

İSTANBUL TEKNİK ÜNİVERSİTESİ ★ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**P25 VE DURTES ÖNDEĞERLENDİRME YÖNTEMLERİ VE 1999 DÜZCE
DEPREMİNDE HASAR GÖRMÜŞ BİNALARA UYGULANMASI**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Meltem DOĞAN

İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı

Deprem Mühendisliği Programı

HAZİRAN 2012

İSTANBUL TEKNİK ÜNİVERSİTESİ ★ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**P25 VE DURTES ÖNDEĞERLENDİRME YÖNTEMLERİ VE 1999 DÜZCE
DEPREMİNDE HASAR GÖRMÜŞ BİNALARA UYGULANMASI**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

**Meltem DOĞAN
501091240**

İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı

Deprem Mühendisliği Programı

Tez Danışmanı: Prof. Dr. F. Gülten GÜLAY

HAZİRAN 2012

İTÜ, Fen Bilimleri Enstitüsü'nün 501091240 numaralı Yüksek Lisans Öğrencisi **Meltem DOĞAN**, ilgili yönetmeliklerin belirlediği gerekli tüm şartları yerine getirdikten sonra hazırladığı “**P25 VE DURTES ÖNDEĞERLENDİRME YÖNTEMLERİ VE 1999 DÜZCE DEPREMİNDE HASAR GÖRMÜŞ BİNALARA UYGULANMASI**” başlıklı tezini aşağıda imzaları olan jüri önünde başarı ile sunmuştur.

Tez Danışmanı : **Prof. Dr. F. Gülten GÜLAY**
İstanbul Teknik Üniversitesi

Jüri Üyeleri : **Prof. Dr. Semih TEZCAN**
Boğaziçi Üniversitesi

Yrd. Doç. Dr. Pınar ÖZDEMİR
İstanbul Teknik Üniversitesi

Teslim Tarihi : **03 Mayıs 2012**
Savunma Tarihi : **08 Haziran 2012**

Sevgili Anneme,

ÖNSÖZ

Kıymetli zamanını ve tecrübelerini benden esirgemeyerek çalışmama önemli katkıda bulunan danışmanım Sayın Prof. Dr. F. Gülten GÜLAY'a teşekkürü bir borç bilir, saygılarımı sunarım.

Düzce Belediyesi İmar ve Şehircilik Müdürü Sayın Hayrettin GÜNAY, Düzce Üniversitesi öğretim üyesi Sayın Doç. Dr. Hakan POLAT, İstanbul Üniversitesi öğretim üyesi Prof.Dr. Namık Kemal ÖZTORUN ve Araş. Gör. Rasim TEMUR'a, çalışma arkadaşım Denizhan ULUĞTEKİN, hayat arkadaşım S. Onur KARACA ve eğitim hayatımın en büyük desteği canım annem Ayşe DOĞAN'a desteklerinden dolayı sonsuz teşekkürler ederim.

Haziran 2012

Meltem DOĞAN
(İnşaat Mühendisi)

İÇİNDEKİLER

Sayfa

ÖNSÖZ.....	vii
İÇİNDEKİLER	ix
KISALTMALAR	xiv
ÇİZELGE LİSTESİ.....	xvi
ŞEKİL LİSTESİ.....	xx
SEMBOLLER	xxiii
ÖZET.....	xxvi
SUMMARY	xxvii
1. GİRİŞ	1
1.1 Amaç ve Kapsam	3
1.2 Bu Konuda Daha Önce Yapılan Çalışmalar.....	4
2. BİNALARIN DEPREM GÜVENLİĞİNİN BELİRLENMESİ.....	13
2.1 Deprem Yönetmeliğine Göre Belirlenmesi.....	13
2.1.1 Binalardan bilgi toplanması	13
2.1.1.1 Binalardan toplanacak bilginin kapsamı	13
2.1.1.2 Bilgi düzeyleri	14
2.1.1.3 Bilgi düzeyleri katsayısı	16
2.1.2 Yapı elemanlarında hasar sınırları ve hasar bölgeleri.....	16
2.1.2.1 Kesit hasar sınırları	16
2.1.2.2 Kesitin hasar bölgeleri	16
2.1.2.3 Bina deprem performans seviyeleri	17
2.1.2.4 Binalar için hedeflenen performans düzeyleri	18
2.1.3 Depremde bina performansının belirlenmesi.....	20
2.1.3.1 Genel ilke ve kurallar	20
2.1.3.2 Depremde bina performansının doğrusal elastik hesap yöntemleri	21
ile belirlenmesi	21
2.1.3.3 Depremde bina performansının doğrusal elastik olmayan	25
yöntemler ile belirlenmesi	25
2.2 Hızlı Değerlendirme Yöntemleri.....	28
2.2.1 Sıfır can kaybı yaklaşımı.....	28
2.2.2 Sismik İndeks Yöntemi	29
2.2.3 Kolon ve duvar indeks yöntemi	30
2.2.4 DURTES yöntemi	32
2.2.5 P25 Yöntemi	33
2.2.6 FEMA 154.....	33
3. DURUM TESPİT (DURTES) YÖNTEMİ.....	37
3.1 Yapının Tanımlanması	43
3.2 Yapı Hakkında Genel Bilgiler.....	44
3.2.1 Yapının yaşı	44
3.2.2 Yapı onarım durumu	44
3.2.3 Kat bilgileri	45

3.2.4 Ortalama kat ağırlığı.....	45
3.2.5 Dilatasyon durumu ve kat seviyesi farkı	45
3.3 Şartname Katsayıları	46
3.3.1 Deprem bölgesi	46
3.3.2 Bina kullanım türü ve önem katsayısı	47
3.3.3 Yerel zemin sınıfı	48
3.3.4 Yapı davranış katsayısı ve sebebi.....	48
3.4 Taşıyıcı Sistem Özellikleri	49
3.4.1 Taşıyıcı sistem türü	49
3.4.2 Döşeme tipi	50
3.4.3 Temel sistemi	50
3.4.4 Bodrum dış duvarları.....	51
3.4.5 Bölme duvarlar	51
3.5 Betonarme Binalarda Malzeme Özellikleri	52
3.5.1 Donatı türü.....	52
3.5.2 Ortalama beton dayanımları	52
3.5.3 Beton işçilik kalitesi	52
3.6 Hasar Belirleme	53
3.6.1 Katlar arası rölatif kalıcı yanal öteleme	53
3.6.2 Yapısal hasar durumu.....	53
3.7 Kusur Belirleme.....	54
3.7.1 Kısa kolon problemi	54
3.7.2 Güçlü kiriş zayıf kolon problemi	54
3.7.3 Aşma kat.....	54
3.7.4 Çıkma kat	54
3.7.5 Düzensizlikler.....	55
3.7.6 Malzeme detay işçilik kusurları	56
3.7.7 Etriye sıklaştırması	56
3.8 Yorumlar Ve Öneriler.....	56
3.8.1 Bina hasar görmüşse olası sebepleri.....	56
3.8.2 Önlem önerileri	57
3.8.3 Onarım ve güçlendirme önerileri	57
3.9 Röleve Bilgileri	58
3.10 Risk Seviyesinin Belirlenmesi.....	58
3.10.1 Birinci titreşim periyodunun belirlenmesinde kullanılan katsayı	58
3.10.2 Birinci doğal periyot.....	59
3.10.3 Deprem bölgesi katsayısı	59
3.10.4 İvme spektrumu.....	60
3.10.5 Deprem yükü azaltma katsayısı.....	60
3.10.6 Spektral ivme katsayısı.....	60
3.10.7 Minimum taban kesme kuvveti	60
3.10.8 Katlara etkiyen eşdeğer deprem yükleri.....	60
3.10.9 Malzemenin ortalama kayma gerilmesi	61
3.10.10 Binanın toplam taban kesme kuvveti kapasitesi	61
3.10.11 Yapısal emniyet faktörü	62
3.10.12 Göreceli durum tespit puanı	62
3.10.13 Yapının sahip olduğu risk seviyesi.....	62
4. P25 HIZLI DEĞERLENDİRME YÖNTEMİ	65
4.1 P25 Metodunun Doğuşu ve Gelişimi	65
4.2 P25 Yöntemi ve Hesapta Kullanılan Parametreler	66

5. SAYISAL İNCELEMELER	79
5.1 Giriş ve Kapsam	79
5.2 İncelenen Yapıların Etiketlenmesi	79
5.3 Çalışma Kapsamında İncelenen Örnek Binalar	80
5.4 005-DUZ-R-03-HD Kodlu Referans Binanın Deprem Güvenliği	
Değerlendirilmesi	81
5.4.1 005-DUZ-R-03-HD yapısı genel bilgileri.....	81
5.4.2 005-DUZ-R-03-HD kodlu binanın P25 yöntemi ile değerlendirilmesi	83
5.4.3 005-DUZ-R-03-HD yapısının DURTES yöntemi ile değerlendirilmesi ..	83
5.5 005-DUZ-R-03-HD Kodlu Yapının Eşdeğer Deprem Yüğü Yöntemine Göre	
Değerlendirilmesi	84
5.5.1 Yapı genel bilgileri.....	84
5.5.2 Yapının matematik modelinin oluşturulması	86
5.5.3 Doğrusal elastik yöntemle çözüm	86
5.5.4 Çatlamış kesite ait etkin eğilme rijitliklerinin belirlenmesi	86
5.5.5 Eşdeğer deprem yükü hesabı.....	88
5.5.6 Yapı düzensizlik kontrolleri.....	89
5.5.7 Eşdeğer deprem yükü yöntemi uygulanmasında izlenecek hesap	
adımları.....	90
5.5.8 Kiriş moment kapasitelerinin (MK) ve artık moment kapasitelerinin	
(MA) hesabı.....	90
5.5.9 Kolonların normal kuvvet (NK) ve eğilme momenti kapasitelerinin	
(MK) ve artık moment değerlerinin hesabı	92
5.5.10 Taşıyıcı sistem elemanlarının kritik kesitlerinde eğilme kapasiteleriyle	
uyumlu kesme kuvveti kontrolü	94
5.5.11 Kolon-Kiriş birleşim bölgelerinin kesme kontrolü	99
5.5.12 Kirişlerin performans değerlendirilmesi	100
5.5.13 Kolonların performans değerlendirmesi	102
5.5.14 Bina performansının belirlenmesi	103
5.6 001-DUZ-R-05-HD Kodlu Binanın Deprem Güvenliği Değerlendirilmesi ..	105
5.6.1 001-DUZ-R-05-HD yapısı genel bilgileri.....	105
5.6.2 001-DUZ-R-05-HD kodlu binanın P25 yöntemi ile değerlendirilmesi ..	107
5.6.3 001-DUZ-R-05-HD yapısının DURTES yöntemi ile değerlendirilmesi	108
5.7 002-DUZ-R-06-CL Kodlu Binanın Deprem Güvenliği Değerlendirilmesi ...	109
5.7.1 002-DUZ-R-06-CL yapısı genel bilgileri	109
5.7.2 002-DUZ-R-06-CL kodlu binanın P25 yöntemi ile değerlendirilmesi ...	111
5.7.3 002-DUZ-R-06-CL yapısının DURTES yöntemi ile değerlendirilmesi .	111
5.8 003-DUZ-R-06-CL Kodlu Binanın Deprem Güvenliği Değerlendirilmesi ...	112
5.8.1 003-DUZ-R-06-CL yapısı genel bilgileri	112
5.8.2 003-DUZ-R-06-CL kodlu binanın P25 yöntemi ile değerlendirilmesi ...	114
5.8.3 003-DUZ-R-06-CL yapısının DURTES yöntemi ile değerlendirilmesi .	115
5.9 004-DUZ-R-05-CL Kodlu Binanın Deprem Güvenliği Değerlendirilmesi ...	115
5.9.1 004-DUZ-R-05-CL yapısı genel bilgileri	115
5.9.2 004-DUZ-R-05-CL kodlu binanın P25 yöntemi ile değerlendirilmesi ...	117
5.9.3 004-DUZ-R-05-CL yapısının DURTES yöntemi ile değerlendirilmesi .	117
5.10 006-DUZ-R-07-MD Kodlu Binanın Deprem Güvenliği Değerlendirilmesi	118
5.10.1 006-DUZ-R-07-MD yapısı genel bilgileri	118
5.10.2 006-DUZ-R-07-MD kodlu binanın P25 yöntemi ile değerlendirilmesi	120
5.10.3 006-DUZ-R-07-MD yapısının DURTES yöntemi ile.....	
değerlendirilmesi	120

5.11	007-DUZ-R-06-CL Kodlu Binanın Deprem Güvenliği Değerlendirilmesi .	121
5.11.1	007-DUZ-R-06-CL yapısı genel bilgileri.....	121
5.11.2	007-DUZ-R-06-CL kodlu binanın P25 yöntemi ile değerlendirilmesi .	123
5.11.3	007-DUZ-R-06-CL yapısının DURTES yöntemi ile değerlendirilmesi	124
5.12	008-DUZ-R-05-CL Kodlu Binanın Deprem Güvenliği Değerlendirilmesi .	124
5.12.1	008-DUZ-R-05-CL yapısı genel bilgileri.....	124
5.12.2	008-DUZ-R-05-CL kodlu binanın P25 yöntemi ile değerlendirilmesi .	126
5.12.3	008-DUZ-R-05-CL yapısının DURTES yöntemi ile değerlendirilmesi	127
5.13	009-DUZ-R-05-HD Kodlu Binanın Deprem Güvenliği Değerlendirilmesi.	127
5.13.1	009-DUZ-R-05-HD yapısı genel bilgileri.....	127
5.13.2	009-DUZ-R-05-HD kodlu binanın P25 yöntemi ile değerlendirilmesi	129
5.13.3	009-DUZ-R-05-HD yapısının DURTES yöntemi ile	
	değerlendirilmesi	130
5.14	010-DUZ-R-06-CL Kodlu Binanın Deprem Güvenliği Değerlendirilmesi .	131
5.14.1	010-DUZ-R-06-CL yapısı genel bilgileri.....	131
5.14.2	010-DUZ-R-06-CL kodlu binanın P25 yöntemi ile değerlendirilmesi .	132
5.14.3	010-DUZ-R-06-CL yapısının DURTES yöntemi ile değerlendirilmesi	133
5.15	011-DUZ-R-06-CL Kodlu Binanın Deprem Güvenliği Değerlendirilmesi .	133
5.15.1	011-DUZ-R-06-CL yapısı genel bilgileri.....	133
5.15.2	011-DUZ-R-06-CL kodlu binanın P25 yöntemi ile değerlendirilmesi .	135
5.15.3	011-DUZ-R-06-CL yapısının DURTES yöntemi ile değerlendirilmesi	136
5.16	012-DUZ-R-02-HD Kodlu Binanın Deprem Güvenliği Değerlendirilmesi.	136
5.16.1	012-DUZ-R-02-HD yapısı genel bilgileri.....	136
5.16.2	012-DUZ-R-02-HD kodlu binanın P25 yöntemi ile değerlendirilmesi	138
5.16.3	012-DUZ-R-02-HD yapısının DURTES yöntemi ile	
	değerlendirilmesi	143
5.17	013-DUZ-R-07-MD Kodlu Binanın Deprem Güvenliği Değerlendirilmesi	147
5.17.1	013-DUZ-R-07-MD yapısı genel bilgileri	147
5.17.2	013-DUZ-R-07-MD kodlu binanın P25 yöntemi ile değerlendirilmesi	149
5.17.3	013-DUZ-R-07-MD yapısının DURTES yöntemi ile.....	
	değerlendirilmesi	150
5.18	014-DUZ-R-05-HD Kodlu Binanın Deprem Güvenliği Değerlendirilmesi.	150
5.18.1	014-DUZ-R-05-HD yapısı genel bilgileri.....	150
5.18.2	014-DUZ-R-05-HD kodlu binanın P25 yöntemi ile değerlendirilmesi	153
5.18.3	014-DUZ-R-05-HD yapısının DURTES yöntemi ile	
	değerlendirilmesi	153
5.19	015-DUZ-R-06-CL Kodlu Binanın Deprem Güvenliği Değerlendirilmesi .	154
5.19.1	015-DUZ-R-06-CL yapısı genel bilgileri.....	154
5.19.2	015-DUZ-R-06-CL kodlu binanın P25 yöntemi ile değerlendirilmesi .	156
5.19.3	015-DUZ-R-06-CL yapısının DURTES yöntemi ile değerlendirilmesi	157
5.20	016-DUZ-R-05-MD Kodlu Binanın Deprem Güvenliği Değerlendirilmesi	157
5.20.1	016-DUZ-R-05-MD yapısı genel bilgileri	157
5.20.2	016-DUZ-R-05-MD kodlu binanın P25 yöntemi ile değerlendirilmesi	159
5.20.3	016-DUZ-R-05-MD yapısının DURTES yöntemi ile.....	
	değerlendirilmesi	160
5.21	017-DUZ-R-07-CL Kodlu Binanın Deprem Güvenliği Değerlendirilmesi .	160
5.21.1	017-DUZ-R-07-CL yapısı genel bilgileri.....	160
5.21.2	017-DUZ-R-07-CL kodlu binanın P25 yöntemi ile değerlendirilmesi .	161
5.21.3	017-DUZ-R-07-CL yapısının DURTES yöntemi ile değerlendirilmesi	162
6.	SONUÇ ve YORUMLAR.....	163

6.1 P25 Yöntemi Değerlendirmesi	163
6.2 DURTES Yöntemi Değerlendirmesi.....	165
6.3 P25 ile DURTES Yönteminin Karşılaştırılması.....	165
6.4 Doğrusal Elastik Eşdeğer Deprem Yüğü ile Değerlendirme	167
KAYNAKLAR	169
EKLER.....	173
ÖZGEÇMİŞ.....	181

KISALTMALAR

ABYYHY'75	: 1975 Türk Deprem Yönetmeliği
ABYYHY'98	: 1998 Türk Deprem Yönetmeliği
ATC	: Applied Technology Council
BHB	: Belirgin Hasar Bölgesi
CG	: Can Güvenliği
DBYBHY'07	: 2007 Türk Deprem Yönetmeliği
DGTY	: Deprem Güvenliği Tarama Yöntemi
DURTES	: Durum Tespit Yöntemi
ETABS	: Extended 3D Analysis of Building Systems
FEMA	: Federal Emergency Management Agency
FEMA 154	: Rapid Visual Screening Method
GÇ	: Göçme Sınırı
GÇB	: Göçme Hasar Bölgesi
GDTP	: Göreceli Durum Tespit Puanı
GÖ	: Göçmenin Önlenmesi
GV	: Güvenlik Sınırı
HK	: Hemen Kullanım
İHB	: İleri Hasar Bölgesi
MHB	: Minimum Hasar Bölgesi
MN	: Minimum Hasar Sınırı
TDY	: Türk Deprem Yönetmeliği
TS-500	: Betonarme Yapıların Yapım ve Tasarım Kuralları
TÜBİTAK	: Türkiye Bilimsel ve Teknolojik Araştırma Kurumu
YASS	: Yeraltı Su Seviyesi
YEM	: Yapısal Emniyet Faktörü

ÇİZELGE LİSTESİ

Sayfa

Çizelge 2.1 : Bilgi düzeyi katsayıları.....	16
Çizelge 2.2 : Deprem etkisi parametreleri.....	19
Çizelge 2.3 : Deprem düzeylerinde binalardan beklenen performans hedefleri.....	19
Çizelge 2.4 : Betonarme kirişler için hasar sınırlarını tanımlayan etki/kapasite	23
Çizelge 2.5 : Betonarme kolonlar için hasar sınırlarını tanımlayan etki/kapasite	24
Çizelge 2.6 : Betonarme perdeler için hasar sınırlarını tanımlayan etki/kapasite	24
Çizelge 2.7 : Güçlendirilmiş dolgu duvarlar için hasar sınırlarını tanımlayan etki/kapasite oranları (r_s) ve görelî kat ötelemesi oranları.....	24
Çizelge 2.8 : Görelî kat ötelemesi sınırları.....	25
Çizelge 2.9 : FEMA 154’te bina sınıflandırması.....	34
Çizelge 2.10 : FEMA 154’te temel yapısal risk puanları.....	34
Çizelge 2.11 : FEMA 154’te 4-7 katlı binaların puan düzeltmeleri.....	35
Çizelge 2.12 : FEMA 154’te 7 kattan fazla olan binaların puan düzeltmeleri.....	35
Çizelge 2.13 : FEMA 154’te düşeyde düzensiz binaların puan düzeltmeleri.....	35
Çizelge 2.14 : FEMA 154’te planda düzensiz binaların puan düzeltmeleri.....	35
Çizelge 2.15 : FEMA 154’te değerlendirme sonrası yapılan binaların puan.....	35
Çizelge 2.16 : FEMA 154’te kodlama öncesi yapılan binaların puan düzeltmeleri.....	35
Çizelge 2.17 : FEMA 154’te C, D ve E tipi zeminler için puan düzeltmeleri.....	36
Çizelge 3.1 : DURTES veri toplama formu.....	39
Çizelge 3.2 : DURTES bina risk durumlarına göre yorum ve öneriler.....	42
Çizelge 3.3 : Bina önem katsayısı tablosu.....	47
Çizelge 3.4 : Yerel zemin sınıflarına göre spektrum karakteristik periyotları.....	48
Çizelge 3.5 : Bakırköy ilçesi spektrum karakteristik periyotları.....	48
Çizelge 3.6 : TDY yapı davranış katsayısı.....	49
Çizelge 3.7 : Yapısal düzensizlikler.....	55
Çizelge 3.8 : Deprem bölgesi katsayıları.....	59
Çizelge 3.9 : Basınç gerilmesine bağlı kayma gerilmeleri.....	61
Çizelge 3.10 : Yığma, çelik ve ahşap malzemelerin kabul edilen gerilmeleri.....	61
Çizelge 3.11 : Hasar risk sınıflandırma kriterleri.....	63
Çizelge 4.1 : Yapısal düzensizlik katsayıları ve tanımları.....	68
Çizelge 4.2 : Kısa kolon puanlama matrisi.....	69
Çizelge 4.3 : P4 çıkmalar ve çerçeve süreksizliği puanı.....	72
Çizelge 4.4 : Çarpışma puanı matrisi.....	73
Çizelge 4.5 : P6 sıvılaşma potansiyeli puanları.....	74
Çizelge 4.6 : P7 – Toprak hareketleri puanı.....	76
Çizelge 4.7 : Çeşitli puanlar için ağırlık oranları.....	77
Çizelge 5.1 : 005-DUZ-R-03-HD yapı genel bilgileri.....	81
Çizelge 5.2 : 005-DUZ-R-03-HD kodlu bina düzeltme faktörleri sonuçları.....	83
Çizelge 5.3 : 005-DUZ-R-03-HD kodlu bina P_i sonuçları.....	83
Çizelge 5.4 : 005-DUZ-R-03-HD kodlu binanın DURTES yazılım sonuçları.....	83

Çizelge 5.5 : 005-DUZ-R-03-HD yapı zemin kat kolon çatlamış rijitlikleri.....	87
Çizelge 5.6 : 005-DUZ-R-03-HD yapı 1. kat kolon çatlamış rijitlikleri.	87
Çizelge 5.7 : 005-DUZ-R-03-HD yapı 2. kat kolon çatlamış rijitlikleri.	88
Çizelge 5.8 : X ve Y yönü eşdeğer deprem yükleri.....	89
Çizelge 5.9 : X yönü burulma katsayısı.....	89
Çizelge 5.10 : Y yönü burulma katsayısı.....	89
Çizelge 5.11 : X yönü görelî kat öteleme değerleri.....	89
Çizelge 5.12 : Y yönü görelî kat öteleme değerleri.....	89
Çizelge 5.13 : Zemin kat kirişleri X yönü moment değerleri.....	91
Çizelge 5.14 : Zemin kat kirişleri Y yönü moment değerleri.....	92
Çizelge 5.15 : Zemin kat kolonları X doğrultusu normal kuvvet ve moment.....	93
Çizelge 5.16 : Zemin kat kolonları Y doğrultusu normal kuvvet ve moment.....	94
Çizelge 5.17 : Yapı zemin kat kirişlerine ait kesme kapasite ve kesme istemi.....	96
Çizelge 5.18 : Yapı zemin kat kolonlarına ait kesme kapasite ve kesme istemi.....	98
Çizelge 5.19 : Zemin kat X doğrultusu birleşim noktaları kesme kontrolü.....	99
Çizelge 5.20 : Zemin kat X doğrultusu birleşim noktaları kesme kontrolü.....	100
Çizelge 5.21 : X doğrultusu kiriş hasar bölgeleri.....	101
Çizelge 5.22 : Y doğrultusu kiriş hasar bölgeleri.....	101
Çizelge 5.23 : X doğrultusu kolon hasar bölgeleri.....	102
Çizelge 5.24 : Y doğrultusu kolon hasar bölgeleri.....	103
Çizelge 5.25 : Betonarme kirişlerin X doğrultusu hasar durumu özeti.....	103
Çizelge 5.26 : Betonarme kirişlerin Y doğrultusu hasar durumu özeti.....	104
Çizelge 5.27 : Betonarme kolonların X doğrultusu hasar durumu özeti.....	104
Çizelge 5.28 : Betonarme kolonların Y doğrultusu hasar durumu özeti.....	104
Çizelge 5.29 : 001-DUZ-R-05-HD kodlu bina genel bilgileri.....	106
Çizelge 5.30 : 001-DUZ-R-05-HD kodlu bina düzeltme faktörleri sonuçları.....	108
Çizelge 5.31 : 005-DUZ-R-03-HD kodlu binanın DURTES yazılım sonuçları.....	108
Çizelge 5.32 : 001-DUZ-R-05-HD kodlu bina DURTES yazılım sonuçları.....	108
Çizelge 5.33 : 002-DUZ-R-06-CL kodlu bina genel bilgileri.....	109
Çizelge 5.34 : 002-DUZ-R-06-CL kodlu bina düzeltme faktörleri sonuçları.....	111
Çizelge 5.35 : 002-DUZ-R-06-CL kodlu bina Pi sonuçları.....	111
Çizelge 5.36 : 002-DUZ-R-06-HD kodlu bina Durtes yazılımı sonuçları.....	111
Çizelge 5.37 : 003-DUZ-R-06-CL kodlu bina yapı genel bilgileri.....	112
Çizelge 5.38 : 003-DUZ-R-06-CL kodlu bina düzeltme faktörleri sonuçları.....	114
Çizelge 5.39 : 003-DUZ-R-06-CL kodlu bina Pi sonuçları.....	114
Çizelge 5.40 : 003-DUZ-R-06-CL kodlu binanın DURTES yazılım sonuçları.....	115
Çizelge 5.41 : 004-DUZ-R-05-CL kodlu bina yapı genel bilgileri.....	116
Çizelge 5.42 : 004-DUZ-R-05-CL kodlu bina düzeltme faktörleri sonuçları.....	117
Çizelge 5.43 : 004-DUZ-R-05-CL kodlu bina Pi sonuçları.....	117
Çizelge 5.44 : 004-DUZ-R-05-CL kodlu binanın DURTES yazılım sonuçları.....	118
Çizelge 5.45 : 006-DUZ-R-07-MD yapı genel bilgileri.....	119
Çizelge 5.46 : 006-DUZ-R-07-MD kodlu bina düzeltme faktörleri sonuçları.....	120
Çizelge 5.47 : 006-DUZ-R-07-MD kodlu bina Pi sonuçları.....	120
Çizelge 5.48 : 006-DUZ-R-07-MD kodlu binanın DURTES yazılım sonuçları.....	121
Çizelge 5.49 : 007-DUZ-R-06-CL yapı genel bilgileri.....	122
Çizelge 5.50 : 007-DUZ-R-06-CL kodlu bina düzeltme faktörleri sonuçları.....	123
Çizelge 5.51 : 007-DUZ-R-06-CL kodlu bina Pi sonuçları.....	123
Çizelge 5.52 : 007-DUZ-R-06-CL kodlu binanın DURTES yazılım sonuçları.....	124
Çizelge 5.53 : 008-DUZ-R-05-CL yapı genel bilgileri.....	125
Çizelge 5.54 : 008-DUZ-R-05-CL kodlu bina düzeltme faktörleri sonuçları.....	126

Çizelge 5.55 : 008-DUZ-R-05-CL kodlu bina Pi sonuçları.....	127
Çizelge 5.56 : 008-DUZ-R-05-CL kodlu binanın DURTES programı sonuç verileri.	127
Çizelge 5.57 : 009-DUZ-R-05-HD yapı genel bilgileri.....	128
Çizelge 5.58 : 009-DUZ-R-05-HD kodlu bina düzeltme faktörleri sonuçları.....	130
Çizelge 5.59 : 009-DUZ-R-05-HD kodlu bina Pi sonuçları.....	130
Çizelge 5.60 : 009-DUZ-R-05-HD kodlu binanın DURTES yazılım sonuçları.....	130
Çizelge 5.61 : 010-DUZ-R-06-CL yapı genel bilgisi.....	131
Çizelge 5.62 : 010-DUZ-R-06-CL kodlu bina düzeltme faktörleri sonuçları.....	132
Çizelge 5.63 : 010-DUZ-R-06-CL kodlu bina Pi sonuçları.....	132
Çizelge 5.64 : 010-DUZ-R-06-CL kodlu binanın DURTES yazılım sonuçları.....	133
Çizelge 5.65 : 011-DUZ-R-06-CL kodlu yapı genel bilgisi.....	134
Çizelge 5.66 : 011-DUZ-R-06-CL kodlu bina düzeltme faktörleri sonuçları.....	135
Çizelge 5.67 : 011-DUZ-R-06-CL kodlu bina Pi sonuçları.....	135
Çizelge 5.68 : 011-DUZ-R-06-CL kodlu binanın DURTES programı sonuç.....	136
Çizelge 5.69 : 012-DUZ-R-02-HD yapı genel bilgisi.....	137
Çizelge 5.70 : 012-DUZ-R-02-HD kodlu bina kolon boyutları.....	139
Çizelge 5.71 : 012-DUZ-R-02-HD kodlu bina X doğrultusunda çalışan duvar ,	139
Çizelge 5.72 : 012-DUZ-R-02-HD kodlu bina X doğrultusunda çalışan duvar.....	140
Çizelge 5.73 : 012-DUZ-R-02-HD kodlu bina düzeltme Faktörleri.....	141
Çizelge 5.74 : 012-DUZ-R-02-HD kodlu bina Pi sonuçları.....	143
Çizelge 5.75 : 012-DUZ-R-02-HD DURTES veri toplama formu.....	144
Çizelge 5.76 : 012-DUZ-R-02-HD kodlu binanın DURTES yazılım sonuçları.....	147
Çizelge 5.77 : 013-DUZ-R-07-MD yapı genel bilgisi.....	148
Çizelge 5.78 : 013-DUZ-R-07-MD kodlu bina düzeltme faktörleri sonuçları.....	149
Çizelge 5.79 : 013-DUZ-R-07-MD kodlu bina Pi sonuçları.....	150
Çizelge 5.80 : 013-DUZ-R-07-MD kodlu binanın DURTES yazılımı sonuçları.....	150
Çizelge 5.81 : 014-DUZ-R-05-HD bina genel yapısı.....	151
Çizelge 5.82 : 014-DUZ-R-05-HD kodlu bina düzeltme faktörleri sonuçları.....	153
Çizelge 5.83 : 014-DUZ-R-05-HD kodlu bina Pi sonuçları.....	153
Çizelge 5.84 : 014-DUZ-R-05-HD kodlu binanın DURTES yazılım sonuçları.....	153
Çizelge 5.85 : 015-DUZ-R-06-CL yapı genel bilgisi.....	154
Çizelge 5.86 : 015-DUZ-R-06-CL kodlu bina düzeltme faktörleri sonuçları.....	156
Çizelge 5.87 : 015-DUZ-R-06-CL kodlu bina Pi sonuçları.....	156
Çizelge 5.88 : 015-DUZ-R-06-CL kodlu binanın DURTES yazılım sonuçları.....	157
Çizelge 5.89 : 016-DUZ-R-05-MD yapı genel bilgisi.....	158
Çizelge 5.90 : 016-DUZ-R-05-MD kodlu bina düzeltme faktörleri sonuçları.....	159
Çizelge 5.91 : 016-DUZ-R-05-MD kodlu bina Pi sonuçları.....	159
Çizelge 5.92 : 016-DUZ-R-05-MD kodlu binanın DURTES yazılım sonuçları.....	160
Çizelge 5.93 : 017-DUZ-R-07-CL yapı genel bilgisi.....	161
Çizelge 5.94 : 017-DUZ-R-07-CL kodlu bina düzeltme faktörleri sonuçları.....	162
Çizelge 5.95 : 017-DUZ-R-07-CL kodlu bina Pi sonuçları.....	162
Çizelge 5.96 : 017-DUZ-R-07-CL kodlu binanın Durtes yazılım sonuçları.....	162
Çizelge 6.1 : P25 ve zemin etkisiz P25 puanlarının karşılaştırılması.....	165
Çizelge A.1 : 001-DUZ-R-05-HD kodlu bina kolon boyutları.....	173
Çizelge A.2 : 002-DUZ-R-06-CL kodlu bina kolon boyutları.....	174
Çizelge A.3 : 003-DUZ-R-06-CL kodlu bina kolon boyutları.....	174
Çizelge A.4 : 004-DUZ-R-05-CL kodlu bina kolon boyutları.....	175
Çizelge A.5 : 005-DUZ-R-03-HD kodlu bina kolon boyutları.....	175
Çizelge A.6 : 006-DUZ-R-07 kodlu bina kolon boyutları.....	175

Çizelge A.7 : 007-DUZ-R-07-CL kodlu bina kolon boyutları.....	176
Çizelge A.8 : 008-DUZ-R-05-CL kodlu bina kolon boyutları.....	176
Çizelge A.9 : 009-DUZ-R-05-HD kodlu bina kolon boyutları.....	176
Çizelge A.10 : 010-DUZ-R-06-CL kodlu bina kolon boyutları.....	177
Çizelge A.11 : 011-DUZ-R-06-CL kodlu bina kolon boyutları.....	177
Çizelge A.12 : 012-DUZ-R-02-HD kodlu bina kolon boyutları.....	177
Çizelge A.13 : 013-DUZ-R-07-MD kodlu bina kolon boyutları.....	178
Çizelge A.14 : 014-DUZ-R-05-HD kodlu bina kolon boyutları.....	178
Çizelge A.15 : 015-DUZ-R-06-CL kodlu bina kolon boyutları.....	179
Çizelge A.16 : 016-DUZ-R-05-MD kodlu bina kolon boyutları.....	179
Çizelge A.17 : 017-DUZ-R-07-CL kodlu bina kolon boyutları.....	180

ŞEKİL LİSTESİ

Sayfa

Şekil 1.1 : Türkiye fay hattı haritası.	2
Şekil 2.1 : Kesit hasar sınırları.	17
Şekil 2.2 : Statik itme eğrisi ve modal kapasite eğrisi.	26
Şekil 2.3 : Kolon ve duvar indeksleri yöntemi sonuç grafiği.	31
Şekil 3.1 : Türkiye deprem bölgeleri haritası.	46
Şekil 3.2 : DURTES yöntemi akış diyagramı.	64
Şekil 4.1 : Yapı boyutlarının belirlenmesi.	66
Şekil 4.2 : Kısa kolon hasarına örnek fotoğraflar.	70
Şekil 4.3 : Adapazarı'nda 5 Katlı Binanın Zayıf Katında Hasar.	71
Şekil 4.4 : Olive view Hastanesi Zayıf Kat.	71
Şekil 4.5 : Imperial County Belediye Binası zayıf kat hasarı	72
Şekil 4.6 : Çarpışma etkisinin neden olduğu hasar görüntüleri.	74
Şekil 4.7 : Sıvılaşma sebebiyle yapıda meydana gelen hasar görüntüleri.	76
Şekil 4.8 : β katsayısının değişimi.	77
Şekil 5.1 : 005-DUZ-R-03-HD kodlu bina vaziyet planı.	82
Şekil 5.2 : 005-DUZ-R-03-HD kodlu bina mimari kat planı.	82
Şekil 5.3 : 005-DUZ-R-03-HD kodlu bina kat kalıp planı.	82
Şekil 5.4 : 005-DUZ-R-03-HD kodlu bina zemin kat kalıp planı.	85
Şekil 5.5 : K101 kirişi moment değerleri.	91
Şekil 5.6 : C25x50 kolonu Y doğrultusu etkileşim diyagramı.	92
Şekil 5.7 : M_{alt} , $M_{üst}$, M_{Ki} ve M_{Kj} değerlerinin şekil üzerinde gösterimi.	97
Şekil 5.8 : Kirişlerin X ve Y doğrultularına ait hasar bölgeleri dağılımı.	104
Şekil 5.9 : Kolonların X ve Y doğrultularına ait hasar bölgeleri dağılımı.	105
Şekil 5.10 : 001-DUZ-R-05-HD kodlu bina vaziyet planı.	106
Şekil 5.11 : 001-DUZ-R-05-HD kodlu bina mimari planı.	107
Şekil 5.12 : 001-DUZ-R-05-HD kodlu bina kolon aplikasyon planı.	107
Şekil 5.13 : 002-DUZ-R-06-CL kodlu bina genel vaziyet planı.	109
Şekil 5.14 : 002-DUZ-R-06-CL kodlu bina mimari kat planı.	110
Şekil 5.15 : 002-DUZ-R-06-CL kodlu bina kolon aplikasyon planı.	110
Şekil 5.16 : 003-DUZ-R-06-CL kodlu bina genel vaziyet planı.	113
Şekil 5.17 : 003-DUZ-R-06-CL kodlu bina kat kalıp planı.	113
Şekil 5.18 : 003-DUZ-R-06-CL kodlu bina mimari kat planı.	114
Şekil 5.19 : 004-DUZ-R-05-CL kodlu bina kolon aplikasyon planı.	116
Şekil 5.20 : 004-DUZ-R-05-CL kodlu bina zemin kat kalıp planı.	116
Şekil 5.21 : 004-DUZ-R-05-CL kodlu bina vaziyet planı.	117
Şekil 5.22 : 006-DUZ-R-07-MD kodlu bina vaziyet planı.	119
Şekil 5.23 : 006-DUZ-R-07-MD kodlu bina mimari kat planı.	119
Şekil 5.24 : 006-DUZ-R-07-MD kodlu bina kat kalıp planı.	120
Şekil 5.25 : 007-DUZ-R-06-CL kodlu bina vaziyet planı.	122
Şekil 5.26 : 007-DUZ-R-06-CL kodlu bina mimari planı.	123
Şekil 5.27 : 007-DUZ-R-06-CL kodlu bina kat kalıp planı.	123

Şekil 5.28 : 008-DUZ-R-05-CL kodlu bina vaziyet planı.	125
Şekil 5.29 : 008-DUZ-R-05-CL kodlu bina mimari planı.	126
Şekil 5.30 : 008-DUZ-R-05-CL kodlu bina kat kalıp planı.	126
Şekil 5.31 : 009-DUZ-R-05-HD kodlu bina vaziyet planı.	128
Şekil 5.32 : 009-DUZ-R-05-HD kodlu bina mimari kat planı.	129
Şekil 5.33 : 009-DUZ-R-05-HD kodlu bina kat kalıp planı.	129
Şekil 5.34 : 010-DUZ-R-06-CL kodlu bina vaziyet planı.	131
Şekil 5.35 : 010-DUZ-R-06-CL kodlu bina mimari kat planı.	132
Şekil 5.36 : 010-DUZ-R-06-CL kodlu bina kat kalıp planı.	132
Şekil 5.37 : 011-DUZ-R-06-CL kodlu yapı vaziyet planı.	134
Şekil 5.38 : 011-DUZ-R-06-CL kodlu yapı mimari kat planı.	134
Şekil 5.39 : 011-DUZ-R-06-CL kodlu yapı kat kalıp planı.	135
Şekil 5.40 : 012-DUZ-R-02-HD kodlu bina vaziyet planı.	137
Şekil 5.41 : 012-DUZ-R-02-HD kodlu bina mimari kat planı.	137
Şekil 5.42 : 012-DUZ-R-02-HD kodlu bina kat kalıp planı.	138
Şekil 5.43 : 013-DUZ-R-07-MD kodlu bina vaziyet planı.	148
Şekil 5.44 : 013-DUZ-R-07-MD bina mimari kat planı.	149
Şekil 5.45 : 013-DUZ-R-07-MD kodlu kodlu bina kat kalıp planı.	149
Şekil 5.46 : 014-DUZ-R-05-HD kodlu bina vaziyet planı.	151
Şekil 5.47 : 014-DUZ-R-05-HD kodlu bina mimari kat planı.	152
Şekil 5.48 : 014-DUZ-R-05-HD kodlu bina kat kalıp planı.	152
Şekil 5.49 : 015-DUZ-R-06-CL kodlu bina vaziyet planı.	155
Şekil 5.50 : 015-DUZ-R-06-CL kodlu bina mimari planı.	155
Şekil 5.51 : 015-DUZ-R-06-CL kodlu bina kat planı.	156
Şekil 5.52 : 016-DUZ-R-05-MD kodlu bina mimari kat planı.	158
Şekil 5.53 : 016-DUZ-R-05-MD kodlu bina kat kalıp planı.	159
Şekil 5.54 : 017-DUZ-R-07-CL kodlu bina mimari kat planı.	161
Şekil 6.1 : P25 puan dağılımı.	164
Şekil 6.2 : P25 ve DURTES puanları karşılaştırılması.	166
Şekil 6.3 : 005-DUZ-R-03-HD kodlu bina istem/kapasite oranları.	166

SEMBOLLER

A_c	: Kritik kattaki kolon enkesit alanları toplamı (P25 yöntemi)
A_e	: Efektif kat alanı
A_0	: Efektif ivme katsayısı
A_s	: Etkili betonarme kesme alanları
A_{sx}	: Kritik kattaki x doğrultusundaki betonarme perde duvarların enkesit alanları toplamı.
A_{sy}	: Kritik kattaki y doğrultusundaki betonarme perde duvarların enkesit alanları toplamı.
A_{tf}	: Bina kritik katının kat alanı
A_{wx}	: Kritik kattaki x doğrultusundaki dolgu duvarların enkesit alanları toplamı.
A_{wy}	: Kritik kattaki y doğrultusundaki dolgu duvarların enkesit alanları toplamı.
$A(T_1)$: Spektral ivme katsayısı
bw	: Kiriş gövde genişliği
B_w	: Kolon boyutu
H	: Kolon boyutu
C_A	: Enkesit alanı endeksi bileşkesi
C_{AX}	: x doğrultusunda enkesit alanı bileşkesi
C_{AY}	: u doğrultusunda enkesit alanı bileşkesi
C_I	: Atalet momenti endeksi bileşkesi
d	: Kiriş ve kolon faydalı yüksekliği
$(EI)_e$: Çatlamış kesite ait eğilme rijitliği
$(EI)_o$: Çatlamamış kesite ait eğilme rijitliği
f_{ctk}	: Beton karakteristik çekme dayanımı
f_{cd}	: Beton tasarım basınç dayanımı
f_{cm}	: Mevcut beton dayanımı
f_{ctm}	: Mevcut beton çekme dayanımı
f_{yw}	: Çelik sargıya çeliğin akma dayanımı
h	: Çalışan doğrultudaki kesit boyutu
H	: Bina toplam yüksekliği
h_0	: bina yüksekliği ile ilgili bir çarpan
h_i, h_{i+1}	: Kritik kat ve bir üst katın yükseklikleri
I	: Bina önem katsayısı
I_{cx}, I_{cy}	: Kritik kat kolonlarının x ve y yönüne göre atalet momentleri toplamı
$I_{ef,x}, I_{ef,y}$: Binanın kritik katındaki x ve y yönündeki toplam etkili atalet momenti
I_N	: Yapısal olmayan indeksler
I_S	: Sismik performans indeksi
I_{so}	: Sismik talep performans indeksi
I_{sx}, I_{sy}	: Kritik kat perdelerinin x ve y yönüne göre atalet momenti toplamları
I_{wx}, I_{wy}	: Kritik kat dolgu duvarlarının x ve y yönüne göre atalet momenti toplamları
M_A	: Artık moment kapasitesi

M_D	: Düşey yüklerden oluşan moment
M_E	: Deprem yüklerinden dolayı oluşan moment
M_K	: Moment kapasitesi.
N_A	: Artık moment kapasitesine karşı gelen eksenel kuvvet
N_D	: Düşey yüklerden oluşan eksenel kuvvet
N_K	: Moment kapasitesine karşı gelen eksenel kuvvet
n	: Hareketli yük çarpanı.
P_0	: Taşıyıcı sistem puanı
R_a	: Deprem yükü azaltma katsayısı
r	: Etki kapasite oranı.
r_s	: Etki kapasite oranı sınır değerleri
T	: Yıpranma indeksi
T_a, T_b	: Spektrum karakteristik periyotları
t	: Topografik konum katsayısı
U	: Kullanım İndeksi
V_e	: Kolon ve kirişlerde esas alınan tasarım kesme kuvveti
V_t	: Taban kesme kuvveti
V_r	: Kolon ve kirişlerdeki kesme kuvveti kapasitesi
W	: Binanın toplam ağırlığı
WI	: Duvar indeksi
Z	: Deprem bölgesi indeksi
α	: P25 düzeltme çarpanı
β	: P25 düzeltme çarpanı
η_{bi}	: Burulma düzensizliği katsayısı

P25 VE DURTES ÖNDEĞERLENDİRME YÖNTEMLERİ VE 1999 DÜZCE DEPREMİNDE HASAR GÖRMÜŞ BİNALARA UYGULANMASI

ÖZET

Özellikle Türkiye gibi deprem kuşağı üzerinde olan ülkeler için mevcut yapıların deprem performanslarının belirlenmesi gerekliliği tartışılmaz derecede önemlidir. Bu ihtiyaç doğrultusunda TDY'07'de yer alan "Mevcut Yapıların Değerlendirilmesi" bölümü eklenmiştir. Bu bölümde doğrusal elastik ve doğrusal elastik olmayan yöntemler yer almaktadır. Fakat yapı stoğunun, çok zamanın kısa ve maddi kaynakların kısıtlı olduğu durumlarda yönetmelikte yer alan ayrıntılı analiz yöntemlerinin uygulanması imkansızdır.

Bu durumda stoktaki yapıların, hızlı sonuçlar veren can kaybına sebep olabilecekleri ayıklayan ön değerlendirme yöntemi ihtiyacı doğmuştur. Dünyada bu amaca yönelik birçok ön değerlendirme yöntemleri geliştirilmiştir. Bu çalışmada ise ülkemizde geliştirilen öndeğerlendirme yöntemlerinden DURTES ve P25 yöntemleri incelenmiştir.

Çalışmadaki amaç, P25 ve DURTES yöntemlerinin gerçek yapılara uygulanarak, birbirleri ve TDY Bölüm 7'de doğrusal elastik yöntemlerden olan "Eşdeğer Deprem Yüğü Yöntemi" sonuçları ile karşılaştırılmasıdır. Altı bölümden oluşan çalışmanın birinci bölümünde giriş, çalışmanın amacı ve kapsamı verilmektedir. İkinci bölümde DBYBHY'07'deki "Mevcut Yapıların Değerlendirilmesi" kapsamında yer alan değerlendirme yöntemleri ve dünya ve ülkemizde kabul görmüş diğer ön değerlendirme yöntemleri kısaca açıklanmıştır. Üçüncü bölümde DURTES yöntemine ait tanımlamalar ve hesap adımları ayrıntılı olarak verilmektedir. Dördüncü bölümde P25 yöntemi ayrıntılı olarak açıklanmıştır. Beşinci bölümde ise sayısal incelemelere yer verilmiş olup Düzce depremi yaşamış 17 adet gerçek binaya DURTES ve P25 yöntemi uygulanmış, aralarından seçilen bir binanın ise TDY'ne göre ayrıntılı analizi yapılmıştır. "Sonuç ve Öneriler" kısmında çalışmada elde edilen sonuçlar tartışılarak birbirleri ile karşılaştırılmıştır.

P25 AND DURTES RAPID SCREENING METHODS AND APPLICATION TO BUILDINGS THAT WERE DAMAGED BY 1999 DUZCE EARTHQUAKE

SUMMARY

An earthquake is the result of sudden release of energy in the Earth's crust of that creates seismic waves. The seismicity, seismism or seismic activity of an area to refers to the frequency, type and size of earthquake experienced over a period of time. Earthquakes are measured using observations from seismometers .The moment magnitute is the most common scale on which earthquakes larger than approximately 5 are reported for the entire globe. The more numerous earthquakes smaller than magnitude reported by national seismological observatories are measured mostly on the local magnitude scale, also referred to as the Richter scale. These two scales are numerically similar over their range of validity. Magnitude 3 or lower earthquakes are mostly almost imperceptible and magnitude 7 and over potentially cause serious damage over large areas, depending on their depth. The largest earthquakes in historic times have been of magnitude slightly over 9, although there is no limit to the possible magnitude. The most recent large earthquake of magnitude 9.0 or larger was a 9.0 magnitude earthquake in Japan in 2011 (as of March 2011), and it was the largest Japanese earthquake since records began.

Turkey is a seismically active area within the complex zone of collision between the Eurasian Plate and both the African and Arabian Plates. Much of the country lies on the Anatolian Plate, a small plate bounded by two major strike-slip fault zones, the North Anatolian Fault and East Anatolian Fault. The western part of the country is also affected by the zone of extensional tectonics in the Aegean Sea caused by the southward migration of the Hellenic arc. The easternmost part of Turkey lies on the western end of the Zagros fold and thrust belt, which is dominated by thrust tectonics. Seismic hazard in Turkey is highest along the plate boundaries, but there is a significant risk of damaging earthquakes almost anywhere in the country. Some of massive earthquakes in Turkey are given as; September 10 1509 İstanbul 7.2 Mw, February 23 1653 İzmir 7.5, August 17 1668 Anatolia 8, July 10 1688 İzmir 7 MS, February 28 1855 Bursa 6.7, June 2 1859 Erzurum 6.1 MS, April 3 1881 Cesme 7.3 Mw, April 29 1903 Malazgirt 6.7 MS, August 9 1912 Müfrete 7.3 MS, October 4 1914 Burdur 6.9 MS, September 13 1924 Horasan 6.8 MS, October 22 1926 Kars 6.0 MS, March 31 1928 İzmir 6.5 MS, May 18 1929 Suşehri 6.1 MS, May 7 1930 Hakkari 7.5MS, January 4 1935 Erdek 7.4 MS, April 19 1938 Kırşehir 6.6Ms, September 22 1939 Dikili 6.6Ms, December 26 1939 Erzincan 7.8 MS, November 15 1942 Bigadiç 6.1 MS, December 20 1942 Erbaa 7.0, June 20 1943 Hendek 6.6 MS, November 26 1943 Ladik 7.4, February 1 1944 Gerede 7.5, October 6 1944 Ayvalık 6.8 MS, August 17 1949 Karlıova 6.8, August 13 1951 Kurşunlu 6.9, March 18 1953 Yenice 7.2 MS, July 16 1955 Söke 6.8 MS, April 25 1957 Fethiye 7.1 MS, May 26 1957 Abant 7.1, October 6 1964 Manyas 7.0 MS, August 19 1966 Varto 6.7, July 22 1967 Mudurnu 7.2, September 3 1968 Bartın 6.5 MS, March 28 1969 Alaşehir 6.5

MS, March 28 1970 Gediz 7.2 MS, May 22 1971 Bingöl 6.9, September 6 1975 Lice 6.6 MS, November 24 1976 Muradiye-Çaldıran 7.5 MS, October 30 1983 Erzurum 6.9 MS, March 13 1992 Erzincan 6.8, October 1 1995 Dinar 6.1 MS, June 27 1998 Adana-Ceyhan 6.2 MS, August 17 1999 İzmit 7.6, November 12 1999 Düzce 7.2M, February 3 2002 Afyon 6.5 Mw, January 27 2003 Pülümür 6.1 Mw, May 1 2003 Bingöl 6.1 Mw, March 8 2010 Elazığ 6.1 Mw, April 19 2011 Kütahya 5.8 Mw, October 23 2011 Van 7.2 Mw.

Considering the past recordings of earthquakes, the massive and devastating earthquakes are recorded in Turkey and it confirms that Turkey is in active earthquake zone. Latest event of massive earthquake is the 1999 Duzce Earthquake. An earthquake of moment magnitude 7.1 has taken place to the immediate south of the Duzce, a town of population 80.000. The earthquake took place along the Duzce Fault. As such except its timing, it was no surprise. It actually could have been considered as one of the segments of Aug.17 earthquake if it were the rapture in succession with the Aug.27 earthquake phenomenon. First and preliminary findings indicate fault rapture a fault 30 km with predominantly right lateral offsets. Right lateral strike slip rapture between Duzce and Bolu. The offsets, reported to be about 1.5m at Duzce (west end) reach up to 3m at towards Bolu (east end). The extensive damage is at Duzce, Kaynasli, Bolu, Akcakoca, Zonguldak, Adapazari. Most of the damage is concentrated in Kaynasli a small town on the main highway between Duzce and Bolu. Loss of life in Duzce seems to concentrate in few collapsed buildings that were “lightly” damaged in the August 17 earthquake, superficially repaired and later inhabited. Loss of life is somewhat limited since the buildings damaged in the August 17 earthquake were already vacated. Total number of heavily damaged buildings is in the vicinity of 200.550 people lost their lives and over 3000 people were hospitalized with injuries.

Composing the design codes that have essential design criteria are have vital importance for our country that has active seismic belts and many earthquakes in the past. But it is impossible and unnecessary to demolish all existing buildings for cities like İstanbul that has billion building stock. In this case assessment of existing buildings is ensued. Many international and national codes are available that have detailed calculation for assessment of existing buildings. In our country, “Turkish Earthquake Code 2007” Section 7 has material and all calculation detail for assessment and reinforcement detail..

The seismic assessment of existing buildings is extremely important for the countries which are located on seismic belts such as Turkey. The section 7 “The Assessment of Existing Buildings” of Turkish Earthquake Code was added for this necessity. Nonlinear and linear elastic methods are available in this section. But it is impossible to assess the all stocks by using these detailed methods in limited time with limited financial resource.

In this case, rapid assessment methods needed which can quickly eliminate the buildings that have high collapse risk. Many methods were developed for this requirement in the world. DURTES and P25 are two of these methods in our country.

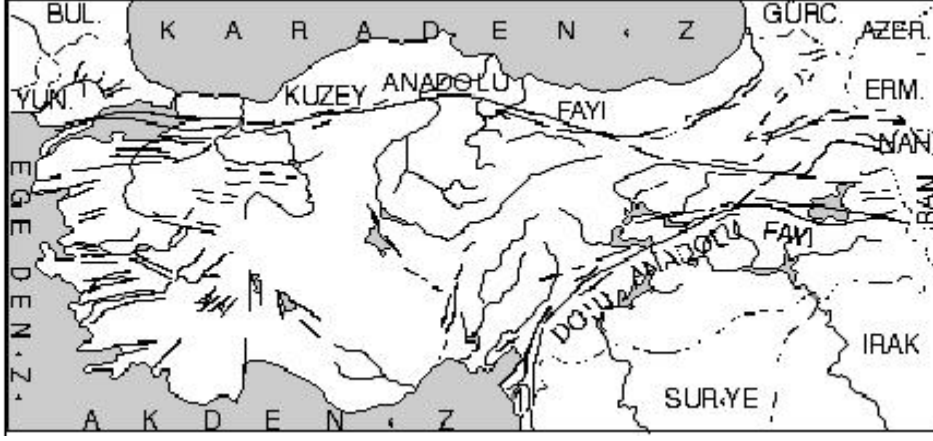
The purpose of this study is to perform DURTES and P25 methods on 17 existing buildings and perform “linear elastic method” on one of these buildings and to compare the results. These 17 buildings located in Duzce and experienced November 12 1999 Duzce Earthquake. All of them were exposed massive earthquake loads. Nine (9) of buildings are collapsed, five (5) of them are heavy collapsed and three (3)

of them are medium damaged. At first these buildings were labeled as XXX-YYY-Y-XX-YY. The first “XXX” is symbolized the row of all buildings number, the second “YYY” is symbolized the three letter of city that is buildings are located on, the third “Y” is symbolized the type of carrier system such as R is reinforced, P is prefabricate and O is the other types, The fourth “XX” is symbolized the number of story and fifth “YY” is symbolized the stage of damage. Such as “CL” collapsed, “HD” heavy damage, “MD” medium damage, “SD” slightly damage, “ND” none damage and “NS” no seismicity. After the labeling, DURTES and P25 were performed on all buildings and one building was assessed by Section 7 of Turkish Earthquake Code. The thesis is consist of six section and the first one includes the introduction and the aim and scope of the study. In the second section “Assessment methods of existing buildings” of Turkish Earthquake Code and the scoring methods that are accepted in the world and our country are explained. DURTES method is explained comprehensively in the third section. In the fourth section P25 method is explained detailedly. The fifth chapter presents the seismic performance evaluation of 17 reinforced concrete buildings with P25 and DURTES scoring methods and one of them Linear Elastic Method. At the last section, obtained results of these three methods were discussed and compared.

1. GİRİŞ

Yer kabuğu içindeki kırılmalar nedeniyle ani olarak ortaya çıkan titreşimlerin dalgalar halinde yayılarak geçtikleri ortamları ve yer yüzeyini sarsma olayına deprem denmektedir. Depremler oluş nedenlerine göre değişik türlerde olabilir. Levhaların hareketi sonucu olan depremler tektonik depremler olarak adlandırılırlar ve genellikle levha sınırında oluşurlar. Yeryüzünde meydana gelen depremlerin tamamına yakını bu şekilde meydana gelir. Türkiye’de olan depremlerin çoğu tektonik depremlerdir. Diğer bir tip deprem ise volkanik depremlerdir. Bunlar volkanların patlaması sonucu meydana gelirler. Başka bir tip ise çöküntü depremleridir. Bunlar yer altındaki boşlukların (mağara), kömür ocaklarında galerilerin, tuz ve jipsli arazilerde erime sonucu oluşan boşlukların tavan blokunun çökmesi ile oluşurlar.

Eski çağlardan beri Anadolu’nun tarihi şiddetli depremlerle doludur. Kuzeyde ve güneyde neredeyse batıdan doğuya ülkemizi baştanbaşa geçen Kuzey Anadolu Fay Hattı ve Güney Anadolu Fay Hattı sebebiyle Türkiye depreme maruz kalma riski her zaman yüksektir (Şekil1.1). Yakın geçmişe bakıldığında 1939 ve 1992 Erzincan, 1995 Afyon (Dinar), 1998 Adana (Ceyhan), 1999 Marmara ve Düzce Depremlerinde gerek insan yaşamı gerek maddi ve ekonomik açıdan büyük kayıplar verilmiştir. Türkiye topraklarının %92sinin deprem riskinin yüksek olduğu ve bunun geçmiş depremlerle birebir kanıtlandığı göz önüne alınırsa depremle yaşamayı öğrenmemiz gerektiği sonucuna varabiliriz. Depremlere engel olunamayacağı kesin olması sebebiyle, bir takım önlemlerin alınması muhakkak gereklidir.



Şekil 1.1 : Türkiye fay hattı haritası.

Öncesinde her ne kadar şiddetli depremler yaşanmış olsa da, özellikle 1999 Marmara depremi sonrasında depremin bilinci daha sağlıklı oluşmuştur. Belediyeler, valilikler, yerel yönetimler, üniversiteler, kamu kuruluşları, çeşitli sivil toplum örgütleri bu konunun üzerine eğilmişlerdir. Medya yardımı ile halk deprem konusunda daha bilinçlenmiş, konut seçiminde “deprem güvenirliliği” konusunu göz önüne almaya başlamıştır. Yeni yapılarda yönetmelik şartları uygulansa da mevcut yapıların depreme karşı dayanıklılığı da önemli bir konu haline gelmiştir. Özellikle 2007 Türk Deprem Yönetmeliğinin yedinci bölümünde “Mevcut Yapıların Değerlendirilmesi” konusu ayrıntılı olarak açıklanmıştır. Fakat özellikle İstanbul için konuşacak olursak 50’li yıllardan sonra aldığı büyük göç nedeniyle meydana gelen çarpık kentleşme, yapı stoğunun yaklaşık olarak 1 milyon 300 bin gibi büyük bir rakamla ifade edilmesi sebebiyle tüm binaların Türk Deprem Yönetmeliği koşulları çerçevesinde ayrıntılı olarak irdelenmesi pek de mümkün değildir. Bu ayrıntılı irdeleme büyük ekonomik finansman, zaman ve teknik ekip gerektirmektedir. Halbuki İstanbul için konuşulan olası deprem durumu sebebiyle bir an önce gerekli önlemlerin hızlıca alınması zorunlu hale gelmiştir.

İstanbul gibi, deprem riskinin yüksek, bunun yanında yapı stokunun da yüksek olduğu bölgelerde hızlı, ekonomik ve güvenilir yöntemlere ihtiyaç duyulmuştur. Amerika Birleşik Devletleri ve Japonya başta olmak üzere dünyanın birçok yerinde, yerel zemin ve yapı özelliklerini göz önüne alan “Hızlı Değerlendirme Yöntemleri” geliştirilmiştir. Bu yöntemlerin her birinde, uygulanacak bölgenin yapı ve zemin özelliklerine göre farklı parametreler hesaba etkilmiş ve uygulanabilen yapı çeşitleri kısıtlanmıştır.

Bu tez çalışmasında da yapıların deprem güvenirlığının belirlenmesi için geliştirilen iki farklı yöntemin çeşitli yapılara uygulanması, sonuçların birbirlerine ve Türk Deprem Yönetmeliğine göre karşılaştırılması yapılmıştır.

1.1 Amaç ve Kapsam

Bir yapının deprem sırasında göstereceği performansın belirlenmesi, 2007 Türk Deprem Yönetmeliğinin yedinci bölümünde yer alan yöntemlerden birinin uygulanması ile sağlanır [1].

Bu yöntemler “Doğrusal Elastik Hesap Yöntemleri” ve “Doğrusal Olmayan Hesap Yöntemleri” başlığı altında toplanmaktadır. Doğrusal olan yöntemler, doğrusal olmayan yöntemlere göre daha hızlı olsa bile bu iki başlık altında toplanan yöntemlerle yapılan analizler, uzman bir teknik ekip gerektirir ve zaman alıcıdır. Bu noktada yapıların deprem güvenirlığının belirlenmesi için daha hızlı sonuç verebilecek yöntemlere ihtiyaç duyulmuştur.

Bu çalışma kapsamında, binaların deprem güvenirlığının, az parametre ile hızlı bir şekilde ortaya konmasını sağlayan hızlı tarama yöntemleri incelenmiştir. Sayıca çok olan bu yöntemlerden İstanbul Üniversitesi öğretim üyesi Prof. Dr. N. K. Öztoran tarafından geliştirilen “Durum Tespit (DURTES)” ve 2005 ve 2006 yılında Bal ve diğerleri tarafından geliştirilen “P25 Puanlama Yöntemi” 1999 Düzce Depreminde toptan göçmüş ve ağır hasarlı 17 adet betonarme binaya uygulanmış, ardından aralarından seçilen bir binanın da 2007 TDY’deki “Doğrusal Elastik Hesap Yöntemi” ile analizi yapılmış ve sonuçlar karşılaştırılmıştır. P25 puanlama yönteminin amacı, yapının ne kadar hasar göreceğini ya da performans seviyesini belirlemek olmayıp, toptan göçmenin yaşanması ihtimali yüksek binaları belirlemektir. Diğer yöntem olan DURTES’in oluşumu ise Bakırköy ilçesi yapılarının deprem güvenirlığının belirlenmesi sebebiyle olmuştur. Bu yöntem de yine kesin hesap olmayıp, binlerce binanın tarandığı ilçede, bina deprem risklerinin birbirlerine göre karşılaştırılmasını amaçlamıştır. Bunun yanı sıra, az sayıdaki yapılara uygulanabilirliği de mümkündür.

1.2 Bu Konuda Daha Önce Yapılan Çalışmalar

Japon Sismik İndeks Yönteminin, 1992 Erzincan, 1998 Adana-Ceyhan ve 1999 Marmara ve Düzce depremleri sonrasında farklı hasar seviyelerindeki yapılara uygulanarak ABBYHY'98 bünyesinde ülkemiz koşullarına uyarlanması ile elde edilmiş olan Deprem Güvenliği Tarama Yöntemi (DGTY) kullanılarak Çağlayan ve Boduroğlu tarafından pilot bölge seçilen Zeytinburnu'nda bir çalışma gerçekleştirilmiştir [2,3]. Bu çalışma kapsamında 2401 adet binaya Deprem Güvenliği Tarama Yöntemi uygulanmıştır. Yine Zeytinburnu Pilot Projesi kapsamında 12 adet binaya ait doğrusal olmayan itme analizi sonuçları ile karşılaştırılmıştır. Uygulama sonunda itme analizi yapılan binaların, itme analizi ve deprem güvenliği tarama yönteminden çıkan sonuçların uyumlu olduğu görülmüştür. DGTY nin altı kata kadar olan yapılarda kullanılabileceği sonucuna varılmıştır.

