



T.C. ÇEVRE, ŞEHİRCİLİK VE  
İKLİM DEĞİŞİKLİĞİ BAKANLIĞI



**GFDRR**  
Global Facility for Disaster Reduction and Recovery



Administered by  
**THE WORLD BANK**  
IBRD • IDA | WORLD BANK GROUP



# HIZLI DEPREM GÜVENLİĞİ DEĞERLENDİRME YÖNTEMLERİ





### **Proje Ekibi**

Dr. Timurhan Timur  
Prof. Dr. Uğurhan Akyüz  
İnş. Yük. Müh. Caner Soydaş  
Dr. Cem Haydaroğlu  
İnş. Yük. Müh. Sebla Çınar  
Mimar Elif Senel Münir  
Mak. Müh. Burç Güneri  
Elk. Elkt. Müh. Emine Kazanç

### **Grafik Tasarım**

Yük. Şhr. Pln. Tuğçe Gürleyen

### **Uluslararası Finans Kaynaklı Sismik Güçlendirme Daire Başkanlığı Proje Uygulama Birimi**

Daire Başkanı Önder Yurdakul  
AR-GE Şube Müdürü Dr. Duygu Özkır  
İnş. Müh. Utku Özden  
Dr. Ozan Demirel  
Elk. Elkt. Müh. Özlem Erdem Yüksel  
İnş. Yük. Müh. Zeynep Ünsal

### **Yapı İşleri Genel Müdürlüğü**

Genel Müdür Murat Oral  
Genel Müdür Yardımcısı Namık Güver



Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı

Mustafa Kemal Mahallesi 2082. Cadde No:52 Çankaya / Ankara

Telefon: +90 312 410 10 00

Bu kitap, Japon Hükümeti adına faaliyet gösteren GFDRR (Küresel Afet Azaltma ve Yeniden Yapılanma Kurumu)'ın doğrudan desteği ve Dünya Bankası'nın finansmanı ile Çevre Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı, Yapı İşleri Genel Müdürlüğü, Uluslararası Finans Kaynaklı Sismik Güçlendirme Daire Başkanlığı tarafından yönetilen "WB/CS-TA-02" kodlu "İleri Mühendislik Uygulamaları ve Kapasite Geliştirme için Teknik Destek Danışmanlık Hizmetleri" projesi kapsamında ARUP tarafından hazırlanmıştır.

Bu kitapta yer alan bilgiler danışman firmanın araştırmaları ve güvenilir kaynaklardan derlenmiştir. Bu bilgiler genel rehber niteliği taşımakta olup, bina özelinde yapılacak çözümlerde doğrudan kullanılmadan önce gerekli mühendislik hizmetinin alınması gerekmektedir.

Kitabın içeriği, yasal, akademik veya mali tavsiye niteliği taşımaz. Kitapta yer alan görüşler uzman görüşleridir ve kurumları bağlamaz.

Bu kitapta kullanılan kaynaklar ve görseller ilgili sahiplerine aittir. Telif hakkı ihlali durumunda, lütfen bizimle iletişime geçiniz.

Bu çalışma telif hakkına tabidir. Dünya Bankası, bilgi yayılımını teşvik ettiği için, bu çalışma ticari olmayan amaçlarla, kaynak gösterildiği sürece, kısmen veya tamamen çoğaltılabilir.

Lütfen bu çalışmaya şu şekilde atıfta bulunun: Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı. (2025). *Hızlı Deprem Güvenliği Değerlendirme Yöntemleri*. Ankara.

**ARUP**



# İçindekiler

<b>İÇİNDEKİLER</b> .....	<b>i</b>
<b>TABLO LİSTESİ</b> .....	<b>iii</b>
<b>ŞEKİL LİSTESİ</b> .....	<b>v</b>
<b>FOTOĞRAF LİSTESİ</b> .....	<b>vi</b>
<b>RESİM LİSTESİ</b> .....	<b>vii</b>
<b>KISALTMALAR</b> .....	<b>viii</b>
<b>1. GİRİŞ</b> .....	<b>1</b>
<b>2. KAPSAM</b> .....	<b>3</b>
<b>3. HIZLI BİNA DEĞERLENDİRME YÖNTEMLERİNE GENEL BİR BAKIŞ</b> .....	<b>5</b>
<b>4. TÜRKİYE’DE GELİŞTİRİLEN HIZLI DEĞERLENDİRME YÖNTEMLERİ</b> .....	<b>9</b>
4.1 P25 YÖNTEMİ.....	9
<i>Yöntem ile İlgili Yorumlar</i> .....	16
4.2 DURTES YÖNTEMİ.....	16
<i>Yöntem ile İlgili Yorumlar</i> .....	21
4.3 TÜBİTAK İÇTAG-I574 (ÖZCEBE V.D.) YÖNTEMİ.....	22
<i>Yöntem ile İlgili Yorumlar</i> .....	24
4.4 YAKUT YÖNTEMİ.....	24
<i>Yöntem ile İlgili Yorumlar</i> .....	27
4.5 SUCUOĞLU, YAZGAN, YAKUT YÖNTEMİ.....	27
<i>Yöntem ile İlgili Yorumlar</i> .....	28
4.6 COŞKUN, ALDEMİR, ŞAHMARAN YÖNTEMİ.....	29
<i>Yöntem ile İlgili Yorumlar</i> .....	31
4.7 PERA YÖNTEMİ.....	33
<i>Yöntem ile İlgili Yorumlar</i> .....	36
4.8 RYTEİE 2019 YÖNTEMİ.....	36
<i>Yöntem ile İlgili Yorumlar</i> .....	39
4.9 ÜLKEMİZDE GELİŞTİRİLEN YÖNTEMLERİN KARŞILAŞTIRILMASI.....	39
<b>5. DÜNYADA KULLANILMAKTA OLAN HIZLI DEĞERLENDİRME YÖNTEMLERİ</b> .....	<b>41</b>
5.1 FEMA P-154: BINALARIN OLASI DEPREM TEHLİKELERİNE KARŞI HIZLI GÖRSEL TARAMASI.....	41
5.1.1 <i>Depremsellik</i> .....	43
5.1.2 <i>Veri Toplama ve İnceleme Aşamaları</i> .....	47
5.1.3 <i>Değerlendirme</i> .....	49
5.1.4 <i>Yöntem ile İlgili Görüşler</i> .....	49
5.2 ASCE 41-23 TIER-1: ÖN DEĞERLENDİRME YÖNTEMİ.....	50
5.2.1 <i>Depremsellik ve Hedef Performans Seviyeleri</i> .....	52
5.2.2 <i>Veri Toplama ve İnceleme Aşamaları</i> .....	54
<i>Saha İncelemesi</i> .....	54
<i>Masa Başı Çalışmaları</i> .....	55
5.2.3 <i>Değerlendirme</i> .....	63
5.2.4 <i>Yöntem ile İlgili Görüşler</i> .....	65
5.3 NRCC 1993: KANADA DEPREM GÜVENLİĞİ TARAMA YÖNTEMİ.....	66



5.3.1	Veri Toplama ve İnceleme Aşamaları .....	68
5.3.2	Değerlendirme .....	69
5.3.3	Yöntem ile İlgili Görüşler .....	69
5.4	IEP: YENİ ZELANDA DEPREM GÜVENLİĞİ ÖN DEĞERLENDİRME YÖNTEMİ .....	72
5.4.1	Veri Toplama ve İnceleme Aşamaları .....	72
5.4.2	Değerlendirme .....	72
5.4.3	Yöntem ile İlgili Görüşler .....	76
5.5	“Is”: JAPON SİSMİK İNDEKS YÖNTEMİ .....	76
5.5.1	Veri Toplama ve İnceleme Aşamaları .....	76
5.5.2	Değerlendirme .....	77
5.5.3	Yöntem ile İlgili Görüşler .....	78
5.6	KÜRESEL YÖNTEMLERİN KARŞILAŞTIRILMASI .....	79
<b>6.</b>	<b>ÜLKELERİN MEVCUT BİNA STOKLARINI DEPREM GÜVENLİĞİ AÇISINDAN DEĞERLENDİRME POLİTİKALARI .....</b>	<b>81</b>
6.1	ABD ÖRNEĞİ .....	81
6.2	JAPONYA ÖRNEĞİ .....	85
6.3	İTALYA ÖRNEĞİ .....	86
6.4	YENİ ZELANDA ÖRNEĞİ .....	88
6.5	TÜRKİYE ÖRNEĞİ .....	89
<b>7.</b>	<b>TÜRKİYE İÇİN BİNALARIN DEPREM GÜVENLİĞİ’NİN ARTIRILMASI KONUSUNDA POLİTİKA ÖNERİSİ .....</b>	<b>93</b>
7.1	YENİ BİNA YAPIMI İLE İLGİLİ ATILABİLECEK ADIMLAR .....	93
7.2	MEVCUT BİNA STOĞUNUN DEPREME DAYANIKLI HALE GETİRİLMESİ İÇİN ATILABİLECEK ADIMLAR .....	97
	<b>REFERANSLAR .....</b>	<b>103</b>

## Tablo Listesi

Tablo 1:	Yapısal Düzensizlik Katsayıları (fi) .....	12
Tablo 2:	P2 – Kısa Kolon Puanlama Matrisi .....	12
Tablo 3:	P4 – Çıkmalar ve Çerçeve Süreksizliği Puanı .....	13
Tablo 4:	P5 – Çarpışma Puanı Matrisi.....	13
Tablo 5:	P6 – Sıvılaşma Potansiyeli Puanları.....	14
Tablo 6:	P7 –Toprak Hareketleri Puanı .....	14
Tablo 7:	Çeşitli Puanlar İçin Ağırlık Oranları.....	15
Tablo 8:	DURTES veri toplama formu (1. Sayfa).....	18
Tablo 9:	DURTES Veri Toplama Formu (2. Sayfa).....	19
Tablo 10:	DURTES Veri Toplama Formu (3. Sayfa).....	20
Tablo 11:	Hasar Risk Sınıflandırma Kriteri .....	21
Tablo 12:	Sokak Taraması Parametreleri.....	22
Tablo 13:	CM Katsayıları.....	23
Tablo 14:	Önerilen Beton Dayanımları .....	25
Tablo 15:	Düzensizlikler ile İlgili Önerilen Farklı Ağırlık Katsayıları.....	26
Tablo 16:	CM Katsayıları.....	26
Tablo 17:	İnceleme Parametreleri Değerlendirme Değerleri.....	28
Tablo 18:	Performans Puanı Hesaplamasında Kullanılan Katsayılar.....	28
Tablo 19:	Coşkun, Aldemir, Şahmaran Yöntemi Değerlendirme Parametreleri .....	30
Tablo 20:	Her Bir Değişken için Belirlenen Ceza Puanı.....	32
Tablo 21:	PERA Yönteminde DGO Değerine Bağlı Deprem Risk Sınıfları .....	34
Tablo 22:	PERA Yönteminde Binalardan Toplanan Bilgiler .....	35
Tablo 23:	BA bina taban puanlar (BAÇ: BA çerçeve, BAÇP: BA perde ve çerçeve) .....	38
Tablo 24:	RYTEİE ile Tanımlanmış Deprem Tehlike Bölgeleri .....	38
Tablo 25:	Betonarme Binalar İçin Olumsuzluk Parametreleri .....	38
Tablo 26:	Betonarme Binalar İçin Olumsuzluk Parametre Puanları .....	39
Tablo 27:	Türkiye’de Geliştirilen Hızlı Değerlendirme Yöntemlerinin Karşılaştırma Tablosu .....	40
Tablo 28:	RVS Akış Programında Sorumluluklar ve Yeterlilikler (FEMA P 154) .....	43
Tablo 29:	FEMA P-154 Depremsellik Seviyeleri İvme Sınır Değerleri (FEMA P 154-Table 2-2) .....	44



Tablo 30:	Bina türlerine göre Benchmark Yıl ve Yönetmelikleri .....	48
Tablo 31:	Tier-1 Yönteminin Kullanım Sınırlamaları .....	52
Tablo 32:	Binanın Bulunduğu Bölgenin Depremselliği .....	52
Tablo 33:	Tier-1 Yönteminde Mevcut Binalar için Belirlenen Standart Performans Seviyeleri .....	53
Tablo 34:	ASCE 41-23 Depremsellik ile Kullanılacak olan Kontrol Listesi Seçimi .....	58
Tablo 35:	Temel Bina Değerlendirme formu Tablosu – Çok Düşük Depremsellikli ve Göçmenin Önlenmesi Performans Seviyeleri için Değerlendirme Formu (Not: Tablolar ASCE 41-23'ten alınmıştır ve tablonun tamamı gösterilmemiştir) .....	58
Tablo 36:	C1 Tipi (Betonarme Çerçeve) Taşıyıcı Sisteme Sahip Binaların Göçmenin Önlenmesi Performans Seviyesi için Değerlendirme formu (Not: Tablolar ASCE 41-23'ten alınmıştır ve tablonun tamamı gösterilmemiştir) .....	59
Tablo 37:	Farklı Taşıyıcı Sistemler için "C" Modifikasyon Faktörü .....	62
Tablo 38:	Puan Türlerine Karşılık Gelen Değerlendirme Tablosu .....	69
Tablo 39:	Binaların Hesaplanan Puanlarına Göre Sınıflandırılması .....	73
Tablo 40:	Dayanım İndeksi Katsayısı .....	77
Tablo 41:	Süneklik İndeksi Katsayısı .....	77
Tablo 42:	Yapısal Düzensizlik Katsayısı .....	78
Tablo 43:	Dünyada Kullanılmakta Olan Hızlı Değerlendirme Yöntemlerinin Karşılaştırma Tablosu .....	80



## Şekil Listesi

Şekil 1:	$\beta$ – Katsayısının Değişimi.....	15
Şekil 2:	PERA yönteminin akış diyagramı .....	35
Şekil 3:	RYTEİE 2019 Yönteminde Kullanılan Binalar için Veri Toplama Formu .....	37
Şekil 4:	FEMA P-154 Akış Diyagramı.....	42
Şekil 5:	Tier-1 Yöntemi Değerlendirme İşlemi Akış Diyagramı .....	56
Şekil 6:	Değerlendirme Prosedürü Akış Diyagramı .....	64
Şekil 7:	IEP Yöntemi Akış Şeması .....	74
Şekil 8:	IEP Yöntemi standart Değerlendirme Formu .....	75



## Fotoğraf Listesi

Fotoğraf 1:	Yumuşak Katlı Bir Bina Örneği (@David Bonowitz, S.E) .....	84
Fotoğraf 2:	Yumuşak Kat Düzensizliğine Karşı Tipik Bir Güçlendirme Önerisi (@David Bonowitz, S.E).....	84



## Resim Listesi

Resim 1 :	Çok Yüksek Seviye Depremselliğe Sahip Bina Formu.....	45
Resim 2 :	Yüksek Seviye Depremselliğe Sahip Bina Formu.....	45
Resim 3 :	Orta Yüksek Seviye Depremselliğe Sahip Bina Formu.....	46
Resim 4 :	Orta Seviye Depremselliğe Sahip Bina Formu.....	46
Resim 5 :	Düşük Seviye Depremselliğe Sahip Bina Formu .....	47
Resim 6:	NRCC Bina İnceleme Formu Sayfa-1.....	70
Resim 7:	NRCC Bina İnceleme Formu Sayfa-2.....	71

## Kısaltmalar

Bakanlık	Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı
ÇŞİDB	Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı
DBYBHY'07	Deprem Bölgelerinde Yapılacak Binalar Hakkında Yönetmelik 2007
FEMA	Federal Emergency Management Agency
YİGM	Yapı İşleri Genel Müdürlüğü
KADEV	Kamu Binalarında Deprem Dayanımı ve Enerji Verimliliği Projesi
TA-02	İleri Mühendislik Uygulamaları ve Kapasite Geliştirme için Teknik Destek Danışmanlık
TBDY-2018	Türkiye Bina Deprem Yönetmeliği-2018
WB/CS-TA-02	İleri Mühendislik Uygulamaları ve Kapasite Geliştirme için Teknik Destek Danışmanlık

# 1. Giriş

Deprem riskinin çok yüksek olduğu topraklar üzerinde yaşamaktayız. Özellikle eski binalarımız hem gördüğü mühendislik hizmetindeki eksiklikler hem de malzeme ve işçilik kalitesi yetersizliklerinden ötürü afetlere karşı düşük güvenlikte oldukları gibi aynı zamanda enerji verimliliği anlamında da yetersizler.

Bu kırılganlığın farkında olan kamu otoritesi Çevre Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı çatısı altında “Kamu Binalarında Deprem Dayanımı ve Enerji Verimliliği Projesi (KADEV)”ni geliştirmiştir.

KADEV kapsamında geliştirilen ve Arup tarafından yürütülen “İleri Mühendislik Uygulamaları ve Kapasite Geliştirme için Teknik Destek Danışmanlık (WB/CS-TA-02)” projesi Türkiye’deki kamu binalarının deprem güvenliğinin artırılmasında ve aynı zamanda enerji verimli hale getirilmesinde uygun yenilikçi yöntemlerin belirlenmesini amaçlamaktadır.

Proje temel olarak üç aşamadan oluşmaktadır:

- **Araştırma Safhası:** Bu aşamada alt başlıklar halinde aşağıdaki konularda araştırma yapılması ve sonuçların raporlanması istenmiştir:
  - Türkiye’de binaların güçlendirilmesi ve enerji verimliliğinin artırılması alanlarındaki güncel uygulamalar
  - Dünyada binaların güçlendirilmesi ve enerji verimliliğinin artırılması alanlarındaki yenilikçi uygulamalar
  - Sürdürülebilir ve afet dayanıklı ve enerji verimli yeni bina tasarımı için yenilikçi yaklaşımlar
  - Binaların deprem güvenliğinin hızlı ve düşük maliyetle belirlenebilmesi amacı için kullanılacak küresel en iyi yöntemler
  - Araştırma safhası sonunda bir çalıştay organize edilerek yenilikçi yöntemler hakkındaki araştırma bulgularının değerlendirilmesi
- **Geliştirme Safhası:** Bu aşamada aşağıdaki görevlerin tamamlanması hedeflenmektedir:
  - Çalıştay sonucu Türkiye kamu bina stoğunda kullanılmaya en elverişli minimum üç yenilikçi güçlendirme yönteminin beş farklı binanın detaylı analizlerinde kullanılarak değerlendirilmesi
  - Değerlendirme sonucu öne çıkan iki farklı yenilikçi güçlendirme yönteminin iki farklı kamu binasında uygulanması amacı ile detaylı projelerinin hazırlanması (Arup bu aşamada tasarımcı firmaya Bakanlık adına danışmanlık yapacaktır)



- Uygulama projeleri hazırlanan bu iki binanın güçlendirme tasarımlarının yerinde uygulanması (Arup bu aşamada uygulamacı firmaya Bakanlık adına teknik destek verecektir)
- **Paylaşım Safhası:** Bu aşamada proje çerçevesinde yapılan araştırma ve geliştirme çalışmaları sonucundaki bulguların geniş kitlelere yayılması amacı ile seminerler ve eğitimler düzenlenmesi, kitaplar ve kılavuzlar hazırlanması planlanmaktadır.

Projenin bir yan çıktısı olarak araştırma safhasında binaların hızlı ve etkin şekilde deprem güvenliklerinin belirlenmesi amacı ile kullanılacak ulusal ve uluslararası en iyi yöntemlerin belirlenmesi istenmiştir. Hızlı değerlendirme yöntemleri, şehirleşmenin artmış olduğu büyük deprem riski ile karşı karşıya olan bölgelerdeki bina stoğunun depreme dayanıklı hale getirilmesinde çok kritik bir rol oynamaktadır.

Çalışmanın “Kapsam” bölümünde yapılan çalışmaların içeriği anlatılmıştır. Sonrasında hızlı bina değerlendirme yöntemleri genel olarak değerlendirilmiş, avantaj ve dezavantajlarından bahsedilmiştir. “Türkiye’de Geliştirilen Hızlı Değerlendirme Yöntemleri” bölümünde Türkiye’de geliştirilen belli başlı değerlendirme yöntemlerinden bahsedilmiştir. Esasen bu konuda yapılmış birçok akademik çalışma bulunmaktadır. Bu çalışma kapsamında bunlardan ancak kapsam bölümünde de açıklandığı gibi öne çıkan bir kısmı üzerinde durulmuştur.

“Dünyada Kullanılmakta Olan Hızlı Değerlendirme Yöntemleri” bölümünde ise ABD, Kanada, Yeni Zelanda ve Japonya’da kullanılmakta olan hızlı değerlendirme yöntemleri teknik açıdan ele alınmıştır.

Çalışmanın “Ülkelerin Mevcut Bina Stoklarını Deprem Güvenliği Açısından Değerlendirme Politikaları” bölümünde ülkelerin, binaların deprem güvenliğini değerlendirme ve güvenli hale getirmede uyguladığı makro politikalar ABD, Japonya, İtalya ve Yeni Zelanda örnekleri üzerinden sunulmuştur. Bunlarla birlikte Türkiye’de şimdiye kadar yapılmış olan büyük çaplı uygulamaların anlatıldığı kısım da yine bu bölümde verilmiştir.

“Türkiye için Binaların Deprem Güvenliği’nin Artırılması Konusunda Politika Önerisi” başlıklı son bölümde ise dünyadaki uygulama örneklerinden yola çıkarak Türkiye’de atılabilecek adımlar hem yeni binalar hem de mevcut binalar için ayrı alt başlıklar altında dile getirilmiştir.

## 2. Kapsam

Bu çalışma TA-02 projesinin “Binaların hızlı ve düşük maliyetli mühendislik değerlendirmeleri için küresel en iyi uygulamaları araştırılması” başlıklı üçüncü görevi kapsamında istenen; “Hızlı ve Düşük Maliyetli Bina Değerlendirmeleri Konusunda Küresel En İyi Uygulamaların Araştırılması” sonucunda ulaşılan bilgilerin detaylarını içermektedir.

Görev kapsamında hazırlanan bu kitap temel olarak araştırma çalışmalarına dayanmaktadır. Türkiye’de geliştirilmiş olan uygulamalar hakkındaki kısımlar için genel olarak ilgili yöntem hakkında yayınlanmış bilimsel makaleler kaynak olarak kullanılmıştır. Dünya’daki uygulamalar ise standart haline getirilmiş hızlı değerlendirme yöntemleri şartnamelerine dayanmaktadır.

Çalışma kapsamında öncelikle hızlı değerlendirme yöntemleri faydaları ve eksiklikleri değerlendirilerek genel olarak ele alınmıştır.

Türkiye’de geliştirilen hızlı değerlendirme yöntemleri inceleme adımları ve değerlendirme kriterleri belirtilerek incelenmiştir. Bu bölümde sekiz farklı yerli değerlendirme yöntemi ele alınmıştır. Türkiye’de geliştirilen yöntemlerin RYTEİE dışında hepsi akademik çalışma olarak geliştirilmiş, bunların bir kısmı fiilen yürütülen değerlendirme projelerinde kullanılmıştır. Esasen bu konuda akademik alanda birçok yerli çalışma yapılmıştır. Ancak kitap kapsamında yapılan çalışmalar daha çok uygulamaya dönük, hali hazırda kullanılan, test ve doğrulama analizleri yapılmış ve daha çok atıf alanlar içerisinden seçilmiştir. Yöntemler içerisinden bir tanesi olan “Riskli Yapıların Tespit Edilmesine İlişkin Esaslar” ülkemizde ilk defa resmi olarak yayınlanmış bir hızlı değerlendirme yöntemi olarak ön plana çıkmıştır. Yerli yöntemler farklı yaklaşımlar ile binaların güvenliğini doğru tahmin etmek sonucuna odaklanmışlardır. Bu sebeple her bir yöntemin probleme yaklaşımı ve değerlendirme için izledikleri adımlar sırasıyla ilgili alt başlık altında açıklanmıştır.

Dünyada kullanılmakta olan hızlı değerlendirme yöntemleri ise daha bütünsel bir bakış açısı sunmaktadır. Yöntemlerin açıklandığı şartnameler gerekli inceleme adımlarından, değerlendirme sonucu hedeflenen performans seviyesine, değerlendirmeyi yapacak mühendislerin niteliklerinden, kapasite gelişimi için atılacak adımlara kadar birçok ilave başlığı içermektedir. Bu belgeler yalnızca bir yöntem önerisinden çok ulusal uzlaşma sağlanan ve uygulaması ülke geneli politikalar ile takip edilen, daha kapsamlı şartnamelerdir. O sebeple ele alınan ve detaylı incelenen ABD, Japonya, Kanada, Yeni Zelanda örnekleri raporda farklı alt başlıklar altında incelemiş ve ilgili kısmın sonunda da yöntemle ilişkin görüşler sunulmuştur.

Kitabın “Ülkelerin Mevcut Bina Stoklarını Deprem Güvenliği Açısından Değerlendirme Politikaları” başlığı altında ABD, Japonya, İtalya ve Yeni Zelanda kamu otoritelerinin yapılarını depreme dayanıklı hale getirebilmek için kapsamlı ve büyük ölçekli değerlendirme ve dönüşüm projeleri özetlenmiştir. Bu çalışmalarda kritik ve faydalı uygulamalar ön plana çıkarılmış, uygulamaların eksikliklerinden de bahsedilmiştir. Son olarak Türkiye’de bu kapsamda süregelen adımlar da bu bölümün sonunda ayrı



bir alt başlıkta değerlendirilmiştir. Bu kapsamda “kentsel dönüşüm” yasası olarak da bilinen 6306 sayılı “Afet Riski Altındaki Alanların Dönüştürülmesi Hakkında Kanun”, kanunun uygulama esasları ve yarattığı fırsatlardan da bahsedilmiştir.

Son olarak kitabın 7. Bölümünde Türkiye’de binaların depreme karşı güvenli hale getirilebilmesi için atılabilecek adımlar hakkında önerilerde bulunulmuştur. Bu kapsamda yalnızca mevcut binalarda değil süregelen konut arzının da daha yüksek kaliteye çıkartılması gerekliliği yaşadığımız 6 Şubat 2023 depremlerinden anlaşılmıştır. Bu sebeple hem yeni binalar hem de mevcut binaların deprem güvenliğini arttırmak adına ilave ne tip tedbirler alınabileceğine ilişkin önerilerde bulunulmuştur.

### 3. Hızlı Bina Değerlendirme Yöntemlerine Genel Bir Bakış

Türkiye genelinde yer alan bina envanteri düşünüldüğünde dev bir yapı stoğu bulunmaktadır. Farklı depremsellik seviyesinde, kullanım amaçlarına göre değişkenlik gösteren ve en önemlisi farklı yapım yıllarına sahip mevcut binaların deprem performanslarının değerlendirilmesi, yıllara yayılabilecek bir çalışma programı gerektirmektedir. Yapım yıllarına, taşıyıcı sistem teşkiline, projelerin doğru tatbik edilmesine, bulunduğu bölgenin zemin tipine göre yapının performansı değişkenlik gösterebilmektedir. TBDY 2018 gereği mevcut yapıların deprem güvenliği değerlendirilmesi saha çalışması ve malzeme testleri, 3 boyutlu analiz ve sonuçların değerlendirme aşamalarını kapsamaktadır. Binalar hakkındaki bilgi düzeyini yükseltmek amaçlı yapılan malzeme testleri, zemin incelemeleri ve analiz çalışmaları ile birlikte konut tipi yapıların değerlendirilmesi aylar sürebilmektedir. Bina büyüklüğü arttıkça yapılan çalışmaların iş yükü ve süresi de benzer şekilde artmaktadır. Kaynak tasarrufuna gidebilmek amacıyla yapıların kullanım amacı ve önem derecesine göre detaylı analize ihtiyaç olup olmadığını tespit etmek ve bina geneline ait resme hâkim olmak adına ara yöntemlere ihtiyaç duyulmaktadır.

Bu ara yöntemler veya bir başka deyişle ön değerlendirme metotları ile detaylı değerlendirmeye tabi tutulacak yapıların temel özellikleri ve binanın detaylı değerlendirme seviyesine geçmesine gerek olup olmadığı belirlenerek, zamanın efektif anlamda kullanılmasına olanak sağlanmaktadır.

Hızlı bina değerlendirme yöntemleri, büyük şehirlerdeki bina stoklarının deprem riskini hızlı ve düşük maliyetli bir şekilde belirlemek amacıyla geliştirilmiştir. Yöntemlerin bina özelindeki değerlendirme sonucu tartışmaya açıktır. Neticede bu yöntemler bina ile ilgili kısıtlı bilgi ile değerlendirmede bulunmayı amaçlarlar. Bu eksik bilgilerin bir kısmı binanın güvenliği açısından çok daha belirleyici olabilir.

Bir diğer önemli husus değerlendirmeyi kimin yaptığıdır. Tecrübeli bir yapı mühendisi bir binanın deprem güvenliği hakkında detaylı yöntemler kullanmadan önce yapacağı görsel incelemeler ve deney sonuçlarına göre oldukça doğru tahminlerde bulunabilir. Özellikle belirgin zafiyetler taşıyan binalar için, çoğu durumda detaylı bir değerlendirme yapılmaksızın güvensiz oldukları sonucuna varılabilir. Bu tür hızlı değerlendirme yöntemleri genellikle sınırlı deneyime sahip mühendislerin de etkin şekilde kullanabilmesi amacıyla geliştirilmiştir. Çünkü büyük yapı stokları üzerinde etkilidirler ve çoğu durumda bir önceliklendirme için kullanılırlar. Birçok yöntemde puanlama sistemi kullanılarak mühendis yaklaşımından kaynaklı öznel değerlendirmelerin önüne geçilmek istenmiştir. Öte yandan ABD de geliştirilen Tier-1 örneği gibi sonuçların mühendis tarafından daha fazla yorumlanmasını amaçlayan yöntemler de bulunmaktadır.

Hızlı değerlendirme yöntemleri de kendi içerisinde hız açısından sınıflandırılabilir. Hangilerinin daha hızlı, hangilerinin daha az hızlı olduğu genellikle incelenen parametre sayısına göre belirlenir. Bazı yöntemler az sayıda önemli değişkenin



binaların kaderini etkilemede başrol oynadığından hareketle tipik düzensizlikleri dikkate alır. FEMA P-154 buna güzel bir örnektir. ABD de yürütülen yumuşak kat düzensizliği programında da benzer bir çalışma kullanılmıştır. Sucuoğlu v.d. tarafından geliştirilen yöntem de benzer bir amaçla hazırlanmıştır. Bu yöntemlerde binanın incelenmesi için gerekecek zaman da azdır. Binanın içerisine girmeden dışarıdan yapılan gözlemlerle bina hakkında değerlendirme yapılabilir. Bu durum çok fazla konutun olduğu, içerisine girip tüm mahalleri dolaşmanın mümkün olmadığı bir tarama için avantaj sağlayabilir. Ancak bu yöntem, yıkıma neden olabilecek birçok kritik parametrenin değerlendirilemeyeceğini baştan kabul etmeyi gerektirir.

Değerlendirme aşamasında da yöntemler kendi içerisinde hız açısından sınıflandırılabilir. Bazı yöntemler çok daha fazla hesap ve hesap parametresi gerektirir. Bu parametreleri tam olarak inceleyebilmek için çoğu durumda binanın yapısal ve mimari projelerinin olması gerekir. Büyük tarama faaliyetlerinde bina projelerine erişmek hele ki eski binalarda çok zordur. Alternatif olarak binanın mevcut durumdaki kritik kat rölevesi kullanılabilir. Özellikle konut tipi yapılarda bu rölevenin çıkartılması oldukça zahmetli ve zaman alıcı olabilir. ASCE 41 Tier-1 yöntemi hızlı değerlendirme yöntemleri içerisinde birçok farklı parametrenin dikkate alındığı değerlendirme yöntemlerine iyi bir örnektir. Yerli uygulamalardan PERA yöntemi de hızlı değerlendirmeyi çok daha detaylı ele alan bir örnektir.

Yöntemlerin ortak özelliği ise karmaşık analiz ve modellemelere ihtiyaç duymamasıdır. Çoğu durumda az tecrübeli veya tecrübesiz mühendislere birkaç günlük eğitimler vererek gerekli insan kaynağı yaratılabilir.

Hızlı değerlendirme yöntemlerinin temel amacı, yüksek risk taşıyan binaları kısa sürede belirleyerek yapı stoğunun önceliklendirilmesini ve acil müdahale gerektiren yapıların tespitini sağlamaktır. Bu doğrultuda kullanılacak yöntemin seçiminde; mevcut bütçe, insan kaynağı, incelenecek binaların genel özellikleri (projelerin varlığı, yapım yılı, taşıyıcı sistem türü) ile yerel halkın değerlendirme sürecine yaklaşımı gibi faktörler dikkate alınmalıdır. Çalışmanın ilerleyen bölümlerinde her bir yöntem için ayrı başlıklar altında detaylıca incelenecek olan yaklaşımlar ile ilgili genel eksiklikler şöyle sıralanabilir:

### 1. Detay Eksikliği:

- Yöntemler, binaların iç yapısal detaylarını ve malzeme kalitesini tam olarak değerlendiremez. Beton kalitesi, donatı detaylandırması, eleman boyutları gibi birçok önemli parametre çoğu yöntemde göz ardı edilir. Bu da değerlendirmenin ister istemez daha temkinli sonuçlar vermesini gerektirir.
- Tahribatlı inceleme yöntemleri hemen hiçbir yöntemde kullanılmamaktadır. Ancak tahribatsız inceleme yöntemleri de çoğu yöntemde dikkate alınmamaktadır. Tahribatsız inceleme yöntemleri ile kolaylıkla elde edilebilecek kolonlardaki etriye sıklaştırması birçok binada değerlendirme sonucunu etkileyebilecek bir parametre olabilir.

### 2. Öznel Değerlendirme:



- Gözlemlere dayalı olduğu için, değerlendirme yapan kişinin deneyimi ve bakış açısına bağlı olarak sonuçlar değişebilir. Bu, inceleyen mühendisin deneyimine göre hem olumlu hem de olumsuz sonuç verebilir.
- Puana dayalı değerlendirmelerde mühendisin değerlendirmeye etkisi daha sınırlıdır. Ancak o yöntemlerde de “görünür bina kalitesi” gibi öznel kriterler, değerlendirme sonuçlarını etkileyebilir.

### 3. Sınırlı Doğruluk:

- Yöntemler, daha detaylı mühendislik analizlerine göre daha az doğruluk sağlar.
- Ülkemizde özellikle 2000 yılı öncesi yapıların, puana dayalı hızlı değerlendirme yöntemleri ile güvenli çıkma ihtimalleri düşüktür.

### 4. Yapısal Özellikler ve Zemin Kaynaklı Zafiyetler:

- Bina temellerindeki eksiklikler ve zemin kaynaklı zafiyetler çok az dikkate alınır.
- Üst yapı kusurlarına odaklanırken, zemin ve temel sorunları göz ardı edilebilir.

Hızlı değerlendirme yöntemleri, binaların deprem riskini hızlı ve ekonomik bir şekilde belirlemek için önemli araçlardır. Ancak, bu yöntemlerin sınırlamaları ve eksiklikleri göz önünde bulundurulmalıdır. Daha doğru ve güvenilir sonuçlar elde etmek için, hızlı değerlendirme yöntemleri ile birlikte detaylı mühendislik analizleri ve tahribatsız inceleme yöntemleri de kullanılmalıdır. Hızlı değerlendirme yöntemlerinin bir tarama aracı olarak çok sayıda konut stoğunu elden geçirme ve sonuçlara göre binaların detaylı değerlendirmesi sonrası güçlendirme ya da yeniden yapım çalışmalarının ilk aşaması olarak görülmesinde fayda bulunmaktadır.



## 4. Türkiye’de Geliştirilen Hızlı Değerlendirme Yöntemleri

### 4.1 P25 Yöntemi

P25 Puanlama Yöntemi binaların göçme riskinin belirlenmesini hedeflemiştir. Bu anlamda yöntem birçok temel parametreyi daha basitleştirilmiş ampirik yaklaşımlar ile detaylı yöntemlere göre daha az hesaplama ihtiyacı duyarak daha kısa zamanda elde etmeye odaklanmıştır.

Yöntem ilk olarak 2005 yılında Prof. Dr. İhsan Engin Bal tarafından hazırlanan tez çalışması ile ortaya konulmuştur. Bu yaklaşım 2006 yılı içinde 106M278 nolu TÜBİTAK projesi çalışması ve ECEES Konferans bildirisi ile daha da geliştirilmiştir. Yöntem daha önceki depremlerde hafif, orta ve ağır hasar almış veya göçmüş 311 adet binaya uygulanarak kalibre edilmiştir (Bal, Tezcan, & Gülay, 16-20 Ekim 2007). 2007 yılında yöntemin bu hali İstanbul Teknik Üniversitesi emekli öğretim üyelerinden Prof. Dr. Gülten Gülay danışmanlığında Celal Ogun Karasu tarafından hazırlanan tez çalışmasına konu olmuştur. Tezde, o dönem henüz taslak halinde olan “Deprem Bölgelerinde Yapılacak Yapılar Hakkında Yönetmelik 2007 (DBYYHY’07)”de sunulan lineer elastik yöntem ile P25 yöntemi 4 örnek bina için yapılan değerlendirmeler üzerinden karşılaştırılmıştır (Karasu, Kasım 2007). Bu tarihten sonra yöntem pek çok ulusal akademik çalışmada kullanılmıştır.

Yöntem, özellikle çok karmaşık geometriye sahip olmayan, daha çok ortogonal akslara ve düşey taşıyıcı eleman sürekliliğine sahip betonarme yapılar için geliştirilmiştir. Yöntemde hesaplanan puan kritik kat olduğu düşünülen kat için hesaplanır. Yöntemin uygulanabilmesi için gerekli bilgiler aşağıda sıralanmaktadır:

- Yapının geometrisi
- Kat yükseklikleri
- Düşey taşıyıcı eleman boyutları
- Taşıyıcı olmayan duvarların boyutları ve malzeme tanımı
- Yerel zemin sınıfı
- Mevcut beton dayanımı ve donatı kalitesi
- Kritik kattaki kolonlar için etriye aralıkları

Yöntemde her ne kadar mevcut beton dayanımı ile ilgili bir değerlendirme parametresi bulunsa da yapının sonuç puanına etkisi azdır ve malzeme testi yapılmadığı durumlarda farklı beton dayanımları dikkate alınarak hassasiyet (sensitivity) analizi yapılabilir. Gerçeğe daha yakın sonuç alınabilmesi için yerel zemin sınıfının da doğru belirlenmesi önemlidir.

Değerlendirme esas olarak seçilecek olan kritik katta (genel olarak zemin kat) yapılır. Bu kat baz alınarak bir performans puanı hesaplanır. Hesaplama için kat planına ihtiyaç vardır. Bina kritik katındaki dolgu duvar, perde ve kolon alanları kullanılarak her iki doğrultuda bir alan endeksi hesaplanır. Aşağıda sıralanmış hesap adımları P25 yönteminin detaylarının anlatıldığı “Betonarme Binaların Göçme Riskinin Belirlenmesi için P25 Hızlı Değerlendirme Yöntemi” makalesinden alınmıştır (Bal, Tezcan, & Gülay, 16-20 Ekim 2007).

$$C_{Ax} = 2 \times 10^5 \times \frac{A_{ef,x}}{A_e} \quad (1)$$

$$C_{Ay} = 2 \times 10^5 \times \frac{A_{ef,y}}{A_e} \quad (2)$$

$$A_{ef,i} = A_c + A_{s,i} + \left(\frac{E_m}{E_c}\right) A_{w,i} \quad (3)$$

$A_c$ : Kritik kattaki kolon enkesit alanları toplamı,

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

$A_{wx}$ : Kritik kattaki dolgu duvarlarının enkesit alanları toplamı,

$E_m/E_c$ : Dolgu duvarı elastisite modülünün beton elastisite modülüne oranı =0.15.

Her iki doğrultu için hesaplanan alan endekslerinin minimum ve maksimumları göz önüne alınarak  $C_A$  Alan Endeksi Bileşkesi için bir ağırlıklı ortalama alınır.

$$C_{A,min} = \min(C_{Ax}, C_{Ay}) \quad (4)$$

$$C_A = \sqrt{(0.87C_{A,min})^2 + (0.50C_{A,max})^2} \quad (5)$$

Bina plan alanı dikdörtgen şeklinde temsil edilerek plan atalet momentlerine bağlı olarak atalet momenti endeksleri hesaplanır.

$$C_{Ix} = 2 \times 10^5 \times \left(\frac{I_{efx}}{I_x}\right)^{0.2} \quad (6)$$

$$C_{Iy} = 2 \times 10^5 \times \left(\frac{I_{efy}}{I_y}\right)^{0.2} \quad (7)$$

$$I_x = a^3 b / 12 ; I_y = a b^3 / 12$$

$$I_{ef,x} = I_{cx} + I_{sx} + \left(\frac{E_c}{E_m}\right) I_{wx} \quad (8)$$

$$I_{ef,y} = I_{cy} + I_{sy} + (E_m/E_c) I_{wy} \quad (9)$$

$I_x$  ve  $I_y$ : Bina taban alanını içine alan dikdörtgenin x ve y yönündeki atalet momentleri,

$I_{cx}$  ve  $I_{cy}$ : Kritik kat kolonlarının x ve y yönüne göre atalet momentleri toplamı,

$I_{sx}$  ve  $I_{sy}$ : Kritik kat perdelerinin x ve y yönüne göre atalet momentleri toplamı,

$C_I$ : Atalet momenti endeksinin bileşkesi.

