, f_{ctm} : Mevcut betonun çekme dayanım değeri

* $m_{sınır}$: Etki/kapasite oranı sınır değeri, $(\delta/h)_{sınır}$: Etkili kata ait görelî kat ötelemesi oranı sınır değeri

2.2.3.6 Mevcut betonarme binanın risk değerlendirmesi

Mevcut betonarme binanın riskli olarak değerlendirilebilmesi için belirlenen kritik katta yükler altında hesap edilen kolon ve perdelerde eksenel basınç gerilmeleri ortalaması $0.65f_{cm}$ değerini aşmışsa, o kattaki herhangi bir kolon veya perde için risk sınırı geçildiğinden bina riskli kabul edilmektedir. Kattaki eksenel basınç gerilmelerinin ortalaması, perde ve kolonlarda hesap edilen eksenel basınç gerilmeleri toplamı toplam perde ve kolon sayısına bölünerek bulunmaktadır. Çizelge 2.15'te belirlenen kat kesme kuvveti oranı sınır değerlerini geçen bina "Riskli" olarak değerlendirilmektedir. Risk

sınırını aşan kolon ve perdelerin kesme kuvvetleri, kat kesme kuvvetine bölünerek kat kesme kuvveti oranı hesaplanmaktadır (RBTE, 2013; Vulaş, 2014).

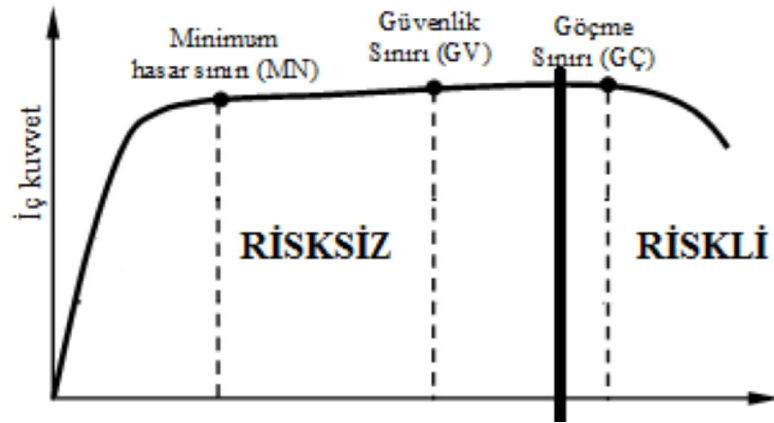
Çizelge 2.15. Eksenel gerilme ortalamasına bağlı etkili kat kesme kuvveti sınırları (RBTE, 2013)

Kolon ve perde eksenel gerilme ortalaması (Kolon ve perde gerilmeleri toplamı / Kolon ve perde adedi)	Kat kesme kuvveti oranı sınırları
$\geq 0.65f_{cm}$	0
$0.65f_{cm} \geq$	0.35

* f_{cm} : Mevcut betonun dayanım değeri.

2.2.3.7 Mevcut yığma binanın risk değerlendirmesi

Kritik kattaki deprem altında oluşan kesme kuvvetleri, taşıyıcı duvarların kesme dayanımı ile binanın her iki eksenini için ayrı ayrı karşılaştırılmaktadır. Dayanımı yetersiz duvarların kat kesme kuvvetine faydası eksenlerin herhangi birinde % 50'nin üzerinde ise bina "Riskli" olarak değerlendirilmektedir. RBTE-2013'e göre iç kuvvet şekil değiştirme ilişkisi Şekil 2.2'de görülmektedir (RBTE, 2013).



Şekil 2.2. RBTE-2013'e göre iç kuvvet ile şekil değiştirme eğrisi ilişkisi

2.3 TDY-2018'e G6re Mevcut Betonarme ve Yığma Binaların Risk Analizi

2.3.1 Kapsam

Mevcut betonarme binaların deprem performanslarının değerlendirilmesinde uygulanacak hesap y6ntemleri TDY-2018 y6netmeliğinin 15'inci b6l6m6nde tanımlanmaktadır. Mevcut yığma binaların bilgileri aynı b6l6me g6re toplanmakta, ancak kapasite hesabı TDY-2018 y6netmeliğinin 11'inci b6l6m6ndeki esaslar çerçevesinde yapılmaktadır (TDY, 2018).

2.3.2 Mevcut binalardan bilgi toplanması

Bu kapsamda taşıyıcı sistemin ve zemin 6zelliklerinin saptanması, malzeme 6zelliklerinin belirlenmesi, eleman boyutlarının tespit edilmesi ile sahadan toplanan b6t6n bilgilerin temin edilebildiyse binanın projesine uygunluğunun kontrol6 işlemleri yer almaktadır (TDY, 2018).

2.3.2.1 Mevcut binaların bilgi d6zeyleri

Mevcut binaların incelenmesi neticesinde elde edilen bilgilere g6re bilgi d6zeyi belirlenmekte ve buna g6re katsayıları tanımlanmaktadır. TDY-2018 y6netmeliğinde tanımlanan bilgi d6zeyleri sırasıyla sınırlı ve kapsamlı bilgi d6zeyleridir. "Sınırlı Bilgi D6zeyi" sadece izelge 2.16'da tanımlanan diğer binalar (BKS=3) için uygulanmakta olup, taşıyıcı sistem 6zellikleri bina mahallinde yapılacak tespitlerle belirlenmektedir. "Kapsamlı Bilgi D6zeyine" g6re taşıyıcı sistem 6zelliklerini belirlemek için bina mahallinde sınırlı bilgi d6zeyine g6re daha fazla çalışma yapılmalıdır (TDY, 2018).

Çizelge 2.16. Mevcut binalar için bina önem katsayıları (TDY, 2018)

Bina Kullanım Sınıfı	Binanın Kullanım Gayesi	Yapı Önem Katsayısı
BKS = 1	Depremi ardından kullanılacak binalar, yoğun ve uzun süreli kullanılan binalar, kıymetli eşyanın muhafaza edildiği binalar ve tehlikeli madde bulundurulmuş binalar: a) Depremi ardından kullanılacak binalar (Ulaşım, PTT ve haberleşme istasyonları, enerji üretim ve dağıtım tesisleri, hastane vb. sağlık tesisleri, itfaiye, vilayet, kaymakamlık ve belediye yönetim binaları, ilk yardım ve afet merkezleri, vb. b) Askeri kışla, okul, yurt, yatakhane, cezaevi, pansiyon, vb. c) Müzeler d) Parlayıcı, toksik ve patlayıcı özellikleri olan maddelerin kullanıldığı ve stoklandığı binalar	1.5
BKS = 2	Yoğun ve kısa süreli kullanılan binalar: İbadethaneler, tiyatro, sinema ve konser salonları, spor ve alışveriş merkezleri vb.	1.2
BKS = 3	Bunların dışındaki binalar: Yukarıdaki sınıflara girmeyen binalar (işyeri, konut, endüstri, otel ve turistik tesisler vb.)	1.0

2.3.2.2 Mevcut binalarda malzeme dayanımı

Taşıyıcı betonarme elemanların kapasite hesaplarında kullanılan malzeme dayanımları, mevcut malzeme dayanımı olarak tanımlanmaktadır (TDY, 2018).

2.3.2.3 Sınırlı bilgi düzeyine göre betonarme binalar

Mevcut Bina Geometrik Özellikleri: Binanın taşıyıcı sistem rölevesi saha çalışması ile çıkarılmaktadır. Mimari projeler temin edilebilirse röleve çalışmalarında bu projeler kaynak olarak kullanılmaktadır. Bina modelinin oluşturulması için betonarme elemanların ve dolgu duvarların tamamının katlardaki yeri, yükseklikleri, açıklıkları ve boyutları tespit edilmektedir. Mevcut binada açılacak yeterli sayıda inceleme çukuru ile temel sistemi belirlenmektedir. Kat planlarına ve kesitlere binadaki olumsuzluklar işlenmektedir. Mevcut binanın komşu binalarla ayrık, bitişik, derz var/yok vb. durumu belirlenmektedir (TDY, 2018).

Taşıyıcı Eleman Özellikleri: Binanın inşa edildiği tarihteki minimum donatı koşullarını sağladığı varsayımıyla betonarme elemanlardaki donatı miktarı ve

detaylarının doğrulanması ya da gerçekleşme oranının tespiti için tüm katlarda minimum birer adet olacak şekilde perde ve kolonların %5'inde tahribatlı yöntemle donatı tespit edilmektedir. Ayrıca, tüm katlarda bir adet kirişin pas payı sıyrılarak kirişlerde donatı tespiti yapılmaktadır. Sıyırma çalışmaları, kolon ve kirişlerin açıklık ortasındaki üçte birlik bölümünde yapılmaktadır. Sonrasında sıyrılan yüzeyler yüksek dayanımlı tamir harcı ile kapatılmaktadır. Sıyrılmayan kolon ve perdelerin %20'sinde boyuna ve enine donatı sayısı ve yerleşimi donatı tespit cihazları ile belirlenmektedir. Kolonlar ve perdeler için donatı gerçekleşme katsayısı belirlenmekte ve tespit yapılmayan elemanların donatı miktarları bu katsayılarla belirlenmekte ve bu katsayısı 1'den büyük kullanılmaktadır. Kirişlerde sadece düşey yükler altında gerekli olan donatı miktarları kullanılmaktadır (TDY, 2018).

Mevcut Malzeme Özellikleri: Tüm katlardaki perdelerden ya da kolonlardan asgari üç tane alınan karotların deney sonuçlarına herhangi bir katsayı uygulanmadan mevcut beton dayanımı belirlenmektedir. Mevcut beton basınç dayanımı, binadan alınan toplam karot sayısı üçse, karot sonuçlarından en düşük olanına eşit alınmaktadır. Karot adedi üçten fazlaysa mevcut beton dayanımı, karot sonuçlarına göre “ortalama - standart sapma” değeri ile “ortalama değer*0.85” değeri karşılaştırılarak bunlardan büyük olanı olarak alınmaktadır. Ayrıca, bir grup karotun deney sonuç değerleri arasındaki minimum değer, diğer deney sonuçları ortalamasının %75'inden küçükse bu değer istatistikî olarak sapan bir sonuç olduğundan değerlendirilmede kullanılmamaktadır. Sıyrılan yüzeylerde yapılan gözlemsel incelemede tespit edilen donatı sınıfındaki çeliğin karakteristik akma gerilme değeri, mevcut çelik dayanımı olarak alınmaktadır. Ayrıca, korozyon tespit edilen elemanların kapasite hesaplarında bu durum dikkate alınmalıdır (TDY, 2018).

2.3.2.4 Kapsamlı bilgi düzeyine göre betonarme binalar

Mevcut Bina Geometrik Özellikleri: Mevcut statik projeler varsa mahallindeki tespitlerle uygunluğu kontrol edilmektedir. Statik projeler tespitlerle önemli farklılıklar gösteriyor ise proje olmadığı kabul edilmektedir. Statik proje yoksa sahada yapılacak ölçümlerle binanın statik rölevesi düzenlenmekte, binanın modelinin oluşturulması için tüm dolgu duvarların ve betonarme elemanların katlardaki yeri, yükseklikleri, açıklıkları ve boyutları ile ilgili bilgiler toplanmaktadır. Kat planlarına ve kesitlere binadaki

olumsuzluklar işlenmektedir. Komşu binalarla ayrıık, bitişik, derz var/yok vb. durumu belirlenmektedir. Temel sistemi, binada açılacak yeterli sayıda tespit çukuru ile belirlenmektedir (TDY, 2018).

Taşıyıcı Eleman Özellikleri: Binanın detaylı statik projeleri temin edilmişse, yukarıda 2.3.2.3'te belirtilen işlemler aynı şekilde uygulanmaktadır. Paspayı sıyrılmayan çerçeve kirişlerin %10'u ile kolon ve perdelerin %20'sinde boyuna ve enine donatı sayısı ve yerleşimi donatı tespit cihazları ile belirlenmektedir. Proje ile uygulama arasında uyumsuzluk olması halinde, kirişler ve kolonlar için ayrı ayrı donatı gerçekleşme katsayısı belirlenmekte olup, bu katsayıların 1'den büyük olmaması gerekmektedir. Donatı gerçekleşme katsayısı, donatı tespiti yapılmayan elemanlarda donatı düzenini belirlemek için kullanılmaktadır. Binanın statik projeleri temin edilememişse, donatı tespiti tüm katlarda kolon ve perdelerin %10'unda her katta 2 adetten az olmamak üzere pas payı sıyrılarak yapılmaktadır. Sonrasında sıyrılan yüzeyler yüksek dayanımlı tamir harcı ile kapatılmaktadır. Paspayı sıyrılmayan kirişlerin %15'i ile kolon ve perdelerin %30'unda enine ve boyuna donatı sayısı ve yerleşimi donatı tespit cihazları kullanılarak belirlenmektedir (TDY, 2018).

Mevcut Malzeme Özellikleri: Mevcut beton dayanımı, perde ve kolonlardan zemin katta minimum üç, diğer katlarda ise minimum iki adet olacak şekilde ve toplamda minimum 9 adet olacak şekilde, her 400 m² alan için ekstra bir adet alınan karot sonuçlarından belirlenmektedir. Mevcut beton dayanımı, karot sonuçlarına göre "ortalama - standart sapma" değeri ile "ortalama değer*0.85" değerlerinden büyük olanı alınarak belirlenmektedir. Ayrıca, bir grup karotun deney sonuç değerleri arasındaki minimum değer, diğer deney sonuçları ortalamasının %75'inden küçükse bu değer in istatistikî olarak sapan bir sonuç olduğundan değerlendirilmede kullanılmamaktadır. Mevcut beton dayanımı aynı zamanda karot sonuçlarına uyarlanan beton çekici okumaları ile kontrol edilebilmektedir. Mevcut donatı sınıfının projeye uygunluğunun kontrolü, sıyrılan yüzeylerde inceleme ile tespit edilmektedir. Ayrıca, her donatı sınıfındaki çelikten birer adet numune alınarak yapılacak deneylerle donatı sınıfının projeye uygunluğunun kontrolü yapılmaktadır. Donatı sınıfı projeye uygunsa, eleman kapasite hesaplarında projede belirtilen çelik karakteristik akma gerilmesi mevcut donatı sınıfı olarak alınmaktadır. Donatı sınıfı projeye uygun değilse, her donatı sınıfından en az 3 adet daha numune alınarak deney yapılmakta, en elverişsiz deney

sonucundaki akma gerilmesi değeri mevcut donatı özelliği olarak kullanılmaktadır. Ayrıca, korozyon tespit edilen elemanların kapasite hesaplarında bu durum dikkate alınmaktadır (TDY, 2018).

2.3.2.5 Sınırlı bilgi düzeyine göre yığma binalar

Mevcut Bina Geometrik Özellikleri: Binanın projesi temin edildiyse, mahallinde yapılacak gözlemsel incelemeyle projeye uygunluğu kontrol edilmektedir. Binanın projesi temin edilemediyse taşıyıcı duvarların tüm katlardaki yerini, kalınlıklarını, boşluklarını, uzunluklarını, kat yüksekliklerini ve kat adedini içeren yapı rölevesi çıkarılmaktadır (TDY, 2018).

Detaylar: Binanın çatı ve döşeme türü, duvar bağlantıları, lento ve hatıllarının durumu gözlemsel incelemeyle tespit edilmektedir (TDY, 2018).

Mevcut Malzeme Özellikleri: Binanın mevcut dolgu duvar malzeme özellikleri, duvar üzerindeki sıva kaldırılarak gözlemsel olarak tespit edilmektedir (TDY, 2018).

2.3.2.6 Kapsamlı bilgi düzeyine göre yığma binalar

Mevcut Bina Geometrik Özellikleri: Binada bulunan mevcut yığma duvarların katlardaki yerini, uzunluklarını, boşluklarını, kalınlıklarını, kat yüksekliklerini ve kat adedini içeren yapı rölevesi çıkarılmaktadır. Bina dışından açılacak bir inceleme çukuru ile temel sistemi belirlenmektedir (TDY, 2018).

Detaylar: Binada bulunan mevcut döşeme ve çatı cinsi, duvar bağlantıları, lento ve hatılların durumu gözlemsel olarak tespit edilmektedir. Bütün katlarda yapılan incelemede rijit diyafram özelliğinin sağlanıp sağlanmadığı kontrol edilmektedir. Eğer bu özellik sağlanmıyorsa deprem güvenliği açısından binanın yetersiz olduğu değerlendirilmektedir (TDY, 2018).

Mevcut Malzeme Özellikleri: Binada bulunan mevcut dolgu duvar malzeme özellikleri, sıva kaldırılarak gözlemsel olarak belirlenmektedir. Buna ek olarak, binadan alınan minimum 2 tane duvar parçasının deneye tabi tutulmasından sonra elde edilen

ortalama değer mevcut duvar malzemesi özelliği olarak hesaplarda kullanılmaktadır (TDY, 2018).

2.3.2.7 Mevcut binalarda bilgi düzeyi katsayıları

Mevcut binalarda yapılan incelemelerle belirlenen bilgi seviyelerine göre, taşıyıcı eleman kapasite hesaplarında kullanılacak “sınırlı” ve “kapsamlı” bilgi düzeyleri ile bunlara göre belirlenen katsayılar Çizelge 2.17’de verilmiştir (TDY, 2018).

Çizelge 2.17. Mevcut binalar için bilgi düzeyi katsayıları (TDY, 2018)

Bilgi Düzeyi	Bilgi Düzeyi Katsayısı
Sınırlı	0.75
Kapsamlı	1.00

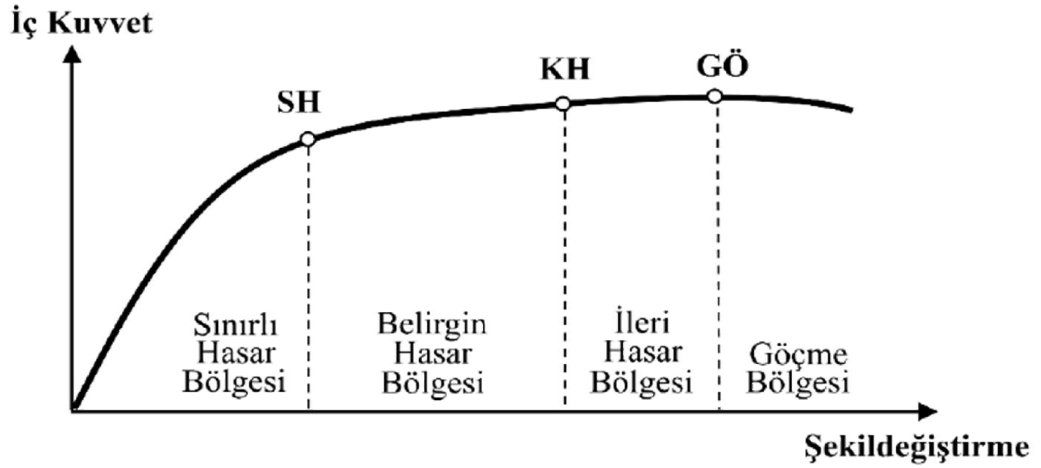
2.3.3 Mevcut yapı elemanlarının hasar bölgeleri ve hasar sınırları

2.3.3.1 Yapı elemanlarının kesit sınırları

“Sınırlı Hasar (SH), Kontrollü Hasar (KH) ve Göçme Öncesi Hasar (GÖ)” olmak üzere sünek elemanlar için üç farklı sınır durum tanımlanmaktadır. “Sınırlı hasar” söz konusu kesitte sınırlı elastik ötesi davranış durumu, “Kontrollü Hasar” söz konusu kesit dayanımının güvenle sağlanabileceği elastik ötesi davranış durumu, “Göçme Öncesi Hasar” söz konusu kesitte ileri düzey elastik ötesi davranış durumu olarak tanımlanmaktadır. Gevrek hasar gören elemanlar için bu sınıflandırmalar geçerli değildir (TDY, 2018).

2.3.3.2 Yapı elemanlarının kesit hasar bölgeleri

Şekil 2.3’te görüldüğü üzere kritik kesitlerinin hasarı SH’ya ulaşmayan elemanlar Sınırlı Hasar Bölgesi’nde, SH ile KH arasında kalan elemanlar Belirgin Hasar Bölgesi’nde, KH ile GÖ arasında kalan elemanlar İleri Hasar Bölgesi’nde, GÖ’yü aşan elemanlar ise Göçme Bölgesi’nde yer almaktadır (TDY, 2018).



Şekil 2.3. TDY-2018'e göre iç kuvvet ile şekil değiştirme eğrisi ilişkisi

2.3.3.3 Yapı elemanlarında kesit ve eleman hasarlarının tanımlanması

Kesitlerin hangi hasar bölgelerinde olduğu, TDY-2018 yönetmeliğinin 15.5'nci maddesinde belirlenen usullerle hesaplanan iç kuvvet ve şekil değiştirme değerleri, yukarıda 2.3.3.1'de belirtilen kesit hasar sınırlarına karşılık gelen değerlerle karşılaştırılarak tespit edilmektedir. Eleman hasarı, elemanın maksimum hasar gören kesitine göre belirlenmektedir (TDY, 2018).

2.3.4 Genel ilke ve kurallar

- Deprem hesaplarında yukarıda Çizelge 2.16'da belirtilen Bina Önem Katsayısı uygulanmamaktadır ($I=1.0$).
- Deprem etkileri ile düşey yükler altında binaların performansı değerlendirilmektedir.
- Deprem kuvvetleri binaya her iki yönde ve her iki ekseninde ayrı ayrı uygulanmaktadır.
- Deprem etkileri ile düşey yükler altında taşıyıcı elemanlarda oluşacak iç kuvvet, şekil değiştirme ve yer değiştirmeleri hesap etmek için binanın taşıyıcı sistem modeli yeterli doğrulukta hazırlanmalıdır.
- Ek dışmerkezlik uygulanmadan her katın kütle merkezinde kat serbestlik dereceleri tanımlanmalıdır.

- Binadan toplanan verilere göre yukarıda 2.3.2.7’de tanımlanan katsayılar aracılığı ile mevcut binaların taşıyıcı sistemlerindeki belirsizlikler hesaplara yansıtılmaktadır.
- Bir veya iki eksenli eğilme ve eksenel kuvvete maruz kalan betonarme kesitlerin etkileşim diyagramlarının tanımlanmasına ilişkin kurallar üç tanedir. Bu kurallardan birincisi yukarıda 2.3.2’de tanımlanan bilgi düzeyine göre belirlenen donatı çeliği ve betonun mevcut dayanımı dikkate alınmalıdır. İkincisi donatı çeliğinin azami birim şekildeğiştirmesi 0.01, betonun azami basınç birim şekil değiştirmesi 0.0035 alınmalıdır. Üçüncüsü etkileşim diyagramları uygun doğrusallaştırmalar ile çok düzlemlili veya çok doğrulu diyagramlar şeklinde tasarlanabilir.
- Betonarme sistemlerin eleman boyutlarının tanımında rijit uç bölgeleri, birleşim bölgeleri olarak dikkate alınmaktadır. Çatlamış kesit etkin eğilme rijitlikleri (EI)_e, eğilme etkisindeki betonarme elemanlarda kullanılmaktadır. TDY-2018 yönetmeliğinin 4.5.8 maddesine göre etkin kesit rijitlikleri hesaplanmaktadır.
- Yapılan tespitlerde betonarme elemanlarda bindirme ya da kenetlenme boyunda eksiklik varsa, ilgili donatının akma gerilmesi kesit kapasite momenti hesabında bu eksiklik oranında azaltılmalıdır (TDY, 2018).

2.3.5 Doğrusal hesap yöntemleri ile bina performansının belirlenmesi

2.3.5.1 Hesap yöntemleri

Binaların performanslarını tespit etmek için doğrusal hesap yöntemleri olarak “Eşdeğer Deprem Yüğü” ve “Mod Birleştirme” yöntemleri kullanılmaktadır. “Eşdeğer Deprem Yüğü”nün uygulanabileceği binalar ve bu binalarda deprem tasarım sınıfı (DTS) değerlerine göre müsaade edilen bina yükseklik sınıfı (BYS) Çizelge 2.18’de belirtilmektedir. “Mod Birleştirme” uygulanan deprem yönü ve doğrultusuyla uyumlu eleman kapasitelerinin ve iç kuvvetlerinin hesabında, aynı doğrultuda hâkim modda tespit edilen iç kuvvet doğrultuları dikkate alınmaktadır (TDY, 2018).

Çizelge 2.18. Eşdeğer deprem yükünün kullanılabilceği binalar (TDY, 2018)

Bina Cinsi	Müsaade Edilen Yükseklik Sınıfı	
	DTS = 1, 1a, 2,	DTS = 3, 3a, 4,
Tüm katlarda burulma düzensizliği katsayısının $\eta_{bi} \leq 2.0$ şartını sağladığı, ayrıca B2 türü (Komşu Katlar Arası Rijitlik Düzensizliği-Yumuşak Kat) düzensizliğinin bulunmadığı binalar	BYS ≥ 4	BYS ≥ 5
Diğer binalar	BYS ≥ 5	BYS ≥ 6

* η_{bi} : i'inci kattaki burulma düzensizlik katsayısı, BYS: Bina yükseklik sınıfı, DTS: Deprem tasarım sınıfı.

TDY-2018 yönetmeliğinde DTS değerleri, Çizelge 2.16'da tanımlanan bina kullanım sınıflarına ve 50 yılda aşılma olasılığı %10 olan deprem yer hareketi düzeyi için TDY-2018 yönetmeliği 2.3.2.2 maddesinde tanımlanan Kısa Periyot Tasarım Spektral İvme Katsayısı'na bağlı olarak Çizelge 2.19'a göre belirlenmektedir. Bu çizelgede belirlenen deprem tasarım sınıflarına göre eşdeğer deprem yükünün kullanılabilceği binalar belirlenmektedir. Deprem kuvvetleri etkisine göre tasarımda binalar yükseklikleri bakımından bina yükseklik sınıfı (BYS) olarak 8 sınıfta toplanmıştır. Bu sınıflara giren binalar için TDY-2018 yönetmeliğinin 3.3.1.3 maddesi dikkate alınarak tanımlanan bina yükseklik aralıkları, Çizelge 2.19'daki DTS'ye bağlı olarak Çizelge 2.20'de verilmiştir (TDY, 2018).

Çizelge 2.19. Deprem tasarım sınıfları (DTS) (TDY, 2018)

DD-2 Deprem Yer Hareketi Düzeyinde Kısa Periyot Tasarım Spektral İvme Katsayısı (S_{DS})	Bina Kullanım Sınıfı	
	BKS = 1	BKS = 2, 3
$S_{DS} < 0.33$	DTS = 4a	DTS=4
$0.33 \leq S_{DS} < 0.50$	DTS = 3a	DTS=3
$0.50 \leq S_{DS} < 0.75$	DTS = 2a	DTS=2
$0.75 \leq S_{DS}$	DTS = 1a	DTS=1

* BKS: Bina kullanım sınıfı, DTS: Deprem tasarım sınıfı.

Çizelge 2.20. Deprem tasarım ve bina yükseklik sınıflarına göre yükseklik aralıkları (TDY, 2018)

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

*BYS: Bina yükseklik sınıfı, DTS: Deprem tasarım sınıfı, H_N : Bina toplam yüksekliği.

2.3.5.2 Betonarme yapı elemanlarının hasar seviyelerinin belirlenmesi

- Betonarme elemanların hasar düzeylerinin doğrusal elastik hesap yöntemleri ile tespitinde kolon, kiriş ve perde eleman kesitlerinin eğilme etki/kapasite oranları (EKO) değerleri kullanılmaktadır.
- Betonarme elemanlar kesme kırılması varsa “gevrek”, eğilme kırılması varsa “sünek” olarak sınıflandırılmaktadır. Betonarme elemanların sünek sınıfta olabilmesi için yukarıda 2.3.2’de belirtilen bilgi düzeyine göre belirlenen mevcut malzeme dayanım değerleriyle hesaplanan V_r değerinin, değerlendirilen elemanın kritik kesitlerinde eğilme kapasitesiyle uyumlu hesap edilen V_e değerince aşılmaması gerekmektedir. Bahsedilen süneklik koşullarını sağlamayan betonarme elemanlar, gevrek olarak sınıflandırılmaktadır.
- Sünek betonarme kesitlerinin deprem altında $R_a = 1$ alınarak hesap edilen toplam kesit momentinin kesit moment kapasitesine bölünmesiyle EKO hesaplanırken uygulanan deprem etkisinin yönü dikkate alınmaktadır.
- Betonarme kiriş-kolon birleşimlerine etki eden kesme kuvvetlerinin tüm sınır durumları için TDY-2018 yönetmeliğinin 7.5.2.2 maddesinde belirtilen dayanımları aşmaması gerekmektedir. Kesme dayanımının aşılması halinde, kiriş-kolon birleşim bölgesi gevrek hasar gören eleman olarak sınıflandırılmaktadır (TDY, 2018).

2.3.5.3 Doğrusal hesap yöntemlerinin kullanım şartları

- BYS'nin 5'ten küçük olması durumunda,
- Binada "B3 türü (taşıyıcı sistemin düşey elemanlarının süreksizliği) düzensizlik" bulunması durumunda,
- Betonarme binalarda, binanın son katı dışındaki katlardan herhangi birinde tüm deprem doğrultuları için deprem yönündeki kirişlerin ortalama EKO değerinin, kolon ve perde sünek elemanların EKO değerlerinin ortalamasından küçük olması durumunda,
- Binanın son katı dışındaki katlardan herhangi birinde, tüm deprem doğrultuları için sünek kolon, perde kesme kuvveti ile ölçeklendirilmiş ortalama EKO değerinin 3'den büyük olması durumunda,
- Binanın son katı dışındaki katlarından herhangi birinde, tüm deprem doğrultularındaki sünek kirişlerin EKO değerleri ortalamasının 5'ten büyük olması durumlarında doğrusal hesap yöntemleri kullanılmamaktadır (TDY, 2018).

2.3.6 Şekil değiştirme sınırları

2.3.6.1 Betonarme elemanların şekil değiştirme ve plastik dönme sınırları

- Donatı çeliği ve betonun TDY-2018 yönetmeliğinin 4.5.4 maddesine göre elde edilen birim şekil değiştirme kapasiteleri ile birim şekil değiştirme talepleri karşılaştırılarak kesit düzeyinde taşıyıcı sistem performansı belirlenmektedir.
- TDY-2018 yönetmeliğinin 5.8.1 maddesinde, plastik şekil değiştirmelerin olduğu sünek betonarme elemanlar için değişik kesit hasar sınırlarına göre müsaade edilen plastik dönme üst sınırları ve birim şekil değiştirmeler tanımlanmaktadır (TDY, 2018).

2.3.7 Mevcut binaların performans düzeyinin belirlenmesi

2.3.7.1 Mevcut binaların hedeflenen performans düzeyleri

Deprem düzeyleri ve bu düzeylerde mevcut binaların performanslarının belirlenmesinde dikkate alınacak asgari performans hedefleri Çizelge 2.21 ve Çizelge 2.22’de görülmektedir (TDY, 2018). Bu çizelgelerde verilen Deprem Düzeyi-1 (DD-1); spektral büyüklüklerin 50 yılda aşılma ihtimali %2 ve buna karşılık gelen yinelenme aralığının 2475 yıl olduğu çok seyrek deprem hareketini, Deprem Düzeyi-2 (DD-2); spektral büyüklüklerin 50 yılda aşılma ihtimali %10 ve buna karşılık gelen yinelenme aralığının 475 yıl olduğu seyrek deprem hareketini, Deprem Düzeyi-3 (DD-3); spektral büyüklüklerin 50 yılda aşılma ihtimali %50 ve buna karşılık gelen yinelenme aralığının 72 yıl olduğu sık deprem hareketini, Deprem Düzeyi-4 (DD-4); spektral büyüklüklerin 50 yılda aşılma ihtimali %68 (30 yılda aşılma olasılığı %50) ve buna karşılık gelen yinelenme aralığının 43 yıl olduğu çok sık deprem hareketini ifade etmektedir (TDY, 2018).

Çizelge 2.21. Mevcut betonarme binaların deprem tasarım sınıflarına göre performans hedefleri ve değerlendirme yaklaşımları, $BYS \geq 2$ (TDY, 2018)

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

*DD: Deprem Düzeyi, KH: Kontrollü hasar, SH: Sınırlı hasar, ŞGDT: Şekildeğiştirmeye göre değerlendirme ve tasarım.

Çizelge 2.22. Mevcut betonarme binaların deprem tasarım sınıflarına göre performans hedefleri ve değerlendirme yaklaşımları, $BYS=1$ (TDY, 2018)

Deprem Düzeyi	DTS = 1, 2, 3, 3a, 4, 4a		DTS = 1a, 2a	
	Normal Performans	Değerlendirme / Tasarım Yaklaşımı	İleri Performans	Değerlendirme / Tasarım Yaklaşımı
DD-4	KK	DGT		
DD-3	-	-	SH	ŞGDT
DD-2	KH	DGT	KH	DGT
DD-1	GÖ	ŞGDT	KH	ŞGDT

* DD: Deprem Düzeyi, DGT: Dayanıma göre tasarım, GÖ: Göçme öncesi hasar, KH: Kontrollü hasar, KK: Kesintisiz kullanım, SH: Sınırlı hasar, ŞGDT: Şekildeğiştirmeye göre değerlendirme ve tasarım.

Yığma binaların ise DD-2 deprem etkisi altında *Kontrollü Hasar* (KH) performansını sağlaması gerekmektedir (TDY, 2018).

2.3.7.2 Mevcut binaların deprem performansı

Deprem altında binalarda oluşması öngörülen hasarların durumu binaların performansı ile ilişkili olup, binalarda “Sınırlı Hasar, Kontrollü Hasar, Göçmenin Önlenmesi ve Göçme” olmak üzere dört farklı hasar durumu tanımlanmaktadır. Yukarıda 2.3.5’te belirtilen hesaplamalar ile 2.3.6’da belirtilen şekildeğiştirme sınır durumlarına göre elemanın performansına karar verilerek, binanın hangi performans düzeyinde olduğuna karar verilmektedir (TDY, 2018).

Mevcut betonarme binalarda katlardan herhangi birinde, uygulanan tüm deprem doğrultuları için yapılan ayrı ayrı hesaplamalar neticesinde kirişlerin maksimum %20’si “Belirgin Hasar Bölgesi”nde ve diğer taşıyıcı elemanların hepsi “Sınırlı Hasar Bölgesi”nde ise varsa gevrek hasar gören elemanların güçlendirilmeleri şartıyla binanın “Sınırlı Hasar Performans Düzeyi”nde olduğu değerlendirilmektedir (TDY, 2018).