Daha sonra İstanbul Üniversitesi öğretim üyeleri tarafından (Keleşoğlu ve diğerleri), Bakırköy ilçesinde 2002 yılında risk analizi çalışması yapılmıştır [4]. Bu çalışma iki aşamadan oluşmaktadır. İlk aşamada, yapılan 87 adet sondaj, 125 noktada yapılan sismik kırılma deneyi, 210 noktada yapılan elektrik resistivite deneyleri sonuçlarından yararlanılarak bölgenin jeolojik yapısı, sismisitesi ve zeminlerin dinamik ve statik yükler altındaki geoteknik özelliklerini bir arada değerlendirerek elde edilen mikro bölgeleme çalışmaları yapılmıştır. Bu çalışmalardan elde edilen zemin parametreleri Durtes programının zemin girdileri olarak kullanılmıştır. İkinci aşamada ise Prof. Dr. Namık Kemal Öztörün tarafından geliştirilmiş DURTES (Durum Tespit) yazılımına yapı bilgileri girilmiştir. Bu yazılımda yapı yaşı, taşıyıcı sistemi, kat adet ve yükseklikleri, yapı düzensizlikleri, malzeme özellikleri(beton ve donatı) gibi yüze yakın parametre göz önüne alınmıştır. Yapılan çalışma sonunda Bakırköy bölgesinde yaklaşık 10500 binada risk analizi taraması yapılmıştır. Kesin çözüm yöntemleri ile karşılaştırma yapılmış ve yapılan bu çalışmada alınan sonuçlarla kesin çözüm yöntemlerinden alınan sonuçların oldukça yakın olduğu gözlenmiştir.

Yine 2002 yılında Öztörün ve Temur tarafından, yapıların deprem güvenliğinin belirlenmesi için geliştirilen DURTES bilgisayar yazılımı sonuçlarının, sonlu eleman programlarının sonuçları ile karşılaştırılmasına dair bir çalışma yapılmıştır [5]. Bu çalışma kapsamında 7 katlı betonarme bir bina ele alınmıştır. DURTES ile sonlu

eleman programlarının entegrasyonları sağlanmış, elle 1-2 günde hazırlanan bir modeli, mevcut bilgisayar programı modülü ile 1-2 saatte oluşturulduğu ve analizlerle doğruya çok yakın sonuçlar verildiği görülmüştür.

Hassan ve Sözen tarafından yapılan bir çalışmada ise 1992 Erzincan Depreminden sonra hasar gören 46 binanın dataları kullanılmıştır [6]. Bu datalar, Orta Doğu Teknik Üniversitesi teknik elemanlarından oluşan bir grubun çalışmaları sonucu ortaya çıkmıştır. Bu yapıların tamamının kat yükseklikleri 2.75-3.60m arasında değişmekte olup, toplam kat sayıları 1 ile 5 arasında değer almaktadır. Aralarında toptan göçmenin olmadığı bu 46 binaya uygulanan yöntemde sadece kolon ve duvar kesit alanları göz önüne alınmaktadır. Çalışma sonunda, yapıların “toptan göçme”, “ağır hasarlı”, “orta hasarlı” ya da “hafif hasarlı” olarak sınıflandırılabilmesi için, kolon ve duvar kesit alanlarına göre indeks sınırları belirlenmiştir.

Sucuoğlu tarafından geliştirilen 1-6 katlı betonarme binaların içine girmeden, dışından gözlenebilen az sayıdaki parametre ile “Sokaktan Tarama Yöntemi” adı verilen yöntem ile bina risk sıralaması yapılabilmektedir [7]. Bu çalışmada az sayıda parametre (bina serbest kat sayısı, yumuşak kat, ağır çıkma, görünen yapı kalitesi) göz önüne alınarak birinci kademe değerlendirme niteliğinde bir hesap yapıp her bina için bir performans skoru hesaplanmaktadır. Bu yöntem İstanbul Belediyesi tarafından Zeytinburnu, Fatih ve Küçükçekmece ilçelerinin deprem risklerini belirlemek için kullanılmıştır. Yöntemin geliştirilmesinde ise 1999 Düzce depremini yaşamış, farklı hasar seviyelerinde veya göçmüş yapı datalarından yararlanılmıştır. Bina kat sayısı dağılımlarına bakıldığında en fazla 5 ve 6 katlı betonarme binaların mevcut olduğu Fatih ilçesinde toplam 16.523 adet binadan 3.648 adet binanın yüksek risk seviyesinde olduğu ve ikinci kademe değerlendirme yöntemleri ile analizinin yapılması uygun bulunmuştur. Bu yayına göre “Yüksek riskli binaların yer hareketi ve şiddeti ile tamamen bağımlı olmadığı görülmektedir. Bu durumda bina özelliklerinin hasar riski üzerindeki etkisinin önemi anlaşılmaktadır” [7].

Çelik ve diğerleri tarafından yapılan bir çalışma kapsamında ise bazı Doğu ve Batı Avrupa ülkelerinde bulunan konsolosluk binaları için deprem riski sıralaması yapılmıştır [8]. Kanada Ulusal Araştırma Birliği'nin yayınladığı ilkeler doğrultusunda hazırlanan bu yöntemin diğer birçok tarama yöntemlerinden farkı, farklı taşıyıcı sistem tiplerine sahip yapılara uygulanabilmesidir. “Binaların taşıyıcı sistemlerinin ve malzemesinin türleri (ahşap, çelik, betonarme, yığma), var olan

yapısal düzensizlikler, yapısal olmayan elemanların oluşturabileceği tehlikeler, bölgenin sismik özellikleri, zemin koşulları, binanın yapım yılı, binanın önemi ve içinde yaşayanların sayısı gibi özellikler dikkate alınarak yapısal ve yapısal olmayan indeksler tanımlanmakta ve bu değerler sayısal olarak hesaplanmaktadır". [8] Yapının bulunduğu bölgede beklenen maksimum ivmesi, bölgenin depremselliği, zemin koşulları, taşıyıcı sistem türü, döşeme tipi, düzensizlikler ve önem sayısı gibi parametreleri içinde barındıran yapısal indeks (SI) ve yapısal olmayan bileşenleri (parapet, baca, elektrik, mekanik ekipmanlar vb...) içinde barındıran yapısal olmayan indeksin (NSI) toplanmasıyla elde edilen sismik öncelik indeksine (SPI) göre binaların deprem riski bakımından bir sıralamaya sokulup, bu sıralama ile yönetmelik koşullarına göre ayrıntılı analizinin yapılmasını amaçlanmaktadır. Bu sıralama aşağıda verilmiştir:

- SI ya da NSI 1.0~2.0 yeterli deprem güvenliği (YDG)
- SPI < 10 düşük öncelikli binalar (DÖB)
- SPI 10~20 orta öncelikli binalar (OÖB)
- SPI > 20 yüksek öncelikli binalar (YÖB)
- SPI > 30 çok tehlikeli binalar (ÇTB)

Boduroğlu ve diğerleri tarafından yapılan Japon Sismik İndeks Yönteminin birinci kademesinin uygulandığı çalışmada İstanbul ve İzmit'te bulunan beş bina ele alınmıştır [9]. Bu beş binanın mevcut durumları ile güçlendirme takviyeleri yapılmış durumlarına sıra ile Japon Sismik İndeks Yöntemi ile Türk Deprem Yönetmeliğine göre deprem performansları belirlenmiştir. Türk Deprem Yönetmeliği'ndeki elastik yöntemin esas alındığı değerlendirme sırasında SAP2000 bilgisayar programı kullanılmıştır[10]. Analiz sonucunda düşey taşıyıcı elemanların tasarım momentleri (Md) ve dizayn kesme kuvvetleri (Vd) bulunmuştur. Moment kapasitesi (Mr) ve kesme kuvveti kapasiteleri (Vr) TS500 yönetmeliğindeki taşıma kapasitesi ilkesine göre hesaplanmıştır [11]. Japon Sismik İndeks Yöntemi' ne göre yapılan analiz sonucunda ise her bir yapıya ait "yapısal sismik performans indeksi" (Is) ve "karşılaştırma indeksi" (Iso) değerleri hesaplanmıştır. Bu indekslerin hesabında, yerel zemin özelliği, yapı kullanımı, yapının geometrisi, plan ve düşeydeki düzensizlikler, yapının yaşı, yapıdaki deformasyonlar, yapının yangın geçmişi gibi birçok parametre göz önüne alınmıştır. 5 adet binanın güçlendirilmiş ve

güçlendirilmemiş hallerinin tüm katlarındaki $\sum Mr / \sum Md$ ve $\sum Vr / \sum Vd$ oranları bulunmuştur. Bu oran 1'den büyük ise yapı güvenli demektir. Aynı şekilde Is/Iso oranları da her bina ve her kat için bulunmuştur. Moment ve kesme kuvveti kapasite oranları gibi, bu oranın da 1'den büyük olması yapının güvenli olduğunu göstermektedir. Çalışma sonucunda ortaya çıkan bu üç oranın birbirlerine paralel değişimi, Japon Sismik İndeks Yönteminin Türk Deprem Yönetmeliği'ndeki deprem performansı değerlendirilmesi yöntemi ile uyumluluğunu açıkça ortaya koymuştur.

Yüksel tarafından yapılmış bir çalışmada [12] betonarme binaların deprem sonrasında acil değerlendirmeleri ele alınmıştır. Deprem sonrasındaki hasarların değerlendirilmesi ve yapının güvenle kullanımının devam edilebilmesi, boşaltılarak güçlendirilmesi ya da yıkılması gerektiğine dair kararın hangi parametrelere göre karar verilmesi gerektiği açıklanmıştır. Yapısal ve yapısal olmayan hasarların açıklanmaya çalışıldığı bu çalışmada özellikle, sıva çatlaklarının, dolgu duvarındaki hasarların, kolondaki hasarların, kirişteki hasarların, perde duvardaki hasarların, döşemedeki hasarların, kolon-kiriş birleşim noktalarındaki hasarların, sistem kusurlarından ileri gelen hasarların tanıtılması, nedenleri ve yapı performansına etkileri ayrıntılı olarak açıklanmıştır. Hasarların yanı sıra deprem öncesi ve sonrasındaki hazırlık ve acil müdahale çalışmalarının gereğine ve özellikle deprem sonrası ilk değerlendirmenin hızlı ve deneyimli mühendislerce doğru bir şekilde yapılmasının önemi vurgulanmıştır.

İnel ve diğerleri tarafından yapılan çalışmada [13] Denizli'de bulunan 9 adet tip kamu binasının değerlendirilmesi ele alınmıştır. Bu yapıların değerlendirilmesi doğrusal olmayan itme analizi esas alınarak (ingilizcede push-over olarak adlandırılan) SAP2000 bilgisayar programı yardımı ile yapılmıştır. Malzeme dayanımı ve etriye uygulama aralığının belirlenmesinde son beş yılda Pamukkale Üniversitesi tarafından incelenen kamu binalarından alınan karot numuneleri ve açılan elemanlardaki etriye uygulamaları esas alınmıştır. Artımsal itme analizi için oluşturulan modellerde 2007 Deprem Yönetmeliği, FEMA-356 ve ATC-40 dokümanlarından faydalanılmıştır [14,15]. Çalışma sonucunda önemli bulgular elde edilmiştir. Perdelerin taşıyıcı olarak ön planda olduğu yapılarda yana yük dayanımının büyük kısmını perdeler oluşturduğundan, kolonlardaki lokal göçmeler kapasite eğrisi üzerinde belirgin olarak görülememiştir. Lokal kolon göçmeleri adım adım mafsal durumlarının incelenmesiyle görülebilmektedir. Sargı donatısının

yetersiz ve/veya beton basınç dayanımının düşük olduğu yapılarda kolonlarda kesme hasarları oluşmuştur. Deprem yüklerinin kolonlar tarafından taşındığı yapılarda beton sınıfı ve etriye aralığının deplasman eğrisi üzerinde ciddi etkisi olduğu gözlenmiştir. ABYYHY 75'e göre tasarlanan yapılarda öngörülen düşük yatay yük sebebi ile büyük deplasman istemleri belirlemiştir ve gerekli güvenlik seviyesini sağlayamadığı gözlenmiştir. Kamu yapılarının genellikle dikdörtgen geometriye sahip oldukları ve kolonların uzun yönünün yapının uzun doğrultusunda oturtuldukları belirlenmiştir. Bu uygulama son derece yanlış olup, yapının uzun doğrultusunda düşük moment kapasitesine ve zayıf kolon-kuvvetli kiriş mekanizmasının oluşmasına sebep olmuştur. Bunlar gibi birçok can alıcı bulgular edilmiştir. Bknz [13].

1999 Marmara Depremi'nde yıkılan bir yapının ele alındığı Kutanis ve diğerleri tarafından yapılan çalışmada deplasmana dayalı yöntemler ile 1999 Depreminde hasar gören ve ya yıkılan yapıların belirlenip belirlenemeyeceği araştırılmıştır [16]. Ele alınan yapı Sakarya'da olup, zemin+4normal kattır. Yapı, mühendislik hizmeti görmüş ve iyi kalitedir. Taşıyıcı sistemi çerçeve ve asansör boşluğunu çevreleyen çekirdek perdeden oluşmaktadır. Değerlendirme, elastik ötesi davranışı içeren nonlinear itme analizi ile yapılmıştır. Çalışmanın ilk adımı olarak yerel zemin koşulları incelenmiş, benzer kaynak mekanizması ve büyüklükteki altı depreme ait kayıtların kullanıldığı ivme kayıtlarından elde edilen tepki spektrumu ile deprem yönetmeliğindeki tasarım spektrumu karşılaştırılmıştır. Analizler SeismoStruct sonlu eleman programı ile gerçekleştirilmiştir. Çalışma sonucunda, 2007 TDY'de yer alan tasarım spektrumu ile benzer kaynak ve büyüklüğe sahip altı depremin ivme kayıtlarından elde edilen tepki spektrumu değerlerinin oldukça farklı olduğu, elde edilen spektrumdaki zemin hakim periyodu ve spektral ivme genliğinin TDY'deki sınırları aştığı gözlenmiştir. Bu noktada yapı performansları araştırılırken yerel tasarım spektrumlarının elde edilmesi gerektiğine dikkat çekilmiştir. "TDY 2007de verilen yöntemle göre deprem isteminin hesaplanmasında esas alınan başlangıç doğrusunun eğiminin iyi sonuç vermediği veya yöntemin, özellikle perdeli yapıların performans noktasının bulunması için elverişli olmadığı ortaya konulmuştur" [16].

İnel ve diğerleri tarafından orta yükseklikli betonarme binaların elastik ötesi davranışlarının dikkate alınarak değerlendirdiği bir çalışmada önemli bulgular elde edilmiştir [17]. Çalışmada 14 adet binanın etriye aralıkları 100mm ve 200mm olarak, her iki deprem doğrultusu için (x ve y) olmak üzere toplam 56 adet modeli

oluşturulmuştur. Beton kalitesi BS16 ve inşaat çeliği S220 olarak belirlenmiştir. Her yapının statik itme analizi ile kapasite eğrileri, zaman tanım alanında doğrusal olmayan dinamik analizi ile deprem istemleri elde edilmiştir. Zaman tanım alanında hesap için Türkiye’de son 10 yılda yaşanmış 20 farklı karakterdeki yıkıcı deprem kayıtları kullanılmıştır. Çalışma sonuçlarına bakıldığında hemen hemen hiçbir yapı Hemen Kullanım performans seviyesini sağlayamamaktadır. Can Güvenliği Performans seviyesinde olması beklenen yapıların büyük bir kısmı da bu seviyeyi sağlayamamaktadır. Sadece 100mm etriyeye sahip yapıların %33’ü CG performans seviyesini sağlamaktadır. %40-%65 oranında yapılar ise, etriye aralıklarına göre Göçmenin Önlenmesi performans seviyesini sağlamaktadır. Bu sonuçlar neticesinde ABYYHY’75 yönetmeliğindeki kriterlere göre tasarlanmış yapıların yanal rijitlik ve dayanımının düşük olması sebebi ile büyük yer değiştirme istemleri dolayısıyla hasara sebebiyet verdikleri gözlenmiştir. Etriye aralıklarının sismik performans üzerindeki etkisinin büyüklüğü de elde edilen önemli bir bulgudur. Modellerin tamamına yakınında kuvvetli kiriş-zayıf kolon sorunu gözlenmiştir. ABYYHY’75 te yer almayan bu kontrol, göçme mekanizmasına yol açmaktadır ki Türkiye’deki yapı stoğunun büyük bir kısmının sorunu olarak göze çarpmaktadır. Çalışma sonunda, yeni yapılacak tasarımların yanal rijitlik ve dayanımlarının artırılarak deprem istemlerinin düşürülmesi de bir öneri olarak sunulmuştur.

2007 yılında Bal ve diğerleri tarafından yapılan çalışmada betonarme binaların göçme riskini hızlı ve güvenilir şekilde ortaya koyan P25 Yönteminin esasları açıklanmaya çalışılmıştır [18]. Yapıların hasar seviyelerinin belirlenmesinden çok, can kaybının önüne geçilmesi sebebiyle binaların “güvenli” ya da “güvensiz” olarak ayırt edilmesini amaçlayan yöntemde birçok parametre göz önüne alınmaktadır. 14 adet değişkeni (burulma düzensizliği, döşeme süreksizliği, düşey doğrultuda süreksizlik, kütle düzensizliği, korozyon mevcudiyeti, ağır cephe elemanları, asma kat mevcudiyeti, kat seviye farkı veya kısmi bodrum, beton kalitesi, zayıf kolon-kuvvetli kiriş, etriye sıklığı, zemin sınıfı, temel tipi, temel derinliği) barındıran temel yapısal puan (P1), kısa kolon puanı (P2), yumuşak ve zayıf kat puanı (P3), çıkmalar ve çerçeve süreksizliği puanı (P4), çarpışma puanı (P5), sıvılaşma potansiyeli puanı (P6), toprak hareketleri puanı (P7) içerisinde en küçük olanı düzeltme katsayıları ile düzenlenerek sonuç puanı olarak belirlenir. Sonuç puanının sınır puanının altında kalması ile yapı “güvensiz” üstünde kalması halinde “güvenli” olarak

sınıflandırılmaktadır. Yöntemin kalibrasyonu için depremlere maruz kalmış 289 adet gerçek bina ve TDY'ye göre tasarlanmış 22 adet yeni bina üzerinde yapılmıştır. Toptan göçen 17 adet binanın sonuç puanlarının sınır puanı altında kalması ile yöntemin güvenilirliği bilimsel olarak ortaya konmuştur. Göçme riski bulunan binaları gruplarken belirlenen sınır puanını kesin bir çizgi ile çizmek yerine, finansal kaynaklara bağlı olarak belirlenen bir bant genişliği oluşturmanın daha akılcı olduğu vurgulanmıştır. Zamanın ve maddi kaynakların sınırlı, bunun yanı sıra yapı stoğunun fazla olduğu yerlerde can kaybının önlenmesi adına P25 yönteminin, özellikle yerel yönetimler için faydalı olması bir amaç olarak çalışmada dile getirilmiştir.

2010 yılında, P25 metodunun saha uygulaması olarak Gülay ve diğerleri tarafından yapılan çalışmada İstanbul'un Kadıköy ilçesindeki 40 bina ele alınmıştır [19]. Yöntemin doğuşu ve gelişimi aşamalarından sonra, 2007 yılında TÜBİTAK projesi kapsamında pilot bölge seçilen Kadıköy'de mevcut 40 bina ile yöntem kalibre edilmiştir. Taranan binaların hepsi 1960 yılı öncesinde inşa edilmiştir. Projeleri mevcut olmayan yapıların sahada röleleri alınmıştır. Projesi mevcut olanların ise projeye uyumluluğu kontrol edilmiştir. Yapıların beton ve donatı kalitesi gerekli saha çalışmaları ile edinilmiştir. Sonuç puanı düşük çıkan yapıların çoğunda yumuşak kat etkisi gözlenmiştir. Buna sebep ise yapı alt katlarının dükkan olarak kullanılmasıdır. Yumuşak kat yanı sıra, birçok yapıda kısa kolon etkisinin de sonuç puanını olumsuz etkilediği gözlenmiştir. Dile getirilen bir diğer bulgu ise, dolgu duvarların yanal rijitliği olan olumlu katkısı olmuştur. Kesin sonuç vermesinden ziyade, binaların karşılaştırılarak öncelik sıralamasına sokulmasını sağlayan yöntem, zamanın kısa, imkanların kısıtlı olduğu durumlarda uygulanması can kaybının önüne geçilmesi açısından hayati derecede önem kazanmaktadır.

Tezcan ve diğerleri tarafından 2005 yılında yapılan çalışmada "Sıfır Can Kaybı" yaklaşımına dair bilgiler, uygulanabilirliği, finansal gerekliliği, faydaları anlatılmıştır [20]. Depreme hazırlıklı olmak için Devlete, yerel yönetimlere düşen görevler iki başlık altında toplanmıştır: "Kriz Yönetimi" ve "Risk Yönetimi". Kriz yönetimi deprem sırasında ve ya depremden sonraki müdahale ve ihtiyaçların giderilmesi için yapılan her türlü yardımdır. Enkaz arama, enkaz kaldırma, cesetlerin defin edilmesi, yiyecek, barınma, çadır v.b. yardımlardır ki kriz yönetimleri can kurtarmaya yönelik değildir. Risk Yönetimi ise depremde doğacak can ve mal kaybının önüne geçilmesi için alınan her türlü önlemdir. "Risk yönetimi üç kategoride toplanabilir:

- a) Eğitim seferberliği
- b) Yeni yapıların güvenli bir şekilde inşa edilmesi
- c) Mevcut yapıların güçlendirilmesi yerine sıfır can kaybı yönetimi” [20].

Çalışmada, ülkemizde 2000 yılından önce inşa edilmiş herhangi bir binanın 1998 TDY’e göre analizinin yapılması durumunda “güvensiz” sonucunun alınacağına dikkat çekilmiş, bunun nedeni olarak da özellikle 98 TDY’de güvenlik çitasının büyük ölçüde yükseltilmesi işaret edilmiştir. Sadece İstanbul’daki yapı stokunun düşünüldüğü taktirde dahi (yaklaşık 1 milyon bina) ayrıntılı bir irdeleme ile yapının göçme riskinin belirlenmesi yaklaşık 25 milyar dolar ve 25 yıla ihtiyaç olduğu gerekli ön çalışmalarla saptanmıştır. Bu yapıların güçlendirilmesi ise kat maliklerin arasındaki uyumsuzluk, güçlendirme sırasındaki lojistik sorunlar da ayrıca bir olumsuzluk olarak dile getirilmiştir. Çözümün karmaşık ve büyük ekonomik kaynaklar, teknik ekipler gerektirdiği bu duruma kolay bir çözüm olarak sıfır can kaybı yaklaşımı sunulmuştur. Yapı stokunun diğer illere göre daha fazla olduğu İstanbul ili için büyük şiddette bir deprem olması durumunda %4 ünün kısmen ve ya toptan göçerek can kaybına sebebiyet vereceği çalışmalarla elde edilmiştir. O zaman yapılması gereken tüm stokun değerlendirilmesi yerine bu %4 içinde kalan yapıların belirlenip değerlendirilmesi ve gerekli önlemlerin alınmasıdır. Çalışmada, yapıların göçme riskinin belirlenmesi iki aşama şeklinde anlatılmaktadır. “Birinci aşamada, sadece gözlemlere, envanter bilgilerine, taşıyıcı sistemin kolon, perde ve dolgu duvarı konum ve miktarına dayanılarak, göçme riski taşıması ihtimali olanlar belirlenmelidir” [20]. İkinci aşamada ise göçme riski şüphesi bulunan yapılar arasından bilimsel bir irdeleme ile göçme riski taşıyan elemanlar ayıklanmalıdır. Bu yaklaşım, yapı stokunun yoğun olduğu bölgelerde, hasar seviyesi tespiti yerine can kaybına sebebiyet verebilecek yapıların belirlenebilmesi için hızlı, bilimsel irdeleme yöntemlerine göre düşük maliyetli bir çözüm yöntemi olarak özellikle Devletin, yerel yönetimlerin mutlak suretle dikkate alması tavsiye edilmiştir.

A.Yakut ve diğerleri tarafından yapılan bir çalışmada ise Türkiye’deki mevcut yapı stoğunun deprem güvenirliliğinin düşük olduğu ve durum değerlendirmesine yönelik hızlı değerlendirme yöntemlerinin geliştirilmesi gerekliliği ortaya konmuştur [21]. Türkiyede yapı tipi olarak en çok yığma ve betonarme kullanıldığından çalışmada bu iki tip gözönüne alınmıştır. Geliştirilen yöntem dışardan gözlem ya da binaya küçük

bir giriş ile elde edilen parametlerin 1-7 katlı betonarme yapılara uygulanmasını kapsar. Bu parametreler, yapı taşıyıcı sistemi, kat sayısı, yapı konumu, zayıf ve yumuşak kat, düşey ve yatay düzensizlikler, ağır cephe askıları, bitişik nizam, kısa kolon, topoğrafya, zemin tipi olarak sıralanabilir. Yine bu çalışma kapsamında yığma yapıların değerlendirilmesi için ise önce yapının kat sayısı ve yapının bulunduğu deprem bölgesine göre belirlenen başlangıç puanı elde edilir. Daha sonra yapının zayıflıklarına göre bu puan eksiltilerek nihai puan hesaplanır. Yapının zayıflıklarında göz önüne alınan parametreler, malzeme kalitesi, işçilik, plan geometrisi, yapı konumu, taşıyıcı duvar uzunlukları, hatıl mevcudiyeti, duvar-döşeme ve duvar-duvar birleşim bölgeleri ve geçmiş hasarlar olarak sıralanabilir. Yöntem üzerinde analitik çalışmalar yapılmış olup, yöntemin geçerliliği kabul görmüştür.

2. BİNALARIN DEPREM GÜVENLİĞİNİN BELİRLENMESİ

2.1 Deprem Yönetmeliğine Göre Belirlenmesi

Yakın geçmişe kadar bakıldığında ülkemizde, mevcut binaların değerlendirilmesi ile ilgili kapsamlı ve düzenli bir çalışma bulunmamaktaydı. 2007 DBYBHY’de mevcut bina ve bina türü yapıların değerlendirilmesi için ayrı bir bölüm hazırlanmıştır. Değerlendirilen yapının hedef performans seviyesini yakalayamadığı durum için de ayrıca uygulanması gereken güçlendirme yöntemleri mevcuttur. Çalışmanın bu bölümünde 2007 TDY’deki mevcut yapıların değerlendirilmesi yöntemleri açıklanmaya çalışılacaktır. Yönetmelikte yer alan “Doğrusal Elastik Yöntemler” ile “Doğrusal Elastik Olmayan Yöntemler” için kapsam ve tanımlar ayrı ayrı açıklanacaktır. Daha sonra bizim kullandığımız “Doğrusal Elastik Yöntem” için hesaplar adım adım aktarılacaktır.

2.1.1 Binalardan bilgi toplanması

2.1.1.1 Binalardan toplanacak bilginin kapsamı

Deprem kapasiteleri belirlenecek mevcut binaların taşıyıcı sistem elemanların kapasitelerinin tespitinde kullanılacak eleman detayları ve boyutları, taşıyıcı sistem geometrisine ve malzeme kalitesine ilişkin bilgiler, binaya ait proje ve rapordan, gereken hallerde gözlem ve ölçümlerden, malzeme numunelerine uygulanacak deneylerden elde edilir.

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

2.1.1.2 Bilgi düzeyleri

Mevcut dataların toplanarak bir araya getirilmesi, yapının yerinde incelenmesi ile elde edilen mevcut durum bilgilerinin kapsamına göre yapının bilgi düzeyi, “sınırlı, orta ve kapsamlı olarak” belirlenir. Bilgi düzeyine bağlı olarak Çizelge 2.1 de verilen bilgi düzeyi katsayıları eleman kapasitelerinin belirlenmesinde hesaba yansıtılır.

Sınırlı bilgi düzeyinde yapının projesi mevcut değildir, gerekli bilgiler binada yapılacak gözlem, inceleme ve ölçüm ile elde edilir.

Orta Bilgi düzeyinde, eğer yapının projesi mevcut değilse sınırlı bilgi düzeyine nazaran daha kapsamlı incelemeler yapılarak gerekli verilere ulaşılmaya çalışılır. Proje mevcut ise, projenin imalata uygunluğu yerinde ölçümlerle doğrulanır.

Kapsamlı bilgi düzeyinde proje mevcuttur ve doğruluğu yeterli ölçümlerle tespit edilir.

Betonarme Binalarda Sınırlı Bilgi Düzeyi

Bina Geometrisi: Proje mevcut olmadığından taşıyıcı sistem rölevesi saha çalışması ile elde edilir. Elde edilen bilgiler hesapta kullanılacak taşıyıcı eleman ve dolgu duvarların yeri, boyutları gibi bilgileri içermelidir. Temel sistemi yeteri sayıda açılan inceleme çukuru ile tespit edilir. Kısa kolon, komşu yapılarla olan derzin yeterli olup olmaması gibi olumsuzluklar kat plan ve kesitlere işlenir.

Eleman Detayları: Betonarme projeler veya uygulama çizimleri mevcut olmadığından elemanlardaki donatı miktarı, yapım yılında esas alınan minimum donatı miktarını sağladığı varsayılır. Bunun yanı sıra, her katta en az 1 olmak üzere kolonların ve perdelerin %10u kirişlerin %5inin paspayı sıyrılarak donatı ve donatı bindirme boyu tespiti yapılır. Paspayı sıyrılmayan elemanların %20sinin ise donatıları tespit cihazı ile belirlenir. Donatı tespiti yapılan kiriş ve kolonlarda mevcut donatının minimum donatı oranını belirten “donatı gerçekleşme katsayısı” ayrı ayrı belirlenecek ve bu katsayı donatı tespiti yapılmayan elemanlara uygulanarak öngörülen miktar hesaplanmış olacaktır.

Malzeme Özellikleri: Kolon ve perdelerden her katta en az iki tane olmak şartı ile TS-10465’de belirtilen koşullara uygun şekilde karot alınır ve deneyler sonucu en düşük çıkan mevcut beton dayanımı esas alınır. Donatı sınıfı olarak yukarıda

açıklanan elemanlardan sıyrılan paspayı sayesinde gözlemlenen donatı sınıfı esas alınır.

Betonarme Elemanlarda Orta Bilgi Düzeyi

Bina Geometrisi: Binanın projesi mevcut ise, doğruluğu incelemelerle elde edilir. Proje yok ise sahada yapılan röleve çalışmaları ile taşıyıcı sistem elemanları ve dolgu duvarların boyutları belirlenir. Varsa kısa kolon v.b. olumsuzluklar plana işlenir. Temel sistemi ise gerekli sayıda açılan inceleme çukuru ile tespit edilir.

Eleman Detayları: Proje ve imalat detayları mevcut değilse DBYBHY'07 7.2.4.2'deki koşullar geçerlidir. Fakat paspayı sıyrılacak elemanlar her katta en az 2 olmak üzere o kattaki kolon ve perdelerin %20'sinden, kirişlerin %10'undan az olmamalıdır. Paspayı sıyrılmayan elemanların %20'sinde de tespit cihazı ile donatı tespiti yapılır. Proje ile uygulama arasında uyumsuzluk varsa, mevcut donatının öngörülen donatı miktarına oranını ifade eden donatı gerçekleşme katsayısı kolon ve kirişler için ayrı ayrı belirlenir. Bu katsayı 1'den büyük olamaz. Donatı miktarı tespiti yapılmayan elemanların olası donatı miktarı tespitinde kullanılır.

Malzeme Özellikleri: Her kattaki kolon ve perdelerden en az 3 tane ve binada toplam 9 adetten az olmamak üzere her 400m²'den 1 adet karot örneği TS-10465'e uygun şekilde alınarak deney yapılır. Örneklerden elde edilen (ortalama-standart sapma) değerleri mevcut beton dayanımı olarak belirlenir. Donatı sınıfı, paspayı sıyrılan elemanlarda gözlemlenen tespit edilir. Korozyon tespit edilen elemanlar planla işaretlenir ve bu olumsuzluk hesaba yansıtılır.

Betonarme Elemanlarda Kapsamlı Bilgi Düzeyi

Bina Geometrisi: Binanın betonarme projeleri mevcuttur. Projenin imalat ile uygunluğu kontrol edilir. Proje ile mevcut durum arasında ciddi farklılıklar var ise proje yok sayılır ve orta bilgi düzeyine uygun olarak incelenir.

Eleman Detayları: Betonarme proje veya imalat çizimleri mevcut değilse DBYBHY'07 7.2.4.2'deki koşullar geçerlidir, fakat paspayı sıyrılarak donatı tespiti yapılacak elemanlar her katta en az 2 tane olmak üzere, o kattaki toplam kolon sayısının %20'sinden kirişlerin %10'undan az olmamalıdır. Proje veya imalat çizimleri mevcut ise donatı kontrolü DBYBHY'07 7.2.4.2'deki kurallar aynen

uygulanır. Fakat paspayı sıyrılmayan elemanların %20'sinde donatı miktarı cihaz ile tespit edilir.

Malzeme Özellikleri: Her kattaki kolon veya perdelerden en az 3 tane, binada toplam 9'dan az olmamak üzere her 200m²'de bir karot örneği TS-10465'de belirtilen koşullara uygun şekilde alınmalı ve deneylere tabi tutulmalıdır. Örneklerden elde edilen (ortalama-standart sapma) değerler mevcut beton dayanımı olarak alınır. Donatı sınıfının belirlenebilmesi için, paspayı sıyrılan elemanlardan her çelik sınıfı için (S220, S420) örnek alınır, gerekli deneylerle çeliğin akma, kopma dayanımı ve şekil değiştirme özellikleri belirlenerek projeye uygunluğu kontrol edilir. Projeye uygun değilse en az 3 tane daha örnek alınarak aynı deneyler yapılır, en elverişsiz sonuç esas alınır.

2.1.1.3 Bilgi düzeyleri katsayısı

İncelenen binalardan elde edilen bilginin kapsamına göre, eleman kapasitesine yansıtılacak bilgi düzeyleri katsayısı Çizelge 2.1 de şu şekilde verilmiştir:

Çizelge 2.1 : Bilgi düzeyi katsayıları.

Bilgi Düzeyi	Bilgi Düzeyi Katsayısı
Sınırlı	0.75
Orta	0.90
Kapsamlı	1.00

2.1.2 Yapı elemanlarında hasar sınırları ve hasar bölgeleri

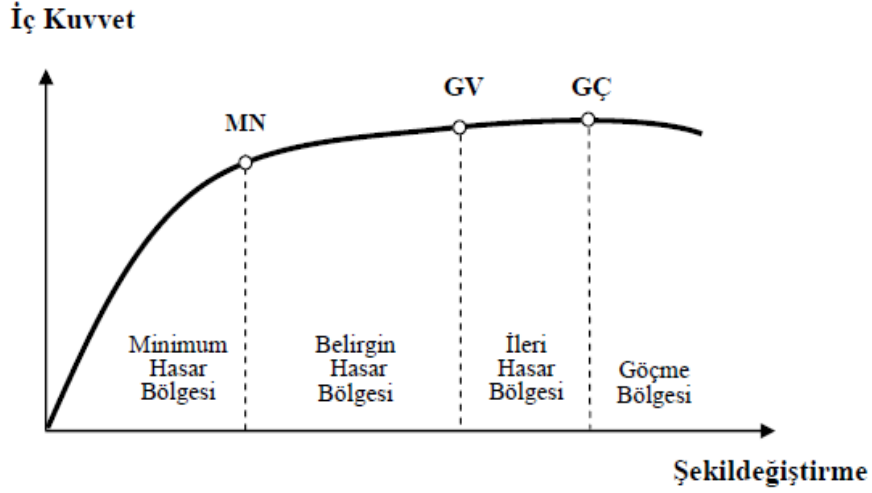
2.1.2.1 Kesit hasar sınırları

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

2.1.2.2 Kesitin hasar bölgeleri

Kritik kesitleri MN'ye ulaşmayan elemanlar “Minimum Hasar Bölgesi”nde, MN ile GV arasında kalan elemanlar “Belirgin Hasar Bölgesi”nde, GV ile GÇ arasında

kalan elemanlar “İleri Hasar Bölgesi”nde, GÇ’yi aşan elemanlar ise “Göçme Bölgesi”nde kabul edileceklerdir Şekil (2.1).



Şekil 2.1 : Kesit hasar sınırları.

2.1.2.3 Bina deprem performans seviyeleri

Binaların deprem performans seviyeleri, yapı elemanlarında meydana gelen hasar seviyelerine, yapı içindeki insanların can güvenliklerine ve yapının depremden sonraki hizmet verebilme durumuna bağlı olarak karar verilir. Elemanların hasar durumlarına göre yapının deprem performans seviyesi şu şekilde belirlenir:

1- Hemen Kullanım (HK) Performans Seviyesi : Herhangi bir katta her bir deprem doğrultusu için kirişlerin en fazla %10'u Belirgin Hasar Bölgesinde, diğer taşıyıcı elemanların hepsi Minimum Hasar Bölgesindedir. Gevrek olarak hasar gören elemanlar varsa bu elemanlar güçlendirilmek şartı ile yapının Hemen Kullanım performans seviyesinde olduğu kabul edilebilir.

Hemen kullanım performans seviyesinde küçük elasto-plastik şekil değiştirmelere izin verilmektedir. Yapının ana taşıyıcıları olarak bilinen kolon ve perdelerin minimum hasar seviyesinde kalmaları beklenirken, kirişlerde sayıca az da olsa bir üst hasar seviyesine geçişe izin verilir. Fakat, tüm gevrek elemanların kesinlikle sünek hale getirilmesi gerekmektedir.

2-Can Güvenliği (CG) Performans Seviyesi : Herhangi bir katta kirişlerin en fazla %30'u, kolonlarda ise kattaki kolonlar tarafından taşınan toplam kesme kuvvetine katkısı en fazla %20 olan kolonlar ileri hasar seviyesinde olmalıdır. En üst katta ise,

ileri hasar seviyesinde olan kolonların kattaki kolonlar tarafından taşınan toplam kesme kuvvetinin en fazla %40ı kadar kesme kuvveti taşımaları gerekmektedir.

Diğer taşıyıcı elemanların tamamı minimum hasar bölgesinde ve belirgin hasar bölgesinde olmalıdır. Ancak, herhangi bir katta alt ve üst kesitlerinin ikisinde de minimum hasar seviyesini aşmış olan kolonlar tarafından taşınan kesme kuvveti tüm kolonlar tarafından taşınan kesme kuvvetinin %30 unu aşmamalıdır.

Hasar seviyesindeki elemanların miktarlarını belirlerken kirişlerde toplam kiriş sayısına olan oran, kolonlarda ise kesme kuvveti kapasitesine göre belirlenen bir oranla ifade edilmesi kolonların taşıyıcılıktaki önemi vurgulanmaktadır. Ayrıca en üst kata dair farklı bir yaklaşım verilmiş olası da en üst katın sistem kapasitesine etkisinin daha farklı olduğunu göstermektedir. Kolonun alt ve üst kesitlerinin hasar bölgesi içinde olması da hesaba katılması gereken önemli bir olumsuzluk olarak belirtilmektedir.

3-Göçme Öncesi (GÖ) Performans Seviyesi : Herhangi bir katta herhangi bir deprem doğrultusu için yapılan hesapta kirişlerin en fazla %20 si Göçme Bölgesine geçebilir. Diğer taşıyıcı elemanların hepsi Minimum Hasar Bölgesinde, Belirgin Hasar Bölgesinde ya da İleri Hasar Bölgesindedir. Ancak, herhangi bir katta alt ve üst kesitlerinin ikisinde de minimum hasar seviyesini aşmış olan kolonlar tarafından taşınan kesme kuvveti tüm kolonlar tarafından taşınan kesme kuvvetinin %30 unu aşmamalıdır.

Yine kirişlerde hasar durumu için toplam kiriş sayısına göre oran, kolonlarda ise kesme kuvvetine kapasitesinin toplam kat kesme kuvvetine göre oran ifade edilmiştir. Kolonların iki ucunda da hasar bölgelerine erişmiş olmalarının olumsuz bir durum olarak vurgulanmış olması ile güçlü kolon ilkesinin önemi belirtilmiştir.

4-Göçme Durumu : Bina Göçme Öncesi Performans Seviyesini sağlamıyorsa Göçme Durumundadır. Binanın kullanımı Can Güvenliği açısından tehlikelidir.

2.1.2.4 Binalar için hedeflenen performans düzeyleri

Yeni yapılacak yapılar için kullanılacak tasarım depreminin aşılma olasılığı 50 yılda %10 dur. Yeni tasarımın yanı sıra, mevcut binaların değerlendirilmesi ve güçlendirme tasarımında kullanılmak üzere iki farklı deprem düzeyi tanımlanmıştır.

1- 50 yılda aşılma olasılığı %50 olan depremin ivme spektrumunun ordinatları tasarım spektrumunun ordinatlarının yaklaşık yarısı olarak alınır.

2-50 yılda aşılma olasılığı %2 olan depremin ivme spektrumunun ordinatları tasarım spektrumunun ordinatlarının yaklaşık 1.5 katı olarak alınır.

Tasarım depremi önem katsayısı 1 olan yapıların yeni tasarımında göz önüne alınmaktadır. En Büyük Deprem ise toplumsal önemi olan yapıların yeni tasarımında göz önüne alınan deprem etkisi ile belli bir yaklaşıklıkla benzerlik göstermektedir. Kullanım Depremi için yeni bir etki olmakla beraber, bina ömrü boyunca maruz kalabileceği bir deprem olarak söylenebilir. Tasarım Depremi bina ömrü boyunca maruz kalınması düşük ihtimalli, En Büyük Deprem ise çok düşük ihtimalli depremlerdir. Binaların tasarım ve değerlendirilmesinde kullanılan bu deprem düzeyleri Çizelge 2.2 de verilmiştir.

Çizelge 2.2 : Deprem etkisi parametreleri.

Deprem Türü	Deprem Etkisi Katsayısı	50 Yılda Aşılma Olasılığı	Ortalama Dönüş Periyodu
Kullanım depremi	~0.50	%50	72 yıl
Tasarım depremi	1.00	%10	474 yıl
En büyük deprem	~1.50	%2	2475 yıl

Bu deprem etkileri altında binaların sağlaması öngörülen performans seviyeleri Çizelge 2.3’de verilmiştir.

Çizelge 2.3 : Deprem düzeylerinde binalardan beklenen performans hedefleri.

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

2.1.3 Depremde bina performansının belirlenmesi

Yapıların deprem performanslarının tespiti için “Doğrusal Elastik Yöntemler” ve “Doğrusal Elastik Olamayan Yöntemler” mevcuttur.

Kuvvet esaslı değerlendirme yapan Doğrusal Elastik Yöntemler ikiye ayrılmaktadır:

1. Eşdeğer Deprem Yüğü Yöntemi,
2. Mod Birleştirme Yöntemi.

Yerdeğiştirme esaslı yöntemler ise üçe ayrılırlar:

1. Artımsal Eşdeğer Deprem Yüğü Yöntemi,
2. Artımsal Mod Birleştirme Yöntemi,
3. Zaman Tanım Alanında Hesap Yöntemi.

2.1.3.1 Genel ilke ve kurallar

Bu bölümde sıralanmış kurallar hem Doğrusal Elastik Hesap Yöntemleri hem de Doğrusal Elastik Olmayan Hesap Yöntemleri için geçerlidir. Kurallar şu şekildedir:

1. Deprem etkisinin tanımında, DBYBHY’07 2,4’de verilen elastik (azaltılmamış) ivme spektrumu kullanılacak, ancak farklı aşılma olasılıkları için bu spektrum üzerinde DBYBHY’07 7,8’e göre yapılan değişiklikler gözönüne alınır. Deprem hesabında bina önem katsayısı uygulanmaz ($I=1.0$).
2. Binaların deprem performansı düşey yükler ile deprem yüklerinin ortak etkisi altında hesaplanır. Hareketli düşey yükler, DBYBHY’07 7.4.7.’ye göre deprem hesabında gözönüne alınan kütleler ile uyumlu olacak şekilde tanımlanır.
3. Deprem kuvvetleri binaya her iki yönde ayrı ayrı etkililir.
4. Deprem hesabında kullanılacak zemin parametreleri DBYBHY’07 Bölüm 6’ya göre belirlenir.
5. Döşemelerin yatay düzlemde rijit diyafram gibi çalıştığı binalarda, her katta iki yatay yer değiştirme ile düşey eksen etrafında dönme serbestlik dereceleri gözönüne alınır. Kat serbestlik dereceleri ker katın kütle merkezinde tanımlanacak, ayrıca ek dış merkezlik uygulanmaz.
6. Mevcut binaların taşıyıcı sistemlerindeki belirsizlikler, bilgi düzey katsayıları ile hesaba yansıtılır.

7. Kısa kolon olarak tanımlanan kolonlar, taşıyıcı sistem modelinde serbest boyları ile tanımlanır.

8. Bir ve ya iki eksenli eğilme ve eksenel kuvvet etkisindeki betonarme kesitlerin etkileşim diyagramlarının tanımlanmasına ilişkin koşullar aşağıda verilmiştir:

- Analizde beton ve donatı çeliğinin DBYBHY'07 7.2'de tanımlanan bilgi düzeyine göre belirlenen mevcut dayanımları esas alınır.
- Betonun maksimum basınç birim şekildeğiştirilmesi 0.003, donatı çeliğinin maksimum birim şekildeğiştirilmesi ise 0.001 alınabilir.
- Etkileşim diyagramları uygun biçimde doğrusallaştırılarak çok doğrulu ve ya çok düzlemlili diyagramlar olarak modellenebilir.
- 9. Betonarme elemanların boyutlarının tanımında birleşim bölgeleri sonsuz rijit uç bölgeleri olarak gözönüne alınabilir.

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

a. Kirişlerde: $(EI)_e = 0.40 (EI)_o$

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

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

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

2.1.3.2 Depremde bina performansının doğrusal elastik hesap yöntemleri ile belirlenmesi

Doğrusal Elastik yöntemler olan, Eşdeğer Deprem Yüğü Yöntemi ve Mod Birleştirme Yöntemlerine ait kurallar şu şekilde sıralanabilir:

Eşdeğer Deprem Yüğü Yöntemi uygulanacak binalar için:

- Binalar 8 katı ve toplam yükseklik bodrum üzerinden itibaren 25m'yi aşmamalıdır.
- Burulma düzensizliği $\eta_{bi} < 1.4$ olmalıdır.
- Toplam eşdeğer deprem yükünün DBYBHY'07 Denk.2.4'e göre hesabında $R_a=1$ alınır ve denklemin sağ tarafı λ katsayısı ile çarpılır. (λ katsayısı bodrum hariç 1 ve 2 katlı binalarda 1 diğerlerinde 0.85 alınır.)

$$V_t = \lambda W A(T_1) / R_a$$

Mod Birleştirme Yöntemi uygulanacak binalar için:

- Hesapta DBYBHY'07 Denk. 2.13'te $R_a=1$ alınır.
- Uygulanan deprem doğrultusu ve yönü ile uyumlu eleman iç kuvvetlerinin ve kapasitelerinin hesabında, bu doğrultuda hakim olan modda elde edilen iç kuvvet doğrultuları esas alınacaktır.

Betonarme binaların yapı elemanlarında hasar düzeylerinin belirlenmesi

Sünek elemanların hasar düzeylerinin belirlenmesinde etki/kapasite oranları kullanılır.

Elemanların kırılma türleri kesme ise "gevrek" eğilme ise "sünek" eleman olarak tanımlanırlar.

Kolon, kiriş ve perdelerin sünek sayılabilmeleri için kritik kesitlerinde eğilme kapasitelerine uyumlu olarak hesaplanan kesme kuvveti V_e değerinin, bilgi düzeyi katsayısı ve mevcut malzeme dayanımı kullanılarak TS-500'e göre hesaplanan kesme kuvveti kapasitesi V_r 'yi aşmaması gerekir.

Perdelerin sünek sayılabilmesi için $H_w/l_w > 2.0$ koşulu sağlanmalıdır.

Bu koşulları sağlamayan elemanlar gevrek hasar gören elemanlar olarak sınıflandırılır.

Sünek kiriş, kolon, perde kesitlerinin etki/kapasite oranı, deprem kuvvetlerinin $R_a=1$ alınarak çözümünden elde edilen kesit momentinin, kesit artık moment kapasitesine oranı olarak elde edilir.

Kesit artık moment kapasitesi, kesitin eğilme moment kapasitesi ile düşey yükler altında hesaplanan moment değerinin farkıdır. Kirişlerde düşey yük altında hesaplanan moment etkisi, yeniden dağılım ilkesine göre %15 oranında azaltılabilir.

Sarıma bölgesindeki enine donatısı DBYBHY'07 3.3.4 ü sağlayan betonarme kolonlar, DBYBHY'07 3.3.4'ü sağlayan betonarme kirişler ve uç bölgelerinde DBYBHY'07 3.6.5.2'yi sağlayan betonarme perdeler “sargılanmış” sağlamayanlar “sargılanmamış” eleman olarak sınıflandırılır.

Güçlendirilmiş dolgu duvarlarının etki/kapasite oranları, deprem etkisinden hesaplanan kesme kuvvetinin kesme kuvveti dayanımına oranıdır. Güçlendirilmiş dolgu duvarlarının kesme kuvveti dayanımının hesabı DBYBHY'07 Bilgilendirme Eki 7F' de mevcuttur.

Kiriş, kolon ve perde kesitleri ve güçlendirilmiş dolgu duvarları için hesaplanan etki/kapasite oranları (r) Çizelge 2.4, Çizelge 2.5, Çizelge 2.6 ve Çizelge 2.7'de verilen sınır değerler (rs) ile karşılaştırılarak elemanların hasar bölgeleri belirlenir. Betonarme güçlendirilmiş dolgu duvarlarının kapasite oranlarının hasar bölgelerinin belirlenmesinde ayrıca Çizelge 2.8 de verilen görelî kat öteleme sınırları da göz önünde bulundurulur. Görelî kat öteleme ilgili kattaki öteleme değerinin kat yüksekliğine bölünmesi ile elde edilir. Bu tablolardaki sınır değerler içinse enterpolasyon yapılır.

Çizelge 2.4 : Betonarme kirişler için hasar sınırlarını tanımlayan etki/kapasite oranları (r_s).

Sünek Kirişler			Hasar Sınırı		
$\frac{\rho - \rho'}{\rho_b}$	Sargılama	$\frac{V_e}{b_w \cdot d \cdot f_{ctm}}$	MN	GV	GÇ
≤ 0.0	Var	≤ 0.65	3	7	10
≤ 0.0	Var	≥ 1.3	2.5	5	8
≥ 0.5	Var	≤ 0.65	3	5	7
≥ 0.5	Var	≥ 1.3	2.5	4	5
≤ 0.0	Yok	≤ 0.65	2.5	4	6
≤ 0.0	Yok	≥ 1.3	2	3	5
≥ 0.5	Yok	≤ 0.65	2	3	5
≥ 0.5	Yok	≥ 1.3	1.5	2.5	4

Çizelge 2.5 : Betonarme kolonlar için hasar sınırlarını tanımlayan etki/kapasite oranları (r_s).

Sünek Kolonlar			Hasar Sınırı		
$\frac{N_K}{A_c \cdot f_{cm}}$	Sargılama	$\frac{V_e}{b_w \cdot d \cdot f_{ctm}}$	MN	GV	GÇ
≤ 0.1	Var	≤ 0.65	3	6	8
≤ 0.1	Var	≥ 1.3	2.5	5	6
≥ 0.4 ve ≤ 0.7	Var	≤ 0.65	2	4	6
≥ 0.4 ve ≤ 0.7	Var	≥ 1.3	1.5	2.5	3.5
≤ 0.1	Yok	≤ 0.65	2	3.5	5
≤ 0.1	Yok	≥ 1.3	1.5	2.5	3.5
≥ 0.4 ve ≤ 0.7	Yok	≤ 0.65	1.5	2	3
≥ 0.4 ve ≤ 0.7	Yok	≥ 1.3	2	1.5	2
≤ 0.7	(-)	(-)	2	1	1

Çizelge 2.6 : Betonarme perdeler için hasar sınırlarını tanımlayan etki/kapasite oranları (r_s).

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

Çizelge 2.7 : Güçlendirilmiş dolgu duvarlar için hasar sınırlarını tanımlayan etki/kapasite oranları (r_s) ve görel kat ötelemesi oranları.

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

Betonarme kolon-kiriş birleşim yerlerinde tüm sınır durumları için birleşime etki eden ve DBYBHY'07 Denk.3.11'den elde edilen kesme kuvvetlerinin DBYBHY'07 Bölüm 3.5.2.2'de verilen kesme dayanımlarını aşmaması gerekir. Ancak, DBYBHY'07 Denk 3.11'de V_{kol} yerine DBYBHY'07 Bölüm 3.3.7'ye göre pekleşmeyi göze almadan hesaplanan V_e kullanılacak ve DBYBHY'07 Denk 3.12 ve 3.13'deki dayanım hesabında f_{cd} yerine bilgi düzeyine göre belirlenen mevcut beton dayanımı kullanılır. Birleşim kesme kuvvetinin kesme dayanımını aşması halinde kolon-kiriş birleşim bölgesi gevrek olarak hasar gören eleman sınıfında tanımlanır.

Görelî kat ötelemelerinin kontrolü

Doğrusal elastik yöntemle yapılan hesapta, herhangi kattaki kolon ve ya perdeler Çizelge 2.8 de hasar sınıflarına göre tanımlanmış olan öteleme sınırlarını aşmamalıdır. Aksi takdirde Bölüm 2.1.2’de yapılan hasar değerlendirmeleri göz önüne alınmaz.Çizelge 2.8’de δ_{ji} i’inci katta j’inci kolon ve ya perdenin alt ve üst uçların arasındaki yerdeğiştirme farkı, h_{ji} ise ilgili elemanın yüksekliğini göstermektedir.

Çizelge 2.8 : Görelî kat ötelemesi sınırları.

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

2.1.3.3 Depremde bina performansının doğrusal elastik olmayan yöntemler ile belirlenmesi

Doğrusal elastik olmayan yöntemlerde yapının davranışı daha gerçekçi olarak ele alınır. Bu yöntemlerin uygulanabilmesi için daha çok parametreye ihtiyaç olunmakla beraber bu durum özellikle mevcut yapıların değerlendirilmesinde çok sayıdaki belirsizlikler sebebi ile yöntemi daha zor hale getirmektedir. Ayrıca, doğrusal analiz yapan mevcut bilgisayar programları kullanılamaz.

Şekil değiştirme ve yerdeğiştirme esaslı bu yöntemlerde, yapıya yatay yük etkitildiğinde yapıdaki yerdeğiştirme talebine ulaşıldığında, beklenen performans seviyesinin yakalanıp yakalanılmadığına bakılır. DBYBHY’07 kapsamında yer alan doğrusal elastik olmayan hesap yöntemleri, Artımsal Eşdeğer Deprem Yüğü Yöntemi, Artımsal Mod Birleştirme Yöntemi ve Zaman Tanım Alanında Hesap Yöntemi’dir.

Artımsal eşdeğer deprem yüğü yöntemi

Yönetmelikte, yöntemin uygulanmasına dair verilen sınırlamalar şu şekildedir:

binanın,

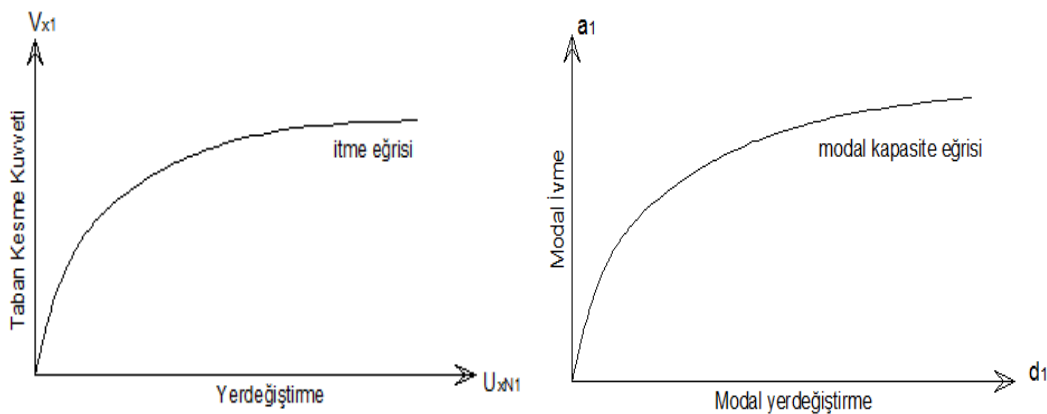
- Toplam kat adedi 8’i aşmamalıdır.
- Burulma düzensizlik katsayısı (η_{bi})1.4’den küçük olmalıdır.

- Deprem doğrultusundaki birinci titreşim moduna ait etkin kütle oranı (rijit perdelerle çevrilmiş bodrum katlarının kütleleri hariç) 0.7 ve ya 0.7'den büyük olmalıdır.

Yöntem, binanın yatay yük kapasitesi ile deprem etkisinin karşılaştırılarak binanın deprem performansının belirlenmesi olarak özetlenebilir. Bu değerlendirme kısaca dört adım halinde sıralanabilir:

- a) Kapasite eğrisinin belirlenmesi
- b) Deprem etkisinin talep eğrisinin belirlenmesi
- c) İki eğrinin kesiştirilerek taşıyıcı sistemde dengenin oluşturulduğu bina performans durumunun belirlenmesi
- d) Performans durumunda iç kuvvetler ve şekil değiştirme durumunun incelenerek sağlanan performans durumunun hedeflenene uygun olup olmadığının belirlenmesi.

Taşıyıcı sistemin geometrik özellikleri ve kesit ve malzeme özelliklerin ve taşıyıcı sistem elastik ötesi davranışını göz önüne alınarak sistem adım adım yüklenir (Statik İtme Analizi) ve toplam yatay yükü en üst noktanın yatay yerdeğiştirme arasındaki ilişki elde edilir (Şekil 2.2).



Şekil 2.2 : Statik itme eğrisi ve modal kapasite eğrisi.

Yöntemin adımları kısaca şu şekilde sıralanabilir:

- Mevcut sistem G+nQ yükü altında çözümlenerek kesit tesirleri elde edilir.
- Sistemde plastik mafsall oluşması öngörülen kesitlerde, G+nQ yüklemesinde meydana gelen normal kuvvetler altındaki negatif ve pozitif eğilme momenti değerleri elde edilir.

- Sisteme uygulanan yatay yük etkisindeki statik itme eğrisi ve modal kapasite eğrisi oluşturulur.
- Etkitilen depreme göre (kullanım, tasarım ve en büyük deprem) periyot-spektral ivme eğrisi oluşturulur. Bu eğriden spektral yerdeğiştirme-spektral ivme eğrisi elde edilir.
- Binanın performans noktası, elde edilen deprem istem ve kapasite eğrileri ile belirlenir.
- Performans noktasındaki modal yerdeğiştirme talebinden, sisteme ait iç kuvvet, yer değiştirme ve Şekil değiştirme talebi belirlenir.
- Elde edilen Şekil değiştirmeler, kesitin hasar sınırlarındaki Şekil değiştirmeleri ile karşılaştırılarak kesitin hasar bölgesi belirlenir.
- Kolon ve kirişlerin uç bölgelerinin hasar bölgeleri dikkate alınarak, yapının deprem performansına karar verilir.
- Yapının kullanım amacına göre sağlaması gereken deprem performansı seviyesinde olup olmadığına karar verilir.

Artımsal mod birleştirme yöntemi

Bu yöntem özellikle birinci modal kütleinin davranışa yeterli katkıda bulunmadığı durumlarda (yüksek binalar, düzensizlik olan binalar gibi) kullanılması gerekir. Yöntemin uygulanması, doğal titreşim mod Őekli ve kat kütleleri ile orantılı olacak Şekilde monotonik olarak adım adım artırılan ve birbirleri ile uygun biçimde modal yer değiştirmeler veya onlarla uyumlu modal deprem yükleri esas alınarak yapılır [23].

Zaman tanım alanında doğrusal olmayan hesap yöntemi

Bu yöntemde taşıyıcı sistemdeki doğrusal olmayan davranış göz önüne alınarak kabul edilen bir deprem hareketi altındaki taşıyıcı sistemin hareket denklemi sayısal olarak çözümlenerek, doğrusal davranışta olduğu gibi, sistemin bütün elastik ve plastik Şekil değiştirmeleri ve yer değiştirmeleri ve kesit iç etkileri zamana bağlı olarak bulunur ve sistemde plastik mafsal dönmesi ve beton ve donatının uzama/kısalma talepleri belirlenir. Çözümün en kapsamlı olduğu bu yöntemde, kabullerin çok sayıda olması sonuçların yorumlanmasında özenli olmayı gerektirir. Ayrıca, seçilen deprem kaydının yönetmelikte verilen spektrum eğrisi ile uyuşması ve olabildiğince çok sayıda kayıtlarla çözüm yapılması önerilir [23].

2.2 Hızlı Değerlendirme Yöntemleri

Günümüzde geliştirilen üç boyutlu analizler her ne kadar güvenilir sonuçlar verseler de deprem kuşağı üzerinde bulunan Türkiye gibi ülkelerde hızlı sonuçlar veren yöntemlere ihtiyaç duyulmuştur. Özellikle yapı stoğunun yoğun, ekonomik finansman ve sürenin kısıtlı olduğu durumlarda hızlı değerlendirme yöntemlerine duyulan ihtiyaç kaçınılmaz hale gelmiştir.

Bu bölümde, ihtiyaçlara cevap verebilmek için geliştirilmiş bazı hızlı değerlendirme yöntemleri açıklanmaya çalışılmıştır.

2.2.1 Sıfır can kaybı yaklaşımı

Ülkemizin konumu dolayısıyla geniş bir deprem kuşağı üzerinde bulunduğu gerçeği bilinmektedir. Bu gerçek 1999 Adapazarı ve Düzce depremi ile gerek komuoyu gerek hükümet ve ya yerel yönetimlerin üstünde durduğu bir konu halini almıştır.

Fakat özellikle İstanbul ilini düşündüğümüzde yapı stoğunun fazla ve çarpık olması sebebiyle depreme karşı alınacak önlemler hiç de basit değildir. Bunun yanında yapı stoğunun fazla olmasına rağmen, beklenen bir İstanbul depremi için gerekli önlemlerin hızlıca alınması gerçeği de göz ardı edilemez bir hal almıştır. İlerdeki bütün binaların Türk Deprem Yönetmeliğine göre analizinin yapılması, deprem performansının belirlenmesi zaman ve maliyet açısından neredeyse imkansızdır. Bu durumda yapıların mevcut durumlarının hızlıca değerlendirilip, sağlıklı sonuçlar alınan yöntemlere ihtiyaç duyulmuştur.

Zaten Sıfır Can Kaybı yaklaşımında da bütün binaların tek tek Deprem Yönetmeliğine göre analizinin yapılmasının zaman alıcı ve gereksiz olduğu savunulmaktadır [22]. 1999 Kocaeli ve Düzce depremlerini düşündüğümüzde konut ve iş yeri olarak kullanılan 854.000 binanın yalnızca %6 sının toptan göçerek ve ya ağır hasar alarak can kaybına sebebiyet verdiği istatistiksel olarak ortaya konmuştur. İstanbul için yapılan istatistiksel çalışmalarda ise bu oranın %4 olduğu belirlenmiştir. Dolayısıyla bu %4 içindeki yapıların hızlıca ayıklanıp yıkılması ya da güçlendirilmesi durumunda beklenen depremin gerçekleşmesi durumunda can kaybının önüne geçilmiş olunur. Bu yaklaşımın bir parçası olan “yapıların hızlıca ayıklanması” işlemi için ise dünyada ve ülkemizde geliştirilen birçok hızlı değerlendirme yöntemleri mevcuttur.

2.2.2 Sismik İndeks Yöntemi

Bu yöntem özellikle Japonya’da yaygın olarak kullanılan ve dünyaca kabul görmüş bir hızlı değerlendirme yöntemidir [3]. Bu yöntem üç aşamadan meydana gelmektedir. “Yöntem, birinci, ikinci ve üçüncü inceleme seviyeleri olmak üzere üç farklı hassaslık seviyesinde uygulanabilir. Bu üç inceleme seviyesi, birbirinden bağımsız olarak yapıya uygulanabilmektedir” [23]. Seviye arttıkça yöntemin hassaslık derecesi ile beraber parametre sayısı ve karmaşıklığı da artmakta ve bu durum daha fazla emek ve zaman gerektirmektedir.