Her iki doğrultu için hesaplanan atalet momenti endekslerinin minimum ve maksimumları göz önüne alınarak  $C_1$  Alan Endeksi Bileşkesi için bir ağırlıklı ortalama alınır.

$$C_{I,min} = \min(C_{Ix}, C_{Iy}) \quad (10)$$

$$C_{I,max} = \max(C_{Ix}, C_{Iy}) \quad (11)$$

$$C_I = \sqrt{(0.87C_{I,min})^2 + (0.50C_{I,max})^2} \quad (12)$$

### **$P_0$ – Taşıyıcı Sistem Puanı**

Binanın taşıyıcı sistem özelliklerini yansıtan  $P_0$  – puanı aşağıdaki formülden hesaplanır:

$$P_0 = \frac{C_A + C_1}{h_0} \quad (13)$$

$C_A$ : Deprem binanın zayıf yönüne  $30^\circ$  açı ile geldiği yaklaşımına dayanılarak hesaplanan alan momenti,

$C_I$ : Deprem binanın zayıf yönüne  $30^\circ$  açı ile geldiği yaklaşımına dayanılarak hesaplanan atalet momenti,

Burada  $h_0$  bina yüksekliği ile ilgili bir düzeltme çarpanıdır.  $H$ =bina toplam yüksekliğine bağlı olarak aşağıdaki denklem ile hesaplanır:

$$h_0 = -0.6H^2 + 39.6H - 13.4 \quad (14)$$

### **$P_1$ – Temel Yapısal Puanı**

Yapısal düzensizlik katsayıları olan  $f_i$  katsayılarının tanımları ve aldıkları değerler Tablo 1’de verilmiştir. Bu değerlerin  $P_0$  puanı ile arka arkaya çarpılması sureti ile  $P_1$  puanı aşağıdaki şekilde elde edilir:

$$P_1 = P_0 \cdot \left( \prod_{i=1}^{14} f_i \right) \quad (15)$$

Tablo 1: Yapısal Düzensizlik Katsayıları ( $f_i$ )

Katsayı	Tanım	Risk Seviyesi		
		Yüksek	Az	Yok
$f_1$	Burulma Düzensizliği	0.90	0.95	1.00
$f_2$	Döşeme Süreksizliği	0.90	0.95	1.00
$f_3$	Düşey Doğrultuda Süreksizlik	0.65-0.75	0.90	1.00
$f_4$	Kütle Düzensizliği	0.90	0.95	1.00
$f_5$	Korozyon Mevcudiyeti	0.90	0.95	1.00
$f_6$	Ağır Cephe Elemanları	0.90	0.95	1.00
$f_7$	Asma Kat Mevcudiyeti ( $\gamma$ =Asma kat / Kat alanı)	0.90 $\gamma \geq 0.25$	0.95 $0 < \gamma < 0.25$	1.00 $\gamma = 0$
$f_8$	Katlarda Seviye Farkı veya Kısmi Bodrum	0.80	0.90	1.00
$f_9$	Beton Kalitesi <sup>(1)</sup>	$f_9 = (f_c / 20)^{0.5}$		
$f_{10}$	Zayıf Kolon-Kuvvetli Kiriş <sup>(2)</sup>	$f_{10} = [(I_x + I_y) / 2 I_b]^{0.15} \leq 1.0$		
$f_{11}$	Etriye Sıklığı <sup>(3)</sup>	$f_{11} = 0.60 \leq (10 / s)^{0.25} \leq 1.0$		
$f_{12}$	Zemin Sınıfı	0.90 (Z4 için)	0.95 (Z3 için)	1.00 (Z2, Z1 için)
$f_{13}$	Temel Tipi	0.80 - 0.90 (Tekil temel)	0.95 (Sürekli temel)	1.00
$f_{14}$	Temel Derinliği	0.90 (1m'den az)	0.95 (1 - 4m arası)	1.00 (4m'den fazla)

<sup>(1)</sup>  $f_c$ , binanın MPa cinsinden beton kalitesidir.

<sup>(2)</sup>  $I_x, I_y$  değerleri, kritik kat kolonlarının ortalama boyutlarından elde edilen temsili kolonun atalet momenti,  $I_b$  değeri ise, yine kritik katta en çok tekrar eden kirişin atalet momentidir.

<sup>(3)</sup>  $s$ , cm cinsinden sarılma bölgesindeki etriye aralığıdır.

## P<sub>2</sub> – Kısa Kolon Puanı

Aşağıdaki Tablo 2'ye göre belirlenir.

Tablo 2: P<sub>2</sub> – Kısa Kolon Puanlama Matrisi

Kısa Kolonların Bulunma Oranı	Kısa Kolon boyu / Kat Yüksekliği			
	(0.75-1.00)h	(0.40-0.75)h	(0.15-0.40)h	(0.00-0.15)h
<b>Az</b> (%5 den az)	70	64	57	50
<b>Bazı</b> (%5 -%15)	60	50	44	37
<b>Fazla</b> (%15-%30)	50	40	30	24
<b>Çok Fazla</b> (%30 dan fazla)	40	30	20	10

### ***P<sub>3</sub> – ‘Yumuşak Kat’ ve ‘Zayıf Kat’ Puanı***

Aşağıdaki denklem ile hesaplanır:

$$P_3 = 100 \left[ r_a r_r \left( \frac{h_{i+1}}{h_i} \right)^3 \right]^{0.60} \quad (16)$$

Burada,  $h_i$  ve  $h_{i+1}$  kritik kat ve bir üst katın yüksekliklerini göstermektedir.  $r_a$  ve  $r_r$  kritik kat ve bir üstündeki katın kolon, perde ve dolgu duvarlarının efektif alan ve efektif atalet momenti cinsinden birbirlerine oranlarını göstermektedir:  $r_a$  ve  $r_r$  değerleri x ve y yönleri için ayrı ayrı bulunur ve ortalamaları alınır.

$$r_a = \left( \frac{A_{ef,i}}{A_{ef,i+1}} \right) \leq 1 \quad (17)$$

$$r_r = \left( \frac{I_{ef,i}}{I_{ef,i+1}} \right) \leq 1 \quad (18)$$

### ***P<sub>4</sub> – Çıkmalar ve Çerçeve Süreksizliği Puanı***

Aşağıdaki Tablo 3'e göre belirlenir.

**Tablo 3: P<sub>4</sub> – Çıkmalar ve Çerçeve Süreksizliği Puanı**

<i>Çerçeve Kirişleri</i>	<b>Çıkmamanın Bulunma Oranı</b>		
	<b>Tek Cephe</b>	<b>İki Cephe</b>	<b>Üç-Dört Cephe</b>
Var	90	80	70
Yok	70	60	50

### ***P<sub>5</sub> – Çarpışma Puanı***

Aşağıdaki Tablo 4'e göre belirlenir.

**Tablo 4: P<sub>5</sub> – Çarpışma Puanı Matrisi**

<b>Çarpışma Türü</b>	<b>Merkezi Çarpışma</b>		<b>Dış Merkezli Çarpışma</b>	
	<b>Aynı Seviyede Döşeme</b>	<b>Farklı Seviyede Döşeme</b>	<b>Aynı seviyede Döşeme</b>	<b>Farklı Seviyede Döşeme</b>
Birbirine bitişik binalarda uç bina	35	15	20	10
Bir bina diğerinden daha rijit ve/veya ağır	40	25	30	20
Alçak bina ile yüksek bina komşu	50	30	30	20
Binalar aynı yükseklikte	70	60	60	50

### ***P<sub>6</sub> – Sıvılaşma Potansiyeli Puanı***

Aşağıdaki Tablo 5'e göre belirlenir. Sıvılaşma potansiyeli olmayan zeminlerde  $P_6 = 100$  alınır.

**Tablo 5:  $P_6$  – Sıvılaşma Potansiyeli Puanları**

YASS	Hesaplanan Sıvılaşma Potansiyeli		
	Az	Orta	Yüksek
> 10 m	60	45	30
2.0 m – 10.0 m	45	33	20
< 2.0 m	30	20	10

### **$P_7$ – Toprak Hareketleri Puanı**

Bu tabloyu kullanabilmek için, her şeyden önce zemin parametrelerinin tayin edilmesi ve bu parametrelerin ışığında a) büyük oturmalar b) yanal dağılma, c) heyelan ve d) istinat duvarı göçmesi gibi 4 ayrı cins zemin hareketinden herhangi birinin olup olmayacağı saptanmalıdır. Herhangi bir toprak hareketi ihtimali saptanmışsa yeraltı su seviyesine (YASS) göre aşağıdaki Tablo 6'ya göre belirlenir.

**Tablo 6:  $P_7$  – Toprak Hareketleri Puanı**

Zemin Sınıfı	YASS (m)	$P_7$ - Puanı
$Z_1, Z_2$	–	100
$Z_3$	YASS $\leq$ 5.0	25
	YASS > 5.0	35
$Z_4$	YASS $\leq$ 5.0	10
	YASS > 5.0	20

### **$\alpha$ – Düzeltme Çarpanı**

Çeşitli göçme kriterlerini temsil eden  $P_i$  puanları arasından seçilecek  $P_{min}$  minimum puanının binanın ve yörenin özelliklerine göre ayrıca bir  $\alpha$  – çarpanı ile düzeltilmesi gerekmektedir.  $\alpha$  – çarpanı; bina önem katsayısı  $I$ , deprem bölgesine göre tayin edilen efektif ivme katsayısı  $A_0$ , hareketli yük çarpanı  $n$  ve topografik konum katsayısı  $t$  göz önüne alınarak aşağıdaki denklem yardımı ile hesaplanır;

$$\alpha = \left(\frac{1}{I}\right) (1.4 - A_0) \left[ \frac{1}{0.4n + 0.88} \right] t \quad (19)$$

Topografik  $t$  katsayısının nominal değeri  $t = 1.0$ 'dir. Bu katsayı, incelenen binanın bir tepenin üstüne kurulu olması durumunda  $t = 0.7$  ve dik bir yamaçta kurulu olması durumunda ise  $t = 0.85$  değerini almaktadır.

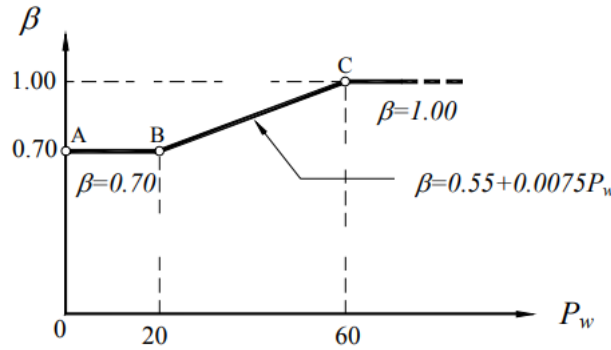
## $\beta$ – Düzeltme Çarpanı

Binanın sonuç performans puanı daha önce hesaplanan 7 adet  $P_i$  puanın ağırlıklı olarak birbirleri ile etkileşimleri yolu ile belirlenmektedir. Bunun için önce  $P_i$  puanları içinden  $P_{min}$  minimum puanı saptanır ve ağırlık katsayısı olarak  $w = 4$  ile çarpılır. Diğer  $P_i$  puanları Tablo 7’de verilen ağırlık puanları ile çarpılarak aşağıdaki denklem yardımı ile ağırlıklı ortalama puanı  $P_w$  saptanır. Ağırlıklı ortalama puanı  $P_w$  kullanılarak Şekil 4 yardımı ile bir  $\beta$  – Düzeltme çarpanı elde edilir.

$$P_w = \frac{\sum(w_i P_i)}{\sum w_i} \quad (20)$$

Tablo 7: Çeşitli Puanlar İçin Ağırlık Oranları

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



Şekil 1:  $\beta$  – Katsayısının Değişimi

## P - Sonuç Puanı

Yukarıda hesaplanan  $\alpha$  ve  $\beta$  – çarpanları yardımı ile binanın performansını belirleyen P sonuç puanı:

$$P = \alpha\beta P_{min} \quad (21)$$

şeklinde hesaplanır. Burada  $P_{min}$  birbirinden bağımsız olarak hesaplanan ve yukarıda ayrıntıları ile açıklanan 7 adet  $P_i$  değerlendirme puanı arasından en küçüğüdür.

## Değerlendirme:

Göçme riski bulunan binaları gruplarken, düşük ve yüksek puanlı bina gruplarını kesin bir çizgi ile ayırmak yerine, incelenen parametrelerdeki bazı belirsizlikler nedeniyle, binaları örneğin 25-35 puanları arasında bulunan bir güvenlik bandı ile ayırmak daha akılcı ve gerçekçi olabilir. Finansal olanaklara bağlı olarak bu ayrıntılı inceleme bandının genişliği ve dolayısıyla, güçlendirme gerekecek binaların sayısı da azaltılabilir artırılabilir (Bal, Tezcan, & Gülay, 16-20 Ekim 2007).

Sıfır can kaybı sınırı olarak 30 puan göz önüne alınabilir (Bal, Tezcan, & Gülay, 16-20 Ekim 2007).

### Yöntem ile İlgili Yorumlar

Oldukça detaylı hazırlanmış bir yöntemdir. Literatürde P25 yöntemi ile hızlı bina değerlendirmesinin incelenmesine yönelik birçok çalışma bulunmaktadır. Binanın çökmesine etki edebilecek birçok parametre göz önünde bulundurulmuştur. Basitleştirilmiş bir deprem kuvveti ve dayanım kontrolü yerine, zafiyetlerin binanın çökme riski üzerindeki etkilerinin istatistiki olarak değerlendirilmesi ile geliştirilmiştir.

Sıvılaşma ve zemin kaynaklı zafiyetleri de göz önüne alması oldukça olumludur. Etriye sıklaştırmasının kontrol edilmiş ve binanın güvenliğinde dikkate alınmış olması önemlidir.

Özellikle rijitlik ve dayanım için hesaplanan katsayılar zaman alıcı olabilir. Binanın projeleri veya detaylı rölevesi gereklidir.

Dolgu duvarların etkisinin değerlendirmede dikkate alındığı görülmektedir. Diğer birçok yöntemde dolgu duvarlar dikkate alınmamıştır. Bir kısmında ise sadece binanın kesme dayanımına etkisi göz önünde bulundurulmuştur. Bu yöntemde dolgu duvarların hem kesme hem de eğilme davranışına etki edecek şekilde bina sonuç puanını etkilemesi hedeflenmiştir.

Bu yöntem genel olarak birçok parametrenin bina değerlendirmesinde hesaba katılması sebebi ile daha ayrıntılı bir saha incelemesini gerektirmektedir.

## 4.2 DURTES Yöntemi

DURTES Yöntemi ilk olarak İÜ Mühendislik Fakültesi, İnşaat Mühendisliği Bölümü'nde Rasim Temür tarafından bir yüksek lisans tez projesi olarak geliştirilmiştir. Yöntem geniş alan deprem güvenliği saha tarama çalışmalarında çok sayıda binayı az sayıda veri ile değerlendirebilmeyi amaçlamaktadır.

Sonrasında yöntemin Bakırköy ilçe belediyesi tarafından yaptırılan "Bakırköy İlçesi Zemin Yapı Etkileşimine Bağlı Risk Analizi Araştırma Projesi"nde hızlı ve etkin uygulanması amacı ile bir yazılım programı geliştirilmiş ve kullanılmıştır. İlçede bulunan yapı stoğunun deprem güvenliğinin analizi kapsamında yapılan çalışmada yaklaşık olarak on bin adet bina üzerinde bu yöntem kullanılarak yapı durum tespiti ile ilgili inceleme ve değerlendirmeler yapılmıştır (Temur, Geliştirilmiş Hızlı Durum Tespit Yöntem, 7-8 Aralık 2006).

Bu çalışmada, öncelikle incelenen binanın, matematiksel esasa göre değerlendirilebilmesi için gerekli olan optimum bilgiler belirlenmiş ve bu doğrultuda bu bilgilerin yer aldığı bir anket formu hazırlanmıştır. Bu anket formundaki bilgilerin yerinde doldurulması ve bu bilgilerin söz konusu algoritmayı kullanan "DURTES" (DURum TESpit programı) adlı bilgisayar programına aktarılması sayesinde binaların maruz kalacağı deprem yükü ve taşıma kapasitesi gibi özellikler çok hızlı bir şekilde belirlenebilmektedir.



Geliştirilen bu programın amacı binaların inceleme sonuçlarının hızlı bir biçimde ve doğruya en yakın şekilde verilmesini sağlamaktır. Farklı tecrübeler ve vizyona sahip uzmanların görüşlerinde yapılabilecek hataları en aza indirmek için bina ile ilgili değerlendirme ve yorumlar tamamen matematiksel prensiplerle belirlenmekte ve raporlar program tarafından otomatik olarak hazırlanmaktadır. Program, yapıda oluşabilecek taban kesme kuvvetini deprem şartnamesinde öngörülen kesin yöntemlere göre belirlemektedir. Ancak eğilme momenti, eksenel kuvvet gibi kesit tesiri dağılımlarını belli parametreler üzerine kurulmuş formüllerle hesaplamaktadır.

“DURTES” in izlediği yöntem kısaca şöyledir; Binanın malzeme özelliğini de göz önüne alarak, farklı özelliklerde olsalar bile maruz kaldıkları yüklere karşılık, birim alan için sahip olması gerekli olan, yapısal eleman büyüklüklerini belirleyerek bir katsayı elde etmekte (K1: mukavemet puanı) ve bu katsayıya göre binaları gruplandırmaktadır. Her binanın mevcut durumuna göre ayrıca bir puan verilmektedir (K2: kusur puanı). K1 katsayısı yönetmeliklerdeki kriterlere göre, K2 katsayısı ile yapının mevcut durumunu göz önüne alan yaklaşık olarak 100 adet parametreye göre belirlenmektedir.

Söz konusu parametrelere karşılık gelen puan ise, program kullanıldıkça ve verdiği sonuçlar kesin çözüm yöntemlerinin sonuçları ile kıyaslandıkça kalibre edilmektedir. Bu kesin çözüm yöntemleri ile kıyaslama örnekleri çoğaldıkça ve parametrelere karşılık gelen puanlar kalibre edildikçe programın verdiği sonuçlar gerçeğe daha da yakınlaşmaktadır.

DURTES yöntemi;

1. Yapı ile ilgili bilgilerin sorgulandığı bir anketi (Tablo 8-Tablo 9-Tablo 10)
2. Anket verilerinin yazılıma aktarılmasını ve
3. Yapı ile ilgili analizleri kapsamaktadır (Temur, "Hızlı Durum Tespit (DURTES) Yöntemi ve Bilgisayar Programının Geliştirilmesi" Yüksek Lisans Tezi, Haziran 2006).

Tablo 8: DURTES veri toplama formu (1. Sayfa)

**YAPININ KOD NUMARASI : [ \_\_\_\_\_ ] SAYFA 1/3**

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

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

Kat alanı = [ \_\_\_\_\_ ] (m<sup>2</sup>)

**2-) DEĞERLENDİRENLER**

	İsim	Soyad	Grup No:	İmza
1				
2				
3				

**3-) YAPININ ADRESİ**

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

**4-) YAPI HAKKINDA GENEL BİLGİLER**

Yapının yaşı : \_\_\_\_\_

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

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

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

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

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

Yapıda en büyük açıklık : [ \_\_\_\_\_ ] (m)

Ortalama kat ağırlığı (m<sup>2</sup>'de toplam yük) : 600[ ], 800[ ], 1000[ ], 1200[ ], 1400[ ], 1600[ ], (kg/m<sup>2</sup>)

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

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

**5-) ŞARTNAME KATSAYILARI**

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

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

Bina kullanım türünü yazınız ----- : [ \_\_\_\_\_ ]

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

Yapı davranış katsayısı (R) : [ \_\_\_\_\_ ], Nedeni : [ \_\_\_\_\_ ]

**6-) TAŞIYICI SİSTEM ÖZELLİKLERİ**

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

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

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

Temel sistemi: Tekil [ ], Sürekli [ ], Radye [ ], Kazıklı [ ], Diğer [ \_\_\_\_\_ ]

Bodrum varsa dış duvarları:

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

Bölme duvarlar:

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

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

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

Tablo 9: DURTES Veri Toplama Formu (2. Sayfa)

**YAPININ KOD NUMARASI : [ \_\_\_\_\_ ] SAYFA 2/3**

**7-) BETONARME BİNALARDA MALZEME ÖZELLİKLERİ**

Boyuna donatı----- : STI [    ], STIII Düz [    ], STIII Nervürlü [    ], Diğer [    ]  
 Enine donatı (etriye)--- : STI [    ], STIII Düz [    ], STIII Nervürlü [    ], Diğer [    ]  
 Yapıda ortalama beton dayanımı----- : [    ] (kg/cm<sup>2</sup>)  
 En ağır hasarlı kat kolonlarında ortalama beton dayanımı---- : [    ] (kg/cm<sup>2</sup>)  
 Görülen beton işçilik kalitesi (İyi, Orta, Kötü)

**8-) HASAR BELİRLEME**

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

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

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

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

**9-) KUSUR BELİRLEME**

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

**DÜZENSİZLİK PROBLEMİ VARSA İLGİLİ DÜZENSİZLİKLERİ İŞARETLEYİNİZ**

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

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

Etriye Sıklaştırması			
	İyi	Orta	Kötü
Kolonlarda			
Kirişlerde			

Tablo 10: DURTES Veri Toplama Formu (3. Sayfa)

YAPININ KOD NUMARASI : [ \_\_\_\_\_ ] SAYFA 3/3

**10-) BİNA HASAR GÖRMÜŞ İSE OLASI SORUN NEDENLERİ**

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

Güvenlik yeterli onarım güçlendirme gerekmez [ ]

Güvenlik yetersiz. Aşağıdaki önlemlerle sonuç alınabilir

Yük sınırlaması [ ], Kullanım değişikliği [ ], Kat azaltması [ ], Diğer [ \_\_\_\_\_ ]

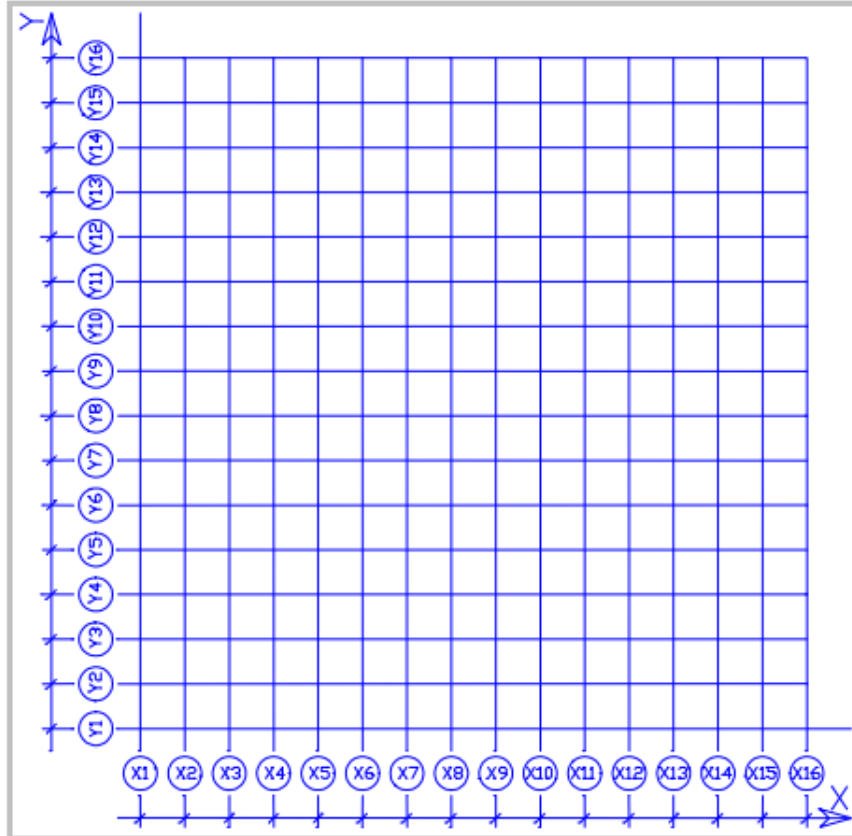
Güvenlik yetersiz. Aşağıda tanımlanan Onarım/Güçlendirmeler gerekli

Dolgu çerçeve--- [ ], Beton kolon mantolama [ ], Çelik kolon mantolama [ ],

Kiriş onarımı---- [ ], Döşeme onarımı----- [ ],

Diğer----- [ \_\_\_\_\_ ]

**11-) YAPI ELEMANLARININ KONUMU VE TANIMI KAT NO: [ \_\_\_\_ ]**



Toplam kat alanı = [ \_\_\_\_\_ ] (m<sup>2</sup>)

X ekseninde toplam kesit alanı [ΣPerde+ΣKolon+0.15\*ΣDuvar(boşluklar hariç)]=[ \_\_\_\_\_ ] (m<sup>2</sup>)

Y ekseninde toplam kesit alanı [ΣPerde+ΣKolon+0.15\*ΣDuvar(boşluklar hariç)]=[ \_\_\_\_\_ ] (m<sup>2</sup>)

Simetri eksenleri var mı? ( X<sub>ALT</sub>[\_\_\_\_], X<sub>ÜST</sub>[\_\_\_\_], Y<sub>SOL</sub>[\_\_\_\_], Y<sub>SAG</sub>[\_\_\_\_] )

DURTES yönteminde oldukça detaylı bir bina inceleme formu hazırlandığı görülmektedir. Bunun temel sebebi yöntemin deprem yükü hesabına ve bu hesap sonucu dayanım kontrolüne dayanıyor olmasıdır. Bunun yapılabilmesi için muhakkak binanın içerisine girilmeli ve binanın detaylı bir rölevesinin çıkartılması gerekmektedir. Yöntemde;

- Taşıyıcı sistem eleman boyutları tam olarak belirlenir
- Binanın bulunduğu konumun zemin spektrumu belirlenir
- Binaya etkiyecek deprem yükleri hesaplanır
- Taban kesme kuvveti katlara dağıtılır
- Kat bazında elemanların yatay yük taşıma kapasiteleri hesaplanarak kat kesme kuvveti ile karşılaştırılarak yapısal emniyet faktörü elde edilir

$$\text{Yapısal Emniyet Faktörü} = \frac{(V_x, V_y)_{min}}{V_t} \quad (22)$$

- Elde edilen güvenlik oranları inceleme sonucunda elde edilen diğer güvenlik oranları ile birleştirilerek hasar olasılık seviyelerini ifade eden durum değerleri hesaplanır

**Göreceli Durum Tespit Puanı = Göreceli Puan × Yapısal Emniyet Faktörü**

**Tablo 11: Hasar Risk Sınıflandırma Kriteri**

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

### Yöntem ile İlgili Yorumlar

Yöntemin özellikle bina incelemesi için hazırladığı form oldukça detaylıdır. Bu form ile binanın yerinde incelemesi sırasında birçok bilgisinin kaydedilmesi gereklidir. Binanın detaylı bir rölevesinin çıkartılması gerekir. Ayrıca diğer hızlı değerlendirme yöntemlerinden farklı olarak binanın mevcut hasar durumu da inceleme ve değerlendirmede dikkate alınmaktadır.

Bir yazılım programı ile de desteklenmesi özellikle yapılacak hesap adımları için ayrılacak zamanı kısaltmak açısından oldukça önemlidir.

Öte yandan binanın deprem güvenliği temel olarak binanın taban kesme kuvveti taşıma kapasitesi ile ilişkilendirilmiştir. Bunun dışındaki zafiyetler, binanın taban

kesme kuvveti kapasitesindeki bir azaltım ile ilişkilendirilmiştir. Yöntemin açıklandığı tez çalışmasında (Temur, "Hızlı Durum Tespit (DURTES) Yöntemi ve Bilgisayar Programının Geliştirilmesi" Yüksek Lisans Tezi, Haziran 2006) bu zafiyetlere ilişkin düzeltme katsayılarının ne şekilde ve hangi mertebeye belirlendiği açıklanmamıştır. Bununla birlikte ilgili katsayıların 1992 Erzincan ve 1999 Marmara depremleri sonrasında elde edilen veriler ile kalibre edildiği ve süregelen hızlı ve detaylı değerlendirme çalışmaları ile de güncellendiği belirtilmiştir.

### 4.3 TÜBİTAK İÇTAG-I574 (Özcebe v.d.) Yöntemi

TÜBİTAK İÇTAG-I574 (Özcebe v.d.) Yöntemi yöntemi, hızlı değerlendirme yöntemlerinden biridir. Bu yöntem, betonarme yapısal sistemler için bir ön değerlendirme olarak kabul edilebilir. Genellikle görsel incelemelere dayanır ve binaların dış görünüşleri, fiziksel ve yapısal durumları gibi kriterler üzerinden değerlendirme yapılır. Bu yöntem bina kritik kat planı esas alınarak uygulanır. Prof. Dr. Güney Özcebe, Prof. Dr. Haluk Sucuoğlu, Prof. Dr. Semih Yüçemen, Prof. Dr. Ahmet Türer ve Prof. Dr. Ahmet Yakut tarafından TÜBİTAK İÇTAG-I574 Numaralı araştırma projesi çerçevesinde geliştirilen ve 2003 ile 2006 yılları arasında yayınlanan bir dizi çalışma ile sunulmuştur.

Yöntem standart betonarme binaların deprem güvenliğinin hızlı şekilde belirlenmesi amacı ile geliştirilmiştir. Sokak taraması sonucu aşağıda belirlenen parametrelerin belirlenmesi ile uygulanır (Özcebe, 2004):

Tablo 12: Sokak Taraması Parametreleri

Parametre	Alabileceği Değerler
Kat Adedi	1-7
Hız Bölgesi	I, II, III
Yumuşak Kat	Yok(0); Var(1)
Ağır Çıkma	Yok(0); Var(1)
Görünen Kalite	İyi(0); Orta(1); Kötü(2)
Kısa Kolon	Yok(0); Var(1)
Çarpışma Etkisi	Yok(0); Var(1)
Tepe/Yamaç Etkisi	Yok(0); Var(1)

Yönteme göre kat sayısı ( $n$ ), yatay rijitlik indeksi ( $mnlstfi$ ), yatay dayanım indeksi ( $mnlsci$ ), hiperstatiklik katsayısı ( $nrs$ ), yumuşak kat indeksi ( $ssi$ ), ağır çıkma indeksi ( $or$ ) hesaplanarak Bina Hasar Görebilme Skoru ( $DS_{LS}$ ) aşağıdaki denklem ile hesaplanır:

$$HI_{LS} = 0.620n - 0.246mnlstfi - 0.182mnlsci - 0.699nrs + 3.269ssi + 2.728or - 4.905 \quad (23)$$

Bunun dışında diğer yöntemlerden farklı olarak "Hemen Kullanım" performans seviyesi için de bir "Hasar İndeks" i belirlenmiştir:

$$HI_{IO} = 0.808n - 0.334mnlstfi - 0.107mnlisi - 0.687nrs + 0.508ssi + 3.884or - 2.868 \quad (24)$$

Yatay rijitlik indeksi ( $mnlstfi$ ) bina her iki yönü için ayrı ayrı hesaplanan kolon/perde atalet momentleri, toplamından küçük olanının bina toplam alanına oranı olarak hesaplanır.

Yatay dayanım indeksi ( $mnlisi$ ) her iki yönü için ayrı ayrı hesaplanan etkin kolon/perde ve dolgu duvar alanları toplamından küçük olanının bina toplam alanına bölünmesi ile hesaplanır.

Hiperstatiklik katsayısı ( $nrs$ ) ise her iki yöndeki sürekli çerçeve sayısı ve kolon başına düşey yükleme alanına göre yaklaşık olarak hesaplanır.

Bu yöntemdeki kalan iki parametre ise

$$ssi = \frac{H_1}{H_2} \quad (25)$$

ve

$$or = \frac{A_{\text{çıkma toplam}}}{A_{gf}} \quad (26)$$

Şeklinde hesaplanır

Bu denklemlerde  $H_1$  zemin kat yüksekliğini,  $H_2$  birinci kat yüksekliğini,

$A_{\text{çıkma toplam}}$  ise tüm katların çıkma alanı toplamını göstermektedir.

Hesaplanan bu Hasar İndeks değerleri aşağıdaki denklemlerde bina kat sayısı ve faya yakınlığına göre belirlenen CV katsayıları ile karşılaştırılır.

$$CV_{LS} = CM \times (-0.085n^3 + 1.41n^2 - 6.951n + 9.979) \quad (27)$$

$$CV_{IO} = CM \times (-0.085n^3 + 1.41n^2 - 6.951n + 9.979) \quad (28)$$

Tablo 13: CM Katsayıları

Zemin Türü	Kayma Dalgası Hızı (m/s)	Mesafe (km)				
		0-4	5-8	9-15	16-25	>26
B	>760	0.778	0.824	0.928	1.128	1.538
C	360-760	0.864	1.000	1.240	1.642	2.414
D	180-360	0.970	1.180	1.530	2.099	3.177
E	<180	1.082	1.360	1.810	2.534	3.900

Değerlendirme sonucu aşağıdaki şekilde belirlenir:

$$HI_{IO} > CV_{IO} \text{ ise } PG_{IO} = 1$$

$$HI_{IO} < CV_{IO} \text{ ise } PG_{IO} = 0$$

$$HI_{LS} > CV_{LS} \text{ ise } PG_{LS} = 1$$

$$HI_{LS} < CV_{LS} \text{ ise } PG_{LS} = 0$$

Ara bölgelerde genellikle orta hasar oluşması beklenir.

Özcebe v.d. tarafından yapılan çalışmada Düzce veri tabanı kullanılarak  $DS_{LS}$  için bir sınır değeri önerilmiştir. Bu değer daha sonra genelleştirilerek farklı bölgeler için kullanılması sağlanmıştır.

### Yöntem ile İlgili Yorumlar

Yöntem binanın yapısal deprem güvenliğini etkileyen temel parametrelerin yaşanan depremlerdeki istatistiksel etkisinin belirlenmesine dayanır. Binanın proje verilerinin sahada doğru tatbiki durumunda yöntemin hesaplama için gereken süresi azalabilir. Ancak genel olarak proje bazlı bir deprem güvenliği belirleme yöntemidir. Sahada yapılmış olan ve binada düzensizliklere sebep olan birtakım zafiyetlerden yumuşak kat ve kat çıkmaları puan hesabında dikkate alınmıştır.

## 4.4 Yakut Yöntemi

Bu yöntem Prof. Dr. Ahmet Yakut (2004) tarafından geliştirilmiş olup bina elemanlarının boyutlarına göre yaklaşık olarak hesaplanan yatay yük taşıma kapasitesini, binaya etki etmesi beklenen deprem kuvvetine oranlayarak bina risk durumunu belirlemektedir. Bina kapasite indeksi olarak adlandırılan bina skoru aşağıdaki denklem ile hesaplanır (Yakut, 2004).

$$BCPI = \frac{V_{yw}}{V_{code}} \quad (29)$$

Bu indeks, işçilik ve malzeme kalitesi ile mimari özellikleri yansıtan çeşitli katsayılarla modifiye edilmektedir. Özellikle düşük ve orta katlı betonarme binalar için önerilmektedir. Yöntem 1999 Adapazarı ve Düzce depremlerinde elde edilen hasar verileri ile test edilmiş ve kalibre edilmiştir. Yöntem aşağıdaki adımlar sırası ile izlenerek uygulanabilir (Yakut, 2004):

**Adım-1:** Zemin kat için toplam betonarme taban kesme kapasitesi  $V_c$  aşağıdaki denklem ile her bir eleman için hesaplanan kapasitelerin toplamı olarak hesaplanır. Eğer beton dayanımı testler yoluyla elde edilemiyorsa, Tablo 14'de verilen değerler kullanılabilir. Ortalama değerler veya alt sınırlar tercih edilebilir.

$$V_{ci} = \alpha f_{ctk} b_w h \quad (30)$$

$V_{ci}$ : Betonarme elemanın kesme kapasitesi

c: Elemanın yönüne bağlı katsayı (uzunlamasına yön için 2/3, enine yön için 1/3)

$\alpha$ : Dayanım azaltma faktörü ve kesme dayanımını çekme dayanımına bağlayan ampirik katsayı (Türk Tasarım Kodu'na göre 0.65)

Tablo 14: Önerilen Beton Dayanımları

Beton Kalitesi (Görsel İnceleme ile)	Önerilen Basınç Dayanımı ( $f_{ck}$ ) (MPa)
Kötü	<10
Orta	10-16
İyi	>16

**Adım-2:** Aşağıdaki denklem ile tahmini akma taban kesme kapasitesi  $V_y$  hesaplanır.

$$V_y = \frac{V_c}{0.95e^{0.125n}} \quad (31)$$

n: Bina kat sayısı

**Adım-3:** Açıklık bulunmayan dolgu duvarların toplam alanını ve binanın toplam kat alanını kullanarak, dolgu duvarlı binanın akma taban kesme kapasitesi  $V_{yw}$  aşağıdaki denklem ile hesaplanır.

$$V_{yw} = V_y \left( 4.6 \frac{A_w}{A_{tf}} + 1 \right) \quad (32)$$

$V_{yw}$ : Dolgu duvarların etkisiyle birlikte akma taban kesme kapasitesi

$V_y$ : Dolgu duvarların etkisi olmadan akma taban kesme kapasitesi

$A_w$ : Dolgu duvarların toplam alanı

$A_{tf}$ : Bina'nın toplam kat alanı

**Adım-4:**  $V_{yw}$ 'yi, sismik tasarım yönetmeliğine göre hesaplanan kod gereklilik taban kesme kuvveti  $V_{code}$ 'a bölerek **BCPI** elde edilir.

**BCPI:** Temel Kapasite İndeksi

**Adım-5:** Bina üzerinde yapılan görsel inceleme ve çizimlerinin gözden geçirilmesi yoluyla, modifikasyon faktörü  $C_A$ 'yı aşağıdaki denklem kullanarak belirlenir.

$$C_A = 1.0 - (C_{AS} + C_{ASC} + C_{AP} + C_{AF}) \quad (33)$$

Tablo 15: Düzensizlikler ile İlgili Önerilen Farklı Ağırlık Katsayıları

Özellik	Ağırlık Katsayıları
Yumuşak Kat ( $C_{AS}$ )	0.36 (FEMA 154)
	0.50 (Gulkan ve Yakut)
	0.32 (Sucuoglu ve Yazgan)
Kısa Kolon ( $C_{ASC}$ )	0.18 (FEMA 154)
	0.25 (Gulkan ve Yakut)
	0.11 (Sucuoglu ve Yazgan)
Plan Düzensizliği ( $C_{AP}$ )	0.19 (FEMA 154)
	0.125 (Gulkan ve Yakut)
	0.19 (Sucuoglu ve Yazgan)
Çerçeve Düzensizliği ( $C_{AF}$ )	0.27 (FEMA 154)
	0.125 (Gulkan ve Yakut)
	0.38 (Sucuoglu ve Yazgan)

**Adım-6:** Bina yapım kalitesi ve işçilik düzeyine göre bina sınıflandırılır. Görsel incelemeye dayanarak, Tablo 3'ten  **$C_M$  katsayısını** belirleyin.  $C_A = 0.85$  ve  $Q_r = 0.55$  değerleri kullanılabilir.

Tablo 16 :  $C_M$  Katsayıları

İnşaat ve İşçilik Kalitesi	$C_M$ Değeri
Kötü	$1.0 - Q_r(1 - C_A)$
Orta	$1.0 - Q_r(1 - C_A) / 3$
İyi	1.0

**Adım-7:** Aşağıdaki denklem ile **CPI** hesaplanır.

$$CPI = C_A C_M B CPI \quad (34)$$

**Adım-8:** Binanın güvenli mi yoksa güvensiz mi olduğuna karar verin.

- **Güvenli Bina:** CPI değeri **1.2 veya daha büyük** olan binalar güvenli olarak kabul edilir.
- **Güvensiz Bina:** CPI değeri **1.2'den küçük** olan binalar güvensiz olarak kabul edilir.

Yöntem bir takım dayanım hesaplamalarına dayanır. Binaya etki edebilecek deprem kuvvetleri belirlenir. Binanın taşıyabileceği deprem kuvvetleri yine birtakım parametreler kullanılarak hesaplanır. Yapıda birtakım düzensizlikler varsa yapı puanının belirlenmesinde bunlarla ilgili ceza puanları uygulanır.

## Yöntem ile İlgili Yorumlar

Masa başı çalışması ile yöntemin gerektirdiği hesapların yapılabilmesi için diğer hızlı değerlendirme yöntemlerine nazaran daha fazla zaman ayrılması gerekecektir. Taşıyıcı sistem eleman boyutları ve duvarların etkisi de dikkate alındığı için bina mevcut durum rölevesinin çıkarılması gerekir. Bu sırada binada düzensizlikler var ise bunların da tespiti için saha incelemesine ayrılacak süre basit görsel incelemelere göre daha fazla olacaktır. Yapılacak bu incelemelerde kolon etriye aralıklarının etkisi ile ilgili bir hesaplama yapılmamış olması ileride değerlendirilebilir.

Yapının görünür kalitesi parametresi ile öznel bir değerlendirme unsuru olarak sonucu etkileyebilir. Ancak puanı etkileme aralığı düşüktür.

Binayı birçok parametreyi göz önüne alarak ve hesap bazlı değerlendirdiği için detaylı değerlendirme sonuçları ile daha uyumlu sonuçlar verebilir.

## 4.5 Sucuoğlu, Yazgan, Yakut Yöntemi

Prof. Dr. Haluk Sucuoğlu, Prof. Dr. Ufuk Yazgan ve Prof. Dr. Ahmet Yakut tarafından geliştirilen yöntem, büyük yapı stokları içerisinde en riskli binaları belirleyip, bu binaların güçlendirilmesi veya yenilenmesi için önceliklendirme yapmayı amaçlamaktadır. Yöntem binaları dışarıdan sokak taraması yapılarak görünen zafiyetlerinin belirlenip puanlanması temelinde geliştirilmiştir. Değerlendirmede göz önüne alınan parametreler, binaların yıkımına sebep olan esaslı zafiyetler olarak görülmüştür. Bu parametreler (Sucuoğlu, Yazgan, & Yakut, May 2007):

1. **Kat Sayısı:** Daha fazla kat, daha yüksek risk.
2. **Yumuşak Kat Varlığı:** Zayıf zemin katlar, binanın genel dayanıklılığını azaltır.
3. **Ağır Çıkmalar:** Bina dışına doğru uzanan çıkmalar, yapısal düzensizliklere neden olur.
4. **Görünür Bina Kalitesi:** Malzeme kalitesi ve işçilik, binanın genel dayanıklılığını etkiler.

Bu temel parametreler üzerinden değerlendirilen binalar hem hızlı bir inceleme sürecinden geçmekte hem de deprem güvenliği hakkında çok hızlı değerlendirmede bulunabilmektedir. Yöntem ilgili akademik çalışmada 1999 Düzce depremi sonrası yapılan akademik çalışma ile 454 bina üzerinde test edilmiştir (Sucuoğlu, Yazgan, & Yakut, May 2007).

Değerlendirme sonunda kat sayısı, yumuşak katın varlığı, ağır çıkma olup olmadığı ve binanın görünür kalitesi değerlendirilerek puanlanır. Bu puanlar geçmiş depremlerden edinilen verilerin istatistik analizleri sonucunda belirlenen belirli ağırlık katsayıları ile çarpılıp bir araya getirilir. Böylece hesaplanan binanın performans puanı aşağıdaki gibi hesaplanır:

$$PS = \alpha_0 + \alpha_{SS} \cdot ss + \alpha_{AQ} \cdot aq + \alpha_{HO} \cdot ho \quad (35)$$

İncelenen her bir zafiyet unsuru, eğer tespit edilmiş ise bina performans puanı hesaplamasına bir ceza olarak yansır ve binanın genel notunu düşürür. Sadece bina kalitesi eğer iyi olarak değerlendiriliyor ise bina notunun artmasına sebep olur.

**Tablo 17: İnceleme Parametreleri Değerlendirme Değerleri**

Parametre	Değer	Açıklama
<b>Yumuşak Kat (ss)</b>	-1	Yumuşak kat var
	0	Yumuşak kat yok
<b>Bina Kalitesi (aq)</b>	-1	Kötü kalite
	0	Orta kalite
	+1	İyi kalite
<b>Ağır Çıkmalar (ho)</b>	-1	Ağır çıkmalar var
	0	Ağır çıkmalar yok

Performans hesaplamasında kullanılan ve istatistiki ağırlıklandırma ile belirlenmiş katsayılar için belirlenen puanlama aşağıdaki tabloda verilmiştir.

