



**T.C.**

**ÇANAKKALE ONSEKİZ MART ÜNİVERSİTESİ  
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ**

**İNŞAAT MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI**

**MEVCUT BİNALARIN SİSMİK HASAR GÖREBİLİRLİK  
DEĞERLENDİRMESİ**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ**

**ERDEM TEKİN**

**Tez Danışmanı**

**DR. ÖĞR. ÜYESİ SELEN AKTAN**

**ÇANAKKALE – 2025**





T.C.

ÇANAKKALE ONSEKİZ MART ÜNİVERSİTESİ  
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ

İNŞAAT MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

**MEVCUT BİNALARIN SİSMİK HASAR GÖREBİLİRLİK  
DEĞERLENDİRMESİ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

ERDEM TEKİN

Tez Danışmanı  
DR. ÖĞR. ÜYESİ SELEN AKTAN

ÇANAKKALE – 2025



T.C.  
**ÇANAKKALE ONSEKİZ MART ÜNİVERSİTESİ**  
**LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ**



Erdem TEKİN tarafından Dr. Öğr. Üyesi Selen AKTAN yönetiminde hazırlanan ve **30/01/2025** tarihinde aşağıdaki jüri karşısında sunulan “**Mevcut Binaların Sismik Hasar Görebilirlik Değerlendirmesi**” başlıklı çalışma, Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü **İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı**’nda **YÜKSEK LİSANS TEZİ** olarak oy birliği ile kabul edilmiştir.

**Jüri Üyeleri**

**İmza**

Dr. Öğr. Üyesi Selen AKTAN

.....

(Danışman)

Doç. Dr. Mehmet CANBAZ

.....

Dr. Öğr. Üyesi İlknur DALYAN

.....

Tez No : 10694562

Tez Savunma Tarihi : 30/01/2025

.....  
Doç. Dr. Melis ULU DOĞRU

Enstitü Müdürü

..../..../2025

## ETİK BEYAN

Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü Tez Yazım Kuralları'na uygun olarak hazırladığım bu tez çalışmada; tez içinde sunduğum verileri, bilgileri ve dokümanları akademik ve etik kurallar çerçevesinde elde ettiğimi, tüm bilgi, belge, değerlendirme ve sonuçları bilimsel etik ve ahlak kurallarına uygun olarak sunduğumu, tez çalışmada yararlandığım eserlerin tümüne uygun atıfta bulunarak kaynak gösterdiğimi, kullanılan verilerde herhangi bir değişiklik yapmadığımı, bu tezde sunduğum çalışmanın özgün olduğunu, bildirir, aksi bir durumda aleyhime doğabilecek tüm hak kayıplarını kabullendiğimi taahhüt ve beyan ederim.

Erdem TEKİN

30/01/2025

## TEŞEKKÜR

Üniversite lisans ve yüksek lisans eğitimim boyunca benden bir an olsun yardımlarını esirgemeyen saygı değer danışman hocam Dr. Öğr. Üyesi Selen AKTAN' a, hayatımın her evresinde bana devamlı destek olan kıymetli aileme sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Erdem TEKİN  
Çanakkale, Ocak 2025



## ÖZET

### MEVCUT BİNALARIN SİSMİK HASAR GÖREBİLİRLİK DEĞERLENDİRMESİ

Erdem TEKİN

Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi

Lisansüstü Eğitim Enstitüsü

İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı Yüksek Lisans Tezi

Danışman: Dr. Öğr. Üyesi Selen AKTAN

30/01/2025, 116

Mevcut binaların olası depremlere karşı sismik hasar görebilirlik analizleri belirli kanunlar ve yönetmelikler kapsamında yapılmaktadır. Bu doğrultuda, her bir bina için ayrıntılı analizlerin yapılması gereklidir. Fakat yüzbinlerle ifade edilebilecek miktarlara kadar bina içerebilen mevcut yapı stoklarında her bir bina için ayrı ayrı detaylı analizlerin yapılması harcanan maddi bedel, zaman ve efor bakımından neredeyse imkânsız seviyededir. Bu nedenle, mevcut binaların sismik hasar görebilirlik değerlendirilmesinde ya da önceliklendirilmesinde kullanılabilme potansiyeline sahip ve literatürde yer alan birtakım hızlı sismik risk değerlendirme yöntemleri bulunmaktadır.

Bu çalışma kapsamında, Türkiye için geliştirilen ve literatürde yer alan 6306 – RYTEİE (Riskli Yapıların Tespit Edilmesine İlişkin Esaslar), Hassan – Sözen (1997), Özcebe vd. (2003) ve Yakut (2004) gibi başlıca hızlı sismik risk değerlendirme yöntemleri, Çanakkale İlinde birtakım binalarda uygulanmış olup, yöntemlerin sunduğu sonuçların birbirleriyle karşılaştırılması ile birlikte her bir yöntemin avantajı – dezavantajı tespit edilmiştir. Analizler sonucu ortaya çıkan veriler ışığında optimum hızlı sismik risk değerlendirme yöntemi önerilmiştir.

**Anahtar Kelimeler:** Yapı Stoku, Sismik Hasar Görebilirlik, Hızlı Sismik Risk Değerlendirme, Bina, Önceliklendirme, Çanakkale

## ABSTRACT

# SEISMIC DAMAGE VULNERABILITY ASSESSMENT OF EXISTING BUILDINGS

Erdem TEKİN

Çanakkale Onsekiz Mart University

School of Graduate Studies

Master of Science Thesis in Civil Engineering

Advisor: Assist. Prof. Dr. Selen AKTAN

30/01/2025, 116

Seismic vulnerability analyses of existing buildings against possible earthquakes are performed within the scope of certain laws and regulations. In this context, detailed analyses are required for each building. However, in existing building stocks, which may contain up to hundreds of thousands of buildings, it is almost impossible to carry out detailed analyses for each building separately in terms of financial cost, time and effort. For this reason, there are a number of rapid seismic risk assessment methods in the literature that have the potential to be used in seismic vulnerability assessment or prioritisation of existing buildings.

Within the scope of this study, the main rapid seismic risk assessment methods developed for Turkey and included in literature such as 6306 – RYTEIE (Principles for the Identification of Risky Buildings), Hassan - Sözen (1997), Özcebe vd. (2003) and Yakut (2004) were applied to a number of buildings in Canakkale Province and the advantages and disadvantages of each method were determined by comparing the results of the methods with each other. In addition, the optimum rapid seismic risk assessment method is proposed in the light of the data obtained from the analyses.

**Keywords:** Building Stock, Seismic Vulnerability, Rapid Seismic Risk Assessment, Building, Prioritization, Canakkale

# İÇİNDEKİLER

	Sayfa No
JÜRİ ONAY SAYFASI.....	i
ETİK BEYAN.....	ii
TEŞEKKÜR.....	iii
ÖZET .....	iv
ABSTRACT .....	v
İÇİNDEKİLER .....	vi
SİMGELER ve KISALTMALAR.....	viii
TABLolar DİZİNİ.....	xiii
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	xv
<b>BİRİNCİ BÖLÜM</b>	
<b>GİRİŞ</b>	
1.1. Türkiye' nin Deprem Profili ve Tezin Yol Haritası.....	1
<b>İKİNCİ BÖLÜM</b>	
<b>ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR</b>	
2.1. Literatür Taraması .....	4
<b>ÜÇÜNCÜ BÖLÜM</b>	
<b>ARAŞTIRMA YÖNTEMİ</b>	
3.1. Genel Bilgiler .....	6
3.2 Hızlı Sismik Risk Değerlendirme Yöntemleri.....	15
3.2.1. İki Kademeli Yöntem - Sucuoğlu ve Yazgan (2003).....	15
3.2.2. Birinci Kademe: 6306 – RYTEİE Yöntemi.....	26
3.2.3. İkinci Kademe: Hassan ve Sözen (1997) Yöntemi.....	35
3.2.4. İkinci Kademe: Özcebe vd. (2003) Yöntemi.....	37
3.2.5. İkinci Kademe: Yakut (2004) Yöntemi.....	44

DÖRDÜNCÜ BÖLÜM  
ARAŞTIRMA BULGULARI

4.1. Çanakkale İlinde Yapılan Envanter Çalışmaları.....	59
4.1.1. Birinci Kademe Uygulama: 6306 – RYTEİE Yöntemi.....	59
4.1.2. İkinci Kademe Uygulama: Hassan ve Sözen (1997) Yöntemi .....	62
4.1.3. İkinci Kademe Uygulama: Özcebe vd. (2003) Yöntemi .....	74
4.1.4. İkinci Kademe Uygulama: Yakut (2004) Yöntemi.....	85

BEŞİNCİ BÖLÜM  
SONUÇ ve ÖNERİLER

5.1. Birinci Kademe Uygulama: 6306 – RYTEİE Yöntemi Sonuçları.....	97
5.2. İkinci Kademe Uygulama: Hassan ve Sözen (1997) Yöntemi Sonuçları.....	100
5.3. İkinci Kademe Uygulama: Özcebe vd. (2003) Yöntemi Sonuçları.....	101
5.4. İkinci Kademe Uygulama: Yakut (2004) Yöntemi Sonuçları.....	102
5.5. Genel Değerlendirme ve Yöntemlerin Kullanılabilirliği Üzerine Öneriler .....	104
5.6. Yöntem Geliştirilmesi ve Kalibrasyon Üzerine Öneriler.....	109
KAYNAKÇA .....	114

## SİMGELER VE KISALTMALAR

USGS	Amerika Birleşik Devletleri Jeoloji Araştırmaları Kurumu
MTA	Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü
KAF	Kuzey Anadolu Fay Hattı
DAF	Doğu Anadolu Fay Hattı
FEMA	Federal Acil Durum Yönetim Kurumu
ODTÜ	Orta Doğu Teknik Üniversitesi
RYTEİE	Riskli Yapıların Tespit Edilmesine İlişkin Esaslar
PI	Öncelik indeksi
BKS	Bina kullanım sınıfı
EMPI	İstanbul Deprem Master Planı
m	metre
m <sup>2</sup>	metrekare
PGV	Maksimum zemin hızı
NRR	Normalleştirilmiş fazlalık oranı
A <sub>tr</sub>	Tipik kolon etki alanı
nf <sub>x</sub>	Kritik katta X ekseninde sürekli çerçeve sayısı
nf <sub>y</sub>	Kritik katta Y ekseninde sürekli çerçeve sayısı
NRS	Çerçeve süreksizliği katsayısı
SI	Dayanım indeksi katsayısı
BAÇ	Betonarme çerçeve
BAÇP	Betonarme çerçeve + perde
n <sub>sk</sub>	Serbest kat adedi
AFAD	Afet ve Acil Durum Yönetimi Başkanlığı
S <sub>DS</sub>	Kısa periyot tasarım spektral ivme katsayısı
TDTH	Türkiye Deprem Tehlike Haritası
TP	Taban puan
YSP	Yapısal sistem puanı
OPi	Olumsuzluk parametre puanı
PP	Performans puanı
A <sub>cw</sub>	Perde duvarların -plan düzleminde- enkesit alanları toplamı

$A_{mw}$	Yığıma dolgu duvarların -plan düzleminde- enkesit alanları toplamı
$A_{wt}$	Perde duvarlar ve dolgu duvarların etkili kesme alanları toplamı
WI	Duvar indeksi
$A_{tf}$	Serbest kat alanları toplamı
$A_{col}$	Kolonların -plan düzleminde- enkesit alanları toplamı
$A_{ce}$	Kolonların -plan düzleminde- etkili enkesit alanları toplamı
CI	Kolon indeksi
n	Serbest kat sayısı
$mnlstfi$	Minimum normalleştirilmiş yatay rijitlik indeksi
$In_x$	Plan düzleminde, x ekseninde kolon ve perde-kolonların normalleştirilmiş yatay rijitlik indeksi
$In_y$	Plan düzleminde, y ekseninde kolon ve perde-kolonların normalleştirilmiş yatay rijitlik indeksi
$\Sigma(I_{col})_x$	Plan düzleminde, x ekseninde tüm kolonların atalet momentleri toplamı
$\Sigma(I_{col})_y$	Plan düzleminde, y ekseninde tüm kolonların atalet momentleri toplamı
$\Sigma(I_{sw})_x$	Plan düzleminde, x ekseninde tüm perde-kolonların atalet momentleri toplamı ( $m^4$ )
$\Sigma(I_{sw})_y$	Plan düzleminde, y ekseninde tüm perde-kolonların atalet momentleri toplamı ( $m^4$ )
$\Sigma A_f$	Serbest kat alanları toplamı
$mnlsi$	Minimum normalleştirilmiş yatay dayanım indeksi
$\Sigma k_x(A_{col})_x$	Plan düzleminde, x ekseninde tüm kolonlara ait (rijitlik katsayısı x enkesit alanı) toplamı
$\Sigma k_y(A_{col})_y$	Plan düzleminde, y ekseninde tüm kolonlara ait (rijitlik katsayısı x enkesit alanı) toplamı
$\Sigma k_x(A_{sw})_x$	Plan düzleminde, x ekseninde tüm perde-kolonlara ait (rijitlik katsayısı x enkesit alanı) toplamı
$\Sigma k_y(A_{sw})_y$	Plan düzleminde, y ekseninde tüm perde-kolonlara ait (rijitlik katsayısı x enkesit alanı) toplamı
$\Sigma k_x(A_{mw})_x$	Plan düzleminde, x ekseninde tüm dolgu duvarlara ait enkesit alanları toplamı

$\Sigma k_y(A_{mw})_y$	Plan düzleminde, y ekseninde tüm dolgu duvarlara ait enkesit alanları toplamı
$\Sigma A_f$	Serbest kat alanları toplamı
$A_{n_x}$	Plan düzleminde, x ekseninde kolon, perde-kolon ve dolgu duvarlara ait normalleştirilmiş yatay dayanım indeksi
$A_{n_y}$	Plan düzleminde, y ekseninde kolon, perde-kolon ve dolgu duvarlara ait normalleştirilmiş yatay dayanım indeksi
$A_{urb}$	Bir kolon için idealize kolon yükleme alanı
$A_{gf}$	Zemin kat oturma alanı
$s_{si}$	Yumuşak kat indeksi
$or$	Ağır çıkma indeksi
$\Sigma A_{overhang}$	Bina boyunca çıkma alanların toplamı
$DI_{LS}$	Bina can güvenliği performans skoru
$DI_{TO}$	Bina hemen kullanım performans skoru
$CF_{Ispc}$	Bina can güvenliği sınır değeri
$CF_{Iopc}$	Bina hemen kullanım sınır değeri
$V_{code}$	Ulusal deprem yönetmeliği (sismik kod) kapsamında belirli koşullara bağlı olarak hesaplanan deprem yükü
$S_{D1}$	1,0 saniye periyot için tasarım spektral ivme katsayısı
$T_A$	Yatay elastik tasarım ivme spektrumu köşe periyodu
$T_B$	Yatay elastik tasarım ivme spektrumu köşe periyodu
$T_L$	Yatay elastik tasarım spektrumunda sabit yer değiştirme bölgesine geçiş periyodu
$T_P$	Ampirik doğal titreşim periyodu
$H_N$	Binanın bodrum katlarının üstündeki üst bölümünün toplam yüksekliği
$C_t$	TBDY - Bölüm 4.7.3.4 kapsamında hesapta kullanılan katsayı
$R_a$	Deprem yükü azaltma katsayısı
$R$	Taşıyıcı sistem davranış katsayısı
$D$	Dayanım fazlalığı katsayısı
$I$	Bina önem katsayısı
$S_{ae}$	Yatay elastik tasarım spektral ivmesi
$m_t$	Bina toplam kütlesi

$V_{IE}^{(x)}$	Toplam eşdeğer deprem yükü
kN	Kilonewton
$f_{ctk}$	Beton karakteristik eksenel çekme dayanımı
$f_{ck}$	Önerilen basınç dayanımı
MPa	Megapascal
$V_{yw(x)}$	x ekseninde bina yatay yük kapasitesi
$V_{yw(y)}$	y ekseninde bina yatay yük kapasitesi
$c_i$	Plan düzleminde kolon uzun kenarı yerleşimine göre alınan katsayı
$b_i$	Plan düzleminde kolon eni (yatay ölçü)
$h_i$	Plan düzleminde kolon boyu (düşey ölçü)
$A_w$	Plan düzleminde, hesap yönündeki tüm dolgu duvarlara ait enkesit alanları toplamı
$A_{tf}$	Serbest katların alanları toplamı
BCPI	Basit kapasite indeksi
$C_A$	Mimari ve inşaat kalitesini yansıtan azaltma katsayısı
$C_M$	Mimari ve inşaat kalitesini yansıtan azaltma katsayısı
$C_{AS}$	Yumuşak kat azaltma katsayısı
$C_{ASC}$	Kısa kolon azaltma katsayısı
$C_{AP}$	Planda düzensizlik azaltma katsayısı
$C_{AF}$	Çerçeve düzensizliği azaltma katsayısı
CPI	Kapasite indeksi
SKS	Serbest kat sayısı
TST	Taşıyıcı sistem türü
YZS	Yerel zemin sınıfı
YST	Yapısal sistem türü
GK	Görünen kalite
YK	Yumuşak kat
DD	Düşeyde düzensizlik
AÇ	Ağır çıkma
PD	Planda düzensizlik
KK	Kısa kolon
YN	Yapı nizamı
KS	Kat seviyesi

ZS	Zemin sınıfı
DTB	Deprem tehlike bölgesi
TSCS	Toplam sürekli çerçeve sayısı
DSM	Derin zemin karıştırması



## TABLULAR DİZİNİ

<b>Tablo No</b>	<b>Tablo Adı</b>	<b>Sayfa No</b>
<b>Tablo 1</b>	Yöntemlerin genel karşılaştırılması	7
<b>Tablo 2</b>	Binaların birinci kademe inceleme/değerlendirmesi için veri toplama formu	9
<b>Tablo 3</b>	Binaların ikinci kademe inceleme/değerlendirmesi için veri toplama formu	10
<b>Tablo 4</b>	Yapı türüne bağlı olarak değerlendirme seviyeleri	14
<b>Tablo 5</b>	Yapı tipine bağlı olarak değerlendirme seviyeleri	21
<b>Tablo 6</b>	NRS katsayıları	23
<b>Tablo 7</b>	SI katsayıları	24
<b>Tablo 8</b>	Birinci kademe değerlendirme puanlama sistemi	25
<b>Tablo 9</b>	İkinci kademe değerlendirme puanlama sistemi	25
<b>Tablo 10</b>	Deprem tehlike bölgelerinin tayini	29
<b>Tablo 11</b>	Taban puanı (TP) ve yapısal sistem puanı (YSP) belirlenmesi	33
<b>Tablo 12</b>	Olumsuzluk parametre değerleri ( $O_i$ ) tablosu	33
<b>Tablo 13</b>	Olumsuzluk parametre puanı ( $OP_i$ ) tablosu	34
<b>Tablo 14</b>	RYTEİE yöntemi için değerlendirme tablosu	34
<b>Tablo 15</b>	Beton kalitesine göre önerilen $f_{ck}$ değerleri tablosu	47
<b>Tablo 16</b>	Azaltma katsayıları tablosu	49
<b>Tablo 17</b>	Önerilen $C_M$ değerleri	50
<b>Tablo 18</b>	Binalardan toplanan veriler (temel parametreler)	50
<b>Tablo 19</b>	Binalardan toplanan veriler (proje ve ölçüme dayalı parametreler)	50
<b>Tablo 20</b>	Binalardan toplanan veriler (TBDY – 2018 uyarınca zemin parametreleri)	50
<b>Tablo 21</b>	Binalara ait taşıyıcı sisteme ilişkin detaylı veriler	50
<b>Tablo 22</b>	Binalara ilişkin detaylı veriler (6306 – RYTEİE Yöntemi)	61
<b>Tablo 23</b>	6306- RYTEİE değerlendirme sonuçları	62

<b>Tablo 24</b>	6306 – RYTEİE uygulaması sonuç tablosu – İlk 11 bina	98
<b>Tablo 25</b>	6306 – RYTEİE uygulaması sonuç tablosu – Son 12 bina	99
<b>Tablo 26</b>	Hassan-Sözen uygulaması sonuç tablosu	99
<b>Tablo 27</b>	Özcebe vd. (2003) uygulaması sonuç tablosu	100
<b>Tablo 28</b>	Yakut (2004) uygulaması sonuç tablosu	102
<b>Tablo 29</b>	Serbest kat sayısının 5 olduğu durumda Özcebe ve Yakut sonuçları	106
<b>Tablo 30</b>	Serbest kat sayısının 6 olduğu durumda Özcebe ve Yakut sonuçları	107



## ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil No	Şekil Adı	Sayfa No
Şekil 1.	Türkiye diri fay haritası - 1/1250000 ölçekli	1
Şekil 2.	6 Şubat 2023 depremlerinde Gaziantep' te çökmüş bir bina	2
Şekil 3.	Kademeli değerlendirme yöntemleri karar ağacı	8
Şekil 4.	1999 Düzce Depremi sonrası kat sayısı – hasar dağılımı ilişkisi	16
Şekil 5.	Yumuşak kat etkisi	17
Şekil 6.	1999 İzmit Depremi' nde ağır çökmeler sebebiyle hasar gören binalar	18
Şekil 7.	Ağır çökme tipleri: a) açık, b) kapalı – tek cephe, c) kapalı – çoklu cephe	18
Şekil 8.	Ağır çökme tiplerine bağlı olarak değişen kütle merkezi	19
Şekil 9.	Görünen bina kalitesi örnekleri: a) Kötü, b) Orta, c) İyi	19
Şekil 10.	Kısa kolon etkisi	20
Şekil 11.	Çarpışma (çekiçleme) etkisi	21
Şekil 12.	AFAD TDTH arayüzü	29
Şekil 13.	Betonarme bina formu ile ilgili açıklamalar	31
Şekil 14.	Betonarme binalar için veri toplama formu	32
Şekil 15.	Hassan - Sözen yöntemi Bina – 1 program çıktısı	63
Şekil 16.	Hassan - Sözen yöntemi Bina – 2 program çıktısı	64
Şekil 17.	Hassan - Sözen yöntemi Bina – 3 program çıktısı	65
Şekil 18.	Hassan - Sözen yöntemi Bina – 4 program çıktısı	66
Şekil 19.	Hassan - Sözen yöntemi Bina – 5 program çıktısı	67
Şekil 20.	Hassan - Sözen yöntemi Bina – 6 program çıktısı	68
Şekil 21.	Hassan - Sözen yöntemi Bina – 7 program çıktısı	69
Şekil 22.	Hassan - Sözen yöntemi Bina – 8 program çıktısı	70
Şekil 23.	Hassan - Sözen yöntemi Bina – 9 program çıktısı	71

<b>Şekil 24.</b> Hassan - Sözen yöntemi Bina – 10 program çıktısı	72
<b>Şekil 25.</b> Hassan - Sözen yöntemi Bina – 11 program çıktısı	73
<b>Şekil 26.</b> Özcebe vd. yöntemi Bina – 1 program çıktısı	74
<b>Şekil 27.</b> Özcebe vd. yöntemi Bina – 2 program çıktısı	75
<b>Şekil 28.</b> Özcebe vd. yöntemi Bina – 3 program çıktısı	76
<b>Şekil 29.</b> Özcebe vd. yöntemi Bina – 4 program çıktısı	77
<b>Şekil 30.</b> Özcebe vd. yöntemi Bina – 5 program çıktısı	78
<b>Şekil 31.</b> Özcebe vd. yöntemi Bina – 6 program çıktısı	79
<b>Şekil 32.</b> Özcebe vd. yöntemi Bina – 7 program çıktısı	80
<b>Şekil 33.</b> Özcebe vd. yöntemi Bina – 8 program çıktısı	81
<b>Şekil 34.</b> Özcebe vd. yöntemi Bina – 9 program çıktısı	82
<b>Şekil 35.</b> Özcebe vd. yöntemi Bina – 10 program çıktısı	83
<b>Şekil 36.</b> Özcebe vd. yöntemi Bina – 11 program çıktısı	84
<b>Şekil 37.</b> Yakut yöntemi Bina – 1 program çıktısı	85
<b>Şekil 38.</b> Yakut yöntemi Bina – 2 program çıktısı	86
<b>Şekil 39.</b> Yakut yöntemi Bina – 3 program çıktısı	87
<b>Şekil 40.</b> Yakut yöntemi Bina – 4 program çıktısı	88
<b>Şekil 41.</b> Yakut yöntemi Bina – 5 program çıktısı	89
<b>Şekil 42.</b> Yakut yöntemi Bina – 6 program çıktısı	90
<b>Şekil 43.</b> Yakut yöntemi Bina – 7 program çıktısı	91
<b>Şekil 44.</b> Yakut yöntemi Bina – 8 program çıktısı	92
<b>Şekil 45.</b> Yakut yöntemi Bina – 9 program çıktısı	93
<b>Şekil 46.</b> Yakut yöntemi Bina – 10 program çıktısı	94
<b>Şekil 47.</b> Yakut yöntemi Bina – 11 program çıktısı	95
<b>Şekil 48.</b> 6306 – RYTEİE - Tablo 14' e göre değerlendirme - 12 bina	103

<b>Şekil 49.</b> 6306 – RYTEİE öncelik sıralaması – 12 bina	103
<b>Şekil 50.</b> 6306 – RYTEİE - Tablo 14' e göre değerlendirme - 11 bina	104
<b>Şekil 51.</b> Yöntemlerin öncelik bazında karşılaştırılması – 11 bina	105



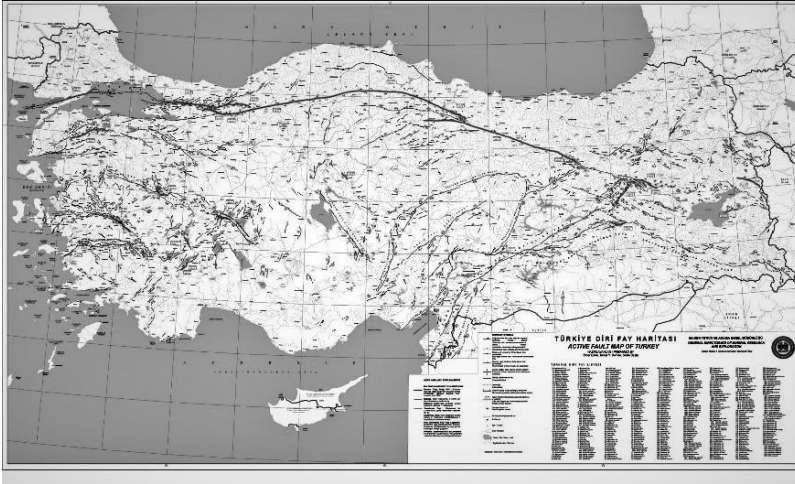
# BİRİNCİ BÖLÜM

## GİRİŞ

### 1.1. Türkiye' nin Deprem Profili ve Tezin Yol Haritası

Ülkemiz, dünyanın en önemli deprem kuşaklarından biri olan Alp-Himalaya deprem kuşağında yer almaktadır. Ülkemizin üzerinde yer aldığı Anadolu Plakası; doğuda Doğu Anadolu Bloğu, batıda Ege Bloğu, kuzeyde Avrasya Plakası ve güneyde Afrika ile Arap Plakaları tarafından kuşatılmış olup, bu konumu itibariyle ülkemizin neredeyse tamamı deprem riski altındadır. Amerika Jeoloji Araştırma Kurumu (USGS) tarafından oluşturulmuş tarihi depremler listesinde; Dünya' da meydana gelmiş tarihi depremlerin yaklaşık %6' sının Türkiye' de bulunduğu belirlenmiştir. (Bikçe, 2015)

Şekil 1' de gösterilen MTA (Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü) Türkiye Diri Fay Haritası incelendiğinde, ülkemizin büyük bir kısmını etkisi altına almış diri fayların yer aldığı ve dolayısıyla deprem tehlikesinin ülkemiz açısından göz ardı edilemez bir gerçek olduğu görülebilmektedir.



Şekil 1. Türkiye diri fay haritası - 1/1250000 ölçekli. (MTA, 2023)

Bu aktif faylardan 1350 km uzunluğunda Kuzey Anadolu Fayı (KAF) ve 580 km uzunluğunda Doğu Anadolu Fayı (DAF) tek başına yıkıcı deprem üretebilecek alt

parçalardan oluşan büyük faylanmalar içermektedir. Geçmişte meydana gelmiş olan depremler incelendiğinde, bu durumu doğrulayan KAF, DAF ve Ege bölgesindeki faylarda, can ile mal kayıplarının olduğu çok sayıda önemli depremin tekrarlandığı belirlenmiştir. (Bikçe, 2017)

Türkiye 1996 yılı deprem bölgeleme haritasına göre 5 deprem bölgesine ayrılmıştır. Ülke nüfusunun %70' ten fazlasının birinci ve ikinci derece deprem bölgelerinde yaşamasından dolayı, bölgenin tektonik özelliklerine uygun tedbirler artarak devam etmelidir. Aksi halde, geçmişte olduğu gibi gelecekteki depremlerde de can ve mal kayıplarının yaşanması kuvvetle muhtemeldir. (Bikçe, 2017)

Ülkemizde yaşanan depremlerde can ve mal kayıplarının fazla olmasına neden olan faktörlerden birisi, şüphesiz mevcut yapıların olası depremlere karşı hazırlıksız yakalanmasıdır. Türkiye'de 1950' lerden sonra sanayileşmeden dolayı kırsaldan kente doğru büyük bir göç hareketi meydana gelmiş olup, aşırı göç alan kentlerde yaşanan bu bilinçsiz hızlı büyüme, depreme karşı dayanıksız yapıların ve mühendislik bilincinden yoksun kentleşmelerin oluşmasına neden olmuştur. (Bikçe, 2017)

Şekil 2' de 6 Şubat 2023 depremlerinde Gaziantep' te çökmüş bir bina görülmektedir.



Şekil 2. 6 Şubat 2023 depremlerinde Gaziantep' te çökmüş bir bina. (Mertol vd., 2023)

Deprem tehlikesinin ve can ile mal kayıplarının böylesine kritik seviyede olduğu ülkemizde, mevcut veya yapılacak olan yapıların, depreme dayanıklı yapı tasarım ilkeleri ışığında olası depremlere karşı hazırlıklı olmaları oldukça önemlidir. Yapıların ekonomik, estetik ve işlevsellik faktörleri ile birlikte, statik ve dinamik etkiler altında davranışlarının öngörülebilir sınırlar içerisinde kalması sağlanmalıdır.

Depreme dayanıklı yapı, depremde yıkılmamaları kadar, deprem sonrası da fonksiyonlarını kaybetmeyen, büyük hasar görseler bile can ve mal kayıplarına yol açmayan yapılardır. Bu bağlamda depreme dayanıklı yapı, depremde hiçbir şekilde hasar görmeyen yapı demek değildir. Ayrıca, yapı tasarım aşamasında hiçbir şekilde hasar görmeyen yapı tasarlanması istenmez. Çünkü bu çok yüksek derecede rijitlik (gevreklik) gerektirir ve yapıların çok yüksek derecede rijit olması en küçük bir deplasmanda çatlama ya da hasar görme gibi olumsuz sonuçlar doğurmaktadır. Deprem esnasında açığa çıkan ve yapıyı bütünüyle etkileyen söz konusu enerjinin, yapı geçmeden yapının istenen bölgelerinde sönmülmesi gerekmektedir. Bu sönmülme ise ancak doğru yapı tasarımıyla ve rijitlik-süneklik dengesinin iyi oluşturulmasıyla mümkündür. Dolayısıyla, depreme dayanıklı yapı tasarımının en önemli ilkesi, rijitlik-süneklik dengesini iyi kurmak suretiyle, yapıların sınırlı hasar görseler bile göçmelerini önleyerek öncelikle can güvenliğinin sağlanmasıdır ve deprem sonrası hasarın onarılabılır düzeyde olmasıdır. (Uzun, 2017)

Bu tez kapsamında, ikinci ve üçüncü bölümlerde mevcut binaların depreme karşı dayanıklılığının (sismik hasar görebilirliğinin) değerlendirilmesi konusunda literatürde yer alan ve özellikle ülkemiz için geliştirilmiş olan başlıca kademeli (hızlı sismik risk) değerlendirme yöntemleri hakkında bilgilendirmeler yapılmıştır.

Dördüncü ve beşinci bölümlerde, söz konusu yöntemler Çanakkale ilinde bulunan bazı binalar üzerinde uygulanmış olup, elde edilen sonuçlar değerlendirilmiş ve aynı zamanda birbirleriyle karşılaştırılmıştır. Sonuçların analizi ile birlikte, uygulama kolaylığı ve sonuçların doğruluğu göz önüne alınarak en verimli değerlendirme yöntemi belirlenmeye çalışılmıştır.

## İKİNCİ BÖLÜM

### ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR

#### 2.1. Literatür Taraması

Literatürde yer alan, çok sayıda bina içeren mevcut yapı stoklarının sismik hasar görebilirliklerinin değerlendirilmesinde kullanılacak potansiyele sahip olan ya da başka bir deyişle, yapı stoku envanter çalışmalarında kritik binaları önceliklendirebilecek ve bu yönde fikir verebilecek birtakım hızlı sismik risk değerlendirme yöntemleri mevcuttur. Hızlı sismik risk değerlendirme yöntemleri, genel hatlarıyla “Birinci Kademe Değerlendirme (Sokak Taraması)” ve “İkinci Kademe Değerlendirme (Ön Değerlendirme)” olmak üzere 2 ayrı başlık altında ele alınmıştır. Birinci kademe (sokak taraması) değerlendirme, genel anlamda sokaktan yapılan gözlemlere dayanmaktadır. Literatürde, ülkemizde kullanılma potansiyeline sahip çeşitli Birinci Kademe Yöntemler bulunmaktadır. Dünya’ da hızlı değerlendirme kapsamında ve birinci kademe (sokak taraması) değerlendirmenin miladı olarak kabul edilebilecek çalışma, Amerika Birleşik Devletleri’ nde geliştirilmiş olan ATC 21 (Uygulamalı Teknoloji Konseyi - 21) yöntemidir. Söz konusu yöntem daha sonra güncellenerek FEMA 154 ve FEMA 155 (Federal Acil Durum Yönetim Kurumu – 154 ve 155) şeklinde yayınlanmıştır. FEMA 154 yöntemi ve prosedürü içermekte olup, FEMA 155 ise prosedürün ihtiyaç duyduğu yardımcı ekleri ihtiva etmektedir.

Ülkemizde birinci kademe yöntemler ile ilgili yapılan çalışmalar kapsamında kronolojik olarak, bu konuda yapılan çalışmaların ilki olarak sayılabilecek yöntem, Haluk Sucuoğlu ve Ufuk Yazgan tarafından geliştirilmiş, 2003 yılında yapılan iki aşamalı bir sokak taraması çalışmasına dayanmaktadır. Söz konusu çalışmada, istatistiksel korelasyonlar, 1999 Düzce depreminden sonra kaydı tutulan 477 hasarlı binadan oluşan bir yapı stoku veri tabanı kullanılarak kurulmuştur.

Birinci kademe yöntem ülkemizde ilk olarak, 2012 yılında yürürlüğe giren 6306 Sayılı Afet Riski Altındaki Alanların Dönüştürülmesi Hakkında Kanun bünyesinde yer alan Ek-2 Riskli Yapıların Tespit Edilmesine İlişkin Esaslar kapsamında resmileştirilmiştir. Söz konusu yöntemde temel prensip, binaların sismik hasar görebilirlik performanslarının

sağlam olup olmamasının tespiti değil, incelenen yapı stokunda, yapıları puan esaslı bir öncelik sıralamasına koymak suretiyle riskli yapıları önceliklendirmektir. “ODTÜ (Orta Doğu Teknik Üniversitesi) – RYTEİE (Riskli Yapıların Tespit Edilmesine İlişkin Esaslar) Yöntemi” olarak da bilinmektedir. Tez içeriği kapsamında “6306 – RYTEİE Yöntemi” olarak isimlendirilmiştir.