Bu yöntemin en fazla altı kata sahip, taşıyıcı sistemi betonarme çerçeve, perde+çerçeve ve ya sadece perde olan, 30 yaşını aşmamış, çok düzensiz ve malzeme-işçilik kalitesi çok düşük olmayan yapılara uygulanması uygundur.

Bu bölümde yalnızca birinci inceleme seviyesi açıklanmaktadır. Hesaplara gözönüne alınan parametreler şu şekildedir:

- **Taşıyıcı elemanlar için deprem indeksi (Is):**

Bu indeks yapının her katı ve iki deprem doğrultusu için aşağıdaki formülle hesaplanmaktadır;

$$I_s = E_o \times S_D \times T \quad (2.1)$$

E_o (davranış ana indeksi): bu indeksin hesaplanmasında taşıyıcı elemanlar kolon, kısa kolon ve perde olarak 3 grupta incelenmektedir.

S_D (tasarım ve boyutlama indeksi) : bu indeks plan ve düşeydeki düzensizliklere bağlı olarak belirlenir. Düzensizlik olmaması durumunda 1.00 alınır, olması durumunda ise 0.70’e kadar azaltılabilir.

T (zamana bağlı yıpranma indeksi): bu indeks, binadaki deformasyonlar, çatlaklar, binanın yaşı ve yangın geçirip geçirmediğine göre belirlenir. 1 ile 0.8 arasında değişir.

- **Taşıyıcı olmayan elemanlar için deprem indeksi (In)**

Deprem sırasında taşıyıcı olmayan elemanların düşerek sebep olabileceği hayati yaralanmaları esas alan bir indekstir.

- **Karşılaştırma İndeksi (Iso):**

Yapının performansını gösteren indeksin karşılaştırılarak nihai kararın verileceği indekse “karşılaştırma indeksi” denilmektedir. Bu karşılaştırma indeksi şu şekilde hesaplanmaktadır;

$$Iso = E_s \times Z \times G \times U \quad (2.2)$$

E_s (ana karşılaştırma indeksi) : Birinci inceleme seviyesi için 0.8 alınması önerilir.

Z (bölge indeksi) : Birinci derece deprem bölgesinde ve ya deprem riskinin yüksek olduğu bölgelerde 1.00 alınır. Binanın bulunduğu bölgenin depremselliğine göre azaltılabilir.

G (zemin indeksi) : Zemin özelliklerine göre belirlenen, 0.8 ve 1 arası değer alan bir indekstir.

U (kullanım indeksi) : Yapı önem ve kullanımına göre belirlenen bir indekstir.

Elde edilen indekslerin karşılaştırması şu şekilde yapılır;

$I_s > I_{so}$ ise bina depreme karşı güvenli,

$I_s < I_{so}$ ise binanın depremdeki davranışı belirsiz,

Kararı verilir.

“Depreme karşı güveli” çıkan bir sonuçtan yapının hasar almayacağı sonucu çıkarılamaz, yapının toptan göçmeye karşı güvenli olduğu anlamı çıkarılabilir.

2.2.3 Kolon ve duvar indeks yöntemi

Yapının boyutları, taşıyıcı elemanların ve dolgu duvarların dikkate alındığı bu yöntem Hassan ve Sözen tarafından geliştirilmiştir. Yöntem 1992 Erzincan depreminde hasar görmüş 46 adet binaya uygulanmıştır. Bu binalardan 5 tanesi 2 katlı, 20 tanesi 3 katlı, 8 tanesi 4 katlı ve 3 tanesi de 5 katlıdır. Kat yükseklikleri 2.75 ile 3.6 arasında değişmekte olup, bazı yapılarda perde duvar mevcuttur.

Beton kalitesinin tespiti için karot alınmış, bunun yanı sıra schmidt çekici ile de tespit yapılmış, mevcut malzeme sınıfının BS 16 civarında olduğu belirlenmiştir.

Yalnızca düşey taşıyıcı elemanlar ile dolgu duvarlarını hesaba katan yöntemde kullanılan kolon ve duvar indeksleri şu şekilde hesaplanmaktadır;

duvar indeksi, $WI = \frac{As+0.1Aw}{Az} \times 100$ (2.3)

Kolon indeksi, $CI = \frac{Ac}{Az} \times 100$ (2.4)

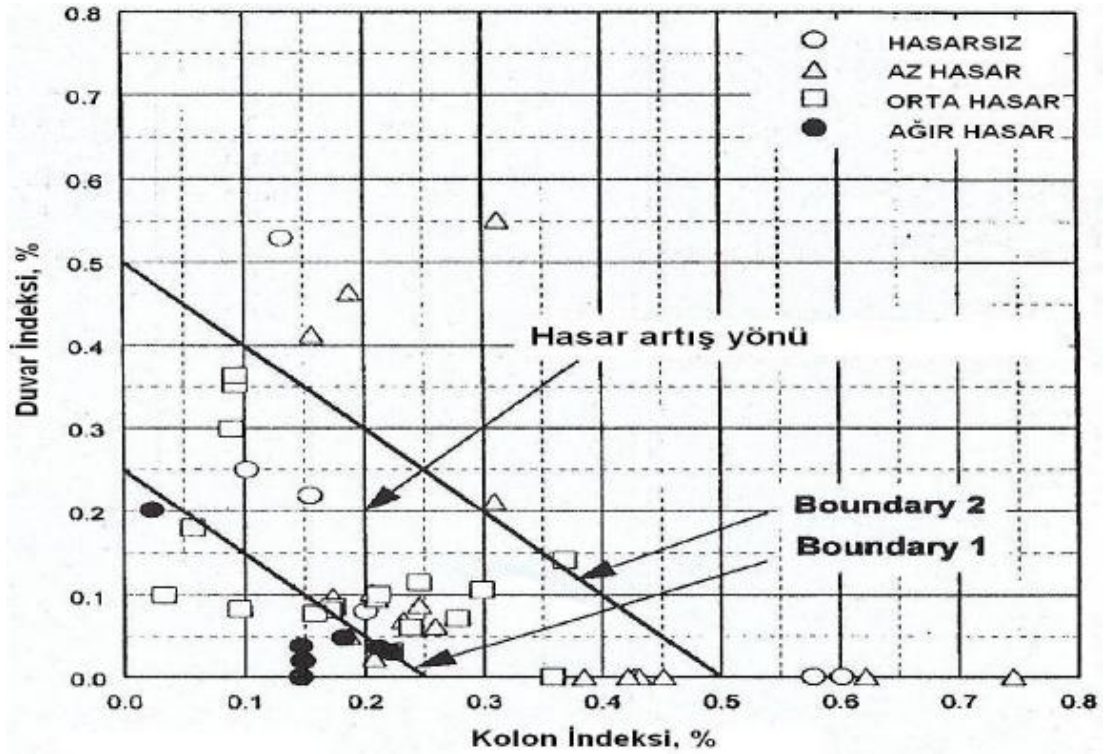
As: etkili betonarme perde kesme alanları

Aw: dolgu duvarı alanları

Ac: kolon alanlarının yarısı

Az: zemin kat alanı

Denklem (2.3) ve (2.4)'den elde edilen değerler Şekil 2.3 de yer alan eksen takımına oturtularak "Boundary 1" ve "Boundary 2"ye göre konumuna bakılarak yapının performansı hakkında yorum yapılır. Yapının kolon ve duvar indeks değerlerinin kesiştiği nokta, X eksen, Y eksen ve Boundary 1 doğrusu arasında kalıyorsa, bu yapı Boundary 2 doğrusu dışında kalan yapılara göre daha yüksek risk taşımaktadır. Yapı bu iki sınır doğrusu arasında ise "şüpheli" olarak nitelendirilir.



Şekil 2.3 : Kolon ve duvar indeksleri yöntemi sonuç grafiği.

Yöntem kat yükseklikleri, malzeme kalitesi, zemin parametreleri ya da düzensizlikler gibi herhangi bir parametreyi hesaba katmadığı için çok da sağlıklı, kesin sonuçlar

vermese de zaten yöntemin amacı kesin sonuca ulaşmak değil, yapıların hızlıca elden geçirilmesidir.

Yöntem 2 yıl sonra yapılan çalışmalar ile kalibre edilmiş, hesaplara kat sayısı, birim alana düşen kütle, duvar ve beton malzeme özellikleri, dolgu duvarların tip ve mesnetlenme koşulları, kolon ve kirişlerin birbirlerine göre görelî boyutları ve mesnetlenme koşulları, kolon burkulma katsayıları λ ve duvar geometrileri, ortalama kat yüksekliği, zemin ve temel tipi, dolgu duvar alanlarının kat alanlarına oranları gibi parametreler eklenmiş, yöntem daha sağlıklı sonuçlar verir hale getirilmiştir [24,25].

2.2.4 DURTES yöntemi

Yöntemin temel esasları İstanbul Üniversitesi, İnşaat mühendisliği tarafından 1992 Erzincan depremi sonrasında geliştirilmiş olup sonrasında meydana gelen depremlerin verileri ile kalibre edilmiş, 2002 yılında “Bakırköy İlçesi Zemin Yapı Etkileşimine Bağlı Risk Analizi Araştırma Projesi” için ilçe kapsamında on bin adet binaya uygulanmıştır [26]. Yöntemin 100’e yakın parametreyi bünyesinde barındırması sebebi ile elle uygulanması mümkün olmadığında BASİC dilinde “DURTES” adlı bir yazılım oluşturulmuştur [27-29].

Yöntemin uygulanması sırasında önce, taşıyıcı sistem türü, malzeme kalitesi, taşıyıcı eleman boyut ve konumları, zemin ve temel tipi, bölge depremselliği gibi 100’e yakın parametre ile “Göreceli Puan” hesaplanmaktadır. Ardından, eşdeğer deprem yükü yöntemi ile yapıya gelen deprem yükü ve yapının yatay yük kapasitesinin karşılaştırılması ile “Yapı Emniyet Faktörü” hesaplanmaktadır. Bu iki puanın aşğıdaki karşılaştırması sonucu yapının performansı hakkında karar verilmektedir.

$YEMF \geq 1$	ise	Minimum risk seviyesi
$YEM < 1$	$GDTP \geq 75$	Düşük risk seviyesi
$YEM < 1$	50-GDTP-74.99	Orta risk seviyesi
$YEM < 1$	25-GDTP-49.999	Yüksek risk seviyesi
$YEM < 1$	0-GDTP-24.999	Çok yüksek risk seviyesi

Bu yöntemin hesapları ve ayrıntılı bilgiler 3. Bölümde yer almaktadır.

2.2.5 P25 Yöntemi

Tezcan ve Bal'ın "sıfır can kaybı" yaklaşımı adı altında P5 Yöntemi olarak doğan bu yöntem, İ.E. Bal'ın [30] yüksek lisans tezi çalışmaları kapsamında kalibre edilerek P24 Yöntemi olarak düzenlenmiştir. Daha sonra yöntem 2006 yılında Tübitak projesi kapsamında tekrar kalibre edilerek P25 Yöntemi olarak uygulanmaya başlanmıştır.

Bu yöntemde binanın P_o sonuç puanının hesaplanabilmesi için $P_1, P_2...P_7$ olmak üzere 7 ayrı göçme riskini temsil eden 7 farklı değerlendirme puanı hesaplanır. Bunların birbirleri ile etkileşimlerini saptamak için her bir P_i puanı için belirlenen ağırlık katsayıları ile P_w ağırlıklı ortalama puanı hesaplanır. Daha sonra P_i

puanlarının en küçüğü olan P_{min} puanı için P_w puanına bağlı olarak P_i göçme kriterlerinin birbirlerine etkileşimlerini temsil eden bir β çarpanı bulunur. Bunun yanı sıra binanın önem derecesini, bölgenin depremselliğini, binanın hareketli yük katsayısını ve arazi topoğrafyasını temsil eden bir α katsayısı ile düzeltme yapılır. Son olarak elde edilen $P_{sonuç}$ puanı ile yapının performansı hakkında karar verilir.

Yöntemin detaylı açıklaması ve adım adım formülleri 4. Bölümde, örnek bir yapıya uygulanması ise Bölüm 5.14.2 de verilmiştir.

2.2.6 FEMA 154

Yöntem, ABD "Deprem Zararlarını Azaltma Ulusal Programı" kapsamında 1988 yılında geliştirilen 2002 yılında ise güncellenen, olası afet durumunda oluşacak zararları hesaplayabilmeyi ve afet öncesi yapılar için mevcut durum değerlendirmelerinin hızlıca yapıp gerekli önlemlerin alınmasını amaçlamaktadır [31].

Bu yöntem için yapıya dair gerekli parametreler şu şekildedir;

- Yapı fotoğrafı,
- Yapı adresi,
- Yapı katsayısı,
- Yapım yılı,
- Kat alanı,

- Kullanım amacı,
- Yapıdaki insan sayısı,
- Zemin tipi,
- Devrilme tehlikesi oluşturan yapısal olmayan elemanlardüşeyde düzensizlik,
- Planda düzensizlik,
- Yapının bulunduğu sismik bölge,
- Yapı sınıfı.

Yönteme dair yapılan hesaplar önce yapının türüne (Çizelge 2.9) ve sismik bölgesine karar verilerek başlanır. Bu iki parametreye göre elde edilen “Temel Yapısal Risk Puanı” (Çizelge 2.10) yapının kat sayısı (Çizelge 2.11 ve 2.12), düşeyde ve planda düzensizlik durumu(Çizelge 2.13 ve 2.14) değerlendirme sonrası (Çizelge 2.15) ve kodlama sonrası (Çizelge 2.16) ve zemin cinsine (Çizelge 2.17) göre belirlenen düzeltme faktörlerine göre düzeltilir ve “Sonuç Yapı Puanı” hesaplanır.

Çizelge 2.9 : FEMA 154’te bina sınıflandırması.

W1	Taban alanı 465 m ² ve daha az olan ticari ya da konut türü ahşap yapılar
W2	Taban alanı 465 m ² ’den büyük ahşap yapılar
S1	Moment aktaran çelik çerçeveli yapılar
S2	Berkitilmiş çelik çerçeveli yapılar
S3	Hafif metal yapılar
S4	Yerinde dökme betonarme perde duvarlı çelik çerçeveli yapılar
S5	Yığma duvarlı çelik çerçeveli yapılar
C1	Moment aktaran betonarme çerçeveli yapılar
C2	Beton perde duvarlı yapılar
C3	Yığma duvarlı betonarme çerçeve yapılar
PC1	Prefabrik betonarme panel duvarlı yapılar
PC2	Prefabrik betonarme çerçeveli yapılar
RM1	Beton dolgu ile güçlendirilmiş yığma binalar (esnek döşeme diyaframlı)
RM2	Beton dolgu ile güçlendirilmiş yığma binalar (rijit döşeme diyaframlı)
URM	Yığma yapılar

Çizelge 2.10 : FEMA 154’te temel yapısal risk puanları.

Sismik bölge	W1	W2	S1	S2	S3	S4	S5	C1	C2	C3	PC1	PC2	RM1	RM2	URM
Yüksek	4.4	3.8	2.8	3.0	3.2	2.8	2.0	2.5	2.8	1.6	2.6	2.4	2.8	2.8	1.8
Orta	5.2	4.8	3.6	3.6	3.8	3.6	3.6	3.0	3.6	3.2	3.2	3.2	3.6	3.4	3.4
Düşük	7.4	6.0	4.6	4.8	4.6	4.8	5.0	4.4	4.8	4.4	4.4	4.6	4.8	4.6	4.6

Çizelge 2.11 : FEMA 154’te 4-7 katlı binaların puan düzeltmeleri.

Sismik bölge	W1	W2	S1	S2	S3	S4	S5	C1	C2	C3	PC1	PC2	RM1	RM2	URM
Yüksek	NA	NA	0.2	0.4	NA	0.4	0.4	0.4	0.4	0.2	NA	0.2	0.2	0.4	0.0
Orta	NA	NA	0.4	0.4	NA	0.4	0.4	0.2	0.4	0.2	NA	0.4	0.4	0.4	-0.4
Düşük	NA	NA	0.2	0.4	NA	0.2	-0.2	0.4	-0.2	-0.4	NA	-0.2	-0.4	-0.2	-0.6

NA: Uygulanmaz

Çizelge 2.12 : FEMA 154’te 7 kattan fazla olan binaların puan düzeltmeleri.

Sismik bölge	W1	W2	S1	S2	S3	S4	S5	C1	C2	C3	PC1	PC2	RM1	RM2	URM
Yüksek	NA	NA	0.6	0.8	NA	0.8	0.8	0.6	0.8	0.3	NA	0.4	NA	0.6	NA
Orta	NA	NA	1.4	1.4	NA	1.4	0.8	0.5	0.8	0.4	NA	0.6	NA	0.6	NA
Düşük	NA	NA	1.0	1.0	NA	1.0	0.0	1.0 ^e	0.0	-0.4	NA	-0.2	NA	0.0	NA

NA: Uygulanmaz

Çizelge 2.13 : FEMA 154’te düşeyde düzensiz binaların puan düzeltmeleri.

Sismik bölge	W1	W2	S1	S2	S3	S4	S5	C1	C2	C3	PC1	PC2	RM1	RM2	URM
Yüksek	-2.5	-2.0	-1.0	-1.5	NA	-1.0	-1.0	-1.5	-1.0	-1.0	NA	-1.0	-1.0	-1.0	-1.0
Orta	-3.5	-3.0	-2.0	-2.0	NA	-2.0	-2.0	-2.0	-2.0	-2.0	NA	-1.5	-2.0	-1.5	-1.5
Düşük	-4.0	-3.0	-2.0	-2.0	NA	-2.0	-2.0	-1.5	-2.0	-2.0	NA	-1.5	-2.0	-1.5	-1.5

NA: Uygulanmaz

Çizelge 2.14 : FEMA 154’te planda düzensiz binaların puan düzeltmeleri.

Sismik bölge	W1	W2	S1	S2	S3	S4	S5	C1	C2	C3	PC1	PC2	RM1	RM2	URM
Yüksek	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5
Orta	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5
Düşük	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5

NA: Uygulanmaz

Çizelge 2.15 : FEMA 154’te değerlendirme sonrası yapılan binaların puan düzeltmeleri

Sismik bölge	W1	W2	S1	S2	S3	S4	S5	C1	C2	C3	PC1	PC2	RM1	RM2	URM
Yüksek	2.4	2.4	1.4	1.4	NA	1.6	NA	1.4	2.4	NA	2.4	NA	2.8	2.6	NA
Orta	1.6	1.6	1.4	1.4	NA	1.2	NA	1.2	1.6	NA	1.8	NA	2.0	1.8	NA
Düşük	0.0	0.2	0.4	0.6	NA	0.6	NA	0.6	0.4	NA	0.2	NA	0.2	0.4	0.4

NA: Uygulanmaz

Çizelge 2.16 : FEMA 154’te kodlama öncesi yapılan binaların puan düzeltmeleri.

Sismik bölge	W1	W2	S1	S2	S3	S4	S5	C1	C2	C3	PC1	PC2	RM1	RM2	URM
Yüksek	0.0	-1.0	-1.0	-0.8	-0.6	-0.8	-0.2	-1.2	-1.0	-0.2	-0.8	-0.8	-1.0	-0.8	-0.2
Orta	0.0	-0.2	-0.4	-0.4	-0.4	-0.4	-0.2	-1.0	-0.4	-1.0	-0.2	-0.4	-0.4	-0.4	-0.4
Düşük	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA

NA: Uygulanmaz

Çizelge 2.17 : FEMA 154’te C, D ve E tipi zeminler için puan düzeltmeleri.

Sismik bölge	W1	W2	S1	S2	S3	S4	S5	C1	C2	C3	PC1	PC2	RM1	RM2	URM
Zemin Tipi C															
Yüksek	0.0	-0.4	-0.4	-0.4	-0.4	-0.4	-0.4	-0.4	-0.4	-0.4	-0.4	-0.4	-0.4	-0.4	-0.4
Orta	-0.2	-0.8	-0.6	-0.8	-0.6	-0.8	-0.8	-0.6	-0.8	-0.6	-0.6	-0.6	-0.8	-0.6	-0.4
Düşük	-0.4	-0.4	-0.8	-0.4	-0.4	-0.4	-0.4	-0.6	-0.4	-0.4	-0.4	-0.2	-0.4	-0.2	-0.4
Zemin Tipi D															
Yüksek	0.0	-0.8	-0.6	-0.6	-0.6	-0.6	-0.4	-0.6	-0.6	-0.4	-0.6	-0.6	-0.6	-0.6	-0.6
Orta	-0.6	-1.2	-1.0	-1.2	-1.0	-1.2	-1.2	-1.0	-1.2	-1.0	-1.0	-1.2	-1.2	-1.2	-0.8
Düşük	-1.0	-0.8	-1.4	-1.2	-1.0	-1.4	-0.8	-1.4	-0.8	-0.8	-0.8	-1.0	-0.8	-0.8	-0.8
Zemin Tipi E															
Yüksek	0.0	-0.8	-1.2	-1.2	-1.0	-1.2	-0.8	-1.2	-0.8	-0.8	-0.4	-1.2	-0.4	-0.6	-0.8
Orta	-1.2	-1.8	-1.6	-1.6	-1.6	-1.6	-1.6	-1.6	-1.6	-1.6	-1.6	-1.6	-1.6	-1.6	-1.6
Düşük	-1.8	-2.0	-2.0	-2.0	-2.0	-2.2	-2.0	-2.0	-2.0	-2.0	-1.8	-2.0	-1.4	-1.6	-1.4

Elde edilen “Sonuç Yapı Puanı”na göre, yapının mevcut durumunun yorumlanabilmesi için bir kıyas değeri tanımlanmalıdır. Kesin olmamakla beraber “2” değeri sınır değeri olarak belirlenmiş olup, sonuç puanının 2 değerinden düşük olması durumunda yapının deprem yönetmeliği koşullarını taşımadığı varsayılmaktadır. Bu sonuç değerinin yüksek olması ile binanın depreme karşı yeterli bir taşıyıcı sisteme sahip olduğunu ihtimalinin yüksek olduğunu gösterir.

3. DURUM TESPİT (DURTES) YÖNTEMİ

Daha önceki bölümlerde dile getirildiği gibi topraklarının çoğu kritik deprem bölgesinde olan Türkiye benzeri ülkelerde maalesef birçok yapının deprem güvenliği söz konusu değildir. Türkiye'nin deprem bölgesi olmasına rağmen uzun seneler, özellikle 1999 Marmara depremine kadar konuya dair yeterli özenin gösterilmemiş olması mühendislik hizmeti almamış, depreme dayanıklılığı olmayan binaların inşasına sebep olmuştur.

Günümüzde oluşan deprem bilinci sayesinde depreme dayanıklı yapı tasarımı yanı sıra mevcut binaların deprem performansının değerlendirilmesi gerekliliğinin farkına varılmıştır. Fakat özellikle İstanbul'da düzensiz yapı yığılmaları sebebiyle, kapasite üzerinde ve kontrolsüz şekilde oluşan bina stoğu sebebiyle her binanın tek tek ayrıntılı olarak irdelenmesi hem ekonomik açıdan, hem gerekli zaman, hem de eğitimli personel yetersizliği açısından oldukça zor bir hal almıştır.

Tam bu noktada, binaların deprem performansının tespiti için hızlı ve doğru sonuçlar veren değerlendirme yöntemlerine ihtiyaç doğmuştur. İstanbul Bakırköy İlçesindeki yapıların değerlendirilmesi için İstanbul Üniversitesi İnşaat Mühendisliği Bölümü tarafından hazırlanan Durum Tespit (DURTES) yöntemi de bu nedenle geliştirilen hızlı değerlendirme yöntemlerinden biridir [32].

Yapıların deprem sırasındaki davranışları, hasara uğrama veya yıkılma olasılıkları, deprem kaynak özelliklerine, yerel zemin özelliklerine ve yapının özelliklerine bağlıdır. Bu sebeple risk analizi adı verilen çalışmalarda bu üç etkinin çok sayıda bileşenin bir arada değerlendirilmesi gereklidir [26].

Deprem riski değerlendirmesi yapan bu yöntemlerde parametre sayısı arttıkça daha doğru sonuçların alınacağı kesindir. Fakat amaçları hızlı değerlendirme olmaları nedeniyle ayrıntılı bir irdelemeye girilmemelidir. DURTES yönteminde geliştirilen bilgisayar programı ile 100e yakın parametre olmasına rağmen çoğu sorulara "evet/hayır" ya da "var/yok" cevapları verildiği için kısa zamanda çok sayıda bina

taraması yapılabilir. Diğer hızlı puanlama yöntemleri gibi DURTES yöntemi de kesin sonuç vermeyip binaları göreceli olarak değerlendirmektedir.

DURTES yöntemi,

- 1.Yapı ile ilgili bilgilerin sorgulandığı bir bilgi formunu (Çizelge 3.1a-3.1b-3.1c)
- 2.Bilgi formunda verilen bilgilerin yazılıma aktarılmasını ve
- 3.Yapı ile ilgili analizleri, kapsamaktadır [26].

Çizelge 3.1 : DURTES veri toplama formu.

YAPININ KOD NUMARASI : [_____] SAYFA 1/3

1-) DEĞERLENDİRME TARİHİ (GÜN / AY)---- :

Yapının projesi var mı?----- : Evet [], Hayır []

Kat alanı = [_____] (m²)

2-) DEĞERLENDİRENLER

	İsim	Soyad	Grup No:	İmza
1				
2				
3				

3-) YAPININ ADRESİ

Pafta No:	Ada No:	Parsel No:
Site		Mahalle
adde		Sokak
Blok / No :		P.K. – Semt
Yönetici / İlgili	İsim Soyad	Telefon
		İmza
Benzer Binaların Kod Numaraları		

4-) YAPI HAKKINDA GENEL BİLGİLER

Yapının yaşı : _____

Marmara Depremi öncesi ONARIM gördü mü? : Evet [], Hayır [], Kozmetik onarım []

Marmara Depremi sonrası ONARIM gördü mü? : Evet [], Hayır [], Kozmetik onarım []

Bodrum katı adedi : [], Kat yükseklikleri : [_____ , _____ , _____ , _____] (m)

Normal kat adedi : [], Kat yükseklikleri : [_____ , _____ , _____ , _____ , _____ , _____ , _____ , _____] (m)

Çatı katı varsa; Kat Yüksekliği : [_____] (m), Alanının normal kat alanına oranı [_____]

Yapıda en büyük açıklık : [_____] (m)

Ortalama kat ağırlığı (m²'de toplam yük) : 600 [], 800 [], 1000 [], 1200 [], 1400 [], 1600 [], (kg/m²)

Komşu yapılarla maksimum kat seviyesi farkı-----: [_____] (m)

Dilatasyon yeterli mi: Evet [], Hayır [], Belirsiz []

5-) ŞARTNAME KATSAYILARI

Deprem bölgesi----- : 1-[], 2-[], 3-[], 4-[]

Bina kullanım türü ve önem katsayısı- : 1.0-[], 1.2-[], 1.4-[], 1.5-[]

Bina kullanım türünü yazınız ----- : [_____]

Yerel zemin sınıfı: Z1-[], Z2-[], Z3-[], Z4-[], {Diğer (Z5) [_], TA : [_____], TB : [_____]}

Yapı davranış katsayısı (R) : [_____], Nedeni : [_____]

6-) TAŞIYICI SİSTEM ÖZELLİKLERİ

Türü : Betonarme çerçeve [], Betonarme çerçeve+Perde duvar [], Perde [],
Yığma [], Çelik [], Ahşap [],
Diğer Belirtiniz [_____]

Döşeme sistemi her katta aynı mı? : Evet [], Hayır []

Döşeme tipi: Kirişli [], Asmolen [], Dişli [], Mantar [], Kaset [], Diğer [_____]

Temel sistemi: Tekil [], Sürekli [], Radye [], Kazıklı [], Diğer [_____]

Bodrum varsa dış duvarları:

Beton perde [], Taş duvar [], Beton briket [], Dolu tuğla [], Delikli tuğla [], Diğer [_____]

Bölme duvarlar:

Beton perde [], Taş duvar [], Beton briket [], Dolu tuğla [], Delikli tuğla [], Diğer [_____]

Bölme duvarlar sıvalı mı?----- : Evet [], Hayır []

Yığma yapı ise taşıyıcı duvarlar yönetmeliğe uygun mu? : Evet [], Hayır []

Çizelge 3.1(devam) : DURTES veri toplama formu.

YAPININ KOD NUMARASI : [_____] **SAYFA 2/3**

7-) BETONARME BİNALARDA MALZEME ÖZELLİKLERİ

Boyuna donatı----- : STI [], STIII Düz [], STIII Nervürlü [_____], Diğer [_____]
Enine donatı (etriye)--- : STI [], STIII Düz [], STIII Nervürlü [_____], Diğer [_____]
Yapıda ortalama beton dayanımı----- : [_____] (kg/cm²)
En ağır hasarlı kat kolonlarında ortalama beton dayanımı---- : [_____] (kg/cm²)
Görülen beton işçilik kalitesi (İyi, Orta, Kötü)

8-) HASAR BELİRLEME

Katlar arasında rölatif kalıcı yanal öteleme ---: [_____] (cm)
En büyük öteleme / Kat yüksekliği (oranı) --- : [_____]

En ağır hasarlı kattaki kolonlara ait kesit alanları (cm ²)			
Toplam	Ağır hasarlı	Orta hasarlı	Hafif hasarlı

En ağır hasarlı kattaki perde duvarlara ait kesit alanları (cm ²)			
Toplam	Ağır hasarlı	Orta hasarlı	Hafif hasarlı

En ağır hasarlı kattaki yapı elemanlarında hasarlı kesit / Toplam kesit oranı	
Kirişlerde	
Döşemelerde	
Merdivenlerde	
TEMELDE HASAR	
Var [], Yok [], Belirlenemedi [], Deformasyon var []	Hasar varsa oranı [_____]
Yığma yapı ise taşıyıcı duvarlarda hasar oranı	

9-) KUSUR BELİRLEME

Kısa kolon problemi var mı?----- : Evet [], Hayır []
Güçlü kiriş zayıf kolon problemi var mı? : Evet [], Hayır []
Asma kat var mı?----- : Evet [], Hayır []
Çıkma kat var mı?----- : Evet [], Hayır [], Varsa normal kata oranı [_____]
],

DÜZENSİZLİK PROBLEMİ VARSA İLGİLİ DÜZENSİZLİKLERİ İŞARETLEYİNİZ

Yok [], A1 [], A2.I [], A2.II [], A2.III [], A3 [], A4 [], B1 [], B2 [], B3 []

Malzeme detay ve işçilik kusurları							
	Yetersiz Dayanım	Yetersiz rijitlik	Yetersiz süneklik	Yetersiz malzeme	Yanlış detay	Kötü malzeme	Kötü işçilik
Bina genelinde							
Boyuna donatı							
Etriye							
Beton							

Etriye Sıklaştırması			
	İyi	Orta	Kötü
olonlarda			
Kirişlerde			

Çizelge 3.1(devam) : DURTES veri toplama formu.

YAPININ KOD NUMARASI : [_____] **SAYFA 3/3**

10-) BİNA HASAR GÖRMÜŞ İSE OLASI SORUN NEDENLERİ

Proje kusurları-----[], Denetim yetersizliği--[], Yapım kusurları-----[],
Malzeme zayıflığı----[], Aşırı yükleme-----[], Yönetmelik yetersizliği-- [],
Diğer belirtiniz [_____]

Güvenlik yeterli onarım güçlendirme gerekmez []

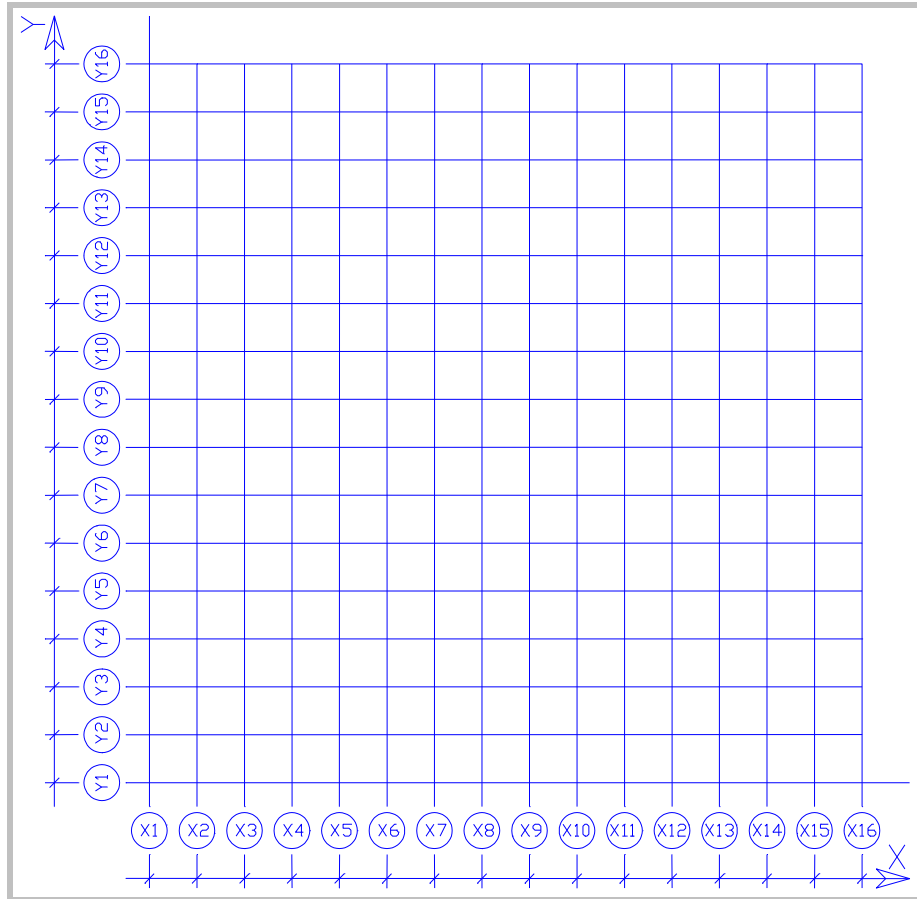
Güvenlik yetersiz. Aşağıdaki önlemlerle sonuç alınabilir

Yük sınırlaması [], Kullanım değişikliği [], Kat azaltması [], Diğer [_____]

Güvenlik yetersiz. Aşağıda tanımlanan Onarım/Güçlendirmeler gerekli

Dolgu çerçeve--- [], Beton kolon mantolama [], Çelik kolon mantolama [],
Kiriş onarımı----- [], Döşeme onarımı----- [],
Diğer----- [_____]

11-) YAPI ELEMANLARININ KONUMU VE TANIMI KAT NO: [_____]



Toplam kat alanı = [_____] (m²)

X ekseninde toplam kesit alanı [ΣPerde+ΣKolon+0.15*ΣDuvar(boşluklar hariç)]=[_____] (m²)

Y ekseninde toplam kesit alanı [ΣPerde+ΣKolon+0.15*ΣDuvar(boşluklar hariç)]=[_____] (m²)

Simetri eksenleri var mı? (X_{ALT}[____], X_{ÜST}[____], Y_{SOL}[____], Y_{SAG}[____])

Bilgi formunda yer alan yapı yaşı, kusurları ve diğer özelliklerine dair 100e yakın soruya cevap vererek elde edilen puan ile Deprem Şartnamesine göre hesaplanan bina kesme kuvveti kapasitesine göre elde edilen puan birleştirilerek bina risk seviyesi belirlenir. Bütün veriler gerek projeler gerekse yerinde görülerek tespit edilir ve yönetmeliğe bağlı kalınarak değerlendirilir. Bu nedenle kesin hesap yöntemleriyle karşılaştırıldığında da görüldüğü gibi program oldukça gerçeğe yakın, güvenilir sonuçlar vermektedir.

Yapılar risk seviyelerine göre,

1. Çok yüksek risk,
2. Yüksek risk,
3. Orta seviyede risk,
4. Düşük seviyede risk,
5. Minimum risk,

olmak üzere 5 ana grupta sınıflandırılmaktadırlar.

Her risk grubuna dair önerilen önlemler ‘‘Öneriler Paketi’’ adı altında Çizelge 3.2 de sunulmuştur.

Çizelge 3.2 : DURTES bina risk durumlarına göre yorum ve öneriler.

Minimum Risk içeren binalar	<ul style="list-style-type: none"> • Hızlı tarama yöntemi kriterlerine göre Deprem Yönetmeliğinin tanımladığı güvenlik seviyesini sağlamaktadır. • Kesin çözüm yöntemleri ile yapı emniyetinin kontrol edilmesi yararlıdır. • Kesin çözüm yöntemleri uygulansa dahi depremin doğrultu ve içerik özelliklerinde öngörülene nazaran olabilecek farklılıklar ve yapıya ait tespiti mümkün olmayan kesit malzeme özellikleri ve detaylar risk seviyesinde değişikliğe sebep olabilir.
Düşük Risk içeren binalar	<ul style="list-style-type: none"> • Hızlı tarama yöntemi kriterlerine göre Deprem Yönetmeliğinin tanımladığı güvenlik seviyesini <u>sağlamamaktadır</u>. • Kesin çözüm yöntemleri ile yapının emniyetinin kontrol edilmesi gereklidir. • Binaya özel raporda güçlendirme için eklenmesi gereken olan tahmini malzeme miktarı tanımlanmıştır. Ancak, kullanılacak malzeme miktarı, binanın kesin çözüm yöntemleri ile analizi yapıldıktan sonra tasarım hesaplarında öngörülen konstrüktif detaylara göre tayin edilmesi önerilir. • Konstrüktif detaylar ve geometrileri, binanın gerekli kısımları açılıp tüm detayları görüldükten sonra kullanılacak olan güçlendirme malzemesinin özelliklerine göre belirlenmeli ve tercih edilmelidir.
Orta Risk içeren binalar	<ul style="list-style-type: none"> • Hızlı tarama yöntemi kriterlerine göre Deprem Yönetmeliğinin tanımladığı güvenlik seviyesini <u>sağlamamaktadır</u>. • Kesin çözüm yöntemleri ile yapının emniyetinin kontrol edilmesi gereklidir. • Binaya özel raporda verilen tahmini değerlerden anlaşılacağı gibi ‘‘düşük risk seviyesi’’ne kıyasla daha fazla malzeme ve işçilik gerekmektedir. Kullanılacak malzeme miktarı kesin çözüm yöntemleri ile analizi yapıldıktan sonra tasarım hesaplarında öngörülen konstrüktif detaylara göre tayin edilmesi önerilir. • Konstrüktif detaylar ve geometrileri, binanın gerekli kısımları açılıp tüm detayları görüldükten sonra kullanılacak olan güçlendirme malzemesinin özelliklerine göre belirlenmeli ve tercih edilmelidir.

Çizelge 3.2 (devam) : DURTES bina risk durumlarına göre yorum ve öneriler.

Yüksek Risk içeren binalar	<ul style="list-style-type: none">• Hızlı tarama yöntemi kriterlerine göre Deprem Yönetmeliğinin tanımladığı güvenlik seviyesini büyük ölçüde <u>sağlamamaktadır</u>.• Kesin çözüm yöntemleri ile yapının emniyetinin kontrol edilmesi yararlıdır.• Binaya özel raporda verilen tahmini değerlerden anlaşılacağı gibi “orta risk seviyesi”ne kıyasla daha fazla malzeme ve işçilik gerekmektedir. Kullanılacak malzeme miktarı kesin çözüm yöntemleri ile analizi yapıldıktan sonra tasarım hesaplarında öngörülen konstrüktif detaylara göre tayin edilmesi önerilir.• Konstrüktif detaylar ve geometrileri, binanın gerekli kısımları açılıp tüm detayları görüldükten sonra kullanılacak olan güçlendirme malzemesinin özelliklerine göre belirlenmeli ve tercih edilmelidir.• Güçlendirme kararı alınırca zaman, ekonomi, emniyet ve amaca uygunluk unsurları göz önüne alınarak güçlendirme yapılıp yapılamayacağı belirlenmeli, güçlendirmeye karar verilmesi durumunda; kesin çözüm yöntemleri ile analizi yapılmalı, yapısal elemanlar ve detaylar belirlenmeli, deprem şartnamesinde öngörülen formatta güçlendirmeye yönelik uygulama projeleri hazırlanmalı, her aşamasında kontrol edilecek şekilde mümkün olan en kısa zamanda imalat uzman personel tarafından gerçekleştirilmelidir. <u>Alternatif Öneri:</u> Kat azaltması çözüm olabilir. Kontrol edilmelidir. Kullanım değişikliğine bağlı olarak yük azaltması çözüm olabilir. (Bu madde konvansiyonel konut türü binalar için geçerli değildir.)
Çok Yüksek Risk içeren binalar	<ul style="list-style-type: none">• Hızlı tarama yöntemi kriterlerine göre Deprem Yönetmeliğinin tanımladığı güvenlik seviyesini <u>sağlamamaktadır</u>.• Kesin çözüm yöntemleri ile yapının risk seviyesinin kontrol edilmesi yararlıdır.• Kesin çözüm yöntemleri ile yapının emniyetinin kontrol edilmesi yararlıdır.• Binaya özel raporda verilen tahmini değerlerden anlaşılacağı gibi “yüksek risk seviyesi”ne kıyasla daha fazla malzeme ve işçilik gerekmektedir. Kullanılacak malzeme miktarı kesin çözüm yöntemleri ile analizi yapıldıktan sonra tasarım hesaplarında öngörülen konstrüktif detaylara göre tayin edilmesi önerilir.• Konstrüktif detaylar ve geometrileri, binanın gerekli kısımları açılıp tüm detayları görüldükten sonra kullanılacak olan güçlendirme malzemesinin özelliklerine göre belirlenmeli ve tercih edilmelidir.• Güçlendirme kararı alınırca zaman, ekonomi, emniyet ve amaca uygunluk unsurları göz önüne alınarak güçlendirme yapılıp yapılamayacağı belirlenmeli, güçlendirmeye karar verilmesi durumunda; kesin çözüm yöntemleri ile analizi yapılmalı, yapısal elemanlar ve detaylar belirlenmeli, deprem şartnamesinde öngörülen formatta güçlendirmeye yönelik uygulama projeleri hazırlanmalı, her aşamasında kontrol edilecek şekilde mümkün olan en kısa zamanda imalat uzman personel tarafından gerçekleştirilmelidir. <u>Alternatif Öneri:</u> Kat azaltması çözüm olabilir. Kontrol edilmelidir. Kullanım değişikliğine bağlı olarak yük azaltması çözüm olabilir. (Bu madde konvansiyonel konut türü binalar için geçerli değildir.)• Kullanımı mutlak gerekli önemli binalar dışında, şehir planlaması, amaca uygunluk, ekonomi, emniyet gibi kriterler göz önüne alındığında bu kriterleri sağlamayan bazı binaların yıkılıp yeniden yapılmasında yarar vardır. Güçlendirme seçeneği tercih edildiği takdirde maliyetin oldukça yüksek olacağı binaya özel raporlarda belirtilen malzeme miktarından anlaşılmaktadır.

Durtes yöntemine özel yazılmış programın kullanım basamakları şu şekildedir:

3.1 Yapının Tanımlanması

Diğer hızlı değerlendirme yöntemleri gibi DURTES yöntemi de binleri ifade eden sayıda yapılara aynı anda uygulandığı için binaların karıştırılmaması adına yapı tanımlaması en an doğru değerlendirme kadar önem gerektirir. Bina tanımlanması

kapsamında, yapıların kod numaraları, ada pafta parsel numaraları, blok sokak cadde mahalle semt başlıklarını içeren adres bilgileri, değerlendirme tarihi ve değerlendirenlerin adı ve sayısı, giriş kat alanı ve projelerinin varlığı programa girilir.

Bakırköy ve Zeytinburnu ilçelerinde olduğu gibi çok sayıda yapının tarandığı bu yöntemde bina tanımlanması önemlidir. Aynı binanın birkaç kez değerlendirilmesinin önüne geçilmiş olunur. Değerlendiren teknik elemanların hepsinin aynı tecrübede olmadığı gerçeği göz önüne alınır, hatalı değerlendirme durumunda hatanın hangi elemana ait olduğunun ve hangi elemanın hangi konuda eksik olduğunun belirlenebilmesi için değerlendirilenlerin adı da ankete kaydedilir. Gerekli görülürse elemanlara eksik oldukları konularda yeniden eğitim verilir.

Giriş kat alanı ilgili bölüme m² biriminde yazılmaktadır. Çıkma kat ve çatı kat alan oranları giriş kat alanına göre hesaplanmaktadır. Varsa bodrum katların alanı ise giriş kat ile aynı kabul edilmektedir. Binanın toplam alanı ve buna bağlı olarak ağırlığı ile binaya etkiyen taban kesme kuvvetlerinin hesabında giriş kat alanı doğrudan etkilidir [26].

3.2 Yapı Hakkında Genel Bilgiler

3.2.1 Yapının yaşı

Deprem riski analizi yapılacak yapının yaşı önemli bir kriterdir. Gerek beton, gerek donatı, gerekse kullanılmış malzemelerin sınıfının tahmin edilmesi, malzemede geçen zamanla oluşacak dayanım kayıpları ya da detaylı deneylerle belirlemek için gereken zamanın olmadığı durumlarda korozyon gibi kusur tahminleri yapabilmek için yapının yaşının belirlenmesi gereklidir.

Yapı yaşının belirlenemediği durumlarda aynı bölgede mimari özellikleri benzer, yaşı bilinen binalardan yardım alınabilir.

3.2.2 Yapı onarım durumu

Hızlı, deprem tespiti taramaları genellikle Marmara Bölgesi'nde yapıldığı için Durtes yazılımında ‘‘Marmara depremi öncesinde onarım gördü mü?’’ ve ‘‘Marmara depremi sonrasında onarım gördü mü?’’ soruları mevcuttur. Farklı bir bölgede risk analizi taraması yapılması durumunda o bölgenin geçmişine ait deprem esas alınır.

Bu soruların cevabı olarak ‘‘Evet’’, ‘‘Hayır’’ ve ‘‘Kozmik Onarım’’ seçenekleri sunulmuştur. Onarım yapılmış olması yapının onarımdan önceki durumu ile iyi bir deprem performansı gösteremeyeceği kanaatine varıldığını ortaya koymaktadır. Onarım görmüş olsa dahi ne denli sağlıklı bir güçlendirme yapıldığı bilinemeyeceğinden onarım durumu da bir risk faktörü olarak kabul edilir.

3.2.3 Kat bilgileri

Daha önceki bölümlerde bahsettiğimiz üzere yapısal emniyet faktörü, binaya etkileyen taban kesme kuvveti ve binanın taban kesme kuvveti kapasitesi ile hesaplandığından bina kat bilgileri, kat yükseklikleri, alanları dolayısıyla yapı toplam ağırlığı ve yüksekliği son derece önemli parametrelerdir. Anket formunda yapının kat bilgileri bodrum, çatı ve normal kat olarak 3 kısımda tanımlanır.

3.2.4 Ortalama kat ağırlığı

Taban kesme kuvvetini baz alan bu yöntemde toplam yapı ağırlığının belirlenmesi için ortalama kat ağırlığı belirlenmelidir. Programda ‘‘Diğer’’ seçeneğinin işaretlenip aktif olan kutucuğa ortalama kat ağırlığının manuel olarak girilebilmesinin yanı sıra ‘‘600’’, ‘‘800’’, ‘‘1000’’, ‘‘1200’’, ‘‘1400’’ ve ‘‘1600’’ kg/cm² olarak hazır seçenekler de sunulmaktadır. Bu değerler yapı kullanım amacı, duvarların durumu ve döşeme tipleri gibi kriterler göz önüne alınarak uzmanlar tarafından belirlenmiştir. Binlerce yapının birbirlerine göre göreceli olarak değerlendirildiği yöntemde hazır değerlerin kullanılması daha sağlıklı sonuçlar verecektir.

Yapı konut ise 1200, iş yeri ise 1400, tarihi yapı veya fabrika ise 1600 kg/cm² değerleri kullanılabilir.

3.2.5 Dilatasyon durumu ve kat seviyesi farkı

Nizami olarak konumlandırılan yapılar projelendirilme aşamasında göz önüne alınamayan büyük bir tehlike ile karşı karşıya kalmaktadırlar. Yeterli ya da hiç dilatasyon derzi bırakılmayan bitişik yapılar deprem sırasında birbirlerine çarpmaları ile projede öngörülmeyen bir dış yük aktarmaktadırlar.

Kat farkı olan yapılarda ise durum biraz daha kötüdür. Döşeme seviyesi yandaki yapının düşey taşıyıcı elemanlarının narin olduğu bölgelere denk gelmesi ile yan binanın döşemelerinden diğer binanın düşey taşıyıcılarına ek dış yük gelmektedir ki

bu durumda düşey taşıyıcılar hasar görmektedirler. Döşemelerin düşey taşıyıcılardan daha rijit davrandığını göz önüne alırsak ankette bulunan bu parametre de son derece önemlidir.

Ankette “Dilatasyon yeterli mi?” sorusuna cevaben “Evet”, “Hayır” ve “Belirsiz” seçenekleri mevcuttur.

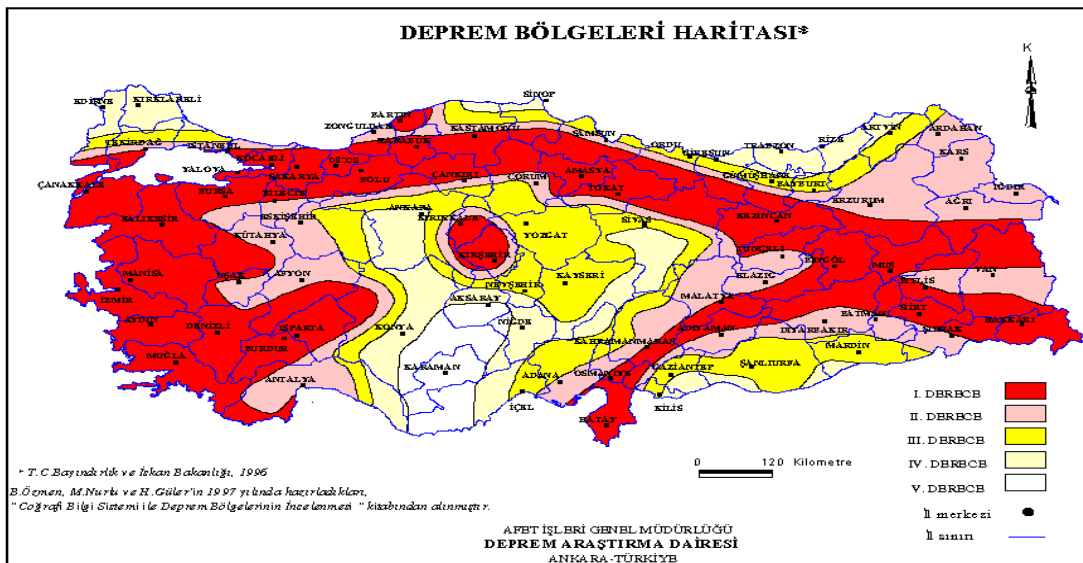
Dilatasyon derzinin çeşitli sebeplerle belirlenememesi durumunda “Belirsiz” seçeneği işaretlenebilir, bu durum da bir risk faktörü oluşturur.

3.3 Şartname Katsayıları

3.3.1 Deprem bölgesi

Bakanlar Kurulu'nun 18.4.1996 tarih ve 96/8109 sayılı kararı ile yürürlüğe girmiş olan “Türkiye Deprem Bölgeleri Haritası”nda (Şekil 3.1) beklenen deprem ivme değerlerine göre beş bölge tespit edilmiştir. “Afet Bölgelerinde Yapılacak Yapılar Hakkında Yönetmelik’e göre deprem bölgelerinde kabul edilen hesap ivmeleri, 1.derece için 0.4g, 2.derece için 0.3g, 3.derece için 0.2g, 4.derece için 0.1g olarak alınmalıdır. 5.derece için deprem hesabı yapmak zorunlu değildir. Bu sebeple “Hızlı Durum Tespit Yöntemi”nde 5. derece deprem bölgesi göz önünde bulundurulmaz. [8]

Bilgi formunda bulunan 1., 2., 3., veya 4. Deprem bölgesi seçilerek hazır ivme değerleri kullanılabilir.



Şekil 3.1 : Türkiye deprem bölgeleri haritası.

3.3.2 Bina kullanım türü ve önem katsayısı

Türk Deprem Yönetmeliklerinde tanımlanmış olan bina kullanım türü ve binanın depremden sonra kullanımına yönelik, beklenen deprem performansına göre belirlenen önem katsayısı konutlar için “1” depremden sonra hemen servis vermesi beklenen hastane, ptt, itfaiye gibi yapılar için “1.5” olarak tanımlanmıştır. Buradaki “1.5” katsayısı ile binaya etkiyen deprem yükleri %50 artırılarak yapı tasarlanmaktadır. Binanın kullanım amacı ve türüne göre belirlenen bu katsayı aşağıda Çizelge 3.3’deki değerleri almaktadır.

Çizelge 3.3 : Bina önem katsayısı tablosu.

Binanın Kullanım Amacı veya Türü	Bina Önem Katsayısı
1. Deprem sonrası kullanımı gereken binalar ve tehlikeli madde içeren binalar a) Deprem sonrasında hemen kullanılması gerekli binalar (Hastaneler, dispanserler, sağlık ocakları, itfaiye bina ve tesisleri, PTT ve diğer haberleşme tesisleri, ulaşım istasyonları ve terminalleri, enerji üretim ve dağıtım tesisleri; vilayet, kaymakamlık ve belediye yönetim binaları, ilk yardım ve afet planlama istasyonları) b) Zehirli, patlayıcı, parlayıcı, vb özellikleri olan maddelerin bulunduğu veya depolandığı binalar	1.5
2. İnsanların uzun süreli ve yoğun olarak bulunduğu ve eşyanın saklandığı binalar a) Okullar, diğer eğitim bina ve tesisleri, yurt ve yatakhaneler, askeri kışlalar, cezaevleri, vb. b) Müzeler	1.4
3. İnsanların kısa süreli ve yoğun olarak bulunduğu binalar Spor tesisleri, sinema, tiyatro ve konser salonları, vb.	1.2
4. Diğer binalar Yukarıdaki tanımlara girmeyen diğer binalar (Konutlar, işyerleri, oteller, bina türü endüstri yapıları, vb)	1.0

Durtes yönteminde parametrelerden biri olan “bina önem katsayısı” belirlenirken, binanın projesindeki kullanım amacı değil binanın mevcut durumda kullanım türü esas alınır. “Bina kullanım türü” için seçilen seçenek sayısal değer olmadığı için analize etki etmez, fakat analiz sonrası alınan raporda yer alır.

3.3.3 Yerel zemin sınıfı

TDY’de zemin sınıfları belirlenmiştir, Çizelge 3.4’deki şekildedir:

Çizelge 3.4 : Yerel zemin sınıflarına göre spektrum karakteristik periyotları.

Yerel Zemin Sınıfı	T_A (saniye)	T_B (saniye)
Z1	0.10	0.30
Z2	0.15	0.40
Z3	0.15	0.60
Z4	0.20	0.90

Durtes yönteminde yapı özelliklerinin yanı sıra deprem kaynak özelliklerinin ve zemin özelliklerinin de göz önüne alındığını daha önce dile getirmiştik. Zemin özellikleri, zemin sınıfı seçilerek, zemin sınıfına ait karakteristik periyotların hesaba etkilmesi ile göz önüne alınmaktadır. Bu nedenle yapının bulunduğu bölgenin zemin özellikleri mutlaka biliniyor olmalıdır. Bilinmiyorsa, ayrı bir çalışma ile zemin özelliklerinin belirlenmesi gerekmektedir.

Durtes yönteminin Bakırköy İlçesi uygulaması sırasında, yapılan zemin etütleri sonuçları kullanılmıştır [26] (Çizelge 3.5).

Çizelge 3.5 : Bakırköy ilçesi spektrum karakteristik periyotları.

Sismik Bölgeler	T_A (saniye)	T_B (saniye)
S1, S2	0.10–0.15	0.4–0.7
S3, S4	0.15–0.20	0.7–0.9
S5, S6	0.20–0.25	0.9–0.12

Durtes anket formunda da hazır olarak sunulan Z1, Z2, Z3 ve Z4 zemin sınıfları mevcuttur ve seçilen zemin sınıflarına göre karakteristik periyotlar hesaba yansıtılır. Bunla dışında bir değer girilmek istendiği takdirde Z5 seçeneği seçilir ve aktif hale gelen metin kutusunu TA ve TB değerleri elle girilir.

3.3.4 Yapı davranış katsayısı ve sebebi

Yapının taşıyıcı sistemine göre belirlenen ‘‘Yapı Davranış Katsayısı’’ Türk Deprem Yönetmeliğinde Çizelge 3.6’daki gibi belirlenmiştir:

Çizelge 3.6 : TDY yapı davranış katsayısı.

BİNA TAŞIYICI SİSTEMİ	Süneklik Düzeyi	
	Normal Sistemler	Yüksek Sistemler
(1) Yerinde Dökme Betonarme Binalar		
(1.1) Deprem yüklerinin tamamının çerçevelerle taşındığı binalar	4	8
(1.2) Deprem yüklerinin tamamının bağ kirişli (boşluklu) perdelerle taşındığı binalar	4	7
(1.3) Deprem yüklerinin tamamının boşluksuz perdelerle taşındığı binalar	4	6
(1.4) Deprem yüklerinin çerçeveler ile boşluksuz ve/veya bağ kirişli (boşluklu) perdeler tarafından birlikte taşındığı binalar	4	7
(2) Prefabrike Betonarme Binalar		
(2.1) Deprem yüklerinin tamamının, bağlantıları tersinir momentleri aktarabilen çerçevelerle taşındığı binalar	3	6
(2.2) Deprem yüklerinin tamamının; kolonları temelde ankastre, üstte mafsallı tek katlı çerçevelerle taşındığı binalar	-	5
(2.3) Deprem yüklerinin tamamının prefabrike boşluksuz perdelerle taşındığı binalar	-	4
(2.4) Deprem yüklerinin, bağlantıları tersinir momentleri aktarabilen prefabrike çerçeveler ile yerinde dökme boşluksuz ve/veya bağ kirişli (boşluklu) perdeler tarafından birlikte taşındığı binalar	3	5
(3) Çelik Binalar		
(3.1) Deprem yüklerinin tamamının çerçevelerle taşındığı binalar	5	8
(3.2) Deprem yüklerinin tamamının; kolonları temelde ankastre, üstte mafsallı tek katlı çerçevelerle taşındığı binalar	4	6
(3.3) Deprem yüklerinin tamamının çaprazlı perdeler veya yerinde dökme betonarme perdeler tarafından taşındığı binalar		
(a) Çaprazların merkezi olması durumu	3	-
(b) Çaprazların dışmerkez olması durumu	-	7
(c) Betonarme perde durumu	4	6
(3.4) Deprem yüklerinin çerçeveler ile birlikte çaprazlı çelik perdeler veya yerinde dökme betonarme perdeler tarafından birlikte taşındığı binalar		
(a) Çaprazların merkezi olması durumu	4	-
(b) Çaprazların dışmerkez olması durumu	-	8
(c) Betonarme perde durumu	4	7

Fakat bu tablonun yeni tasarlanacak yapılar için kullanıldığı unutulmamalı, mevcut yapılar içinse taşıyıcı sistemin mevcut durumuna göre, mühendislik deneyimi ve önsezisi ile karar verilmelidir.

3.4 Taşıyıcı Sistem Özellikleri

3.4.1 Taşıyıcı sistem türü

Durtes yönteminde karşılaşılabilecek taşıyıcı sistemleri olarak:

- Betonarme Çerçeve
- Betonarme Çerçeve + Perde Duvar

- Perde
- Yığma
- Çelik
- Ahşap

seçenekleri sunulmuştur.

Bunların dışında bir taşıyıcı sistem ile karşılaşılması durumunda ‘‘Diğer’’ seçeneği seçilerek açılan metin kutusuna taşıyıcı sistem türü yazılabilir. Karma sistemlerde ise birden çok seçenek işaretlenebilir.

3.4.2 Döşeme tipi

Durtes anketinde, karşılaşılma olasılıkları yüksek olarak bazı döşeme tipleri tanımlanmıştır. Bunlar:

- Kirişli
- Asmolen
- Dişli
- Mantar
- Kaset

döşeme tipleridir.

Farklı katlarda farklı döşeme tiplerinin mevcut olması halinde birkaç seçenek işaretlenebilir. Bunların dışında bir döşeme tipinin gözlenmesi halinde ‘‘Diğer’’ seçeneği seçilerek metin kutusuna elle yazılabilir.

Döşeme tipinin her katta farklı olması durumu bir risk oluşturduğundan, ankette ‘‘Döşeme Sistemi Her Katta Aynı Mı?’’ mevcuttur. Bu soruya cevap olarak ‘‘Evet’’ ya da ‘‘Hayır’’ seçenekleri seçilerek bu risk faktörü de göz önüne alınmış olmaktadır.

3.4.3 Temel sistemi

Temel sistemi belirlenmesi en zor olan parametrelerdendir. Temel kapalı olduğundan sistem belirlenemeyebilir. Proje mevcut ise projeden bakılarak temel sistemine karar verilir. Genellikler karşılaşılan temel sistemleri:

- Tekil
- Sürekli
- Radye
- Kazıklı

olduğundan, ankette bu seçenekler yer almaktadır. Birden çok temel tipi var ise birden çok temel tipi işaretlenebilir. Farklı temel tipi var ise yine ‘‘Diğer’’ seçeneği seçilerek metin kutusuna elle yazılabilir.

3.4.4 Bodrum dış duvarları

Zeminden gelen yatay yüklerin karşılanması amacıyla tasarlanan bodrum dış duvarların yatay yüklerin yanı sıra eğilme rijitliğine de katkıları vardır [26].

Durtes anket formunda:

- Beton Perde
- Taş Duvar
- Beton Briket
- Dolu Tuğla
- Delikli Tuğla

seçenekleri bulunmaktadır.

Bunların dışında duvar tipinin mevcut olması durumunda ‘‘Diğer’’ seçeneği seçilerek elle girilebilmektedir.

3.4.5 Bölme duvarlar

Bölme duvarların, yapının düşey yük, yatay yük ya da eğilme kapasitesine katkıda bulunmadığı varsayılır ve hesaplara katılmazdı. Ancak depremler sonrası görüldü ki kat yüksekliği boyunca devam eden duvarların düşey yük kapasitesine, açıklık boyunca devam eden duvarların taban kesme kuvveti kapasitesine katkısı vardır.

Anket formunda:

- Beton Perde
- Taş Duvar

- Beton Briket
- Dolu Tuğla
- Delikli Tuğla

Seçenekleri sunulmaktadır. Farklı açıklık ve ya farklı katlarda farklı duvar tipi kullanılması halinde birden çok duvar seçeneği seçilebilir. Seçenekler arasında bulunmayan duvar tipi kullanılmış ise ‘‘Diğer’’ seçeneği seçilerek metin kutusuna elle yazılabilir.

3.5 Betonarme Binalarda Malzeme zellikleri

3.5.1 Donatı türü

Anket formunda ‘‘STI’’, ‘‘STI Düz’’ ve ‘‘STIII Nervürlü’’ seçenekleri sunulmuştur. Donatı sınıfı olarak bu seçeneklerin seçilebileceği gibi ‘‘Diğer’’ seçeneği seçilerek farklı bir donatı sınıfı da girilebilir.

3.5.2 Ortalama beton dayanımları

Betonarme yapıların deprem güvenliğinin belirlenmesi konusunda ölçülmesi en zor olan parametre ortalama beton dayanımlarıdır. 1997 öncesi yapılarda hazır beton kullanımı yaygın olmadığından söz konusu yapıların beton kalitesi düşük olduğu gibi yapı içindeki dağılımı homojen de değildir. Hava şartları gibi etkenler de göz önünde bulundurulduğunda farklı zamanlarda hazırlanan karışımların farklı özelliklere sahip olması mümkündür. Bu sebeple söz konusu yapıların farklı yapısal elemanlarında ve bazen de aynı yapısal elemanın muhtelif bölgelerinde farklı beton dayanımlarının bulunması mümkündür. [26]

Karot alma işleminin hızlı değerlendirme yöntemlerinin ilkesine ters olduğu düşünülürse, durtes yönteminde schmits çekici ölçümleri ile beton dayanımlarının tespiti esas alınmıştır. Yapıya zarar vermeden, taşıyıcı sistem elemanlarının kapasitelerinde kayba neden olmaksızın ölçüm yapılmış olmaktadır.