**Tablo 18: Performans Puanı Hesaplamasında Kullanılan Katsayılar**

Parametre	3 Katlı Bina	4 Katlı Bina	5 ve 6 Katlı Bina
<b>Başlangıç Performans Skoru (<math>\alpha_0</math>)</b>	80	73	64
<b>Yumuşak Kat Katsayısı (<math>\alpha_{SS}</math>)</b>	23	22	24
<b>Bina Kalitesi Katsayısı (<math>\alpha_{AQ}</math>)</b>	9	15	23
<b>Ağır Çıkmalar Katsayısı (<math>\alpha_{HO}</math>)</b>	23	30	33

Hesaplama sonunda binaların güvenli addedilmesi için önerilen sınır performans puanı **60**'dir. Bu eşik değere göre:

- Performans puanı **60 veya daha düşük** olan binalar **yüksek riskli** olarak sınıflandırılır.
- Performans puanı **60'tan yüksek** olan binalar ise **düşük riskli** olarak kabul edilir.

Bu sınıflandırma, binaların deprem riskine göre önceliklendirilmesini sağlar ve yüksek riskli binaların daha detaylı değerlendirilmesi gerektiğini belirtir.

### Yöntem ile İlgili Yorumlar

Yöntem, binaların deprem sırasında yıkılmasında temel etkene sahip olduğu değerlendirilen yumuşak kat ve ağır çıkma zafiyetlerine odaklanmaktadır. Bu



düzensizlikler çoğu zaman dışarıdan inceleme ile kolaylıkla tespit edilebildiği için, bina incelemesine ayrılan süre diğer yöntemlere göre oldukça kısa olacaktır. Değerlendirme yöntemi de oldukça basittir. Kusurlar belirlenmişse binanın değerlendirme puanı çok hızlı bir şekilde hesaplanmakta ve değerlendirme yapılabilmektedir. Standart bir konut binası için kabaca bir saatten daha kısa bir sürede değerlendirme sonucu alınabilir.

Yöntemin esaslı zafiyet unsurlarına odaklanması FEMA P-154 yöntemine benzerdir. Bu açıdan büyük yapı stoklarında bir önceliklendirme uygulamasında kullanılmak üzere geliştirilmiştir. Öte yandan yıkıma sebep olabilecek diğer sebepler göz ardı edilmiş olmaktadır. Malzeme kalitesindeki düşüklükler, yetersiz eleman boyutları, etriye sıklaştırması gibi donatı detaylandırmasına ilişkin zafiyetler, kısa kolon gibi eleman bazında yaratılmış zafiyetler bu yöntem ile değerlendirilmemektedir.

Binanın değerlendirme puanını olumlu yönde etkileyen bina görünür kalitesi öznel bir değerlendirme unsuru olarak sonucu etkileyebilir.

#### **4.6 Coşkun, Aldemir, Şahmaran Yöntemi**

Bu yöntem riskli yapı tespit yönteminde olduğu gibi bir değerlendirme puanı hesaplama ve sınır değerler ile karşılaştırarak binanın deprem güvenliği hakkında yorumda bulunma prensibine dayanır. Yapılan akademik çalışma kapsamında 545 adet betonarme (BA) binanın detaylı değerlendirmelerine dayanarak geliştirilmiş hızlı bir değerlendirme yöntemidir. Esasen RYTEİE'de belirlenen "eksik" noktaların, yapılan ilave değerlendirmeler ile düzeltilmesi sonucu oluşturulmuştur. Parametrelerin ağırlıkları yapılan değerlendirme çalışmaları sonucu düzenlenmiştir. Yöntem sonraki aşamalarda geliştirilerek yığma binalara da uyarlanmıştır. Aşağıda betonarme binalar için geliştirilen değerlendirme kriterleri anlatılmaktadır.

Yöntem ile binanın incelemelerinde kullanılan ve değerlendirilen parametreler aşağıdaki tabloda verilmiştir (Coskun, Aldemir, & Şahmaran, 2019).

Tablo 19: Coşkun, Aldemir, Şahmaran Yöntemi Değerlendirme Parametreleri

Değişken	Tanım
Kat Sayısı (N)	Kat sayısı, zemin üzerindeki katların sayısı olarak hesaplanmalıdır (bodrum katlar hariç, çatı katları dahil).
Sismik Bölge (SZ)	Sismik bölge, kısa periyotlarda spektral tepki ivmesi parametresi ( $S_{DS}$ ) sınıflandırılarak belirlenir (Tablo Tablo 24'deki sınırlar kullanılarak: 0.25 g, 0.50 g ve 0.75 g).
Zemin Durumu (SC)	Zemin durumu, yerel $V_{s30}$ değerleri sınıflandırılarak belirlenir.
Bina Yaşı (AG)	Bina yaşı, incelenen binanın inşaat tarihinden hesaplanır.
Yapısal Sistem (SS)	Yapısal sistem tipi, kesit oranı 6'dan büyük olan dikey yapısal BA elemanı varsa BA çerçeve ve perde duvar olarak alınır ( $l_w/t_w > 6$ ).
Komşu Yapı Durumu (NS)	Komşu yapı durumu, incelenen binanın hemen yanında dikey genişleme derzi olmadan bir bina varsa bitişik olarak kabul edilir.
Kısa Kolon (SCol)	Tek bir kısa kolon bile incelenen binayı kısa kolon eksikliği olan bina olarak sınıflandırmak için yeterlidir.
Düşey Düzensizlik (VI)	Düşey düzensizlik, farklı katlar arasındaki yük taşıyıcı sistemdeki düzensizlikler incelenerek tespit edilir (kolon boyutlarındaki değişiklikler, perde duvar boyutlarındaki değişiklikler vb.).
Çıkma (OH)	Plan alanı, binanın minimum plan alanının %5'inden fazla artıyorsa, çıkma (OH) olduğu kabul edilir.
Plan Düzensizlikleri (PI)	Plan düzensizliği, incelenen binanın plan geometrisinin kare veya dikdörtgenden sapma ölçüsüdür.
Yumuşak Kat (SoftS)	Yumuşak kat, dolgu duvarların kaldırılması, dikey yük taşıyıcı elemanların boyutlarının azaltılması veya kat yüksekliğinin artırılması durumudur.
Komşu Döşemelerin Pozisyonu (SLoc)	Komşu döşemelerin pozisyonu, komşu döşemelerin yükseklikleri karşılaştırılarak belirlenir. Yükseklikler aynıysa veya incelenen binanın komşu yapısı yoksa veya dikey ayırma derzleri varsa, SLoc seviyelendirilmiş olarak kabul edilir.
Zemin Eğimi (Sslop)	Zemin eğimi, görünür bir zemin eğimi tespit edilmezse düz olarak kabul edilir.
İnşaat Tarihinin Etkisi (CD)	İnşaat tarihinin etkisi, incelenen binanın inşaat tarihinden hesaplanır.

Tablo 13'te ifade edilen on dört değişkenin her biri için aşağıdaki tabloda verilen ceza puanları kullanılır. Bina risk puanı, tüm ceza puanlarının ve temel puanın (BS) toplamı olarak hesaplanır:



$$BRS = BS + \sum_{i=1}^{14} PS_i \quad (37)$$

Burada,  $PS_i$  her bir tahmin değişkeni için ceza puanını temsil eder. Yapılan istatistiksel analizlerde her bir parametrenin varlığı durumunda önerilen ceza puanları aşağıdaki tabloda gösterildiği gibi belirlenmiştir.

Önerilen yöntemde bina temel puanı (BS) **55** olarak belirlenmiştir.

Yöntemde binaların riskli olup olmadıklarını belirleyen sınır değer: bina risk puanı (BRS) “sıfırdır”. Bu değerin altındaki binalar riskli, üzerindeki binalar ise risksiz olarak kabul edilir.

### Yöntem ile İlgili Yorumlar

Yöntem, birçok zafiyet noktasının hızlı bir görsel inceleme ile belirleyerek inceleme ve değerlendirme sürelerinde optimal bir nokta yakalamayı amaçlamıştır. RYTEİE ile benzer prosedürler içermekle birlikte hesaplama ve zafiyetlerin ağırlıklandırılmasında farklılıklar bulunmaktadır. Deprem güvenliği hesaplamaları dayanım kontrollerinden ziyade istatistiki yaklaşımlara dayanmaktadır.

Tablo 20: Her Bir Değişken için Belirlenen Ceza Puanı

Tahmin Değişkeni	Parametre	Ceza Puanı
Kat Sayısı (N)	1	-5
	2	-6
	3	-7
	4	-7
	5	-10
	6	-12
	7	-14
	8	-17
	9	-19
	9+	-17 - 2 x (N - 8)
Sismik Bölge (SZ)	$S_{DS} \geq 0,75g$	-30
	$0,50g \leq S_{DS} < 0,75g$	-15
	$0,25g \leq S_{DS} < 0,50g$	0
	$S_{DS} < 0,25g$	15
Zemin Durumu (SC)	ZA	-1
	ZB	-3
	ZC	-5
	ZD	-7
	ZE	-7
Bina Yaşı (AG)		AG x -0,166
Yapısal Sistem (SS)	Betonarme Çerçeve	55
	Betonarme Çerçeve + Perde Duvar	75
Komşu Yapı Durumu (NS)	Ayrık	21
	Bitişik	0
Kısa Kolon (SCol)	Var	-39
	Yok	0
Düşey Düzensizlik (VI)	Var	-15
	Yok	0
Çıkma (OH)	Var	-15
	Yok	0
Plan Düzensizlikleri (PI)	Var	-33
	Yok	0
Yumuşak Kat (SoftS)	Var	-10
	Yok	0
Komşu Döşemelerin Pozisyonu	Aynı	0
	Farklı	-28
Zemin Eğimi (Sslop)	Düz	0
	Eğimli	-20
İnşaat Tarihinin Etkisi (CD)	2007 ve sonrasında yapılan yapılar için	30
	2007 ve 1998 arasında yapılan yapılar için (1998 dahil)	25
	1998 ve 1975 arasında yapılan yapılar için (1975 dahil)	-15
	1975 öncesi	-15

## 4.7 PERA Yöntemi

PERA yöntemi (İlki, ve diğerleri, 2014) 2013 Van depremlerini takiben, 1999 depremleri sonrasında yapılan hızlı değerlendirme yöntemlerine ilişkin çalışmaları da dikkate alarak geliştirilmiştir. Bu versiyon, değerlendirme kriterleri açısından büyük oranda Deprem Bölgelerinde Yapılacak Binalar Hakkında Yönetmelik (2007) doğrusal değerlendirme yaklaşımını esas almıştır. Daha sonra, 2019 yılında yapılan güncellemeler ile PERA2019 versiyonu ortaya çıkmıştır (İlki, Halici, Kupcu, Comert, & Demir, 2020-2021) (Aydoğdu M. , İlki, Demir, & Başbuğ Erkan, 2022). PERA2019 ile betonarme çerçevelere ek olarak betonarme perde içeren binaları da inceleme kapsamına almak mümkün olmuş ve Riskli Bina Tespit Esasları (RYTEİE 2019) (Çevre ve Şehircilik Bakanlığı, 16 Şubat 2019) ile uyumlu değerlendirme kriterleri dikkate alınmıştır. Ayrıca, Deprem Güvenlik Oranı (DGO) kavramının tanımlanması ile (DGO hesabı takip eden paragrafta açıklanmıştır) binaların deprem risk düzeyleri açısından derecelendirilmesi mümkün kılınmıştır. PERA2019, İstanbul Büyükşehir Belediyesi tarafından İstanbul'un farklı ilçelerinde yer alan yirmi beş binden fazla 2000 yılı öncesinde inşa edilmiş binanın taranması amacıyla kullanılmıştır (Aydoğdu M. , İlki, Demir, & Başbuğ Erkan, 2023). Yöntemin kullanımı öncesinde çok sayıda doğrulama çalışması, detaylı yapısal analizlerle ve yaşanmış depremlerin hasarları ile karşılaştırmalar içerecek şekilde yapılmıştır (Aydoğdu M. , İlki, Demir, & Başbuğ Erkan, 2023) (Aydoğdu & İlki, 2024). 2023 yılında yapılan çalışmalar ile PERA yöntemi daha da geliştirilmiştir. PERA2023 ile incelenen binalarda arka planda açık kaynak kodlu OpenSees (McKenna, 2011) yapısal analiz programı kullanılmaktadır. Binalar otomatik olarak oluşturulan sonlu eleman modeli ile analiz edilmekte ve Türkiye Bina Deprem Yönetmeliği'nde (2018) belirtilen şekil değiştirmeye göre değerlendirme kriterleri dikkate alınarak değerlendirilmektedir. Yapılan bu son güncellemeler sonrasında betonarme perdeler daha gerçekçi bir şekilde tanımlanabilmekte, yüksek titreşim modlarının analizlerde dikkate alınabilmesi ile daha önceki PERA versiyonlarında yer alan 10 kat sınırının üzerinde kat sayısına sahip binalarda da kullanılması mümkün olmaktadır. PERA2023 yönteminin uygulanması için veri girişi, analiz, veri depolama, raporlama ve coğrafi gösterim, kullanıcı yönetimi ve deprem sonrası hasar tespiti gibi modülleri içeren bir ağ tabanlı yazılım da geliştirilmiş olup; hali hazırda pek çok konut, işyeri, sanayi tesisi binasının deprem risk düzeyi değerlendirmesi için kullanılmaktadır. PERA yönteminin mümkün kıldığı bir diğer yetenek ise bina toplam alanı ve DGO değerleri dikkate alınarak ve gerçek güçlendirme uygulamaları projelerinden elde edilen ampirik maliyet eğrisi kullanılarak güçlendirme maliyetinin binanın yeniden yapım maliyetine oranının yaklaşık olarak tahmin edilebilmesidir. Bu sayede bina veya şehir ölçeğinde müdahale maliyetleri öngörülmekte ve karar alıcılar için önemli bilgiler elde edilebilmektedir (Aydoğdu M. , İlki, Demir, & Başbuğ Erkan, 2023).

PERA2023 yönteminin algoritması Şekil 3'de gösterilmiştir. Yöntemin ilk aşamasında saha ziyareti ile binanın kat sayısı, kat yükseklikleri, eleman boyutları gibi geometrik özellikleri ile birlikte beton basınç dayanımı, boyuna ve enine donatı tipleri gibi malzeme özellikleri ölçülmekte ve kaydedilmektedir. Bu verilerin toplanması sürecinde, tahribatlı ya da tahribatsız yöntemler kullanılabilir. Örneğin, beton dayanımının belirlenmesinde karot numunesi alınması (tahribatlı yöntem) ya da Schmidt çekici ile

ölçüm yapılması (tahribatsız yöntem) tercih edilebilir. Yöntemde yapılan incelemeler ağırlıklı olarak binanın kritik katında (genellikle zemin kat) yapılmakta olup elemanların plandaki konumunun detaylı bir taşıyıcı sistem rölovesi çıkartılmadan 'köşe', 'kenar' ya da 'orta' olarak belirtilmesi yeterli olmaktadır. Yöntemin bu özelliği ile saha çalışmaları detaylı rölove alınmadan çok daha hızlı bir şekilde tamamlanabilmektedir. Yöntem kapsamında sahadan toplanan veriler Tablo 26'da gösterilmiştir. Bina bilgileri bina konumu ile birlikte ağ tabanlı yazılıma girildikten sonraki aşamaların hepsi sunucu tarafında arka planda yapılmaktadır. Algoritmada saha ölçümleri kullanılarak binanın yaklaşık sonlu eleman modeli kurulmaktadır. Binanın konumu için mikro bölgeleme çalışmaları ya da varsa geoteknik raporlar kullanılarak yerel zemin sınıfı belirlenmekte ve bir senaryo depremi ya da Türkiye Deprem Tehlike Haritası (Akkar, Sandıkkaya, & Taymaz, 2018) kullanılarak yatay elastik deprem ivme spektrumu ve en büyük yer ivmesi talebi ( $PGA_{Talep}$ ) belirlenmektedir. Hesaplanan deprensellik etkisi altında mod birleştirme yöntemi kullanılarak düşey taşıyıcı sistem elemanları için dönme talepleri hesaplanmakta ve bu dönmeler elemanlar için hesaplanan toplam dönme kapasiteleri ile karşılaştırılmaktadır. Türkiye Bina Deprem Yönetmeliği'nde (2018) belirtilen kurallar dikkate alınarak binanın 'Kontrollü Hasar' Performans Hedefi'ni sağlayıp sağlamadığı tahkik edilmektedir. Eğer hesaplanan deprensellik etkisi altında 'Kontrollü Hasar' Performans Hedefi sağlanıyor ise analiz tamamlanmaktadır. Sağlanmaması durumunda ise deprem spektrumu (ve  $PGA_{Talep}$  değeri) %1 azaltılarak hesaplar tekrarlanmakta ve takip eden adımlarda 'Kontrollü Hasar' Performans Hedefi'nin sağlandığı ivme düzeyi  $PGA_{Kapasite}$  olarak belirlenmektedir. PERA yönteminde binanın hasar görme riskini ifade eden Deprem Güvenlik Oranı (DGO) parametresi binanın yatay ivme kapasitesinin ( $PGA_{Kapasite}$ ) yatay ivme talebine ( $PGA_{Talep}$ ) oranlanması ile elde edilmektedir. Binalar için hesaplanan DGO değerleri kullanılarak binaları taşıdıkları deprem risk düzeyine bağlı olarak sınıflandırmak mümkün olmaktadır. DGO oranı azaldıkça binanın ağır hasar görme/yıkılma riski artmaktadır. DGO oranlarına göre hazırlanan sınıflandırma sistemi Tablo 25'de gösterilmiştir.

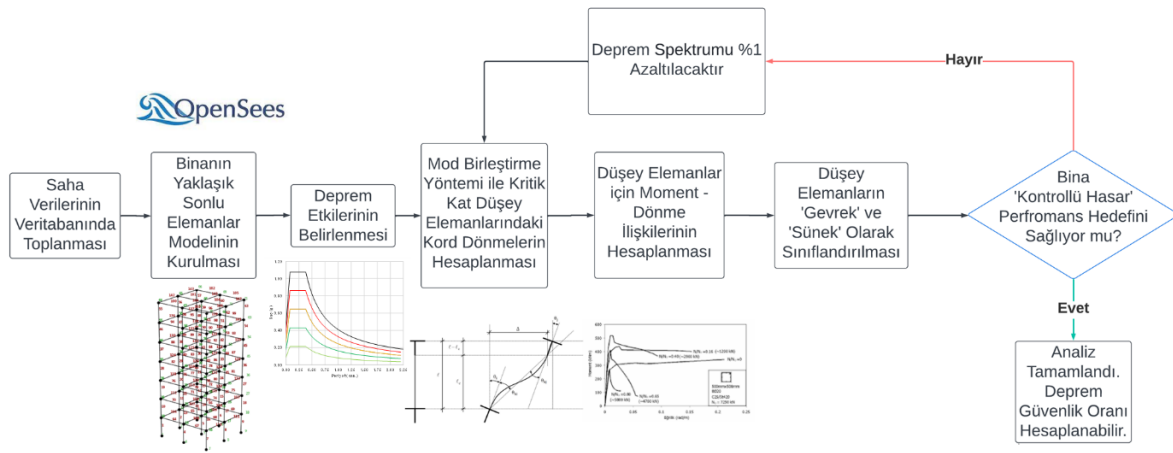
$$DGO (\%) = 100 \times \frac{PGA_{Kapasite}}{PGA_{Talep}} \quad (38)$$

**Tablo 21: PERA Yönteminde DGO Değerine Bağlı Deprem Risk Sınıfları**

DGO (%)	Risk Sınıfı	Risk Düzeyi
<b>DGO ≥100</b>	A	Düşük Risk
<b>75 ≤ DGO &lt;100</b>	B	Düşük Risk
<b>50 ≤ DGO &lt;75</b>	C	Orta Risk
<b>25 ≤ DGO &lt;50</b>	D	Yüksek Risk
<b>DGO &lt;25</b>	E	Çok Yüksek Risk

**Tablo 22: PERA Yönteminde Binalardan Toplanan Bilgiler**

Toplanan Veri		Tespit Yöntemi
Bina konumu		GPS, Mevcut haritalar
Bina geometrisi	Bina kat sayısı ve kat isimleri	Gözlemsel
	Katların plandaki boyutları	Lazer metre, şerit metre
	Kat yükseklikleri	Lazer metre, şerit metre
	Kritik kat	Gözlemsel
	Kritik kat kolon ve perde net yükseklikleri	Lazer metre, şerit metre
	Kritik kat kolon ve perde en kesit boyutları	Lazer metre, şerit metre
	Kolon ve perde için plandaki konum bilgileri (Orta/kenar/köşe)	Gözlemsel
	Döşeme tipi ve yaygın kiriş boyutları	Gözlemsel, şerit metre
Mevcut beton basınç dayanımı		Schmidt çekici, karot basınç deneyleri
Kolon-Perde boyuna ve enine donatı detayları		Gözlemsel, elektrikli kırıcı, paşometre, şerit metre, kumpas
Taşıyıcı sistemdeki düzensizlikler ve zayıflıklar (Düşey eleman süreksizliği, yumuşak-zayıf kat, planda çıkıntılar, bitişik bina ile döşeme seviyelerinde farklılıklar, burulma düzensizliği, döşeme süreksizliği)		Gözlemsel
Olası donatı korozyon düzeyinin tespiti	Kritik katta boyuna ve enine donatılarda korozyon varsa çap kaybının yüzdesi	Kumpas



**Şekil 2: PERA yönteminin akış diyagramı**

## Yöntem ile İlgili Yorumlar

Pera yönteminin diğer hızlı değerlendirme yöntemlerinden ayrılan en temel özelliği detaylı bir analiz modeli kurulması sonucu elde edilen eleman uç dönmelerine göre bir değerlendirme yapmasıdır. Bu analizler diğer hızlı değerlendirme yöntemlerinin aksine oldukça detaylıdır. Elde edilen sonuçlar diğer yöntemlerin aksine dayanım bazlı bir değerlendirmeye değil şekil değiştirme bazlı bir değerlendirmeye tabi tutulmaktadır. Dolayısı ile ne bir tarama ne bir ön değerlendirme olarak nitelenebilir. Detaylı değerlendirmeye çok daha yakın sonuçların elde edilebileceği analiz bazlı bir değerlendirme yöntemidir. Otomasyon kullanılarak inceleme sonrasında modeller otomatik olarak kurulmakta, analizler yapıp sonuçları raporlanabilmektedir. Yakın zamanda çıkan yayınlar ile de yapılmış olan değerlendirme çalışmalarının sonuçları akademik çevre ile paylaşılmıştır (Aydoğdu, Demir, Kahraman, & İlki, 2023).

## 4.8 RYTEİE 2019 Yöntemi

Ülkemiz için geliştirilen resmi olarak kullanıma alınan ilk hızlı tarama yöntemi olan “Riskli Yapıların Tespit Edilmesine İlişkin Esaslar” (RYTEİE 2019), 16/5/2012 tarihli 6306 sayılı Afet Riski Altındaki Alanların Dönüştürülmesi Hakkında Kanun kapsamında Riskli Binaların tespit edilmesi amacı ile 2019 yılında Resmî Gazete’de yayınlanarak yürürlüğe girmiş bir yönetmeliktir. Kanunun yürütülmesinden Çevre ve Şehircilik Bakanlığı sorumludur. Yönetmeliğin Ek-A kısmında riskli olabilecek binaların bölgesel dağılımının belirlenmesi ve önceliklendirme kararı verilmesi amacıyla kullanılacak bina özelliklerini ve deprem tehlikesini dikkate alan basitleştirilmiş yöntemler belirlenmiştir: “Bölgesel risk durumunun tanımlanmasında kullanılacak yöntemler, bilim ve tekniğin gereği istatistiksel olarak anlamlı sayıda bina ihtiva eden alanlarda uygulanabilir ve tekil binada risk değerlendirme amaçlı olarak kullanılamaz.” (Çevre ve Şehircilik Bakanlığı, 16 Şubat 2019)

Betonarme binalar için kullanılacak hızlı değerlendirme yöntemi 7 kata kadar olan binalar için uygundur.

Yaklaşım olarak FEMA 154 yöntemine benzerdir. Binanın bulunduğu deprem bölgesine ve zemin sınıfına bağlı olarak bir başlangıç performans puanı (TP) belirlenir. Bu puan, binanın dışarıdan incelenmesi ile belirlenen yapısal özelliklerin ve düzensizliklerin her birine verilen olumsuzluk dikkate alınarak (OP) azaltılır. Sadece betonarme ve yığma binalara uygulanan bu yöntem, aynı zamanda yapısal sistem türünü (YSP) de dikkate almaktadır. Betonarme binalarda, kat sayısı, kısa kolon, yumuşak kat, görünen kalite ve ağır çıkma gibi bina deprem davranışını etkileyen parametreler göz önüne alınmaktadır. Bu yöntemin amacı verilen bir grup bina içerisinde performans puanına (PP) bağlı bir risk sıralaması yapmaktır. Betonarme binalar için ilgili puan tabloları Tablo 19, Tablo 21 ve Tablo 22’te verilmektedir. Benzer şekilde yığma binalar için de ilgili puanlar RYTEİE 2019 Ek-A’da verilmektedir.

$$1. \quad PP = TP + \sum_{i=1}^n (O_i \cdot OP_i) + YSP \quad (36)$$

- **Riskli Bina:** PP değeri **100’den küçük** olan binalar riskli olarak kabul edilir.
- **Risksiz Bina:** PP değeri **100 veya daha büyük** olan binalar risksiz olarak kabul edilir.

Denklemden  $TP$  (Tablo 19) taban puanını ( $O_i$ ) her bir olumsuzluk parametresini,  $OP_i$  olumsuzluk parametre puanını (Tablo 22) ve  $YSP$  olumlu parametre puanını (Tablo 19) temsil etmektedir.

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				
DİŞ KAPI NO				
BİNA ADI				
PAFTA				
ADA				
PARSEL				
UAVT BİNA KODU				
BİNANIN TAHMİNİ YAŞI				
COĞRAFİ 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>s</sub> k)				
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 3: RYTEİE 2019 Yönteminde Kullanılan Binalar için Veri Toplama Formu

**Tablo 23: BA bina taban puanlar (BAÇ: BA çerçeve, BAÇP: BA perde ve çerçeve)**

Toplam kat sayısı	Taban puanı (TP)				Yapısal sistem puanı (YSP)	
					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

**Tablo 24: RYTEİE ile Tanımlanmış Deprem Tehlike Bölgeleri**

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

Görünen kalite ve yapı nizam durumu dışındaki tüm olumsuzluk parametreleri için “Var” veya “Yok” şeklinde tespitler yapılacaktır (Tablo 21). Bu tespitlere karşılık gelen olumsuzluk parametre değerleri ( $O_i$ ) “Var” ve “Yok” durumları için sırasıyla 1 ve 0 alınacaktır. Görünen kalite değerlendirmesi İyi ise olumsuzluk parametre değeri ( $O_i$ ) 0, “Orta” ise 1 ve “Kötü” ise 2 alınacaktır. Yapı nizam durumu “Ayrık” ise olumsuzluk parametre değeri ( $O_i$ ) 0, “Bitişik/Köşede Bitişik” ise 1 alınacaktır.

**Durum 1:** Olumsuzluk parametresinin olmadığı veya daha az riskli olduğu durumu ifade eder ve genellikle “Yok” veya “İyi” olarak belirtilir.

**Durum 2:** Olumsuzluk parametresinin mevcut olduğu veya daha riskli olduğu durumu ifade eder ve genellikle “Var”, “Orta” veya “Kötü” olarak belirtilir.

**Tablo 25 Betonarme Binalar İçin Olumsuzluk Parametreleri**

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 26 Betonarme Binalar İçin Olumsuzluk Parametre Puanları

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

### Yöntem ile İlgili Yorumlar

Yöntem, birçok zafiyet noktasının hızlı bir görsel inceleme ile belirlenmesi ve riskli yapıların ayıklanmasını amaçlamaktadır. Bu açıdan oldukça pratik bir inceleme ve değerlendirme prosedürüne sahiptir. Binanın içerisinden kapsamlı bir röleve alınmasına ihtiyaç olmaz. Ancak yine de binanın içerisinden de kontrolü gerektirir. Öte yandan taşıyıcı eleman boyutları ve etriye sıklaştırması, güçlü kolon zayıf kiriş etkisi gibi bir takım önemli parametreler değerlendirme dışı bırakılmıştır. Değerlendirme binaya etkiyecek deprem etkileri ve binadaki elemanlarının kapasitelerinin kontrolü yerine binaların yıkılmasına sebep olan zafiyetlerin istatistiki ağırlıkları hesaplanarak oluşturulmuştur.

## 4.9 Ülkemizde Geliştirilen Yöntemlerin Karşılaştırılması

Bu bölümde, ülkemizde geliştirilen çeşitli hızlı değerlendirme yöntemlerinin karşılaştırmalı bir analizi sunulmaktadır. Aşağıdaki tablo, bu yöntemlerin veri toplama ve analiz hızları, bina içine erişim gerekliliği, kullanımı için gerekli teknik bilgi ve tecrübe, kapsadığı yapısal sistem türleri ve kullanımına izin verilen kat sayısı gibi temel parametreler açısından karşılaştırmasını içermektedir.

Yöntemler içerisinde en basit kullanım gerektireni Sucuoğlu, Yazgan, Yakut yöntemidir. Sokak taramasına dayanan yöntem ülkemizdeki binaların yıkılmasında temel neden olarak değerlendirilen zafiyetlerin hızlı değerlendirmesiyle sonuca ulaşmaktadır. Bu açıdan FEMA P-154 yöntemine benzemektedir.

PERA yöntemi ise hızlı değerlendirme yöntemleri içerisinde en kapsamlı olanıdır. Değerlendirme sonucu basitleştirilmiş de olsa, şekil değiştirme bazlı bir analiz ile belirlendiğinden incelenen diğer yerel ve küresel yöntemlerden ayrılmaktadır.

DURTES yöntemi de bir analiz programı vasıtası ile değerlendirme yapmaktadır. Ancak yapılan analizler kuvvet bazlıdır. Yakut yöntemi de temel bir takım basitleştirilmiş hesaplar ile eleman dayanımlarının kontrol edilmesine dayanmaktadır.

Diğer yöntemlerin bina incelemesinde değerlendirdiği detay seviyesi ise bu yöntemler arasındadır. Genel olarak diğer yöntemler bir puanlama sistemi ile belirlenen sınır değerlerin altındaki binalar için detaylı değerlendirme gerekliliği sonucuna, üzerindeki binalar için ise deprem güvenliklerinin yeterli olduğu sonucuna varır.

Tablo 27: Türkiye’de Geliştirilen Hızlı Değerlendirme Yöntemlerinin Karşılaştırma Tablosu

Yöntem	Veri Toplama Hızı	Analiz Hızı	Bina İçine Erişim Gerekliliği	Gerekli Beceriler ve Nitelikler (a-Veri Toplama; b-değerlendirme)	Kapsanan Yapısal Sistem Türleri	Kapsanan Bina Yüksekliği
<b>P25</b>	Orta	Orta	Evet	(a) Orta (b) Orta	Betonarme	Net bir sınır yok
<b>DURTES</b>	Orta	Düşük	Evet	(a) Orta, (b) İleri	Çeşitli	Net bir sınır yok
<b>TÜBİTAK İÇTAG-1574 (Ozcebe v.d.)</b>	Yüksek	Yüksek	Hayır	(a) Temel, (b) Temel	Betonarme	7 Kata kadar
<b>Yakut</b>	Orta	Orta	Evet	(a) Orta, (b) İleri	Betonarme	Standart Binalar
<b>Sucuoğlu, Yazgan, Yakut</b>	Yüksek	Yüksek	Hayır	(a) Temel (b) Temel	Betonarme	Standart Binalar
<b>RYTEİE 2019</b>	Yüksek	Yüksek	Evet	(a) Temel (b) Orta	Betonarme	7 Kata kadar
<b>Coşkun, Aldemir, Şahmaran</b>	Orta	Yüksek	Evet	(a) Temel, (b) Temel	Betonarme ve Yığma	Net bir sınır yok
<b>PERA</b>	Düşük	Düşük	Evet	(a) İleri, (b) İleri	Betonarme	Net bir sınır yok

## 5. Dünyada Kullanılmakta Olan Hızlı Değerlendirme Yöntemleri

### 5.1 FEMA P-154: Binaların Olası Deprem Tehlikelerine Karşı Hızlı Görsel Taraması

FEMA P-154, mevcut yapıların deprem tehlikelerine karşı hızlı değerlendirilmesi için kullanılan bir ön değerlendirme yöntemidir. Bu yöntem, "Rapid Visual Screening of Buildings For Potential Seismic Hazards" (Potansiyel Sismik Tehlikeler İçin Binaların Hızlı Görsel Taraması - RVS) olarak da bilinir ve yaklaşık 25 yıldır Amerika Birleşik Devletleri'nde çeşitli mühendisler ve kurumlar tarafından kullanılmaktadır.

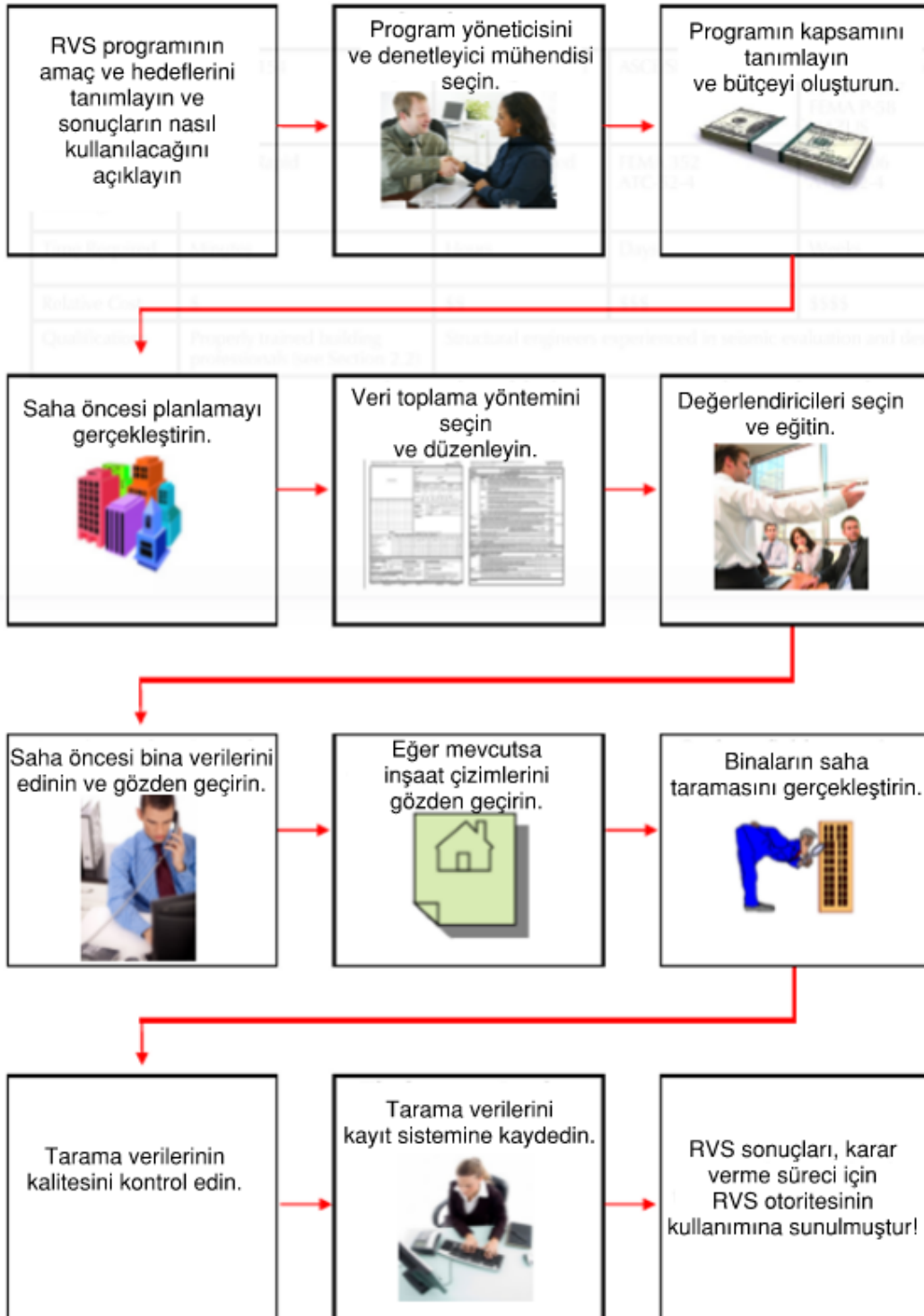
FEMA P-154 standardı, binaların potansiyel sismik etkilere karşı taranması amacıyla geliştirilmiş bir metodoloji sunmaktadır. 1988 yılında FEMA tarafından yayınlanan bu hızlı görsel tarama prosedürü, geniş bir bina stoğu için tasarlanmıştır ve temel amacı bina envanterinin çıkarılması ve deprem riskine karşı önceliklendirme yapılmasıdır.

RVS yönteminin başlıca avantajları, hızlı olması ve yapı mühendisi olmayan denetçiler tarafından da kullanılabilmesidir. Bu yöntem, bina envanterinin yoğun olduğu bölgelerde mevcut binaların deprem güvenliği performanslarının derecelendirilmesine ve daha detaylı değerlendirmeye tabi tutulacak binaların belirlenmesine yardımcı olur. Tablo 28'de, RVS çalışması boyunca kurulacak ekibin yeterliliği ve sorumlulukları gösterilmektedir.

RVS yöntemi ile değerlendirme için önce sahada yapılan bina incelemeleri sonrasında da kısa bir masa başı çalışması gerekmektedir. Bu yöntem, tahribatlı veya tahribatsız malzeme testleri olmaksızın belirli zafiyetlerin liste kontrolüne dayanmaktadır. Yapılan kontroller sonrasında, deprensellik seviyesine göre ayrılmış formların doldurulmasıyla yapının deprem değerlendirme puanı belirlenir. Şekil 4'te, FEMA P-154 içeriğinde yer alan akış diyagramı gösterilmektedir (Applied Technology Council, 2015). Sürecin kontrollü ve uygulanabilir olması, bina yapı stoğunun fazla olduğu bölgelerde her adımın sistematik olmasını gerektirir. Burada en önemli soru, RVS çalışmasının ne tür yapılar ve kaç adetlik bir yapı stoğu için uygulanmak istendiğidir.

RVS çalışmaları boyunca, bu programı kontrol edecek ve yönetecek yetkili bir kişi bulunmalı ve deprem mühendisliği konusunda uzman ve yeterli tecrübeye sahip inşaat mühendisleri de yer almalıdır. Ayrıca yapılacak çalışmanın kapsamına bağlı olarak belirli altyapı ve bilgi birikimine sahip kişiler için eğitim programları düzenlenerek saha ekibi eğitilmeli ve yapılan değerlendirmeler kontrol edilerek eksik ve hatalar sürekli olarak izlenmeli ve düzeltilmelidir.

Son dönemlerde yaygınlaşan dijitalleşme çalışmaları ile sistematik olarak takip edilen RVS süreci, en yoğun bölgelerde yer alan bina stokları için gerekli verilerin temini ile çok kısa sürede sonuç verebilmektedir. Tüm yapı stoğu bölgesel olarak haritalara işlenerek, her bina adresi sistemde yer alacak şekilde ilgili form ve bilgiler veri tabanına aktarılır ve istenildiğinde resmi kurumlar tarafından erişilebilir hale getirilir.



Şekil 4: FEMA P-154 Akış Diyagramı

**Tablo 28: RVS Akış Programında Sorumluluklar ve Yeterlilikler (FEMA P 154)**

**Tablo 2-1 RVS Programındaki Anahtar Oyuncular**

Varlık	Tanım	Örnekler	Nitelikler	Sorumluluklar
RVS Otoritesi	RVS programını gerçekleştirme kararı alan ve sonuçları kullanacak olan.	Eyalet yasama organı, şehir meclisi, özel bina sahibi.	RVS programını yürütme yetkisine sahiptir.	Programın amaçlarını belirler ve sonuçların nasıl kullanılacağını açıklar. Program Yöneticisini ve Denetleyici Mühendisi seçer. Program Yöneticisi tarafından geliştirilen planı onaylar.
Program Yöneticisi	RVS Otoritesi adına RVS programını yönetecek olan varlık.	Bina departmanı, nitelikli teknik hükümet dalı, dış danışman.	RVS hakkında bilgi sahibi, projeyi yönetme yeteneğine sahip.	Programın kapsamını tanımlar ve bütçeyi geliştirir. Tarama programının uygulanmasını denetler. Zamanın verimli kullanımı için kaynakları tahsis eder.
Denetleyici Mühendis	RVS programını yürütmek için gerekli teknik uzmanlığı sağlayacak birey.	Yapısal mühendis (Program Yöneticisi olabilir).	Sismik değerlendirme ve risk analizleri konusunda deneyimli yapısal mühendis.	Veri Toplama Formunu seçer ve değiştirir. Deprem yönetmeliği benimsene tarihlerinin ve karşılaştırma yıllarının belirlenmesinde yardımcı olur. RVS Otoritesi ve Program Yöneticisi ile birlikte çalışır.
Seviye 1 Tarayıcı	Binaların Seviye 1 taramalarını gerçekleştirecek birey.	İnşaat mühendisi, mimar, tasarım uzmanı, inşaat müteahhidi, tesis yöneticisi, yangınla mücadele uzmanı veya yapı tasarımı hakkında genel bilgi sahibi başka bir kişi.	Uygun FEMA P-154 eğitimi alır.	Seviye 1 alan taramasını gerçekleştirir.
Seviye 2 Tarayıcı	Binaların Seviye 1 ve Seviye 2 taramalarını gerçekleştirecek birey.	Yapısal mühendislik profesyoneli, mimar veya sismik değerlendirme veya bina tasarımı konusunda bilgi sahibi yüksek lisans öğrencisi.	Uygun FEMA P-154 eğitimi alır.	Seviye 1 ve Seviye 2 alan taramasını gerçekleştirir.

### 5.1.1 Depremsellik

RVS yöntemi uygulanmadan önce inceleme yapılacak yapının kullanım amacı, türü ve bina sahipleri ile uygulanacak olan prosedür paylaşılarak bilgilendirme yapılmalıdır. Yapının yerinde incelenmesinden önce masa çalışmasına ışık tutacak proje temini yapılması önemlidir. Binaya ait yapısal tasarım projeleri, mimari proje, zemin etüt raporu gibi yapının tasarlanmasına ve uygulanmasına yönelik bilgilerin temini sahada yapılacak gözlemleri kolaylaştırmakla beraber yapının taşıyıcı sistemi hakkında bilgi verecektir. Ancak not olarak belirtmek gerekir ki RVS yönteminde bir binanın projelerinin olması zorunluluğu yoktur. Bina, projeleri olmadan da yerinde incelenerek değerlendirilebilir.

