YAPILARIN DEPREM PERFORMANSININ HIZLI DEĞERLENDİRME YÖNTEMLERİ İLE BELİRLENMESİ VE SONUÇLARIN KARŞILAŞTIRILMASI

Selin Efekan
171412106

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Yapı Deprem Mühendisliği Anabilim Dalı
Yapı Deprem Mühendisliği Yüksek Lisans Programı
Danışman: Dr. Öğr. Üyesi Seyit Çeribaşı

İstanbul
T.C. Maltepe Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
Ağustos, 2019

JÜRİ VE ENSTİTÜ ONAYI

JÜRİ VE ENSTİTÜ ONAYI

SELİN EFEKAN'ın "Yapıların Deprem Performansının Hızlı Değerlendirme Yöntemleri İle Belirlenmesi ve Sonuçların Karşılaştırılması" başlıklı tezi 13.09.2019 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından değerlendirilerek "Maltepe Üniversitesi Lisansüstü Eğitim ve Öğretim Yönetmeliği" nin ilgili maddeleri uyarınca Yapı-Deprem Mühendisliği Anabilim Dalı Yüksek Lisans/Doktora tezi oy birliğiyle/oy çokluğuyla, başarılı/başarısız olarak kabul edilmiştir.

	Unvanı. Adı ve Soyadı	İmza
Üye (Tez Danışmanı)	Dr. Öğr. Üyesi Seyit ÇERİBAŞI	
Üye	Doç. Dr. Fuat ARAS	
Üye	Doç. Dr. Emin ÇİFTÇİ	

Prof. Dr. İlter BÜYÜKDIĞAN
Enstitü Müdürü

ETİK İLKE VE KURALLARA UYUM BEYANI

maltepe üniversitesi	**ETİK İLKE VE KURALLARA UYUM BEYANI**	Doküman No	**FR-178**
		İlk Yayın Tarihi	**01.03.2018**
		Revizyon Tarihi	
		Revizyon No	**00**
		Sayfa	**i/75**

Revizyon Takip Tablosu

REVİZYON NO	TARİH	AÇIKLAMA
00	01.03.2018	İlk yayın.

ETİK İLKE VE KURALLARA UYUM BEYANI

06/08/2019

Bu tezin bana ait, özgün bir çalışma olduğunu; çalışmamın hazırlık, veri toplama, analiz ve bilgilerin sunumu olmak üzere tüm aşamalarından bilimsel etik ilke ve kurallara uygun davrandığımı; bu çalışma kapsamında elde edilmeyen tüm veri ve bilgiler için kaynak gösterdiğimi ve bu kaynaklara kaynakçada yer verdiğimi; çalışmanın Maltepe Üniversitesinde kullanılan "bilimsel intihal tespit programı" ile tarandığını ve öngörülen standartları karşıladığını beyan ederim.

Herhangi bir zamanda, çalışmamla ilgili yaptığım bu beyana aykırı bir durumun saptanması durumunda, ortaya çıkacak tüm ahlaki ve hukuki sonuçlara razı olduğumu bildiririm.

Selin Efekan

S. Efekan

(Dokuman No: FR-178; Yayın Tarihi: 01.03.2018; Revizyon Tarihi: ; Revizyon No:00)

Hazırlayan	Kalite Koordinatörü	Kurumsal Yetkili
İlgili Birim	Dr. Öğr. Üyesi Şafak GÜNDÜZ	Prof. Dr. Belma AKŞİT

TEŞEKKÜR

Hayatım boyunca bana destek olan aileme teşekkür ederim.

Selin Efekan

Ağustos 2019

ÖZ

YAPILARIN DEPREM PERFORMANSININ HIZLI DEĞERLENDİRME YÖNTEMLERİ İLE BELİRLENMESİ VE SONUÇLARIN KARŞILAŞTIRILMASI

Selin Efekan
Yüksek Lisans Tezi
Yapı Deprem Mühendisliği Anabilim Dalı
Yapı Deprem Mühendisliği Yüksek Lisans Program
Danışman: Dr. Öğr. Üyesi Seyit Çeribaşı
Maltepe Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, 2019

Ülkemiz deprem kuşağında yer aldığı için yapıların depreme karşı güvenli olup olmadığının saptanması önemli bir sorundur. Yapı stoğunun deprem performansının hızlı bir şekilde deprem olmadan önce değerlendirilmesi bu sorunla beraber gündeme gelmektedir. Yapıları statik analiz yapmadan daha hızlı bir şekilde güvenilir yöntemlerle incelemek hem zaman hem de maliyet açısından çok büyük avantajlar sağlamaktadır.

Hızlı değerlendirme yöntemleri kesin sonuç vermeyip riskli olabilecek yapıları belirlemeye yardımcı olur. Hızlı değerlendirme yöntemleri sonucunda güvensiz bulunan yapılar daha detaylı olarak incelenmelidir.

Bu çalışmada dünyada ve Türkiye'de yaygın olarak kullanılan yöntemlerden bahsedilmiş ve örnek üç bina üstünde mevcut yöntemlerden FEMA 154, Kanada sismik tarama yöntemi, Japon sismik indeks yöntemi kullanılmıştır. Seçilen yapılardan ilki deprem etkisi sonucunda belediye kayıtlarında orta hasarlı olarak geçen bir betonarme binadır. İkinci yapı deprem etkisi ile yıkılmış bir betonarme yapıdır. Üçüncü yapı ise üç yıl önce inşaa edilmiş betonarme binadır. Bu tezde seçilen hızlı tarama yöntemlerinin incelenen yapılarda aynı sonuca doğru ve hızlı bir şekilde ulaşılabilirliğinin tespiti yapılmıştır.

Anahtar Sözcükler: Deprem, yapı, Hızlı değerlendirme yöntemi, Kanada sismik tarama yöntemi, Japon sismik indeks yöntemi, FEMA 154 yöntemi.

ABSTRACT

DETERMINATION OF EARTHQUAKE PERFORMANCE OF STRUCTURES WITH QUICK ASSESSMENT METHODS AND COMPARISON OF RESULTS

Selin Efekan
Master Thesis
Department of Earthquake Engineering
Department of Earthquake Engineering Master Program
Advisor: Asst. Prof. Seyit Çeribaşı
Maltepe University Institute of Science and Technology, 2019

Our country is located in the earthquake zone, it is an important problem to determine whether the buildings are safe from earthquakes. The rapid assessment of the earthquake performance of the building stock before the earthquake comes with this problem. Inspecting structures faster and more reliably without static analysis provides great advantages in terms of time and cost.

Rapid assessment methods help to identify structures that may be risky and not accurate. Structures found unsafe as a result of rapid assessment methods should be examined in more detail.

In this study it is mentioned in the world and widely used method in Turkey, and three existing buildings on the method of FEMA 154, Canadian seismic scanning method, Japanese seismic index method is used. The first of the selected structures is a reinforced concrete building with moderate damage in the municipal records as a result of the earthquake effect. The second structure is a reinforced concrete structure that was destroyed by earthquake. The third building is a reinforced concrete building that was built three years ago. In this thesis, it is determined that the selected fast scanning methods can be reached to the same result in the examined structures quickly and accurately.

Keywords: Earthquake, structure, Rapid assessment method, Canadian seismic survey method, Japanese seismic index method, FEMA 154 method.

İÇİNDEKİLER

JÜRİ VE ENSTİTÜ ONAYI i
ETİK İLKE VE KURALLARA UYUM BEYANI i
İNTİHAL RAPORU ..... **Hata! Yer işareti tanımlanmamış.**
TEŞEKKÜR iv
ÖZ v
ABSTRACT vi
İÇİNDEKİLER vii
TABLOLAR LİSTESİ viii
ŞEKİLLER LİSTESİ ix
KISALTMALAR x
ÖZGEÇMİŞ xii
BÖLÜM 1. GİRİŞ 1
1.1. Literatür Taraması 1
BÖLÜM 2. YAPISAL HASARLARIN TÜRLERİ 5
BÖLÜM 3. YAPILARIN DEPREMSELLİĞİNİNİN VE ZEMİN TÜRLERİNİN TESPİT EDİLMESİ 6
BÖLÜM 4. TAŞIYICI SİSTEM DÜZENSİZLİKLERİ 9
4.1. A1 Burulma Düzensizliği 9
4.2. A2- Döşeme Süreksizlik Düzensizliği 10
4.3. A3- Planda Çıkıntılar Bulunması Düzensizliği 11
4.4 B1- Komşu Katlar Arası Dayanım Düzensizliği (Zayıf Kat) 12
4.5 B2- Komşu Katlar Arası Rijitlik Düzensizliği (Yumuşak Kat) 13
4.6. B3- Taşıyıcı Sistem Düşey Elemanlarının Süreksizliği 14
BÖLÜM 5. HIZLI DEĞERLENDİRME YÖNTEMLERİ 16
5.1. FEMA 154 16
5.2. Kanada Sismik Tarama Yöntemi 21
5.3. Japon Sismik İndeks Yöntemi 24
I_s Yapının Deprem Performans İndeksinin Hesaplanması 25
I_{s0} Yapının Sismik Talep İndeksinin Hesaplanması 28
BÖLÜM 6. ÖRNEK PROJE 1 HAKKINDA BİLGİLER 29
6.1 Örnek Proje 1'in Fema 154 Yöntemi Uygulanılarak Çözülmesi 29
6.2 Örnek Proje 1'in Kanada Sismik Tarama Yöntemi Uygulanılarak Çözülmesi 36
6.3 Örnek Proje 1'in Japon Sismik İndeks Yöntemi Uygulanılarak Çözülmesi 37
BÖLÜM 7. ÖRNEK PROJE 2 HAKKINDA BİLGİLER 39
7.1 Örnek Proje 2'in FEMA 154 Yöntemi Uygulanılarak Çözülmesi 42
7.2 Örnek Proje 2'nin Kanada Sismik Tarama Yöntemi Uygulanılarak Çözülmesi 44
7.3 Örnek Proje 2'nin Japon Sismik İndeks Yöntemi Uygulanılarak Çözülmesi 46
BÖLÜM 8. ÖRNEK PROJE 3 HAKKINDA BİLGİLER 49
8.1 Örnek Proje 3'in FEMA 154 Yöntemi Uygulanılarak Çözülmesi 51
8.2 Örnek Proje 3'nin Kanada Sismik Tarama Yöntemi Uygulanılarak Çözülmesi 53
8.3 Örnek Proje 3'ün Japon Sismik İndeks Yöntemi Uygulanılarak Çözülmesi 54
BÖLÜM 9. SONUÇLAR 58
KAYNAKÇA 60

TABLOLAR LİSTESİ

Tablo 1. Fema 154 Yöntemine Göre Yüksek Depremsellik Bölgelerinde Kullanılacak Form. 18

Tablo 2. Fema 154 Yöntemine Göre Orta Depremsellik Bölgelerinde Kullanılacak Form. 19

Tablo 3. Fema 154 Yöntemine Göre Düşük Depremsellik Bölgelerinde Kullanılacak Form. 20

Tablo 4. Kanada Sismik Tarama Yöntemine Göre B Değerinin Bulunması 22

Tablo 5. Kanada Sismik Tarama Yöntemine Göre C Değerinin Bulunması 23

Tablo 6. Kanada Sismik Performans Yöntemine Göre E Değerinin Bulunması 23

Tablo 7. Kanada Sismik Performans Yöntemine Göre F Değerinin Bulunması 23

Tablo 8. Kanada Sismik Performans Yöntemine Göre H Değerinin Bulunması 24

Tablo 9. Düşey Elemanların Tanımlanması 26

Tablo 10. Proje 1'in Fema 154 Yöntemi Formuna Göre Çözülmesi 34

Tablo 11. Proje 1'in Japon Sismik İndeks Yöntemine göre çözülmüş hali 38

Tablo 12. Proje 2'nin FEMA 154 Yöntemine Göre Çözülmesi 43

Tablo 13. Proje 2'nin Japon Sismik İndeks Yöntemine Göre Çözülmesi 47

Tablo 14. Proje 2'nin Japon Sismik İndeks Yöntemine Göre Çözülmesi (Tablo 7.2'nin devamı) 48

Tablo 15. Proje 3'ün FEMA 154 yöntemine göre çözülmesi 52

Tablo 16. Proje 3'ün Japon Sismik İndeks Yöntemine göre çözülmesi 56

Tablo 17. Proje 3'ün Japon Sismik İndeks Yöntemine göre çözülmesi (Tablo 8.2'nin devamı) 57

Tablo 18. Yöntemler sonucu elde edilen verilerin gösterilmesi 59

ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil 1. İ.B.B Kayıtlarına Göre Bölgenin Jeoloji Haritası 7
Şekil 2. Boğaziçi Üniversitesi Kandilli Rasathanesi'ne Ait Geçmiş Deprem Kayıtları ... 8
Şekil 3. Yapıda Oluşabilecek Düzensizlik Çeşitleri 9
Şekil 4. DBYBHY 2007'ye Göre Burulma Düzensizliği [3]. 10
Şekil 5. DBYBHY 2007'ye Göre Döşeme Süreksizlik Düzensizliği [3]. 11
Şekil 6. DBYBHY 2007'ye Göre Planda Çıkıntı Bulunması Düzensizliği [3]. 12
Şekil 7. Zayıf Kat Hasarından Dolayı Zarar Görmüş Yapı [25] 13
Şekil 8. DBYBHY 2007'ye Göre Yumuşak Kat Oluşumu [3] 14
Şekil 9. DBYBHY 2007'ye Göre Düşey Elemanların Süreksizliği [3] 15
Şekil 10. Kolon Genişliği ve Temiz Açıklığın Açıklaması 26
Şekil 11. Proje 1'in Önden Görünüşü 30
Şekil 12. Proje 1'in A-A Kesiti 30
Şekil 13. Proje 1'in Normal Kat Kalıp Planı 31
Şekil 14. Proje 1'in B-B Kesiti 32
Şekil 15. Proje 1'in Normal Kat Yerleşim Planı 33
Şekil 16. Proje 2'nin Giriş Kat Planı 40
Şekil 17. Proje 2'nin Normal Kat Planı 41
Şekil 18. Proje 2'nin Önden Görünüşü 42
Şekil 19. Proje 3'ün Bitmiş Görüntüsü 49
Şekil 20. Proje 3'ün Normal Kat Planı 50
Şekil 21. Proje 3'ün A-A Kesiti 50

KISALTMALAR

ABYYHY : Afet Bölgelerinde Yapılacak Yapılar Hakkında Yönetmelik

Ac : Kritik kattaki kolon enkesit alanları toplamı

AC1 : $h_o/D \leq 6$ olan kolonların toplam enkesit alanı

AC2 : $h_o/D > 6$ olan kolonların toplam enkesit alanı

ASC : Kısa kolonların toplam enkesit alanı

As : Etkili betonarme kesme alanları

Aw1 : Her iki yanında sınır kolon bulunan perde duvarın toplam enkesit alanı

Aw2 : Bir kenarında sınır kolon bulunan perde duvarın toplam enkesit alanı

Aw3 : Kolonsuz perdenin toplam enkesit alanı

b : Kolonun herhangi bir doğrultuda hesap yapıldığında o doğrultuya paralel bölgesindeki genişliği

bw : Kiriş gövde genişliği

Cc : Kolonların taşıma gücü indeksi

Csc : Kısa kolonların taşıma gücü

Cw : Perdelerin taşıma gücü indeksi

D : Kolonun herhangi bir doğrultuda hesap yapıldığında o doğrultuya dik bölgesindeki genişliği

d : Kiriş ve kolon faydalı yüksekliği

DBYBHY : Deprem Bölgelerinde Yapılacak Binalar Hakkında Yönetmelik 2007

F : Süneklik indeksi

fctk : Beton karakteristik çekme dayanımı

fcd : Beton tasarım basınç dayanımı

fcm : Mevcut beton dayanımı

fctm : Mevcut beton çekem dayanımı

FEMA : Federal Emergency Management Agency

fyw : Sargı çeliğin akma dayanımı

Fsc : Kısa kolonların süneklilik indeksi

Fw : Perdelerin süneklik indeksi

G : Zemin indeksi

h0 : Kolonun temiz yüksekliği

h : Çalışan doğrultudaki kesit boyutu

H : Bina toplam yüksekliği

h0 : Bina yüksekliği ile ilgili bir çarpan

hi : Kritik katın yüksekliği

hi+1 : Kritik katın üst katının yüksekliği

Is : Deprem performans indeksi

Iso : Karşılaştırma indeksi

I : Bina önem katsayısı

i : Göz önüne alınan kat

RYTE : Riskli Yapıların Tespit Esasları

TDY : Türk Deprem Yönetmeliği

U : Kullanım indeksi

W : İncelenen kat üzerindeki yapının ağırlığı

Z : Bölge indeksi

ÖZGEÇMİŞ

Selin Efekan

Yapı Deprem Mühendisliği Anabilim Dalı

Eğitim

Derece	*Yıl*	*Maltepe Üniversitesi,Fen Bilimleri Enstitüsü, Yapı Anabilim Dalı*
Y.Ls.	2019	Maltepe Üniversitesi, Fen Bilimler Enstitüsü Yapı Deprem Mühendisliği
Ls.	2016	Balıkesir Üniversitesi, İnşaat Mühendisliği
Lise	2012	Edirne Yıldırım Beyazıt Anadolu Lisesi

İş/İstihdam

Yıl	*Görev*
2017-	Ataşehir Metropol İstanbul Projesinde Saha ve Hakediş Mühendisi
2016- 2017	Beyoğlu Piyalepaşa Konakları Projesinde Saha Mühendisi

Mesleki Birlik/Dernek Üyelikleri

Yıl	*Kurum*
2017 -	Üye: Türkiye İnşaat Mühendisleri Odası

Kişisel Bilgiler

Doğum yeri ve yılı : Manisa, 1994 Cinsiyet: K
Yabancı diller : İngilizce (iyi)
GSM / e-posta : 05070781122 / selinefekann@gmail.com

BÖLÜM 1. GİRİŞ

Türkiye konumundan dolayı büyük deprem oluşma olasılığı yüksek bir coğrafyada yer alır. Yapı stoğunun durumu düşünüldüğünde olası bir deprem ihtimalinde can ve mal kaybı kaçınılmazdır. Böyle bir durumda deprem gerçekleşmeden yapı stoğunun durumunu değerlendirmek işgücü, zaman ve maddi açıdan zor olacağı düşünüldüğü için hızlı bir şekilde tespit etmek adına birçok değerlendirme yöntemleri geliştirilmiştir.