3.5.3 Beton işçilik kalitesi

Yapı iyi bir projelendirme sürecinden geçse dahi imalat aşamasında kötü işçilik gördüğü taktirde projede öngörülen kapasitede hizmet veremeyebilir. Hazır beton kullanım öncesi dönemi için konuşursak homojen olmayan bir beton, projede

belirlenen paspayının sağlanmaması, yabancı maddelerin iyi temizlenememesi, taşıyıcı elemanlarda oluşabilecek rötre çatlaklarına karşı önlemlerin alınmaması, kötü vibratör işçiliği ile beton agregalarının bir bölgede toplanması gibi işçilik sorunları gözlenebilir.

Anket formunda yer alan işçilik kalitesi kriterine ‘‘İyi’’, ‘‘Orta’’ ve ya ‘‘Kötü’’ cevaplarının verilebilmesi için elemanların sıvalarının olmaksızın gözlenmeleri gerekir.

3.6 Hasar Belirleme

3.6.1 Katlar arası rölatif kalıcı yanal öteleme

Zemindeki faklı oturmalar ya da plastik mafsallaşma sebebiyle bazı yapılarda kalıcı yanal ötelemeler oluşabilmektedir. Bu durum taşıyıcı sistem elemanlarını düzlemleri dışına çıkarıp ek kuvvetler meydana getirdiğinden binalar için risk teşkil etmektedir. Kalıcı yanal öteleme miktarı arttıkça buna bağlı olarak oluşturduğu risk de artar. Ek olarak en büyük kat ötelemesinin kat yüksekliğine oranı da yöntemde kullanılan bir bilgidir [8].

DURTES yönteminde de bu kriter, formdaki ‘‘Katlar Arası Rölatif Kalıcı Yanal Öteleme’’ ve ‘‘En Büyük Öteleme/Kat Yüksekliği (oranı)’’ alanları ile hesaba yansıtılmaktadır.

3.6.2 Yapısal hasar durumu

Yapısal hasar durumu göz ardı edilemeyecek kriterlerdendir. Korozyon gibi yapısal hasarlar taşıyıcı sistemin projesinde öngörülen taşıma kapasitesine olumsuz etki eder, kapasite kaybına sebep olur.

Durum Tespit yönteminde kolon ve perde duvarlar için cm² cinsinden kesit alanı, taşıyıcı duvar, giriş, döşeme, merdiven ve temellerde ise ‘‘Hasarlı kesit/ Toplam Kesit’’ oranı kullanılmaktadır. Buradaki ‘‘Toplam Kesit’’ elemanın tüm binadaki kesit alanı değil en ağır hasarlı kattaki toplam kesit alanıdır.

3.7 Kusur Belirleme

3.7.1 Kısa kolon problemi

Kısa kolon Türkiye genelinde bant pencereler sebebiyle sık görülen ciddi hasarlara sebep bir sorundur. Kolondan kolona uzanan pencereler ya da ara katlar sebebiyle düğüm noktası değişen, haliyle boyu kısalan kolonların rijitlikleri artar. Projede öngörülenden daha çok deprem yükü alırlar, kesme kuvveti kapasiteleri projedeki yüke göre tasarlandığından ciddi bir hasar meydana gelir.

Durtes yönteminde bu kriter “Kısa Kolon Var Mı?” sorusuna verilen “Evet” ya da “Hayır” cevapları ile hesaba yansıtılır.

3.7.2 Güçlü kiriş zayıf kolon problemi

Türk Deprem Yönetmeliklerinde yer alan, düğüm noktalarında birleşen kiriş ve kolonlarda, kolon moment kapasitesinin kiriş moment kapasitesinden %20 daha fazla olması kuralı üzerinde önemle durulması gereken bir kuraldır. Kolonlar yerine kirişlerin moment kapasitesinin fazla olması durumunda plastik mafsallar kiriş uçları yerine kolon uçlarında oluşur kolonlardaki yer değiştirmenin giderek artması ile bahsi geçen kat, sandviç şeklinde çöker. Bu durumun oluşmaması için plastik mafsalların kolonlardan önce kiriş uçlarında oluşması istenir, bu da kolon kapasitelerinin kirişlerden daha yüksek tasarlanması ile sağlanır.

DURTES yönteminde bu kriter “Güçlü Kiriş Zayıf Kolon Problemi Var Mı?” sorusuna verilen “Evet” ya da “Hayır” cevabı ile göz önüne alınır.

3.7.3 Asma kat

Asma katlar da diğer kriterler gibi bir risk faktörüdür.

DURTES yönteminde “Asma Kat Var Mı?” sorusu ile hesaba etkililir.

3.7.4 Çıkma kat

Çıkma katlar gerek düşey yüklerin sağlıklı olarak temele aktarılamaması, gerek binanın ağırlık merkezini üst koordinatlara doğru kaydırmaları gerekse oluşturdukları diğer düzensizlikler sebebiyle risk teşkil etmektedirler. Yaşanan depremler sonrası çıkma olan ve olmayan yapıların hasar durumlarının karşılaştırılması ile çıkma katın hasara etkisi gözlenmiştir.

Durtes yönteminde de ‘‘Çıkma Kat Var Mı?’’ sorusu ile bu faktör de hesaba katılmaktadır. Çıkma kat varsa ilgili alana çıkma katın normal kata oranı girilir.

3.7.5 Düzensizlikler

Türk Deprem yönetmeliğinde tanımlanan düzensizlikler Çizelge 3.7’deki gibidir:

Çizelge 3.7 : Yapısal düzensizlikler.

A - PLANDA DÜZENSİZLİK DURUMLARI
A1 - Burulma Düzensizliği: Birbirine dik iki deprem doğrultusunun herhangi biri için, herhangi bir katta en büyük görelî kat ötelemesinin o katta aynı doğrultudaki ortalama görelî ötelemeye oranını ifade eden Burulma Düzensizliği Katsayısı’nın 1.2’den büyük olması durumu.
A2 - Döşeme Süreksizlikleri: Herhangi bir kattaki döşemede; I - Merdiven ve asansör boşlukları dâhil, boşluk alanları toplamının kat brüt alanının 1/3’ünden fazla olması durumu, II - Deprem yüklerinin düşey taşıyıcı sistem elemanlarına güvenle aktarılabilmesini güçleştiren yerel döşeme boşluklarının bulunması durumu, III - Döşemenin düzlem içi rijitlik ve dayanımında ani azalmaların olması durumu
A3 - Planda Çıkıntılar Bulunması: Bina kat planlarında çıkıntı yapan kısımların birbirine dik iki doğrultudaki boyutlarının her ikisinin de, binanın o katının aynı doğrultulardaki toplam plan boyutlarının %20’sinden daha büyük olması durumu
A4 - Taşıyıcı Eleman Eksenlerinin Paralel Olmaması: Taşıyıcı sistemin düşey elemanlarının plandaki asal eksenlerinin, göz önüne alınan birbirine dik yatay deprem doğrultularına paralel olmaması durumu
B - DÜŞEY DOĞRULTUDA DÜZENSİZLİK DURUMLARI
B1 - Komşu Katlar Arası Dayanım Düzensizliği (Zayıf Kat): Betonarme binalarda, birbirine dik iki deprem doğrultusunun herhangi birinde, herhangi bir kattaki etkili kesme alanının, bir üst kattaki etkili kesme alanına oranı olarak tanımlanan Dayanım Düzensizliği Katsayısı’nın 0.80’den küçük olması durumu.
B2 – Komşu Katlar Arası Rijitlik Düzensizliği (Yumuşak Kat): Birbirine dik iki deprem doğrultusunun herhangi biri için, herhangi bir kattaki ortalama görelî kat ötelemesinin bir üst kattaki ortalama görelî kat ötelemesine oranı olarak tanımlanan Rijitlik Düzensizliği Katsayısı’nın 1.5’tan fazla olması durumu
B3 - Taşıyıcı Sistemin Düşey Elemanlarının Süreksizliği: Taşıyıcı sistemin düşey elemanlarının (kolon veya perdelerin) bazı katlarda kaldırılarak kirişlerin veya guseli kolonların üstüne veya ucuna oturtulması, ya da üst kattaki perdelerin altta kolonlara veya kirişlere oturtulması durumu.

Durtes formundaki uygun yerlere gözlenen düzensizlikler işlenir.

3.7.6 Malzeme detay işçilik kusurları

Durtes anket formunda yapıdaki bazı kusurların işlenmesi amacıyla bir matris oluşturulmuştur. Söz konusu matrisle “Bina Genelinde”, “Boyuna Donatıda”, “Etriyede” ve “Betonda”,

- Yetersiz Dayanım
- Yetersiz Rijitlik
- Yetersiz Süneklik
- Yetersiz Malzeme
- Yanlış Detay
- Kötü Malzeme
- Kötü İşçilik

kusurları işaretlenebilmektedir. Her kusur, kalibrasyonlarla belirlenen puanlara göre yapının risk puanını artırmaktadır [26].

3.7.7 Etriye sıklaştırması

Etriye sıklaştırmasının Türk Deprem Yönetmeliğindeki şartlara uygun yapılması ile yapının sünekliği ve kesme kuvveti kapasitesi artar. Anket formunda da kiriş, kolon ve etriyelerdeki sıklaştırma durumuna dair “iyi”, “orta” ve “kötü” cevapları ile bu faktör ele alınır.

Sıvalı elemanlarda etriye sıklaştırması görülmese de elemanları yetersiz paspayı ya da korozyon nedeniyle paspayının kabarıp düşmesi sebebiyle gözle görülebilir hale gelir. Görme imkanının söz konusu olmadığı durumlarda ise detektör cihazı ile etriyeler taranarak belirlenir.

3.8 Yorumlar Ve Öneriler

3.8.1 Bina hasar görmüşse olası sebepleri

Değerlendirmenin yapıldığı binada değerlendirme sırasında hasar var ise hasarın sebepleri anketteki uygun alana işaretlenir. Formda hazır olarak sunulan sebepler:

- Proje Kusurları,

- Denetim Yetersizliği,
- Yapının Kusurları,
- Malzeme Zayıflığı,
- Aşırı Yükleme,
- Yönetmelik Yetersizliğidir.

Bunların dışında kusur gözlenmiş ise “Diğer” kutucuğu seçilerek elle yazılabilir. Bu kriter hesaba etki etmeyip, sonuç raporunda yer alır.

3.8.2 Önlem önerileri

Yapıyı değerlendiren mühendisler, anket doldurma işlemleri sırasında mühendislik önsezileri ile ankette yer alan hazır önerilerden birini ya da bir kaçını seçebilirler.

Bunlar:

- Yük sınırlaması,
- Kullanım değişikliği,
- Kat azaltması

şeklindedir.

Bu seçenekler sadece o andaki gözlem ile seçilmiş olup, tekrar değerlendirme sonrası başka bir önlem kararı alınabilir.

Bu kriter de hesaba etkimeyen kriterlerdendir.

3.8.3 Onarım ve güçlendirme önerileri

Yapının değerlendirilmesi sırasında, mühendisler tarafından, değerlendirme sonrasında ilk izlenim olarak yapının güvensiz ve güçlendirme ile güvenli hale geleceği kanaatine varırlarsa anket formunda yer alan güçlendirme önerilerinden:

- Dolgu çerçeve
- Beton kolon mantolama
- Çelik kolon mantolama
- Kiriş onarımı
- Döşeme onarımı

hazır seçeneklerinden birini seçilebilir. Bunların dışında bir öneride bulunmak istenirse “Diğer” seçeneği seçilerek elle yazılabilir. Öneri seçeneği de risk puanına etki etmemektedir.

3.9 Röleve Bilgileri

Durum tespit yönteminde, yapısal özelliklerden elde edilen yapısal risk puanının yanı sıra taban kesme kuvveti kapasitesine göre de yapı emniyet faktörü elde edilmektedir.

Yapının taban kesme kuvveti kapasitesinin elde edilebilmesi için, değerlendirme yapan mühendislerce belirlenmiş kritik katın röleve bilgilerinin elde edilesi gerekmektedir. Kritik kat bilgisi ile o kattaki kolon, perde duvar, dolgu duvar ve bölme duvar kesitleri edinilmelidir.

Yapısal elemanların konumlarında hassasiyet çok da aranmamasına karşın, taban kesme kuvveti kapasitesinin doğru olarak elde edilmesi için kesit boyutlarının gerçeğe yakın olarak ölçülmesi gerekmektedir.

Sıva kalınlıklarının bir yapısal elemanın farklı cephelerinde bile değişkenlik gösterebilmesi sebebiyle yapısal elemanların boyutlarının istenilen hassaslıkta ölçülmesi mümkün olmayabilir. Bunun yanında cephe kaplamaları ya da sıvalar yapısal elemanların boyutların ölçümünde hata yapılmasını olası kılmaktadır [26].

3.10 Risk Seviyesinin Belirlenmesi

3.10.1 Birinci titreşim periyodunun belirlenmesinde kullanılan katsayı

1998 Afet Bölgelerinde Yapılacak Yapılar Hakkında Yönetmelikte eşdeğer deprem yükü yöntemine göre binanın birinci doğal titreşim periyodu:

$$T_1 \cong T_{1A} = C_t H_N^{3/4} \quad (3.1)$$

ile belirlenmektedir.

Burada yer alan katsayı, binanın taşıyıcı sistemine göre belirlenmektedir.

Deprem yükünün tamamının betonarme perdelerle taşındığı sistemlerde:

$$C_t = 0.075 / A_t^{1/2} \leq 0.05 \quad (3.2)$$

denklemini ile C_t katsayısı elde edilir. Buradaki A_t ise:

$$A_t = \sum_j A_{wj} (0.2 + (l_{wj} / HN)^2) \quad (3.3)$$

denklemini ile elde edilir.

Taşıyıcı sistemi sadece betonarme çerçevelerden ve ya dış merkez çaprazlı çelik perdelerden oluşan binalarda:

$$C_t = 0.07$$

Taşıyıcı sistemi sadece çelik çerçevelerden oluşan binalarda:

$$C_t = 0.08$$

Diğer tüm binalarda ise:

$$C_t = 0.05 \text{ alınır.}$$

3.10.2 Birinci doğal periyot

Bir önceki bölümde de belirttiğimiz gibi ABYYHY'98 e göre yapının birinci doğal titreşim periyodu:

$$T_1 \cong T_{1A} = C_t H_N^{3/4} \quad (3.4)$$

formülü ile hesaplanır.

3.10.3 Deprem bölgesi katsayısı

Deprem bölgesi katsayısı Bölüm(3.3.1) de yer verilen ‘‘Deprem Bölgesi Haritası’’ndan belirlenebilir.

TDY’ de deprem bölgelerine ait etkin yer ivmesi Çizelge 3.8’de verilmiştir.

Çizelge 3.8 : Deprem bölgesi katsayıları.

Deprem Bölgesi	A_0
1	0.40
2	0.30
3	0.20
4	0.10

3.10.4 İvme spektrumu

İvme spektrum katsayıları TDY’de verilen denklemler ile hesaplanmaktadır.

$$S(T) = 1 + 1.5T/T_A \quad (0 \leq T \leq T_A) \quad (3.5)$$

$$S(T) = 2.5 \quad (T_A \leq T \leq T_B) \quad (3.6)$$

$$S(T) = 2.5(T_B/T)^{0.8} \quad (T > T_B) \quad (3.7)$$

3.10.5 Deprem yükü azaltma katsayısı

Deprem yükü azaltma katsayısı TDY’de taşıyıcı sistem davranış katsayısı (R) ve yapının birinci doğal titreşim periyoduna (T) bağlı olarak Denklem(3.8-3.9) ile belirlenmektedir.

$$R_a(T) = 1.5 + (R - 1.5)T/T_A \quad (0 \leq T \leq T_A) \quad (3.8)$$

$$R_a(T) = R \quad (T > T_A) \quad (3.9)$$

3.10.6 Spektral ivme katsayısı

Deprem yüklerinin belirlenmesi için esas alınacak olan ve tanım olarak %5 sönüm oranı için elastik tasarım ivme spektrumunun yerçekimi ivmesi g’ye bölünmesine karşı gelen Spektral İvme Katsayısı (A(T)) Denklem(3.10) ile verilmiştir.

$$A(T) = A_0 I S(T) \quad (3.10)$$

3.10.7 Minimum taban kesme kuvveti

Eşdeğer taban kesme kuvveti ile karşılaştırılacak minimum taban kesme kuvveti Denklem(3.11) ile hesaplanmaktadır.

$$V_{t1} = 0.10A_0 IW \quad (3.11)$$

3.10.8 Katlara etkiyen eşdeğer deprem yükleri

$H_N > 25m$ için binanın son katına etkiyen ek eşdeğer deprem yükü Denklem(3.13) ile hesaplanmaktadır.

$$\Delta F_N = 0.07T_1 V_t \leq 0.2V_t \quad (3.13)$$

$H_N \leq 25m$ olan yapılarda ise ek eş değer deprem yükü hesaplanmaz.

Eş değer deprem yükü katlara Denklem(3.14) ile dağıtılmaktadır.

$$F_i = (V_t - \Delta F_N) \frac{w_i H_i}{\sum_{j=1}^N (w_j H_j)} \quad (3.14)$$

3.10.9 Malzemenin ortalama kayma gerilmesi

Taban kesme kuvvetinin hesaplandığı bu yöntemde, malzeme ortalama kayma gerilmesinin de taban kesme kuvvetine etkisi göz önüne alınmalıdır. Malzeme, basınç ve kayma gerilme değerleri aşağıda Çizelge3.9 ve 3.10'da gösterilmektedir.

Çizelge 3.9 : Basınç gerilmesine bağlı kayma gerilmeleri.

Ortalama Basınç Gerilmesi (kg/cm ²)	Ortalama Kayma Gerilmesi (kg/cm ²)
20>	1
40>	2
60>	3
80>	4
100>	5
120>	6
160>	8
200>	9
250>	10
300>	11,5
350>	12,5
400>	13,5
450>	14,5
500>	15,5
500<	16,5

Çizelge 3.10 : Yığma, çelik ve ahşap malzemelerin kabul edilen gerilmeleri.

Taşıyıcı Sistem Türü	Ortalama Basınç Gerilmesi (kg/cm ²)	Ortalama Kayma Gerilmesi (kg/cm ²)
Yığma	70	15
Çelik	1400	900
Ahşap	70	10

3.10.10 Binanın toplam taban kesme kuvveti kapasitesi

Yapının güvenirliliği kararı için, yapıya etkileyen taban kesme kuvvetinin karşılaştırılması için yapının taban kesme kuvveti kapasitesinin hesaplanması gerekmektedir. Yapıda kolon, betonarme perdeler ve dolgu duvarların enkesit alanları kesme kuvvetini karşılamaktadır. Kesme kuvvetini taşıyan kesit alanları x ve y doğrultusu olmak üzere iki doğrultuda ayrı ayrı hesaplanmaktadır. Bu kesit alanları TDY'de aşağıdaki denklemler ile verimiştir.

$$A_{vx} = 0.15DA_{vx} + PA_{vx} + KA_v \quad (3.15a)$$

$$A_{vy} = 0.15DA_{vy} + PA_{vy} + KA_v \quad (3.15b)$$

Binanın toplam kesme kuvveti kapasitesi ise,

$$V_x = A_{vx}f_{ctd} 0.65 \quad (3.16a)$$

$$V_y = A_{vy}f_{ctd} 0.65 \quad (3.16b)$$

denklemleri ile hesaplanmaktadır. Bu denklemde sadece betonun kesme kuvveti kapasitesi hesaplanmaktadır. Donatının kapasiteye katkısı hesaba etkitilmemektedir.

3.10.11 Yapısal emniyet faktörü

Yapıya etkileyen deprem yükü ile yapının gelen yükü taşıma kapasitesinin karşılaştırılması ile elde edilen yapısal emniyet faktörü şu şekilde hesaplanmaktadır.

$$\text{Yapısal Emniyet Faktörü} = \frac{(V_x, V_y)_{\min}}{V_t} \quad (3.17)$$

3.10.12 Göreceli durum tespit puanı

Hesaplanan yapısal emniyet faktörü yanı sıra, anket formundaki yapısal özelliklere bağlı 100e yakın risk unsuru parametrelerine dayanan ‘‘Göreceli Puan’’ da hesaplanmaktadır. Bu risk unsurları 1992 Erzincan ve 1999 Marmara depremleri sonuçlarına göre belirlenmiştir ve kesin yöntemlerle karşılaştırılarak kalibrasyonları yapılmıştır. Yapının risk seviyesi ise bu iki puanın birleştirilmesi ile elde edilen ‘‘Göreceli Durum Tespit Puanı’’ na bakılarak karar verilir.

$$\text{Göreceli Durum Tespit Puanı} = \text{Göreceli Puan} \times \text{Yapısal Emniyet Faktörü} \quad (3.18)$$

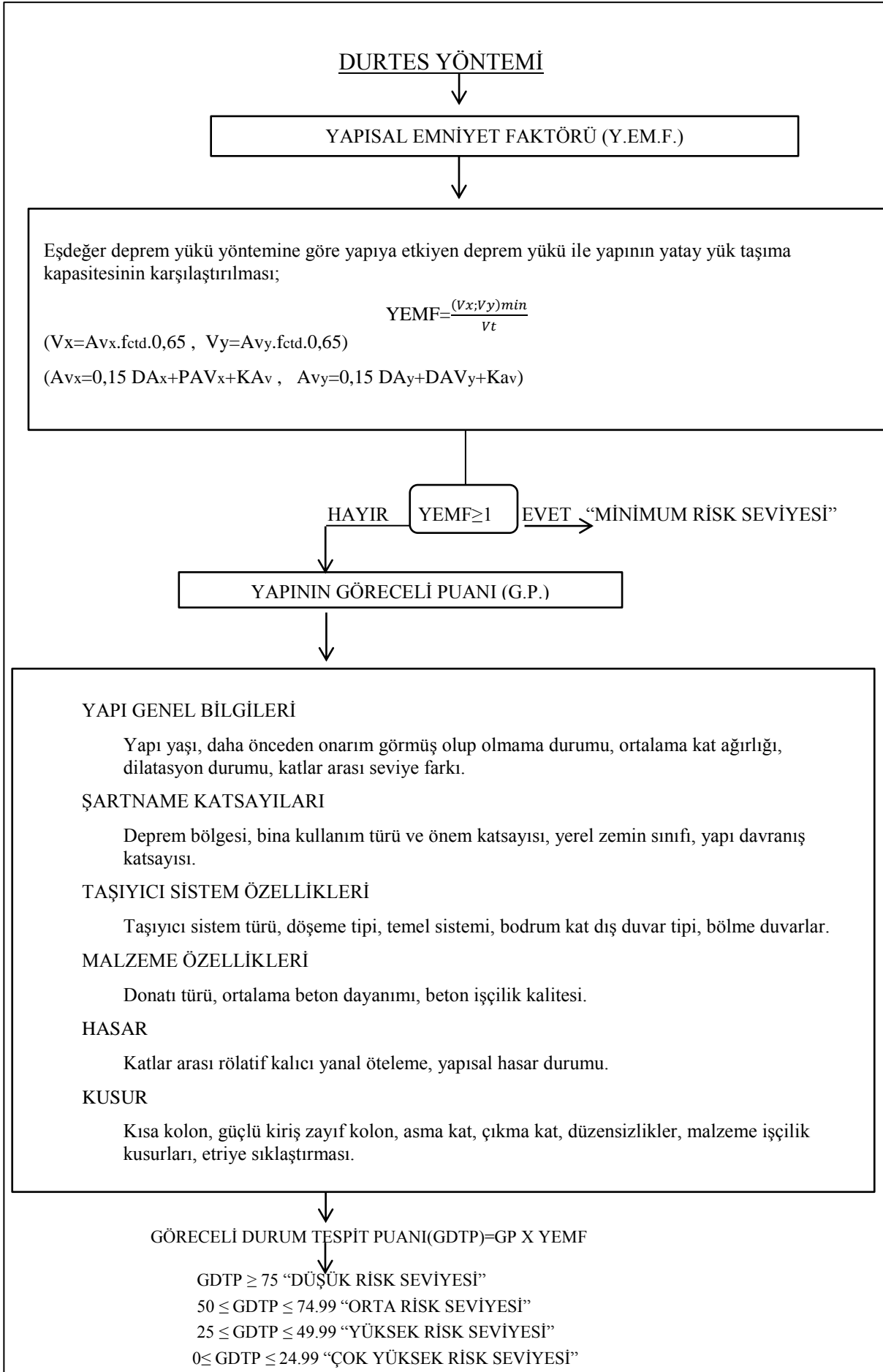
3.10.13 Yapının sahip olduğu risk seviyesi

Yöntemin sonunda yapı için verilecek karar, göreceli durum tespit puanına göre şöyledir (Çizelge 3.11),

Çizelge 3.11 : Hasar risk sınıflandırma kriterleri.

Yapısal Emniyet Faktörü	Göreceli Durum Tespit Puan Aralığı	Hasar Risk Seviyesi
≥ 1	-	Minimum risk seviyesi
< 1	≥ 75	Düşük risk seviyesi
< 1	50 - 74.999	Orta risk seviyesi
< 1	25 - 49.999	Yüksek risk seviyesi
< 1	0 - 24.999	Çok yüksek risk seviyesi

Yöntemin akış diyagramı Şekil 3.2 de verilmiştir.



Şekil 3.2 : DURTES yöntemi akış diyagramı.

4. P25 HIZLI DEĞERLENDİRME YÖNTEMİ

P25 metodu, yapı stokunun fazla, zaman ve finansman kaynaklarının sınırlı olduğu durumlarda, basit gözlem ve ölçümlerle kısa zamanda yapının deprem güvenilirliğinin tespiti için geliştirilmiş bir hızlı değerlendirme metodudur. Bu bölümde P25 metodunun doğuşu ve gelişimi, ardından hesap adımları açıklanmaya çalışılacaktır.

4.1 P25 Metodunun Doğuşu ve Gelişimi

Yaklaşık %60'ı canlı deprem kuşakları üzerinde bulunan ülkemizde özellikle İstanbul gibi milyonları ifade eden ve düzensiz bir yapı stokunun mevcut olduğu şehirlerde deprem riskine karşı acil önlem almak hayati derecede önemlidir. Sadece İstanbul'daki yapı stoku düşünüldüğü durumda dahi her bir binanın Deprem Şartnamesindeki ayrıntılı irdeleme yöntemleri ile tek tek değerlendirilmesi 25 yıl kadar uzun bir süre, çok miktarda teknik eleman ve milyon dolarları ifade eden finansal kaynaklar gerektirmektedir. İstanbul'da yakın zamanda beklenen bir deprem acil önlemler gerekmektedir. Bu noktada yapıların hızlıca değerlendirilerek, hasar seviyesini belirlemek yerine toptan göçmenin olup olmayacağına karar vermeyi hedefleyen yöntemin ön çalışmaları Tezcan ve Bal'ın "Sıfır Can Kaybı" yaklaşımı adı altında doğmuştur [22]. Bu çalışma kapsamında P25 Metodunun temelini oluşturacak P5 Metodu önerilmiştir.

Daha sonra 2005 yılında P5 Metodu baz alınarak İTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü Deprem Mühendisliği programında Prof. Dr. G. Gülay yönetiminde İhsan Engin Bal'ın yüksek lisans tezi ile metod kalibre edilerek P24 metodu adını almıştır. Adından da anlaşılacağı üzere yöntem, 24 ayrı parametreyi değişken olarak hesaba yansıtmaktadır. Yöntem 26 adet hasar almamış, orta hasarlı ve yıkılmış binaya uygulanmıştır [30]. Yöntem yapı hakkında, güvenli, şüpheli (ayrıntılı irdelemeye ihtiyaç vardır) ya da güvensiz (yıkılmalı ya da güçlendirilmeli) sonuçlarının çıkarılmasını sağlamaktadır.

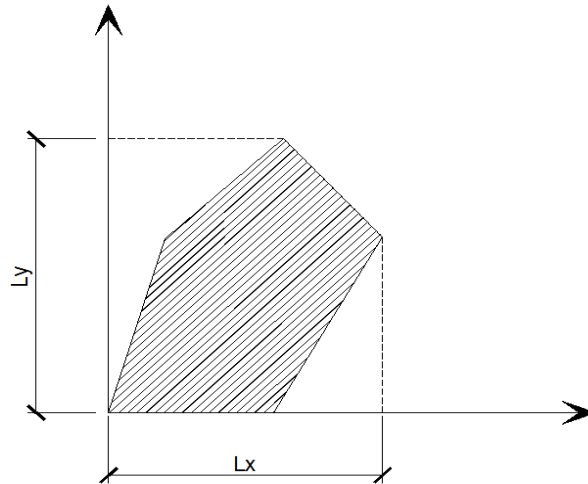
Bu yöntem 2006 yılında 106M278 nolu TÜBİTAK projesi kapsamında yine Gülay, Tezcan ve Bal tarafından İ.T.Ü. Uygur Merkezi arşivindeki binalara uygulanarak analitik çalışmaları kalibre edilerek ve pilot bölge uygulaması yapılarak P25 yöntemi adını almıştır.

4.2 P25 Yöntemi ve Hesapta Kullanılan Parametreler

Yöntemde, yapının yıkılma durumuna karar verilmesi farklı parametreleri barındıran P-sonuç puanının P-sonuç performans puanı ile karşılaştırılmasıyla elde edilir. P-sonuç puanını hesaplayabilmek için 7 adet (P_1, P_2, \dots, P_7) farklı değerlendirme puanı hesaplanır. Bu yedi adet puanın her biri farklı göçme risklerini temsil etmektedir. Bu yedi adet puanın birbirleri ile etkileşime girip girmediklerini saptamak için her P_i puanı için belirlenen ağırlık çarpanı da dikkate alınarak P_w -ağırlıklı ortalama puan hesaplanır [18]. P_i puanların en küçüğü olan P_{\min} puanı için, P_w -ağırlıklı ortama puanına bağlı olarak bir β -çarpanı bulunur. β -çarpanı yanı sıra bir de α -çarpanı bulunur ki bu değer binanın önem katsayısını, hareketli yük katsayısını, bölgenin depremsellik derecesini ve arazinin topoğrafyasını temsil etmektedir. Bu çarpan ile düzeltme yapıldıktan sonra binanın güvenilirliği hakkında bilgi edinilir[33].

Kritik Kat Seçimi

Yöntemin ilk adımında binanın zemin kat tabanı ortogonal bir kartezyen sistemine oturtulmalıdır (Şekil 4.1). Dış akslardan itibaren binanın X ve Y doğrultusundaki boyları L_x ve L_y değerleri olarak kaydedilir ve efektif kat alanı hesaplanır ($A_e = L_x * L_y$).



Şekil 4.1 : Yapı boyutlarının belirlenmesi.

Kritik kat olarak yapıda hasar görme olasılığı en yüksek olarak tahmin edilen kat seçilir. Bu kat genellikle giriş kat olmakla beraber, bodrum kat çevresinde istinat perdeleri bulunmuyorsa bodrum kat seçilir. Hangi katın kritik olduğu konusunda kesin karar verilemiyorsa şüphelenilen katların her birine yöntem uygulanır ve minimum çıkan sonuç puanı esas alınır.

CA Enkesit Alanı Endeksi Bileşkesi

Endeks değerlerinin hesaplanması için önce, kritik katta bulunan kolon, perde duvar ve dolgu duvarların enkesit alanları ve atalet momentleri hesaplanır. Alan endeksi kolon, perde ve dolgu duvarlar alanlarının efektif kat alanına oranı olarak belirlenir. Alan endeksleri aşağıdaki denklemler kullanılarak hesaplanır:

$$C_{Ax} = 2(10^5) A_{efx} / A_e \quad (4.1a)$$

$$C_{Ay} = 2(10^5) A_{efy} / A_e \quad (4.1b)$$

$$A_{ef,x} = A_c + A_{sx} + (E_m / E_c) A_{wx} \quad (4.2a)$$

$$A_{ef,y} = A_c + A_{sy} + (E_m / E_c) A_{wy} \quad (4.2b)$$

$$C_A = \sqrt{(0.87C_{A,min})^2 + (0.50C_{A,max})^2} \quad (4.3)$$

$$C_{A,min} = \min(C_{Ax}, C_{Ay}) \quad (4.4a)$$

$$C_{A,max} = \max(C_{Ax}, C_{Ay}) \quad (4.4b)$$

Burada;

A_c : Kritik kattaki kolon enkesit alan toplamı,

A_{sx} : Kritik kattaki betonarme perde duvarların enkesit toplamı,

A_{wx} : Kritik kattaki dolgu duvarların enkesit alan toplamı,

E_m / E_c : Dolgu duvarı elastisite modülünün beton elastisite modülüne oranı (0.15).

Cı Atalet Momenti Endeksi Bileşeni

Her iki yöndeki atalet momentleri ve atalet momenti endeksi bileşenleri şu şekilde hesaplanır;

$$C_{Ix} = 2(10^5)(I_{ef,x}) / (I_x)^{0.2} \quad (4.5a)$$

$$C_{Iy} = 2(10^5)(I_{ef,y}) / (I_y)^{0.2} \quad (4.5b)$$

$$I_x = a^3 b / 12 \quad I_y = b^3 a / 12 \quad (4.6)$$

$$I_{ef,x} = I_{cx} + I_{sx} + (E_m / E_c) I_{wx} \quad (4.7a)$$

$$I_{ef,y} = I_{cy} + I_{sy} + (E_m / E_c) I_{wy} \quad (4.7b)$$

$$C_{I,min} = \min(C_{Ix}, C_{Iy}) \quad (4.8a)$$

$$C_{I,max} = \max(C_{Ix}, C_{Iy}) \quad (4.8b)$$

$$C_I = \sqrt{(0.87 C_{I,min})^2 + (0.50 C_{I,max})^2} \quad (4.9)$$

Alan ve atalet momenti endeksleri depremin, binanın zayıf yönüne 30° açı ile geldiği esasına göre hesaplanır.

P_o - Taşıyıcı Sistem Puanı

P_o taşıyıcı sistem puanı;

$$P_o = (C_A + C_I) / h_o \quad (4.10)$$

Denklemler ile hesaplanmaktadır. Burada h_o bina yüksekliği ile ilgili bir düzeltme çarpanıdır. Formülü şu şekildedir;

$$h_o = -0.6 H^2 + 39.6 H - 13.4 \quad (4.11)$$

P₁ – Temel Yapısal Puanı

Temel yapısal puanının hesaplanmasında kullanılan, yapısal düzensizlik katsayılarının (f_i) tanımı ve aldığı değerler Çizelge 4.1 de gösterilmiştir.

Çizelge 4.1 : Yapısal düzensizlik katsayıları ve tanımları.

Katsayı	Tanım	Risk Seviyesi		
		Yüksek	Az	Yok
f1	Burulma Düzensizliği	0.9	0.95	1
f2	Döşeme Süreksizliği	0.9	0.95	1
f3	Düşey Doğrultuda Süreksizlik	0.65-0.70	0.9	1
f4	Kütle Düzensizliği	0.75	0.85	1
f5	Korozyon Mevcudiyeti	0.80	0.90	1
f6	Ağır Cephe Elemanları	0.9	0.90	1
f7	Asma Kat Mevcudiyeti (γ=Asma kat/Kat Alanı)	0.9 γ≥0.25	0.95 0<γ<0.25	1 γ=0
f8	Katlarda seviye farkı veya kısmi bodrum	0.8	0.9	1
f9	Beton Kalitesi	f9= (f _c / 20) ^{0.5}		
f10	Zayıf kolon-Kuvvetli Kiriş	f10= [(I _x +I _y)/2 I _b] ^{0.15} ≤ 1.0		
f11	Etriye sıklığı	f11= 0.60 ≤ (10 / s) ^{0.25} ≤ 1.0		
f12	Zemin Sınıfı	0.9 (Z4 için)	0.95 (Z3 için)	1 (Z2, Z1 için)
f13	Temel Tipi	0.80-0.90 (Tekil Temel)	0.95 (Sürekli Temel)	1 (Radye Temel)
f14	Temel Derinliği	0.90 (1m'den az)	0.95 (1-4m arası)	1 (4m'den fazla)

Bu 14 adet puanın P_0 (taşıyıcı sistem puanı) ile çarpılmasıyla P_1 (temel yapısal puan) elde edilir.

$$P_1 = P_0 \left(\prod_{i=1}^{14} f_i \right) \quad (4.12)$$

P₂ – Kısa Kolon Puanı

Binada kısa kolonun bulunma oranına ve kısa kolonun serbest yüksekliğinin kat yüksekliğine oranına bağlı olarak belirlenen bu puan için esas alınan değer Çizelge 4.2'deki şekildedir;

Çizelge 4.2 : Kısa kolon puanlama matrisi.

Kısa Kolonların Bulunma Oranı	Kısa kolon Boyu / Kat yüksekliği			
	(0.75-1)h	(0.4-0.75)h	(0.15-0.4)h	(0-0.15)h
Az (%5den az)	70	64	57	50
Bazı (%5-%15)	60	50	44	37
Fazla (%15-%30)	50	40	30	24
Çok Fazla (%30 dan Fazla)	40	30	20	10

Yapıda kısa kolon bulunması halinde, meydana gelebilecek hasar türlerinin bazıları aşağıda Şekil 4.2'deki fotoğraflarda mevcuttur:



(a)



(b)



(c)



(d)

Şekil 4.2 : Kısa kolon hasarına örnek fotoğraflar.

P₃- “Yumuşak Kat” ve “Zayıf Kat” Puanı

Yapının giriş katının diğer katlara göre daha yüksek yapılması, yanal rijitliğe katkısı olan dolgu duvarların bulunmaması, katlar arası ani dayanım ve ya rijitlik değişimi gibi nedenlerde yapıda ciddi hasar hatta göçmeye sebep veren bu düzensizliklere sırası ile “yumuşak kat düzensizliği” ve “zayıf kat düzensizliği” isimleri verilmektedir [34]. Bu düzensizlikleri ifade eden “yumuşak kat ve zayıf kat puanı” adı verilen puan şu formül ile hesaplanmaktadır;

$$P_3 = 100[r_a r_r (h_{i+1} / h_i)^3]^{0.60} \quad (4.13)$$

Bu formüldeki h_i ve h_{i+1} ifadeleri sırasıyla kritik katın ve bir üst katın kat yüksekliklerini göstermektedir. r_a ve r_r ifadeleri ise kritik kat ve bir üstteki kolon, perde duvar ve dolgu duvarların efektif alan ve efektif atalet momenti cinsinden oranlarıdır. Şu şekilde hesaplanır;

$$r_a = (A_{ef,i} / A_{ef,i+1}) \leq 1 \quad (4.14)$$

$$r_r = (I_{ef,i} / I_{ef,i+1}) \leq 1 \quad (4.15)$$

r_a ve r_r değerleri x ve y doğrultuları için ayrı ayrı bulunur ve ortalamaları alınır.

Yumuşak kat ve zayıf kat düzensizliklerine dair birkaç fotoğraf aşağıda (Şekil 4.3-4.5) verilmiştir:



Şekil 4.3 : Adapazarı'nda 5 Katlı Binanın Zayıf Katında Hasar.
(17 Ağustos 1999Kocaeli Depr. M=7.4) [34]



Şekil 4.4 : Olive view Hastanesi Zayıf Kat.
(9 şubat 1971San Fernando – Kalifornya Depremi
M=6.5)[34]



Şekil 4.5 : Imperial County Belediye Binası zayıf kat hasarı
(15 Ekim 1979 Imperial County Depremi, M=6.4)[34]

P4 – Çıkmalar ve Çerçeve Süreksizliği Puanı

İmar yasasında T.A.S.K. (taban alanı katsayısı) olarak bilinen katsayı, imara açılmış bir parseldeki en büyük yapının parselde oturacağı taban alanını sınırlamaktadır. Bu durumda yapının kat alanını genişletmek isteyen müteahhit ya da mülk sahibi çözümü 1. Kat itibari ile çıkmalar yapmakta bulunmaktadır. Çıkmaların gerek yapılan çalışmalar, gerek geçmiş depremlerden edinilen deneyimlerle yapıda hasara sebep oldukları ortaya konulmuştur. Çıkmalar, kütle düzensizliğine, deprem moment kolunun yukarılara taşınmasına ve çerçeve düzensizliğine sebep olmaktadır ki bu da yapıda ciddi anlamda dayanım kaybı oluşturmaktadır. Bu düzensizlik P25 yönteminin hesabına aşağıdaki tabloda (Çizelge 4.3) yer alan puanlar ile yansıtılmaktadır.

Çizelge 4.3 : P4 çıkmalar ve çerçeve süreksizliği puanı.

Çerçeve Kirişleri	Çıkmanın Bulunma Oranı		
	Tek Cephe	İki Cephe	Üç-Dört Cephe
Var	90	80	70
Yok	70	60	50

P5 – Çarpışma Puanı

Bitişik nizam binaların deprem sırasında büyük hasar aldıkları geçmiş depremlerde bire bir tecrübe edinilmiştir. Gerekli çalışmalarla da bu gerçek ortaya konmuştur. İki binanın bitişik olması, deprem sırasında yatay ötelenme yapan yapıların birbirlerine enerji aktarmalarına neden olmaktadır ki bu durum tasarım sırasında ön görülmeyen ekstra dış yüklerin yapıya etkimesi anlamına gelmektedir. Bu etki, özellikle yükseklikleri ya da ağırlıkları dolayısıyla periyotları farklı olan yapılarda, bitişik nizamda sıralanmış yapıların köşe uç noktasındaki yapıda daha büyük hasara neden olmaktadır. Bitişik iki binanın ağırlık noktalarını birleştiren çizgi ile iki binanın ortak çizgisinin ortasından geçiyorsa “merkezi çarpışma” geçmiyorsa “dış merkezli çarpışma” olarak sınıflandırılır. Bu puan için kullanılacak değerler Çizelge 4.4 de şu şekilde verilmiştir;

Çizelge 4.4 : Çarpışma puanı matrisi.

Çarpışma Türü	Merkezi Çarpışma		Dış Merkezli Çarpışma	
	Aynı Seviyede Döşeme	Farklı Seviyede Döşeme	Aynı Seviyede Döşeme	Farklı Seviyede Döşeme
Birbirine Bitişik Binalarda Uç Bina	50	15	20	10
Bir Bina Diğerinden Daha Rijit ve/veya Ağır	35	25	30	20
Alçak Bina ile Yüksek Bina Komşu	40	30	30	20

Çarpışma etkisi ile meydana gelen hasarlara örnek olarak Şekil 4.6’da birkaç fotoğraf verilebilir:



(a)



(b)



(c)

Şekil 4.6 : Çarpışma etkisinin neden olduğu hasar görüntüleri.

P₆ – Sıvılaşma Potansiyeli Puanı

Sıvılaşma potansiyeli YASS'ne (yer altı su seviyesi) göre Çizelge 4.5' de verilmiştir.

Çizelge 4.5 : P₆ sıvılaşma potansiyeli puanları.

YASS	Hesaplanan Sıvılaşma Potansiyeli		
	Az	Orta	Yüksek
> 10 m	60	45	30
2m - 10m	45	33	20
< 2m	30	20	10

Sıvılaşma durumunun depremde meydana getirdiği hasarlara ait birkaç fotoğraf aşağıda Şekil 4.7'de sıralanmıştır:



(a)



(b)



(c)



(d)

Şekil 4.7 : Sıvılaşma sebebiyle yapıda meydana gelen hasar görüntüleri.

P7 – Toprak Hareketleri Puanı

Bu puan için Çizelge 4.6 verilmiştir. Bu puan zemin tipine göre tespit edildiğinden zemin tipi önceden belirlenmelidir. Elde edilen zemin parametrelerine göre, yanal dağılma, heyelan, istinat duvarı göçmesi ya da büyük oturmaların olup olmadığı saptanmalı, uygun puan seçilmelidir.

Çizelge 4.6 : P7 – Toprak hareketleri puanı.

Zemin Sınıfı	YASS (m)	P7-Puanı
Z ₁ -Z ₂	-	100
Z ₃	YASS ≤ 5	25
	YASS > 5	35
Z ₄	YASS ≤ 5	10
	YASS > 5	20

α – Düzeltme Çarpanı

Pi puanları arasından en küçüğü olarak seçilen P_{min} puanının bir çarpan ile düzeltilmesi gerekmektedir. Bu çarpan bina önem katsayısı (I), efektif ivme katsayısı (A_o), hareketli yük çarpanı (n) ve topografik konum katsayısı (t) değişkenlerini içinde barındıran Denklem 4.16 ile bulunmaktadır.

$$\alpha = (1/I) (1.4 - A_o) [1 / (0.4n + 0.88)] t \quad (4.16)$$

Topografik t katsayısının nominal değeri $t = 1$ dir. Bu değer, değerlendirilen yapı tepe üstünde ise 0.7, dik bir yamaçta ise 0.85 değerini almaktadır.

β - Düzeltme Çarpanı

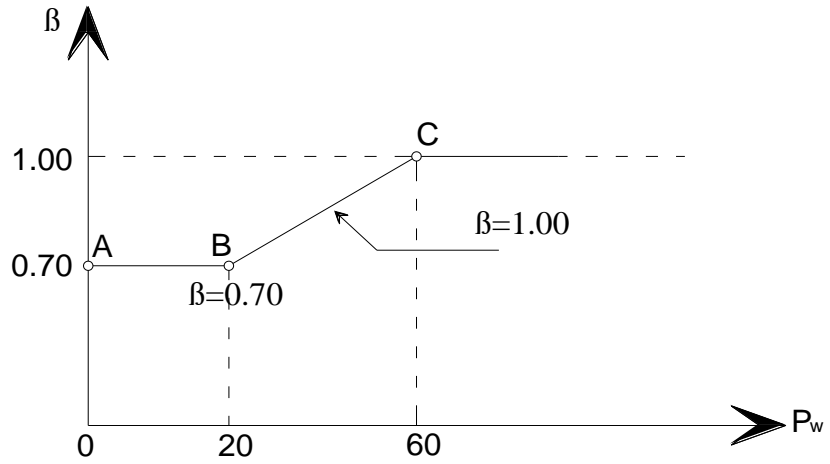
Sonuç performans puanı, hesaplanan 7 adet P_i puanının ağırlıklı olarak birbirleri ile etkileşimleri yolu ile hesaplanmaktadır. Bu 7 adet puanın en küçüğü olan P_{min} puanı ağırlık katsayısı $w=4$ ile çarpılır. Diğer puanların çarpıldığı ağırlık katsayıları ise Çizelge 4.7’de verilmiştir. Puanların ve ağırlık çarpanlarının kullanıldığı denklem 4.19 ile P_w ağırlıklı ortalama puan elde edilir.

$$P_w = \sum(w_i P_i) / w_i \quad (4.17)$$

P_w ağırlıklı ortalama puanına bağlı olarak Şekil 4.8 deki grafik yardımı ile β düzeltme çarpanı elde edilir.

Çizelge 4.7 : Çeşitli puanlar için ağırlık oranları.

Ağırlık Puanı	P_1	P_2	P_3	P_4	P_5	P_6	P_7	P_{min}
w	4	1	3	2	1	3	2	4



Şekil 4.8 : β katsayısının değişimi.

P – Sonuç Puanı

α , β düzeltme çarpanları ve P_{min} puanı kullanılarak P sonuç puanı Denklem 4.20 ile elde edilir.

$$P = \alpha \beta P_{min} \quad (4.18)$$

Elde edilen puan limit puan olarak belirlenen 25 ile karşılaştırılarak nihai karara varılır [18]. Yapı için “güvenli”, “güvensiz” ya da “ayrıntılı irdelenmelidir” kararları verilir.

5. SAYISAL İNCELEMELER

5.1 Giriş ve Kapsam

Tez kapsamında Düzce ilinde bulunan 1999 Düzce depremi sonrasında dokuzu (9) toptan göçmüş beşi (5) ağır hasarlı ve üçü (3) orta hasarlı toplam 17 adet binaya deprem güvenilirliğinin tespiti amacıyla P25 ve Durtes hızlı puanlama yöntemleri ve bir adet binaya doğrusal eşdeğer deprem yükü yöntemi uygulanmış ve sonuçlar karşılaştırılmıştır.

5.2 İncelenen Yapıların Etiketlenmesi

Bu binalar için kullanılan etiketleme yöntemi daha önce 106M278 No.lu TÜBİTAK projesinde önerilen ve İTÜ UYGAR merkezindeki yapılara da uygulanmıştır.

Binalar, X sembolü rakamı Y sembolü harfi göstermek üzere XXX-YYY-Y-XX-YY 11 basamak halinde etiketlenmektedirler. Baştaki XXX bina 1 den 17 kadar bina sıralamalarını göstermektedir. İkinci sıradaki YYY binaların bulunduğu ilin ilk üç harfidir. Türkçe karakter içermemektedir. Üçüncü sıradaki Y bina türünü göstermektedir. Şayet bina betonarme ise R, prefabrik ise P, diğer herhangi bir tür ise O yazılır. Dördüncü sıradaki XX bina toplam kat adedini göstermektedir. Beşinci sıradaki YY ise bina hasar seviyesini göstermektedir. Hasar seviyeleri ingilizcedeki anlamlarının iki harfleri ile gösterilmektedir. Bina göçmüş ise CL (collapsed), ağır hasarlı ise HD (heavy damaged), orta hasarlı ise MD (medium damaged), hafif hasarlı ise SD (slightly damaged), hasarsız ise ND (none damaged) ve henüz deprem görmemiş ise NS (no seismicity) şeklinde kodlama yapılmaktadır.

5.3 Çalışma Kapsamında İncelenen Örnek Binalar

Çalışmada kullanılan yapıların etiketlenmesi şu şekildedir:

001-DUZ-R-05-HD Düzce, 5620, 139, 20M3D, 62

002-DUZ-R-05-HD Düzce, 8210, 44, 33HIB, 28

003-DUZ-R-06-CL Düzce, 5530, 95, 20MIIC, 6

004-DUZ-R-05-CL Düzce, 6748, 100, 33HIIB, 16

005-DUZ-R-03-HD Düzce, 6773, 55, 34HIVC, 16

006-DUZ-R-07-MD Düzce, 8060, 175, 33HIA, 11

007-DUZ-R-06-CL Düzce, 7941, 153, 33HIID, 9

008-DUZ-R-05-CL Düzce, 6353, 93, 20MIVB, 252

009-DUZ-R-05-HD Düzce, 6766,... , 34H4D, 878

010-DUZ-R-06-CL Düzce, 7899, 94, 33HIIC, 33

011-DUZ-R-06-CL Düzce, 5342, 43, 20MID, 15

012-DUZ-R-02-HD Düzce, 6414, 80, 20M2A, 36

013-DUZ-R-07-MD Düzce, 6373, 211, 20MTC, 12

014-DUZ-R-05-HD Düzce, 6759, 148, 20MIID, 24

015-DUZ-R-06-CL Düzce, 7229, 93, 33HIIC, 44

016-DUZ-R-05-MD Düzce, 4496, 139,, 3

017-DUZ-R-07-CL Düzce, 8449, 176, 33HIA, 6-7-8

Yukarıda yapıların etiketlerinin yanısıra sıra ile yapının bulunduğu il, ruhsat numaraları, ada, pafta ve parsel numaraları bulunmaktadır. Binaların tamamının P25, ve DURTES yazılımı ile deprem performansları belirlenmiştir. Bu binaların arasından seçilen 005-DUZ-R-03-HD kodlu binanın ise ayrıca Türk Deprem Yönetmeliğinde yer alan Eşdeğer Deprem Yüğü Yöntemi ile doğrusal elastik değerlendirilmesi yapılmıştır.

Yapılarının tamamının Düzce ilinde bulunması sebebiyle [35] nolu kaynak referans alınarak tüm binaların oturduğu zemin sınıfı Z4 (TA=0.2 TB=0.9) ve 1. Derece deprem bölgesi (Ao= 0.4) olarak belirlenmiştir.

Yapılan hesaplarda beton basınç dayanımı olarak 10 N/mm² değerinin alınması uygun bulunmuştur.

Her bir yapıya ait kolon boyutları EK.A'da verilmiştir.

5.4 005-DUZ-R-03-HD Kodlu Referans Binanın Deprem Güvenliği Değerlendirilmesi

5.4.1 005-DUZ-R-03-HD yapısı genel bilgileri

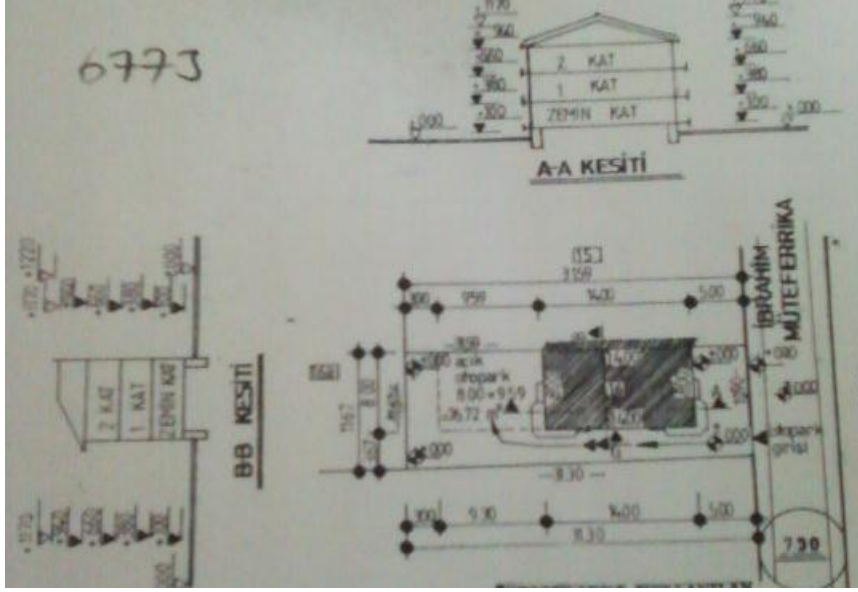
İncelenen yapı Düzce ilinde, Hamidiye mahallesinde bulunmaktadır. Yapı 1991 yılında inşa edilmiş ve konut olarak kullanılmaktadır. Yapının statik ve mimari projeleri mevcuttur. Yapı 1999 Düzce depreminden sonra yıkıldığından mevcut durumunun projeye uygunluğu kontrol edilememiş, sadece projedeki bilgiler esas alınarak değerlendirme yapılabilmektedir.

Zemin kat 2.80 m ve 2 normal kat 2.80 m yüksekliğindedir. Bodrum kat bulunmaması sebebiyle zemin kat kritik kat olarak seçilmiştir. Yapının genel bilgileri Çizelge 5.1'de gösterilmektedir:

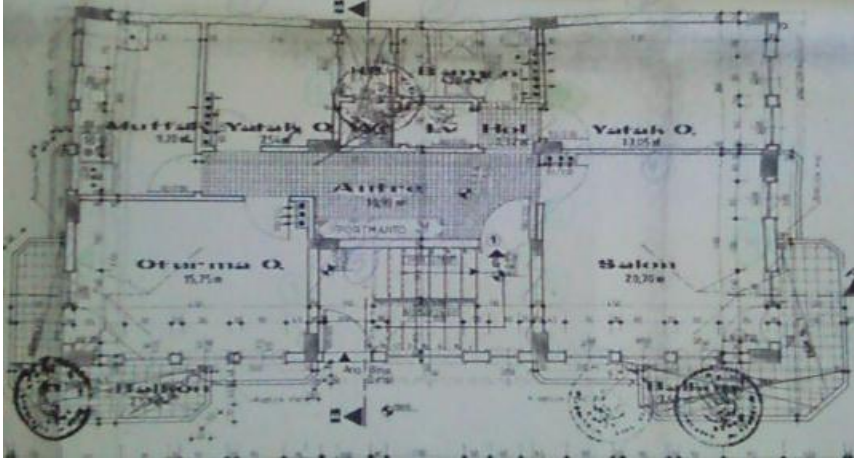
Çizelge 5.1 : 005-DUZ-R-03-HD yapı genel bilgileri.

Yapı Kodu	005-DUZ-R-03-HD	
Yapı Kullanım Amacı	Konut	
Yapım Yılı	1991	
İl-Mahalle	DÜZCE-Hamidiye mah.	
Ada-Pafta-Parsel	55/34HIVC/16	
Ruhsat No	6773	
Kat Yükseklikleri	Bodrum Kat	---
	Zemin Kat	2.8 m
	Normal Kat	2.8 m
Kritik Kat Alan	115 m ²	
Döşeme Tipi	Kirişli Plak (20x60)	
Temel tipi	Tek Yönlü Sürekli	
Zemin Cinsi	Z4	

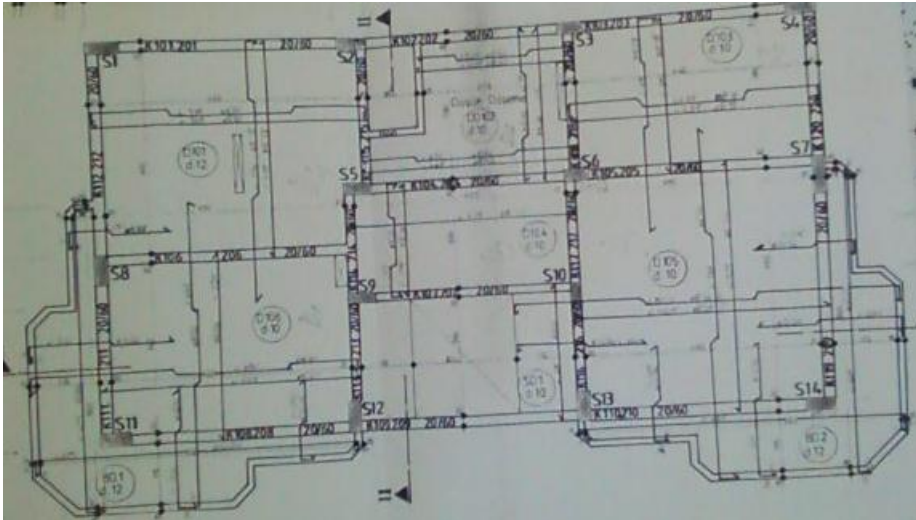
Yapının vaziyet planı, kat kalıp planı ve mimari kat planı aşağıda Şekil 5.1-5.3'de sırası ile gösterilmektedir:



Şekil 5.1 : 005-DUZ-R-03-HD kodlu bina vaziyet planı.



Şekil 5.2 : 005-DUZ-R-03-HD kodlu bina mimari kat planı.



Şekil 5.3 : 005-DUZ-R-03-HD kodlu bina kat kalıp planı.

5.4.2 005-DUZ-R-03-HD kodlu binanın P25 yöntemi ile değerlendirilmesi

Dördüncü bölümde anlatılan esaslarına göre yapılan P25 değerlendirme sonuçlarına göre, bulunan yapıya ait düzeltme faktörleri (fi), yapı performans değerleri (Pi) aşağıda Çizelge 5.2 ve 5.3’de verilmiştir.

Çizelge 5.2 : 005-DUZ-R-03-HD kodlu bina düzeltme faktörleri sonuçları.

f ₁	f ₂	f ₃	f ₄	f ₅	f ₆	f ₇
0.95	1	1	0.9	1	0.9	1
f ₈	f ₉	f ₁₀	f ₁₁	f ₁₂	f ₁₃	f ₁₄
0.9	0.707	0.88	0.84	0.9	0.95	1

Çizelge 5.3 : 005-DUZ-R-03-HD kodlu bina Pi sonuçları.

Ağırlık	P ₁	P ₂	P ₃	P ₄	P ₅	P ₆	P ₇	P
Puanı	46	100	100	60	33	20	10	20

Yapı sonuç puanı P=20 bulunmuştur. Yani 3. Bölgede, Yüksek Risk Bandında bulunmaktadır.

5.4.3 005-DUZ-R-03-HD yapısının DURTES yöntemi ile değerlendirilmesi

Yapı üçüncü bölümde anlatılan DURTES hesap yöntemine göre, DURTES yazılımı ile değerlendirilmiştir. Sonuçlar aşağıda verilen Çizelge 5.4’de yer almaktadır:

Çizelge 5.4 : 005-DUZ-R-03-HD kodlu binanın DURTES yazılım sonuçları.

Yapım Yılı.....= 1991
Yapıda En Büyük Açıklık.....= 4.9 (m)
Ortalama Kat Ağırlığı.....= 12 (KN/m ²)
Giriş Kat Alanı= 115 (m ²)
Düşey Elemanların Kesme Kuvveti Taşıyabilecek Alanları (kolon+perde+0.15*duvar) (m ²):
Avx.....= 2.302 m ²
Avy.....= 2.345 m ²
Dinamik Karakterler:
T1 (Birinci Doğal Peryot.....= 0.35
Toplam Ağırlık= 4305.6 KN
Oluşan Taban Kesme Kuvveti (Vt).....= 1076.4 KN
Yapının Taban Kesme Kuvveti (Vmin).....= 897.9 KN
Göreceli Puan (100 üzerinden).....=35.00
İteratif Enterpolasyon Değeri.....= 0.437500
Yapısal Emniyet Faktörü (Vmin/Vt).....= 0.834149
Göreceli Durum Tespit Puanı.....= 29.1952

YEM= 0.834149<1 ve GDTP= 29.1952<50 ve >25 olduğu için yapı “Yüksek Risk” grubuna dahil edilir.

5.5 005-DUZ-R-03-HD Kodlu Yapının Eşdeğer Deprem Yüğü Yöntemine Göre Değerlendirilmesi

Bu bölümde 005-DUZ-R-03-HD kodlu binanın DBYBYH’07 de yer alan elastik yöntemlerden Eşdeğer Deprem Yüğü yöntemi ile performans değerlendirilmesi adım adım açıklanacaktır. Yöntemin uygulanması sırasında Etabs V 9.7 ve Xtract V.3.0.2 bilgisayar programları kullanılmıştır.

5.5.1 Yapı genel bilgileri

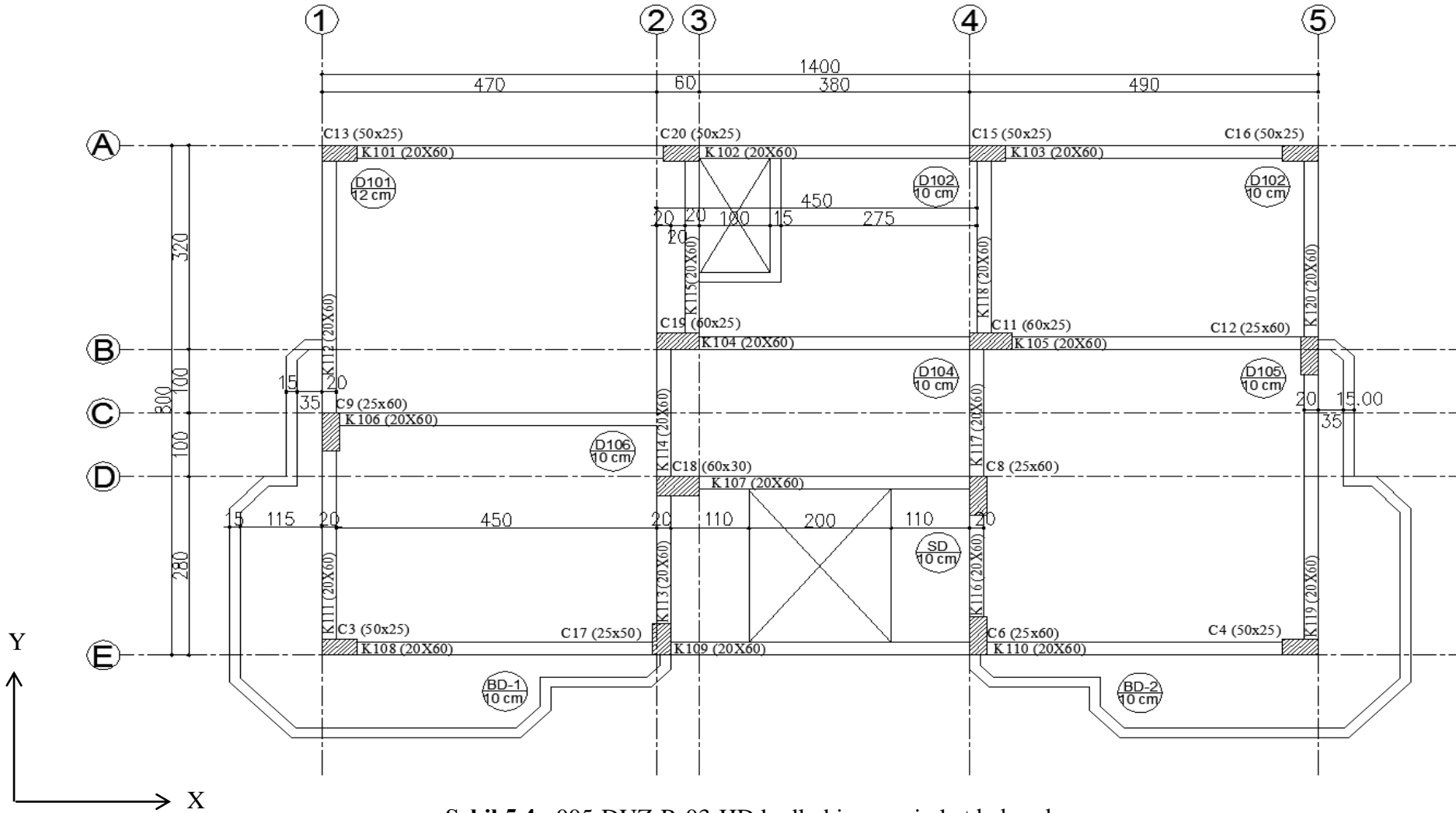
Yapı 1991 yılı yapımı, zemin+2 kata sahip konuttur. Kat yükseklikleri 2.8 m’dir. Yapıya ait detaylı açıklama ve tablolara Bölüm 5.8.1’ den ulaşılabilir.