Saha çalışması öncesinde yapıya ait bilgilerin elde edilmesi ile birlikte bina yerinde incelenmektedir. Sahaya çıkmadan yapının proje ve uygulama yılı ile bulunduğu bölgenin depremsellik seviyesini bilinmesi önem arz etmektedir. Yapının bulunduğu depremsellik seviyesine göre kullanılacak veri toplama formu ve içerisinde yer alan puanlamalar değişmektedir. FEMA P 154 kapsamında düşük, orta, orta yüksek, yüksek ve çok yüksek olmak üzere depremsellik seviyeleri aşağıdaki tabloda sınır spektral ivme değerleri ile paylaşılmıştır.

FEMA P-154 içeriğinde ABD'deki eyaletlerin sahip olduğu depremsellik haritası 50 yılda aşılma olasılığı %2 olan DD1 deprem seviyesine göre haritalanmıştır. Türkiye Deprem Tehlike haritası kullanılarak ele edilen DD1 deprem seviyesine karşılık gelen  $S_s$  ve  $S_1$  ivme değerleri ile yapının depremsellik seviyesi tespit edilerek kullanılacak olan form belirlenebilir.

**Tablo 29: FEMA P-154 Depremsellik Seviyeleri İvme Sınır Değerleri (FEMA P 154-Table 2-2)**

Bölgenin Depremselliği	Spektral İvme Tepkisi $S_s$ (kısa periyot, 0.2 saniye)	Spektral İvme Tepkisi, $S_1$ (uzun periyot, 1.0 saniye)
Düşük	0.250g'den az	0.100g'den az
Orta	0.250g veya daha fazla, ancak 0.500g'den az	0.100g veya daha fazla, ancak 0.200g'den az
Orta Yüksek	0.500g veya daha fazla, ancak 1.000g'den az	0.200g veya daha fazla, ancak 0.400g'den az
Yüksek	1.000g veya daha fazla, ancak 1.500g'den az	0.400g veya daha fazla, ancak 0.600g'den az
Çok Yüksek	1.500g veya daha fazla	0.600g veya daha fazla

Notlar: g = yerçekimi ivmesi (yatay yönde)

Aşağıdaki görsellerde tespit edilen ivme değerine göre kullanılacak olan veri toplama formlarına yer verilmiştir.

Formların içeriğinde "Level 1" ve "Level 2" olarak tanımlanan 2 ayrı aşama yer almaktadır. "Level 1" standart olarak doldurulan ilk aşama formudur ve bina ile ilgili çok genel bilgilere dayanır. "Level 2" isteğe bağlı olarak doldurulan, biraz daha detaylı puanlamanın yapıldığı veri toplama formudur. Sahip olunan bütçe ve bina envanterinde yer alan yapı türlerinin önem derecesine bağlı olarak "Level 2" aşamasına geçilmektedir. Tablo 28'de yer alan yeterliliğe göre Level 2 seviyesinde yapılan incelemelerin yeterli derecede mühendislik bilgisine sahip kişilerce yapılması gerekmektedir. Level 2'de yer alan sorular yapıya ait daha detaylı veri elde edilmesi ve sahada çalışan mühendisin gözlemi ile birleşerek hızlı görsel taramanın daha gerçekçi sonuçlara ulaşmasına olanak sağlamaktadır.

**Rapid Visual Screening of Buildings for Potential Seismic Hazards**  
**FEMA P-154 Data Collection Form**

**Level 1**  
**VERY HIGH Seismicity**

Address: \_\_\_\_\_ Zip: \_\_\_\_\_  
 Other Identifiers: \_\_\_\_\_  
 Building Name: \_\_\_\_\_  
 Use: \_\_\_\_\_  
 Latitude: \_\_\_\_\_ Longitude: \_\_\_\_\_  
 Screenshot(s): \_\_\_\_\_ Date/Time: \_\_\_\_\_

No. Stories: Above Grade: \_\_\_\_\_ Below Grade: \_\_\_\_\_ Year Built: \_\_\_\_\_  
 Total Floor Area (sq. ft.): \_\_\_\_\_ Code Year: \_\_\_\_\_  
 Additions:  None  Yes, Year(s) Built: \_\_\_\_\_

Occupancy: Assembly  Commercial  Educational  Historic  Shelter  
 Industrial  Office  Residential  Government  
 Utility  Warehouse  Other  \_\_\_\_\_ # Units: \_\_\_\_\_

Soil Type:  A  B  C  D  E  F  G  H  I  J  K  L  M  N  O  P  Q  R  S  T  U  V  W  X  Y  Z  AA  AB  AC  AD  AE  AF  AG  AH  AI  AJ  AK  AL  AM  AN  AO  AP  AQ  AR  AS  AT  AU  AV  AW  AX  AY  AZ  BA  BB  BC  BD  BE  BF  BG  BH  BI  BJ  BK  BL  BM  BN  BO  BP  BQ  BR  BS  BT  BU  BV  BW  BX  BY  BZ  CA  CB  CC  CD  CE  CF  CG  CH  CI  CJ  CK  CL  CM  CN  CO  CP  CQ  CR  CS  CT  CU  CV  CW  CX  CY  CZ  DA  DB  DC  DD  DE  DF  DG  DH  DI  DJ  DK  DL  DM  DN  DO  DP  DQ  DR  DS  DT  DU  DV  DW  DX  DY  DZ  EA  EB  EC  ED  EE  EF  EG  EH  EI  EJ  EK  EL  EM  EN  EO  EP  EQ  ER  ES  ET  EU  EV  EW  EX  EY  EZ  FA  FB  FC  FD  FE  FF  FG  FH  FI  FJ  FK  FL  FM  FN  FO  FP  FQ  FR  FS  FT  FU  FV  FW  FX  FY  FZ  GA  GB  GC  GD  GE  GF  GG  GH  GI  GJ  GK  GL  GM  GN  GO  GP  GQ  GR  GS  GT  GU  GV  GW  GX  GY  GZ  HA  HB  HC  HD  HE  HF  HG  HH  HI  HJ  HK  HL  HM  HN  HO  HP  HQ  HR  HS  HT  HU  HV  HW  HX  HY  HZ  IA  IB  IC  ID  IE  IF  IG  IH  II  IJ  IK  IL  IM  IN  IO  IP  IQ  IR  IS  IT  IU  IV  IW  IX  IY  IZ  JA  JB  JC  JD  JE  JF  JG  JH  JI  JJ  JK  JL  JM  JN  JO  JP  JQ  JR  JS  JT  JU  JV  JW  JX  JY  JZ  KA  KB  KC  KD  KE  KF  KG  KH  KI  KJ  KK  KL  KM  KN  KO  KP  KQ  KR  KS  KT  KU  KV  KW  KX  KY  KZ  LA  LB  LC  LD  LE  LF  LG  LH  LI  LJ  LK  LL  LM  LN  LO  LP  LQ  LR  LS  LT  LU  LV  LW  LX  LY  LZ  MA  MB  MC  MD  ME  MF  MG  MH  MI  MJ  MK  ML  MM  MN  MO  MP  MQ  MR  MS  MT  MU  MV  MW  MX  MY  MZ  NA  NB  NC  ND  NE  NF  NG  NH  NI  NJ  NK  NL  NM  NO  NP  NQ  NR  NS  NT  NU  NV  NW  NX  NY  NZ  OA  OB  OC  OD  OE  OF  OG  OH  OI  OJ  OK  OL  OM  ON  OO  OP  OQ  OR  OS  OT  OU  OV  OW  OX  OY  OZ  PA  PB  PC  PD  PE  PF  PG  PH  PI  PJ  PK  PL  PM  PN  PO  PP  PQ  PR  PS  PT  PU  PV  PW  PX  PY  PZ  QA  QB  QC  QD  QE  QF  QG  QH  QI  QJ  QK  QL  QM  QN  QO  QP  QQ  QR  QS  QT  QU  QV  QW  QX  QY  QZ  RA  RB  RC  RD  RE  RF  RG  RH  RI  RJ  RK  RL  RM  RN  RO  RP  RQ  RR  RS  RT  RU  RV  RW  RX  RY  RZ  SA  SB  SC  SD  SE  SF  SG  SH  SI  SJ  SK  SL  SM  SN  SO  SP  SQ  SR  SS  ST  SU  SV  SW  SX  SY  SZ  TA  TB  TC  TD  TE  TF  TG  TH  TI  TJ  TK  TL  TM  TN  TO  TP  TQ  TR  TS  TT  TU  TV  TW  TX  TY  TZ  UA  UB  UC  UD  UE  UF  UG  UH  UI  UJ  UK  UL  UM  UN  UO  UP  UQ  UR  US  UT  UY  UZ  VA  VB  VC  VD  VE  VF  VG  VH  VI  VJ  VK  VL  VM  VN  VO  VP  VQ  VR  VS  VT  VU  VV  VW  VX  VY  VZ  WA  WB  WC  WD  WE  WF  WG  WH  WI  WJ  WK  WL  WM  WN  WO  WP  WQ  WR  WS  WT  WY  WZ  XA  XB  XC  XD  XE  XF  XG  XH  XI  XJ  XK  XL  XM  XN  XO  XP  XQ  XR  XS  XT  XU  XV  XW  XY  XZ  YA  YB  YC  YD  YE  YF  YG  YH  YI  YJ  YK  YL  YM  YN  YO  YP  YQ  YR  YS  YT  YU  YV  YW  YX  YZ  ZA  ZB  ZC  ZD  ZE  ZF  ZG  ZH  ZI  ZJ  ZK  ZL  ZM  ZN  ZO  ZP  ZQ  ZR  ZS  ZT  ZU  ZV  ZW  ZX  ZY  ZZ  AA  AB  AC  AD  AE  AF  AG  AH  AI  AJ  AK  AL  AM  AN  AO  AP  AQ  AR  AS  AT  AU  AV  AW  AX  AY  AZ  BA  BB  BC  BD  BE  BF  BG  BH  BI  BJ  BK  BL  BM  BN  BO  BP  BQ  BR  BS  BT  BU  BV  BW  BX  BY  BZ  CA  CB  CC  CD  CE  CF  CG  CH  CI  CJ  CK  CL  CM  CN  CO  CP  CQ  CR  CS  CT  CU  CV  CW  CX  CY  CZ  DA  DB  DC  DD  DE  DF  DG  DH  DI  DJ  DK  DL  DM  DN  DO  DP  DQ  DR  DS  DT  DU  DV  DW  DX  DY  DZ  EA  EB  EC  ED  EE  EF  EG  EH  EI  EJ  EK  EL  EM  EN  EO  EP  EQ  ER  ES  ET  EU  EV  EW  EX  EY  EZ  FA  FB  FC  FD  FE  FF  FG  FH  FI  FJ  FK  FL  FM  FN  FO  FP  FQ  FR  FS  FT  FU  FV  FW  FX  FY  FZ  GA  GB  GC  GD  GE  GF  GG  GH  GI  GJ  GK  GL  GM  GN  GO  GP  GQ  GR  GS  GT  GU  GV  GW  GX  GY  GZ  HA  HB  HC  HD  HE  HF  HG  HH  HI  HJ  HK  HL  HM  HN  HO  HP  HQ  HR  HS  HT  HU  HV  HW  HX  HY  HZ  IA  IB  IC  ID  IE  IF  IG  IH  II  IJ  IK  IL  IM  IN  IO  IP  IQ  IR  IS  IT  IU  IV  IW  IX  IY  IZ  JA  JB  JC  JD  JE  JF  JG  JH  JI  JJ  JK  JL  JM  JN  JO  JP  JQ  JR  JS  JT  JU  JV  JW  JX  JY  JZ  KA  KB  KC  KD  KE  KF  KG  KH  KI  KJ  KL  KM  KN  KO  KP  KQ  KR  KS  KT  KU  KV  KW  KX  KY  KZ  LA  LB  LC  LD  LE  LF  LG  LH  LI  LJ  LK  LL  LM  LN  LO  LP  LQ  LR  LS  LT  LU  LV  LW  LX  LY  LZ  MA  MB  MC  MD  ME  MF  MG  MH  MI  MJ  MK  ML  MM  MN  MO  MP  MQ  MR  MS  MT  MU  MV  MW  MX  MY  MZ  NA  NB  NC  ND  NE  NF  NG  NH  NI  NJ  NK  NL  NM  NO  NP  NQ  NR  NS  NT  NU  NV  NW  NX  NY  NZ  OA  OB  OC  OD  OE  OF  OG  OH  OI  OJ  OK  OL  OM  ON  OO  OP  OQ  OR  OS  OT  OU  OV  OW  OX  OY  OZ  PA  PB  PC  PD  PE  PF  PG  PH  PI  PJ  PK  PL  PM  PN  PO  PP  PQ  PR  PS  PT  PU  PV  PW  PX  PY  PZ  QA  QB  QC  QD  QE  QF  QG  QH  QI  QJ  QK  QL  QM  QN  QO  QP  QQ  QR  QS  QT  QU  QV  QW  QX  QY  QZ  RA  RB  RC  RD  RE  RF  RG  RH  RI  RJ  RK  RL  RM  RN  RO  RP  RQ  RR  RS  RT  RU  RV  RW  RX  RY  RZ  SA  SB  SC  SD  SE  SF  SG  SH  SI  SJ  SK  SL  SM  SN  SO  SP  SQ  SR  SS  ST  SU  SV  SW  SX  SY  SZ  TA  TB  TC  TD  TE  TF  TG  TH  TI  TJ  TK  TL  TM  TN  TO  TP  TQ  TR  TS  TT  TU  TV  TW  TX  TY  TZ  UA  UB  UC  UD  UE  UF  UG  UH  UI  UJ  UK  UL  UM  UN  UO  UP  UQ  UR  US  UT  UY  UZ  VA  VB  VC  VD  VE  VF  VG  VH  VI  VJ  VK  VL  VM  VN  VO  VP  VQ  VR  VS  VT  VU  VV  VW  VX  VY  VZ  WA  WB  WC  WD  WE  WF  WG  WH  WI  WJ  WK  WL  WM  WN  WO  WP  WQ  WR  WS  WT  WY  WZ  XA  XB  XC  XD  XE  XF  XG  XH  XI  XJ  XK  XL  XM  XN  XO  XP  XQ  XR  XS  XT  XU  XV  XW  XY  XZ  YA  YB  YC  YD  YE  YF  YG  YH  YI  YJ  YK  YL  YM  YN  YO  YP  YQ  YR  YS  YT  YU  YV  YW  YX  YZ  ZA  ZB  ZC  ZD  ZE  ZF  ZG  ZH  ZI  ZJ  ZK  ZL  ZM  ZN  ZO  ZP  ZQ  ZR  ZS  ZT  ZU  ZV  ZW  ZX  ZY  ZZ  AA  AB  AC  AD  AE  AF  AG  AH  AI  AJ  AK  AL  AM  AN  AO  AP  AQ  AR  AS  AT  AU  AV  AW  AX  AY  AZ  BA  BB  BC  BD  BE  BF  BG  BH  BI  BJ  BK  BL  BM  BN  BO  BP  BQ  BR  BS  BT  BU  BV  BW  BX  BY  BZ  CA  CB  CC  CD  CE  CF  CG  CH  CI  CJ  CK  CL  CM  CN  CO  CP  CQ  CR  CS  CT  CU  CV  CW  CX  CY  CZ  DA  DB  DC  DD  DE  DF  DG  DH  DI  DJ  DK  DL  DM  DN  DO  DP  DQ  DR  DS  DT  DU  DV  DW  DX  DY  DZ  EA  EB  EC  ED  EE  EF  EG  EH  EI  EJ  EK  EL  EM  EN  EO  EP  EQ  ER  ES  ET  EU  EV  EW  EX  EY  EZ  FA  FB  FC  FD  FE  FF  FG  FH  FI  FJ  FK  FL  FM  FN  FO  FP  FQ  FR  FS  FT  FU  FV  FW  FX  FY  FZ  GA  GB  GC  GD  GE  GF  GG  GH  GI  GJ  GK  GL  GM  GN  GO  GP  GQ  GR  GS  GT  GU  GV  GW  GX  GY  GZ  HA  HB  HC  HD  HE  HF  HG  HH  HI  HJ  HK  HL  HM  HN  HO  HP  HQ  HR  HS  HT  HU  HV  HW  HX  HY  HZ  IA  IB  IC  ID  IE  IF  IG  IH  II  IJ  IK  IL  IM  IN  IO  IP  IQ  IR  IS  IT  IU  IV  IW  IX  IY  IZ  JA  JB  JC  JD  JE  JF  JG  JH  JI  JJ  JK  JL  JM  JN  JO  JP  JQ  JR  JS  JT  JU  JV  JW  JX  JY  JZ  KA  KB  KC  KD  KE  KF  KG  KH  KI  KJ  KL  KM  KN  KO  KP  KQ  KR  KS  KT  KU  KV  KW  KX  KY  KZ  LA  LB  LC  LD  LE  LF  LG  LH  LI  LJ  LK  LL  LM  LN  LO  LP  LQ  LR  LS  LT  LU  LV  LW  LX  LY  LZ  MA  MB  MC  MD  ME  MF  MG  MH  MI  MJ  MK  ML  MM <



**Rapid Visual Screening of Buildings for Potential Seismic Hazards**  
FEMA P-154 Data Collection Form

**Level 1**  
**LOW Seismicity**

Address: \_\_\_\_\_ Zip: \_\_\_\_\_  
 Other Identifiers: \_\_\_\_\_  
 Building Name: \_\_\_\_\_  
 User: \_\_\_\_\_  
 Latitude: \_\_\_\_\_ Longitude: \_\_\_\_\_  
 S: \_\_\_\_\_ S: \_\_\_\_\_  
 Screener(s): \_\_\_\_\_ Date/Time: \_\_\_\_\_

No. Stories: Above Grade: \_\_\_\_\_ Below Grade: \_\_\_\_\_ Year Built:  1970  1980  1990  2000  2010  2015  2020  Other

Total Floor Area (sq. ft.): \_\_\_\_\_  
 Additions:  None  Yes, Year(s) Built: \_\_\_\_\_  
 Occupancy: Assembly  Commercial  Office  School  Government  Industrial  Warehouse  Residential, # Units: \_\_\_\_\_  
 Liability:  Rock  Soil  Other  DNR # DNR assume Type D

Soil Type:  A  B  C  D  E  F  G  H  I  J  K  L  M  N  O  P  Q  R  S  T  U  V  W  X  Y  Z  Other

Geologic Hazards: Liquefaction: Yes/No/DK, Landslide: Yes/No/DK, Surf. Rupt.: Yes/No/DK  
 Agency:  Founding  Falling Hazards from Taller Adjacent Building  
 Irregularities:  Vertical (Type/Severity)  Plan (Type)  
 Exterior Falling Hazards:  Unraced Chimneys  Heavy Cladding or Heavy Veneer  Parapets  Appendages  Other

COMMENTS: \_\_\_\_\_

PHOTOGRAPH: \_\_\_\_\_

SKETCH: \_\_\_\_\_

**BASIC SCORE, MODIFIERS, AND FINAL LEVEL 1 SCORE, S<sub>1</sub>**

FEMA BUILDING TYPE	Do Not Know	W1	W2	W3	W4	W5	W6	W7	W8	W9	W10	W11	W12	W13	W14	W15	W16	W17	W18	W19	W20	W21	W22	W23	W24	W25	W26	W27	W28	W29	W30	W31	W32	W33	W34	W35	W36	W37	W38	W39	W40	W41	W42	W43	W44	W45	W46	W47	W48	W49	W50	W51	W52	W53	W54	W55	W56	W57	W58	W59	W60	W61	W62	W63	W64	W65	W66	W67	W68	W69	W70	W71	W72	W73	W74	W75	W76	W77	W78	W79	W80	W81	W82	W83	W84	W85	W86	W87	W88	W89	W90	W91	W92	W93	W94	W95	W96	W97	W98	W99	W100
Basic Score	62	59	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	100	101	102	103	104	105	106	107	108	109	110	111	112	113	114	115	116	117	118	119	120	121	122	123	124	125	126	127	128	129	130	131	132	133	134	135	136	137	138	139	140	141	142	143	144	145	146	147	148	149	150					

FINAL LEVEL 1 SCORE, S<sub>1</sub> ± S<sub>1</sub> S<sub>2</sub>

EXTENT OF REVIEW: Exterior:  Partial  All Sides  Aerial  Interior  None  Visible  Entired

Drawings Reviewed:  Yes  No

Soil Type Source:  Geologic Hazards Source:  Contact Person: \_\_\_\_\_

LEVEL 2 SCREENING PERFORMED?  Yes, Final Level 2 Score, S<sub>2</sub> \_\_\_\_\_  No  DK

Where information cannot be verified, screener shall note the following: EST = Estimated or available data; DK = Do Not Know

**Rapid Visual Screening of Buildings for Potential Seismic Hazards**  
FEMA P-154 Data Collection Form

**Level 2 (Optional)**  
**LOW Seismicity**

Build Name: \_\_\_\_\_ Final Level 1 Score: S<sub>1</sub> = \_\_\_\_\_ (do not consider S<sub>1</sub>)  
 Screener: \_\_\_\_\_ Level 1 Irregularity Modifiers: Vertical Irregularity, V<sub>1</sub> = \_\_\_\_\_ Plan Irregularity, P<sub>1</sub> = \_\_\_\_\_  
 Date/Time: \_\_\_\_\_ ADJUSTED BASELINE SCORE: S<sub>1</sub> = (S<sub>1</sub> - V<sub>1</sub> - P<sub>1</sub>) = \_\_\_\_\_

**STRUCTURAL MODIFIERS TO ADD TO ADJUSTED BASELINE SCORE**

Topic	Statement (if statement is true, circle the "Yes" modifier; otherwise cross out the modifier)	Yes	No	Subtotal
Vertical Irregularity, V <sub>1</sub>	Storying: WT building: There is at least a full story grade change from one side of the building to the other.	-1.0		-1.0
Size	Non-WT building: There is at least a full story grade change from one side of the building to the other.	-0.4		-0.4
Weak and/or Soft Story (single case maximum)	WT building: WT floor above garage: Unraced or occupied story, there is a garage opening without a steel moment frame, and there is less than 9' of wall on the same line for multiple occupied floors above, use 10' of wall minimum.	-0.7		-0.7
Non-WT building: Length of lateral system at any story is less than 50% of that at story above or height of any story is more than 2.0 times the height of the story above.	-1.5		-1.5	
WT building: WT floor above garage: There are openings at the ground story (such as for parking) over at least 50% of the length of the building.	-1.5		-1.5	
Non-WT building: Length of lateral system at any story is less than 50% of that at story above or height of any story is more than 2.0 times the height of the story above.	-1.3		-1.3	
Non-WT building: Length of lateral system at any story is less than 50% of that at story above or height of any story is more than 2.0 times the height of the story above.	-0.6		-0.6	
Setback	Vertical elements of the lateral system at an upper story are outboard of those at the story below causing the diaphragm to cantilever at the offset.	-1.0		-1.0
Vertical elements of the lateral system at upper stories are inboard of those at lower stories.	-0.6		-0.6	
There is an eccentric offset of the lateral elements that is greater than the length of the elements.	-0.4		-0.4	
Short Column/Pier	CT, C2, C3, PCT, PC2, RPT, RPT2: At least 20% of columns (or piers) using a column tie in the lateral system have height/depth ratios less than 50% of the required height/depth ratio for level.	-0.6		-0.6
CT, C2, C3, PCT, PC2, RPT, RPT2: The column depth or pier width is less than one half of the depth of the opening or beam into which walls or columns frame that support the column.	-0.6		-0.6	
Split Level	There is a split level at one of the floor levels or at the roof.	-0.6		-0.6
Other	There is another observable severe vertical irregularity that obviously affects the building's seismic performance.	-1.0		-1.0
Irregularity	There is another observable moderate vertical irregularity that may affect the building's seismic performance.	-0.6		-0.6
Plan Irregularity, P <sub>1</sub>	Torsional irregularity: Lateral system does not appear relatively well distributed in plan in either or both directions. (Do not include the WT floor immediately listed above.)	-0.6		-0.6
Non-parallel system: There are one or more major vertical elements of the lateral system that are not orthogonal to each other.	-0.6		-0.6	
Reentrant corner: Both projections from an interior corner exceed 25% of the overall plan dimension in that direction.	-0.6		-0.6	
Reentrant corner: There is an opening in the diaphragm with a width over 50% of the total diaphragm width at that level.	-0.4		-0.4	
CT, C2, C3, PCT, PC2, RPT, RPT2: Building offset plane offset: The exterior beams do not align with the columns in plan.	-0.6		-0.6	
Other irregularity: There is another observable plan irregularity that obviously affects the building's seismic performance.	-1.0		-1.0	
Redundancy	Other irregularity: There is another observable plan irregularity that obviously affects the building's seismic performance.	-0.6		-0.6
Founding	Building is separated from an adjacent structure by less than 1 1/2' of the height of the greater of the building and adjacent structure and: The forces do not align vertically within 2 feet. <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/> Yes <input type="checkbox"/> DK	-1.0		-1.0
SI Building	SI building: The building is not a SI building. <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/> Yes <input type="checkbox"/> DK	-0.6		-0.6
PC/IRMT Bldg	PC/IRMT Bldg: The building has deep seismic bracing system provided between the cantilever and the ground. <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/> Yes <input type="checkbox"/> DK	-0.6		-0.6
URM	URM: There is a supplemental seismic bracing system provided between the cantilever and the ground. <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/> Yes <input type="checkbox"/> DK	-0.6		-0.6
Basalt	Basalt: Comprehensive seismic retrofit is visible or known from drawings. <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/> Yes <input type="checkbox"/> DK	+1.0		+1.0
FINAL LEVEL 2 SCORE, S <sub>2</sub> = (S <sub>1</sub> + V <sub>1</sub> + P <sub>1</sub> ) ± S <sub>2</sub>				
Observation	There is observable damage or deterioration or structural condition that negatively affects the building's seismic performance. <input type="checkbox"/> Yes <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/> DK			
Location	Statement (Check "Yes" or "No")	Yes	No	Comment
Exterior	There is an unreinforced masonry parapet or unreinforced masonry chimney.			
There is heavy cladding or heavy veneer.				
There is a heavy canopy over exit doors or pedestrian walkways that supports inadequately supported.				
There is an unreinforced masonry pier on an exterior wall.				
There is a sign posted on the building that indicates hazardous materials are present.				
There is a taller adjacent building with an unreinforced URM wall or unreinforced URM parapet or chimney.				
Other observed exterior nonstructural falling hazard.				
Interior	There are hollow clay tile or brick partitions at any stair or exit corridor.			
Other observed interior nonstructural falling hazard.				
Estimated Nonstructural Seismic Performance (Check appropriate box and transfer to Level 1 form conclusions)				
Potential nonstructural hazards with significant threat to occupant life safety. → Detailed Nonstructural Evaluation recommended				
Nonstructural hazards identified with significant threat to occupant life safety. → No Detailed Nonstructural Evaluation required				
Low or no nonstructural hazard threat to occupant life safety. → No Detailed Nonstructural Evaluation required				
Comments: _____				

Resim 5 : Düşük Seviye Depremselliğe Sahip Bina Formu

### 5.1.2 Veri Toplama ve İnceleme Aşamaları

RVS yöntemi, binanın dışarıdan gözlemlenmesiyle yapılan en hızlı yöntemdir. Sadece binanın dış yapısına, yaşına, kat sayısına ve genel geometrisine dayanarak hızlı bir sonuç verir.

FEMA P -154 RVS metodolojisinde kullanılan veri toplama formları depremsellik seviyesine göre farklılık göstermektedir. Formlar arasında puanlama farklılıkları olduğu gibi ayrıca "Post Benchmark" ve "Pre-Code" olarak belirtilen önemli iki parametre bulunmaktadır.

"Post Benchmark" kavramı depreme dayanıklı yapı tasarımı ve uygulamasında "milat" olarak kabul edilen dönemi ifade etmektedir. Bu tanımdan kasıt, depreme dayanıklı bina tasarım ve uygulamasında modern deprem yönetmeliklerinin kullanılmaya başlandığı yıldır.

"Pre Code" ise binanın bir deprem yönetmeliğinin olmadığı ve dolayısı ile bir deprem yükü hesabının yapılmadığı döneme ait binalar için kullanılacak puanlama parametresidir. "Pre Code" olarak sınıflandırılan binalar, depreme dayanıklı yapısal tasarım kuralları hiç gözetilmeden tasarlanmış kabul edilirler.

Aşağıdaki Tablo 30'da ABD için "Benchmark" olarak tanımlanan yıllar farklı taşıyıcı sisteme sahip yapılar için belirlenmiştir. Ülkemiz için bu seçenekler uyarlanarak istenirse 2000 yılı sonrası yapılar "Post Benchmark", 1975 yılı öncesi yapılmış binalar ise "Pre Code" olarak değerlendirilebilir. Ancak özellikle yaşanan 6 Şubat depremlerindeki acı tecrübe bu konulara şüphelere sebep olmuştur. Dolayısı ile

“benchmark” bina tanımının doğru yapılması hızlı değerlendirmede kritik önemdedir. Bölgelere göre farklı tanımlamalar da yapılabilir.

**Tablo 30 : Bina türlerine göre Benchmark Yılı ve Yönetmelikleri**

FEMA Bina Türü	Bina Sismik Tasarım Hükümleri			
	Ulusal Bina Şartnamesi / Standart Bina Şartnamesi	UBC	IBC	
W1	Hafif ahşap çerçeve tek katlı veya çok katlı konutlar	1993	1976	2000
W1A	Hafif ahşap çerçeve çok birimli, çok katlı konutlar; her katta 3.000 ft <sup>2</sup> 'den büyük plan alanı olan	1	1997	2000
W2	Zemin alanı 5.000 ft <sup>2</sup> 'den büyük olan ahşap çerçeve ticari ve endüstriyel binalar	1993	1976	2000
S1	Çelik moment dayanımlı çerçeve binalar	1	1994 <sup>2</sup>	2000
S2	Çelik çaprazlı çerçeve binalar	1	1997	2000
S3	Hafif çelik binalar	1	1	2000
S4	Betonarme çapraz duvarlı çelik çerçeve binalar	1993	1994	2000
S5	Betonarme dolgu duvarlı çelik çerçeve binalar	1	1	2000
C1	Betonarme moment dayanımlı çerçeve binalar	1993	1994	2000
C2	Betonarme perdeli binalar	1993	1994	2000
C3	Betonarme dolgu duvarlı çerçeve binalar	1	1	2000
PC1	Eğimli betonarme binalar	1	1997	2000
PC2	Önüretimli betonarme çerçeve binalar	1	1	2000
RM1	Esnek zemin ve çatı diyaframlarına sahip donatılı duvarlı binalar	1	1997	2000
RM2	Sert zemin ve çatı diyaframlarına sahip donatılı duvarlı binalar	1993	1994	2000
URM	Donatısız yığma taşıyıcı duvarlı binalar	1	1	1
MH	Fabrikasyon Konutlar	3	3	3

<sup>1</sup> Referans Yılı Belirtilmemiş

<sup>2</sup> Çelik moment dayanımlı çerçeveler, 1994 Eylül/Ekim ayında yayımlanan UBC Acil Durum Hükümleri ile uyumlu olmalıdır.

<sup>3</sup>Bu tablo, fabrikasyon konutlara uygulanmaz. Kaliforniya'da ilgili gereklilikler 1985-1994 yılları arasında evrilmiştir. Diğer eyaletlerde 2008 sonrası belirli kurallar uygulanmaya başlanmıştır.

FEMA P-154 yaklaşımında binanın ön değerlendirme puanını etkileyen temel parametreler şunlardır:

- Bölgenin depremselliği

- Binanın taşıyıcı sistemi
- Binada bulunan yatay ve düşey düzensizlikler
- Binanın yapım yılı
- Zemin sınıfı

### 5.1.3 Değerlendirme

Bu parametreler için tanımlanan puanlamaların toplanması sonucu binanın toplam puanının 2.0'ın üzerinde olması durumunda binanın detaylı bir değerlendirmeye ihtiyaç duymadığı değerlendirilir. 2.0'nin altındaki puanlarda ise binanın daha detaylı yöntemler ile değerlendirilmesi gerekir.

Aşağıda pratik bir örnek üzerinden puanlamayı şu şekilde yorumlayabiliriz:

Çok yüksek depremselliğe sahip bir bölgede çerçeve taşıyıcı sisteme sahip bir binanın temel puanı 1.0'dır. Bu binanın geçer puan olan 2.0'a ulaşabilmesi için muhakkak artı puan alması ve hatta bunun için de "Post Benchmark" olarak tanımlanan bir bina olması gerekmektedir.

### 5.1.4 Yöntem ile İlgili Görüşler

Hız açısından yöntemleri karşılaştırdığımızda FEMA P-154 yöntemi küresel en iyi uygulama olarak değerlendirilebilir. Bu yöntem binaları potansiyel zafiyetleri üzerinden detaylı bir değerlendirmeye ihtiyaç duyup duymamasına göre sınıflandırma amacını taşır. Her ne kadar bu yöntem için gerekli bilgi toplama ve değerlendirme aşamaları daha az hesap ve prosedür gerektirse de mühendislik yorumu önem kazanmaktadır. Bu nedenle deneyimli mühendisler tarafından uygulanması yöntemin değerlendirme başarısını arttıran en önemli unsur olabilir.

Yöntemde yerinde incelemeler sadece binanın dışından yapılmaktadır. Dolayısı ile binanın içerisinde yapısal taşıyıcı elemanların donatı düzenleri, taşıyıcı sistem yerleşimi, sismik detaylandırma ve sadece bina içerisinden fark edilebilecek düzensizliklerin, binanın puanlamasına etkisi ihmal edildiği için hatalı değerlendirmelerde bulunma olasılığı yüksektir. Ancak öte taraftan binanın değerlendirme süresi çok kısadır. Bu nedenle çok fazla sayıda binanın deprem güvenliği değerlendirmesi için ancak bir ön eleme yöntemi olarak değerlendirilebilir.

Yöntemin önemli bir avantajı, inceleme sırasında binaların yapısal projelerinin varlığına ihtiyaç duyulmamasıdır. Projelerin varlığı, inceleme ve değerlendirme süresini etkilemekle birlikte, yöntemin genel değerlendirme hassasiyeti üzerinde daha az etkilidir. Bu nedenle, ülkemizde yapısal projeleri bulunmayan çok sayıda bina stoğu olduğu göz önüne alındığında, yöntem bu açıdan ülkemizde kullanıma oldukça uygundur.

Elbette yöntemin Türkiye şartları için tekrar gözden geçirilerek uyarlanması şarttır. Bu açıdan Türkiye'deki yapı stoğu değerlendirilerek bu bölgeye özel bina zafiyetlerinin doğru belirlenmesi gerekmektedir. Yakın zamanda yaşanan Kahramanmaraş

depremleri ve yıkıcı etkileri hala hatırlanan 1999 Kocaeli ve Düzce depremlerinde edinilen tecrübeler bu anlamda son derece kıymetlidir.

Yöntemin Türkiye için etkili bir şekilde kullanılması konusunda en büyük dezavantaj, binaların mevcut malzeme, detaylandırma ve işçilik kalitelerinin 2000 yılı öncesi ve sonrası yapılarda belirgin şekilde değişmesi olabilir. FEMA P-154 yöntemi kullanılarak belirlenecek temel güvenlik seviyesi düşük beton kaliteli, kolonlarda enine donatı sıklaştırması olmayan binalar için sağlanmıyor kabul edilebilir. Özellikle yüksek deprenselliğe sahip bölgeler için süneklik eksikliği, yumuşak kat düzensizliği gibi zafiyetler eski bina stoğumuz için neredeyse standart olarak değerlendirilebilir. Bu durumda da değerlendirme çok büyük oranda binaların 2000 yılı öncesi ve sonrasında yapılmalarına göre sonuçlandırılabilir. Yüksek deprensellikte bölgeler için bu yaklaşım çok yanlış sonuçlar vermeyebilir. Ancak bu anlamda hangi deprensellik seviyesi bir sınır olarak belirlenmelidir sorusunun cevabı titizlikle araştırılmalıdır.

Yöntemle ilgili benzer bir başka sorunlu alan 2018 TBDY ile kullanıma başlanan yeni Türkiye Deprem Haritası'ndaki belirli bölgeler için önemli oranda artan deprem tehlikesinin binaların deprem güvenliğini değerlendirmede ne şekilde ele alınmaları gerektiğidir. Özellikle 2000-2018 yılları arasında yapılan ve 1999 Türkiye Deprem Yönetmeliği'ne göre büyük oranda doğru şekilde projelendirilip uygulanan binaların mevcut deprem güvenliği hakkında bu yöntem ile ne kadar doğrulukta bir cevap verilebileceği net değildir.

Tüm bu sorulara doğru yanıtlar verebilmek ancak yöntemlerin belirli duyarlılık analizleri ile doğrulanması ile mümkündür.

Süre olarak binanın yerinde incelemesi yarım gün, formların doldurulması ve bina değerlendirmesi için toplamda bir günlük süre yeterli olmaktadır. Kullanımı için işin başında yeterli eğitimi almış mimar veya tecrübesiz mühendisler görevlendirilmesi mümkündür.

## 5.2 ASCE 41-23 Tier-1: Ön Değerlendirme Yöntemi

ASCE 41-23 Tier-1 Yöntemi, "American Society of Civil Engineers" (Amerikan İnşaat Mühendisleri derneği - ASCE) tarafından hazırlanmış 41 numaralı standart olan "Seismic Evaluation and Retrofit of Existing Buildings" (Mevcut Binaların Deprem Değerlendirmesi ve Güçlendirilmesi)' in 2023 yılında yayınlanan son baskısında yer verilen bir değerlendirme yöntemidir.

ASCE 41-23 (Structural Engineering Institute, 2023), Amerika Birleşik Devletleri (ABD)'nde hazırlanmış olmasına rağmen federal devlet yapısı nedeni ile ABD'nin her eyaletinde zorunlu olarak uygulanmamaktadır. Çoğunlukla deprem bölgesi açısından yüksek riskli bölgeleri bulunan Kaliforniya eyaleti baz alınarak geliştirilen bu yöntem, kabul gördüğü eyaletlerde yetkin mühendislerce (SE: Structural Engineer ve PE- Professional Engineer) kullanılmaktadır. Ancak bunun dışında dünyanın farklı ülkelerinde fiilen kullanıldığı bilinen, genel kabul görmüş bir standarttır.

Standart, mevcut binaların değerlendirilmesinde "Tier-1", "Tier-2" ve "Tier-3" olmak üzere üç aşamalı bir yaklaşım sunmaktadır. "Tier-1", ASCE 41-23'te tanımlanan



mevcut yapıların deprem performansının belirlenmesi ve güçlendirilmesi kapsamındaki ilk aşamadır. “Screening” (Tarama) olarak tanımlanan bu aşamada aslında daha detaylı bir inceleme yapmadan hedeflenen performansı gösterebilecek binaların ayıklanması amaçlanmaktadır. “Tier-2” ilk aşamada bazı zafiyetleri belirlenmiş olan binaların ilgili zafiyetlerinin biraz daha derinlemesine araştırılması aşamasıdır. Bu aşamada eksiklikleri belirlenen binaların devam ettirilen analizler ile güçlendirme tasarımının yapılması da mümkündür. “Tier-3” ise detaylı değerlendirme diyebileceğimiz ve standartta da “sistemik değerlendirme ve güçlendirme” olarak tanımlanmış yöntemdir. Zemin incelemeleri ve malzeme testleri ile detaylı analizler gerektiren bu yöntem TBDY 2018’de mevcut bina değerlendirmesinin anlatıldığı Bölüm 15 ile paralellik göstermektedir.

Tier-1 yöntemi aslında yapılar için bir ön değerlendirme yöntemidir. Deprem riski yüksek bina stoğunun fazla olduğu ülkelerde tecrübeli inşaat mühendisleri tarafından sonraki adımların belirlenmesi amacıyla yapıların sınıflandırılmasında ön adım olarak kullanılarak bütçe, zaman ve iş gücü tasarrufu yapılması hedeflenir.

Tier-1 yöntemi binaların yapısal elemanlar bazında yapılan değerlendirmesinin yanında ayrıca yapısal olmayan elemanların da değerlendirilmesine ilişkin kontrol ve değerlendirmeler içermektedir. Yapısal olmayan elemanlara örnek olarak bölme duvarlar, mekanik ve elektrik tesisat bağlantı türleri ve detayları, cepheler gibi ikincil sistemler verilebilir. Tier-1 yönteminde kullanılan yapısal olmayan elemanlar ile ilgili değerlendirme formları yardımı ile olası deprem anında yapısal olmayan elemanlardan kaynaklı hasarların da değerlendirilmesi yapılabilmektedir.

Tier-1 değerlendirme süreci incelenecek binalar ile ilgili bilgi toplanması ve akabinde binaların yerinde incelenmesi ile başlayarak; sahada proje uygunluk kontrolleri, mevcut malzeme verileri, edinilen bilgiler ile masa başı hesap kontrolleri, kullanılan formlarda gerekli olan hesap adımlarının tamamlanması ve form sonuçlarının yetkin mühendislerce yorumlanması adımları ile devam etmektedir. Tüm bu bahsi geçen adımlar bina için hazırlanan değerlendirme raporu ile bina sahibine özetlenmektedir. Hazırlanan raporlar neticesinde binaya ait alınması gereken önlemler ve varsa kullanılması gereken daha detaylı değerlendirme yöntemleri belirlenerek sonraki adımlara ait bir yol haritası çıkartılması amaçlanır.

“Tier-1” yöntemi diğer hızlı değerlendirme yöntemlerinden farklı şekilde birçok taşıyıcı sistem türü için uygulanabilmektedir. Ancak yöntemin kullanılabilirliği her bir taşıyıcı sistem türü için yapının bulunduğu bölgenin depremselliğine, hedef performans seviyesine ve bina kat sayısına göre sınırlandırılmıştır. Aşağıdaki Tablo 31, “Tier-1” yönteminin belirtilen sınırlarını göstermektedir.