Türkiye'de bulunan 20 milyon yapı stoğunun yaklaşık olarak 5 milyon kadarı 1999 depreminden sonra inşaa edilmiştir [1]. Bu sebepten dolayı ülkemizde mevcut olan yapıların birçoğu risk altındadır. Afet Bölgelerinde Yapılacak Yapılar Hakkında Yönetmelik [2] 1997 yılında yayımlanmış olup 1998 yılında yürürlüğe girmiştir. Bu yönetmelik 2007 yılında Deprem Bölgelerinde Yaplacak Binalar Hakkında Yönetmelik [3] olarak olarak güncellenmiştir. DBYBHY'de can ve mal kayıplarını en aza indirmek ve artan kentsel dönüşüm ihtiyacı doğrultusunda "Mevcut Binaların Değerlendirilmesi ve Güçlendirilmesi" bölümü eklenmiştir. Bu yönetmelik de 2018 yılında Türkiye Bina Deprem Yönetmeliği [4] olarak güncellenmiştir. Ancak bu yönetmeliklere uygun hesaplar yapmak zaman alacağı için hızlı tespit için ülkemizde bu amaca uygun yöntemler bulunmuştur.

Yapı stoğunun tarama süresini kısaltmak adına dünyada da birçok araştırma yapılmıştır.Bu çalışmada dünyada ve Türkiye'de mevcut olarak kullanılan yöntemlerden bahsedilip örnek proje üstünde seçilen yöntemler uygulanmıştır.

1.1. Literatür Taraması

Tezcan [5] binaların incelenip güçlendirilmesini maliyet ve zaman açısından kayıp olarak nitelendirmiştir. Yapılarda hızlı taramanın yapılıp, tespit edilen riskli bölgelerde detaylı incelemenin yapılmasını önermiştir. Mevcut yapı stoğunun bilimsel olarak performans analizinin yapılması konusunda 'Sıfır Can Kaybı' ve 'P5 Yöntemi'ni bulmuştur. Bal [6] Tezcan [5]'in bulduğu P5 Yöntemini geliştirerek P24 Yöntemi'ni olarak isimlendirmiştir. P24 Yöntemi kalibre edilip P25 Puanlama Yöntemini halini almıştır.

Damcı [7] İstanbul ili Bakırköy ilçesindeki yapı stoğunu hızlı değerlendirirken binaları yük taşıma kapasitesine göre puanladığı DURTES adlı bir algoritma kullanmıştır.

Temür[8] "Hızlı Durum Tespit Yöntemi (DURTES)" yazılımı için bilgi giriş, raporlama ve çizim modülleri geliştirmiştir. Geliştirilen modüllerle puanlama ve röleve bilgilerinin girişinde harcanan süre azalmış, raporlama ve çizim seçenekleri oluşturmuştur. Tezinde FEMA 154 yöntemi gibi diğer hızlı değerlendirme yöntemlerini de açıklamıştır.

Karaşin [9] Diyarbakır Sur ilçesinde tarihi bir yığma yapıyı Çevre ve Şehircilik Bakanlığının 2013 yılında yayınladığı yönetmelikte yer alan yığma yapılar için birinci aşama değerlendirme ve Kanada Sismik tarama yöntemi kullanılarak değerlendirmiştir. Bu çalışma ile yığma yapılar için önerilen birinci aşama değerlendirme yöntemlerinin kullanılabilirliğini ortaya koymuştur.

Görgün [10] Hızlı değerlendirme yöntemlerinden PERA yönteminin içinde kullanılan Muto yönteminden daha basit bir yöntem olan Smith yöntemi kullanılarak PERA yönteminde hızlandırma yapımış ve RYTE ile olan uyumun arttığı gözlemlenmiştir.

Tekeli [11] riskli binaların değerlendirilmesi için bir yaklaşım önermiştir. Bu amaçla, açıklık sayısı, açıklık mesafesi, kat adedi, beton dayanımı, donatı akma gerilmesi ve sargılama durumu değiştirilerek model binalar oluşturulmuş ve bu binaların deprem güvenliği DBYBHY'07 esasları çerçevesinde doğrusal elastik değerlendirme yöntemi kullanılarak incelenmiştir. Önerilen yöntemin hesaplamalar sonucunda riskli binaların tespit edilmesinde bir yaklaşım olarak kullanılabileceği sonucu elde edilmiştir.

Yeşilkaya [12] FEMA 154 hızlı görsel inceleme tekniği kullanılarak incelenen yapılardan riskli bulunan 4 adet yapı RYTE'ye göre de değerlendirilmiştir. Sonuçta iki yöntemin birbiri ile uyumlu olduğu belirtilmiştir.

Ebren [13] 4 farklı betonarme binada P25 Hızlı Değerlendirme Yöntemi'ni ve Japon Sismik İndeks Yöntemi'ni RYTE'ye göre karşılaştırmış ve yöntemler incelenen binalarda aynı sonuçları vermiştir.

Kaya [14] P25 Hızlı Değerlendirme Yönteminde kullanılan hesap modellerinde değişiklik yaparak P25-V.ÖZKA olarak bir yöntem ileriye sürmüştür. İncelenen yapılar bu yöntemin dışında Japon Sismik Yöntemi ve RYTE'ye göre de ele alınıp yöntemin doğruluğu teyit edilmiştir.

Bahşi [15] Belirlenen bir alandaki tüm yapılara hızlı tarama yöntemi uygulanmış, tarama sonuçlarına istinaden 60 adet yapı riskli bulunmuş ve belirlenen bu yapılara Riskli Yapıların Tespit Edilmesine İlişkin Esaslara göre riskli yapı tespiti yapılmıştır. Sonuç olarak, RYTE ile birinci ve ikinci aşama değerlendirme yöntemlerinin karşılaştırılması yapılmıştır.

Ergun [16] iki betonarme okul binasında Japon Sismik İndeks Yöntemini uygulamış elde edilen sonuçları artımsal itme analizi ile karşılaştırmıştır. Çalışma sonucunda Japon Sismik İndeks Yönteminde önerilen bazı yapısal katsayıların, Türkiye koşullarındaki betonarme binalar için uyarlanması yapılmıştır.

Doğan [17] P25 ve DURTES yöntemlerinin incelenip gerçek yapılara uygulanarak, birbirleri ve TDY Bölüm 7'de doğrusal elastik yöntemlerden olan "Eşdeğer Deprem Yükü Yöntemi" sonuçları ile karşılaştırmıştır ve birbirlerine yakın sonuçlar elde edildiği görülmüştür.

Vulaş [18] Kocaeli İli Başiskele İlçesi'nde yer alan, 1999 Kocaeli Depremi'nden önce inşa edilen 6 bina ve depremden sonra inşa edilen 3 binayı PERA Yöntemi ile değerlendirmiştir ve verileri performans analizi sonuçlarıyla karşılaştırmıştır. Bu karşılaştırmalar sonucunda incelenen betonarme binalar için PERA Yöntemi algoritmasının DBYBHYile uyumlu olduğunu sonucuna varılmıştır.

Bayraktargil [19] Riskli Yapıların Tespit Edilmesine İlişkin Esaslar ile Türk Deprem Yönetmeliği arasındaki uyumu test etmek amacıyla yapı özellikleri ve kat adetleri birbirinden farklılık gösteren 8 adet betonarme çerçeve ve 1 adet betonarme yapı incelemiştir. Mevcut yapı elemanlarının gerekli hesaplarında TS500 esas alınarak karşılaştırma yapılmıştır ve sonuçların birbiriyle uyumlu olduğu gösterilmiştir.

Pour [20] 7 adet Düzce depreminde yıkılmış betonarme binaların göçme riskini P25 yöntemiyle değerlendirip 1 tanesini DBYBHY-07'ye göre eşdeğer deprem yöntemi ile performans düzeyini hesaplamıştır. Sonuç olarak her iki yöntemin birbiriyle paralel sonuçlar verdiğini saptamıştır.

Özdemir [21] Şebinkarahisar ilçe merkezinin tamamında toplam 913 bina birinci kademe değerlendirme yöntemini kullanarak incelenmiş ve bir saha çalışması yapmıştır. Tezin amacı Şebinkarahisar ilçe merkezinin bina deprem risk grupları tespit etmektir. Yapı stoğunun deprem riskleri belirlenmiş ve deprem risk haritası çıkartmıştır.

Altıner [22] Kanada Sismik Tarama Yöntemi, Japon Sismik İndeks Yöntemi, P25 Yöntemi, Kapasite-Talep Oran Yöntemi hızlı değerlendirme yöntemlerini 17 Ağustos 1999 depreminde orta hasar görmüş betonarme bir binanın yapısal davranışının incelenmesinde ve gerçekte karşılaşılan orta hasar düzeyinin yapılan çözümlemelerin karşılaştırılmasında kullanmıştır.

Kudak [23] Japon Sismik Yöntemini örnek binalarda incelemiş ve bu yöntemin 30 yaşın üzerindeki, büyük fiziksel bozuklukları bulunan, malzeme dayanımı düşük olan, yangın geçirmiş olan binalarda uygulanmaması gerektiği sonucuna varmıştır.

Tezde kullanılan Kanada sismik tarama yöntemine ait tablolar Şennur Baylar Kızılkaya'nın [24] FEMA 154 hızlı görsel tarama, Kanada Sismik Tarama ve Japon Sismik İndeks yöntemlerinin karşılaştırılmalı değerlendirilmesi ve uygulaması tezinden alınmıştır.

Bu tezde incelenen diğer çalışmalarda ulaşılan sonuçların bu tezde incelenecek olan yapılarda da aynı sonucu verip vermeyeceği araştırılacaktır. İncelenecekk yapılar 17 Ağustos 1999 depreminde yıkılmış 1 adet 4 katlı betonarme yapı, belediye verilerine göre orta hasar aldığı düşünülen 1 adet müstakil yapı ve 2016 yılında Etiler'de inşaa edilmiş bir bina incelenecektir. Bu yapılar FEMA 154, Kanada sismik tarama yöntemi ve Japon sismik indeks yönteminin 1. Aşamasına göre incelenecektir. Yöntem verilerinin birbirlerine ve belediye kayıtlarına olan uyumunu araştırılıp detaylar "Sonuçlar" kısmında anlatılacaktır.

BÖLÜM 2. YAPISAL HASARLARIN TÜRLERİ

Yapının kullanımdan kaynaklanan hasarların dışında, yapının statik ve mimari kurallara aykırı, eksik veya kusurlu yapılması nedeniyle oluşan ve yapının kullanımını engelleyen ya da yapıda kapasite kaybı oluşturan her türlü hasar yapı hasarı olarak tanımlanır.

Deprem sonucunda yapılarda oluşan hasarlar 4 kategoride ele alınır.

1-Hafif hasar/ az hasar: Binanın taşıyıcı sistem elemanlarında hasar meydana gelmez, taşıyıcı olmayan yapı elemanlarında ise etki yüzeyde sıva çatlakları düzeyinde kalmıştır. Yapının kullanılmasında sakınca yoktur.

2-Orta hasar: Yapının deprem sonucunda taşıma gücünde azalma olmuştur ve onarım veya güçlendirme ile hasar öncesindeki dayanımının kazandırılması ya da artırılması gerekir. Orta hasar almış yapının durumu AFAD kaynaklarında taşıyıcı elemanlarda kesme ya da eğilme çatlakları 10 mm'yi aşmaz, taşıyıcı elemanlarda ve yapıda kalıcı ötelenmeler ve şakülden sapmalar olmaz ve betonarme elemanların pas paylarında dökülmeler olabilir şeklinde tanımlanır. Onarım güçlendirme yapılmadan oturuma devam edilemez.

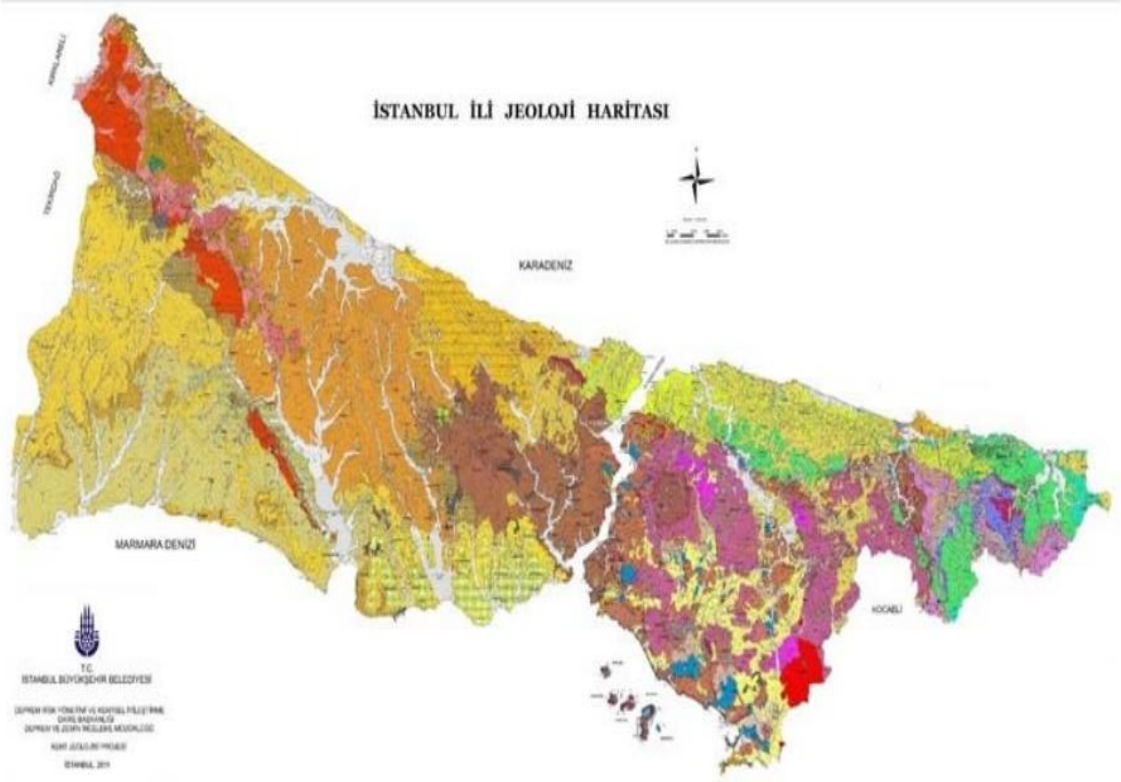
3-Ağır hasar: Yapının taşıyıcı sistem elemanlarının onarılamayacak ya da güçlendirilemeyecek kadar hasar gördüğü durumlar. Binanın yıktırılması gerektiği anlamına gelir.

4-Yıkık: Binaların taşıyıcı sistemlerinin büyük oranda kalıcı yer değiştirerek kısmen veya tamamen yıkılması ve çatının çökmesi durumunu ifade eder.

BÖLÜM 3. YAPILARIN DEPREMSELLİĞİNİNİN VE ZEMİN TÜRLERİNİN TESPİT EDİLMESİ

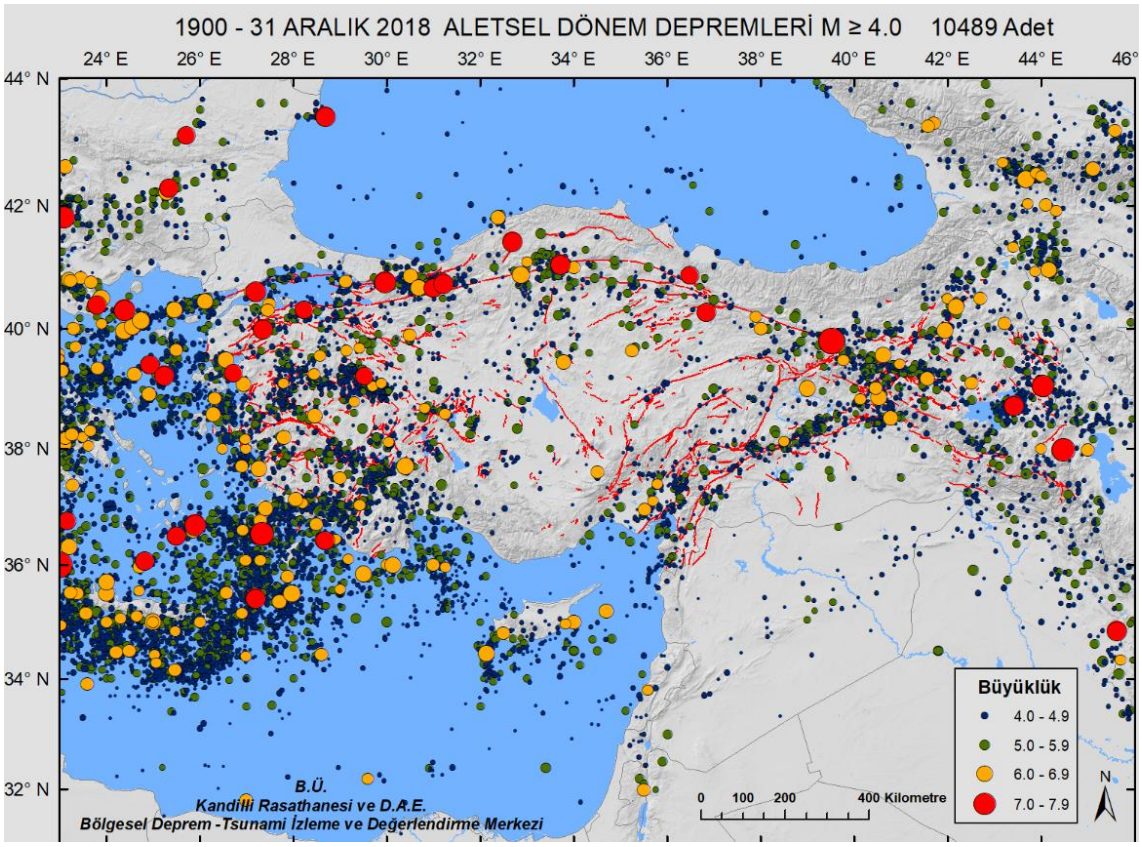
Yapının bulunduğu bölgenin zemin türü proje aşamasında yapılan zemin edüdü veya bölgnin jeoloji haritasına bakılarak tespit edilir. Bu tezde incelenen yapıların zemin edüdü raporları mevcut olmadığı için yapıların zemin türleri bulunduğu bölgelerin jeoloji haritasına bakılıp tespit edilmiştir. İstanbul bölgesine ait jeoloji haritası Şekil 1'de gösterilmiştir.