Mevcut binanın gevrek hasar gören elemanları varsa, bu elemanların güçlendirilmeleri koşuluyla aşağıdaki şartları sağlayan binaların “Kontrollü Hasar Performans Düzeyi”nde olduğu değerlendirilmektedir.

- Mevcut betonarme binalarda katlardan herhangi birinde, uygulanan tüm deprem doğrultuları için yapılan ayrı ayrı hesaplamalar neticesinde, yatay yük taşımayan kirişler haricindeki kirişlerin en fazla %35’i ile perde ve kolonların bir kısmı “İleri Hasar Bölgesi”ne geçebilmektedir. Katların her birinde “İleri Hasar Bölgesi”nde kalan kolon ve perdelerin toplam kesme kuvvetleri, aynı kattaki kolon ve perdelerce taşınan kesme kuvvetlerine toplam katkısının %20’yi geçmemesi, son katta ise “İleri Hasar Bölgesi”ndeki kolon ve perdelerin toplam kesme kuvvetlerinin, aynı kattaki tüm kolon ve perdelerce taşınan kesme kuvvetlerine katkısının %40’ı geçmemesi gerekmektedir.
- Mevcut binadaki diğer taşıyıcı betonarme elemanların tamamı “Sınırlı Hasar Bölgesi” ya da “Belirgin Hasar Bölgesi”nde olması gerekmektedir. Ancak, katlardan herhangi birinde üst ve alt her ikisinde birden “Belirgin Hasar Sınırı”nı

aşmış kolon ve perdelerce taşınan toplam kesme kuvvetlerinin, aynı kattaki kolonların tamamınca taşınan kesme kuvvetine oranının %30'u geçmemesi gerekmektedir (TDY, 2018).

Mevcut binanın gevrek hasar gören bütün elemanlarının Göçme Bölgesi'nde olduğunun belirlenmesi şartıyla, aşağıda belirtilen şartları sağlayan binaların "Göçmenin Önlenmesi Performans Düzeyi"nde olduğu değerlendirilmektedir.

- Mevcut betonarme binalarda katlardan herhangi birinde, uygulanan tüm deprem doğrultuları için yapılan ayrı ayrı hesaplamalar neticesinde, yatay yük taşımayan kirişler haricindeki kirişlerin en fazla %20'si "Göçme Bölgesi" olması gerekmektedir.
- Diğer taşıyıcı betonarme elemanların hepsi "Sınırlı Hasar Bölgesi, Belirgin Hasar Bölgesi veya İleri Hasar Bölgesi"nde kalıp, katlardan herhangi birinde üst ve alt kesitlerinin her ikisinde birden "Belirgin Hasar Sınırı" aşılacak kolon ve perdelerce taşınan kesme kuvvetlerinin, aynı kattaki tüm kolon ve perdeler tarafından taşınan kesme kuvvetine oranının %30'u geçmemesi gerekmektedir.
- Göçmenin önlenmesi performans düzeyindeki mevcut binanın kullanımı can güvenliği bakımından sakıncalı olarak değerlendirilmektedir (TDY, 2018).

Eğer mevcut betonarme binalar "Göçmenin Önlenmesi Performans Düzeyi" koşullarını taşıyorsa "Göçme Durumu"ndadır ve mevcut betonarme binaların kullanımı can güvenliği bakımından sakıncalı olarak değerlendirilmektedir (TDY-2018).

2.3.7.3 Mevcut yığma binaların deprem performansı

Mevcut yığma binaların performans düzeylerine, yukarıda 2.3.2'de yapılan incelemelere ek olarak TDY-2018 yönetmeliğinin 11'inci bölümüne göre yapılan hesaplamalar neticesinde karar verilmektedir.

- Binanın "Sınırlı Hasar Performans Düzeyi"ni sağlaması için her iki doğrultudaki bütün duvarlarının kesme kuvveti dayanımı, deprem altında oluşan kesme kuvvetlerini karşılaması gerekmektedir.

- Yığma binanın katlarından herhangi birinde uygulanan deprem doğrultusunda yukarıdaki durumu sağlamayan duvarların kat kesme kuvvetine oranı %40 değerinden düşükse yığma binanın “Kontrollü Hasar Performans Düzeyi”nde olduğu değerlendirilmektedir.
- Bu değer %40’dan büyük olması halinde ise yığma binanın “Göçme Durumu”nda olduğu değerlendirilmektedir (TDY, 2018).

2.4 Yapılmış Çalışmalar

Uygun ve Celep (2007), mevcut betonarme bir binanın deprem güvenliğini TDY-2007 yönetmeliğine doğrusal, doğrusal olmayan statik ve dinamik hesap yöntemleri ile irdelemişlerdir. Her üç yöntemden de elde ettikleri sonuçları karşılaştırmışlardır. Yazarlar, doğrusal ve doğrusal olmayan hesap yöntemlerinden buldukları kesit hasar bölgelerinin hemen hemen aynı olduğunu belirtmişlerdir. Bu iki yöntemden elde ettikleri kesit sonuçlarındaki değişikliğin genellikle bir hasar bölgesi kadar olduğunu ifade etmişlerdir. Ancak, bu iki yöntemden elde ettikleri sonuçlara göre, doğrusal olmayan dinamik hesap yöntemiyle elde ettikleri sonuçların çok farklı olduğunu ifade etmişlerdir. Doğrusal olmayan dinamik yöntem ile diğer iki yöntemin değişiklik gösterdiği kesitlerdeki değişimin genellikle iki hasar bölgesini aştığını ifade etmişlerdir. Buna ilaveten, doğrusal olmayan statik yöntemle hesaplanan kesit hasar bölgelerinin genel olarak doğrusal hesap yönteminden daha uygun sonuçlar verdiğini belirtmişlerdir. TDY-2007 yönetmeliğine göre tasarlanan mevcut binanın çerçeve taşıyıcı sisteminin deprem yükleri altında “Can Güvenliği Performans Seviyesi” sınırları içinde olduğunu ifade etmişlerdir. Ancak, doğrusal olmayan dinamik yöntemle hesapladıkları sonuçların mevcut binanın çerçeve taşıyıcı sisteminin “Can Güvenliği Performans Seviyesi” sınırlarını sağlamadığını ifade etmişlerdir.

Büyükçapar (2008) çalışmasında, mevcut betonarme bir yurt binasının TDY-2007 yönetmeliğine göre performans değerlendirmesi yapmıştır. Mevcut yapıdan toplanan bilgilere göre binanın taşıyıcı sistem rölevesini çıkarmış ve malzeme dayanımlarını belirlemiştir. Bu bilgiler ışığında doğrusal olmayan elastik eşdeğer deprem yükü yöntemini kullanarak yapının itme analizini gerçekleştirmiştir. Bu analiz sonucunda mevcut yapının TDY-2007 yönetmeliğine göre deprem performansını yetersiz bulmuştur ve mevcut yurt binasının güçlendirilmesi gerektiğini belirtmiştir.

Gültekin (2008) çalışmasında, beş katlı bir bina üzerinde Eşdeğer Deprem Yüğü ve Mod Birleştirme Yöntemlerini Sta4CAD ve IdeStatik programlarında kullanarak analizler gerçekleştirmiştir ve bu programlardan elde ettiği sonuçları uluslararası geçerliliğı olan ETABS programından elde ettiği sonuçlar ile karşılaştırmıştır. Çalışmada, Sta4CAD programı ile ETABS programından elde edilen sonuçların uyumlu olduğu IdeStatik programı ile ETABS programından elde edilen sonuçların uyumsuz olduğunu belirtmiştir. Daha sonra Sta4CAD programı ile bir okul binasının deprem etkisi altında yeterli olup olmadığını analiz etmiştir. Bu analiz sonucunda okul binasının güçlendirilmesi gerektiğini belirtmiştir. Çalışmada, mevcut bina performansının değerlendirilmesi için etki/kapasite oranlarının ve mevcut malzeme dayanımlarının doğruya yakın bir şekilde belirlenmesinin önemli olduğunu belirtmiştir.

Başara (2010) çalışmasında TDY-2007 yönetmeliğindeki düzensizlikleri ve mevcut binaların değerlendirilmesi konusunu incelemiştir. Model olarak oluşturduğu zeminle birlikte 4 katlı 6 farklı betonarme binada, burulma düzensizliğı meydana getirmiştir. Daha sonra İdeStatik programında doğrusal elastik analiz yöntemlerinden biri olan mod birleştirme yöntemini kullanarak bu binaların kolon, perde, kiriş, kat ve yapı performanslarını belirlemiştir. Yapı modellerinin TDY-2007 yönetmeliğinde belirtilen performans değerlerinden göçme öncesi performans düzeyinde olduğunu ifade etmiştir. Genellikle kirişlerde can güvenliğı performans düzeyinin sağlandığını ifade etmiştir. Ancak kolonların göçme öncesi performans düzeyinde olduğunu ve arzu edilen kat performans ve bina performans düzeyine ulaşamadığını belirtmiştir.

İlki ve Celep (2011) çalışmalarında betonarme yapıların deprem güvenliğini incelemiştirlerdir. TDY-2007 yönetmeliğine göre mevcut binaların deprem güvenliğinin tespit edilmesine ilişkin yöntemleri çalışmada kısaca özetlemiştirlerdir. Bu yöntemleri başka yönetmeliklerde verilen yaklaşımlarla karşılaştırmışlardır. Deprem etkisinin tanımlanmasındaki eksikliklere ve deprem etkisi altındaki taşıyıcı sistemde meydana gelen kuvvetlerin ve şekil değıştirmelerin hesaplamasındaki ve bunların sınır değerlerinin belirlenmesindeki belirsizlikleri vurgulamışlardır.

Dinçer (2012) çalışmasında performansa dayalı tasarım metodu ile okul olarak kullanılacak 4 katlı bir betonarme binanın performans düzeyini TDY-2007 yönetmeliğine göre belirlemiştir. 4 katlı okul binasının taşıyıcı sisteminin, TDY-2007

yönetmeliğine göre tasarım ve şiddetli deprem için hedeflenen performans düzeyini sağlayamadığını ve yapının güçlendirilmesi gerektiğini belirtmiştir. Eski yönetmeliklere göre tasarlanmış ve yapılmış mevcut binaların yeni yönetmeliklere göre güvenli olmadığını ifade etmiştir. Dahası bu binaların çoğunun C18'den düşük beton dayanımına ve S220 sınıfı donatıya sahip olduğunu belirtmiştir. Bundan dolayı bu binaların zaman kaybetmeden deprem performans düzeylerinin belirlenmesi gerektiğini ve güçlendirilmesi gereken binaların güçlendirilerek gerekli performans düzeyine getirilmesi gerektiğini ifade etmiştir. Bu güçlendirme sonucunda da meydana gelebilecek herhangi bir depremde can kaybının en aza indirilmesinin önemli olduğunu ifade etmiştir.

Ergün vd. (2012a) çalışmalarında bodrum, zemin ve 5 kattan oluşan Afyonkarahisar hükümet binasının simetrik H1 ve H3 bloklarını TDY-2007 yönetmeliğine göre deprem performansını incelemişlerdir. Hükümet konağının mevcut durumuyla düşey yükleri taşıdığını belirtmişlerdir. Ancak, bu konağın mevcut durumuyla 50 yılda aşılma ihtimali %10 olan şiddetli depremin deprem yüklerinde “Hemen Kullanım” ve 50 yılda aşılma ihtimali %2 olan şiddetli depremin deprem yüklerinde “Can Güvenliği” performans düzeyinin sağlamadığını belirtmişlerdir. TDY-2007 yönetmeliğine göre gerekli deprem performansının sağlanabilmesi için hükümet konağının güçlendirilmesi gerektiğini belirtmişlerdir.

Ergün vd. (2012b) çalışmalarında Afyonkarahisar'da bulunan mevcut bir betonarme hastane binasını deprem etkilerine karşı incelenmişlerdir. Hastane binasının mevcut durumuyla düşey yükleri taşıdığını belirtmişlerdir. Ancak, bu hastane binasının mevcut haliyle 50 yılda aşılma ihtimali %10 olan şiddetli depremin deprem yüklerinde “Hemen Kullanım” ve 50 yılda aşılma ihtimali %2 olan şiddetli depremin deprem yüklerinde “Can Güvenliği” performans düzeyinin sağlamadığını ortaya çıkarmışlardır. Deprem etkisinden dolayı meydana gelen yatay yüklere karşı yetersizliğin giderilmesi gerektiğini ve olası bir deprem sonrası hemen kullanılabilmesi için taşıyıcı sisteminin tamamının güçlendirilmesi gerektiğini belirtmişlerdir.

Tekeli vd. (2013) riskli binaların değerlendirilmesi üzerine bir çalışma yapmışlardır. Mevcut binaların riskli durumda olanlarının belirlenmesinin ve bu binalarla ilgili gerekli tedbirlerin alınmasının önemli olduğunu belirtmişlerdir. Riskli binaların belirlenmesi ve

değerlendirilmesi için TDY-2007 yönetmeliğindeki esaslar çerçevesinde, doğrusal elastik değerlendirme yöntemini kullanarak kat sayısı, açıklık mesafesi, açıklık sayısı, beton basınç dayanımı, donatı akma gerilmesi ve sargılama durumu farklı olan model binalar oluşturulmuşlar ve bu binaların deprem güvenliğini incelemiştir. Riskli binaların belirlenmesi için elde ettikleri deprem güvenliği sonuçlarını değerlendirerek bir yaklaşım sunmuşlardır. Önerdikleri bu yaklaşımı mevcut altmış adet betonarme binada denemişlerdir. Önerilen yaklaşım ile bu binalardan elde edilen sonuçlar ile TDY-2007 yönetmeliğindeki esaslara göre elde edilen sonuçlar karşılaştırılmış ve yöntemin etkinliğini irdelemiştir. Önerilen yaklaşımın riskli binaların öncelikle belirlenmesinde kullanılabileceğini belirtmişlerdir.

Vulaş (2014) çalışmasında, mevcut betonarme binalar için Hızlı Performans Değerlendirme Yöntemi ile TDY-2007 ve RBTE-2013 yönetmeliklerini karşılaştırmıştır. Dahası belirlediği 9 farklı binanın performans değerlendirmesini PERA yöntemine, Sta4CAD programın ile TDY-2007 yönetmeliğine ve RBTE-2013 yönetmeliğine göre yapmış ve sonuçları karşılaştırmıştır. Karşılaştırma sonuçlarında Hızlı Performans Değerlendirme Yöntemi ile TDY-2007 yönetmeliği sonuçlarının birbiri ile uyumlu olduğunu ifade etmiştir.

Aysan (2014) tez çalışmasında, betonarme ve yığma yapılar için RBTE-2013 ve TDY-2007 yönetmeliklerinin teorideki ve uygulamadaki farklılıklarını incelemiştir. TDY-2007 yönetmeliğinin daha çok güçlendirme hedeflediğini, RBTE-2013 yönetmeliğinin ise riskli bina belirlemede kullanıldığını güçlendirme için herhangi bir performans seviyesi tanımlamadığını belirtmiştir. Dahası, TDY-2007 yönetmeliğine göre daha ayrıntılı röleve yapılması gerektiğini, RBTE-2013 yöntemde kullanılan elastik yöntemin daha gerçekçi hasar sınır değerler verdiğini ifade etmiştir. Buna ilaveten, riskli bina tespiti hususunda, RBTE-2013 yönetmeliğine göre TDY-2007 yönetmeliğinin pratik bir yöntem olmadığını, ancak daha ayrıntılı inceleme gerektiren yapılar ve güçlendirilmesi gereken yapılar için geçerliliği olan tek yönetmelik olduğunu belirtmiştir. Deprem riskinin tespiti için RBTE-2013 yönetmeliğinin 8 kata kadar olan konut türü binalarda uygulamasının kolay olduğunu ve ekonomik olduğunu ifade etmiştir.

Özkaratay (2014) çalışmasında, 1999 yılında Düzce depreminde yıkılmış bir binayı TDY-2007, RBTE-2013 yönetmelikleri ve P25 (Gülay vd. 2008) yöntemi ile deprem

güvenliği bakımından incelemiştir. Bu yönetmeliklerden ve yöntemden elde ettiği sonuçları 1999 Düzce depreminden yıkılmış olan 6 katlı binanın davranışıyla karşılaştırmıştır. Yönetmelikler ve yöntemden elde edilen sonuçların birbiri ile uyumlu olduğunu ve gerçeği yansıttığını ifade etmiştir. Dahası, projede verilen değerine göre incelemede düşük olarak belirlenen basınç dayanımı değerinin artırılması ve tasarıma göre uyulması gereken etriye sıklaştırmasının yapılması halinde yapı riskinin nasıl değiştiğini RBTE-2013 yönetmeliği ve P25 yöntemi ile yeniden irdelemiştir. Buradaki basınç dayanımı değerinin artırılması ve etriye sıklaştırmasının TDY-2007 yönetmeliğindeki minimum şartlara göre yapıldığını belirtmiştir. Gerçek durumda, binanın yani belirlenen gerçek basınç dayanımı ve etriye aralıkları değerlerinde TDY-2007 yönetmeliğine göre göçme durumunda olduğunu, RBTE-2013 yönetmeliğine göre riskli olduğunu, P25 yöntemine göre 25 puan-riskli olduğunu belirtmiştir. İyileştirme durumunda ise binanın yani TDY-2007 yönetmeliğine göre belirlenen basınç dayanımı ve etriye aralıkları değerlerinde ise TDY-2007 yönetmeliğine göre irdelemediğini, RBTE-2013 yönetmeliğine göre riskli olduğunu, P25 yöntemine göre 47 puan-düşük riskli olduğunu belirtmiştir.

Bayraktargil (2015) çalışmasında, RBTE-2013 yönetmeliği ile TDY-2007 yönetmeliğinin birbiriyle uyumunu karşılaştırmak için yapı özellikleri ve kat sayısı birbirinden farklı olan 8 tane betonarme çerçeveyi ve 1 tane betonarme yapıyı incelemiştir. Bu yapıların deprem etkisi altındaki performanslarını RBTE-2013 yönetmeliğindeki esasları kullanarak, TDY-2007 yönetmeliğinin 7. bölümünde açıklanan doğrusal elastik yöntemi kullanarak ve doğrusal olmayan elastik yöntemde statik itme analizi yöntemini kullanarak belirlemiştir. Bu yapıların tümünü RBTE-2013 yönetmeliğine göre riskli veya risksiz olarak belirlemiştir. TDY-2007 yönetmeliğine göre ise doğrusal elastik yöntemde göçme bölgesi performans düzeyinde, doğrusal olmayan elastik yöntemde göçme öncesi performans düzeylerinde olduklarını belirlemiştir. Bu yapıların deprem performanslarını incelediğinde farklı hesap yöntemleri kullanılmasına rağmen genellikle benzer sonuçların gözlemediğini ve hesap yöntemleri arasında uyum olduğunu ifade etmiştir.

Tozlu (2015) çalışmasında, kentsel dönüşümü için çıkarılan 6306 (6306, 2012) sayılı kanun kapsamında dönüştürülecek olan yaklaşık 550 hektarlık alandaki tüm binaların, yine bu kanun kapsamında “Binaların Bölgesel Deprem Risk Dağılımını Belirlemek

İçin Kullanılabilecek Yöntemler” başlığı altında belirlenen hızlı tarama yöntemi ile irdelenmiş ve riskli binaların dağılımını tespit etmek için bir araştırma yapmıştır. Bu çalışmada alandaki tüm binaları, hızlı tarama yöntemiyle incelemiş elde ettiği sonuçları değerlendirmiştir. Yaptığı çalışma sonucunda ulaşılması hedeflenen durumu da göz önünde bulundurarak kullanılan yöntemin eleştirisini yapmıştır. Mevcut betonarme binalar için sunulan veri toplama formunun veri içeriğinin sokak taramasına uygun olduğunu belirtmiştir. Ancak, inceleme sırasında sağlıklı ve doğru veri toplanabilmesi için bazı ifadelerin net olarak anlaşılır olması gerektiğini, bazı şekil ile desteklenen örneklere ihtiyaç duyulduğu ve bazı durumlar içinde seçeneklerin artırılması gerektiğini ifade etmiştir. Mevcut yığma binalar için sunulan veri toplama formunda gözlemsel taleplere dayalı veriler dışında daha detay veriler istendiğini belirtmiştir.

Orak vd. (2015) çalışmalarında betonarme taşıyıcı elemanlarda performans sınırları üzerine deprem güvenliği incelemesi yapmışlardır. Konut tipi 8 kattan oluşan betonarme bir binanın deprem etkisi altında performansını değerlendirmek için Eurocode 8 (1993), FEMA 356 (1997) ve TDY-2007 yönetmeliklerindeki şekil değiştirme sınır değerlerini göz önünde bulundurarak her iki doğrultuda SAP 2000 (2000) programını göz önünde bulundurarak modellemişler ve analizler yapmışlardır. Özellikle TDY-2007 yönetmeliğindeki her iki değerlendirme sınırlarının birbiri ile uyumlu olduğunu belirtmişlerdir.

Altın Karayahşi (2016) çalışmasında, 15 farklı tipteki kamu binasından alınan veriler doğrultusunda İde-cad betonarme programını kullanılarak modellemeler gerçekleştirmiştir. Gerçekleştirdiği modellemelerde, mevcut bina değerlendirmesi için, TDY-2007 yönetmeliğinin 7. bölümünde “Farklı Deprem Düzeylerinde Binalar İçin Öngörülen Minimum Performans Hedefleri” için belirtilen binanın kullanım amacı ve türüne göre insanların uzun süreli ve yoğun olarak bulunduğu binaları seçmiştir. Bu modellemelerde doğrusal performans analizini ve riskli yapı analizini dört farklı yöndeki deprem etkisi altında gerçekleştirmiştir. Gerçekleştirilen analizlerin karşılaştırılması sonucunda her iki analiz durumunda da hasar gören elemanların birbirine yakın olduğunu ifade etmiştir. Elde ettiği sonuçlara göre kamu binalarının riskli yapı durumunun değerlendirilmesi için RBTE-2013 yönetmeliğinin kullanılabileceğini belirtmişlerdir.

Olbak (2016) çalışmasında, kentsel dönüşümün deneysel verilerine göre doğrusal olmayan analiz yöntemleri ile riskli yapıların tekrar kullanılabilirliğini incelemiştir. Sta4Cad programını kullanarak çok kritik durumda olan binalardan 6 tanesinde TDY-2007 yönetmeliğine göre güçlendirme yapmıştır. TDY-2007 yönetmeliğine göre konut tipi olan bu yapılarda can güvenliği performans seviyesinin sağlanmasını amaçlamıştır. Güçlendirilen yapıların bir kısmında perde, bir kısmında kolonda mantolama, bir kısmında da her ikisini birden uygulayarak can güvenliği performans seviyesine ulaşılmasını sağlamıştır. Yapılan analizlerde güçlendirme yöntemleri kullanılarak gerekli performans seviyelerinin sağladığı durumları güçlendirme yaptığı binalarda gözlemiştir. Kentsel dönüşüm kapsamında her binanın yıkılmasına gerek kalmadan güçlendirme yapılarak sağlam yapıların oturulabileceğini belirtmiştir. Ayrıca güçlendirme yöntemi ile çevre ve insan sağlığı açısından faydalar sağlayabileceğini ifade etmiştir.

Keleşoğlu vd. (2017) çalışmalarında mevcut 5 katlı bir betonarme yapının TDY-2007 yönetmeliğinde sunulan doğrusal eşdeğer deprem yükü yöntemine göre performans değerlendirmesini yapmışlar ve güçlendirme önerisinde bulunmuşlardır. Performans değerlendirmesi aşamasında binadan yerinde toplanan bilgiler ve binanın mevcut projesindeki bilgileri kullanarak Sta4Cad programında modellenmesini yapmışlardır. X ve Y doğrultusundaki deprem etkileri göz önünde bulundurularak yapılan hesaplamalar sonucunda yapının can güvenliği performans seviyesini karşıladığını belirtmişlerdir. Ancak yapının hemen kullanım şartını karşılamadığı için güçlendirilmesi gerektiğini ifade etmişlerdir. Binanın güçlendirme sonrasında TDY-2007 yönetmeliğinde belirtilen can güvenliği performans düzeyini ve hemen kullanım koşullarına uygun bir deprem performansı ortaya koyduğunu ifade etmişlerdir.

BÖLÜM III

YÖNETMELİKLERİN KARŞILAŞTIRMASI

Bu bölümde mevcut riskli yapıların risk durumlarının belirlenmesinde kullanılan TDY-2007, RBTE-2013 ile TDY-2018 yönetmelikleri karşılaştırılmıştır.

Yüksekliği 25 m'den az veya zemin katı döşemesinden itibaren kat sayısı 8'i geçmeyen yapıların risk tespiti Çizelge 3.1'de de belirtildiği gibi RBTE-2013 yönetmeliğine göre analiz edilmektedir. Ancak, RBTE-2013 yönetmeliğinde belirtildiği gibi yüksekliği 25 m'yi veya zemin katı döşemesinden itibaren kat sayısı 8'i geçen yapıların risk tespiti ise Çizelge 3.1'de belirtildiği gibi 01.01.2019 tarihine kadar TDY-2007 ile bu tarihten sonra ise TDY-2018 yönetmeliğine göre analiz edilmektedir.

Çizelge 3.1. Riskli bina tespitinde yönetmeliklerin kullanımı

TDY-2018 ve TDY-2007	RBTE-2013
Bodrum üzerinden yüksekliği 25 m ya da zemin döşemesi dahil 8 katı geçen binalar ile diğer binalar olarak tanımlanan (işyerleri, oteller, endüstri yapıları, konutlar, turistik tesisler, vb.) yapılar dışında kalan mevut binaların risk tespitinde kullanılmaktadır.	Sadece diğer binalar olarak tanımlanan (işyerleri, oteller, endüstri yapıları, konutlar, turistik tesisler, vb.) yapılar kapsamındaki binalar içinde bodrum üzerinden yüksekliği 25 m ya da zemin döşemesi dahil 8 katı geçmeyen binaların risk tespitinde kullanılmaktadır.

Taşıyıcı elemanların kapasiteleri, mevcut yapının malzeme dayanım değerlerinin bilgi düzeyi katsayısı ile çarpılmasından sonra belirlenmektedir. Seçilecek bilgi seviyeleri ve bunlara bağlı katsayılar Çizelge 3.2'de belirtildiği gibi her 3 yönetmelikte de farklılıklar göstermektedir. TDY-2007 yönetmeliğinde 3 farklı bilgi düzeyi ve bunlara bağlı bilgi düzeyi katsayıları, RBTE-2013 ile TDY-2018 yönetmeliklerinde ise 2 farklı bilgi seviyesi ve bunlara bağlı katsayılar Çizelge 3.2'de belirtildiği gibi tanımlanmaktadır. Bilgi düzeyleri, TDY-2007 ile RBTE-2013 yönetmeliklerinde taşıyıcı sistem projesinin olup olmamasına göre, TDY-2018 yönetmeliğinde ise binanın kullanım amacına göre Çizelge 3.2'de belirtildiği gibi seçilmektedir.

Çizelge 3.2. Mevcut bina bilgi düzeyleri ve katsayılarının karşılaştırılması

TDY-2007	RBTE-2013	TDY-2018
Kapsamlı, orta ve sınırlı olmak üzere üç bilgi düzeyi vardır. Taşıyıcı sistem projesi yoksa sınırlı bilgi düzeyi, taşıyıcı sistem projesi var/yok orta bilgi düzeyi, taşıyıcı sistem projesi varsa kapsamlı bilgi düzeyi.	Kapsamlı ve asgari ve olmak üzere iki bilgi düzeyi vardır. Taşıyıcı sistem projesi yoksa asgari bilgi düzeyi, taşıyıcı sistem projesi varsa kapsamlı bilgi düzeyi.	Kapsamlı ve sınırlı olmak üzere 2 bilgi düzeyi vardır. Kapsamlı bilgi düzeyi Çizelge 2.16'daki BKS=1,2 için, sınırlı bilgi düzeyi sadece BKS=3 için, kullanılmaktadır.
Kapsamlı bilgi düzeyi katsayısı 1.00, orta bilgi düzeyi katsayısı 0.90, sınırlı bilgi düzeyi katsayısı 0.75'dir.	Kapsamlı bilgi düzeyi katsayısı 1.00, asgari bilgi düzeyi katsayısı 0.90'dır.	Kapsamlı bilgi düzeyi katsayısı 1.00, sınırlı bilgi düzeyi katsayısı 0.75'dir.

Mevcut binanın mimari ve statik rölevesi Çizelge 3.3'te belirtildiği gibi TDY-2007 ile TDY-2018 yönetmeliklerine göre her kat için ayrı ayrı çalışma yapılarak hazırlanırken, RBTE-2013 yönetmeliğine göre yanal ötelenmesi zemin tarafından tutulmamış ya da rijitliği diğer katlara oranla çok küçük olan en alt bina katı olarak tanımlanan kritik kata göre belirlenmesi yeterli olmaktadır.

Çizelge 3.3. Bina geometrik özelliklerinin belirlenmesine ilişkin karşılaştırma

TDY-2007 ve TDY-2018	RBTE-2013
Bütün katların mimari ve statik rölevesinin çıkarılması gerekmektedir.	Sadece kritik katın mimari ve statik rölevesinin çıkarılması yeterlidir.

Mevcut donatılar Çizelge 3.4'te belirtildiği gibi TDY-2007 ile TDY-2018 yönetmeliklerinde seçilen bilgi düzeyine göre farklılık gösteren oranlarda her katta ayrı ayrı tahribatlı ve tahribatsız yöntemlerle belirlenirken, RBTE-2013 yönetmeliğinde seçilen bilgi düzeylerine göre farklılık göstermeyen oranlarda sadece kritik katta tahribatlı ve tahribatsız yöntemlerle belirlenmektedir. Çizelge 3.4'te belirtildiği gibi TDY-2007 ile TDY-2018 yönetmeliklerinde kolon, perde ve kirişler için donatı tespiti yapıp donatı oranı belirlenirken, RBTE-2013 yönetmeliğinde kirişlerde hesaplanan

donatının bulunduğu kabulüyle kolon ve perdeler için donatı tespiti yapıp donatı oranları belirlenmektedir.

Çizelge 3.4. Betonarme binalarda mevcut donatı tespitinin karşılaştırılması

TDY-2007	RBTE-2013	TDY-2018
<p>Sınırlı bilgi düzeyinde, tüm katlarda minimum birer adet olmak üzere kolon ve perdelerin %10'u ve kirişlerin %5'i sıyrılarak, sıyrılmayan elemanların %20'sinde donatı tespit cihazları ile belirlenmektedir.</p> <p>Orta ve kapsamlı bilgi düzeyinde, tüm katlarda minimum ikişer adet olacak şekilde aynı kattaki kolonların %20'si ve kirişlerin %10'u sıyrılarak, sıyrılmayan elemanların %20'sinde donatı tespit cihazları ile belirlenmektedir.</p>	<p>Belirlenen kritik katta minimum 6 adet olmak üzere kolon ve perdelerin asgari %20'sinin minimum yarısında sıyırma ile, diğer yarısında tahribatsız yöntemlerle tespit edilen sonuçlara göre belirlenmektedir.</p>	<p>Sınırlı bilgi düzeyinde, tüm katlarda minimum birer adet olmak üzere kolon ve perdelerin %5'inde sıyırma ile, sıyrılmayan kolon ve perdelerin %20'sinde donatı tespit cihazları ile belirlenmektedir. Kirişlerde ise sadece düşey yükler altında gerekli miktar dikkate alınmaktadır.</p> <p>Kapsamlı bilgi düzeyinde <i>proje mevcutsa</i> tüm katlarda minimum birer adet olmak üzere kolon ve perdelerin %5'inde sıyırma ile, sıyrılmayan perde ve kolonların %20'sinde ve kirişlerin %10'unda donatı tespit cihazları ile belirlenmektedir.</p> <p>Kapsamlı bilgi düzeyinde <i>proje mevcut değilse</i> tüm katlarda minimum ikişer adet olmak üzere kolon ve perdelerin %10'unda sıyırma ile, sıyrılmayan kolon ve perdelerin %30'unda ve kirişlerin %15'inde donatı tespit cihazları ile belirlenmektedir.</p>

Betonarme binalarda mevcut beton dayanımı Çizelge 3.5'te belirtildiği gibi TDY-2007 ile TDY-2018 yönetmeliklerinde her kattan alınacak karot numunelerine göre tespit edilirken, RBTE-2013 yönetmeliğinde sadece kritik kattan alınacak karot numunelerine göre tespit edilmektedir. Binadan alınacak karot sayısı Çizelge 3.5'te belirtildiği gibi TDY-2007 ile TDY-2018 yönetmeliklerinde bilgi düzeylerine göre farklılıklar gösterirken, RBTE-2013 yönetmeliğinde bilgi düzeylerine bağlı olmayan tek bir kıstasa göre belirlenmektedir. Mevcut beton dayanımı ise Çizelge 3.5'te belirtildiği gibi TDY-2007 yönetmeliğinde alınan karot sonuçlarından elde edilen "ortalama-standart sapma" olarak, RBTE-2013 yönetmeliğinde karot sonuçlarından elde edilen "ortalama*0,85" olarak, TDY-2018 yönetmeliğinde ise karot sonuçlarından elde edilen "ortalama-standart sapma" ile "ortalama*0,85" değerlerinden büyük olanı olarak alınmaktadır.