Tablo 31: Tier-1 Yönteminin Kullanım Sınırlamaları

Tipik Bina Türü	Kat Sayısı 3. Seviye Sistemli Prosedürlerin Gerektiği Durum							
	Depremsellik Seviyesi							
	Çok Düşük		Düşük		Orta		Yüksek	
	S-3	S-1	S-3	S-1	S-3	S-1	S-3	S-1
<b>Ahşap Çerçeveler</b>								
Hafif Ahşap (W1)	SY	SY	SY	4	4	4	4	4
Çok Katlı, Çok Birimli Konut (W1a)	SY	SY	SY	6	6	6	6	4
Ticari ve Endüstriyel (W2)	SY	SY	SY	6	6	6	6	4
<b>Çelik Moment Çerçeveler</b>								
Rijit Diyafram (S1)	SY	SY	SY	12	12	8	8	6
Esnek Diyafram (S1a)	SY	SY	SY	12	12	8	8	6
<b>Çelik Çaprazlama Çerçeveleri</b>								
Rijit Diyafram (S2)	SY	SY	SY	8	8	8	8	6
Esnek Diyafram (S2a)	SY	SY	SY	8	8	8	8	6
Hafif Çelik Çerçeveler (S3)	SY	1	1	1	1	1	1	1
Yedek Moment İçeren Çelik Sistemler (S4)	SY	SY	SY	12	12	8	8	6
<b>Çelik Çerçeveler ve Dolgu Duvarlar</b>								
Rijit Diyafram (S5)	SY	SY	SY	12	12	8	8	4
Esnek Diyafram (S5a)	SY	SY	SY	12	12	8	8	4
<b>Çelik Plaka Perde Duvarı (S6)</b>	IV	IV	IV	IV	IV	IV	IV	IV
<b>Betonarme Moment Çerçeveler (C1)</b>	SY	SY	SY	12	12	8	8	6
<b>Betonarme Perde Duvarlar</b>								
Rijit Diyafram (C2)	SY	SY	SY	12	12	8	8	6
Esnek Diyafram (C2a)	SY	SY	SY	12	12	8	8	6
<b>Betonarme ve Dolgu Duvarı Sistemi</b>								
Rijit Diyafram (C3)	SY	SY	SY	12	12	8	8	4
Esnek Diyafram (C3a)	SY	SY	SY	12	12	8	8	4
<b>Prekast Betonarme Perde Duvarları</b>								
Esnek Diyafram (PC1a)	SY	SY	3	2	2	2	2	2
Rijit Diyafram (PC1a)	SY	SY	3	2	2	2	2	2
<b>Prekast Betonarme Çerçeveler</b>								
Kesme Duvarı (PC2)	SY	SY	SY	6	6	IV	4	IV
Kesme Duvarı Olmadan (PC2a)	SY	SY	SY	6	6	IV	4	IV
<b>Donatılı Tuğla Taşıyıcı Duvarlar</b>								
Esnek Diyafram (RM1)	SY	SY	SY	8	8	8	8	6
Rijit Diyafram (RM2)	SY	SY	SY	8	8	8	8	6

SY: Sınırlama Yok/ IV: İzin Verilmez

### 5.2.1 Depremsellik ve Hedef Performans Seviyeleri

Yapının bulunduğu bölgenin depremselliğinin belirlenmesi için aşağıdaki tablonun kullanılması istenmiştir. Burada kullanılacak olan değerler 50 yılda %10 aşılma olasılığına sahip deprem yer hareketine ait spektral ivmelerin bina zemin sınıfına göre düzeltilmiş halleridir.

Tablo 32: Binanın Bulunduğu Bölgenin Depremselliği

Depremsellik Seviyesi	$S_{DS}$	$S_{D1}$
Çok Düşük	$< 0.167 g$	$< 0.067 g$
Düşük	$\geq 0.167 g$	$\geq 0.167 g$
	$< 0.33 g$	$< 0.33 g$
Orta	$\geq 0.33 g$	$\geq 0.133 g$
	$< 0.50 g$	$< 0.20 g$
Yüksek	$\geq 0.50 g$	$\geq 0.20 g$

En Büyük  $S_{DS}$  ve  $S_{D1}$  Depremsellik Seviyesi Göz Önüne Alınacaktır.

ASCE 41-23'de mevcut binalar için sağlanması gereken temel performans hedefi (BPOE) iki farklı deprem yer hareketi seviyesi için kontrol edilmektedir. Bahsi geçen deprem seviyelerinden BSE-1E 50 yılda aşılma olasılığı %20 ve tekrarlanma periyodu 225 yıl olan depremi, BSE-2E ise 50 yılda aşılma olasılığı %5 ve tekrarlanabilir periyodu 975 yıl olan depremleri ifade etmektedir. Bu deprem seviyeleri yeni yapılacak binaların tasarımında göz önüne alınan deprem seviyelerinden olasılıksal olarak daha yüksek ve dolayısı ile ivme olarak daha küçüktür. Bu nedenle ASCE 41 mevcut binaları, yeni binalardan daha düşük bir deprem tehlikesi etkisi altında değerlendirmektedir.

Yapılardan beklenen performans seviyeleri ise aşağıdaki tabloda belirtilmiştir. Buna göre standart konut tipi bir bina için (Risk Category I ve II) yalnızca BSE-2E deprem seviyesinde "Göçmenin Önlenmesi" yapısal performans seviyesinin sağlanması yeterli görülmüştür. Ancak hastane, okul gibi deprem sonrası hemen kullanımı gerekli yapılar için (Risk Category IV) BSE-2E deprem seviyesinde "Can Güvenliği", BSE-1E deprem seviyesinde ise "Göçmenin Önlenmesi" yapısal performans seviyelerinin sağlanması istenmiştir.

**Tablo 33: Tier-1 Yönteminde Mevcut Binalar için Belirlenen Standart Performans Seviyeleri**

Risk Kategorisi	BSE-1E	BSE-2E
I ve II	Değerlendirilmez Yapısal Olmayan Performans: Can Güvenliği (3-C)	Yapısal Performans: Göçmenin Önlenmesi Azaltılmış Çökme Riski <sup>b</sup>
III	Değerlendirilmez Yapısal Olmayan Performans: Pozisyon Koruma (2-B)	Sınırlı Yapısal Performans <sup>c</sup> Azaltılmış Çökme Riski <sup>b</sup> (4-D)
IV	Yapısal Performans: Hemen Kullanım Yapısal Olmayan Performans: Pozisyon Koruma (1-B)	Yapısal Performans: Can Güvenliği (3-C) <sup>d</sup> Azaltılmış Çökme Riski <sup>b</sup> (3-D)

<sup>a</sup>Risk Kategorisi I'den III'e kadar olan 1. ve 2. Seviye değerlendirmelerinde, BSE-1E için yapısal Performans açıkça değerlendirilmez.

<sup>b</sup>Yeni inşaat için ASCE 7 hükümlerine uyum sağlanması yeterlidir.

<sup>c</sup>Risk Kategorisi III için, 1. Seviye tarama kontrol listeleri Göçmenin Önlenmesi Performans Seviyesi (S-5) baz alınarak yapılacaktır, ancak Bölüm 4.4.3'ün Hızlı Kontrol prosedürlerini kullanan kontrol listesi ifadeleri, Can Güvenliği ve Göçmenin Önlenmesi değerlerinin ortalaması olarak alınan Ms faktörlerine dayanacaktır.

<sup>d</sup>Risk Kategorisi IV için, 1. Seviye tarama kontrol listeleri, Göçmenin Önlenmesi Performans Seviyesi (S-5) baz alınarak yapılacaktır, ancak Bölüm 4.4.3'ün Hızlı Kontrol prosedürlerini kullanan kontrol listesi ifadeleri, Hayati Tehlike için Ms faktörlerine dayanacaktır.

### 5.2.2 Veri Toplama ve İnceleme Aşamaları

Tier-1 yönteminde yapılması gereken çalışmalar saha çalışmaları ve masa başı çalışmaları olarak ikiye ayrılmaktadır. Ancak bu çalışmalara başlamadan önce incelenecek yapı ile ilgili mevcut bilgilerin toplanması yapılacak değerlendirmenin hassasiyeti açısından son derece önemlidir.

Yapıya ait mevcut proje bilgilerinin temini değerlendirme formlarının içeriğinde yer alan soruların doğru ve kapsamlı cevaplanabilmesi için gerekli olmaktadır. Yapının mevcut yapısal tasarım projeleri, varsa onarım ve güçlendirme tadilat projeleri, mimari projeler, zemin etüt raporu, malzeme numune örnekleri, yapısal tasarım hesap raporu gibi yapının karakteristiğini ortaya koyan belgeler kullanılarak yapılan değerlendirmelerde daha hassas davranılabilir.

#### Saha İncelemesi

Tier-1 değerlendirmesi için öncelikli olarak yapının geometrisinin anlaşılması, yapım ve kullanım sırasında ortaya çıkan olumsuzlukların belirlenmesi gerekmektedir. Yapının bulunduğu zemin, yapım yılı, kullanılan malzeme dayanımları ve taşıyıcı sistem elemanlarının boyutlarının bilinmesi ile çalışma başlamış olmaktadır. Yapı yerinde incelenerek mevcut verilerin doğruluğu teyit edilmelidir. Proje verilerinden taşıyıcı sistem elemanlarının konumu, boyutları, hasar durumu, yatay ve düşey düzensizlikleri, yapının diğer komşu yapılarla ilişkisi, dilatasyon ile ayrılmış blokların olup olmaması, zaman içerisinde olası değişikliklerin tespiti ile eldeki veriler teyit edilmeli ya da varsa eksik ve eski bilgiler güncellenmelidir.

Tier-1 yöntemi yapı ile ilgili toplanan belgelerdeki verilerin, yerinde yapılan inceleme esnasında ciddi bir şüphe duyulmaması durumunda kullanılabileceğini öngörür. Saha incelemesi aşamasında mevcut durum ile ilgili bir test gerekliliği olmamakla birlikte, kayıtlı verilerin doğrulanması ve hassas bir sonuca ulaşılabilmesi için istenirse mevcut durum testleri yapılabilir. ABD’de beton dahil yapı malzemesi üretimi uzun yıllardır üretim tesislerinde kontrollü olarak gerçekleştirildiği ve işçilik de nispeten standart bir kalitede olduğu için, ASCE 41 belirli yıl aralıkları için belirli malzeme kalitesi kabulleri yapılabileceğini belirtmiştir. Bu anlamda Türkiye için de bir öneri Bölüm 7.1’de sunulmuştur.

Mevcut yapısal elemanların boyutlarının tespiti ile birlikte betonarme yapılar için donatı tespitleri de tahribatsız yöntemlerle yapılabilir. Özellikle elemanların kritik bölgelerinde etriye sıklaştırmasının yapılıp yapılmadığı her ne kadar projeler üzerinden belirlenebiliyor olsa da sahada tahribatsız yöntemler ile bu bilgilerin teyit edilmesi tavsiye edilir. Etriye kanca detayı, boyuna donatı bindirme boyu gibi değerlendirme parametrelerinin ise proje verilerinde olduğu gibi, yoksa da ancak paspayı sıyırma ile belirlenmesi gerekir.

ASCE 41 Tier-1 yöntemi saha incelemeleri bulgularına göre zemin ile ilgili bir proje bilgisi veya mühendisin daha kötü bir zemin sınıfı değerlendirmesi yok ise ZD sınıfı zemin kabulü yapılmasını tavsiye etmektedir.

### Masa Başı Çalışmaları

Tier-1 prosedürü için genel iş akış şeması Şekil 5'te gösterilmiştir. Buna göre öncelikle incelenen binanın "Benchmark Building" olup olmadığı kontrol edilir.

"Benchmark Building (Referans Binası)" kavramı depreme dayanıklı yapı tasarımı ve uygulamasında "milat" olarak kabul edilen dönemi ifade etmektedir. Bu tanımdan kasıt, depreme dayanıklı bina uygulamasında modern yaklaşımın öngörüldüğü zorunlu yönetmelik ile birlikte bu yönetmeliğin fiilen uygulanmaya başlandığı yıldır. ASCE 41-23'te depreme dayanıklı tasarımda farklı tip taşıyıcı sistemler için farklı yönetmelikler milat olarak kabul edilmekle birlikte, genel kabul "Uniform Building Code (UBC) 1997"nin milat olduğu şeklindedir. Ülkemizde en çok kullanılan yapı malzemesi ve taşıyıcı sistem türü olan betonarme çerçeveler ve perdeli sistemler için de ASCE41-23'te yine bu yönetmelik milat kabul edilmiştir.

UBC 1997'nin ülkemize ilk adaptasyonu sayılabilecek ve yine deprem mühendisliği ilkelerinin temel ve modern yaklaşıma uygun şekilde kullanıldığı ilk yönetmelik 1998'de yayınlanan Afet Bölgelerinde Yapılacak Yapılar Hakkında Yönetmelik (ABYYHY-1998)'tir. Bu yönetmeliğin yayınlanması sonrası resmen yürürlüğe girmesi ve yeni yapılacak binalarda gerçekten kullanılmaya başlaması ise 1999 İzmit ve Düzce depremlerinden sonra olmuştur. Hazır beton ve nervürlü demir kullanımı 2000'li yıllarda ancak ülke genelinde yaygınlaşabilmiştir. Dolayısı ile ülkemiz için yapıların depreme dayanıklı tasarım ve yapımında kabul edilebilecek milat 2000 yılı olabilir. Bu durumda milat olarak kabul edilebilecek yönetmelik ise ABYYHY-1998 olacaktır. Ancak 6 Şubat depremlerinde yaşanan acı tecrübe 2000 yılı sonrasında yapılan binaların da özellikle düşük malzeme kalitesi ve işçilik kusurları sebebi ile yıkılabildiğini göstermiştir. Bu nedenle ülkemiz için böyle bir tanımlama yaparken dikkatli olunmalıdır. Böylesine bir milat yılı bölgesel olarak da değişkenlik gösterebilir.

Tier-1 yöntemine göre bina belirlenen bu "milattan" sonra yapılmış ise zaten depreme dayanıklıdır. Dolayısı ile bina ile ilgili yapısal bir kontrole gerek olmadan doğrudan yapısal olmayan elemanların değerlendirme formu doldurularak zafiyetler belirlenecek ve buna göre binanın detaylı bir incelemeye veya yapısal olmayan elemanlardan kaynaklı bir güçlendirmeye ihtiyacı olup olmadığına karar verilecektir.

Daha önce belirtildiği gibi Tier-1 yöntemi birçok farklı taşıyıcı sistem türündeki yapı için kullanılabilir. Yapının zemin özellikleri, rijitlik, yatay ve düşey düzensizlik, malzeme kalitesi ve tasarım kriterlerinin uygulanmasının kontrolü, taşıyıcı olmayan elemanların stabilitesi gibi başlıklar altında cevabı aranan sorular incelenen taşıyıcı sistem türüne göre farklılık göstermektedir.





Taşıyıcı sistem türüne göre hazırlanmış olan değerlendirme formları şunlardır:

- Ahşap yapılar (W1),
- Moment çerçeveli çelik yapılar (S1),
- Çaprazlı çelik yapılar (S2),
- Betonarme kolon & kiriş moment çerçeve yapılar (C1),
- Betonarme perdeli yapılar (C2),
- Betonarme çerçeve ve perdeli yapılar (C3)
- Rijit diyaframa sahip Prefabrik yapılar, (PC1a)
- Kesme perdeli prefabrik moment aktaran yapılar (PC2)
- Kesme perdesiz prefabrik moment aktaran yapılar (PC2a)
- Donatısız yığma yapılar (URM)
- Donatılı yığma yapılar (RM1) olmak üzere sınıflandırılmaktadır.

Tier-1 yöntemi esas olarak “milat” kabul edilen yıldan önce yapılmış binalar için geliştirilmiştir. Bu binalar için öncelikle hangi değerlendirme formlarının kullanılacağına karar verilmesi gerekmektedir. Kullanılacak değerlendirme formları depremselliğe ve binadan beklenen performans seviyesine göre farklılık göstermektedir (bkz. Tablo 34). Ancak tüm binalar için “Temel Bina Değerlendirme Formunun” (Basic Configuration Checklist) doldurulması istenmektedir.

Depremsellik seviyesine göre de kullanılacak formların soru içeriği değişkenlik göstermektedir. Artan depremsellik seviyesine göre ilave sorular eklenen değerlendirme formunda, yapı orta depremsellik seviyesinde bulunan bir bölgede ise şev kayması, fay kırığı soruları, yüksek depremsellik seviyesinde yer alan bölgede ise devrilme ve temel bağ kirişi gibi sorular temel bina değerlendirme formunda yer almaktadır.

Temel tasarım kontrollerinden sonra “Yapısal Elemanlar ile İlgili Kontroller” (Structural Check List) yapının taşıyıcı elemanlarına dair soruları içermektedir. Taşıyıcı elemanların boyutları, kapasiteleri, rijitlik, rijitlik merkezi, kütle merkezi, burulma, kolon kesme güvenliği, kolon aksenal yük kapasitesi gibi yapının performansına büyük oranda etki edecek soruların cevapları aranmaktadır. Yine depremsellik seviyesinin artmasıyla birlikte cevaplanması ve kontrol edilmesi gereken başlıklar artmaktadır.

Değerlendirme formunda yer alan sorular; uyumlu (Compliant), uyumsuz (Noncompliant), uygulanabilir değil (Not Applicable) ve bilinmiyor (Unknown) seçenekleri ile cevaplanarak yapının değerlendirme karnesi oluşturulmaktadır. Uyumsuz olarak belirlenen noktalar için fotoğraf, proje verileri, saha bilgisi gibi uyumsuzluğun nereden tespit edildiğine dair açıklamalar yapılmaktadır.

**Tablo 34: ASCE 41-23 Depremsellik ile Kullanılacak olan Kontrol Listesi Seçimi**

Tablo 2-2 Mevcut binalar için temel performans hedefi (BPOE) ile birinci ve ikinci kademe değerlendirme kapsamı							
Gerekli Kontrol Listeleri							
Depremsellik Seviyesi	Bina Performans Seviyesi	Çok Düşük Depremsellik Kontrol Listesi (Bölüm 17.1.1)	Temel Konfigürasyon Kontrol Listesi (Bölüm 17.1.2)	Göçme Önlenmesi Kontrol Listesi (Bölüm 17.2-17.7)	Göçme Önlenmesi Kontrol Listesi (Bölüm 17.2-17.7)	Tehlike Azaltılmış veya Can Güvenliği Yapısal Olmayan Kontrol Listesi (Bölüm 17.19)	Pozisyon Koruma Yapısal Olmayan Kontrol Listesi (Bölüm 17.19)
Çok Düşük	GÖ	X					
Çok Düşük	KK		X		X		X
Düşük	GÖ		X	X		X	
Düşük	KK		X		X		X
Orta	GÖ		X	X		X	
Orta	KK		X		X		X
Yüksek	GÖ		X	X		X	
Yüksek	KK		X		X		X

Depremsellik seviyesi belirlenmiş, yapı türü ve kullanım amacı bilinen mevcut yapı için seçilecek olan Tier-1 değerlendirme formları ASCE 41- 23 Bölüm 17’de bulunmaktadır. Her durumda doldurulması istenilen Temel Bina Değerlendirme Formunun bir kısmı Tablo 35’te paylaşılmıştır. Listede yer alan tüm maddeler için referans ve açıklama paragrafları bölüm numaraları ile ASCE 41-23’te yer almaktadır.

Tablo 36’te de C1 tipi (betonarme çerçeve) taşıyıcı sisteme sahip binaların göçmenin önlenmesi performans seviyesi için değerlendirme formunun bir kısmı verilmiştir. Değerlendirme formlarından görülebileceği gibi bina ve elemanları çeşitli başlıklar altında değerlendirilmekte ve bu değerlendirmeye göre ilgili koşulu sağlayıp sağlamadığı işaretlenmektedir.

**Tablo 35: Temel Bina Değerlendirme formu Tablosu – Çok Düşük Depremsellikli ve Göçmenin Önlenmesi Performans Seviyeleri için Değerlendirme Formu (Not: Tablolar ASCE 41-23’ten alınmıştır ve tablonun tamamı gösterilmemiştir)**

Durum	Değerlendirme Beyanı	Tier 2 Referansı	Açıklama Referansı
Yapısal Bileşenler			
C NC N/A U	YÜK AKIŞI: Yapı, tüm yapısal elemanları ve bağlantıları içeren, iyi tanımlanmış bir yük akışına sahiptir ve bu, tüm elemanların kütlelerine ilişkin atalet kuvvetlerini temele aktarır.	5.4.1.1	A.2.1.1
C NC N/A U	DUVAR BAĞLANTILARI: Diyafram seviyesinde yatay destek için harici betonarme veya tuğla duvarlar, çelik ankrajlar, donatı çubukları veya diyaframa gömülmüş bağlantılar ile tutturulur. Bağlantılar, Bölüm 4.4.3.7’deki Hızlı Kontrol prosedürüne göre hesaplanan bağlantı kuvvetini sağlamaya yetecek dayanıklılığa sahiptir.	5.7.1.1	A.5.1.1

**Not:** C = Uyumlu, NC = Uyumlu Değil, N/A = Geçerli Değil, U = Bilinmiyor.

Durum	Değerlendirme Beyanı	Tier 2 Referansı	Açıklama Referansı
<b>Düşük Depremsellik Yapı Sistemi—Genel</b>			
C NC N/A U	YÜK AKIŞI: Yapı, tüm yapısal elemanları ve bağlantıları içeren, iyi tanımlanmış bir yük akışına sahiptir ve bu, tüm elemanların kütlelerine ilişkin atalet kuvvetlerini temele aktarır.	5.4.1.1	A.2.1.1
	KOMŞU BİNALAR: Yapı ile bitişik binalar arasındaki mesafe, düşük depremsellikte yapının yüksekliğinin %0,25'inden, orta depremsellikte %0,5'inden ve yüksek depremsellikte %1,5'inden daha kısa değildir.	5.4.1.2	A.2.1.2
	ASMA KATLAR: Asma kat kısımları, ana yapıdan bağımsız olarak sismik kuvvetlere dayanacak şekilde desteklenmiştir.	5.4.1.3	A.2.1.3
<b>Bina Sistemi-Bina Konfigürasyonu</b>			
C NC N/A U	ZAYIF KAT: Sismik kuvvetlere dayanıklı sistemin bir katının rijitliği, komşu katların rijitliğinin %80'inden daha az değildir.	5.4.2.1	A.2.2.2
C NC N/A U	YUMUŞAK KAT: Bir katın rijitliği, komşu katların ortalamasının %70'inden daha az değildir veya komşu kat rijitliğinin %80'inden daha fazla değildir.	5.4.2.2	A.2.2.3
C NC N/A U	DÜZENSİZLİK: Tüm dikey elemanlar temele sürekli ve süreklilik ihlal edilmemiştir.	5.4.2.3	A.2.2.4
C NC N/A U	GEOMETRİ: İki eksende sismik kuvvet direnci arasında %30'dan fazla fark yoktur.	5.4.2.4	A.2.2.5
C NC N/A U	KÜTLE: Kat kütleleri arasında %50'den fazla fark yoktur.	5.4.2.5	A.2.2.6
C NC N/A U	BURULMA: Kütle merkezinin diyafram rijitlik merkezine olan uzaklığı, boyutun %20'sinden azdır.	5.4.2.6	A.2.2.7
<b>Orta Depremsellik</b>			
C NC N/A U	SIVILAŞMA: Sıvılaşma Etkisi: Doymuş, gevşek taneli zeminlerin, 50 ft (15,2 m) derinliğe kadar sıvılaşma tehlikesi oluşturmadığından emin olun.	5.4.3.1	A.6.1.1

**Tablo 36: C1 Tipi (Betonarme Çerçeve) Taşıyıcı Sisteme Sahip Binaların Göçmenin Önlenmesi Performans Seviyesi için Değerlendirme formu (Not: Tablolar ASCE 41-23'ten alınmıştır ve tablonun tamamı gösterilmemiştir)**

Durum	Değerlendirme Beyanı	Tier 2 Referansı	Açıklama Referansı
<b>Düşük Depremsellik</b>			
<b>Depreme Sistem</b>	<b>Dirençli</b>		
C NC N/A U	Yedeklilik: Her bir ana doğrultuda moment çerçevesi sayısı 2 veya daha fazladır.	5.5.1.1	A.3.1.1.1
C NC N/A U	Kolon Eksenel Gerilme Kontrolü: Sismik devrilme kuvvetlerinden kaynaklanan eksenel gerilme talepleri, azaltılmamış düşey yüklerden kaynaklanan eksenel gerilmenin 0.20f <sub>c</sub> 'den azdır.	5.5.2.1.3	A.3.1.4.2



Durum	Değerlendirme Beyanı	Tier Referansı	2 Açıklama Referansı
	Alternatif olarak, yalnızca devrilme kuvvetlerinden kaynaklanan eksenel gerilme, Hızlı Kontrol prosedürü kullanılarak hesaplandığında 0.30f'c'den azdır.		
<b>Bağlantılar</b>			
C NC N/A U	Beton Kolonlar: Tüm beton kolonlar temele en az dört donatı ile bağlanmıştır.	5.7.3.1	A.5.3.2
<b>Orta Depremsellik</b>	<b>(Düşük Depremsellik Maddelerine Ek Olarak Tamamlanması Gerekenler)</b>		
C NC N/A U	Yedeklilik: Her bir hat üzerindeki moment çerçevelerinin hat sayısı 2 veya daha fazladır.	5.5.1.1	A.3.1.1.1
C NC N/A U	Karışan Duvarlar: Tüm betonarme ve tuğla dolgu duvarlar moment çerçevelerinden izole edilmiştir.	5.5.2.1.1	A.3.1.2.1
C NC N/A U	Kolon Kesme Gerilmesi Kontrolü: Beton kolonlardaki kesme gerilmesi 100 lb/in <sup>2</sup> (0.69 MPa) veya 2√f'c'den azdır.	5.5.2.1.4	A.3.1.4.1
C NC N/A U	Düz Plak Çerçeveler: Sismik kuvvet dirençli sistem, kirişsiz beton plak ve düz levhalardan oluşmaz.	5.5.2.3.1	A.3.1.4.3
<b>Yüksek Depremsellik (Orta ve Düşük Depremsellik Maddelerine Ek Olarak Tamamlanması Gerekenler)</b>			
C NC N/A U	Öngörilmeli Çerçeve Elemanları: Sismik kuvvet dirençli çerçeveler, öngörülme elemanları içermez veya Bölüm 4.4.3.8'e göre hesaplanan ortalama gerilme 700 lb/in <sup>2</sup> 'den (4.83 MPa) veya f'c/6'dan azdır.	5.5.2.3.2	A.3.1.4.4

Durum	Değerlendirme Beyanı	Tier Referansı	2 Açıklama Referansı
C NC N/A U	Sıkışmış Kolonlar: Yükseklik-derinlik oranı, ilgili nominal yükseklik-derinlik oranının %50'sinden az olan kolonlar mevcut değildir.	5.5.2.3.3	A.3.1.4.5
C NC N/A U	Kesme Hasarı Yok: Çerçeve elemanlarının kesme kapasitesi, uçlardaki moment kapasitesine eşit veya daha büyüktür.	5.5.2.3.4	A.3.1.4.6
C NC N/A U	Güçlü Kolon-Zayıf Kiriş: Kolonların toplam moment kapasitesi, kirişlerin moment kapasitesinden %20 daha fazladır.	5.5.2.1.5	A.3.1.4.7
C NC N/A U	Kiriş Çubukları: Her bir kiriş boyunca en az iki boyuna üst ve iki boyuna alt donatı sürekli uzanır. Pozitif veya negatif moment için birleşimlerde sağlanan boyuna çubukların en az %25'i sürekli uzanır.	5.5.2.3.5	A.3.1.4.8
C NC N/A U	Kolon-Bağlantı Çubukları: Tüm kolon-bağlantı bindirme çubuklarının uzunlukları, 35db'den fazladır ve en fazla 8db aralıklarla bağlanmıştır. Alternatif olarak, mekanik kaplinler ile birleştirilmiştir ve kapasitesi en az eklenmiş çubuğun nominal akma mukavemetinin %125'idir.	5.5.2.3.6	A.3.1.4.9
C NC N/A U	Kiriş-Donatı: Kirişlerin ve kolonların boyuna çubukları plastik mafsallarda yer almaz.	5.5.2.3.6	A.3.1.4.10
C NC N/A U	Kolon Bağ Donatısı: Çerçeve kolonlarının bağlama aralığı, kritik plastik mafsallarda yerlerinde $d/4$ 'ten veya 8db'den azdır.	5.5.2.3.7	A.3.1.4.11
C NC N/A U	Kiriş Bağ Donatısı: Plastik mafsallarda yerlerinde kirişler, minimum $d/2$ veya 8db'den daha az bir aralıkla bağlanmıştır.	5.5.2.3.7	A.3.1.4.12

Tier-1 değerlendirme sürecinde bir takım analiz ve hesaplamaların yapılması gerekmektedir. Bu hesaplar için genel akış şu şekildedir:

1. Öncelikle binaya etkileyecek "Psuedo" deprem kuvveti hesap edilir. Bunun için binanın ağırlığı, yaklaşık periyodu ve bu periyoada karşı gelen spektral ivme değeri hesap edilmelidir.

$$V = C S_a W$$

Beklenen maksimum elastik olmayan yer değiştirmeler ile doğrusal elastik tepki için hesaplanan yer değiştirmeleri ilişkilendirmek için kullanılan modifikasyon faktörü yapı türüne bağlı olarak Tablo 37'den okunur.

**Tablo 37: Farklı Taşıyıcı Sistemler için "C" Modifikasyon Faktörü**

Yaygın Bina Türleri	Kat Sayısı			
	1	2	3	≥4
Ahşap ve soğuk şekillendirilmiş elik kesme duvar (W1, W2, CFS1)	1.3	1.1	1.0	1.0
Moment ereve, (S1, S3, C1, PC1a, PC2, RM2, URMa), Perde Duvar (S4, S5, C2, C3, PC1a, PC2, RM2, URMa)	1.4	1.2	1.1	1.0
Destekli ereve (S2)				
Soğuk şekillendirilmiş elik destekli duvar (CFS2)				
Yığma tuğla duvar (URM) Esnek diyaframlar (S1a, S2a, S5a, C2a, C3a, PC1, RM1)	1.0	1.0	1.0	1.0

2. Hesaplanan deprem kuvveti katlara dağıtılır:

$$F_x = \frac{w_x h_x^k}{\sum_{i=1}^n w_i h_i^k} V$$

3. Elemanların rijitlik ve dayanımları basit yaklaşımlar ile hesaplanır.

4. Bu hesaplara dayanarak binanın yaklaşık görelü ötelemeleri hesap edilir.

$$D_r = \left( \frac{k_b + k_c}{k_b k_c} \right) \left( \frac{h}{12E} \right) V_c$$

5. Kolonlardaki depremden kaynaklı ilave normal gerilmeler hesap edilir.

$$p_{ot} = \frac{1}{M_s} \left( \frac{2}{3} \right) \left( \frac{V h_n}{L n_f} \right) \left( \frac{1}{A_{col}} \right)$$

6. Kolon ve perdelerdeki kesme gerilmeleri yaklaşık olarak hesap edilir.

$$v_j^{avg} = \frac{1}{M_s} \left( \frac{n_c}{n_c - n_f} \right) \left( \frac{V_j}{A_c} \right)$$

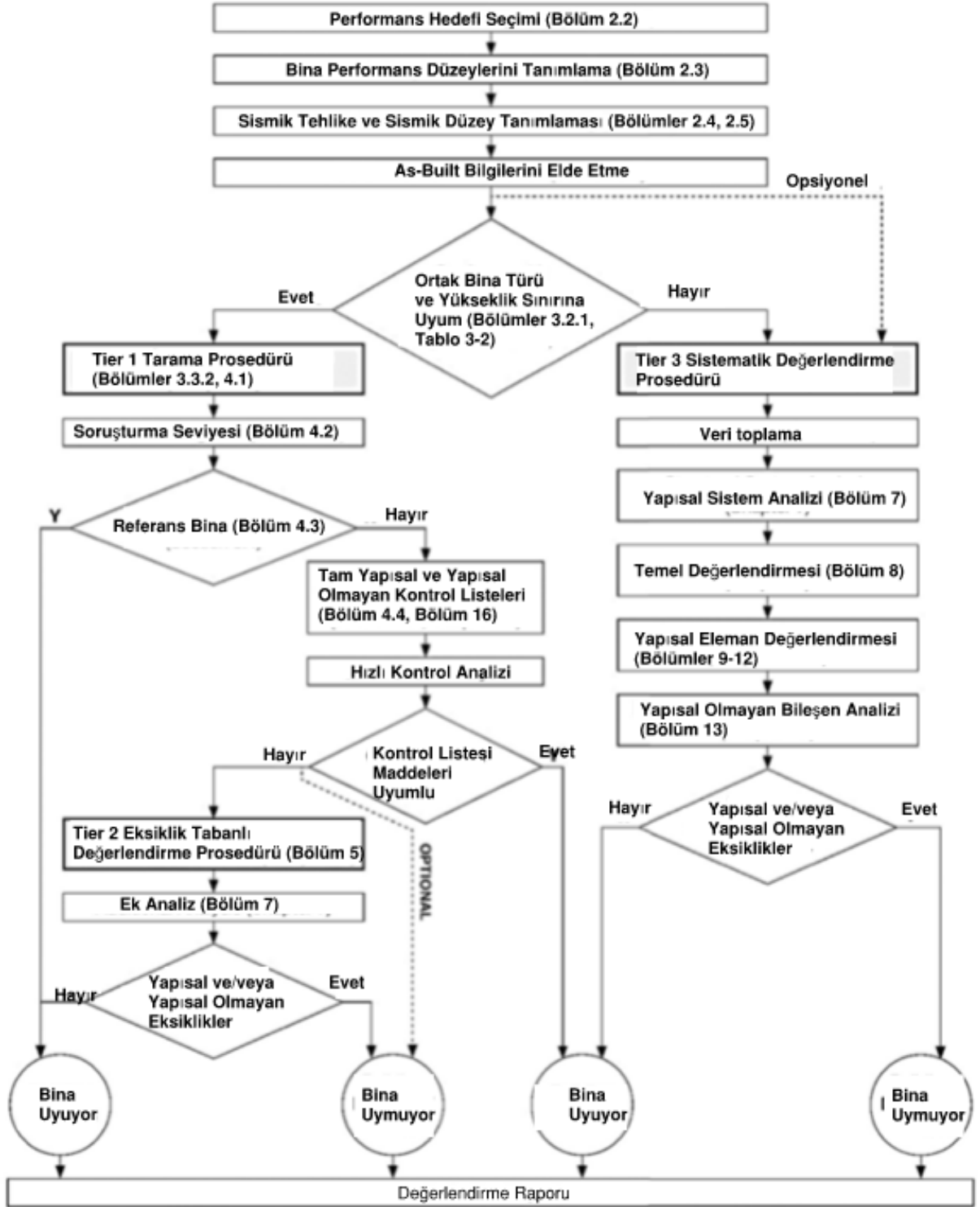
Sonunda yapılan basit el hesapları ile kolon, kiriş ve perdelerdeki yaklaşık normal ve kesme gerilmeleri hesap edilir. Böylece elemanların gevrek kırılma modunda olup olmadıkları değerlendirilmesinde bulunulur.

### 5.2.3 Değerlendirme

Tier-1 yöntemiyle değerlendirme formları kullanılarak yapılan inceleme sonucunda, her bir başlık için istenen gereklilikler karşılandığında, binanın belirlenen deprem yer hareketi seviyesine uygun olarak hedeflenen performans seviyesini sağlayacağı sonucuna ulaşılır.

Değerlendirme formunda istenilen gerekliliklerin sağlanmaması durumunda ise ilgili parametre, ikinci aşama olan “Tier-2” prosedürlerine göre daha detaylı olarak incelenmelidir (Bkz. Şekil 6). Tier-2 incelemeleri ile tespit edilen eksikliklerin eleman bazında detaylı kontrolleri sağlanır. Ancak gerekiyorsa deprem kuvvetlerinin tüm binanın analiz edilmesi sureti ile kontrol edilerek binanın hedeflenen performans seviyesini sağlayıp sağlamayacağı da kontrol edilebilir. Tier-2 aşamasında da tespit edilen eksikliklerin varlığı teyit edilirse binanın hedeflenen performansı sağlamayacağı sonucuna varılır. Ancak Tier-2 aşaması ile binanın güçlendirme ihtiyaçları daha net bir şekilde ortaya çıkmış olur. Zafiyeti gideri gerekli güçlendirmelerin yapılması sonrası Tier-2 analizleri iteratif bir şekilde tekrarlanmak sureti ile binanın hedeflenen performans seviyesine ulaşması sağlanabilir.

Tier-1 yöntemi diğer hızlı değerlendirme yöntemleri gibi bir takım ampirik puan hesaplama teknikleri sonucu elde edilen sayısal puan üzerinden bina hakkında bir değerlendirme yapmamaktadır. Bunun yerine belirli parametrelerin, sonucu yetkin mühendisler tarafından yorumlanabileceği şekilde değerlendirilmesine dayanmaktadır. Bu açıdan diğer yöntemler ile binaların deprem güvenliği açısından daha kesin ve somut yargıya varmak mümkün iken, Tier-1 yönteminde mühendislik değerlendirmesine daha çok önem veren öte yandan daha öznel bir yargıya varılabilir.



Şekil 6: Değerlendirme Prosedürü Akış Diyagramı

#### 5.2.4 Yöntem ile İlgili Görüşler

Tier-1 yönteminde iş akışı binanın bir “benchmark” bina olup olmadığının kontrolü ile başlamaktadır. Benchmark yani modern bir deprem yönetmeliğine göre tasarlanmış ve uygulanmış binalar için yapısal sistemin güvenli olduğu kabul edilmekte, Tier-1 prosedürü sadece yapısal olmayan elemanlar için işletilmektedir. Bu yaklaşımın Türkiye koşullarında ne kadar sağlıklı olacağı tartışmalıdır. Ülkemizde 2000 yılı sonrası yapılmış ancak gerek yeterli mühendislik hizmeti görmediğinden gerek malzeme ve işçilik kalitesinden ve gerekse de kullanım hatalarından kaynaklı depreme dayanıksız birçok bina bulunduğu bir gerçektir. İşte bu binaların da doğrudan değerlendirme dışı tutulmayıp aynı kontrol prosedürünü izlemesi gerekebilir.

Yöntemin detaylı inceleme kalemleri, binanın yapısal projelerinin olmasını ve yerinde uygulamanın büyük ölçüde bu projelere göre yapılmış olmasını gerektirir. Ne yazık ki ülkemizde bina projeleri ile ilgili dokümantasyon çok eksiktir. Binaların proje ve hesap raporları olsa dahi çoğunlukla yerindeki uygulamalar bu projeler ile tam olarak uyumlu değildir.

Bir başka nokta Tier-1 prosedüründe yapılan sınır durum kontrollerinin yeni yapılmış binaları bile zorlayacak türde yüksek olmuş olabileceğidir. Özellikle betonarme kolon ve perde elemanları için belirlenen kesme limitleri yeni tasarlanmış binalara göre daha düşük seviyededir. Bu nevi talepkâr şartların 2000 yılı sonrasında yapılmış binalara uygulanması da değerlendirme açısından belki de beklenmeyen olumsuz sonuçlara varılmasına sebep olabilir.

Her durumda prosedürde kontrol edilen parametrelerin yerleştirilmesi şarttır. Ülkemizde en çok görülen ve binaların yıkımı ile sonuçlanan zafiyetlerin incelemelerde titizlikle ve daha sıkı ele alınması ve sonuçtaki değerlendirmeyi doğrudan etkilemesi sağlanmalıdır.

Yaşanan son Kahramanmaraş depremleri de göstermiştir ki binalarımızın yıkılmasındaki başat sebep malzeme ve işçilik kalitesidir. Bu nedenle Tier-1 gibi özellikle birtakım hesaplara dayalı hızlı değerlendirme yöntemlerinde muhakkak malzeme ve işçilik kalitesi hakkında fikir verecek saha çalışmaları yapılmalıdır. Tek bir örnek üzerinden dahi olsa böyle bir çalışmanın yapılması, yapılmamasına göre değerlendirme açısından çok şey değiştirebilir. Bu nedenle her binadan en az bir adet olmak üzere karot numunesi ve paspayı sıyırma işlemi yapılmalıdır. Karot numunesinin kolonlardan alınması arzu edilir. Ancak zorunlu durumlarda kirişlerden alınan numune sonuçları da değerlendirmede göz önüne alınabilir. Paspayı sıyırması kolon köşelerinde; mümkün olduğunca hem sıkılaştırma bölgesini hem boyuna donatı bindirmelerini hem enine ve boyuna donatı cinsini ve hem de etriye kanca detaylarını görebilecek şekilde yapılmalıdır.

Yöntemi diğer değerlendirme yöntemlerinden ayıran bir diğer temel özellik de yalnızca yapısal deprem güvenliğini değil yapısal olmayan elemanlardan kaynaklanan deprem güvenliğini de değerlendirmeye tabi tutmasıdır. Bu açıdan binanın deprem performansını yalnızca yapısal performans olarak değerlendirmemiş, bunun yanında yapısal olmayan performansı da göz önüne almıştır. Buna bağlı olarak yapılan değerlendirmeler neticesinde tespit edilen yapısal olmayan eleman zafiyetlerinin



giderilebilmesi ve binanın yapısal olmayan deprem performansının artırılması amaçlanmıştır.

Ayrıca diğer birçok yöntemde binalardan yalnızca göçmenin önlenmesi performans seviyesi hedeflenirken bu yöntemde farklı deprem yer hareketi seviyeleri için farklı performans hedeflerine uygun kontroller gerçekleştirilmesi mümkündür.

Yöntemin bir diğer olumlu özelliği, diğer yöntemlerin aksine, binanın bulunduğu bölgenin depremselliği arttıkça yapılması gereken kontrollerin de artmasıdır. Bu oldukça anlamlıdır. Her ne kadar yüksek depremsellikte binalar için kontrol süresini uzatsa da orta ve düşük depremsellikte bina incelemeleri daha kısa sürebilmektedir.

Tier-1 yönteminin en büyük handikabı belki de değerlendirme için ölçülebilir net kriterler tanımlanmamış olmasıdır. Yöntemde bina diğer benzerleri gibi bir puanlamaya tabi tutulmaz. Dolayısı ile testi geçip geçmediği net bir karşılaştırmaya bağlı değildir. Yöntem değerlendirmenin sonucunu mühendisin yorumuna bırakmıştır. Elbette yorumu yapacak mühendisin bu değerlendirmeyi yapabilecek ehliyetinde olması aranmalıdır. Ancak yorum sahasının sınırları da net bir şekilde çizilmelidir. Ülkemizde bu sınırların net bir şekilde belirlenmemesi durumunda bir istismar alanının doğabileceği göz önünde bulundurulmalıdır.

Yöntemin bir diğer handikabı karma sistemli yapılarda karar vermenin zor olmasıdır. Endüstri yapılarında çok sık karşılaşılan bir doğrultuda düşey çaprazlı diğer doğrultuda çelik çerçeve sisteme sahip yapılarda her iki doğrultu için ayrı ayrı hesap ve değerlendirme yapmak gerekir. Ancak bu tip yapıların diğer hızlı değerlendirme yöntemleri ile incelenmesi çok daha zordur.

Özellikle bina değerlendirme formlarındaki değerlendirme parametrelerinde uygunsuzluklar tespit edilmesi durumunda -ki ülkemizde 2000 yılı öncesindeki hemen tüm yapılarda uygunsuzluk tespit edilmesi olağandır- analiz ve değerlendirme aşaması uzamaktadır. Yöntemin kullanımı standart bir bina için saha incelemesi, masa başı çalışmaları ve değerlendirme için toplamda 2-3 gün sürmektedir. Ancak yöntem sadece gerekli formasyonu almış, yapı-deprem mühendisleri tarafından kullanıma uygundur.