Birinci kademe değerlendirmeyi takiben, ihtiyaç halinde daha ayrıntılı olan ikinci kademe değerlendirme yapılabilmektedir. Hassan ve Sözen Yöntemi (1997), Ahmed F. Hassan ve Mete A. Sözen tarafından, 1992 Erzincan depreminde hasar görmüş 46 kamu binasının veri tabanına dayanarak, genel anlamda az katlı binalarda kullanılmak üzere geliştirilmiş bir ikinci kademe değerlendirme yöntemidir. Yöntemde, bazı taşıyıcı elemanların boyutlarından yararlanılarak her binaya ait ayrı ayrı elde edilen PI (Önceliklendirme İndeksi) skorları kullanılarak binalar arasında önceliklendirme yapılmaktadır.

Özcebe vd. (2003) Yöntemi, 1999 Düzce depreminde hasar görmüş belirli betonarme binaların oluşturduğu veri tabana dayalı geliştirilmiş bir ikinci kademe değerlendirme yöntemidir. Binaların sismik performansını doğrudan ya da dolaylı etkileyebilecek parametreler ile gözlemlenen hasar arasındaki korelasyon ilişkisine dayanan diskriminat analizi esaslı bir prosedür olup; söz konusu prosedür, serbest kat sayısı, kolon/perde duvar boyutları, zemin/normal kat alanları ve yükseklikleri, her iki ekseninde (x ve y) dolgu duvar uzunlukları, kalınlıkları ve sürekli çerçeve sayıları gibi plan/projeden elde edilebilecek parametrelere dayanmaktadır.

Yakut (2004) Yöntemi, 1992 Erzincan depreminden başlayıp, 2003 Bingöl depremine kadar meydana gelmiş bazı depremlerin etkilediği çeşitli binalarda uygulanmak suretiyle kalibre edilmiş bir ikinci kademe değerlendirme yöntemi olup; serbest kat sayısı, görünür kalite, bina kullanım sınıfı (BKS), kolon/perde boyutları, zemin/birinci kat alanları, her iki ekseninde dolgu duvar uzunlukları, kalınlıkları gibi binanın statik/mimari projesinden temin edilebilecek taşıyıcı sistem parametrelerinin yanı sıra, diğer ikinci kademe yöntemlerden farklı olarak zemin parametrelerine de dayanmaktadır.

## ÜÇÜNCÜ BÖLÜM

### ARAŞTIRMA YÖNTEMİ

#### 3.1. Genel Bilgiler

Mevcut binaların değerlendirilmesinde kullanılan kademeli değerlendirme yöntemleri genel bir ifadeyle birinci kademe ve ikinci kademe olmak üzere 2 ayrı başlıkta ele alınmaktadır. Gerekli durumlarda ise ayrıntılı performans analizi doğrultusunda üçüncü kademe değerlendirmeye başvurulmaktadır.

Birinci kademe yöntemler, binaların dış görünüşlerinin sokak taraması ile incelenerek envanter ve ön değerlendirme çalışması yapılması olup, çökme riski bulunan binaların belirlenmesi ve hızlı bir şekilde önceliklendirilmesidir. Bu yöntemler, ikinci ve üçüncü kademe değerlendirmeye göre daha az ve basit sayılabilecek parametreleri ele aldığı için, fizibilitesi ve kısa sürede tamamlanması bakımından avantajlı konumdadır.

İkinci kademe yöntemler, birinci kademe yöntemlere göre biraz daha ayrıntılı olup, birinci kademe değerlendirme sonucu belirlenmiş olan en öncelikli binalardan başlamak üzere, proje/röle bilgisi ve teknik veriler ışığında, yapısal elemanların her bir yöntemin kendi içerisinde geliştirdiği özgün algoritmalara göre incelenerek, mümkün olan en fazla sayıda binayı güvenilir bir biçimde değerlendirmektir.

Genel bir ifadeyle, birinci kademe yöntemler ile hızlı bir biçimde öncelik sıralaması yapmakta, ardından daha ayrıntılı olan ikinci kademe yöntemler ile birlikte çökme ihtimali olan binaların tespiti yapılmaktadır.

Tablo 1' de tez kapsamında bulunan yöntemler arasındaki temel farklar gösterilmiştir.

Tablo 1

Yöntemlerin genel karşılaştırılması.

	Sucuoğlu ve Yazgan (2003) 6306 – RYTEİE	Hassan ve Sözen (1997) Özcebe vd. (2003) Yakut (2004)
Kat sayısına bakılıyor mu?	Evet	Evet
Kolon/perde boyutlarına bakılıyor mu?	Hayır	Evet
Düzensizliklere bakılıyor mu?	Evet	Evet
Malzeme dayanım testi ve yapısal analiz yapılıyor mu?	Hayır	Sadece Yakut (2004) Yöntemi
Zemin durumu inceleniyor mu?	Evet	Sadece Yakut (2004) Yöntemi

İkinci kademe yöntemler ile yapılan değerlendirmelerde tam olarak sonuçlandırılmayan yapılar ile birlikte, Türkiye Bina Deprem Yönetmeliği (TBDY) içerisinde belirtilmiş olan “Bina Önem Katsayısı” değerine göre öncelikli denebilecek hastane, sağlık ocakları, itfaiye, haberleşme tesisleri, ilk yardım ve afet planlama istasyonları gibi kamu binalarının yanı sıra, çok katlı konut veya işyerleri gibi öncelikli yapılar için daha fazla ayrıntılı analizler gerektiren, üçüncü kademe değerlendirme (ileri değerlendirme – ayrıntılı analiz) çalışması yapılmalıdır.

Yukarıda belirtildiği üzere, ikinci kademe değerlendirme yapılan her yapıda aynı zamanda üçüncü kademe değerlendirme yapılmak zorunda değildir. Çünkü ikinci kademe değerlendirme ile nihai sonuçlanabilme ihtimali vardır. Buna ek olarak, ikinci kademe değerlendirmeye tabi tutulan ancak sonuçlandırılmasında belirsizlik yaşanan bazı yapılar üçüncü kademe değerlendirmeye kalabilir. Ayrıca, kritik ve öncelikli kamu binaları gibi bazı binalar için birinci veya ikinci kademe değerlendirme olmaksızın üçüncü kademe değerlendirmeden başlanabilir. Üçüncü kademe değerlendirme ayrıntılı olacağından ve uzun süreceğinden dolayı, çalışmanın hızı anlamında dezavantaj yaratabilmektedir. Dolayısıyla, ikinci kademe değerlendirmelerde sonuçlanıp, üçüncü kademe değerlendirmeye kalmayan bina sayısının fazla olması, çalışmaların hızlı sonuçlanmasına katkı sağlamaktadır.



Tablo 2

Binaların birinci kademe inceleme/değerlendirmesi için veri toplama formu. (EMPI, 2003)

FORM 1: SOKAK BİLGİLERİ (Ekip başkanı tarafından doldurulacaktır)

Sokak Adı	
Mahalle	
İlçe	
Coğrafi Koordinat 1	Kuzey :                      Doğu :
Coğrafi Koordinat 2	Kuzey :                      Doğu :
Hız Bölgesi	I <input type="checkbox"/> II <input type="checkbox"/> III <input type="checkbox"/>
Not: Coğrafi koordinatlar sokağın iki ucunda alınacaktır.	

FORM 2 : GENEL BİNA BİLGİSİ

Kapı No:	Betonarme <input type="checkbox"/>	Yığma <input type="checkbox"/>	Karma <input type="checkbox"/>
----------	------------------------------------	--------------------------------	--------------------------------

Bina türü betonarme ise FORM 3, yığma veya karma ise FORM 4 doldurulacaktır.

FORM 3 : BETONARME BİNA BİLGİLERİ

Kat Adedi (Bodrum dahil)	
Yumuşak Kat	Yok <input type="checkbox"/> Var <input type="checkbox"/>
Ağır Çıkmalar	Yok <input type="checkbox"/> Var <input type="checkbox"/>
Görünen Kalite	İyi <input type="checkbox"/> Orta <input type="checkbox"/> Kötü <input type="checkbox"/>
Kısa Kolonlar	Yok <input type="checkbox"/> Var <input type="checkbox"/>
Çarpışma Etkisi	Yok <input type="checkbox"/> Var <input type="checkbox"/>
Tepe/Yamaç Etkisi	Yok <input type="checkbox"/> Var <input type="checkbox"/>

FORM 4: YIĞMA VE KARMA BİNA BİLGİLERİ

Kat Adedi (Bodrum dahil)	
Görünen Kalite	İyi <input type="checkbox"/> Orta <input type="checkbox"/> Kötü <input type="checkbox"/>
Duvar Boşluk Oranı	Az <input type="checkbox"/> Orta <input type="checkbox"/> Çok <input type="checkbox"/>
Duvar Boşluk Düzeni	Düzenli <input type="checkbox"/> Az Düzenli <input type="checkbox"/> Düzensiz <input type="checkbox"/>
Çarpışma Etkisi	Yok <input type="checkbox"/> Var <input type="checkbox"/>

Tablo 3

Binaların ikinci kademe inceleme/değerlendirmesi için veri toplama formu. (EMPI, 2003)

### GENEL BİLGİLER

Bina Referans No.	:		İnceleme Tarihi	:	/	/	2003
Binanın Adresi	:						
İnşaat Tarihi	:	/	/	Proje Tarihi	:	/	/
Bina Koordinatları (GPS ile belirlenecek)	:						
İnceleme Ekibi	:						

Görünüş 1

Görünüş 2

y

x

Plan / Kroki

Tablo 3' ün devamı.

## BİNA BİLGİLERİ

Katlar	Tekrar Adedi	Kat Yüksekliği (m)	Kat Alanı (m <sup>2</sup> )	Açıklama		
Bodrum						
Zemin						
Asma						
Normal kat						
Çekme Kat						
İmar planlarındaki yoğunluk değişikliği nedeniyle kat artırım yapılmış mı?				Evet	Hayır	

Konum:	Bağımsız	Bitişik, kenar bina	Bitişik, orta bina
	Bina eğimli arazide mi?	Evet	Hayır
	Eğim Miktarı	Dik $\geq 30^\circ$	Yumuşak $>30^\circ$

Komşu binalarla derz:	Var	Yok	Belirlenemedi
-----------------------	-----	-----	---------------

Komşu binalarla kat seviyesi:	Aynı	Farklı
-------------------------------	------	--------

Düzensizlik durumları	Var	Yok
Planda düzensizlik		
Kesitte düzensizlik		
Döşeme süreksizliği		
Taşıyıcı eleman eksenlerinin paralel olmaması		
Yumuşak kat düzensizliği		
Düşey eleman süreksizliği		

Tablo 3' ün devamı.

## TAŞIYICI SİSTEM ÖZELLİKLERİ

Taşıyıcı Sistem Türü:	Betonarme Çerçeve			
	Betonarme Çerçeve + Perde			
	Karma ( Betonarme + Yığma)			
	Yığma			
<b>Betonarme Binalar</b>				
Dolgu Duvarı Malzemesi:	Boşluklu fabrika tuğlası			
	Dolu fabrika tuğlası			
	Beton briket			
	Harman tuğlası			
	Gazbeton tuğla veya panel			
	Diğer (açıklayınız) :			
<b>Karma ve Yığma Binalar</b>				
Taşıyıcı Duvar Malzemesi:	Boşluklu fabrika tuğlası			
	Dolu fabrika tuğlası			
	Beton briket			
	Harman tuğlası			
	Gazbeton tuğla veya panel			
	Taş			
Diğer (açıklayınız) :				
Bodrum Perdesi Malzemesi:	Taş (Kesme veya moloz) kargir			
	Betonarme duvar			
	Harman veya dolu fabrika tuğlası			
	Beton briket			
Diğer (açıklayınız) :				
Döşeme Sistemi:	Kirişli plak döşeme			
	Asmolen dolgulu dişli (nervürlü) döşeme			
	Dolgusuz dişli (nervürlü) döşeme			
	Kirişsiz plak döşeme			
	Diğer (açıklayınız) :			
<b>Donatı Bilgileri</b>				
Mevcut yapıda çelik sınıfı:	S220 (St I)	S420 (St III)	S500 (St IV)	
Donatı türü:	Düz:	Nervürlü:		
Donatıda paslanma gözleniyor mu?	Evet:	Hayır:		
Dış cephe betonarme elemanlarında boyuna çatlaklar var mı?	Evet:	Hayır:		

- Eğer belirlemek mümkünse.

Tablo 3' ün devamı.

### TAŞIYICI SİSTEM BİLGİLERİ

(1) Binanın giriş katı ticari amaçlı kullanılıyor mu?	Evet:		Hayır:	
(2) Binanın giriş kat yüksekliği diğer katlardan farklı mı?	Evet:		Hayır:	
(3) Binaya ön ve arka cephelerden bakıldığında görülen kat sayıları aynı mı?	Evet:		Hayır:	
(4) 6'ncı soruya cevabınız "HAYIR" ise cevaplayınız				
Ön cepheden görünen kat sayısı:				
Arka cepheden görünen kat sayısı				
(5) Binada kısa kolon oluşumu var mı?	Evet:		Hayır:	
(6) Binanın kirişlerinin yüksekliği kolonların genişliğinden fazla mı? (Belirlemek mümkün değilse boş bırakınız).	Evet:		Hayır:	
Belirtmek istediğiniz başka hususlar varsa lütfen yazınız.				

### MALZEME, İŞÇİLİK VE GENEL KALİTE DEĞERLENDİRMESİ

Değerlendirme Konusu		EVET	HAYIR
Binanın görünen kalite genellemesi iyi.			
Malzeme Kalitesi	Betonun kalitesi iyi.		
	Dolgu malzemesi kalitesi iyi.		
	Taşıyıcı duvar kalitesi iyi.		
Kolon/kiriş birleşim bölgelerinde aksinel birleşme sorunu var mı?			
Katların mimarileri çok farklı mı?			
Betonarme elemanlarda hasar var mı? (çatlak, aşırı deformasyon gibi)			

Tablo 2’de gösterilmiş olan birinci kademe değerlendirme formunda, bina türüne (betonarme veya yığma-karma) göre görünen kalite, kat adeti, tepe/yamaç etkisi, çarpışma etkisi ve düzensizlikler gibi gözle yapılan incelemeye dayalı bir değerlendirme sistemi mevcut iken, Tablo 3’te gösterilmiş olan ikinci kademe değerlendirme formunda birinci kademe değerlendirmede kullanılan parametrelerin yanı sıra, kat yüksekliği (m), kat alanı (m<sup>2</sup>), yapıda kullanılan çelik sınıfı gibi ancak plan/proje bilgisinden elde edilebilecek parametrelerin de veri olarak kullanıldığı görülmüştür.

Tablo 4’ te gösterilen İstanbul Deprem Master Planı “Yapı türüne bağlı olarak değerlendirme seviyeleri” tablosuna göre, daha önce de ifade edildiği gibi az katlı yapılar için birinci kademe değerlendirmeden, basit sanayi yapıları ile okul, hastane, itfaiye binaları gibi önemli kamu binaları dışındaki diğer kamu binaları için ikinci kademe değerlendirmeden ve en az 8 katlı olan çok katlı binalar ile okul, hastane, itfaiye binaları gibi önemli kamu binaları için üçüncü kademe değerlendirmeden başlanılacağı belirtilmiştir.

Tablo 4

Yapı türüne bağlı olarak değerlendirme seviyeleri. (EMPI, 2003)

YAPI TÜRÜ	BİRİNCİ KADEME DEĞERLENDİRME	İKİNCİ KADEME DEĞERLENDİRME	ÜÇÜNCÜ KADEME DEĞERLENDİRME
1-7 katlı betonarme binalar	X	X	X
1-5 katlı yığma binalar	X	X	
8 ve daha fazla katlı yüksek binalar (konut, iş merkezi)			X
Okullar, hastaneler, itfaiye binaları (önemli yapılar)			X
Diğer kamu binaları		X	X
Basit sanayi yapıları (organize sanayi, 1-2 katlı betonarme, prefabrik, çelik)		X	X

## **3.2. Hızlı Sismik Risk Değerlendirme Yöntemleri**

### **3.2.1. İki Kademeli Yöntem - Sucuoğlu ve Yazgan (2003)**

Sucuoğlu ve Yazgan (2003) tarafından, sokak taramasına dayalı ve 1-7 katlı betonarme binalar için geliştirilmiş bu prosedürün temel amacı, yapı stokunda bulunan binaları tanımlı zemin uyarımı etkisinde beklenen sismik performans düzeylerine göre sıralamak ve önceliklendirme yapmaktır. Prosedür iki adımdan oluşmaktadır. Birinci adım belirli parametreler ışığında, sokaktan yapılan gözlemlere dayanmaktadır. İkinci adım, bodrum ve zemin katlardan veri toplanmasıyla gerçekleşmektedir.

Sucuoğlu ve Yazgan (2003) tarafından geliştirilmiş bu yöntemde, ilk olarak bir taban puanı belirlenmekte ve ardından her bir olumsuzluk parametresi eksi puan olarak yansıtılmaktadır. Puanlama sistemi, değerlendirmenin “Birinci Kademe” ya da “İkinci Kademe” olmasına göre değişmektedir. İlgili tablolar sırasıyla Tablo 8 ve Tablo 9’ da gösterilmiştir.

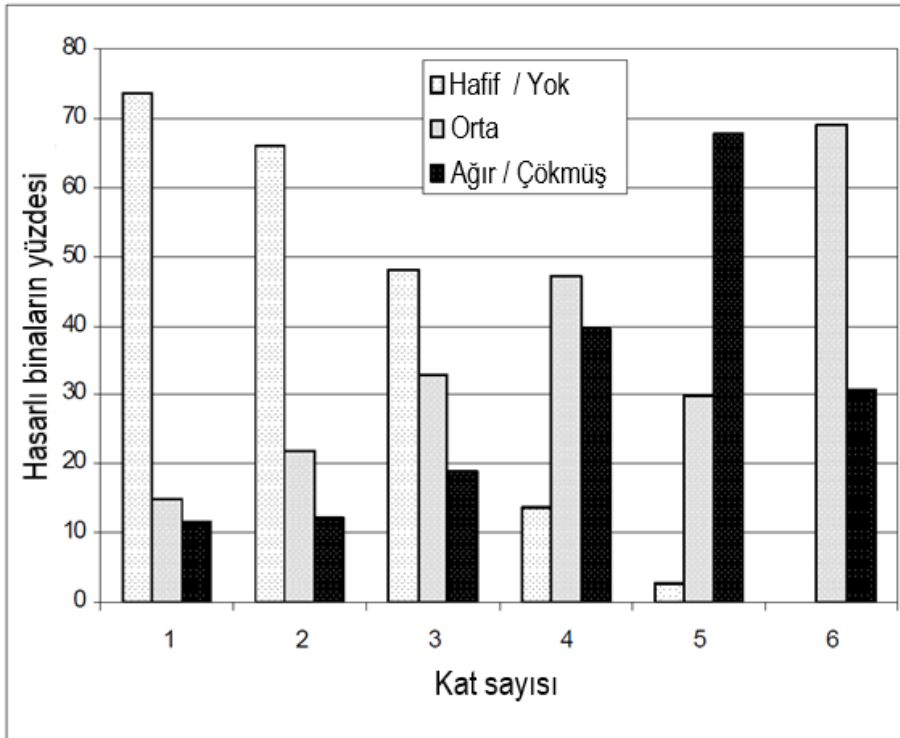
Söz konusu yöntemde prosedürü uygulayan kişinin, sokaktan bakarak, binayı ilgilendiren basit yapısal ve jeoteknik parametreleri, 10 dakikayı aşmayacak süre içerisinde belirlemesi hedeflenmiştir. Söz konusu parametreler aşağıda maddeler halinde listelenmiştir.

- 1- Yer üzerindeki (sıfır kotu üstündeki) kat sayısı: 1-7 arası
- 2- Görünen bina kalitesi: İyi, orta veya kötü
- 3- Yumuşak kat varlığı: Evet ya da hayır
- 4- Kısa kolon varlığı: Evet ya da hayır
- 5- Beton korkuluklu balkonlar gibi ağır çıkıntıların varlığı: Evet ya da hayır
- 6- Bitişik binalar arasında çarpma (Çekiçleme): Evet ya da hayır
- 7- Yerel zemin koşulları: Yumuşak veya rijit
- 8- Topoğrafik etkiler: Evet ya da hayır

Sucuoğlu ve Yazgan (2003) tarafından yapılan çalışmada, 17 Ağustos 1999 Kocaeli ve 12 Kasım 1999 Düzce depremlerinden kısmen hasarla kurtulan toplam 477 bina üzerinde bu yöntem uygulanmıştır. Gözlem neticesinde, binalarda meydana gelen hasarlar ile yukarıda belirtilen parametreler arasında bağlantı olduğu saptanmıştır.

1999 Kocaeli ve Düzce depremleri ardından gerçekleştirilen saha gözlemlerinde, bölgedeki binaların büyük bir çoğunluğu modern sismik tasarım esaslarına göre inşa edilmediğinden dolayı, sabit bir hasar dağılımı oluşmamış olup, tam tersine, neredeyse doğrusal bir ilişki düzeyinde, kat sayısı arttıkça artan bir hasar dağılımı ortaya konmuştur. (Sucuoğlu ve Yazgan, 2003)

Kat sayısı ile hasar dağılımı arasındaki ilişki şekil 4' te gösterilmiştir.



şekil 4. 1999 Düzce Depremi sonrası kat sayısı – hasar dağılımı ilişkisi.

(Sucuoğlu ve Yazgan, 2003)

Yumuşak kat; genel bir ifadeyle zemin katın diğer üst katlara göre rijitliğinin ve dolayısıyla dayanımının daha az olması durumudur. Çoğunlukla nüfusun yoğun ve ticaret hacminin yüksek olduğu ana caddelerin kenarlarında bulunan, zemin katı dükkân ya da işyeri olarak kullanılan binalarda görülebilmektedir. Çünkü bu tip binaların zemin katlarında, mimari kaygıların beraberinde getirdiği kullanılabilir alanı büyütme düşüncesiyle birlikte, taşıyıcı çerçeve elemanları arasındaki açıklıklar üst katlara göre daha fazla olabilmektedir ve böylece farklı aks sistemi meydana gelmesi düzensizlik yaratmaktadır. Ayrıca, üst katlar dolgu duvarların sağladığı ek dayanımdan faydalanırken, zemin kat bu dayanımdan faydalanamamaktadır. Yumuşak kat etkisi sebebiyle hasar gören bina örnekleri Şekil 5’ te gösterilmiştir.



Şekil 5. Yumuşak kat etkisi. (Ertürkmen ve Çağatay, 2016)

Ağır beton parapetler ile çevrelenmiş geniş açıklıklı balkonlar ve sarkan kapalı çıkımlar (cumba) gibi konsol kiriş uygulamalarından meydana gelen ağır çıkma durumu, kütle merkezini kaydırmaktadır ve rijitlik merkezi ile kütle merkezinin farklılaşması ile birlikte, deprem anında sismik yanal kuvvetler ve devrilme momentleri artmaktadır. Ülkemizde son depremlerde, ağır çıkımlara sahip binalar, diğerlerine nazaran daha fazla hasar görmüştür. (Sucuoğlu ve Yazgan, 2003)

Ağır çıkma sebebiyle hasar gören bina örnekleri Şekil 6’ da gösterilmiştir.



Şekil 6. 1999 İzmit Depremi' nde ağır çıkmalar sebebiyle hasar gören binalar.

(Doğan vd., 2007)

Genel anlamda 3 çeşit ağır çıkma tipi mevcuttur. Bu çeşitler Şekil 7' de gösterilmiştir.

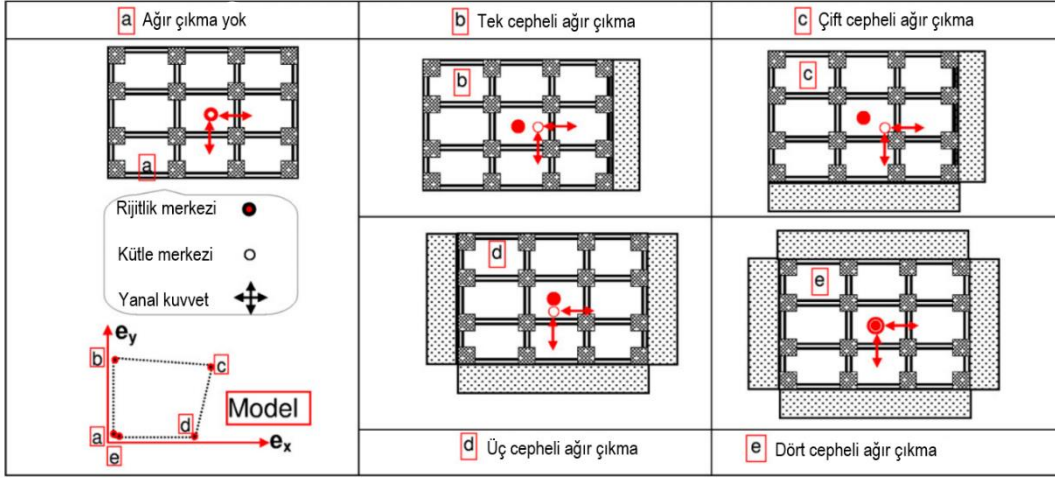


Şekil 7. Ağır çıkma tipleri: a) açık, b) kapalı – tek cephe, c) kapalı – çoklu cephe.

(Doğan vd., 2007)

Doğan vd., (2007) tarafından yapılan çalışmada, sismik yükün toplam yapı ağırlığının %20' si olduğu varsayılarak SAP2000 programında dikdörtgen bir yapı modeli oluşturulmuş olup, bu yapı modeli 5 farklı çıkma tipi için ayrı ayrı tekrar modellenmiş ve her bir model çözülmüştür. Kütle merkezinin, çıkmanın bulunduğu yöne doğru kaydığı gözlemlenmiş olup, maksimum eksantrisitenin (dış merkezlik) hemen hemen çift cepheli ağır çıkma modelinde olduğu tespit edilmiştir.

Kütle merkezindeki değişimler Şekil 8’ de gösterilmiştir.



Şekil 8. Ağır çıkma tiplerine bağlı olarak değişen kütle merkezi.

(Doğan vd., 2007)

Değerlendirilen binanın dışarıdan görünümü, binanın yapımındaki işçilik, malzeme kalitesi ve bakımına gösterilen özen hakkında fikir vermektedir. Görünen yapı kalitesi rölatif bir parametredir fakat eğitimli bir gözlemci iyi, orta ya da kötü şeklinde değerlendirme yapabileme yeteneğine sahiptir. (Deprem Şurası, 2004)

Kötü, orta ve iyi sayılabilecek bina örnekleri Şekil 9’ da verilmiştir.



Şekil 9. Görünen bina kalitesi örnekleri: a) Kötü, b) Orta, c) İyi.

Kısa kolon oluşumunun temel sebepleri, bodrum katlarda bant pencere uygulaması, betonarme çerçeve sistemlerinde duvarların yarım yükseklikte yapılması ve merdiven ara sahanlıklarında kiriş geçirilmesi olarak sıralanmaktadır. (Deprem Şurası, 2004)

Kısa kolonlar, yükseklikleri az olduğundan dolayı, deprem esnasında fazla miktarda kesme kuvvetine maruz kalmaktadır. Rijitlikleri diğer kolonlara yüksektir ve gevrek davranış sergilerler. Çok yüksek moment etkisinde kaldıklarından dolayı, Şekil 10' da verilen örneğe benzer bir patlama durumuna karşı yeterli miktarda sargı (etriye) donatısı ile desteklenmeleri gerekmektedir.



Şekil 10. Kısa kolon etkisi. (Anderson, 1987)

Deprem esnasında, bitişik nizamda bulunan binalar arasında bu etki görülebilmektedir. Bitişik nizamda bulunan binaların döşeme seviyeleri farklı ise, deprem esnasında çarpışma etkisi oluşmaktadır. (Özcebe, 2004)

Özellikle derz aralığı bulunmayan ya da yeteri kadar derz aralığı bırakılmayan, farklı sismik periyotlara sahip bitişik nizamda bulunan binalar, deprem esnasında birebir (senkronize) salınım hareketi gösteremediklerinden dolayı birbirleri ile çarpışırlar ve bu çarpışma, üst katlarda daha yoğun olacak şekilde ilave hasara neden olmaktadır. Söz konusu duruma ilişkin örnek Şekil 11' de gösterilmiştir.



Şekil 11. Çarpışma (çekiçleme) etkisi. (Cole vd., 2011)

Zemin büyütmesi faktörü, deprem şiddetini artıran önemli etkenlerden biridir. Her ne kadar sokak taraması esnasında zemin koşulları ile ilgili kesin veri sahibi olmak zor olsa da jeoteknik mühendisliği alanında uzman bir gözlemci yerel zemin durumunu sert ya da yumuşak olarak sınıflandırabilmektedir. Özellikle kentsel bölgelerde yerel yetkililer tarafından alınan jeoteknik veriler, yerel zemin koşullarının değerlendirilmesi açısından güvenilir kaynaklardır. (Sucuoğlu ve Yazgan, 2003)

Depremlerde meydana gelen yapısal hasarların yüksek oranda PGV (Maksimum zemin hızı) değerine bağlı olduğundan dolayı yöntemin işleyişini kolaylaştırmak amacıyla, 3 farklı PGV kademesi ve bu PGV kademelerine karşılık gelen 3 farklı tehlike bölgesi belirlenmiştir. (Deprem Şurası, 2004)

PGV değer aralıklarına karşılık gelen tehlike bölgeleri Tablo 5’ te gösterilmiştir.

Tablo 5

Yapı tipine bağlı olarak değerlendirme seviyeleri. (Sucuoğlu ve Yazgan, 2003)

<b>Bölge I</b>	$60 < PGV < 80 \text{ cm/s}^2$
<b>Bölge II</b>	$40 < PGV < 60 \text{ cm/s}^2$
<b>Bölge III</b>	$20 < PGV < 40 \text{ cm/s}^2$

Binanın, bir tepe üstünde (ya da sırtında) veya eğim açısı  $30^\circ$  den fazla olacak şekilde yüksek eğimli bir yamaçta inşa edilmiş olması, deprem esnasında oluşan yapısal hasarın bir miktar artmasına sebep olmaktadır. Sokaktan bakıldığında kolay bir şekilde tespit edilebilen bu parametre, performans puanı hesaplanırken dikkate alınmaktadır. (Özcebe, 2004)

Değerlendirmenin doğruluğunun artırılması ve daha gerçekçi sonuçlar elde etmek üzere incelenen binanın bodrum ve zemin katlarında ayrıca -ikinci aşama- değerlendirmeler yapılmaktadır. Bu değerlendirmeler; öncelikle, bina kalitesinin tam olarak neticelendirilmesi, kısa kolon varlığının tespiti ve yumuşak kat düzensizliğinin irdelenmesi; ardından, zemin kat taslak planının çizilmesi ve düşey taşıyıcı sistem (kolon, perde duvar ve dolgu duvar) boyutlarının belirlenmesidir. (Sucuoğlu ve Yazgan, 2003)

Genel anlamda, kat planında mevcut düşey taşıyıcı sistem elemanlarının asal eksenlerinin, plan düzleminde deprem kuvvetlerinin etkidiği eksenler (x ve y eksenleri) yönünde yerleştirilmemesinden; başka bir deyişle, planda düşey taşıyıcı sistem eleman kenarlarının söz konusu eksenlere paralel olmamasından ve planda düşey taşıyıcı elemanlarının her iki eksende (x ve y eksenleri) asimetric (simetric olmayan) bir şekilde yerleştirilmesinden kaynaklı bir düzensizlik olup; sonuç olarak, deprem sırasında hasarın artmasına neden olan ek kuvvetlerin ve momentlerin meydana gelmesidir.

Çerçevelerden oluşan bir taşıyıcı sistemde, sürekli çerçeve sayısının ya da açıklık sayısının yeterli olmadığı durumlarda, yanal kuvvetler taşıyıcı elemanlara doğru ölçüde tesir etmeyebilmektedir. Deprem anında elastik olmayan bir şekilde tepki gösteren bu çerçeve sistemler, düzgün kuvvet aktarımı yeteneğine sahip olmadığı için taşıyıcı elemanların belirli bölgelerinde ağır hasarlara neden olmaktadır. (Özcebe vd., 2003)

Çerçeve süreksizliği aşağıda ifade edildiği şekilde dikkate alınmaktadır;

Denklem 3.1 aracılığıyla, NRR (Normalleştirilmiş fazlalık oranı) katsayısı hesaplanmaktadır.

$$NRR = \frac{A_{tr} \times (n_{fx} - 1) \times (n_{fy} - 1)}{A_{gf}} \quad (3.1)$$

$A_{tr}$ , tipik bir kolonun etki alanıdır.  $n_{fx}$  ve  $n_{fy}$ 'nin her ikisi de 3'ten büyük veya eşit ise  $A_{tr}$  25 m<sup>2</sup> alınmakta olup, aksi durumlarda 12,5 m<sup>2</sup> alınmaktadır. (EMPI, 2003)

$n_{fx}$  ve  $n_{fy}$ , kritik katta (genellikle zemin kat) sırasıyla x ve y yönlerinde sürekli çerçeve sayısıdır. (EMPI, 2003)

$A_{gf}$ , zemin katının alanıdır, yani binanın zemin üzerinde kapladığı alandır. (EMPI, 2003)

NRR değerine karşılık gelen NRS (Çerçeve süreksizliği katsayısı) Tablo 6' da gösterilmiştir.

Tablo 6

NRS katsayıları. (Sucuoğlu ve Yazgan, 2003)

$NRR > 1$	$NRS = 0$
$0,5 < NRR < 1$	$NRS = 1$
$NRR < 0,5$	$NRS = 2$

NRS katsayısının belirlenmesinin ardından, ikinci kademe değerlendirme için kullanılan puanlama tablosundaki (Tablo 9) ilgili değer ile çarpılarak çerçeve süreksizliği olumsuzluk puanı hesaplanmaktadır.

Zemin katta düşey taşıyıcı elemanların ölçüleri hesaplamada kullanılmaktadır. Söz konusu değerler, bazı sınır puanları ile kıyaslanması suretiyle değerlendirme yapılmaktadır. Düşey taşıyıcı eleman boyutlarının uygun olmaması durumunda bu, olumsuzluk puanı olarak yansıtılmaktadır.

Hesaplamalar aşağıdaki denklemler yardımıyla yapılmaktadır.

$$SR = \min(An_x, An_y) \quad (3.2)$$

$i$ ; hesap yönü olmak üzere (x veya y eksenini);

$$An_i = \frac{\Sigma(A_{col})i + \Sigma(A_{sw})i + \Sigma(A_{mw})i}{\Sigma A_f} \times 100 \quad (3.3)$$

$$(A_{col})i = k_i \times (A_{col}) \quad (3.4)$$

$$(A_{sw})i = k_i \times (A_{sw}) \quad (3.5)$$

$$(A_{mw})i = k_i \times (A_{mw}) \quad (3.6)$$

$k_i$  değeri, söz konusu düşey taşıyıcı elemanın uzun kenarı hesap doğrultusunda ise kolonlar için 2/3, perde duvar ve dolgu duvarlar için 1 olarak alınmaktadır. Aksi durumda, kolonlar için 1/3, perde duvar ve dolgu duvarlar için 0 olarak alınmaktadır. Şayet, kolonlar kare şeklindeyse her iki yönde de 0,5 olarak hesaba katılmaktadır.