Çizelge 3.5. Betonarme binalarda mevcut beton dayanımının tespitinin karşılaştırılması

TDY-2007	RBTE-2013	TDY-2018
<p>Sınırlı bilgi düzeyinde, tüm katlardaki perdelerden veya kolonlardan alınan minimum iki adet karot sonuçlarından en düşük olanı mevcut beton dayanımı olarak alınmaktadır.</p> <p>Orta bilgi düzeyinde, binada her katta kolonlardan veya perdelerden minimum üç adet ve toplam dokuz adetten az olmayacak şekilde, her 400 m²'den bir adet alınacak beton numunelerinin deneye tabi tutulmasıyla elde edilen ortalama değerden, numunelerin standart sapma değeri düşülerek hesaplanmaktadır.</p> <p>Kapsamlı bilgi düzeyinde, binada her katta kolonlardan veya perdelerden minimum üç adet ve toplam dokuz adetten az olmayacak şekilde, her 200 m²'den bir adet alınacak beton numunelerinin deneye tabi tutulmasıyla elde edilen ortalama değerden, numunelerin standart sapma değeri düşülerek hesaplanmaktadır.</p>	<p>Mevcut beton dayanımının belirlenmesi için kritik katta asgari 10 adet olacak şekilde perde veya kolonlardan tahribatsız yöntemlerle elde edilen en düşük verilerin alındığı 5 yerden karot alınmaktadır.</p> <p>Eğer, kat alanı 400 m² den büyükse, 400 m²'yi geçen her 80 m² için bir numune sayısı artırılmaktadır.</p> <p>Mevcut beton dayanımı olarak karot sonuçlarından elde edilen ortalama dayanımın % 85'i kullanılmaktadır</p>	<p>Sınırlı bilgi düzeyinde, Tüm katlardaki perdelerden ya da kolonlardan asgari üç tane alınan karotların deney sonuçlarına herhangi bir katsayı uygulanmadan mevcut beton dayanımı belirlenmektedir. Mevcut beton dayanımı, binadan alınan toplam karot sayısı üçse karotlar sonuçlarından en düşük basınç dayanımıdır. Karot adedi üçten fazlaysa mevcut beton dayanımı, karot sonuçlarına göre "ortalama - standart sapma" değeri ile "ortalama değer*0.85" değeri karşılaştırılarak bunlardan büyük olanı olarak alınmaktadır.</p> <p>Kapsamlı bilgi düzeyinde, Perde ve kolonlardan zemin katta minimum üç, diğer katlarda ise minimum iki adet olacak şekilde ve toplamda minimum 9 adet olacak şekilde, her 400 m² alandan bir adet alınan karot sonuçlarına göre mevcut beton dayanımı belirlenmektedir. Mevcut beton dayanımı, karot sonuçlarına göre "ortalama - standart sapma" değeri ile "ortalama değer*0.85" değeri karşılaştırılarak bunlardan büyük olanı olarak alınmaktadır.</p>

Yığma binalarda duvar malzeme özelliklerinin tespiti Çizelge 3.6'da belirtildiği gibi TDY-2007 ve TDY-2018 yönetmeliklerinde her katta gözle ya da deneyle yapılması gerekirken, RBTE-2013 yönetmeliğinde sadece kritik katta gözlemsel yapılması yeterli görülmektedir. Duvar malzeme özelliklerinin tespiti Çizelge 3.6'da belirtildiği gibi TDY-2007 ile TDY-2018 yönetmeliklerinde bilgi düzeylerine göre farklılıklar gösterirken, RBTE-2013 yönetmeliğinde bilgi düzeylerine bağlı olmayan tek bir kıstasa göre belirlenmektedir.

Çizelge 3.6. Yığma binalarda malzeme tespitinin karşılaştırılması

TDY-2007	RBTE-2013	TDY-2018
<p>Sınırlı ve orta bilgi düzeyinde, duvar yüzeyinin bir bölümünün sıvası sıyrılarak gözlemsel olarak tespit edilmektedir.</p> <p>Kapsamlı bilgi düzeyinde, binadan alınan en az 3 adet duvar parçası örneğinden elde edilecek ortalama özellikler mevcut duvar malzemesi özelliği belirlenmektedir.</p>	<p>Mevcut dolgu duvar malzeme özellikleri, duvar üzerindeki sıva kaldırılarak gözlemsel olarak tespit edilmektedir.</p>	<p>Sınırlı bilgi düzeyinde, mevcut dolgu duvar malzeme özellikleri, duvar üzerindeki sıva kaldırılarak gözlemsel olarak tespit edilmektedir.</p> <p>Kapsamlı bilgi düzeyinde, mevcut dolgu duvar malzeme özellikleri, duvar üzerindeki sıva kaldırılarak gözlemsel olarak tespit edilmektedir. Ayrıca, binadan minimum 2 tane duvar parçası alınıp, deneye tabi tutulduktan sonra elde edilecek ortalama değer mevcut duvar malzemesi özelliği olarak kullanılmaktadır.</p>

Hasar sınırları ve hasar bölgeleri Çizelge 3.7’de belirtildiği gibi TDY-2007 ile TDY-2018 yönetmeliklerinde sünek elemanlar için tanımlanmakta, RBTE-2013 yönetmeliğinde ise tanımlanma yapılmamaktadır.

Çizelge 3.7. Mevcut yapı elemanlarında kesit hasar sınırları ve hasar bölgelerinin karşılaştırılması

TDY-2007	RBTE-2013	TDY-2018
<p>Sünek betonarme elemanlar için üç sınır durum tanımlanmaktadır. Bunlar: “Minimum Hasar Sınırı (MN), Güvenlik Sınırı (GV) ve Göçme Sınırı (GÇ)”. Kritik kesitlerindeki hasar MN’nin altında kalan elemanlar “Minimum Hasar Bölgesi”nde, MN ile GV arasındaki elemanlar “Belirgin Hasar Bölgesi”nde, GV ve GÇ arasındaki elemanlar “İleri Hasar Bölgesi”nde, GÇ’yi geçen elemanlar ise “Göçme Bölgesi”nde kalmaktadır.</p>	<p>Yapılan hesaplamalarda elemanlar hesaplanan risk sınırını aşarsa riskli, aşmazsa risksiz olarak sınıflandırılmaktadır.</p>	<p>Sünek elemanlar için “Sınırlı Hasar (SH), Kontrollü Hasar (KH) ve Göçme Öncesi Hasar (GÖ)” olmak üzere üç sınır durum vardır. Kritik kesitlerindeki hasar SH’nin altında kalan elemanlar “Sınırlı Hasar Bölgesi”nde, SH ile KH arasındaki elemanlar “Belirgin Hasar Bölgesi”nde, KH ile GÖ arasındaki elemanlar “İleri Hasar Bölgesi”nde, GÖ’yü geçen elemanlar ise “Göçme Bölgesi”nde yer almaktadır.</p>

TDY-2007 yönetmeliğinde taşıyıcı betonarme sünek elemanlar için “Minimum Hasar Sınırı, Güvenlik Sınırı ile Göçme Sınırı” ve bunlara bağlı olarak “Minimum, Belirgin,

İleri ve Göçme Hasar Bölgeleri” tanımlandığı, TDY-2018 yönetmeliğinde betonarme sünek elemanlar için kesitlerde “Sınırlı Hasar, Kontrollü Hasar ile Göçme Öncesi Hasar” sınıfları ve bunlara bağlı olarak “Sınırlı, Belirgin ve İleri Hasar Bölgeleri” belirlendiği, RBTE-2013 yönetmeliğinde ise taşıyıcı elamanlar için “Riskli ve Risksiz” olarak tanımlandığı Çizelge 3.7’de belirtilmektedir. Yapılan hesaplamalardaki genel ilke ve kurallar Çizelge 3.8’de belirtildiği gibi her 3 yönetmelik için benzerlik göstermektedir. Ancak, etkin eğilme rijitlikleri ve beton elastisite modülü hesaplamalarında farklılıklar bulunmaktadır.

Çizelge 3.8. Genel ilke ve kuralların karşılaştırılması

Benzerlikler	Farklılıklar
Binaların performansı, düşey yükler ve deprem etkileri altında değerlendirilmektedir.	TDY-2007’de etkin eğilme rijitlikleri $(EI)_e$ (a) Kirişlerde: $(EI)_e = 0.40 (EI)_o$ (b) Perde ve kolonlarda, $N_D / (A_c f_{cm}) \leq 0.10$ olması durumunda: $(EI)_e = 0.40 (EI)_o$ $N_D / (A_c f_{cm}) \geq 0.40$ olması durumunda: $(EI)_e = 0.80 (EI)_o$
Deprem hesabında göz önüne alınan kütlelerin hareketli düşey yüklerle uyumlu olması gerekmektedir.	RBTE-2013’te etkin eğilme rijitlikleri $(EI)_e$ (a) Kirişler ve perdelerde: $(EI)_e = 0.30 (E_{cm} I)_o$ (b) Kolonlarda : $(EI)_e = 0.50 (E_{cm} I)_o$
Deprem etkileri binaya her iki doğrultuda ve her iki yönde ayrı ayrı etki ettirilmektedir.	TDY-2018’de etkin eğilme rijitlikleri $(EI)_e$ (a) Perde-Döşeme (Düzlem İçi) (Eksenel / Kayma) Perde: 0.50 / 0.50 Bodrum perdesi: 0.80 / 0.50 Döşeme: 0.25 / 0.25 (b) Perde-Döşeme (Düzlem Dışı) (Eksenel / Kayma) Perde: 0.25 / 1.00 Bodrum perdesi: 0.50 / 1.00 Döşeme: 0.25 / 1.00
Ek dış merkezlik uygulanmamaktadır.	(c) Çubuk Eleman (Eksenel / Kayma) Bağ kirişi: 0.15 / 1.00 Çerçeve kirişi: 0.35 / 1.00 Çerçeve kolonu: 0.70 / 1.00 Perde (eşdeğer çubuk): 0.50 / 0.50
Taşıyıcı sistemlerindeki belirsizlikler, binada yapılan tespitlere göre seçilen bilgi düzeyi ve buna bağlı katsayılarla hesaplara yansıtılmaktadır.	TDY-2007 ile TDY-2018’de beton elastisite modülü $E_{cm} = 3250(f_{cm})^{0.5} + 14000$ MPa RBTE-2013’te beton elastisite modülü $E_{cm} = 5000(f_{cm})^{0.5}$ MPa

RBTE-2013 yönetmeliğinde sadece doğrusal elastik hesap yöntemleri kullanıldığından bu yöntemler üzerinden karşılaştırma yapılmaktadır. Hesaplama yöntemindeki ana

esaslar benzerlik gösterse de, Çizelge 3.9’da belirtildiği gibi DBYHY-2007 ile TDY-2018 yönetmeliklerinde kolon kiriş ve perdeler kırılma/göçme türüne göre gevrek ya da sünek olarak, RBTE-2013 yönetmeliğinde ise kolon ve perdeler kırılma/göçme türüne göre A, B ve C grubu olarak sınıflandırılmaktadır.

Çizelge 3.9. Doğrusal elastik hesap yöntemlerinin karşılaştırılması

TDY-2007 ve TBDY2018	RBTE-2013
<p>Binaların performanslarının belirlenmesinde kullanılacak doğrusal hesap yöntemleri, “Eşdeğer Deprem Yüğü Yöntemi ve Mod Birleştirme”dir.</p> <p>Betonarme elemanlar, eğilme kırılması ise sünek, kesme kırılması ise gevrek olarak sınıflandırılmaktadır. Sünek eleman kesitlerinin deprem altında $R_a=1$ değerine göre hesap edilen toplam kesit momentinin, kesit moment kapasitesine bölünmesi ile etki/kapasite oranı hesaplanmaktadır.</p> <p>Elemanların hangi hasar bölgesinde olduğuna kolon, kiriş ve perde kesitlerinin hesap edilen etki/kapasite oranları, sınır değerlerle değerlendirilerek karar verilmektedir.</p> <p>Değerlendirme bütün katlar için yapılmaktadır.</p>	<p>Binaların performanslarının tespiti için kullanılacak doğrusal hesap yöntemleri, “Eşdeğer Deprem Yüğü Yöntemi ve Mod Birleştirme”dir.</p> <p><i>Kolonlar</i> göçme durumuna göre üç gruba ayrılmaktadır. Eğilme göçmesine A grubu kolonların, eğilme-kesme göçmesine B grubu kolonların ve kesme göçmesine C grubu kolonların uğrayacağı değerlendirilmektedir.</p> <p><i>Perdeler</i> sünek ya da gevrek olarak iki gruba ayrılmaktadır. Bu gruplardan A grubunun eğilme, B grubunun eğilme-kesme veya kesme göçmesine uğrayacağı değerlendirilmektedir.</p> <p>Perde ve kolon kesitlerinin deprem altında hesap edilen kesit momentinin kesit moment kapasitesine bölünmesi ile etki/kapasite oranı (m) hesaplanmakta, betonarme mevcut binalarda taşıyıcı elemanların hasar düzeylerinin belirlenmesinde kullanılmaktadır. Değerlendirilen kat ya da katlardaki perde ve kolon kat öteleme oranı δ/h değerleri ile m değerlerinin, perde ve kolon sınıflarına bağlı olarak kat öteleme oranı sınır değerleri (δ/h)_{sınır} ve risk sınır değerlerinin (m)_{sınır} aşılması halinde elemanın riskli olduğu değerlendirilmektedir.</p> <p>Değerlendirme sadece kritik kat için yapılmaktadır. Ancak, katlardan herhangi birinde riskli olması durumunda bina Riskli olarak değerlendirilmektedir.</p>

Her 3 yönetmelikte de Çizelge 3.9’da belirtildiği gibi kesit momentinin kesit moment kapasitesine oranlanmasıyla bulunan etki/kapasite oranları, sınır değerler ile karşılaştırılmakta, DBYHY-2007 ile TDY-2018 yönetmeliklerine göre elemanların hangi hasar bölgesinde olduğu, RBTE-2013 yönetmeliğinde ise risk sınırını aşp aşmadığı tespit edilmektedir. Değerlendirme Çizelge 3.9’da belirtildiği gibi DBYHY-

2007 ile TDY-2018 yönetmeliklerinde bütün katlar için yapılmakta, RBTE-2013 yönetmeliğinde ise kritik katta yapılmaktadır.

Yığma binalar için TDY-2007 ile TDY-2018 yönetmeliklerinde Çizelge 3.10'da verildiği gibi 3 farklı hasar durumu tanımlanmıştır. Ancak, RBTE-2013 yönetmeliğinde ise Çizelge 3.10'da görüldüğü gibi hasar tanımlaması bulunmayıp riskli olup olmadığı değerlendirilmektedir. Yığma binanın hasar durumu tespiti TDY-2007, TDY-2018 ve RBTE-2013 yönetmeliklerinde belirtilen duvarların kesme dayanımlarına göre belirlenmektedir.

Çizelge 3.10. Mevcut yığma binaların risk durum tespitlerinin karşılaştırılması

TDY-2007	RBTE-2013	TDY-2018
Mevcut yığma binanın her iki doğrultudaki duvarlarının tamamında deprem altında oluşan kesme kuvvetleri kesme dayanımlarını aşmıyorsa, binanın “Hemen Kullanım Performans Düzeyi”ni sağladığı neticesine varılmaktadır. Binada katlardan herhangi birinde uygulanan deprem doğrultusunda yukarıdaki şartı sağlamayan duvarların kat kesme kuvvetine katkısı %20'yi geçmiyorsa bina “Can Güvenliği Performans Düzeyi”nde , bunların dışında ise binanın “Göçme Durumu” ndadır.	Mevcut yığma binaların kritik katındaki taşıyıcı duvarların kesme dayanımı, deprem altında oluşan kesme kuvvetleriyle binanın her iki doğrultuda ayrı ayrı karşılaştırılmaktadır. Dayanımı yetersiz duvarların kat kesme kuvvetine faydası doğrultuların herhangi birinde % 50'yi aşıyorsa bina “Riskli” olarak değerlendirilmektedir.	Mevcut yığma binanın doğrultularının her ikisindeki duvarların tamamının deprem altında oluşan kesme kuvvetleri kesme dayanımlarını aşmıyorsa, binanın “Sınırlı Hasar Performans Düzeyi”ni sağladığı sonucuna varılmaktadır. Yığma binada katlardan herhangi birinde uygulanan deprem doğrultusunda bu şartı sağlamayan duvarların kat kesme kuvvetine katkısı %40'ı geçmiyorsa bina “Kontrollü Hasar Performans Düzeyi”nde , bu durumların haricinde ise binanın “Göçme Durumu” ndadır.

TDY-2007 ile TDY-2018 yönetmeliklerinde kiriş, kolon ve perdelerin bulunduğu hasar bölgesine göre betonarme binalar için 4 farklı hasar durumu tanımlandığı Çizelge 3.11'de verilmiştir. Ayrıca, RBTE-2013 yönetmeliğinde kolon ve perdelerin risk sınırını aşıp aşmadığına göre betonarme binanın riskli olup olmadığının tanımlanması Çizelge 3.11'de verilmiştir.

Çizelge 3.11. Betonarme binalarda hasar durumu ve risk değerlendirmesinin karşılaştırılması

	Hasar Durumu	Risk Değerlendirmesi
RBTE-2013	Riskli ve risksiz değerlendirilmesi yapılmaktadır.	Binanın riskli olarak değerlendirilebilmesi için incelenen katta yükleme altında hesaplanan kolon ve perdelerde eksenel basınç gerilmeleri ortalaması $0.65 f_{cm}$ değerini aşıyorsa, aynı katta herhangi bir kolon veya perde için risk sınırı aşılması gerekmektedir. Ayrıca, hesap edilen kolon ve perde eksenel basınç gerilmesine bağlı olarak belirlenen kat kesme kuvveti oranı sınır değerleri aşıldığında bina Riskli olarak değerlendirilmektedir.
TDY-2007	Hemen Kullanım, Can Güvenliği, Göçme Öncesi ve Göçme olarak dört farklı hasar durumu tanımlanmaktadır.	Göçme öncesi ve göçme performans düzeylerinde binanın kullanımı can güvenliği bakımından sakıncalı görülmektedir. Gevrek olarak hasar gören elemanların “Göçme Bölgesi”nde olduğu kabul edilerek, betonarme binaların katlarından herhangi birinde, uygulanan tüm deprem eksenleri için ayrı ayrı yapılan hesaplamalar neticesinde, yatay yük taşımayan kirişler haricindeki kirişlerin azami %20’si “Göçme Bölgesi”nde; diğer betonarme elemanların tamamı “Minimum Hasar Bölgesi”, “Belirgin Hasar Bölgesi” ya da “İleri Hasar Bölgesi”nde kalmakta olup, katlardan herhangi birinde üst ve alt kesitlerinin ikisinde de “Minimum Hasar Sınırı” aşılan kolonlarca taşınan kesme kuvvetlerinin, aynı kattaki tüm kolonlarca taşınan kesme kuvvetine katkısının %30’u geçmemesi durumlarında binanın “Göçme Öncesi Performans Düzeyi” nde olduğu kabul edilmektedir. Yukarıda belirtilen şartlar sağlanmıyorsa bina Göçme Durumu’ ndadır.
TDY-2018	Sınırlı Hasar, Kontrollü Hasar, Göçmenin Önlenmesi ve Göçme olmak üzere dört farklı hasar durumu tanımlanmaktadır.	Göçmenin önlenmesi ve göçme performans düzeylerinde binanın kullanımı can güvenliği bakımından sakıncalı görülmektedir. Gevrek hasar gören tüm elemanlar Göçme Bölgesi’nde kabul edilerek, betonarme binaların katlarından herhangi birinde, uygulanan tüm deprem eksenleri için ayrı ayrı yapılan hesaplamalar neticesinde, yatay yük taşımayan kirişler haricindeki kirişlerin azami %20’si Göçme Bölgesi’nde; her tüm katlarda “İleri Hasar Bölgesi” ndeki perde ve kolonların kesme kuvvetleri toplamının, kesme kuvvetine toplam katkısının %20’yi, en üst katta ise %40’ı aşmaması; diğer taşıyıcı betonarme elemanlar “Sınırlı Hasar Bölgesi, Belirgin Hasar Bölgesi veya İleri Hasar Bölgesi” nde kalıp, katlardan herhangi birinde üst ve alt kesitlerinin her ikisinde birden “Minimum Hasar Sınırı” aşılan kolon ve perdelerce taşınan kesme kuvvetlerinin, aynı kattaki tüm kolon ve perdeler tarafından taşınan kesme kuvvetine oranının %30’u geçmemesi durumlarında binanın Göçmenin Önlenmesi Performans Düzeyi’ nde olduğu kabul edilmektedir. Yukarıda belirtilen şartlar sağlanmıyorsa bina Göçme Durumu’ ndadır.

Yüksekliği 25 m'den az veya zemin katı döşemesinden itibaren kat sayısı 8'i geçmeyen yapıların riskli olup olmadığı Çizelge 3.12'de belirtildiği gibi RBTE-2013 yönetmeliğine göre performans düzeyi belirlenmeden değerlendirilmektedir. Ancak, yüksekliği 25 m'yi veya zemin katı döşemesinden itibaren kat sayısı 8'i geçen yapıların değerlendirmesi Çizelge 3.12'de belirtildiği gibi TDY-2007 ile TDY-2018 yönetmeliklerine göre farklı performans düzeyleri belirlenip bu performans düzeylerine göre değerlendirilmektedir.

Çizelge 3.12. Binalar için hedeflenen performans düzeylerinin karşılaştırılması

TDY-2007	RBTE-2013	TDY-2018
<p>Diğer binalar olarak tanımlanan (işyerleri, oteller, endüstri yapıları, konutlar, turistik tesisler, vb.) kapsamındaki binalar içinde bodrum üzerinden yüksekliği 25 m ya da zemin döşemesi dahil 8 katı geçen binaların 50 yılda ihtimali olasılığı %10 olan depremlerde “Can Güvenliği Performans Düzeyi”ni sağlayıp sağlamadığı tespit edilmektedir.</p> <p>Diğer binalar olarak tanımlanan (işyerleri, oteller, endüstri yapıları, konutlar, turistik tesisler, vb.) dışındaki yapılar için depremlerde farklı performans düzeyleri hedeflenmektedir.</p>	<p>Diğer binalar olarak tanımlanan (işyerleri, oteller, endüstri yapıları, konutlar, turistik tesisler, vb.) kapsamındaki binalar içinde bodrum üzerinden yüksekliği 25 m ya da zemin döşemesi dahil 8 katı geçmeyen yapıların 50 yılda aşılma ihtimali %10 olan depremlerde riskli olup olmadığı değerlendirilmektedir.</p>	<p>BKS=3 olan diğer binalar kapsamındaki yüksekliği 25 m veya 8 katı geçen yapıların 50 yılda aşılma olasılığının %10 (DD-2) olan depremlerde kontrollü hasar performans düzeyini sağlayıp sağlamadığı değerlendirilmektedir.</p> <p>BKS=1, 2 olan diğer binalar dışındaki yapıların farklı deprem sınıflarına göre farklı performans düzeyini sağlayıp sağlamadığı değerlendirilmektedir.</p>

BÖLÜM IV

YAPI ÖRNEKLERİNİN YÖNETMELİKLERE GÖRE ANALİZİ

Bu çalışmada, yapı örneklerinin analizi TDY-2007, RBTE-2013 ve TDY-2018 yönetmeliklerine göre yapılmıştır. TDY-2007, RBTE-2013 ve TDY-2018 yönetmeliklerine göre risk analizi için kullanılan binalar Niğde ilinde “6306 sayılı Afet Riski Altındaki Alanlar Hakkında Kanun” kapsamında Niğde Çevre ve Şehircilik Müdürlüğünce incelenen riskli binalar arasından seçilmiştir. Burada bulunan dosyalarındaki mevcut bilgilere göre modellenmesi yapılan yapıların risk analizi TDY-2007, RBTE-2013 ve TDY-2018 yönetmeliklerine göre yapılmıştır. Betonarme binalar için Sta4CAD paket programı, yığma bina için ise StatiCAD paket programı kullanılmıştır. Risk analizi için kullanılan kolonsuz ve perdesiz yapı, kolonlu ve perdesiz yapı ile kolonlu ve perdeli yapıların bilgileri Çizelge 4.1’de verilmiştir.

Çizelge 4.1. Risk analizi için kullanılan yapıların bilgileri

	Tanımlama	Adres	Taşıyıcı sistem	Döşeme tipi	Kat sayısı	Yapı yüksekliği (m)
1	Kolonsuz ve perdesiz yapı	Çamardı, Bereketli Mahallesi	Tamamı çerçevesiz	Kirişli plak döşeme	3	8.85
2	Kolonlu ve perdesiz yapı	Merkez Şahinali Mahallesi	Tamamı çerçevesiz	Kirişli plak döşeme	7	19.60
3	Kolonlu ve perdeli yapı	Ulukışla, Çiftehan Köyü	Çerçevesiz ve perdeli	Kirişli plak döşeme	6	20.40

Yukarıda Çizelge 4.1’de tanımlanan yapılar TDY-2007 ve TDY-2018 yönetmeliklerine göre diğer binalar olarak tanımlanan (işyerleri, oteller, endüstri yapıları, konutlar, turistik tesisler, vb.) binalardan olup, RBTE-2013’e göre tanımlanan yükseklikleri 25 m ya da zemin döşemesi üstü kat sayısı 8’i geçmeyen yığma ve betonarme binalardır. Bu yapıların risk tespiti 6306 sayılı Kanun kapsamında Niğde Çevre ve Şehircilik Müdürlüğünce yapılmıştır. Bu yapıların risk tespiti yapıldığı tarihte RBTE-2013 yeni yürürlüğe girmiş, bu yönetmelikte yürürlük tarihinden itibaren 6 ay süreyle hem TDY-2007 hem de RBTE-2013’e göre çalışma yapılabileceği belirtilmiştir. Bu nedenle

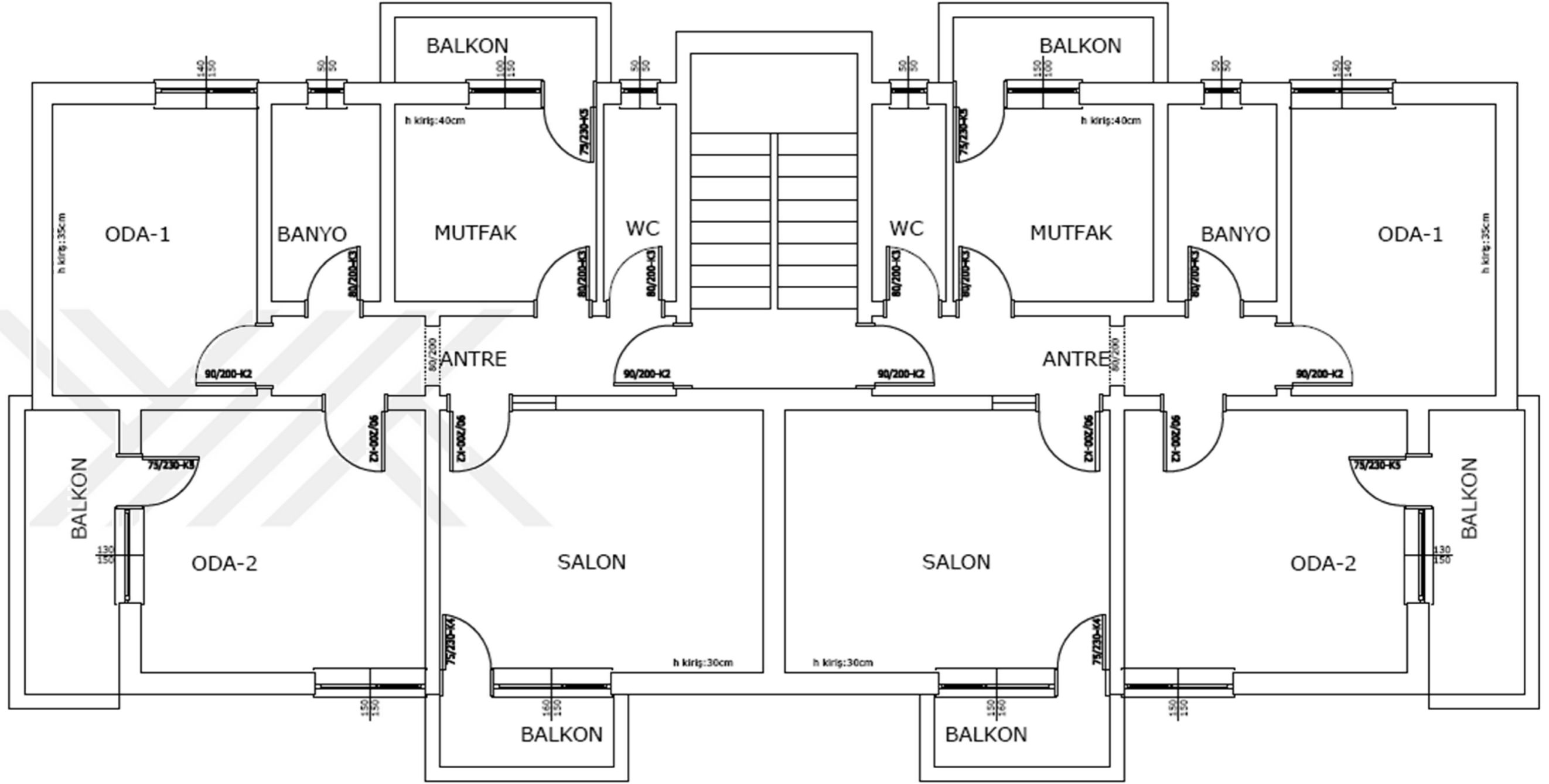
yapıların risk tespiti Niğde Çevre ve Şehircilik Müdürlüğünce sadece TDY-2007 göre yapılmıştır. Bu tarihte RBTE-2013'e göre bu yapıların risk tespiti yapılmamıştır. Bu çalışmada TDY-2007'ye göre risk değerlendirmesi yapılan bu yapıların TDY-2018 ve RBTE-2013 yönetmeliklerine göre de risk değerlendirmesi yapılmış ve her 3 yönetmelikten elde edilen sonuçlar birbirleri karşılaştırılmıştır.

4.1 Kolonsuz ve Perdesiz Yapının Bilgileri

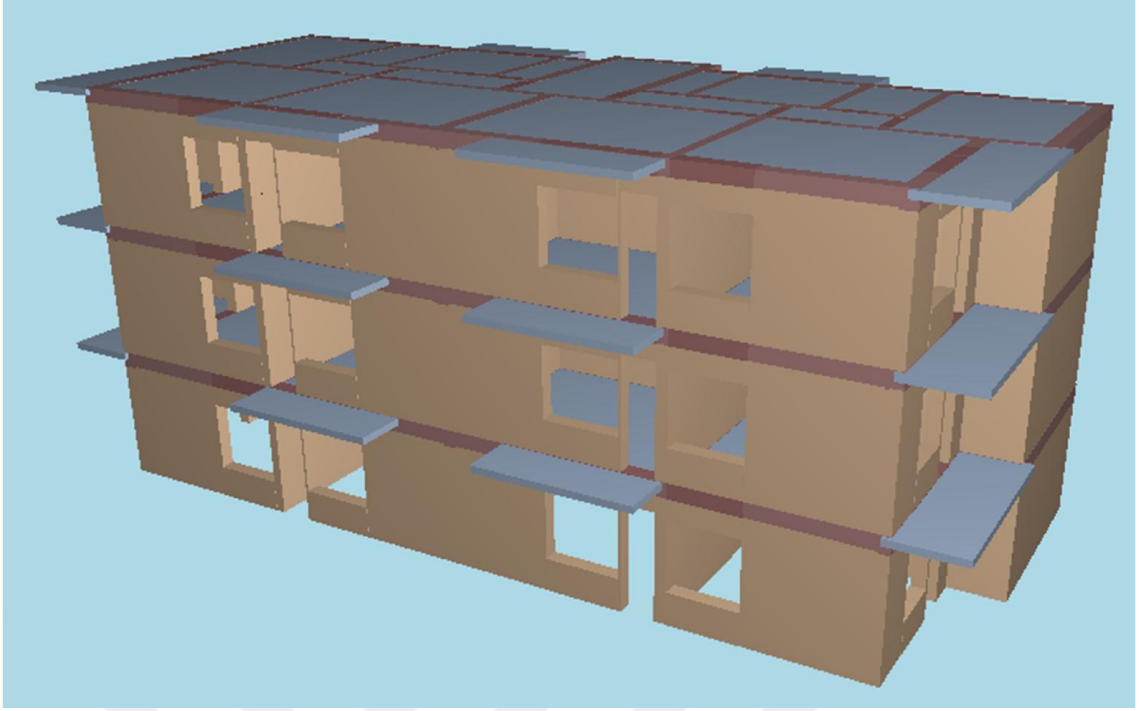
Seçilen yapı Niğde İli, Çamardı İlçesi, Bereketli Mahallesi 20 ada ve 36 parselde kayıtlı bir yapıdır. Bu yapı zemin ve 2 normal kat olmak üzere toplam üç katlı yığma/kâgir bir yapıdır. Binanın bütün katları mesken olarak kullanılmaktadır. Yapı taşıyıcı sistemi yığma duvar ve yatay hatıllardan oluşmaktadır. Yapının döşeme sistemi kirişli plak döşemedir. Yapı planda 20.40 m × 8.40 m boyutlarındadır ve kat yükseklikleri ise 2.95 m'dir. Yapının X yönündeki aks sayısı 17, Y yönündeki aks sayısı 8'dir. Döşeme kalınlıkları 15 cm'dir. Yapının kalıp planları Şekil 4.1'de, oluşturulan modeli ise Şekil 4.2'de verilmiştir (NÇŞM, 2014).

Yapıda taşıyıcı duvar malzemesini belirlemek için binada duvar yüzeylerinin bir kısmı sıyrılarak duvar malzemesinin düşey delikli blok tuğla olduğu tespit edilmiştir. Yapının risk analizinde kullanmak için TS EN 771-1 (2005) standardından duvar birim hacim ağırlığı 930 kg/m^3 olarak ve TDY-2007 yönetmeliğine göre serbest dayanımı bilinmeyen duvarlar için basınç emniyet gerilmesi 0.4 MPa ve çatlama emniyet gerilmesi 0.12 MPa olarak alınmıştır (NÇŞM, 2014).

Zemin durumu ile ilgili RBTE-2013 yönetmeliğinin 3.2.5'inci maddesinde belirtildiği gibi zemin araştırılması yapılmadan bölgesel olarak elde edilen veriler kullanılmıştır. Buna göre zemin emniyet gerilmesi (q_{emn}) 1.0 kg/cm^2 ve etkin yer ivmesi katsayısı (A_0) değeri 0.10 olarak alınmıştır. Zemin C grubu Z3 sınıfında olduğu belirlendiği için analizlerde spektrum katsayısı (T_A) 0.15 ve (T_B) 0.60 olarak alınmıştır (NÇŞM, 2014).