Yapı 1. Derece deprem bölgesinde konumlanmış olduğundan A_0 değeri 0.4 olarak hesaplara yansıtılmıştır. Zemin sınıfı olarak Z4 olduğu [34] numaralı kaynaktan elde edilmiş olup, bu bilgilere göre T_A değeri 0.2 ve T_B değeri 0.9 olarak alınmıştır. Yapının zemin kat kalıp planı aşağıda Şekil 5.4’de verilmektedir.

Taşıyıcı elemanların sarılma bölgelerinde özel deprem etriyeleri düzenlenmediğinden elemanlar “sargılanmamış” olarak kabul edilmektedir. Yapıya ait bazı parametreler şu şekilde verilmiştir;

Bina Parametreleri:

Beton	: C10
Donatı Çeliği	: S220
Beton Elastisite Modülü	: 24300 MPa
Donatı Çeliği Elastisite Modülü	: 2×10^5 MPa
Deprem Bölgesi	: 1. Derece
Spektrum Karakteristik Peryodu (T_A/T_B)	: 0.2/0.9



Şekil 5.4 : 005-DUZ-R-03-HD kodlu bina zemin kat kalıp planı.

Binaya Etkiyen Yükleler:

Beton yoğunluğu	:25 KN/m ³
Duvar yoğunlukları	:13.50 KN/m ³ (TS ISO 9194)
Döşeme Kaplamaları	: 1.18 KN/m ²
Hareketli Yük (Normal Katlarda)	: 3.5 KN/m ²
Hareketli Yük (Çatı Katında)	:2 KN/m ²

Hareketli yük katsayısı $n=0.3$ alınmış, yapının ağırlığı $W=3297$ KN olarak elde edilmiştir.

5.5.2 Yapının matematik modelinin oluşturulması

Yapının bilgisayar ortamında matematik modeli ETABS V 9.7 yazılımı yardımı ile oluşturulmuştur. Kirişler dikdörtgen olarak tanımlanmıştır. Döşemeler rijit diyafram olarak atanmış, düğüm noktaları sonsuz rijit olarak kabul edilmiştir.

5.5.3 Doğrusal elastik yöntemle çözüm

Yapının performansı doğrusal elastik eşdeğer deprem yükü yöntemi ile belirlenecektir. Binanın 50 yılda aşılma olasılığı %10 olan deprem altında DBYBHY'07'e göre "Can Güvenliği" performans seviyesini sağlaması beklenmektedir.

5.5.4 Çatlama kesite ait etkin eğilme rijitliklerinin belirlenmesi

Yapı için Etabs V 9.7 bilgisayar programında oluşturulan model düşey yükler (G+nQ) altında çözümlenmiştir. Kolon ve kirişlerin etkin eğilme rijitleri DBYBHY'07 Bölüm 7.4.13'e göre hesaplanmıştır:

Kirişlerde: $(EI)_e = 0.4 (EI)_o$

Kolon ve Perdelerde: $ND/(Acf_{cm}) \leq 0.10$ olması durumunda $(EI)_e = 0.40 (EI)_o$

$ND/(Acf_{cm}) \geq 0.40$ olması durumunda $(EI)_e = 0.40 (EI)_o$

Ara değerler için ise enterpolasyon yapılmıştır. Çizelge 5.5, 5.6 ve 5.7 de her bir kolona ait çatlama kesit rijitlikleri verilmiştir.

Çizelge 5.5 : 005-DUZ-R-03-HD yapı zemin kat kolon çatlamış rijitlikleri.

Kat	Kolon	Yük	Nd	Ac	fcm	Nd/(Ac*fcm)	(EI)e/(EI)o
KATZ	C3	G+nQ	-269.86	0.125	10000	0.215888	0.5545
KATZ	C4	G+nQ	-296.09	0.125	10000	0.236872	0.5825
KATZ	C6	G+nQ	-218.02	0.15	10000	0.14534667	0.4605
KATZ	C8	G+nQ	-221.85	0.15	10000	0.1479	0.4639
KATZ	C9	G+nQ	-317.37	0.15	10000	0.21158	0.5488
KATZ	C11	G+nQ	-324.03	0.15	10000	0.21602	0.5547
KATZ	C12	G+nQ	-294.25	0.15	10000	0.19616667	0.5282
KATZ	C13	G+nQ	-163.65	0.125	10000	0.13092	0.4412
KATZ	C15	G+nQ	-233.76	0.125	10000	0.187008	0.5160
KATZ	C16	G+nQ	-134.4	0.125	10000	0.10752	0.4100
KATZ	C17	G+nQ	-197.11	0.125	10000	0.157688	0.4769
KATZ	C18	G+nQ	-253.44	0.15	10000	0.16896	0.4919
KATZ	C19	G+nQ	-286.22	0.15	10000	0.19081333	0.5211
KATZ	C20	G+nQ	-239.92	0.125	10000	0.191936	0.5226

Çizelge 5.6 : 005-DUZ-R-03-HD yapı 1. kat kolon çatlamış rijitlikleri.

Kat	Kolon	Yük	Nd	Ac	f cm	Nd/(Ac*fcm)	(EI)e/(EI)o
KAT1	C3	G+nQ	-171.43	0.125	10000	0.137144	0.4495
KAT 1	C4	G+nQ	-188.43	0.125	10000	0.150744	0.4677
KAT 1	C6	G+nQ	-142.92	0.15	10000	0.09528	0.4000
KAT 1	C8	G+nQ	-145.47	0.15	10000	0.09698	0.4000
KAT 1	C9	G+nQ	-205.78	0.15	10000	0.13718667	0.4496
KAT 1	C11	G+nQ	-198.64	0.15	10000	0.13242667	0.4432
KAT 1	C12	G+nQ	-193.15	0.15	10000	0.12876667	0.4384
KAT 1	C13	G+nQ	-105.41	0.125	10000	0.084328	0.4000
KAT 1	C15	G+nQ	-140.5	0.125	10000	0.1124	0.4165
KAT 1	C16	G+nQ	-86.26	0.125	10000	0.069008	0.4000
KAT 1	C17	G+nQ	-128.36	0.125	10000	0.102688	0.4036
KAT 1	C18	G+nQ	-163.5	0.15	10000	0.109	0.4120
KAT 1	C19	G+nQ	-182.56	0.15	10000	0.12170667	0.4289
KAT 1	C20	G+nQ	-149.21	0.125	10000	0.119368	0.4258

Çizelge 5.7 : 005-DUZ-R-03-HD yapı 2. kat kolon çatlamış rijitlikleri.

Kat	Kolon	Yük	Nd	Ac	f cm	Nd/(Ac*fcm)	(EI)e/(EI)o
KAT 2	C3	G+nQ	-72.52	0.125	10000	0.058016	0.4
KAT 2	C4	G+nQ	-80.37	0.125	10000	0.064296	0.4
KAT 2	C6	G+nQ	-61.8	0.15	10000	0.0412	0.4
KAT 2	C8	G+nQ	-63.71	0.15	10000	0.042473333	0.4
KAT 2	C9	G+nQ	-95.11	0.15	10000	0.063406667	0.4
KAT 2	C11	G+nQ	-91.01	0.15	10000	0.060673333	0.4
KAT 2	C12	G+nQ	-87.66	0.15	10000	0.05844	0.4
KAT 2	C13	G+nQ	-45.77	0.125	10000	0.036616	0.4
KAT 2	C15	G+nQ	-54.74	0.125	10000	0.043792	0.4
KAT 2	C16	G+nQ	-35.9	0.125	10000	0.02872	0.4
KAT 2	C17	G+nQ	-54.62	0.125	10000	0.043696	0.4
KAT 2	C18	G+nQ	-70.96	0.18	10000	0.039422222	0.4
KAT 2	C19	G+nQ	-83.86	0.15	10000	0.055906667	0.4
KAT 2	C20	G+nQ	-58.48	0.125	10000	0.046784	0.4

5.5.5 Eşdeğer deprem yükü hesabı

Yapı çatlamış kesit rijitliklerine göre mod şekillerinin ve titreşim periyodlarının bulunabilmesi için, ETABS bilgisayar programında analiz yapılmış, X doğrultusundaki periyod 0.501 sn ve Y doğrultusundaki periyod 0.479 sn bulunmuştur. DBYBHY'07 Bölüm 7.5.1.1'e göre $R_a=1$ ve Denk 2.1 in sağ tarafında yer alan λ katsayısı 0.85 alınmıştır. Elde edilen X ve Y doğrultusu periyodlarına karşı gelen S(T) spektrum katsayı değerlerinin aynı olması sebebiyle katlara etkiyecek eşdeğer deprem yükleri X ve Y doğrultuları için aynı hesaplanmıştır. Deprem hesabı adım adım aşağıda açıklanmıştır:

X yönü periyodu : 0.501 sn

Y yönü periyodu : 0.479 sn

Yapı önem katsayısı (I) :1

Etkin yer ivme katsayısı (A_o) :0.4

Spektrum karakteristik periyodları (T_A/T_B) :0.2/0.9

Taşıyıcı sistem davranış katsayısı (R_a) :1

T_A<T_x,T_y<T_B olduğundan S(T)=2.5 ve A(T_x)=A(T_y)=0.4x1x2.5=1

$$V_t = \frac{\lambda \cdot W \cdot A(T)}{R_a} = \frac{0.85 \times 3297 \times 1}{1} = 2803 \text{ KN}$$

$$\Delta F_N = 0.0075 \times N_x \times V_t = 0.0073 \times 3 \times 2803 = 63.05 \text{ KN}$$

Çizelge 5.8’de katlara gelen eşdeğer deprem yükleri gösterilmektedir.

Çizelge 5.8 : X ve Y yönü eşdeğer deprem yükleri.

	Wi	Hi	Wi*Hi	Ffi	Vt	Δ FN	Fi	Fi
KAT 1	1219.940208	2.8	3415.833	0.19579	2803	63.053	536.4534	599.5064
KAT 2	1219.940208	5.6	6831.665	0.391579			1072.907	1072.907
KAT 3	857.0164131	8.4	7198.938	0.412631			1130.587	1130.587
Σ	3296.896829		17446.44					

5.5.6 Yapı düzensizlik kontrolleri

DBYBHY’07 Bölüm 7.5.1.1 maddesine göre, eşdeğer deprem yükü yönteminin uygulanabilmesi için, katlara gelen deprem yüklerinin dışmerkezlik gözönüne alınmaksızın etkililmesi sonucunda katlarda oluşan burulma düzensizlik katsayısı $\eta_{bi} \leq 1.4$ olmalıdır. Çizelge 5.74’de hesaplanan eşdeğer deprem yükleri kat kütle merkezlerine etkililmiş ve X ve Y doğrultularındaki burulma düzensizlik katsayıları ve görelî kat ötelemeleri kontrol edilmiştir. Sonuçlar Çizelge 5.9-5.12’de verilmektedir.

Çizelge 5.9 : X yönü burulma katsayısı.

Kat No	Δmaks	Δmin	Δort	$\eta_{bi} < 1.4$
3	0.205519	0.168787	0.187153	1.098134
2	0.337237	0.279215	0.308226	1.094122
1	0.255	0.213	0.234	1.089744

Çizelge 5.10 : Y yönü burulma katsayısı.

Kat No	Δmaks	Δmin	Δort	$\eta_{bi} < 1.4$
3	0.18707	0.16477	0.17592	1.06338821
2	0.32118	0.28424	0.30271	1.0610192
1	0.0264	0.02345	0.02493	1.05917115

Çizelge 5.11 : X yönü görelî kat öteleme değerleri.

Kat	d _{imax}	δ _{imak}	δ _{imak/h}	sınır
3	0.07962	0.02052	0.00733	0.03
2	0.05911	0.03365	0.01202	0.03
1	0.02546	0.02546	0.00909	0.03

Çizelge 5.12 : Y yönü görelî kat öteleme değerleri.

Kat	d _{imax}	δ _{imak}	δ _{imak/h}	sınır
3	0.07727	0.018709	0.006682	0.03
2	0.058561	0.032149	0.011482	0.03
1	0.026412	0.026412	0.009433	0.03

Bina toplam yüksekliği 8.4 m olduğundan DBYBHY'07 Bölüm 7.5.1.1 de yer alan kat yüksekliği sınırı (25m) aşılmamaktadır. Göreli kat ötelemesi Can Güvenliği performans sınırları içerisinde ve burulma düzensizliği katsayıları tüm katlarda iki deprem doğrultusu için de 1.4 sınırını aşmamaktadır. Bu durumda yapının performans değerlendirmesi için eşdeğer deprem yükü yönteminin uygulanması uygundur.

5.5.7 Eşdeğer deprem yükü yöntemi uygulanmasında izlenecek hesap adımları

Eşdeğer deprem yükü yönteminin uygulanması sırasında izlenecek adımlar aşağıda verilmiştir.

1. Kolon ve kiriş kapasitelerinin (M_K) bulunması.
2. Kolon ve kirişlerin artık moment (M_A)değerlerinin bulunması.
3. Kiriş ve kolonlarda kesme kontrolü.
4. Birleşim bölgelerinde kesme kontrolü.
5. Kiriş ve kolonlarda etki/kapasite (r) oranlarının bulunması.
6. Kiriş ve kolonlarda hasar sınır (r_s) değerlerinin bulunması.
7. Kiriş ve kolonlarda etki/kapasite (r) oranlarının ve hasar sınır (r_s) değerlerinin karşılaştırılması.

Yukardaki işlemler sırası ile tamamlanarak kiriş ve kolonların hasar düzeyleri belirlenir. Elde edilen oranlardan binanın performans seviyesi elde edilir.

5.5.8 Kiriş moment kapasitelerinin (M_K) ve artık moment kapasitelerinin (M_A) hesabı

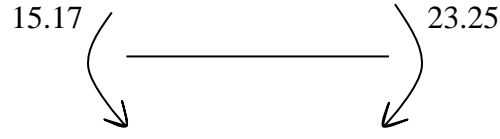
M_D düşey yüklerden meydana gelen moment değerleri olmak üzere, kiriş moment kapasiteleri TS500 Bölüm 7'deki taşıma gücü prensibine göre hesaplanmıştır.

Artık moment kapasiteleri ise DBYBHY'07 Denklem 7A.1.a'dan faydalanılarak elde edilmiştir.

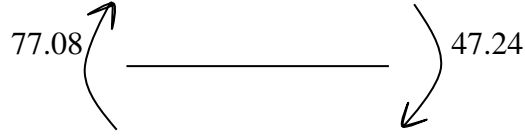
$$M_A = M_K - M_D \quad (5.1)$$

şekil 5.5'de örnek olarak K101 kirişinin i ve j ucundaki M_D , M_K ve M_A moment değerleri verilmektedir.

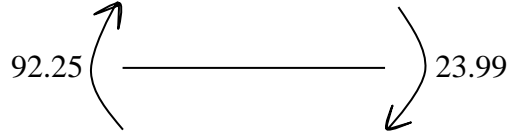
G+nQ yüklemesi kiriş eğilme momenti (MD)



Kiriş eğilme momenti kapasitesi (MK)



Kiriş artık eğilme momenti (MA)



Şekil 5.5 : K101 kirişi moment değerleri.

Aşağıda Çizelge 5.13’de zemin kat kirişlerinin tamamının X yönü ile uyumlu moment kapasite değerleri verilmektedir.

Çizelge 5.13 : Zemin kat kirişleri X yönü moment değerleri.

Kiriş No	MD		MK		MA=MK-MD		ME	
	i	j	i	j	i	j	i	j
K101	-15.174	-23.246	77.087	47.241	92.261	70.487	265.744	-230.663
K102	-14.361	-14.597	108.874	47.242	123.235	61.839	247.749	-245.025
K103	-19.565	-15.052	90.376	86.185	109.941	101.237	232.397	-266.712
K104	-11.832	-15.821	77.087	23.869	88.919	39.690	380.302	-299.742
K105	-26.864	-15.703	87.727	44.646	114.591	60.349	248.855	-204.142
K106	-19.403	-17.71	86.151	62.822	105.554	80.532	186.225	-123.439
K107	-7.902	-10.468	97.855	23.872	105.757	34.340	317.808	-215.629
K108	-20.98	-18.218	88.747	23.871	109.727	42.089	261.631	-156.556
K109	-11.148	-10.87	90.376	47.243	101.524	58.113	83.903	-87.646
K110	-18.214	-21.335	79.397	65.417	97.611	86.752	167.072	-267.173

Aşağıda Çizelge 5.14’de zemin kat kirişlerinin tamamının Y yönü ile uyumlu moment kapasite değerleri verilmektedir.

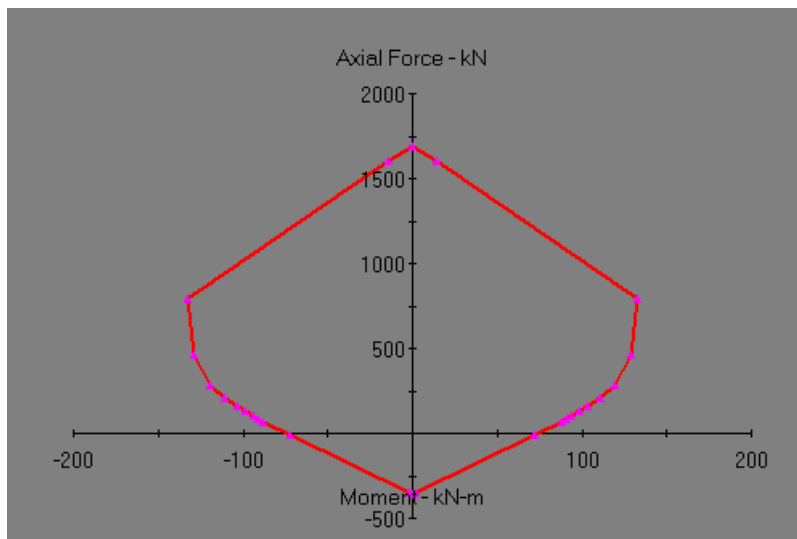
Çizelge 5.14 : Zemin kat kirişleri Y yönü moment değerleri.

Kiriş No	MD		MK		MA=MK-MD		ME	
	i	j	i	j	i	j	i	j
K111	-10.898	-12.062	35.557	23.868	46.455	35.930	188.172	-261.780
K112	-13.189	-2.279	102.699	23.872	115.888	21.593	234.650	-163.785
K113	-3.286	-8.974	77.087	23.870	80.373	32.844	324.125	-228.204
K114	-8.811	-11.49	58.506	23.871	67.317	35.361	160.897	-132.733
K115	-13.774	-5.437	35.557	23.872	49.331	18.435	118.889	-162.028
K116	-4.496	-3.844	97.855	44.647	102.351	48.491	429.778	-374.083
K117	-4.267	-7.859	67.976	23.872	72.243	31.731	321.194	-184.9
K118	-12.093	-5.548	35.557	23.872	47.650	29.420	106.440	-172.075
K119	-17.396	-20.297	56.321	23.869	73.717	44.166	228.291	-289.955
K120	-9.757	-6.085	75.262	23.872	85.019	29.957	346.508	-218.216

5.5.9 Kolonların normal kuvvet (N_k) ve eğilme momenti kapasitelerinin (M_k) ve artık moment değerlerinin hesabı

Bu bölümde kolonların malzeme özellikleri, kesit özellikleri ve donatı yerleşimine göre deprem doğrultusu ile uyumlu normal kuvvet ve moment kapasiteleri hesaplanmıştır.

Etabs programından kolonların G+nQ yüklemesi sonuçları olan N_D ve M_D değerleri ile, eşdeğer deprem yüklemesi sonuçları N_E ve M_E elde edilmiştir. Hesabı yapılacak kolonların malzeme ve kesit özellikleri Xtract programına girilerek, her kolonla ait X ve Y doğrultusu için karşılıklı etkileşim diyagramları elde edilmiştir. Örnek olarak C25x50 kolonu Y doğrultusu etkileşim diyagramı Şekil 5.6'de verilmektedir.



Şekil 5.6 : C25x50 kolonu Y doğrultusu etkileşim diyagramı.

Diyagramlar üzerinde (MD;ND) ve (MD+E;ND+E) değerlerine karşılık gelen noktalar işaretlenmiş ve bu iki noktayı birleştiren doğru çizilmiştir. Çizilen doğrunun etkileşim diyagramının kestiği noktanın N ve M değerleri okunarak kolonlara ait normal kuvvet (NK) ve moment (MK) kapasite değerleri elde edilmiştir. Artık moment değerleri ise moment kapasitelerinden (MK) düşey yük analizinden elde edilen moment değerinin (MD) vektörel olarak çıkarılması ile elde edilmiştir. Zemin kat kolonlarına ait normal kuvvet ve moment kapasite değerleri ve artık moment değerleri X ve Y doğrultusu için sırası ile aşağıda Çizelge 5.15 ve 5.16'da verilmiştir.

Çizelge 5.15 : Zemin kat kolonları X doğrultusu normal kuvvet ve moment kapasiteleri ve artık moment değerleri.

	KOLON NO		G+nQ		X		X		X
			ND	MD	NE	ME	NK	MK	MA=MK-MD
KATZ	C3 50x25	i (alt)	-270.76	-4.708	195.81	453.264	-170	45	49.708
		j (üst)	-263.88	7.302	195.81	-58.967	-120	-47	-54.302
KATZ	C4 50x25	i (alt)	-297.04	5.322	-218.31	473.822	-285	24	18.678
		j (üst)	-290.16	-6.913	-218.31	-59.342	-295	-23	-16.087
KATZ	C6 25x60	i (alt)	-215.45	-2.328	171.99	165.83	-130	37	39.328
		j (üst)	-207.2	3.341	171.99	-84.561	-160	-32	-35.341
KATZ	C8 25x60	i (alt)	-215.8	0.271	-300.6	144.547	-210	32	31.729
		j (üst)	-207.55	-0.155	-300.6	-67.351	-215	-28	-27.845
KATZ	C9 25x60	i (alt)	-311.74	-4.851	238.76	148.64	-200	24	28.851
		j (üst)	-303.49	6.94	238.76	-54.734	-205	-21	-27.94
KATZ	C11 60x25	i (alt)	-332.39	-2.768	-254.67	713.16	-320	43	45.768
		j (üst)	-324.14	5.87	-254.67	-159.61	-335	-46	-51.87
KATZ	C12 25x60	i (alt)	-295.14	4.545	-245.9	143.91	-310	-20	-24.545
		j (üst)	-286.89	-5.934	-245.9	-57.618	-295	-18	-12.066
KATZ	C13 50x25	i (alt)	-161.4	-5.692	318.43	318.337	-160	50	55.692
		j (üst)	-154.53	9.082	318.43	-62.462	-155	-53	-62.082
KATZ	C15 50x25	i (alt)	-232.86	-1.002	-64.37	414.854	-220	45	46.002
		j (üst)	-225.99	2.684	-64.37	-134.8	-240	-49	-51.684
KATZ	C16 50x25	i (alt)	-129.51	6.072	-337.47	296.9	-134	48	41.928
		j (üst)	-122.63	-7.513	-337.47	-59.035	-210	-50	-42.487
KATZ	C17 25x50	i (alt)	-197.97	2.458	-150.89	143.638	-205	19	16.542
		j (üst)	-191.1	-3.236	-150.89	-73.737	-210	-17	-13.764
KATZ	C18 60x30	i (alt)	-248.74	2.201	235.37	733.713	-190	60	57.799
		j (üst)	-238.84	-1.528	235.37	-69.462	-200	-56	-54.472
KATZ	C19 60x25	i (alt)	-301.6	1.621	327.13	641.016	-230	47	45.379
		j (üst)	-293.35	-0.588	327.13	-106.34	-270	-50	-49.412
KATZ	C20 50x25	i (alt)	-239.56	3.931	77.78	419.461	-210	47	43.069
		j (üst)	-232.69	-4.28	77.78	-135.7	-200	-50	-45.72

Çizelge 5.16 : Zemin kat kolonları Y doğrultusu normal kuvvet ve moment kapasiteleri ve artık moment değerleri.

	KOLON NO		G+nQ		Y		Y		Y
			ND	MD	NE	ME	NK	MK	
KATZ	C3 50x25	i (alt)	-270.76	-0.548	398.97	184.467	-240	17	17.548
		j (üst)	-263.88	0.684	398.97	-89.187	-190	-18	-18.684
KATZ	C4 50x25	i (alt)	-297.04	-2.501	260.43	166.536	-240	14	16.501
		j (üst)	-290.16	3.028	260.43	-74.304	-200	-15	-18.028
KATZ	C6 25x60	i (alt)	-215.45	-3.238	828.64	647.745	-220	50	53.238
		j (üst)	-207.2	3.016	828.64	-126.074	-210	-48	-51.016
KATZ	C8 25x60	i (alt)	-215.8	-0.106	-101.49	734.015	-215	50	50.106
		j (üst)	-207.55	-1.478	-101.49	-243.855	-210	-50	-48.522
KATZ	C9 25x60	i (alt)	-311.74	-0.667	-81.68	935.867	-310	45	45.667
		j (üst)	-303.49	0.483	-81.68	-196.792	-300	-43	-43.483
KATZ	C11 60x25	i (alt)	-332.39	-1.651	-485.15	197.354	-335	17	18.651
		j (üst)	-324.14	1.936	-485.15	-107.377	-330	-14	-15.936
KATZ	C12 25x60	i (alt)	-295.14	2.426	176	810.747	-190	60	57.574
		j (üst)	-286.89	-6.119	176	-173.721	-200	67	73.119
KATZ	C13 50x25	i (alt)	-161.4	1.682	-319.69	149.578	-210	17	15.318
		j (üst)	-154.53	-2.357	-319.69	-74.515	-200	-16	-13.643
KATZ	C15 50x25	i (alt)	-232.86	1.848	-234.66	137.043	-245	13	11.152
		j (üst)	-225.99	-2.79	-234.66	-61.27	-280	-12	-9.21
KATZ	C16 50x25	i (alt)	-129.51	0.388	-436.88	128.286	-180	17	16.612
		j (üst)	-122.63	-0.816	-436.88	-67.106	-210	-14	-13.184
KATZ	C17 25x50	i (alt)	-197.97	-1.879	590.89	431.967	-130	53	54.879
		j (üst)	-191.1	2.014	590.89	-112.788	-125	-45	-47.014
KATZ	C18 60x30	i (alt)	-248.74	-0.199	-118.15	296.809	-250	22	22.199
		j (üst)	-238.84	-0.061	-118.15	-146.884	-240	-21	-20.939
KATZ	C19 60x25	i (alt)	-301.6	-1.063	-211.08	189.416	-305	17	18.063
		j (üst)	-293.35	1.253	-211.08	-99.683	-300	-18	-19.253
KATZ	C20 50x25	i (alt)	-239.56	1.742	-251.75	145.473	-240	13	11.258
		j (üst)	-232.69	-2.561	-251.75	-65.721	-250	-11	-8.439

5.5.10 Taşıyıcı sistem elemanlarının kritik kesitlerinde eğilme kapasiteleriyle uyumlu kesme kuvveti kontrolü

DBYBHY'07 Bölüm 7.2.2(a)'ya göre kolon, kiriş ve perdelerin sünek eleman olarak sayılabilmeleri için elemanların eğilme kapasiteleriyle uyumlu olarak hesaplanan kesme kuvveti V_e değerinin, mevcut malzeme dayanım değerleri kullanılarak TS-500'e göre hesaplanan kesme kapasitesi V_r 'yi aşmaması gerekmektedir.

a) Kirişler için V_e değeri DBYBHY'07 Bölüm 3.4.5'e göre kesme kuvveti kapasitesi (V_r) ise;

$$V_r = V_c + V_w = 0.8 V_{cr} + V_w \quad (5.2)$$

formülü ile hesaplanmıştır. Örnek olarak K101 kirişinin hesabı aşağıda verilmektedir.

$$V_c = 0.8 \times 0.65 \times f_{ctm} \times b_w \times d \quad (5.3)$$

$$V_c = 0.8 \times 0.65 \times 0.8 \times 200 \times 600 \times 10^{-3} = 47.424 \text{ KN}$$

$$V_w = \frac{A_{sw} \cdot f_{yw} \cdot d}{S} \quad (5.4)$$

$$V_w = \frac{100.5 \times 220 \times 570}{200} \times 10^{-3} = 63.04 \text{ KN}$$

$$V_r = V_c + V_w = 47.472 + 63.04 = 110.51 \text{ KN}$$

$$V_e = V_{dy} \pm (M_{pi} + M_{pj}) / l_n \quad (5.5)$$

$$V_{e_{i,j}} = 33 \pm (107.93 + 66.14) / 4.3$$

$$V_{e_i} = -7.48 \text{ KN}; V_{e_j} = 73.48 \text{ KN} \leq V_r = 110.51 \text{ KN}$$

Olduğundan K101 kirişi sünekliktir. Yapının zemin katına ait diğer kirişlere dair hesaplar da aşağıda Çizelge 5.17'de verilmektedir.

$$V_r = V_c + V_w = 0.8 V_{cr} + V_w$$

$$V_c = 0.8 \times 0.65 \times f_{ctm} \times b_w \times d \times (1 + \gamma_N / A_c) \quad (5.6)$$

$$V_e = (M_a + M_u) / l_n \quad (5.7)$$

Çizelge 5.17 : Yapı zemin kat kirişlerine ait kesme kapasite ve kesme istemi değerleri.

Kiriş No	Vw	Vc	Vcr	Vd	Mp	Ve	Ve<Vr
K101 i	63.03	47.42	110.46	33	107.92	7.48	SÜNEK
K101 j	63.03	47.42	110.46	33	66.14	73.48	SÜNEK
K102 i	63.03	47.42	110.46	21	152.42	36.52	SÜNEK
K102 j	63.03	47.42	110.46	23	66.14	80.52	SÜNEK
K103 i	63.03	47.42	110.46	30	126.53	33.38	SÜNEK
K103 j	63.03	47.42	110.46	29	120.66	92.38	SÜNEK
K104 i	63.03	47.42	110.46	17	107.92	20.19	SÜNEK
K104 j	63.03	47.42	110.46	25	33.42	62.19	SÜNEK
K105 i	63.03	47.42	110.46	38	122.82	7.20	SÜNEK
K105 j	63.03	47.42	110.46	33	62.50	78.20	SÜNEK
K106 i	63.03	47.42	110.46	34	120.61	12.87	SÜNEK
K106 j	63.03	47.42	110.46	20	87.95	66.87	SÜNEK
K107 i	63.03	47.42	110.46	12	137.00	32.85	SÜNEK
K107 j	63.03	47.42	110.46	15	33.42	59.85	SÜNEK
K108 i	63.03	47.42	110.46	30	124.25	7.54	SÜNEK
K108 j	63.03	47.42	110.46	26	33.42	63.54	SÜNEK
K109 i	63.03	47.42	110.46	6	126.53	40.43	SÜNEK
K109 j	63.03	47.42	110.46	7	66.14	53.43	SÜNEK
K110 i	63.03	47.42	110.46	30	111.16	18.85	SÜNEK
K110 j	63.03	47.42	110.46	31	91.58	79.85	SÜNEK
K111 i	63.03	47.42	110.46	19	49.78	9.20	SÜNEK
K111 j	63.03	47.42	110.46	26	33.42	54.20	SÜNEK
K112 i	63.03	47.42	110.46	23	143.78	21.30	SÜNEK
K112 j	63.03	47.42	110.46	14	33.42	58.30	SÜNEK
K113 i	63.03	47.42	110.46	17	107.92	53.67	SÜNEK
K113 j	63.03	47.42	110.46	23	33.42	93.67	SÜNEK
K114 i	63.03	47.42	110.46	23	81.91	34.66	SÜNEK
K114 j	63.03	47.42	110.46	25	33.42	82.66	SÜNEK
K115 i	63.03	47.42	110.46	30	49.78	0.82	SÜNEK
K115 j	63.03	47.42	110.46	18	33.42	48.82	SÜNEK
K116 i	63.03	47.42	110.46	19	137.00	105.69	SÜNEK
K116 j	63.03	47.42	110.46	22	62.51	146.69	SÜNEK
K117 i	63.03	47.42	110.46	11	95.17	53.29	SÜNEK
K117 j	63.03	47.42	110.46	11	33.42	75.29	SÜNEK
K118 i	63.03	47.42	110.46	28	49.78	2.82	SÜNEK
K118 j	63.03	47.42	110.46	20	33.42	50.82	SÜNEK
K119 i	63.03	47.42	110.46	30	78.85	1.58	SÜNEK
K119 j	63.03	47.42	110.46	34	33.42	62.42	SÜNEK
K120 i	63.03	47.42	110.46	15	105.37	32.05	SÜNEK
K120 j	63.03	47.42	110.46	15	33.42	62.05	SÜNEK

b) Kolonlara ait eğilme kapasitesiyle uyumlu kesme kuvveti kontrolü DBYBHY'07 Bölüm 7.5.2.2'ye göre, V_r değeri ise TS-500'e göre;

$$V_r = V_c + V_w = 0.8 V_{cr} + V_w \quad (5.2)$$

$$V_c = 0.8 \times 0.65 \times f_{ctm} \times b_w \times d \times (1 + \gamma_N / A_c) \quad (5.6)$$

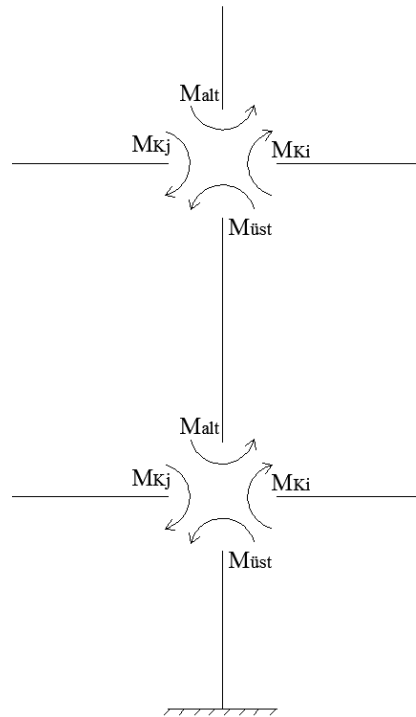
$$V_e = (M_a + M_{\bar{u}}) / l_n \quad (5.7)$$

Kolon kesme istemi (kapasite kesmesi), kiriş moment kapasiteleriyle uyumlu olarak hesaplanır. Bunun için kolonun alt ve üst uçlarında kolon-kiriş kapasite oranı KKO (düğüm noktasındaki kolon moment kapasiteleri toplamının, düğüm noktasındaki kiriş moment kapasiteleri toplamına oranı) değerlerine bakılır. Birleşim noktasında KKO değeri 1'den büyükse (kolonlar kirişlerden güçlü ise);bağlanan kirişlerin moment kapasitelerinin toplamı, bağlanan kolonların alt ve üst ucuna rijitlikleri oranında dağıtılır.

$$M_{\bar{u}st} = \frac{M_{\bar{u}st,deprem}}{M_{\bar{u}st,deprem} + M_{alt,deprem}} (M_{Ki} + M_{Kj}) \quad (5.8)$$

$$M_{alt} = \frac{M_{\bar{u}st,deprem}}{M_{\bar{u}st,deprem} + M_{alt,deprem}} (M_{Ki} + M_{Kj}) \quad (5.9)$$

Denklem 5.8 ve 5.9'daki değerler aşağıda Şekil 5.7'de gösterilmektedir.



Şekil 5.7 : M_{alt} , $M_{\bar{u}st}$, M_{Ki} ve M_{Kj} değerlerinin şekil üzerinde gösterimi.

KKO değeri 1'den küçük ise Müst ve ya Malt değeri eksenel kuvvet istemiyle uyumlu moment kapasitesi olarak esas alınır. Yapı zemin kat kolonlarına ait hesap yapıldığından Denklem 5.7 deki Ma değeri DBYBHY'07 Bölüm 3.3.7.3de tariflendiği üzere moment kapasitesi değeri olarak kullanılmaktadır. Bu değer her bir kolon tipine ait Xtract programı ile çizilmiş karşılıklı etkileşim diyagramında elde edilen moment değeridir.

Örnek olarak C13 kolonuna ait X doğrultusu hesap adımları aşağıda verilmektedir;

$$V_c = 0.8 \times 0.65 \times 0.8 \times 500 \times 200 \times (1 + 0.07 \times 105 \times 1000 / (500 \times 250)) = 48.82 \text{ KN}$$

$$V_w = 100.5 \times 220 \times 500 / 200 = 55.28 \text{ KN}$$

$$V_r = 48.82 + 55.28 = 104.09 \text{ KN}$$

$$KKO = (MK_{C17,üst} + MK_{C17,alt}) / MK_{K101i} = (53 + 62) / (77) = 1.494$$

$$M_{üst} = \frac{62.462}{62.462 + 175.367} \times (77 + 0) = 20.23 \text{ KNm}$$

$$M_{alt} = M_k = 50 \text{ KNm}$$

$$V_e = \frac{50 + 20.23}{2.2} = 31.93 \text{ KN}$$

$V_e < V_r$ ise kolon sünektir denir. Diğer kolonlar ait değerler aşağıda Çizelge 5.18'de verilmektedir.

Çizelge 5.18 : Yapı zemin kat kolonlarına ait kesme kapasite ve kesme istemi değerleri.

Kolon No	V_e	N	V_c	V_w	V_r	
C13	31.93	105	48.82	55.28	104.093	SÜNEK
C20	44.09	140	49.84	55.28	105.112	SÜNEK
C15	42.73	140	49.84	55.28	105.112	SÜNEK
C16	31.70	90	48.38	55.28	103.656	SÜNEK
C19	30.46	180	60.15	66.33	126.484	SÜNEK
C11	40.45	220	61.32	66.33	127.648	SÜNEK
C12	41.43	200	60.74	66.33	127.066	SÜNEK
C9	40.00	180	60.15	66.33	126.484	SÜNEK
C18	35.99	150	71.76	66.33	138.09	SÜNEK
C8	39.92	140	58.99	66.33	125.319	SÜNEK
C3	29.90	120	49.25	55.28	104.529	SÜNEK
C17	35.62	130	49.55	55.28	104.821	SÜNEK
C6	36.26	140	58.99	66.33	125.319	SÜNEK
C4	21.36	170	50.71	55.28	105.985	SÜNEK

5.5.11 Kolon-Kiriş birleşim bölgelerinin kesme kontrolü

DBYBHY'07 Bölüm 7.5.2.6'ya göre betonarme kolon-kiriş birleşimlerinin kontrolü yapılmıştır. DBYBHY'07 Denk. 3.22'de hesaplanan kesme kuvvetlerinin DBYBHY'07 Bölüm 3.5.2.2'ye göre hesaplanan kesme dayanımlarını aşmaması gerekir. Aşması durumunda birleşimdeki elemanlar gevrek elemanlar olarak tanımlanır. Birleşim bölgelerinin kesme kapasiteleri ve kesme istemleri aşağıdaki formüllerle hesaplanır.

$$V_e = 1.25 f_{ym} (A_{s1} + A_{s2}) - V_{kol} \quad (5.10)$$

$$V_r = 0.45 b h f_{cm} \quad (5.11)$$

$$V_r = 0.60 b h f_{cm} \quad (5.12)$$

Kesme kapasitesinin hesabını gösteren V_r hesabı yapılırken, eğer birleşim bölgesi Deprem Yönetmeliğindeki Madde 3.5.2.2'de tariflenen "Kuşatılmış Birleşim" sınıfına dahil ise Denklem 5.12 "Kuşatılmamış Birleşim" sınıfına dahil ise Denklem 5.11 kullanılır. Bizim incelediğimiz yapıda birleşimler "Kuşatılmamış Birleşimler" olarak belirlenmiş ve Denklem 5.11 kullanılmıştır. V_r değeri V_e değerinden büyük ise birleşimdeki elemanlar "sünek" değilse "gevrek" olarak sınıflandırılmıştır. Zemin kata ait yapılan hesaplar sonucu çıkan sonuçlar, aşağıda Çizelge 5.19 ve 5.20'de verilmektedir.

Çizelge 5.19 : Zemin kat X doğrultusu birleşim noktaları kesme kontrolü.

X DOĞRULTUSU								
BİRLEŞİM	BOYUTLAR		V_r	A_{s1}	A_{s2}	V_{kol}	V_e	
	X	Y						
C13	500	250	562.5	0	629	31.95	141.03	YETERLİ
C20	500	250	562.5	1080	452	44.1	377.20	YETERLİ
C15	500	250	562.5	879	452	42.7	323.33	YETERLİ
C16	500	250	562.5	942	0	31.7	227.35	YETERLİ
C19	600	250	675	0	628	30.5	142.20	YETERLİ
C11	600	250	675	879	226	40.5	263.38	YETERLİ
C12	250	600	675	766	0	17.3	193.35	YETERLİ
C9	250	600	675	0	603	20.5	145.33	YETERLİ
C18	600	300	810	0	829	36	191.98	YETERLİ
C8	250	600	675	339	0	18.1	75.13	YETERLİ
C3	500	250	562.5	0	628	30	142.70	YETERLİ
C17	250	500	562.5	452	452	16.3	232.30	YETERLİ
C6	250	600	675	766	452	31.4	303.55	YETERLİ
C4	500	250	562.5	741	0	21.4	182.38	YETERLİ

Çizelge 5.20 : Zemin kat X doğrultusu birleşim noktaları kesme kontrolü.

Y DOĞRULTUSU								
BİRLEŞİM	BOYUTLAR		V _r	As1	As2	V _{kol}	V _e	
	X	Y						
C13	500	250	562.5	340	0	11.42	82.08	YETERLİ
C20	500	250	562.5	340	0	9.81	83.69	YETERLİ
C15	500	250	562.5	340	0	9.83	83.67	YETERLİ
C16	500	250	562.5	340	0	11.3	82.20	YETERLİ
C19	600	250	675	452	226	16	170.45	YETERLİ
C11	600	250	675	340	226	14	141.65	YETERLİ
C12	250	600	675	854	226	42	255.00	YETERLİ
C9	250	600	675	1055	226	40	312.28	YETERLİ
C18	600	300	810	566	226	19.5	198.30	YETERLİ
C8	250	600	675	653	427	40	257.00	YETERLİ
C3	500	250	562.5	0	226	13.6	48.55	YETERLİ
C17	250	500	562.5	0	628	36	136.70	YETERLİ
C6	250	600	675	0	829	36.3	191.68	YETERLİ
C4	500	250	562.5	0	427	13.2	104.23	YETERLİ

5.5.12 Kirişlerin performans değerlendirilmesi

Yapının matematik modelinin oluşturulduğu Etabs yazılımından zemin kat kirişlerinin i ve j uçlarına ait ME değerleri elde edilmiştir. Deprem momentlerinin artık moment kapasitelerine (MA) bölünmesi ile etki/kapasite r değerleri elde edildi. DBYBHY-07 Tablo 7.2 yardımı ile Etki/Kapasite r_s sınır değeri enterpolasyon ile hesaplandı. r ve r_s değerleri karşılaştırılarak elemanın hasar sınırı belirlendi.

Kirişlerin X ve Y doğrultularına ait sınır hasar bölgeleri aşağıda Çizelge 5.21 ve 5.22’de verilmektedir.

Çizelge 5.21 : X doğrultusu kiriş hasar bölgeleri.

Kiriş No	$\frac{(\rho-\rho')}{\rho b}$	Ve	Ve	r (ME/MA)	rs (MN)	rs (GV)	rs (GÇ)		
			(bw.d.fctm)						
K101 i	0.05	7.479	0.078	2.88	2.45	3.90	5.90	BHB	BHB
K101 j	-0.29	73.479	0.765	3.27	2.41	3.82	5.82	BHB	
K102 i	0.29	36.516	0.380	2.01	2.21	3.42	5.42	MHB	İHB
K102 j	-0.20	80.516	0.839	3.96	2.35	3.71	5.71	İHB	
K103 i	0.20	33.381	0.348	2.11	2.30	3.60	5.60	MHB	BHB
K103 j	-0.05	92.381	0.962	2.63	2.26	3.52	5.52	BHB	
K104 i	0.05	20.194	0.210	4.28	2.45	3.90	5.90	İHB	GÇB
K104 j	-0.30	62.194	0.648	7.55	2.50	4.00	6.00	GÇB	
K105 i	0.30	7.201	0.075	2.17	2.20	3.40	5.40	MHB	BHB
K105 j	-0.16	78.201	0.815	3.38	2.37	3.74	5.74	BHB	
K106 i	0.10	12.868	0.134	1.76	2.40	3.80	5.80	MHB	MHB
K106 j	-0.10	66.868	0.697	1.53	2.47	3.94	5.94	MHB	
K107 i	0.05	32.847	0.342	3.01	2.45	3.90	5.90	BHB	GÇB
K107 j	-0.05	59.847	0.623	6.28	2.50	4.00	6.00	GÇB	
K108 i	0.10	7.539	0.079	2.38	2.40	3.80	5.80	MHB	BHB
K108 j	-0.10	63.539	0.662	3.72	2.50	4.00	6.00	BHB	
K109 i	0.20	40.426	0.421	0.83	2.30	3.60	5.60	MHB	MHB
K109 j	-0.14	53.426	0.557	1.51	2.50	4.00	6.00	MHB	
K110 i	0.14	18.853	0.196	1.71	2.36	3.72	5.72	MHB	BHB
K110 j	-0.05	79.853	0.832	3.08	2.36	3.72	5.72	BHB	

Çizelge 5.22 : Y doğrultusu kiriş hasar bölgeleri.

Kiriş No	$\frac{(\rho-\rho')}{\rho b}$	Ve	Ve	r (ME/MA)	rs (MN)	rs (GV)	rs (GÇ)		
			(bw.d.fctm)						
K111 i	0.05	9.202	0.096	4.05	2.45	3.90	5.90	İHB	GÇB
K111 j	-0.38	54.202	0.565	7.29	2.50	4.00	6.00	GÇB	
K112 i	0.38	21.300	0.222	2.02	2.12	3.24	5.24	MHB	GÇB
K112 j	-0.05	58.300	0.607	7.58	2.50	4.00	6.00	GÇB	
K113 i	0.05	53.670	0.559	4.03	2.45	3.90	5.90	İHB	GÇB
K113 j	-0.16	93.670	0.976	6.95	2.25	3.50	5.50	GÇB	
K114 i	0.16	34.664	0.361	2.39	2.34	3.68	5.68	BHB	İHB
K114 j	-0.10	82.664	0.861	3.75	2.34	3.68	5.68	İHB	
K115 i	0.05	0.815	0.008	2.41	2.45	3.90	5.90	MHB	GÇB
K115 j	-0.05	48.815	0.508	8.79	2.50	4.00	6.00	GÇB	
K116 i	0.05	105.689	1.101	4.20	2.15	3.31	5.31	İHB	GÇB
K116 j	-0.10	146.689	1.528	7.71	2.00	3.00	5.00	GÇB	
K116 i	0.10	53.294	0.555	4.45	2.40	3.80	5.80	İHB	GÇB
K117 j	-0.05	75.294	0.784	5.83	2.40	3.80	5.80	GÇB	
K118 i	0.05	2.815	0.029	2.23	2.45	3.90	5.90	MHB	İHB
K118 j	-0.05	50.815	0.529	5.85	2.50	4.00	6.00	İHB	
K119 i	0.05	1.578	0.016	3.10	2.45	3.90	5.90	BHB	GÇB
K119 j	-0.29	62.422	0.650	6.57	2.50	4.00	6.00	GÇB	
K120 i	0.24	32.047	0.334	4.08	2.26	3.52	5.52	İHB	GÇB
K120 j	-0.05	62.047	0.646	7.28	2.50	4.00	6.00	GÇB	

5.5.13 Kolonların performans değerlendirilmesi

Kolonların etki/kapasite r (ME/MA) katsayısı hesaplanmıştır. DBYBHY-07 Tablo 7.3'e göre kolonlara ait r_s hasar sınır değerleri enterpolasyon ile elde edilmiştir. r ve r_s değerleri karşılaştırılarak yapının hasar bölgesine karar verilmiştir.

Kolonların X ve Y doğrultuları için hasar bölgeleri Çizelge 5.23 ve 5.24'de verilmiştir.

Çizelge 5.23 : X doğrultusu kolon hasar bölgeleri.

		Nk	Nk	Ve	Ve	r	rs (MN)	rs (GV)	rs (GÇ)		
			(Ac.fcm)		(bw.d.fctm)						
C13 (50x25)	i (alt)	160	0.13	31.93	0.36	9.12	1.95	3.35	4.80	GÇB	GÇB
	j(üst)	155	0.12	31.93	0.36	1.09	1.97	3.40	4.87	MHB	
C20 (50x25)	i (alt)	210	0.17	44.09	0.50	25.37	1.88	3.15	4.53	GÇB	GÇB
	j(üst)	200	0.16	44.09	0.50	3.69	1.90	3.20	4.60	İHB	
C15 (50x25)	i (alt)	220	0.18	42.73	0.49	4.22	1.87	3.10	4.47	İHB	İHB
	j(üst)	240	0.19	42.73	0.49	2.39	1.85	3.05	4.40	BHB	
C16 (50x25)	i (alt)	134	0.11	31.70	0.36	4.56	1.98	2.45	4.93	İHB	İHB
	j(üst)	210	0.17	31.70	0.36	2.42	1.88	3.15	4.53	BHB	
C19 (60x25)	i (alt)	230	0.15	30.46	0.29	5.15	1.92	3.25	4.67	GÇB	GÇB
	j(üst)	270	0.18	30.46	0.29	1.96	1.87	3.10	4.47	BHB	
C11 (60x25)	i (alt)	320	0.21	40.45	0.38	15.58	1.82	2.95	4.27	GÇB	GÇB
	j(üst)	335	0.22	40.45	0.38	3.08	1.80	2.90	4.20	İHB	
C12 (25x60)	i (alt)	310	0.21	17.27	0.15	5.86	1.82	2.95	4.27	GÇB	GÇB
	j(üst)	295	0.20	17.27	0.15	4.78	1.83	3.00	4.33	GÇB	
C9 (25x60)	i (alt)	200	0.13	20.45	0.18	5.72	1.95	3.35	4.80	GÇB	GÇB
	j(üst)	205	0.14	20.45	0.18	1.01	1.93	3.30	4.73	MHB	
C18 (60x30)	i (alt)	190	0.11	35.99	0.28	9.02	1.98	2.45	4.93	GÇB	GÇB
	j(üst)	200	0.11	35.99	0.28	2.61	1.98	2.45	4.93	İHB	
C8 (25x60)	i (alt)	210	0.14	18.10	0.16	7.08	1.93	3.30	4.73	GÇB	GÇB
	j(üst)	215	0.14	18.10	0.16	1.39	1.93	3.30	4.73	MHB	
C3 (50x25)	i (alt)	170	0.14	29.90	0.34	8.68	1.93	3.30	4.73	GÇB	GÇB
	j(üst)	120	0.10	29.90	0.34	5.36	2.00	3.50	5.00	GÇB	
C17 (25x50)	i (alt)	205	0.16	16.36	0.17	12.69	1.90	3.20	4.60	GÇB	GÇB
	j(üst)	210	0.17	16.36	0.17	1.28	1.88	3.15	4.53	MHB	
C6 (25x60)	i (alt)	130	0.09	31.36	0.28	14.13	2.00	3.50	5.00	GÇB	GÇB
	j(üst)	160	0.11	31.36	0.28	2.15	1.98	2.45	4.93	BHB	
C4 (50x25)	i (alt)	285	0.23	21.36	0.24	9.74	1.78	2.85	4.13	GÇB	GÇB
	j(üst)	295	0.24	21.36	0.24	2.97	1.77	2.80	4.07	İHB	

Çizelge 5.24 : Y doğrultusu kolon hasar bölgeleri.

		Nk	Nk	Ve	Ve	r	rs (MN)	rs (GV)	rs (GÇ)		
			(Ac.fcm)		(bw.d.fct)						
C13 (50x25)	i (alt)	210	0.17	11.42	0.12	10.51	1.88	3.15	4.53	GÇB	GÇB
	j(üst)	200	0.16	11.42	0.12	4.77	1.90	3.20	4.60	GÇB	
C20 (50x25)	i (alt)	240	0.19	9.81	0.10	10.09	1.85	3.05	4.40	GÇB	GÇB
	j(üst)	250	0.20	9.81	0.10	4.12	1.83	3.00	4.33	İHB	
C15 (50x25)	i (alt)	245	0.20	9.83	0.10	12.17	1.83	3.00	4.33	GÇB	GÇB
	j(üst)	280	0.22	9.83	0.10	2.47	1.80	2.90	4.20	BHB	
C16 (50x25)	i (alt)	180	0.14	11.27	0.12	14.65	1.93	3.30	4.73	GÇB	GÇB
	j(üst)	210	0.17	11.27	0.12	5.03	1.88	3.15	4.53	GÇB	
C19 (60x25)	i (alt)	305	0.20	15.91	0.14	20.49	1.83	3.00	4.33	GÇB	GÇB
	j(üst)	300	0.20	15.91	0.14	4.53	1.83	3.00	4.33	GÇB	
C11 (60x25)	i (alt)	335	0.22	14.09	0.12	10.58	1.80	2.90	4.20	GÇB	GÇB
	j(üst)	330	0.22	14.09	0.12	6.74	1.80	2.90	4.20	GÇB	
C12 (25x60)	i (alt)	190	0.13	41.43	0.39	14.08	1.95	3.35	4.80	GÇB	GÇB
	j(üst)	200	0.13	41.43	0.39	2.38	1.95	3.35	4.80	BHB	
C9 (25x60)	i (alt)	310	0.21	40.00	0.38	9.76	1.82	2.95	4.27	GÇB	GÇB
	j(üst)	300	0.20	40.00	0.38	5.46	1.83	3.00	4.33	GÇB	
C18 (60x30)	i (alt)	250	0.14	19.55	0.14	12.29	1.93	3.30	4.73	GÇB	GÇB
	j(üst)	240	0.13	19.55	0.14	6.65	1.95	3.35	4.80	GÇB	
C8 (25x60)	i (alt)	215	0.14	39.92	0.38	7.72	1.93	3.30	4.73	GÇB	GÇB
	j(üst)	210	0.14	39.92	0.38	5.09	1.93	3.30	4.73	GÇB	
C3 (50x25)	i (alt)	240	0.19	13.59	0.14	7.87	1.85	3.05	4.40	GÇB	GÇB
	j(üst)	190	0.15	13.59	0.14	2.40	1.92	3.25	4.67	BHB	
C17 (25x50)	i (alt)	130	0.09	35.62	0.40	13.37	2.00	3.50	5.00	GÇB	GÇB
	j(üst)	125	0.10	35.62	0.40	7.01	2.00	3.50	5.00	GÇB	
C6 (25x60)	i (alt)	220	0.15	36.26	0.34	10.49	1.92	3.25	4.67	GÇB	GÇB
	j(üst)	210	0.14	36.26	0.34	5.18	1.93	3.30	4.73	GÇB	
C4 (50x25)	i (alt)	240	0.19	13.18	0.14	12.92	1.85	3.05	4.40	GÇB	GÇB
	j(üst)	200	0.16	13.18	0.14	7.79	1.90	3.20	4.60	GÇB	

5.5.14 Bina performansının belirlenmesi

Eşdeğer deprem yükü yöntemine göre değerlendirilmesi yapılan binanın kolon ve kiriş hasar hasar oranları aşağıda Çizelge 5.25-28’de sırası ile verilmektedir.

Çizelge 5.25 : Betonarme kirişlerin X doğrultusu hasar durumu özeti.

Elemanın Bulunduğu Kat	Kiriş Toplam Adet	Hasar Bölgelerindeki Eleman Adetleri				Hasar Bölgelerindeki Eleman Yüzdeleri (%)			
		MHB	BHB	İHB	GÇB	MHB	BHB	İHB	GÇB
Zemin Kat	10	2	5	1	2	20	50	10	20

Çizelge 5.26 : Betonarme kirişlerin Y doğrultusu hasar durumu özeti.

Elemanın Bulunduğu Kat	Kiriş Toplam Adet	Hasar Bölgelerindeki Eleman Adetleri				Hasar Bölgelerindeki Eleman Yüzdeleri (%)			
		MHB	BHB	İHB	GÇB	MHB	BHB	İHB	GÇB
Zemin Kat	10	0	0	2	8	0	0	20	80

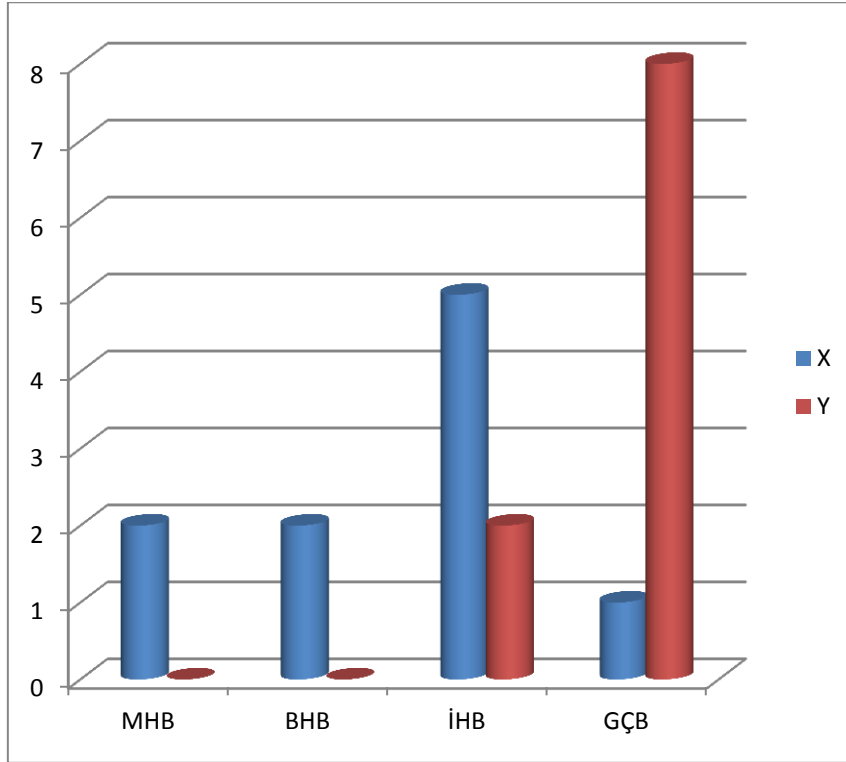
Çizelge 5.27 : Betonarme kolonların X doğrultusu hasar durumu özeti.

Elemanın Bulunduğu Kat	Kiriş Toplam Adet	Hasar Bölgelerindeki Eleman Adetleri				Hasar Bölgelerindeki Eleman Yüzdeleri (%)			
		MHB	BHB	İHB	GÇB	MHB	BHB	İHB	GÇB
Zemin Kat	14	0	0	2	12	0	0	14.3	85.7

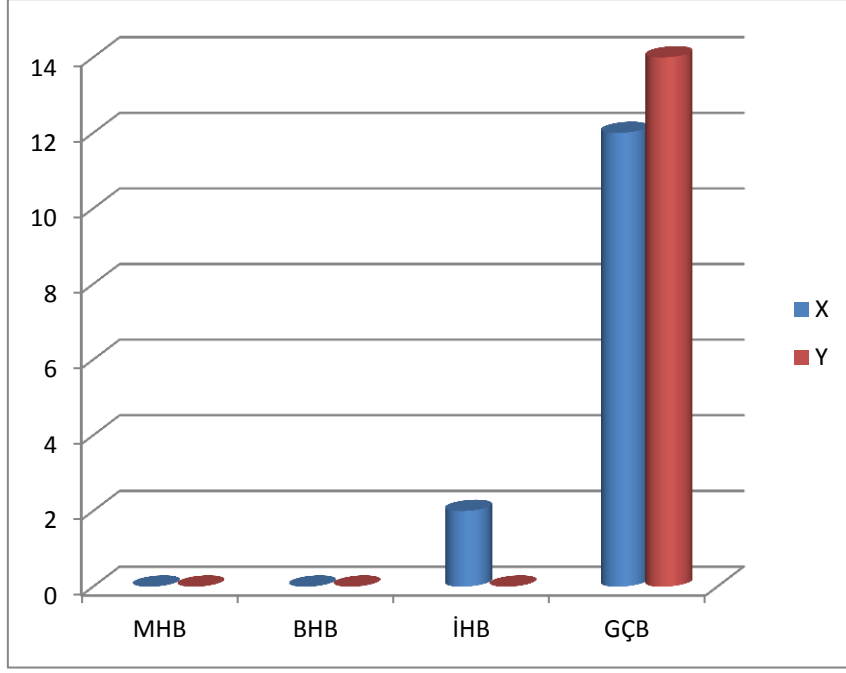
Çizelge 5.28 : Betonarme kolonların Y doğrultusu hasar durumu özeti.

Elemanın Bulunduğu Kat	Kiriş Toplam Adet	Hasar Bölgelerindeki Eleman Adetleri				Hasar Bölgelerindeki Eleman Yüzdeleri (%)			
		MHB	BHB	İHB	GÇB	MHB	BHB	İHB	GÇB
Zemin Kat	14	0	0	0	14	0	0	0	100

Kiriş ve kolonların hasar bölgelerindeki dağılımını gösteren grafikler aşağıda Şekil 5.8 ve 5.9'da verilmiştir.



Şekil 5.8 : Kirişlerin X ve Y doğrultularına ait hasar bölgeleri dağılımı.



Şekil 5.9 : Kolonların X ve Y doğrultularına ait hasar bölgeleri dağılımı.

Kiriş hasar durumlarına ait çizelgeler incelendiğinde X ve Y doğrultularında ileri hasar bölgesindeki kiriş sayısı sınır değeri aşılmakla beraber, göçme hasar sınırındaki kiriş oranı X doğrultusunda %20, Y doğrultusunda %80 dir. Kolonlara ait sonuç değerlerine bakıldığında ise Türk Deprem Yönetmeliğindeki ileri hasar bölgesindeki kolonların kesme kuvvetine katkısının en fazla %20 olması koşulunun sağlanmadığı belirlenmiştir. Bu veriler ışığında yapının “Can Güvenliği” performans seviyesini sağlamadığı kabul edilir.

5.6 001-DUZ-R-05-HD Kodlu Binanın Deprem Güvenliği Değerlendirilmesi

5.6.1 001-DUZ-R-05-HD yapısı genel bilgileri

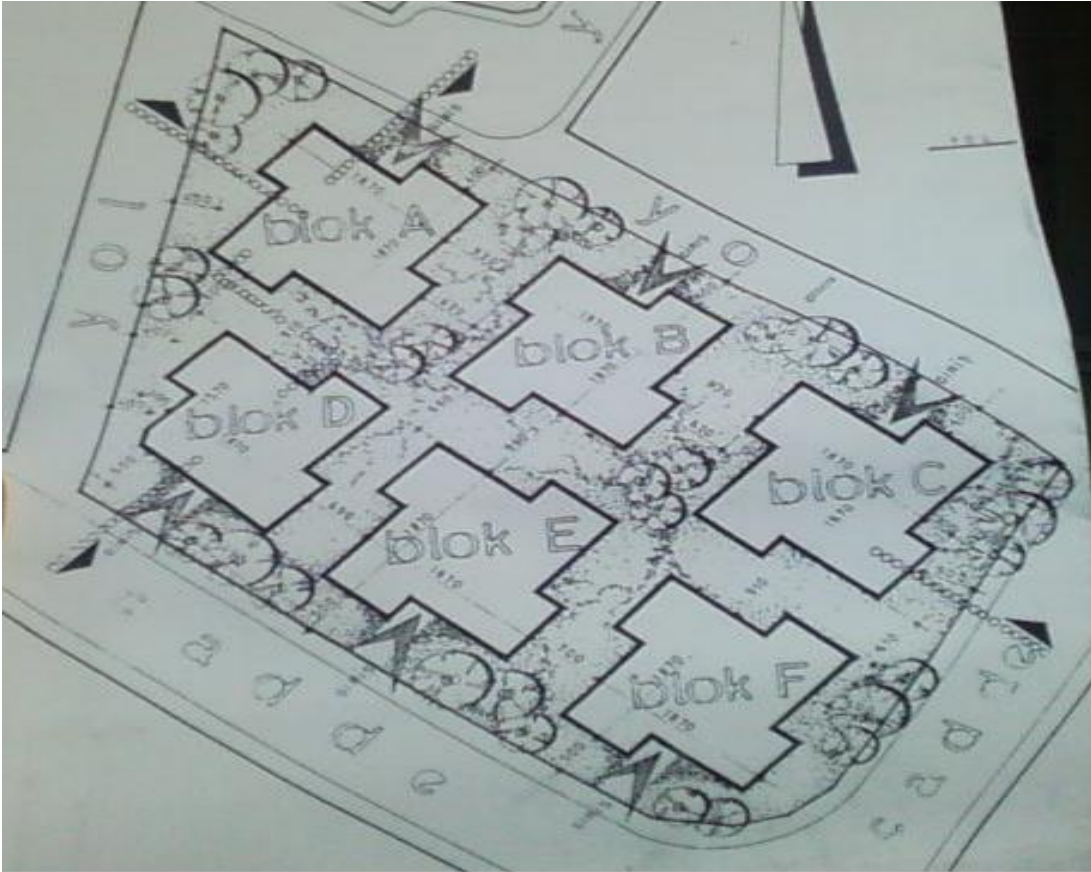
İncelenen yapı Düzce ilinde, Cedidiye mahallesinde bulunmaktadır. Yapı 1987 yılında inşa edilmiş ve konut olarak kullanılmaktadır. Yapının statik ve mimari projeleri mevcuttur. Yapı 1999 Düzce depreminden sonra yıkıldığından mevcut durumunun projeye uygunluğu kontrol edilememiş, sadece projedeki bilgiler esas alınarak değerlendirme yapılabilmektedir.