Denklem 3.2' de belirtildiği üzere, minimum  $An$  değeri dikkate alınmaktadır ve böylece SR parametresi hesaplanmaktadır.

SR değerine karşılık gelen SI (Dayanım indeksi katsayısı) Tablo 7' de gösterilmiştir.

Tablo 7

SI katsayıları. (Sucuoğlu ve Yazgan, 2003)

$0,0025 < SR$	SI = 0
$0,0015 < SR < 0,0025$	SI = 1
$SR < 0,0015$	SI = 2

SI = 0 olması binanın güçlü dayanım indeksine sahip olduğunu ifade eder ve dolayısıyla bu durumda olumsuzluk puanı yansıtılmaz. Ancak, SI = 1 veya SI = 2 olması durumunda, ikinci kademe değerlendirme için kullanılan puanlama tablosundaki (Tablo 9) ilgili değer ile çarpılarak dayanım indeksi olumsuzluk puanı elde edilmektedir. Sucuoğlu ve Yazgan, (2003) birinci kademe değerlendirme puanlama sistemi Tablo 8’ de gösterilmiştir.

Tablo 8

Birinci kademe değerlendirme puanlama sistemi. (Sucuoğlu ve Yazgan, 2003)

Kat Sayısı	Zone 1 60<PGV<80	Zone 2 40<PGV<60	Zone 3 20<PGV<40	Yumuşak Kat	Ağır Çıkma	Görünen Kalite	Kısa Kolon	Çarpışma	Topografik Etki
1, 2	90	125	160	0	-5	-5	-5	0	0
3	90	125	160	-10	-10	-10	-5	-2	0
4	80	100	130	-15	-10	-10	-5	-3	-2
5	80	90	115	-15	-15	-15	-5	-3	-2
6, 7	70	80	95	-20	-15	-15	-5	-3	-2

Sucuoğlu ve Yazgan, (2003) ikinci kademe değerlendirme puanlama sistemi Tablo 9’ da belirtilmiştir.

Tablo 9

İkinci kademe değerlendirme puanlama sistemi. (Sucuoğlu ve Yazgan, 2003)

Kat Sayısı	Zone 1 60<PGV<80	Zone 2 40<PGV<60	Zone 3 20<PGV<40	Yumuşak Kat	Ağır Çıkma	Görünen Kalite	Kısa Kolon	Çarpışma	Topografik Etki	Düzensizliği	Plan	Çerçeve Sireksizliği	Dayanım İndeksi
1, 2	95	130	170	0	-5	-5	-5	0	0	0	0	0	-5
3	90	125	160	-10	-5	-10	-5	-2	0	-2	-2	0	-5
4	90	115	145	-15	-10	-10	-5	-3	-2	-2	-2	-5	-5
5	90	105	130	-15	-15	-15	-5	-3	-2	-2	-5	-10	-10
6, 7	80	90	105	-20	-15	-15	-5	-3	-2	-2	-5	-10	-10

Serbest kat sayısı ve PGV değer aralıklarına bağlı olarak bir taban puan hesaplandıktan sonra her bir olumsuzluk parametresi eksi puan olarak yansıtılmaktadır. Nihai skor 50' den büyükse “Güvenli”, küçük ise “Riskli” olarak değerlendirilmektedir.

### **3.2.2. Birinci Kademe: 6306 – RYTEİE Yöntemi**

Bu yöntem, Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı tarafından 2012 yılında yürürlüğe konulan, 6306 Sayılı Afet Riski Altındaki Alanların Dönüştürülmesi Hakkında Kanunun Uygulama Yönetmeliği' nin eki olan “EK-2 Riskli Yapıların Tespit Edilmesine İlişkin Esaslar” içerisinde “EK-A: Binaların Bölgesel Deprem Risk Dağılımını Belirlemek için Kullanılabilecek Basitleştirilmiş Yöntemler” başlığı altında tarif edilmiştir.

Yönetmelik içerisinde, bu yöntemin belirli alanlarda önceliklerin ve riskli olabilecek binaların dağılımının belirlenmesi amacıyla kullanılabileceği, tekil binada risk değerlendirme amacıyla kullanılamayacağı ifade edilmiş olup, bu niteliğiyle birinci kademe değerlendirme yöntemi özelliği taşımaktadır.

6306 – RYTEİE Yöntemi, belirlenmesi ve kullanımı basit sayılabilecek bazı parametreleri esas alarak bir taban puan oluşturmaktadır. Daha sonra, belirlenen her bir olumsuzluk, eksi puan olarak yansımakta ve puan azaltılmaktadır. Nihai puan ne kadar düşük olursa, söz konusu binanın riskinin o kadar yüksek olduğu anlamına gelmektedir. Böylelikle, yapı stokundaki mevcut binalar, hızlı ve aynı zamanda ekonomik bir şekilde öncelik sırasına konulmaktadır. Aynı zamanda, daha sonra ikinci kademe değerlendirme yapılması gereken binalara referans oluşturmaktadır. Hızlı ve ekonomik olan bu yöntemin dezavantajı, yalnızca 1 ila 7 katlı mevcut betonarme binaların değerlendirilmesinde kullanılabilir olmasıdır. Ayrıca, bu yöntemle yapılan değerlendirmede binanın düşük riskli olarak sonuçlanması, binanın kesin olarak deprem yönetmeliğine uygun olduğu anlamı taşımamaktadır.

Ele aldığı parametreler ve işleyiş şekli bakımından İki Kademeli Risk Değerlendirme Yöntemi (Sucuoğlu ve Yazgan) ile benzerlik gösterdiği görülmüştür. RYTEİE-2019' da belirtilen yöntemin esas aldığı parametreler aşağıda açıklanmıştır:

Yapısal sistem türü (Taşıyıcı sistem türü): Değerlendirilen binada, taşıyıcı sistem türünün betonarme çerçeve (BAÇ) mi yoksa betonarme çerçeve + perde (BAÇP) mi olduğuna bakılacağı ve bodrum varsa bodrum kat içerisinden, dükkân varsa dükkân içerisinden tespitinin uygun olacağı belirtilmiştir.

Serbest kat adedi: Serbest kat adedinin ( $n_{sk}$ ) tespit edilme prosedürü Şekil 13' te belirtilmiştir.

Bina görsel kalitesi: Binanın dış görünümü, binanın malzeme, işçilik ve bakımına dair fikir vermektedir. Söz konusu parametre, İyi, Orta veya Kötü olmak üzere üç farklı şekilde değerlendirilmektedir.

Zayıf kat/Yumuşak kat: Uniform olmayan kat yüksekliğinin tespiti ile birlikte, katlar arasında bulunan rijitlik farkı da hesaba katılarak, gözlemsel bir şekilde değerlendirilmektedir. Söz konusu parametrenin tespit edilmesine ilişkin esas, Şekil 13' te ifade edilmiştir.

Düşeyde düzensizlik: Bina yüksekliği boyunca bulunması gereken kolon veya perdelerin, süreksizlik yaratarak düşey yönde oluşturduğu düzensizliktir. Bu düzensizliğin meydana getirdiği değişken kat alanları ve süreksiz çerçevelerin olumsuz etkisinden dolayı dikkate alınmaktadır. Düşeyde düzensizlik parametresi Şekil 13 dikkate alınarak tespit edilmektedir.

Ağır çıkmalar: Açık çıkma (balkon, teras vb.) veya kapalı çıkma (mimari kaygılar ile oda büyütülmesi-eklenmesi vb.) gibi konsol giriş yaratan bina tasarımlarından dolayı ortaya çıkan, bina oturma alanı (mimari projede zemin kat alanı) ile diğer katların alanı (mimari projede normal katların alanı) arasındaki farklardan meydana gelmektedir. Ağır çıkmalar parametresi Şekil 13 dikkate alınarak belirlenmektedir.

Planda düzensizlik/Burulma etkisi: Bina kat planlarının her iki ekseninde (X-Y eksenleri) asimetrik olması, rijit perdelerin kat planının ortasında yoğunlaşmasıyla çekirdek (core) oluşturması ve buna karşılık plan dış akslarında yeteri kadar rijitlik düzeyi yüksek perdeler ile desteklenmemesi gibi durumlardan kaynaklanan, düşey taşıyıcı elemanların plana uygun olmayacak şekilde yerleştirilmesi bu düzensizliğin sebepleridir. Planda düzensizlik parametresi Şekil 13 dikkate alınarak tespit edilmektedir.

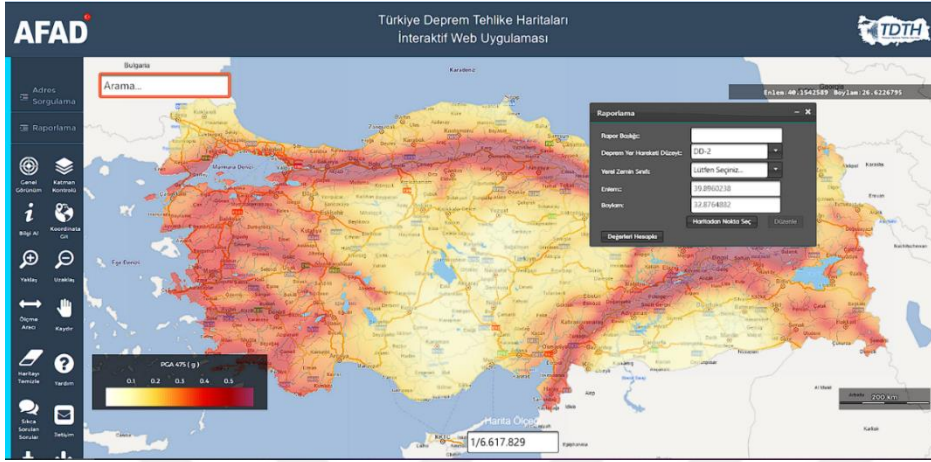
Kısa kolon etkisi: Bina dış görünümünde tespit edilen kısa kolonlar değerlendirilmeye alınmaktadır. Kısa kolon parametresi Şekil 13 dikkate alınarak tespit edilmektedir.

Yapı nizamı/Bitişik binalarla döşeme seviyeleri: Bitişik konumda bulunan binalar, kat yüksekliği farklılığı, rijitlik farklılığı ve diğer parametrelere bağlı olarak, farklı periyotlara sahip olduklarından dolayı, deprem esnasında eş zamanlı salınım hareketi gösterememektedir ve bu nedenle, deprem performansları çarpışma sebebiyle olumsuz yönde etkilenebilmektedir. Bu durumdan en fazla etkilenen binalar kenarda yer alanlardır. Çekişleme etkisi olarak da bilinmektedir. Söz konusu parametre, Şekil 13 dikkate alınarak, dışarıdan yapılan gözlemler neticesinde belirlenmektedir.

Tabii (doğal) zemin eğimi: Yamaçlarda inşa edilmiş binalarda bu parametre göz önüne alınmaktadır. Zemin eğimi 30 derecenin üzerinde ise tepe yamaç etkisi “Var”, zemin eğimi 30 derecenin altında ise tepe yamaç etkisi “Yok” olarak değerlendirilmektedir.

Deprem tehlike bölgeleri: TBDY’ de belirtilen Afet ve Acil Durum Yönetimi Başkanlığı (AFAD) Türkiye Deprem Tehlike Haritası (TDTH) kullanılmaktadır. İnteraktif arayüz üzerinde, DD-2 deprem yer hareketi düzeyi dikkate alınmak üzere, binaya ait gerekli koordinat bilgilerinin girilmesi suretiyle,  $S_{DS}$  (Kısa periyot tasarım spektral ivme katsayısı) parametresine ulaşılmaktadır.

Coğrafi koordinatlar: AFAD TDTH koordinat sistemiyle uyumlu olarak tespit edilmektedir. TDTH arayüzü Şekil 12’ de gösterilmiştir.



Şekil 12. AFAD TDTH arayüzü.

$S_{DS}$  ile zemin sınıfları arasındaki ilişki Tablo 10’ da gösterilen deprem tehlike bölgeleri belirlenmektedir.

Tablo 10

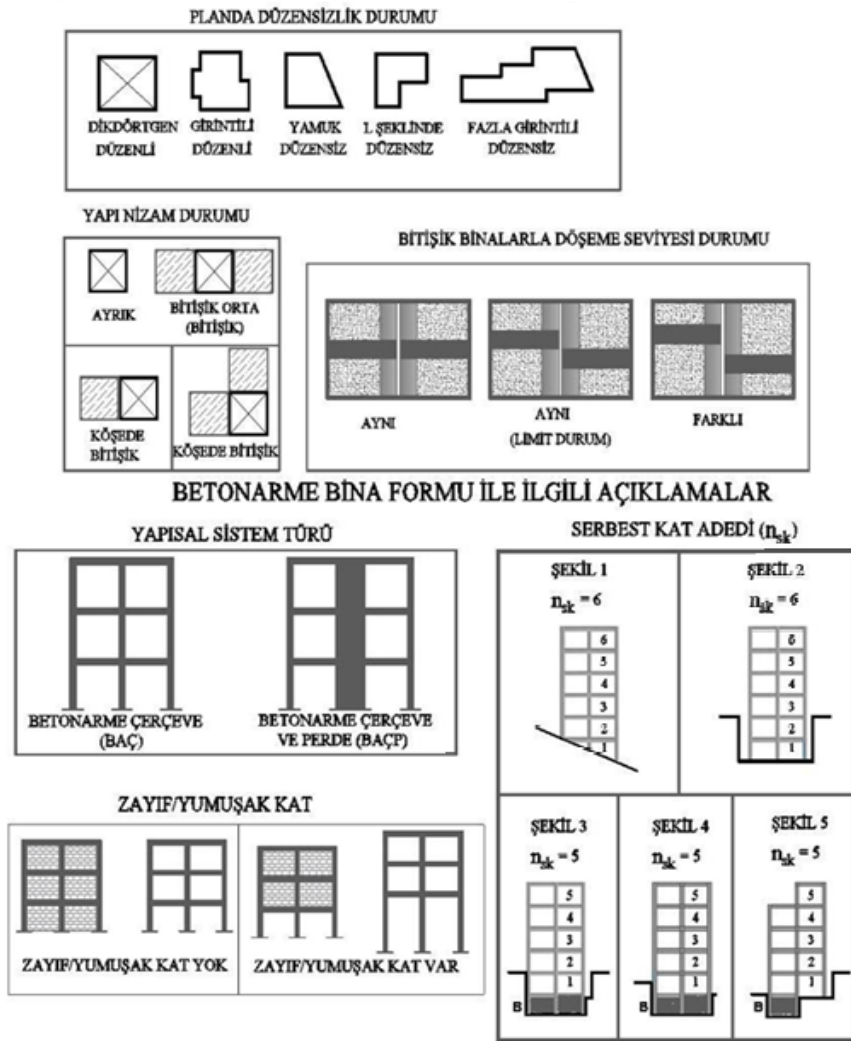
Deprem tehlike bölgelerinin tayini (RYTEİE Ek-A 2019).

Tehlike bölgesi	$S_{DS}$	Zemin sınıfı
I	$S_{DS} \geq 1,0$	ZC/ZD/ZE
II	$S_{DS} \geq 1,0$	ZA/ZB
	$1,0 \geq S_{DS} \geq 0,75$	ZC/ZD/ZE
III	$1,0 \geq S_{DS} \geq 0,75$	ZA/ZB
	$0,75 \geq S_{DS} \geq 0,50$	ZC/ZD/ZE
IV	$0,75 \geq S_{DS} \geq 0,50$	ZA/ZB
	$0,50 \geq S_{DS}$	Tüm zeminler

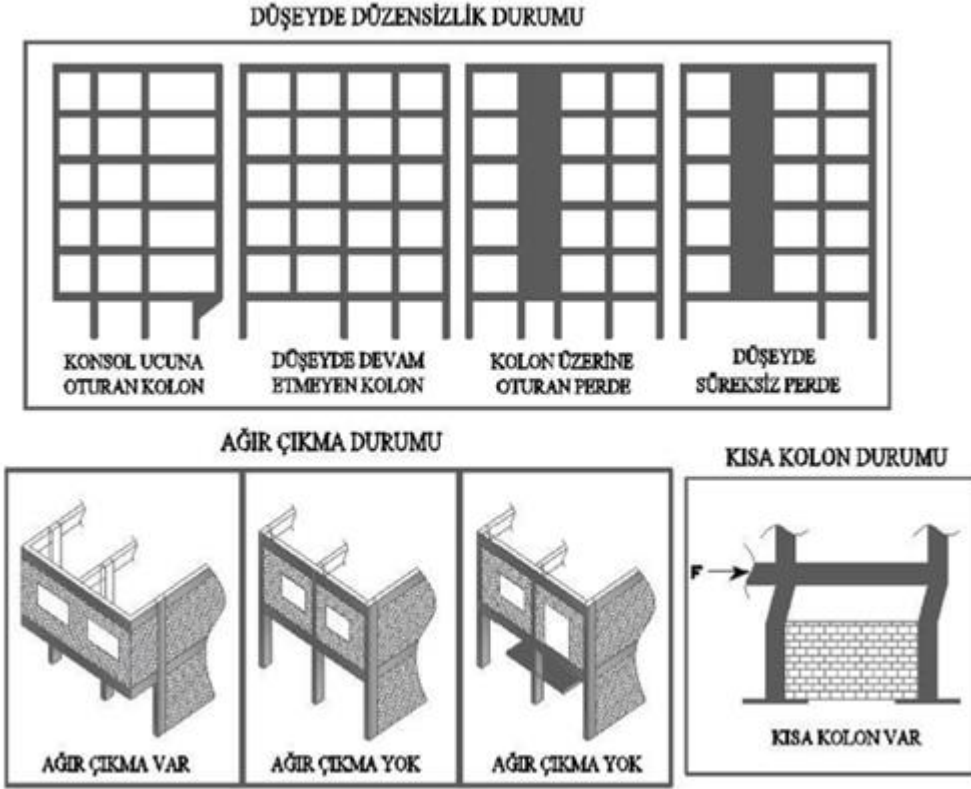
Şekil 13. ’de görüleceği üzere bodrum katlar serbest kat sayısının belirlenmesinde dikkate alınmamaktadır. Serbest kat sayısında dikkate alınacak katların en az bir cephesinin açık olması yeterli olmaktadır. Bununla birlikte, eğimin nispeten fazla olduğu zeminlerde

eğimden kaynaklı olarak cepheleri kapanmak durumunda kalan katlar (genellikle zemin kat) serbest kat sayısına dahil edilmektedir.

Dolgu duvarların üst katlarda bulunup, zemin katta bulunmadığı ve düşey taşıyıcı elemanlarda narinlik yaratacak şekilde zemin kat yüksekliğinin üst katlara kıyasla yüksek olduğu durumlarda “Zayıf/Yumuşak Kat Var” değerlendirmesi yapmak mümkündür. İlgili kriterler Şekil 13’ te görülmektedir.



Şekil 13. Betonarme bina formu ile ilgili açıklamalar (RYTEİE Ek-A 2019).



Şekil 13' ün devamı.

Geometrik olarak yamuk, L şekli ya da fazla girinti oluşturan kat planları planda düzensizlik yaratmaktadır. Bunun dışında, nispeten az girinti oluşturan ve şeklen hemen hemen simetrik durumdaki kat planları planda düzensiz olarak değerlendirilmemektedir. Söz konusu durum Şekil 13' te görülmektedir.

Yapı nizam durumu değerlendirilirken ayırık veya bitişik olmasının yanı sıra, köşede veya ortada (iki yapı arasında) bulunması da göz önüne alınmaktadır.

Bitişik olması durumunda, incelenen binanın döşeme seviyesi bitişikindeki binaların döşeme seviyesi ile kıyaslanmaktadır. Fazla fark olmadığı senaryolarda "Aynı" olarak kabul edilebilmektedir. Ancak gözle görülür şekilde fark yaratacak seviyede ise, bu durumda "Farklı" olarak değerlendirilmektedir. Fazla ince işçilikli (manto, söve, kaplama, yalı baskı, siding vb.) cephe ya da yanıltıcı şekilde pencere seviyelerinin aynı olması gibi durumlardan kaynaklı olarak döşeme seviyesi tespiti zorlaştığından, bu parametre tespitinde hata yapma

olasılığı yüksektir ve bu sebeple dikkat edilmesi gerekmektedir. Dışarıdan yapılan bina gözlemleri sonucu toplanan veriler, Şekil 14’ te gösterilen forma işlenmektedir.

BETONARME BİNALAR İÇİN VERİ TOPLAMA FORMU				
BİNA KİMLİK BİLGİLERİ			Tarih:	
			Sıra:	
BİNA KİMLİK NO		BİNA FOTOĞRAF (BİNANIN ÖN CEPHESİNDEN VE BİNAYI TEMSİL EDEBİLECEK NET BİR FOTOĞRAF OLMALI)		
İL				
İLÇE				
MAHALLE				
CADDE / SOKAK				
DIŞ KAPI NO				
BİNA ADI				
PAFTA				
ADA				
PARSEL				
UAVT BİNA KODU				
BİNANIN TAHMİNİ YAŞI				
COĞRAFI KOORDİNATLARI	ENLEM: .....	BOYLAM: .....		
YAPI KULLANIM TÜRÜ	<input type="checkbox"/> KONUT	<input type="checkbox"/> TİCARET	<input type="checkbox"/> SANAYİ	<input type="checkbox"/> KAMU <input type="checkbox"/> METRUK
BİNA TEKNİK BİLGİLERİ				
YAPISAL SİSTEM TÜRÜ	<input type="checkbox"/> BA ÇERÇEVE		<input type="checkbox"/> BA ÇERÇEVE VE PERDE	
SERBEST KAT ADEDİ (N <sub>sk</sub> )				
BİNA GÖRSEL KALİTESİ	<input type="checkbox"/> İYİ	<input type="checkbox"/> ORTA	<input type="checkbox"/> KÖTÜ	
YUMUŞAK KAT / ZAYIF KAT	<input type="checkbox"/> VAR	<input type="checkbox"/> YOK		
DÜŞEYDE DÜZENSİZLİK	<input type="checkbox"/> VAR	<input type="checkbox"/> YOK		
AĞIR ÇIKMALAR	<input type="checkbox"/> VAR	<input type="checkbox"/> YOK		
PLANDA DÜZENSİZLİK	<input type="checkbox"/> VAR	<input type="checkbox"/> YOK		
KISA KOLON ETKİSİ	<input type="checkbox"/> VAR	<input type="checkbox"/> YOK		
YAPI NİZAMI	<input type="checkbox"/> AYRIK	<input type="checkbox"/> BİTİŞİK	<input type="checkbox"/> KÖŞEDE BİTİŞİK	
BİTİŞİK BİNALARLA DÖŞEME SEVİYESİ	<input type="checkbox"/> AYNI	<input type="checkbox"/> FARKLI		
TABİİ ZEMİN EĞİMİ	<input type="checkbox"/> DÜZ	<input type="checkbox"/> EĞİMLİ (Eğim > 30°)		
ZEMİN SINIFI	<input type="checkbox"/> ZA	<input type="checkbox"/> ZB	<input type="checkbox"/> ZC	<input type="checkbox"/> ZD <input type="checkbox"/> ZE
NOT:				

Şekil 14. Betonarme binalar için veri toplama formu (RYTEİE Ek-A 2019).

Taşıyıcı sistem türü olumlu puan olarak değerlendirilmektedir. Taban Puan (*TP*) ve Yapısal Sistem Puanı (*YSP*), değerlerinin belirlenmesinde Tablo 11 dikkate alınmaktadır.

Tablo 11

Taban puanı (*TP*) ve yapısal sistem puanı (*YSP*) belirlenmesi (RYTEİE Ek-A 2019).

Toplam kat sayısı	Taban puanı ( <i>TP</i> )				Yapısal sistem puanı ( <i>YSP</i> )	
					Yapısal sistem	
	Tehlike bölgesi				BAÇ	BAÇP
	I	II	III	IV		
1 ve 2	90	120	160	195	0	100
3	80	100	140	170	0	85
4	70	90	130	160	0	75
5	60	80	110	135	0	65
6 ve 7	50	65	90	110	0	55

Olumsuzluk parametreleri içinde, “Yapı Nizamı” ve “Görünen Kalite” haricindeki diğer tüm parametreler “Var (1)” ya da “Yok (0)” olarak belirlenir. Görünen kalite için olumsuzluk parametresi (*O<sub>i</sub>*), “İyi (0)”, “Orta (1)” veya “Kötü (2)” olabilmektedir. Olumsuzluk parametresi (*O<sub>i</sub>*), yapı nizamı “Ayrık (0)”, “Bitişik/Köşede Bitişik (1)” değerini almaktadır. Bahse konu değerler, Tablo 12 kullanılarak tespit edilmektedir.

Tablo 12

Olumsuzluk parametre değerleri (*O<sub>i</sub>*) tablosu (RYTEİE Ek-A 2019).

Olumsuzluk parametre no	Olumsuzluk parametresi	Durum 1		Durum 2	
		Parametre tespiti	Parametre değeri	Parametre tespiti	Parametre değeri
1	Görünen kalite	İyi	0	Orta (Kötü)	1 (2)
2	Yumuşak kat	Yok	0	Var	1
3	Düşeyde düzensizlik	Yok	0	Var	1
4	Ağır çıkma	Yok	0	Var	1
5	Planda düzensizlik	Yok	0	Var	1
6	Kısa kolon	Yok	0	Var	1
7	Yapı Nizamı	Ayrık	0	Bitişik / Köşede bitişik	1
8	Tabii zemin eğimi	Yok	0	Var	1

Tablo 13

Olumsuzluk parametre puanı ( $OP_i$ ) tablosu (RYTEİE Ek-A 2019).

Toplam kat sayısı	Yumuşak kat	Görünen kalite	Ağır çıkma	Kat seviyesi/Bağımsız bina durumu				Düşeyde düzensizlik	Planda düzensizlik / Burulma	Kısa kolon	Tabii zemin etkisi
				Aynı		Farklı					
				Orta	Kenar	Orta	Kenar				
1, 2	-10	-10	-10	0	-10	-5	-15	-5	-5	-5	-3
3	-20	-10	-20	0	-10	-5	-15	-10	-10	-5	-3
4	-30	-15	-30	0	-10	-5	-15	-15	-10	-5	-3
5	-30	-25	-30	0	-10	-5	-15	-15	-10	-5	-3
6, 7	-30	-30	-30	0	-10	-5	-15	-15	-10	-5	-3

Taban puanı (TP), yapısal sistem puanı (YSP), olumsuzluk parametre değeri ( $O_i$ ) ve Tablo 13' te gösterilen olumsuzluk parametre puanı ( $OP_i$ ) parametrelerinin belirlenmesinin ardından, aşağıda belirtilen Denklem (3.7) yardımıyla söz konusu binanın performans puanı (PP) hesaplanmaktadır.

$$PP = TP + \sum_{i=1}^n (O_i \times OP_i) + YSP \quad (3.7)$$

Yapı stokunda bulunan her bir bina için performans puanları (PP) hesaplandıktan sonra, hesaplanan puanlar büyükten küçüğe doğru sıralanmaktadır ve böylece risk dağılımı belirlenebilmektedir. Okuyucu vd. (2018) tarafından yapılan bir çalışmaya göre Tablo 14' e esas alınarak değerlendirme yapılabileceği önerilmiştir.

Tablo 14

RYTEİE yöntemi için değerlendirme tablosu. (Okuyucu vd., 2018)

Bina performans puan aralığı	Risk sınıfı
$PP \leq 10$	Yüksek risk
$11 \leq PP \leq 60$	Orta derece risk
$61 \leq PP \leq 105$	Düşük risk
$106 \leq PP \leq 155$	Güvenli
$156 \leq PP$	Çok güvenli

### 3.2.3. İkinci Kademe: Hassan ve Sözen (1997) Yöntemi

Hassan ve Sözen (1997) Yöntemi, Ahmed F. Hassan ve Mete A. Sözen tarafından, 1992 Erzincan depreminde hasar görmüş 46 kamu binasının veri tabanına dayanarak, genel anlamda az katlı binalarda kullanılmak üzere geliştirilmiş, hızlı, ikinci kademe değerlendirme yöntemidir.

Yöntemin temeli, Shiga vd. (1968) tarafından, dolgu duvar etkisinin baskın olduğu betonarme binaların hasar görebilirliğinin tespitinde kullanılmak üzere önerilmiş olan bir yaklaşıma dayanmaktadır. (Pujol vd., 2020)

Prosedür; kat alanları, kolon-perde duvar boyutları ve dolgu duvar enkesit alanları parametrelerinden yararlanılarak her binaya ait ayrı ayrı elde edilen PI (Öncelik indeksi) skorları kullanılarak binalar arasında önceliklendirme yapılmasıdır. İkinci kademe değerlendirme yöntemleri içerisinde, kullandığı parametre sayısının az oluşundan dolayı, kullanımı kolay ve kısa sürede tamamlanabilen bir yöntemdir. Prosedür birtakım denklemler yardımıyla uygulanmaktadır.

Aşağıda belirtilmiş olan hesap işlemleri, plan düzleminde her iki eksen takımında (x ve y eksenlerinde) ayrı ayrı yapılmaktadır. Denklem 3.8' e göre;

$$A_{wt} = A_{cw} + \frac{A_{mw}}{10} \quad (3.8)$$

Hesaplanmaktadır. Burada;

$A_{cw}$ : Perde duvarların -plan düzleminde- enkesit alanları toplamı (m<sup>2</sup>)

$A_{mw}$ : Yığma dolgu duvarların -plan düzleminde- enkesit alanları toplamı (m<sup>2</sup>)

$A_{wt}$ : Perde duvarlar ve dolgu duvarların etkili kesme alanları toplamı (m<sup>2</sup>)

değerleridir.

Denklem 3.9' a göre;

$$WI = \frac{A_{wt}}{A_{tf}} \times 100 \quad (3.9)$$

Hesaplanmaktadır. Burada;

$A_{tf}$ : Serbest kat alanları toplamı - (m<sup>2</sup>)

WI: Duvar indeksi (Wall index) – (birimsiz)

değerleridir.

Denklem 3.10' a göre;

$$A_{ce} = \frac{A_{col}}{2} \quad (3.10)$$

Şeklinde yazılmaktadır ve Denklem 3.11' e göre,

$$CI = \frac{A_{ce}}{A_{ft}} \times 100 \quad (3.11)$$

Hesaplanmaktadır. Burada,

$A_{col}$ : Kolonların -plan düzleminde- enkesit alanları toplamı (m<sup>2</sup>)

$A_{ce}$ : Kolonların -plan düzleminde- etkili enkesit alanları toplamı (m<sup>2</sup>)

CI: Kolon indeksi (Column index) – (birimsiz)

değerleridir.

Denklem 3.12' ye göre,

$$PI = WI + CI \quad (3.12)$$

Hesaplanmaktadır. Burada,

PI: Öncelik indeksi (Priority index) – (birimsiz) değeridir.

Her bir bina için, plan düzleminde, her iki eksen takımında (x ve y eksenlerinde), PI değerleri hesaplandıktan sonra ilk olarak, söz konusu binanın hangi eksenindeki PI değeri küçükse o değer dikkate alınmaktadır ve bu küçük PI değeri “kritik PI” olarak isimlendirilmektedir.

Her bir bina için kritik PI değerinin tespit edilmesinin ardından, bu kritik PI değerleri küçükten büyüğe doğru sıralanmaktadır ve böylece, en küçük kritik PI değerine sahip olan bina “en öncelikli” olarak değerlendirilmektedir.

#### **3.2.4. İkinci Kademe: Özcebe vd. (2003) Yöntemi**

Özcebe vd. (2003) Yöntemi, 1999 Düzce depreminde zarar görmüş 484 binanın oluşturduğu bir yapı stoku veri tabanına dayanmaktadır. Sismik performansı etkileyen etkenler ile ortaya çıkan hasar arasında çeşitli korelasyonlar kurulmuş olup, söz konusu prosedür, diskriminat analizi isimli bir istatistiksel yöntem kullanılarak geliştirilmiştir.

Yöntemde ihtiyaç duyulan parametreler; serbest kat sayısı (n), kolon/perde duvar boyutları, zemin kat/birinci kat alanları, zemin kat/birinci kat yükseklikleri, plan düzleminde her iki eksen takımında (x ve y eksenlerinde) dolgu duvar uzunlukları/kalınlıkları ve plan düzleminde her iki eksen (x ve y eksenlerinde) sürekli çerçeve sayılarıdır. Yöntemin uygulanma sırası toplam 7 maddede olacak şekilde aşağıdaki gibidir:

1- Serbest kat sayısı (n) belirlenmesi:

Serbest kat sayısı, binanın zemin üstünde kalan; başka bir deyişle, sokaktan bakıldığında görülen kat adedidir.

2- Minimum normalleştirilmiş yatay rijitlik indeksi ( $mnlstfi$ ) hesaplanması:

Denklem 3.13' e göre:

$$In_x, n_y = \frac{\Sigma(I_{col})_{x,y} + \Sigma(I_{sw})_{x,y}}{\Sigma A_f} \times 1000 \quad (3.13)$$

Hesaplanmaktadır. Burada;

$\Sigma(I_{col})_{x,y}$ : Plan düzleminde, x ve y eksenlerinde tüm kolonların atalet momentleri toplamı ( $m^4$ )

$\Sigma(I_{sw})_{x,y}$ : Plan düzleminde, x ve y eksenlerinde tüm perde-kolonların atalet momentleri toplamı ( $m^4$ )

$\Sigma A_f$ : Serbest kat alanları toplamı - ( $m^2$ )

$In_x, n_y$ : Plan düzleminde, x ve y eksenlerinde kolon ve perde-kolonların normalleştirilmiş yatay rijitlik indeksi ( $m^2$ )

Değerleridir.

Denklem 3.14' e göre;

$$mnlstfi = \min (In_x, In_y) \quad (3.14)$$

Normalleştirilmiş yatay rijitlik indeksinin her iki ekseninde hesaplanmasının ardından, küçük olan değer minimum normalleştirilmiş yatay rijitlik indeksi (mnlstfi) değeridir.

### 3- Minimum normalleştirilmiş yatay dayanım indeksi (mnlstfi) hesaplanması:

Denklem 3.15' e göre:

$$An_x, n_y = \frac{\Sigma k_{x,y}(A_{col})_{x,y} + \Sigma k_{x,y}(A_{sw})_{x,y} + 0.1 \Sigma (A_{mw})_{x,y}}{\Sigma A_f} \times 1000 \quad (3.15)$$

Hesaplanmaktadır. Burada;

$\Sigma k_{x,y}(A_{col})_{x,y}$ : Plan düzleminde, x ve y eksenlerinde tüm kolonlara ait (rijitlik katsayısı x enkesit alanı) toplamı (m<sup>2</sup>)

$\Sigma k_{x,y}(A_{sw})_{x,y}$ : Plan düzleminde, x ve y eksenlerinde tüm perde-kolonlara ait (rijitlik katsayısı x enkesit alanı) toplamı (m<sup>2</sup>)

$\Sigma k_{x,y}(A_{mw})_{x,y}$ : Plan düzleminde, x ve y eksenlerinde tüm dolgu duvarlara ait enkesit alanları toplamı (m<sup>2</sup>)

$\Sigma A_f$ : Serbest kat alanları toplamı - (m<sup>2</sup>)

$An_x, n_y$ : Plan düzleminde, x ve y eksenlerinde kolon, perde-kolon ve dolgu duvarlara ait normalleştirilmiş yatay dayanım indeksi (birimsiz)

Değerleridir. Ayrıca;

$k_{x,y}$  hesapta kullanılan rijitlik katsayısıdır. Rijitlik katsayısı;

Kolon uzun kenarı hesap yönünde ise 2/3; Değilse 1/3,

Kolon kare ya da daire ise 1/2,

Perde-kolon hesap yönü doğrultusunda ise 1; Değilse 0,

Tuğla (dolgu) duvar hesap yönü doğrultusunda olup boşluksuz (kapı ve pencere olmaksızın) ise 1; Değilse 0,

olarak dikkate alınmaktadır.