Şekil 4.1. Kolonsuz ve perdesiz yapının kalıp planı (NÇŞM, 2014)



Şekil 4.2. Kolonsuz ve perdesiz yapının modeli (NÇŞM, 2014)

4.1.1 TDY-2007'ye göre kolonsuz ve perdesiz yapının analizi

Kolonsuz ve perdesiz olarak değerlendirilen yapı, TDY-2007 yönetmeliğinde kullanım amacı ve türü bakımından 50 yılda aşılma ihtimali % 10 olan depremler için “Can Güvenliği (CG) Performans Düzeyi”ni sağlaması gereken binalar sınıfına girmektedir. Yapının mevcut taşıyıcı duvar malzemesi düşey delikli blok tuğla olduğundan TS EN 771-1 (2005) standardından duvar birim hacim ağırlığı 930 kg/m^3 olarak ve TDY-2007 yönetmeliğine göre serbest dayanımı bilinmeyen duvarlar için basınç emniyet gerilmesi 0.4 MPa ve çatlama emniyet gerilmesi 0.12 MPa olarak alınmıştır (NÇŞM, 2014).

TDY-2007'ye göre kolonsuz ve perdesiz yapının performans sonuçları Çizelge 4.2'de verilmiştir. Buna göre binada zemin ve birinci katlarda X yönü doğrultusundaki bazı duvarlarda deprem etkileri altında oluşan kesme kuvvetleri kesme dayanımlarını aşmaktadır. Bu katlardaki aynı doğrultudaki dayanımı yetersiz duvarlarının kat kesme kuvvetine katkısı %20'yi aşmamaktadır. Dolayısıyla yukarıda 2.1.6.2'deki tanımlamalara göre bina Can Güvenliği Performans Düzeyini sağlamaktadır.

Çizelge 4.2. TDY-2007'ye göre kolonsuz ve perdesiz yapının performans sonuçları (NÇŞM, 2014)

Kat no	Deprem yönü	Q_i (t)	Yetersiz ΣV_e (t)	Yetersiz $\Sigma V_e/Q_i$ (%)
Zemin	+X	77.34	5.07	6.6
	-X		5.07	6.6
	+Y		0	0
	-Y		0	0
1	+X	64.16	1.94	3
	-X		1.94	3
	+Y		0	0
	-Y		0	0
2	+X	38.15	0	0
	-X		0	0
	+Y		0	0
	-Y		0	0

* Q_i : Kata etkiyen deprem kuvveti, Yetersiz ΣV_e : Burulma dahil yetersiz kapasiteli duvarlara gelen toplam kesme kuvveti, Yetersiz $\Sigma V_e/Q_i$: Burulma dahil yetersiz dayanımlı duvarların kat kesme kuvvetine katkısı.

4.1.2 RBTE-2013'e göre kolonsuz ve perdesiz yapının analizi

TDY-2007 yönetmeliğine göre değerlendirilen kolonsuz ve perdesiz yapı (NÇŞM, 2014), RBTE-2013 yönetmeliğine göre de riskli veya risksiz olarak değerlendirilmiştir. RBTE-2013 yönetmeliğine göre kritik kat olarak belirlenen yapının kritik katı yanal ötelemesi zemin tarafından tutulu olmayan zemin kat seçilmiştir. Yapının mevcut taşıyıcı duvar malzemesi düşey delikli blok tuğla olduğundan TS EN 771-1 (2005) standardından duvar birim hacim ağırlığı 930 kg/m^3 olarak ve TDY-2007 yönetmeliğine göre serbest dayanımı bilinmeyen duvarlar için basınç emniyet gerilmesi 0.4 MPa ve çatlama emniyet gerilmesi 0.12 MPa olarak alınmıştır.

RBTE-2013 yönetmeliğine göre kolonsuz ve perdesiz yapının risk analizi sonuçları Çizelge 4.3'te verilmiştir. Buna göre deprem altında oluşan kesme kuvvetleri ile binanın her iki doğrultusunda yapılan karşılaştırmada, kritik kattaki dayanımı yeterli olmayan duvarların kat kesme kuvvetine faydası % 50'yi aşmadığı anlaşılmaktadır. Dolayısıyla yukarıda 2.2.3.7'deki tanımlamalara göre yapı risksizdir.

Çizelge 4.3. RBTE-2013'e göre kolonsuz ve perdesiz yapının risk analizi sonuçları

Kat no	Deprem yönü	Q_i (t)	Yetersiz ΣV_e (t)	Yetersiz $\Sigma V_e/Q_i$ (%)
Zemin	+X	77.34	5.07	6.6
	-X		5.07	6.6
	+Y		0	0
	-Y		0	0
1	+X	64.16	1.94	3
	-X		1.94	3
	+Y		0	0
	-Y		0	0
2	+X	38.15	0	0
	-X		0	0
	+Y		0	0
	-Y		0	0

* Q_i : Kata etkiyen deprem kuvveti, Yetersiz ΣV_e : Burulma dahil yetersiz kapasiteli duvarlara gelen toplam kesme kuvveti, Yetersiz $\Sigma V_e/Q_i$: Burulma dahil yetersiz dayanımlı duvarların kat kesme kuvvetine katkısı.

4.1.3 TDY-2018'e göre kolonsuz ve perdesiz yapının analizi

Kolonsuz ve perdesiz olarak değerlendirilen yapı, TDY-2018 yönetmeliğinde kullanım amacı ve türü bakımından 50 yılda aşılma ihtimali % 10 olan depremler için “Kontrollü Hasar (KH) Performans Düzeyi”ni sağlaması gereken binalar sınıfına girmektedir. Yapının mevcut taşıyıcı duvar malzemesi düşey delikli blok tuğla olduğundan TS EN 771-1 (2005) standardından duvar birim hacim ağırlığı 930 kg/m^3 olarak ve TDY-2018 yönetmeliğine göre serbest dayanımı bilinmeyen duvarlar için karakteristik basınç dayanımı (f_k) 5.4 MPa ve karakteristik kesme dayanımı (f_{vko}) 0.2 MPa olarak alınmıştır.

TDY-2018'de toplam eşdeğer deprem yükü (taban kesme kuvveti) hesaplamasında kullanılan formül değiştiğinden, katlar için hesap edilen taban kesme kuvvetleri büyümüştür. TDY-2018'e göre kolonsuz ve perdesiz yapının risk analizi sonuçları Çizelge 4.4'te verilmiştir. Buna göre binada bütün katlarda tüm doğrultusundaki duvarların tamamında deprem etkileri altında oluşan kesme kuvvetleri kesme dayanımlarını aşmaktadır. Bütün katların her doğrultuda dayanımı yetersiz duvarların kat kesme kuvvetine katkısı %40 değerini aşmaktadır. Dolayısıyla yukarıda 2.3.7.3'deki tanımlamalara göre bina “Göçme Durumu”ndadır.

Çizelge 4.4. TDY-2018'e göre kolonsuz ve perdesiz yapının performans sonuçları

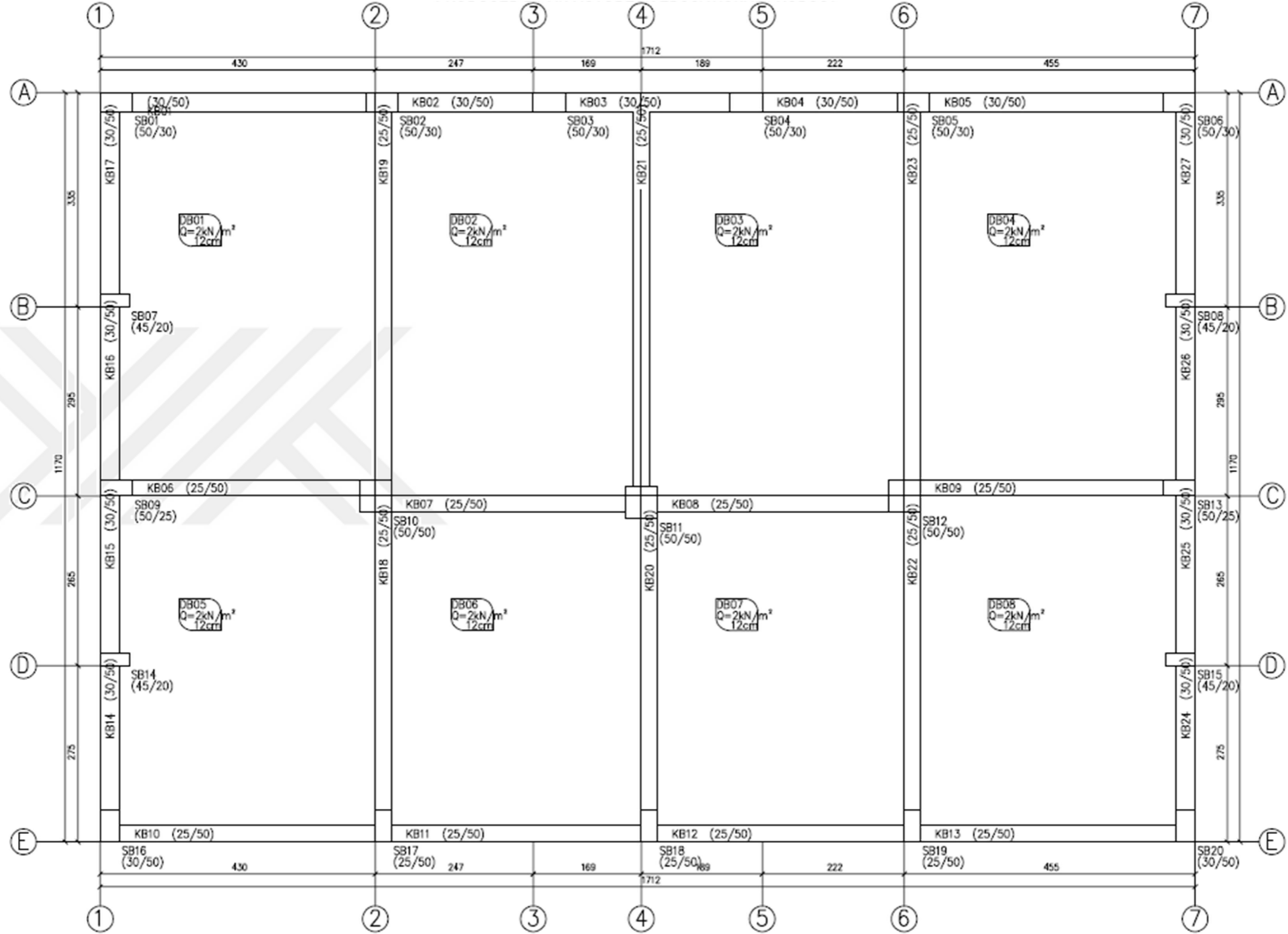
Kat no	Deprem yönü	Q_i (t)	Yetersiz ΣV_e (t)	Yetersiz $\Sigma V_e/Q_i$ (%)
Zemin	+X	94.98	125.34	100
	-X		125.34	100
	+Y	91.32	117.97	100
	-Y		117.97	100
1	+X	78.98	104.22	100
	-X		104.22	100
	+Y	75.93	98.09	100
	-Y		98.09	100
2	+X	46.97	61.98	100
	-X		61.98	100
	+Y	45.16	58.33	100
	-Y		58.33	100

* Q_i : Kata etkiyen deprem kuvveti, Yetersiz ΣV_e : Burulma dahil yetersiz kapasiteli duvarlara gelen toplam kesme kuvveti, Yetersiz $\Sigma V_e/Q_i$: Burulma dahil yetersiz dayanımlı duvarların kat kesme kuvvetine katkısı.

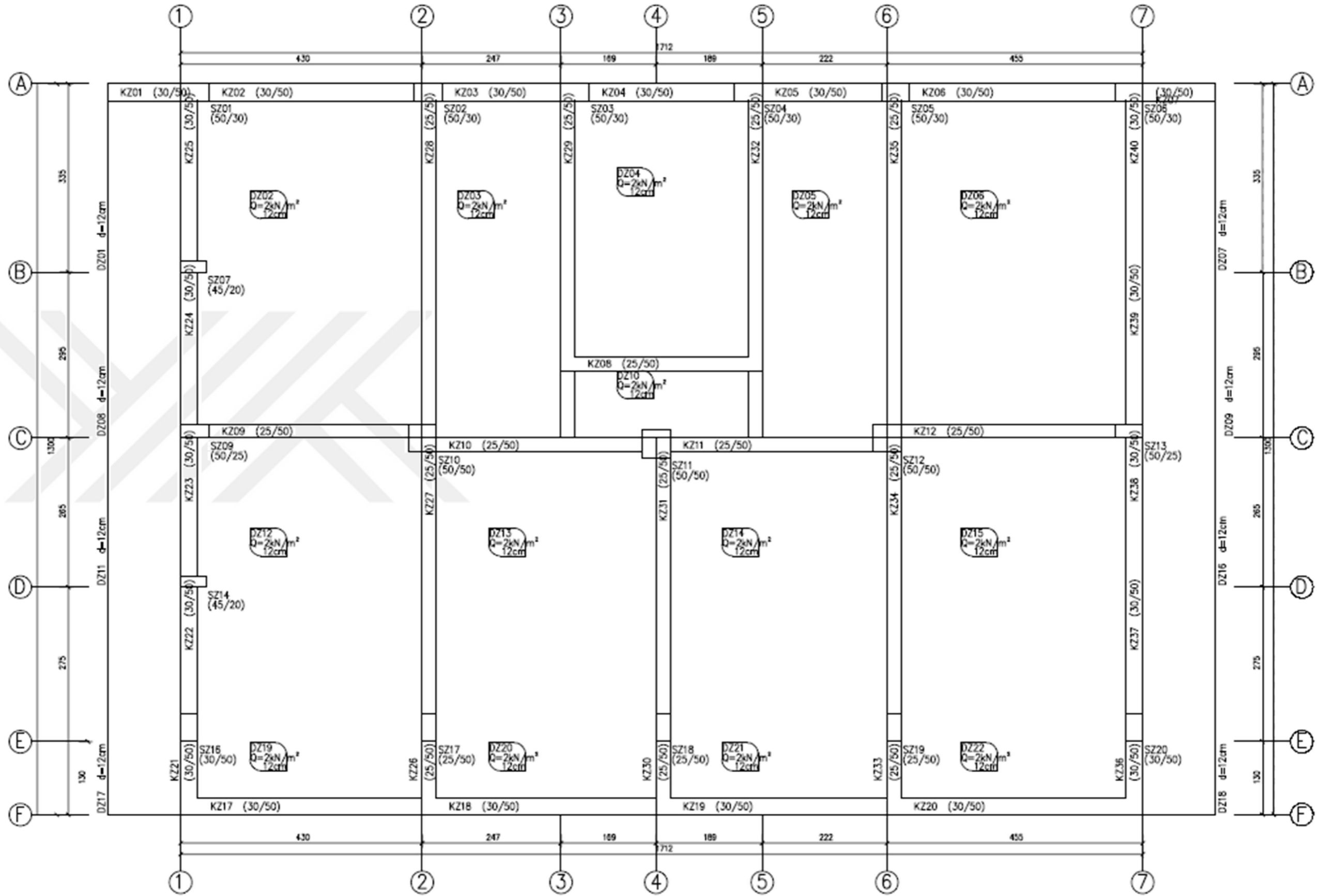
4.2 Kolonlu ve Perdesiz Yapının Bilgileri

Seçilen yapı Niğde İli Şahinali Mahallesi 20 pafta, 1565 ada ve 9 parselde kayıtlı olan bir yapıdır. Zemin kat ve altı normal kat olmak üzere toplam yedi kattan oluşan betonarme karkas bir yapıdır. Binanın zemin ve 1. katları işyeri, diğer katları mesken olarak kullanılmaktadır. Yapı taşıyıcı sistemi kolon ve kirişlerden oluşan çerçeve sistemdir. Yapının döşeme sistemi kirişli plak döşemedir. Yapı planda 11.70 m × 17.00 m boyutlarındadır ve kat yükseklikleri ise 2.80 m'dir. Yapının X yönündeki aks sayısı 6, Y yönündeki aks sayısı 7'dir. Döşeme kalınlıkları 12 cm'dir. Kolonlu perdesiz yapının kalıp planları Şekil 4.3, 4.4 ve 4.5'te, oluşturulan modeli ise Şekil 4.6'da gösterilmiştir (NÇŞM, 2014).

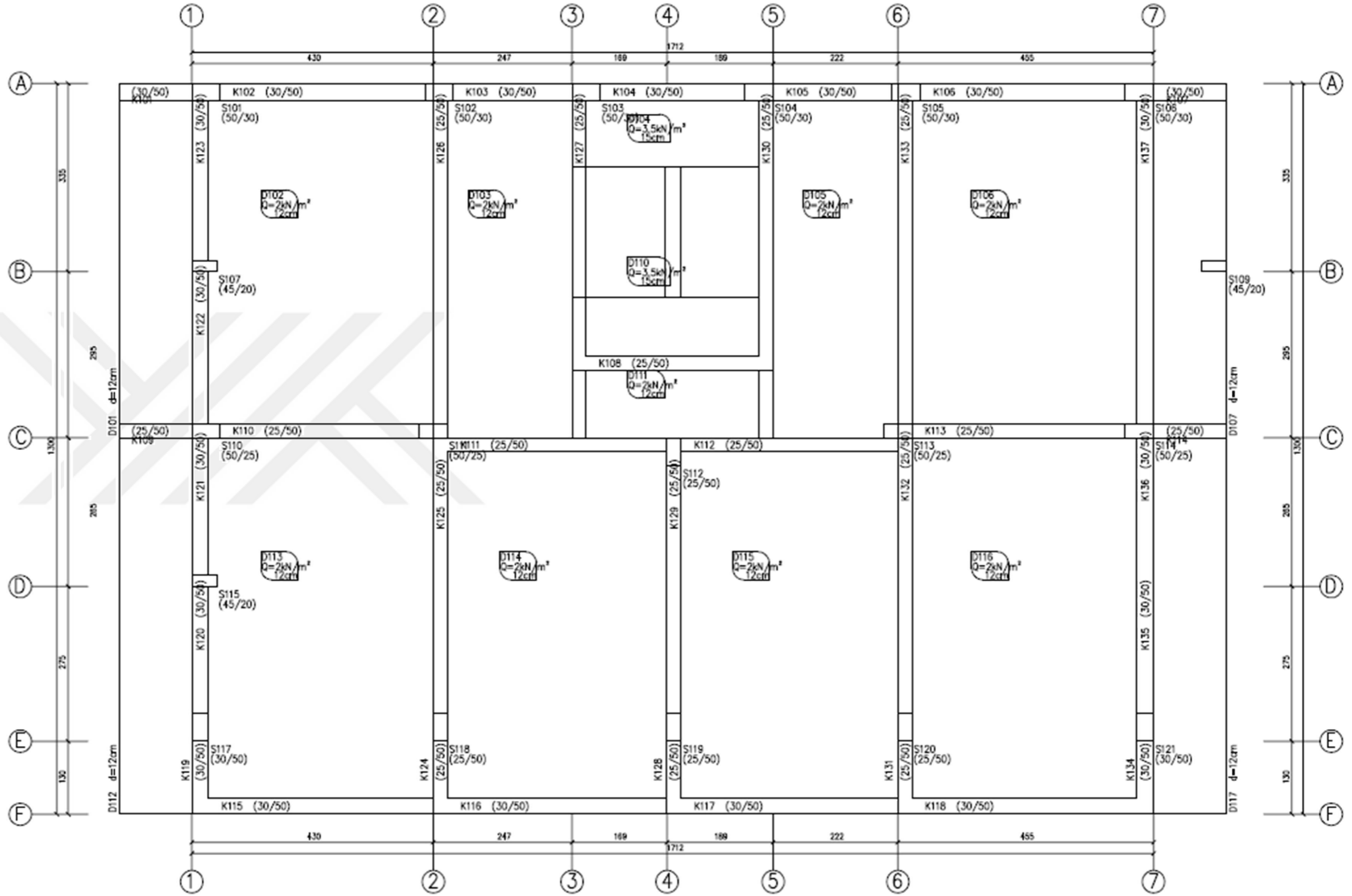
Yapıda beton sınıfını belirlemek için hem binadan alınan karotlar deneye tabi tutulmuş, hem de tahribatsız yöntemlerle tespitler yapılmıştır. Yapıda zemin ve 1. kattan 4'er adet, diğer katlardan 3'er adet karot numunesi alınmıştır. Binanın mevcut taşıyıcı elemanlarından alınan beton numunelerinin test edilmesi sonucunda beton basınç dayanımı ortalaması 12.11 MPa olarak bulunmuştur (NÇŞM, 2014).



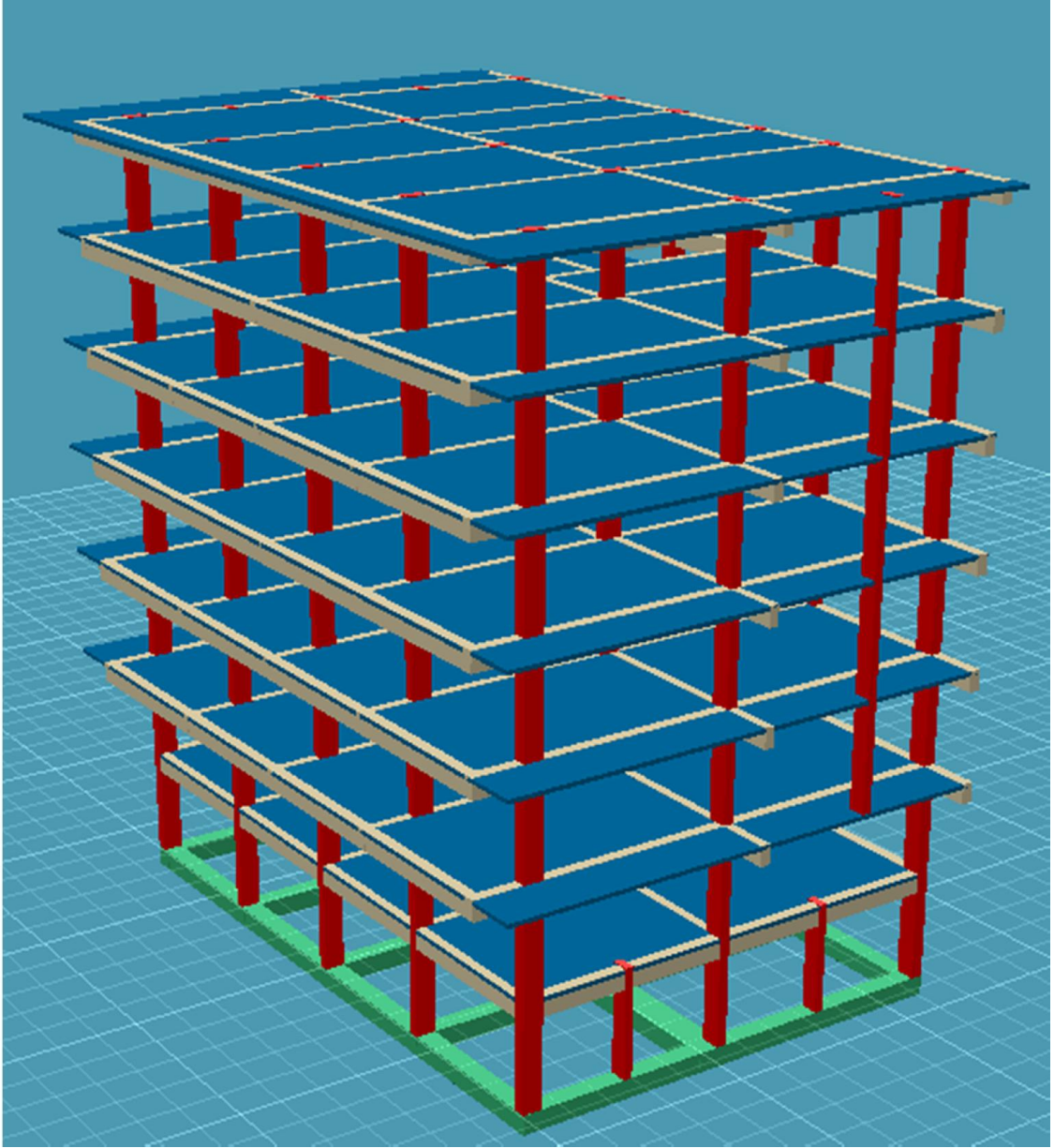
Şekil 4.3. Kolonlu ve perdesiz yapının zemin kat kalıp planı (NÇŞM, 2014)



Şekil 4.4. Kolonlu ve perdesiz yapının 1. kat kalıp planı (NÇŞM, 2014)



Şekil 4.5. Kolonlu ve perdesiz yapının diğer katlar kalıp planı (NÇŞM, 2014)



Şekil 4.6. Kolonlu ve perdesiz yapının modeli (NÇŞM, 2014)

Yapıda donatı tespiti için taşıyıcı sistemdeki kolonların bazılarında pas payının kaldırılarak gözle korozyon, donatının projeye uygunluğu, etriye aralığı, kenetleme boyu tespit edilmiştir. Taşıyıcı elamanların demir donatılarının yerlerini ve sayılarını saptamak üzere her katta belli sayıda kolon ve kirişlerin pas payları sıyrılmıştır. Seçilen kolonlarda pas payı kaldırılarak yapılan incelemelerde nervürsüz S220 demir kullanıldığı görülmüştür. Projesinde tüm katlarda kolon ve kiriş boyuna donatılarının nervürsüz S220 ve $\Phi 14$ olduğu, etriye sıklaştırılmasının yapılmadığı ve etriyelerinin $\Phi 6/30$ cm olduğu tespit edilmiştir. Yapılan tüm çalışmalar sonucunda donatılarda korozyon bulunmadığı, kenetlenme boylarının standartlara uygun olmadığı tespit

edildiğinden donatı gerçekleşme oranı %5 azaltılmıştır. Kolonlarda ortalama donatı oranı 0.0098 olarak tespit edilmiştir (NÇŞM, 2014).

Zemin durumu ile ilgili hazırlanan zemin etüdünde zemin emniyet gerilmesi ($q_{(emn)}$) 0.58 kg/cm^2 , yatak katsayısı 1000 t/m^3 ve etkin yer ivme katsayısı (A_o) 0.10 olarak alınmıştır. Zeminin C grubu Z4 sınıfında olduğu ve spektrum katsayısının (T_A) 0.20 ve (T_B) 0.90 alınması gerektiği görülmüştür (NÇŞM, 2014).

4.2.1 TDY-2007'ye göre kolonlu ve perdesiz yapının analizi

Kolonlu ve perdesiz yapı TDY-2007 yönetmeliğinde kullanım amacı bakımından “Can Güvenliğini Sağlaması Gereken Binalar” sınıfındadır. Bu yapının performans analizi ve sonuçlarının değerlendirilmesinde, 50 yılda aşılma ihtimali % 10 olan depremler için “Can Güvenliği” hedef düzeyi dikkate alınmaktadır.

Yapının mevcut taşıyıcı elemanlarından karot olarak alınan beton numunelerinin test edilmesi sonucunda ortalama beton basınç dayanımı 12.11 MPa olarak bulunmuştur. TDY-2007'ye göre yapılacak hesaplarda kullanılacak mevcut beton dayanımı, ortalama değer-standart sapma değerinin hesaplarda kullanılacak silindir basınç dayanımına çevrilmesiyle 7.19 MPa olarak hesaplanmıştır. Elastisite modülü Çizelge 3.8'de verilen formüle ve TS 500 (2000) standardına göre 227.000 kg/cm^2 olarak hesaplanmıştır (NÇŞM, 2014).

Zemin, 1. ve 2. katlarda Çizelge 4.5'te görüldüğü gibi kirişlerin % 30'undan fazlası göçme bölgesindedir. Dolayısıyla yukarıda 2.1.6.1'de belirtilen şartlar sağlanmadığından yapı, göçme performans düzeyinde kalmıştır.

Zemin, 1., 2., 3. ve 4. katlarda asgari hasar sınırları geçilmiş kolonlarca taşınan kesme kuvvetlerinin, aynı katlardaki kolonlarca taşınan kesme kuvvetine oranı Çizelge 4.6'da görüldüğü gibi % 30 değerini aşmıştır. Çizelge 4.7'de görüldüğü üzere üst ve alt kesitlerinde minimum hasar bölgesi aşılacak kolonlar tarafından taşınan kesme kuvveti bütün katlarda % 30 sınırını aşmıştır. Dolayısıyla, yukarıda 2.1.6.1'de belirtilen şartlar sağlanmadığından yapı, göçme performans düzeyinde kalmıştır. Ayrıca, can güvenliğini sağlamayan elemanların dağılımı Çizelge 4.8'de verilmiştir.

Çizelge 4.5. TDY-2007'ye göre kolonlu ve perdesiz yapının kiriş hasar yüzdeleri (NÇŞM, 2014)

KAT NO	(-X) Yönü			
	MH	BH	IH	GB
6	100.0	0.0	0.0	0.0
5	100.0	0.0	0.0	0.0
4	92.3	7.7	0.0	0.0
3	76.9	0.0	7.7	15.4
2	30.8	38.5	30.8	0.0
1	38.5	30.8	23.1	7.7
Z	15.4	38.5	15.4	30.8
Maks.	100.0	38.5	30.8	30.8
KAT NO	(±X) Yönü			
	MH	BH	IH	GB
6	100.0	0.0	0.0	0.0
5	100.0	0.0	0.0	0.0
4	100.0	0.0	0.0	0.0
3	46.2	38.5	0.0	15.4
2	30.8	15.4	15.4	0.0
1	30.8	30.8	15.4	7.7
Z	15.4	38.5	15.4	30.8
Maks.	100.0	38.5	15.4	30.8
KAT NO	(-Y) Yönü			
	MH	BH	IH	GB
6	100.0	0.0	0.0	0.0
5	94.7	5.3	0.0	0.0
4	84.2	15.8	0.0	0.0
3	84.2	10.5	5.3	0.0
2	21.1	5.3	21.1	52.6
1	15.0	15.0	15.0	55.0
Z	21.4	28.6	14.3	35.7
Maks.	100.0	28.6	21.1	55.0
KAT NO	(±Y) Yönü			
	MH	BH	IH	GB
6	100.0	0.0	0.0	0.0
5	100.0	0.0	0.0	0.0
4	84.2	10.5	5.3	0.0
3	84.2	15.8	0.0	0.0
2	42.1	10.5	15.8	31.6
1	45.0	0.0	5.0	50.0
Z	21.4	21.4	7.1	50.0
Maks.	100.0	21.4	15.8	50.0

*MH: Minimum hasar, BH: Belirgin hasar, IH: İleri hasar, GB: Göçme bölgesi.

Çizelge 4.6. TDY-2007'ye göre kolonlu ve perdesiz yapının kolon kesme kuvveti dağılımı (NÇŞM, 2014)

KAT NO	(-X) Yönü			
	MH	BH	IH	GB
6	83.7	16.3	0.0	0.0
5	56.1	31.7	8.9	3.3
4	40.5	36.3	14.8	8.4
3	18.7	17.4	32.5	31.4
2	35.9	37.8	21.2	5.1
1	12.4	44.3	15.4	28.0
Z	26.6	33.8	10.0	29.7
Maks.	83.7	44.3	32.5	31.4
KAT NO	(X) Yönü			
	MH	BH	IH	GB
6	89.3	10.7	0.0	0.0
5	62.2	24.3	9.6	3.9
4	44.3	21.7	23.7	10.3
3	20.0	4.7	20.8	54.5
2	27.3	7.3	45.6	19.8
1	6.7	9.9	69.1	14.2
Z	19.6	33.7	19.0	27.8
Maks.	89.3	33.7	69.1	54.5
KAT NO	(-Y) Yönü			
	MH	BH	IH	GB
6	99.9	0.0	0.0	0.1
5	85.9	11.0	0.0	3.1
4	13.9	21.8	60.3	4.1
3	0.0	7.0	26.3	66.7
2	0.0	7.7	14.0	78.3
1	0.0	13.4	19.3	67.3
Z	0.0	3.7	24.6	71.7
Maks.	99.9	21.8	60.3	78.3
KAT NO	(Y) Yönü			
	MH	BH	IH	GB
6	92.0	0.0	2.8	5.2
5	78.2	12.1	0.0	9.7
4	52.8	13.5	20.9	12.8
3	41.0	13.6	10.8	34.6
2	0.0	57.1	8.6	34.3
1	21.3	12.6	15.6	50.5
Z	0.0	17.2	46.3	36.6
Maks.	92.0	57.1	46.3	50.5

*MH: Minimum hasar, BH: Belirgin hasar, IH: İleri hasar, GB: Göçme bölgesi.

Çizelge 4.7. TDY-2007'ye göre kolonlu ve perdesiz yapının üst ve alt kesitlerinde minimum hasar bölgesi aşılın kolonlar için kesme kuvveti paylaşımı (NÇŞM, 2014)

KAT NO	(-X) Yönü		(+X) Yönü	
	MH	BH+IH+GB	MH	BH+IH+GB
6	100.0	0.0	100.0	0.0
5	91.1	8.9	86.5	13.5
4	65.1	34.9	69.8	30.2
3	55.3	44.7	59.9	40.1
2	83.1	16.9	82.7	17.3
1	52.2	47.8	41.2	58.8
Z	81.3	18.7	71.5	28.5
Maks.	100.0	47.8	100.0	58.8
KAT NO	(-Y) Yönü		(+Y) Yönü	
	MH	BH+IH+GB	MH	BH+IH+GB
6	100.0	0.0	100.0	0.0
5	100.0	0.0	100.0	0.0
4	42.9	57.1	93.7	6.3
3	24.2	75.8	94.6	5.4
2	51.6	48.4	99.9	0.1
1	26.2	73.8	64.7	35.3
Z	40.4	59.6	82.0	18.0
Maks.	100.0	75.8	100.0	35.3

*MH: Minimum hasar, BH: Belirgin hasar, IH: İleri hasar, GB: Göçme bölgesi.