### 5.3 NRCC 1993: Kanada Deprem Güvenliği Tarama Yöntemi

Hızlı değerlendirme yöntemlerinden bir diğeri ise Kanada Deprem Güvenliği Tarama yöntemidir. Kanada Ulusal Araştırma Birliği (NRCC) tarafından yayınlanan ilkeler doğrultusunda ilerleyen, ATC'21 dokümanının geliştirilmiş bir versiyonu olan bu kılavuz çok aşamalı bir prosedürün sayısal olarak ön incelemesi olarak ele alınmaktadır. İlgili kılavuzun, Kanada Ulusal Bina Kodu (NBC) Bölüm 4 kapsamındaki binalara (Apartman, ofis, endüstriyel, kurumsal binalar) uygun bir yöntem olduğu belirtilmiştir. Bölüm 9 da bulunan küçük tek katlı evler, köprüler ve büyük kuleler için uygun bulunmamıştır. Yöntem bina stoğunun hızlı ve en ekonomik çözümle değerlendirilmesine olanak sağlamaktadır. Bu aşamada en önemli husus hangi yapıların öncelikli olarak değerlendirileceğidir. Bu yöntem deprem performansı için bir değerlendirme metodu değildir, sadece daha ayrıntılı olarak değerlendirilmesi gereken yapıları belirlemek için yapıları risklerine göre sınıflandırır. Geniş çaplı kullanımda



hasar görebilirliği yüksek, mühendislik hizmeti almamış ve sünek olmayan binalara öncelik verildiğinde daha verimli bir çalışma olmaktadır.

Bölgenin depremselliği yöntemin değerlendirilmesinde önemli bir etkidir. Kanada'nın batı kıyısı "Pasifik Ateş Çemberi" boyunca uzanır ve depremler oldukça yaygındır. Aynı zamanda doğu kıyısında da birçok deprem yaşanmaktadır. Kanada Jeolojik Araştırmalar Merkezi (GSC) her yıl Kanada'da ortalama 4000'den fazla depremi kaydedip yerini tespit etmektedir. Bu durumda riskli yapıları değerlendirmek bir hayli önemlidir. Kılavuzda yerel yönetimlerin tavsiye niteliğinde olduğu, mühendislerin bu yöntemi uygulayabilecekleri, fakat kendi başına yasal bir belge olmadığı için dikkatlice değerlendirilip planlanması gerektiği belirtilmiştir.

Yöntemi kullanan kişiler alanında uzman mühendisler, mimarlar, bina sahipleri ve acil müdahale yöneticileri olabilir. Kılavuzda, öncelikli olarak binayı değerlendirecek kişilerin kılavuzu okumasını ardından örnek olarak deprem tasarımı konusunda alanında deneyimli kişilerle farklı tiplerdeki birkaç binayı incelemesini ve sonuçları karşılaştırmasını önermektedir.

Yöntem bütün taşıyıcı sistem türleri için uygundur. Kılavuzunda verilen taşıyıcı sistem tipleri aşağıdaki gibidir (Canada, 1993).

- Hafif ahşap çerçeve sistem (WLF)
- Ahşap çerçeve sistemler (WPB)
- Çelik çerçeve sistemler (SMF)
- Çaprazlı çelik çerçeve sistemler (SBF)
- Hafif çelik sistemler (SLF)
- Betonarme perdeli çelik çerçeve sistem (SCW)
- Dolgu duvarlı çelik çerçeve sistem (SIW)
- Betonarme çerçeve sistem (CMF)
- Betonarme perde sistemler (CSW)
- Dolgu duvarlı betonarme çerçeve sistem (CIW)
- Ön üretilmiş/prefabrik betonarme çerçeve sistem PCF
- Ön üretilmiş perde sistem (PCW)
- Diyaframı ahşap/trapez levha olan donatılı yığma sistem (RML)
- Diyaframı betonarme olan donatılı yığma sistem (RMC)
- Donatısız yığma sistem (URM)

### 5.3.1 Veri Toplama ve İnceleme Aşamaları

İncelenecek olan binadan olabildiğince bilgi toplamak daha doğru sonuçlar elde edilmesini sağlamaktadır. Binanın incelemesi sahada binanın hem içeriden hem de dışarıdan incelenmesi şeklinde gerçekleştirilir. Varsa binanın yapısal çizimleri incelenir. İnceleme sırasında kullanılacak ve tüm bilgileri kapsayan bir bilgi formu bulunmaktadır. Kullanıcılardan saha öncesi ve sonrasında bu bilgi formunu tamamlamaları istenir. Tüm bilgilerin elde edilmesi ve formun doldurulması ile binanın özelliklerine bakılarak yapısal ve yapısal olmayan indeks puanı hesaplanır. Her bir bilgi sayısal puana karşılık gelir. İlk olarak saha öncesi bina hakkında bilgi toplanmalıdır. Bina adresi, posta kodu, kat sayısı, yapım ve projelendirme yılı, binanın yapım yılına göre hangi deprem yönetmeliğinin ele alındığı, değerlendirme yapanın ismi, değerlendirme tarihi, bina planı ve binanın tipik bir fotoğrafı öncelikli olarak elde edilmelidir. Ardından bölgenin depremselliği (A), yerel zemin koşulları (B), taşıyıcı sistem türü (C), döşeme sistemi (D), binada olan düzensizlikler (E) ve binayı kullanan insan sayısına bağlı bina önem sayısı (F) parametreleri kullanılarak yapısal indeks (SI) puanı aşağıdaki şekilde hesaplanır.

$$SI = A*B*C*D*E*F$$

Yapısal olmayan indeks puanı (NSI), yerel zemin koşulu (B), binada yaşayan kişi sayısına göre bina önem katsayısı (F), binanın genel durumu (G) ve yapısal olmayan elemanlar (H) hesaba katılır ve aşağıdaki formülle hesaplanır.

$$NSI = B*F*G*H$$

A, B, C, D, E, F, G, H katsayılarının sayısal değer aralıkları, yapısal değerlendirme sonuçları açısından kritiktir.

- Depremsellik faktörü olarak tanımlanan A değeri 1 ile 5 arasında değişir; daha yüksek A değerleri daha riskli bölgelere işaret eder.
- Zemin koşulu faktörü olan B, kaya gibi sağlam zeminlerde 1.0 iken, sıvılaşma potansiyeli yüksek, zayıf zeminlerde 1.5 alır.
- Taşıyıcı sistemle ilgili C katsayısı, tasarım yöntemine göre, sünek sistemlerde düşük, gevrek sistemlerde ise yüksek değerler alır. Örneğin, sünek bir taşıyıcı sistem için 1.0'a karşılık gelirken, gevrek sistemler için 3.5'e karşılık gelir.
- Döşeme sistemine bağlı olan D katsayısı 1 ile 2 arasında değişir; hafif ve diyafram özellikli döşeme sistemlerinde bu katsayı düşüktür.
- Yapısal düzensizlikle ilgili olan E faktörü, binanın hasar görülebilirliğini etkiler ve her bir düzensizlik için puanlar belirlenir; bu düzensizlikler, düşeyde düzensizlik, burulma düzensizliği, kısa kolonlar, yumuşak kat ve çekiçleme etkisidir.
- Binanın önemi ile ilişkili olan F katsayısı, binada yaşayan insan sayısına (N) bağlıdır ve farklı önem düzeyleri için farklı değerler alır.
- Binanın bugünkü durumunu simgeleyen ve binanın görsel kalitesini belirlemek için kullanılan G katsayısı, kalite durumunun çok kötü, kötü, iyi ve çok iyi olma durumuna göre ele alınır; yapıda kullanılan malzeme kalitesi ne kadar iyiye o

kadar büyük değer alır. En iyi durumda 1.0'dır, ancak çok sorunlu durumlarda 4.0'a kadar çıkabilir.

- Yapısal olmayan faktörler H ile temsil edilmekte olup, bina çıkış ve kaçış yollarını etkileyen serbestçe bulunan parapetler ve bacalar gibi dış etkenler ile bina içinde yer alan yığma kagir bölme duvarları, mekanik ve elektrik ekipmanları ile raflar gibi yapısal olmayan iç etkenlerden oluşmaktadır. Her bir iç ve dış etken için 1.0 puan verilmektedir.

### 5.3.2 Değerlendirme

Sonuç olarak yapının değerlendirilmesi için elde edilen toplam puan sonuç (SPI) değeri;

$$SPI = SI + NSI$$

denklemleri kullanılarak bulunur ve ilgili yapının hangi risk kategorisinde olduğu belirlenir. Yani bir bina yapısal ve yapısal olmayan riskleri ile birlikte değerlendirmeye tabi olmuş olur. Yüksek puanlar tehlikenin büyüklüğüne işaret eder.

Değerlendirme form örneği Resim 6 ve Resim 7'de verilmiştir.

Bina incelemesi tamamlandıktan sonra, bir sonraki aşama için elde edilen sayısal sonuçların değerlendirmesi yapılır ve detaylı inceleme gerekip gerekmediği hakkında bir karara varılır. İndeks puanı ne kadar yüksekse, binanın önceliği bir o kadar önde olmalıdır. Elde edilen puan ve ona karşılık gelen değerlendirmeler aşığıdaki tabloda verilmiştir.

Tablo 38: Puan Türlerine Karşılık Gelen Değerlendirme Tablosu

PUAN TÜRÜ	SINIR DEğER	DEğERLENDİRME
SI / NSI	1,0 – 2,0	Yeterli Deprem Güvenliği
SPI	<10	Düşük Risk Öncelikli Binalar
SPI	10 -20	Orta Risk Öncelikli Binalar
SPI	>20	Yüksek Risk Öncelikli Binalar
SPI	>30	Çok Tehlikeli Binalar

### 5.3.3 Yöntem ile İlgili Görüşler

Yöntem kapsam olarak FEMA RVS ve ASCE Tier-1 yöntemlerinin arasında değerlendirilebilir. Değerlendirme başlıkları genel olarak RVS yöntemindekilere benzerdir. Puanlama ise binanın özelliklerine bağlı olarak biraz daha kapsamlıdır. Tier-1 yöntemindeki kadar kritik nokta kontrolü yapılmamaktadır. Yine Tier-1'da olduğu gibi bir el hesabı gerekliliği de yoktur. Bu açıdan kullanımı pratik bir yöntemdir. Değerlendirmenin bir puanlamaya dayanması onu nispeten ölçülebilir hale getirmektedir. Uygulaması standart bir bina için 1 günden kısa sürecektir. Uygulama esnasında mimar, inşaat teknikeri ya da tecrübesiz mühendisler öncesinde teorik ve uygulamalı eğitimler almaları kaydı ile değerlendirilebilir.

SEISMIC SCREENING FORM				p. 1 of 2	ITEM No.:
Address:		Postal Code:		Bldg. Name:	
No. of storeys:	Total Floor Area:	m <sup>2</sup>	Year Built:	Design NBC:	
Primary use (see list on p. 2):			Heritage Designation:		
Inspector:		Date:		Checked by:	
Sketch			Photo		
TYPE OF STRUCTURE (circle appropriate descriptors) see 4.3.2			BM	BUILDING IRREGULARITIES (circle appropriate descriptors) see 4.3.3	
Wood	WLF WPB	Wood Light Frame Wood, Post and Beam	90	1. Vertical Irregularity	Abrupt changes in plan dimensions over height (e.g. setback or building on hill)
Steel	SBF SLF SCW SIW	Steel Moment Frame Steel Braced Frame Steel Light Frame Steel Frame with Concrete Shear Walls Steel Frame with Infill Masonry Shear Walls	90	2. Horizontal Irregularity (Torsion)	Irregular building shapes such as "L", "V", "E", "T", eccentric stiffness in plan (e.g. shear wall on only one side of building)
Concrete	CMF CSW CIW PCF PCW	Concrete Moment Frame Concrete Shear Walls Concrete Frame with Infill Masonry Shear Walls Precast Concrete Frame Precast Concrete Walls	85	3. Short Concrete Columns	Short columns restrained by partial storey height walls (structural or infill) or deep spandrels
Masonry	RML	Reinforced Masonry Bearing Walls with Wood or Metal Deck Floors or Roofs	90	4. Soft Storey	Severe reduction of stiffness caused by discontinuous shear walls, openings, etc.
	RMC URM	Reinforced Masonry Bearing Walls with Concrete Diaphragms Unreinforced Masonry Bearing Wall Building		5. Pounding	Separation between buildings less than 20 Z <sub>v</sub> x no. of storeys (in mm)
				6. Major Modifications	Any change in function, use or addition which results in significant increase in loading or weight
				7. Deterioration	Structural elements are damaged, poor condition of building is apparent (corroded reinforcement or steel, rotted wood, poor concrete or masonry)
				8. None	None of the irregularities listed above is present.
NON - STRUCTURAL HAZARDS (Circle appropriate descriptors) see 4.3.4					
F <sub>1</sub> Falling Hazards to Life: Exterior: Masonry chimneys, parapets, veneer or stone / precast panels, non-safety glass, or canopies over exits and walkways Interior: Heavy components; masonry partitions; non-safety glass in egress areas; storage shelves which may collapse onto areas of human occupancy					
F <sub>2</sub> Hazards to Continuous Operation of Special Buildings: Equipment or lifelines required for continuous operation of special facilities. The owner or authority should provide a list of critical items needed for continuing operations.					

From: Manual for Screening of Existing Buildings for Seismic Investigation, IRC / NRC, Canada, Ottawa, September 1992

Resim 6: NRCC Bina İnceleme Formu Sayfa-1

SEISMIC SCREENING FORM										p. 2 of 2		ITEM No.:			
SEISMIC PRIORITY INDEX: Circle appropriate value and enter each result on right side. Use asterisk (*) with uncertain values															
A	Seismicity	Design NBC	Effective Seismic Zone ( $Z_y$ , or $Z_y + 1$ if $Z_a > Z_y$ )								A =				
			2	3	4	5	6								
		Pre - 65	1.0	1.5	2.0	3.0	4.0								
65 - 84	1.0	1.0	1.3	1.5	2.0										
Post - 85	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0										
B	Soil Conditions	Design NBC	Soil Category								B =				
			Rock or Stiff Soil	Stiff Soil > 50 m	Soft Soil > 15 m	Very Soft or Liquefiable Soil	Unknown Soil								
		Pre - 65	1.0	1.3	1.5	2.0	1.5								
Post - 65	1.0	1.0	1.0	1.5	1.5										
C	Type of Structure (BM = Benchmark year, see p.1)	Design NBC	Construction Type and Symbol (see p. 1)											C =	
			Wood	Steel				Concrete		Precast	Masonry Infill	Masonry			
		WLF	WPB	SLF	SMF	SBF	SCW	CMF	CSW	PCF	PCW	SIW, CIW	RML, RMC		URM
		Pre - 70	1.2	2.0	1.0	1.2	1.5	2.0	2.5	2.0	2.5	2.0	3.0		2.5
70 - BM	1.2	2.0	1.0	1.2	1.5	1.5	1.5	1.5	1.8	1.5	2.0	1.5	3.5		
Post - BM	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	-		
D	Building Irregularities	Design NBC	1. Vertical	2. Horiz.	3. Short Concrete Columns	4. Soft Storey	5. Pounding	6. Modification	7. Deterioration	8. None	D = product of circled Numbers (Max of 4.0) =				
			Pre - 70	1.3	1.5	1.5	2.0	1.3	1.3	1.3		1.0			
		Post - 70	1.3	1.5	1.5	1.5	1.3	1.3	1.0	1.3					
E	Building Importance	Design NBC	Low Occupancy N < 10	Normal Occupancy N = 10 - 300	School, or High Occupancy N = 301 - 3000	Post Disaster, or Very High Occup. N > 3000	Special Operational Requirements					E =			
			Pre - 70	0.7	1.0	1.5	2.0	3.0							
		Post - 70	0.7	1.0	1.2	1.5	2.0								
$N = \text{Occupied Area} \times \text{Occupancy Density} \times \text{Duration Factor}^* = \dots \times \dots \times \dots =$															
Primary Use:			Occupancy Density Persons / m <sup>2</sup>	Average Weekly Hours of Human Occupancy		* Duration Factor is equal to the average weekly hours of human occupancy divided by 100, not greater than 1.0									
Assembly			1	5 - 50											
Mercantile, Personal service			0.2	50 - 80											
Offices, Institutional, Manufacturing			0.1	50 - 60											
Residential			0.05	100											
Storage			0.01 - 0.02	100											
SI	STRUCTURAL INDEX = A · B · C · D · E =										SI =				
F	NON - STRUCTURAL HAZARDS		Description (see p. 1)				None	Yes	Yes *	F = max (F <sub>1</sub> , F <sub>2</sub> ) =					
	F <sub>1</sub>	Falling Hazards to Life					Pre - 70 NBC	1.0	3.0				6.0		
	F <sub>2</sub>	Hazards to Vital Operations					Post - 70 NBC	1.0	2.0				3.0		
* applies only if one or more of the following descriptors on page 1 are circled: SMF, CMF, soft storey, torsion															
NSI	NON - STRUCTURAL INDEX = B · E · F =										NSI =				
SPI	SEISMIC PRIORITY INDEX = SI + NSI =										SPI =				
Comments:															

From: Manual for Screening of Existing Buildings for Seismic Investigation, IRC / NRC, Canada, Ottawa, September 1992

Resim 7: NRCC Bina İnceleme Formu Sayfa-2

## 5.4 IEP: Yeni Zelanda Deprem Güvenliği Ön Değerlendirme Yöntemi

Bu yöntem Yeni Zelanda'da mevcut yapıların deprem riskini belirlemede bir başlangıç değerlendirmesi (IEP - Initial Assessment Procedure – Başlangıç Değerlendirme Yöntemi) olarak kullanılmaktadır. 2014-2017 yılları arasında birçok deneyimli mühendis tarafından hazırlanmıştır. Projenin bütçesi Yeni Zelanda Ticaret, Yenilik ve İstihdam Bakanlığına bağlı Deprem Komisyonu tarafından karşılanmıştır. Bu hızlı değerlendirme yönteminin uygulama esasları Mevcut Yapıların Değerlendirilmesi dokümanı, Bölüm 2'deki kılavuzda yer almaktadır. 2017 yılında değişen İnşaat Kanunu ile mevcut yapıların değerlendirilmesi yerel yönetimlerin sorumluluğundan çıkarılıp merkezi yönetime bağlanmıştır. Bu kapsamda, "Mevcut Yapıların Sismik Değerlendirmesi" yönetmeliği güncellenmiştir.

### 5.4.1 Veri Toplama ve İnceleme Aşamaları

Bu yöntemin yapı tasarımında ve değerlendirmesinde deneyimli mühendisler tarafından kullanılması gerekmektedir. Mevcut yapının incelenmesi sırasında yine mühendislerin bulunması şarttır. Yapılacak olan bina incelemesinin kapsamı, elde edilecek çıktıda büyük öneme sahiptir. Kılavuz gereği inceleme sırasında tespit edilmemiş ancak yapıda bulunabilecek olası riskler için değerlendirme puanı kırılmaz. Bu olası riskler raporda belirtilir ve daha detaylı inceleme önerilir. 1976 yılından sonra yapılmış binalar için yapısal projelerin incelenmesi önerilmektedir. Bu tarihe kadar inşa edilmiş yapılarda genellikle daha tipik yapısal sistemler ve yük akışı bulunmaktadır.

Bu yöntem yapıların inşa edildikleri tarihte geçerli olan şartnameye uygun olarak yapıldığını varsaymaktadır. Yapıların incelenmesinde taşıma gücü sınır durumuna (ULS) karşı gelen kapasiteler ile "Can Güvenliği" performans seviyesi dikkate alınmaktadır. Kılavuzda yapısal olmayan elemanlar ile ilgili bir puanlama bulunmamaktadır. Ancak kılavuzda "Diğer Yapı Elemanları" başlığı altında dikkat edilmesi gereken kısımlar belirtilmiştir.

### 5.4.2 Değerlendirme

Bu yöntem ile mevcut yapılar yerinde incelenir ve tüm yapısal zafiyetler belirlenir. Değerlendirme sonunda ilgili sınır değer altında kalan yapılar için detaylı değerlendirme önerilir. Bu hızlı değerlendirmede kullanılan önemli parametrelerden biri yüzdesel olarak ifade edilen Yeni Bina Standardıdır (%NBS). Yapıda tespit edilen zafiyetler ile hesaplanan bu değer, mevcut yapının güncel Yeni Zelanda Standardının yüzde kaçını sağladığını belirtmektedir. Yapıda tespit edilen zafiyetlere ve bu zafiyetlerin yapının sismik performansındaki önemine bağlı olarak bir hesaplama yapılır. Yapılan hesaplama ile yapının performansı sayısal olarak belirlenir ve detaylı incelemeye ihtiyaç duyulup duyulmayacağına karar verilir.

Yapılan hesaplamada göz önüne alınan parametreler arasında aşağıdakiler yer almaktadır (New Zealand Society for Earthquake Engineering, 2017).

- Yapının doğal titreşim periyodu

- Yapının konumuna bağılı olarak sismik riski
- Zemin parametreleri
- Yapının tasarımında kullanılmış olan kodun geçerliliği
- Yapıda bir güçlendirilme yapıp yapılmadığı
- Yapıdan beklenen süneklik seviyesi
- Yapının önem katsayısı

Değerlendirme, Kanada Yönteminde olduğu gibi her bir inceleme parametresi için belirlenen puanın çarpılması ile hesaplanır.

Hızlı değerlendirme sonucunda “Yeni Bina Standardı”na uygunluğu %34’ten az olan yapılar “Yapı Kanununa” göre deprem riski içeren yapı olarak tanımlanır. Bu yapılar için detaylı değerlendirme önerilir.

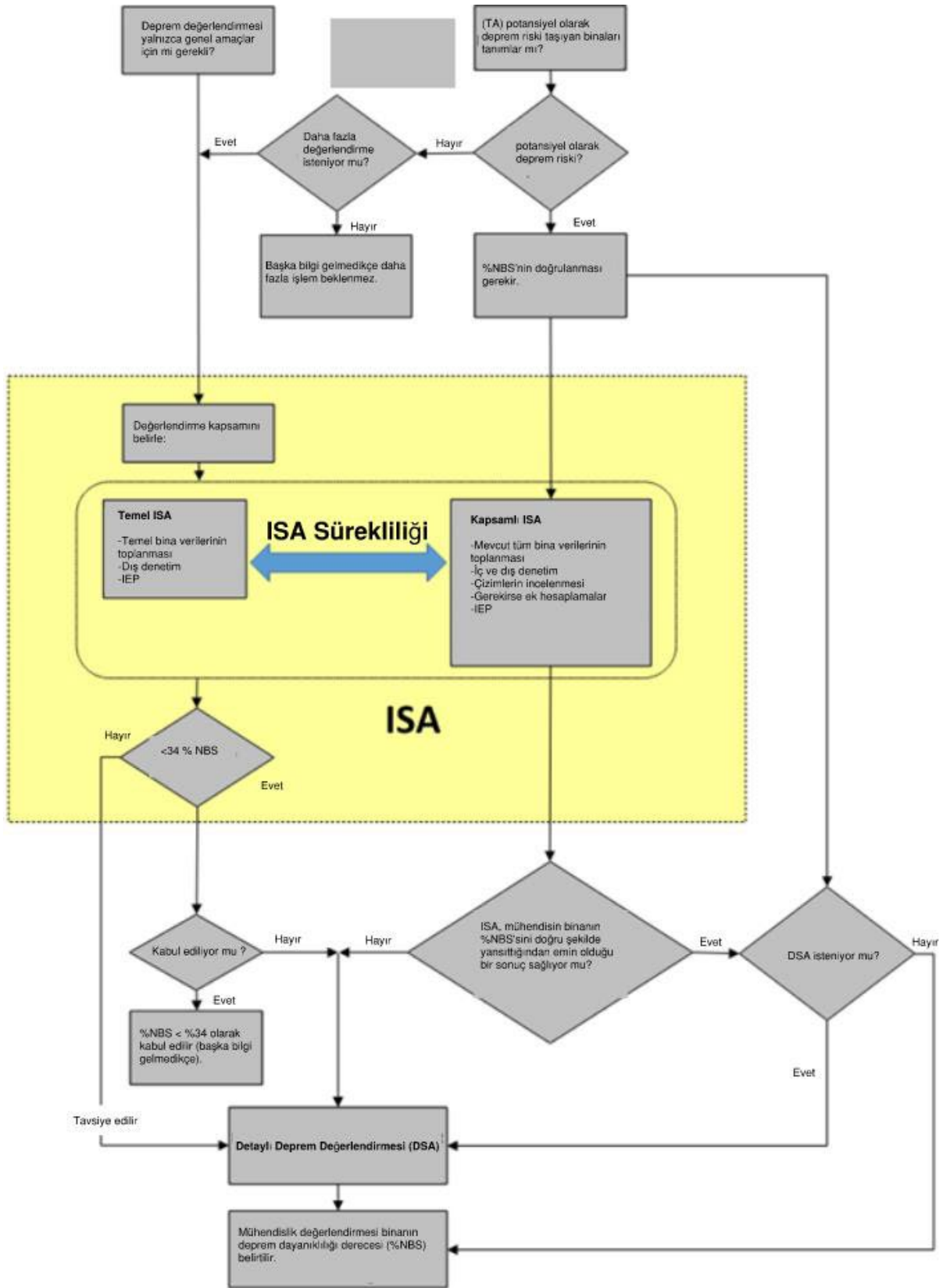
“Yeni Bina Standardı”nı %34 ile %67 arasında sağlayan binalar Yapı Kanununa göre deprem riski içeren yapılar olarak göz önüne alınmaz. Ancak, bu yapılar için yerel yönetimlerin yapılan hızlı değerlendirmenin geçerliliğini onaylaması gerekmektedir. Bu onay için yapı incelemesinden daha detaylı bilgilerin toplanmış olması beklenmektedir. Statik çizimlerin incelenmesi ve saha incelemesi ile detaylı bilgi toplanması bu onayın alınması için önemlidir.

“Yeni Bina Standardı”nı %67’nin üzerinde sağlayan binalar Yeni Zelanda Deprem Mühendisleri Derneği tarafından deprem riski içermeyen yapılar olarak kabul edilir.

Bu sınıflandırmaya ek olarak Hızlı Değerlendirme sonucuna göre yapıya bir harf notu da verilir. Bu yöntemin kullanılması için hazırlanmış örnek bir hesap modülü de mevcuttur.

**Tablo 39: Binaların Hesaplanan Puanlarına Göre Sınıflandırılması**

Grade:	A+	A	B	C	D	E
%NBS:	> 100	100 to 80	79 to 67	66 to 34	< 34 to 20	< 20



Şekil 7: IEP Yöntemi Akış Şeması

Street Number & Name:		Job No.:	
AKA:		By:	
Name of building:		Date:	
City:		Revision No.:	

**Table IEP-3 Initial Evaluation Procedure Step 3****Step 3 - Assessment of Performance Achievement Ratio (PAR)**

(Refer Appendix B - Section B3.2)

**b) Transverse Direction**

potential CSWs	Effect on Structural Performance (Choose a value - Do not interpolate)	Factors
<b>3.1 Plan Irregularity</b>		
Effect on Structural Performance <input type="radio"/> Severe <input checked="" type="radio"/> Significant <input type="radio"/> Insignificant		Factor A <input type="text" value="0.7"/>
Comment		
<b>3.2 Vertical Irregularity</b>		
Effect on Structural Performance <input type="radio"/> Severe <input checked="" type="radio"/> Significant <input type="radio"/> Insignificant		Factor B <input type="text" value="0.7"/>
Comment		
<b>3.3 Short Columns</b>		
Effect on Structural Performance <input type="radio"/> Severe <input checked="" type="radio"/> Significant <input type="radio"/> Insignificant		Factor C <input type="text" value="0.7"/>
Comment		

**3.4 Pounding Potential**

(Estimate D1 and D2 and set D – the lower of the two, or 1.0 if no potential for pounding, or consequences are considered to be minimal)

**a) Factor D1: - Pounding Effect**

Note:  
Values given assume the building has a frame structure. For stiff buildings (eg shear walls), the effect of pounding may be reduced by taking the coefficient to the right of the value applicable to frame buildings.

**Factor D1 For Transverse Direction:** 

Table for Selection of Factor D1	Severe 0<Sep<.005H	Significant .005<Sep<.01H	Insignificant Sep>.01H
Alignment of Floors within 20% of Storey Height	<input type="radio"/> 1	<input type="radio"/> 1	<input type="radio"/> 1
Alignment of Floors not within 20% of Storey Height	<input type="radio"/> 0.4	<input checked="" type="radio"/> 0.7	<input type="radio"/> 0.8
Comment			

**b) Factor D2: - Height Difference Effect****Factor D2 For Transverse Direction:** 

Table for Selection of Factor D2	Severe 0<Sep<.005H	Significant .005<Sep<.01H	Insignificant Sep>.01H
Height Difference > 4 Storeys	<input checked="" type="radio"/> 0.4	<input type="radio"/> 0.7	<input type="radio"/> 1
Height Difference 2 to 4 Storeys	<input type="radio"/> 0.7	<input type="radio"/> 0.9	<input type="radio"/> 1
Height Difference < 2 Storeys	<input type="radio"/> 1	<input type="radio"/> 1	<input type="radio"/> 1
Comment			

Factor D **3.5 Site Characteristics - Stability, landslide threat, liquefaction etc as it affects the structural performance from a life-safety perspective**

Effect on Structural Performance <input type="radio"/> Severe <input type="radio"/> Significant <input checked="" type="radio"/> Insignificant	Factor E <input type="text" value="1.0"/>
Comment	

**3.6 Other Factors - for allowance of all other relevant characteristics of the building**For ≤ 3 storeys - Maximum value 2.5  
otherwise - Maximum value 1.5.  
No minimum.Factor F **Record rationale for choice of Factor F:**

Comment

**3.7 Performance Achievement Ratio (PAR)**

(equals A x B x C x D x E x F)

PAR  
Transverse 

**WARNING!!** This initial evaluation has been carried out solely as an initial seismic assessment of the building following the procedure set out in "The Seismic Assessment of Existing Buildings" Technical Guidelines for Engineering Assessments, July 2017. This spreadsheet must be read in conjunction with the limitations set out in the accompanying report, and should not be relied on by any party for any other purpose. Detailed inspections and engineering calculations, or engineering judgements based on them, have not been undertaken, and these may lead to a different result or seismic grade.

**Şekil 8: IEP Yöntemi standart Değerlendirme Formu**

### 5.4.3 Yöntem ile İlgili Görüşler

Bu değerlendirme yöntemi ile yapıların hızlı bir şekilde değerlendirilmesi ve detaylı değerlendirmeye ihtiyaç duyan binaların tespiti yapılabilmektedir. Hesaplama kullanılan birçok parametre Yeni Zelanda için geçerli olan bölgesel koşullara göre düzenlenmiştir. Hesap yönteminin farklı bir ülkede bulunan binalar için doğrudan kullanılması uygun değildir. Ancak bu parametreler uygun koşullarda yeniden tanımlanarak farklı ülkelerdeki yapıları da temsil edecek şekilde düzenlenebilir.

Değerlendirme parametreleri FEMA-RVS yönteminden daha detaylı ancak ASCE Tier-1 yöntemine göre daha az detaylıdır. NRCC 1993 yöntemine göre ise biraz daha detaylıdır. Değerlendirme bir takım hazır ve basit hesaplama yazılımları yardımı ile yapılabilir. Bu açıdan daha otomatize edilmiş bir yöntemdir. Değerlendirmenin bir puanlamaya dayanması onu nispeten ölçülebilir hale getirmektedir. Uygulaması standart bir bina için yaklaşık 2 gün almaktadır. Uygulama esnasında mimar, inşaat teknikeri ya da tecrübesiz mühendisler öncesinde teorik ve uygulamalı eğitimler almaları kaydı ile değerlendirme yapılabilir.

### 5.5 “I<sub>s</sub>”: Japon Sismik İndeks Yöntemi

Sismik İndeks Yöntemi, Japonya başta olmak üzere, deprem riski yüksek olan bazı ülkelerde binaların hızlı sismik değerlendirmesi için yaygın olarak kullanılmaktadır. Japonya dışında Tayvan, Çin, Endonezya ve Şili gibi depremselliğin yüksek olduğu birçok farklı ülkede de bu yöntemin belirli adaptasyonları kullanılmaktadır.

Bu yöntem, Japonya’da geliştirilmiş olup, özellikle 1995 Kobe depremi gibi büyük depremlerden sonra, sismik güvenliği artırmak ve hazırlıkları güçlendirmek amacıyla ülkenin geniş çaplı çalışmaları kapsamında kullanılır.

“Sismik İndeks” yöntemi giderek daha gerçekçi sonuç veren ancak daha çok zaman alan üç aşamadan oluşmaktadır. İlk aşaması bu çalışmada da konu alınan hızlı değerlendirme aşamasıdır.

#### 5.5.1 Veri Toplama ve İnceleme Aşamaları

Sismik İndeks Yöntemi’nin birinci aşama değerlendirmesi öncesinde, binanın mevcut durumu hakkında doğru ve yeterli bilgiye ulaşmak için veri toplama ve yerinde inceleme oldukça önemlidir. Bina kullanım amacı, yapım yılı, binanın yapısal ve mimari projeleri, yapı ruhsatı ve gerekli izin belgeleri bina ile ilgili değerlendirme puanlarının doğru belirlenmesi için oldukça önemlidir. Gerekli izin ve ruhsat projeleri de özellikle binanın sonradan bir tadilat veya güçlendirme geçirip geçirmediği hakkında daha doğru bilgiler verebilir.

Saha incelemesi görsel inceleme şeklinde yapılmaktadır. Görsel incelemeler sırasında kolon, kiriş, perdeler gibi taşıyıcı elemanların yerinde tespiti ve hangi sistemin kullanıldığının belirlenmesi (örneğin, betonarme moment çerçeve veya perde duvar sistemi) gerekir. Mevcut malzeme durumu; beton çatlakları, korozyon veya deformasyon gibi kusurlar not edilir. Binada plan (yatay) veya düşey (katlar arası) düzensizlik olup olmadığı kontrol edilir. Örneğin, yumuşak kat (zemin katta büyük

açıklıklar) olup olmadığı veya binada burulma etkilerine neden olacak düzensizlikler var mı incelenir.

Binanın inşa edildiği zemin hakkında bilgi edinmek için zemin etüt raporları incelenir. Binanın temel sisteminin (örneğin, kazıklı temel, radye temel) türü ve durumu yerinde incelenir.

Daha önce bina üzerinde yapılmış değerlendirme raporları veya güçlendirme projeleri varsa, bu raporlar toplanmalı ve incelenmelidir. Özellikle daha önce yapılan sismik performans değerlendirmeleri veya güçlendirme çalışmaları, yapının bugünkü durumu hakkında ve daha ileri seviyede bir değerlendirme gerektirip gerektirmediği konusunda daha doğrudan bilgi verebilir.

Yerinde yapılan incelemeler sırasında fotoğraflar çekilir ve tespit edilen sorunlar belgelenir. Bu belgeler, daha sonra yapılacak analizler için önemli bir referans olacaktır.

### 5.5.2 Değerlendirme

Yöntemin kullanımı oldukça basittir. Sismik İndeks (Is), üç temel parametreye dayalı olarak hesaplanır:

- **Dayanım İndeksi (C):** Binanın yapısal dayanımını, kullanılan malzemeleri ve taşıyıcı sistem tipini temsil eder.

Tablo 40: Dayanım İndeksi Katsayısı

Taşıyıcı Sistem Türü	Güç Katsayısı (C)
Betonarme Perde Duvarlı Yapılar	0.9 - 1.0
Betonarme Moment Çerçevesel Yapılar	0.7 - 0.8
Çelik Moment Çerçevesel Yapılar	0.8 - 0.9
Eski Yapılar (1980 öncesi)	0.5 - 0.7
Modern Kodlara Uygun Yapılar	1.0 - 1.2

- **Süneklik İndeksi (F):** Binanın sünekliğini yansıtır.

Tablo 41: Süneklik İndeksi Katsayısı

Süneklik Seviyesi	Süneklik Katsayısı (F)
Yüksek Süneklik (modern betonarme)	0.9 - 1.0
Orta Süneklik	0.7 - 0.8
Düşük Süneklik (zayıf sismik detaylar)	0.4 - 0.6
Çok Düşük Süneklik (gevrek)	0.3 - 0.4

- **Yapısal Düzensizlik (E):** Binanın taşıyıcı sisteminde olabilecek düzensizlikleri göz önüne almak amacı ile kullanılır.

Tablo 42: Yapısal Düzensizlik Katsayısı

Düzensizlik Türü	Ceza Katsayısı (E)
Düzenli Yapı (ceza yok)	1.0
Hafif Düşey veya Plan Düzensizliği	0.8 - 0.9
Orta Derece Yumuşak Kat	0.7 - 0.8
Ağır Düzensizlikler (örneğin, burulma, aşırı yumuşak kat)	0.6 - 0.7

### Genel formül:

$$I_s = C \times F \times E \quad \text{şeklindedir.}$$

$I_s \geq 0.6$  olarak hesaplanan binalar mevcut sismik talepler için güvenli kabul edilir. Genellikle ek bir işlem gerektirmez.

$I_s < 0.6$  olarak hesaplanan binalar deprem karşısında zayıf kabul edilir; güçlendirme veya detaylı değerlendirme önerilir.

$I_s < 0.3$  ise bina yüksek riskli kabul edilir.

Örnek olarak 1980'lerde inşa edilmiş betonarme bir konut binası için tipik **C değeri**, **0.7** olabilir. Bu, binanın orta düzeyde bir dayanıma sahip olduğunu, ancak modern sismik yönetmeliklere uygun olmadığını gösterir. Bina çok büyük ihtimalle sismik detaylara sahip olmayacaktır. Dolayısı ile **F değeri** en fazla **0.6** alınabilir. Bu binanın ciddi bir yapısal düzensizliği olmadığını düşünürsek **E değeri** hiçbir azaltma yapılmadan **1.0** olarak kabul edilebilir. Bu durumda binanın sismik indeksi:

$$I_s = 0.7 \times 0.6 \times 1.0 = 0.42 \text{ olarak hesaplanır.}$$

Hesaplanan sismik indeks puanı 0.6'dan düşük olduğu için binanın detaylı değerlendirmeye ve bunun sonucunda da yüksek ihtimalle güçlendirmeye ihtiyaç duyacağı sonucuna varılır.

### 5.5.3 Yöntem ile İlgili Görüşler

Yöntem, Kanada ve Yeni Zelanda yöntemleri ile benzerlikler taşımaktadır. Esasen binanın belirli parametreler altında puanlaması kullanılarak sonuç puanının sınır değer altında kalıp kalmadığına göre bina ile ilgili yargıya varılır. Ölçülebilir olması kontrol edilebilirlik açısından bir avantaj olarak değerlendirilebilir. Eski binalarda mevcut plan ve proje dokümanları eksikse veya zayıfsa, doğru bir değerlendirme yapmak zorlaşabilir.

Yöntemin Türkiye'de uygulanmadan önce bazı adaptasyonlara ihtiyacı olacaktır:



Türkiye'deki yapı stoğunun karakteristik malzeme ve dayanım özellikleri, taşıyıcı sistemlerin tipik zafiyetleri Japonya'dan farklı olabilir. Bu nedenle, Sismik İndeks Yöntemi'nde kullanılan malzeme dayanım katsayıları ve süneklik indeksleri Türkiye'ye özgü olacak şekilde revize edilmelidir. Türkiye'deki deprem riski ve yerel zemin koşulları göz önünde bulundurularak zemin özelliklerine uygun zemin faktörleri eklenmelidir.

Yöntemin uygulanmasındaki basit tablolar, kolay otomatize edilmesi için avantaj sağlar. Diğer bu tip puanlamaya dayalı yöntemlerde olduğu gibi çevrimiçi tabanlı basit programlar ile binalar hatasız, hızlı ve kontrol edilebilir şekilde değerlendirilebilir.

Birinci aşama sismik değerlendirme süresi, binanın büyüklüğüne ve karmaşıklığına bağlı olarak değişiklik gösterir. Standart bir orta ölçekli bina için süre şu şekilde tahmin edilebilir:

Toplamda, standart bir bina için Sismik İndeks Yöntemi yaklaşık 1 günden az bir sürede tamamlanabilir. Daha büyük ve karmaşık yapılar için bu süre uzayabilir.

Türkiye'de geliştirilen yerli puanlamaya dayanan yöntemlerde istatistikî veriler

## 5.6 Küresel Yöntemlerin Karşılaştırılması

Bu bölümde, dünya çapında kullanılan çeşitli hızlı değerlendirme yöntemlerinin karşılaştırmalı bir analizi sunulmaktadır. Aşağıdaki tablo, bu yöntemlerin veri toplama ve analiz hızları, bina içine erişim gerekliliği, kullanımı için gerekli teknik bilgi ve tecrübe, kapsadığı yapısal sistem türleri ve kullanımına izin verilen kat sayısı gibi temel parametreler açısından karşılaştırmasını içermektedir.

Yöntemler içerisinde en basit kullanım gerektireni FEMA P-154'tür. Ancak değerlendirme sonucunun hassasiyeti de o oranda düşüktür. Temel olarak deprem güvenliği yetersiz binaları belirlemekten ziyade, deprem güvenliği yeterli ve dolayısı ile detaylı bir değerlendirme gerektirmeyecek binaları belirlemeye odaklanmıştır.

ASCE Tier-1 yöntemi ise hızlı değerlendirme yöntemleri içerisinde en kapsamlı olanıdır. Değerlendirme sonucu bir puanlamaya bağlı değildir. Bu da bina güvenliğinin değerlendirmesinde mühendislik yorumunu gerektirir.

Diğer yöntemlerin bina incelemesinde değerlendirdiği detay seviyesi ise bu iki yöntem arasındadır. Genel olarak diğer yöntemler bir puanlama sistemi ile belirlenen sınır değer altındaki binalar için detaylı değerlendirme gerekliliği sonucuna, üzerindeki binalar için ise deprem güvenliklerinin yeterli olduğu sonucuna varır.