Denklem 3.16' da görüleceği üzere;

$$mnlsi = \min (An_x, An_y) \quad (3.16)$$

Normalleştirilmiş yatay dayanım indeksinin her iki ekseninde hesaplanmasından sonra, küçük olan değer minimum normalleştirilmiş yatay dayanım indeksi (mnlsi) değeridir.

4- Normalleştirilmiş fazla bağlılık puanı (NRS) hesaplanması:

Denklem 3.17' ye göre:

$$NRR = \frac{A_{trb}(n_{fx}-1)(n_{fy}-1)}{A_{gf}} \quad (3.17)$$

Hesaplanmaktadır. Burada;

$n_{fx}$ ,  $n_{fy}$ : Plan düzleminde x ve y doğrultusunda sürekli çerçeve adetleri.

$A_{trb}$ : Bir kolon için idealize kolon yükleme alanıdır. ( $n_{fx}$  ve  $n_{fy} \geq 3$  ise  $25 \text{ m}^2$ ; Değilse  $12,5 \text{ m}^2$ )

$A_{gf}$ : Zemin kat oturma alanı ( $\text{m}^2$ )

NRR: Normalleştirilmiş fazla bağılılık oranı

Değerleridir. Normalleştirilmiş fazla bağılılık oranı (NRR) bulunmasının ardından normalleştirilmiş fazla bağılılık puanı (NRS);

$0 < NRR \leq 0,5$  ise  $NRS = 1$ ;

$0,5 < NRR \leq 1,0$  ise  $NRS = 2$ ;

$1,0 < NRR$  ise  $NRS = 3$ ;

Koşulları doğrultusunda belirlenmektedir.

5- Yumuşak kat indeksi (ssi) hesaplanması:

Denklem 3.18' e göre:

$$ssi = \frac{H_1}{H_2} \quad (3.18)$$

Oranı hesaplanmaktadır.

Burada;

H<sub>1</sub>: Zemin kat yüksekliği (m)

H<sub>2</sub>: Birinci kat yüksekliği (m)

Değerleridir.

6- Ağır çıkma indeksi (or) hesaplanması:

Denklem 3.19 yardımıyla:

$$or = \frac{\Sigma A_{overhang}}{A_{gf}} \quad (3.19)$$

Hesaplanmaktadır. Burada;

$\Sigma A_{overhang}$ : Bina boyunca çıkma alanların toplamı - (m<sup>2</sup>)

$A_{gf}$ : Zemin kat oturma alanı (m<sup>2</sup>)

Değerleridir.

7- Bina performans skorlarının hesaplanması ve değerlendirilmesi:

İstatistiksel yöntemlerle katsayıları belirlenmiş olan Denklem 3.20 ve Denklem 3.21' e göre;

$$DILS = 0,620n - 0,246mnlstfi - 0,182mnlsci - 0,699nrs + 3,269ssi + 2,728or - 4,905 \quad (3.20)$$

$$DITO = 0,808n - 0,334mnlstfi - 0,107mnlsci - 0,687nrs + 0,508ssi + 3,884or - 2,868 \quad (3.21)$$

Hesaplanmaktadır. Burada;

DILS: Bina can güvenliği performans skoru

DITO: Bina hemen kullanım performans skoru

Değerleridir. Ayrıca Denklem 3.22 ve Denklem 3.23' e göre:

$$CF_{lspc} = -0,090n^3 + 1,498n^2 - 7,518n + 11,885 \quad (3.22)$$

$$CF_{iopc} = -0,085n^3 + 1,416n^2 - 6,951n + 9,979 \quad (3.23)$$

Hesaplanmaktadır. Burada;

$CF_{lspc}$ : Bina can güvenliği sınır değeri

$CF_{iopc}$ : Bina hemen kullanım sınır değeri

Değerleridir.

Yapılan hesaplamaların ardından bina performans skorları ile ilgili sınır değerleri karşılaştırılmaktadır;

$DI_{LS} < CF_{Ispc}$  olması durumunda can güvenliği performans düzeyi yeterlidir,  
 $DI_{TO} < CF_{Iopc}$  olması durumunda hemen kullanım performans düzeyi yeterlidir,  
Şeklinde değerlendirmeler yapılmaktadır. (Özcebe vd., 2003)

### 3.2.5. İkinci Kademe: Yakut (2004) Yöntemi

Yakut (2004) Yöntemi, ikinci kademe değerlendirme yöntemi olup, sırasıyla; 1992 Erzincan depremi, 1999 Marmara - Düzce depremleri, 2002 Afyon depremi ve 2003 Bingöl depreminden etkilenmiş bazı binalarda uygulanmak suretiyle yapılan çalışmaları baz almaktadır.

Yöntemde kullanılan parametreler; serbest kat sayısı, görünür kalite (beton dayanım sınıfını temsilen), BKS, kolon/perde boyutları, zemin/birinci kat alanları, her iki eksende dolgu duvar uzunlukları - kalınlıkları gibi binanın statik/mimari projesinden elde edilebilen parametreler olup, diğer ikinci kademe değerlendirme yöntemlerinden farklı olarak; Yakut (2004) çalışmasında, ulusal deprem yönetmeliği (sismik kod) kapsamında belirli koşullara bağlı olarak hesaplanan deprem yükü (Vcode) dikkate alınmaktadır. Bu tez kapsamında, Vcode parametresi olarak, ülkemiz açısından hali hazırda yürürlükte olan TBDY yönetmeliği uyarınca yatay elastik tasarım spektrumundan alınan zemin parametreleri doğrultusunda hesaplanan eşdeğer deprem yükü değeri kullanılmıştır.

Prosedür, genel anlamda, öncelikle binanın toplam yatay yük kapasitesini, ardından söz konusu binaya, binanın bulunduğu zemin koşulları çerçevesinde ne kadar deprem yükü etkiyeceğini ve en son bu iki parametrenin oranının incelenmesi üzerine kuruludur. Yöntemin uygulama aşamaları aşağıdaki gibidir:

#### 1- Zemin parametrelerinin belirlenmesi:

Binanın bulunduğu coğrafi koordinatlar (enlem ve boylam dereceleri), deprem yer hareketi düzeyi ve geoteknik rapor sonucunda zemin sınıfı değerleri kullanılarak, TDTH İnteraktif Web Uygulaması arayüzü aracılığıyla, hesapta kullanılan zemin parametreleri raporlanmaktadır. TDTH arayüzü Şekil 12’ da gösterilmiştir.

Hesapta kullanılan zemin parametreleri;  $S_{DS}$ ,  $S_{D1}$ ,  $T_A$ ,  $T_B$  ve  $T_L$  parametreleri olup, TBDY-2018 uyarınca açıklamaları aşağıdaki gibidir:

SDS : Kısa periyot tasarım spektral ivme katsayısı (boyutsuz)

SD1: 1,0 saniye periyot için tasarım spektral ivme katsayısı (boyutsuz)

TA: Yatay elastik tasarım ivme spektrumu köşe periyodu (s)

TB: Yatay elastik tasarım ivme spektrumu köşe periyodu (s)

TL: Yatay elastik tasarım spektrumunda sabit yer değiştirme bölgesine geçiş periyodu (s)

2- Ampirik doğal titreşim periyodunun ( $T_p$ ) hesaplanması:

TBDY - Bölüm 4.7.3.4 kapsamında, Denklem 3.24’ e göre hesaplanmaktadır. Birimi saniye’ dir.

$$T_p = C_t \times H_N^{3/4} \quad (3.24)$$

TBDY uyarınca;

$H_N$ ; Binanın bodrum katlarının üstündeki üst bölümünün toplam yüksekliği olup, birimi metre’ dir.

$C_t$ ; Katsayı olup, belirlenme koşulları TBDY - Bölüm 4.7.3.4’ te açıklanmıştır.

### 3- Deprem yükü azaltma katsayısının ( $R_d$ ) hesaplanması:

TBDY – Bölüm 4A.3.2. kapsamında, Denklem 3.25 ve Denklem 3.26' ya göre hesaplanmaktadır. Boyutsuzdur.

$$R_d(T_p) = \frac{R}{I} \quad T_p > T_B \quad (3.25)$$

$$R_d(T_p) = D + \left(\frac{R}{I} - D\right) \frac{T_p}{T_B} \quad T_p \leq T_B \quad (3.26)$$

TBDY uyarınca;

R: Taşıyıcı sistem davranış katsayısı (TBDY - Tablo 18' e göre belirlenir)

D: Dayanım fazlalığı katsayısı (TBDY - Tablo 18' e göre belirlenir)

I: Bina önem katsayısı (TBDY - Tablo 3.1' e göre belirlenir)

### 4- Yatay elastik tasarım spektral ivmesinin ( $S_{ae}$ ) hesaplanması:

TBDY – Bölüm 2.3.4.1 kapsamında sırasıyla Denklem 3.27, Denklem 3.28, Denklem 3.29 ve Denklem 3.30' a göre hesaplanmaktadır. Birimi yer çekimi ivmesidir (g).

$$S_{ae}(T_p) = \left(0,4 + 0,6 \frac{T_p}{T_A}\right) S_{DS} \quad 0 \leq T_p \leq T_A \quad (3.27)$$

$$S_{ae}(T_p) = S_{DS} \quad T_A \leq T_p \leq T_B \quad (3.28)$$

$$S_{ae}(T_p) = \frac{S_{D1}}{T_p} \quad T_B \leq T_p \leq T_L \quad (3.29)$$

$$S_{ae}(T_p) = \frac{S_{D1} T_L}{T_p^2} \quad T_L \leq T_p \quad (3.30)$$

5- Bina toplam kütesinin ( $m_t$ ) hesaplanması:

Bina yüksekliği boyunca tüm serbest katların (zeminin üstünde kalan tüm katların) toplam kütesidir. Metrekare başına 1 ton ( $1 \text{ t/m}^2$ ) olarak dikkate alındığı takdirde, ilgili kat alanı ( $\text{m}^2$ ) ile çarpılması sonucunda o kata ait kütle (ton) hesaplanabilmektedir.

6- Toplam eşdeğer deprem yükünün ( $V_{TE}^{(x)}$ ) hesaplanması:

TBDY – Bölüm 4.4.1. ve Bölüm 4.7.1.1 kapsamında Denklem 3.31' e göre hesaplanmaktadır. Birimi kilonewton (kN)' dur.

$$V_{TE} = m_t \frac{S_{ae}(Tp)}{R_a(Tp)} g \geq 0,04m_t I S_{DS} g \quad (3.31)$$

7- Beton karakteristik eksenel çekme dayanımı ( $f_{ctk}$ ) hesaplanması:

Görünen beton kalitesine göre beton karakteristik basınç dayanımı ( $f_{ck}$ ) değerinin tayini Tablo 15' te gösterilmiştir.

Tablo 15

Beton kalitesine göre önerilen  $f_{ck}$  değerleri tablosu (Yakut, 2004).

Görünen beton kalitesi	Önerilen basınç dayanımı ( $f_{ck}$ ) (MPa)
Kötü	< 10
Orta	10 – 16
İyi	> 16

$f_{ck}$  değerinin hesaplanmasının ardından, TS 500 Bölüm 3.3.2 kapsamında Denklem 3.32' ye göre beton karakteristik eksenel çekme dayanımı ( $f_{ctk}$ ) dönüşümü hesaplanmaktadır. Birimi Megapascal (MPa)' dır.

$$f_{ctk} = 0,35\sqrt{f_{ck}} \quad (3.32)$$

8- Bina yatay yük kapasitesinin hesaplanması:

Denklem 3.33' e göre;

$$V_{yw(x,y)} = \frac{\sum_{i=1}^n 0,65c_i f_{ctk} b_i h_i}{0,95e^{0.125n}} \left( 46 \frac{A_w}{A_{tf}} + 1 \right) \quad (3.33)$$

Hesaplanmaktadır. Burada;

$V_{yw(x,y)}$ : x ve y eksenlerinde bina yatay yük kapasitesi (kN)

$c_i$ : Plan düzleminde kolon uzun kenarı hesap yönünde ise 2/3; değilse 1/3 ve perde duvar inceleme yönünde ise 1 olarak alınan katsayı

$f_{ctk}$ : Beton karakteristik aksenal çekme dayanımı (MPa)

$b_i$  ve  $h_i$ : Planda kolon eni ( $b_i$ ) ve boyu ( $h_i$ ) – (m)

$n$ : Serbest kat adedi

$A_w$ : Plan düzleminde, hesap yönündeki tüm dolgu duvarlara ait enkesit alanları toplamı (m<sup>2</sup>)

$A_{tf}$ : Serbest katların alanları toplamı (m<sup>2</sup>)

Değerleridir.

9- Basit kapasite indeksi (BCPI) hesaplanması:

Denklem 3.34' e göre;

$$BCPI_{(x,y)} = \frac{V_{yw(x,y)}}{V_{tE}} \quad (3.34)$$

BCPI değeri her iki yönde hesaplanmaktadır. BCPI değerinin yüksek olması daha iyi deprem performansı anlamına gelmektedir. Dolayısıyla, hesap adımlarında bu aşamadan sonrası için küçük olan BCPI değeri kritiktir. Boyutsuzdur.

10- Kapasite indeksi (CPI) hesaplanması ve sonuçların değerlendirilmesi:

$C_A$  ve  $C_M$ : Mimari ve inşaat kalitesini yansıtan azaltma katsayıları.

Denklem 3.35' e göre  $C_A$  katsayısı hesaplanmaktadır;

$$C_A = 1 - (C_{AS} + C_{ASC} + C_{AP} + C_{AF}) \quad (3.35)$$

$C_{AS}$ ,  $C_{ASC}$ ,  $C_{AP}$  ve  $C_{AF}$  katsayılarının açıklamaları ve tespit koşulları Tablo 16' da gösterilmiştir.

Tablo 16

Azaltma katsayıları tablosu (Yakut, 2004).

Düzensizlik tipi	Yöntemlere göre azaltma katsayıları		
	FEMA 154 (1988a)	Gülkan ve Yakut (1994)	Sucuoğlu ve Yazgan (2003)
Yumuşak kat ( $C_{AS}$ )	0,36	0,50	0,32
Kısa kolon ( $C_{ASC}$ )	0,18	0,25	0,11
Planda düzensizlik ( $C_{AP}$ )	0,19	0,125	0,19
Çerçeve düzensizliği ( $C_{AF}$ )	0,27	0,125	0,38

Ancak, işlem kolaylığı ve hesap süresinin düşürülmesi açısından, bazı analitik çalışmalar sonucunda,  $C_A$  katsayısının 0,85 olarak kabul edilmesinin uygun olabileceği değerlendirilmiştir (Yakut, 2004).

Tablo 17 kullanılarak  $C_M$  katsayısı bulunmaktadır.

Tablo 17

Önerilen  $C_M$  değerleri (Yakut, 2004).

İnşaat kalitesi ve işçilik	$C_M$
Kötü	$1 - Q_r(1 - C_A)$
Orta	$1 - Q_r(1 - C_A)/3$
İyi	1

Çeşitli saha verileri ve ülkemizde bulunan binaların deprem performansı gerçeği göz önüne alındığında,  $Q_r$  katsayısının 0,44 ya da 0,55 olarak tatbik edilmesinin ülkemiz açısından daha doğru olacağı belirtilmiştir (Yakut, 2004).

$C_A$  ve  $C_M$  katsayılarının tespitinin ardından, Denklem 3.36' ya göre;

$$CPI = C_A C_M BCPI \quad (3.36)$$

CPI değeri hesaplanmaktadır.

İncelenen yapı stoku içerisinde, her bir bina için CPI değeri hesaplandıktan sonra tüm sonuçlar (puanlar), en düşüğe en yükseğe doğru olacak şekilde, sıralama (önceliklendirme) amacıyla kullanılabilir. Çünkü CPI değerinin az olması, binanın kendisine etkiyen deprem kuvvetine karşı sahip olduğu dayanım kapasitesinin (sismik performansının) az olduğu anlamına gelmektedir ve dolayısıyla risk teşkil etmektedir.

Ayrıca,  $CPI > 1,2$  ise yeterli performans;  $CPI < 1,2$  ise yetersiz performans şeklinde değerlendirme yapmak mümkündür (Yakut, 2004).

## **DÖRDÜNCÜ BÖLÜM**

### **ARAŞTIRMA BULGULARI**

Bu çalışmada, kademeli değerlendirme yöntemlerin fizibilitesinin incelenmesi amacıyla, Çanakkale İl merkezinde çeşitli bölgelerde bulunan ve 6306 Sayılı Afet Riski Altındaki Alanların Dönüştürülmesi Hakkında Kanun kapsamında, analizler sonucunda “riskli yapı” olarak tespit edilip kentsel dönüşüme girmiş toplam 11 adet binaya (Bina – 1, Bina – 2, Bina – 3, Bina – 4, Bina – 5, Bina – 6, Bina – 7, Bina – 8, Bina – 9, Bina – 10 ve Bina – 11) ait ayrıntılı veriler işlenerek, öncelikle birinci kademe yöntem olarak 6306 – RYTEİE yöntemi ve ardından tez kapsamında ele alınan ikinci kademe yöntemlerin tamamı (Hassan-Sözen yöntemi, Özcebe vd. yöntemi ve Yakut yöntemi) uygulanmıştır.

Ayrıca, Çanakkale İl merkezinde bir sokakta birinci kademe (sokak taraması) çalışması yapılmış olup, bu sokakta bulunan 12 adet binaya (Bina – 12, Bina – 13, Bina – 14, Bina – 15, Bina – 16, Bina – 17, Bina – 18, Bina – 19, Bina – 20, Bina – 21, Bina – 22 ve Bina – 23) ait gözlemsel veriler kullanılarak, birinci kademe 6306 – RYTEİE yöntemi uygulanmıştır. Birinci kademe çalışması yapılacak olan sokak belirlenirken ikinci kademe yöntemlerine göre yetersiz durumda olan binanın yer aldığı sokak olmasına dikkat edilmiştir.

Elde edilen sonuçlar kendi aralarında ve sınır değerler ile karşılaştırılmış olup, sismik performansı etkileyen değişkenler arasında korelasyon kurulmuştur ve sonuçlara etki eden sebepler araştırılmıştır. Akabinde önerilerde bulunulmuştur.

Üçüncü bölümde açıklandığı üzere, öncelikle her bir yöntemin ihtiyaç duyduğu veriler toplanmıştır.

Parametre miktarının fazlalığından dolayı, binalarla ilgili bilgilerin takibini ve anlaşılmasını kolaylaştırmak amacıyla veriler 4 ana gruba ayrılmış ve tablolar hazırlanmıştır. Bilinmeyen parametreler için (-) işareti kullanılmıştır.

Parametreler aşağıda ifade edildiği şekilde kısaltılmıştır:

- 1- Serbest kat sayısı (SKS)
- 2- Taşıyıcı sistem t¼r¼ (TST): Betonarme çerçeve (BAÇ)
- 3- Temel t¼r¼ (Temel): S¼rekli (S), Tekil (T)
- 4- Zemin kat y¼ksekliđi ( $h_g$ ) – birim: m
- 5- Normal kat y¼ksekliđi ( $h_n$ ) – birim: m
- 6- Yapım yılı
- 7- Yapı nizamı ve kat seviyesi: Ayrık (A), Farklı-orta (FO), Farklı-kenar (FK), Aynı-orta (AO), Aynı-kenar (AK)
- 8- Mevcut proje (Proje): Var (+), Yok (-), R¼l¼ve (R)
- 9- Zemin kat alanı ( $A_g$ ) – birim:  $m^2$
- 10- Normal kat alanı ( $A_n$ ) – birim:  $m^2$
- 11- Çıkma kat alanı ( $A_o$ ) – birim:  $m^2$
- 12- Zemin kat duvarları toplam enkesit alanı – x y¼n¼ ( $A_{wg_x}$ ) – birim:  $m^2$
- 13- Zemin kat duvarları toplam enkesit alanı – y y¼n¼ ( $A_{wg_y}$ ) – birim:  $m^2$
- 14- Mevcut beton dayanım değeri (C) – birim: MPa
- 15- Yerel zemin sınıfı (YZS): ZA, ZB, ZC, ZD, ZE veya ZF
- 16- Deprem yer hareketi d¼zeyi (DD): DD-1, DD-2, DD-3 veya DD-4
- 17- Kısa periyot tasarım spektral ivme katsayısı (SDS)
- 18- 1,0 saniye periyot için tasarım spektral ivme katsayısı (SD1)
- 19- Karakteristik periyot ( $T_a$ ) – birim: s
- 20- Karakteristik periyot ( $T_b$ ) – birim: s

Tablo 18

Binalardan toplanan veriler (temel parametreler).

Bina	SKS	TST	Temel	h <sub>g</sub> (m)	h <sub>n</sub> (m)	Yapım yılı	Yapı nizamı	Proje
1	3	BAÇ	T	2,80	2,80	1970	A	R
2	2	BAÇ	T	2,77	2,77	1979	FK	R
3	2	BAÇ	T-S	3,75	2,70	1988	FK	R
4	4	BAÇ	T-S	2,80	2,80	1979	FO	R
5	2	BAÇ	T	3,40	2,80	1983	A	R
6	2	BAÇ	T-S	2,90	2,90	1967	FO	R
7	2	BAÇ	T	4,30	2,80	1981	FK	R
8	3	BAÇ	T-S	2,70	2,70	1985	AK	R
9	3	BAÇ	T-S	2,80	2,80	1980	FO	R
10	4	BAÇ	T	3,05	3,05	1973	A	R
11	4	BAÇ	T	2,80	2,80	1992	A	R
12	4	BAÇ	-	-	-	-	AK	-
13	2	BAÇ	-	-	-	-	FK	-
14	3	BAÇ	-	-	-	-	FK	-
15	3	BAÇ	-	-	-	-	AK	-
16	3	BAÇ	-	-	-	-	AK	-
17	4	BAÇ	-	-	-	-	A	-
18	5	BAÇ	-	-	-	-	A	-
19	4	BAÇ	-	-	-	-	FK	-
20	3	BAÇ	-	-	-	-	FK	-
21	3	BAÇ	-	-	-	-	FK	-
22	4	BAÇ	-	-	-	-	FK	-
23	1	BAÇ	-	-	-	-	A	-

RYTEİE Madde 3.2.4. uyarınca ve TS EN 12504-1'e göre her bir bina için zemin kattan alınan numuneler kullanılarak, TS EN 12390-3'e göre basınç testleri yapılmıştır. Tablo 19' da C sütununda yazan mevcut beton dayanım değerleri, ortalama beton dayanımının %85' i olacak şekilde hesaplanmıştır.

Son 12 binaya (Bina 12 - Bina 23) ait proje veya ölçüme dayalı veriler bulunmadığından, ilgili binalar Tablo 19’ da mevcut değildir.

Tablo 19

Binalardan toplanan veriler (projeye ve ölçüme dayalı parametreler).

<b>Bina</b>	<b>A<sub>g</sub> (m<sup>2</sup>)</b>	<b>A<sub>n</sub> (m<sup>2</sup>)</b>	<b>A<sub>o</sub> (m<sup>2</sup>)</b>	<b>Awg<sub>x</sub> (m<sup>2</sup>)</b>	<b>Awg<sub>y</sub> (m<sup>2</sup>)</b>	<b>C (MPa)</b>
<b>1</b>	383,4519	433,7829	50,3310	19,72038	20,13122	9,50
<b>2</b>	109,66	110,76	1,10	5,64135	6,23518	7,50
<b>3</b>	98,20	98,20	-	3,7316	4,1244	13,4
<b>4</b>	109,2561	109,2561	-	6,1456	5,5603	4,91
<b>5</b>	85,1	87,875	2,775	3,56670	3,94213	6,55
<b>6</b>	92,40	92,40	-	4,30138	5,25724	10,01
<b>7</b>	113,3013	145,9779	32,6766	4,138	5,19	11,00
<b>8</b>	109,23	109,23	-	5,76491	6,37175	12,73
<b>9</b>	114,6737	114,6737	-	7,47176	8,08326	6,97
<b>10</b>	257,34	268,30	10,96	13,643	10,829	13,0
<b>11</b>	94,8133	114,3379	19,5246	5,18086	4,97769	7,8

İlgili binalara ait zemin etüt raporlarında yer alan sondajlı ölçümler ve TBDY kapsamında AFAD TDTH ara yüzü raporlaması sonucunda tespit edilen zemin parametreleri değerleri Tablo 20’ de verilmiştir.

Son 12 binada verilere erişim sınırlı olduğu için, binaların bulunduğu konum itibariyle, ZC zemin sınıfı ve SDS = 0,880 zemin parametreleri baz alınmıştır.

Tablo 20

Binalardan toplanan veriler (TBDY – 2018 uyarınca zemin parametreleri).

Bina No.	YZS	DD	SDS	SD1	Ta (s)	Tb (s)
1	ZC	DD-2	0,879	0,333	0,076	0,379
2	ZD	DD-2	0,882	0,475	0,108	0,539
3	ZD	DD-2	0,875	0,467	0,107	0,533
4	ZD	DD-2	0,884	0,477	0,108	0,540
5	ZC	DD-2	0,862	0,321	0,074	0,372
6	ZD	DD-2	0,885	0,477	0,108	0,539
7	ZD	DD-2	0,874	0,465	0,106	0,532
8	ZD	DD-2	0,885	0,479	0,108	0,541
9	ZC	DD-2	0,876	0,331	0,076	0,378
10	ZD	DD-2	0,886	0,479	0,108	0,540
11	ZC	DD-2	0,880	0,333	0,076	0,378
12	ZC	DD-2	0,880	-	-	-
13	ZC	DD-2	0,880	-	-	-
14	ZC	DD-2	0,880	-	-	-
15	ZC	DD-2	0,880	-	-	-
16	ZC	DD-2	0,880	-	-	-
17	ZC	DD-2	0,880	-	-	-
18	ZC	DD-2	0,880	-	-	-
19	ZC	DD-2	0,880	-	-	-
20	ZC	DD-2	0,880	-	-	-
21	ZC	DD-2	0,880	-	-	-
22	ZC	DD-2	0,880	-	-	-
23	ZC	DD-2	0,880	-	-	-

Taşıyıcı sisteme ilişkin detaylı veriler Tablo 21’ de verilmiştir. Son 12 adet binaya ait taşıyıcı sistem ile ilgili detaylı veriler bulunmadığından Tablo 21’ e dahil edilmemiştir. Ölçülerde X-Y plan düzlemi esas alınmıştır.

Tablo 21

Binalara ait taşıyıcı sisteme ilişkin detaylı veriler.

Bina	Düşey taşıyıcı eleman boyutları ve adetleri
1	<p>Kolon (0,25 m x 0,40 m): 10 adet</p> <p>Kolon (0,20 m x 1,50 m): 1 adet</p> <p>Kolon (0,25 m x 0,50 m): 6 adet</p> <p>Kolon (0,40 m x 0,25 m): 23 adet</p> <p>Kolon (1,00 m x 0,20 m): 1 adet</p> <p>Kolon (0,20 m x 0,85 m): 1 adet</p> <p>Kolon (0,20 m x 0,70 m): 1 adet</p> <p>Kolon (0,20 m x 0,75 m): 1 adet</p> <p>Kolon (0,25 m x 0,55 m): 1 adet</p>
2	<p>Kolon (0,20 m x 0,50 m): 14 adet</p> <p>Kolon (0,50 m x 0,20 m): 2 adet</p>
3	<p>Kolon (0,20 m x 0,40 m): 1 adet</p> <p>Kolon (0,35 m x 0,20 m): 1 adet</p> <p>Kolon (0,20 m x 0,30 m): 3 adet</p> <p>Kolon (0,20 m x 0,35 m): 2 adet</p> <p>Kolon (0,55 m x 0,20 m): 1 adet</p> <p>Kolon (0,20 m x 0,45 m): 2 adet</p> <p>Kolon (0,20 m x 0,55 m): 2 adet</p> <p>Kolon (0,45 m x 0,20 m): 1 adet</p> <p>Kolon (0,30 m x 0,20 m): 1 adet</p>

Tablo 21' in devamı.

<b>4</b>	Kolon (0,65 m x 0,30 m): 2 adet Kolon (0,25 m x 0,80 m): 1 adet Kolon (0,75 m x 0,25 m): 5 adet Kolon (0,25 m x 0,50 m): 5 adet Kolon (0,50 m x 0,30 m): 1 adet Kolon (0,50 m x 0,25 m): 1 adet Kolon (0,30 m x 0,50 m): 1 adet Kolon (0,70 m x 0,25 m): 1 adet Kolon (1,40 m x 0,25 m): 1 adet Kolon (0,25 m x 0,75 m): 1 adet Kolon (0,60 m x 0,25 m): 1 adet Kolon (0,20 m x 0,60 m): 1 adet Kolon (0,30 m x 0,95 m): 1 adet
<b>5</b>	Kolon (0,20 m x 0,40 m): 8 adet Kolon (0,40 m x 0,20 m): 13 adet Kolon (0,50 m x 0,20 m): 1 adet
<b>6</b>	Kolon (0,25 m x 0,30 m): 2 adet Kolon (0,20 m x 0,20 m): 10 adet Kolon (0,25 m x 0,25 m): 3 adet Kolon (0,50 m x 0,30 m): 1 adet Kolon (0,60 m x 0,25 m): 1 adet

Tablo 21' in devamı.

<b>7</b>	<p>Kolon (0,20 m x 0,40 m): 5 adet</p> <p>Kolon (0,40 m x 0,20 m): 5 adet</p> <p>Kolon (0,50 m x 0,20 m): 2 adet</p> <p>Kolon (0,60 m x 0,30 m): 2 adet</p>
<b>8</b>	<p>Kolon (0,20 m x 0,50 m): 7 adet</p> <p>Kolon (0,20 m x 0,60 m): 3 adet</p> <p>Kolon (0,60 m x 0,20 m): 2 adet</p> <p>Kolon (0,20 m x 0,40 m): 3 adet</p>
<b>9</b>	<p>Kolon (0,25 m x 0,60 m): 3 adet</p> <p>Kolon (0,25 m x 0,50 m): 6 adet</p> <p>Kolon (0,35 m x 0,35 m): 1 adet</p> <p>Kolon (0,25 m x 0,40 m): 3 adet</p> <p>Kolon (0,50 m x 0,25 m): 2 adet</p>
<b>10</b>	<p>Kolon (0,25 m x 0,50 m): 6 adet</p> <p>Kolon (0,50 m x 0,25 m): 16 adet</p> <p>Kolon (0,25 m x 0,95 m): 2 adet</p> <p>Kolon (0,25 m x 0,25 m): 2 adet</p>
<b>11</b>	<p>Kolon (0,30 m x 0,50 m): 5 adet</p> <p>Kolon (0,30 m x 0,40 m): 1 adet</p> <p>Kolon (0,50 m x 0,30 m): 6 adet</p> <p>Kolon (1,10 m x 0,20 m): 1 adet</p> <p>Kolon (0,40 m x 0,30 m): 1 adet</p> <p>Kolon (0,50 m x 0,20 m): 1 adet</p>

#### 4.1. Çanakkale İlinde Yapılan Envanter Çalışmaları

Çanakkale ilinde değerlendirmeye alınan toplam 23 adet binaya ait verilerin toplanmasını takiben, ilk 11 bina (Bina –1, Bina –2, Bina –3, Bina –4, Bina –5, Bina –6, Bina –7, Bina –8, Bina –9, Bina –10 ve Bina –11) için sırasıyla 6306 – RYTEİE birinci kademe, ardından ikinci kademe değerlendirme yöntemleri uygulanmıştır.

Diğer 12 bina (Bina –12, Bina –13, Bina –14, Bina –15, Bina –16, Bina –17, Bina –18, Bina –19, Bina –20, Bina –21, Bina –22 ve Bina –23) için yalnızca 6306 – RYTEİE birinci kademe değerlendirme yöntemi uygulanmıştır.

##### 4.1.1. Birinci Kademe Uygulama: 6306 – RYTEİE Yöntemi

6306 – RYTEİE prosedürü, üçüncü bölümde açıklandığı şekilde uygulanmıştır. Bu tez kapsamında, bina performans puanının kıyaslanması ve değerlendirilmesi amacıyla bir sınır değeri hesaplanmıştır ve Denklem 4.1 ile belirtilmiştir.

$$\text{Sınır değeri} = \frac{(61+105)}{2} \cong 85 \quad (4.1)$$

Denklem 4.1’ de belirtildiği üzere, Tablo 14’ e göre “düşük risk” durumunu ifade eden sınır değerler olan “61” ve “105” değerleri kullanılmıştır. Sınır değerin yüksek olması ile birlikte güvenli tarafta kalınmasından (emniyetin artmasından) dolayı istatistiksel metot olarak geometrik ortalama ya da harmonik ortalama yerine aritmetik ortalama metodu kullanılmış olup, 5 ‘in katı bir üst tam sayıya yuvarlanmıştır. Böylece, sınır değeri “85” olarak tespit edilmiştir. Performans puanı, sınır değere eşit veya altında kalan binalar için “riskli”, kalmayan binalar için ise “riskli değildir” şeklinde sonuçlandırılabilir önerilmektedir.

6306 – RYTEİE yöntemine göre değerlendirilmeye alınan binalara ait ilgili parametreler daha önce de uygulandığı şekilde, bilgilerin takibini ve anlaşılmasını kolaylaştırmak amacıyla kısaltılmış olup, Tablo 22’ te her bir bina için gösterilmiştir.

Söz konusu parametreler aşağıda ifade edildiği şekildedir:

- 1- Yapısal sistem türü (YST)
- 2- Serbest kat sayısı (SKS)
- 3- Bina görsel kalitesi (GK): İyi (İ), Orta (O) veya Kötü (K)
- 4- Yumuşak kat (YK): Var (+) veya Yok (-)
- 5- Düşeyde düzensizlik (DD): Var (+) veya Yok (-)
- 6- Ağır çıkma (AÇ): Var (+) veya Yok (-)
- 7- Planda düzensizlik (PD): Var (+) veya Yok (-)
- 8- Kısa kolon (KK): Var (+) veya Yok (-)
- 9- Yapı nizamı ve kat seviyesi (YN KS): Ayrık (A), Farklı-orta (FO), Farklı-kenar (FK), Aynı-orta (AO), Aynı-kenar (AK)
- 10- Tabii zemin eğimi: Var (+) veya Yok (-)
- 11- Zemin sınıfı (ZS): ZA, ZB, ZC, ZD, ZE veya ZF
- 12- Kısa periyot tasarım spektral ivme katsayısı (SDS)
- 13- Deprem tehlike bölgesi (DTB): I, II, III veya IV

Şekil 14’ te belirtilmiş olan betonarme binalar için veri toplama formuna uygun olacak şekilde Tablo 22’ de verilmiştir.

Tablo 22

Binalara ilişkin detaylı veriler (6306 – RYTEİE Yöntemi).