Çizelge 4.8. TDY-2007'ye göre kolonlu ve perdesiz yapının can güvenliğini sağlamayan elemanları (NÇŞM, 2014)

KAT NO	X Yönü		Y Yönü	
	Kiriş (%)	Kolon (%)	Kiriş (%)	Kolon (%)
6	0/13 (%0.0)	0/19 (%0.0)	0/18 (%0.0)	7/19 (%36.8)
5	0/13 (%0.0)	3/19 (%15.8)	0/19 (%0.0)	6/19 (%31.6)
4	0/13 (%0.0)	6/19 (%31.6)	1/19 (%5.3)	13/19 (%68.4)
3	3/13 (%23.1)	12/19 (%63.2)	1/19 (%5.3)	17/19 (%89.5)
2	7/13 (%53.8)	9/19 (%47.4)	14/19 (%73.7)	18/19 (%94.7)
1	5/13 (%38.5)	13/18 (%72.2)	14/20 (%70.0)	17/18 (%94.4)
Z	6/13 (%46.2)	12/20 (%60.0)	8/14 (%57.1)	18/20 (%90.0)

4.2.2 RBTE-2013'e göre kolonlu ve perdesiz yapının analizi

Bina RBTE-2013'e göre riskli veya risksiz olarak değerlendirilir. Kritik kat olarak, yanal ötelemesi zemin tarafından tutulu olmadığı için zemin kat belirlenmiştir. Binanın mevcut taşıyıcı elemanlarından alınan beton numunelerinin test edilmesi sonucunda ortalama beton basınç dayanımı 12.11 MPa olarak bulunmuştur. RBTE-2013'e göre yapılacak hesaplarda kullanılacak mevcut beton dayanımı, numune değerinin % 85'inin hesaplarda kullanılacak silindir basınç dayanımına çevrilmesiyle 8.75 MPa olarak hesaplanmıştır. Elastisite modülü Çizelge 3.8'de verilen formülden RBTE-2013'e göre 147.900 kg/cm^2 olarak hesaplanmıştır.

RBTE-2013 yönetmeliğine göre kolonlu ve perdesiz yapının risk analizi sonuçları Çizelge 4.9'da verilmiştir. Yapı kritik kat sınır değerlerini aşan kesme kuvvetlerinin, kritik kattaki toplam kesme kuvvetlerine oranı kritik kat sınır değerlerini aştığı için yapı yukarıda 2.2.3.7'deki tanımlamalara göre riskli olarak değerlendirilmiştir.

Çizelge 4.9. RBTE-2013'e göre kolonlu ve perdesiz yapının risk analizi sonuçları

Kritik Kat			Zemin kat	
Kritik katta $m_{\text{sınır}}$ değerlerini aşan kolon adedi			15	
Kritik katta $(\delta/h)_{\text{sınır}}$ değerlerini aşan kolon adedi			18	
Kritik kat kolon adedi			20	
	(-X) Yönü	(+X) yönü	(-Y) Yönü	(+Y) yönü
Toplam kesme kuvveti	56.57	68.71	55.78	83.91
$m_{\text{sınır}}$ ve $(\delta/h)_{\text{sınır}}$ değerlerini aşan kesme kuvveti	30.10	42.23	51.22	79.62
Kesme kuvvetleri oranı	%53	%61	%92	%95
Kritik kat sınır değeri	%0	%0	%0	%0

* m : Etki/kapasite oranı değeri, M_D : Düşey yük altında oluşan moment, M_R : Moment kapasitesi, δ/h : Etkili kata ait görel kat ötelemesi oranı.

4.2.3 TDY-2018'e göre kolonlu ve perdesiz yapının analizi

Kolonsuz ve perdeli olarak değerlendirilen yapı, TDY-2018 yönetmeliğinde kullanım amacı ve türü bakımından 50 yılda aşılma ihtimali % 10 olan depremler için "Kontrollü Hasar (KH) Performans Düzeyi"ni sağlaması gereken binalar sınıfına girmektedir.

Binanın mevcut taşıyıcı elemanlarından alınan beton numunelerinin test edilmesi sonucunda ortalama beton basınç dayanımı 12.11 MPa olarak bulunmuştur. Mevcut beton dayanımını belirlemek için ortalama dayanımın % 85'i silindir basınç dayanımına çevrilmesiyle 8.75 MPa olarak hesaplanmıştır. Ortalama değer-standart sapma değerinin hesaplarında kullanılacak silindir basınç dayanımına çevrilmesiyle de 7.19 MPa değeri hesaplanmıştır. Mevcut beton dayanımı olarak büyük olan 8.75 MPa değeri kullanılmıştır.

Elastisite modülü Çizelge 3.8'de verilen formüle ve TS 500(2000) standardına göre 236.000 kg/cm^2 olarak hesaplanmıştır. Ayrıca, TDY-2018'de toplam eşdeğer deprem yükü (taban kesme kuvveti) hesaplamasında kullanılan formül değiştiğinden, katlar için hesap edilen taban kesme kuvvetleri büyümüştür.

Katlardan herhangi birinde yukarıda Çizelge 4.10'da görüldüğü gibi göçme bölgesine geçen kiriş bulunmamaktadır. Ancak, son iki kat hariç kirişlerin % 20'sinden fazlası belirgin hasar bölgesinde; bütün katlarda ileri hasar bölgesine geçen kirişlerin oranı % 35'den azdır. Buna göre, yukarıda 2.3.7.2'de belirtilen şartlara göre yapının, kontrollü hasar performans düzeyinde olduğu değerlendirilebilir.

Binanın son katı haricindeki katlarda ileri hasar bölgesinde kalan kolonlarca taşınan kesme kuvvetlerinin, aynı katlardaki kolonlarca taşınan kesme kuvvetine oranı Çizelge 4.11'de görüldüğü gibi % 20 değerini aşmaktadır. Dolayısıyla kirişlere göre yapılan değerlendirme sonucu belirlenen kontrollü hasar düzeyi şartları yukarıda 2.3.7.2'e göre sağlanmamaktadır. Ayrıca, Çizelge 4.12'de görüleceği üzere üst ve alt kesitlerinde belirgin hasar bölgesi aşılacak kolonlar tarafından taşınan kesme kuvveti 1. katta % 30 sınırını aşmaktadır. Sonuç olarak, yukarıda 2.3.7.2'de belirtilen şartlara göre yapı göçme performans düzeyinde kalmaktadır.

Çizelge 4.10. TDY-2018'e göre kolonlu ve perdesiz yapının kiriş hasar yüzdeleri

KAT NO	(-X) Yönü			
	SH	BH	IH	GB
6	100.0	0.0	0.0	0.0
5	100.0	0.0	0.0	0.0
4	77.8	22.2	0.0	0.0
3	66.7	33.3	0.0	0.0
2	66.7	33.3	0.0	0.0
1	66.7	33.3	0.0	0.0
Z	84.6	15.4	0.0	0.0
Maks.	100.0	33.3	0.0	0.0
KAT NO	(±X) Yönü			
	SH	BH	IH	GB
6	100.0	0.0	0.0	0.0
5	100.0	0.0	0.0	0.0
4	77.8	22.2	0.0	0.0
3	66.7	33.3	0.0	0.0
2	66.7	33.3	0.0	0.0
1	66.7	33.3	0.0	0.0
Z	84.6	15.4	0.0	0.0
Maks.	100.0	33.3	0.0	0.0
KAT NO	(-Y) Yönü			
	SH	BH	IH	GB
6	100.0	0.0	0.0	0.0
5	94.7	0.0	5.3	0.0
4	68.4	31.6	0.0	0.0
3	26.3	47.4	26.3	0.0
2	15.8	84.2	0.0	0.0
1	20.0	80.0	0.0	0.0
Z	42.9	57.1	0.0	0.0
Maks.	100.0	84.2	26.3	0.0
KAT NO	(±Y) Yönü			
	SH	BH	IH	GB
6	100.0	0.0	0.0	0.0
5	94.7	0.0	5.3	0.0
4	68.4	31.6	0.0	0.0
3	26.3	47.4	26.3	0.0
2	15.8	84.2	0.0	0.0
1	20.0	80.0	0.0	0.0
Z	42.9	57.1	0.0	0.0
Maks.	100.0	84.2	26.3	0.0

*SH: Sınırlı hasar, BH: Belirgin hasar, IH: İleri hasar, GB: Göçme bölgesi.

Çizelge 4.11. TDY-2018'e göre kolonlu ve perdesiz yapının kolon kesme kuvveti dağılımı

KAT NO	(-X) Yönü			
	SH	BH	IH	GB
6	100.0	0.0	0.0	0.0
5	65.4	3.2	31.4	0.0
4	67.0	2.0	31.0	0.0
3	30.2	7.1	62.7	0.0
2	39.0	0.0	61.0	0.0
1	50.8	15.6	33.6	0.0
Z	67.4	0.0	29.7	2.9
Maks.	100.0	15.6	62.7	2.9
KAT NO	(±X) Yönü			
	SH	BH	IH	GB
6	100.0	0.0	0.0	0.0
5	65.4	3.2	31.4	0.0
4	67.0	2.0	31.0	0.0
3	30.2	7.1	62.7	0.0
2	39.0	0.0	61.0	0.0
1	50.8	15.6	33.6	0.0
Z	67.4	0.0	29.7	2.9
Maks.	100.0	15.6	62.7	2.9
KAT NO	(-Y) Yönü			
	SH	BH	IH	GB
6	75.0	7.6	17.5	0.0
5	0.1	9.1	90.7	0.0
4	58.9	0.0	41.1	0.0
3	70.7	0.0	29.3	0.0
2	71.4	11.7	12.2	4.7
1	88.5	0.0	11.5	0.0
Z	90.2	0.0	4.1	5.7
Maks.	90.2	11.7	90.7	5.7
KAT NO	(±Y) Yönü			
	SH	BH	IH	GB
6	75.0	7.6	17.5	0.0
5	0.1	9.1	90.7	0.0
4	58.9	0.0	41.1	0.0
3	70.7	0.0	29.3	0.0
2	71.4	11.7	12.2	4.7
1	88.5	0.0	11.5	0.0
Z	90.2	0.0	4.1	5.7
Maks.	90.2	11.7	90.7	5.7

*SH: Sınırlı hasar, BH: Belirgin hasar, IH: İleri hasar, GB: Göçme bölgesi.

Çizelge 4.12. TDY-2018'e göre kolonlu ve perdesiz yapının üst ve alt kesitlerinde sınırlı hasar bölgesi aşılın kolonlar için kesme kuvveti paylaşımı

KAT NO	(-X) Yönü		(X) Yönü	
	SH	BH+IH+GB	SH	BH+IH+GB
6	100.0	0.0	100.0	0.0
5	100.0	0.0	100.0	0.0
4	85.6	14.4	85.6	14.4
3	85.3	14.7	85.3	14.7
2	64.7	35.3	64.7	35.3
1	82.3	17.7	82.3	17.7
Z	98.3	1.7	98.3	1.7
Maks.	100.0	35.3	100.0	35.3
KAT NO	(-Y) Yönü		(Y) Yönü	
	SH	BH+IH+GB	SH	BH+IH+GB
6	100.0	0.0	100.0	0.0
5	100.0	0.0	100.0	0.0
4	100.0	0.0	100.0	0.0
3	95.6	4.4	95.6	4.4
2	100.0	0.0	100.0	0.0
1	100.0	0.0	100.0	0.0
Z	95.9	4.1	95.9	4.1
Maks.	100.0	4.4	100.0	4.4

*SH: Sınırlı hasar, BH: Belirgin hasar, IH: İleri hasar, GB: Göçme bölgesi.

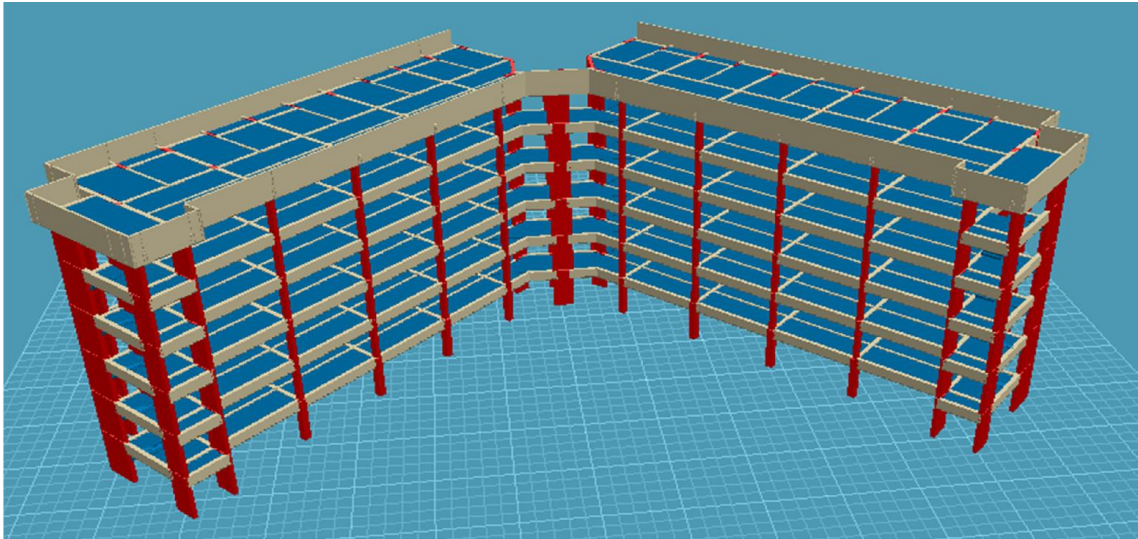
4.3 Kolonlu ve Perdeli Yapının Bilgileri

Kolonlu ve perdeli olarak seçilen yapı Niğde İli, Ulukışla İlçesi, Çiftahan Köyü 0 ada ve 756 parselde kayıtlı olan bir yapıdır. Zemin kat ve beş normal kat olmak üzere toplam altı katlı betonarme karkas bir yapıdır. Binanın 2., 3., 4. ve 5. katları konaklama amaçlı, zemin ve 1. katları ise işletmeye gerekli mekânlar olarak kullanılmaktadır. Yapının taşıyıcı sistemi perde, kolon ve kirişlerden oluşan çerçevesel ve perdeli karkas sistemdir.

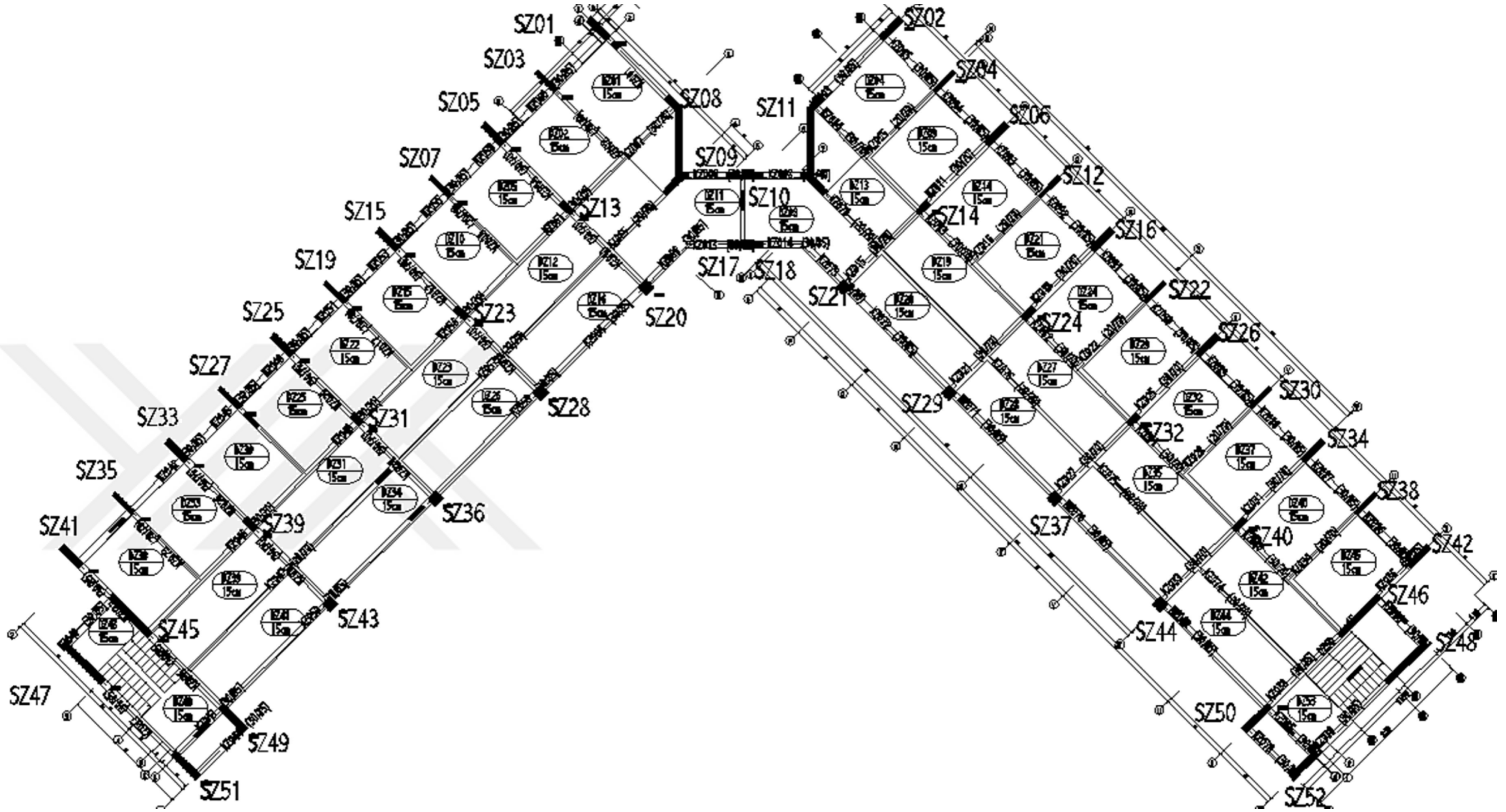
Kolonlu ve perdeli yapının döşeme sistemi kirişli plak döşeme olarak yapılmıştır. Yapı planda birbirine simetrik 36.80 m × 11.70 m boyutlarında dilatasyonla birbirinden ayrılmış 2 bloktan oluşmaktadır. Yapının her bir katının yüksekliği 3.40 m'dir. Yapının X yönündeki aks sayısı 10, Y yönündeki aks sayısı 25'tir. Yapının döşeme kalınlıkları 15 cm'dir. Yapının oluşturulan modeli Şekil 4.7'de, kalıp planları ise Şekil 4.8, 4.9 ve 4.10'da görülmektedir. Kolonlu ve perdeli yapının beton sınıfını belirlemek için hem binadan alınan karotlar üzerinde deneyler yapılmış, hem de yapı üzerinde tahribatsız deney yöntemleri ile tespitler yapılmıştır. Yapının her bir katından 6'şar adet karot

numunesi alınmıştır. Yapının mevcut taşıyıcı elemanlarından korat olarak alınan beton numunelerinin test edilmesi sonucunda beton basınç dayanımı değerlerinin ortalaması 14.21 MPa olarak bulunmuştur (NÇŞM, 2014).

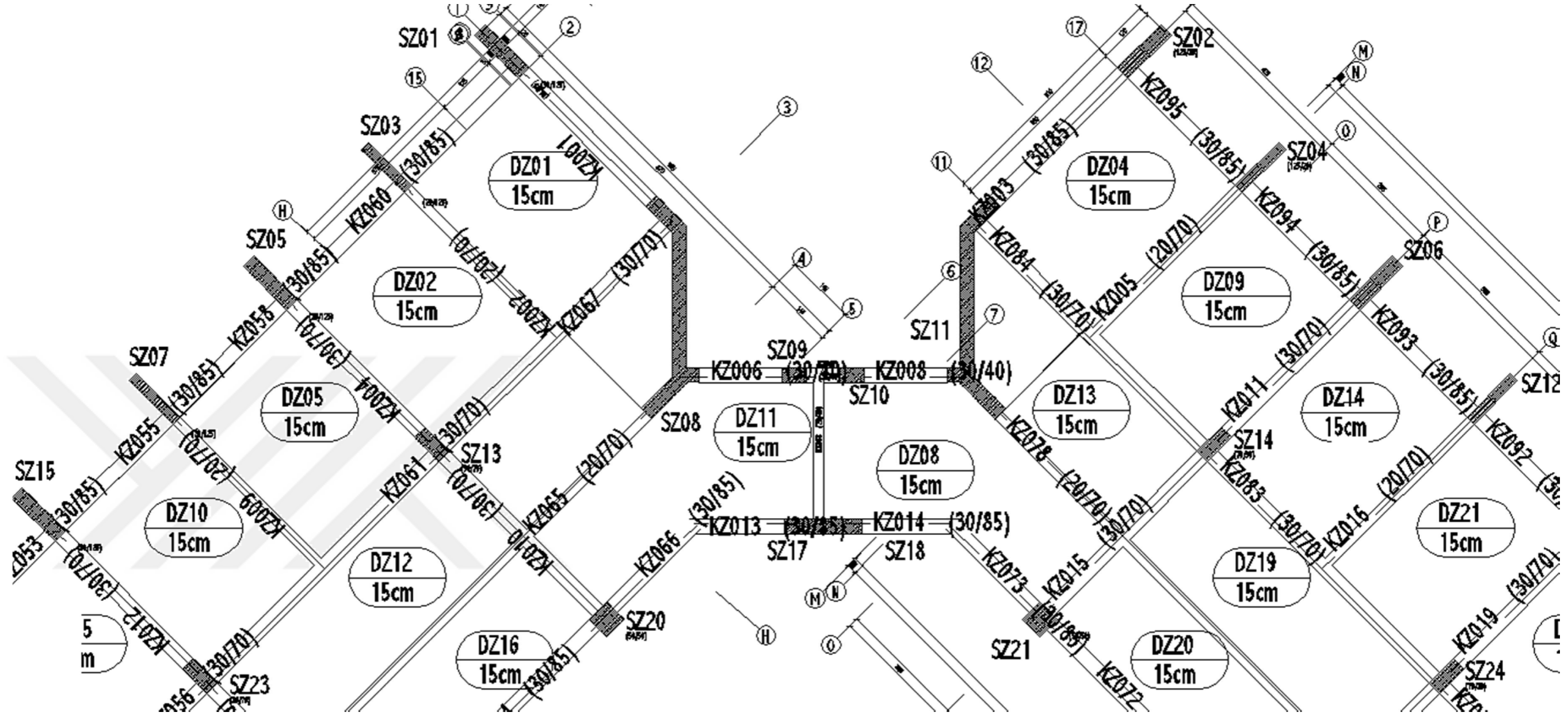
Yapıda donatı tespiti için taşıyıcı sistemdeki kolonların bazılarında pas payı kaldırılmıştır. Pas payı kaldırılan bu bölgelerde donatıda korozyon oluşumunun olup olmadığı, kullanılan donatının projeye uygunluğu, etriye aralığı, kenetleme boyu incelemesi yapılmıştır. Ayrıca, taşıyıcı elamanların demir donatılarının yerlerini ve sayılarını saptamak üzere her katta belli sayıda kolon ve kirişlerin pas payları sıyrılmıştır. Seçilen kolonlarda pas payı kaldırılarak yapılan incelemelerde nervürsüz S220 demiri kullanıldığı görülmüştür. Projesinde tüm katlarda kolon ve kiriş boyuna donatılarının nervürsüz S220 ve farklı çaplarda olduğu belirlenmiştir. Gerekli yerlerde etriye sıklaştırılmasının yapılmadığı ve etriyelerinin $\Phi 8/30$ cm olduğu tespit edilmiştir. Yapılan tüm çalışmalar sonucunda donatılarda yaklaşık olarak % 5 oranında korozyon bulunduğu tespit edilmiştir. Kolonlarda ortalama donatı oranı 0.0059 olarak tespit edilmiştir. Zemin durumu ile ilgili hazırlanan zemin etüdünde zemin emniyet gerilmesi ($q_{(emn)}$) 0.75 kg/cm^2 , yatak katsayısı 1000 t/m^3 ve etkin yer ivmesi (A_0) 0.10 olarak alınmıştır. Zeminin C grubu Z1 sınıfında olduğu ve spektrum katsayısı (T_A) 0.15 ve (T_B) 0.60 alınması gerektiği görülmüştür (NÇŞM, 2014).



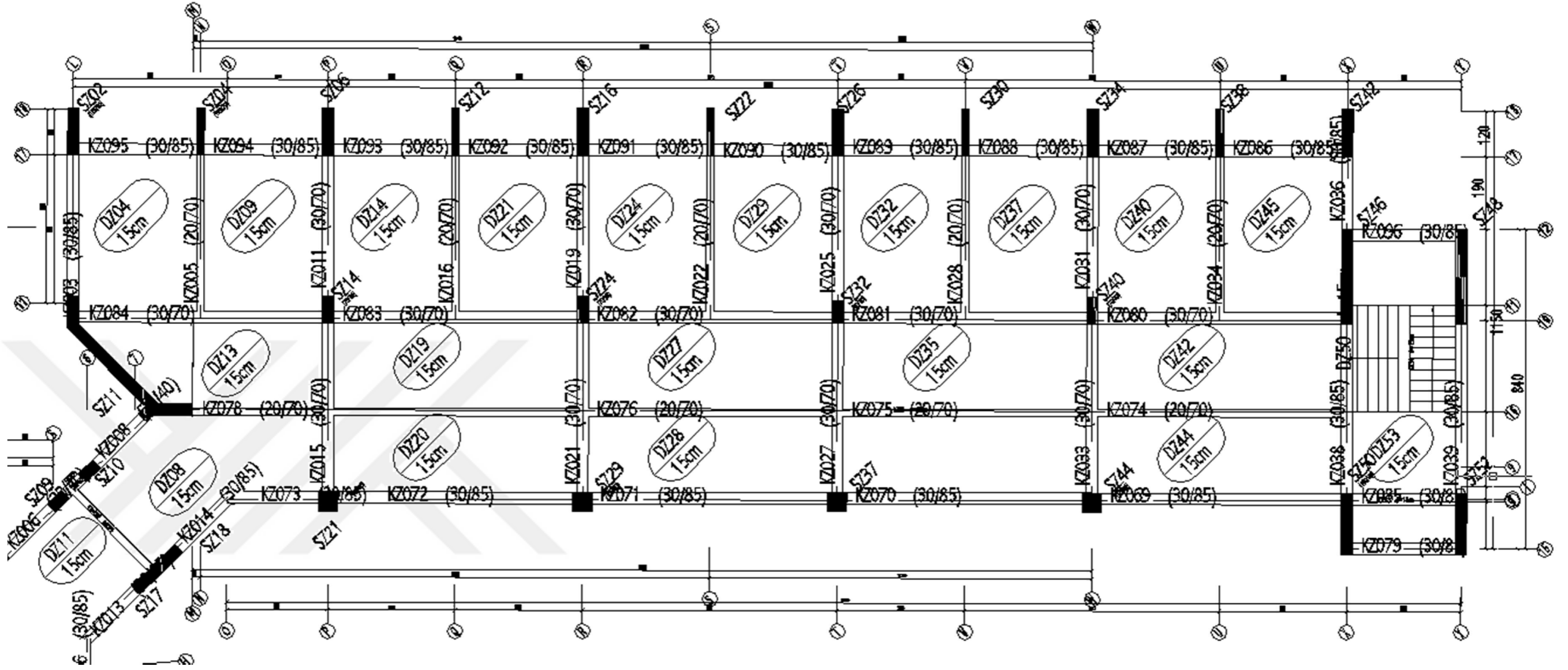
Şekil 4.7. Kolonlu ve perdeli yapının modeli (NÇŞM, 2014)



Şekil 4.8. Kolonlu ve perdeli yapının kalıp planı-1 (NÇŞM, 2014)



Şekil 4.9. Kolonlu ve perdeli yapının kalıp planı-2 (NÇŞM, 2014)



Şekil 4.10. Kolonlu ve perdeli yapının kalıp planı-3 (NÇŞM, 2014)

4.3.1 TDY-2007'ye göre kolonlu ve perdeli yapının analizi

Bina TDY-2007 yönetmeliğinde kullanım amacı bakımından “Can Güvenliğini Sağlaması Gereken Binalar” sınıfında olduğundan, bu bina performans analiz ve sonuçların değerlendirilmesinde geçerli olan, 50 yılda aşılma ihtimali % 10 olan depremler için “Can Güvenliği” hedef düzeyi dikkate alınmıştır.

Binanın mevcut taşıyıcı elemanlarından alınan beton numunelerinin test edilmesi sonucunda ortalama beton basınç dayanımı 14.21 MPa olarak bulunmuştur. TDY-2007'ye göre yapılacak hesaplarda kullanılacak mevcut beton dayanımı, ortalama değer-standart sapma değerinin hesaplarda kullanılacak silindir basınç dayanımına çevrilmesiyle 6.93 MPa olarak hesaplanmıştır. Elastisite modülü Çizelge 3.8'de verilen formül ve TS 500(2000) standardına göre 225.500 kg/cm^2 olarak hesaplanmıştır (NÇŞM, 2014).

Yapının Çizelge 4.13'te görüldüğü gibi bütün katlarda ileri hasar bölgesine geçen kirişlerin yüzdesi % 30'u geçmediğinden Can Güvenliği Performans Düzeyinde kaldığı söylenebilir, ancak kirişlerin bir kısmı göçme bölgesindedir. Dolayısıyla 2.6.3'te de belirtilen şartlar sağlanmadığından yapı, göçme öncesi performans düzeyindedir.

Yapının Çizelge 4.14'te görüldüğü gibi bütün katlarda ileri hasar bölgesine geçen kolonların kesme kuvveti dağılımı % 20'yi geçmediği için “Can Güvenliği Performans Düzeyin”de olduğu sonucu çıkarılabilir, ancak bütün katlarda kolonların bir kısmı göçme bölgesindedir. Dolayısıyla 2.1.6.3'te belirtilen şartlar sağlanmadığından yapı göçme performans düzeyinde kalmıştır.

Çizelge 4.15'de görüleceği üzere bütün katlarda belirgin ve ileri hasar bölgesine geçen kolonların kesme kuvveti dağılımı % 20'nin altında olduğu ile minimum hasar sınırı aşılacak kolonlarca taşınan kesme kuvvetlerinin, aynı kattaki tüm kolonlar tarafından taşınan kesme kuvvetine oranı % 30'u aşmadığından “Can Güvenliği Performans Düzeyi”ni sağladığı sonucu çıkarılabilir, ancak bazı katlarda kolonların bir kısmı göçme bölgesindedir. Dolayısıyla 2.1.6.3'te belirtilen şartlar sağlanmadığından yapı göçme performans düzeyindedir. Ayrıca, can güvenliğini sağlamayan elemanların dağılımı Çizelge 4.16'da verilmiştir.

Çizelge 4.13. TDY-2007'ye göre kolonlu ve perdeli yapının kiriş hasar yüzde oranları (NÇŞM, 2014)

KAT NO	(-X) Yönü			
	MH	BH	IH	GB
5	93.2	0.8	0.8	5.3
4	98.9	0.0	1.1	0.0
3	94.3	4.6	0.0	1.1
2	88.5	3.4	0.0	8.0
1	87.4	4.6	1.1	6.9
Z	86.2	3.4	2.3	8.0
Maks.	98.9	4.6	2.3	8.0
KAT NO	(X) Yönü			
	MH	BH	IH	GB
5	97.0	0.8	0.0	2.3
4	100.0	0.0	0.0	0.0
3	96.6	3.4	0.0	0.0
2	90.8	9.2	0.0	0.0
1	95.4	4.6	0.0	0.0
Z	97.7	2.3	0.0	0.0
Maks.	100.0	9.2	0.0	2.3
KAT NO	(-Y) Yönü			
	MH	BH	IH	GB
5	90.7	0.8	0.0	8.5
4	88.0	4.8	1.2	6.0
3	88.0	3.6	2.4	6.0
2	83.1	4.8	2.4	9.6
1	81.9	3.6	3.6	10.8
Z	81.9	2.4	1.2	14.5
Maks.	90.7	4.8	3.6	14.5
KAT NO	(Y) Yönü			
	MH	BH	IH	GB
5	92.2	0.8	0.0	7.0
4	81.9	8.4	1.2	8.4
3	80.7	4.8	2.4	12.0
2	79.5	8.4	2.4	9.6
1	88.0	7.2	2.4	2.4
Z	91.6	6.0	0.0	2.4
Maks.	92.2	8.4	2.4	12.0

*MH: Minimum hasar, BH: Belirgin hasar, IH: İleri hasar, GB: Göçme bölgesi.

Çizelge 4.14. TDY-2007'ye göre kolonlu ve perdeli yapının kolonlarında kesme kuvveti paylaşımı (NÇŞM, 2014)

KAT NO	(-X) Yönü			
	MH	BH	IH	GB
5	74.1	14.7	6.9	4.3
4	69.8	24.1	4.5	1.6
3	64.8	23.3	7.4	4.5
2	66.6	14.8	13.8	4.8
1	68.2	16.7	11.0	4.1
Z	86.1	8.8	2.4	2.7
Maks.	86.1	24.1	13.8	4.8
KAT NO	(±X) Yönü			
	MH	BH	IH	GB
5	95.0	4.3	0.7	0.0
4	95.0	2.8	2.2	0.0
3	85.5	10.1	3.9	0.4
2	82.3	10.7	2.3	4.7
1	84.8	12.0	0.0	3.3
Z	96.5	0.2	1.3	2.0
Maks.	96.5	12.0	3.9	4.7
KAT NO	(-Y) Yönü			
	MH	BH	IH	GB
5	73.2	7.4	3.4	16.0
4	62.5	8.5	4.1	24.9
3	66.9	7.0	4.3	21.8
2	69.6	8.8	4.9	16.7
1	57.5	20.6	16.2	5.7
Z	78.8	11.9	9.3	0.1
Maks.	78.8	20.6	16.2	24.9
KAT NO	(±Y) Yönü			
	MH	BH	IH	GB
5	89.0	4.9	1.5	4.6
4	87.3	3.6	4.9	4.2
3	83.1	9.9	4.2	2.8
2	86.0	11.2	1.5	1.4
1	70.7	25.1	2.4	1.8
Z	85.3	6.5	1.4	6.7
Maks.	89.0	25.1	4.9	6.7

*MH: Minimum hasar, BH: Belirgin hasar, IH: İleri hasar, GB: Göçme bölgesi.

Çizelge 4.15. TDY-2007'ye göre kolonlu ve perdeli yapının üst ve alt kesitlerinde minimum hasar bölgesi aşılın kolonlar için kesme kuvveti paylaşımı (NÇŞM, 2014)

KAT NO	(-X) Yönü		(X) Yönü	
	MH	BH+IH+GB	MH	BH+IH+GB
5	96.3	3.7	100.0	0.0
4	98.4	1.6	98.4	1.6
3	95.0	5.0	98.1	1.9
2	93.2	6.8	93.4	6.6
1	95.4	4.6	95.5	4.5
Z	97.4	2.6	99.0	1.0
Maks.	98.4	6.8	100.0	6.6
KAT NO	(-Y) Yönü		(Y) Yönü	
	MH	BH+IH+GB	MH	BH+IH+GB
5	83.4	16.6	97.3	2.7
4	84.2	15.8	98.8	1.2
3	98.0	2.0	97.0	3.0
2	99.4	0.6	96.3	3.7
1	99.5	0.5	94.6	5.4
Z	100.0	0.0	97.7	2.3
Maks.	100.0	16.6	98.8	5.4

*MH: Minimum hasar, BH: Belirgin hasar, IH: İleri hasar, GB: Göçme bölgesi.