Bodrum kat 2.45m, zemin ve 3 normal kat 2.8 m yüksekliğindedir. Bodrum kat çevresinde istinat perdeleri bulunmamaktadır. Dolayısıyla kritik kat olarak bodrum kat seçilmiştir. Yapının genel bilgileri Çizelge 5.29’da gösterilmektedir:

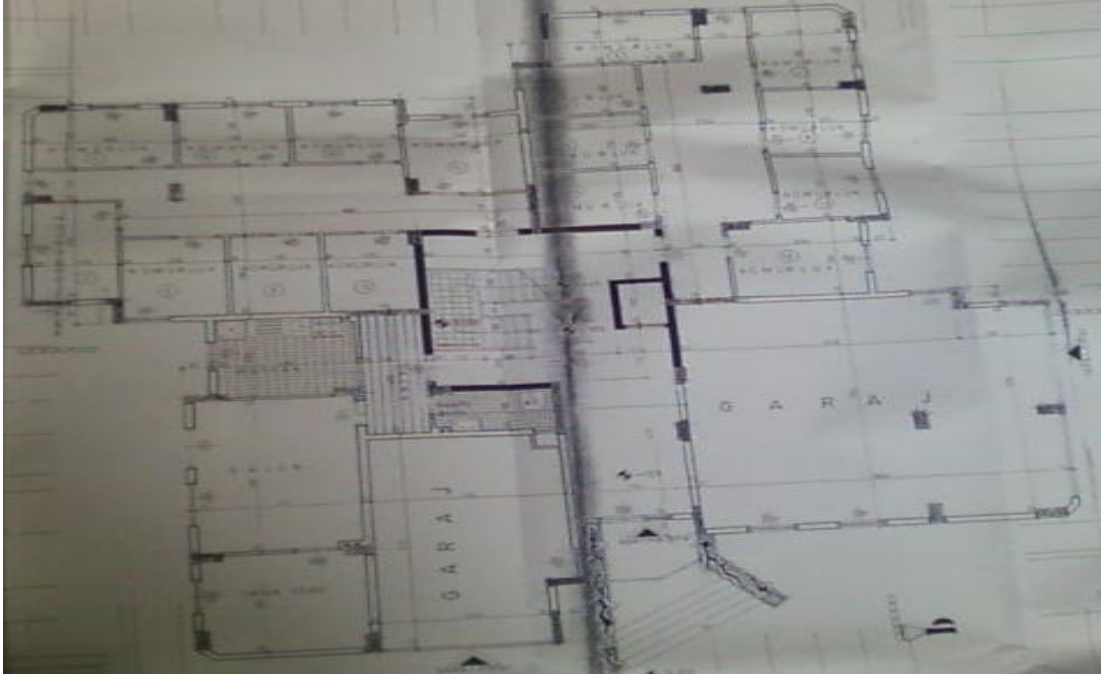
Çizelge 5.29 : 001-DUZ-R-05-HD kodlu bina genel bilgileri.

Yapı Kodu	001-DUZ-R-05-HD	
Yapı Kullanım Amacı	Konut	
Yapım Yılı	1987	
İl-Mahalle	DÜZCE-Cedidiye mah.	
Ada-Pafta-Parsel	139/20M3D/62	
Ruhsat No	5620	
Kat Yükseklikleri	Bodrum Kat	2.45 m
	Asma Kat	----
	Normal Kat	2.8 m
Kritik Kat Alan	475 m ²	
Döşeme Tipi	Kirişli Plak (20x60)	
Temel tipi	Tek Yönlü Sürekli	
Zemin Cinsi	Z4	

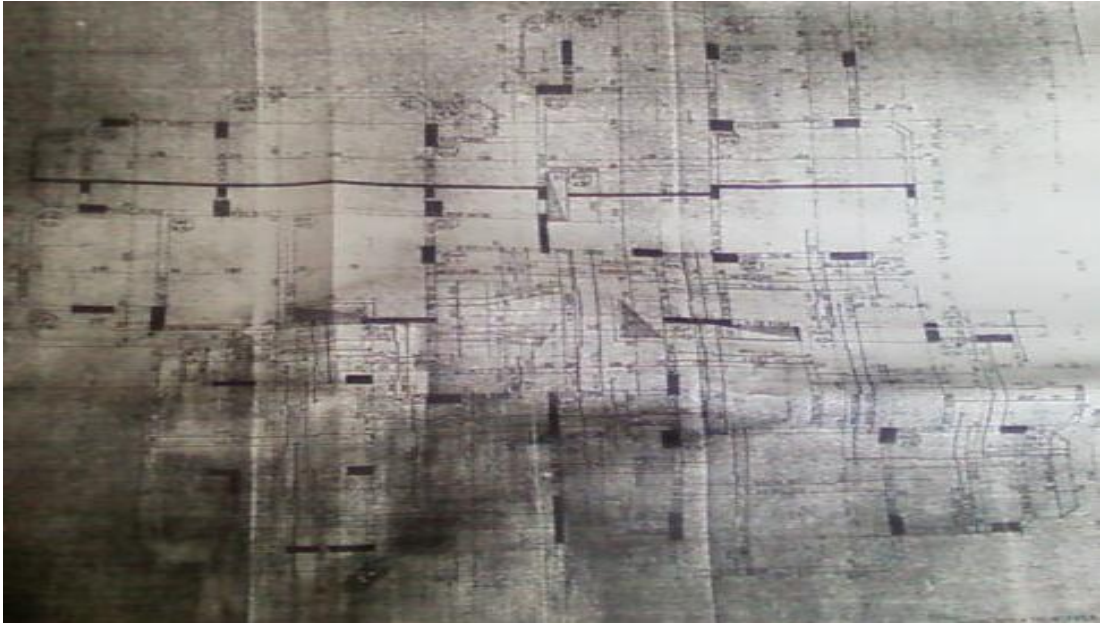
Yapının genel vaziyeti, mimari kat planı ve kolon aplikasyonu sırası ile Şekil 5.9, 5.10 ve 5.11’de gösterilmektedir:



Şekil 5.10 : 001-DUZ-R-05-HD kodlu bina vaziyet planı.



Şekil 5.11 : 001-DUZ-R-05-HD kodlu bina mimari planı.



Şekil 5.12 : 001-DUZ-R-05-HD kodlu bina kolon aplikasyon planı.

5.6.2 001-DUZ-R-05-HD kodlu binanın P25 yöntemi ile değerlendirilmesi

Dördüncü bölümde anlatılan esaslarına göre yapılan P25 değerlendirme sonuçlarına göre, bulunan yapıya ait düzeltme faktörleri (fi), yapı performans değerleri (Pi) aşağıda Çizelge 5.30 ve 5.31’de verilmiştir.

Çizelge 5.30 : 001-DUZ-R-05-HD kodlu bina düzeltme faktörleri sonuçları.

f_1	f_2	f_3	f_4	f_5	f_6	f_7
0.9	1	1	0.85	0.9	0.9	1
f_8	f_9	f_{10}	f_{11}	f_{12}	f_{13}	f_{14}
1	0.707	1	0.795	0.9	0.95	0.95

Çizelge 5.31 : 005-DUZ-R-03-HD kodlu binanın DURTES yazılım sonuçları.

Ağırlık	P_1	P_2	P_3	P_4	P_5	P_6	P_7	P
Puanı	20	100	100	100	100	20	10	9,925

Yapı sonuç puanı $P=9,925$ bulunmuştur. Yani 3. Bölgede Yüksek Risk Bandında bulunmaktadır.

5.6.3 001-DUZ-R-05-HD yapısının DURTES yöntemi ile değerlendirilmesi

Yapı üçüncü bölümde anlatılan DURTES hesap yöntemine göre, DURTES yazılımı ile değerlendirilmiştir. Sonuçlar aşağıda verilen Çizelge 5.32’de yer almaktadır:

Çizelge 5.32 : 001-DUZ-R-05-HD kodlu bina DURTES yazılım sonuçları.

Yapım Yılı.....= 1987
Yapıda En Büyük Açıklık.....= 5 (m)
Ortalama Kat Ağırlığı.....= 12 (KN/m ²)
Giriş Kat Alanı..... = 450 (m ²)
Düşey Elemanların Kesme Kuvveti Taşıyabilecek Alanları (kolon+perde+0.15*duvar) (m ²):
Avx.....= 9.735 m ²
Avy.....=9.484 m ²
Dinamik Karakterler:
T1 (Birinci Doğal Peryot).....= 0.50
Toplam Ağırlık.....= 27000 KN
Oluşan Taban Kesme Kuvveti (Vt).....= 6750 KN
Yapının Taban Kesme Kuvveti (Vmin).....= 3698.9 KN
Göreceli Puan (100 üzerinden).....= 28.00
İteratif Enterpolasyon Değeri.....= 0.364
Yapısal Emniyet Faktörü (Vmin/Vt).....= 0.547979
Göreceli Durum Tespit Puanı.....= 15.3434

Yapısal Emniyet Faktörü (YEM) <1 ve Göreceli Durum Tespit Puanı= $15.3434 < 25$ olduğu için yapı “Çok Yüksek Risk” sınıfında kabul edilir.

5.7 002-DUZ-R-06-CL Kodlu Binanın Deprem Güvenliği Değerlendirilmesi

5.7.1 002-DUZ-R-06-CL yapısı genel bilgileri

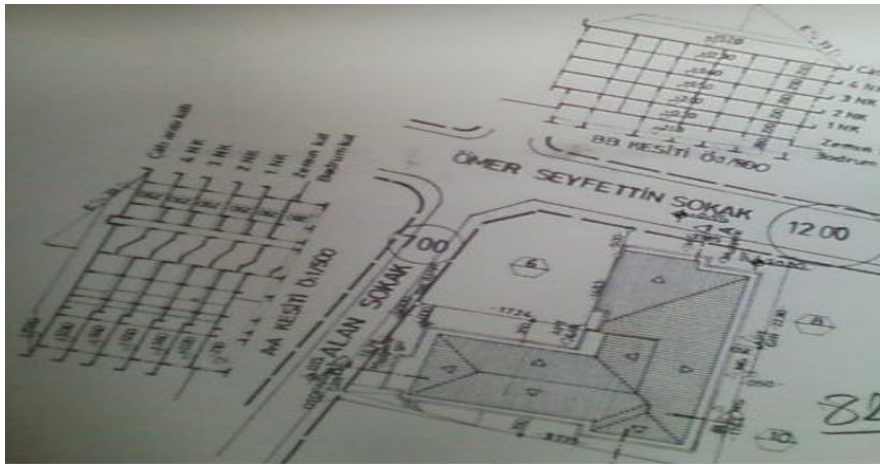
İncelenen yapı Düzce ilinde, Kültür mahallesinde bulunmaktadır. Yapı 1998 yılında inşa edilmiş ve konut ve işyeri olarak kullanılmaktadır. Yapının statik ve mimari projeleri mevcuttur. Yapı 1999 Düzce depreminden sonra yıkıldığından mevcut durumunun projeye uygunluğu kontrol edilememiş, sadece projedeki bilgiler esas alınarak değerlendirme yapılabilmektedir. Yapı 1. Derece deprem bölgesinde ve zemin tipi Z4'tür.

Bodrum kat 2.8m, zemin ve 4 normal kat 2.9 m yüksekliğindedir. Bodrum kat çevresinde istinat perdeleri bulunmamaktadır. Dolayısıyla kritik kat olarak bodrum kat seçilmiştir. Yapının genel bilgileri Çizelge 5.33'de gösterilmektedir:

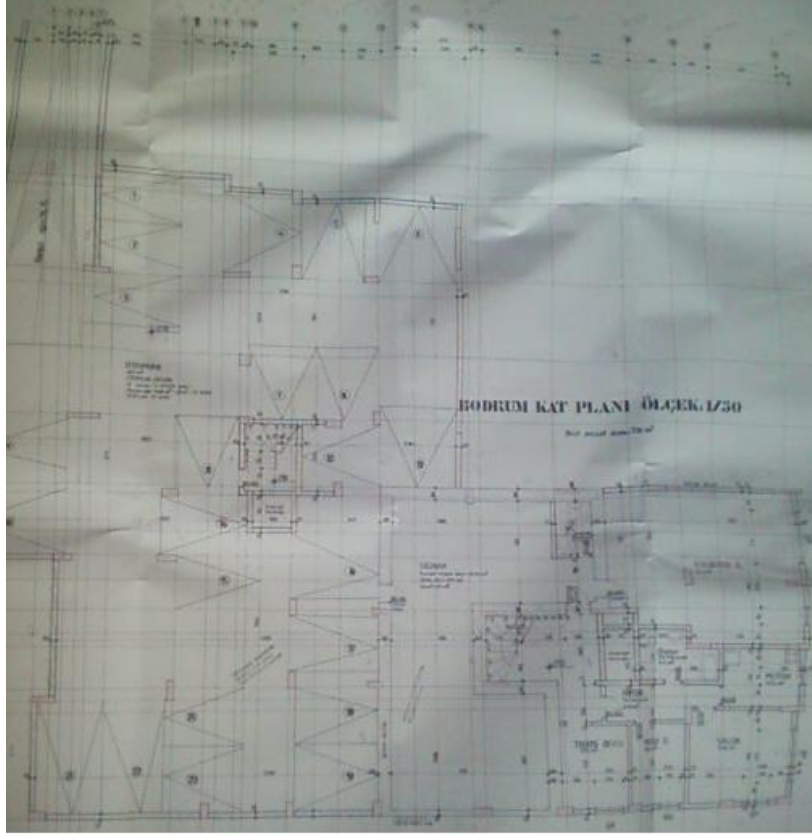
Çizelge 5.33 : 002-DUZ-R-06-CL kodlu bina genel bilgileri.

Yapı Kodu	002-DUZ-R-06-CL	
Yapı Kullanım Amacı	Konut + İşyeri	
Yapım Yılı	1998	
İl-Mahalle	DÜZCE-Kültür mah.	
Ada-Pafta-Parsel	44/33HIB/28	
Ruhsat No	8210	
Kat Yükseklikleri	Bodrum Kat	2.8 m
	Zemin kat	2.9 m
	Normal Kat	2.9 m
Kritik Kat Alan	706 m ²	
Döşeme Tipi	Kirişli Plak (20x60)	
Temel tipi	Tekil temel	
Zemin Cinsi	Z4	

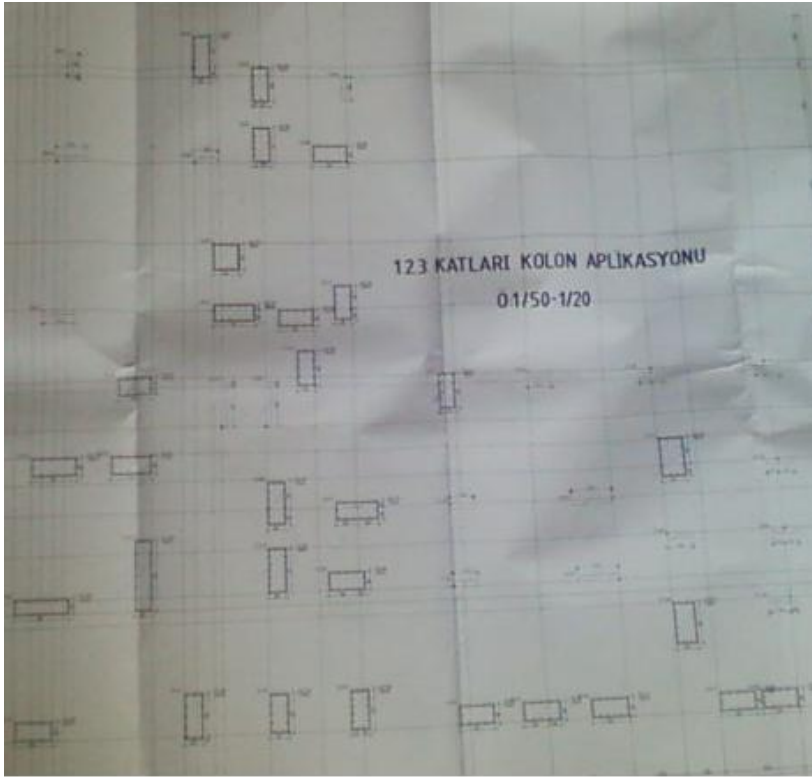
Yapının genel vaziyet, mimari kat plan ve kolon aplikasyonu Şekil 5.13-5.15de verilmektedir:



Şekil 5.13 : 002-DUZ-R-06-CL kodlu bina genel vaziyet planı.



Şekil 5.14 : 002-DUZ-R-06-CL kodlu bina mimari kat planı.



Şekil 5.15 : 002-DUZ-R-06-CL kodlu bina kolon aplikasyon planı.

5.7.2 002-DUZ-R-06-CL kodlu binanın P25 yöntemi ile değerlendirilmesi

Dördüncü bölümde anlatılan esaslarına göre yapılan P25 değerlendirme sonuçlarına göre, bulunan yapıya ait düzeltme faktörleri (f_i), yapı performans değerleri (P_i) aşağıda Çizelge 5.34 ve 5.35’de verilmiştir.

Çizelge 5.34: 002-DUZ-R-06-CL kodlu bina düzeltme faktörleri sonuçları.

f_1	f_2	f_3	f_4	f_5	f_6	f_7
0.9	1	1	1	0.9	0.9	1
f_8	f_9	f_{10}	f_{11}	f_{12}	f_{13}	f_{14}
1	0.707	0.99	0.84	0.9	0.8	0.95

Çizelge 5.35 : 002-DUZ-R-06-CL kodlu bina P_i sonuçları.

Ağırlık	P_1	P_2	P_3	P_4	P_5	P_6	P_7	P
Puanı	19	100	100	60	60	20	10	7,697

Yapı sonuç puanı $P=7,697$ bulunmuştur. Yani 3. Bölgede, Yüksek Risk Bandında bulunmaktadır.

5.7.3 002-DUZ-R-06-CL yapısının DURTES yöntemi ile değerlendirilmesi

Yapı üçüncü bölümde anlatılan DURTES hesap yöntemine göre, DURTES yazılımı ile değerlendirilmiştir. Sonuçlar aşağıda verilen Çizelge 5.36’da yer almaktadır:

Çizelge 5.36 : 002-DUZ-R-06-HD kodlu bina Durtes yazılımı sonuçları.

Yapının Yaşı.....= 1 (yıl)
Yapıda En Büyük Açıklık.....= 6.5 (m)
Ortalama Kat Ağırlığı.....= 14000 (KN /m2)
Giriş Kat Alanı= 570 (m2)
Düşey Elemanların Kesme Kuvveti Taşıyabilecek Alanları (kolon+perde+0.15*duvar) (m2):
Avx.....= 12.718 m2
Avy.....= 12.282 m2
Dinamik Karakterler:
T1 (Birinci Doğal Peryot.....= 0.65
Toplam Ağırlık= 50114.4 KN
Oluşan Taban Kesme Kuvveti (V_t).....= 50120 KN n
Yapının Taban Kesme Kuvveti (V_{min}).....= 4789.8 KN
Göreceli Puan (100 üzerinden).....=30.00
İteratif Enterpolasyon Değeri.....= 0.093153
Yapısal Emniyet Faktörü (V_{min}/V_t).....= 0.09558
Göreceli Durum Tespit Puanı.....= 2.8673

YEM=0.09558<1 ve GDTP=2.8673 olduğu için yapı “Çok Yüksek Risk” grubuna dahil edilir.

5.8 003-DUZ-R-06-CL Kodlu Binanın Deprem Güvenliği Değerlendirilmesi

5.8.1 003-DUZ-R-06-CL yapısı genel bilgileri

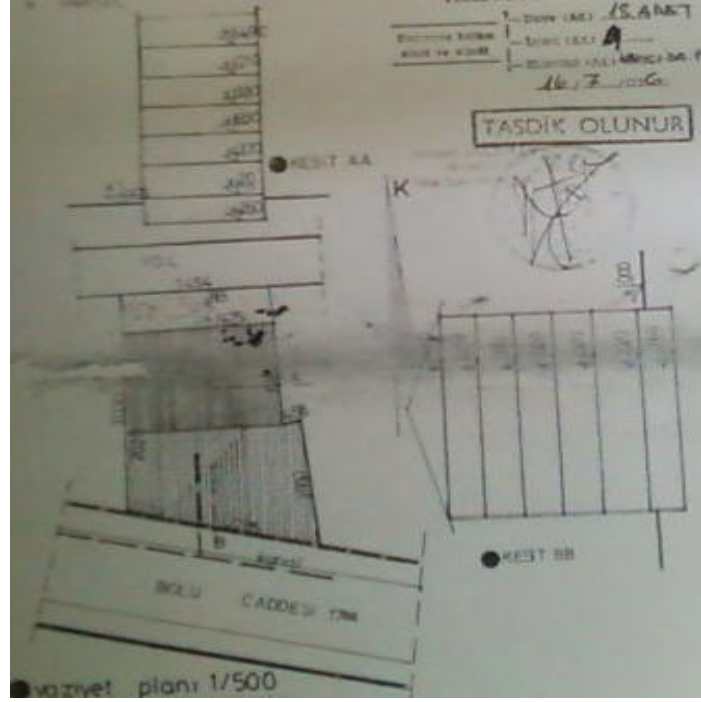
İncelenen yapı Düzce ilinde, Nusrettin mahallesinde bulunmaktadır. Yapı 1986 yılında inşa edilmiş ve konut olarak kullanılmaktadır. Yapının statik ve mimari projeleri mevcuttur. Yapı 1999 Düzce depreminden sonra yıkıldığından mevcut durumunun projeye uygunluğu kontrol edilememiş, sadece projedeki bilgiler esas alınarak değerlendirme yapılabilmektedir.

Bodrum kat 3 m, zemin ve 4 normal kat 2.8 m yüksekliğindedir. Bodrum kat çevresinde istinat perdeleri bulunmamaktadır. Yapının bodrum kat etrafında istinat perdeleri bulunmadığından kritik kat olarak bodrum kat için de hesap yapılmasına karar verilmiştir. Bodrum ve zemin kat için yapılan hesap sonuçlarında zemin katın puanı 0.1 mertebesinde daha düşük bulunmuş ve kritik kat olarak seçilmiştir. Yapının genel bilgileri Çizelge 5.37’de gösterilmektedir:

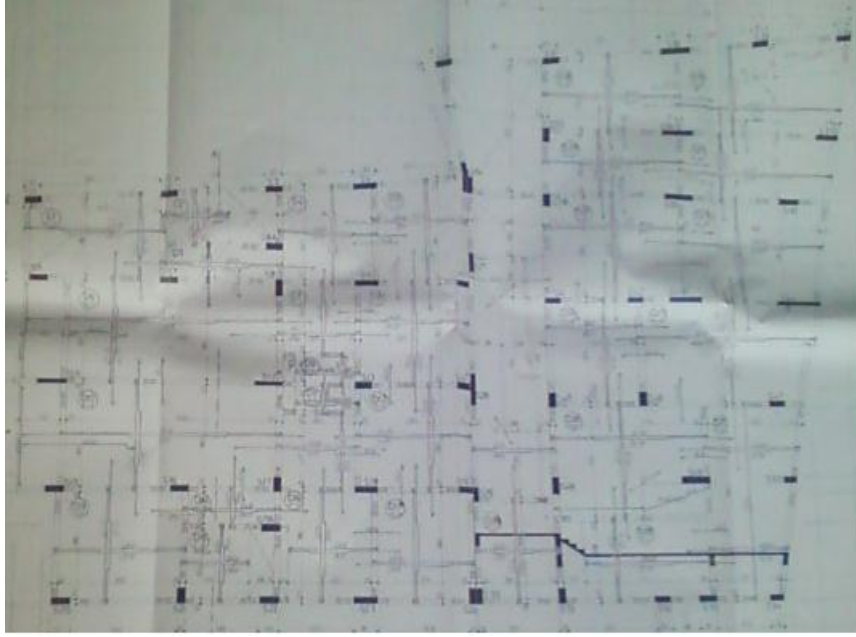
Çizelge 5.37 : 003-DUZ-R-06-CL kodlu bina yapı genel bilgileri.

Yapı Kodu	003-DUZ-R-06-CL	
Yapı Kullanım Amacı	Konut	
Yapım Yılı	1986	
İl-Mahalle	DÜZCE-Nusrettin mah.	
Ada-Pafta-Parsel	95/20MIIC/6	
Ruhsat No	5530	
Kat Yükseklikleri	Bodrum Kat	3.00 m
	Asma Kat	-----
	Normal Kat	2.8 m
Kritik Kat Alan	715 m ²	
Döşeme Tipi	Kirişli Plak (20x60)	
Temel tipi	Çift Yönlü Sürekli	
Zemin Cinsi	Z4	

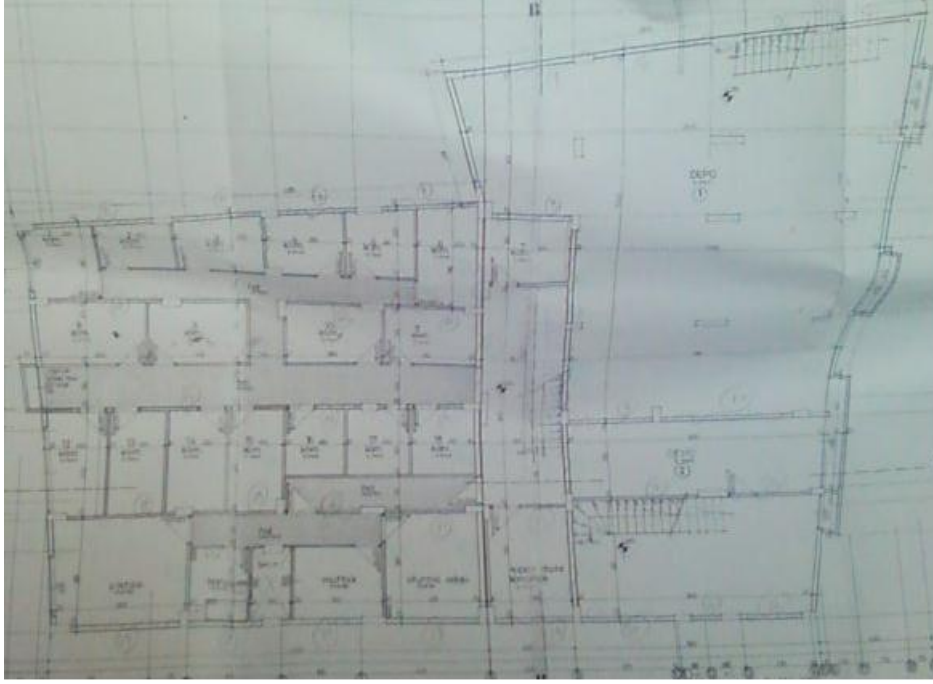
Yapının genel vaziyeti, kat kalıp planı ve mimari kat planı aşağıdaki Şekil 5.16, 5.17 ve 5.18’de bulunmaktadır:



Şekil 5.16 : 003-DUZ-R-06-CL kodlu bina genel vaziyet planı.



Şekil 5.17 : 003-DUZ-R-06-CL kodlu bina kat kalıp planı.



Şekil 5.18 : 003-DUZ-R-06-CL kodlu bina mimari kat planı.

5.8.2 003-DUZ-R-06-CL kodlu binanın P25 yöntemi ile değerlendirilmesi

Dördüncü bölümde anlatılan esaslarına göre yapılan P25 değerlendirme sonuçlarına göre, bulunan yapıya ait düzeltme faktörleri (f_i), yapı performans değerleri (P_i) aşağıda Çizelge 5.38 ve 5.39’da verilmiştir.

Çizelge 5.38 : 003-DUZ-R-06-CL kodlu bina düzeltme faktörleri sonuçları.

f_1	f_2	f_3	f_4	f_5	f_6	f_7
0.9	1	1	1	0.9	0.9	1
f_8	f_9	f_{10}	f_{11}	f_{12}	f_{13}	f_{14}
0.9	0.707	0.99	0.84	0.9	1	0.95

Çizelge 5.39 : 003-DUZ-R-06-CL kodlu bina P_i sonuçları.

Ağırlık	P_1	P_2	P_3	P_4	P_5	P_6	P_7	P
Puanı	19	100	100	60	45	20	10	8,890

Yapı sonuç puanı $P=8,890$ bulunmuştur. Yani 3. Bölgede, Yüksek Risk Bandında bulunmaktadır.

5.8.3 003-DUZ-R-06-CL yapısının DURTES yöntemi ile değerlendirilmesi

Yapı üçüncü bölümde anlatılan DURTES hesap yöntemine göre, DURTES yazılımı ile değerlendirilmiştir. Sonuçlar aşağıda verilen Çizelge 5.40'da yer almaktadır:

Çizelge 5.40 : 003-DUZ-R-06-CL kodlu binanın DURTES yazılım sonuçları.

Yapım Yılı.....	= 1986
Yapıda En Büyük Açıklık.....	= 7.2 (m)
Ortalama Kat Ağırlığı.....	= 14 (KN /m2)
Giriş Kat Alanı	= 610 (m2)
Düşey Elemanların Kesme Kuvveti Taşıyabilecek Alanları (kolon+perde+0.15*duvar) (m2):	
Avx.....	= 14.400 m2
Avy.....	= 12.693 m2
Dinamik Karakterler:	
T1 (Birinci Doğal Peryot.....)	= 0.59
Toplam Ağırlık	= 51240 KN
Oluşan Taban Kesme Kuvveti (Vt).....	= 12810 KN
Yapının Taban Kesme Kuvveti (Vmin).....	= 4950.3 KN
Göreceli Puan (100 üzerinden).....	=11.00
İteratif Enterpolasyon Değeri.....	= 0.127521
Yapısal Emniyet Faktörü (Vmin/Vt).....	= 0.346834
Göreceli Durum Tespit Puanı.....	= 4.2508

YEM=0.346834<1 ve GDTP= 4.2508< 25 olduğu için yapı “Çok Yüksek Risk” grubuna dahil edilir.

5.9 004-DUZ-R-05-CL Kodlu Binanın Deprem Güvenliği Değerlendirilmesi

5.9.1 004-DUZ-R-05-CL yapısı genel bilgileri

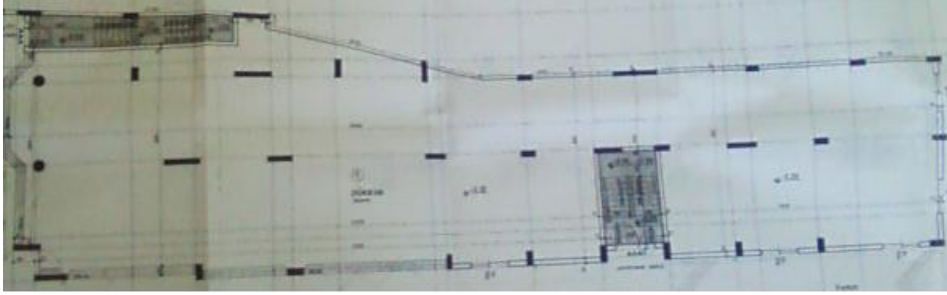
İncelenen yapı Düzce ilinde, Nusretin mahallesinde bulunmaktadır. Yapı 1990 yılında inşa edilmiş ve konut ve işyeri olarak kullanılmaktadır. Yapının statik ve mimari projeleri mevcuttur. Yapı 1999 Düzce depreminden sonra yıkıldığından mevcut durumunun projeye uygunluğu kontrol edilememiş, sadece projedeki bilgiler esas alınarak değerlendirme yapılabilmektedir. Binanın oturduğu zeminde yapılan incelemeler sonucu [24] 1. Derece deprem bölgesinde olduğu ve zemin tipinin Z4 olduğu kararı verilmiştir.

Zemin kat 3.5 m ve 4 normal kat 2.85 m yüksekliğindedir. Bodrum kat bulunmaması sebebiyle zemin kat kritik kat olarak seçilmiştir. Yapının genel bilgileri Çizelge 5.41 de gösterilmektedir:

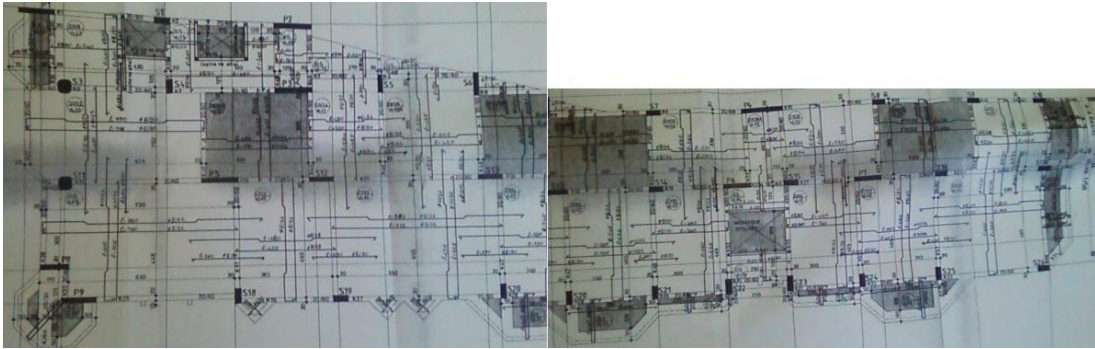
Çizelge 5.41 : 004-DUZ-R-05-CL kodlu bina yapı genel bilgileri.

Yapı Kodu	004-DUZ-R-05-CL	
Yapı Kullanım Amacı	Konut + İşyeri	
Yapım Yılı	1990	
İl-Mahalle	DÜZCE-Nusrettin mah.	
Ada-Pafta-Parsel	100/33HIIB/16	
Ruhsat No	6748	
Kat Yükseklikleri	Bodrum Kat	yok
	Zemin Kat	3.5 m
	Normal Kat	2.85 m
Kritik Kat Alan	465 m ²	
Döşeme Tipi	Kirişli Plak (20x60)	
Temel tipi	Tek Yönlü Sürekli	
Zemin Cinsi	Z4	

Yapının vaziyet planı, kat kalıp planı ve kolon aplikasyon planı aşağıda sırası ile Şekil 5.19, 5.20 ve 5.21’de gösterilmektedir.



Şekil 5.19 : 004-DUZ-R-05-CL kodlu bina kolon aplikasyon planı.



Şekil 5.20 : 004-DUZ-R-05-CL kodlu bina zemin kat kalıp planı.



Şekil 5.21 : 004-DUZ-R-05-CL kodlu bina vaziyet planı.

5.9.2 004-DUZ-R-05-CL kodlu binanın P25 yöntemi ile değerlendirilmesi

Dördüncü bölümde anlatılan esaslarına göre yapılan P25 değerlendirme sonuçlarına göre, bulunan yapıya ait düzeltme faktörleri (f_i), yapı performans değerleri (P_i) aşağıda Çizelge 5.42 ve 5.43’de verilmiştir.

Çizelge 5.42 : 004-DUZ-R-05-CL kodlu bina düzeltme faktörleri sonuçları.

f_1	f_2	f_3	f_4	f_5	f_6	f_7
0.9	1	1	0.75	0.9	0.9	1
f_8	f_9	f_{10}	f_{11}	f_{12}	f_{13}	f_{14}
0.9	0.707	1	0.84	0.9	0.95	1

Çizelge 5.43 : 004-DUZ-R-05-CL kodlu bina P_i sonuçları.

Ağırlık	P_1	P_2	P_3	P_4	P_5	P_6	P_7	P
Puanı	22	100	68	50	40	20	10	7,126

Yapı sonuç puanı $P=7.69$ bulunmuştur. Yani 3. Bölgede, Yüksek Risk Bandında bulunmaktadır.

5.9.3 004-DUZ-R-05-CL yapısının DURTES yöntemi ile değerlendirilmesi

Yapı üçüncü bölümde anlatılan DURTES hesap yöntemine göre, DURTES yazılımı ile değerlendirilmiştir. Sonuçlar aşağıda verilen Çizelge 5.44’de yer almaktadır:

Çizelge 5.44 : 004-DUZ-R-05-CL kodlu binanın DURTES yazılım sonuçları.

Yapım Yılı.....	= 1990
Yapıda En Büyük Açıklık.....	= 6.5 (m)
Ortalama Kat Ağırlığı.....	= 14 (KN /m2)
Giriş Kat Alanı	= 385 (m2)
Düşey Elemanların Kesme Kuvveti Taşıyabilecek Alanları (kolon+perde+0.15*duvar) (m2):	
Avx.....	= 9.458 m2
Avy.....	= 6.871 m2
Dinamik Karakterler:	
T1 (Birinci Doğal Peryot.....)	= 0.53
Toplam Ağırlık	= 28674.8 KN
Oluşan Taban Kesme Kuvveti (Vt).....	= 7168.7 KN
Yapının Taban Kesme Kuvveti (Vmin).....	= 2679.6 KN
Göreceli Puan (100 üzerinden).....	=36.00
İteratif Enterpolasyon Değeri.....	= 0.377014
Yapısal Emniyet Faktörü (Vmin/Vt).....	= 0.373797
Göreceli Durum Tespit Puanı.....	= 13.4567

YEM= 0.373797 <1 ve GDTP= 13.4567<25 olduğundan, yapı “Çok Yüksek Risk” grubuna dahil edilmiştir.

5.10 006-DUZ-R-07-MD Kodlu Binanın Deprem Güvenliği Değerlendirilmesi

5.10.1 006-DUZ-R-07-MD yapısı genel bilgileri

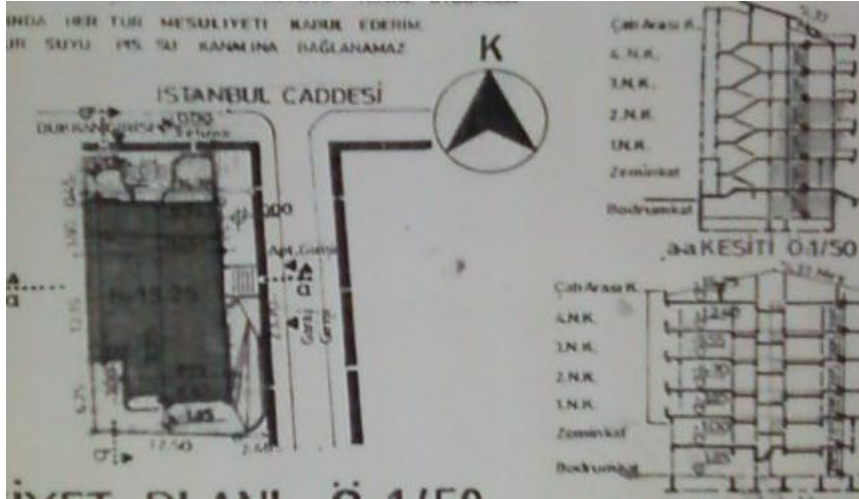
İncelenen yapı Düzce ilinde, Camikebir mahallesinde bulunmaktadır. Yapı 1996 yılında inşa edilmiş ve konut olarak kullanılmaktadır. Yapının statik ve mimari projeleri mevcuttur. Yapı 1999 Düzce depremi sırasında 3. Kat seviyesinde inşaat halindedir. Binanın tasarımı 7 kat için yapılmış olur, depremi 3 katı tamamlanmış hali ile yaşamıştır. Yapı orta hasar seviyesindedir.

Bodrum kat 2.85, zemin kat 2.85 m ve 1 normal kat 2.85 m yüksekliğindedir. Bodrum kat etrafında istinat perdeleri bulunmaması sebebiyle zemin kat ve bodrum kat kritik kat olarak seçilmiştir, iki kat için de hesap yapılmıştır. Bodrum kat puanlarının daha düşük çıktığı saptanmıştır. Yapının genel bilgileri Çizelge 5.45’de gösterilmektedir:

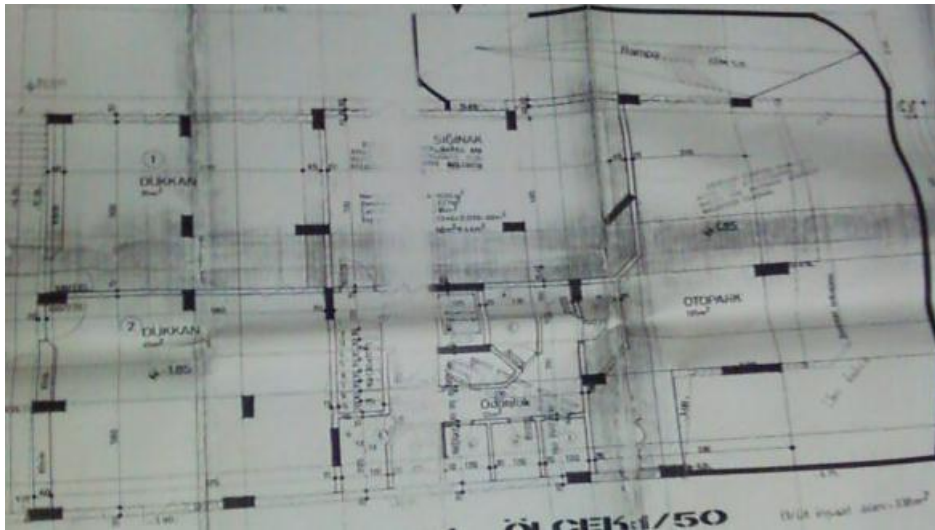
Çizelge 5.45 : 006-DUZ-R-07-MD yapı genel bilgileri.

Yapı Kodu	006-DUZ-R-07-MD	
Yapı Kullanım Amacı	Konut + İşyeri	
Yapım Yılı	1996	
İl-Mahalle	DÜZCE-Camıkebir mah.	
Ada-Pafta-Parsel	175/33HIA/11	
Ruhsat No	8060	
Kat Yükseklikleri	Bodrum Kat	2.85 m
	Normal Kat	2.85 m
	Çatı Katı	2.85 m
Kritik Kat Alan	220 m ²	
Döşeme Tipi	Kirişli Plak (20x60)	
Temel tipi	Tek Yönlü Sürekli	
Zemin Cinsi	Z4	

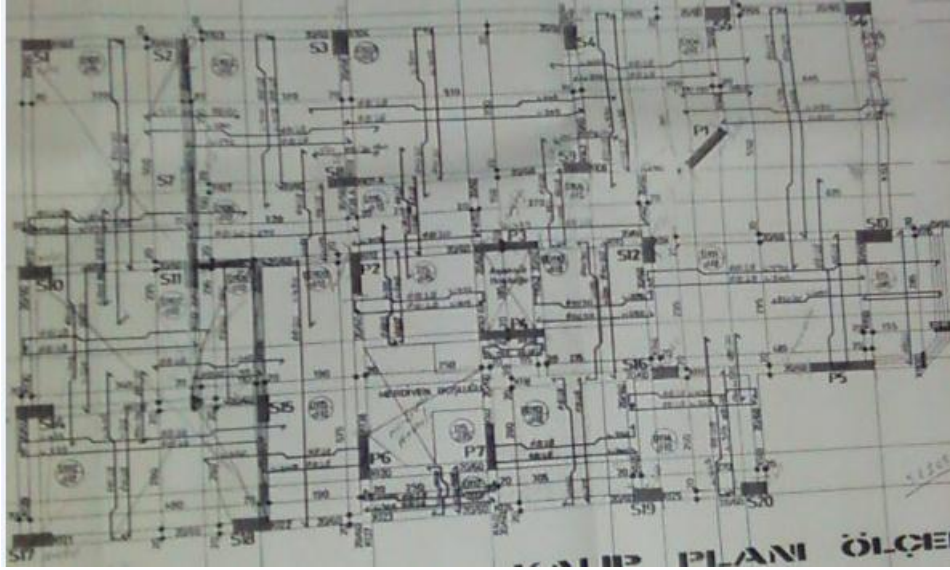
Yapının vaziyet planı, mimari planı ve kat kalıp planı Şekil 5.22-5.24'de verilmiştir:



Şekil 5.22 : 006-DUZ-R-07-MD kodlu bina vaziyet planı.



Şekil 5.23 : 006-DUZ-R-07-MD kodlu bina mimari kat planı.



Şekil 5.24 : 006-DUZ-R-07-MD kodlu bina kat kalıp planı.

5.10.2 006-DUZ-R-07-MD kodlu binanın P25 yöntemi ile değerlendirilmesi

Dördüncü bölümde anlatılan esaslarına göre yapılan P25 değerlendirme sonuçlarına göre, bulunan yapıya ait düzeltme faktörleri (f_i), yapı performans değerleri (P_i) aşağıda Çizelge 5.46 ve 5.47’de verilmiştir.

Çizelge 5.46 : 006-DUZ-R-07-MD kodlu bina düzeltme faktörleri sonuçları.

f_1	f_2	f_3	f_4	f_5	f_6	f_7
0.9	1	1	0.75	1	0.9	1
f_8	f_9	f_{10}	f_{11}	f_{12}	f_{13}	f_{14}
1	0.707	1	0.84	0.9	0.95	0.9

Çizelge 5.47 : 006-DUZ-R-07-MD kodlu bina P_i sonuçları.

Ağırlık	P_1	P_2	P_3	P_4	P_5	P_6	P_7	P
Puanı	21	100	87	100	60	20	10	9,194

Yapı sonuç puanı $P=9,194$ bulunmuştur. Yani 3. Bölgede, Yüksek Risk Bandında bulunmaktadır.

5.10.3 006-DUZ-R-07-MD yapısının DURTES yöntemi ile değerlendirilmesi

Yapı üçüncü bölümde anlatılan DURTES hesap yöntemine göre, DURTES yazılımı ile değerlendirilmiştir. Sonuçlar aşağıda Çizelge 5.48’de yer almaktadır:

Çizelge 5.48 : 006-DUZ-R-07-MD kodlu binanın DURTES yazılım sonuçları.

Yapım Yılı.....	=1990
Yapıda En Büyük Açıklık.....	= 5 (m)
Ortalama Kat Ağırlığı.....	= 12 (KN /m2)
Giriş Kat Alanı	= 227 (m2)
Düşey Elemanların Kesme Kuvveti Taşıyabilecek Alanları (kolon+perde+0.15*duvar) (m2):	
Avx.....	= 5.564 m2
Avy.....	= 4.431 m2
Dinamik Karakterler:	
T1 (Birinci Doğal Peryot.....)	= 0.66
Toplam Ağırlık	= 11168.4 KN
Oluşan Taban Kesme Kuvveti (Vt).....	= 2792.1 KN
Yapının Taban Kesme Kuvveti (Vmin).....	= 1728.3 KN
Göreceli Puan (100 üzerinden).....	=47.00
İteratif Enterpolasyon Değeri.....	= 1.043171
Yapısal Emniyet Faktörü (Vmin/Vt).....	= 0.618991
Göreceli Durum Tespit Puanı.....	= 29.0926

YEM= 0.618991<1 ve GDTP= 29.0926 < 50 ve >25 olduğundan yapı, “Yüksek Risk” grubuna dahil edilir.

5.11 007-DUZ-R-06-CL Kodlu Binanın Deprem Güvenliği Değerlendirilmesi

5.11.1 007-DUZ-R-06-CL yapısı genel bilgileri

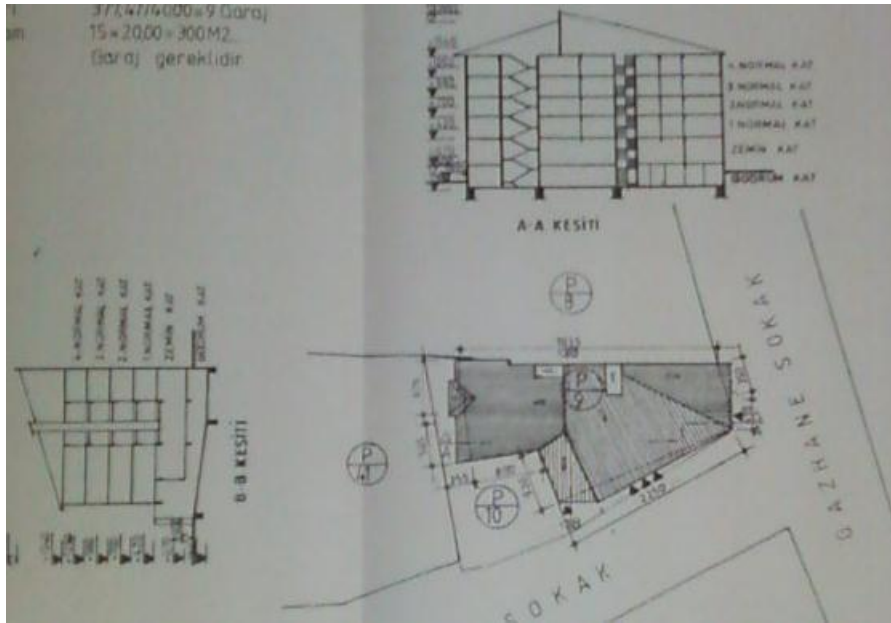
İncelenen yapı Düzce ilinde, Azmimilli mahallesinde bulunmaktadır. Yapı 1996 yılında inşa edilmiş ve konut ve işyeri olarak kullanılmaktadır. Yapının statik ve mimari projeleri mevcuttur. Yapı 1999 Düzce depreminden sonra yıkıldığından mevcut durumunun projeye uygunluğu kontrol edilememiş, sadece projedeki bilgiler esas alınarak değerlendirme yapılabilmektedir.

Bodrum kat 2.5, zemin kat 3.5 m ve 4 normal kat 2.80 m yüksekliğindedir. Binanın bodrum kat çevresinde perdeler bulunmadığından bodrum ve zemin kat için ayrı ayrı hesap yapılmış, zemin kat puanının çok küçük bir fark da olsa daha düşük olduğu görülmüş, kritik kat olarak zemin kat seçilmiştir. Yapının genel bilgileri Çizelge 5.49’ da gösterilmektedir:

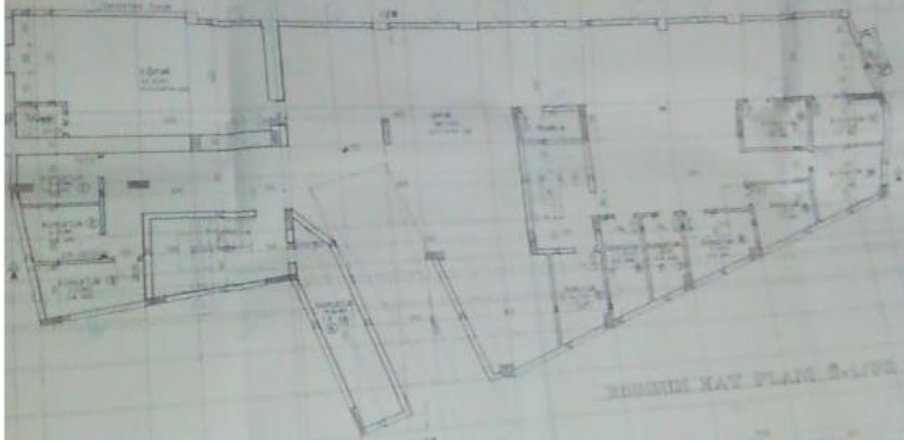
Çizelge 5.49 : 007-DUZ-R-06-CL yapı genel bilgileri.

Yapı Kodu	007-DUZ-R-06-CL	
Yapı Kullanım Amacı	Konut + İşyeri	
Yapım Yılı	1996	
İl-Mahalle	DÜZCE-Azmimilli mah.	
Ada-Pafta-Parsel	153/33HIID/9	
Ruhsat No	7941	
Kat Yükseklikleri	Bodrum Kat	2.5 m
	Zemin Kat	3.5 m
	Normal Kat	2.8 m
Kritik Kat Alan	540 m ²	
Döşeme Tipi	Kirişli Plak (20x60)	
Temel tipi	Çift Yönlü Sürekli	
Zemin Cinsi	Z4	

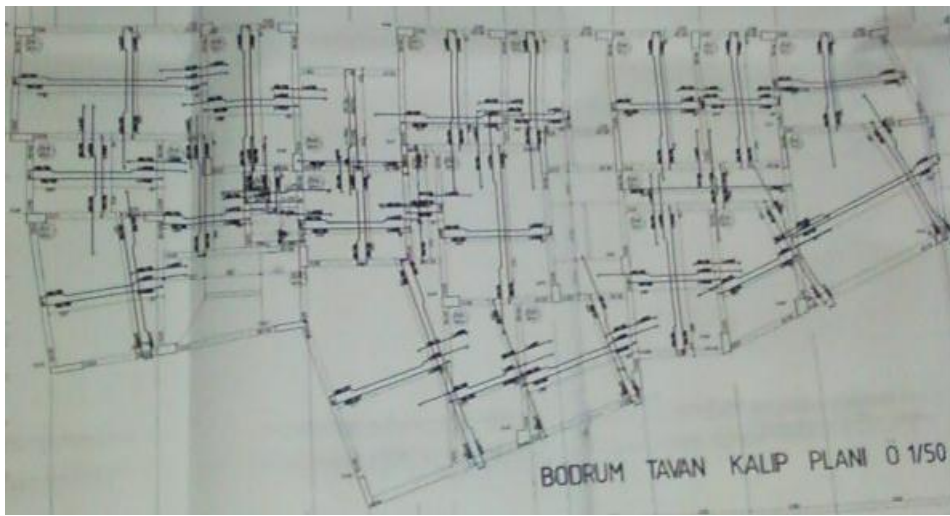
Yapının vaziyet planı, mimari kat planı ve kat kalıp planı Şekil 5.25-5.27’de gösterilmiştir:



Şekil 5.25 : 007-DUZ-R-06-CL kodlu bina vaziyet planı.



Şekil 5.26 : 007-DUZ-R-06-CL kodlu bina mimari planı.



Şekil 5.27 : 007-DUZ-R-06-CL kodlu bina kat kalıp planı.

5.11.2 007-DUZ-R-06-CL kodlu binanın P25 yöntemi ile değerlendirilmesi

Dördüncü bölümde anlatılan esaslarına göre yapılan P25 değerlendirme sonuçlarına göre, bulunan yapıya ait düzeltme faktörleri (f_i), yapı performans değerleri (P_i) aşağıda Çizelge 5.50 ve 5.51’de verilmiştir.

Çizelge 5.50 : 007-DUZ-R-06-CL kodlu bina düzeltme faktörleri sonuçları.

f_1	f_2	f_3	f_4	f_5	f_6	f_7
0.9	1	1	0.75	1	0.9	1
f_8	f_9	f_{10}	f_{11}	f_{12}	f_{13}	f_{14}
1	0.707	0.99	0.84	0.9	1	0.95

Çizelge 5.51 : 007-DUZ-R-06-CL kodlu bina P_i sonuçları.

Ağırlık	P_1	P_2	P_3	P_4	P_5	P_6	P_7	P
Puanı	22	50	67	100	40	10	10	7,187

Yapı sonuç puanı $P=7,187$ bulunmuştur. Yani 3. Bölgede, Yüksek Risk Bandında bulunmaktadır.

5.11.3 007-DUZ-R-06-CL yapısının DURTES yöntemi ile değerlendirilmesi

Yapı üçüncü bölümde anlatılan DURTES hesap yöntemine göre, DURTES yazılımı ile değerlendirilmiştir. Sonuçlar aşağıda verilen Çizelge 5.52’de yer almaktadır:

Çizelge 5.52 : 007-DUZ-R-06-CL kodlu binanın DURTES yazılım sonuçları.

Yapım Yılı.....	= 1996
Yapıda En Büyük Açıklık.....	= 4.2 (m)
Ortalama Kat Ağırlığı.....	= 1400 (kg/m ²)
Giriş Kat Alanı	= 380 (m ²)
Düşey Elemanların Kesme Kuvveti Taşıyabilecek Alanları (kolon+perde+0.15*duvar) (m ²):	
Avx.....	= 6.279 m ²
Avy.....	= 7.341 m ²
Dinamik Karakterler:	
T1 (Birinci Doğal Peryot.....)	= 0.59
Toplam Ağırlık	= 3648 ton
Oluşan Taban Kesme Kuvveti (Vt).....	= 912 ton
Yapının Taban Kesme Kuvveti (Vmin).....	= 244.88 ton
Göreceli Puan (100 üzerinden).....	=17.00
İteratif Enterpolasyon Değeri.....	= 1.043171
Yapısal Emniyet Faktörü (Vmin/Vt).....	= 0.165750
Göreceli Durum Tespit Puanı.....	= 4.5647

$YEM= 0.165750 < 1$ ve $GDTP=4.5647 < 25$ olduğundan yapı “Çok Yüksek Risk” grubuna dahil edilir.

5.12 008-DUZ-R-05-CL Kodlu Binanın Deprem Güvenliği Değerlendirilmesi

5.12.1 008-DUZ-R-05-CL yapısı genel bilgileri

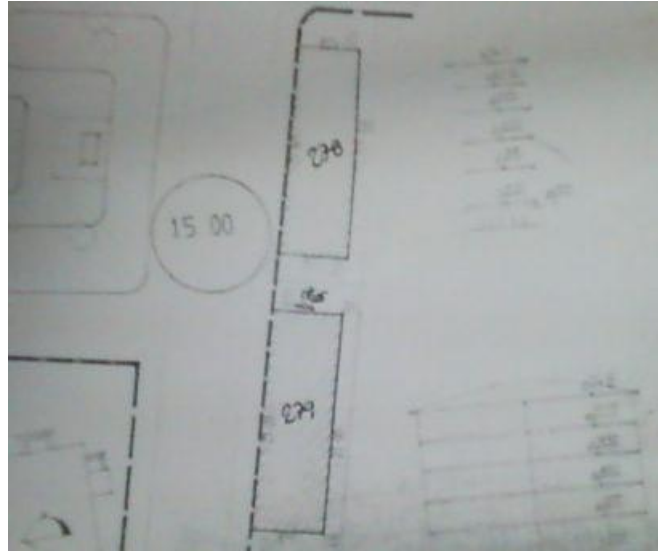
İncelenen yapı Düzce ilinde, Nusrettin mahallesinde bulunmaktadır. Yapı 1989 yılında inşa edilmiş ve konut ve işyeri olarak kullanılmaktadır. Yapının statik ve mimari projeleri mevcuttur. Yapı 1999 Düzce depreminden sonra yıkıldığından mevcut durumunun projeye uygunluğu kontrol edilememiş, sadece projedeki bilgiler esas alınarak değerlendirme yapılabilmektedir.

Zemin kat 3.5 m ve 4 normal kat 2.85 m yüksekliğindedir. Binanın bodrum katı bulunmadığından, kritik kat olarak zemin kat seçilmiştir. Yapının genel bilgileri Çizelge 5.53’de gösterilmektedir:

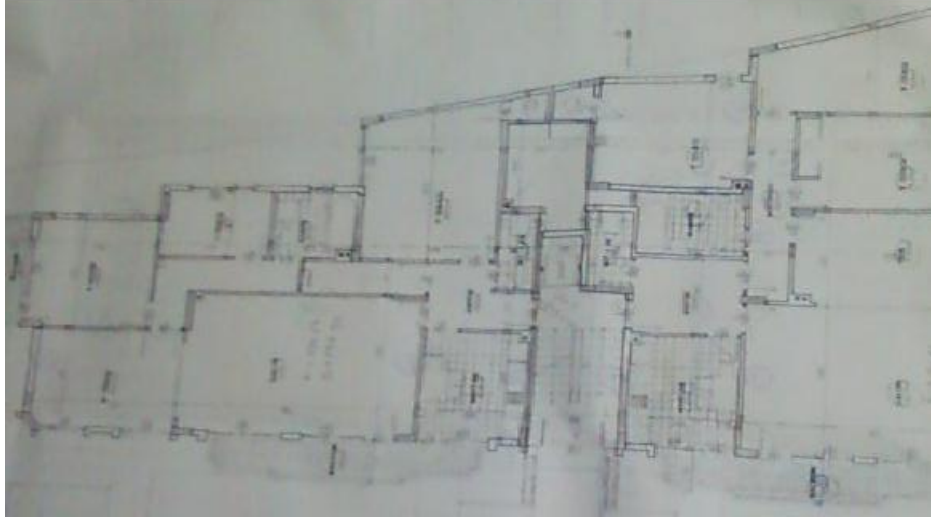
Çizelge 5.53 : 008-DUZ-R-05-CL yapı genel bilgileri.

Yapı Kodu	008-DUZ-R-05-CL	
Yapı Kullanım Amacı	Konut + İşyeri	
Yapım Yılı	1989	
İl-Mahalle	DÜZCE-Nusrettin mah.	
Ada-Pafta-Parsel	93/20MIVB/252	
Ruhsat No	6353	
Kat Yükseklikleri	Bodrum Kat	----
	ZeminKat	3.5 m
	Normal Kat	2.8 m
Kritik Kat Alan	240 m ²	
Döşeme Tipi	Kirişli Plak (20x60)	
Temel tipi	Tek Yönlü Sürekli	
Zemin Cinsi	Z4	

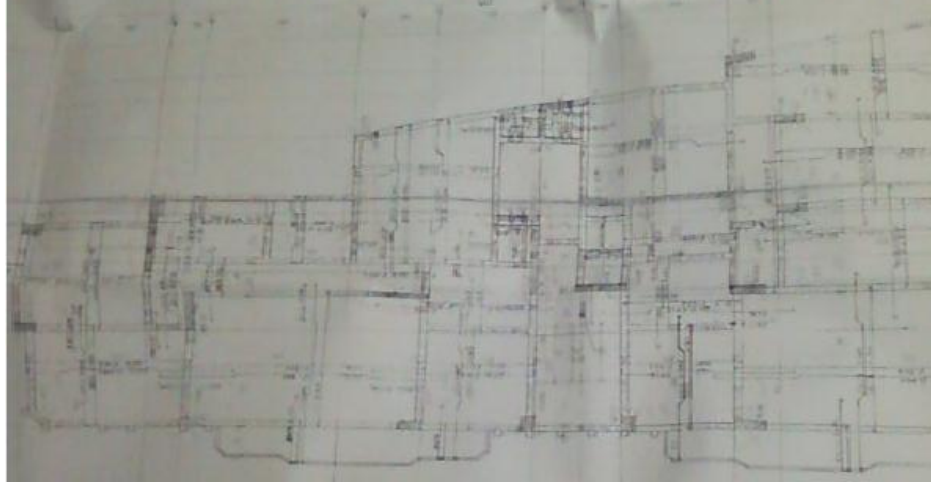
Yapının vaziyet planı, mimari kat planı ve kat kalıp planı Şekil 5.28-30’da gösterilmektedir:



Şekil 5.28 : 008-DUZ-R-05-CL kodlu bina vaziyet planı.



Şekil 5.29 : 008-DUZ-R-05-CL kodlu bina mimari planı.



Şekil 5.30 : 008-DUZ-R-05-CL kodlu bina kat kalıp planı.

5.12.2 008-DUZ-R-05-CL kodlu binanın P25 yöntemi ile değerlendirilmesi

Dördüncü bölümde anlatılan esaslarına göre yapılan P25 değerlendirme sonuçlarına göre, bulunan yapıya ait düzeltme faktörleri (f_i), yapı performans değerleri (P_i) aşağıda Çizelge 5.54 ve 5.55’de verilmiştir.

Çizelge 5.54 : 008-DUZ-R-05-CL kodlu bina düzeltme faktörleri sonuçları.

f_1	f_2	f_3	f_4	f_5	f_6	f_7
0.9	1	1	1	1	0.9	1
f_8	f_9	f_{10}	f_{11}	f_{12}	f_{13}	f_{14}
1	0.707	0.95	0.84	0.9	1	0.95

Çizelge 5.55 : 008-DUZ-R-05-CL kodlu bina Pi sonuçları.