Bina No.	YST	SKS	GK	YK	DD	AÇ	PD	KK	YN KS	TZE	ZS	SDS	DTB
1	BAÇ	3	K	-	-	+	-	-	A	-	ZC	0,879	II
2	BAÇ	2	K	-	-	-	-	-	FK	-	ZD	0,882	II
3	BAÇ	2	K	+	-	-	-	-	FK	-	ZD	0,875	II
4	BAÇ	4	K	+	-	-	+	-	FO	-	ZD	0,884	II
5	BAÇ	2	K	-	-	+	+	-	A	-	ZC	0,862	II
6	BAÇ	2	K	+	-	-	+	+	FO	-	ZD	0,885	II
7	BAÇ	2	O	+	-	+	-	+	FK	-	ZD	0,874	II
8	BAÇ	3	K	-	-	-	-	-	AK	-	ZD	0,885	II
9	BAÇ	3	K	-	-	-	+	-	FO	-	ZC	0,876	II
10	BAÇ	4	K	-	-	-	-	-	A	-	ZD	0,886	II
11	BAÇ	4	K	-	-	+	+	-	A	-	ZC	0,880	II
12	BAÇ	4	İ	-	-	+	-	-	AK	-	ZC	0,880	II
13	BAÇ	2	İ	-	-	-	-	-	FK	-	ZC	0,880	II
14	BAÇ	3	İ	-	-	-	-	-	FK	-	ZC	0,880	II
15	BAÇ	3	İ	-	-	+	-	-	AK	-	ZC	0,880	II
16	BAÇ	3	İ	-	-	+	-	-	AK	-	ZC	0,880	II
17	BAÇ	4	İ	+	-	+	-	+	A	-	ZC	0,880	II
18	BAÇ	5	İ	+	-	+	-	-	A	-	ZC	0,880	II
19	BAÇ	4	O	-	-	+	-	-	FK	-	ZC	0,880	II
20	BAÇ	3	İ	-	-	+	-	-	FK	-	ZC	0,880	II
21	BAÇ	3	O	+	-	+	-	-	FK	-	ZC	0,880	II
22	BAÇ	4	İ	-	-	-	-	-	FK	-	ZC	0,880	II
23	BAÇ	1	İ	-	-	-	-	-	A	-	ZC	0,880	II

6306 – RYTEİE yönteminde kullanılan parametrelerin tespitinin ardından her bir bina için taban puan (TP), yapısal sistem puanı (YSP), olumsuzluk puanı (OP) ve performans puanı (PP) hesaplanmıştır.

Ardından, performans puanları Denklem 4.1’ de belirtilen sınır değer (85) kıyaslanmıştır ve Tablo 14’ teki risk sınıflandırmasına göre değerlendirme yapılmıştır. Söz konusu değerler Tablo 23’ te gösterilmiştir.

Tablo 23

6306- RYTEİE değerlendirme sonuçları.

Bina No.	TP	YSP	OP	PP	Denklem 4.1 (85)	Tablo 14
1	100	0	-40	60	Öncelikli	Orta derece riskli
2	120	0	-35	85	Öncelikli	Düşük riskli
3	120	0	-45	75	Öncelikli	Düşük riskli
4	90	0	-75	15	Öncelikli	Orta derece riskli
5	120	0	-35	85	Öncelikli	Düşük riskli
6	120	0	-45	75	Öncelikli	Düşük riskli
7	120	0	-50	70	Öncelikli	Düşük riskli
8	100	0	-30	70	Öncelikli	Düşük riskli
9	100	0	-35	65	Öncelikli	Düşük riskli
10	90	0	-30	60	Öncelikli	Orta derece riskli
11	90	0	-70	20	Öncelikli	Orta derece riskli
12	90	0	-40	50	Öncelikli	Orta derece riskli
13	120	0	-15	105	Önceliksiz	Düşük riskli
14	100	0	-15	85	Öncelikli	Düşük riskli
15	100	0	-30	70	Öncelikli	Düşük riskli
16	100	0	-30	70	Öncelikli	Düşük riskli
17	90	0	-65	25	Öncelikli	Orta derece riskli
18	80	0	-65	15	Öncelikli	Orta derece riskli
19	90	0	-60	30	Öncelikli	Orta derece riskli
20	100	0	-35	65	Öncelikli	Düşük riskli
21	100	0	-65	35	Öncelikli	Orta derece riskli
22	90	0	-15	75	Öncelikli	Düşük riskli
23	120	0	0	120	Önceliksiz	Güvenli

#### 4.1.2. İkinci Kademe Uygulama: Hassan-Sözen Yöntemi (1997)

Hassan-Sözen Yöntemi (1997), üçüncü bölümde açıklanan şekilde uygulanmıştır. Hesap adımlarını ve uygulanabilirliği kolaylaştırmak amacıyla Microsoft<sup>®</sup> Excel<sup>®</sup> programında yazılım geliştirilmiştir. Yazılımdan elde edilen çıktılar ekran görüntüleri ile gösterilmiştir.

Değerlendirilmeye alınan her bir bina, yonteme özgü spesifik parametreleri, uygulama sürecini ve sonuçları içermek suretiyle ayrı başlıklar altında açıklanmıştır.

Bina – 1' e ait program çıktısı ekran görüntüsü Şekil 15' te gösterilmiştir.

Normal kat adedi	Serbest kat adedi (n)	Anf (m2)	Agf (m2)
2	3	433,78	383,4519

	Sx (m)	Sy (m)	Adet
Kolon_1	0,25	0,40	10
Kolon_2	0,20	1,5	1
Kolon_3	0,25	0,5	6
Kolon_4	0,4	0,25	23
Kolon_5	1	0,2	1
Kolon_6	0,2	0,85	1
Kolon_7	0,2	0,7	1
Kolon_8	0,2	0,75	1
Kolon_9	0,25	0,55	1
Kolon_10			
Kolon_11			
Kolon_12			
Kolon_13			
Kolon_14			
Kolon_15			
Kolon_16			
Kolon_17			
Kolon_18			
Kolon_19			
Kolon_20			
Kolon_21			

SW_x (m)	SW_y (m)	Adet
Perde_1		

Zemin kat etkili duvar kesme alanları	
Aiw_x (m2)	Aiw_y (m2)
19,72038	20,13122

Toplam perde duvar en kesit alanı (m2) - Acw	
0	

Toplam kolon en kesit alanı (m2) - Ace	
2,57375	

Bina toplam kat alanı (m2) - Atf	
1251,0177	

Önceliklendirme Endeksi (PI)	
PI_x	PI_y
0,003633672	0,003666512

PI_Kritik	
0,003633672	

Input değer hücreleri sarı renkli arkaplan ile boyanmıştır.

Otomatik hesaplanan değer hücrelerinin arkaplanları boyanmamıştır.

Output değer hücreleri yeşil renkli arkaplan ile boyanmıştır.

Şekil 15. Hassan - Sözen yöntemi Bina – 1 program çıktısı.

Bina – 1' e ait program çıktısına göre;

1. Perde duvarların -plan düzleminde- enkesit alanları toplamı ( $A_{cw}$ ):  $0 \text{ m}^2$
2. Kolonların -plan düzleminde- enkesit alanları toplamı ( $A_{ce}$ ):  $2,57375 \text{ m}^2$
3. Serbest kat alanları toplamı ( $A_{tf}$ ):  $1251,0177 \text{ m}^2$
4. X ekseninde önceliklendirme endeksi ( $PI_x$ ):  $0,00363367200959667$
5. Y ekseninde önceliklendirme endeksi ( $PI_y$ ):  $0,00366651247220563$
6. Kritik önceliklendirme endeksi ( $PI$ ):  $0,00363367200959667$

Parametre değerleri elde edilmiştir. PI değeri %0.3633 olarak hesaplanmıştır.

Bina – 2’ ye ait program çıktısı ekran görüntüsü Şekil 16’ da gösterilmiştir.

Normal kat adedi	Serbest kat adedi (n)	Anf (m2)	Agf (m2)
1	2	110,76	109,66

Sx (m)	Sy (m)	Adet	
Kolon_1	0,2	0,50	14
Kolon_2	0,50	0,2	2
Kolon_3			
Kolon_4			
Kolon_5			
Kolon_6			
Kolon_7			
Kolon_8			
Kolon_9			
Kolon_10			
Kolon_11			
Kolon_12			
Kolon_13			
Kolon_14			
Kolon_15			
Kolon_16			
Kolon_17			
Kolon_18			
Kolon_19			
Kolon_20			
Kolon_21			

Zemin kat etkili duvar kesme alanları	
Aiw_x (m2)	Aiw_y (m2)
5,64135	6,23518

Toplam perde duvar en kesit alanı (m2) - Acw	
0	

Toplam kolon en kesit alanı (m2) - Ace	
0,8	

Bina toplam kat alanı (m2) - Atf	
220,42	

Önceliklendirme Endeksi (PI)	
PI_x	PI_y
0,006188799	0,006458207
PI_Kritik	
0,006188799	

Input değer hücreleri **sarı** renkli arkaplan ile boyanmıştır.

Otomatik hesaplanan değer hücrelerinin arkaplanları boyanmamıştır.

Output değer hücreleri **yeşil** renkli arkaplan ile boyanmıştır.

Şekil 16. Hassan - Sözen yöntemi Bina – 2 program çıktısı.

Bina – 2’ ye ait program çıktısına göre;

1. Perde duvarların -plan düzleminde- enkesit alanları toplamı ( $A_{cw}$ ): 0 m<sup>2</sup>
2. Kolonların -plan düzleminde- enkesit alanları toplamı ( $A_{ce}$ ): 0,8 m<sup>2</sup>
3. Serbest kat alanları toplamı ( $A_{tf}$ ): 220,42 m<sup>2</sup>
4. X ekseninde önceliklendirme endeksi ( $PI_x$ ): 0,00618879865710915
5. Y ekseninde önceliklendirme endeksi ( $PI_y$ ): 0,00645820705925052
6. Kritik önceliklendirme endeksi (PI): 0,00618879865710915

Parametre değerleri elde edilmiştir. PI değeri %0.6188 olarak hesaplanmıştır.

Bina – 3’ e ait program çıktısı ekran görüntüsü Şekil 17’ de gösterilmiştir.

Normal kat adedi	Serbest kat adedi (n)	Anf (m2)	Agf (m2)
1	2	98,20	98,20

Sx (m)	Sy (m)	Adet	
Kolon_1	0,2	0,40	1
Kolon_2	0,35	0,2	1
Kolon_3	0,2	0,3	3
Kolon_4	0,2	0,35	2
Kolon_5	0,55	0,2	1
Kolon_6	0,2	0,45	2
Kolon_7	0,2	0,55	2
Kolon_8	0,45	0,2	1
Kolon_9	0,3	0,2	1
Kolon_10			
Kolon_11			
Kolon_12			
Kolon_13			
Kolon_14			
Kolon_15			
Kolon_16			
Kolon_17			
Kolon_18			
Kolon_19			
Kolon_20			
Kolon_21			

SW_x (m)	SW_y (m)	Adet
Perde_1		

Zemin kat etkili duvar kesme alanları	
Aiw_x (m2)	Aiw_y (m2)
3,7316	4,1244

Toplam perde duvar en kesit alanı (m2) - Acw	0
--	---

Toplam kolon en kesit alanı (m2) - Ace	0,565
--	-------

Bina toplam kat alanı (m2) - Atf	196,4
----------------------------------	-------

Önceliklendirme Endeksi (PI)	
PI_x	PI_y
0,004776782	0,004976782

PI_Kritik	0,004776782
-----------	-------------

Input değer hücreleri sarı renkli arkaplan ile boyanmıştır.

Otomatik hesaplanan değer hücrelerinin arkaplanları boyanmamıştır.

Output değer hücreleri yeşil renkli arkaplan ile boyanmıştır.

Şekil 17. Hassan - Sözen yöntemi Bina – 3 program çıktısı.

Bina – 3’ e ait program çıktısına göre;

1. Perde duvarların -plan düzleminde- enkesit alanları toplamı ( $A_{cw}$ ):  $0 \text{ m}^2$
2. Kolonların -plan düzleminde- enkesit alanları toplamı ( $A_{ce}$ ):  $0,565 \text{ m}^2$
3. Serbest kat alanları toplamı ( $A_{tf}$ ):  $196,4 \text{ m}^2$
4. X ekseninde önceliklendirme endeksi ( $PI_x$ ):  $0,00477678207739308$
5. Y ekseninde önceliklendirme endeksi ( $PI_y$ ):  $0,00497678207739308$
6. Kritik önceliklendirme endeksi ( $PI$ ):  $0,00477678207739308$

Parametre değerleri elde edilmiştir. PI değeri %0,4776 olarak hesaplanmıştır.

Bina – 4’ e ait program çıktısı ekran görüntüsü Şekil 18’ de gösterilmiştir.

Normal kat adedi	Serbest kat adedi (n)	Anf (m2)	Agf (m2)
3	4	109,26	109,26

Sx (m)	Sy (m)	Adet	
Kolon_1	0,65	0,30	2
Kolon_2	0,25	0,8	1
Kolon_3	0,75	0,25	5
Kolon_4	0,25	0,5	5
Kolon_5	0,5	0,3	1
Kolon_6	0,5	0,25	1
Kolon_7	0,3	0,5	1
Kolon_8	0,7	0,25	1
Kolon_9	1,4	0,25	1
Kolon_10	0,25	0,75	1
Kolon_11	0,6	0,25	1
Kolon_12	0,2	0,6	1
Kolon_13	0,3	0,95	1
Kolon_14			
Kolon_15			
Kolon_16			
Kolon_17			
Kolon_18			
Kolon_19			
Kolon_20			
Kolon_21			

Zemin kat etkili duvar kesme alanları	
Aiw_x (m2)	Aiw_y (m2)
6,1456	5,5603

Toplam perde duvar en kesit alanı (m2) - Acw	0
Toplam kolon en kesit alanı (m2) - Ace	1,9225
Bina toplam kat alanı (m2) - Atf	437,0244
Önceliklendirme Endeksi (PI)	
PI_x	PI_y
0,005805305	0,005671377
PI_Kritik	
0,005671377	

Input değer hücreleri sarı renkli arkaplan ile boyanmıştır.

Otomatik hesaplanan değer hücrelerinin arkaplanları boyanmamıştır.

Output değer hücreleri yeşil renkli arkaplan ile boyanmıştır.

Şekil 18. Hassan - Sözen yöntemi Bina – 4 program çıktısı.

Bina – 4’ e ait program çıktısına göre;

1. Perde duvarların -plan düzleminde- enkesit alanları toplamı ( $A_{cw}$ ): 0 m<sup>2</sup>
2. Kolonların -plan düzleminde- enkesit alanları toplamı ( $A_{ce}$ ): 1,9225 m<sup>2</sup>
3. Serbest kat alanları toplamı ( $A_{tf}$ ): 437,0244 m<sup>2</sup>
4. X ekseninde önceliklendirme endeksi ( $PI_x$ ): 0,00580530515000993
5. Y ekseninde önceliklendirme endeksi ( $PI_y$ ): 0,0056713767011636
6. Kritik önceliklendirme endeksi ( $PI$ ): 0,0056713767011636

Parametre değerleri elde edilmiştir. PI değeri %0,5671 olarak hesaplanmıştır.

Bina – 5’ e ait program çıktısı ekran görüntüsü Şekil 19’ da gösterilmiştir.

Normal kat adedi	Serbest kat adedi (n)	Anf (m2)	Agf (m2)
1	2	87,875	85,1

Sx (m)	Sy (m)	Adet	
Kolon_1	0,20	0,40	8
Kolon_2	0,40	0,20	13
Kolon_3	0,50	0,20	1
Kolon_4			
Kolon_5			
Kolon_6			
Kolon_7			
Kolon_8			
Kolon_9			
Kolon_10			
Kolon_11			
Kolon_12			
Kolon_13			
Kolon_14			
Kolon_15			
Kolon_16			
Kolon_17			
Kolon_18			
Kolon_19			
Kolon_20			
Kolon_21			

Zemin kat etkili duvar kesme alanları	
Alw_x (m2)	Alw_y (m2)
3,5667	3,94213

Toplam perde duvar en kesit alanı (m2) - Acw	
0	

Toplam kolon en kesit alanı (m2) - Ace	
0,89	

Bina toplam kat alanı (m2) - Atf	
172,975	

Önceliklendirme Endeksi (PI)	
PI_x	PI_y
0,007207226	0,007424269

PI_Kritik	
0,007207226	

Input değer hücreleri sarı renkli arkaplan ile boyanmıştır.

Otomatik hesaplanan değer hücrelerinin arkaplanları boyanmamıştır.

Output değer hücreleri yeşil renkli arkaplan ile boyanmıştır.

Şekil 19. Hassan - Sözen yöntemi Bina – 5 program çıktısı.

Bina – 5’ e ait program çıktısına göre;

1. Perde duvarların -plan düzleminde- enkesit alanları toplamı ( $A_{cw}$ ): 0 m<sup>2</sup>
2. Kolonların -plan düzleminde- enkesit alanları toplamı ( $A_{ce}$ ): 0,89 m<sup>2</sup>
3. Serbest kat alanları toplamı ( $A_{tf}$ ): 172,975 m<sup>2</sup>
4. X ekseninde önceliklendirme endeksi ( $PI_x$ ): 0,00720722647781472
5. Y ekseninde önceliklendirme endeksi ( $PI_y$ ): 0,00742426940309293
6. Kritik önceliklendirme endeksi ( $PI$ ): 0,00720722647781472

Parametre değerleri elde edilmiştir. PI değeri %0,7207 olarak hesaplanmıştır.

Bina – 6' e ait program çıktısı ekran görüntüsü Şekil 20' de gösterilmiştir.

Normal kat adedi	Serbest kat adedi (n)	Anf (m2)	Agf (m2)
1	2	92,40	92,40

Sx (m)	Sy (m)	Adet	
Kolon_1	0,25	0,30	2
Kolon_2	0,20	0,20	10
Kolon_3	0,25	0,25	3
Kolon_4	0,50	0,30	1
Kolon_5	0,60	0,25	1
Kolon_6			
Kolon_7			
Kolon_8			
Kolon_9			
Kolon_10			
Kolon_11			
Kolon_12			
Kolon_13			
Kolon_14			
Kolon_15			
Kolon_16			
Kolon_17			
Kolon_18			
Kolon_19			
Kolon_20			
Kolon_21			

Zemin kat etkili duvar kesme alanları	
Alw_x (m2)	Alw_y (m2)
4,30138	5,25724

Toplam perde duvar en kesit alanı (m2) - Acw	
0	

Toplam kolon en kesit alanı (m2) - Ace	
0,51875	

Bina toplam kat alanı (m2) - Atrf	
184,8	

Önceliklendirme Endeksi (PI)	
PI_x	PI_y
0,005134675	0,005651916

PI_Kritik	
0,005134675	

Input değer hücreleri sarı renkli arkaplan ile boyanmıştır.

Otomatik hesaplanan değer hücrelerinin arkaplanları boyanmamıştır.

Output değer hücreleri yeşil renkli arkaplan ile boyanmıştır.

Şekil 20. Hassan - Sözen yöntemi Bina – 6 program çıktısı.

Bina – 6' ya ait program çıktısına göre;

1. Perde duvarların -plan düzleminde- enkesit alanları toplamı ( $A_{cw}$ ): 0 m<sup>2</sup>
2. Kolonların -plan düzleminde- enkesit alanları toplamı ( $A_{ce}$ ): 0,51875 m<sup>2</sup>
3. Serbest kat alanları toplamı ( $A_{trf}$ ): 184,8 m<sup>2</sup>
4. X ekseninde önceliklendirme endeksi ( $PI_x$ ): 0,00513467532467532
5. Y ekseninde önceliklendirme endeksi ( $PI_y$ ): 0,00565191558441558
6. Kritik önceliklendirme endeksi ( $PI$ ): 0,00513467532467532

Parametre değerleri elde edilmiştir. PI değeri %0,5134 olarak hesaplanmıştır.

Bina – 7’ ye ait program çıktısı ekran görüntüsü Şekil 21’ de gösterilmiştir.

Normal kat adedi	Serbest kat adedi (n)	Anf (m2)	Agf (m2)
1	2	145,9779	113,3013

Sx (m)	Sy (m)	Adet	
Kolon_1	0,20	0,40	5
Kolon_2	0,40	0,20	5
Kolon_3	0,50	0,20	2
Kolon_4	0,60	0,30	2
Kolon_5			
Kolon_6			
Kolon_7			
Kolon_8			
Kolon_9			
Kolon_10			
Kolon_11			
Kolon_12			
Kolon_13			
Kolon_14			
Kolon_15			
Kolon_16			
Kolon_17			
Kolon_18			
Kolon_19			
Kolon_20			
Kolon_21			

Zemin kat etkili duvar kesme alanları	
Aiw_x (m2)	Aiw_y (m2)
4,138	5,19

Toplam perde duvar en kesit alanı (m2) - Acw	
0	

Toplam kolon en kesit alanı (m2) - Ace	
0,68	

Bina toplam kat alanı (m2) - Atf	
259,2792	

Önceliklendirme Endeksi (PI)	
PI_x	PI_y
0,004218618	0,004624359

PI_Kritik	
0,004218618	

Input değer hücreleri **siyah** renkli arkaplan ile boyanmıştır.

Otomatik hesaplanan değer hücrelerinin arkaplanları boyanmamıştır.

Output değer hücreleri **yeşil** renkli arkaplan ile boyanmıştır.

Şekil 21. Hassan - Sözen yöntemi Bina – 7 program çıktısı.

Bina – 7’ ye ait program çıktısına göre;

1. Perde duvarların -plan düzleminde- enkesit alanları toplamı ( $A_{cw}$ ): 0 m<sup>2</sup>
2. Kolonların -plan düzleminde- enkesit alanları toplamı ( $A_{ce}$ ): . 0,68 m<sup>2</sup>
3. Serbest kat alanları toplamı ( $A_{tf}$ ): 259,2792 m<sup>2</sup>
4. X ekseninde önceliklendirme endeksi ( $PI_x$ ): 0,00421861838512306
5. Y ekseninde önceliklendirme endeksi ( $PI_y$ ): 0,00462435860647518
6. Kritik önceliklendirme endeksi ( $PI$ ): 0,00421861838512306

Parametre değerleri elde edilmiştir. PI değeri %0,4218 olarak hesaplanmıştır.

Bina – 8’ e ait program çıktısı ekran görüntüsü Şekil 22’ de gösterilmiştir.

Normal kat adedi	Serbest kat adedi (n)	Anf (m2)	Agf (m2)
2	3	104,19	109,23

Sx (m)	Sy (m)	Adet	
Kolon_1	0,2	0,50	7
Kolon_2	0,20	0,6	3
Kolon_3	0,6	0,2	2
Kolon_4	0,2	0,4	3
Kolon_5			
Kolon_6			
Kolon_7			
Kolon_8			
Kolon_9			
Kolon_10			
Kolon_11			
Kolon_12			
Kolon_13			
Kolon_14			
Kolon_15			
Kolon_16			
Kolon_17			
Kolon_18			
Kolon_19			
Kolon_20			
Kolon_21			

Zemin kat etkili duvar kesme alanları	
Alw_x (m2)	Alw_y (m2)
5,76491	6,37175

Toplam perde duvar en kesit alanı (m2) - Acw	
0	

Toplam kolon en kesit alanı (m2) - Ace	
0,77	

Bina toplam kat alanı (m2) - Atf	
317,61	

Önceliklendirme Endeksi (PI)	
PI_x	PI_y
0,004239448	0,004430512

PI_Kritik	
0,004239448	

Input değer hücreleri **sarı** renkli arkaplan ile boyanmıştır.

Otomatik hesaplanan değer hücrelerinin arkaplanları boyanmamıştır.

Output değer hücreleri **yeşil** renkli arkaplan ile boyanmıştır.

Şekil 22. Hassan - Sözen yöntemi Bina – 8 program çıktısı.

Bina – 8’ e ait program çıktısına göre;

1. Perde duvarların -plan düzleminde- enkesit alanları toplamı ( $A_{cw}$ ):  $0 \text{ m}^2$
2. Kolonların -plan düzleminde- enkesit alanları toplamı ( $A_{ce}$ ):  $0,77 \text{ m}^2$
3. Serbest kat alanları toplamı ( $A_{tf}$ ):  $317,61 \text{ m}^2$
4. X ekseninde önceliklendirme endeksi ( $PI_x$ ):  $0,00423944775038569$
5. Y ekseninde önceliklendirme endeksi ( $PI_y$ ):  $0,00443051226346777$
6. Kritik önceliklendirme endeksi (PI):  $0,00423944775038569$

Parametre değerleri ışığında PI değeri %0,4239 olarak hesaplanmıştır.

Bina – 9’ a ait program çıktısı ekran görüntüsü Şekil 23’ te gösterilmiştir.

Normal kat adedi	Serbest kat adedi (n)	Anf (m2)	Agf (m2)
2	3	114,6737	114,6737

Sx (m)	Sy (m)	Adet	
Kolon_1	0,25	0,60	3
Kolon_2	0,25	0,5	6
Kolon_3	0,35	0,35	1
Kolon_4	0,25	0,4	3
Kolon_5	0,5	0,25	2
Kolon_6			
Kolon_7			
Kolon_8			
Kolon_9			
Kolon_10			
Kolon_11			
Kolon_12			
Kolon_13			
Kolon_14			
Kolon_15			
Kolon_16			
Kolon_17			
Kolon_18			
Kolon_19			
Kolon_20			
Kolon_21			

Zemin kat etkili duvar kesme alanları	
Alw_x (m2)	Alw_y (m2)
7,47176	8,08326

Önceliklendirme Endeksi (PI)	
PI_x	PI_y
0,00489338	0,005071131
PI_Kritik	
0,00489338	

Toplam perde duvar en kesit alanı (m2) - Acw  
0

Toplam kolon en kesit alanı (m2) - Ace  
0,93625

Bina toplam kat alanı (m2) - Atf  
344,0211

Input değer hücreleri sarı renkli arkaplan ile boyanmıştır.

Otomatik hesaplanan değer hücrelerinin arkaplanları boyanmamıştır.

Output değer hücreleri yeşil renkli arkaplan ile boyanmıştır.

Şekil 23. Hassan - Sözen yöntemi Bina – 9 program çıktısı.

Bina – 9’ a ait program çıktısına göre;

1. Perde duvarların -plan düzleminde- enkesit alanları toplamı ( $A_{cw}$ ): 0 m<sup>2</sup>
2. Kolonların -plan düzleminde- enkesit alanları toplamı ( $A_{ce}$ ): 0,93625 m<sup>2</sup>
3. Serbest kat alanları toplamı ( $A_{tf}$ ): 344,0211 m<sup>2</sup>
4. X ekseninde önceliklendirme endeksi ( $PI_x$ ): 0,00489338008627959
5. Y ekseninde önceliklendirme endeksi ( $PI_y$ ): 0,00507113081145313
6. Kritik önceliklendirme endeksi (PI): 0,00489338008627959

Parametre değerleri elde edilmiştir. PI değeri %0,4893 olarak hesaplanmıştır.

Bina – 10’ a ait program çıktısı ekran görüntüsü Şekil 24’ te gösterilmiştir.

Normal kat adedi	Serbest kat adedi (n)	Anf (m2)	Agf (m2)
3	4	268,30	257,34

	Sx (m)	Sy (m)	Adet
Kolon_1	0,25	0,50	6
Kolon_2	0,50	0,25	16
Kolon_3	0,25	0,95	2
Kolon_4	0,25	0,25	2
Kolon_5			
Kolon_6			
Kolon_7			
Kolon_8			
Kolon_9			
Kolon_10			
Kolon_11			
Kolon_12			
Kolon_13			
Kolon_14			
Kolon_15			
Kolon_16			
Kolon_17			
Kolon_18			
Kolon_19			
Kolon_20			
Kolon_21			

Zemin kat etkili duvar kesme alanları	
Aiw_x (m2)	Aiw_y (m2)
13,643	10,829

Toplam perde duvar en kesit alanı (m2) - Acw	0
--	---

Toplam kolon en kesit alanı (m2) - Ace	1,675
--	-------

Bina toplam kat alanı (m2) - Atf	1062,24
----------------------------------	---------

Önceliklendirme Endeksi (PI)	
PI_x	PI_y
0,002861218	0,002596306

PI_Kritik	0,002596306
-----------	-------------

Input değer hücreleri sarı renkli arkaplan ile boyanmıştır.

Otomatik hesaplanan değer hücrelerinin arkaplanları boyanmamıştır.

Output değer hücreleri yeşil renkli arkaplan ile boyanmıştır.

Şekil 24. Hassan - Sözen yöntemi Bina – 10 program çıktısı.

Bina – 10’ a ait program çıktısına göre;

1. Perde duvarların -plan düzleminde- enkesit alanları toplamı ( $A_{cw}$ ): 0 m<sup>2</sup>
2. Kolonların -plan düzleminde - enkesit alanları toplamı ( $A_{ce}$ ): 1,675 m<sup>2</sup>
3. Serbest kat alanları toplamı ( $A_{tf}$ ): 1062,24 m<sup>2</sup>
4. X ekseninde önceliklendirme endeksi ( $PI_x$ ): 0,00286121780388613
5. Y ekseninde önceliklendirme endeksi ( $PI_y$ ): 0,0025963059195662
6. Kritik önceliklendirme endeksi (PI): 0,0025963059195662

Parametre değerleri elde edilmiştir. PI değeri %0,2596 olarak hesaplanmıştır.

Bina – 11’ e ait program çıktısı ekran görüntüsü Şekil 25’ te gösterilmiştir.

Normal kat adedi	Serbest kat adedi (n)	Anf (m2)	Agf (m2)
3	4	114,3379	94,8133

Sx (m)	Sy (m)	Adet	
Kolon_1	0,3	0,50	5
Kolon_2	0,30	0,4	1
Kolon_3	0,5	0,3	6
Kolon_4	1,1	0,2	1
Kolon_5	0,4	0,3	1
Kolon_6	0,5	0,2	1
Kolon_7			
Kolon_8			
Kolon_9			
Kolon_10			
Kolon_11			
Kolon_12			
Kolon_13			
Kolon_14			
Kolon_15			
Kolon_16			
Kolon_17			
Kolon_18			
Kolon_19			
Kolon_20			
Kolon_21			

Zemin kat etkili duvar kesme alanları	
Aiw_x (m2)	Aiw_y (m2)
5,18086	4,97769

Toplam perde duvar en kesit alanı (m2) - Acw	0
Toplam kolon en kesit alanı (m2) - Ace	1,105
Bina toplam kat alanı (m2) - Atf	437,827

Önceliklendirme Endeksi (PI)	
PI_x	PI_y
0,00370714	0,003660736
PI_Kritik	
0,003660736	

Input değer hücreleri sarı renkli arkaplan ile boyanmıştır.

Otomatik hesaplanan değer hücrelerinin arkaplanları boyanmamıştır.

Output değer hücreleri yeşil renkli arkaplan ile boyanmıştır.

Şekil 25. Hassan - Sözen yöntemi Bina – 11 program çıktısı.

Bina – 11’ e ait program çıktısına göre;

1. Perde duvarların -plan düzleminde- enkesit alanları toplamı ( $A_{cw}$ ): 0 m<sup>2</sup>
2. Kolonların -plan düzleminde- enkesit alanları toplamı ( $A_{ce}$ ): 1,105 m<sup>2</sup>
3. Serbest kat alanları toplamı ( $A_{tf}$ ): 437,827 m<sup>2</sup>
4. X ekseninde önceliklendirme endeksi ( $PI_x$ ): 0,00370714003476259
5. Y ekseninde önceliklendirme endeksi ( $PI_y$ ): 0,00366073586142472
6. Kritik önceliklendirme endeksi (PI): 0,00366073586142472

Parametre değerleri elde edilmiştir. PI değeri %0,3660 olarak hesaplanmıştır.

#### 4.1.3. İkinci Kademe Uygulama: Özcebe vd. (2003) Yöntemi

Özcebe vd. (2003) Yöntemi, üçüncü bölümde açıklanan prosedüre uygun bir şekilde; Otomasyonu sağlamak amacıyla Microsoft® Excel® programında uygulanmıştır.

Bina – 1' e ait program çıktısı ekran görüntüsü Şekil 26' da gösterilmiştir.

Normal kat adedi	Serbest kat adedi (n)	Anf (m <sup>2</sup> )	Agf (m <sup>2</sup> )	A_çıkma (m <sup>2</sup> )	H_zemin (m)	H_normal (m)	Sürekli çerçeve sayıları		Zemin kat etkili duvar kesme alanları	
2	3	433,78	383,4519	50,33	2,80	2,80	X eksenli (nfx)	Y eksenli (nfy)	kx_Amwx (m <sup>2</sup> )	ky_Amwy (m <sup>2</sup> )
							3	2	19,72038	20,13122
Sx (m)		Sy (m)	Adet	kx	ky	Yatay rijitlik endeksi (In)				
Kolon_1	0,25	0,40	10	0,333333333	0,666666667	In_x	In_y	mnlstfi		
Kolon_2	0,20	1,5	1	0,333333333	0,666666667	0,047719066	0,09936202	0,047719066		
Kolon_3	0,25	0,5	6	0,333333333	0,666666667	Yatay dayanım endeksi (An)				
Kolon_4	0,4	0,25	23	0,666666667	0,333333333	An_x	An_y	mnlsl		
Kolon_5	1	0,2	1	0,666666667	0,333333333	3,614021342	3,68616314	3,614021342		
Kolon_6	0,2	0,85	1	0,333333333	0,666666667	Atrb (m <sup>2</sup> )				
Kolon_7	0,2	0,7	1	0,333333333	0,666666667	12,5	nrr	nrs		
Kolon_8	0,2	0,75	1	0,333333333	0,666666667	Yumuşak kat indeksi (ssi)				
Kolon_9	0,25	0,55	1	0,333333333	0,666666667	1				
Kolon_10				0,5	0,5	Ağır çıkma indeksi (or)				
Kolon_11				0,5	0,5	0,262515325				
Kolon_12				0,5	0,5	Bina can güvenliği performans skoru (DI <sub>LS</sub> )				
Kolon_13				0,5	0,5	-0,428348969				
Kolon_14				0,5	0,5	Sınır değer (CF <sub>Ispc</sub> )				
Kolon_15				0,5	0,5	0,383				
Kolon_16				0,5	0,5	Kıyaslama sonucu (DI <sub>LS</sub> ile CF <sub>Ispc</sub> )				
Kolon_17				0,5	0,5	ÖNCELİKLİ DEĞİL				
Kolon_18				0,5	0,5					
Kolon_19				0,5	0,5					
Kolon_20				0,5	0,5					
Kolon_21				0,5	0,5					

Şekil 26. Özcebe vd. yöntemi Bina – 1 program çıktısı.

Bina – 1' e ait program çıktısından;

1. Minimum normalleştirilmiş yatay rijitlik indeksi (mnlstfi): 0,0477190657121265
2. Minimum normalleştirilmiş yatay dayanım indeksi (mnlsl): 3,61402134171776
3. İdealize kolon yükleme alanı (A<sub>trb</sub>): 12,5 m<sup>2</sup>
4. Normalleştirilmiş fazla bağlılık oranı (NRR): 0,0651972255190286
5. Normalleştirilmiş fazla bağlılık puanı (NRS): 1
6. Yumuşak kat indeksi (ssi): 1
7. Ağır çıkma indeksi (or): 0,262515324607858
8. Bina can güvenliği performans skoru (DI<sub>LS</sub>): -0,428348968827579
9. Bina can güvenliği sınır değeri (CF<sub>Ispc</sub>): 0,383

Parametre değerleri elde edilmiştir. CF<sub>Ispc</sub> > DI<sub>LS</sub> olduğu için “Öncelikli değil” şeklinde sonuçlanmıştır.

Bina – 2’ ye ait program çıktısı ekran görüntüsü Şekil 27’ de gösterilmiştir.