Çizelge 4.16. TDY-2007'ye göre kolonlu ve perdeli yapının can güvenliğini sağlamayan elemanları (NÇŞM, 2014)

KAT NO	X Yönü		Y Yönü	
	Kiriş (%)	Kolon (%)	Kiriş (%)	Kolon (%)
5	8/132 (%6,1)	8/52 (%15.4)	11/129 (%8.5)	17/52 (%32.7)
4	1/87 (%1.1)	4/52 (%7.7)	8/83 (%9.6)	16/52 (%30.8)
3	1/87 (%1.1)	9/52 (%17.3)	12/83 (%14.5)	17/52 (%32.7)
2	7/87 (%8.0)	16/52 (%30.8)	10/83 (%12.0)	16/52 (%30.8)
1	7/87 (%8.0)	19/52 (%36.5)	12/83 (%14.5)	16/52 (%30.8)
Z	7/87 (%10.3)	16/52 (%30.8)	13/83 (%15.7)	14/52 (%26.9)

4.3.2 RBTE-2013'e göre kolonlu ve perdeli yapının analizi

Bina RBTE-2013'e göre riskli veya risksiz olarak değerlendirilmektedir. Kritik kat, yanal ötelemesi zemin tarafından tutulu olmayan zemin kat olarak belirlenmiştir. Binanın mevcut taşıyıcı elemanlarından alınan beton numunelerinin test edilmesi sonucunda ortalama beton basınç dayanımı 14.21 MPa olarak bulunmuştur. RBTE-2013'e göre yapılacak hesaplarda kullanılacak mevcut beton dayanımı, numune değerinin % 85'inin hesaplarda kullanılacak silindir basınç dayanımına çevrilmesiyle

10.3 MPa olarak hesaplanmıştır. Elastisite modülü Çizelge 3.8’de verilen formüle ve RBTE-2013’e göre 160.500 kg/cm^2 olarak hesaplanmıştır (NÇŞM, 2014).

RBTE-2013 yönetmeliğine göre kolonlu ve perdeli yapının risk analizi sonuçları Çizelge 4.17’de verilmiştir. Mevcut yapı kritik kat sınır değerlerini aşan kesme kuvvetlerinin, kritik kattaki toplam kesme kuvvetlerine oranı kritik kat sınır değerlerini aşmadığı için kat ötelemesi en büyük olan 1. katta da aynı kontroller yapılmalıdır. Çizelge 4.18’de görüldüğü gibi yapıda en büyük kat ötelemesinin olduğu 1. katta da sınır değerleri aşan kesme kuvvetlerinin, kritik kattaki toplam kesme kuvvetlerine oranı kritik kat sınır değerlerini aşmadığı için yapı riskli yapı kapsamına girmemektedir.

Çizelge 4.17. RBTE-2013’e göre kolonlu ve perdeli yapının risk analizi sonuçları

Kritik Kat				Zemin kat
Kritik katta $m_{\text{sınır}}$ değerlerini aşan kolon adedi				8
Kritik kat $(\delta/h)_{\text{sınır}}$ değerlerini aşan kolon adedi				0
Kritik kat kolon adedi				52
	(-X) Yönü	(+X) yönü	(-Y) Yönü	(+Y) yönü
Toplam kesme kuvveti	270.02	290.37	382.99	411.94
$m_{\text{sınır}}$ ve $(\delta/h)_{\text{sınır}}$ değerlerini aşan kesme kuvveti	9.04	29.40	0.32	30.67
Kesme kuvvetleri oranı	%3	%10	%0	%7
Kritik kat sınır değeri	%12.2	%12.2	%12.2	%12.2

* m : Etki/kapasite oranı değeri, M_D : Düşey yük altında oluşan moment, M_R : Moment kapasitesi, δ/h : Etkili kata ait görel kat ötelemesi oranı.

Çizelge 4.18. RBTE-2013’e göre kolonlu ve perdeli yapının kat ötelemesi en büyük olan kat sonuçları

Kat ötelemesi en büyük kat				1. kat
Kritik katta $m_{\text{sınır}}$ değerlerini aşan kolon adedi				-
Kritik kat $(\delta/h)_{\text{sınır}}$ değerlerini aşan kolon adedi				0
Kritik kat kolon adedi				52
	(-X) Yönü	(+X) yönü	(-Y) Yönü	(+Y) yönü
Toplam kesme kuvveti	278.00	285.64	379.94	408.34
$m_{\text{sınır}}$ ve $(\delta/h)_{\text{sınır}}$ değerlerini aşan kesme kuvveti	0.00	0.00	0.00	0.00
Kesme kuvvetleri oranı	%0	%0	%0	%0
Kritik kat sınır değeri	%13.8	%13.8	%13.8	%13.8

* m : Etki/kapasite oranı değeri, M_D : Düşey yük altında oluşan moment, M_R : Moment kapasitesi, δ/h : Etkili kata ait görel kat ötelemesi oranı.

4.3.3 TDY-2018'e göre kolonlu ve perdeli yapının analizi

Kolonlu ve perdeli olarak değerlendirilen yapı, TDY-2018 yönetmeliğinde kullanım amacı ve türü bakımından 50 yılda aşılma ihtimali % 10 olan depremler için “Kontrollü Hasar (KH) Performans Düzeyi”ni sağlaması gereken binalar sınıfına girmektedir. Binanın mevcut taşıyıcı elemanlarından alınan beton numunelerinin test edilmesi sonucunda ortalama beton basınç dayanımı 14.21 MPa olarak bulunmuştur. Mevcut beton dayanımını belirlemek için ortalama dayanımın % 85'i silindir basınç dayanımına çevrilmesiyle 10.3 MPa değeri ile ortalama değer-standart sapma değerinin hesaplarında kullanılacak silindir basınç dayanımına çevrilmesiyle 6.93 MPa değeri arasında karşılaştırılmıştır. Mevcut beton dayanımı olarak büyük olan 10.3 MPa değeri kullanılmıştır. Elastisite modülü Çizelge 3.8'de verilen formüle ve TS 500(2000) standardına göre 244.000 kg/cm^2 olarak hesaplanmıştır. Ayrıca, TDY-2018'de toplam eşdeğer deprem yükü (taban kesme kuvveti) hesaplamasında kullanılan formül değiştiğinden, katlar için hesap edilen taban kesme kuvvetleri büyümüştür.

Katlardan herhangi birinde Çizelge 4.19'da görüldüğü gibi göçme bölgesine ve ileri hasar bölgesine geçen kiriş bulunmamaktadır. Aynı zamanda, son üç kat hariç belirgin hasar bölgesine geçen kirişlerin oranı % 20'den azdır. Buna göre, yukarıda 2.3.7.2'de belirtilen şartlara göre yapının, sınırlı hasar performans düzeyinde olduğu değerlendirilebilir.

Binanın bazı katlarında ileri hasar bölgesinde kalan kolonlarca taşınan kesme kuvvetlerinin, aynı katlardaki kolonlarca taşınan kesme kuvvetine oranı Çizelge 4.20'de görüldüğü gibi % 30 değerini aşmaktadır. Dolayısıyla kirişlere göre yapılan değerlendirme sonucu belirlenen sınırlı hasar düzeyi şartları, yukarıda 2.3.7.2'ye göre sağlanmamaktadır. Ayrıca, Çizelge 4.21'de görüleceği üzere üst ve alt kesitlerinde belirgin hasar bölgesi aşılan kolonlar tarafından taşınan kesme kuvveti zemin katta % 30'u aşmaktadır. Sonuç olarak, yukarıda 2.3.7.2'de belirtilen şartlara göre yapı değerlendirmeler sonucunda göçme performans düzeyinde kalmaktadır.

Çizelge 4.19. TDY-2018'e göre kolonlu ve perdeli yapının kiriş hasar yüzdeleri

KAT NO	(-X) Yönü			
	SH	BH	IH	GB
5	100.0	0.0	0.0	0.0
4	100.0	0.0	0.0	0.0
3	100.0	0.0	0.0	0.0
2	95.7	4.3	0.0	0.0
1	92.5	7.5	0.0	0.0
Z	95.7	4.3	0.0	0.0
Maks.	100.0	7.5	0.0	0.0
KAT NO	(X) Yönü			
	SH	BH	IH	GB
5	100.0	0.0	0.0	0.0
4	100.0	0.0	0.0	0.0
3	100.0	0.0	0.0	0.0
2	95.7	4.3	0.0	0.0
1	92.5	7.5	0.0	0.0
Z	95.7	4.3	0.0	0.0
Maks.	100.0	7.5	0.0	0.0
KAT NO	(-Y) Yönü			
	SH	BH	IH	GB
5	100.0	0.0	0.0	0.0
4	100.0	0.0	0.0	0.0
3	100.0	0.0	0.0	0.0
2	100.0	0.0	0.0	0.0
1	100.0	0.0	0.0	0.0
Z	100.0	0.0	0.0	0.0
Maks.	100.0	0.0	0.0	0.0
KAT NO	(Y) Yönü			
	SH	BH	IH	GB
5	100.0	0.0	0.0	0.0
4	100.0	0.0	0.0	0.0
3	100.0	0.0	0.0	0.0
2	100.0	0.0	0.0	0.0
1	100.0	0.0	0.0	0.0
Z	100.0	0.0	0.0	0.0
Maks.	100.0	0.0	0.0	0.0

*SH: Sınırlı hasar, BH: Belirgin hasar, IH: İleri hasar, GB: Göçme bölgesi.

Çizelge 4.20. TDY-2018'e göre kolonlu ve perdeli yapının kolon kesme kuvveti dağılımı

KAT NO	(-X) Yönü			
	SH	BH	IH	GB
5	100.0	0.0	0.0	0.0
4	76.7	22.0	1.3	0.0
3	64.8	12.9	22.3	0.0
2	75.4	17.0	7.6	0.0
1	49.2	37.4	13.4	0.0
Z	40.0	16.2	43.8	0.0
Maks.	100.0	37.4	43.8	0.0
KAT NO	(±X) Yönü			
	SH	BH	IH	GB
5	100.0	0.0	0.0	0.0
4	76.7	22.0	1.3	0.0
3	64.8	12.9	22.3	0.0
2	75.4	17.0	7.6	0.0
1	49.2	37.4	13.4	0.0
Z	40.0	16.2	43.8	0.0
Maks.	100.0	37.4	43.8	0.0
KAT NO	(-Y) Yönü			
	SH	BH	IH	GB
5	84.3	15.7	0.0	0.0
4	60.0	22.7	17.3	0.0
3	57.0	0.7	42.2	0.0
2	56.7	3.5	39.9	0.0
1	39.9	7.1	53.3	0.0
Z	59.1	14.6	26.3	0.0
Maks.	84.3	22.7	53.3	0.0
KAT NO	(±Y) Yönü			
	SH	BH	IH	GB
5	84.3	15.7	0.0	0.0
4	60.0	22.7	17.3	0.0
3	57.0	0.7	42.2	0.0
2	56.7	3.5	39.9	0.0
1	39.9	7.1	53.3	0.0
Z	59.1	14.6	26.3	0.0
Maks.	84.3	22.7	53.3	0.0

*SH: Sınırlı hasar, BH: Belirgin hasar, IH: İleri hasar, GB: Göçme bölgesi.

Çizelge 4.21. TDY-2018'e göre kolonlu ve perdeli yapının üst ve alt kesitlerinde sınırlı hasar bölgesi aşılın kolonlar için kesme kuvveti paylaşımı

KAT NO	(-X) Yönü		(X) Yönü	
	SH	BH+IH+GB	SH	BH+IH+GB
5	100.0	0.0	100.0	0.0
4	97.3	2.7	97.3	2.7
3	76.5	23.5	76.5	23.5
2	95.0	5.0	95.0	5.0
1	95.1	4.9	95.1	4.9
Z	62.9	37.1	62.9	37.1
Maks.	100.0	37.1	100.0	37.1
KAT NO	(-Y) Yönü		(Y) Yönü	
	SH	BH+IH+GB	SH	BH+IH+GB
5	100.0	0.0	100.0	0.0
4	82.5	17.5	82.5	17.5
3	86.9	13.1	86.9	13.1
2	96.5	3.5	96.5	3.5
1	92.3	7.7	92.3	7.7
Z	88.6	11.4	88.6	11.4
Maks.	100.0	17.5	100.0	17.5

*SH: Sınırlı hasar, BH: Belirgin hasar, IH: İleri hasar, GB: Göçme bölgesi.

Seçilen üç yapının RBTE-2013, TDY-2007 ve TDY-2018 yönetmeliklerine göre risk analizi sonuçları Çizelge 4.15, 4.16 ve 4.17'de sırasıyla verilmiştir.

Çizelge 4.22. RBTE-2013'e göre seçilen binaların analiz sonuçları

Yapı Özellikleri					Riskli Bina Analizi		
	Taşıyıcı Sistem	Beton Dayanımı (MPa)	Donatı	Donatı Oranı	Toplam Eleman Sayısı	Risk Sınırları Aşan Eleman Sayısı	Sonuç
1	Kolonsuz ve perdesiz	Mevcut taşıyıcı duvar malzemesi düşey delikli blok tuğla, birim hacim ağırlığı 930 kg/m ³ , basınç emniyet gerilmesi 0.4 MPa ve çatlama emniyet gerilmesi 0.12 MPa			Katlardaki dayanımı yetersiz duvarların kat kesme kuvvetine katkısı % 50'yi aşmamaktadır.		Risksiz
2	Kolonlu ve perdesiz	8.75	S220	%0.98	20	18	Riskli
3	Kolonlu ve perdeli	10.3	S220	%0.59	52	8	Risksiz

RBTE-2013 yönetmeliğine göre kolonsuz ve perdesiz yapı ile kolonlu ve perdeli yapı risksiz, kolonlu ve perdesiz yapı riskli olarak belirlenmiştir. TDY-2007 yönetmeliğine göre kolonsuz ve perdesiz yapı “Can Güvenliği” kolonlu ve perdesiz yapı ile kolonlu ve perdeli yapı “Göçme” performans düzeyinde belirlenmiştir. TDY-2018 yönetmeliğine göre ise her üç yapıda “Göçme” performans düzeyinde belirlenmiştir.

Çizelge 4.23. TDY-2007’e göre seçilen mevcut binaların analiz sonuçları

Yapı Özellikleri					Performans		
	Taşıyıcı Sistem	Beton Dayanımı (MPa)	Donatı	Donatı Oranı	Toplam Eleman Sayısı	Risk Sınırını Aşan Eleman Sayısı	Sonuç
1	Kolonsuz ve perdesiz	Mevcut taşıyıcı duvar malzemesi düşey delikli blok tuğla, birim hacim ağırlığı 930 kg/m^3 , basınç emniyet gerilmesi 0.4 MPa ve çatlama emniyet gerilmesi 0.12 MPa			Katlardaki dayanımı yetersiz duvarlarının kat kesme kuvvetine katkısı % 20'yi aşmamaktadır.		Can Güvenliği
2	Kolonlu ve perdesiz	7.19	S220	%0.98	20	18	Göçme
3	Kolonlu ve perdeli	6.93	S220	%0.59	52	8	Göçme

Çizelge 4.24. TDY-2018’e göre seçilen mevcut binaların analiz sonuçları

Yapı Özellikleri					Performans		
	Taşıyıcı Sistem	Beton Dayanımı (MPa)	Donatı	Donatı Oranı	Toplam Eleman Sayısı	Sonuç	
1	Kolonsuz ve perdesiz	Mevcut taşıyıcı duvar malzemesi düşey delikli blok tuğla, birim hacim ağırlığı 930 kg/m^3 , serbest dayanımı bilinmeyen duvarlar için karakteristik basınç dayanımı (f_k) 5.4 MPa ve karakteristik kesme dayanımı (f_{vko}) çatlama emniyet gerilmesi 0.2 MPa			Bütün katlardaki her doğrultuda dayanımı yetersiz duvarları kat kesme kuvvetine katkısı % 40'ı aşmaktadır.		Göçme
2	Kolonlu ve perdesiz	8.75	S220	%0.98	20	Göçme	
3	Kolonlu ve perdeli	10.3	S220	%0.59	52	Göçme	

BÖLÜM V

ANALİZ SONUÇLARININ DEĞERLENDİRİLMESİ VE KARŞILAŞTIRILMASI

5.1 Kolonsuz ve Perdesiz Yapının Analiz Sonuçlarının Değerlendirilmesi ve Karşılaştırılması

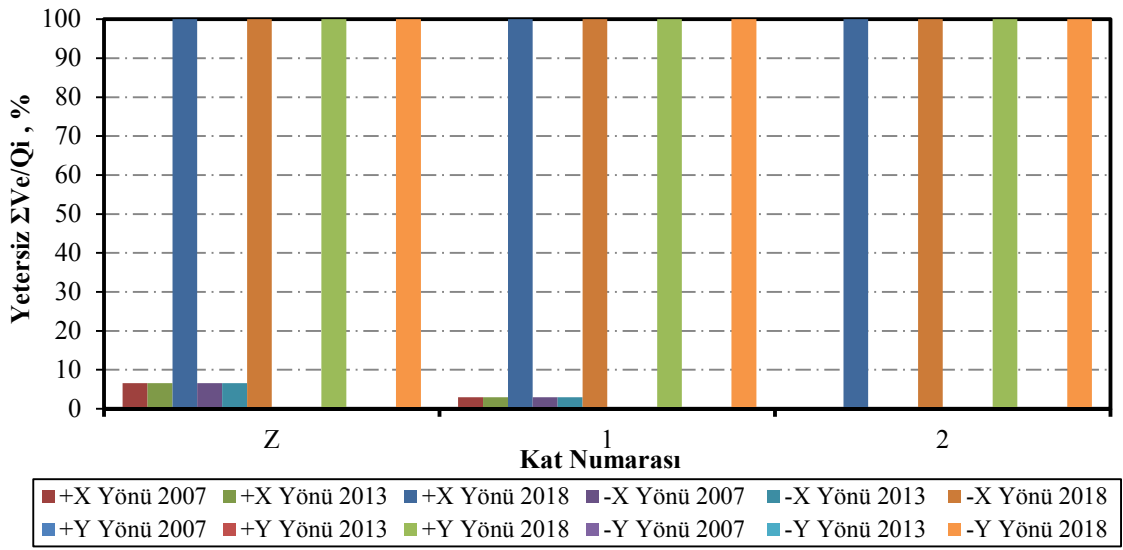
TDY-2007 ve TDY-2018 yönetmeliklerine göre göçme öncesi ve göçme performans düzeyindeki yapıların kullanımı can güvenliği açısından sakıncalı görülmektedir. RBTE-2013 yönetmeliğine göre ise riskli sınıftaki binaların kullanımı sakıncalı görülmektedir. Kolonsuz ve perdesiz (yığma) binalarda, DBYBHY 2007 yönetmeliğine göre dayanımı yetersiz duvarların kat kesme kuvvetine katkısı X ve Y doğrultularından herhangi birinde % 20'yi geçiyorsa, yapı göçme performans düzeyinde kalmakta ve can güvenliği bakımından kullanımı sakıncalı görülmektedir. Kolonsuz ve perdesiz (yığma) binalarda, TDY-2018 yönetmeliğine göre dayanımı yetersiz duvarların kat kesme kuvvetine katkısı X ve Y doğrultularından herhangi birinde % 40'ı geçiyorsa, yapı göçme performans düzeyinde kalmakta ve can güvenliği bakımından kullanımı sakıncalı görülmektedir. Kolonsuz ve perdesiz (yığma) binalarda, RBTE-2013 yönetmeliğine göre dayanımı yetersiz duvarların kat kesme kuvvetine katkısı X ve Y doğrultularından herhangi birinde % 50'yi geçiyorsa, yapı "Riskli Bina" olarak değerlendirilmektedir. Buna göre, TDY-2018 yönetmeliğinin TDY-2007 yönetmeliğine göre, RBTE-2013 yönetmeliğinin ise TDY-2018 yönetmeliğine göre daha güvenli tarafta kaldığı söylenebilir.

Kolonsuz ve perdesiz (yığma) binanın TDY-2007 yönetmeliğine göre analizinde dayanımı yetersiz duvarların kat kesme kuvvetine katkısının -X ve +X doğrultularında maksimum % 6.6 olduğu, -Y ve +Y doğrultularında maksimum % 0 olduğu Şekil 5.1'de görülmektedir. Buna göre; dayanımı yetersiz duvarların kat kesme kuvvetine katkısı %20 sınır değerinin altında kaldığından TDY-2007'ye göre bina "Can Güvenliği Performans Düzeyi"ni sağlamaktadır.

Kolonsuz ve perdesiz (yığma) binanın RBTE-2013 yönetmeliğine göre analizinde dayanımı yetersiz duvarların kat kesme kuvvetine katkısının -X ve +X doğrultularında

maksimum % 6.6 olduğu, -Y ve +Y doğrultularında % 0 olduğu Şekil 5.1’de görülmektedir. Buna göre; dayanımı yetersiz duvarların kat kesme kuvvetine katkısı % 50 sınır değerinin altında kaldığından RBTE-2013’e göre bina “risksiz”dir.

Kolonsuz ve perdesiz (yığma) binanın TDY-2018 yönetmeliğine göre analizinde dayanımı yetersiz duvarların kat kesme kuvvetine katkısının -X ve +X doğrultularında maksimum % 100 olduğu, -Y ve +Y doğrultularında da maksimum % 100 olduğu Şekil 5.1’de görülmektedir. Buna göre; dayanımı yetersiz duvarların kat kesme kuvvetine katkısı % 40 sınır değerini aştığından TDY-2018’e göre bina “Göçme Durumu”ndadır.



Şekil 5.1. Kolonsuz ve perdesiz yapının yönetmeliklere göre katlardaki dayanımı yetersiz duvarların kat kesme kuvvetine katkısı.

Her üç yönetmeliğe göre yapılan analizlerin saha çalışmaları RBTE-2013 yönetmeliğine göre sadece bir katta yapılırken, TDY-2018 ve TDY-2007 yönetmeliklerine göre her katta yapılmaktadır. Bundan dolayı risk analizi maliyeti ve zamanlaması bakımından TDY-2018 ve TDY-2007 yönetmeliklerine göre RBTE-2013 yönetmeliğinin daha hızlı sonuçlar verdiği söylenebilir.

Her üç yönetmeliğe göre kolonsuz ve perdesiz (yığma) binanın risk analizi 50 yılda aşılma ihtimali % 10 olan depremlere göre yapılmaktadır. TDY-2007 ve RBTE-2013 yönetmeliklerine göre yapılan analiz sonuçları benzerlik göstererek, sırasıyla “can güvenliği performans düzeyi” ve “risksiz” olarak değerlendirilmektedir. Ancak, TDY-2018 yönetmeliğine göre yapılan analiz sonucunda binanın “göçme” durumunda olduğu

değerlendirilmektedir. Bu durum, TDY-2018’de toplam eşdeğer deprem yükü (taban kesme kuvveti) hesaplamasında kullanılan formülün değişmesinden kaynaklanan katlar için hesap edilen taban kesme kuvveti değerlerinin büyümesiyle açıklanabilir.

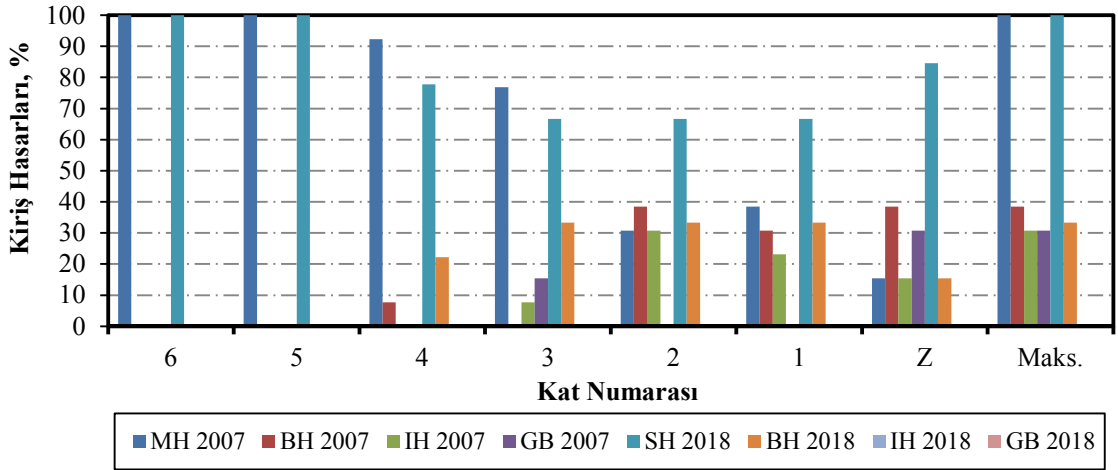
5.2 Kolonlu ve Perdesiz Yapının Analiz Sonuçlarının Değerlendirilmesi ve Karşılaştırılması

Kolonlu ve perdesiz betonarme binaların TDY-2007 yönetmeliğine göre gevrek hasarlı bütün elemanların “Göçme Bölgesi”nde olduğu kabulüyle, katlardan herhangi birinde her bir deprem doğrultusu için yapılan hesaplamalarda, yatay yük taşımayan kirişler haricindeki kirişlerin maksimum % 20’si “Göçme Bölgesi”nde; diğer betonarme taşıyıcı elemanlar “Minimum, Belirgin veya İleri Hasar” bölgelerinde olup, katlardan herhangi birinde üst ve alt kesitlerinde “Minimum Hasar Sınırı” aşılacak kolonlarca taşınan kesme kuvvetlerinin, o kattaki kesme kuvvetine katkısının % 30’u aşmaması durumlarında “Göçme Öncesi Performans Düzeyi”nde olduğu kabulü ile değerlendirilmektedir. Bina, bu düzeyi sağlayamıyorsa “Göçme Durumu”ndadır.

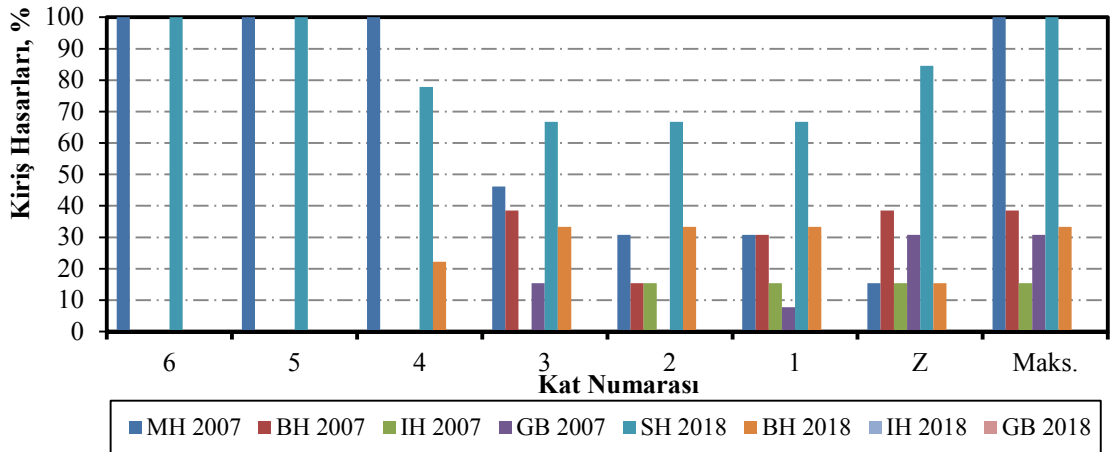
Mevcut kolonlu ve perdesiz betonarme binaların RBTE-2013 yönetmeliğine göre incelenen katta yükleme altında hesaplanan aksel basınç gerilmelerinin ortalaması kolon ve perdelerde $0.65f_{cm}$ değerinden büyükse, aynı katta perde ya da kolon elemanların herhangi biri için “Risk Sınırı” aşıldığında; hesaplanan kolon ve perde aksel basınç gerilmesine bağlı belirlenen kat kesme kuvveti oranı sınır değerleri aştığından mevcut bina “Riskli” olarak değerlendirilmektedir.

Kolonlu ve perdesiz betonarme binaların TDY-2018 yönetmeliğine göre gevrek hasarlı bütün elemanların “Göçme Bölgesi”nde olduğu kabulüyle, katlardan herhangi birinde her bir deprem doğrultusu için yapılan hesaplamalarda, yatay yük taşımayan kirişler haricindeki kirişlerin maksimum % 20’si “Göçme Bölgesi”nde; diğer betonarme taşıyıcı elemanlar “Sınırlı Hasar, Belirgin Hasar veya İleri Hasar” bölgelerinde olup, katlardan herhangi birinin üst ve alt kesitlerinde “Belirgin Hasar Sınırı” aşılacak kolonlarca taşınan kesme kuvvetlerinin, o kattaki kesme kuvvetine katkısının % 30’u aşmaması durumlarında “Göçme Öncesi Performans Düzeyi”nde olduğu kabulü ile değerlendirilmektedir. Bina, bu düzeyi sağlayamıyorsa “Göçme Durumu”ndadır.

Kolonlu ve perdesiz binanın TDY-2007 yönetmeliğine göre analizinde kirişlerin bodrum katta -X ve +X doğrultularında % 30.8'inin göçme bölgesinde olduğu Şekil 5.2'de görülmektedir. Buna göre; göçme bölgesinde kalan kirişlerin oranı % 20 sınırını aştığından TDY-2007'ye göre bina "Göçme Performans Düzeyi"nde kalmaktadır. Kolonlu ve perdesiz binanın TDY-2018 yönetmeliğine göre analizinde 4. ve 5. katlar haricindeki katlarında -X ve +X doğrultularında kirişlerin % 20'sinden fazlasının belirgin hasar bölgesinde olduğu ileri hasar bölgesine geçen kiriş olmadığı Şekil 5.2'de görülmektedir. Buna göre, belirgin hasar bölgesinde kalan kirişlerin oranı % 20 sınırını aştığından TDY-2018'e göre binanın "Kontrollü Hasar Performans Düzeyinde" olduğu değerlendirilir.



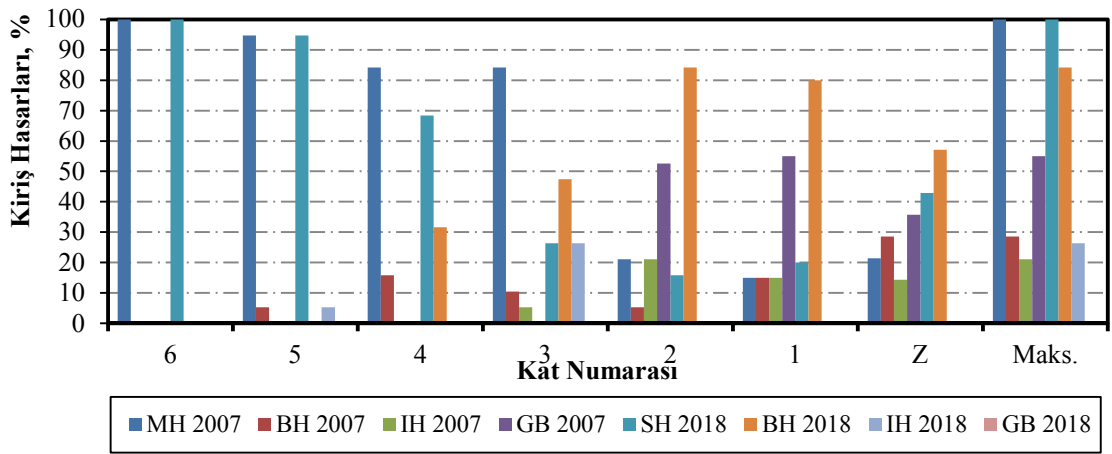
(a)



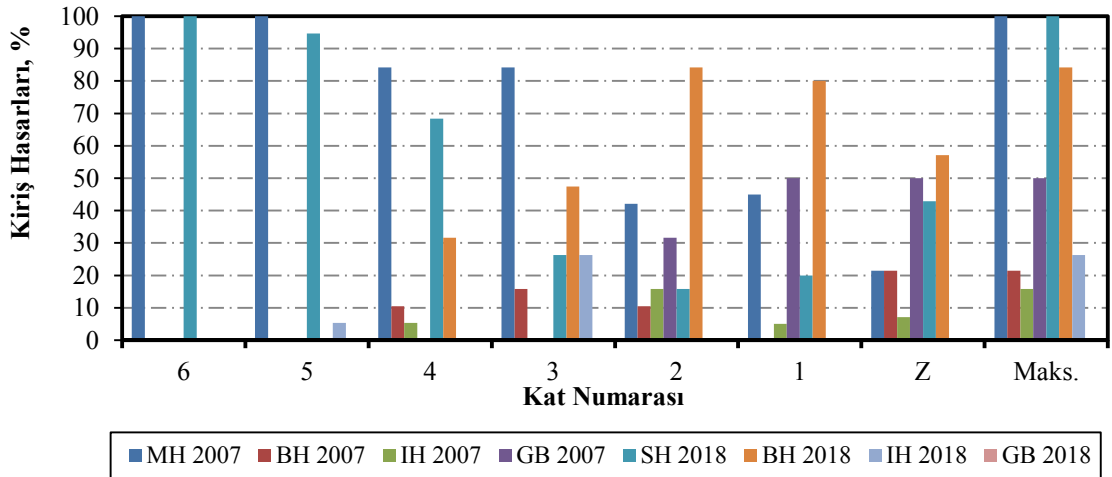
(b)

Şekil 5.2. Kolonlu ve perdesiz yapının TDY-2007 ve TDY-2018 yönetmeliklerine göre kiriş hasarları (a) -X yönü, (b) +X yönü.

Kolonlu ve perdesiz binanın TDY-2007 yönetmeliğine göre analizinde kirişlerin bodrum, zemin ve 1. katlarının -Y ve +Y doğrultularında % 30’undan fazlasının göçme bölgesinde olduğu Şekil 5.3’te görülmektedir. Buna göre; göçme bölgesinde kalan kirişlerin oranı % 30 sınırını aştığından TDY-2007’ye göre bina “Göçme Performans Düzeyi”nde kalmaktadır. Kolonlu ve perdesiz binanın TDY-2018 yönetmeliğine göre analizinde 2. katın -Y ve +Y doğrultularında kirişlerin % 26.3’ünün ileri hasar bölgesinde olduğu Şekil 5.3’te görülmektedir. Buna göre; belirgin hasar bölgesinde kalan kirişlerin oranı % 35 sınırını aşmadığından TDY-2018’e göre binanın “Kontrollü Hasar Performans Düzeyinde” olduğu değerlendirilir.