Yapıların depremselliği bulunduğu bölgede gerçekleşen deprem kayıtlarının yoğunluğuna bağlı olarak yüksek, orta ve düşük olarak belirlenir. Deprem olma olasılığının yüksek olduğu bölgeler 1.derece deprem bölgesi olarak tanımlanır.



Şekil 1. İ.B.B Kayıtlarına Göre Bölgenin Jeoloji Haritası

Şekil 2'de kırmızı ile işaretlenmiş bölgeler deprem büyüklüğünün 7'den fazla olduğu depremlerin gözlemlendiği bölgelerdir. İncelenen yapılardan 2 tanesi Adapazarı'nda yer almaktadır. Şekil 2'de kırmızı ile işaretlenmiş alanda yer aldığı için 1.derece deprem bölgesi olarak ele alınmıştır.

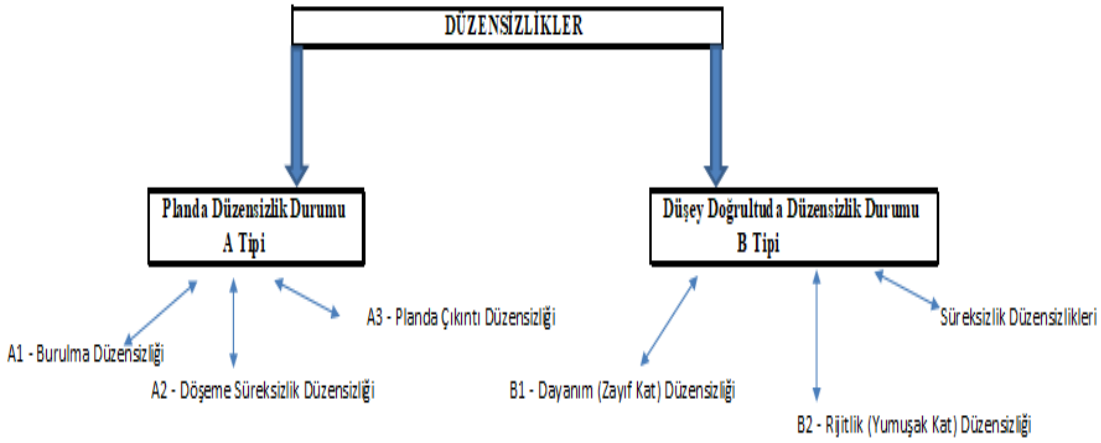


Şekil 2. Boğaziçi Üniversitesi Kandilli Rasathanesi'ne Ait Geçmiş Deprem Kayıtları

BÖLÜM 4. TAŞIYICI SİSTEM DÜZENSİZLİKLERİ

Yapıda oluşabilecek düzensizlik çeşitleri planda ve düşey doğrultuda olmak üzere ikiye ayrılır. Planda düzensizlik olması Türk Deprem Yönetmeliğinde A Tipi düzensizlik olarak tanımlanmıştır. A grubu düzensizlikler Burulma,Döşemede süreksizlik ve Planda çıkıntı düzensizliği olarak 3'e ayrılır. Düşey doğrultuda düzensizlik durumu B grubu düzensizlikler olarak tanımlanmıştır. Zayıf kat, Yumuşak kat ve Süreksizlik düzeyi olarak 3'e ayrılır. Şekil 3'te düzensizlik çeşitleri gösterilmiştir.

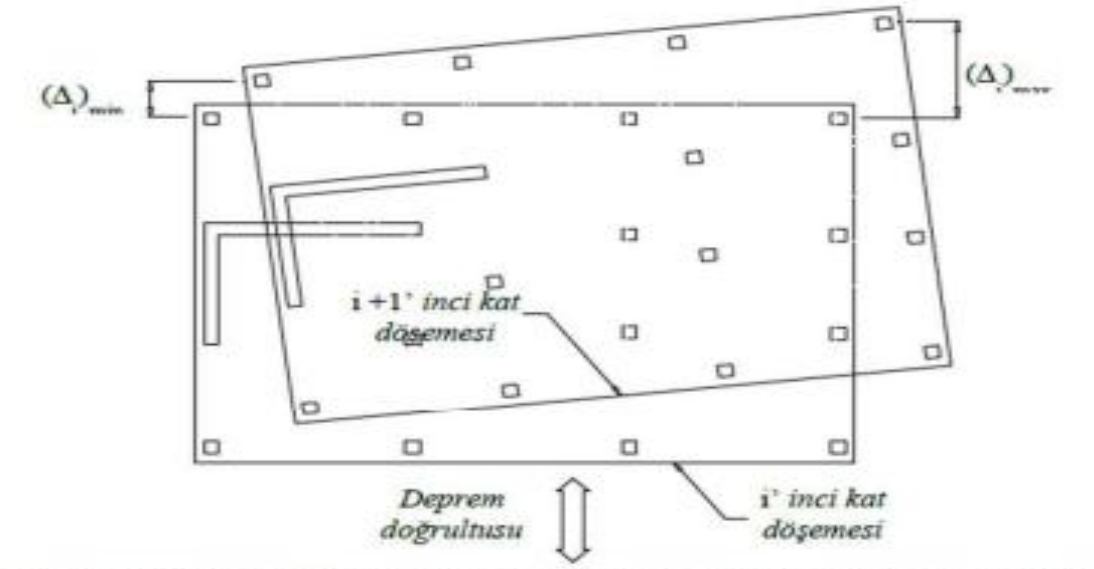
4.1. A1 BURULMA DÜZENSİZLİĞİ



Şekil 3. Yapıda Oluşabilecek Düzensizlik Çeşitleri

İki yönde (x ve y doğrultusunda) etkiyen depremin ele alınan doğrultusu için ele alınan kattaki göreli kat ötelemesinin diğer doğrultudaki göreli kat ötelemesine oranını 1,2'den büyük ise yapıda burulma düzensizliği olduğu anlamına gelir.

Bu nedenle yapıda büyük az sayıda perde duvar imalatı yerine küçük çok sayıda düzenli perde duvar seçimi burulma açısından daha iyi olacaktır. Burulma etkisini azaltmak için en etkili yöntem zayıf olan akslara perde duvar yerleştirmektir. Türk deprem yönetmeliğinde şu şekilde şematize edilmiştir.

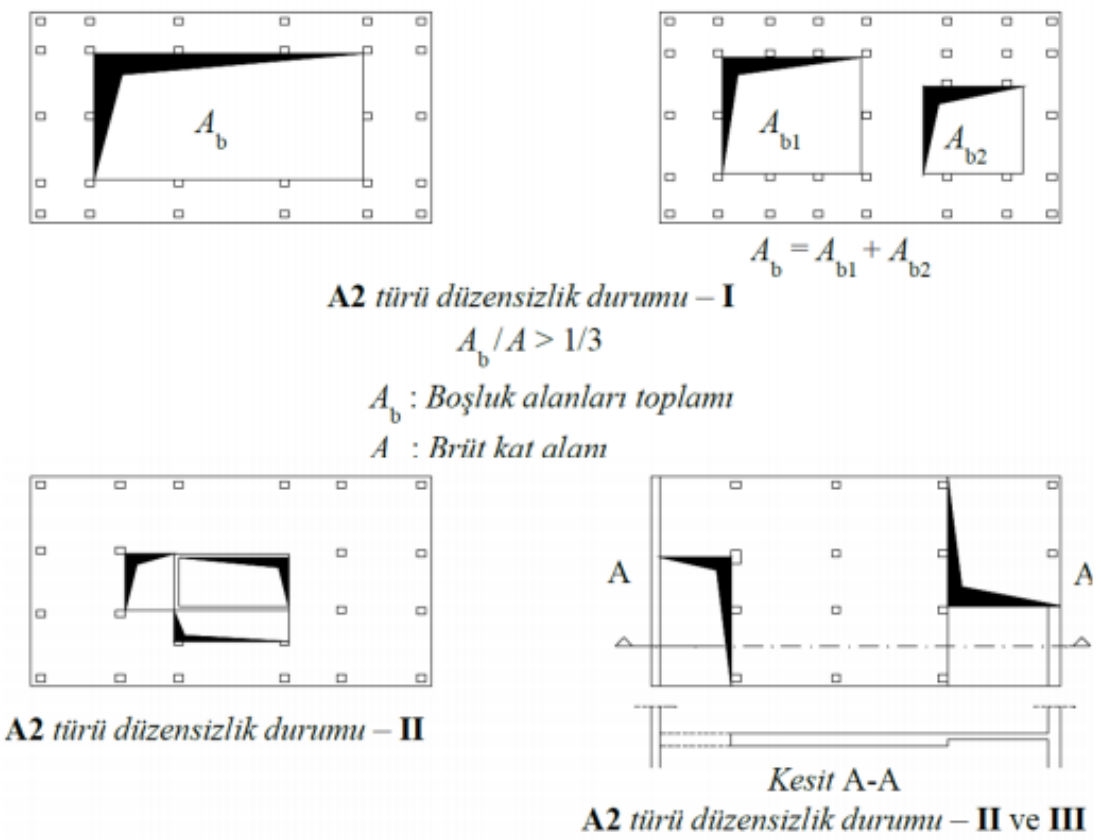


Şekil 4. DBYBHY 2007'ye Göre Burulma Düzensizliği [3].

Şekil 4'teki yapı sol tarafta mevcut olan perde nedeniyle, mevcut katta sağ tarafa göre daha fazla rijitlik kazandırdığı için sağ taraf y doğrultusunda gelen depremde burulma davranışı göstermiştir.

4.2. A2- Döşeme Süreksizlik Düzensizliği

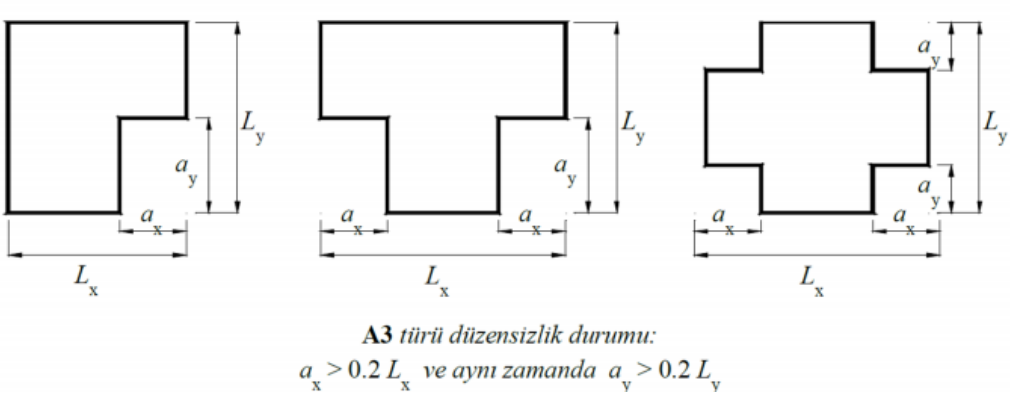
Döşemede bulunan toplam boşlukların alanının (merdiven, asansör, havalandırma vb.) katın brüt alanına oranı 1/3'ü geçiyor, deprem etkisinin aktarılmasını zorlaştıran bölgesel döşeme boşluklarının olması, döşemede ani rijitlik değişimi olması durumu var ise yapıda döşeme süreksizlik düzensizliği oluşur. Şekil 5'te yapıda oluşacak A2 tipi düzensizlik durumları anlatılmıştır.



Şekil 5. DBYBHY 2007'ye Göre Döşeme Süreksizlik Düzensizliği [3].

4.3. A3- Planda Çıkıntılar Bulunması Düzensizliği

Binada herhangi bir doğrultudaki çıkıntıların uzunluğu aynı doğrultudaki toplam plan boyutlarının %20'sinden büyük ise bu düzensizlik tipi mevcuttur. Yapılarda oluşabilecek çıktıntı düzensizlikleri çeşitleri ve oranları DBYBHY 2007'ye göre Şekil 6'da belirtilmiştir.



A3 *türü düzensizlik durumu:*
$a_x > 0.2\,L_x$ *ve aynı zamanda* $a_y > 0.2\,L_y$

Şekil 6. DBYBHY 2007'ye Göre Planda Çıkıntı Bulunması Düzensizliği [3].

4.4 B1- KOMŞU KATLAR ARASI DAYANIM DÜZENSİZLİĞİ (ZAYIF KAT)

Herhangi bir deprem doğrultusunda seçilen kattaki etkili kesme alanının bir üst kattaki etkili kesme alanına oranı olan Dayanım Düzensizliği Katsayısı ηci 'nin 0,80'den küçük olması durumudur.

ηci =(∑Ae)i/(∑Ae)i+1<0.8

∑Ae=∑Aw+∑Ag+0.15 ∑Ak Şeklinde hesaplanmaktadır.

∑Aw=Kolon enkesiti etkin gövde alanı (depreme dik doğrultudaki kolon çıkıntılarının alanı hariç)

∑Ag= Herhangi bir katta, gözönüne alınan deprem doğrultusuna paralel doğrultuda perde olarak çalışan taşıyıcı sistem elemanlarının enkesit alanlarının toplamı,

∑Ak=Herhangi bir katta, gözönüne alınan deprem doğrultusuna paralel kargir dolgu duvar alanlarının (kapı ve pencere boşlukları hariç) toplamıdır.

Zemin katların mağaza restoran gibi fonksiyonlarda kullanılması için kat yüksekliği fazla dolgu duvarsız inşaa edilmesi çok katlı binalarda depremin zemin kata daha fazla zarar vermesine neden olur. Dolgu duvarlar katın deprem altında yatay deplasmanlara karşı direncini arttırır. Bu tip düşey yönde rijitlik süreksizliği bulunan katlara zayıf kat denir. Zemin kat yüksekliğinin üst katlara nazaran daha fazla olması da, zayıf kat düzensizliği yaratır. Şekil 7'de zemin katının yüksekliği normal kat

yüksekliğinden fazla olan bir yapının deprem meydana geldiğinde zayıf kat düzensizliği mevcut olduğu için hasar almıştır.



Şekil 7. Zayıf Kat Hasarından Dolayı Zarar Görmüş Yapı [25]

4.5 B2- KOMŞU KATLAR ARASI RİJİTLİK DÜZENSİZLİĞİ (YUMUŞAK KAT)

Herhangi bir deprem doğrultusuna göre herhangi bir i'inci kattaki göreli kat ötelemesinin bir üst kattındaki ya da alt katındaki göreli kat ötelemesine oranı olan Rijitlik Düzensizliği Katsayısı ηki'nin 2 den büyük olması durumudur.

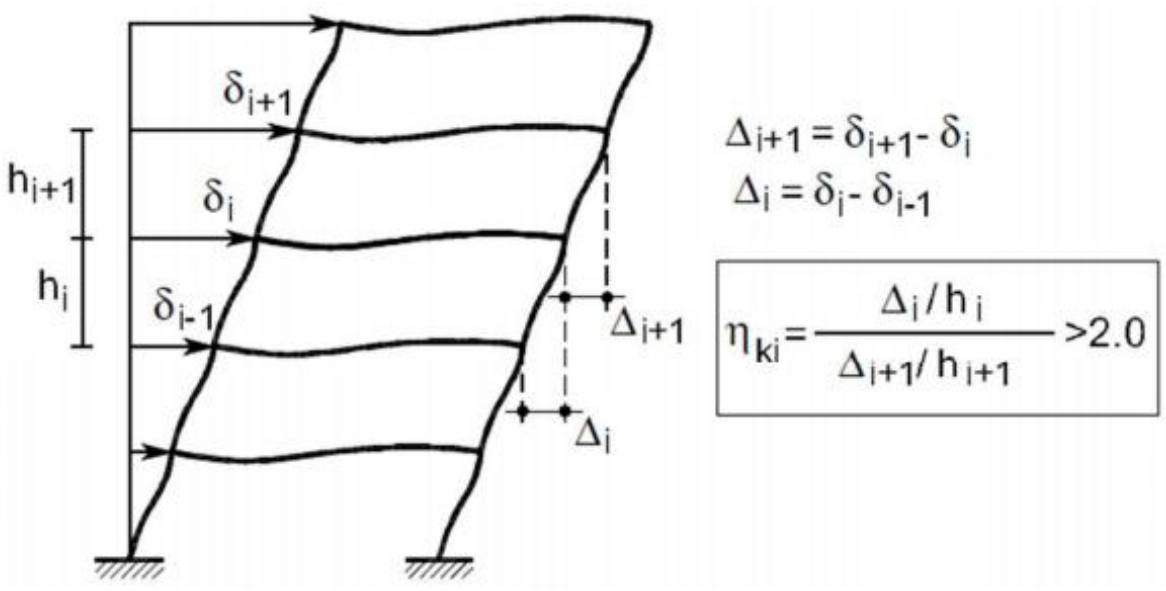
ηki=i'inci katta tanımlanan Rijitlik Düzensizliği Katsayısı,

Δi=Binanın i'inci katındaki azaltılmış göreli kat ötelemesi

hi=Binanın i'inci katının kat yüksekliği olmak üzere

ηki=(Δi/hi)ort/(Δi+1/hi+1)ort>2.0 veya ηki=(Δi/hi)ort/(Δi-1/hi-1)

olması durumunda Komşu Katlar Arası Rijitlik Düzensizliği (Yumuşak Kat) olduğu kabul edilir. Göreli kat ötelemeleri ve kat yükseklikleri DBYBHY 2007'ye göre Şekil 8'de gösterildiği gibi açıklanmıştır .