Normal kat adedi	Serbest kat adedi (n)	Anf (m2)	Agf (m2)	A_çıkma (m2)	H_zemin (m)	H_normal (m)	Sürekli çerçeve sayıları		Zemin kat etkili duvar kesme alanları	
1	2	110,76	109,66	1,10	2,77	2,77	X eksenli (nfx)	Y eksenli (nfy)	k <sub>x</sub> , Am <sub>mx</sub> (m2)	k <sub>y</sub> , Am <sub>my</sub> (m2)
							2	2	5,64135	6,23518
		S <sub>x</sub> (m)	S <sub>y</sub> (m)	Adet	k <sub>x</sub>	k <sub>y</sub>	<p>Input değer hücreleri sarı renkli arkaplan ile boyanmıştır.</p> <p>Otomatik hesaplanan değer hücrelerinin arkaplanları boyanmamıştır.</p> <p>Output değer hücreleri yeşil renkli arkaplan ile boyanmıştır.</p>			
Kolon_1	0,2	0,50	14	0,333333333	0,666666667					
Kolon_2	0,50	0,2	2	0,666666667	0,333333333					
Kolon_3				0,5	0,5					
Kolon_4				0,5	0,5					
Kolon_5				0,5	0,5					
Kolon_6				0,5	0,5					
Kolon_7				0,5	0,5					
Kolon_8				0,5	0,5					
Kolon_9				0,5	0,5					
Kolon_10				0,5	0,5					
Kolon_11				0,5	0,5					
Kolon_12				0,5	0,5					
Kolon_13				0,5	0,5					
Kolon_14				0,5	0,5					
Kolon_15				0,5	0,5					
Kolon_16				0,5	0,5					
Kolon_17				0,5	0,5					
Kolon_18				0,5	0,5					
Kolon_19				0,5	0,5					
Kolon_20				0,5	0,5					
Kolon_21				0,5	0,5					
		Yatay rijitlik endeksi (In)		Yatay dayanım endeksi (An)		Ağır çıkma endeksi (or)		Bina can güvenliği performans skoru (DS <sub>LS</sub> )		
In_x	In_y	mnlstfi	An_x	An_y	mnlsl	Ağır çıkma endeksi (or)		Bina can güvenliği performans skoru (DS <sub>LS</sub> )		
0,040075008	0,13534767	0,040075008	5,281439978	7,365565738	5,281439978	0,010031005		-2,038715947		
Atrb (m2)		nrr	nrs	Yumuşak kat indeksi (ssi)		Sınır değer (CF <sub>Ispc</sub> )		Kıyaslama sonucu (DS <sub>LS</sub> ile CF <sub>Ispc</sub> )		
12,5	0,113988692	1	1		2,121		ÖNCELİKLİ DEĞİL			

Şekil 27. Özcebe vd. yöntemi Bina – 2 program çıktısı.

Bina – 2’ ye ait program çıktısından;

1. Minimum normalleştirilmiş yatay rijitlik indeksi (mnlstfi): 0,0400750083174546
2. Minimum normalleştirilmiş yatay dayanım indeksi (mnlsl): 5,28143997822339
3. İdealize kolon yükleme alanı (A<sub>trb</sub>): 12,5 m<sup>2</sup>
4. Normalleştirilmiş fazla bağıllık oranı (NRR): 0,113988692321722
5. Normalleştirilmiş fazla bağıllık puanı (NRS): 1
6. Yumuşak kat indeksi (ssi): 1
7. Ağır çıkma indeksi (or): 0,0100310049243116
8. Bina can güvenliği performans skoru (DI<sub>LS</sub>): -2,03871594664923
9. Bina can güvenliği sınır değeri (CF<sub>Ispc</sub>): 2,121

Parametre değerleri elde edilmiştir. CF<sub>Ispc</sub> > DI<sub>LS</sub> olduğu için “Öncelikli değil” şeklinde sonuçlanmıştır.





Bina – 5’ e ait program çıktısı ekran görüntüsü Şekil 30’ da gösterilmiştir.

Normal kat adedi	Serbest kat adedi (n)	Anf (m2)	Agf (m2)	A_gıkma (m2)	H_zemin (m)	H_normal (m)	Sürekli çerçeve sayıları		Zemin kat etkili duvar kesme alanları	
1	2	87,875	85,1	2,775	3,40	2,80	X eksenli (nfx)	Y eksenli (nfy)	kx_Amwx (m2)	ky_Amwy (m2)
							3	2	3,5667	3,94213
		Sx (m)	Sy (m)	Adet	kx	ky	Yatay rijitlik endeksi (In)			
Kolon_1		0,20	0,40	8	0,333333333	0,666666667	In_x	In_y	mnlstfi	
Kolon_2		0,40	0,20	13	0,666666667	0,333333333	0,104543046	0,071301248	0,071301248	
Kolon_3		0,50	0,20	1	0,666666667	0,333333333	Yatay dayanım endeksi (An)			
Kolon_4					0,5	0,5	An_x	An_y	mnlisi	
Kolon_5					0,5	0,5	7,688991665	6,942504215	6,942504215	
Kolon_6					0,5	0,5	Atrb (m2)			
Kolon_7					0,5	0,5	12,5	0,293772033	nrs	
Kolon_8					0,5	0,5			1	
Kolon_9					0,5	0,5	Yumuşak kat indeksi (ssi)			
Kolon_10					0,5	0,5	1,214285714			
Kolon_11					0,5	0,5	Ağır çıkma indeksi (or)			
Kolon_12					0,5	0,5	0,032608696			
Kolon_13					0,5	0,5	Bina can güvenliği performans skoru (DI <sub>LS</sub> )			
Kolon_14					0,5	0,5	-1,586619352			
Kolon_15					0,5	0,5	Sınır değer (CF <sub>Ispc</sub> )			
Kolon_16					0,5	0,5	2,121			
Kolon_17					0,5	0,5	Kıyaslama sonucu (DS <sub>I</sub> ile CF <sub>Ispc</sub> )			
Kolon_18					0,5	0,5	ÖNCELİKLI DEĞİL			
Kolon_19					0,5	0,5				
Kolon_20					0,5	0,5				
Kolon_21					0,5	0,5				

Şekil 30. Özcebe vd. yöntemi Bina – 5 program çıktısı.

Bina –5’ e ait program çıktısından;

1. Minimum normalleştirilmiş yatay rijitlik indeksi (mnlstfi): 0,071301247771836
2. Minimum normalleştirilmiş yatay dayanım indeksi (mnlisi): 6,94250421544539
3. İdealize kolon yükleme alanı (A<sub>trb</sub>): 12,5 m<sup>2</sup>
4. Normalleştirilmiş fazla bağılılık oranı (NRR): 0,293772032902468
5. Normalleştirilmiş fazla bağılılık puanı (NRS): 1
6. Yumuşak kat indeksi (ssi): 1,21428571428571
7. Ağır çıkma indeksi (or): 0,032608695652174
8. Bina can güvenliği performans skoru (DI<sub>LS</sub>): -1,5866193524238
9. Bina can güvenliği sınır değeri (CF<sub>Ispc</sub>): 2,121

Parametre değerleri elde edilmiştir. CF<sub>Ispc</sub> > DI<sub>LS</sub> olduğu için “Öncelikli değil” şeklinde sonuçlanmıştır.

Bina – 6’ ya ait program çıktısı ekran görüntüsü Şekil 31’ de gösterilmiştir.

Normal kat adedi	Serbest kat adedi (n)	Anf (m <sup>2</sup> )	Agf (m <sup>2</sup> )	A <sub>çıkma</sub> (m <sup>2</sup> )	H <sub>zemin</sub> (m)	H <sub>normal</sub> (m)	Sürekli çerçeve sayıları		Zemin kat etkili duvar kesme alanları		
							X eksenli (nfx)	Y eksenli (nfy)	kx <sub>Amwx</sub> (m <sup>2</sup> )	ky <sub>Amwy</sub> (m <sup>2</sup> )	
1	2	92,40	92,40	0,00	2,90	2,90	6	1	4,30138	5,25724	
							Input değer hücreleri sarı renkli arkaplan ile boyanmıştır.		Yatay rijitlik endeksi (In)		
	Sx (m)	Sy (m)	Adet	lx	ly			In <sub>x</sub>	In <sub>y</sub>	mnlstfi	
Kolon_1	0,25	0,30	2	0,33333333	0,66666667			0,057987802	0,028902304	0,028902304	
Kolon_2	0,20	0,20	10	0,5	0,5			Yatay dayanım endeksi (An)			
Kolon_3	0,25	0,25	3	0,5	0,5			An <sub>x</sub>	An <sub>y</sub>	mnlsl	
Kolon_4	0,50	0,30	1	0,66666667	0,33333333			5,26995671	5,516634199	5,26995671	
Kolon_5	0,60	0,25	1	0,66666667	0,33333333			Atrb (m <sup>2</sup> )		nrr	nrs
Kolon_6				0,5	0,5			12,5	0	1	
Kolon_7				0,5	0,5			Yumuşak kat indeksi (ssi)			
Kolon_8				0,5	0,5			1	Ağır çıkma indeksi (or)		
Kolon_9				0,5	0,5			0	Bina can güvenliği performans skoru (DS <sub>Is</sub> )		
Kolon_10				0,5	0,5			-2,061242088			
Kolon_11				0,5	0,5			Sınır değer (CF <sub>Ispc</sub> )			
Kolon_12				0,5	0,5			2,121			
Kolon_13				0,5	0,5			Kıyaslama sonucu (DS <sub>Is</sub> ile CF <sub>Ispc</sub> )			
Kolon_14				0,5	0,5			ÖNCELİKLI DEĞİL			
Kolon_15				0,5	0,5						
Kolon_16				0,5	0,5						
Kolon_17				0,5	0,5						
Kolon_18				0,5	0,5						
Kolon_19				0,5	0,5						
Kolon_20				0,5	0,5						
Kolon_21				0,5	0,5						

Şekil 31. Özcebe vd. yöntemi Bina – 6 program çıktısı.

Bina –6’ ya ait program çıktısından;

1. Minimum normalleştirilmiş yatay rijitlik indeksi (mnlstfi): 0,0289023042929293
2. Minimum normalleştirilmiş yatay dayanım indeksi (mnlsl): 5,26995670995671
3. İdealize kolon yükleme alanı (A<sub>trb</sub>): 12,5 m<sup>2</sup>
4. Normalleştirilmiş fazla bağıllık oranı (NRR): 0
5. Normalleştirilmiş fazla bağıllık puanı (NRS): 1
6. Yumuşak kat indeksi (ssi): 1
7. Ağır çıkma indeksi (or): 0
8. Bina can güvenliği performans skoru (DI<sub>LS</sub>): -2,06124208806818
9. Bina can güvenliği sınır değeri (CF<sub>Ispc</sub>): 2,121

Parametre değerleri elde edilmiştir. CF<sub>Ispc</sub> > DI<sub>LS</sub> olduğu için “Öncelikli değil” şeklinde sonuçlanmıştır.

Bina – 7’ ye ait program çıktısı ekran görüntüsü Şekil 32’ de gösterilmiştir.

Normal kat adedi	Serbest kat adedi (n)	Anf (m2)	Agf (m2)	A_çıkma (m2)	H_zemin (m)	H_normal (m)	Sürekli çerçeve sayıları		Zemin kat etekli duvar kesme alanları	
1	2	145,9779	113,3013	32,6766	4,30	2,80	X eksen (nfx)	Y eksen (nfy)	kx, Amwx (m2)	ky, Amwy (m2)
							4	3	4,138	5,19
		Sx (m)	Sy (m)	Adet	kx	ky	Yatay rijitlik indeksi (In)			
Kolon_1		0,20	0,40	5	0,33333333	0,66666667	In_x	In_y	mnlstfi	
Kolon_2		0,40	0,20	5	0,66666667	0,33333333	0,08343644	0,038697024	0,038697024	
Kolon_3		0,50	0,20	2	0,66666667	0,33333333	Yatay dayanım indeksi (An)			
Kolon_4		0,60	0,30	2	0,66666667	0,33333333	An_x	An_y	mnlis	
Kolon_5							4,578590698	4,264386293	4,264386293	
Kolon_6							Atrb (m2)			
Kolon_7							25	nrr	nrs	
Kolon_8								1,323903609	3	
Kolon_9							Yumuşak kat indeksi (ssi)			
Kolon_10								1,535714286		
Kolon_11							Ağır çıkma indeksi (or)			
Kolon_12								0,288404458		
Kolon_13							Bina can güvenliği performans skoru (DI <sub>LS</sub> )			
Kolon_14								-0,740620412		
Kolon_15							Sınır değer (CF <sub>Ispc</sub> )			
Kolon_16								2,121		
Kolon_17							Kıyaslama sonucu (DS <sub>I</sub> ile CF <sub>Ispc</sub> )			
Kolon_18								ÖNCELİKLI DEĞİL		
Kolon_19										
Kolon_20										
Kolon_21										

Şekil 32. Özcebe vd. yöntemi Bina – 7 program çıktısı.

Bina –7’ ye ait program çıktısından;

1. Minimum normalleştirilmiş yatay rijitlik indeksi (mnlstfi): 0,038697023646067
2. Minimum normalleştirilmiş yatay dayanım indeksi (mnlis): 4,26438629348851
3. İdealize kolon yükleme alanı (A<sub>trb</sub>): 25 m<sup>2</sup>
4. Normalleştirilmiş fazla bağıllık oranı (NRR): 1,32390360922602
5. Normalleştirilmiş fazla bağıllık puanı (NRS): 3
6. Yumuşak kat indeksi (ssi): 1,53571428571429
7. Ağır çıkma indeksi (or): 0,288404457848233
8. Bina can güvenliği performans skoru (DI<sub>LS</sub>): -0,740620412221862
9. Bina can güvenliği sınır değeri (CF<sub>Ispc</sub>): 2,121

Parametre değerleri elde edilmiştir. CF<sub>Ispc</sub> > DI<sub>LS</sub> olduğu için “Öncelikli değil” şeklinde sonuçlanmıştır.

Bina – 8’ e ait program çıktısı ekran görüntüsü Şekil 33’ te gösterilmiştir.

Normal kat adedi	Serbest kat adedi (n)	Anf (m <sup>2</sup> )	Agf (m <sup>2</sup> )	A_çıkma (m <sup>2</sup> )	H_zemin (m)	H_normal (m)	Sürekli çerçeve sayıları		Zemin kat etkili duvar kesme alanları	
							X eksenli (nfx)	Y eksenli (nfy)	kx_Amwx (m <sup>2</sup> )	ky_Amwy (m <sup>2</sup> )
2	3	109,23	109,23	0,00	2,70	2,70	5	3	3,76491	6,37175
							Yatay rijitlik endeksi (In)			
							In_x	In_y	mnlstfi	
							0,035195866	0,089668081	0,035195866	
							Yatay dayanım indeksi (An)			
							An_x	An_y	mnlisi	
							3,569911603	4,833353678	3,569911603	
							Atrib (m <sup>2</sup> )		nrr	nrs
							25		1,83099881	3
							Yumuşak kat indeksi (ssi)			
							1			
							Ağır çıkma indeksi (or)			
							0			
							Bina can güvenliği performans skoru (DI <sub>LS</sub> )			
							-2,531382095			
							Sınır değer (CF <sub>Ispc</sub> )			
							0,383			
							Kıyaslama sonucu (DI <sub>LS</sub> ile CF <sub>Ispc</sub> )			
							ÖNCELİKLİ DEĞİL			

Şekil 33. Özcebe vd. yöntemi Bina – 8 program çıktısı.

Bina –8’ e ait program çıktısından;

1. Minimum normalleştirilmiş yatay rijitlik indeksi (mnlstfi): 0,035195866011576
2. Minimum normalleştirilmiş yatay dayanım indeksi (mnlisi): 3,56991160344635
3. İdealize kolon yükleme alanı (A<sub>trib</sub>): 25 m<sup>2</sup>
4. Normalleştirilmiş fazla bağıllık oranı (NRR): 1,83099880985077
5. Normalleştirilmiş fazla bağıllık puanı (NRS): 3
6. Yumuşak kat indeksi (ssi): 1
7. Ağır çıkma indeksi (or): 0
8. Bina can güvenliği performans skoru (DI<sub>LS</sub>): -2,53138209486608
9. Bina can güvenliği sınır değeri (CF<sub>Ispc</sub>): 0,383

Parametre değerleri elde edilmiştir. CF<sub>Ispc</sub> > DI<sub>LS</sub> olduğu için “Öncelikli değil” şeklinde sonuçlanmıştır.

Bina – 9’ a ait program çıktısı ekran görüntüsü Şekil 34’ te gösterilmiştir.

Normal kat adedi	Serbest kat adedi (n)	Anf (m2)	Agf (m2)	A_çıkma (m2)	H_zemin (m)	H_normal (m)	Sürekli çerçeve sayıları	Zemin kat etekli duvar kesme alanları
2	3	114,6737	114,6737	0,00	2,80	2,80	X eksenli (nfx) Y eksenli (nfy)	kx_Amwx (m2) ky_Amwy (m2)
							2 3	7,47176 8,08326
Sx (m)	Sy (m)	Adet	kx	ky	Yatay rijitlik indeksi (In)			
Kolon_1	0,25	0,60	3	0,33333333	0,66666667	In_x	In_y	mnlstfi
Kolon_2	0,25	0,5	6	0,33333333	0,66666667	0,04148395	0,103707604	0,04148395
Kolon_3	0,35	0,35	1	0,5	0,5	Yatay dayanım indeksi (An)		
Kolon_4	0,25	0,4	3	0,33333333	0,66666667	An_x	An_y	mnlstfi
Kolon_5	0,5	0,25	2	0,66666667	0,33333333	4,287797076	5,676713822	4,287797076
Kolon_6						Atrb (m2) nrr nrs		
Kolon_7						12,5	0,218009884	1
Kolon_8						Yumuşak kat indeksi (ssi)		
Kolon_9						1		
Kolon_10						Ağır çıkma indeksi (or)		
Kolon_11						0		
Kolon_12						Bina can güvenliği performans skoru (DI <sub>LS</sub> )		
Kolon_13						-1,26558412		
Kolon_14						Sınır değeri (CF <sub>Ispc</sub> )		
Kolon_15						0,383		
Kolon_16						Kıyaslama sonucu (DS <sub>LS</sub> ile CF <sub>Ispc</sub> )		
Kolon_17						ÖNCELİKLI DEĞİL		
Kolon_18								
Kolon_19								
Kolon_20								
Kolon_21								

Şekil 34. Özcebe vd. yöntemi Bina – 9 program çıktısı.

Bina –9’ a ait program çıktısından;

1. Minimum normalleştirilmiş yatay rijitlik indeksi (mnlstfi): 0,0414839501608089
2. Minimum normalleştirilmiş yatay dayanım indeksi (mnlstfi): 4,28779707601268
3. İdealize kolon yükleme alanı (A<sub>trb</sub>): 12,5 m<sup>2</sup>
4. Normalleştirilmiş fazla bağlılık oranı (NRR): 0,218009883696087
5. Normalleştirilmiş fazla bağlılık puanı (NRS): 1
6. Yumuşak kat indeksi (ssi): 1
7. Ağır çıkma indeksi (or): 0
8. Bina can güvenliği performans skoru (DI<sub>LS</sub>): -1,26558411957387
9. Bina can güvenliği sınır değeri (CF<sub>Ispc</sub>): 0,383

Parametre değerleri elde edilmiştir. CF<sub>Ispc</sub> > DI<sub>LS</sub> olduğu için “Öncelikli değil” şeklinde sonuçlanmıştır.



Bina – 11’ e ait program çıktısı ekran görüntüsü Şekil 36’ da gösterilmiştir.

Normal kat adedi	Serbest kat adedi (n)	Anf (m2)	Agf (m2)	A. çıkma (m2)	H. zemin (m)	H. normal (m)	Sürekli çerçeve sayıları		Zemin kat etekli duvar kesme alanları	
3	4	114,3379	94,8133	19,5246	2,80	2,80	X eksenli (nfx)	Y eksenli (nfy)	kx_Amwx (m2)	ky_Amwy (m2)
							2	2	5,18086	4,97769
		Sx (m)	Sy (m)	Adet	lx	ly	Yatay rijitlik indeksi (In)			
Kolon_1		0,3	0,50	5	0,333333333	0,666666667	In_x	In_y	mnlstfi	
Kolon_2		0,30	0,4	1	0,333333333	0,666666667	0,116807933	0,059250952	0,059250952	
Kolon_3		0,5	0,3	6	0,666666667	0,333333333	Yatay dayanım indeksi (An)			
Kolon_4		1,1	0,2	1	0,666666667	0,333333333	An_x	An_y	mnlsl	
Kolon_5		0,4	0,3	1	0,666666667	0,333333333	3,886053928	3,481821968	3,481821968	
Kolon_6		0,5	0,2	1	0,666666667	0,333333333	Atrb (m2)	nrr	nrs	
Kolon_7							12,5	0,131838044	1	
Kolon_8							Yumuşak kat indeksi (ssi)			
Kolon_9							1			
Kolon_10							Ağır çıkma indeksi (or)			
Kolon_11							0,617780417			
Kolon_12							Bina can güvenliği performans skoru (DLS)			
Kolon_13							1,182037645			
Kolon_14							Sınır değer (CF <sub>lspc</sub> )			
Kolon_15							0,021			
Kolon_16							Kıyaslama sonucu (DLS ile CF <sub>lspc</sub> )			
Kolon_17							ÖNCELİKLİ			
Kolon_18										
Kolon_19										
Kolon_20										
Kolon_21										

Şekil 36. Özcebe vd. yöntemi Bina – 11 program çıktısı.

Bina – 11’ e ait program çıktısından;

1. Minimum normalleştirilmiş yatay rijitlik indeksi (mnlstfi): 0,0592509522406491
2. Minimum normalleştirilmiş yatay dayanım indeksi (mnlsl): 3,48182196773307
3. İdealize kolon yükleme alanı (A<sub>trb</sub>): 12,5 m<sup>2</sup>
4. Normalleştirilmiş fazla bağıllık oranı (NRR): 0,131838043818747
5. Normalleştirilmiş fazla bağıllık puanı (NRS): 1
6. Yumuşak kat indeksi (ssi): 1
7. Ağır çıkma indeksi (or): 0,617780416882442
8. Bina can güvenliği performans skoru (DLS): 1,18203764487668
9. Bina can güvenliği sınır değeri (CF<sub>lspc</sub>): 0,021

Parametre değerleri elde edilmiştir. DLS > CF<sub>lspc</sub> olduğu için “Öncelikli” olarak sonuçlanmıştır.

#### 4.1.4. İkinci Kademe Uygulama: Yakut (2004) Yöntemi

Yakut (2004) Yöntemi, hesaplamaları ve uygulanabilirliği kolaylaştırmak amacıyla Microsoft® Excel® programında açıklanan sürece uygun bir şekilde uygulanmış olup, programdan elde edilen çıktılar ekran görüntüleri ile gösterilmiştir.

Bina – 1' e ait program çıktısı ekran görüntüsü Şekil 37' de gösterilmiştir.

Bina toplam kütle mt - (ton)		Zemin parametreleri						Zemin kat etkili duvar kesme alanları	
1251,0177	Zemin	DYHD	Sds	Sd1	Ta	Tb	Tl	Aw_x (m2)	Aw_y (m2)
	ZC	DD2	0,879	0,333	0,076	0,379	6	19,72038	20,13122
Beton basınç dayanımı - fc (MPa)		Tp - ampirik hakim doğal titreşim periyodu (s)		Basınç dayanımı (Mpa)					
9,5	Ct	0,1	0,493411724	fc	fc				
				9,5	1,078772451				
Bina görsel kalitesi		Deprem yükü azaltma katsayısı Ra (T)		Bina yük kapasitesi (kN)					
Kötü		8		Vyw,x	Vyw,y				
				3956,694775	4071,016713				
CM Katsayısı		Yatay elastik tasarım spektral ivmesi (Sae)		Basic Capacity Index - BCPI					
0,9175		0,67489276		BCPI,x	BCPI,y				
				3,822994186	3,933453074				
		Azaltılmış tasarım spektral ivmesi - Sar(T)		Capacity Index - CPI					
		0,084361595		CPI,x	CPI,y				
				2,981457591	3,067601716				
		Toplam (X) Eşdeğer Deprem Yüğü - Vcode (kN)		Min_value		Sonuç			
		1034,972742		2,981457591	3,067601716	2,981457591	Yeterli performans		

Şekil 37. Yakut yöntemi Bina – 1 program çıktısı.

Bina – 1' e ait program çıktısından;

1. Toplam eşdeğer deprem yükü ( $V_{IE}^{(x)}$ ) – ( $V_{code}$ ): 1034,9727418264 kN
2. X ekseninde bina yatay yük kapasitesi ( $V_{yw\_x}$ ): 3956,69477498381 kN
3. Y ekseninde bina yatay yük kapasitesi ( $V_{yw\_y}$ ): 4071,01671259321 kN
4. X ekseninde basit kapasite indeksi (BCPI\_x): 3,82299418630243
5. Y ekseninde basit kapasite indeksi (BCPI\_y): 3,9334530737584
6. X ekseninde kapasite indeksi (CPI\_x): 2,98145759104261
7. Y ekseninde kapasite indeksi (CPI\_y): 3,06760171589733
8. Kritik (esas) kapasite indeksi (CPI): 2,98145759104261

Parametre değerleri elde edilmiştir.  $CPI > 1,2$  olduğu için “Yeterli performans” olarak sonuçlanmıştır.

Bina – 2’ ye ait program çıktısı ekran görüntüsü Şekil 38’ de gösterilmiştir.

Bina toplam kütle mt - (ton)		Zemin parametreleri							Zemin kat etkili duvar kesme alanları	
220,42		Zemin	DYHD	Sds	Sd1	Ta	Tb	Tl	Aw_x (m2)	Aw_y (m2)
		ZD	DD2	0,882	0,475	0,108	0,539	6	5,64135	6,23518
Beton basınç dayanımı - fc (MPa)		Ct		Tp - ampirik hakim doğal titreşim periyodu (s)						
7,5		0,1		0,36110402						
Bina görsel kalitesi		Deprem yükü azaltma katsayısı Ra (T)								
Kötü		6,349759								
CM Katsayısı		Yatay elastik tasarım spektral ivmesi (Sae)								
0,9175		0,882								
		Azaltılmış tasarım spektral ivmesi - Sar(T)								
		0,13890291								
		Toplam (X) Eşdeğer Deprem Yüğü - Vcode (kN)								
		300,2500002								
		Basınç dayanımı (Mpa)								
		fc	fc							
		7,5	0,958514476							
		Bina yük kapasitesi (kN)								
		Vyw,x	Vyw,y							
		1294,606862	1908,239749							
		Basic Capacity Index - BCPI								
		BCPI,x	BCPI,y							
		4,311763068	6,355502907							
		Capacity Index - CPI								
		CPI,x	CPI,y	Min_value	Sonuç					
		3,362636223	4,95649783	3,362636223	Yeterli performans					

Şekil 38. Yakut yöntemi Bina – 2 program çıktısı.

Bina – 2’ ye ait program çıktısından;

1. Toplam eşdeğer deprem yükü ( $V_{IE}^{(x)}$ ) – ( $V_{code}$ ): 300,250000243047 kN
2. X ekseninde bina yatay yük kapasitesi ( $V_{yw\_x}$ ): 1294,60686231093 kN
3. Y ekseninde bina yatay yük kapasitesi ( $V_{yw\_y}$ ): 1908,23974933897 kN
4. X ekseninde basit kapasite indeksi ( $BCPI\_x$ ): 4,31176306831962
5. Y ekseninde basit kapasite indeksi ( $BCPI\_y$ ): 6,35550290689188
6. X ekseninde kapasite indeksi ( $CPI\_x$ ): 3,36263622290576
7. Y ekseninde kapasite indeksi ( $CPI\_y$ ): 4,9564978295123
8. Kritik (esas) kapasite indeksi (CPI): 3,36263622290576

Parametre değerleri elde edilmiştir.  $CPI > 1,2$  olduğu için “Yeterli performans” olarak sonuçlanmıştır.

Bina – 3’ e ait program çıktısı ekran görüntüsü Şekil 39’ da gösterilmiştir.

Bina toplam kütle mt - (ton)		Zemin parametreleri							Zemin kat etkili duvar kesme alanları	
196,4		Zemin	DVHD	Sds	Sd1	Ta	Tb	TI	Aw_x (m2)	Aw_y (m2)
		ZD	DD2	0,875	0,467	0,107	0,533	6	3,7316	4,1244
Beton basınç dayanımı - fc (MPa)		Ct	Tp - ampirik hakim doğal titreşim periyodu (s)							
13,4		0,1	0,40473409							
Bina görsel kalitesi		Deprem yükü azaltma katsayısı Ra (T)								
Orta		6,796755068								
CM Katsayısı		Yatay elastik tasarım spektral ivmesi (Sae)								
0,9725		0,875								
		Azaltılmış tasarım spektral ivmesi - Sar(T)								
		0,128737904								
		Toplam (X) Eşdeğer Deprem Yüğü - Vcode (kN)								
		247,9525576								
		Basınç dayanımı (Mpa)								
		fc	fcT							
		13,4	1,281210365							
		Bina yük kapasitesi (kN)								
		Vyw,x	Vyw,y							
		1100,061768	1417,068278							
		Basic Capacity Index - BCPI								
		BCPI,x	BCPI,y							
		4,436581652	5,715078288							
		Capacity Index - CPI								
		CPI,x	CPI,y	Min_value	Sonuç					
		3,667389308	4,72422659	3,667389308	Yeterli performans					

Şekil 39. Yakut yöntemi Bina – 3 program çıktısı.

Bina – 3’ e ait program çıktısından;

1. Toplam eşdeğer deprem yükü ( $V_{IE}^{(X)}$ ) – ( $V_{code}$ ): 247,952557613887 kN
2. X ekseninde bina yatay yük kapasitesi ( $V_{yw\_x}$ ): 1100,06176766976 kN
3. Y ekseninde bina yatay yük kapasitesi ( $V_{yw\_y}$ ): 1417,06827847336 kN
4. X ekseninde basit kapasite indeksi ( $BCPI\_x$ ): 4,43658165197386
5. Y ekseninde basit kapasite indeksi ( $BCPI\_y$ ): 5,71507828800067
6. X ekseninde kapasite indeksi ( $CPI\_x$ ): 3,6673893080629
7. Y ekseninde kapasite indeksi ( $CPI\_y$ ): 4,72422658981855
8. Kritik (esas) kapasite indeksi (CPI): 3,6673893080629

Parametre değerleri elde edilmiştir.  $CPI > 1,2$  olduğu için “Yeterli performans” olarak sonuçlanmıştır.

Bina – 4’ e ait program çıktısı ekran görüntüsü Şekil 40’ ta gösterilmiştir.

Bina toplam kütle mt - (ton)		Zemin parametreleri							Zemin kat etkili duvar kesme alanları	
437,0244		Zemin	DYHD	Sds	Sd1	Ta	Tb	Tl	Aw_x (m2)	Aw_y (m2)
		ZD	DD2	0,884	0,477	0,108	0,54	6	6,1456	5,5603
Beton basınç dayanımı - fc (MPa)		Ct		Tp - ampirik hakim doğal titreşim periyodu (s)						
4,91		0,1		0,612228464						
Bina görsel kalitesi		Deprem yükü azaltma katsayısı Ra (T)								
Kötü		8								
CM Katsayısı		Yatay elastik tasarım spektral ivmesi (Sae)								
0,9175		0,779120914								
		Azaltılmış tasarım spektral ivmesi - Sar(T)								
		0,097390114								
		Toplam (X) Eşdeğer Deprem Yüğü - Vcode (kN)								
		417,3892273								
		Basınç dayanımı (Mpa)								
		fc	fc							
		4,91	0,775548193							
		Bina yük kapasitesi (kN)								
		Vyw,x	Vyw,y							
		1407,470349	1204,205368							
		Basic Capacity Index - BCPI								
		BCPI,x	BCPI,y							
		3,372081157	2,885089718							
		Capacity Index - CPI								
		CPI,x	CPI,y	Min_value	Sonuç					
		2,629801793	2,250009344	2,250009344	Yeterli performans					

Şekil 40. Yakut yöntemi Bina – 4 program çıktısı.

Bina – 4’ e ait program çıktısından;

1. Toplam eşdeğer deprem yükü ( $V_{IE}^{(x)}$ ) – ( $V_{code}$ ): 417,38922729891 kN
2. X ekseninde bina yatay yük kapasitesi ( $V_{yw\_x}$ ): 1407,47034864902 kN
3. Y ekseninde bina yatay yük kapasitesi ( $V_{yw\_y}$ ): 1204,20536817364 kN
4. X ekseninde basit kapasite indeksi (BCPI\_x): 3,3720811573344
5. Y ekseninde basit kapasite indeksi (BCPI\_y): 2,88508971821465
6. X ekseninde kapasite indeksi (CPI\_x): 2,62980179257616
7. Y ekseninde kapasite indeksi (CPI\_y): 2,25000934399265
8. Kritik (esas) kapasite indeksi (CPI): 2,25000934399265

Parametre değerleri elde edilmiştir.  $CPI > 1,2$  olduğu için “Yeterli performans” olarak sonuçlanmıştır.

Bina – 5’ e ait program çıktısı ekran görüntüsü Şekil 41’ de gösterilmiştir.

Bina toplam kütlesi mt - (ton)		Zemin parametreleri							Zemin kat etkili duvar kesme alanları		
172,975		Zemin	DYHD	Sds	Sd1	Ta	Tb	Tl	Aw_x (m2)	Aw_y (m2)	
		ZC	DD2	0,862	0,321	0,074	0,372	6	3,5667	3,94213	
Beton basınç dayanımı - fc (MPa)		Tp - ampirik hakim doğal titreşim periyodu (s)									
6,55		Ct	0,1	0,39291062							
Bina görsel kalitesi		Deprem yükü azaltma katsayısı Ra (T)									
Kötü		8									
CM Katsayısı		Yatay elastik tasarım spektral ivmesi (Sae)									
0,9175		0,8169797									
		Azaltılmış tasarım spektral ivmesi - Sar(T)									
		0,102122462									
		Toplam (X) Eşdeğer Deprem Yüğü - Vcode (kN)									
		173,2308726									
		Basınç dayanımı (Mpa)									
		fc	fc								
		6,55	0,895753872								
		Bina yük kapasitesi (kN)									
		Vyw_x	Vyw_y								
		1236,97176	1174,107981								
		Basic Capacity Index - BCPI									
		BCPI_x	BCPI_y								
		7,140596484	6,77706321								
		Capacity Index - CPI									
		CPI_x	CPI_y	Min_value	Sonuç						
		5,568772683	5,285763717	5,285763717	Yeterli performans						

Şekil 41. Yakut yöntemi Bina – 5 program çıktısı.

Bina – 5’ e ait program çıktısından;

1. Toplam eşdeğer deprem yükü ( $V_{IE}^{(X)}$ ) – ( $V_{code}$ ): 173,230872647878 kN
2. X ekseninde bina yatay yük kapasitesi ( $V_{yw\_x}$ ): 1236,97176006841 kN
3. Y ekseninde bina yatay yük kapasitesi ( $V_{yw\_y}$ ): 1174,10798061554 kN
4. X ekseninde basit kapasite indeksi ( $BCPI\_x$ ): 7,14059648353077
5. Y ekseninde basit kapasite indeksi ( $BCPI\_y$ ): 6,7770632144836
6. X ekseninde kapasite indeksi ( $CPI\_x$ ): 5,56877268259356
7. Y ekseninde kapasite indeksi ( $CPI\_y$ ): 5,28576371743954
8. Kritik (esas) kapasite indeksi (CPI): 5,28576371743954

Parametre değerleri elde edilmiştir.  $CPI > 1,2$  olduğu için “Yeterli performans” olarak sonuçlanmıştır.