Ağırlık	P ₁	P ₂	P ₃	P ₄	P ₅	P ₆	P ₇	P
Puanı	31	100	66	100	100	20	10	9,278

Yapı sonuç puanı P=9,278 bulunmuştur. Yani 3. Bölgede, Yüksek Risk Bandında bulunmaktadır.

5.12.3 008-DUZ-R-05-CL yapısının DURTES yöntemi ile değerlendirilmesi

Yapı üçüncü bölümde anlatılan DURTES hesap yöntemine göre, DURTES yazılımı ile değerlendirilmiştir. Sonuçlar aşağıda verilen Çizelge 5.56'da yer almaktadır:

Çizelge 5.56 : 008-DUZ-R-05-CL kodlu binanın DURTES programı sonuç verileri.

Yapım Yılı.....	= 1989
Yapıda En Büyük Açıklık.....	= 5.1 (m)
Ortalama Kat Ağırlığı.....	= 14 (KN /m ²)
Giriş Kat Alanı	= 260 (m ²)
Düşey Elemanların Kesme Kuvveti Taşıyabilecek Alanları (kolon+perde+0.15*duvar) (m ²):	
Avx.....	= 19.52 m ²
Avy.....	= 21.128 m ²
Dinamik Karakterler:	
T1 (Birinci Doğal Peryot.....)	= 0.53
Toplam Ağırlık	= 18200 KN
Oluşan Taban Kesme Kuvveti (Vt).....	= 4550 KN
Yapının Taban Kesme Kuvveti (Vmin).....	= 7612.8 KN
Göreceli Puan (100 üzerinden).....	=16.00
İteratif Enterpolasyon Değeri.....	= 0.178286
Yapısal Emniyet Faktörü (Vmin/Vt).....	= 1.673143
Göreceli Durum Tespit Puanı.....	= 26.7703

YEM= 1.673143 >1 ise yapı "Minimum Risk" sınıfına dahil edilmektedir.

5.13 009-DUZ-R-05-HD Kodlu Binanın Deprem Güvenliği Değerlendirilmesi

5.13.1 009-DUZ-R-05-HD yapısı genel bilgileri

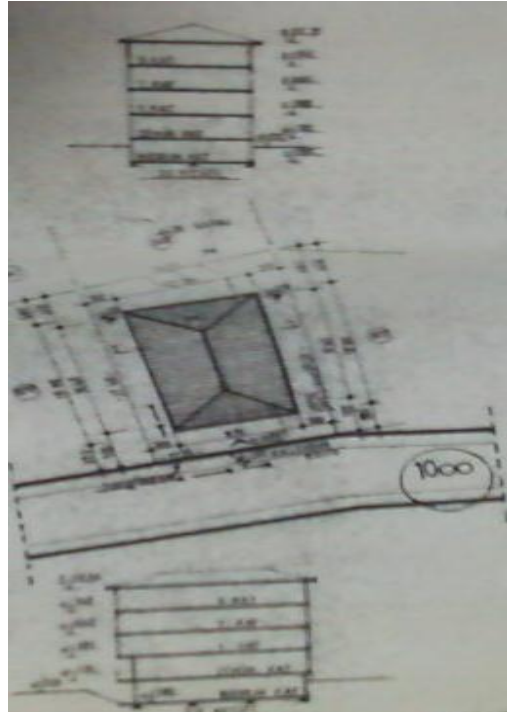
İncelenen yapı Düzce ilinde, Uzunmustafa mahallesinde bulunmaktadır. Yapı 1991 yılında inşa edilmiş ve konut olarak kullanılmaktadır. Yapının statik ve mimari projeleri mevcuttur. Yapı 1999 Düzce depreminden sonra yıkıldığından mevcut durumunun projeye uygunluğu kontrol edilememiş, sadece projedeki bilgiler esas alınarak değerlendirme yapılabilmektedir.

Bodrum kat 2.8 m, zemin kat 2.8 m ve 3 normal kat 2.8 m yüksekliğindedir. Binanın bodrum katı çevresinde istinat perdeleri bulunmadığından, hesaplama bodrum ve zemin kat için ayrı ayrı yapılmış, bodrum kat puanı daha düşük hesaplanmış ve kritik kat olarak bodrum kat seçilmiştir. Yapının genel bilgileri Çizelge 5.57’de gösterilmektedir:

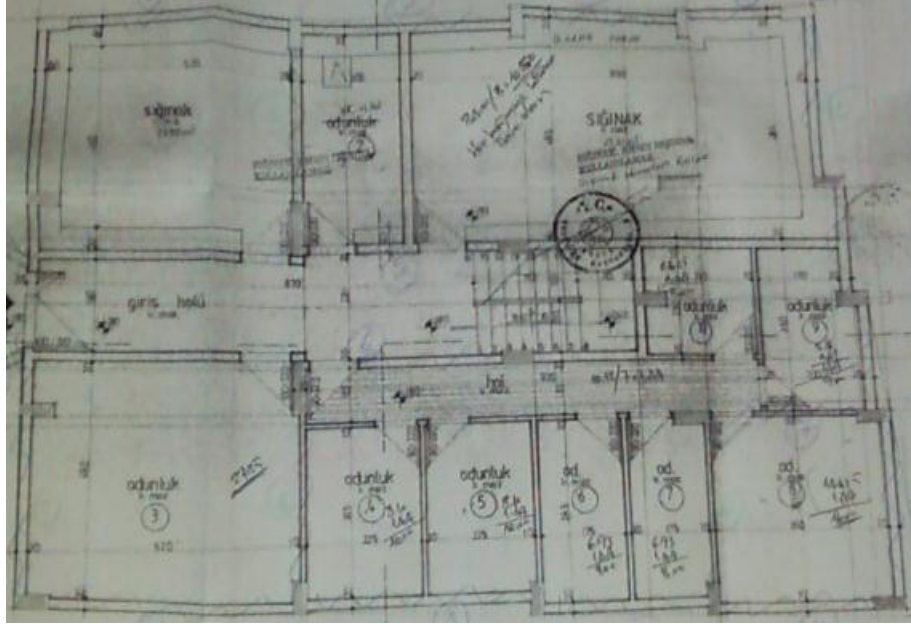
Çizelge 5.57 : 009-DUZ-R-05-HD yapı genel bilgileri.

Yapı Kodu	009-DUZ-R-05-HD	
Yapı Kullanım Amacı	Konut	
Yapım Yılı	1991	
İl-Mahalle	DÜZCE-Uzunmustafa mah.	
Ada-Pafta-Parsel	/34H4D/878	
Ruhsat No	6766	
Kat Yükseklikleri	Bodrum Kat	2.8 m
	Zemin Kat	2.8 m
	Normal Kat	2.8 m
Kritik Kat Alan	225 m ²	
Döşeme Tipi	Kirişli Plak (20x60)	
Temel tipi	Çift Yönlü Sürekli	
Zemin Cinsi	Z4	

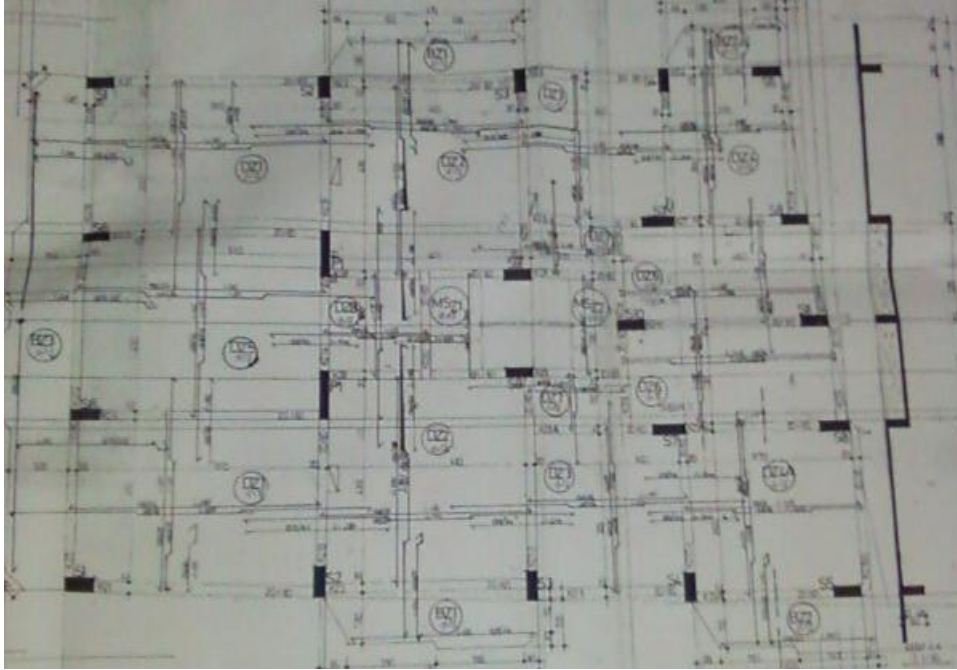
Yapının vaziyet planı, mimari kat planı ve kat kalıp planı Şekil 5.31-33’de gösterilmektedir.



Şekil 5.31 : 009-DUZ-R-05-HD kodlu bina vaziyet planı.



Şekil 5.32 : 009-DUZ-R-05-HD kodlu bina mimari kat planı.



Şekil 5.33 : 009-DUZ-R-05-HD kodlu bina kat kalıp planı.

5.13.2 009-DUZ-R-05-HD kodlu binanın P25 yöntemi ile değerlendirilmesi

Dördüncü bölümde anlatılan esaslarına göre yapılan P25 değerlendirme sonuçlarına göre, bulunan yapıya ait düzeltme faktörleri (fi), yapı performans değerleri (Pi) aşağıda Çizelge 5.58 ve 5.59'da verilmiştir.

Çizelge 5.58 : 009-DUZ-R-05-HD kodlu bina düzeltme faktörleri sonuçları.

f_1	f_2	f_3	f_4	f_5	f_6	f_7
0.95	1	1	0.75	1	0.9	1
f_8	f_9	f_{10}	f_{11}	f_{12}	f_{13}	f_{14}
1	0.707	0.99	0.84	0.9	1	0.9

Çizelge 5.59 : 009-DUZ-R-05-HD kodlu bina P_i sonuçları.

Ağırlık	P_1	P_2	P_3	P_4	P_5	P_6	P_7	P
Puanı	32	50	97	100	100	20	10	9,499

Yapı sonuç puanı $P=9,499$ bulunmuştur. Yani 3. Bölgede, Yüksek Risk Bandında bulunmaktadır.

5.13.3 009-DUZ-R-05-HD yapısının DURTES yöntemi ile değerlendirilmesi

Yapı üçüncü bölümde anlatılan DURTES hesap yöntemine göre, DURTES yazılımı ile değerlendirilmiştir. Sonuçlar aşağıda verilen Çizelge5.60'da yer almaktadır:

Çizelge 5.60 : 009-DUZ-R-05-HD kodlu binanın DURTES yazılım sonuçları.

Yapım Yılı.....= 1991
Yapıda En Büyük Açıklık.....= 5.5 (m)
Ortalama Kat Ağırlığı.....= 12 (KN /m ²)
Giriş Kat Alanı= 300 (m ²)
Düşey Elemanların Kesme Kuvveti Taşıyabilecek Alanları (kolon+perde+0.15*duvar) (m ²):
A_{vx}= 37.748 m ²
A_{vy}= 39.230 m ²
Dinamik Karakterler:
T_1 (Birinci Doğal Peryot.....= 0.51
Toplam Ağırlık= 18000 KN
Oluşan Taban Kesme Kuvveti (V_t).....= 18000 KN
Yapının Taban Kesme Kuvveti (V_{min}).....= 14721.7 KN
Göreceli Puan (100 üzerinden).....=40.00
İteratif Enterpolasyon Değeri.....= 0.130000
Yapısal Emniyet Faktörü (V_{min}/V_t).....= 0.817873
Göreceli Durum Tespit Puanı.....= 32.7149

$YEM= 0.817873 < 1$ ve $GDTP=32.7149 > 25$ olduğundan yapı "Yüksek Risk" grubuna dahil edilir.

5.14 010-DUZ-R-06-CL Kodlu Binanın Deprem Güvenliği Değerlendirilmesi

5.14.1 010-DUZ-R-06-CL yapısı genel bilgileri

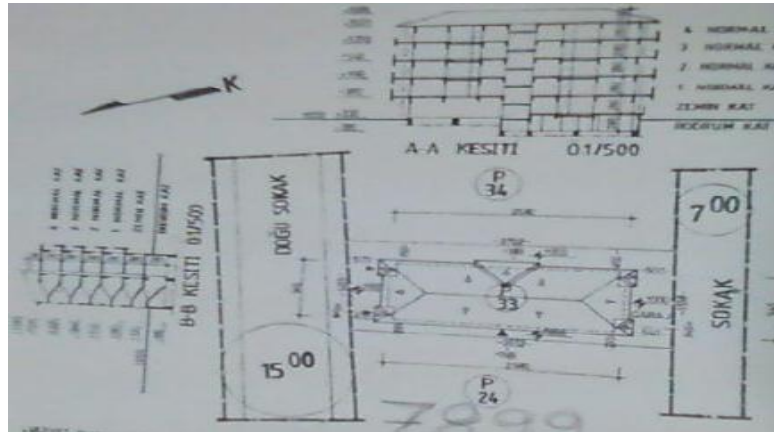
İncelenen yapı Düzce ilinde, Nusrettin mahallesinde bulunmaktadır. Yapı 1996 yılında inşa edilmiş ve konut ve işyeri olarak kullanılmaktadır. Yapının statik ve mimari projeleri mevcuttur. Yapı 1999 Düzce depreminden sonra yıkıldığından mevcut durumunun projeye uygunluğu kontrol edilememiş, sadece projedeki bilgiler esas alınarak değerlendirme yapılabilmektedir.

Bodrum kat 2.8 m, zemin kat 2.8 m ve 4 normal kat 2.8 m yüksekliğindedir. Binanın bodrum katı çevresinde istinat perdeleri bulunduğundan, kritik kat olarak zemin kat seçilmiştir. Yapının genel bilgileri Çizelge 5.61’de gösterilmektedir:

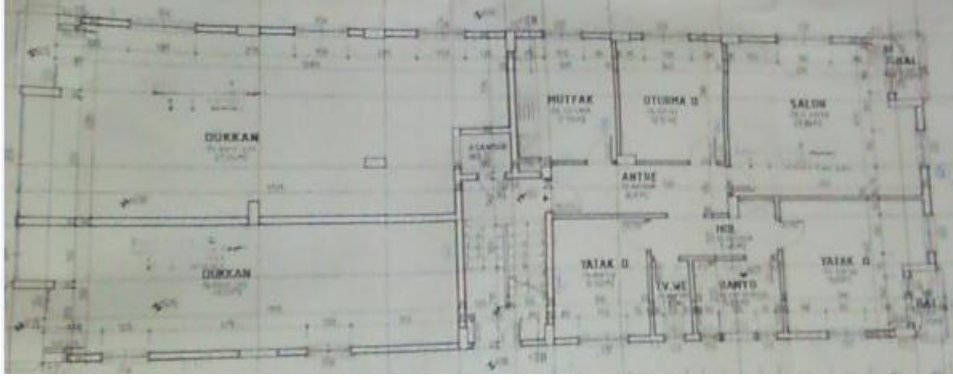
Çizelge 5.61 : 010-DUZ-R-06-CL yapı genel bilgisi.

Yapı Kodu	010-DUZ-R-06-CL	
Yapı Kullanım Amacı	Konut	
Yapım Yılı	1996	
İl-Mahalle	DÜZCE-Nusrettin mah.	
Ada-Pafta-Parsel	94/33HIIC/33	
Ruhsat No	7899	
Kat Yükseklikleri	Bodrum Kat	2.8 m
	Zemin Kat	2.8 m
	Normal Kat	2.8 m
Kritik Kat Alan	255 m ²	
Döşeme Tipi	Kirişli Plak (20x60)	
Temel tipi	Tek Yönlü Sürekli	
Zemin Cinsi	Z4	

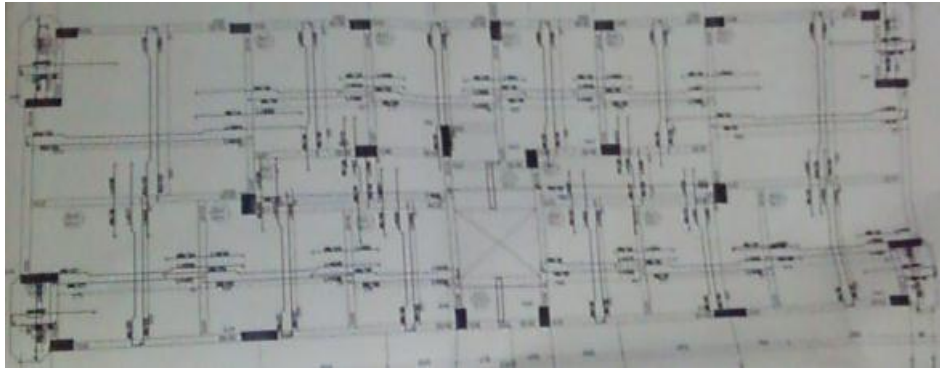
Yapının vaziyet planı, mimari kat planı ve kat kalıp planı Şekil 5.34-36’da gösterilmektedir:



Şekil 5.34 : 010-DUZ-R-06-CL kodlu bina vaziyet planı.



Şekil 5.35 : 010-DUZ-R-06-CL kodlu bina mimari kat planı.



Şekil 5.36 : 010-DUZ-R-06-CL kodlu bina kat kalıp planı.

5.14.2 010-DUZ-R-06-CL kodlu binanın P25 yöntemi ile değerlendirilmesi

Dördüncü bölümde anlatılan esaslarına göre yapılan P25 değerlendirme sonuçlarına göre, bulunan yapıya ait düzeltme faktörleri (f_i), yapı performans değerleri (P_i) aşağıda Çizelge 5.62 ve 5.63’de verilmiştir.

Çizelge 5.62 : 010-DUZ-R-06-CL kodlu bina düzeltme faktörleri sonuçları.

f_1	f_2	f_3	f_4	f_5	f_6	f_7
0.9	1	1	1	1	0.9	1
f_8	f_9	f_{10}	f_{11}	f_{12}	f_{13}	f_{14}
0.95	0.707	0.99	0.903	0.9	0.95	0.95

Çizelge 5.63 : 010-DUZ-R-06-CL kodlu bina P_i sonuçları.

Ağırlık	P_1	P_2	P_3	P_4	P_5	P_6	P_7	P
Puanı	33	100	100	100	100	20	10	9,78

Yapı sonuç puanı $P=9,78$ bulunmuştur. Yani 3. Bölgede, Yüksek Risk Bandında bulunmaktadır.

5.14.3 010-DUZ-R-06-CL yapısının DURTES yöntemi ile değerlendirilmesi

Yapı üçüncü bölümde anlatılan DURTES hesap yöntemine göre, DURTES yazılımı ile değerlendirilmiştir. Sonuçlar aşağıda verilen Çizelge 5.64’de yer almaktadır:

Çizelge 5.64 : 010-DUZ-R-06-CL kodlu binanın DURTES yazılım sonuçları.

Yapım Yılı.....=	1991
Yapıda En Büyük Açıklık.....=	5 (m)
Ortalama Kat Ağırlığı.....=	12 (KN /m2)
Giriş Kat Alanı	= 250 (m2)
Düşey Elemanların Kesme Kuvveti Taşıyabilecek Alanları (kolon+perde+0.15*duvar) (m2):	
Avx.....=	11.257 m2
Avy.....=	10.574 m2
Dinamik Karakterler:	
T1 (Birinci Doğal Peryot.....=	0.63
Toplam Ağırlık	= 9960 KN
Oluşan Taban Kesme Kuvveti (Vt).....=	9960 KN
Yapının Taban Kesme Kuvveti (Vmin).....=	4123.9 KN
Göreceli Puan (100 üzerinden).....=	30.00
İteratif Enterpolasyon Değeri.....=	0.205572
Yapısal Emniyet Faktörü (Vmin/Vt).....=	0.414042
Göreceli Durum Tespit Puanı.....=	12.4213

YEM= 0.414042<1 ve GDTP= 12.4213 < 25 olduğu için yapı “Çok Yüksek Risk” grubuna dahil edilir.

5.15 011-DUZ-R-06-CL Kodlu Binanın Deprem Güvenliği Değerlendirilmesi

5.15.1 011-DUZ-R-06-CL yapısı genel bilgileri

İncelenen yapı Düzce ilinde, Kültür mahallesinde bulunmaktadır. Yapı 1984 yılında inşa edilmiş ve konut ve işyeri olarak kullanılmaktadır. Yapının statik ve mimari projeleri mevcuttur. Yapı 1999 Düzce depreminden sonra yıkıldığından mevcut durumunun projeye uygunluğu kontrol edilememiş, sadece projedeki bilgiler esas alınarak değerlendirme yapılabilmektedir.

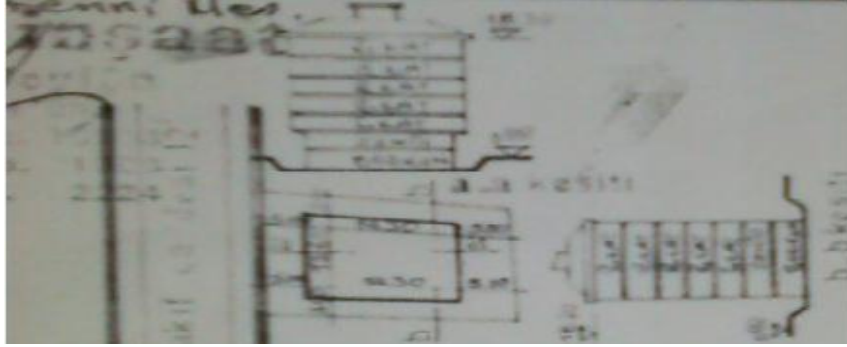
Bodrum kat 2.7 m, zemin kat 3.3 m ve 4 normal kat 2.9 m yüksekliğindedir. Binanın bodrum katı çevresinde istinat perdeleri bulunmadığından, zemin ve bodrum kat için ayrı ayrı hesap yapılmış, hesap sonunda zemin katın puanı 0.1 mertebesinde daha küçük olarak elde

edilmiştir. Kritik kat olarak zemin kat seçilmiştir. Yapının genel bilgileri Çizelge 5.65’de gösterilmektedir:

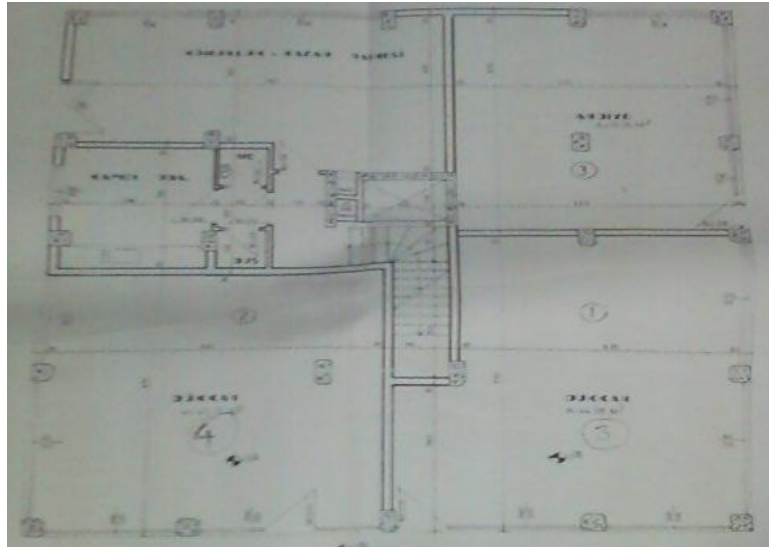
Çizelge 5.65 : 011-DUZ-R-06-CL kodlu yapı genel bilgisi.

Yapı Kodu	011-DUZ-R-06-CL	
Yapı Kullanım Amacı	Konut + İşyeri	
Yapım Yılı	1984	
İl-Mahalle	DÜZCE-Kültür mah.	
Ada-Pafta-Parsel	43/20MID/15	
Ruhsat No	5342	
Kat Yükseklikleri	Bodrum Kat	2.7 m
	Zemin Kat	3.3 m
	Normal Kat	2.9 m
Kritik Kat Alan	225 m ²	
Döşeme Tipi	Kirişli Plak (20x60)	
Temel tipi	Çift Yönlü Sürekli	
Zemin Cinsi	Z4	

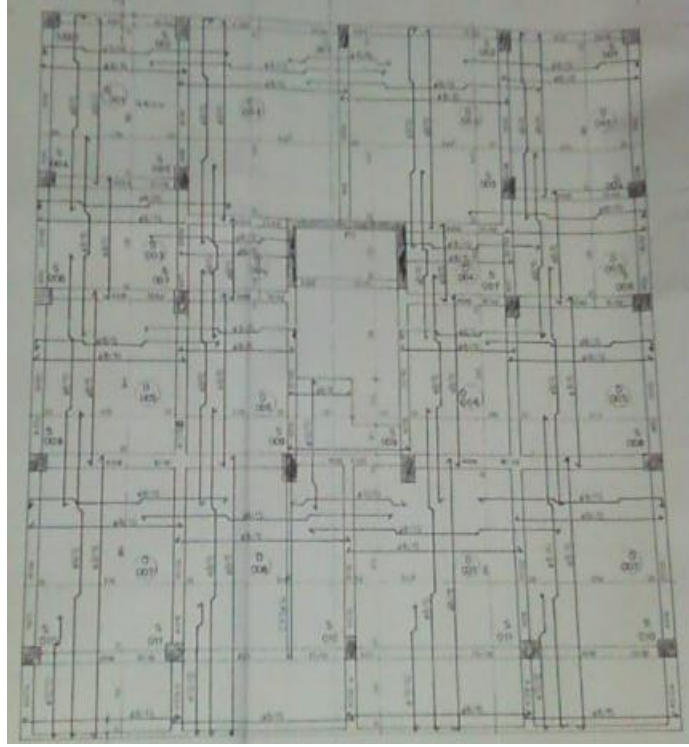
Yapının vaziyet planı, mimari kat planı ve kat kalıp planı Şekil 5.37-39’da gösterilmektedir:



Şekil 5.37 : 011-DUZ-R-06-CL kodlu yapı vaziyet planı.



Şekil 5.38 : 011-DUZ-R-06-CL kodlu yapı mimari kat planı.



Şekil 5.39 : 011-DUZ-R-06-CL kodlu yapı kat kalıp planı.

5.15.2 011-DUZ-R-06-CL kodlu binanın P25 yöntemi ile değerlendirilmesi

Dördüncü bölümde anlatılan esaslarına göre yapılan P25 değerlendirme sonuçlarına göre, bulunan yapıya ait düzeltme faktörleri (f_i), yapı performans değerleri (P_i) aşağıda çizelge 5.66 ve 5.67’de verilmiştir.

Çizelge 5.66 : 011-DUZ-R-06-CL kodlu bina düzeltme faktörleri sonuçları.

f_1	f_2	f_3	f_4	f_5	f_6	f_7
0.95	1	1	0.85	0.9	0.9	1
f_8	f_9	f_{10}	f_{11}	f_{12}	f_{13}	f_{14}
1	0.707	0.97	0.84	0.9	1	0.95

Çizelge 5.67 : 011-DUZ-R-06-CL kodlu bina P_i sonuçları.

Ağırlık	P_1	P_2	P_3	P_4	P_5	P_6	P_7	P
Puanı	27	15	76	70	35	20	10	8,354

Yapı sonuç puanı $P=8,354$ bulunmuştur. Yani 3. Bölgede, Yüksek Risk Bandında bulunmaktadır.

5.15.3 011-DUZ-R-06-CL yapısının DURTES yöntemi ile değerlendirilmesi

Yapı üçüncü bölümde anlatılan DURTES hesap yöntemine göre, DURTES yazılımı ile değerlendirilmiştir. Sonuçlar aşağıda verilen Çizelge 5.68’de yer almaktadır:

Çizelge 5.68 : 011-DUZ-R-06-CL kodlu binanın DURTES programı sonuç verileri.

Yapım Yılı.....=	1984
Yapıda En Büyük Açıklık.....=	4.2 (m)
Ortalama Kat Ağırlığı.....=	14 (KN /m2)
Giriş Kat Alanı	= 230 (m2)
Düşey Elemanların Kesme Kuvveti Taşıyabilecek Alanları (kolon+perde+0.15*duvar) (m2):	
Avx.....=	18.000 m2
Avy.....=	19.716 m2
Dinamik Karakterler:	
T1 (Birinci Doğal Peryot.....=	0.60
Toplam Ağırlık	= 23000 KN
Oluşan Taban Kesme Kuvveti (Vt).....=	23312.8 KN n
Yapının Taban Kesme Kuvveti (Vmin).....=	7020 KN
Göreceli Puan (100 üzerinden).....=	39.00
İteratif Enterpolasyon Değeri.....=	0.090036
Yapısal Emniyet Faktörü (Vmin/Vt).....=	0. 301122
Göreceli Durum Tespit Puanı.....=	11.7438

YEM= 0.301122<1 ve GDTP= 11.7478<25 olduğundan yapı “Çok Yüksek Risk” grubuna dahil edilir.

5.16 012-DUZ-R-02-HD Kodlu Binanın Deprem Güvenliği Değerlendirilmesi

5.16.1 012-DUZ-R-02-HD yapısı genel bilgileri

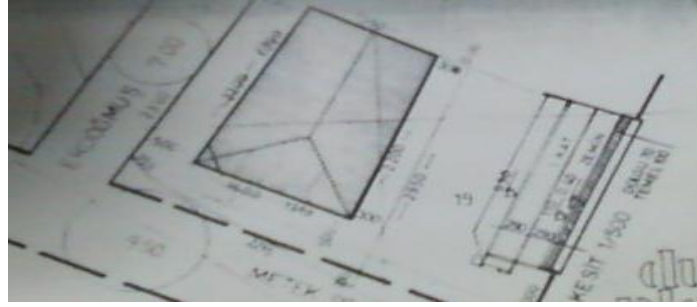
İncelenen yapı Düzce ilinde, Burhaniye mahallesinde bulunmaktadır. Yapı 1984 yılında inşa edilmiş ve konut ve işyeri olarak kullanılmaktadır. Yapının statik ve mimari projeleri mevcuttur. Yapı 1999 Düzce depreminden sonra yıkıldığından mevcut durumunun projeye uygunluğu kontrol edilememiş, sadece projedeki bilgiler esas alınarak değerlendirme yapılabilmektedir..

Zemin kat 2.9 m ve 1 normal kat 2.9 m yüksekliğindedir. Binanın bodrum katı bulunmadığından kritik kat olarak zemin kat seçilmiştir. Yapının genel bilgileri Çizelge 5.69’da gösterilmektedir:

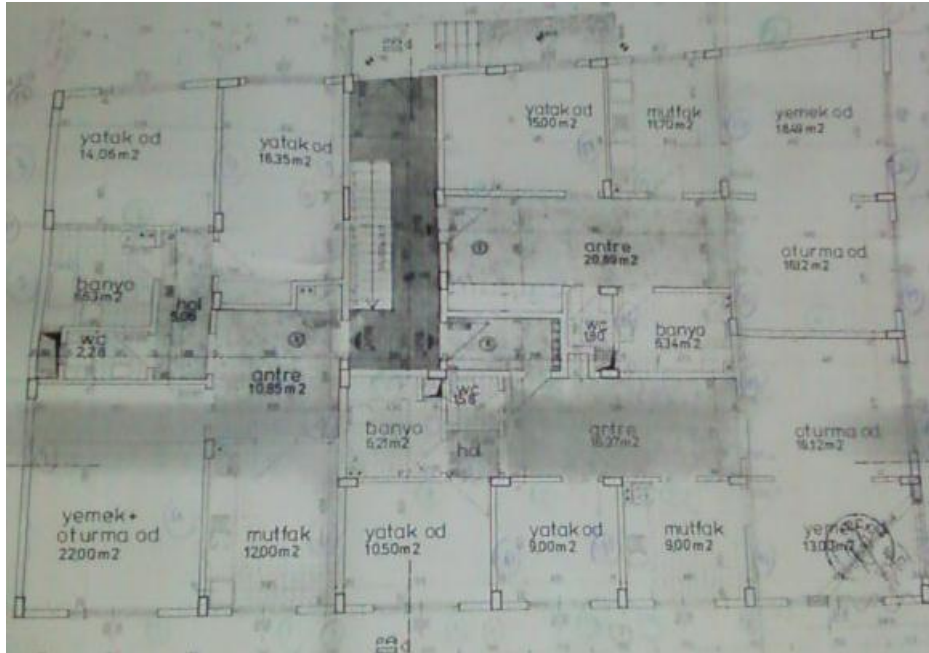
Çizelge 5.69 : 012-DUZ-R-02-HD yapı genel bilgisi.

Yapı Kodu	012-DUZ-R-02-HD	
Yapı Kullanım Amacı	Konut	
Yapım Yılı	1984	
İl-Mahalle	DÜZCE-Burhaniye mah.	
Ada-Pafta-Parsel	80/20M2A/36	
Ruhsat No	6414	
Kat Yükseklikleri	Bodrum Kat	-----
	ZeminKat	2.9 m
	Normal Kat	2.9 m
Kritik Kat Alan	355 m ²	
Döşeme Tipi	Kirişli Plak (20x50)	
Temel tipi	Tek Yönlü Sürekli	
Zemin Cinsi	Z4	

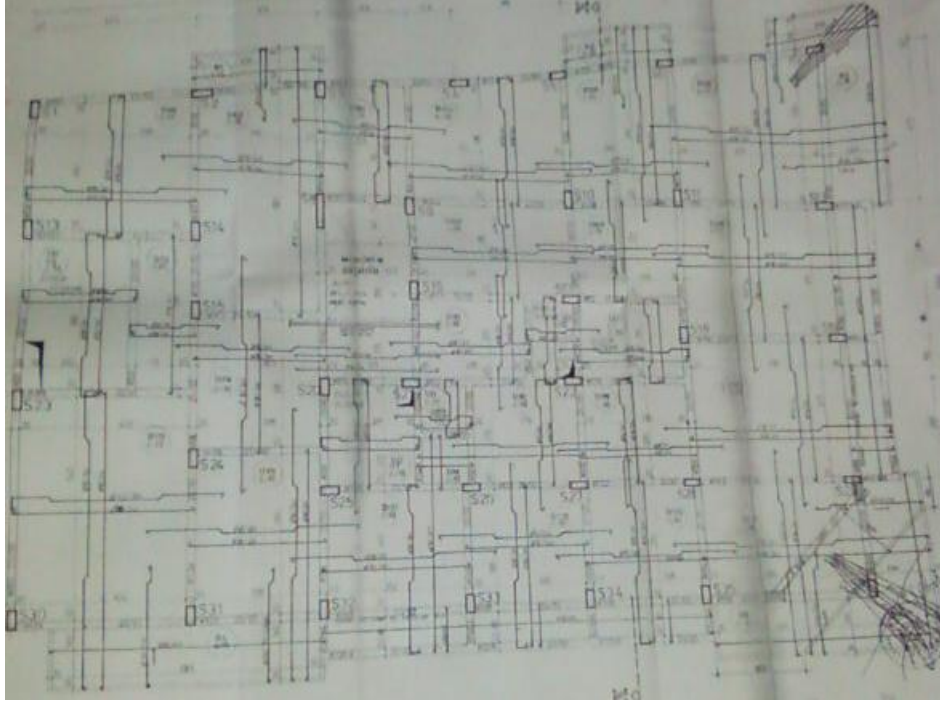
Yapının vaziyet planı, mimari kat planı ve kat kalıp planı Şekil 5.40-42’de gösterilmektedir:



Şekil 5.40 : 012-DUZ-R-02-HD kodlu bina vaziyet planı.



Şekil 5.41 : 012-DUZ-R-02-HD kodlu bina mimari kat planı.



Şekil 5.42 : 012-DUZ-R-02-HD kodlu bina kat kalıp planı.

5.16.2 012-DUZ-R-02-HD kodlu binanın P25 yöntemi ile değerlendirilmesi

Dördüncü bölümde ayrıntılı olarak açıklanan P25 yönteminin 012-DUZ-R-03-HD kodlu binaya uygulanması adım adım aşağıda gösterilmektedir:

- Kritik kat seçimi;

Yapının bodrum katı bulunmaması sebebiyle kritik kat olarak, depremde hasar görme riski en yüksek kat olan zemin kat seçilmiştir.

Efektif kat alanı; $a=22\text{m}$ $b=16\text{m}$ ise $A_e=22 \times 16= 352 \text{ m}^2$

Efektif kat atalet momenti (x doğrultusunda); $\frac{22^3 \times 16}{12} = 14197 \text{ m}^4$

(y doğrultusunda); $\frac{16^3 \times 22}{12} = 7509 \text{ m}^4$

- Enkesit alanı endeksi bileşkesi;

enkesit alanı bileşkesi hesabında kullanılan kolon ve duvarların listesi aşağıda Çizelge 5.70, 5.71 ve 5.72'de verilmiştir:

Çizelge 5.70 : 012-DUZ-R-02-HD kodlu bina kolon boyutları.

X (m)	Y (m)	Kritik Kat Sayı	Üst Kat Sayı
0.30	0.50	10	10
0.55	0.30	4	4
0.50	0.30	3	3
0.30	0.60	9	9
0.60	0.30	6	6
0.65	0.30	2	2
0.3	0.75	1	1
0.50	0.25	1	1
0.2	1.00	1	1

Çizelge 5.71 : 012-DUZ-R-02-HD kodlu bina X doğrultusunda çalışan duvar , boyutları.

X (m)	Y(m)	Kritik Kat Adet	Üst Kat Adet
1.75	0.20	1	1
4.00	0.20	1	1
2.85	0.15	1	1
3.15	0.15	1	1
1.95	0.15	1	1
3.90	0.20	1	1
2.35	0.15	1	1
1.20	0.15	1	1
1.70	0.15	1	1
1.90	0.20	1	1
1.35	0.20	1	1

Çizelge 5.72 : 012-DUZ-R-02-HD kodlu bina X doğrultusunda çalışan duvar boyutları

X (m)	Y(m)	Kritik Kat Adet	Üst Kat Adet
0.20	4.85	1	1
0.20	4.00	1	1
0.20	2.90	1	1
0.15	3.25	1	1
0.15	3.30	1	1
0.20	2.55	1	1
0.20	1.90	1	1
0.20	3.40	1	1
0.20	3.20	1	1
0.15	2.55	2	2
0.15	1.20	1	1
0.10	3.60	1	1
0.15	1.75	1	1
0.20	2.15	1	1
0.15	1.65	1	1
0.15	2.55	1	1
0.20	1.25	1	1
0.20	1.75	1	1
1.15	1	1	1

$$A_{ef,x}=A_c+A_s+(E_m/E_c)A_{wx} = 7.055 \text{ m}^2$$

$$A_{ef,y}=A_c+A_s+(E_m/E_c)A_{wy} = 7.600 \text{ m}^2$$

$$C_{Ax}= 2(10^5)A_{ef,x}/A_e = 4008.807$$

$$C_{Ay}= 2(10^5)A_{ef,y}/A_e = 4318,182$$

$$C_{Amin} = \min (C_{Ax} , C_{Ay}) = 4008.807$$

$$C_{Amax} = \max (C_{Ax} , C_{Ay}) = 4318,182$$

$$C_A = \sqrt{(0.87C_{A,min})^2 + (0.50C_{A,max})^2} = \sqrt{(0.87x400.807)^2 + (0.50x4318.182)^2}$$

$$C_A = 4101.885$$

- C_I – Atalet momenti endeksi bileşkesi;

$$I_{ef,x} = I_{cx} + I_{sx} + (E_m/E_c) I_{wx} = 0,617$$

$$I_{ef,y} = I_{cy} + I_{sy} + (E_m/E_c) I_{wy} = 1,224$$

$$C_{Ix} = 2(10^5)(I_{ef,x}) / (I_x)^{0.2} = 26828,913$$

$$C_{Iy} = 2(10^5)(I_{ef,y}) / (I_y)^{0.2} = 34951,552$$

$$C_{I,min} = \min(C_{Ix}, C_{Iy}) = 26828,913$$

$$C_{I,max} = \max(C_{Ix}, C_{Iy}) = 34951,552$$

$$C_I = \sqrt{(0.87C_{I,min})^2 + (0.50C_{I,max})^2} = 29158,399$$

- P_o puanı;

$$h_0 = -0.6 H^2 + 39.6 H - 13.4 \quad H=5,8 \quad \longrightarrow \quad h_0 = 196,096$$

$$P_o = (C_A + C_I) / h_0 = 169,612$$

- Düzeltme faktörleri;

P_1 puanını hesaplayabilmek için kullanılan 14 adet düzeltme faktörü aşağıdaki Çizelge 5.73’de verilmiştir;

Çizelge 5.73 : 012-DUZ-R-02-HD kodlu bina düzeltme Faktörleri.

Katsayı	Tanım	Risk Seviyesi
f_1	Burulma Düzensizliği	1
f_2	Döşeme Süreksizliği	1
f_3	Düşey Doğrultuda Süreksizlik	1
f_4	Kütle Düzensizliği	1
f_5	Korozyon Mevcudiyeti	0,8
f_6	Ağır Cephe Elemanları	0,9
f_7	Asma Kat Mevcudiyeti	1
f_8	Katlarda Seviye Farkı veya Kısmi Bodrum Mevcudiyet	1
f_9	Beton Kalitesi	$f_9 = (10/20)^{0,5} = 0.707$
f_{10}	Zayıf Kolon-Kuvvetli Kiriş	$f_{10} = [(0,0135+0,054)/(2*0,0028)]^{0,15}$ $f_{10} = 1,07 \leq 1 \longrightarrow = 1$
f_{11}	Etriye Sıklığı	$f_{11} = (10/20)^{0,25} = 0,8408$
f_{12}	Zemin Sınıfı	0,9 (Z4)
f_{13}	Temel Tipi	0.95 (Sürekli Temel)
f_{14}	Temel Derinliği	0.90 (1m den az)

$$P_1 = P_0 \left(\prod_{i=1}^{14} f_i \right) = 169,612 * 1 * 1 * 1 * 1 * 0,8 * 0,9 * 1 * 1 * 0,707 * 1 * 0,8408 * 0,9 * 0,95 * 0,9$$

$$= 55,876$$

- P2 Kısa Kolon Puanı;

Kısa kolon bulunmadığından bu puanın değeri “100” dür.

- P3 “Yumuşak Kat” ve “Zayıf Kat” Puanı;

Bu puanın hesabı için kritik kattaki düşey taşıyıcı elemanların enkesit alanlarının bir üst kat enkesit alanlarına oranı ve kritik kattaki düşey taşıyıcı elemanların efektif atalet momentlerinin bir üst kat atalet momentlerine oranının aşağıdaki formüllerle belirlenmesi gerekmektedir.

$$r_{a,x} = (A_{ef,i} / A_{ef,i+1}) \leq 1 = 7,0555 / 7,0555 = 1$$

$$r_{a,y} = (A_{ef,i} / A_{ef,i+1}) \leq 1 = 7,6 / 7,6 = 1$$

$$r_a = (1+1) / 2 = 1$$

$$r_{r,x} = (I_{ef,i} / I_{ef,i+1}) \leq 1 = 0,6166 / 0,6166 = 1$$

$$r_{r,y} = (I_{ef,i} / I_{ef,i+1}) \leq 1 = 1,224 / 1,224 = 1$$

$$r_r = (1+1) / 2 = 1$$

$$P_3 = 100 [r_a r_r (h_{i+1} / h_i)^3]^{0.60} = 100$$

- P4 Çıkmalar ve çerçeve süreksizliği puanı;

Çıkmalar iki cephede olup, etrafında kirişler bulunduğu için bu puan 80 olarak belirlenmiştir.

- P5 Çarpışma Puanı;

Yapı son parselde bulunup, dış merkezli olarak çarpışabileceği öngörüldüğünden puan 40 olarak belirlenmiştir.

- P6 Sıvılaşma Potansiyeli Puanı;

Düzce depreminden sonra, il için hazırlanmış zemin değerlerini içeren kaynaktan [24] edinilen bilgi doğrultusunda yapının oturduğu zeminin sıvılaşma potansiyelinin yüksek olması, yer altı su seviyesinin (4m) 2-6m arası olması sebebiyle P₆ puanı 20 olarak değerlendirilmeye alınmıştır.

- P₇ Toprak hareketleri puanı;

Zemin sınıfı Z₄, YASS 4m olması dolayısıyla bu puan 10 olarak belirlenmiştir.

- α düzeltme çarpanı;

Bina konut olarak kullanıldığından I=1, hareketli yük azaltma katsayısı n=0.3 olarak alınmıştır. Yapı 1.derece deprem bölgesinde bulunduğundan A_o=0.4. Bina düzlükte olduğundan topoğrafik etkiler katsayısı t=1 dir.

$$\alpha = (1/I) (1.4-A_o) [1/ (0.4n+0.88)] t = (1/1)*(1.4-0.4)[1/(0.4*0.3+0.88)]*1= 1$$

- β düzeltme çarpanı;

012-DUZ-R-02-HD kodlu binanın sonuç puan değerleri Çizelge 5.74'de verilmektedir.

Çizelge 5.74 : 012-DUZ-R-02-HD kodlu bina P_i sonuçları.

Ağırlık	P ₁	P ₂	P ₃	P ₄	P ₅	P ₆	P ₇	P _{min}
Puanı	55,87	100	100	80	40	20	10	10
W _i	4	1	3	2	1	3	2	4
P _i *w _i	223,48	100	300	160	40	60	20	40

$$P_w = \sum(w_i P_i) / \sum w_i = 56,46 \longrightarrow \beta = 0,9735$$

- P_{sonuç} puanı;

$P = \alpha \beta P_{min} = 1*0,9735*10=9,735 < 25$ olduğundan bina riskli bölgede bulunmaktadır.

5.16.3 012-DUZ-R-02-HD yapısının DURTES yöntemi ile değerlendirilmesi

Yapı üçüncü bölümde anlatılan DURTES hesap yöntemine göre, DURTES yazılımı ile değerlendirilmiştir. Bu değerlendirme sırasında kullanılan bilgi formunun doldurulmuş hali aşağıda Çizelge 5.75'de, yazılım sonuçları ise Çizelge 5.76'da verilmektedir:

Çizelge 5.75 : 012-DUZ-R-02-HD DURTES veri toplama formu.

YAPININ KOD NUMARASI : [012-DUZ-R-02-HD] SAYFA 1/3

1-) DEĞERLENDİRME TARİHİ (GÜN / AY)---- :

Yapının projesi var mı?----- : Evet [X], Hayır[]
Kat alanı = [325] (m²)

2-) DEĞERLENDİRENLER

	İsim	Soyad	Grup No:	İmza
1	MELTEM	DOGAN		
2				
3				

3-) YAPININ ADRESİ

Pafta No: 20M2A	Ada No: 80	Parsel No: 36
Site		Mahalle BURHANIYE
Cadde		Sokak METEK
Blok / No :		P.K. – Semt DUZCE
Yönetici / İlgili	İsim Soyad	Telefon
		İmza
Benzer Binaların Kod Numaraları		

4-) YAPI HAKKINDA GENEL BİLGİLER

Yapının yaşı : 15

Marmara Depremi öncesi ONARIM gördü mü? : Evet [X], Hayır[], Kozmetik onarım[]

Marmara Depremi sonrası ONARIM gördü mü? : Evet [X], Hayır[], Kozmetik onarım[]

Bodrum katı adedi : [0], Kat yükseklikleri : [__ , __ , __ , __] (m)

Normal kat adedi : [2], Kat yükseklikleri : [2.9 , 2.9 , __ , __ , __ , __] (m)

Çatı katı varsa; Kat Yüksekliği : [YOK] (m), Alanının normal kat alanına oranı [_____]

Yapıda en büyük açıklık : [5.75] (m)

Ortalama kat ağırlığı (m²'de toplam yük) : 600[], 800[], 1000[], 1200[X], 1400[], 1600[], (kg/m²)

Komşu yapılarla maksimum kat seviyesi farkı-----: [0] (m)

Dilatasyon yeterli mi: Evet [X], Hayır [], Belirsiz[]

5-) ŞARTNAME KATSAYILARI

Deprem bölgesi----- : 1-[1], 2-[], 3-[], 4-[]

Bina kullanım türü ve önem katsayısı- : 1.0-[1], 1.2-[], 1.4-[], 1.5-[]

Bina kullanım türünü yazınız ----- : [KONUT]

Yerel zemin sınıfı: Z1-[], Z2-[], Z3-[], Z4-[X], {Diğer (Z5) [_], TA : [0.2], TB : [0.9]}

Yapı davranış katsayısı (R) : [4], Nedeni : [ESKI YAPI OLMASI]

6-) TAŞIYICI SİSTEM ÖZELLİKLERİ

Türü : Betonarme çerçeve [X], Betonarme çerçeve+Perde duvar [], Perde [],

Yığma[], Çelik [], Ahşap[],

Diğer Belirtiniz [_____]

Döşeme sistemi her katta aynı mı? : Evet [X], Hayır []

Döşeme tipi: Kirişli [X], Asmolen [], Dişli [], Mantar [], Kaset [], Diğer [_____]

Temel sistemi: Tekil [], Sürekli [X], Radye [], Kazıklı [], Diğer [_____]

Bodrum varsa dış duvarları:

Beton perde [], Taş duvar [], Beton briket [], Dolu tuğla [], Delikli tuğla [], Diğer [_____]

Bölme duvarlar:

Beton perde [], Taş duvar [], Beton briket [], Dolu tuğla [], Delikli tuğla [X], Diğer [_____]

Bölme duvarlar sıvalı mı?----- : Evet [X], Hayır []

Yığma yapı ise taşıyıcı duvarlar yönetmeliğe uygun mu? : Evet [], Hayır []

Çizelge 5.75 (devam) : DURTES veri toplama formu.

YAPININ KOD NUMARASI : [012-DUZ-R-02-HD] SAYFA 2/3

7-) BETONARME BİNALARDA MALZEME ÖZELLİKLERİ

Boyuna donatı----- : STI [X], STIII Düz [], STIII Nervürlü [_____], Diğer [_____]
Enine donatı (etriye)--- : STI [X], STIII Düz [], STIII Nervürlü [_____], Diğer [_____]
Yapıda ortalama beton dayanımı----- : [100] (kg/cm²)
En ağır hasarlı kat kolonlarında ortalama beton dayanımı---- : [100] (kg/cm²)
Görülen beton işçilik kalitesi (İyi, Orta, Kötü) KOTU

8-) HASAR BELİRLEME

Katlar arasında rölatif kalıcı yanal öteleme ---: [_____] (cm)
En büyük öteleme / Kat yüksekliği (oranı) --- : [_____]

En ağır hasarlı kattaki kolonlara ait kesit alanları (cm ²)			
Toplam	Ağır hasarlı	Orta hasarlı	Hafif hasarlı
62500			6250

En ağır hasarlı kattaki perde duvarlara ait kesit alanları (cm ²)			
Toplam	Ağır hasarlı	Orta hasarlı	Hafif hasarlı

En ağır hasarlı kattaki yapı elemanlarında hasarlı kesit / Toplam kesit oranı	
Kirişlerde	0.05
Döşemelerde	0.05
Merdivenlerde	0.05
Temelde hasar	
Var [], Yok [], Belirlenemedi[X], Deformasyon var [] Hasar varsa oranı [_____]	
Yığma yapı ise taşıyıcı duvarlarda hasar oranı	

9-) KUSUR BELİRLEME

Kısa kolon problemi var mı?----- : Evet [], Hayır [X]
Güçlü kiriş zayıf kolon problemi var mı? : Evet [], Hayır [X]
Asma kat var mı?----- : Evet [], Hayır [X]
Çıkma kat var mı?----- : Evet [X], Hayır [], Varsa normal kata oranı [1.15],

Düzensizlik Problemi varsa ilgili düzensizlikleri işaretleyiniz

Yok [], A1 [X], A2.I [], A2.II [], A2.III [], A3 [], A4 [], B1 [], B2 [X], B3 []

Malzeme detay ve işçilik kusurları							
	Yetersiz Dayanım	Yetersiz rijitlik	Yetersiz süneklik	Yetersiz malzeme	Yanlış detay	Kötü malzeme	Kötü işçilik
Bina genelinde	X	X	X	X		X	
Boyuna donatı	X	X	X	X		X	
Etriye	X	X	X	X		X	
Beton	X	X	X	X		X	

Etriye Sıklaştırması			
	İyi	Orta	Kötü
Kolonlarda			X
Kirişlerde			X

Çizelge 5.75 (devam) : DURTES veri toplama formu.

YAPININ KOD NUMARASI : [_012-DUZ-R-02-HD _] SAYFA 3/3

10-) BİNA HASAR GÖRMÜŞ İSE OLASI SORUN NEDENLERİ

Proje kusurları-----[X], Denetim yetersizliği--[], Yapım kusurları-----[X],
Malzeme zayıflığı---[X], Aşırı yükleme-----[], Yönetmelik yetersizliği-- [],
Diğer belirtiniz [_____]

Güvenlik yeterli onarım güçlendirme gerekmez []

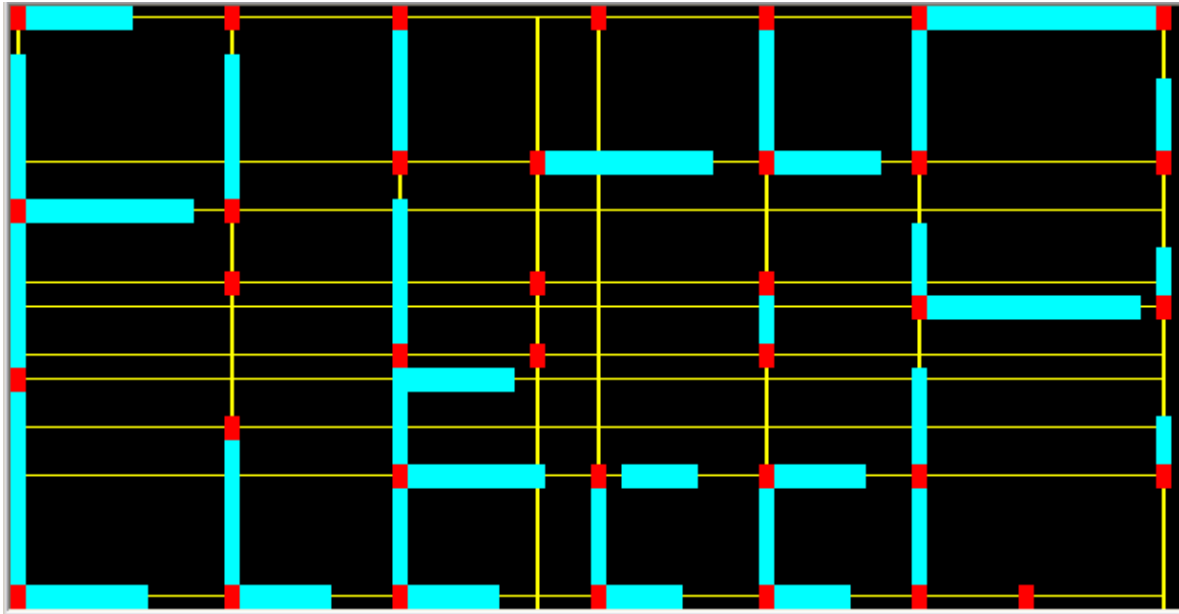
Güvenlik yetersiz. Aşağıdaki önlemlerle sonuç alınabilir

Yük sınırlaması [], Kullanım değişikliği [], Kat azaltması [], Diğer [_____]

Güvenlik yetersiz. Aşağıda tanımlanan Onarım/Güçlendirmeler gerekli

Dolgu çerçeve--- [], Beton kolon mantolama [], Çelik kolon mantolama [],
Kiriş onarımı---- [], Döşeme onarımı----- [],
Diğer----- [_____]

11-) YAPI ELEMANLARININ KONUMU VE TANIMI KAT NO: [ZEMİN]



Toplam kat alanı = [325] (m²)

X ekseninde toplam kesit alanı [ΣPerde+ΣKolon+0.15*ΣDuvar(boşluklar hariç)]=[7.055] (m²)

Y ekseninde toplam kesit alanı [ΣPerde+ΣKolon+0.15*ΣDuvar(boşluklar hariç)]=[7.600] (m²)

Simetri eksenleri var mı? (X_{ALT}[H], X_{ÜST}[H], Y_{SOL}[H], Y_{SAĞ}[H])

Çizelge 5.76 : 012-DUZ-R-02-HD kodlu binanın DURTES yazılım sonuçları.

Yapım Yılı.....	= 1984
Yapıda En Büyük Açıklık.....	= 5.75 (m)
Ortalama Kat Ağırlığı.....	= 12 (KN /m2)
Giriş Kat Alanı	= 325 (m2)
Düşey Elemanların Kesme Kuvveti Taşıyabilecek Alanları (kolon+perde+0.15*duvar) (m2):	
Avx.....	= 7.083 m2
Avy.....	= 7.592 m2
Dinamik Karakterler:	
T1 (Birinci Doğal Peryot.....)	= 0.26
Toplam Ağırlık	= 8385.0 KN
Oluşan Taban Kesme Kuvveti (Vt).....	= 2096.3 KN
Yapının Taban Kesme Kuvveti (Vmin).....	= 3682.9 KN
Göreceli Puan (100 üzerinden).....	=9.30
İteratif Enterpolasyon Değeri.....	= 0.128992
Yapısal Emniyet Faktörü (Vmin/Vt).....	= 1.756899
Göreceli Durum Tespit Puanı.....	= 16.3208

YEM=1.756899>1 olduğundan yapı “Minimum Risk” grubuna dahil edilir.

5.17 013-DUZ-R-07-MD Kodlu Binanın Deprem Güvenliği Değerlendirilmesi

5.17.1 013-DUZ-R-07-MD yapısı genel bilgileri

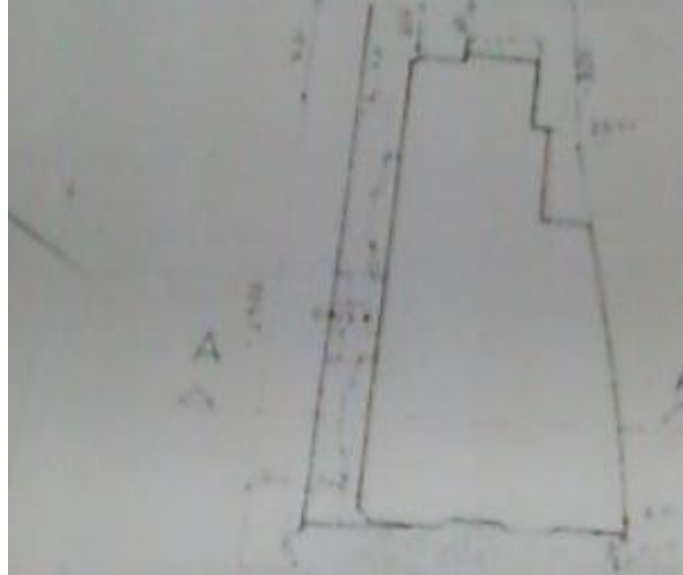
İncelenen yapı Düzce ilinde, Kültür mahallesinde bulunmaktadır. Yapı 1989 yılında inşa edilmiş ve konut ve işyeri olarak kullanılmaktadır. Yapının statik ve mimari projeleri mevcuttur. Yapı 1999 Düzce depreminden sonra yıkıldığından mevcut durumunun projeye uygunluğu kontrol edilememiş, sadece projedeki bilgiler esas alınarak değerlendirme yapılabilmektedir.

Bodrum kat 3.3 m, zemin kat 2.8 m, 4 normal kat 2.8 m ve çatı katı 2.6 m yüksekliğindedir. Binanın bodrum katı çevresinde perde bulunmadığından kritik kat seçimi için zemin kat ve bodrum kat puanları ayrı ayrı hesaplanmış ve kritik kat olarak bodrum kat seçilmiştir. Yapının genel bilgileri Çizelge 5.77’de gösterilmektedir:

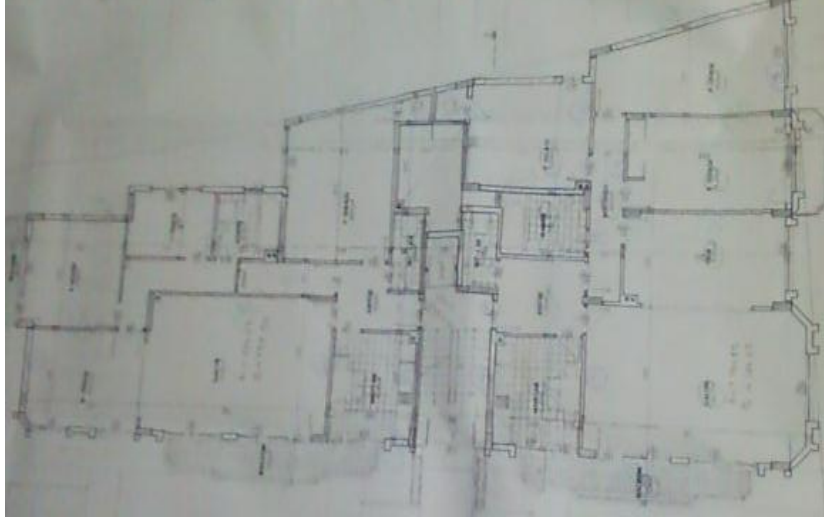
Çizelge 5.77 : 013-DUZ-R-07-MD yapı genel bilgisi.

Yapı Kodu	013-DUZ-R-07-MD	
Yapı Kullanım Amacı	Konut + İşyeri	
Yapım Yılı	1989	
İl-Mahalle	DÜZCE-Kültür mah.	
Ada-Pafta-Parsel	211/20MTC/12	
Ruhsat No	6373	
Kat Yükseklikleri	Bodrum Kat	3.3 m
	Zemin Kat	2.8 m
	Normal Kat	2.8 m
	Çatı katı	2.6 m
Kritik Kat Alan	400 m ²	
Döşeme Tipi	Kirişli Plak (20x60)	
Temel tipi	Tek Yönlü Sürekli	
Zemin Cinsi	Z4	

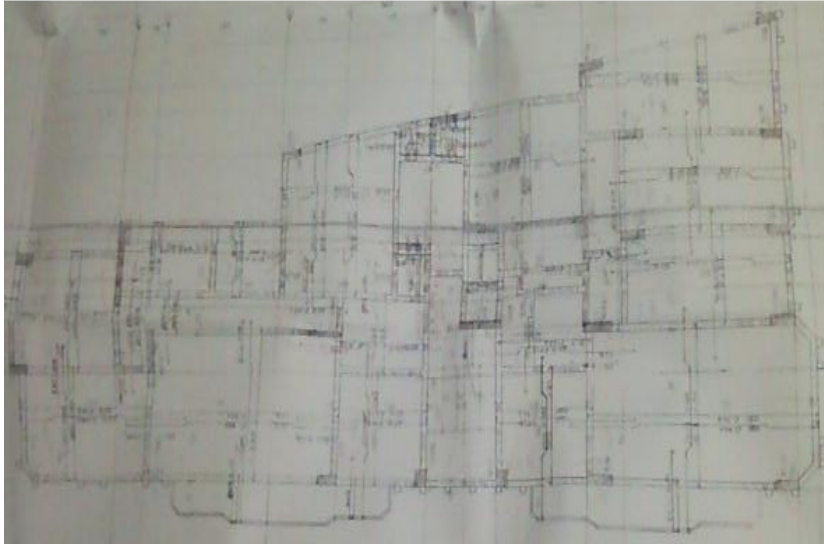
Yapının vaziyet planı, mimari kat planı ve kat kalıp planı Şekil 5.43-45’de gösterilmektedir:



Şekil 5.43 : 013-DUZ-R-07-MD kodlu bina vaziyet planı.



Şekil 5.44 : 013-DUZ-R-07-MD bina mimari kat planı.



Şekil 5.45 : 013-DUZ-R-07-MD kodlu kodlu bina kat kalıp planı.

5.17.2 013-DUZ-R-07-MD kodlu binanın P25 yöntemi ile değerlendirilmesi

Dördüncü bölümde anlatılan esaslarına göre yapılan P25 değerlendirme sonuçlarına göre, bulunan yapıya ait düzeltme faktörleri (f_i), yapı performans değerleri (P_i) aşağıda çizelge 5.78 ve 5.79'da verilmiştir.

Çizelge 5.78 : 013-DUZ-R-07-MD kodlu bina düzeltme faktörleri sonuçları.

f_1	f_2	f_3	f_4	f_5	f_6	f_7
0.9	1	1	0.75	0.9	0.9	1
f_8	f_9	f_{10}	f_{11}	f_{12}	f_{13}	f_{14}
1	0.707	1	0.79	0.9	1	0.95

Çizelge 5.79 : 013-DUZ-R-07-MD kodlu bina Pi sonuçları.