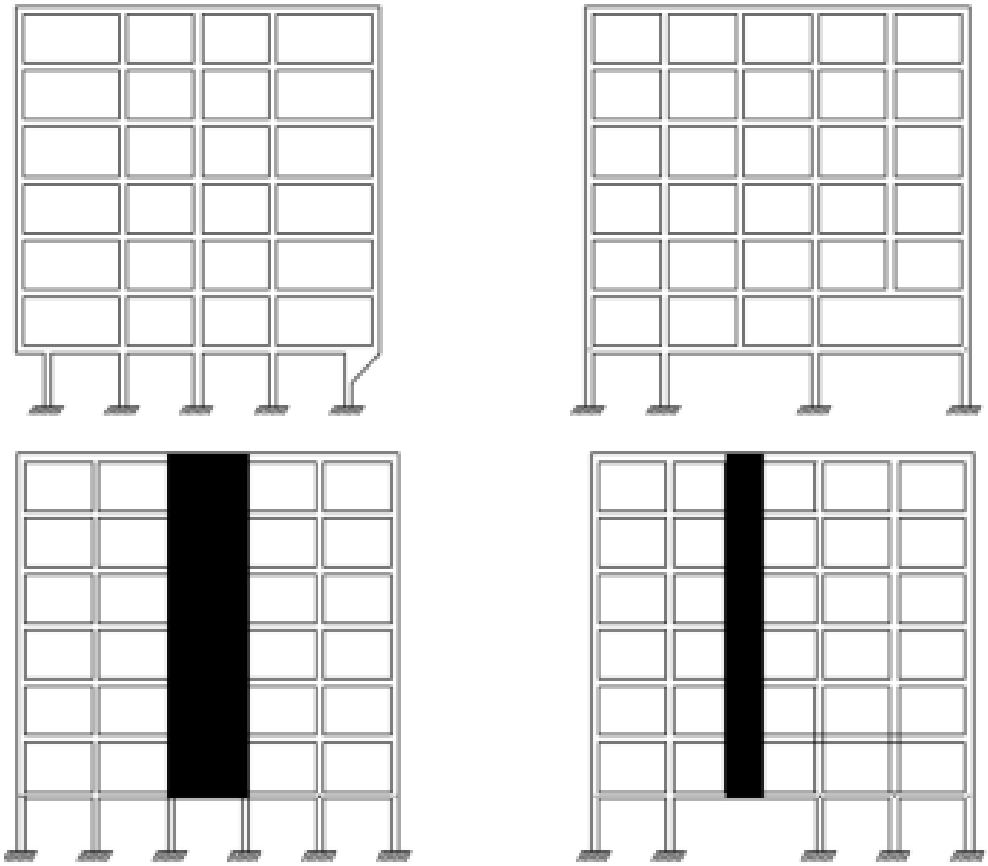


Şekil 8. DBYBHY 2007'ye Göre Yumuşak Kat Oluşumu [3]

Komşu katlar arası dayanım düzensizliği ile komşu katlar arası rijitlik düzensizliği arasındaki fark; dayanım düzensizliği katlarda mevcut olan kolon, perde ve duvarların kesme alanları toplamı oranları ile ilgiliyken rijitlik düzensizliği binanın katlarının göreli kat ötelemelerinin oranı ile ilgilidir.

4.6. B3- Taşıyıcı Sistem Düşey Elemanlarının Süreksizliği

Kolon veya perdelerin kaldırılması, ya da düşey taşıyıcıların kirişlerin veya guseli kolonların üstüne birleşiminin yapılması, üst kattaki perdelerin alt kattaki kolonlara bindirilmesi gibi durumlarda düşey elemanların süreksizliği durumu oluşur. Şekil 9'da yapıda meydana gelebilecek taşıyıcı düşey elemanların süreksizliğinden kaynaklanan düzensizlikler gösterilmiştir.



Şekil 9. DBYBHY 2007'ye Göre Düşey Elemanların Süreksizliği [3]

BÖLÜM 5. HIZLI DEĞERLENDİRME YÖNTEMLERİ

Ülkemizde deprem tehdidine maruz mevcut yapıların tamamının ayrıntılı bir şekilde 3D analizlerinin yapılarak incelenmesi ve deprem performanslarının saptanması, konunun aciliyeti ve gerek maddi kaynaklar düşünüldüğünde imkânsız denecek kadar uzun, zor ve maliyetli bir işlemdir. Bu bölümde bu soruna çözüm olabilecek mevcut yapıların deprem güvenliğini belirlemekte kullanılan daha önce geliştirilmiş hızlı değerlendirme metotları açıklanacaktır.

Bu tezde açıklama yapılacak yöntemler sırası ile ;

FEMA 154 yöntemi

Kanada Sismik Tarama Yöntemi

Japon Sismik İndeks Yöntemi ‘dir.

5.1. FEMA 154

Yapıların statik hesap yapılmaksızın sadece gözlem yöntemi ile risk puanı elde edilir. Bu puan sonucunda detaylı incelemeye gerek olup olmadığı sonucu elde edilir. Yapının risk puanı ne kadar fazla ise detaylı inceleme ihtiyacının olduğu sonucuna varılır. Yapının bulunduğu bölgenin depremselliğine göre 3 farklı form kullanılarak yapılar değerlendirilir. Tablo 1, Tablo 2, Tablo 3’te sırasıyla yüksek,orta ve düşük depremsel bölgeler için kullanılan formlar belirtilmiştir. Yapının depremselliği o bölgede deprem oluşma potansiyeli olarak tanımlanır. Depremsellik haritalarında yoğunlukla deprem gerçekleşen bölgeler 1. Bölge yüksek depremselliğe sahip bölgelerdir.

Yapıların taşıyıcı sistemi bu formlarda 9 tipe ayrılıp isimlendirilmiştir.

Bunlar;

Moment aktaran çelik çerçeve (S1)

Çaprazlı çelik çerçeve (S2)

Perde duvarlı çelik çerçeve (S4)

Yığma duvarlı çelik çerçeve (S5)

Moment aktaran betonarme çerçeve (C1)

Perde duvarlı betonarme çerçeve (C2)

Yığma duvarlı betonarme çerçeve (C3)

Prefabrike betonarme çerçeve (PC2)

Yığma yapılar (URM) şeklindedir.

Bu yöntem tarihi kulelerde, taşıyıcı sistemsiz yapılarda ve tarihi yapılarda kullanılmamaktadır.

Yapının risk skoru hesaplanırken; yapının taşıyıcı sistemi, kat adedi, planda düzensizlik olup olmadığı, deprem yönetmeliğinden önce ya da sonra yapılması ve zemin sınıfına göre puanlandırılır. Elde edilen nihai puan olan S skoru büyüdükçe yapının deprem performansı artmaktadır. S puanı belirlenmiş limitin üstündeki yapılar "Güvenilir" limitin altında S puanına sahip yapılar ise "Güvensiz" olarak nitelendirilir. Sınır değer olarak 2 değeri kabul edilmiştir.

FEMA 154 Yöntemi'nde elde edilen veriler doğrultusunda yapı "Güvensiz" olarak değerlendirildiğinde daha detaylı bir inceleme yapılması sonucuna varılır.

Tablo 1. Fema 154 Yöntemine Göre Yüksek Depremsellik Bölgelerinde Kullanılacak Form [8].

Yapılarda Potansiyel Zarar Değerlendirmesi için Hızlı Sokak Taraması
FEMA 154 Veri Toplama Formu — **YÜKSEK DEPREMSELLİK(1. BÖLGE)**

Adres:_____
PK:_____
Diğer Tanımlayıcı:_____
Kat Sayısı:_____ Yapım Yılı_____
Personelin Adı:_____ Tarih:_____
Toplam Kullanım Alanı(m^2):_____
Yapının Adı:_____
Yapının Kullanım Amacı:_____

FOTOĞRAF

Ölçek:

KULLANIM AMACI			Kişi Sayısı		ZEMİN SINIFI				KOPMA-DÜŞME HASARI		
Topluluk	Endüstriyel	Ofis	0-10	10-100	Z1	Z2	Z3	Z4	Baca	Parapet	Kaplama
Ticari	Yönetim	Konut	101-1000	1000+	Çok sıkı zemin	Sıkı zemin	Orta sıkı zemin	Gevşek zemin	☐	☐	☐
Acil Hzm.	Tarihi	Okul							Diğer:_____		

YAPI ANA SKORU, FAKTÖRLER,NİHAİ SKOR,S

Yapı Tipi	S1 (MRF)	S2 (BR)	S4	S5 (URMINF)	C1 (MRF)	C2 (SW)	C3 (URM INF)	PC2	URM
Ana Skor	2,8	3	2,8	2	2,5	2,8	1,6	2,4	1,8
Yükseklik(4-7)	+0,2	+0,4	+0,4	+0,4	+0,4	+0,4	+0,4	UD	0,0
Yükseklik(>7)	+0,6	+0,8	+0,8	+0,8	+0,6	+0,8	+0,3	+0,4	UD
Düşey Düzensizlik	-1,0	-1,5	-1,0	-1,0	-1,5	-1,0	-1,0	-1,0	-1
Plan Düzensizliği	-0,5	-0,5	-0,5	-0,5	-0,5	-0,5	-0,5	-0,5	-0,5
Yönetmelik Öncesi	-1,0	-0,8	-0,8	-0,2	-1,2	-1,0	-0,2	-0,8	-0,2
Yönetmelik Sonrası	+1,4	+1,4	+1,2	+1.2	+1,2	+1,6	+1.2	+1.2	+1,8
Z2 Zemin Sınıfı	-0,4	-0,4	-0,4	-0,4	-0,4	-0,4	-0,4	-0,4	-0,4
Z3 Zemin Sınıfı	-0,6	-0,6	-0,6	-0,4	-0,6	-0,6	-0,4	-0,6	-0,6
Z4 Zemin Sınıfı	-1,2	-1,2	-1,2	-0,8	-1,2	-0,8	-0,8	-1,2	-0,8

NİHAİ SKOR,S

YORUMLAR:

Detaylı Değerlendirme Gerekiyor
Evet Hayır

*:Tahmini veya güvenilir olmayan veri
B: Bilinmiyor
BR: Çaprazlı Çerçeve
MRF: Moment Aktaran Çerçeve
RC:Betonarme
SW:Perde Duvarlı
URM INF:Yığma Duvarlı

Tablo 2. Fema 154 Yöntemine Göre Orta Depremsellik Bölgelerinde Kullanılacak Form [8].

Yapılarda Potansiyel Zarar Değerlendirmesi için Hızlı Sokak Taraması

FEMA 154 Veri Toplama Formu — **ORTA DEPREMSELLİK(2. ve 3. BÖLGE)**

Adres:_____

_____PK:_____

Diğer Tanımlayıcı:_____

Kat Sayısı:_____Yapım Yılı_____

Personelin Adı:_____Tarih:_____

Toplam Kullanım Alanı (m^2):_____

Yapının Adı:_____

Yapının Kullanım Amacı:_____

FOTOĞRAF

Ölçek:

KULLANIM AMACI			Kişi Sayısı	
Topluluk	Endüstriyel	Ofis	0-10	10-100
Ticari	Yönetim	Konut	101-1000	1000+
Acil Hzm.	Tarihi	Okul		

ZEMİN TİPİ			
Z1	Z2	Z3	Z4
Çok sıkı zemin	Sıkı zemin	Orta sıkı zemin	Gevşek zemin

KOPMA-DÜŞME HASARI		
Baca	Parapet	Kaplama
☐	☐	☐

Diğer:_____

BAŞLANGIÇ SKORU, FAKTÖRLER,NİHAİ SKOR,S

Yapı Tipi	S1 (MRF)	S2 (BR)	S4	S5 (URMINF)	C1 (MRF)	C2 (SW)	C3 (URM INF)	PC2	URM
Başlangıç Skoru	3,6	3,6	3,6	3,6	3,0	3,6	3,2	3,2	3,4
Yükseklik(4-7)	+0,4	+0,4	+0,4	+0,4	+0,2	+0,4	+0,2	+0,4	+0,4
Yükseklik(>7)	+1,4	+1,4	+1,4	+0,8	+0,5	+0,8	+0,4	+0,6	+0,6
Düşey Düzensizlik	-2,0	-2,0	-2,0	-2,0	-2,0	-2,0	-2,0	-1,5	-1,5
Plan Düzensizliği	-0,5	-0,5	-0,5	-0,5	-0,5	-0,5	-0,5	-0,5	-0,5
Yönetmelik Öncesi	-0,4	-0,4	-0,4	-0,2	-1,0	-0,4	-1,0	-0,4	-0,4
Yönetmelik Sonrası	+1,4	+1,4	+1,2	+1.2	+1,2	+1,6	+1.2	+1.2	+1,8
Z2 Zemin Sınıfı	-0,6	-0,8	-0,8	-0,8	-0,6	-0,8	-0,6	-0,6	-0,4
Z3 Zemin Sınıfı	-1,0	-1,2	-1,2	-1,2	-1,0	-1,2	-1,0	-1,2	-0,8
Z4 Zemin Sınıfı	-1,6	-1,6	-1,6	-1,6	-1,6	-1,6	-1,6	-1,6	-1,6

NİHAİ SKOR,S

YORUMLAR:

Detaylı Değerlendirme Gerekiyor

Evet Hayır

*:Tahmini veya güvenilir olmayan veri
B: Bilinmiyor

BR: Çaprazlı Çerçeve

MRF: Moment Aktaran Çerçeve
RC:Betonarme

SW:Perde Duvarlı
URM INF:Yığma Duvarlı

Tablo 3. Fema 154 Yöntemine Göre Düşük Depremsellik Bölgelerinde Kullanılacak Form [8].

Yapılarda Potansiyel Zarar Değerlendirmesi için Hızlı Sokak Taraması

FEMA 154 Veri Toplama Formu — **DÜŞÜK DEPREMSELLİK(4. ve 5. BÖLGE)**

Adres:_____

PK:_____

Diğer Tanımlayıcı:_____

Kat Sayısı:_____ Yapım Yılı_____

Personelin Adı:_____ Tarih:_____

Toplam Kullanım Alanı (m^2):_____

Yapının Adı:_____

Yapının Kullanım Amacı:_____

FOTOĞRAF

Ölçek:

KULLANIM AMACI			ZEMİN TİPİ				KOPMA-DÜŞME HASARI		
Topluluk	Endüstriyel	Ofis	Kişi Sayısı		Z1	Z2	Z3	Z4	Baca	Parapet	Kaplama
Ticari	Yönetim	Konut	0-10	10-100	Çok sıkı	Sıkı	Orta sıkı	Gevşek	☐	☐	☐
Acil Hzm.	Tarihi	Okul	101-1000	1000+	zemin	zemin	zemin	zemin	Diğer:_____		

BAŞLANGIÇ SKORU, FAKTÖRLER,NİHAİ SKOR,S

Yapı Tipi	S1 (MRF)	S2 (BR)	S4	S5 (URMINF)	C1 (MRF)	C2 (SW)	C3 (URM INF)	PC2	URM
Başlangıç Skoru	4,6	4,8	4,8	5,0	4,4	4,8	4,4	4,6	4,6
Yükseklik(4-7)	+0,2	+0,4	+0,2	-0,2	+0,4	-0,2	-0,4	-0,2	-0,2
Yükseklik(>7)	+1,0	+1,0	+1,0	+1,2	+1,0	0,0	-0,4	-1,2	0,0
Düşey Düzensizlik	-2,0	-2,0	-2,0	-2,0	-1,5	-2,0	-2,0	-1,5	-1,5
Plan Düzensizliği	-0,8	-0,8	-0,8	-0,8	-0,8	-0,8	-0,8	-0,8	-0,8
Yönetmelik Öncesi	-0,4	-0,4	-0,4	-0,2	-1,0	-0,4	-1,0	-0,4	-0,4
Yönetmelik Sonrası	+0,4	+0,6	+0,6	+0.6	+0,6	+0,4	+0,4	+0,4	+0,4
Z2 Zemin Sınıfı	-0,8	-0,4	-0,4	-0,4	-0,6	-0,4	-0,4	-0,2	-0,2
Z3 Zemin Sınıfı	-1,4	-1,2	-1,4	-0,8	-1,4	-0,8	-0,8	-1,0	-0,8
Z4 Zemin Sınıfı	-2,0	-2,0	-2,2	-2,0	-2,0	-2,0	-2,0	-2,0	-1,6

NİHAİ SKOR,S

YORUMLAR:

Detaylı Değerlendirme Gerekiyor

Evet Hayır

*:Tahmini veya güvenilir olmayan veri
B: Bilinmiyor
BR: Çaprazlı Çerçeve
MRF: Moment Aktaran Çerçeve
RC:Betonarme
SW:Perde Duvarlı
URM INF:Yığma Duvarlı

5.2. KANADA SİSMİK TARAMA YÖNTEMİ

Kanada Ulusal Araştırma Birliği tarafından yayınlanan ilkeler doğrultusunda önerilen yöntem çok aşamalı bir incelemenin ilk aşaması olarak düşünülmekte ve incelenen bina grubundaki her bir binanın deprem riskinin sayısal olarak ön değerlendirilmesini içermektedir [9].

Yapı hakkında herbir bilginin sayısal karşılığı vardır. Yapının bulunduğu bölgenin depremselliği (A), yapının bulunduğu zemin tipi (B), yapının taşıyıcı sistem tipi (C), yapıdaki döşeme tipi (D), yapıdaki yapısal düzensizlikler (E), yapıyı kullanan kişi sayısına göre yapı önem katsayısı (F) gibi parametreler sayısal değerler dönüşür ve çarpımları SI yapısal indeks olarak tanımlanır.

$$SI=A*B*C*D*E*F \quad (2.1)$$

bağıntısı ile hesaplanır.