Bina – 6’ ya ait program çıktısı ekran görüntüsü Şekil 42’ de gösterilmiştir.

Bina toplam kütlesi mt - (ton)		Zemin parametreleri							Zemin kat etkili duvar kesme alanları		
184,8		Zemin	DYHD	Sds	Sd1	Ta	Tb	Tl	Aw_x (m2)	Aw_y (m2)	
		ZD	DD2	0,885	0,477	0,108	0,539	6	4,30138	5,25724	
Beton basınç dayanımı - fc (MPa)	10,01	Ct	Tp - ampirik hakim doğal titreşim periyodu (s)							Basınç dayanımı (Mpa)	
		0,1	0,373741217							fc	fc
										10,01	1,107350441
Bina görsel kalitesi	Kötü	Deprem yükü azaltma katsayısı Ra (T)									
		6,466987169									
CM Katsayısı	0,9175	Yatay elastik tasarım spektral ivmesi (Sae)									
		0,885									
		Azaltılmış tasarım spektral ivmesi - Sar(T)									
		0,136848888									
Toplam (X) Eşdeğer Deprem Yüğü - Vcode (kN)		248,0069857									
		Basic Capacity Index - BCPI									
		BCPI_x	BCPI_y								
		4,798012383	5,599715635								
Capacity Index - CPI											
CPI_x	CPI_y	Min_value	Sonuç								
3,741849907	4,367078231	3,741849907	Yeterli performans								

Şekil 42. Yakut yöntemi Bina – 6 program çıktısı.

Bina – 6’ ya ait program çıktısından;

1. Toplam eşdeğer deprem yükü ( $V_E^{(x)}$ ) – ( $V_{code}$ ): 248,006985694234 kN
2. X ekseninde bina yatay yük kapasitesi ( $V_{yw\_x}$ ): 1189,94058846626 kN
3. Y ekseninde bina yatay yük kapasitesi ( $V_{yw\_y}$ ): 1388,76859539 kN
4. X ekseninde basit kapasite indeksi (BCPI\_x): 4,79801238314041
5. Y ekseninde basit kapasite indeksi (BCPI\_y): 5,59971563503537
6. X ekseninde kapasite indeksi (CPI\_x): 3,74184990730162
7. Y ekseninde kapasite indeksi (CPI\_y): 4,36707823087321
8. Kritik (esas) kapasite indeksi (CPI): 3,74184990730162

Parametre değerleri elde edilmiştir.  $CPI > 1,2$  olduğu için “Yeterli performans” olarak sonuçlanmıştır.

Bina – 7’ ye ait program çıktısı ekran görüntüsü Şekil 43’ te gösterilmiştir.

Bina toplam kütle mt - (ton)		Zemin parametreleri							Zemin kat etkili duvar kesme alanları	
259,2792		Zemin	DVHD	Sds	Sd1	Ta	Tb	Tl	Aw_x (m2)	Aw_y (m2)
		ZD	DD2	0,874	0,465	0,106	0,532	6	4,138	5,19
Beton basınç dayanımı - fc (MPa)		Ct		Tp - ampirik hakim doğal titreşim periyodu (s)						
10,92		0,1		0,434954433						
Bina görsel kalitesi		Deprem yükü azaltma katsayısı Ra (T)								
Orta		7,087917604								
CM Katsayısı		Yatay elastik tasarım spektral ivmesi (Sae)								
0,9725		0,874								
		Azaltılmış tasarım spektral ivmesi - Sar(T)								
		0,123308431								
		Toplam (X) Eşdeğer Deprem Yüğü - Vcode (kN)								
		313,5314608								
		Basınç dayanımı (Mpa)								
		fc	fct							
		10,92	1,156589815							
		Bina yük kapasitesi (kN)								
		Vyw,x	Vyw,y							
		1268,761208	1308,87484							
		Basic Capacity Index - BCPI								
		BCPI,x	BCPI,y							
		4,046679096	4,174620424							
		Capacity Index - CPI								
		CPI,x	CPI,y	Min_value	Sonuç					
		3,345086107	3,450845608	3,345086107	Yeterli performans					

Şekil 43. Yakut yöntemi Bina – 7 program çıktısı.

Bina – 7’ ye ait program çıktısından;

1. Toplam eşdeğer deprem yükü ( $V_E^{(x)}$ ) – ( $V_{code}$ ): 313,531460810235 kN
2. X ekseninde bina yatay yük kapasitesi ( $V_{yw\_x}$ ): 1268,7612082795 kN
3. Y ekseninde bina yatay yük kapasitesi ( $V_{yw\_y}$ ): 1308,87484000752 kN
4. X ekseninde basit kapasite indeksi (BCPI\_x): 4,04667909561847
5. Y ekseninde basit kapasite indeksi (BCPI\_y): 4,1746204244547
6. X ekseninde kapasite indeksi (CPI\_x): 3,34508610741562
7. Y ekseninde kapasite indeksi (CPI\_y): 3,45084560836486
8. Kritik (esas) kapasite indeksi (CPI): 3,34508610741562

Parametre değerleri elde edilmiştir.  $CPI > 1,2$  olduğu için “Yeterli performans” olarak sonuçlanmıştır.

Bina – 8’ e ait program çıktısı ekran görüntüsü Şekil 44’ te gösterilmiştir.

Bina toplam kütlesi mt - (ton)		Zemin parametreleri							Zemin kat etkili duvar kesme alanları		
317,61		Zemin	DYHD	Sds	Sd1	Ta	Tb	Tl	Aw_x (m2)	Aw_y (m2)	
		ZD	DD2	0,885	0,479	0,108	0,541	6	5,76491	6,37175	
Beton basınç dayanımı - fc (MPa)		Ct	Tp - ampirik hakim doğal titreşim periyodu (s)							Basınç dayanımı (Mpa)	
12,73		0,1	0,480135441							fc	fc
Bina görsel kalitesi		Deprem yükü azaltma katsayısı Ra (T)									
Orta		7,437480968									
CM Katsayısı		Yatay elastik tasarım spektral ivmesi (Sae)									
0,9725		0,885									
		Azaltılmış tasarım spektral ivmesi - Sar(T)									
		0,118991901									
		Toplam (X) Eşdeğer Deprem Yüğü - Vcode (kN)									
		370,6228972									
		Basic Capacity Index - BCPI									
		BCPI_x	BCPI_y								
		3,401122396	4,825388704								
		Capacity Index - CPI									
		CPI_x	CPI_y	Min_value	Sonuç						
		2,811452801	3,988786937	2,811452801	Yeterli performans						

Şekil 44. Yakut yöntemi Bina – 8 program çıktısı.

Bina – 8’ e ait program çıktısından;

1. Toplam eşdeğer deprem yükü ( $V_{IE}^{(x)}$ ) – ( $V_{code}$ ): 370,622897215499 kN
2. X ekseninde bina yatay yük kapasitesi ( $V_{yw\_x}$ ): 1260,53383625361 kN
3. Y ekseninde bina yatay yük kapasitesi ( $V_{yw\_y}$ ): 1788,39954150717 kN
4. X ekseninde basit kapasite indeksi ( $BCPI\_x$ ): 3,40112239617153
5. Y ekseninde basit kapasite indeksi ( $BCPI\_y$ ): 4,82538870356762
6. X ekseninde kapasite indeksi ( $CPI\_x$ ): 2,81145280073529
7. Y ekseninde kapasite indeksi ( $CPI\_y$ ): 3,98878693708659
8. Kritik (esas) kapasite indeksi ( $CPI$ ): 2,81145280073529

Parametre değerleri elde edilmiştir.  $CPI > 1,2$  olduğu için “Yeterli performans” olarak sonuçlanmıştır.

Bina – 9’ a ait program çıktısı ekran görüntüsü Şekil 45’ te gösterilmiştir.

Bina toplam kütle (ton)		Zemin parametreleri						Zemin kat etkili duvar kesme alanları		
344,0211		Zemin	DYHD	Sds	Sd1	Ta	Tb	Tl	Aw_x (m2)	Aw_y (m2)
		ZC	DD2	0,876	0,331	0,076	0,378	6	7,47176	8,08326
Beton basınç dayanımı - fc (MPa)		Ct		Tp - ampirik hakim doğal titreşim periyodu (s)						
6,97		0,1		0,493411724						
Bina görsel kalitesi		Deprem yükü azaltma katsayısı Ra (T)								
Kötü		8								
CM Katsayısı		Yatay elastik tasarım spektral ivmesi (Sae)								
0,9175		0,67083935								
		Azaltılmış tasarım spektral ivmesi - Sar(T)								
		0,083854919								
		Toplam (X) Eşdeğer Deprem Yüğü - Vcode (kN)								
		282,9008797								
		Basınç dayanımı (Mpa)								
		fc	fcT							
		6,97	0,924026515							
		Bina yük kapasitesi (kN)								
		Vyw,x	Vyw,y							
		1281,329819	1765,767127							
		Basic Capacity Index - BCPI								
		BCPI,x	BCPI,y							
		4,529253569	6,241645937							
		Capacity Index - CPI								
		CPI,x	CPI,y	Min_value	Sonuç					
		3,532251627	4,867703625	3,532251627	Yeterli performans					

Şekil 45. Yakut yöntemi Bina – 9 program çıktısı.

Bina – 9’ a ait program çıktısından;

1. Toplam eşdeğer deprem yükü ( $V_{IE}^{(x)}$ ) – ( $V_{code}$ ): 282,900879734343 kN
2. X ekseninde bina yatay yük kapasitesi ( $V_{yw\_x}$ ): 1281,32981924363 kN
3. Y ekseninde bina yatay yük kapasitesi ( $V_{yw\_y}$ ): 1765,76712653177 kN
4. X ekseninde basit kapasite indeksi (BCPI\_x): 4,52925356911882
5. Y ekseninde basit kapasite indeksi (BCPI\_y): 6,24164593687339
6. X ekseninde kapasite indeksi (CPI\_x): 3,53225162721654
7. Y ekseninde kapasite indeksi (CPI\_y): 4,86770362501914
8. Kritik (esas) kapasite indeksi (CPI): 3,53225162721654

Parametre değerleri elde edilmiştir.  $CPI > 1,2$  olduğu için “Yeterli performans” olarak sonuçlanmıştır.

Bina – 10’ a ait program çıktısı ekran görüntüsü Şekil 46’ da gösterilmiştir.

Bina toplam kütlesi mt - (ton)		Zemin parametreleri						Zemin kat etkili duvar kesme alanları						
1062,24		Zemin	DYHD	Sds	Sd1	Ta	Tb	Tl	Aw_x (m2)	Aw_y (m2)				
		ZD	DD2	0,886	0,479	0,108	0,54	6	13,643	10,829				
Beton basınç dayanımı - fc (MPa)	13	Ct	0,1	Tp - ampirik hakim doğal titreşim periyodu (s)		0,652784559								
Bina görsel kalitesi	Orta	Deprem yükü azaltma katsayısı Ra (T)		8										
CM Katsayısı	0,9725	Yatay elastik tasarım spektral ivmesi (Sae)		0,733779611										
		Azaltılmış tasarım spektral ivmesi - Sar(T)		0,091722451										
		Toplam (X) Eşdeğer Deprem Yükü - Vcode (kN)		955,4742345										
		Basınç dayanımı (Mpa)		fc		13					fct		1,261942946	
		Bina yük kapasitesi (kN)		Vyw,x		2639,664028					Vyw,y		2022,249874	
		Basic Capacity Index - BCPI		BCPI,x		2,762674212					BCPI,y		2,116488128	
		Capacity Index - CPI				CPI,x	CPI,y	Min_value	Sonuç					
						2,28369557	1,749541999	1,749541999	Yeterli performans					

Şekil 46. Yakut yöntemi Bina – 10 program çıktısı.

Bina – 10’ a ait program çıktısından;

1. Toplam eşdeğer deprem yükü ( $V_E^{(x)}$ ) – ( $V_{code}$ ): 955,474234533813 kN
2. X ekseninde bina yatay yük kapasitesi ( $V_{yw\_x}$ ): 2639,66402781257 kN
3. Y ekseninde bina yatay yük kapasitesi ( $V_{yw\_y}$ ): 2022,24987382276 kN
4. X ekseninde basit kapasite indeksi (BCPI\_x): 2,7626742118279
5. Y ekseninde basit kapasite indeksi (BCPI\_y): 2,11648812781377
6. X ekseninde kapasite indeksi (CPI\_x): 2,28369557035224
7. Y ekseninde kapasite indeksi (CPI\_y): 1,74954199865406
8. Kritik (esas) kapasite indeksi (CPI): 1,74954199865406

Parametre değerleri elde edilmiştir.  $CPI > 1,2$  olduğu için “Yeterli performans” olarak sonuçlanmıştır.

Bina – 11’ e ait program çıktısı ekran görüntüsü Şekil 47’ de gösterilmiştir.

Bina toplam kütlesi mt - (ton)		Zemin parametreleri							Zemin kat etkili duvar kesme alanları	
437,827		Zemin	DYHD	Sds	Sd1	Ta	Tb	Tl	Aw_x (m2)	Aw_y (m2)
		ZC	DD2	0,880	0,333	0,076	0,378	6	5,18086	4,97769
Beton basınç dayanımı - fc (MPa)		Ct		Tp - ampirik hakim doğal titreşim periyodu (s)						
7,8		0,1		0,612228464						
Bina görsel kalitesi		Deprem yükü azaltma katsayısı Ra (T)								
Kötü		8								
CM Katsayısı		Yatay elastik tasarım spektral ivmesi (Sae)								
0,9175		0,5439146								
		Azaltılmış tasarım spektral ivmesi - Sar(T)								
		0,067989325								
		Toplam (X) Eşdeğer Deprem Yükü - Vcode (kN)								
		291,9200638								
		Basınç dayanımı (Mpa)								
		fc								
		7,8								
		0,977496803								
		Bina yük kapasitesi (kN)								
		Vyw,x								
		1065,878058								
		941,8039124								
		Basic Capacity Index - BCPI								
		BCPI,x								
		3,651266872								
		BCPI,y								
		3,226239061								
		Capacity Index - CPI								
		CPI,x								
		2,847531752								
		CPI,y								
		2,516063187								
		Min_value								
		2,516063187								
		Sonuç								
		Yeterli performans								

Şekil 47. Yakut yöntemi Bina – 11 program çıktısı.

Bina – 11’ e ait program çıktısından;

1. Toplam eşdeğer deprem yükü ( $V_{IE}^{(X)}$ ) – ( $V_{code}$ ): 291,920063820028 kN
2. X ekseninde bina yatay yük kapasitesi ( $V_{yw\_x}$ ): 1065,87805836725 kN
3. Y ekseninde bina yatay yük kapasitesi ( $V_{yw\_y}$ ): 941,803912447741 kN
4. X ekseninde basit kapasite indeksi (BCPI\_x): 3,65126687223655
5. Y ekseninde basit kapasite indeksi (BCPI\_y): 3,22623906052712
6. X ekseninde kapasite indeksi (CPI\_x): 2,84753175198548
7. Y ekseninde kapasite indeksi (CPI\_y): 2,51606318732858
8. Kritik (esas) kapasite indeksi (CPI): 2,51606318732858

Parametre değerleri elde edilmiştir.  $CPI > 1,2$  olduğu için “Yeterli performans” olarak sonuçlanmıştır.

## BEŞİNCİ BÖLÜM

### SONUÇ VE ÖNERİLER

Birinci kademe değerlendirme kapsamında 6306 – RYTEİE yöntemi uygulanmasının sonucunda, önceliklendirmede kullanılmak üzere her bir binaya ait bina performans puanı bulunmuştur. Bina performans puanları, Okuyucu vd. (2018) tarafından belirlenen sınır değer aralıklarına göre değerlendirilmiştir (bkz. Tablo 14). Ayrıca, bu tez kapsamında bir sınır değer (85) önerilmiştir.

Hassan-Sözen yöntemi, Özcebe vd. yöntemi ve Yakut yöntemi uygulamalarının sonucunda her bir binaya ait sırasıyla önceliklendirme endeksi (PI), bina can güvenliği performans skoru ve kapasite endeksi değerlerine ulaşılmıştır. Ayrıca, bina can güvenliği performans skoru ile bina can güvenliği sınır değeri kıyaslanarak öncelik değerlendirmesi; CPI değeri ile 1,2 değeri kıyaslanarak performans değerlendirmesi yapılmıştır.

Tüm bu bulgular bir araya getirilip, çeşitli görsel materyaller ile birlikte açıklanmıştır. Söz konusu bulgular ışığında, binanın “riskli”, “öncelikli” ya da “yeterli – yetersiz performans” olarak sonuçlanma eğilimleri ile değişkenler (bina serbest kat sayısı, zemin durumu vb.) arasındaki ilişkiler yorumlanmıştır.

#### **5.1. Birinci Kademe Uygulama: 6306 – RYTEİE Yöntemi Sonuçları**

Birinci kademe değerlendirme kapsamında 6306 – RYTEİE yönteminin uygulandığı tüm binalara ait bina performans puanları büyükten küçüğe olarak şekilde sıralanmıştır ve Tablo 14’ e göre risk durumları belirtilmiştir. Ayrıca serbest kat sayısı, görünen kalite, zemin sınıfı, yapı nizam durumu ve bitişik nizamda kat seviyesi durumu değişkenlerine göre sonuçtaki eğilim gözlemlenmiştir.

İlk 11 binaya ait sonuçlar Tablo 24’ te gösterilmiştir.

Tablo 24

6306 – RYTEİE uygulaması sonuç tablosu – İlk 11 bina.

	<b>Kat adedi</b>	<b>Kalite</b>	<b>Zemin</b>	<b>Yapı nizamı</b>	<b>Kat seviyesi durumu</b>	<b>PP puanı</b>	<b>Risk sınıfı (Tablo 14)</b>	<b>Risk rengi (Tablo 14)</b>
<b>Bina – 2</b>	2	Kötü	ZD	Kenar B.	Farklı	85	Düşük	Sarı
<b>Bina – 5</b>	2	Kötü	ZC	Ayrık	–	85	Düşük	Sarı
<b>Bina – 3</b>	2	Kötü	ZD	Kenar B.	Farklı	75	Düşük	Sarı
<b>Bina – 6</b>	2	Kötü	ZD	Orta B.	Farklı	75	Düşük	Sarı
<b>Bina – 7</b>	2	Orta	ZD	Kenar B.	Farklı	70	Düşük	Sarı
<b>Bina – 8</b>	3	Kötü	ZD	Kenar B.	Aynı	70	Düşük	Sarı
<b>Bina – 9</b>	3	Kötü	ZC	Orta B.	Farklı	65	Düşük	Sarı
<b>Bina – 10</b>	4	Kötü	ZD	Ayrık	–	60	Orta	Turuncu
<b>Bina – 1</b>	3	Kötü	ZC	Ayrık	–	60	Orta	Turuncu
<b>Bina – 11</b>	4	Kötü	ZC	Ayrık	–	20	Orta	Turuncu
<b>Bina – 4</b>	4	Kötü	ZD	Orta B.	Farklı	15	Orta	Turuncu

Tablo 24’ te ifade edilen sonuçlara göre ilk 11 binanın tamamı farklı seviyelerde olmak üzere “Riskli” olarak sonuçlanmıştır. Değişkenler ile sonuçlar arasındaki ilişki görülmektedir.

Prosedüre göre, zemin sınıfı değerinden yola çıkılarak “deprem tehlike bölgesi” değişkeni tespit edilmektedir. Bu tabloda iki farklı zemin sınıfı (ZC/ZD) görülmesine ve ayrıca, ilk 11 binanın farklı bölgelere dağılmış olmasına karşın, “deprem tehlike bölgesi” değişkeni tüm binalarda “II” olarak sonuçlanmıştır. Dolayısıyla, zemin durumunun etkisi bu tabloda net bir şekilde görülememiştir. Ancak, serbest kat sayısı ile risk potansiyelinin doğru

orantılı bir ilişki içerisinde olduğu fark edilmektedir. Sokak taraması uygulanan diğer 12 binaya ait sonuçlar Tablo 25’ te gösterilmiştir.

Tablo 25

6306 – RYTEİE uygulaması sonuç tablosu – Son 12 bina.

	<b>Kat adedi</b>	<b>Kalite</b>	<b>Zemin</b>	<b>Yapı nizamı</b>	<b>Kat seviyesi durumu</b>	<b>PP puanı</b>	<b>Risk sınıfı (Tablo 14)</b>	<b>Risk rengi (Tablo 14)</b>
<b>Bina – 23</b>	1	İyi	ZC	Ayrık	–	120	Güvenli	Mavi
<b>Bina – 13</b>	2	İyi	ZC	Kenar B.	Farklı	105	Düşük	Sarı
<b>Bina – 14</b>	3	İyi	ZC	Kenar B.	Farklı	85	Düşük	Sarı
<b>Bina – 22</b>	4	İyi	ZC	Kenar B.	Farklı	75	Düşük	
<b>Bina – 15</b>	3	İyi	ZC	Kenar B.	Aynı	70	Düşük	Sarı
<b>Bina – 16</b>	3	İyi	ZC	Kenar B.	Aynı	70	Düşük	Sarı
<b>Bina – 20</b>	3	İyi	ZC	Kenar B.	Farklı	65	Düşük	
<b>Bina – 12</b>	4	İyi	ZC	Kenar B.	Aynı	50	Orta	Turuncu
<b>Bina – 21</b>	3	Orta	ZC	Kenar B.	Farklı	35	Orta	Turuncu
<b>Bina – 19</b>	4	Orta	ZC	Kenar B.	Farklı	30	Orta	Turuncu
<b>Bina – 17</b>	4	İyi	ZC	Ayrık	–	25	Orta	Turuncu
<b>Bina – 18</b>	5	İyi	ZC	Ayrık	–	15	Orta	Turuncu

Tablo 25’ te belirtilen sonuçlara göre 1 bina hariç geri kalan diğer tüm binalar farklı seviyelerde olmak üzere riskli olarak sonuçlanmıştır.

Son 12 bina aynı sokakta bulunduğundan dolayı, yapılan AFAD TDTH raporlamalarına göre aynı zemin değerleri baz alınmıştır. Tablo 24' e göre yapılan değerlendirmeye benzer şekilde, serbest kat sayısı ile risk durumunun doğru orantılı olduğu tespit edilmiştir.

## 5.2. İkinci Kademe Uygulama: Hassan ve Sözen (1997) Yöntemi Sonuçları

İkinci kademe değerlendirme kapsamında Hassan-Sözen yönteminin uygulandığı binalara ait önceliklendirme endeksleri büyükten küçüğe olacak şekilde sıralanmıştır. Ayrıca serbest kat sayısı, kolonların enkesit alanları toplamı ( $A_{ce}$ ) ve serbest kat alanları toplamı ( $A_{tf}$ ) değişkenlerine göre sonuçlardaki eğilim gözlemlenmiştir. Sonuçlar Tablo 26' da gösterilmiştir.

Tablo 26

Hassan-Sözen uygulaması sonuç tablosu.

	Serbest kat adedi	$A_{ce}$ (m <sup>2</sup> )	$A_{tf}$ (m <sup>2</sup> )	PI Endeksi (%)
<b>Bina – 5</b>	2	0,89	172,975	0,720722
<b>Bina – 2</b>	2	0,8	220,42	0,618879
<b>Bina – 4</b>	4	1,9225	437,0244	0,567137
<b>Bina – 6</b>	2	0,5187	184,8	0,513467
<b>Bina – 9</b>	3	0,9362	344,0211	0,489338
<b>Bina – 3</b>	2	0,565	196,4	0,477678
<b>Bina – 8</b>	3	0,77	317,61	0,423944
<b>Bina – 7</b>	2	0,68	259,2792	0,421861
<b>Bina – 11</b>	4	1,105	437,827	0,366073
<b>Bina – 1</b>	3	2,5737	1251,017	0,363367
<b>Bina – 10</b>	4	1,675	1062,24	0,259630

Tablo 26’ da belirtilen sonuçlar incelendiğinde, önceliklendirme endeksi ile kolonların enkesit alanları toplamı parametresinin doğru orantılı; Serbest kat sayısı ve serbest kat alanları toplamı parametreleri ile ters orantılı olduğu tespit edilmiştir. Taşıyıcılığın (rijitliğin ya da sağlamlığın) artması ile birlikte önceliklendirme endeksinin arttığı görülmüştür. Dolayısıyla, büyükten küçüğe doğru sıralanmış olan önceliklendirme endekslerine (PI) denk gelen binaların, aynı zamanda en sağlamdan en riskli binaya doğru sıralandığı şeklinde yorumlanabilmektedir. Bununla birlikte, risk (öncelik) sıralamasında Tablo 24 (6306 – RYTEİE Uygulaması Sonuç Tablosu – İlk 11 Bina) ile hemen hemen benzer dağılım görülmüştür.

### 5.3. İkinci Kademe Uygulama: Özcebe vd. (2003) Yöntemi Sonuçları

İkinci kademe değerlendirme kapsamında Özcebe vd. (2003) yönteminin uygulandığı binalara ait bina can güvenliği performans skoru değerleri küçükten büyüğe olacak şekilde sıralanmış olup, her bir binanın kendi içerisinde sahip olduğu bina can güvenliği sınır değerlerine göre öncelik sonuçlandırması Tablo 27’ de gösterilmiştir.

Tablo 27

Özcebe vd. (2003) uygulaması sonuç tablosu.

	mnlstfi	mnlsi	NR	ssi	or	DI <sub>LS</sub>	CF <sub>Ispc</sub>	TSCS	Sonuç
<b>Bina – 8</b>	0,0351	3,569	3	1	0	-2,531382	0,383	5+3=8	Yeterli
<b>Bina – 6</b>	0,0289	5,269	1	1	0	-2,061242	2,121	6+1=7	Yeterli
<b>Bina – 2</b>	0,0400	5,281	1	1	0,01	-2,038715	2,121	2+2=4	Yeterli
<b>Bina – 5</b>	0,0713	6,942	1	1,21	0,03	-1,586619	2,121	3+2=5	Yeterli
<b>Bina – 9</b>	0,0414	4,288	1	1	0	-1,265584	0,383	2+3=5	Yeterli
<b>Bina – 4</b>	0,1687	5,400	1	1	0	-0,879415	0,021	1+5=6	Yeterli
<b>Bina – 7</b>	0,0387	4,264	3	1,53	0,28	-0,740620	2,121	4+3=7	Yeterli
<b>Bina– 10</b>	0,0458	2,474	2	1	0,12	-0,667121	0,021	3+6=9	Yeterli
<b>Bina – 3</b>	0,0413	4,378	1	1,39	0	-0,630680	2,121	4+2=6	Yeterli
<b>Bina – 1</b>	0,0477	3,614	1	1	0,26	-0,428348	0,383	3+2=5	Yeterli
<b>Bina– 11</b>	0,0592	3,481	1	1	0,61	1,182037	0,021	2+2=4	Yetersiz

Tablo 27’ de belirtilen sonuçlar analiz edildiğinde, bina can güvenliği performans skoru (DILS) ile serbest kat adedi -önceki tablolarda yazmaktadır, yumuşak kat indeksi ve ağır çıkma indeksi parametrelerinin doğru orantılı; Minimum normalleştirilmiş yatay rijitlik indeksi, minimum normalleştirilmiş yatay dayanım indeksi, normalleştirilmiş fazla bağlılık puanı ve toplam sürekli çerçeve sayısı parametrelerinin ters orantılı olduğu tespit edilmiştir.

Bina – 11’ de  $DI_{LS} > CF_{Ispc}$  olduğu için “yetersiz performans/öncelikli” olarak sonuçlanmıştır. Bina – 11 dışındaki binalar ise “yeterli performans/önceliksiz” şeklinde sonuçlanmıştır.

Bu tabloya göre, sağlamlığın (güvenilirliğin) artması ile birlikte bina can güvenliği performans skorunun azaldığı yönünde (ters orantı) bir yorum yapmak mümkündür.

#### **5.4. İkinci Kademe Uygulama: Yakut (2004) Yöntemi Sonuçları**

İkinci kademe değerlendirme başlığı altında yer alan Yakut (2004) yönteminin uygulandığı binalara ait kapasite indeksi değerleri büyükten küçüğe doğru olacak şekilde sıralanmıştır. Sıralama işlemi, binaların dayanıklılıklarını daha iyi anlamak ve karşılaştırmak için önemlidir. 1,2 değerine göre performans değerlendirmesi sonucu belirtilmiştir.

Ayrıca, serbest kat adedi, toplam eşdeğer deprem yükü ve bina yatay yük kapasitesi gibi parametreler ile kapasite indeksi arasındaki ilişki gözlemlenmiştir. Söz konusu parametreler arasındaki ilişki, kapasite indeksinin belirlenmesinde ve binaların performans değerlendirmesinde kritik bir rol oynamaktadır.

Sonuçlar Tablo 28’ de gösterilmiştir.

Tablo 28

Yakut (2004) uygulaması sonuç tablosu.

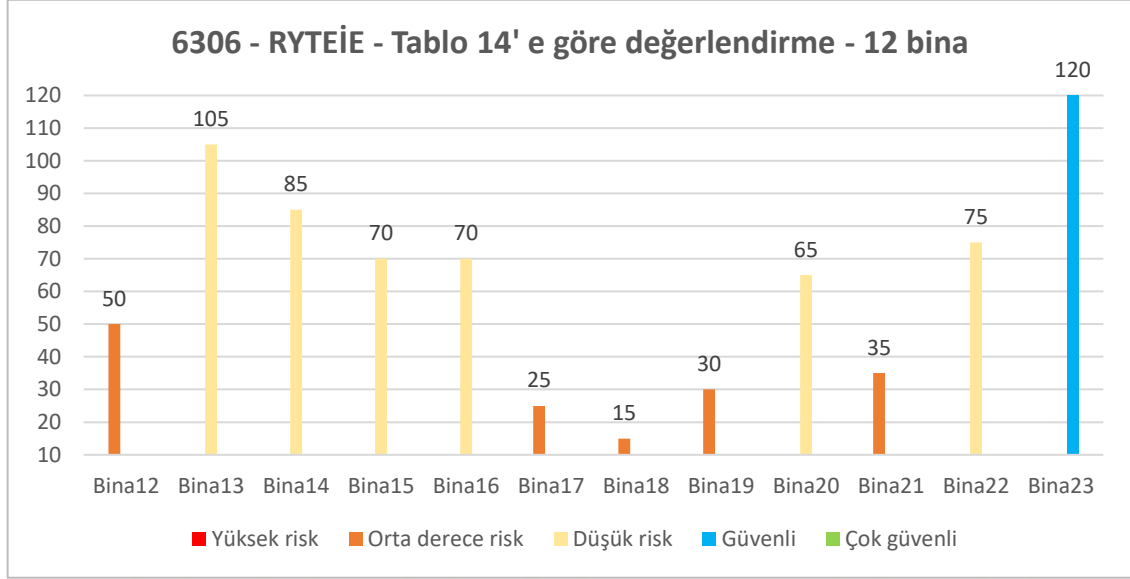
	Serbest kat adedi	z. s.	S <sub>DS</sub>	V <sub>code</sub> (kN)	V <sub>yw</sub> (kN)	CPI	Sınır	Sonuç (Performans durumu)
<b>Bina – 5</b>	2	ZC	0,862	173,23	1174,1	5,2857	1,2	Yeterli
<b>Bina – 6</b>	2	ZD	0,885	248,00	1189,9	3,7418	1,2	Yeterli
<b>Bina – 3</b>	2	ZD	0,875	247,95	1100,0	3,6673	1,2	Yeterli
<b>Bina – 9</b>	3	ZC	0,876	282,90	1281,3	3,5322	1,2	Yeterli
<b>Bina – 2</b>	2	ZD	0,882	300,2	1294,6	3,3626	1,2	Yeterli
<b>Bina – 7</b>	2	ZD	0,874	313,53	1268,7	3,3450	1,2	Yeterli
<b>Bina – 1</b>	3	ZC	0,879	1034,9	3956,7	2,9814	1,2	Yeterli
<b>Bina – 8</b>	3	ZD	0,885	370,62	1260,5	2,8114	1,2	Yeterli
<b>Bina –</b>	4	ZC	0,880	291,92	941,80	2,5160	1,2	Yeterli
<b>Bina – 4</b>	4	ZD	0,884	417,3	1204,2	2,2500	1,2	Yeterli
<b>Bina –</b>	4	ZD	0,886	955,47	2022,2	1,7495	1,2	Yeterli

Tablo 28’ de belirtilen sonuçlar göz önüne alındığında, kapasite indeksi ile bina yatay yük kapasitesi parametresinin doğru orantılı; serbest kat sayısı ve toplam eşdeğer deprem yükü parametrelerinin ters orantılı bir şekilde değişim gösterdiği gözlemlenmiştir. Bu yönteme göre tüm binalar “yeterli performans” şeklinde sonuçlanmıştır.

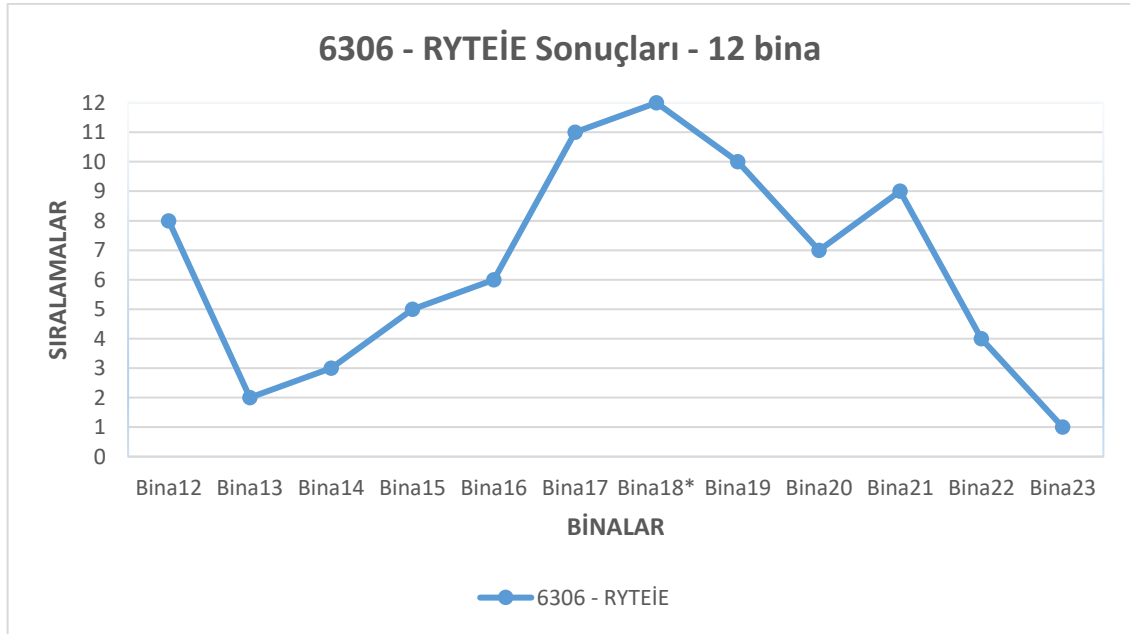
İlgili tabloya göre, taşıyıcılığın (rijitliğin ya da sağlamlığın) artması ile kapasite indeksinin arttığı şeklinde bir değerlendirme yapmak mümkündür. Bundan dolayı, büyükten küçüğe doğru sıralanmış olan kapasite indekslerine karşılık gelen binaların, aynı zamanda en sağlamdan en riskli binaya doğru sıralandığı şeklinde bir tespit yapılmıştır.