(a)

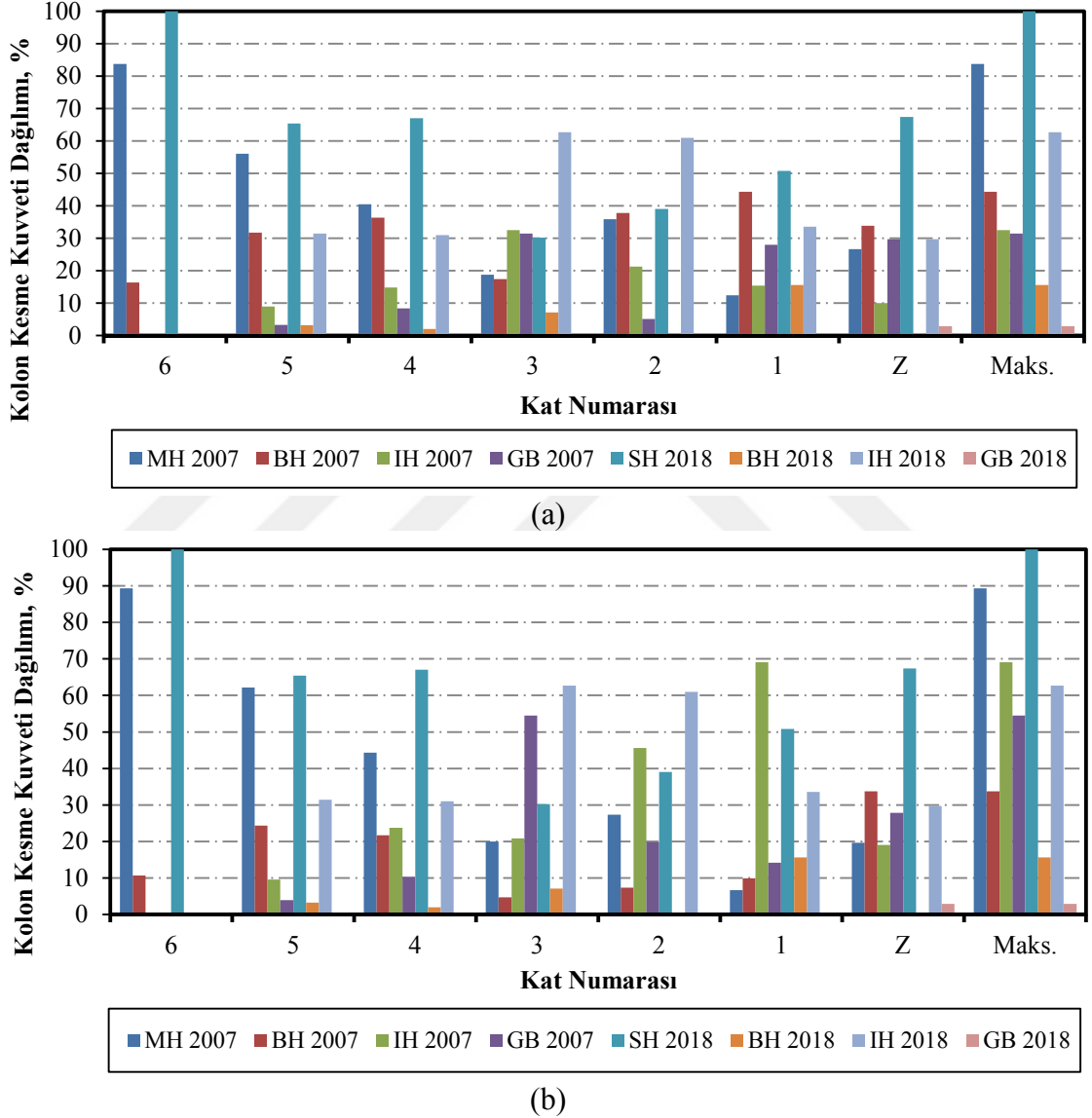


(b)

Şekil 5.3. Kolonlu ve perdesiz yapının TDY-2007 ve TDY-2018 yönetmeliklerine göre kiriş hasarları (a) -Y yönü, (b) +Y yönü.

Kolonlu ve perdesiz binanın TDY-2007 yönetmeliğine göre analizinde son katı haricindeki katlarının -X ve +X doğrultularında göçme bölgesine geçen kolonlar olduğu

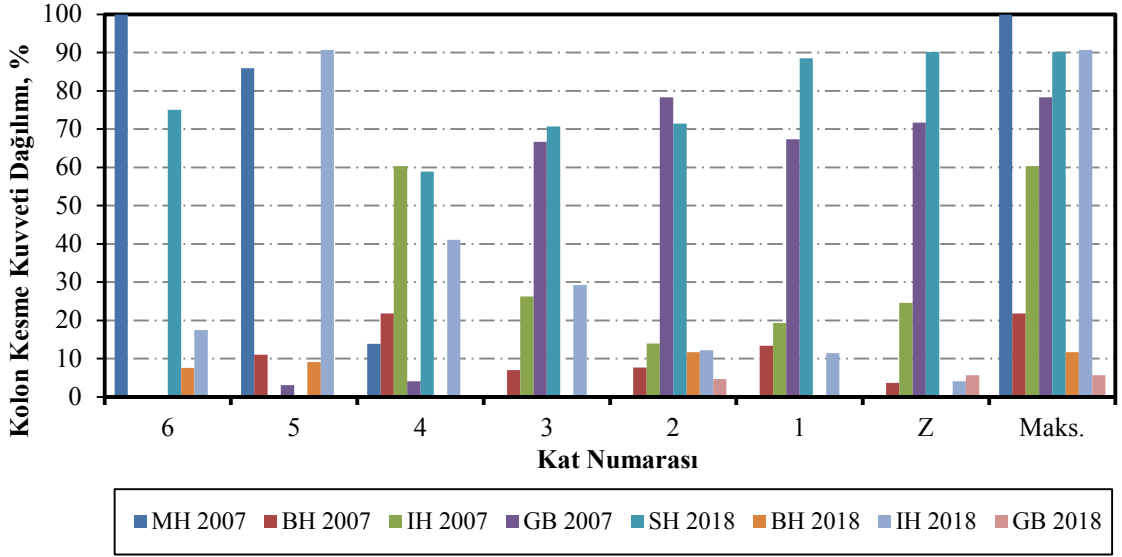
Şekil 5.4'te görülmektedir. Buna göre; göçme bölgesine geçen kolonlar olduğundan TDY-2007'ye göre bina “Göçme Performans Düzeyi”nde kalmaktadır. Kolonlu ve perdesiz binanın TDY-2018 yönetmeliğine göre analizinde, bodrum katının -X ve +X doğrultularında göçme bölgesine geçen kolonlar olduğu Şekil 5.4'te görülmektedir. Buna göre, göçme bölgesine geçen kolonlar olduğundan TDY-2018'e göre bina “Göçme Performans Düzeyi”nde kalmaktadır.



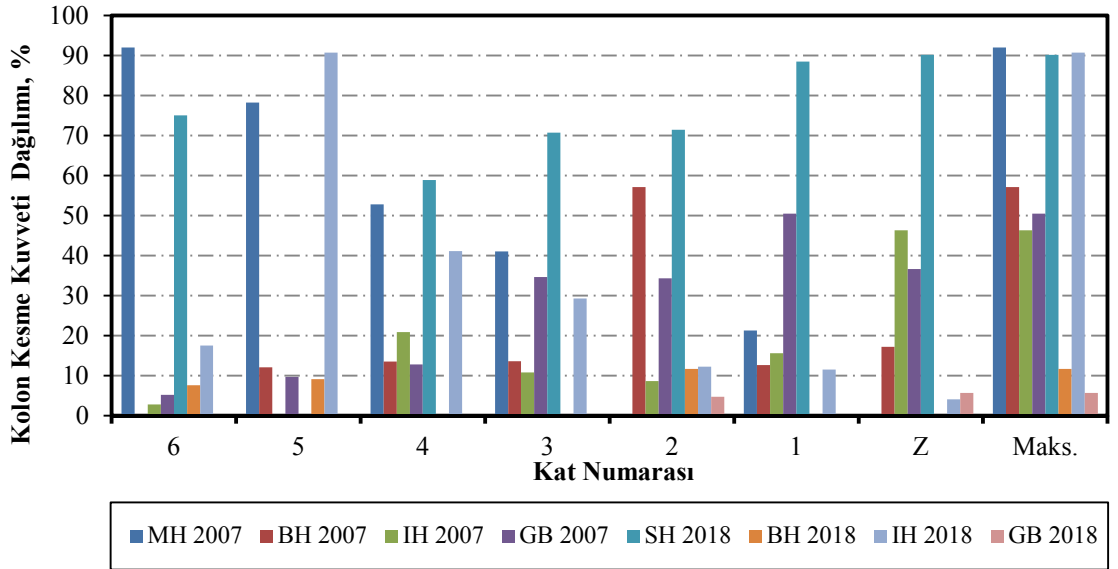
Şekil 5.4. Kolonlu ve perdesiz yapının TDY-2007 ve TDY-2018 yönetmeliklerine göre kolon kesme kuvvetleri dağılımı (a) -X yönü, (b) +X yönü.

Kolonlu ve perdesiz binanın TDY-2007 yönetmeliğine göre analizinde, bütün katlarının -Y ve +Y doğrultularında göçme bölgesine geçen kolonlar olduğu Şekil 5.5'te görülmektedir. Buna göre, göçme bölgesine geçen kolonlar olduğundan TDY-2007'ye

göre bina “Göçme Performans Düzeyi”nde kalmaktadır. Kolonlu ve perdesiz binanın TDY-2018 yönetmeliğine göre analizinde bodrum ve 1. katında $-Y$ ve $+Y$ doğrultularında göçme bölgesine geçen kolonlar olduğu aşağıda Şekil 5.5’te görülmektedir. Buna göre; göçme bölgesine geçen kolonlar olduğundan TDY-2018’e göre bina “Göçme Performans Düzeyi”nde kalmaktadır.



(a)

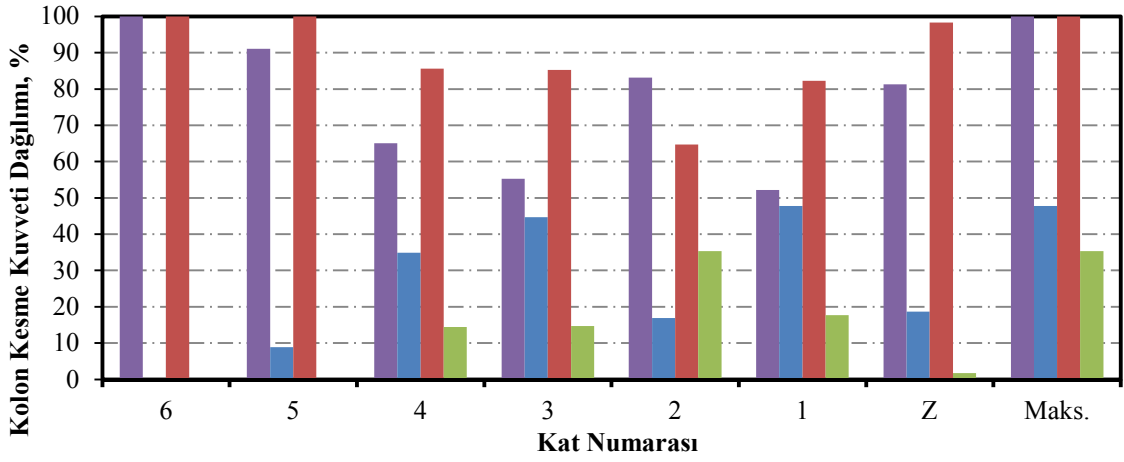


(b)

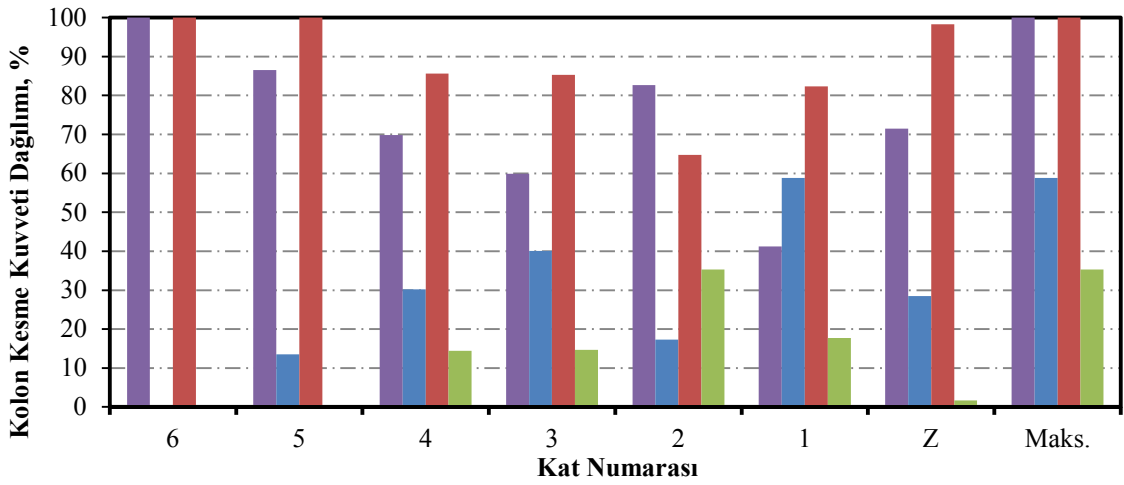
Şekil 5.5. Kolonlu ve perdesiz yapının TDY-2007 ve TDY-2018 yönetmeliklerine göre kolon kesme kuvvetleri dağılımı (a) $-Y$ yönü, (b) $+Y$ yönü.

Kolonlu ve perdesiz binanın TDY-2007 yönetmeliğine göre analizinde zemin, 2. ve 3. katlarının kolon alt ve üst kesitlerinde minimum hasar sınırları aşılmış kolonlarca

taşıyan kesme kuvvetlerinin kat kesme kuvvetine oranının $-X$ ve $+X$ doğrultularında % 30'u aştığı Şekil 5.6'da görülmektedir. Buna göre, kolon alt ve üst kesitlerinde minimum hasar sınırları aşılmış kolonlarca taşıyan kesme kuvvetlerinin kat kesme kuvvetine oranı % 30 sınırını aştığından TDY-2007'ye göre bina "Göçme Performans Düzeyi"nde kalmaktadır.



(a)

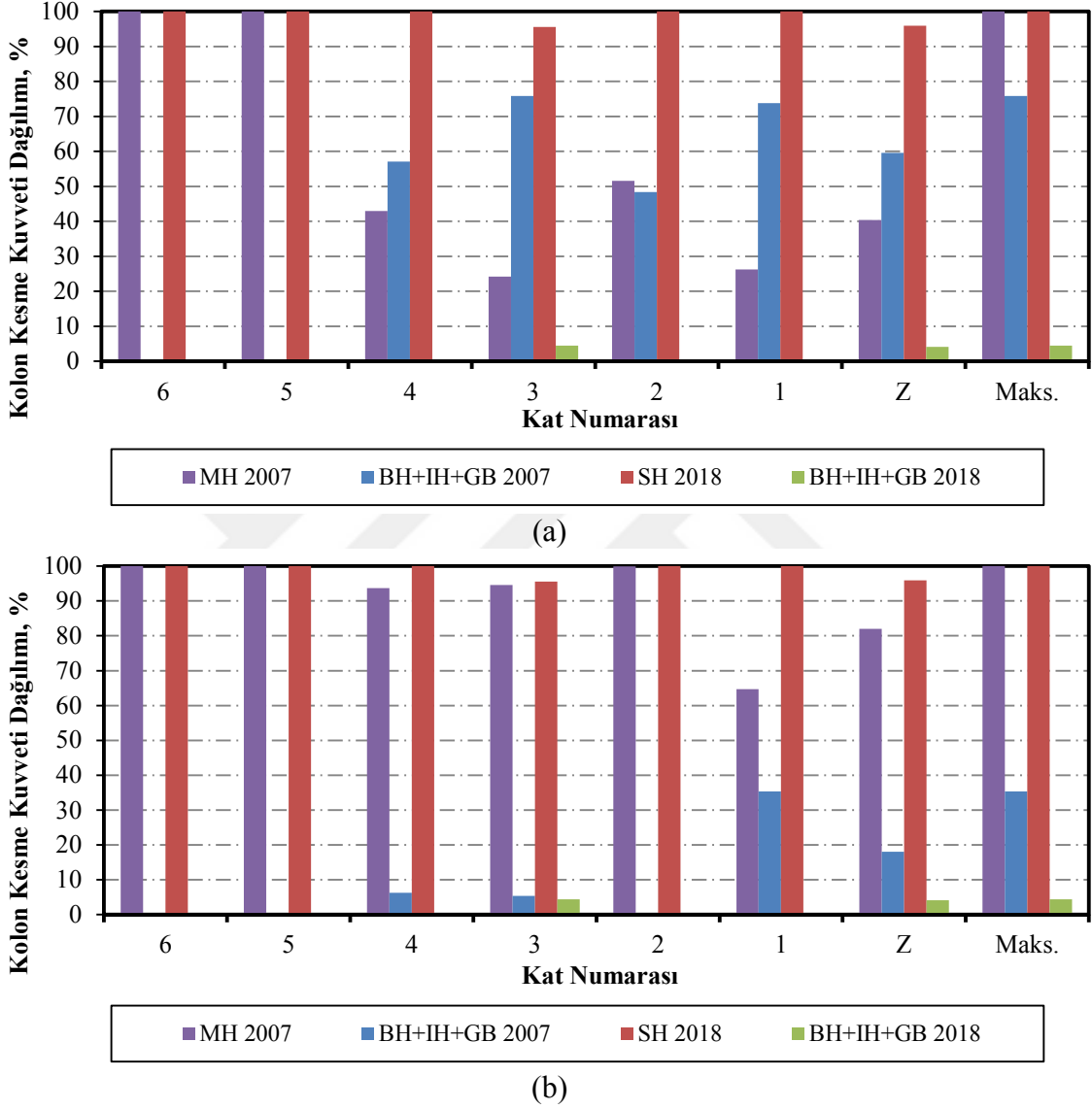


(b)

Şekil 5.6. Kolonlu ve perdesiz yapının TDY-2007 ve TDY-2018 yönetmeliklerine göre üst ve alt kesitlerinde minimum/sınırlı hasar bölgesi aşıl原因 kolon kesme kuvvetleri dağılımı (a) $-X$ yönü, (b) $+X$ yönü.

Kolonlu ve perdesiz binanın TDY-2018 yönetmeliğine göre analizinde 1. katta, kolon alt ve üst kesitlerinde belirgin hasar sınırları aşılmış kolonlarca taşıyan kesme kuvvetlerinin kat kesme kuvvetine oranının $-X$ ve $+X$ doğrultularında % 30'u aştığı

Şekil 5.6’da görülmektedir. Buna göre, kolon alt ve üst kesitlerinde belirgin hasar sınırları aşılmış kolonlarca taşınan kesme kuvvetlerinin kat kesme kuvvetine oranı % 30 sınır değerini aştığından TDY-2018’e göre bina “Göçme Performans Düzeyi”nde kalmaktadır.



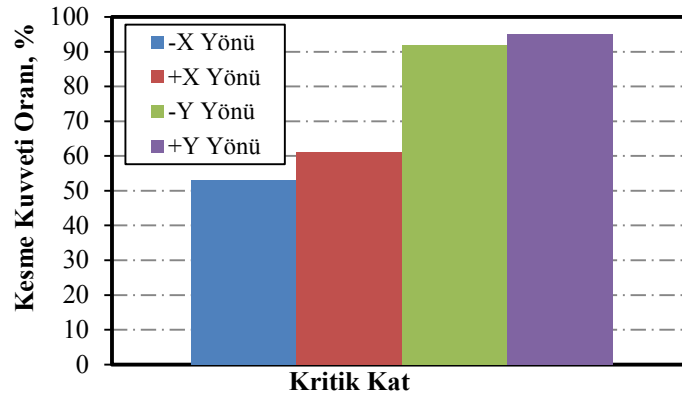
Şekil 5.7. Kolonlu ve perdesiz yapının TDY-2007 ve TDY-2018 yönetmeliklerine göre üst ve alt kesitlerinde minimum/sınırlı hasar bölgesi aşılacak kolon kesme kuvvetleri dağılımı (a) -Y yönü, (b) +Y yönü.

Kolonlu ve perdesiz binanın TDY-2007 yönetmeliğine göre analizinde alt ve üst kesitlerinde minimum hasar sınırları aşılmış kolonlarca taşınan kesme kuvvetlerinin kat kesme kuvvetine oranının -Y doğrultusunda son 2. kat haricindeki katlarda, +Y doğrultusunda ise sadece zemin katta % 30 sınır değerini aştığı Şekil 5.7’de görülmektedir. Buna göre; kolon alt ve üst kesitlerinde minimum hasar sınırları aşılmış

kolonlarca taşınan kesme kuvvetlerinin kat kesme kuvvetine oranı % 30 sınır değerini aştığından TDY-2007'ye göre bina “Göçme Performans Düzeyi”nde kalmaktadır.

Kolonlu ve perdesiz binanın TDY-2018 yönetmeliğine göre analizinde hiçbir katta, kolon alt ve üst kesitlerinde belirgin hasar sınırları aşılmış kolonlarca taşınan kesme kuvvetlerinin kat kesme kuvvetine oranının –Y ve +Y doğrultularında % 30'u aşmadığı Şekil 5.7'de görülmektedir. Buna göre; kolon alt ve üst kesitlerinde belirgin hasar sınırları aşılmış kolonlarca taşınan kesme kuvvetlerinin kat kesme kuvvetine oranı % 30 sınır değerini aşmadığından TDY-2018'e göre bina “Göçmenin Önlenmesi Performans Düzeyi”nde kaldığı değerlendirilebilir.

Mevcut kolonlu ve perdesiz binanın RBTE-2013 yönetmeliğine göre analiz sonuçları değerlendirildiğinde, kritik kat için etkili kata ait görelî kat ötelemesi oranı ve etki/kapasite (m) oranı sınır değerini aşan kesme kuvvetlerinin oranı, % 0 olarak hesaplanan kritik kat sınır değerini aştığı Şekil 5.8'de görülmektedir. Yapı kritik kat sınır değerlerini aşan kesme kuvvetlerinin, kritik kattaki toplam kesme kuvvetlerine oranı kritik kat sınır değerlerini aştığı için RBTE-2013'e göre “Riskli”dir.



Şekil 5.8. Kolonlu ve perdesiz yapının RBTE-2013 yönetmeliğine göre kritik katı kolon kesme kuvvetleri dağılımı.

Her üç yönetmeliğe göre mevcut bina analizi 50 yılda aşılma ihtimali % 10 olan depremler dikkate alınarak yapılmaktadır. TDY-2007, RBTE-2018 ve RBTE-2013 yönetmeliklerine göre yapılan analiz sonuç değerleri benzerlik göstermektedir. Her üç yönetmeliğe göre yapılan analizlerin sonuçları benzerlik gösterse de saha çalışmalarında RBTE-2013'de sadece bir katta yapılan çalışmaların, TDY-2007 ile TDY-2018'de her

katta yapılması gerektiğinden maliyet ve zaman bakımından RBTE-2013 yönetmeliği daha hızlı sonuç vermektedir. TDY-2007 ile TDY-2018 yönetmeliklerine göre sırasıyla “Göçme Öncesi” ve “Göçme Performans Düzeyi”ndeki yapıların kullanımının can güvenliği açısından sakıncalı olduğu, RBTE-2013 yönetmeliğinde ise riskli sınıftaki binaların kullanım açısından sakıncalı olduğu belirtilmektedir.

5.3 Kolonlu ve Perdeli Yapının Analiz Sonuçlarının Değerlendirilmesi ve Karşılaştırılması

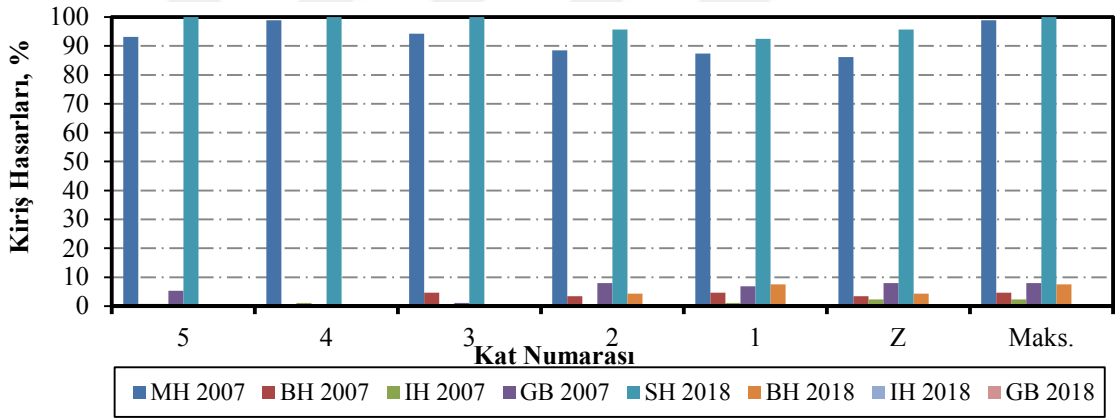
Kolonlu ve perdeli betonarme binaların TDY-2007 yönetmeliğine göre gevrek hasarlı bütün elemanlarının “Göçme Bölgesi”nde olduğu kabulüyle, katlardan herhangi birinde her bir deprem doğrultusu için yapılan hesaplamalarda, yatay yük taşımayan kirişler haricindeki kirişlerin maksimum % 20’si “Göçme Bölgesi”nde; diğer betonarme taşıyıcı elemanlar “Minimum, Belirgin veya İleri Hasar” bölgelerinde olup, katlardan herhangi birinin üst ve alt kesitlerinde “Minimum Hasar Sınırı” aşılacak kolonlarca taşınan kesme kuvvetlerinin, o kattaki kesme kuvvetine katkısının % 30’u aşmaması durumlarında “Göçme Öncesi Performans Düzeyi”nde olduğu kabulü ile değerlendirilmektedir. Bina, bu düzeyi sağlayamıyorsa “Göçme Durumu”ndadır.

Mevcut kolonlu ve perdeli betonarme binaların RBTE-2013 yönetmeliğine göre incelenen katının yükleme altında hesaplanan aksel basınç gerilmelerinin ortalaması kolon ve perdelerde $0.65f_{cm}$ değerinden büyükse, aynı katın perde ya da kolon elemanlarının herhangi biri için “Risk Sınırı” aşıldığında; hesaplanan kolon ve perde aksel basınç gerilmesine bağlı belirlenen kat kesme kuvveti oranı sınır değerleri aşarsa mevcut bina “Riskli” olarak değerlendirilmektedir.

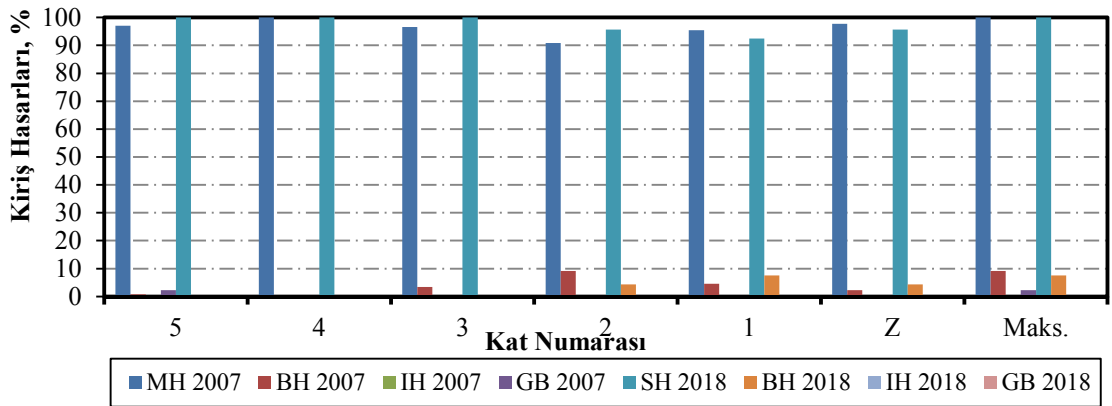
Kolonlu ve perdeli betonarme binaların TDY-2018 yönetmeliğine göre gevrek hasarlı bütün elemanların “Göçme Bölgesi”nde olduğu kabulüyle, katlardan herhangi birinde her bir deprem doğrultusu için yapılan hesaplamalarda, yatay yük taşımayan kirişler haricindeki kirişlerin maksimum % 20’si “Göçme Bölgesi”nde; diğer betonarme taşıyıcı elemanlar “Sınırlı Hasar, Belirgin Hasar veya İleri Hasar” bölgelerinde olup, katlardan herhangi birinin üst ve alt kesitlerinde “Belirgin Hasar Sınırı” aşılacak kolonlarca taşınan kesme kuvvetlerinin, o kattaki kesme kuvvetine katkısının % 30’u aşmaması

durumlarında “Göçme Öncesi Performans Düzeyi”nde olduğu kabul değerlendirilmektedir. Bina, bu düzeyi sağlayamıyorsa “Göçme Durumu”ndadır.

Kolonlu ve perdeli binanın TDY-2007’ye göre analizinde -X doğrultusunda 2. kat haricindeki katlarda ve +X doğrultusunda ise 3 katta göçme bölgesinde kalan kirişlerin oranının % 20’nin altında olduğu Şekil 5.9’da görülmektedir. Buna göre, göçme bölgesinde kalan kirişlerin oranı % 20 sınırını aşmadığından TDY-2007’ye göre bina “Göçme Öncesi Performans Düzeyi”nde kalmaktadır. Kolonlu ve perdeli binanın TDY-2018 yönetmeliğine göre analizinde 1., 2. ve 3. katlar haricindeki katlarda -X ve +X doğrultularında kirişlerin % 20’sinden azının belirgin hasar bölgesinde olduğu, ileri hasar bölgesine geçen kiriş olmadığı Şekil 5.9’da görülmektedir. Buna göre, belirgin hasar bölgesinde kalan kirişlerin oranı % 20 sınırını aşmadığından TDY-2018’e göre binanın “Sınırlı Hasar Performans Düzeyinde” olduğu değerlendirilebilir.



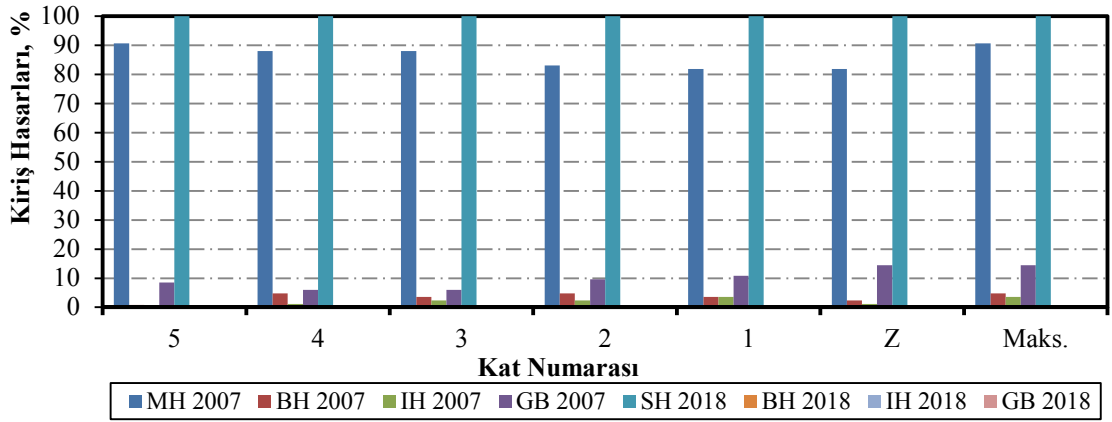
(a)



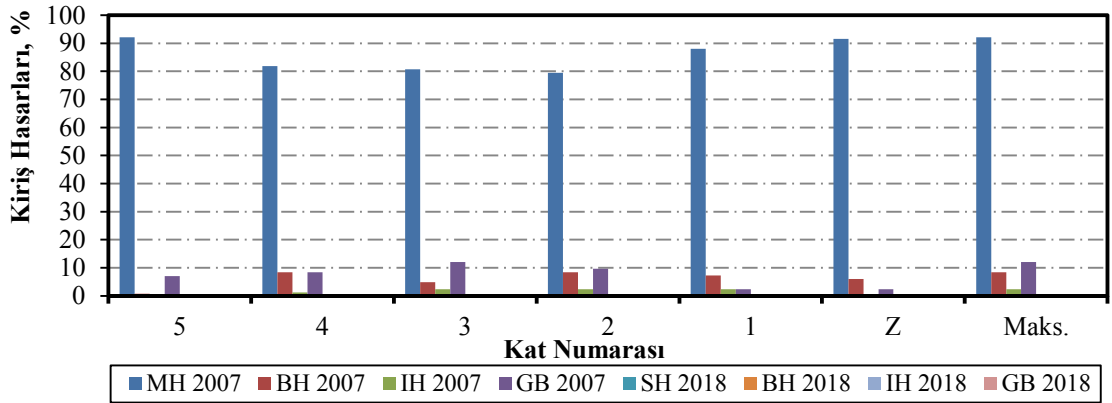
(b)

Şekil 5.9. Kolonlu ve perdeli yapının TDY-2007 ve TDY-2018 yönetmeliklerine göre kiriş hasarları (a) -X yönü, (b) +X yönü.

Kolonlu ve perdeli binanın TDY-2007 yönetmeliğine göre analizinde bütün katların –Y ve +Y doğrultularında göçme bölgesinde kirişlerin % 20’sinden azının kaldığı Şekil 5.10’da görülmektedir. Buna göre; göçme bölgesinde kalan kirişlerin oranı % 20 sınırını aşmadığından TDY-2007’ye göre bina “Göçme Öncesi Performans Düzeyi”nde kalmaktadır. Kolonlu ve perdeli binanın TDY-2018 yönetmeliğine göre analizinde bütün katların -Y ve +Y doğrultularında kirişlerin tamamının sınırlı hasar bölgesinde kaldığı Şekil 5.10’da görülmektedir. Buna göre, belirgin hasar bölgesinde kalan kirişlerin oranı % 20 sınırını aşmadığından TDY-2018’e göre binanın “Sınırlı Hasar Performans Düzeyinde” olduğu değerlendirilir.