Binanın genel durumu (G), yapısal olmayan bileşenleri ise (H) ile beraber hesaplanan NSI yapısal olmayan indeks

$$NSI=B*F*G*H \quad (2.2)$$

bağıntısı ile hesaplanır.

$$SPI=SI+NSI \quad (2.3)$$

bağıntısı ile hesaplanır.

5.2.1. Kanada Sismik Tarama Yöntemi'nin parametreleri hakkında bilgiler

A: Yapının bulunduğu bölgenin depremselliği hakkında bilgi veren parametredir. 1 ile 5 arasında değer alır. Depremselliği fazla olan bölgelerde değer üst sınırda depremselliği az olan bölgelerde ise alt sınırda alınır.

B: Yapının bulunduğu zemin tipini ifade eden parametredir. 1,0 ile 1,5 arasında değerler alınır. Sıkı zeminlerde bu değer 1,0 olarak alınır, çok yumuşak ve sıvılaşma sorunu olan zeminlerde 1,5 olarak alınır.

Kaya ve sıkı zeminler; 50 m'den az kalınlıkta kaya ve sıkı zemin zeminler ya da kaya katmanları üzerinde çakıl, sıkı kil, stabil kum zeminler.

Sıkı zemin; 50 m'den daha fazla kalınlıkta sıkı zeminler ya da kaya katmanları üzerinde çakıl, sıkı kil, stabil kum zeminler.

Yumuşak zemin; 15 m'den fazla kalınlıkta yumuşak ya da orta sıkılıkta kil ve kum zeminler ya da kohezyonsuz zeminler.

Çok yumuşak ve kayma riski olan zeminler; çok yumuşak kil, kayma riski bulunan gevşek kumlu-killi zeminler.

Tablo 4. Kanada Sismik Tarama Yöntemine Göre B Değerinin Bulunması [24]

			Zemin Sınıfı					B=
			Kaya	Sağlam Zemin	Zayıf Zemin	Çok Zayıf ya da	Bilinmeyen	
B	Zemin Koşulları	Yönetmelik Yılı	Sağlam Zemin	> 50 m	> 15 m	Kayabilir Zemin	Zemin	
		65 Öncesi	1.0	1.3	1.5	2.0	1.5	
		65 Sonrası	1.0	1.0	1.0	1.5	1.5	

Tablo 4'te zemin sınıfına ilişkin değerler verilmiştir. Bu tezde incelenecek yapılar 1965 yılından sonra inşaa edilen yapılar olduğu için şekildeki 2. satır kullanılacaktır.

C: Yapının taşıyıcı sistem tipi ile ilgili parametredir. 1 ile 3,5 arasında değer alınır. Tablo 5'de yapının taşıyıcı sistemine ve yapım yılına bağlı olarak değerlerin değiştiği gösterilmiştir. Süneklik düzeyi yüksek taşıyıcı sistemler 1,0 değeri alırken gevrek yapılar 3,5 değeri alır.

Tablo 5. Kanada Sismik Tarama Yöntemine Göre C Değerinin Bulunması [24]

C	Taşıyıcı Sistem Türü (BM=Değerlendirme yılı)	Yönetmelik Yılı	Taşıyıcı Sistem Türü ve Sembolleri													C=
			Ahşap		Çelik				Betonarme		Ön Üret.		Yığma Dolgu	Yığma		
			WLF	WPB	SLF	SMF	SBF	SCW	CMF	CSW	PCF	PCW	SIW, CIW	RML, RMC	URM	
		70 Öncesi	1.2	2.0	1.0	1.2	1.5	2.0	2.5	2.0	2.5	2.0	3.0	2.5	3.5	
		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	
		BM Sonrası	1.2	2.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	-	

D: Yapının döşeme tipi ile ilgili parametredir. 1,0 ile 2,0 arasında değer alınır. Hafif ve diyafram özelliğinde çalışan yapılarda bu değer 1,0 olarak alınır.

E: Yapıdaki plansal ve yapısal düzensizlikler ile ilgili parametredir. Tablo 6'da yapıda mevcut olabilecek düzensizlik durumları ve düzensizliğe karşılık gelen skorlar verilmiştir. Bir yapıda birden fazla düzensizlik olabileceği için mevcut düzensizlikler işaretlenir ve toplanır. Toplamları maksimum 4 olabilir. Toplam 4'den büyük ise 4 kabul edilir.

Tablo 6. Kanada Sismik Performans Yöntemine Göre E Değerinin Bulunması [24]

Düzensizlikler	Yönetmelik Yılı	1. Düşeyde	2. Planda	3. Kısa Kolon	4. Yumuşak Kat	5. Çekiçleme	6. Dönüştürme	7. Bozulma	8. Hiçbiri
	70 Öncesi	1.3	1.5	1.5	2.0	1.3	1.3	1.3	1.0
	70 Sonrası	1.3	1.5	1.5	1.5	1.3	1.0	1.3	1.0

F: Yapının önem katsayısı ile ilgili parametredir. Tablo 7'de yapının önem katsayısı yapıyı kullanan kişi sayısı ve kullanım süresi ile ilişkilendirilmiştir. 0,7 ile 3,0 arasında değer alınır. Bu değerler yapıda yaşayan kişi sayısıyla ilgilidir.

Tablo 7. Kanada Sismik Performans Yöntemine Göre F Değerinin Bulunması [24]

Bina Önemi	Yönetmelik Yılı	Düşük Kullanım N<10	Normal Kullanım N=10-300	Okul ya da Fazla Kullanım N=301-3000	Afet Sonrası ya da Çok Fazla Kull. N>3000	Özel İşletme Gereksinimleri	E=
	70 Öncesi	0.7	1.0	1.5	2.0	3.0	
	70 Sonrası	0.7	1.0	1.2	1.5	2.0	

N= Kullanım Alanı x Kullanım Yoğunluğu x Süre Faktörü= ……..……..……..x……..……..……..x……..……..…….=

Ana Kullanım	Kullanım Yoğunluğu kişi/m^2	Ortalama Haftalık Kullanım Saati
Toplantı	1	5-50
Ticari, Hizmet	0.2	50-80
Ofis, Enstitü, Üretim	0.1	50-60
Konut	0.05	100
Depo	0.01-0.02	100

* Süre Faktörü ortalama haftalık kullanım saatinin 100'e bölünmesiyle elde edilir, değeri 1.0'den büyük olamaz.

G: Yapının değerlendirme yapıldığı zamandaki mevcut durumu ile ilgili parametredir. 1,0 ile 4,0 arasında değer alınır. Yapının değerlendirme yapıldığı zamandaki durumu iyi halde ise 1,0 hasarlı ve kötü halde ise 4,0 alınır.

H: Yapısal olmayan bileşenler ile ilgili parametredir. Düşme, kopma gibi tehlikesi bulunan baca, parapet, çıkmalar, cephe kaplamaları gibi yapının dışında bağlantısı kötü yapılmış imalatlar; binanın içinde bulunan ağır duvarlar gibi elemanların varlığı bu parametrede değerlendirilir. Tablo 8'de yapım yılına bağlı olarak yapıda düşme tehlikesi var mı sorusuna evet hayır gibi cevaplar vererek elde edilebilecek puanlar gösterilmiştir.

Tablo 8. Kanada Sismik Performans Yöntemine Göre H Değerinin Bulunması [24]

YAPISAL OLMAYAN TEHLİKELER (uygun tanımı yuvarlak içine al)

F1 Düşme Tehlikesi

Dış: Yığma bacalar, parapetler, ahşap ya da doğal taş ön üretimli paneller, güvenli olmayan camlar, yürüyüş yolu üzerinde bulunan kanopiler
İç: Ağır bileşenler: yığma bölme elemanları; çıkışlarda güvenli olmayan camlar; insanların yoğun olduğu ortamlara göçebilecek raflar

F2 Özel İşletmelerde Tehlikeler: Özel işletmelerin sürekli çalışması için gerekli olan ekipmanlar.
Sahibi ya da yetkili kişi devam eden işlemler için gereken kritik öğelerin listesini oluşturmalıdır.

	YAPISAL OLMAYAN TEHLİKELER		Tanım		Yok	Evet	Evet *	F= maks(F1, F2) =
F=	F1	Düşme Tehlikesi olan elemanlar		70 Öncesi Yönetmelik	1.0	3.0	6.0	
				70 Sonrası Yönetmelik	1.0	2.0	3.0	
	F2	Özel İşletmelerde Tehlike		Herhangi bir yıl	1.0	3.0	6.0	
	* İlk sayfada SMF, CMF, yumuşak kat, burulma durumlarından bir ya da birkaçı işaretlenmiş ise * olan bölümü işaretle.							

Tüm bu parametrelere verilen puanlar ile elde edilen SI ve NSI değerlerine göre yapı değerlendirilir.

SI ya da NSI 1,0-2,0 Yeterli Deprem Güvenliği

SPI<10 ise Düşük Öncelikli Binalar

SPI 10-20 Orta Öncelikli Binalar

SPI>20 Yüksek öncelikli Binalar

SPI>30 Çok tehlikeli Binalar

olarak gruplandırılır.

Bu yöntemde çok fazla parametre puanlanıp bir sonuca varılacağı için değerler çok dikkatli seçilmelidir. Belirsiz durumların olduğu parametre puanlamalarında güvenli bölgede kalınacak şekilde puanlar verilip hesaplamalar yapılmalıdır.

5.3. Japon Sismik İndeks Yöntemi

Japonya'da geliştirilmiş olan bu yöntem 3 aşamadan oluşmaktadır. Aşamalar bir önceki aşamadan daha detaylı olup daha doğru sonuçlar vermektedir. Ancak süre ve maliyet açısından bakıldığında amacımız daha doğru sonuca daha kısa sürede ulaşmak olduğu için bu tezde 1.aşamada değerlendirme yöntemi kullanılacaktır.

Japon sismik indeks yönteminin kullanılması için yapının en fazla 6 katlı olması, en fazla 30 yıllık bir yapı olması, ağır bir yangın geçmişinin olmaması ve ciddi hasarı bulunmaması gerekmektedir.

I_s yapının sismik performans indeksidir. I_{s0} ise yapının sismik talep indeksidir. Yapının sismik performans indeksi sismik talep indeksinden büyük ise yapı kullanıma güvenle devam edebilir kabul edilir. Ancak küçük ise sonraki adıma geçilir 3. değerlendirme sonucunda hala küçük ise öngörülen deprem için yetersiz kabul edilir.

5.3.1. Japon Sismik İndiks Yöntemi'nin 1. Değerlendirme Seviyesinin Uygulanışı

1. değerlendirme seviyesinde bu yöntem çalışan düşey elemanların alanları, temiz yükseklikleri, beton, zemin sınıfı gibi veriler üzerine bilgi toplayarak yapının deprem performansı hakkında bilgi verir.

I_s Yapının Deprem Performans İndeksinin Hesaplanması

$$Is= E_0.S_D.T \tag{2.1}$$

bağıntısı ile hesaplanır.

E_0 :Ana yapısal performans indeksi

Yapıda kısa kolon bulunup bulunmamasına göre farklı hesaplanır.

Kısa kolon yok ise;

$$E_0=(n+1/n+i).(C_w+a_1.C_c).F_w \tag{2.2}$$

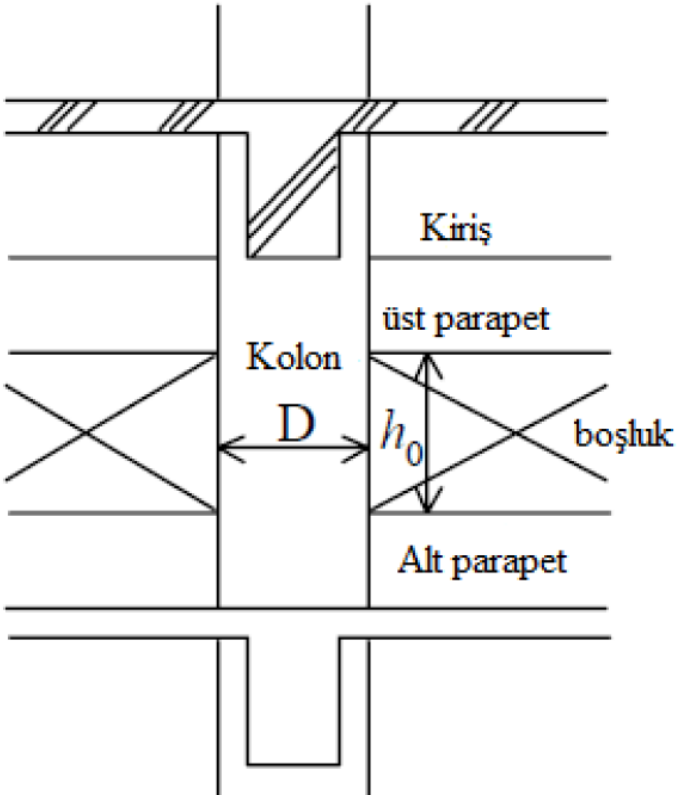
Kısa kolon var ise;

$$E_0=(n+1/n+i).(C_w+a_2.C_w+a_3.C_c).F_{sc} \tag{2.3}$$

bağıntısı ile hesaplanır.

Tablo 9. Düşey Elemanların Tanımlanması

DÜŞEY ELEMANLAR	TANIMLAMA
KOLON	TEMİZ YÜKSEKLİĞİNİN, HESABA DİK ENKESİT GENİŞLİĞİNE ORANI 2'DEN BÜYÜK OLAN BETONARME KOLONLAR (h_0/D>2)
KISA KOLON	TEMİZ YÜKSEKLİĞİNİN, HESABA DİK ENKESİT GENİŞLİĞİNE ORANI 2'DEN KÜÇÜK VEYA EŞİT OLAN BETONARME KOLONLAR (h_0/D≤2)
PERDE DUVAR	UÇLARINDA KOLON OLAN VEYA OLMAYAN BETONARME PERDELERDİR.



Şekil 10. Kolon Genişliği ve Temiz Açıklığın Açıklaması [3]

Tablo 9'de bahsedilen düşey elemanları tanımlayabilmek için düşey elemanların temiz yüksekliklerini hasaplamak gerekmektedir. Temiz yükseklik kolonun çalıştığı, diğer elemanlar tarafından çalışmasının etkilenmediği mesafedir. Şekil 10'da gösterildiği gibi parapet kiriş gibi imalatlardan etkilenmeyen kısım düşey taşıyıcının temiz açıklığıdır.

n bodrum kat hariç olmak üzere kat adedi

i göz önünde bulundurulan kat adedi

C_w Perdelerin taşıma gücü

a_1 yer değiştirme uyum katsayısıdır (Genelde 0,70 alınır. C_w=0 ise 1,00 alınır)

a_2 perdeler için yerdeğiştirme uyum katsayısıdır (0,70 alınır)

a_3 kolonlar için yer değiştirme uyum katsayısıdır (0,50 alınır)

C_c Kolonların taşıma gücü

$$C_c = (1.\ A_{c1} + 0{,}7.A_{c2}).\ f_{cd}\ /20W \qquad (2.4)$$

C_{sc} Kısa kolonların taşıma gücü

$$C_{sc} = (1{,}5.\ A_{sc}.\ f_{cd})\ /\ 20W \qquad (2.5)$$

A_{c1} elemanın temiz yüksekliği/kesit derinliği<6 olan kolonların toplam enkesit alanı (cm^2)

A_{c2} elemanın temiz yüksekliği/kesit derinliği>6 olan kolonların toplam enkesit alanı (cm^2)

f_{cd} betonun basınç dayanımı (kgf/cm^2)

W uygulanan katın üzerindeki bina ağırlığı (kgf)

A_{sc} kısa kolonların toplam enkesit alanı (cm^2)

F_w Perde sünekliliğini ifade eden katsayı (1.00 alınır)

F_{sc} Kısa kolonun sünekliliğini ifade eden katsayı (0,80 alınır)

$$C_w = (3.A_{w1}+2.A_{w2}+1.A_{w3}).f_{cd}\ /20.W \qquad (2.6)$$

A_{w1} iki tarafından başlıklı perdelerin toplam en kesit alanı (cm^2)

A_{w2} bir tarafdan başlıklı perdelerin toplam en kesit alanı (cm^2)

A_{w3} başlıksız perdelerin toplam en kesit alanı (cm^2)

S_D : Taşıyıcı sistemin tasarım ve boyutlandırmasına ilişkin indeks

Yapı simetrik bir plana sahip ise S_D=1,00

Yapıda geometriksel asimetrilik durumu var ise S_D=0,90

Yapının uzun doğrultusunun kısa doğrultusuna oranı 5 den küçük ise S_D=1,00

5 ile 8 arasında ise S_D=0,80

T : Zamana ve yapının yıpranmasıyla ilgili katsayıdır. 1 alınabilir.

I_{s0} Yapının Sismik Talep İndeksinin Hesaplanması

$$I_{s0} = E_s.Z.G.U \quad (2.7)$$

E_s 'nin 1. değerlendirme aşamasında 0,80 alınması önerilir.

Z yapının bulunduğu bölgenin depremselliği ile alakalı bir katsayıdır. Deprem riski yüksek bölgelerde 1,00 olarak alınır. Yapı deprem riski düşük bir bölgede ise bu katsayı daha düşük alınabilir. Ancak 0,70'den küçük bir değer alınmamalıdır.

G zemin katsayısıdır. 1,00-1,10 arasında değerler alınır. Zemin ne kadar kötü ve uygunsuz ise bu değer o kadar büyük alınmalıdır.

U yapının önem katsayısıdır. Konutlarda 1,00 alınır.

BÖLÜM 6. ÖRNEK PROJE 1 HAKKINDA BİLGİLER

Adapazarında 17 Ağustos 1999 depreminde belediye kayıtlarına göre orta hasar aldığı düşünülen yapı betonarme 2 katlı müstakil bir yapıdır. Şekil 11'de binanın önden görünüşü verilmiştir kat yüksekliği 7 metre olarak görülmektedir. Şekil 12'de binanın A-A kesiti verilmiştir. Bina yapı tipi olarak yığma duvarlı betonarme çerçevedir (C3).