## 5.5. Genel Değerlendirme ve Yöntemlerin Kullanılabilirliği Üzerine Öneriler

6306 – RYTEİE yöntemi uygulamalarının sonucunda Çanakkale İl merkezinde bir sokakta bulunan 12 binaya ait elde edilen risk (öncelik) dağılımları Şekil 48 ve Şekil 49’ da belirtilen grafiklerde gösterilmiştir.



Şekil 48. 6306 – RYTEİE - Tablo 14' e göre değerlendirme - 12 bina.

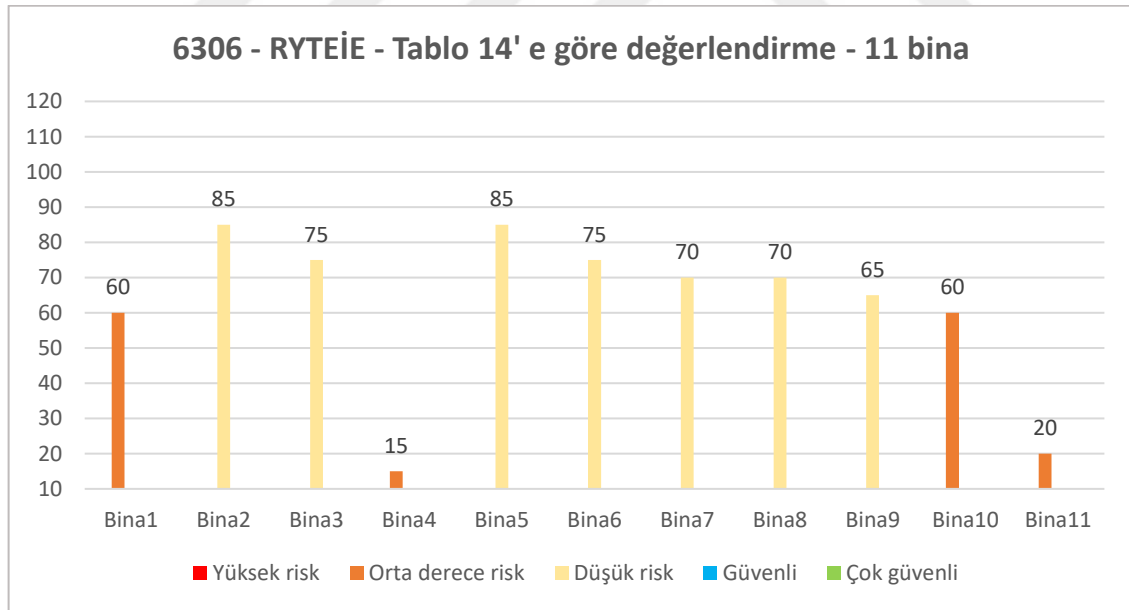


Şekil 49. 6306 – RYTEİE öncelik sıralaması – 12 bina.

6306 – RYTEİE yönteminde sıralama mertebesi arttıkça risk potansiyeli artmaktadır. Bu doğrultuda, söz konusu grafiklerde belirtilen binalar içerisinde en güvenli bina “Bina – 23”; En riskli bina “Bina – 18” olarak tespit edilmiştir.

Bina – 18 görünen kalite bakımından “İyi” olarak değerlendirilmesine rağmen, en fazla serbest kat sayısına (5) sahip olduğu için sıralamada en riskli bina olarak konumlanmıştır. Dolayısıyla, serbest kat sayısının, binaların riskli olarak tespit edilmesinde önemli bir rol oynadığı görülmüştür.

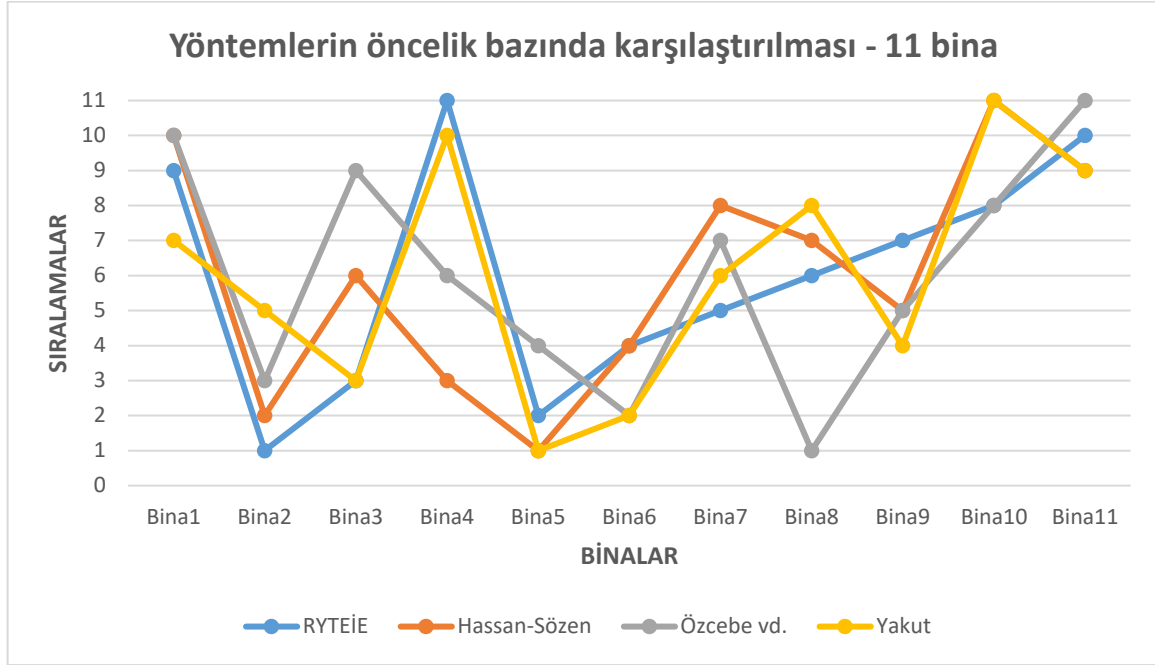
6306 – RYTEİE yöntemi uygulamalarının sonucunda 11 binaya ait elde edilen puan dağılımları Şekil 50’ de belirtilen grafikte; 6306 – RYTEİE, Hassan-Sözen yöntemi, Özcebe vd. yöntemi ve Yakut yöntemi uygulamalarının sonucunda elde edilen risk (öncelik) dağılımları Şekil 51’ de belirtilen grafikte ifade edilmiştir.



Şekil 50. 6306 – RYTEİE - Tablo 14' e göre değerlendirme - 11 bina.

Aşağıda gösterilen Şekil 51 grafiğinde yatay ekseninde binaların isimleri yazılmış olup, her bir binanın her bir yöntem içerisinde sahip olduğu sıralama düzeyi ekseninde nokta ile belirtilmiştir. Örneğin Bina – 6; 6306 – RYTEİE yöntemi için 4.derece, Hassan-Sözen

yöntemi için 4.derece, Özcebe vd. yöntemi için 2.derece ve Yakut yöntemi için 2.derece öncelik değerine sahiptir.



Şekil 51. Yöntemlerin öncelik bazında karşılaştırılması – 11 bina.

Şekil 51’ de bulunan grafikte, Bina – 8 ve Bina – 4 dışında yaklaşık olarak tüm yöntemlerin benzer öncelik dağılımlarına sahip olduğu görülmüştür. Bu açıdan, yöntemlerin her biri farklı parametreleri ele almasına rağmen, öncelik sıralaması bakımından hemen hemen benzer sonuçlar verdiği anlaşılmıştır.

Söz konusu grafikte, sadece Özcebe vd. yöntemi sürekli çerçeve sayısını ele aldığı için ve Bina – 8, diğer binalara göre nispeten fazla sürekli çerçeve sayısına (her iki ekseninde toplam 8) sahip ve yumuşak kat indeksi parametresinin bir etkisi olmadığı (1) için; Bina – 8, Özcebe vd. yöntemine göre güvenilirlik (sağlamlık) açısından ilk sırada yer almıştır. Bu nedenlerden dolayı, Özcebe vd. yönteminin Bina – 8 için verdiği sonuç, diğer yöntemlerden gözle görülür bir şekilde farklılaşmıştır. Bununla birlikte, Tablo 27 incelendiğinde, Bina – 8’ in güvenilirlik (sağlamlık) açısından ilk sırada yer almasında TSCS değerinin, ssi değerine göre daha etkili bir faktör olduğu görülmüştür.

Şekil 51’ de gösterilen grafiğe göre, Bina-4 kötü zemin koşullarına sahip olduğu ve sadece 6306-RYTEİE yöntemi ile Yakut yöntemi zemin koşullarını dikkate aldığı için bu 2 yöntem ilgili binada benzer dağılım (RYTEİE yönteminde 11.sıra; Yakut yönteminde 10.sıra) göstermiştir. Hassan – Sözen yöntemi ile Özcebe vd. yöntemi arasındaki sonuç farklılığının temel sebebi ise benzer şekilde Özcebe vd. yönteminin başta sürekli çerçeve sayısı olmak üzere birçok parametreyi hesaba katmasıdır.

Daha önce ifade edildiği üzere, tez kapsamında açıklanan tüm yöntemlerin uygulandığı 11 adet bina, 6306 Sayılı Afet Riski Altındaki Alanların Dönüştürülmesi Hakkında Kanun uyarınca, kentsel dönüşüme girmiş binalardır. Dolayısıyla, uygulanan Özcebe vd. yöntemi ve Yakut yönteminin, söz konusu 11 bina için “öncelikli/yetersiz performans” sonucunu vermesi beklenmiştir. Ancak Özcebe vd. yöntemi ile 1 bina (Bina – 11) hariç geri kalan hepsinde “önceliksiz/yeterli performans” sonuçlarına ulaşılmıştır.

Söz konusu 2 yöntemin serbest kat sayısı artışına bağlı olarak “öncelikli/yetersiz performans” şeklinde sonuç verme eğilimlerini incelemek amacıyla ilgili 11 binanın tamamının sırasıyla 5 katlı ve 6 katlı olduğu 2 farklı senaryo belirlenmiş olup, sonuçlar sırasıyla Tablo 29 ve Tablo 30’ da gösterilmiştir.

Tablo 29

Serbest kat sayısının 5 olduğu durumda Özcebe ve Yakut sonuçları.

	Özcebe			Yakut		
	DI <sub>Ls</sub>	CF <sub>Ispe</sub>	Sonuc	CPI	Sınır	Sonuc
<b>Bina – 1</b>	1,8019	0,495	<b>Yetersiz P.</b>	1,665	1,2	Yeterli P.
<b>Bina – 2</b>	0,4871	0,495	Yeterli P.	1,0448	1,2	<b>Yetersiz P.</b>
<b>Bina – 3</b>	1,713	0,495	<b>Yetersiz P.</b>	1,1929	1,2	<b>Yetersiz P.</b>
<b>Bina – 4</b>	-0,0545	0,495	Yeterli P.	1,7392	1,2	Yeterli P.
<b>Bina – 5</b>	1,3138	0,495	<b>Yetersiz P.</b>	1,8904	1,2	Yeterli P.
<b>Bina – 6</b>	0,3785	0,495	Yeterli P.	1,2101	1,2	Yeterli P.
<b>Bina – 7</b>	3,9731	0,495	<b>Yetersiz P.</b>	1,0215	1,2	<b>Yetersiz P.</b>
<b>Bina – 8</b>	-1,02802	0,495	Yeterli P.	1,4428	1,2	Yeterli P.
<b>Bina – 9</b>	0,2906	0,495	Yeterli P.	1,9371	1,2	Yeterli P.
<b>Bina – 10</b>	0,16216	0,495	Yeterli P.	1,36338	1,2	Yeterli P.
<b>Bina – 11</b>	2,49804	0,495	<b>Yetersiz P.</b>	1,93337	1,2	Yeterli P.

Tablo 30

Serbest kat sayısının 6 olduğu durumda Özcebe ve Yakut sonuçları.

	Özcebe			Yakut		
	DI <sub>Ls</sub>	CF <sub>Ispc</sub>	Sonuç	CPI	Sınır	Sonuç
<b>Bina – 1</b>	2,8472	1,265	<b>Yetersiz P.</b>	1,32712	1,2	Yeterli P.
<b>Bina – 2</b>	1,1992	1,265	Yeterli P.	0,8336	1,2	<b>Yetersiz P.</b>
<b>Bina – 3</b>	2,38729	1,265	<b>Yetersiz P.</b>	0,95373	1,2	<b>Yetersiz P.</b>
<b>Bina – 4</b>	0,70205	1,265	Yeterli P.	1,38853	1,2	Yeterli P.
<b>Bina – 5</b>	2,10777	1,265	<b>Yetersiz P.</b>	1,50625	1,2	Yeterli P.
<b>Bina – 6</b>	1,06291	1,265	Yeterli P.	0,969336	1,2	<b>Yetersiz P.</b>
<b>Bina – 7</b>	5,430505	1,265	<b>Yetersiz P.</b>	0,80701	1,2	<b>Yetersiz P.</b>
<b>Bina – 8</b>	-0,34219	1,265	Yeterli P.	1,15032	1,2	<b>Yetersiz P.</b>
<b>Bina – 9</b>	0,98970	1,265	Yeterli P.	1,531307	1,2	Yeterli P.
<b>Bina – 10</b>	0,96019	1,265	Yeterli P.	1,095516	1,2	<b>Yetersiz P.</b>
<b>Bina – 11</b>	3,76799	1,265	<b>Yetersiz P.</b>	1,539131	1,2	Yeterli P.

Tablo 29 ve Tablo 30 incelendiğinde serbest kat sayısının 5 olduğu durumda Özcebe yönteminde 5 ve Yakut yönteminde 3 olmak üzere toplam 8; serbest kat sayısının 6 olduğu durumda Özcebe yönteminde 5 ve Yakut yönteminde 6 olmak üzere toplam 11 adet değerlendirmenin “öncelikli/yetersiz performans” şeklinde sonuçlandığı görülmüştür.

Bulgular doğrultusunda, ilgili 11 binanın “önceliksiz/yeterli performans” şeklinde sonuçlanmasında, Çanakkale İl merkezi yapı stokunun büyük bir bölümünün nispeten az sayılabilecek serbest kat sayısı adedine (ortalama 3-5 kat) sahip olması gerçeğinin önemli bir paya sahip olduğu görülmüştür. Başka bir deyişle, ilgili 11 binanın tamamının, 6 kat ve üzeri serbest kat sayısına sahip olduğu bir senaryoda, Özcebe ve Yakut yönteminde “yetersiz performans” olarak sonuçlanma ihtimallerinin oldukça yüksek olduğu tespit edilmiştir.

Tüm bu çıkarımlar doğrultusunda, gerçekçi sonuçlar vermesi, hızlı – kullanımı kolay olması, zemin etkisini dikkate alması ve aynı zamanda resmiyette bir karşılığının bulunması sebebiyle önceliklendirme (sıralama) çalışmalarında kullanılmak üzere birinci kademe değerlendirme yöntemi olarak “6306 – RYTEİE Yöntemi” önerilmesi mümkündür.

Önceliklendirme çalışmalarında serbest kat sayısının “risk yaratması” açısından baskın bir olumsuz faktör olması, zemin etkisini dikkate alması ve sıralamada 6306 – RYTEİE yöntemi ile benzer sonuçlar vermesi sebebiyle önceliklendirme çalışmalarında kullanılmak üzere “Yakut (2004) Yöntemi” bir alternatif olarak önerilmesi mümkündür.

Hassan – Sözen Yöntemi (1997), ikinci kademe değerlendirme yöntemleri içerisinde az sayıda parametreyi ele alması, hızlı sonuçlanması ve kullanım kolaylığı bakımından avantajlı bir konuma sahiptir. Ancak bunun bir sonucu olarak, yalnızca öncelik sıralaması çalışmalarında kullanılabilir. Ek olarak, zemin etkisini dikkate almaması ve bundan dolayı 6306 – RYTEİE yönteminin verdiği öncelik sıralamasından farklılaşması göz önüne alınması gereken bir dezavantajdır. Yine de, verilerin yetersiz (ya da ulaşılamaz) olduğu anlarda sadece sıralamada kullanılmak üzere bu yöntem ele alınabilmektedir ve bir fikir oluşturabilmektedir.

Özcebe vd. (2003) yönteminde, diğer yöntemlerden farklı olarak gözettiği X ve Y eksenlerinde sürekli çerçeve sayılarının, “öncelikli” olarak sonuçlanma potansiyeline sahip binaların “önceliksiz” olarak sonuçlanmasına neden olan baskın faktörler olduğu görülmüştür.

## **5.6. Yöntem Geliştirilmesi ve Kalibrasyon Üzerine Öneriler**

Daha önce de ifade edildiği gibi birinci kademe değerlendirme kapsamında 6306 – RYTEİE yöntemi önerilmiş olup, söz konusu yöntemi geliştirmek ve hassaslaştırmak amacıyla aşağıda gerekçeleri ile birlikte verilen birtakım önerilerde bulunulmuştur:

### **1- Serbest kat sayısı sınırlamasının kaldırılması:**

RYTEİE – 2019 Madde A.2.1.1 gereğince 1 ila 7 katlı mevcut betonarme binalar için, RYTEİE – 2019 Madde A.2.2.3 gereğince 1 ila 5 katlı mevcut yığma binalar için kullanılabilir. Söz konusu sınırlama metropol, büyükşehir gibi çoğunlukla orta – yüksek katlı binalar içerebilen ve büyük ölçekli kent stokuna sahip yerleşimlerde önemli

ölçüde dezavantaj yaratabilir. Bu duruma bir çözüm olarak tüm yöntem, serbest kat sayısının değişken olduğu bir biçimde formüle edilebilir ya da mümkün olabilecek tüm serbest kat sayısı olasılıkları için etkili bir puanlama sistemi nomogramları geliştirilebilir.

## 2- “Yapım Yılı” parametresinin eklenmesi:

Bahse konu yöntemde binaların görünen kalitesi “İyi”, “Orta” ve “Kötü” şeklinde belirlenmektedir. Ancak statik olarak eski sayılabilecek binaların dış cephesinde manto çalışması yapıldığı durumlar, “Kötü” olması gereken görünümün “Orta” ya da “İyi” olmasına ve bu durum öncelikli olması gereken yapıların önceliksiz olmasına (öncelik sıralamasının düşmesine) neden olabilmektedir. Bu sebeple, yapım (inşaat) yılı veya -varsa- projesinin esas aldığı standartları gözetmek amacıyla proje onay tarihi ya da inşaat ruhsatı yılı göz önüne alınabilir. Söz konusu yöntem yönetmelikte yer aldığı (resmi olduğu) için, ihtiyaç duyulan onaylı statik proje, onaylı mimari proje ve ruhsatların temini ilgili yerel yönetimlerden (belediyeler ve il özel idareleri) temin edilebilir. Bu noktada bir hatırlatma olarak, statik durumu iyileştirmediği için, mimari tadilat sebebiyle sonradan hazırlanan tadilat ruhsatı tarihleri gözetilmemelidir. Önerilen “Yapım yılı” parametresi ile ilgili bu tez kapsamında; Ülkemizdeki bina deprem yönetmelikleri çalışmalarının başlangıç yılının 1975 olarak kabul görmesi sebebiyle “1975 öncesi”, özellikle 1990’ lı yıllardan sonra hazır beton üretiminin hızla yaygınlaşması nedeniyle “1976-1990” skalası, yapı denetim sektörünün özellikle 2000’ li yıllardan itibaren yaygınlaşması sebebiyle “1991-2000” skalası, 2007 Deprem Bölgelerinde Yapılacak Binalar Hakkında Yönetmelik ile beraber zemin parametreleri tanımları ve tasarım kurallarının genişletilmesi nedeniyle “2001-2007” skalası, benzer şekilde 2018 Türkiye Bina Deprem Yönetmeliği kapsamında ilgili yönetmeliğin parametreler, tasarım kuralları ve içerik bakımından diğer birçok konuda güncellenmesi ile birlikte “2008-2018” skalası ve son olarak “2019-sonrası” olmak üzere 6 farklı aralık belirlenmiştir. İlgili aralıkların etkisini hesaplamaya yansıtma amacıyla her bir aralık için katsayı belirlenebilir ve bunun için literatürde yer alan mevcut istatistikî yöntemler kullanılarak abaklar hazırlanabilir. Söz konusu parametrenin hesaba dahil edileceği durumda, kalibrasyonu iyileştirmek amacıyla daha önceden yaşanmış olan depremlerde yıkılan binalara ait veriler kullanılabilir ve elde edilecek tüm bu dağılımlar kalibrasyonun doğruluğunu -mümkün olduğunca- sağlayabilir.

### 3- Görsel kalitenin detaylandırılması

Betonarme binalar için “Bina Görsel Kalitesi” olarak, Yığma binalar için ise “Malzeme Kalitesi” olarak yönetmelikte yer alan “İyi”, “Orta” ve “Kötü” sınıflandırmaları sonuçları hassaslaştırmak amacıyla bölünebilir. Bu kapsamda görünen kalite parametresi ile ilgili olarak bu tez kapsamında; “Çok İyi”, “İyi”, “Orta”, “Kötü” ve “Çok Kötü” sınıflandırmaları önerilmiştir. Ayrıca hangi durumda hangi görünüm sınıflandırmasının uygulanacağı biraz daha keskinleştirilebilir. Örneğin; Yapısal görünümün statik ve görsel anlamda tamamen uygun olduğu senaryoda “Çok iyi”, uygun ama nispeten eski görünmesi (renk solması, cephede hafif nemlenme-rutubet oluşması vb.) durumunda “İyi”, statik anlamda uygun ama hafif derecede sıva çatlakları ve dış cephede hafif derecede sıva-boya dökülmeleri olduğu durumda “Orta”, orta - uzun vadede korozyon açısından statik durumu etkileyebilecek kabuk betonun/yığma duvarın görünür olduğu durumlar, çatlaklar olması durumunda “Kötü” ve statik uygunluğu bozacak şekilde donatının ortaya çıkması, betonda/yığma duvarda derin çatlaklar bulunması, beton parçalarının/yığma duvarların dökülecek seviyeye gelmesi gibi en kritik senaryolarda “Çok kötü” sınıflandırması yapılabilir. Tüm bu kriterler, alanında yetkin uzman akademisyenler tarafından hazırlanacak olan bilgi föylerinde görsel materyaller ile birlikte desteklenebilir ve yöntemi uygulayacak teknik personellere verilecek eğitimler ile birlikte yoruma dayalı hata yapma oranı önemli ölçüde azaltılabilir. Sınıflandırmaların tanımlanması ile birlikte her bir sınıflandırma türü için sabit katsayılar ya da serbest kat sayısının değişken olduğu puanlama sistemleri geliştirilebilir.

### 4- Zemin iyileştirmesinin göz önüne alınması:

6306 – RYTEİE yönteminde “Zemin Sınıfı”, “Deprem Yer Hareketi Düzeyi”, “SDS” ve “Deprem Tehlike Bölgesi” parametreleri gözetilerek zemin durumunun hesaplamaya etkisi dikkate alınmaktadır. Ancak, her ne kadar eski binalarda zemin iyileştirmesi yapılması olasılığı düşük olsa da ülkemizde özellikle 1999 yılı sonrası bu olasılık giderek artmaktadır (yaygınlaşmaktadır). Bu bağlamda, şayet ilgili binanın oturduğu zeminde jet grout, DSM (derin zemin karıştırması), kompaksiyon, taş kolon, zemin çivisi gibi zemin iyileştirme yöntemleri uygulanmışsa, bu durum önceki önerilerde belirtildiği şekilde istatistiki çalışmalar ışığında her bir zemin iyileştirme yöntemi için hesaplanacak olan sabit katsayılar

ile veya serbest kat sayısının değişken olduğu formüller ile birlikte puanlamaya olumlu anlamda yansıtılabilir.

Benzer şekilde, ikinci kademe değerlendirme yöntemleri kapsamında önerilen Yakut (2004) yöntemini geliştirmek ve kalibre etmek maksadıyla aşağıda gerekçeleri ile birlikte verilen önerilerde bulunulmuştur:

1- Beton test çekici veya ultrasonik test sonuçlarının kullanılabilirliği:

Sahada beton numunesi alımına kıyasla pratik olması ve zaman kazandırması sebebiyle, yöntemde kullanılan “Beton basınç dayanımı-  $f_c$ ” parametresinde uygun dönüştürme katsayıları ile birlikte, tahribatsız yöntem olan beton test çekici veya ultrasonik ses dalgaları ile çalışan beton dayanım test cihazlarının verdiği değerleri kullanılabilir. Bu kapsamda, söz konusu deneylerin uygulanma miktarına, hangi katta ve hangi taşıyıcı sistem eleman türlerinde uygulanacağına doğru bir şekilde karar verilmelidir.

2- Yığma ve diğer taşıyıcı sistem türleri için geliştirilmesi:

Söz konusu yöntem prosedürü betonarme binalar için geliştirilmiş olup, benzer bir algoritma yığma ve çelik yapı türleri için türetilebilir.

3- Düzensizliklerin göz önüne alınması:

6306 – RYTEİE yönteminde yer alan yumuşak kat – zayıf kat, düşeyde düzensizlik, ağır çıkma, planda düzensizlik, kısa kolon, yapı nizam durumu, tabii zemin eğimi gibi parametreler bu yöntemde gerekli istatistiki deneysel çalışmalar ile birlikte elde edilecek katsayılar veya formüller kullanılarak göz önüne alınabilir.

4- “Yapım Yılı” parametresinin eklenmesi:

Bahse konu yöntemde görünen beton kalitesi ile ilgili olarak “İyi”, “Orta” veya “Kötü” opsiyonları mevcuttur. Bu kapsamda, görünen beton kalitesi parametresinin yanı sıra

“Yapım Yılı” parametresi de benzer şekilde 6306 – RYTEİE yöntemi için açıklanan önerilerde tarif edildiği şekilde “1975 öncesi”, “1976 – 1990”, “1991 – 2000”, “2001 – 2007”, “2008 – 2018” ve “2019 sonrası” olmak üzere 6 farklı kategoride sınıflandırılabilir.

#### 5- Zemin iyileştirmesinin göz önüne alınması:

Söz konusu yöntemde zemin parametreleri ile ilgili olarak SDS, SD1, TA, TB, TL ve bunların bir sonucu olarak Sae değerleri kullanılmaktadır. Bu açıdan, diğer yöntemler ile kıyaslandığında zemin parametrelerinin etkisine önemli ölçüde yer verilmiştir. Tüm bu parametreler ile beraber, tıpkı 6306 – RYTEİE yöntemi için açıklanan önerilerde tarif edildiği gibi zemin iyileştirme durumu da göz önüne alınabilir. Bu kapsamda, ilgili binanın oturduğu zeminde jet grout, DSM (derin zemin karıştırması), kompaksiyon, taş kolon, zemin çivisi gibi zemin iyileştirme yöntemlerinin uygulandığı durumlar, istatistiki çalışmalar doğrultusunda her bir zemin iyileştirme yöntemi için hesaplanacak olan sabit katsayılar ile birlikte değerlendirmeye olumlu anlamda yansıtılabilir.

Yöntemlerden bağımsız olarak genel bir öneri olarak aşağıda belirtilen öneride bulunulmuştur:

#### Mevcut bina sismik risk haritası:

Yapılacak olan bina envanter tarama çalışmaları ile ilgili olarak, ada – parsel bazında işlenmiş ya da işlenecek tüm verilerin devamlı surette güncel kalmasını sağlamak amacıyla interaktif bilgisayar destekli tasarım arayüzü oluşturulması önemli ölçüde fayda sağlayabilir. Bu çalışmalar ile birlikte kent ölçeğinde belirlenecek puan aralıklarına bağlı olarak her bir binanın 5 farklı kategoride (Çok Riskli – Riskli – Az Riskli – Emniyetli – Çok Emniyetli) sınıflandırılıp harita üzerinde renklendirilmesi, ardından kent ölçeğinde “Mevcut Bina Sismik Risk Haritası” oluşturulması mümkün olabilir. Ayrıca, söz konusu haritanın tamamlanması sonrasında ilgili binalarda ikamet eden kişi sayısının da göz önüne alınması ile birlikte olası afet senaryolarında can kaybı/yaralı sayısı tahminleri ve ana ulaşım akslarında bulunan risk teşkil eden yapılar göz önüne alındığında olası afet senaryolarında nereye öncelik verilmesi gerektiği belirlenerek acil durum ve afet planlaması yapılabilir. Bu

kapsamda, başta üniversiteler olmak üzere, ilgili meslek odaları ve diğer kamu kurumları ile protokol yapılmasını takiben yapılması muhtemel bir “Deprem Master Planı” çalışmasına önemli düzeyde kaynak oluşturabilir.



## KAYNAKÇA

- 6306 Sayılı Kanunun Uygulama Yönetmeliği, EK-2, Riskli Yapıların Tespit Edilmesine İlişkin Esaslar. (2019). *Resmî Gazete*, 30688, 16 Şubat. Ankara.
- Afet Bölgelerinde Yapılacak Binalar Hakkında Yönetmelik. (1997). Ankara: T.C. Bayındırlık ve İskân Bakanlığı.
- Anderson, R. W. (1987). "The San Salvador Earthquake of October 10, 1986—Review of Building Damage". *Earthquake Spectra*, 3(3), 530. <https://doi.org/10.1193/1.1585444>
- Bıkçe, M. (2015). "Türkiye’de Hasara ve Can Kaybına Neden Olan Deprem Listesi (1900-2014)", 3. *Türkiye Deprem Mühendisliği ve Sismoloji Konferansı*, 14-16 Ekim 2015, Dokuz Eylül Üniversitesi, İzmir.
- Bıkçe, M. (2017). "Türkiye’deki Depremlerde Alınan ve Alınabilecek Önlemler". *Uluslararası Mühendislik Araştırma ve Geliştirme Dergisi*, 9(2), 24-31.
- Cole, G., Chouw, N., and Dhakal, R. (2011). "Building And Bridge Pounding Damage Observed in the 2011 Christchurch Earthquake". *Bulletin of the New Zealand Society for Earthquake Engineering*, 44(4), 335. <https://doi.org/10.5459/bnzsee.44.4.334-341>
- Deprem Şurası. (2004). *T.C. Bayındırlık ve İskan Bakanlığı (Mülga), Komisyon Raporları*. 1-580. Ankara.
- Dogan, M., Unluoglu, E., and Ozbasaran, H. (2007). "Earthquake Failures of Cantilever Projections Buildings". *Engineering Failure Analysis*, 14(8), 1461-1463. <https://doi.org/10.1016/j.engfailanal.2007.01.008>
- EMPI. (2003). *Earthquake master plan for Istanbul*. İstanbul.
- Ertürkmen, D. ve Çağatay, İ. H. (2016). " Dolgu Duvarlı Yapılarda Yumuşak Kat ve Zayıf Kat Düzensizliklerinin İncelenmesi". *Çukurova Üniversitesi Mühendislik-Mimarlık Fakültesi Dergisi*, 31(2), 269-278. <https://doi.org/10.21605/cukurovaummfd.310297>
- FEMA. (1988a). *Rapid Visual Screening of Buildings for Potential Seismic Hazards: A Handbook*. Federal Emergency Management Agency, Washington D.C., USA.

- FEMA. (1988b). *Rapid Visual Screening of Buildings for Potential Seismic Hazards: Supporting Documentation*. Federal Emergency Management Agency, Washington D.C., USA.
- Gulkan, P. and Yakut, A. (1994). "An Expert System for Reinforced Concrete Structural Damage Quantification". In J. K. Wight & M. E. Kreger (Eds.), *ACI SP-162, Mete A. Sozen Symposium* (pp. 53–71).
- Hassan, A. F. and Sozen, M. A. (1997). " Seismic Vulnerability Assessment of Low-Rise Buildings in Regions with Infrequent Earthquakes". *ACI Structural Journal*, 94(1), 31-39. <https://doi.org/10.14359/458>
- Mertol, H. C., Tunç, G., Akış, T., Kantekin, Y. and Aydın, İ. C. (2023). "Investigation of RC Buildings after 6 February 2023, Kahramanmaraş, Türkiye Earthquakes". *Buildings*, 13(7), 1789. <https://doi.org/10.3390/buildings13071789>
- Pujol, S., Laughery, L., Puranam, A., Hesam, P., Cheng, L., Lund, A. and Irfanoglu, A. (2020). "Evaluation of Seismic Vulnerability Indices for Low-Rise Reinforced Concrete Buildings Including Data from the 6 February 2016 Taiwan Earthquake". *Journal of Disaster Research*, 15, 9-19. <https://doi.org/10.20965/jdr.2020.p0009>
- Okuyucu, D., Savaş, G., Gedik, B., Şuşarlıoğlu, M. ve Kara, T. (2018). "Sokaktan Tarama Yöntemiyle Binaların Bölgesel Deprem Risk Dağılımının Belirlenmesi: Erzurum – Yenişehir Örneği". *Fırat Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 30(1), 219-231.
- Özcebe, G. (2004). "Deprem Güvenliğinin Saptanması İçin Yöntemler Geliştirilmesi Sonuç Raporu". *TÜBİTAK İÇTAG YMAÜ 1574 No'lu Araştırma Projesi*. Ankara.
- Ozcebe, G., Yucemen, M., Aydoğan, V. and Yakut, A. (2003). "Preliminary Seismic Vulnerability Assessment of Existing Reinforced Concrete Buildings in Turkey— Part I: Statistical Model Based on Structural Characteristics". In *Seismic Assessment and Rehabilitation of Existing Buildings* (pp. 29-42). NATO Science Series IV/29.
- Özçelik, Ö., Baran, T., Kahraman, S., Saatçi, A., Mısıır, İ. S., ve Girgin, S. C. (2015). "Mevcut Yapı Stoklarının Deprem Riski Tayininde Çoklu Karar Ağacı Yaklaşımı". 8. *Ulusal Deprem Mühendisliği Konferansı - 8UDMK*, 11 - 15 Mayıs 2015, İstanbul

- Shiga, T., Shibata, A. and Takahashi, T. (1968). "Earthquake Damage and Wall Index of Reinforced Concrete Buildings". *Proc. Tohoku District Symposium, Architectural Institute of Japan*, No. 12, 29–32.
- Sucuoglu, H. and Yazgan, U. (2003). "Simple Survey Procedures for Seismic Risk Assessment in Urban Building Stocks". *Nato Science Series*, 29, 97-118.  
[https://doi.org/10.1007/978-94-010-0021-5\\_7](https://doi.org/10.1007/978-94-010-0021-5_7)
- TS 500. (2000). *Betonarme Yapıların Tasarım ve Yapım Kuralları*. Ankara: Türk Standartları Enstitüsü.
- Türkiye Bina Deprem Yönetmeliği. (2018). *Resmi Gazete*, 30364, 18 Mart. Ankara: Afet ve Acil Durum Yönetimi Başkanlığı.
- Türkiye Deprem Tehlikeleri Haritaları İnteraktif Web Uygulaması. (2021).  
<https://tdth.afad.gov.tr/TDTH/main.xhtml> (Erişim tarihi: 08.10.2023).
- Uzun, A. (2017). "Depreme Dayanıklı Yapı Tasarımı Nasıl Olmalıdır?". *İzmir ve Deprem Konferansı*, 28 - 29 Eylül 2017, Dokuz Eylül Üniversitesi Sürekli Eğitim Merkezi, İzmir.
- Yakut, A. (2004). "Preliminary Seismic Performance Assessment Procedure for Existing RC Buildings". *Engineering Structures*, 26(10), 1447-1461.  
<https://doi.org/10.1016/j.engstruct.2004.05.011>