(a)

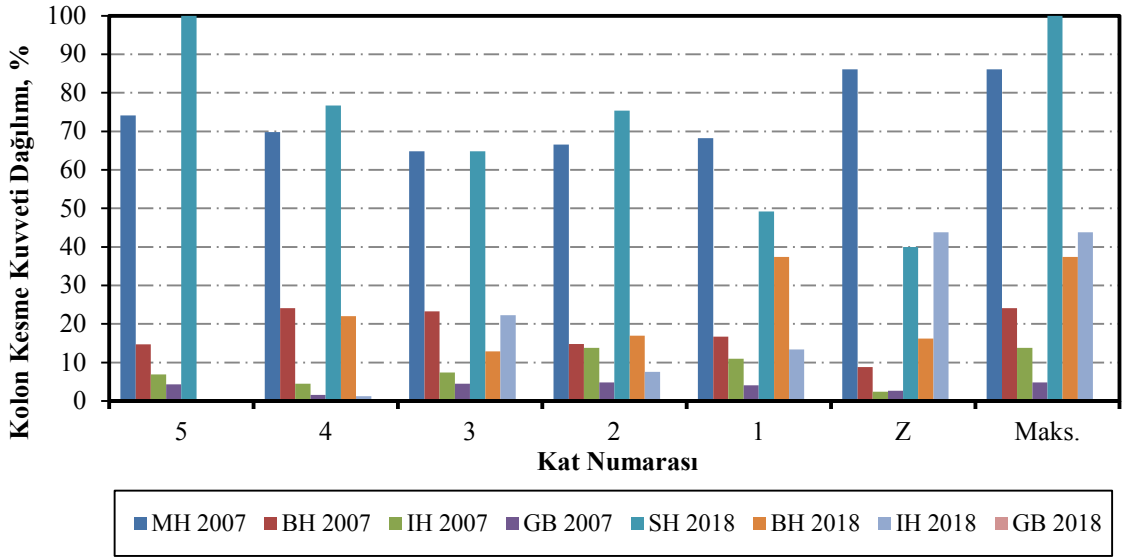


(b)

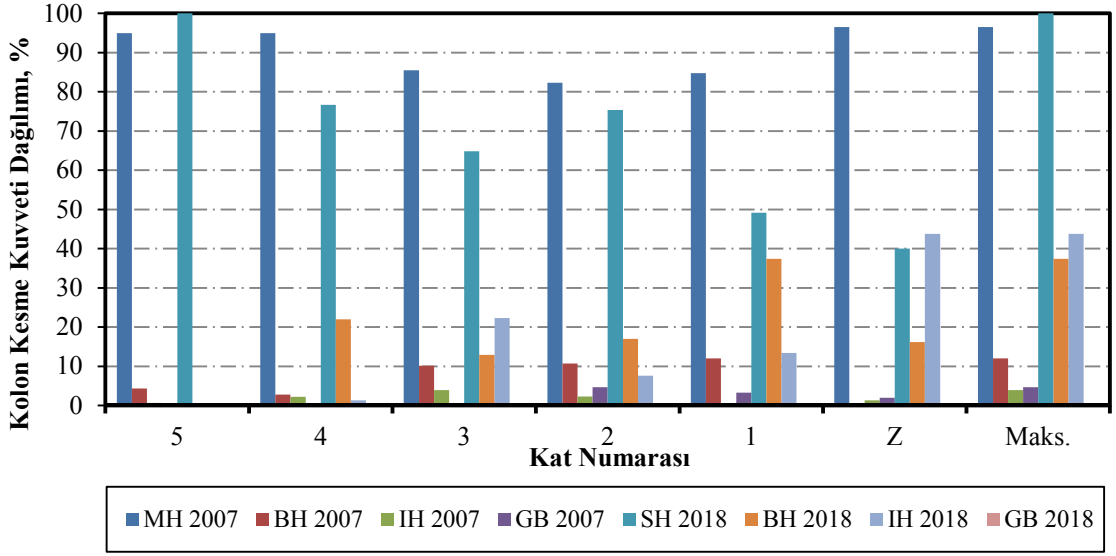
Şekil 5.10. Kolonlu ve perdeli yapının TDY-2007 ve TDY-2018 yönetmeliklerine göre kiriş hasarları (a) –Y yönü, (b) +Y yönü.

Kolonlu ve perdeli binanın TDY-2007 yönetmeliğine göre analizinde -X doğrultusunda tüm katlarda, +X doğrultusunda ise 2. ve 3. katlar haricindeki katlarda göçme bölgesine geçen kolonlar olduğu Şekil 5.11’de görülmektedir. Buna göre; göçme bölgesine geçen kolonlar olduğundan TDY-2007 yönetmeliğine göre bina “Göçme Performans

Düzeyi”nde kalmaktadır. Kolonlu ve perdeli binanın TDY-2018 yönetmeliğine göre analizinde $-X$ ve $+X$ doğrultularında Z ve 1. katlarında ileri hasar bölgesine geçen kolonlarca taşınan kesme kuvvetinin kat kesme kuvvetine oranı % 20’yi aştığı Şekil 5.11’de görülmektedir. Buna göre, ileri hasar bölgesine geçen kolonlarca taşınan kesme kuvvetlerinin kat kesme kuvvetine oranı % 20 sınırını aştığından TDY-2018 yönetmeliğine göre binanın “Göçme Öncesi Performans Düzeyi”nde kaldığı değerlendirilir.



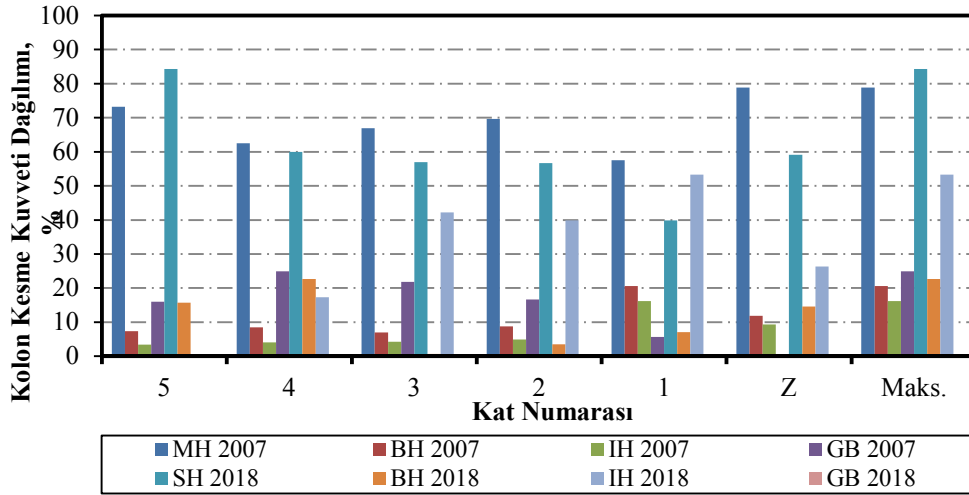
(a)



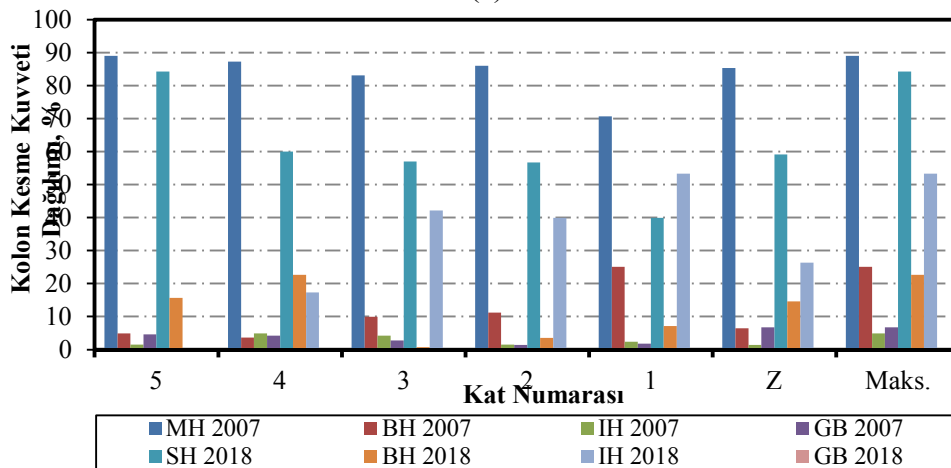
(b)

Şekil 5.11. Kolonlu ve perdeli yapının TDY-2007 ve TBDY-2008 yönetmeliklerine göre kolon kesme kuvvetleri dağılımı (a) $-X$ yönü, (b) $+X$ yönü.

Kolonlu ve perdeli binanın TDY-2007 yönetmeliğine göre analizinde -Y ve +Y doğrultularında tüm katlarda göçme bölgesine geçen kolonlar olduğu Şekil 5.12’de görülmektedir. Buna göre; göçme bölgesine geçen kolonlar olduğundan TDY-2007 yönetmeliğine göre bina “Göçme Performans Düzeyi”nde kalmaktadır. Kolonlu ve perdeli binanın TDY-2018 yönetmeliğine göre analizinde -Y ve +Y doğrultularında 2. ve 3. katlar haricindeki tüm katlarda ileri hasar bölgesine geçen kolonlarca taşınan kesme kuvvetinin kat kesme kuvvetine oranı % 20’yi aştığı Şekil 5.12’de görülmektedir. Buna göre, ileri hasar bölgesine geçen kolonlarca taşınan kesme kuvvetlerinin kat kesme kuvvetine oranı % 20 sınırını aştığından TDY-2018 yönetmeliğine göre binanın “Göçme Öncesi Performans Düzeyi”nde kaldığı değerlendirilir.



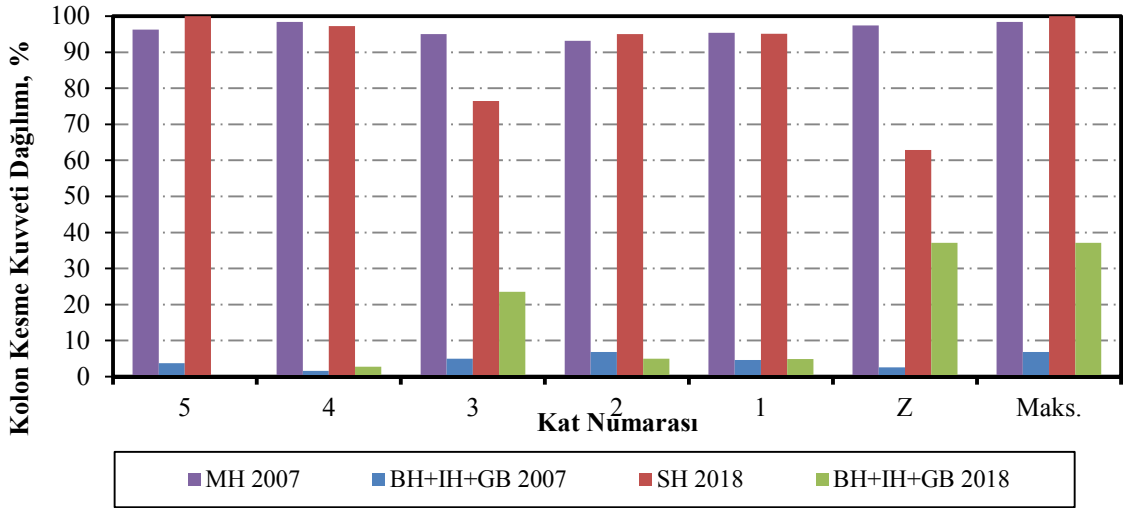
(a)



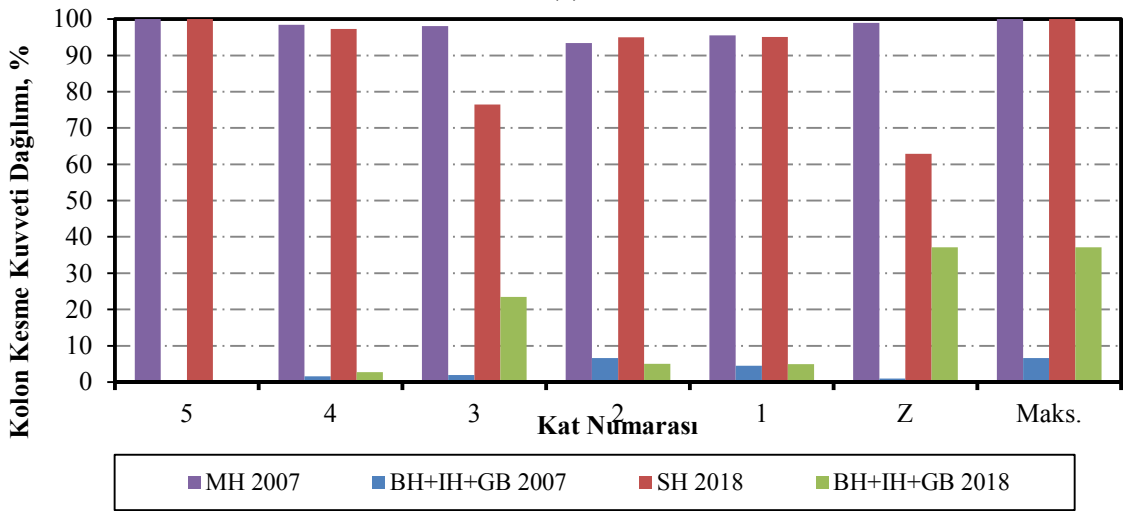
(b)

Şekil 5.12. Kolonlu ve perdeli yapının TDY-2007 ve TBDY-2008 yönetmeliklerine göre kolon kesme kuvvetleri dağılımı (a) -Y yönü, (b) +Y yönü.

Kolonlu ve perdeli binanın TDY-2007 yönetmeliğine göre analizinde bütün katların alt ve üst kesitlerinde minimum hasar sınırları aşılmış kolonlarca taşınan kesme kuvvetlerinin kat kesme kuvvetine oranının $-X$ ve $+X$ doğrultularında % 30'u aşmadığı Şekil 5.13'te görülmektedir. Buna göre; alt ve üst kesitlerinde minimum hasar sınırları aşılmış kolonlarca taşınan kesme kuvvetlerinin kat kesme kuvvetine oranı % 30 sınırını aşmadığından TDY-2007'ye göre binanın "Göçme Öncesi Performans Düzeyi"nde kaldığı değerlendirilir. Kolonlu ve perdeli binanın TDY-2018 yönetmeliğine göre analizinde zemin katın alt ve üst kesitlerinde belirgin hasar sınırları aşılmış kolonlarca taşınan kesme kuvvetlerinin kat kesme kuvvetine oranı $-X$ ve $+X$ doğrultularında % 30'u aştığı Şekil 5.13'te görülmektedir. Buna göre; alt ve üst kesitlerinde belirgin hasar sınırları aşılmış kolonlarca taşınan kesme kuvvetlerinin kat kesme kuvvetine oranı % 30 sınırını aştığından TDY-2018 yönetmeliğine göre bina "Göçme Performans Düzeyi"nde kalmaktadır.



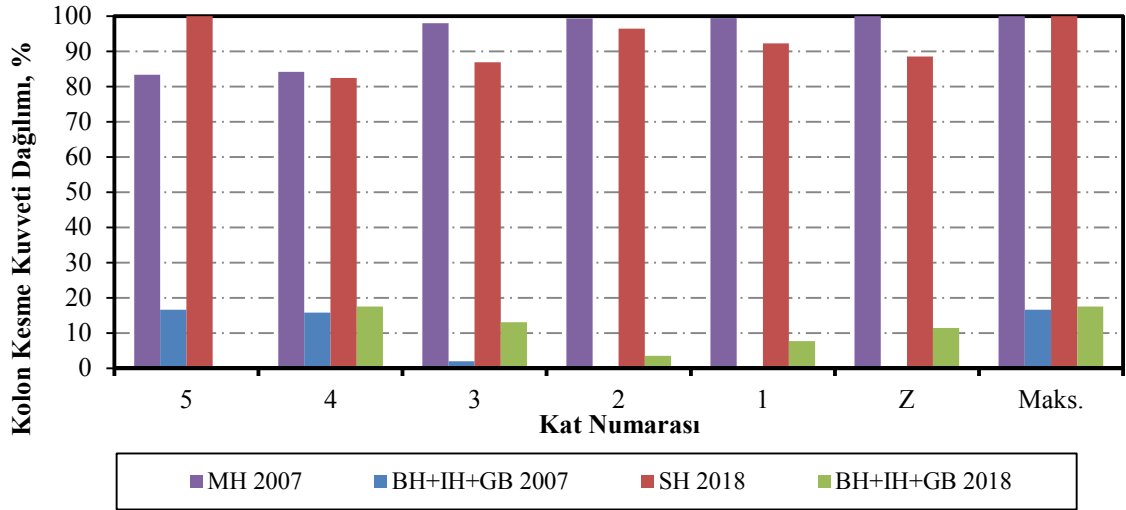
(a)



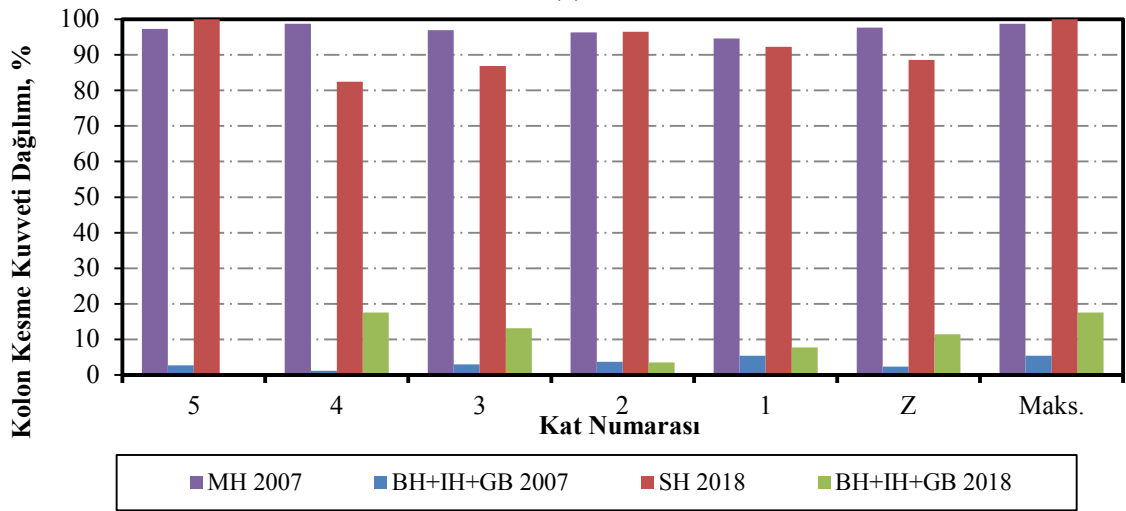
(b)

Şekil 5.13. Kolonlu ve perdeli yapının TDY-2007 ve TBDY-2008 yönetmeliklerine göre üst ve alt kesitlerinde minimum/sınırlı hasar bölgesi aşılan kolon kesme kuvvetleri dağılımı (a) -X yönü, (b) +X yönü.

Kolonlu ve perdeli binanın TDY-2007 yönetmeliğine göre analizinde bütün katların alt ve üst kesitlerinde minimum hasar sınırları aşılmış kolonlarca taşınan kesme kuvvetlerinin kat kesme kuvvetine oranı -Y ve +Y doğrultularında % 30'u aşmadığı Şekil 5.14'te görülmektedir. Buna göre; alt ve üst kesitlerinde minimum hasar sınırları aşılmış kolonlarca taşınan kesme kuvvetlerinin kat kesme kuvvetine oranı % 30 sınırını aşmadığından TDY-2007'ye göre binanın "Göçme Öncesi Performans Düzeyi"nde kaldığı değerlendirilebilir.



(a)



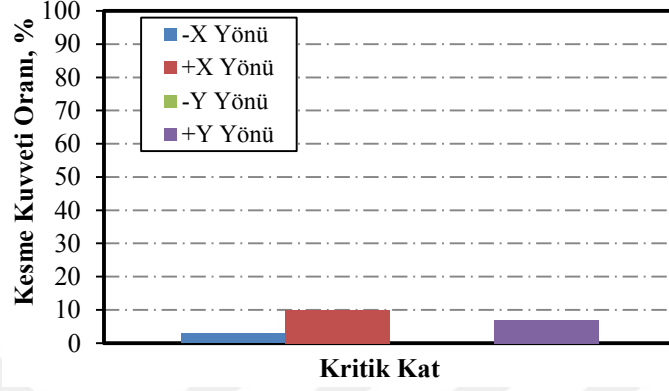
(b)

Şekil 5.14. Kolonlu ve perdeli yapının TDY-2007 ve TBDY-2008 yönetmeliklerine göre üst ve alt kesitlerinde minimum/sınırlı hasar bölgesi aşılacak kolon kesme kuvvetleri dağılımı (a) –Y yönü, (b) +Y yönü.

Kolonlu ve perdeli binanın TDY-2018 yönetmeliğine göre analizinde bütün katların alt ve üst kesitlerinde belirgin hasar sınırları aşılmış kolonlarca taşınan kesme kuvvetlerinin kat kesme kuvvetine oranı –Y ve +Y doğrultularında % 30’u aşmadığı Şekil 5.14’te görülmektedir. Buna göre; alt ve üst kesitlerde belirgin hasar sınırları aşılmış kolonlarca taşınan kesme kuvvetlerinin kat kesme kuvvetine oranı % 30 sınırını aşmadığından TDY-2018 yönetmeliğine göre bina “Göçmenin Önlenmesi Performans Düzeyi”nde kalmaktadır.

Mevcut kolonlu ve perdeli binanın RBTE-2013 yönetmeliğine göre analiz sonuçları değerlendirildiğinde, kritik kat için etkili kata ait görelî kat öteleme oranı ve

etki/kapasite (m) oranı sınır değerini aşan kesme kuvvetlerinin oranı, %12.2 olarak hesaplanan kritik kat sınır değerini aşmadığı Şekil 5.15'te görölmektedir. Yapı kritik kat sınır değerleri aşan kesme kuvvetlerinin, kritik kattaki toplam kesme kuvvetlerine oranı kritik kat sınır değerlerini aşmadığı için RBTE-2013'e göre "Risksiz"dir.



Şekil 5.15. Kolonlu ve perdeli yapının RBTE-2013 yönetmeliğine göre kolon kesme kuvvetleri dağılımı.

BÖLÜM VI

SONUÇLAR

Bu tez çalışmasında mevcut binaların deprem açısından riskli olanlarının belirlenmesi için 2013 yılından itibaren kullanılan RBTE-2013, 2019 yılına kadar kullanılan TDY-2007 yönetmeliği ve 2019 yılından itibaren kullanılan TDY-2018 yönetmeliklerinin teorik olarak karşılaştırılması yapılmıştır. Ayrıca, bu yönetmelikler kullanılarak kolonsuz-perdesiz, kolonlu-perdesiz ve kolonlu-perdeli 3 farklı yapı tipi Sta4CAD ve StatiCAD programlarında modellenerek risk analizleri yapılmıştır.

Mevcut kolonsuz-perdesiz yapı (yığma bina) analizlerinde; RBTE-2013 yönetmeliğinin TDY-2007 ve TDY-2018 yönetmeliklerine göre daha güvenli tarafta kaldığı söylenebilir. Ancak, TDY-2018 yönetmeliğinde katlara etkiyen toplam eşdeğer deprem yükü (taban kesme kuvveti) hesaplamasında kullanılan formül değişmiş ve katlar için hesap edilen taban kesme kuvveti değerleri büyümüştür. Ayrıca, TDY-2018 yönetmeliğinde seçilen bilgi düzeyi katsayısı diğer yönetmeliklerde seçilen bilgi düzey katsayılarından küçüktür. Bu nedenlerle kolonsuz-perdesiz yapının TDY-2018 yönetmeliğine göre yapılan analizinde, RBTE-2013 ve TDY-2007 yönetmeliklerine göre daha olumsuz sonuçlar verdiği görülmüştür.

Mevcut kolonlu perdesiz yapı örneğinin her üç yönetmeliğe göre analiz sonuçlarının birbirleriyle uyumlu olduğu görülmüştür.

Mevcut kolonlu-perdesiz ve kolonlu-perdeli yapı örneklerinin TDY-2018 yönetmeliği analiz sonuçlarının TDY-2007 yönetmeliğine göre kolon ve kiriş hasarlarının daha düşük seviyelerde kaldığı görülmüştür. Bunun nedeni olarak, analizlerde TDY-2007'ye göre hesaplanan mevcut beton basınç dayanımı değerinin, TDY-2018'e göre hesaplanan mevcut beton basınç dayanımı değerinden küçük olmasından kaynaklandığı düşünülmektedir.

Mevcut kolonlu ve perdeli yapı örneğinin RBTE-2013 yönetmeliğine göre risksiz, TDY-2007 yönetmeliğine göre de göçme performans düzeyinde olmasının, her iki yönetmelikteki mevcut beton basınç dayanımı hesaplarındaki farklılıktan kaynaklandığı

düşünülmektedir. Binadan alınan karot sonuçlarından TDY-2007 yönetmeliğine göre hesaplanan mevcut beton dayanım değeri, RBTE-2013 yönetmeliğine göre hesaplanan değer in yaklaşık %70'ine karşılık geldiği tespit edilmiştir.

Mevcut kolonlu-perdeli yapı örneği analizlerde RBTE-2013 yönetmeliğine göre risksiz, TDY-2018 yönetmeliğine göre göçme performans düzeyinde çıkmıştır. Bu sonuçlarda, her iki yönetmelikte kullanılan mevcut beton basınç dayanımı benzerlik gösterse de seçilen bilgi düzey katsayıları etkili olmuştur.

TDY-2007 ve TDY-2018 yönetmeliklerine göre mevcut yapıların bütün katlarında detaylı çalışma yapılması gereklidir. RBTE-2013 yönetmeliğinde ise sadece rijitliği diğer katlara oranla küçük olan veya yanal ötelenmesi zemin tarafından tutulmamış en alt bina katı olan kritik katta çalışma yapılması yeterlidir. Bu durum, RBTE-2013 yönetmeliği ile daha hızlı ve ekonomik tespit yapılmasına olanak sağlar.

Bu sonuçlar ışığında riskli yapı tespiti için, RBTE-2013 ve TDY-2007 yönetmelikleri bina analiz sonuçları karşılaştırıldığında genel olarak birbirleriyle uyumlu sonuçlar verdiği ve yeterli olduğu anlaşılmıştır. Ancak, RBTE-2013 ve TDY-2018 yönetmelikleri bina analiz sonuçları karşılaştırıldığında birbirleriyle uyumlu sonuçlar vermediği görülmüştür. Bundan dolayı, RBTE-2013 yönetmeliğinin TDY-2018 yönetmeliğindeki tanımlama ve hesaplama değişikliklerine göre düzenlenmesi gereklidir.

KAYNAKLAR

Altın Karayahşi, S., Kamu binalarında mevcut yapı değerlendirmesi ile riskli yapı değerlendirmesinin karşılaştırılması, Yüksek Lisans Tezi, *Celal Bayar Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Manisa, s.1-100, 2016.

Aysan, Ö.C., Mevcut binaların RBTE 2013 ve DBYBHY 2007 yönetmeliklerine göre yapılacak risk tespitlerinin karşılaştırılması, Yüksek Lisans Tezi, *Dicle Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü*, Diyarbakır, s. 1-96, 2014.

Başara, O., Mevcut yapıların performanslarının değerlendirilmesi üzerine bir çalışma, Yüksek Lisans Tezi, *Sakarya Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü*, Sakarya, s. 1-89, 2010.

Bayraktargil, B., Riskli yapıların tespit edilmesine ilişkin esaslar ve Türk deprem yönetmeliğinin karşılaştırılması, Yüksek Lisans Tezi, *İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü*, İstanbul, 2015.

Büyükçapar, S., Betonarme bir yapının yeni deprem yönetmeliği (2007) esaslarına göre performansının değerlendirilmesi, Yüksek Lisans Tezi, *Zonguldak Karaelmas Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü*, Zonguldak, s. 1-69, 2008.

Dinçer, F., Mevcut yapıların TDY 2007'ye göre performans analizi, Yüksek Lisans Tezi, *Sakarya Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü*, Sakarya, s. 1-113, 2012.

Ergün, A., Kürklü, G. ve Başaran, V., “Afyonkarahisar Hükümet Konağının DBYBHY 07'e göre Deprem Güvenliğinin İncelenmesi”, *Afyon Kocatepe Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi*, 12, 13-21, 2012a.

Ergün, A., Kürklü, G. ve Başaran, V., “Mevcut betonarme binaların deprem güvenliğinin incelenmesi ve güçlendirilmesi çalışmaları için Afyonkarahisar'dan bir hastane örneği”, *Afyon Kocatepe Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi*, 12, 1-11, 2012b.

Eurocode 8, Seismic design of concrete structures, *European Commission Joint Research Center*, 1993.

FEMA 356, Prestandard and Commentary for the Seismic Rehabilitation of Buildings, *Federal Emergency Management Agency*, 1997.

Gülay, F.G., Tezcan, S. ve Bal, İ.E., “Binaların deprem güvenliği konusunda geliştirilen P25 puanlama yönteminin kalibrasyonu ve pilot bölge uygulaması”, *TÜBİTAK MAG Araştırma Projesi, Türkiye Bilimsel ve Teknolojik Araştırma Kurumu, Proje No: 106M278*, s. 2008.

Gültekin E.E., Mevcut Yapıların Depreme Karşı Güçlendirilmesi, Yüksek Lisans Tezi, *Çukurova Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü*, Adana, s. 1-204, 2008.

İlki, A. ve Celep, Z., “Betonarme Yapıların Deprem Güvenliği”, *1. Türkiye Deprem Mühendisliği ve Sismoloji Konferansı*, s. 1-20, 11-14 Ekim, Ankara, 2011.

Keleşoğlu, Ö., Çakar, H. ve Polat, A., “Mevcut betonarme bir yapının 2007 deprem yönetmeliğine göre performansının belirlenmesi ve güçlendirme önerisi”, *International Journal of Pure and Applied Sciences*, 3(2), 58-67, 2017.

NÇŞM-2014., Altyapı ve Kentsel Dönüşüm Şube Müdürlüğü arşivi, *Niğde Çevre ve Şehircilik Müdürlüğü*, 2014.

Olbak, M., Kentsel dönüşümün deneysel verileri ışığında doğrusal olmayan analiz yöntemleri ile riskli yapıların yeniden kullanılabilirliği ve yararları, Yüksek Lisans Tezi, *İstanbul Aydın Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü*, İstanbul, s. 1-145, 2016.

Orak, M.S., Gençoğlu, M., ve Celep Z., “Betonarme taşıyıcı elemanlarda deprem güvenliği incelemesinde performans sınırları üzerine”, *Sekizinci Ulusal Deprem Mühendisliği Konferansı*, s. 355-360, 11-15 Mayıs, İstanbul, 2015.

Özkaratay, M., Düzce Depreminde Yıkılmış 6 Katlı Betonarme Binanın Farklı Yöntemlerle Değerlendirilmesi, Yüksek Lisans Tezi, *İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü*, İstanbul, s. 1-205, 2014.

RBTE-2013, Riskli Yapıların Tespit Edilmesine İlişkin Esaslar, *Çevre ve Şehircilik Bakanlığı*, Ankara, 2012.

SAP2000, Structural analysis program, Computers and Structures Inc., Copyright (C) 2000.

STA4CAD V13, Betonarme Yapı Analiz Programı, Copyright (C), 2013.

STA4CAD V14, Betonarme Yapı Analiz Programı, Copyright (C), 2018.

StatiCAD V4, Yığma Yapı Analiz Programı, Copyright (C), 2013.

StatiCAD V5, Yığma Yapı Analiz Programı, Copyright (C), 2018.

TDY-2007, Türk Deprem Yönetmeliği, *Afet ve Acil Durum Yönetimi Başkanlığı*, Ankara, 2007.

TDY-2018, Türk Deprem Yönetmeliği, *Afet ve Acil Durum Yönetimi Başkanlığı*, Ankara, 2018.

Tekeli, H., Dilmaç, H., Erkan, K.T., Demir, F. ve Şan, M., “Riskli binaların değerlendirilmesi üzerine bir inceleme”, *2. Türkiye Deprem Mühendisliği ve Sismoloji Konferansı*, s. 1-11, Hatay, 2013.

Tozlu, Z., Mevcut Yapıların Risk Durumunun Belirlenmesi İçin 6306 Sayılı Kanun Kapsamında Yer Alan Hızlı Değerlendirme Tekniğinin Uygulanması, Yüksek Lisans Tezi, *Gazi Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü*, Ankara, 2015.

TS 500, Betonarme Yapıların Hesap ve Yapım Kuralları, *Türk Standartları Enstitüsü*, Ankara, 2000.

TS EN 771-1, Kâgir Birimler, **Türk Standartları Enstitüsü**, Ankara, 2005.

Uygun G. ve Celep, Z., “Betonarme Bir Binanın Deprem Güvenliğinin Deprem Yönetmeliği (2007)’deki Doğrusal ve Doğrusal Olmayan Yöntemlerle Karşılaştırmalı İncelenmesi”, **6. Ulusal Deprem Mühendisliği Konferansı**, s. 269-279, İstanbul, 2007.

Vulaş, Y., Mevcut betonarme binaların PERA (hızlı performans değerlendirme yöntemi) ile performans analizinin yapılması, Yüksek Lisans Tezi, **İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü**, İstanbul, s. 1-285, 2014.

6306 sayılı Afet Riski Altındaki Alanların Dönüştürülmesi Hakkında Kanun’un Uygulama Yönetmeliği, **Çevre ve Şehircilik Bakanlığı**, Ankara, 2012.

ÖZ GEÇMİŞ

Hayati KOÇER 01.01.1986 tarihinde Niğde’de doğdu. İlk, orta ve lise öğrenimini Niğde’de tamamladı. 2004 yılında girdiği İstanbul Üniversitesi İnşaat Mühendisliği Bölümü’nden 2009 yılında mezun oldu. Mezun olduğu tarihten bugüne kadar inşaat mühendisi olarak kamuda çalışma hayatına devam etmektedir. Evli ve 1 çocuk babasıdır.