Ağırlık	P ₁	P ₂	P ₃	P ₄	P ₅	P ₆	P ₇	P
Puanı	18	50	73	100	40	20	10	8,595

Yapı sonuç puanı P=8,595 bulunmuştur. Yani 3. Bölgede, Yüksek Risk Bandında bulunmaktadır.

5.17.3 013-DUZ-R-07-MD yapısının DURTES yöntemi ile değerlendirilmesi

Yapı üçüncü bölümde anlatılan DURTES hesap yöntemine göre, DURTES yazılımı ile değerlendirilmiştir. Sonuçlar aşağıda verilen Çizelge 5.80’de yer almaktadır:

Çizelge 5.80 : 013-DUZ-R-07-MD kodlu binanın DURTES yazılımı sonuçları.

Yapım Yılı.....	= 1989
Yapıda En Büyük Açıklık.....	= 7.2 (m)
Ortalama Kat Ağırlığı.....	= 14 (KN /m2)
Giriş Kat Alanı	= 320 (m2)
Düşey Elemanların Kesme Kuvveti Taşıyabilecek Alanları (kolon+perde+0.15*duvar) (m2):	
Avx.....	= 7.545 m2
Avy.....	= 7.488 m2
Dinamik Karakterler:	
T1 (Birinci Doğal Peryot.....)	= 0.66
Toplam Ağırlık	= 16576.0 KN
Oluşan Taban Kesme Kuvveti (Vt).....	= 4144 KN
Yapının Taban Kesme Kuvveti (Vmin).....	= 2920.3 KN
Göreceli Puan (100 üzerinden).....	=22.00
İteratif Enterpolasyon Değeri.....	= 0.210811
Yapısal Emniyet Faktörü (Vmin/Vt).....	= 0.70471
Göreceli Durum Tespit Puanı.....	= 15.0682

YEM=0.70471<1 ve GDTP=15.0682<25 olduğundan yapı “Çok Yüksek Risk” grubuna dahil edilir.

5.18 014-DUZ-R-05-HD Kodlu Binanın Deprem Güvenliği Değerlendirilmesi

5.18.1 014-DUZ-R-05-HD yapısı genel bilgileri

İncelenen yapı Düzce ilinde, Cedidiye mahallesinde bulunmaktadır. Yapı 1991 yılında inşa edilmiş ve konut ve işyeri olarak kullanılmaktadır. Yapının statik ve mimari projeleri mevcuttur. Yapı 1999 Düzce depreminden sonra yıkıldığından mevcut durumunun projeye

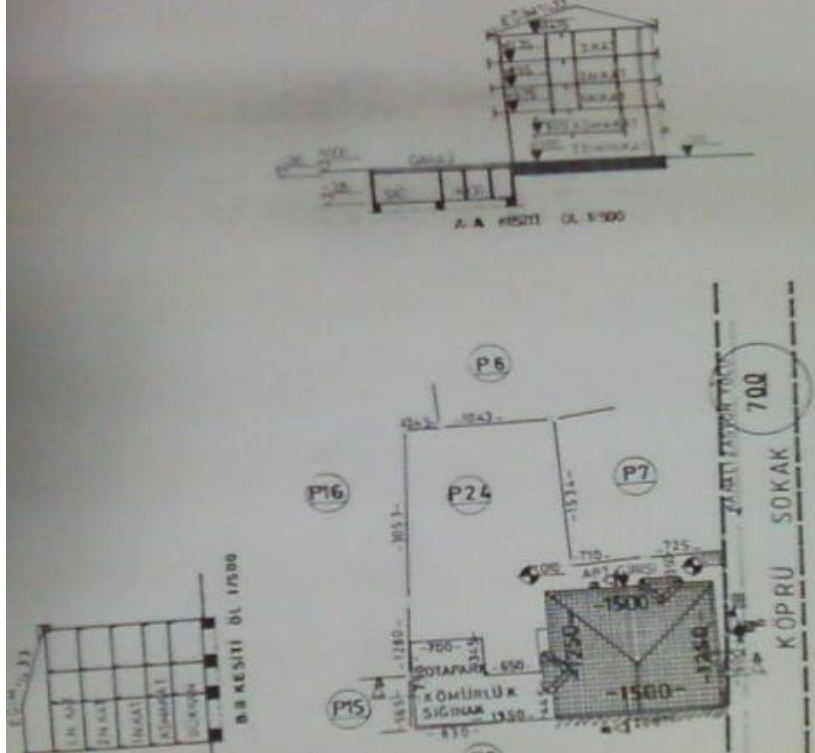
uygunluğu kontrol edilememiş, sadece projedeki bilgiler esas alınarak değerlendirme yapılabilmiiştir.

Zemin kat 3 m, asma kat 2.75 m ve 3 normal kat 2.8 m yksekliğindedir. Binanın bodrum katı bulunmadığından kritik kat olarak zemin kat sečilmiřtir. Yapının genel bilgileri izelge 5.81'de gösterilmektedir:

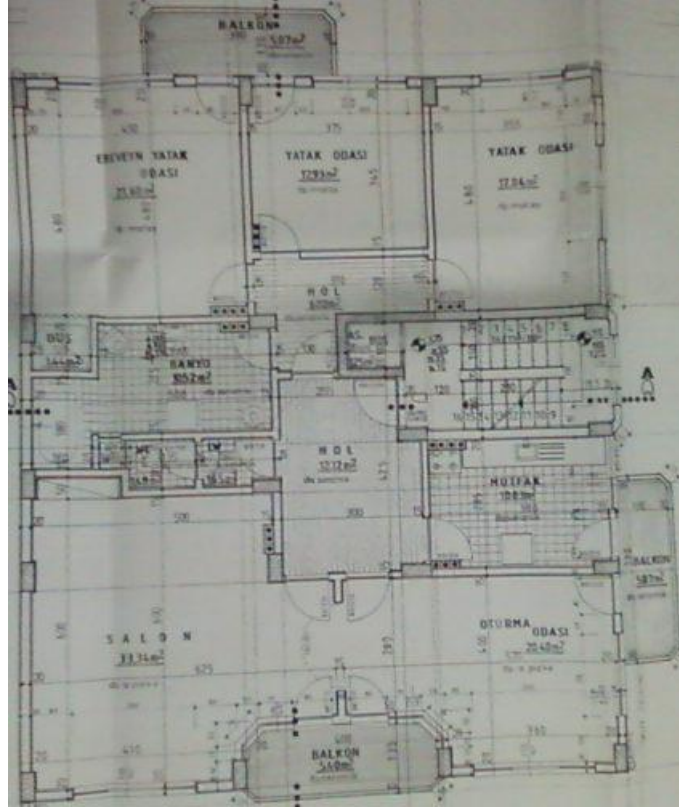
Çizelge 5.81 : 014-DUZ-R-05-HD bina genel yapısı.

Yapı Kodu	014-DUZ-R-05-HD	
Yapı Kullanım Amacı	Konut + İşyeri	
Yapım Yılı	1991	
İl-Mahalle	DÜZCE-Cedidiye mah.	
Ada-Pafta-Parsel	148/20MIID/24	
Ruhsat No	6759	
Kat Ykseklikleri	Zemin Kat	3.0 m
	Asma Kat	2.75 m
	Normal Kat	2.8 m
Kritik Kat Alan	190 m ²	
Döşeme Tipi	Kirişli Plak (20x60)	
Temel tipi	Tek Yönlü Sürekli	
Zemin Cinsi	Z4	

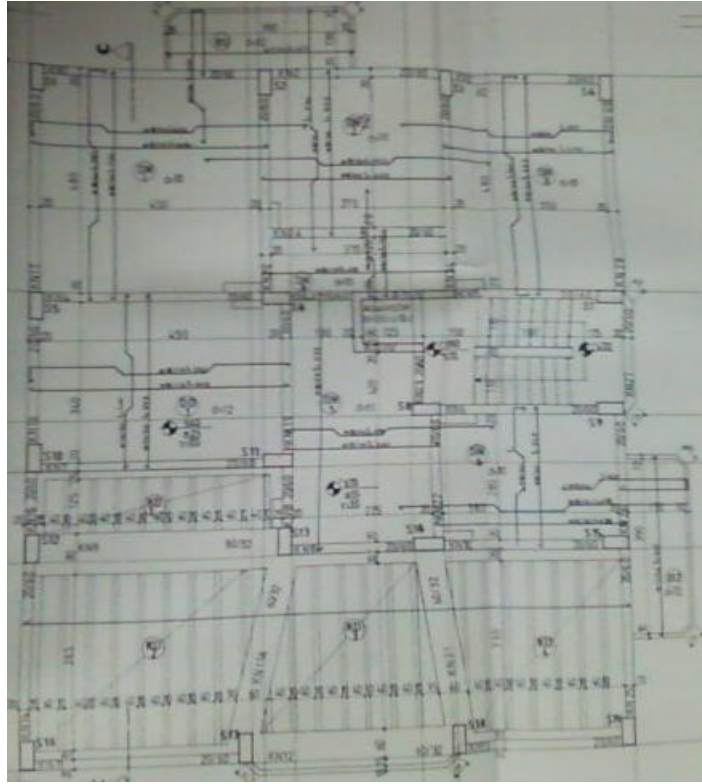
Yapının vaziyet planı, mimari kat planı ve kat kalıp planı Şekil 5.46-48'de gösterilmektedir:



Şekil 5.46 : 014-DUZ-R-05-HD kodlu bina vaziyet planı.



Şekil 5.47 : 014-DUZ-R-05-HD kodlu bina mimari kat planı.



Şekil 5.48 : 014-DUZ-R-05-HD kodlu bina kat kalıp planı.

5.18.2 014-DUZ-R-05-HD kodlu binanın P25 yöntemi ile değerlendirilmesi

Dördüncü bölümde anlatılan esaslarına göre yapılan P25 değerlendirme sonuçlarına göre, bulunan yapıya ait düzeltme faktörleri (f_i), yapı performans değerleri (P_i) aşağıda Çizelge 5.82 ve 5.83’de verilmiştir.

Çizelge 5.82 : 014-DUZ-R-05-HD kodlu bina düzeltme faktörleri sonuçları.

f_1	f_2	f_3	f_4	f_5	f_6	f_7
0.95	1	1	0.75	1	0.9	0.9
f_8	f_9	f_{10}	f_{11}	f_{12}	f_{13}	f_{14}
1	0.707	0.99	0.84	0.9	0.95	0.95

Çizelge 5.83 : 014-DUZ-R-05-HD kodlu bina P_i sonuçları.

Ağırlık	P_1	P_2	P_3	P_4	P_5	P_6	P_7	P
Puanı	35	100	100	100	50	20	10	9,815

Yapı sonuç puanı $P=9,815$ bulunmuştur. Yani 3. Bölgede, Yüksek Risk Bandında bulunmaktadır.

5.18.3 014-DUZ-R-05-HD yapısının DURTES yöntemi ile değerlendirilmesi

Yapı üçüncü bölümde anlatılan DURTES hesap yöntemine göre, DURTES yazılımı ile değerlendirilmiştir. Sonuçlar aşağıda verilen Çizelge 5.84’de yer almaktadır:

Çizelge 5.84 : 014-DUZ-R-05-HD kodlu binanın DURTES yazılım sonuçları.

Yapım Yılı.....= 1991
Yapıda En Büyük Açıklık.....= 5 (m)
Ortalama Kat Ağırlığı.....= 14 (KN /m ²)
Giriş Kat Alanı= 187.5 (m ²)
Düşey Elemanların Kesme Kuvveti Taşıyabilecek Alanları (kolon+perde+0.15*duvar) (m ²):
Avx.....= 4.399 m ²
Avy.....= 4.626 m ²
Dinamik Karakterler:
T1 (Birinci Doğal Peryot.....= 0.51
Toplam Ağırlık= 15000 KN
Oluşan Taban Kesme Kuvveti (Vt).....= 3750 KN
Yapının Taban Kesme Kuvveti (Vmin).....= 1715.6 KN
Göreceli Puan (100 üzerinden).....=39.00
İteratif Enterpolasyon Değeri.....= 0.0975
Yapısal Emniyet Faktörü (Vmin/Vt).....= 0.457496
Göreceli Durum Tespit Puanı.....= 17.8176

YEM= 0.457496<1 ve GDTP= 17.8176<25 olduğundan yapı “Çok Yüksek Risk” grubunda dahil edilir.

5.19 015-DUZ-R-06-CL Kodlu Binanın Deprem Güvenliği Değerlendirilmesi

5.19.1 015-DUZ-R-06-CL yapısı genel bilgileri

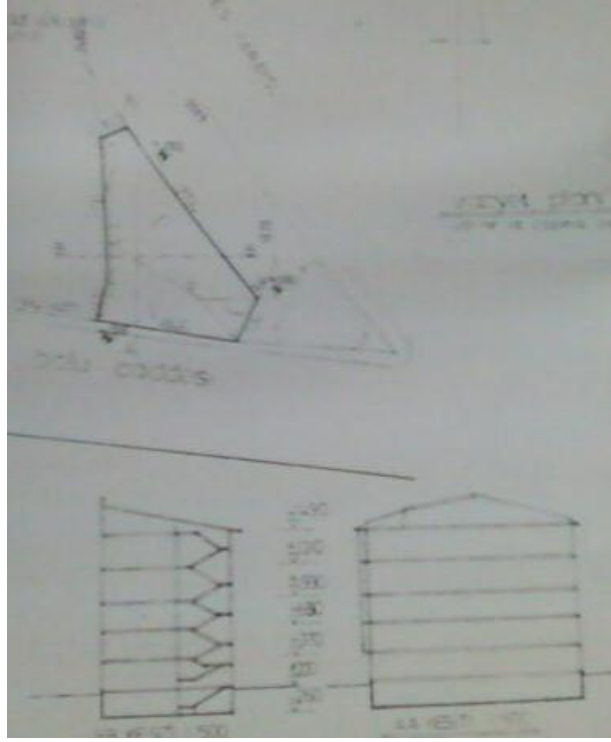
İncelenen yapı Düzce ilinde, Nusrettin mahallesinde bulunmaktadır. Yapı 1993 yılında inşa edilmiş ve konut ve işyeri olarak kullanılmaktadır. Yapının statik ve mimari projeleri mevcuttur. Yapı 1999 Düzce depreminden sonra yıkıldığından mevcut durumunun projeye uygunluğu kontrol edilememiş, sadece projedeki bilgiler esas alınarak değerlendirme yapılabilmektedir.

Bodrum kat 2.8 m, zemin kat 3.5 m ve 4 normal kat 2.8 m yüksekliğindedir. Binanın bodrum katı çevresinde perde bulunmadığında kritik kat seçimi için bodrum ve zemin kat ayrı ayrı puanlanmış, hesap sonucunda zemin katın puanı daha düşük olduğundan kritik kat olarak seçilmiştir. Yapının genel bilgileri Çizelge 5.85’de gösterilmektedir:

Çizelge 5.85 : 015-DUZ-R-06-CL yapı genel bilgisi.

Yapı Kodu	015-DUZ-R-06-CL	
Yapı Kullanım Amacı	Konut + İşyeri	
Yapım Yılı	1993	
İl-Mahalle	DÜZCE-Nusrettin mah.	
Ada-Pafta-Parsel	93/33HIIC/44	
Ruhsat No	7229	
Kat Yükseklikleri	Bodrum Kat	2.8 m
	ZeminKat	3.5 m
	Normal Kat	2.8 m
Kritik Kat Alan	320 m ²	
Döşeme Tipi	Kirişli Plak (20x50)	
Temel tipi	Çift Yönlü Sürekli	
Zemin Cinsi	Z4	

Yapının vaziyet planı, mimari kat planı ve kat kalıp planı Şekil 5.49-5.51’de gösterilmiştir:



Şekil 5.49 : 015-DUZ-R-06-CL kodlu bina vaziyet planı.



Şekil 5.50 : 015-DUZ-R-06-CL kodlu bina mimari planı.



Şekil 5.51 : 015-DUZ-R-06-CL kodlu bina kat planı.

5.19.2 015-DUZ-R-06-CL kodlu binanın P25 yöntemi ile değerlendirilmesi

Dördüncü bölümde anlatılan esaslarına göre yapılan P25 değerlendirme sonuçlarına göre, bulunan yapıya ait düzeltme faktörleri (f_i), yapı performans değerleri (P_i) aşağıda Çizelge 5.86 ve 5.87’de verilmiştir.

Çizelge 5.86 : 015-DUZ-R-06-CL kodlu bina düzeltme faktörleri sonuçları.

f_1	f_2	f_3	f_4	f_5	f_6	f_7
0.95	1	1	0.75	0.9	0.9	1
f_8	f_9	f_{10}	f_{11}	f_{12}	f_{13}	f_{14}
1	0.707	0.95	0.75	0.9	1	0.95

Çizelge 5.87 : 015-DUZ-R-06-CL kodlu bina P_i sonuçları.

Ağırlık	P_1	P_2	P_3	P_4	P_5	P_6	P_7	P
Puanı	28	100	66	100	40	20	10	8,942

Yapı sonuç puanı $P=8,942$ bulunmuştur. Yani 3. Bölgede, Yüksek Risk Bandında bulunmaktadır.

5.19.3 015-DUZ-R-06-CL yapısının DURTES yöntemi ile değerlendirilmesi

Yapı üçüncü bölümde anlatılan DURTES hesap yöntemine göre, DURTES yazılımı ile değerlendirilmiştir. Sonuçlar aşağıda verilen Çizelge 5.88’de yer almaktadır:

Çizelge 5.88 : 015-DUZ-R-06-CL kodlu binanın DURTES yazılım sonuçları.

Yapım Yılı.....=	1993
Yapıda En Büyük Açıklık.....=	5.4 (m)
Ortalama Kat Ağırlığı.....=	14 (KN /m2)
Giriş Kat Alanı	= 275 (m2)
Düşey Elemanların Kesme Kuvveti Taşıyabilecek Alanları (kolon+perde+0.15*duvar) (m2):	
Avx.....=	7.600 m2
Avy.....=	7.704 m2
Dinamik Karakterler:	
T1 (Birinci Doğal Peryot.....=	0.60
Toplam Ağırlık	= 26180 KN
Oluşan Taban Kesme Kuvveti (Vt).....=	6545 KN
Yapının Taban Kesme Kuvveti (Vmin).....=	2964 KN
Göreceli Puan (100 üzerinden).....=	40.00
İteratif Enterpolasyon Değeri.....=	0.0975
Yapısal Emniyet Faktörü (Vmin/Vt).....=	0.452865
Göreceli Durum Tespit Puanı.....=	18.2009
YEM= 0.452865<1 ve GDTP=18.2009 ise yapı “Çok Yüksek Risk” grubunda yer alır.	

5.20 016-DUZ-R-05-MD Kodlu Binanın Deprem Güvenliği Değerlendirilmesi

5.20.1 016-DUZ-R-05-MD yapısı genel bilgileri

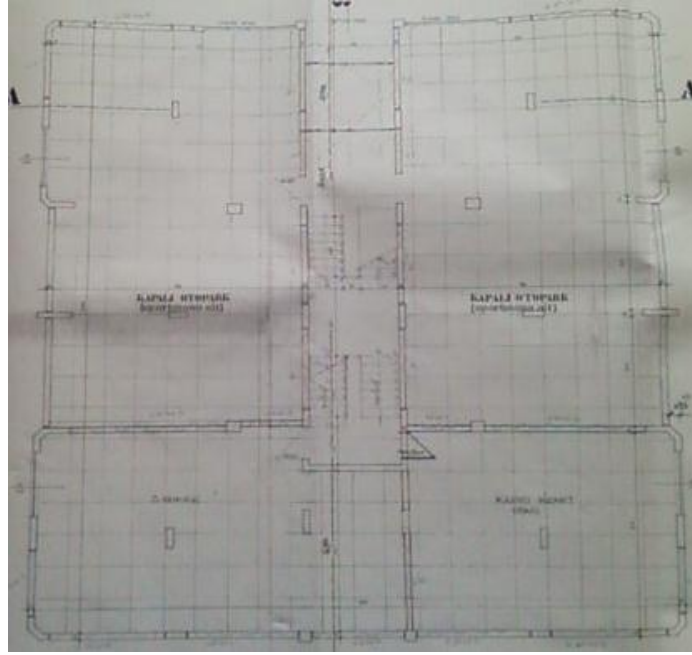
İncelenen yapı Düzce ilinde, Cedidiye mahallesinde bulunmaktadır. Yapı 1977 yılında inşa edilmiş ve konut olarak kullanılmaktadır. Yapının statik ve mimari projeleri mevcuttur. Yapı mevcut durumunun projeye uygunluğu kontrol edilememiş, sadece projedeki bilgiler esas alınarak değerlendirme yapılabilmektedir.

Bodrum kat 2.5 m, zemin kat 2.8 m ve 3 normal kat 2.8 m yüksekliğindedir. Binanın bodrum katı çevresinde perde bulunmadığından kritik kat olarak bodrum kat seçilmiştir. Yapının genel bilgileri Çizelge 5.89’da gösterilmektedir:

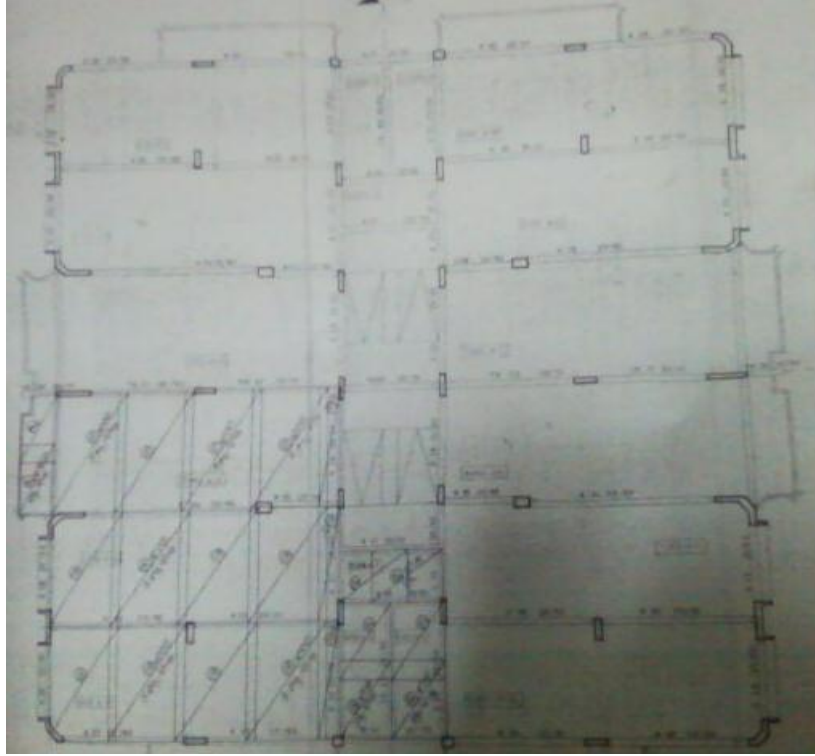
Çizelge 5.89 : 016-DUZ-R-05-MD yapı genel bilgisi.

Yapı Kodu	016-DUZ-R-05-MD	
Yapı Kullanım Amacı	Konut	
Yapım Yılı	1977	
İl-Mahalle	DÜZCE-Cedidiye mah.	
Ada-Pafta-Parsel	139/-----/3	
Ruhsat No	4496	
Kat Yükseklikleri	Bodrum Kat	2.5 m
	Zemin Kat	2.8 m
	Normal Kat	2.8 m
Kritik Kat Alan	400 m ²	
Döşeme Tipi	Kirişli Plak (20x50)	
Temel tipi	Tek Yönlü Sürekli	
Zemin Cinsi	Z4	

Yapının mimari kat planı ve kat kalıp planı Şekil 5.52 ve 5.53’de gösterilmiştir:



Şekil 5.52 : 016-DUZ-R-05-MD kodlu bina mimari kat planı.



Şekil 5.53 : 016-DUZ-R-05-MD kodlu bina kat kalıp planı.

5.20.2 016-DUZ-R-05-MD kodlu binanın P25 yöntemi ile değerlendirilmesi

Dördüncü bölümde anlatılan esaslarına göre yapılan P25 değerlendirme sonuçlarına göre, bulunan yapıya ait düzeltme faktörleri (f_i), yapı performans değerleri (P_i) aşağıda Çizelge 5.90 ve 5.91’de verilmiştir.

Çizelge 5.90 : 016-DUZ-R-05-MD kodlu bina düzeltme faktörleri sonuçları.

f_1	f_2	f_3	f_4	f_5	f_6	f_7
1	1	1	1	0.8	0.9	1
f_8	f_9	f_{10}	f_{11}	f_{12}	f_{13}	f_{14}
0.95	0.707	1	0.79	0.9	0.95	0.9

Çizelge 5.91 : 016-DUZ-R-05-MD kodlu bina P_i sonuçları.

Ağırlık	P_1	P_2	P_3	P_4	P_5	P_6	P_7	P
Puanı	28	50	100	100	100	20	10	9,765

Yapı sonuç puanı $P=9,765$ bulunmuştur. Yani 3. Bölgede, Yüksek Risk Bandında bulunmaktadır.

5.20.3 016-DUZ-R-05-MD yapısının DURTES yöntemi ile değerlendirilmesi

Yapı üçüncü bölümde anlatılan DURTES hesap yöntemine göre, DURTES yazılımı ile değerlendirilmiştir. Sonuçlar aşağıda verilen Çizelge 5.92’de yer almaktadır:

Çizelge 5.92 : 016-DUZ-R-05-MD kodlu binanın DURTES yazılım sonuçları.

Yapım Yılı.....	= 1977
Yapıda En Büyük Açıklık.....	= 4.15 (m)
Ortalama Kat Ağırlığı.....	= 14 (KN /m2)
Giriş Kat Alanı	= 400 (m2)
Düşey Elemanların Kesme Kuvveti Taşıyabilecek Alanları (kolon+perde+0.15*duvar) (m2):	
Avx.....	= 180.512 m2
Avy.....	= 172.016 m2
Dinamik Karakterler:	
T1 (Birinci Doğal Peryot.....)	= 0.52
Toplam Ağırlık	= 32000 KN
Oluşan Taban Kesme Kuvveti (Vt).....	= 32000 KN
Yapının Taban Kesme Kuvveti (Vmin).....	= 50706.2 KN
Göreceli Puan (100 üzerinden).....	=8.00
İteratif Enterpolasyon Değeri.....	= 0.019500
Yapısal Emniyet Faktörü (Vmin/Vt).....	= 1.584570
Göreceli Durum Tespit Puanı.....	= 12.6766

YEM= 1.584570 >1 olduğundan yapı “Minimum Risk” grubunda değerlendirilir.

5.21 017-DUZ-R-07-CL Kodlu Binanın Deprem Güvenliği Değerlendirilmesi

5.21.1 017-DUZ-R-07-CL yapısı genel bilgileri

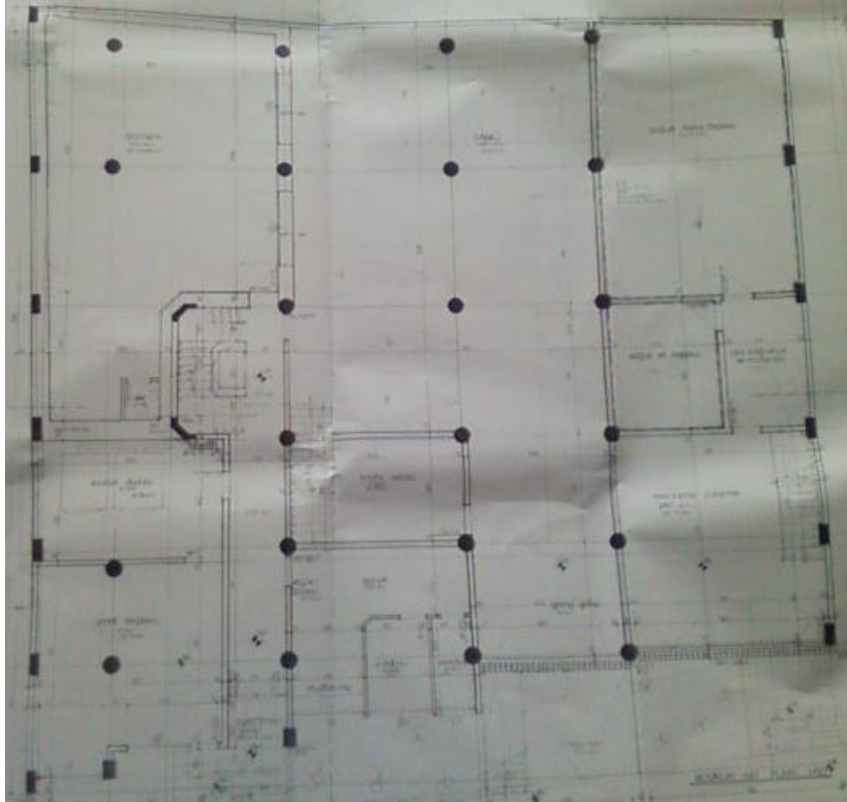
İncelenen yapı Düzce ilinde, Camikebir mahallesinde bulunmaktadır. Yapı 1992 yılında inşa edilmiş ve konut ve işyeri olarak kullanılmaktadır. Yapının statik ve mimari projeleri mevcuttur. Yapı yıkıldığından mevcut durumunun projeye uygunluğu kontrol edilememiş, sadece projedeki bilgiler esas alınarak değerlendirme yapılabilmektedir.

Bodrum kat 3 m, zemin kat 3 m, asma kat 2.75 m ve 4 normal kat 3 m yüksekliğindedir. Binanın bodrum katı çevresinde perde bulunmadığından kritik kat olarak bodrum kat seçilmiştir. Yapının genel bilgileri Çizelge 5.93’de gösterilmektedir:

Çizelge 5.93 : 017-DUZ-R-07-CL yapı genel bilgisi.

Yapı Kodu	017-DUZ-R-07-CL	
Yapı Kullanım Amacı	Konut + İşyeri	
Yapım Yılı	1992	
İl-Mahalle	DÜZCE-Camikebir mah.	
Ada-Pafta-Parsel	176/33HIA/6	
Ruhsat No	8449	
Kat Yükseklikleri	Bodrum Kat	3.0 m
	Zemin Kat	3.0 m
	Asma Kat	2.75 m
	Normal Kat	3.0 m
Kritik Kat Alanı	841 m ²	
Döşeme Tipi	Asmolen (80x40)	
Temel tipi	Çift Yönlü Sürekli	
Zemin Cinsi	Z4	

Yapının mimari kat planı aşağıdaki Şekil 5.54’de gösterilmektedir:



Şekil 5.54 : 017-DUZ-R-07-CL kodlu bina mimari kat planı.

5.21.2 017-DUZ-R-07-CL kodlu binanın P25 yöntemi ile değerlendirilmesi

Dördüncü bölümde anlatılan esaslarına göre yapılan P25 değerlendirme sonuçlarına göre, bulunan yapıya ait düzeltme faktörleri (fi), yapı performans değerleri (Pi) aşağıda Çizelge 5.94 ve 5.95’de verilmiştir.

Çizelge 5.94 : 017-DUZ-R-07-CL kodlu bina düzeltme faktörleri sonuçları.

f_1	f_2	f_3	f_4	f_5	f_6	f_7
1	1	1	0.85	1	0.9	0.9
f_8	f_9	f_{10}	f_{11}	f_{12}	f_{13}	f_{14}
1	0.707	1	0.84	0.9	1	0.95

Çizelge 5.95 : 017-DUZ-R-07-CL kodlu bina Pi sonuçları.

Ağırlık	P_1	P_2	P_3	P_4	P_5	P_6	P_7	P
Puanı	19	50	100	100	40	20	10	9

Yapı sonuç puanı $P=9$ bulunmuştur. Yani 3. Bölgede, Yüksek Risk Bandında bulunmaktadır.

5.21.3 017-DUZ-R-07-CL yapısının DURTES yöntemi ile değerlendirilmesi

Yapının DURTES yazılım analizinde elde edilen sonuçlar aşağıda Çizelge 5.96'da verilmektedir:

Çizelge 5.96 : 017-DUZ-R-07-CL kodlu binanın Durtes yazılım sonuçları.

Yapım Yılı.....= 1992
Yapıda En Büyük Açıklık.....= 5.25 (m)
Ortalama Kat Ağırlığı.....= 14 (KN /m2)
Giriş Kat Alanı= 841 (m2)
Düşey Elemanların Kesme Kuvveti Taşıyabilecek Alanları (kolon+perde+0.15*duvar) (m2):
Avx.....= 149.312 m2
Avy.....= 130.016 m2
Dinamik Karakterler:
T1 (Birinci Doğal Peryot.....= 0.50
Toplam Ağırlık= 41000 KN
Oluşan Taban Kesme Kuvveti (Vt).....= 32000 KN
Yapının Taban Kesme Kuvveti (Vmin).....= 50706.2 KN
Göreceli Puan (100 üzerinden).....=13.00
İteratif Enterpolasyon Değeri.....= 0.019500
Yapısal Emniyet Faktörü (Vmin/Vt).....= 0.890379
Göreceli Durum Tespit Puanı.....= 11.0542
YEM= 0.890379<1 ve GDTP=11.0542 ise yapı “Çok Yüksek Risk” grubunda yer alır.

6. SONUÇ VE YORUMLAR

Bu tez çalışması kapsamında, betonarme binaların kısa zamanda göçme risklerinin belirlenmesi amacıyla doğan öndeğerlendirme yöntemlerinden P25 ve DURTES yöntemleri Düzce ilinde bulunan, 1999 Düzce depremine maruz kalmış 17 adet betonarme binaya uygulanmış, aralarından seçilen bir binanın Türk Deprem Yönetmeliğinde yer alan “Doğrusal Elastik Değerlendirme Yöntemlerinden” “Eşdeğer Deprem Yüğü Yöntemi” ile de analizi yapılmış ve sonuçlar karşılaştırılarak yöntem kıstasları değerlendirilmiştir.

Önce tüm yapılara P25 yöntemi uygulanmış, yapının P_i göçme puanları, ardından P sonuç puanları elde edilerek yapının risk durumu belirlenmiştir. Ardından tüm yapıların DURTES yöntemine göre değerlendirmesi yapılmıştır. Bu yöntem sırasında DURTES yazılımından yararlanılmıştır. Yapıların YEM (yapısal emniyet faktörü) ve GDTP (göreceli durum tespit puanı) belirlenerek, sınır değerlerle karşılaştırma yapılarak yapının hangi risk kategorisinde olduğuna karar verilmiştir. Ardından seçilen bir adet binanın yönetmelikte tanımlanan “Eşdeğer Deprem Yüğü Yöntemi” ile ayrıntılı analizi yapılarak deprem performansı belirlenmiştir.

Eşdeğer deprem yüğü yöntemine göre analiz sırasında ETABS ve Xtract programlarından faydalanılmıştır.

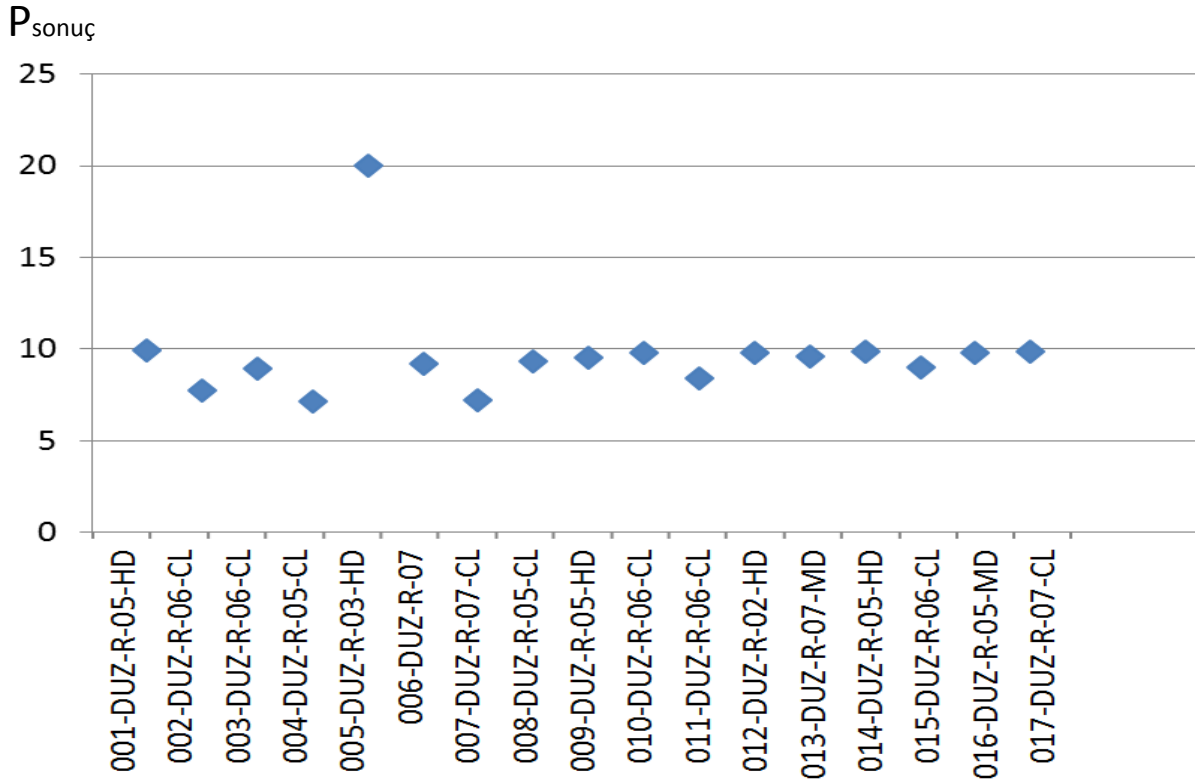
6.1 P25 Yöntemi Değerlendirmesi

17 adet binadan yalnızca 2 tanesi 1999 Düzce depreminden orta hasarlı olarak çıkmıştır. Bu durumda bu iki binanın P25 puanınının 25 üstünde çıkması beklenirken ikisinin de puanları 9 olarak belirlenmiştir. Bu durumun en belirgin sebebi, malzeme kalitesinin karot alınmaksızın 10Mpa kabul edilmesi olabilir.. Binaların deprem performanslarının belirlenmesi aşamasında detaylı analizde olduğu gibi P25 yönteminde de malzeme kalitesi önemli bir parametredir. Karot alınması durumunda gerçek beton basınç dayanımı elde edilebilir, hesaba yansıtılır ve daha sağlıklı bir sonuç alınabilirdi. Bunların dışında kalan 15 binada çıkan sonuç puanları depremde gösterdikleri performans ile tam uyum içerisindedirler. Yıkılan ve ağır hasar alan

binaların sonuç puanlarının düşük olması, beklenen bir durum olması yanı sıra sebepleri şu şekilde açıklanabilir;

- Etriye sıklaştırmasının olmaması,
- Plandaki düzensizlikler,
- Asma kat mevcudiyeti,
- Çerçeve süreksizliği oluşturan saplama kirişler,
- Z4 zemin sınıfı ve yüksek miktarda sıvılaşma [34],
- Temel tipi ve derinliği.

Her bir binaya ait P sonuç puanının dağılımı aşağıda Şekil 6.1'deki grafikten gözlenebilir.



Şekil 6.1 : P25 puan dağılımı.

Düzce ilindeki yapılara bakıldığında en büyük sorunun zemin tipi ve sıvılaşma potansiyelinin olduğu söylenebilir. Sıvılaşma ve zemin etkilerinin puanlamadaki katkıları çıkarılarak hesaplanan P25 puanlarının karşılaştırılması aşağıdaki Çizelge 6.1 de gözlenmektedir.

Çizelge 6.1 : P25 ve zemin etkisiz P25 puanlarının karşılaştırılması.

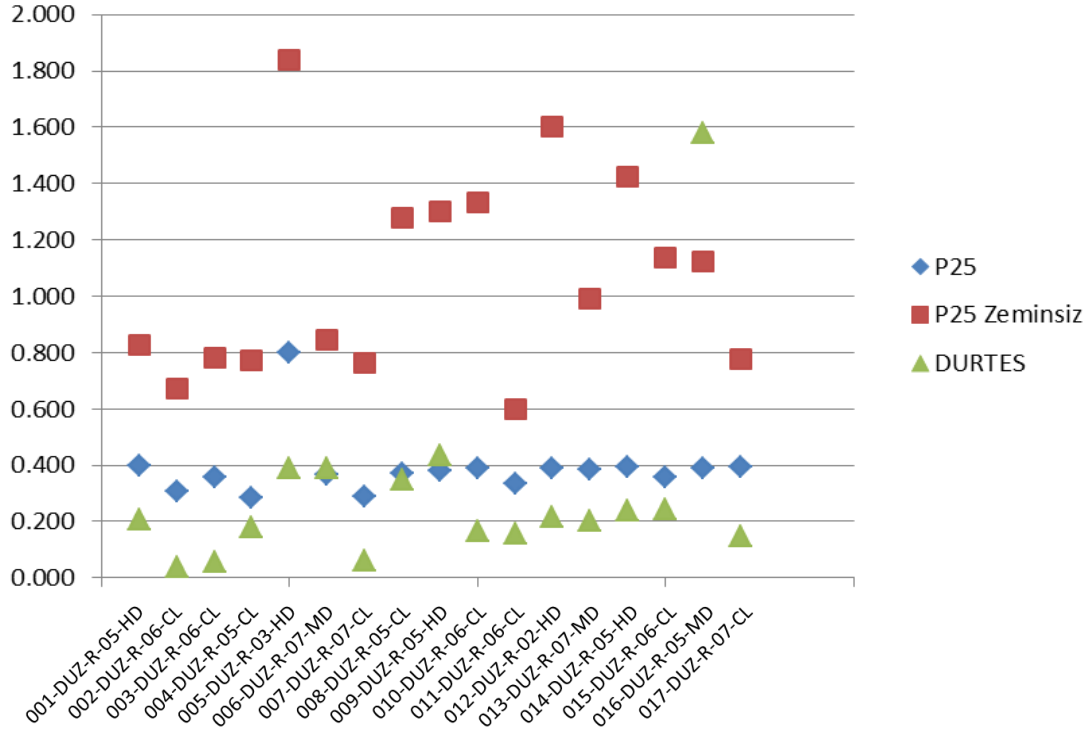
Bina Kodları	P25 Puanları	Zemin Etkisiz P25	DURTES	
001-DUZ-R-05-HD	9.93	20.65	15.34	
002-DUZ-R-06-CL	7.70	16.76	2.87	
003-DUZ-R-06-CL	8.89	19.56	4.25	
004-DUZ-R-05-CL	7.13	19.26	13.46	
005-DUZ-R-03-HD	20.00	46.02	29.20	
006-DUZ-R-07-MD	9.19	21.16	29.09	
007-DUZ-R-07-CL	7.19	19.04	4.56	
008-DUZ-R-05-CL	9.28	31.94	26.08	YEM>1
009-DUZ-R-05-HD	9.50	32.54	32.71	
010-DUZ-R-06-CL	9.78	33.31	12.42	
011-DUZ-R-06-CL	8.35	15.00	11.75	
012-DUZ-R-02-HD	9.74	40.00	16.32	YEM>1
013-DUZ-R-07-MD	9.60	24.77	15.07	
014-DUZ-R-05-HD	9.82	35.65	17.82	
015-DUZ-R-06-CL	8.94	28.40	18.20	
016-DUZ-R-05-MD	9.77	28.08	12.68	YEM>1
017-DUZ-R-07-CL	9.81	19.38	11.05	

6.2 DURTES Yöntemi Değerlendirmesi

Durtes yöntemin sonuçlarına bakıldığında ise 2 adet bina orta hasarlı olmasına rağmen GDTP ları 15 ve 29 çıkmıştır ki bu da çok yüksek risk ve yüksek risk sınıflarında olduklarını gösterir. Düzce depreminde aldıkları hasar ile uyumsuz sonuçlanmıştır. Diğer binalar hasar tipleri ile uyumlu puanlar göstermiştir. 17 adet binadan 15'inde uyumlu sonuçlar çıkmış olması yöntemin %88 oranında sağlıklı sonuç verdiğini göstermektedir.

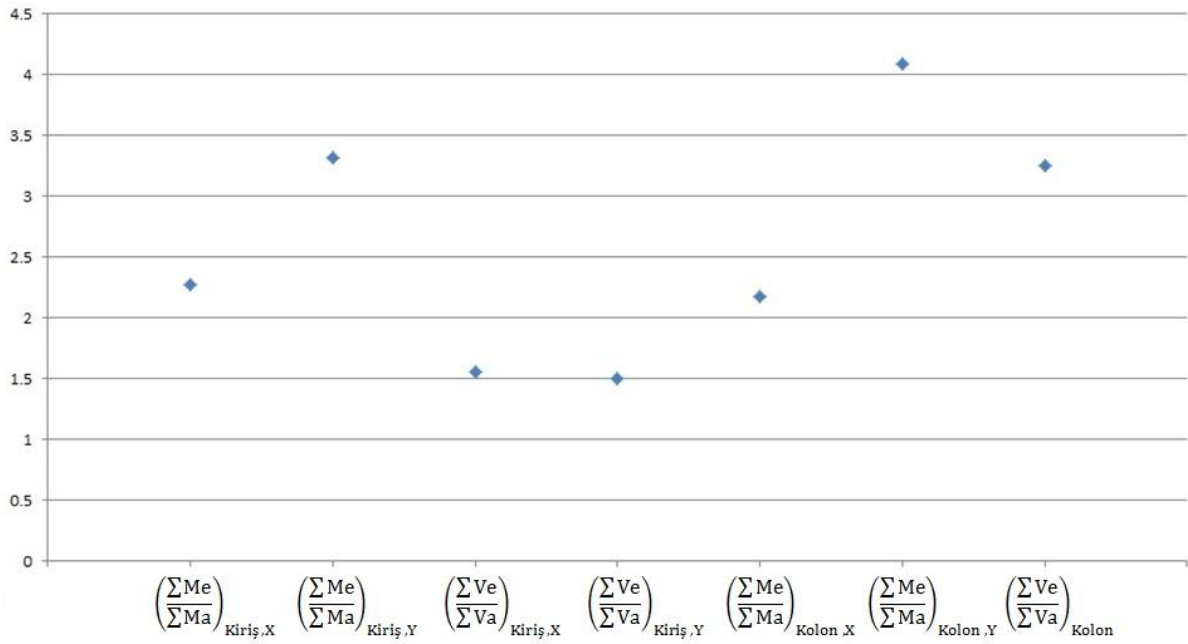
6.3 P25 ile DURTES Yönteminin Karşılaştırılması

P25, zemin etkisiz P25 ve DURTES sonuç puanlarının karşılaştırılması aşağıdaki grafikte verilmektedir (Şekil 6.2).



Şekil 6.2 : P25 ve DURTES puanları karşılaştırılması.

Bu verilerin yanı sıra, 005-DUZ-R-03-HD kodlu binanın eşdeğer deprem yükü yöntemi ile yapılan analizi sonucu elde edilen kirişlerin ve kolonların $\left(\frac{\sum Me}{\sum Ma}\right)$ ve $\left(\frac{\sum Ve}{\sum Va}\right)$ değerleri aşağıda Şekil 6.3’de verilmektedir.



Şekil 6.3 : 005-DUZ-R-03-HD kodlu bina istem/kapasite oranları.

Yukarıda Şekil 6.2'deki grafiğe bakıldığında zemin etkisiz P25 ve DURTES sonuçlarının paralel olarak ilerlediği görülmektedir. Bu durumda DURTES yönteminin sınılaşma gibi Düzce ili için depremde hasara sebebiyet veren en önemli faktörlerden sınılaşma etkisini P25 gibi yansıtmadığı söylenebilir.

Ayrıca DURTES yönteminin ilk aşamada bakılan YEM (yapısal emniyet faktörünün) planda ve düşeydeki düzensizlikler, kısa kolon gibi etkiler içermeyip yalnızca kesme alanı taşıyabilen kolon, perde ve duvar gibi elemanların en kesit alanlarını bünyesinde barındırması konularında yetersiz olduğu gözlenmiştir.

6.4 Doğrusal Elastik Eşdeğer Deprem Yüğü ile Değerlendirme

Bölüm 5.5.14'deki sonuçlara bakıldığında X ve Y doğrultularındaki kirişlerin ileri hasar ve göçme hasar seviyesindeki oranları deprem yönetmeliğindeki sınırı aşmaktadır. Kolonlara bakıldığında ise hem X doğrultusunda toplam 14 adetten 12 tanesinin göçme bölgesinde, 2 tanesinin ileri hasar bölgesinde, Y doğrultusunda ise tamamının göçme hasar bölgesinde olduğu görülmektedir. Dolayısıyla yapı beklenen "Can Güvenliği" performans seviyesini sağlayamamaktadır. Çizelge 5.21-22-23-24 incelendiğinde kolonların etki/kapasite oranları kirişlere göre daha yüksek olduğu gözlenmektedir. Bu durumda kolonların kirişlere göre daha çok zorlandığı söylenebilir. Ayrıca kolon ve kirişlerde Y doğrultusu sonuçlarının X doğrultusuna göre daha olumsuz olduğu açıkça ortadadır. Bunun sebebi ise bina boyutları sebebi ile Y doğrultusu kiriş boylarının X doğrultusuna göre daha kısa olması ve kolonların uzun doğrultularının X doğrultusuna paralel oturtulmasıdır. Bu sebeplerle yapının X yönündeki rijitliği Y yönüne göre daha fazladır.

KAYNAKLAR

- [1] **DBYBHY, 2007** “Afet Bölgelerinde Yapılacak Binalar Hakkında Yönetmelik” Bayındırlık ve İskan Bakanlığı, Ankara.
- [2] **ABYYHY, 1998** “Afet Bölgelerinde Yapılacak Yapılar Hakkında Yönetmelik” Bayındırlık ve İskan Bakanlığı, Ankara.
- [3] **Boduroğlu M. H., P. Özdemir Çağlayan, Ekim 2007** “Mevcut Yapıların Değerlendirilmesinde Bir Tarama Yöntemi” Altıncı Ulusal Deprem Mühendisliği Konferansı.
- [4] **Keleşoğlu M. K., Öztörün N. K., Çinicioğlu S. F., Bozbey İ., Öztoprak S., Özyazgan C., Çelik T., 2003** “Deprem Risk Analizi: Bakırköy İlçesi Örneği” Küçükçekmece ve Yakın Çevresi Teknik Kongresi, Deprem ve Planlaması, Küçükçekmece Belediyesi.
- [5] **Temur R., Öztörün N. K., 2004** “Yapıların Hızlı Durum Tespiti İçin Geliştirilen Uzman Bilgisayar Programı Durtes İle Genel Amaçlı Sonlu Elemanlarının Entegrasyonu” İMO On Yedinci Teknik Kongre ve Sergisi.
- [6] **Hassan A. F. ve Sözen M. A., Ocak 1997** “Seismic Vulnerability Assessment of Low-Rise Building in Regions with Infrequent Earthquakes” ACI Structural Journal.
- [7] **Sucuoğlu H., Ekim 2007** “Kentsel Yapı Stoklarında Deprem Risklerinin Sokaktan Tarama Yöntemi ile Belirlenmesi” Altıncı Ulusal Deprem Mühendisliği Konferansı, İstanbul.
- [8] **Çelik O. C., İlki A., Yalçın C., Yüksel E., Ekim 2007** “Doğu ve Batı Avrupa Ülkelerinde Değişik Tip Binaların Deprem Riskinin Hızlı Değerlendirilmesi Üzerine Bir Deneyim” Altıncı Ulusal Deprem Mühendisliği Konferansı, İstanbul.
- [9] **Boduroğlu H. M., Özdemir P., İlki A., Şirin S., Demir C., Baysan F., Ağustos 2004** “Towards a Modified Rapid Screening Method for Existing Medium Rise RD Buildings in Turkey” 13th World Conference on Earthquake Engineering, Vancouver, Canada.
- [10] **SAP, 2000.** Structural Analysis Program, Computer and Structures Inc., Berkeley, California
- [11] **TS-500, 2000** Betonarme Yapıların Yapım ve Tasarım Kuralları, Türk Standartları Enstitüsü, Ankara.
- [12] **Yüksel İ., 2008** “Betonarme Binaların Deprem Sonrası Acil Hasar Değerlendirmeleri” Erciyes Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi 24 (1-2) 260 – 276.
- [13] **İnel M., Bilgin H., Özmen H. B., Mayıs 2006** “Mevcut Kamu Yapılarının Performans Değerlendirmesi” TMH – Türkiye Mühendislik Haberleri / Sayı 444.
- [14] **FEMA 356, 2000** “Prestandart and Commentary for the Seismic Rehabilitation of Buildings” Federal Emergency Management Agency, Washington DC, November 2000.
- [15] **ATC-40, 1996** “Seismic Evaluation and Retrofit of Concrete Buildings” Applied Technology Council, Seismic Safety Commission, November 1996.

- [16] **Kutunis M., Orak E., Özcan Z., Ekim 2007** “Betonarme Binaların Performans Düzeylerinin Deprem Geçirmiş Binalarla İlişkilendirilerek Belirlenmesi” Altıncı Ulusal Deprem Mühendisliği Konferansı, İstanbul.
- [17] **İnel M., Bilgin H., Özmen H. B., Mart 2008** “Orta Yükseklikli Betonarme Binaların Türkiye’de Yaşanan Son Depremlerdeki Performansı” İMO Teknik Dergi, İstanbul.
- [18] **Bal İ. E., Tezcan S.S., Gülay F. G., Ekim 2007** “Betonarme Binaların Göçme Riskinin Belirlenmesi İçin P25 Hızlı Değerlendirme Yöntemi” Altıncı Ulusal Deprem Mühendisliği Konferansı, İstanbul.
- [19] **Gülay F. G., Bal İ. E., Gökçe T., Çelik N., September 2010** “Fields Applications of P25 Preliminary Assessment Method for Identifying the Collapse Vulnerability of Existing RC Structures” 9th International Congress on Advances in Civil Engineering, Trabzon, Turkey.
- [20] **Tezcan S., Bal İ. E., Özdemir Z., Küçük F., Eylül 2005** “Depremde “Sıfır” Can Kaybı Nasıl Sağlanır?” Şantiye İnşaat Makina ve Mimarlık Dergisi, Sayı:232, Syf:108-112.
- [21] **Yakut A., Erberik A., Akkar S., Sucuoğlu H., İlki A. February 2012** “Rapid Seismic Assessment Procedures for Turkish Building Stock” Seismic Engineering Research Infrastructures for European Synergies, Series Workshop Role of Research Infrastructures in Seismic Rehabilitation, İstanbul.
- [22] **Tezcan S., Bal İ. E., 2005.** Sıfır Can Kaybı Projesi İstanbul’un Kurtuluş Reçetesi. Yapı Denetim Dergisi, 2005/03.
- [23] **Tüysüz S., 2007** Betonarme Binaların Göçme Riskinin Hızlı Değerlendirme Yöntemleri ile Belirlenmesi, YL Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi, Haziran, İstanbul.
- [24] **Gülkan P. Ve Sözen M.A., 1999** “Procedure for Determining Seismic Vulnerability of Building Structures” ACI Structural Journal, V.96, No.3, May-June, 336-342.
- [25] **Gülkan P. ve Utkuğ D., 2003** “Okul Binalarının Deprem Güvenliği için Minimum Dizayn Kriterleri” Türkiye Mühendislik Haberleri Sayı 425-2003/3.
- [26] **Temur R., 2006** Hızlı Durum Tespit (DURTES) Yöntemi ve Bilgisayar Programının Geliştirilmesi, YL Tezi, İstanbul Üniversitesi, Haziran, İstanbul.
- [27] **Temur R., Öztörün N. K., 2005** “Hızlı Durum Tespit (DURTES) Yöntemi Yazılımının Geliştirilmesi” Mühendislik Bilimleri Genç Araştırmacılar III.Kongresi MBGAK.
- [28] **Yıldızlar B., Gürsoy G., Damcı E., Öztörün N. K., Çelik T. 2002** “Mevcut Yapı Stoğunun Deprem Riski Açısından Durum Tespiti İçin Bir Yöntem ve Sonlu Elemanlar Yöntemi İle Kıyaslanması” Gümüşhane ve Yöresinin Kalkınması Sempozyumu, Karadeniz Teknik Üniversitesi, Gümüşhane Mühendislik Fakültesi, Gümüşhane Atatürk Kültür Merkezi.
- [29] **Yıldızlar B., Gürsoy G., Damcı E., Öztörün N. K., Çelik T. 2002** “Mevcut Yapı Stoğunun Deprem Riski Açısından Durum Tespiti İçin Bir Yöntem ve Sonlu Elemanlar Yöntemi İle Kıyaslanması” Gümüşhane ve Yöresinin Kalkınması Sempozyumu, Karadeniz Teknik Üniversitesi, Gümüşhane Mühendislik Fakültesi, Gümüşhane Atatürk Kültür Merkezi.
- [30] **Bal İ. E., 2005.** Deprem Etkisindeki Betonarme Binaların Göçme Riskinin Hızlı Değerlendirme Yöntemleri ile Belirlenmesi, YL Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi, İstanbul.
- [31] **FEMA 154, 1988.** Rapid Visual Screening of Buildings for Potential Seismic Hazards. A Handbook, Federal Emergency Management Agency, Washington.

[32] **Damcı E., Yıldızlar B., Gürsoy G., Öztörün N. K., Çelik T., 2003** “Bakırköy Özelinde Türkiye Genelinde Yapı Durum Tespiti İçin Bir Algoritma” Beşinci Ulusal Deprem Mühendisliği Konferansı, İ.T.Ü. Süleyman Demirel Kültür Merkezi, İstanbul.

[33] **Bal İ.E., Gülay F. G., Tezcan S., 2012** “Betonarme Binaların Depremde Göçme Risklerini Tayine Yarayan P25 metodu ve Diğer Hızlı Puanlama Yöntemleri” ISBN No: 978-975 93 005-5-5 .

[34] **Tezcan S., Yazıcı A., Özdemir Z., Erkal A., 2007** “Zayıf Kat-Yumuşak Kat Düzensizliği” Altıncı Ulusal Deprem Mühendisliği Konferansı, İstanbul.

[35] **Erkan M., Sezen Ç., Ferah G., Çalışkan S., Bayzan S.,Yoshikawa K., 2003.** Düzce Belediyesi Müşavir Alan Sınırları İçerisinde Zemin Özelliklerinin 12 Kasım Düzce Depremi Hasar Dağılımına ve Yapılaşma Parametrelerine Etkisinin İncelenmesi. Düzce Belediyesi Başkanlığı, Yapı Denetim Birimi-İnceleme Raporu.

[36] **ETABS** Extended 3D Analysis o Building Systems, Computers and Structures Inc., Berkeley California.

EKLER

A.EK

Çizelge A.1 : 001-DUZ-R-05-HD kodlu bina kolon boyutları.

001-DUZ-R-05-HD		
Kolon Adet	X Doğr.	Y Doğr.
6	60	30
4	30	60
3	60	40
4	40	60
2	30	90
1	25	90
2	90	30
2	70	30
2	30	70
1	80	30
2	30	80
1	20	60
1	60	20
1	20	140
2	20	170
2	170	20
1	20	20

Çizelge A.2 : 002-DUZ-R-06-CL kodlu bina kolon boyutları.

002-DUZ-R-06-CL		
Kolon Adet	X Doğr.	Y Doğr.
1	30	75
7	30	60
10	60	30
1	45	45
3	30	70
4	70	30
1	40	65
1	35	65
1	85	25
1	30	110
4	120	20
5	100	20
3	110	20
1	20	110
1	20	100
2	20	180
2	165	20

Çizelge A.3 : 003-DUZ-R-06-CL kodlu bina kolon boyutları.

003-DUZ-R-06-CL		
Kolon Adet	X Doğr.	Y Doğr.
26	60	30
3	85	30
1	75	30
1	80	30
4	100	30
4	150	30
16	30	60
1	30	100

Çizelge A.4 : 004-DUZ-R-05-CL kodlu bina kolon boyutları.

004-DUZ-R-05-CL		
Kolon Adet	X Doğr.	Y Doğr.
10	80	30
2	100	25
1	90	30
2	55	55
2	30	80
7	30	90
1	25	100
4	120	200
1	110	20
1	150	20
2	160	20
1	195	20

Çizelge A.5 : 005-DUZ-R-03-HD kodlu bina kolon boyutları.

005-DUZ-R-03-HD		
Kolon Adet	X Doğr.	Y Doğr.
6	50	25
2	60	25
1	60	30
4	25	60
1	25	50

Çizelge A.6 : 006-DUZ-R-07 kodlu bina kolon boyutları.

006-DUZ-R-07		
Kolon Adet	X Doğr.	Y Doğr.
12	70	25
7	25	70
1	90	25
1	120	20
3	20	120
2	155	20
1	230	20

Çizelge A.7 : 007-DUZ-R-07-CL kodlu bina kolon boyutları.

007-DUZ-R-07-CL		
Kolon Adet	X Doğr.	Y Doğr.
10	60	30
1	45	40
7	30	60
1	70	25
2	20	100
1	25	70
2	100	20
1	60	35
3	45	45
3	20	160

Çizelge A.8 : 008-DUZ-R-05-CL kodlu bina kolon boyutları.

008-DUZ-R-05-CL		
Kolon Adet	X Doğr.	Y Doğr.
6	60	25
2	70	40
2	60	40
2	50	50
6	25	60
2	20	120
2	30	70
2	25	80

Çizelge A.9 : 009-DUZ-R-05-HD kodlu bina kolon boyutları.

009-DUZ-R-05-HD		
Kolon Adet	X Doğr.	Y Doğr.
10	60	30
2	30	60
3	30	80
2	80	30
2	60	40
1	25	80
2	20	110

Çizelge A.10 : 010-DUZ-R-06-CL kodlu bina kolon boyutları.

010-DUZ-R-06-CL		
Kolon Adet	X Doğr.	Y Doğr.
1	25	100
3	30	60
1	35	60
2	40	60
8	60	30
6	100	25
2	60	35

Çizelge A.11 : 011-DUZ-R-06-CL kodlu bina kolon boyutları.

011-DUZ-R-06-CL		
Kolon Adet	X Doğr.	Y Doğr.
10	40	40
4	30	50
1	30	80
3	30	60
2	50	50
2	40	70
2	20	140
1	270	20

Çizelge A.12 : 012-DUZ-R-02-HD kodlu bina kolon boyutları.

012-DUZ-R-02-HD		
Kolon Adet	X Doğr.	Y Doğr.
10	30	50
4	55	30
3	50	30
9	30	60
6	60	30
2	65	30
1	30	75
1	50	25
1	20	100

Çizelge A.13 : 013-DUZ-R-07-MD kodlu bina kolon boyutları.

013-DUZ-R-07-MD		
Kolon Adet	X Doğr.	Y Doğr.
5	30	70
1	40	60
2	280	30
7	30	80
1	180	30
3	25	70
1	30	180
2	50	40
1	200	30
1	30	140
2	30	150
1	30	100
1	70	40

Çizelge A.14 : 014-DUZ-R-05-HD kodlu bina kolon boyutları.

014-DUZ-R-05-HD		
Kolon Adet	X Doğr.	Y Doğr.
3	30	55
4	30	60
3	30	70
2	30	50
1	80	30
6	60	30
1	195	200
1	20	120
1	145	20

Çizelge A.15 : 015-DUZ-R-06-CL kodlu bina kolon boyutları.

015-DUZ-R-06-CL		
Kolon Adet	X Doğr.	Y Doğr.
8	25	60
6	30	70
3	30	60
3	70	25
2	60	20
8	60	25
3	70	30
1	25	110
1	130	25
1	50	50

Çizelge A.16 : 016-DUZ-R-05-MD kodlu bina kolon boyutları.

016-DUZ-R-05-MD		
Kolon Adet	X Doğr.	Y Doğr.
4	35	25
4	25	45
6	60	25
4	40	30
8	25	50
4	25	65
4	50	35
4	25	55
4	75	25
4	25	100
2	100	25
2	25	60

Çizelge A.17 : 017-DUZ-R-07-CL kodlu bina kolon boyutları.

017-DUZ-R-07-CL		
Kolon Adet	X Doğr.	Y Doğr.
1	30	80
6	30	70
2	50	80
1	60	70
2	40	80
1	40	70
2	55	55
2	20	80
2	80	20
18	R= 70	
4	R= 80	

ÖZGEÇMİŞ



Ad Soyad : Meltem DOĞAN

Doğum Yeri ve Tarihi : Bakırköy/İSTANBUL – 12.02.1987

Adres : Atakent mahallesi Toplu Konutlar 2. Etap Arıkuşu sokak No:2B
Daire:51 K.çekmece/İSTANBUL TÜRKİYE

E-Posta : mlmdogan@yahoo.com

Lisans : Yıldız Teknik Üniversitesi (2005-2009)