Tablo 43: Dünyada Kullanılmakta Olan Hızlı Değerlendirme Yöntemlerinin Karşılaştırma Tablosu

Yöntem	Veri Toplama Hızı	Analiz Hızı	Bina İçine Erişim Gerekliliği	Gerekli Beceriler ve Nitelikler (a- Veri Toplama; b- değerlendirme)	Kapsanan Yapısal Sistem Türleri	Kapsanan Bina Yüksekliği
<b>FEMA P-154</b>	Yüksek	Yüksek	Hayır	(a) Temel (b) Temel	Çeşitli	Net bir sınır yok
<b>ASCE 41-23 Tier-1</b>	Düşük	Düşük	Evet	(a) İleri, (b) İleri	Çeşitli	Alçak ve orta katlı binalar
<b>NRCC 1993</b>	Yüksek	Yüksek	Hayır	(a) Temel, (b) Orta	Çeşitli	Standart Binalar
<b>IEP</b>	Orta	Orta	Evet	(a) Temel, (b) Orta	Çeşitli	Standart Binalar
<b>Japon Sismik İndeks</b>	Orta	Orta	Evet	(a) Temel, (b) Orta	Çeşitli	Alçak ve orta katlı binalar

## 6. Ülkelerin Mevcut Bina Stoklarını Deprem Güvenliği Açısından Değerlendirme Politikaları

### 6.1 ABD Örneği


ABD, özellikle Kaliforniya gibi yüksek deprem riski taşıyan bölgelerde, binaların sismik güvenliğini artırmaya yönelik bir dizi politika geliştirmiştir. Bu politikaların temel amacı, can kaybını önlemek, ekonomik kayıpları azaltmak ve toplumu afet sonrası daha hızlı toparlanabilir hale getirmektir. Bu amaçla yapılacak geniş ölçekli değerlendirme ve güçlendirme çalışmaları için yasal düzenlemelere ihtiyaç duyulur.

Amerika'da bu konudaki kapsamlı ilk uygulamalardan birisi "Field Act" tır. Adını Kaliforniya Meclisi'nde ilgili tasarımı hazırlayan C. Don Field dan alan bu düzenleme 1933 Long Beach Depremi (Mw 6.4)'nden sonra hazırlanmış ve yürürlüğe girmiştir. Depremden sonra 70'ten fazla okul binasının ciddi hasar alması ve birçok binanın da kullanılamaz hale gelmesinin ardından, eğitim binalarının deprem güvenliğinin olmaması kamuoyunda büyük tepkiye sebep olmuştur (USGS, 2023). Böylece okul binalarının depreme dayanıklı olarak tasarlanıp inşa edilmesi amacı ile adı geçen yasal düzenleme ile okul binalarının deprem sonrasında da kullanılmaya devam edilebilmesi amaçlanmıştır. Yapılan düzenleme ile aşağıdaki hususlar yasalaşmıştır (Alquist, 2009):

- Tüm okul binaları, lisanslı yapısal mühendisler tarafından tasarlanmalı ve denetlenmelidir.
- İnşaat süreci, Kaliforniya Eyaleti tarafından atanmış bağımsız denetçiler tarafından kontrol edilmelidir.
- Okul binalarının tasarımı ve inşası, Kaliforniya Eyaleti **Architectural and Engineering Services Division** (şimdiki adıyla Division of the State Architect - DSA) tarafından onaylanmalıdır.
- Tasarım ve inşaat süreçlerinde öncelik depreme dayanıklı yapısal sistemlerin kullanılmasına verilmelidir.

Bu kanunun uygulanması sonrasında inşa edilen okul binaları, depremlerde önemli ölçüde daha az hasar görmüştür. Örneğin, 1989 Loma Prieta Depremi sırasında, Field Act'e uygun olarak inşa edilen binalar minimal hasar görürken, eski binalarda daha ciddi sorunlar yaşanmıştır (Alquist, 2009).

Field Act, sadece okul binalarını değil, genel olarak yapı güvenliği kültürünü de dönüştürmüştür. Böylece deprem sonrası hemen kullanılacak binalar belirlenerek yapılar içerisinde bir önem sıralaması yapılmış ve bu yapılar için depreme dayanıklı tasarım ve yapım kuralları sıkılaştırılmıştır (USGS, 2023).



Öte yandan bu kanunun uygulanmasında da çok önemli zorluklarla karşılaşmıştır. Bunların başında 1933 öncesinde inşa edilmiş okul binalarının güçlendirilmesi veya yenilenmesi maliyetinin nasıl karşılanacağı gelmektedir. Özellikle yerel okulların bütçe yetersizlikleri, güçlendirme ve yeniden inşa süreçlerini zorlaştırmıştır. Kırsal bölgelerde kanunun mevcut binalar için uygulanmasında oldukça zorlanılmıştır (Alquist, 2009).

Bu alanda ABD'deki bir başka önemli yasal düzenleme 1971 San Fernando depremi sonrası yürürlüğe giren "Alquist-Priolo Act" tir. Yasanın amacı, aktif fayların yüzey kırıklarına yakın alanlarda yapılacak binaların risklerini minimize etmektir. Bu doğrultuda:

- **Haritalama:** Kaliforniya Jeolojik Araştırmalar Kurumu (CGS), aktif fay hatlarını gösteren haritalar hazırlamaktadır. Bu haritalar fay hatları ile birlikte çevresindeki riskli alanları da göstermektedir.
- **Yapı Kısıtlamaları:** Fay hatları çevresinde yeni yapıların inşası, jeolojik bir araştırmanın yapılması ve önerilen yapının bir tehlike oluşturmadığının belgelenmesi şartına bağlanmıştır.
- **Emlak Bildirimi:** Satılan herhangi bir mülkün bir fay hattı bölgesinde bulunup bulunmadığı, yasal olarak alıcıya bildirilmelidir.

Yasa "Field Act" in aksine konut, ticari ve kamu yapıları gibi tüm yapılar için geçerlidir.

California'da 1971 San Fernando Depremi'nde hastanelerin ağır hasar görmesi, sağlık altyapısının depremlere karşı dayanıklılığını artırmak için yasal düzenlemelere öncülük etmiştir. 1983 yılında yürürlüğe giren Hospital Seismic Safety Act, mevcut hastane yapılarını depreme dayanıklı hale getirmek için bir çerçeve oluşturmuştur. Ancak, bu kanun, yalnızca yeni hastane binalarına odaklanmıştır. Öte yandan mevcut altyapının büyük bir bölümü bu düzenlemelere uymamaktaydı.

1994 Northridge Depremi'nin ardından, Alquist Hospital Facilities Seismic Safety Act genişletilerek **Senato Yasa Tasarısı 1953 (SB 1953)** ile daha kapsamlı hale getirilmiştir. Bu düzenlemeler, tüm hastane binalarının 2030 yılına kadar "işlevselliğini koruma" yeteneğine sahip olmasını zorunlu kılmıştır. Bununla birlikte, en tehlikeli olarak sınıflandırılan SPC-1 (Structural Performance Category 1) binalarının, 2020 yılına kadar ya yenilenmesi ya da kullanım dışı bırakılması koşulu getirilmiştir (Rand & Kulick, 2007).

California Eyaletinde hastanelerin deprem güvenliği standartlarına uyum sağlamalarını denetlemek üzere OSHPD (Eyalet Sağlık Planlama ve Geliştirme Ofisi) adında bir kurum kurulmuştur. Bu kurum:

- Tüm hastane binalarını 5 kategoriye (SPC-1'den SPC-5'e) ayırır. SPC-1, en yüksek çökme riski taşıyan binaları ifade ederken, SPC-5 en dayanıklı binaları belirtir.
- OSHPD, hastane binalarının durumlarını tespit etmek için kapsamlı değerlendirme raporları hazırlamıştır. 2001'de yapılan bir çalışmada, SPC-1

olarak sınıflandırılan binaların toplam 52 milyon metrekarelik bir alanı kapladığı ve genel hastane altyapısının %40'ından fazlasını oluşturduğu tespit edilmiştir (Rand & Kulick, 2007).

- SB 1953'e uyum sağlama maliyetininin 34 ila 143 milyar dolar arasında olduğu tahmin edilmiştir. Bu büyük mali yük, özellikle kırsal hastaneler ve küçük ölçekli sağlık kuruluşları için önemli bir zorluk yaratmıştır. Bu nedenle, finansal yardım ve kamu sübvansiyonları tartışma konusu olmuştur.

Yapı stoğunun depreme dayanıklı hale getirilmesi için tamamlanan bir başka program da 1986 yılında çıkarılan **Kaliforniya Güçlendirilmemiş Yiğma Yapılar Yasası (URM Yasası)**, sonrasında başlamıştır. Bu yasayla öncelikle **Zorunlu Envanter ve Sismik Güvenlik Yönetmelikleri hazırlanmıştır. Sismik Bölge 4** içinde yer alan (en yüksek riskli bölge) şehirler, tüm URM yapılarını tespit etmek ve bunlara yönelik güvenlik yönetmelikleri oluşturmak zorundadır. Yönetmelikler, binaların yapısal değerlendirilmesi, güçlendirilmesi veya yıkılması için zaman çizelgeleri belirlemiştir. **San Francisco'da**, 1.900'den fazla URM bina tespit edilmiş ve kritik binalar (örneğin, okullar ve hastaneler) için güçlendirme zorunlu tutulmuştur. **Los Angeles'ta** yaklaşık 8.000 URM bina tespit edilmiş ve kapsamlı bir güçlendirme programı başlatılmıştır. **Berkeley'de** URM binalarının neredeyse tamamı güçlendirilmiş veya yıkılmıştır.

Güçlendirme çalışmaları, genellikle **Kaliforniya Bina Kodu (CBC)** ve **ASCE 41** standartlarına uygun olarak gerçekleştirilmiştir. Çelik desteklerin eklenmesi, duvarların zemin ve tavanlarla bağlantılarının güçlendirilmesi gibi tipik yöntemler kullanılmıştır.

Ortalama güçlendirme maliyetlerinin, yapının büyüklüğüne ve karmaşıklığına bağlı olarak metrekare başına \$50 ile \$150 arasında olduğu tahmin edilmektedir. Bu büyük maliyet düşük faizli kredi programları, vergi teşvikleri ve bazı şehirlerde verilen doğrudan hibe destekleri ile karşılanmaya çalışılmıştır. Benzer uygulamalar 2011 Christchurch depreminden sonra Yeni Zelanda'da da uygulanmıştır.

Günümüze gelindiğinde özellikle 1989 Loma Prieta Depremi'nden sonra yumuşak katlı binaların deprem güvenliği öncelikli hale gelmiştir. San Fransisko'da 2013 yılında zorunlu olarak uygulanmaya başlanmış "Yumuşak Kat Programı" ile 1990'dan önce yapılmış ve 5 konuttan fazla bağımsız bölüme sahip **ahşap binaların** deprem güvenliklerinin artırılması hedeflenmiştir. Bu kapsamda öncelikle FEMA P-154 ile muhtemel yumuşak kat düzensizliğine sahip binalar belirlenmiştir. Mülk sahiplerine bildirimde bulunularak lisans verilmiş mühendislerce binanın düzensizliğinin incelenmesi talep edilmiştir. Binanın deprem güvenliği ASCE Tier-1 yönteminin iyileştirilmiş bir şekli ile yapılmıştır. Eğer güçlendirme gerekliliği var ise, belirlenmiş olan tipik güçlendirme yöntemlerinin tercih edilmesi tavsiye edilmiştir (City of Oakland, 2024). Program dahilinde ilk aşamada 4.900'den fazla bina incelenmiştir.

Benzer bir program Los Angeles'ta 2015 yılında yasalaşmıştır.

Güçlendirme maliyetleri, binanın büyüklüğüne ve yapısal özelliklerine göre değişir. Mühendislik analizleri ve tasarım için yaklaşık \$10.000 - \$25.000 harcanmaktadır. İnşaat maliyetleri ise \$40.000 - \$200.000 arasında değişmektedir. Finansman düşük

faizli krediler, bazı şehirlerde bina sahiplerine vergi teşvikleri veya ortak fonlama programları ile sağlanmaktadır.

Program kapsamında yerel yönetimler binaların jeolojik risk değerlendirmesini zorunlu kılar. Aşamalı bir sistemle, öncelikli risk taşıyan yapıların ilk sırada güçlendirilmesi sağlanır. Zamanında güçlendirme yapılmayan binalar için para cezaları ve ruhsat kısıtlamaları uygulanır.



Fotoğraf 1: Yumuşak Katlı Bir Bina Örneği (@David Bonowitz, S.E)



Fotoğraf 2: Yumuşak Kat Düzensizliğine Karşı Tipik Bir Güçlendirme Önerisi (@David Bonowitz, S.E)

## 6.2 Japonya Örneği

Japonya'da deprem riski taşıyan binaların güçlendirilmesi kritik bir öneme sahiptir. Deprem riskine karşı çıkarılan ilk kanun 1950 yılında yürürlüğe giren Bina Standartları Yasası (BSL) dir. Yıllar içerisinde birçok kez revize edilen bu yasa binaların güvenliğini sağlamak için minimum standartları belirlemektedir. Bu süreçte en önemli yasal düzenleme, Binaların Deprem Güçlendirilmesinin Teşvikine Dair Kanun (APSRB)'dur. 1995 yılında Büyük Hanshin-Awaji Depremi'nin ardından kabul edilen bu yasa, 2006 ve 2013 yıllarında bazı değişiklikler ve ilaveler ile yenilenmiştir. Kanun, yerel yönetimlere binaların güçlendirilmesi için hedefler belirleme sorumluluğu yükleyerek ve depreme karşı güçlendirme konusunda bilgi paylaşımı sağlamak için bir müşavirlik sistemi kurmaktadır. Ayrıca, güçlendirme işlemlerini düzenlemek için yönergeler geliştirir.

Japonya'da, yapı kalitesini sağlama sürecine hem kamu sektörü hem de özel sektör paydaşları katılmaktadır. Merkezi hükümetteki ana aktör, BSL ve diğer konut kalitesi, erişilebilirlik, enerji verimliliği ve güçlendirme ile ilgili yasaları geliştirmekten sorumlu olan Arazi, Altyapı, Ulaştırma ve Turizm Bakanlığı'dır (MLIT).


Japonya'nın sismik tasarım standartlarının geliştirilmesi, genellikle bir afet olayının mevcut standartlardaki eksiklikleri ortaya çıkarması ve konu hakkındaki gerekli bilimsel ve teknolojik bilgi birikimi gerektirdiğinde, yasanın buna yanıt olarak değiştirilmesi ile karakterize edilmiştir. Japonya'da, yapı standartlarının sürekli iyileştirilmesi, hükümet, üniversiteler ve sanayinin iş birliği içinde çalışmasıyla mümkün olmuştur.

Japonya'da, şehir planlama düzenlemeleri hem Şehir Planlama Alanlarında hem de Kısmi Şehir Planlama Alanlarında geçerlidir ve Şehir Planlama Yasası (CPA) ve Bina Standartları Yasası (BSL) aracılığıyla koordine edilir.

Japonya'nın Kenchikushi Yasası uyarınca, bina tasarımı ve inşaat yönetimi yalnızca lisanslı Kenchikushi (mimar-mühendisler) tarafından yapılabilir. İnşaat aşamasında kalite güvencesi, ön inşaat onayı, yapısal hesaplama incelemesi ve ara ve nihai denetimleri içeren çok aşamalı bir süreçtir.

Japonya'nın yıllar içerisinde geliştirilen ve uygulaması sıkı şekilde kontrol edilen deprem yönetmelikleri göz önüne alınarak 1981 yılı öncesi binalara öncelik verilmiştir. 1981 öncesi yapılmış yapılar "Sismik İndeks" yöntemi ile kontrol edilir. Eğer değerlendirme puanı 0.6'nın üzerinde ise güçlendirme ihtiyacı olmadığı sonucuna varılır. Ancak 0.6'dan düşük puan alan binaların güçlendirme ihtiyacı daha detaylı yöntemler ile belirlenir. Binanın güçlendirilmesi ve yeniden yapılması maliyetleri değerlendirilerek gerekli uygulama yapılır (GFDRR, Bank, & Japan). 2013 yılından itibaren ilgili kanun uyarınca okul, hastane, otel, ticaret merkezi gibi büyük ölçekli binaların deprem değerlendirmesinin yapılması ve sonuçlarının da kamuya açık şekilde yayınlanması zorunlu tutulmuştur (GFDRR, Bank, & Japan).

Japonya'da yerel yönetimlerin ve bina sahiplerinin binalarının güvenliği ile ilgili çalışma yaptırabilecekleri bir danışmanlık sistemi kurulmuştur. Bu sistem yoluyla uzman mühendisler yapıların deprem güvenliklerini değerlendirmektedir.



Japonya bina sahiplerini gerekli güçlendirme önlemlerini almaya teşvik etmek için mali teşvikler sunan bir sistem uygulamaktadır. Bu sistem, güçlendirme çalışmalarının maliyetini merkezi hükümet, yerel hükümet ve bina sahipleri arasında paylaşır. Mali teşvikler, vergi indirimleri, krediler ve sübvansiyonlar yoluyla sağlanmaktadır (GFDRR, Bank, & Japan).

Sistem temel olarak binaların deprem güvenliğinin belirlenmesi için yapılacak harcamaları merkezi hükümet, yerel yönetim ve bina sahipleri arasında eşit paylaşılmasına dayanır. Güçlendirme ihtiyacı çıkması durumunda ise bedelin büyük bölümünün bina sahipleri tarafından karşılanması beklenir. Bu durumda da devreye teşvik, kredi ve vergi indirimleri girmektedir (GFDRR, Bank, & Japan).

Bina sahipleri, güçlendirme çalışmalarının tamamlanmasının ardından yerel yönetimlere binaların deprem güvenliğinin sağlandığına dair uzman raporunu sunar. Yerel yönetimler de binaların güçlendirilmesi sürecini izler ve ilerlemeyi raporlar. Bu raporlar, ulusal hükümet tarafından değerlendirilir ve gerektiğinde politika değişiklikleri yapılır.

Binaların önceliklendirmesinde kullanım durumlarına göre önemleri değerlendirildiği gibi, olası bir afet sonrası yıkımları sebebi ile yardım koridorlarını etkilemeleri de göz önüne alınmaktadır (GFDRR, Bank, & Japan).

Japonya'da 1998'den itibaren yerel yönetimlere, bina tasarımı ve inşaat denetiminde özel sektör kuruluşlarıyla iş birliği yapma yetkisi verilmiştir. Bu yaklaşım, yerel kapasiteyi artırmak için etkili bir yöntem olarak görülmekte, aynı zamanda bağımsız denetim mekanizmalarıyla denetim süreçlerinin adil ve şeffaf olmasını sağlamaktadır (Sakoda, Moullier, & Barker, 2018).

### 6.3 İtalya Örneği

İtalya'da deprem riski değerlendirme çalışmaları, Ulusal Sivil Savunma Departmanı (DPC) tarafından düzenlenmektedir. İlk ulusal sismik risk haritası 1996'da hazırlanmıştır ve 2001, 2008 ve 2018 yıllarında güncellenmiştir. Bu haritalar, binaların deprem sırasındaki kırılganlıklarını ve ekonomik kayıplar gibi etkileri değerlendirmek için kullanılmıştır. İtalya'da günümüzde yapılan çalışmalar daha çok makro ölçekli kırılganlık analizlerine dayanmaktadır. Bu kapsamda farklı bina tiplerinin kırılganlığını belirlemek için farklı modeller kullanılmıştır. 2018'de DPC liderliğinde ReLUIS ve EUCENTRE'in katkıları ile tamamlanan Ulusal Risk Değerlendirme çalışmasında dördü yığma, ikisi betonarme olmak üzere altı farklı model kullanılmıştır. Bu modeller, yapı malzemesi (betonarme veya yığma) ve inşa yılı gibi faktörlere dayanır. Daha önce yaşanmış depremlerin etkilediği bölgedeki bina envanteri ve hasar verileri de toplanıp analiz edilir. Bu yaklaşımlar ile farklı bölgelerde gerçekleşecek farklı büyüklükteki depremlerin yaratacağı yıkım, can kaybı ve ekonomik zararın tahmin edilmesine yönelik modeller geliştirilmektedir (Dolce, 2021/19).

2002 Molise depreminden sonra, sismik sınıflandırma ve yapı yönetmeliklerindeki güncellemelerle birlikte OPCM n. 3274 numaralı Kararname yayımlanmıştır. Bu kararname, stratejik binalar ve altyapılar için 5 yıl içinde tamamlanması gereken zorunlu bir risk değerlendirmesini içermektedir. 2009 Abruzzo depreminden sonra,

2008 yılında yayımlanan yeni bina sismik kodunun (Norme Tecniche per le Costruzioni) kullanımını zorunlu kılmak için 77/2009 sayılı Kanun çıkarılmış ve 7 yıllık bir dönem için hem özel hem de kamu binaları ile acil durum yolları üzerindeki köprüler ve viyadüklerin sismik risklerini azaltmak üzere 1 milyar € tahsis edilmiştir. 2013 yılında OPCM talebi sona ermiş olmasına rağmen, stratejik binaların çoğu henüz değerlendirilmemiş veya güçlendirilmemiştir.

2010-2016 arasında, 2009'a kadar yapılan çalışmaların devamı için bir Sismik Risk Azaltma Programı uygulanmış olup, bu program hâlâ sürmektedir. 2010-2029 dönemi için sismik risk önleme çalışmalarına toplam 1,715 milyar € kamu fonu ayrılmıştır.

Ulusal fonlar, binanın kırılabilirliği, maruziyet ve sismik tehlike gibi özel önceliklendirme gereksinimlerini belirleyen bölgelere tahsis edilmiştir. Belediyeler ve iller için önceliklendirme süreci bu gereksinimlere göre şekillendirilmiştir.

**2010-2016 Güçlendirme Programı** kapsamında, kamu binalarının güçlendirilmesi için devlet tarafından sağlanan fon, müdahalelerin toplam konvansiyonel maliyetine bağlı olarak belirlenmiştir. Bu maliyet hesaplaması şu şekilde yapılmıştır:

**1. Yerel Güçlendirme**

- Binalar: 100 €/m<sup>3</sup> (binanın toplam hacmi)
- Köprüler: 300 €/m<sup>2</sup> (köprü tabliyesi alanı)

**2. Sismik İyileştirme**

- Binalar: 150 €/m<sup>3</sup> (binanın toplam hacmi)
- Köprüler: 450 €/m<sup>2</sup> (köprü tabliyesi alanı)

**3. Yıkım ve Yeniden İnşa**

- Binalar: 200 €/m<sup>3</sup> (binanın toplam hacmi)
- Köprüler: 600 €/m<sup>2</sup> (köprü tabliyesi alanı)

**Devlet Katkısı Hesaplama:** Devletin katkısı, binanın kapasite PGA'sının (en büyük yer ivmesi) talep edilen PGA'ya oranı olan  $\alpha$ 'ya göre belirlenmiştir:

- $\alpha \leq 0.2$  ise: Toplam maliyetin %100'ü karşılanır.
- $\alpha > 0.8$  ise: Hiçbir katkı sağlanmaz.
- $0.2 < \alpha \leq 0.8$  ise:  $380-400\alpha \frac{380 - 400\alpha}{3}$  % oranında katkı yapılır.

**2017 DM 65/2017 (SismaBonus):** 2017'de yürürlüğe giren DM 65/2017, **SismaBonus** olarak bilinir ve binalardaki sismik müdahaleleri finanse etmek için vergi indirimleri sağlamıştır. Müdahale maliyetinin bir yüzdesi olarak uygulanan bu vergi indirimleri, belirli bir maliyet üst sınırına tabi tutulmuş ve devredilebilir hale getirilmiştir.

**SismaBonus'a Erişim Şartları:**

- Müdahale, binanın en az bir risk sınıfında iyileşme sağlamalıdır.
- Risk sınıfı, yaşam güvenliği sınır durumu (SLV) ve beklenen ekonomik kayıplar açısından değerlendirilmiştir.

- Bu değerlendirme, 2009 L'Aquila depreminden sonra müdahale maliyetlerine göre kalibre edilmiş basitleştirilmiş bir yöntemle yapılmıştır.
- SismaBonus, özellikle özel sektörün sismik güçlendirme projelerine katılımını artırmayı hedeflemiş ve mali teşviklerle sismik dirençli yapılaşmayı teşvik etmiştir.

## 6.4 Yeni Zelanda Örneği

Yeni Zelanda'da 2010 ve 2011 Canterbury depremlerinin ardından Christchurch'te bina güvenliğini artırmaya yönelik geniş çaplı projeler yürütülmüştür. Bu projeler, hem mevcut yapıların deprem güvenliğini değerlendirmeyi hem de yeni binalar için daha dayanıklı tasarım çözümleri geliştirmeyi amaçlamıştır.

Christchurch'teki binalar, **ATC-20 (Applied Technology Council)** esas alınarak uyarlanan bir sistemle değerlendirilmiştir. Bu sistem, hızlı ve detaylı değerlendirme süreçlerini içerir:

**Hasar Değerlendirme:** 10-30 dakika arasında sürer ve bina hasar durumu gözlemlenir. Binalar yeşil (güvenli), sarı (kısıtlı kullanım), ya da kırmızı (kullanılamaz) etiketlerle sınıflandırılmıştır.

**Hızlı Deprem Güvenliği Değerlendirmesi:** Yapısal mühendislerin daha kapsamlı incelemeler yaptığı, 1-4 saat süren bir süreçtir

2016 yılında yürürlüğe giren **Building (Earthquake-prone Buildings) Amendment Act**, binaların deprem güvenliğini artırmak için yasal bir çerçeve sağlamıştır. Bu kanun, mevcut yapıların %NBS (New Building Standard) oranlarına göre değerlendirilmesini zorunlu kılmıştır. %NBS oranı, binaların yeni standartlara göre dayanıklılığını ifade eder. Bu kanun ile yerel yönetimlere (territorial authorities), deprem riski taşıyan binaları tespit etme ve bina sahiplerine gerekli güçlendirme çalışmaları için süre verme yükümlülüğü verilmiştir. Bina sahipleri, binalarının potansiyel olarak deprem açısından tehlikeli olduğuna dair bildirim aldıktan sonra 12 ay içinde mühendislik değerlendirmesi yapmak zorundadır. Belirlenen süre içinde güçlendirme yapılmadığında cezalar uygulanabilir. Binalar %34 NBS'nin (%34 Yeni Bina Standardı) altındaysa, deprem açısından tehlikeli olarak sınıflandırılır ve iyileştirme çalışmaları zorunlu kılınır. Yüksek ve orta deprem riski taşıyan bölgelerde binalar öncelikli olarak güçlendirilir. Kamu güvenliği açısından kritik önem taşıyan binalar (örneğin, okul, hastane gibi) veya kalabalık alanlarda yer alan yapılar. Güçlendirilmemiş yığma yapılar (URM), 1935 öncesi inşa edilen düşük katlı yapılar veya 1976 öncesi inşa edilen üç kat ve üzeri yapılar öncelikli olarak değerlendirilmektedir.

Her bakanlık/kamu kurumu, kendi binalarını değerlendirmek zorundadır. Her yerel yönetim, öncelikli olarak güçlendirilmesi gereken "Öncelikli" binaları belirlemelidir ve bu binalar için deprem güvenliğinin sağlanması için ayrılan süre, öncelikli olmayan binalara kıyasla yarı yarıya daha azdır. Binaların güçlendirilmesi için önceliklendirme yöntemine ilişkin olarak, bakanlıklar bu konuda bağımsız mühendislik tavsiyesi alabilir, ancak bu bir zorunluluk değildir.



Binaların uyumlu hale getirilmesi için belirlenen zaman çerçevesi, binanın bulunduğu alanın deprem tehlike seviyesine bağlıdır; ülke yüksek, orta ve düşük sismik risk bölgelerine ayrılmıştır.

Deprem riski taşıyan bina düzenlemeleri, ticari amaçlı olmayan binalar ile en az iki katlı olan ve şu özelliklerden birini taşıyan konut binaları için geçerlidir:

- Üç veya daha fazla bağımsız birim içeren binalar, veya
- Pansiyon, yatılı okul, ya da diğer özel konaklama amaçlarıyla kullanılan binalar.

Ülkenin risk yönetimindeki ilerlemeyi değerlendirmek amacıyla İş, Yenilik ve İstihdam Bakanlığı (MBIE) tarafından 2024-2026 yılları arasında EPB (Earthquake Prone Buildings-Deprem Riski Taşıyan Binalar) programının bir incelemesi planlanmaktadır. Bu inceleme, sismik risk değerlendirmesiyle ilgili mevcut durumu analiz edecek ve hükümete mevzuatlarını/politikalarını geliştirmek için önerilerde bulunacaktır.

## 6.5 Türkiye Örneği

Türkiye’de bu anlamda yürütülen en büyük proje şüphesiz İstanbul özelinde tamamlanan İSMEP projesidir. İstanbul Kuzey Anadolu Fay Hattı’na yakınlığı nedeniyle yüksek deprem riski taşımaktadır. Olası bir deprem, ciddi can kayıpları, 50 milyar doların üzerinde ekonomik zarar, altyapı sistemlerinde kesintiler ve ikincil riskler gibi ülke çapında büyük etkiler yaratabilir.

1999 Marmara Depremleri, Türkiye için bir dönüm noktası olmuş ve İstanbul’da olası bir depremin yaratacağı zararları önlemenin önemi ortaya çıkmıştır.

**İstanbul Sismik Riskin Azaltılması ve Acil Durum Hazırlık Projesi (İSMEP)**’tir. İSMEP, afet öncesi, afet anı ve sonrasında yönelik hazırlık, zarar azaltma, müdahale ve iyileştirme çalışmalarını kapsamaktadır. Proje, 2006 yılında İstanbul Valiliği tarafından kurulan İstanbul Proje Koordinasyon Birimi (İPKB) tarafından yürütülmektedir ve 2019’da tamamlanmıştır.

Proje kapsamında yürütülen temel faaliyetler şunlardır:

- İstanbul’un afet ve acil durum yönetim kapasitesinin geliştirilmesi, afet ve acil durumlara müdahaleden sorumlu kamu kurumlarının müdahale kapasitesinin artırılması,
- İstanbul’daki eğitim, sağlık, yurt, sosyal hizmet ve idari binalar gibi öncelikli kamu binalarının güçlendirilmesi veya yeniden yapımı yoluyla afet risklerinden doğabilecek can kayıplarının azaltılması,
- Kültürel mirasımız kapsamındaki yapıların envanterinin çıkartılması ve güçlendirme projelerinin hazırlanarak uygulanması,
- İnşaat Mühendislerine verilen eğitimler vasıtasıyla “Deprem Bölgelerinde Yapılacak Binalar Hakkında Yönetmelik” ile ilgili bilgi düzeylerinin artırılması,

- İmar mevzuatının etkin uygulanması çalışmaları kapsamında pilot belediyeler olan Pendik ve Bağcılar Belediyeleri'nde yapı ruhsatı ve planlama süreçlerine yönelik yatırımlar yapılması,
- Halkın bilinçlendirilmesi ve eğitimi çalışmalarının yapılması, böylece toplumun afet öncesi, anı ve sonrasında yapabilecekleri hakkında bilgilendirilmesi ve toplumun tüm kesimlerinde afet bilinci ve farkındalık oluşturarak davranış değişikliği yaratılması.

Proje ile 817.000 kişinin doğrudan yararlandığı (okul binaları) ve günde 32,406 kişiye hizmet veren (hastaneler, poliklinikler ve sağlık ocakları) 806 kilit kamu binası (tespit edilen toplam ihtiyacın yüzde 51'i) güçlendirilmiş/yeniden inşa edilmiştir. Bina seçimi Acil Durum Yönetim Planındaki stratejik öneme, hizmet verilen genel nüfusa, erişilebilirliğe, binanın zarar görebilirlik durumuna, fay hatlarına olan mesafeye ve yatak kapasitesine (hastaneler için) veya öğrenci sayısına (okullar için) dayalı olarak gerçekleştirilmiştir.

İstanbul'daki 3.300 devlet okulundan 900'ü Türkiye Afet Müdahale Planında acil durum sığınağı olarak tespit edilmiştir. Bu 900 okuldan 639'u İSMEP kapsamında güçlendirilen / yeniden inşa edilen okul binalarıdır ve her biri 700 kişi için acil durum sığınağı sunabilmektedir.”

İSMEP okulları için gerçekleştirilen binaya özgü değerlendirmelerde, hedeflenen yapısal performans düzeyine ulaşabilmek için güçlendirme / yeniden inşa çalışması yapılmıyorsa beklenen can ve mal kayıpları tahmin edilmiştir. Bu değerlendirmede İstanbul'un güneyindeki Marmara Fay Hattında gerçekleşmesi beklenen 7,25 moment büyüklüğündeki deprem senaryosu dikkate alınmıştır ve yaklaşık 415 okul binasının orta derecede hasar, ağır hasar göreceği veya tamamen göçeceği (300.000 öğrencinin alternatif okul binasına ihtiyaç duyacağı) tahmin edilmiştir (risk azaltma müdahaleleri gerçekleştirilmez ise). Ek olarak, binalarda beklenen hasar oranı projersiz halde yüzde 40 iken, proje ile yüzde 5'e indirilmiştir (728 milyon ABD\$ düzeyinde önlenebilir hasar).

İstanbul özelinde İstanbul Büyükşehir Belediyesi'nin de sınırları içerisindeki riskli binaları hızlı tarama yöntemi ile belirlemek üzere 2020 yılında başlattığı “Bina Tespiti” projesi bulunmaktadır. Bu proje kapsamında binalar PERA yöntemi ile incelenmektedir. Yapılan incelemenin bir ön değerlendirme niteliğinde olduğu ve riski yüksek olarak tespit edilen binaların daha detaylı yöntemler ile değerlendirilmesi gerektiği konusunda belediye tarafından bilgilendirme yapılmıştır.

Hızlı Tarama Yöntemi ile Bina Tespiti yapılması için binada yaşayan herhangi bir kat malikinin veya **kiracının** müracaat etmesi yeterlidir. Hizmet İBB tarafından ücretsiz olarak verilmektedir.

İnceleme sonucunda; özellikle D ve E sınıfında çıkan binaların ayrıntılı olarak incelenerek kesin risk tespitinin yapılması ve gerekiyorsa deprem güvenlik seviyesini sağlayacak şekilde güçlendirilmesi veya yenilenmesi önerilmektedir. İlgili bina sahiplerine 6306 Sayılı Yasa kapsamında bireysel başvuru yaparak binalarının güçlendirilmesi veya yenilenmesi sürecini başlatabilecekleri bilgisi verilmektedir.



İBB tarafından paylaşılan bilgilere göre yaklaşık 30,000 bin bina incelenmiştir. İncelenen binaların yaklaşık %50'sinin D ve E sınıfı risk grubunda olduğu tespit edilmiştir (Deprem Risk Yönetimi ve Kentsel İyileştirme Bşk., 2024).

Bunların dışında kentsel dönüşüm amacı ile 2012 yılında 6306 sayılı “Afet Riski Altındaki Alanların Dönüştürülmesi Hakkında Kanun” yayınlanmıştır. Bu kanun ile riskli yapı stoğunun hızlı belirlenmesi ve sonrasında güvenli hale dönüştürülmesi amaçlanmaktadır. Kanunun hazırlanması sırasında İspanya, Kore, Japonya ve Güney Amerika ülkeleri gibi dünyada özellikle çarpık ve düşük kaliteli yapılaşmanın yaygın olduğu birçok ülke örneği incelenmiştir.

Kanun kentsel dönüşümü ve bu amaçla da belirli bir bölgedeki konutların tamamını yenilemeyi öncelemektedir. Dolayısı ile tek odak noktası deprem ve deprem güvenliği değildir. Diğer afetler ile birlikte kent estetiği ve altyapısının yenilenmesi de hedeflenmiştir. Bu kapsam da ilk olarak öncelikli olarak İstanbul, Kocaeli, Sakarya, Bursa ve İzmir gibi deprem riski yüksek ve nüfus yoğunluğu fazla olan iller için hayata geçirilmiştir. Kanun kapsamında bir bölge riskli alan ilan edilip bu bölgedeki bütün binaların yıkılıp yeniden yapılması böylece hem depreme dayanıklı hem de şehircilik anlamında çağdaş bir yapı stoğu inşa edilmesi hedeflenmektedir.

Bakanlık, bu kanun kapsamında, afet riski altındaki binaların dönüştürülmesi için karşılıksız olarak “faiz desteği” ve “kira yardımı”nda bulunacaktır. Kanun özel veya kamu binası ayrımı yapılmadan, “riskli” olarak tespit edilen bütün binaları kapsamaktadır.

İstanbul İli'nde, Esenler ve Beyoğlu ilçelerinde riskli alanlar olarak belirlenmiş ve Bakanlar Kurulu Kararları Resmî Gazete'de yayımlanmıştır. Bununla birlikte Gaziosmanpaşa, Sarıyer Zeytinburnu, Bağcılar, Küçükçekmece, Sultangazi İlçelerinde de riskli alan çalışmaları devam etmektedir.

Zikredilen iller dışındaki illerde, öncelikle vatandaşların riskli yapılarını ve belediyelerin de görev ve yetki alanlarında riskli alan var ise bu alanları tespit etmeleri ve Bakanlığa bildirmeleri gerekmektedir.

Binalarının riskli olduğunu düşünen vatandaşlar, masraflarını karşılamak suretiyle, Bakanlığın belirlediği kurum ve kuruluşlara veya belediyelere, il özel idarelerine, Çevre Şehircilik ve İklim Değişikliği İl Müdürlüklerine müracaat ederek, binalarının riskli olup olmadığını tespit ettirmeleri gerekmektedir. Maliklerden herhangi birinin talebi üzerine bu tespit yapılabilmektedir. Riskli yapı tespitleri ve yıkım işlerinin masraflarını malikler karşılayacaktır. Ancak bu tespitin yapılabilmesi için kredi imkanları da mevcuttur.

Riskli yapı tespiti için kullanılacak yöntemler kanunda belirtilmiştir. Bu yöntemler binanın yerinde incelenmesi, malzeme numuneleri alınması, zemin durumunun belirlenmesi, bina modellemesi analiz ve değerlendirmeyi içermektedir. Yöntemler özellikle az katlı yapılar için deprem yönetmeliğine göre daha basitleştirilmiş adımları içermektedir. Hızlı değerlendirme yöntemleri binaların müstakil deprem güvenliklerini belirlemek için kullanılmamaktadır. Ancak belirli bir bölgedeki yapı stoğunun değerlendirilip bölgenin riskli alan ilan edilmesi amacı ile kanunda tanımlanan hızlı değerlendirme yönteminin kullanımına izin verilmiştir.



6306 sayılı Kanun'da riskli yapı tespiti yaptırılması üzere kat maliklerine gerekli kesin bir süreye yer verilmemiştir.

Riskli olduğu tespit edilen binaların 30-60 gün içerisinde yıkılması istenir. Malikler yıkım için de kredi imkanlarından faydalanabilirler. Yıkılmayan binalar idari makamlar ya da Bakanlıkça yıktırılır. Anlaşma ile tahliye edilen riskli yapıların maliklerine mümkün olması hâlinde geçici konut veya işyeri tahsisi, mümkün olmaması hâlinde ise, kira yardımı yapılabilmektedir.

Malikler yıkım yerine binaların güçlendirmesi yoluna da gidebilirler. Bunun için yine Bakanlık tarafından yetkilendirilmiş şirketlerin güçlendirme projesi hazırlamalı ve bu projeler onaylanmalıdır.

Riskli binanın yıkılmasından sonra arsa hâline gelen parsellerin değerlendirilmesine sahip oldukları hisseleri oranında paydaşların en az üçte iki (2/3) çoğunluğu ile karar verileceği öngörülmüştür. Üçte iki çoğunluk ile alınan karara katılmayan maliklerin arsa payları, rayiç değeri üzerinden diğer paydaşlarca veya Bakanlıkça satın alınacağından bunların mağduriyetleri söz konusu olmamaktadır.

6306 sayılı Kanun kapsamında riskli yapıların yıkılması sonrasında yeniden yapım aşamasında düşük faizli ve uzun vadeli kredi kullanma imkânı da tanınmıştır. Hane halkı geliri düşük olan, maliki kadın, şehit, gazi, vazife malulü, dul ve yetim olanlar ile emekli ve engellilere yönelik ilave faiz indirimleri sağlanarak toplumsal anlamda da pozitif adımlar atılmıştır.

Önceki alt başlıklarda incelenen diğer ülkelerdeki iyi uygulamalardan örnek alınarak geliştirilmiş 6306 sayılı kanun oldukça kapsamlı çözümler sunmaktadır. Bu kanunda görülen en temel eksik bir şehir ya da bölgedeki tüm binaların deprem güvenliklerinin değerlendirilmesi için bir zaman kısıtlaması koymamasıdır. Belki de bunun için öncelikle gönüllü başvuruların yapılması amaçlanmış ancak belirli bir sürenin sonunda zorunlu uygulamalara geçilmesi hedeflenmiştir. Bunun dışında uluslararası diğer örneklerde olduğu gibi teşvikler, düşük faizli ve uzun vadeli kredi imkanları gibi birçok unsur kanun ile devreye alınmıştır.

## 7. Türkiye için Binaların Deprem Güvenliği'nin Artırılması Konusunda Politika Önerisi

Türkiye için mevcut binaların hızlı değerlendirmesi ve böylece yapı stoğunun deprem güvenliğinin sonraki aşamalarda yapılacak detaylı değerlendirme ve güçlendirme çalışmalarını ile sağlanmasına yönelik öneriler vermeden önce, sürekli artan yeni yapı stoğumuzun da deprem güvenliğinden emin olmamız gereklidir. Zira yapılan her bina mevcut bina durumundadır. Yeni yapılmış olsa da deprem güvenliklerinin var olduğundan nasıl emin olunabilir? Özellikle 6 Şubat 2023 Kahramanmaraş depremleri yeni binaların da yıkılabileceğini ortaya koymuştur. Bu durum kamuoyunda yeni binaların deprem güvenliği ile ilgili haklı endişelere yol açmıştır.

Dolayısı ile bu bölümde mevcut yapı stoğumuzu değerlendirmeye başlamadan önce yapılagelen yeni binaların deprem güvenliği ile ilgili atılabilecek adımlar irdelenecektir. Sonrasında hızlı değerlendirme yöntemlerinin mevcut bina stoğumuzun değerlendirmesinde nasıl kullanılabileceğine ilişkin bir yol haritası önerisi sunulacaktır.

### 7.1 Yeni Bina Yapımı ile İlgili Atılabilecek Adımlar

Türkiye'de yapılan yeni binaların 2000 yılı öncesindekilere göre çok belirgin üstünlükleri olduğú sektördeki birçok uzmanın ortak görüşüdür. Özellikle beton kullanımında hazır beton teknolojisine geçilmesi, düz demir yerine nervürlü demir kullanımı, elemanların kritik bölgelerinde etriye sıklaştırılması, 135 derecelik kanca detaylarının standartlaşması, daha çok perde kullanımı, deprem yönetmeliklerinin geliştirilmesi, zemin etütlerinin zorunlu hale getirilmesi, yapı denetimi sistemi gibi birçok ana başlık bu gelişimde etkili olmuştur. Ancak ne var ki tüm bu gelişmeler 6 Şubat depremlerinde yeni yapılmış binaların da yıkılmasının önüne geçememiştir. Öte yandan yeni yapılan binaların tümü yıkılmadığı gibi, eski yapılan binalardan da ayakta kalabilenler olmuştur. Dolayısı ile sorun binaların yeni yapılmış olup olmaması değil, deprem mühendisliğinin gereklerine uygun yapıлып yapılmadığıdır.