Şekil 13'ten bakıldığında X yönündeki açıklığı 8,60m Y yönündeki açıklığı 10,50m'dir. Kolon ve kiriş boyutları 25cm*50cm'dir. Yapıda Şekil 15'de görüldüğü üzere yatay ve düşey düzensizlik mevcut değildir.

Kolonlarda Ø14 demir etriyelerde Ø12'lik S220 çeliği kullanıldığı düşünülmüştür. Donatılar yapı 1999 depreminden önce yapıldığı için S220 çeliği olarak ele alınmıştır.

Beton kalitesi bilinmeyen bir yapıdır. Beton kalitesi C14 olarak ele alınacaktır.

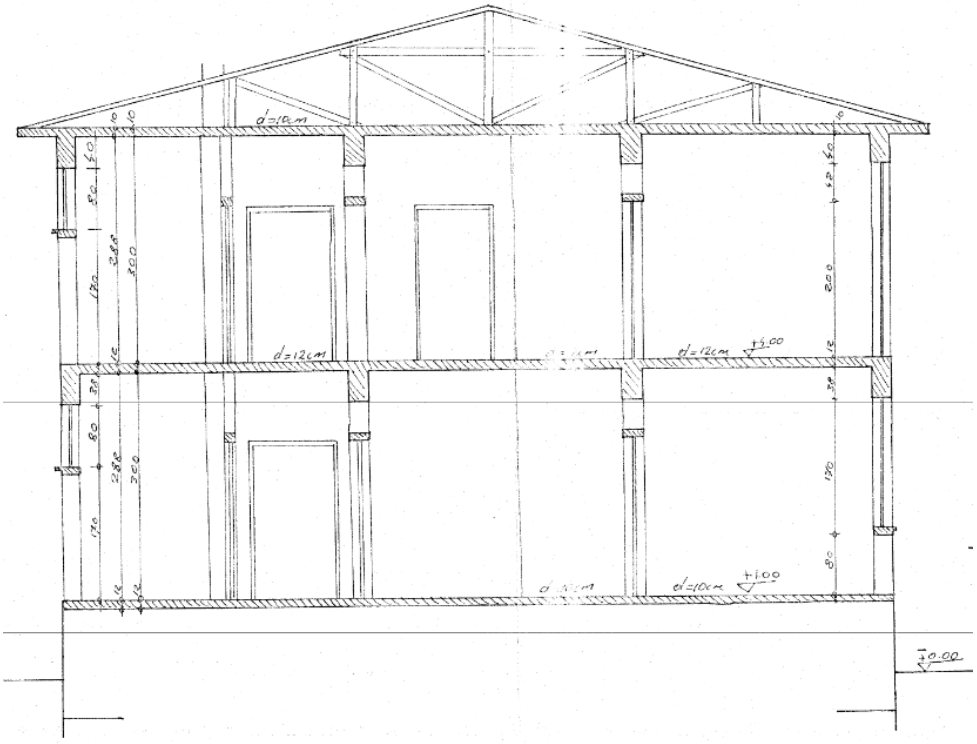
Zemin sınıfı belirli olmayan yapının zemin sınıfı jeolojik haritaya göre Z3 olarak tespit edilmiştir.

6.1 Örnek Proje 1'in Fema 154 Yöntemi Uygulanılarak Çözülmesi

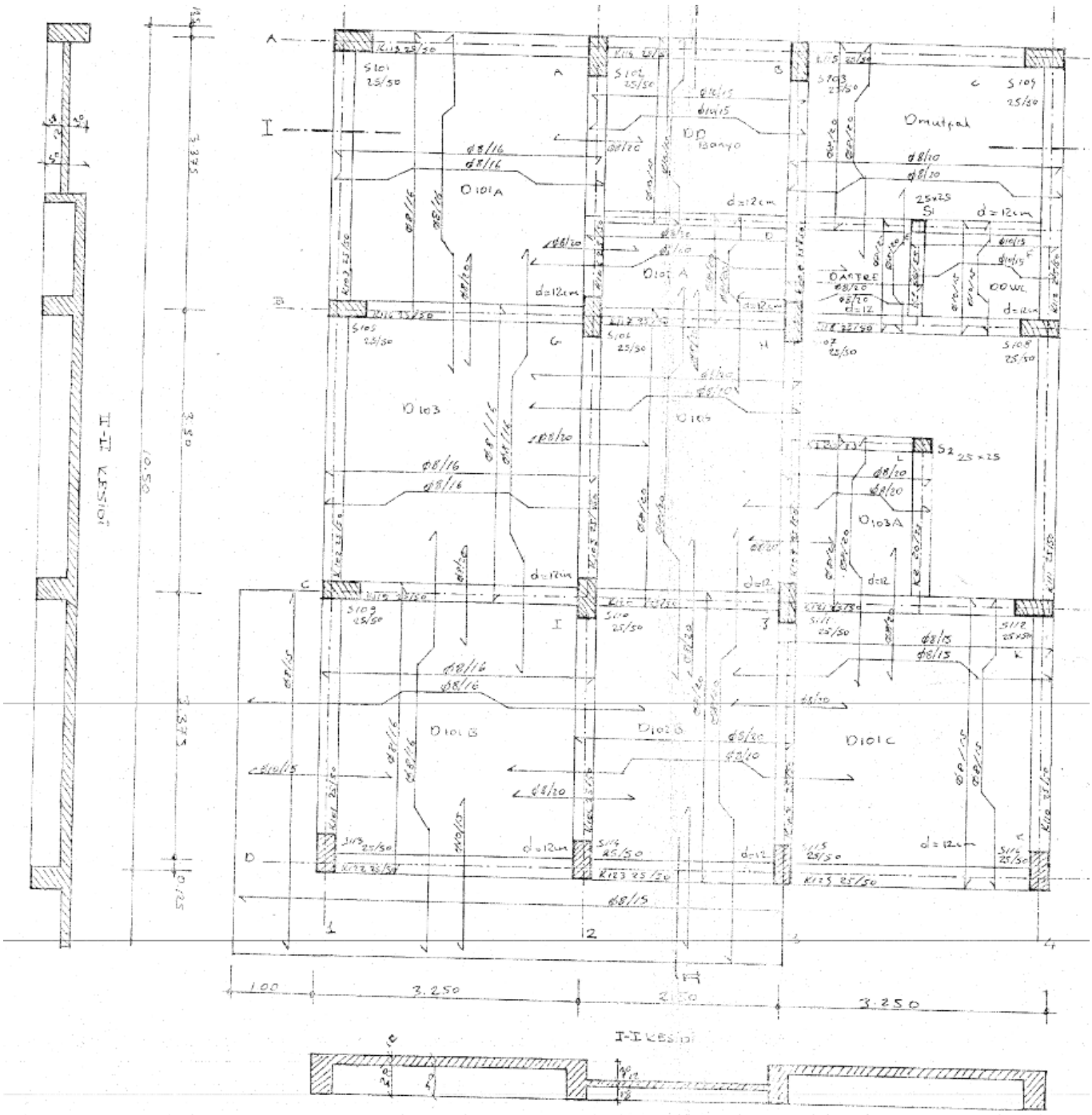
Yapıyı FEMA 154 yöntemine göre çözüp yapının "Güvenli" ya da "Güvensiz" sınırda kaldığı yorumu yapılacaktır. Bu yöntem kesin sonuçlar içermeyip sadece daha detaylı araştırma yapılmaya ihtiyaç olup olmadığına dair yorumlarda bulunmak için fikir verir.



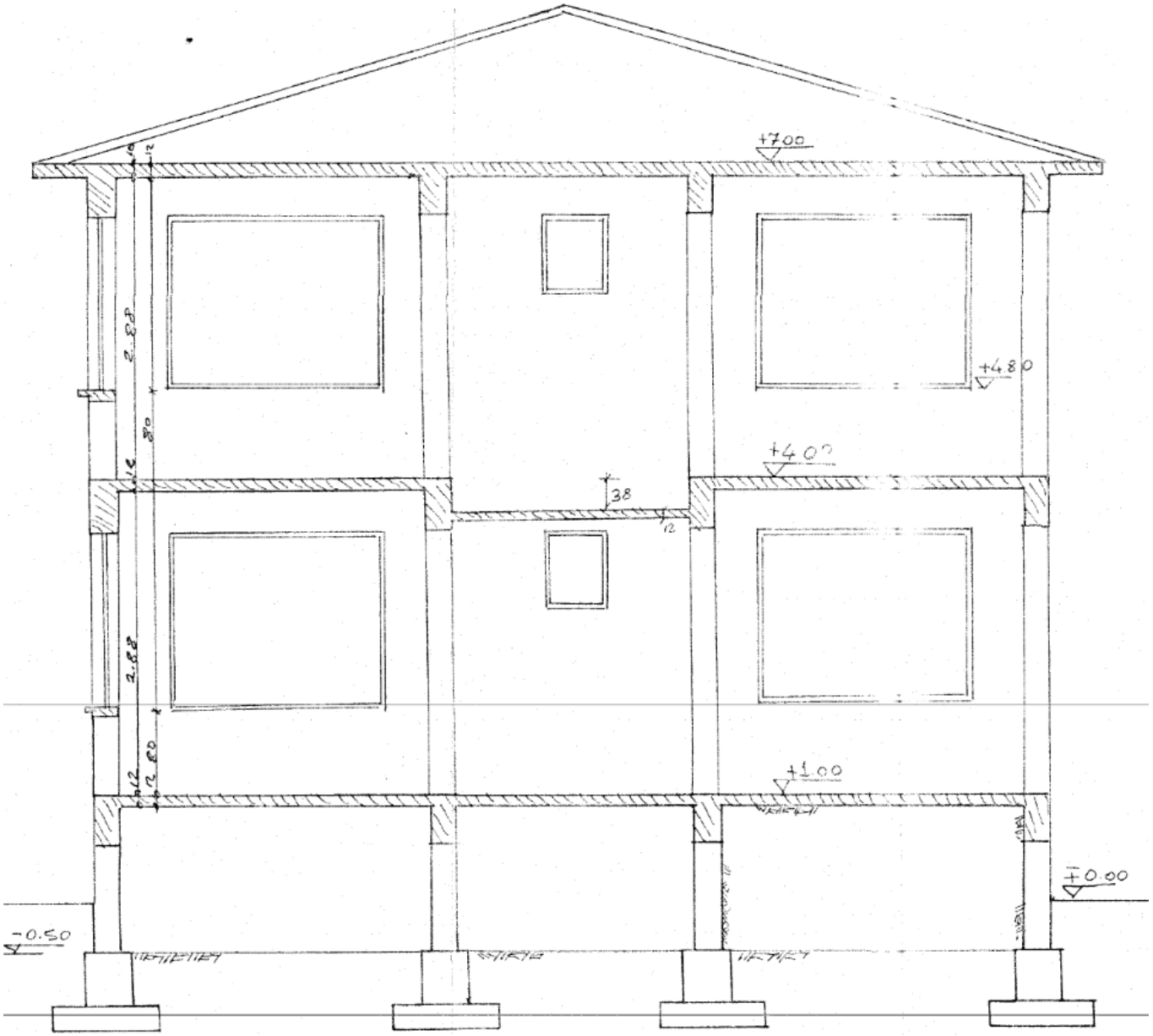
Şekil 11. Proje 1'in Önden Görünüşü



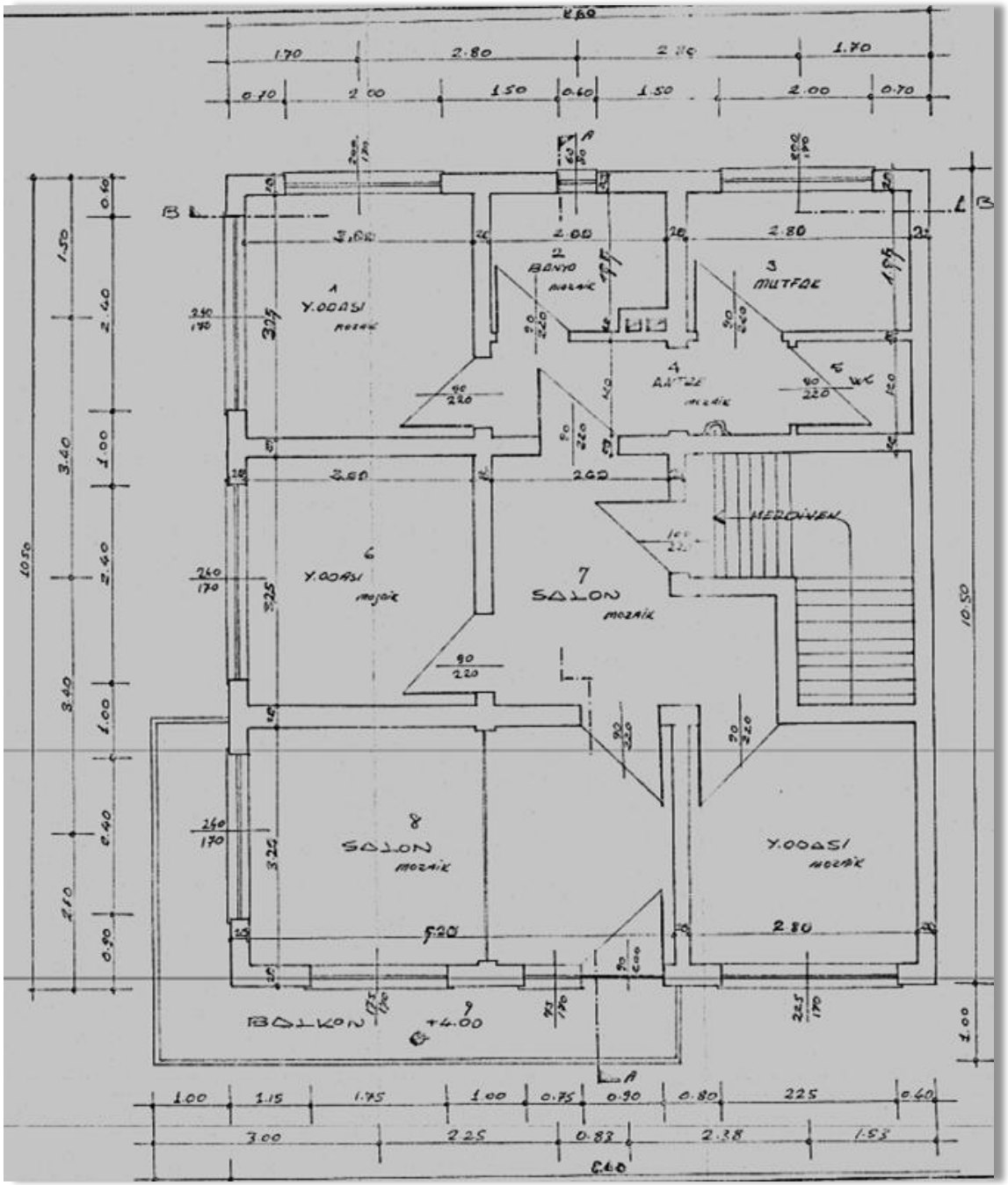
Şekil 12. Proje 1'in A-A Kesiti



Şekil 13. Proje 1'in Normal Kat Kalıp Planı



Şekil 14. Proje 1'in B-B Kesiti

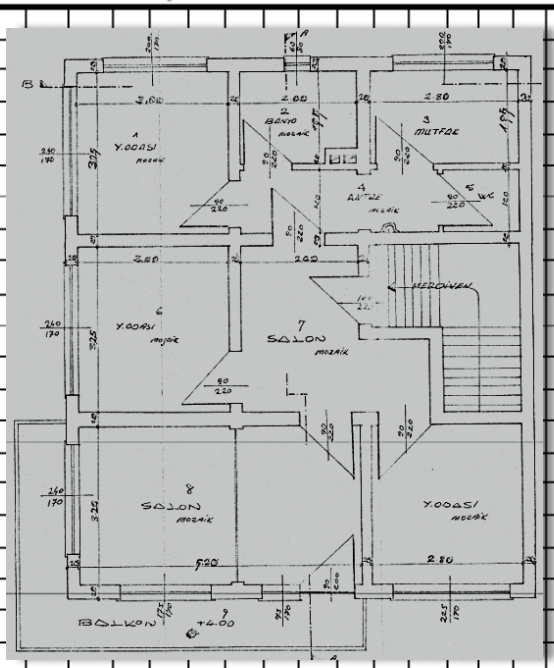


Şekil 15. Proje 1'in Normal Kat Yerleşim Planı

İlk olarak bu yapının potansiyel zarar değerlendirilmesi için hızlı sokak tarama yöntemlerinden FEMA 154 yöntemi kullanılacaktır. FEMA 154 yöntemi kullanılırken adım adım yapılanlar anlatılacaktır.