Bunu düzeltecek yönde politikalar geliştirmeden önce, ülkenin sorunlarının ve kapasitesinin yani mali ve insan kaynağının doğru belirlenmesi gerekir. Depreme dayanıklı yapılar inşa edilmesi çok bileşenli bir süreçtir. Tasarım aşaması, tasarım kontrolü, yapım ve yapım kontrolü temel adımlarının dikkatle ele alınması gerekir. Tüm bu adımlar için gerekli nitelikli personel sayısı mevcut mudur?

Türkiye'de İnşaat Mühendisleri Odası'na kayıtlı inşaat mühendislerinin sayısı her ne kadar 130,000 (2021 yılı verisi) in üzerinde olsa da bunların içerisinde yeni bir binanın depreme dayanıklı yapı tasarımını, yeri geldiğinde deprem yönetmeliklerinde öngörülen şartların daha üzerinde tercihler ile yapabilecek mühendis sayısının oldukça az olduğú düşünülmektedir. Bu konu ile ilgili bir sayısal veri verebilmek mümkün değildir çünkü inşaat mühendislerinin yetkinliklerini ayırt edebilecek bir seçme ve değerlendirme sistemi halihazırda yoktur. Ne yazık ki mevcut durumda dört



yıllık bir inşaat mühendisliği fakültesinden mezun olmuş tüm mühendislerin böyle bir tasarımı yapma yetkisi mevcuttur. Yeni mezun olan bir mühendis bir tasarım ofisi açarak yapısal tasarım yapmaya -herhangi bir kısıt olmaksızın- başlayabilir. Bu şekilde, yeni mezun bir mühendis bir bina projesi için gerekli her türlü analiz, tasarım, detaylandırma adımlarını ve proje için gerekli uygulama çizimlerini; yönetmelik ve akademik altyapıya uygun olarak yaptığını iddia eden birçok hazır paket program kullanarak oldukça kısa süre içerisinde tamamlayabilmektedir. Dolayısı ile bu binalar tecrübeli bir mühendis tarafından tasarlanmış olmaktan çok, operatörleri tarafından doğru kullanıldıklarına dair umudumuz ile birtakım yazılımların insafına bırakılmış durumdadır.

Hazır paket programlarla yapılan tasarımlar onay aşamalarında da özellikle talep edilmeye başlanmıştır. Türkiye’de bir bina projesinin sahada uygulamaya başlanabilmesi için ilgili belediyeden ruhsat alınması gerekmektedir. Bu onay için bina ile ilgili mimari projeler ile birlikte yapısal projeler de talep edilmektedir. Bu onay süreçlerinde kontrolör mühendislerin de tercihi çoğu zaman kolay öğrenilen ve dolayısı ile kontrol edebilmeleri için yeterli görülen bu paket programlar olmaktadır. Projelerin ve tasarım hesap raporlarının bu paket programlarda yapılması talep edilmektedir. Bu tür paket programlara doğru bilgi ve veri girilirse belki doğru sonuca ulaşılabilir ki bunu konusunda uzman ve tecrübeli tasarım mühendislerinin yapabileceğini belirtmeliyiz. Herhangi bir üniversitenin inşaat mühendisliği programından mezun olmuş bir mühendisin ciddi bir uzmanlık tecrübe ve bilgi birikimi olmadan “**yapısal tasarım**” yetkisine sahip olmaması gerekir. Birçok ülkede olduğu gibi ülkemizde de bu konuda düzenleme yapılarak uzman ve yetkin mühendislik kavramı oluşturulmalı ve bunu alabilmek için çok kapsamlı sınav sistemi ve en az 5 yıl tasarım ofis tecrübesine sahip olma şartları getirilerek uygulamaya konulmalıdır.

Bunların yanı sıra, bir yapısal tasarımın onaylanması tasarım yapmaktan çok daha fazla tecrübe ve birikim gerektirir. Türkiye’de yeterli sayıda yetkin tasarım mühendisi olmadığını belirtirken, 1000’e yakın ilçe belediyesinde bu projeleri kontrol edip onaylayabilecek yeterli, yetkin ve tecrübeli mühendis olmadığı gerçeğini yadsıyamayız. Gelişmekte olan ülkemizde özellikle büyükşehirlerin yeni yapılaşan ilçe belediyelerinin birçoğunda büyük konut arzını kontrol edebilecek yeterli sayıda personel altyapısı yoktur.

Projelerin kontrolünde başka bir seçenek olarak değerlendirilebilecek müşavirlik sistemi ise büyük kamu ihaleleri ve büyük özel sektör yatırımları dışında uygulanmamaktadır. Dolayısı ile kontrol ayağımızın, tasarım ayağımızdan daha zayıf olduğunu değerlendirmek yanlış olmaz.

Yapılan tasarım projelerinin kontrol edilmesi konusunda, Türkiye’deki şirketlerin vergi mükellefiyeti konusunda hizmet veren “yeminli mali müşavirlik” sistemine benzer şekilde özel firmalar ile iş birliği yapılması değerlendirilmelidir. Benzer bir uygulama Bölüm 6.2’de belirtildiği gibi Japonya’da uygulanmaktadır. Bu doğrultuda yetkinlikleri alanında uzmanlığını ortaya koyabileceği kapsamlı sınavlar ile kanıtlanmış mühendisler Bakanlıkça belirlenmelidir. Belirlenen mühendisler, ekipleri ile birlikte projenin tasarım sorumluluğunu da paylaşarak belediyeler adına tasarımın kontrol süreçlerini tamamlamalı ve projeler bu mühendisler tarafından onaylanmalıdır.



Sahadaki uygulama ile ilgili 2000 yılından bugüne önemli gelişmeler olduğu kabul edilebilir. Özellikle hazır beton kullanımına başlanması, bütün depremlerde karşılaştığımız belki de binaların yıkılmasındaki başat rol oynayan düşük malzeme kalitesi sorununu önemli ölçüde düzeltmiştir. Bunun yanı sıra BÇ III kalitesinde nervürlü donatı çeliği kullanımı da 2000 yılı sonrasında zorunlu hale gelmiştir. Donatı kalitesinde belirli dönemlerde kısa süreli dalgalanmalar olsa da istenen standart yakalanmış görünmektedir.

Öte yandan sahadaki işçilik kalitesi ile ilgili aynı standardın yakalandığını söylemek güçtür. Donatı detaylandırmasında 135 derecelik etriye kanca uygulaması ve donatı sıklaştırma bölgeleri hem kolon hem de kirişlerde artık standart bir uygulama olarak görülmektedir. Ancak özellikle kolonlarda iç etriyelerin kullanılmaması ya da iç etriye yerine kanca detayları da yeterli olmayan çiroz donatıları konulması sonucu yeni binalarda da ağır hasarlar olduğu özellikle son yaşanan 6 Şubat depremlerinde görülmüştür. Benzer şekilde yeterli vibrasyon yapılmamasından ötürü kolon ve perdelerde oluşan boşluklar ve hatalı kalıp ve hatalı vibratör kullanımı nedeniyle kolon ve perdelerde oluşan segregasyon ve benzeri kusurlar yeni yapılmış binalardaki yetersiz ve kalitesiz işçilik kaynaklı zafiyetlerdir.

İnşaat işçiliği halen daha ülkemizde en vasıfsız iş kollarından birisi olarak değerlendirilmektedir. İnşaatta çalışabilmek, proje okumak, projeye uygun şekilde demir bükme, bağlamak, yerleştirmek, uygun ve güvenli kalıp çakmak, beton dökmek ve uygun şekilde yerleşmesini sağlamak işleri için zorunlu bir eğitim süreci bulunmamaktadır. Her ne kadar hazır beton kullanımı artmış olsa da işçilik becerisi ve tecrübesindeki yetersizliklerden ötürü, birçok inşaatta şantiye ortamında betonun sulandırılarak döküldüğü bilinen bir gerçektir.

Projenin sahadaki uygulama sorumlusu olan şantiye şefleri hakkında 2 Mart 2019 tarihinde Resmi Gazete’de yayınlanarak yürürlüğe girmiş olan yönetmelik önemli şartlar getirmiştir. Buna göre;

- 1500 metrekareye kadar olan yapı inşaat alanlarında şantiye şefliği üstlenmek için deneyim şartı aranmayacaktır. *(Maalesef ülkemizde yapılan binaların büyük bir çoğunluğu bu gruba girmektedir. Ortalama parsel büyüklüğü ve mevcut konut stoğu göz önünde bulundurulduğunda tekil yapılan birçok konut bloğunun inşaat alanı 1500metrekarenin altındadır. Bu yüzden bu binaların kontrolünün diğerlerinden önemsiz olmaması ve ciddiyetle ele alınması gerekir, kısacası deneyimsiz kişilere bırakılmamalıdır.)*
- 1500 metrekare ile 4500 metrekare arasında şantiye şefliği yapabilmek için daha önce herhangi bir üst yapı işinde metrekare fark etmeksizin şantiye şefliği yapmış olması gerekmektedir.
- 4500 metrekare ile 7500 metrekare arasında bir yapı inşaat alanında şantiye şefliği yapmak için daha önce 1500 metrekareyi geçen en az 1 işte şantiye şefliği yapmış olması gerekmektedir.

- 7500 metrekareyi geçen yapı inşaat alanlarında şantiye şefliği yapmak için daha önce 4500 metrekareyi geçen en az 1 işte şantiye şefliği yapmış olması gerekmektedir.

Bu yönetmelik saha uygulamalarının daha kaliteli olması adına önemli bir ilerlemedir. Ancak bu şartların 7500 m<sup>2</sup> üzerinde de kademeli şekilde arttırılması ve ayrıca yıl tecrübesi ile de birleştirilmesi etkinliğini arttıracaktır. Şantiye şefliğine başlanabilmesi için de belirli bir yıl tecrübesi ve belirli eğitimler ile bu eğitimin sonunda değerlendirilecek bir başarı şartı aranmalıdır. Ayrıca bu eğitimler her kademe atlatıldığında da devam ettirilmeli, eğitimin sürekli olduğu, inşaat teknolojilerindeki ve depreme dayanıklı yapı uygulamalarındaki yenilikler hakkında şantiye şefleri belirli aralıklarla zorunlu eğitime tabi tutulmalıdır.

Saha uygulamalarının kontrolü alanında 2001 yılında yürürlüğe giren ve sonrasında kademeli olarak uygulama sınırları genişleyen “Yapı Denetimi Hakkında Kanun” birçok düzenleme ile günümüzde halen uygulanmaktadır. Yapı denetiminin sahadaki uygulama hatalarını ne kadar giderdiği ise tartışmalıdır. Yapılan denetimin gerçekten uygulamacılardan daha ehil kişiler tarafından yapılması temel alınmalıdır. Denetimlerin bir prosedür gereği olmaması, etkin denetimler olması gerekir. Bu kapsamda en son 01.01.2019 tarihinde yürürlüğe giren Yapı Denetimi Hakkında Kanun’da yapılan değişiklikler ile binanın uygunluğunu denetleyen yapı denetim firmaları ile binayı inşa eden uygulamacı firmalar arasındaki ticari bağlardan kaynaklı denetim zafiyetlerinin önüne geçecek şekilde, denetim firmalarının elektronik ortamda belirlenmesi yaklaşımı kabul edilmiştir.

Tüm bu eksikliklerin temelinde ekonomik olarak halen gelişmekte olan, nüfusu halen büyüyen ve büyüyen nüfusu için konut ihtiyacı sürekli artan ülkemizdeki konut arzını talep edilen seviyede tutabilme endişesi yatmaktadır. Ancak kalitede yapılan kritik hatalar bir deprem durumunda büyük can kayıpları ve aynı zamanda çok büyük ekonomik kayıplara sebep olmaktadır. 6 Şubat depremlerinde özellikle 2000 yılı sonrası bina stoğunda yaşanan ciddi yıkım, hasar ve can kaybı bunun en yakın örneğidir. Bu açıdan yaşanan yıkımları önlemede sektörde nicelik değil niteliğin ne kadar önemli olduğu gözler önüne serilmiştir.

Dünya üzerindeki uygulamalarda incelenen hemen bütün örneklerde sektördeki kalite artışı aşamalı olarak gerçekleştirilmiştir. Bölgesel uygulamalar da bu aşamalı geçişte önemli bir yer tutmaktadır. Özellikle depremden etkilenmesi çok muhtemel fay hatları çevresi bölgelere öncelik verilmelidir. Bu açıdan öncelik vermemiz gereken bölgeler belirlenmelidir. Belediyeler özellikle ruhsat alınması aşamasındaki yetkisi nedeni ile kuralların belirlenmesi ve uygulanmasında belirli seviyede yetkilendirilebilir. İstanbul başlı başına bir vaka olarak ele alınmak üzere Türkiye’nin hem nüfus yoğunluğu hem de ekonomideki payı dikkate alınarak Marmara Bölgesi’nden başlanması ve buraya özel kanun, yönetmelik ve şartnameler ile nitelik konusunda iyileştirmelerin aşamalı şekilde başlatılması tercih edilebilir. Bu bölgede daha talepkâr standart ve yönetmelikler kullanılabilir. İlk etapta okullar, hastaneler, kamu binaları ve yüksek binalar gibi önem derecesi yüksek ve özel yapılar için tasarım ve yapım kuralları ile kontrol ve onay mekanizmaları sıkılaştırılabilir. Kapasite arttırıldıkça gereklilikler diğer yapılara ve şehirlere de yayılabilir.



Mevcut düzendeki kalite düşüklüğünün sebeplerinden bir diğeri ise hukuki sorumluluk meselesidir. 6 Şubat depremleri sonrasında yıkılan binalar sebebi ile tutuklanan ve yargılanan kişiler çeşitlidir. Hukuki sorumluluğun kimde olduğu muğlaktır. Bazılarında şantiye şefi, proje mimarı, fen işleri müdürü, statik proje müellifi isimleri geçse de birçoğunda suçlu aslında daha yargılama yapılmadan bellidir: “müteahhit”. Müteahhit esasen binanın yatırımcısıdır. Yani inşası için maddi yatırımı yapacak kimsedir. Bir tacir olarak yatırım miktarını düşük tutup kazancını maksimize etmek istemesi olağandır. Ancak bunları yapmak isterken mutlaka uyması gereken teknik zorunluluklar vardır. Bu zorunlulukları takip etmesi ve ne pahasına olursa olsun ödün vermemesi gereken teknik sorumlulardır. Aslında bununla ilgili yasalar hali hazırda mevcut iken uygulama birçok durumda yasalar ile amaçlanan doğrultuda değildir. Bunda özellikle nitelikli personel eksikliği ve denetleme mekanizmasındaki yukarıda belirtilen eksiklikler önemli rol oynamaktadır. Yani bir müteahhit, binasının depreme dayanıklı olmasını istese dahi, teknik olarak yeterli bilgi ve birikime sahip olmadığı için, o bina kendi kontrolü dışında depreme dayanıksız olarak tasarlanmış ve/veya inşa edilmiş olabilir. Öte yandan müteahhidin de teknik projeye ve yerinde yapıma müdahale edemeyeceği açık bir mekanizma, kontrol ve onay aşamaları ile kurulmalıdır. Böylece bir binanın yıkılması ve sonucunda doğacak can ve mal kayıplarındaki cezai sorumlular açık olmalıdır. Hataları projeden kaynaklı ise tasarım mühendisi ve tasarım kontrolü/müşavir, hatalar yapımdan kaynaklanıyor ise şantiye şefi ve yapı denetim firması sorumlusu/müşavir zarardan sorumlu tutulmalıdır.

Sonuç olarak yeni yapılan binalarda tasarım, tasarım kontrolörlüğü, yapım ve yapım kontrolünde niteliği artırıcı önlemler alınması önerilmektedir. Bunun için teknik kapasitenin doğru belirlenmesi ve gelişimi için adımlar atılmalıdır. Yapılacak değişikliklerin sektöre yansımaları aşamalı şekilde gerçekleştirebilmek için bölgesel uygulamalar ile başlanmalıdır. Bununla birlikte belirli bina türlerinde kural ve şartların sıklaştırılması yoluna gidilmelidir.

## 7.2 Mevcut Bina Stoğunun Depreme Dayanıklı Hale Getirilmesi için Atılabilecek Adımlar

Türkiye’de yaklaşık 19 milyon konut bulunmaktadır. Bu konutlardan 1999 depreminden sonra yapılan yaklaşık 5 milyon konutun iyi durumda olduğu değerlendirilmekte olup, bu değerlendirmeye göre, 14 milyon konutun afet riski yönünden incelenmesi gerekmektedir. Deprem tasarımı ve malzeme dayanımı yetersiz olan yapılar ile mühendislik hizmeti almadan kaçak olarak inşa edilen yapılar gözetildiğinde, ülkemizdeki toplam yapı stokunun yaklaşık %40’ının (6-7 milyon konut) yenilenmesinin veya güçlendirilmesinin gerektiği tahmin edilmektedir (T.C. Çevre Şehircilik İklim Değişikliği Bakanlığı, 2024).

Binaların yapısal bütünlüğünü değerlendirme ve acil güçlendirme ihtiyacı olanları belirleme sürecinde, özellikle Türkiye gibi deprem riski yüksek bölgelerde, hız, maliyet, doğruluk ve tutarlılık ana unsurlar olarak öne çıkmaktadır.

Yapılacak geniş ölçekli değerlendirme ve güçlendirme çalışmaları için yasal düzenlemelere ihtiyaç duyulur. Hem kullanılacak yöntem ile ilgili ön değerlendirmeleri yapıp gerekli ise yöntemin kendisi ve uygulaması ile ilgili düzenlemelerde



bulunabilmek amacı ile pilot bir bölge seçilmesi uygun olacaktır. Daha önce İstanbul Deprem Masterplanı çerçevesinde yapılmış olan çalışmalardan elde edilen birikimin de bu tip bir çalışmaya yansıtılması beklenir. Pilot bölgenin hem deprem beklentisi yüksek hem de ekonomik kayıp ve can kaybı beklentisinin yüksek olduğu İstanbul'dan bir ilçe olarak seçilmesi değerlendirilebilir. Halihazırda İstanbul Büyükşehir Belediye'si tarafından yürütülen ve talep eden her daire sakinine ücretsiz olarak sunulan bina değerlendirme hizmeti sürecinde elde edilen birikimler değerlendirilebilir.

Ülke genelinde yapılacak çalışmalar seçilecek pilot bölge üzerinde ilk olarak denenecektir. Bunun için bir takım yasa ve yönetmeliklerin bölgeye özgü çıkartılması gerekebilir. Bu yasa ve yönetmelikler ile özellikle yerel yönetimlere belirli bir süre içerisinde idari sınırlar içindeki binaların deprem güvenliğinin belirlenmesi üzerine sorumluluk verilebilir. Halihazırda yürürlükte olan ve Kentsel Dönüşüm Yasası olarak bilinen 6306 sayılı "Afet Riski Altındaki Alanların Dönüştürülmesi Hakkında Kanun" son derece kıymetlidir. Ancak kanunun uygulanmasında bir süre kısıtlaması ile yerel yönetimlerden binaların bir an önce değerlendirilmesi hususunda bir önceliklendirme yapması istenebilir. Bu önceliklendirmede okul, hastane, itfaiye, iletişim ve ulaşım hatları gibi kritik yapılar değerlendirilebilir. Halihazırda IPKB'nin yürüttüğü İSMEP projesi ile öncelikli olarak okullar olmak üzere hastane ve diğer önemli kamu binalarının deprem güvenliği değerlendirmesi ve sonucuna göre de güçlendirme veya yıkılıp yeniden yapılması uygulaması devam etmektedir.

Yapılacak önceliklendirmede yıkıcı bir deprem sonrasında bölgeye arama-kurtarma ve yardımların ulaşabilmesi için kritik koridorların açık kalması hedeflenmelidir. Kamu binalarının değerlendirme ve güçlendirme maliyetini ilgili kamu kurumunun merkezi yönetimden alacağı destekler ile birlikte tamamlaması gerekecektir. Bunun için gerekli bütçe, imkanlar dahilinde belirlenerek proje için hedef süreler de realize edilmelidir.

Öncelikle hızlı değerlendirme yönteminin hedef bina stoğu belirlenmelidir. Japonya da olduğu gibi depreme dayanıklı yapı tasarımında adeta bir milat olarak kabul edilen yıl belirlenebilir. Japonya'da bu, 1981 yılı ile yürürlüğe giren deprem yönetmeliğinin sıkı uygulaması ile olmuştur. Yapılar 1981 öncesi ve sonrası olarak sınıflandırılmıştır. Hızlı değerlendirme yöntemleri ilk etapta 1981 yılı öncesi yapılmış binalara uygulanmıştır. Türkiye de de 2000 yılı sonrası yapılan yapıların, öncesi yapılara göre bariz üstünlükleri bilinmektedir. Elbette 2000 yılı sonrası yapılmış binaların da depremde yıkıldıkları 2023 Maraş Depremlerinde görülmüştür. Ancak hem oran olarak bu yapıların diğerlerine kıyasla azlığı hem de hızlı değerlendirme yöntemleri ile bu binalardaki deprem güvenliği yetersizliğinin ne şekilde ortaya çıkartılıp çıkartılmayacağı iyi irdelenmelidir.

Hızlı değerlendirme çalışmaları kamunun belirleyeceği bağımsız mühendisler tarafından tamamlanmalıdır. Bu, binaların deprem riskinin belirlenmesinde ekonomik ve sosyal kaygılar taşıyan bina sahiplerinin etkilerinin azaltılmasına yardımcı olur. Böylece her yapı ortak bir değerlendirme süzgecinden geçmiş olacaktır.

Bu çalışma kapsamında yaptığımız incelemelerde yerli yöntemlerin ilk örnekleri 1999 depremi sonrasında geliştirilmiştir. Bunların içerisinde P25 yöntemi üzerinde en çok çalışılan ve araştırma geliştirme, tez projeleri geliştirilen yöntem olmuştur. Öte yandan



6306 sayılı kanun ile tanımlanan RYTEİE yöntemi de oldukça kullanışlı ve bir tarama yapıp riskli yapıların ayıklanmasında etkili olabilecek bir yöntem olarak ön plana çıkmaktadır. PERA yöntemi ise diğer hızlı değerlendirme yöntemlerinden riski belirlemede modelleme ve analiz temelli performans dayalı yaklaşımı ile ayrılmaktadır. Bina stokunun deprem riskinin hızlı bir tarama ile “hafif”, “orta” ve “yüksek” olarak sınıflandırabilmenin mümkün olacağı bir durumda PERA yönteminin “orta” riskteki binaların ikincil değerlendirmesinde kullanılması maliyet ve hız açısından çok daha olumlu sonuçlar verebilir.

Resmi olarak riskli yapıların tespiti amacı ile kullanılan RYTEİE 2019 yöntemi Türkiye’ye özgü hazırlanmış pratik ve birtakım hesaplara dayanması yanı ile de mühendislik nosyonu gerektiren kullanışlı bir değerlendirme yöntemidir. Onur Coşkun, Alper Aldemir ve Mustafa Şahmaran tarafından geliştirilen yöntem ise bu yöntemin veri analizleri ile bir tür geliştirilmiş hali olarak değerlendirilebilir.

PERA yönteminin uygulamaya dönük oldukça detaylı inceleme ve değerlendirmeler içerdiği görülmüştür. Son yaşanan depremde elde edilen veriler üzerinden yapılacak doğrulama çalışmaları ile yöntemin hassasiyeti daha detaylı değerlendirilebilir. Yöntemin hassasiyetinin diğer hızlı değerlendirme yöntemlerine göre daha yüksek olması hedeflenmiş bu amaçla da ileri analizler ile desteklenen bir altyapı oluşturulmuştur. Öte yandan yöntemin kullanımının daha uzman mühendislerce yapılması araştırma ve inceleme safhaları ile analiz ve değerlendirme aşamalarına daha fazla zaman ayrılması gerekecektir.

Öncelikle binaların inceleme kriterleri belirlenir. İki aşamalı bir değerlendirme stratejisi ile başlamak diğer ülke örneklerinde başarılı sonuçlar vermiştir. Bir önceliklendirme yapılmalıdır. Türkiye’de modern bir deprem yönetmeliği olarak sayılabilecek 1998 yönetmeliğine göre yapılmış, kabaca 2000 yılı sonrası yapılar daha sonra değerlendirilmek üzere ayrılabilir. Bölüm 4’te Türkiye’de geliştirilmiş yerli hızlı değerlendirme yöntemleri sunulmuştur. Bu yöntemler özellikle 2000 yılı öncesi binalar için Türkiye de geçmiş 1999 Kocaeli Adana, Dinar gibi depremlerde yaşanan yıkımlar göz önüne alınarak geliştirilmiştir. İzmir ve Maraş depremleri de dikkate alınarak en çok yıkıma neden olan yapısal kusurlar tekrar değerlendirilebilir. Bu kusurların hangi kriterler ile tespit edileceğine yönelik basit, mümkünse bir sayfalık bir form hazırlanabilir.

Türkiye’de şimdiye kadar geliştirilen yöntemler ekseriyetle puanlama sistemi ve ilgili parametreler yardımı ile hesaplanan bir sonuç puanlamasına dayanır. Bu yaklaşım esasen Japon Sismik İndeks yöntemine dayanmaktadır. Yeni Zelanda örneğinde de benzer bir durum söz konusudur. ABD de kullanılmakta olan ASCE 41 Tier-1 yöntemleri ise zafiyetlerin bina özelindeki etkisinin büyüklüğünü değerlendirmeyi mühendise bırakmıştır. Bir puanlama sistemi ve dolayısı ile bir sonuç puanı yoktur. Bu durum mühendise değerlendirme üzerinde hareket alanı bırakabildiği için ehil mühendislerce kullanılması gerekir. Kanımızca Türkiye’de değerlendirmenin daha objektif şekilde yapılabilmesi için takibi ve kontrol edilebilirliği daha kolay bir puanlama sisteminin kullanılması daha doğru olacaktır.



Kullanılacak formdaki parametrik puanların farklı depremsellikte, zemin ve taşıyıcı sistem özellikleri için veri analizleri ile doğruluk oranları tespit edilmesi gereklidir. İlgili yöntemler Bölüm 0'te bahsedilen uluslararası muadilleri de göz önüne alınarak hazırlanacak bir kapasite geliştirme projesinde Maraş depremi sonuçları da uygulanarak daha ileriye taşınabilir veya gerekirse kombine edilebilir. Böylece farklı kaynaklar kullanılarak ülkenin şartları için en uygun hızlı değerlendirme uygulaması son yaşanan Maraş depremleri sonuçları ile kalibre edilerek ulusal çapta kullanılabilir basit ancak verimli bir yöntem karar verilir.

Dijital araçların değerlendirme çalışmalarında mühendisler tarafından inceleme sırasında kullanımı oldukça önemlidir. Böylece sonuçlar hakkında dış müdahalelerin olasılığı azaldığı gibi sonuçları anında görüntüleyebilmek, ilerlemeyi masa başından takip edebilmek ve aşama aşama sonuçlar hakkında makro yorumlarda bulunabilmek imkânı doğacaktır.

Yapay zekâ (AI) araçları, büyük veri kümelerini analiz etmek ve binaların deprem kırılma davranışını belirlemek için kullanılabilir. Yapılan incelemeler ile elde edilen veriler makine öğrenmesi kullanılarak belirli algoritmalar geliştirmede kullanılabilir. Yapay zekâ, değerlendirme sürecini otomatikleştirir ve denetçilerin hatalarını azaltarak riskli binaların hızla belirlenmesine yardımcı olur. Ayrıca yine bu modeller vasıtası ile henüz değerlendirilmesi yapılmamış bölgeler ile ilgili de daha doğru tahminler yapılabilir, önceliklendirme yapılacak bölgeler daha doğru belirlenebilir.

Bununla birlikte kat maliklerinin, web siteleri, mobil uygulamalar veya anketler yoluyla binaları ile ilgili temel yapısal verileri sağlamaya katılımları sağlanabilir. Böylelikle binaların projeleri, temel yapısal bilgileri, geçirdiği tadilatlar, daha önce yapılmış test ve deneyler ile gördüğü onarım veya güçlendirmeleri bina sakinleri tarafından inceleme öncesinde ekipler ile paylaşılabilir. Bu yaklaşım, bina sahipleri ve sakinleri arasında farkındalık yaratırken, yetkililere de değerli ilk elden bilgiler sağlar. Türkiye'de, sakinlerin binalarının temel verilerini ve fotoğraflarını yükleyebilecekleri kullanıcı dostu bir mobil uygulama geliştirilebilir. Bu, özellikle kırsal veya erişimi zor alanlarda değerlendirme çabalarının genişletilmesine yardımcı olabilir. Ayrıca yapılacak çalışmaları hızlandırabilir, saha gezisi öncesi tecrübeli mühendisler tarafından inceleme ekipleri doğru yönlendirilebilir.

Hızlı değerlendirme yöntemi tüm detayları ile birlikte belirlendikten, veri analiz ve değerlendirme formuna döküldükten ve dijital bir uygulama haline aldıktan sonra bu tespitleri yapacak saha personeli teorik ve pratik olarak eğitilmelidir. Sahada kontrol edilmesi gereken noktalar tek tek inceleme yapacak olan mühendisler tarafından anlatılmalıdır. Yapılacak saha çalışmalarında özellikle tahribatsız test yöntemlerine ağırlık verilmelidir. Bu açıdan özellikle kolonlarda etriye sıklaştırmalarını tespit amacı ile yapılacak donatı okumaları çok faydalıdır. Öte yandan yapılacak değerlendirmenin hassasiyetine göre etriye düzeni, donatı cinsi, bindirme boyu ve kanca açısına göre paspayı sıyrılması yapılması da değerlendirilebilir. Yine her bir bina için tek bir tane olsa da karot numunesi alınarak basınç testine tabi tutulması da oldukça faydalıdır. Ancak bu tip tahribatlı yöntemler hem inceleme süresini uzatmakta hem bina sahipleri için ilave bir endişe yaratmaktadır. Değerlendirme süresini uzatacak bu tip incelemelerin yapılıp yapılmaması da belirlenecek yöntemden önce detaylıca



tartışılmalıdır. İki aşama şeklinde yapılacak bir hızlı değerlendirme çalışmasının “orta” riskli yapılar için uygulanacak ikinci ayağında bu tip incelemelere de yer verilebilir.

Tahribatsız test yöntemleri (örneğin, zemin radarları, ultrasonik testler, kızılötesi termografi) ve uzaktan algılama teknolojileri (yüksek çözünürlüklü kameralarla donatılmış İHA'lar) binaların malzemelerini ve yapılarını yaşayanları rahatsız etmeden değerlendirmek için kullanılmaktadır.

İncelemenin yapılacağı bölge için zemin haritaları mikro bölgeleme yöntemi ile tespit edilebilir. Özellikle İstanbul için daha önce hazırlanmış bu tip detaylı haritalar mevcuttur. Bunun gibi diğer birkaç il için de benzer çalışmalar devam etmektedir. Bu çalışmalarla birlikte ilçelere özel daha detaylı deprem tehlike analizleri de çalışmaları olumlu yönde etkileyecektir.

Riskli binaların tespiti için bir ön eleme mahiyetinde yapılacak saha tarama faaliyetleri sonucunda ilk aşamadan geçemeyen binalar belirlenir. Bu binalar için daha detaylı bir ikinci ve/veya üçüncü aşama değerlendirmesi yapılmalıdır. Bunun için bina tiplerine göre doğrusal ve doğrusal olmayan daha karmaşık yöntemler deprem yönetmeliğinde belirlenmiştir.

Özel sektörde olup okul, hastane, alışveriş merkezi, tiyatro gibi kamusal hizmet icra eden önemli binaların deprem güvenliği çalışmalarının tamamlanacağı süreler belirlenmelidir. Bu tip ticari yapıların deprem güvenliği değerlendirme çalışmaları daha kısa süre içerisinde talep edilebilir. Yapılacak değerlendirme çalışmasının sonuçları kamuya açık şekilde hem internet üzerinden hem de bina girişinde görünür şekilde paylaşılmalıdır. Böylece yapılacak bir değerlendirme sonucunda yetersiz bulunmuş binaları kullanıcıları bilecektir. Depreme dayanıklı olan binalara talep artacaktır. Bu da güvenli bulunan binaların gerek kira gerekse satış fiyatlarını arttırır. Böylece güvenli olmayan binaların satış ve kira bedelleri düşerken, sahipleri için binanın güçlendirilmesi ve/veya yenilemesi için ekonomik bir gerekçe ortaya çıkar.

Değerlendirme sonucu güvenli görülmeyen binalar için ilave emlak vergileri de getirilebilir. Böylece ilgili yapıların malikleri gerekli detaylı değerlendirme ve güçlendirme adımlarını hızla atmak durumunda kalarak, deprem güvenliğini arttırmak sorumluluğuna ortak olacaklardır.

Bu eleme sonrasında belirlenecek riskli yapılar uluslararası diğer örneklerde de olduğu gibi kamu otoritesi tarafından belirlenmiş bu konuda uzman müşavir firmalar tarafından detaylı olarak değerlendirilmelidir. Bu değerlendirme için gereken süre kamu otoritesi tarafından farklı tipte yapılar için farklı sürelerde sınırlandırılmalıdır. Böylece riskli yapı sınıfına girmiş binaların belirlenen süre içerisinde detaylı değerlendirmeleri tamamlanmalıdır. Bu değerlendirmelerin olumlu çıkması yani binanın risksiz bulunması durumunda muhakkak bir üçüncü bağımsız firma tarafından da kontrol ve onayı alınmalıdır. Detaylı değerlendirmeler sonunda binanın riskli bulunması durumunda, taslak güçlendirme projesi ve bunun yaklaşık güçlendirme maliyeti de belirlenmelidir. Güçlendirme maliyetinin, yeni bina maliyetinin belirli bir oranının üzerinde olması durumunda binanın yıkılıp yeniden yapılması değerlendirilmelidir. Ancak her durumda binasını yıkıp yeniden yaptırmak isteyen bina sahipleri için



güçlendirmeye kıyasla daha avantajlı teşvikler sunulması konut stoğunun daha sağlıklı yenilenmesi için itici güç olacaktır.

Ancak her şeyden önce sağlanacak vergi avantajları ve sigortalar yapılacak değerlendirme çalışmalarında itici güç olarak kullanılmalıdır. Türkiye’de yıllardır kullanımda olan Doğal Afet Sigortası (DASK) risk primi, binanın gerçek deprem riskine göre belirlenmelidir. Yüksek deprem riskinin olduğu ve henüz deprem güvenliği değerlendirmesi yapılmayan 2000 yılı öncesi yapılmış binaların risk primleri yüksek olmalıdır. Bu binalar için belirlenen risk primleri deprem güvenliği değerlendirme çalışması sonrası güvenli etiketi aldıktan sonra düşürülmelidir. Ayrıca bu kapsamda yapılan deprem güvenliği değerlendirme çalışması sonuçları kamuya açık olmalıdır.

Konut tipi ya da küçük ve orta ölçekli esnaf ve serbest meslek ehlinin kullandığı ofis tipi binalarda deprem güvenliğini değerlendirme ve güçlendirme konularında bazı kredi ve teşviklerin getirilmesi gereklidir. Bu teşvikler değerlendirme ve güçlendirme maliyetini merkezi hükümet ve bina sahipleri arasında paylaşılacak şekilde ve bina sahiplerine uzun dönemli ve düşük faizli kredi imkanları sağlayacak şekilde tasarlanabilir.

Güçlendirme aşamasına geçildiğinde uygulamanın sahadaki kontrolü çok önemlidir. Güçlendirme projelerinde donatı detaylandırılması yeni yapılardan daha karmaşık ve uygulaması zor detaylardır. Bir binayı deprem anında yıkımdan kurtarabilecek reçetenin sahada doğru uygulanmaması binanın kaderinin değişmemesine sebep olur. Bu nedenle zorlu donatı detaylarının yerinde doğru uygulanması, uygulanmadığı durumlarda alternatif çözümler üretilebilmesi amacı ile sadece Bakanlık tarafından yetkilendirilmiş yetkin müşavirlik firmaları tarafından kontrolüne izin verilmelidir.

## Referanslar

- Akkar, S., Sandıkkaya, M. A., & Taymaz, T. (2018). *ürkiye Deprem Tehlike Haritası*. Ankara: Afet ve Acil Durum Yönetimi Başkanlığı (AFAD), Türkiye Deprem Mühendisliği Derneği.
- Alquist, A. E. (2009). *The Field Act and its Relative Effectiveness in Reducing Earthquake Damage in California Public Schools*. Sacramento: Seismic Safety Commision, State of California.
- Applied Technology Council. (2015). *Rapid Visual Screening of Buildings for Potential Seismic Hazards: A Handbook*. Washington, D.C.: FEMA.
- Aydoğdu, H. H., & İlki, A. (2024). Case study for a performance-based rapid seismic assessment methodology (PERA2019) based on actual earthquake damages. *Bulletin of Earthquake Engineering*, s. 22 (2), 1-35.
- Aydoğdu, H., Demir, C., Kahraman, T., & İlki, A. (2023, August 6). Evaluation of rapid seismic safety assessment methods on a substandard reinforced concrete building stock in Istanbul. *Elsevier*.
- Aydoğdu, M., İlki, A., Demir, C., & Başbuğ Erkan, P. (2022). Seismic risk assessment and preliminary intervention cost-benefit analysis for the building stock of Istanbul. *Progresses in European Earthquake Engineering and Seismology*, s. 212-224.
- Aydoğdu, M., İlki, A., Demir, C., & Başbuğ Erkan, P. (2023). valuation of rapid seismic safety assessment methods on a substandard reinforced concrete building stock in Istanbul. *Structures*, s. 56(12), 104962.
- Bal, İ. E., Tezcan, S., & Gülay, G. (16-20 Ekim 2007). Betonarme Binaların Göçme Riskinin Belirlenmesi için P25 Hızlı Değerlendirme Yöntemi. *Altıncı Ulusal Deprem Mühendisliği Konferansı*. İstanbul.
- Canada, I. (1993). *Guidelines for Seismic Evaluation of Existing Buildings*. Vancouver: National Resarch Council.
- Çevre ve Şehircilik Bakanlığı. (16 Şubat 2019). 6306 Sayılı Kanun'un Uygulama Yönetmeliğinde Değişiklik Yapılmasına Dair Yönetmelik EK-2. *Resmi Gazete*.
- City of Oakland. (2024, Aralık 3). *Soft Story Retrofit Program Workshop Documents*. Official Website for the City of Oakland: <https://www.oaklandca.gov/documents/soft-story-retrofit-workshop-documents> adresinden alındı
- Coskun, O., Aldemir, A., & Şahmaran, M. (2019). Rapid Screening Method for the Determination of Seismic Vulnerability Assesment of RC Building Stock. *Bulletin of Earthquake Engineering*, 1401-1416.
- Deprem Risk Yönetimi ve Kentsel İyileştirme Bşk. (2024, 12 27). *Şehir Plancıları Odası*. Şehir Plancıları Odası:

[https://www.spo.org.tr/resimler/ekler/25beee44e0df354\\_ek.pdf](https://www.spo.org.tr/resimler/ekler/25beee44e0df354_ek.pdf) adresinden alındı

Dolce, M. e. (2021/19). Seismic risk assessment of residential buildings in Italy. *Bulletin of Earthquake Engineering*, 2999-2032.

GFDRR, Bank, T. W., & Japan, G. o. (tarih yok). *Converting Disaster Experience into a Safer Built Environment: The Case of JApan*.

İlki, A., Cömert, M., Demir, C., Orakçal, K., Uluğtekin, D., Tapan, M., & Kumbasar, N. (2014). Performance based rapid seismic assessment method (PERA) for reinforced. *Advances in Structural Engineering*, 17, 3, s. 439-459.

İlki, A., Halici, O., Kupcu, E., Comert, M., & Demir, C. (2020-2021). Modifications on seismic damage assessment system of TCIP based on reparability. *17WCEE, The 17th World Conference on Earthquake Engineering*. Sendai.

Karasu, C. O. (Kasım 2007). *Mevcut Betonarme Binaların Deprem Performansının Doğrusal Elastik Yöntem İle Belirlenmesi Ve P25 Hızlı Değerlendirme Yöntemi İle Karşılaştırılması*. İstanbul: Yüksek Lisans Tezi, İTÜ İnşaat Fakültesi.

McKenna, F. (2011). OpenSees: A framework for earthquake engineering simulation. *Computing in Science & Engineering*, s. 13 (4), 58-66.

New Zealand Society for Earthquake Engineering. (2017). *The Seismic Assessment of Existing Buildings*. New Zealand: Ministry of Business, Innovation and Employment and the Earthquake Commission.

Özcebe, G. (2004). *Deprem Güvenliğinin Saptanması için Yöntemler Geliştirilmesi*. Ankara: TÜBİTAK İÇTAG YMAÜ I574 Numaralı Araştırma Projesi Sonuç Raporu.

Rand, C. M., & Kulick, J. (2007). *SB 1953 and Challenge of Hospital Seismic Safety in California*. Oakland: California Health Care Foundation.

Sakoda, K., Moullier, T., & Barker, L. H. (2018, 06 05). *Making the built environment more resilient: lessons learned from Japan*. World Bank Blogs: <https://blogs.worldbank.org/en/sustainablecities/making-built-environment-more-resilient-lessons-learned-japan> adresinden alındı

Structural Engineering Institute. (2023). *Seismic evaluation and retrofit of existing buildings*. Virginia: American Society of Civil Engineers.

Sucuoğlu, H., Yazgan, U., & Yakut, A. (May 2007). A Screening Procedure for Seismic Risk Assessment in Urban Building Stock. *Earthquake Spectra*, Volume 23, No. 2, 441-458.

T.C. Çevre Şehircilik İklim Değişikliği Bakanlığı. (2024, 02 04). *Kentsel Dönüşüm Süreci Hakkında Sıkça Sorulan Sorular*. Çevre Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı Yalova İl Müdürlüğü: <https://yalova.csb.gov.tr/kentsel-donusum-sureci-hakkinda-sikca-sorulan-sorular-i-3452> adresinden alındı



Temur, R. (7-8 Aralık 2006). Geliştirilmiş Hızlı Durum Tespit Yöntem. Denizli: Yapısal Onarım ve Güçlendirme Sempozyumu (YOGS 2006).

Temur, R. (Haziran 2006). "*Hızlı Durum Tespit (DURTES) Yöntemi ve Bilgisayar Programının Geliştirilmesi*" Yüksek Lisans Tezi. İstanbul: İstanbul Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.

USGS. (2023, Mayıs 7). *Communications and Publishing*. Earthquake in Southern California 90 Years Ago Changed the Way We Build: <https://www.usgs.gov/news/featured-story/earthquake-southern-california-90-years-ago-changed-way-we-build> adresinden alındı

Yakut, A. (2004). Preliminary Seismic Performance Assessment Procedure for Existing RC Buildings. *Engineering Structures*, 1447-1461.





**T.C. ÇEVRE, ŞEHİRCİLİK VE  
İKLİM DEĞİŞİKLİĞİ BAKANLIĞI**



**GFDRR**  
Global Facility for Disaster Reduction and Recovery



Administered by  
**THE WORLD BANK**  
IBRD • IDA | WORLD BANK GROUP