Tablo 10. Proje 1'in Fema 154 Yöntemi Formuna Göre Çözülmesi

Yapılarda Potansiyel Zarar Değerlendirmesi için Hızlı Sokak Taraması
FEMA 154 Veri Toplama Formu — **YÜKSEK DEPREMSELLİK(1. BÖLGE)**



Adres:_____
PK:_____
Diğer Tanımlayıcı:_____
Kat Sayısı:_____ Yapım Yılı_____
Personelin Adı:_____ Tarih:_____
Toplam Kullanım Alanı(m²):_____
Yapının Adı:_____
Yapının Kullanım Amacı:_____

FOTOĞRAF

Ölçek:

KULLANIM AMACI			ZEMİN SINIFI				KOPMA-DÜŞME HASARI		
Topluluk	Endüstriyel	Ofis	Kişi Sayısı	Z1	Z2	Z3	Z4	Baca	Parapet	Kaplama
Ticari	Yönetim	Konut	0-10 10-100	Çok sıkı zemin	Sıkı zemin	Orta sıkı zemin	Gevşek zemin	☐	☐	☐
Acil Hzm.	Tarihi	Okul	101-1000 1000+					Diğer:_____		

YAPI ANA SKORU, FAKTÖRLER, NİHAİ SKOR,S

Yapı Tipi	S1 (MRF)	S2 (BR)	S4	S5 (URMINF)	C1 (MRF)	C2 (SW)	C3 (URM INF)	PC2	URM
Ana Skor	2,8	3	2,8	2	2,5	2,8	1,6	2,4	1,8
Yükseklik(4-7)	+0,2	+0,4	+0,4	+0,4	+0,4	+0,4	+0,4	UD	0,0
Yükseklik(>7)	+0,6	+0,8	+0,8	+0,8	+0,6	+0,8	+0,3	+0,4	UD
Düşey Düzensizlik	-1,0	-1,5	-1,0	-1,0	-1,5	-1,0	-1,0	-1,0	-1
Plan Düzensizliği	-0,5	-0,5	-0,5	-0,5	-0,5	-0,5	-0,5	-0,5	-0,5
Yönetmelik Öncesi	-1,0	-0,8	-0,8	-0,2	-1,2	-1,0	-0,2	-0,8	-0,2
Yönetmelik Sonrası	+1,4	+1,4	+1,2	+1.2	+1,2	+1,6	+1.2	+1.2	+1,8
Z2 Zemin Sınıfı	-0,4	-0,4	-0,4	-0,4	-0,4	-0,4	-0,4	-0,4	-0,4
Z3 Zemin Sınıfı	-0,6	-0,6	-0,6	-0,4	-0,6	-0,6	-0,4	-0,6	-0,6
Z4 Zemin Sınıfı	-1,2	-1,2	-1,2	-0,8	-1,2	-0,8	-0,8	-1,2	-0,8

NİHAİ SKOR,S

YORUMLAR:

Detaylı Değerlendirme Gerekiyor
Evet Hayır

*:Tahmini veya güvenilir olmayan veri
B: Bilinmiyor
BR: Çaprazlı Çerçeve
MRF: Moment Aktaran Çerçeve
RC:Betonarme
SW:Perde Duvarlı
URM INF:Yığma Duvarlı

Öncelikle yapım 1.dereceden deprem bölgesinde olduğu için Yüksek Depremsellik (1.Bölge) için olan form üzerinde puanlamaya başlandı.

Yapı hakkında bilgiler, kalıp planı ve yapının fotoğrafı formda doldurulduğu.

1.dereceden deprem bölgesinde yer alan Z3 sınıfı zemin olduğu düşünülen konut olarak kullanılan yapıda baca, parapet ve kaplama kısımlarının aldığı hasarlar bilinmediği için kopma düşme hasarının işaretlendiği kısım boş bırakıldı.

FEMA 154 Veri Toplama Formu'nda doldurduğum ve sonuç olarak ulaşılan verrilerin açıklaması:

Yapının kullanım amacı: Konut. Yaşayan kişi sayısı 0-10 kişi.

Zemin sınıfı: Z3 Orta sıkı zemin.

Kopma düşme hasarı: Baca, parapet, kaplamada yer yer kopmalar ve düşmelerin olduğu düşünülmektedir. Binanın hasar aldıktan sonraki kayıtları ve fotoğrafları olmadığı için deprem sonrası belediye verilerinde orta hasarlı yapı olarak gözlemlendiği için bu tarz hasarların mevcut olacağını varsaydım.

Yapı tipi: C3 yığma duvarlı betonarme çerçeveli yapı. Yapının ana skoru 1,6.

Bina yüksekliği Şekil 6.4'de göre 7metre olduğu için puanlama olarak +0,4puan alınır.

Yapıda düşey düzensizlik ve planda düzensizlik bulunmadığı için eksi puanlama yoktur.

1999 yönetmeliğinden önce yapılan bir yapı olduğu için -0,2 puan.

Z3 zemin sınıfı olarak ele alındığı için -0,4 puan.

Yapının nihai skoru S=1,6+0,4-0,2-0,4

S=1,4 puan olarak hesaplanır.

Tablo 10'da yapının skorları işaretlenmiş ve nihai skor 1,4 olarak bulunmuştur. En işlevsel S skorunun 2 olduğu deneme yanılma yöntemi ile bulunmuş ve kabul edilmiştir. Yapımın skoru bu sınır değerin altında kaldığı için "Güvensiz" diye yorumlanır ve daha detaylı inceleme gerektiği sonucuna ulaşılır.

6.2 ÖRNEK PROJE 1'İN KANADA SİSMİK TARAMA YÖNTEMİ UYGULANILARAK ÇÖZÜLMESİ

Yapıyı FEMA 154 yöntemine göre çözdükten sonra yapı "Güvensiz" değerlerde çıkmıştır ve yapıyı daha detaylı inceleme ihtiyacı oluşmuştur.

Parametreler tek tek anlatılıp işlemler yapılacaktır.

A: Yapının depremselliği ile ilgili olan parametredir. Bu değer 1 ile 5 arasında olabilir. Örnek Proje 1 birinci dereceden deprem bölgesinde yer aldığı için bu değer 5 olarak alınacaktır.

B: Yapının zemin tipi ile ilgili parametredir. Bu değer 1 ile 1,5 arasında olabilir. Yapının yapılmış zemin etütu mevcut olmamaktadır ancak bilinen zemin haritasında yapı Adapazarı'nda yumuşak zemin grubunun olduğu bölgede yer almaktadır. 1965 sonrası yönetmeliğine uygun yapıldığı için B değeri 1 olarak alınacaktır.

C: Yapı yığma duvarlı betonarme çerçeveli sistem olduğu için bu değer 1,5 olarak alınacaktır.

D: Yapının döşeme tipi ile ilgili parametredir. Hafif ve diyafram özelliğinde çalışan döşeme için bu değer 1 olarak alınacaktır.

E: Yapıda yer alan tüm düzensizlikleri ele alan bu parametre yapıda herhangi bir düzensizlik olmadığı için 1 olarak alınmıştır.

F: Yapının önem katsayısı ile ilgili olan bu parametre; yapı konut olarak normal kullanım süresiyle kullanıldığı için 1 olarak alınacaktır.

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

SI=5*1*1,5*1*1*1

SI= 7,5 olarak bulunur.

G: Yapının değerlendirme yapıldığı zamandaki mevcut durumu ile ilgili parametre olan değer; yapıda deprem öncesinde herhangi bir hasar ve yıpranma mevcut olmadığı için 1 olarak alınacaktır.

H: Yapının dışında bağlantısı kötü yapılmış imalatlar; binanın içinde bulunan ağır duvarlar gibi elemanlar olmadığı için bu değer 1 olarak alınacaktır.

NSI= B*F*G*H

NSI= 1*1*1*1

NSI=1 olarak bulunur.

SPI= SI + NSI

SPI= 7,5+1

SPI= 8,5 olarak bulunur.

SPI < 10 olduğu için yapı düşük öncelikli binalar kategorisinde yer alır.

FEMA 154 yönteminde "Güvensiz" bölgede yer alan yapı Kanada Sismik Tarama Yönteminde risk düzeyi önceliği düşük yapı kategorisinde yer almıştır.

6.3 Örnek Proje 1'in Japon Sismik İndeks Yöntemi Uygulanılarak Çözülmesi

Japon Sismik İndeks Yönteminde kullanılan değişkenler tablo halinde verilip kullanılan değerler tabloda işlenilecektir. I_s ve I_{s0} değerleri karşılaştırması yapılırken kullanılan değişkenlerin aldığı değerler tabloya işlenip açıklaması yapılmıştır.

BİNA VERİLERİ:

Binanın Kullanım Amacı: Konut

Binanın Yeri: Adapazarı

Yapısal Sistemi: X doğrultusunda yığma duvarlı betonarme çerçeve, Y doğrultusunda yığma duvarlı betonarme çerçeve

Kat Sayısı: 2

Beton Sınıfı: C14 f_{cd}=9,30 N/mm^2

1m^2'ye düşen ağırlık: 1150 kg/m^2=11,5kN/m^2

Her katın ağırlığı:

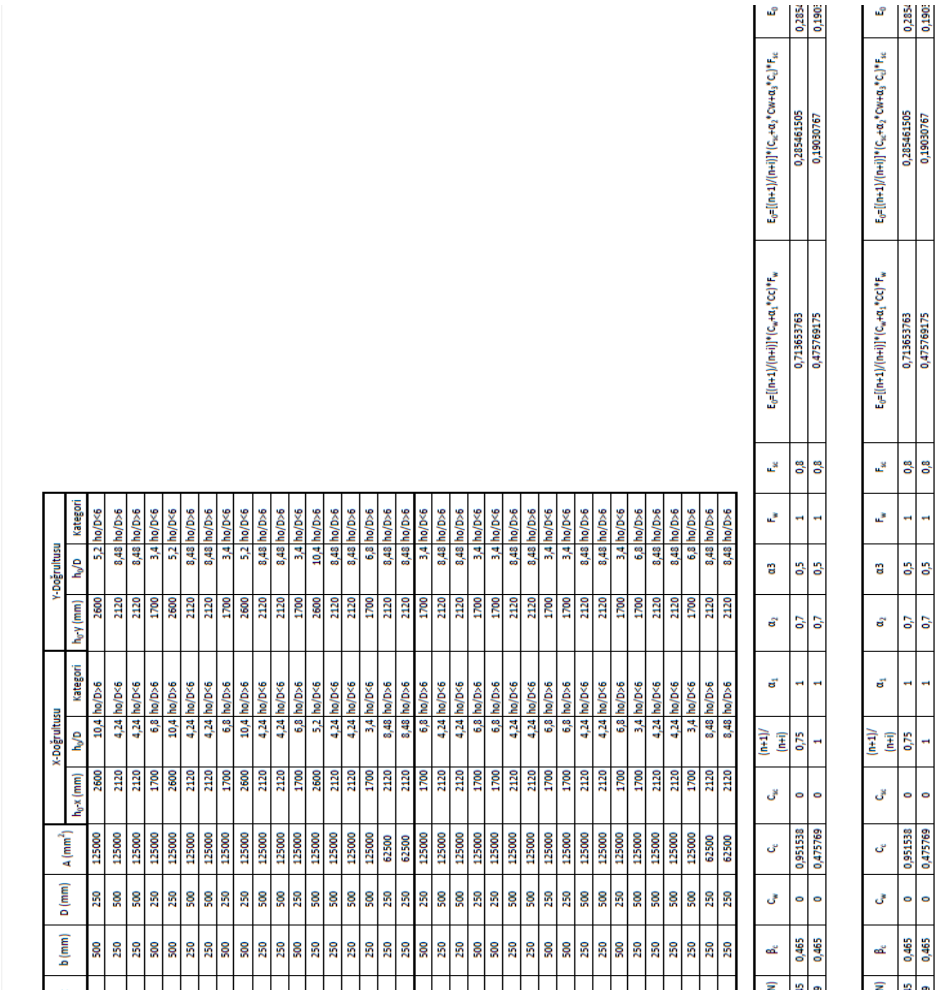
W_i=Alan*Ağırlık=1050cm*860cm*1150kg/m^2 = 103845kg

= 1038,45kN

Toplam Bina Ağırlığı: W=2*103845 = 207690 kg = 2,08kN

Tüm formüller excel programında hazırlanmış olup yapı excelde çözülmüştür. Tablo 11'de gösterildiği gibi hesaplamalar yapıldığında yapı x ve y yönünde etkiyen depreme karşı yetersiz olduğu görülmektedir. Nitekim bu yapı 1999 depreminde yıkılan binalardan biridir.

Tablo 11. Proje 1'in Japon Sismik İndeks Yöntemine göre çözülmüş hali



ASARIM VE BOYUT BİLGİLERİ

DLONLAR

| Kat No | Tip No | Adet | b (mm) | D (mm) | A (mm²) | X-Doğrultusu | | | | | Y-Doğrultusu | | | | |

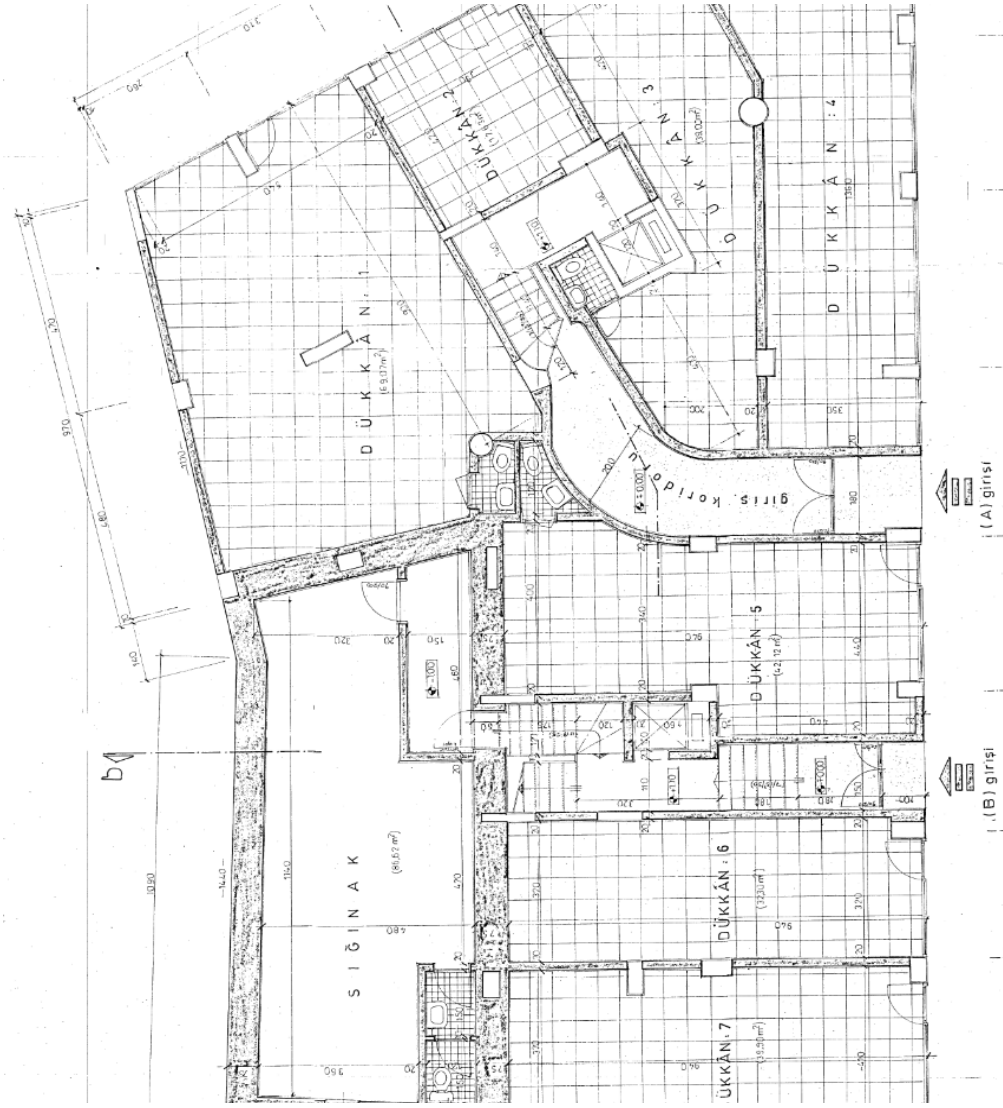
BÖLÜM 7. ÖRNEK PROJE 2 HAKKINDA BİLGİLER

Adapazarında 17 Ağustos 1999 depreminde belediye kayıtlarına göre yıkılmış olan yapı 4 katlı betonarme binadır. Bina 4 katlı betonarme yapıdır. Yapının x yönünde çıkıntı yapan kısmı 11metredir. Yapının x doğrultusundaki mesafesi 23,50metredir. Şekkil 18'de görüldüğü gibi yapı yüksekliği 16,30metredir.

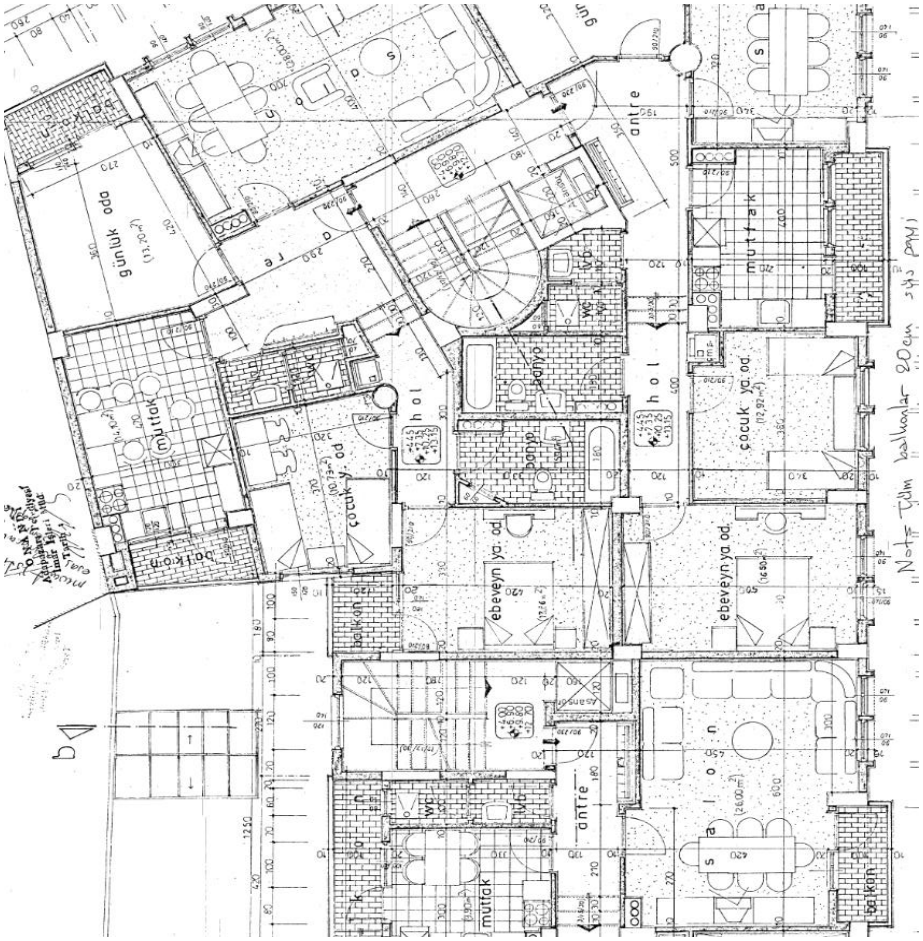
Şekil 16 ve Şekil 17'ye göre yapıda mevcut x yönündeki çıkıntının uzunluğunun; yapının x yönündeki toplam uzunluğuna oranı 11/29,80=0,37 0,2'den büyük olduğu için x yönünde A3 tipi düzensizlik mevcuttur. Yapının y yönünde çıkıntı yapan kısmı 4,5metredir. Yapının y doğrultusundaki mesafesi 17,80metredir. Yapıda mevcut x yönündeki çıkıntının uzunluğunun; yapının x yönündeki toplam uzunluğuna oranı 4,5/17,80=0,25 0,2'den büyük olduğu için y yönünde A3 tipi düzensizlik mevcuttur. Yapıda x ve y doğrultusu için de inceleme yapıldığında planda çıkıntı bulunması düzensizliği (A3) görülmektedi.

Beton kalitesi bilinmeyen bir yapıdır. Beton kalitesi C20 olarak ele alınacaktır. Donatılar yapı 1999 depreminden önce yapıldığı için S220 çeliği olarak ele alınacaktır. Zemin sınıfı da belirli olmayan yapının zemin sınıfı Z3 olarak kabul edilmiştir.

Bina yapı tipi olarak perde duvarlı betonarme çerçevedir (C2).



Şekil 16. Proje 2'nin Giriş Kat Planı



Şekil 17. Proje 2'nin Normal Kat Planı



Şekil 18. Proje 2'nin Önden Görünüşü

7.1. Örnek Proje 2'in Fema 154 Yöntemi Uygulanılarak Çözülmesi

Yapıyı FEMA 154 yöntemine göre çözüp yapının "Güvenli" ya da "Güvensiz" sınırda kaldığı yorumu yapılacaktır.

Yapının normal kat rölevesinin ve dıştan görünüşünün fotoğrafları mevcut olmadığı için paftadan alınan görüntüler kullanılmıştır. Yapıda kopma düşme hasarı olabilecek yapıların durumu bilinmemektedir.

Yapı içinde ortalama 50 kişinin yaşadığı düşünülen konut olarak kullanılan bir binadır. Zemin sınıfı olarak Z3 Orta sıkı zemin grubundadır.

Tablo 12. Proje 2'nin FEMA 154 Yöntemine Göre Çözülmesi

Yapılarda Potansiyel Zarar Değerlendirmesi için Hızlı Sokak Taraması

FEMA 154 Veri Toplama Formu — **YÜKSEK DEPREMSELLİK(1. BÖLGE)**





Ölçek:

ıs:_____

_____PK:_____

r Tanımlayıcı:_____

Sayısı:_____Yapım Yılı_____

onelin Adı:_____Tarih:_____

am Kullanım Alanı(m²):_____

nın Adı:_____

nın Kullanım Amacı:_____

KULLANIM AMACI			ZEMİN SINIFI				KOPMA-DÜŞME HASARI		
Topluluk	Endüstriyel	Ofis	Kişi Sayısı		Z1	Z2	Z3	Z4	Baca	Parapet	Kaplama
Ticari	Yönetim	Konut	0-10	10-100	Çok sıkı	Sıkı	Orta sıkı	Gevşek	☐	☐	☐
Acil Hzm.	Tarihi	Okul	101-1000	1000+	zemin	zemin	zemin	zemin	Diğer:_____		

YAPI ANA SKORU, FAKTÖRLER,NİHAİ SKOR,S

Yapı Tipi	S1 (MRF)	S2 (BR)	S4	S5 (URMINF)	C1 (MRF)	C2 (SW)	C3 (URM INF)	PC2	URM
Ana Skor	2,8	3	2,8	2	2,5	2,8	1,6	2,4	1,8
Yükseklik(4-7)	+0,2	+0,4	+0,4	+0,4	+0,4	+0,4	+0,4	UD	0,0
Yükseklik(>7)	+0,6	+0,8	+0,8	+0,8	+0,6	+0,8	+0,3	+0,4	UD
Düşey Düzensizlik	-1,0	-1,5	-1,0	-1,0	-1,5	-1,0	-1,0	-1,0	-1
Plan Düzensizliği	-0,5	-0,5	-0,5	-0,5	-0,5	-0,5	-0,5	-0,5	-0,5
Yönetmelik Öncesi	-1,0	-0,8	-0,8	-0,2	-1,2	-1,0	-0,2	-0,8	-0,2
Yönetmelik Sonrası	+1,4	+1,4	+1,2	+1.2	+1,2	+1,6	+1.2	+1.2	+1,8
Z2 Zemin Sınıfı	-0,4	-0,4	-0,4	-0,4	-0,4	-0,4	-0,4	-0,4	-0,4
Z3 Zemin Sınıfı	-0,6	-0,6	-0,6	-0,4	-0,6	-0,6	-0,4	-0,6	-0,6
Z4 Zemin Sınıfı	-1,2	-1,2	-1,2	-0,8	-1,2	-0,8	-0,8	-1,2	-0,8

NİHAİ SKOR,S

YORUMLAR:

Detaylı Değerlendirme Gerekiyor

Evet Hayır

*:Tahmini veya güvenilir olmayan veri
B: Bilinmiyor
BR: Çaprazlı Çerçeve
MRF: Moment Aktaran Çerçeve
RC:Betonarme
SW:Perde Duvarlı
URM INF:Yığma Duvarlı

Yapının S nihai skoru hesaplanırken yapı tipi betonarme çerçeve olduğu için ana skoru 2,8 olarak alınır.

Yapının yüksekliği 16,30 metre olduğu için +0,8 değeri alınır.

Yapıda plansal düzensizlik tiplerinden A3 Tipi düzensizlik mevcut olduğu için -0,5 değeri alınır.

Yapı 1993 yılında inşaa edilmiş olup yönetmelik öncesi yapıldığı için -1,0 değeri alınır.

Yapı Z3 zemin sınıfında yer aldığı için -0,6 değeri alınır.

S = 2,8+0,8-0,5-1,0-0,6

S= 1,5 olarak bulunur.

Tablo 12'de yapının skorları işaretlenmiş ve nihai skor 1,5 olarak bulunmuştur. Nihai S skoru güvenli değeri 2 olarak belirlenmiştir. Örnek proje 2 yapısının nihai S skoru 1,5 olarak bulunduğu için güvenli skorun altında değerdedir.

Örnek proje 2 FEMA 154 yöntemine göre "Güvensiz" olarak bulunmuştur. Daha detaylı inceleme yapılmalıdır.

7.2 Örnek Proje 2'nin Kanada Sismik Tarama Yöntemi Uygulanılarak Çözülmesi

Yapıyı FEMA 154 yöntemine göre çözdükten sonra yapı "Güvensiz" değerlerde çıkmıştır ve yapıyı daha detaylı inceleme ihtiyacı oluşmuştur.

Parametreler tek tek anlatılıp işlemler yapılacaktır.

A: Yapının depremselliği ile ilgili olan parametredir. Bu değer 1 ile 5 arasında olabilir. Örnek Proje 2 birinci dereceden deprem bölgesinde yer aldığı için bu değer 5 olarak alınacaktır.

B: Yapının zemin tipi ile ilgili parametredir. Bu değer 1 ile 1,5 arasında olabilir. Yapının yapılmış zemin etütu mevcut olmamaktadır ancak bilinen zemin haritasında yapı Adapazarı'nda yumuşak zemin grubunun olduğu bölgede yer almaktadır. B değeri 1 olarak alınacaktır.

C: Yapı betonarme çerçeveli sistem (CSW) olduğu için bu değer 1,5 olarak alınacaktır.

D: Yapının döşeme tipi ile ilgili parametredir. Hafif ve diyafram özelliğinde çalışan döşeme için bu değer 1 olarak alınacaktır.

E: Yapıda yer alan tüm düzensizlikleri ele alan bu parametre yapıda A3 tipi planda çıkma düzensizliği olduğu için 1,5 olarak alınmıştır.

F: Yapının önem katsayısı ile ilgili olan bu parametre; yapı konut olarak normal kullanım süresiyle kullanıldığı için 1 olarak alınacaktır.

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

SI=5*1*1,5*1*1,5*1

SI= 11,25 olarak bulunur.

G: Yapının değerlendirme yapıldığı zamandaki mevcut durumu ile ilgili parametre olan değer; yapıda deprem öncesinde herhangi bir hasar ve yıpranma mevcut olmadığı için 1 olarak alınacaktır.

H: Yapının dışında bağlantısı kötü yapılmış imalatlar; binanın içinde bulunan ağır duvarlar gibi elemanlar olmadığı için bu değer 1 olarak alınacaktır.

NSI= B*F*G*H

NSI= 1*1*1*1

NSI=1 olarak bulunur.

SPI= SI + NSI

SPI= 11,25+1

SPI= 12,25 olarak bulunur.

SPI değeri 10-20 arasında olan yapılar orta öncelikli binalar kategorisinde yer alır. Örnek proje 2'nin S nihai skor değeri 12,25 olduğu için yapı orta öncelikli binadır.

FEMA 154 yönteminde "Güvensiz" bölgede yer alan yapı Kanada Sismik Tarama Yönteminde risk düzeyi önceliği orta yapı kategorisinde yer almıştır.

7.3 Örnek Proje 2'nin Japon Sismik İndeks Yöntemi Uygulanılarak Çözülmesi

Binanın Kullanım Amacı: Konut

Binanın Yeri: Adapazarı

Yapısal Sistemi: X doğrultusunda betonarme çerçeve, Y doğrultusunda betonarme çerçeve

Kat Sayısı: 4

Beton Sınıfı: C20 f_{cd}=13,30 N/mm^2

1m^2'ye düşen ağırlık: 1150 kg/m^2=11,5kN/m^2

Her katın ağırlığı:

W_i=Alan*Ağırlık= 323,92m^2 * 1150kg/m^2 = 372508 kg

= 3725,51 kN

Toplam Bina Ağırlığı: W=4*372508 = 1490032 kg = 14,9kN

Tüm formüller excel programında hazırlanmış olup yapı excelde çözülmüştür. Tablo 13 ve Tablo 14 (Tablo 13'ün devamı)'de gösterildiği gibi hesaplamalar yapıldığında yapı x ve y yönünde etkiyen depreme karşı yetersiz olduğu görülmektedir. Nitekim bu yapı 1999 depreminde yıkılan binalardan biridir. Hesaplar için hazırlanan excel şeması ekler kısmında daha büyük olarak sunulacaktır.

Tablo 13. Proje 2'nin Japon Sismik İndeks Yöntemine Göre Çözülmesi

BINA BILGILERI	
fcd (N/mm^2)	13,3
Bina m^2 Ağırlığı (kN/m^2)	11,5
Kat Sayısı	4
σ_y (N/mm^2)	191,3

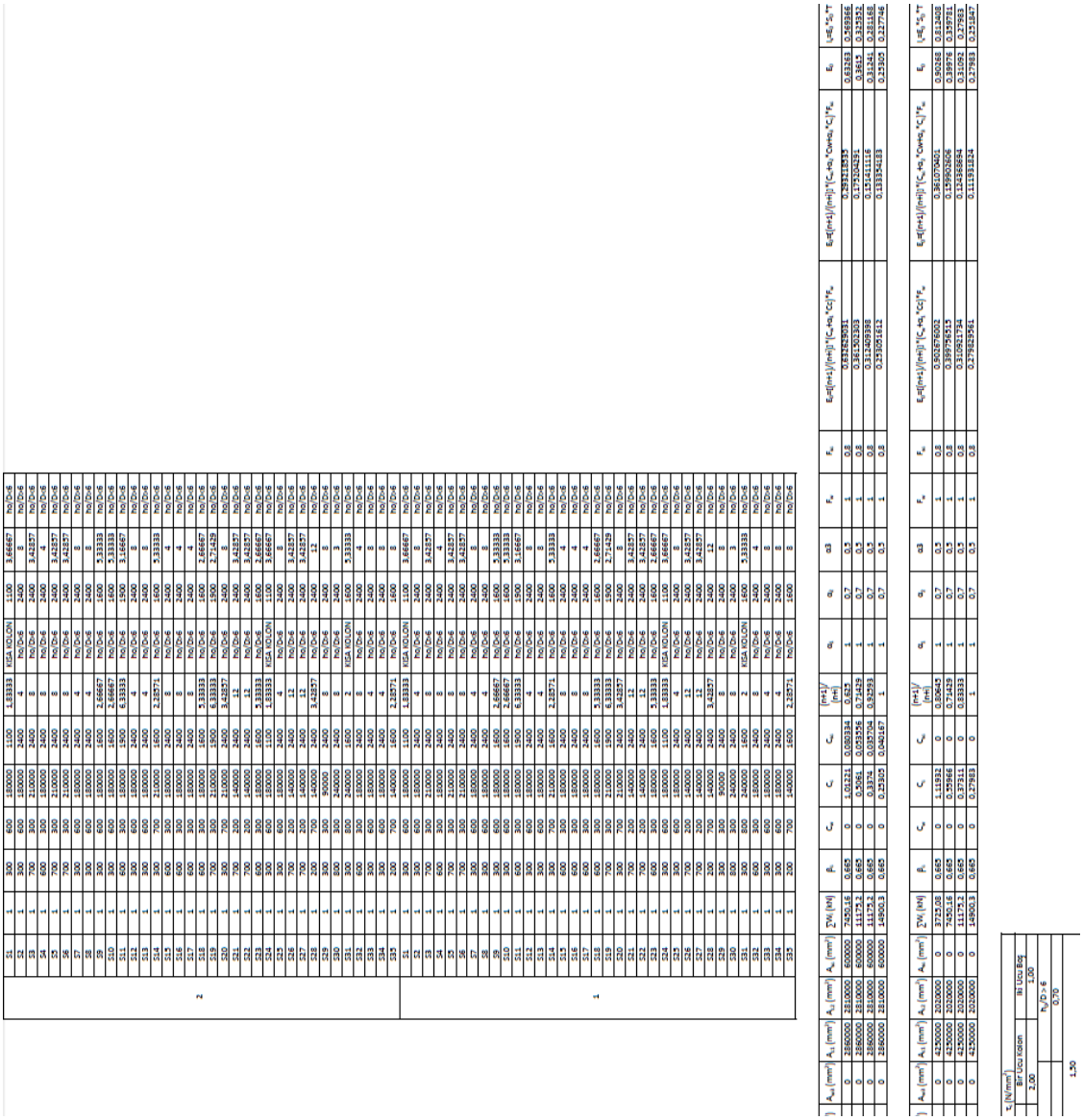
KAT AĞIRLIKLARI			
Katlar	Kat Alanı (m^2)	Kat Ağırlıkları W_i (kN)	$\sum W_i$
4	323,92	3725,08	3725,08
3	323,92	3725,08	7450,16
2	323,92	3725,08	11175,2
1	323,92	3725,08	14900,3

TASARIM VE BOYUT BILGILERI

KOLONLAR

Kat No	Tip No	Adet	b (mm)	D (mm)	A (mm^2)	X-Doğrultusu			Y-Doğrultusu		
						h_0-x (mm)	h_0/D	Kategori	h0-y (mm)	h0/D	Kategori
4	S1	1	300	600	180000	1100	1,83333	KISA KOLON	1100	3,66667	ho/D<6
	S2	1	300	600	180000	2400	4	ho/D<6	2400	8	ho/D>6
	S3	1	700	300	210000	2400	8	ho/D>6	2400	3,42857	ho/D<6
	S4	1	600	300	180000	2400	8	ho/D>6	2400	4	ho/D<6
	S5	1	700	300	210000	2400	8	ho/D>6	2400	3,42857	ho/D<6
	S6	1	700	300	210000	2400	8	ho/D>6	2400	3,42857	ho/D<6
	S7	1	300	600	180000	2400	4	ho/D<6	2400	8	ho/D>6
	S8	1	300	600	180000	2400	4	ho/D<6	2400	8	ho/D>6
	S9	1	300	600	180000	1600	2,66667	ho/D<6	1600	5,33333	ho/D<6
	S10	1	300	600	180000	1600	2,66667	ho/D<6	1600	5,33333	ho/D<6
	S11	1	600	300	180000	1900	6,33333	ho/D>6	1900	3,16667	ho/D<6
	S12	1	300	600	180000	2400	4	ho/D<6	2400	8	ho/D>6
	S13	1	300	600	180000	2400	4	ho/D<6	2400	8	ho/D>6
	S14	1	300	700	210000	1600	2,28571	ho/D<6	1600	5,33333	ho/D<6
	S15	1	600	300	180000	2400	8	ho/D>6	2400	4	ho/D<6
	S16	1	600	300	180000	2400	8	ho/D>6	2400	4	ho/D<6
	S17	1	600	300	180000	2400	8	ho/D>6	2400	4	ho/D<6
	S18	1	600	300	180000	1600	5,33333	ho/D<6	1600	2,66667	ho/D<6
	S19	1	700	300	210000	1900	6,33333	ho/D>6	1900	2,71429	ho/D<6
	S20	1	300	700	210000	2400	3,42857	ho/D<6	2400	8	ho/D>6
	S21	1	700	200	140000	2400	12	ho/D>6	2400	3,42857	ho/D<6
	S22	1	700	200	140000	2400	12	ho/D>6	2400	3,42857	ho/D<6
	S23	1	600	300	180000	1600	5,33333	ho/D<6	1600	2,66667	ho/D<6
	S24	1	300	600	180000	1100	1,83333	KISA KOLON	1100	3,66667	ho/D<6
	S25	1	300	600	180000	2400	4	ho/D<6	2400	8	ho/D>6
	S26	1	700	200	140000	2400	12	ho/D>6	2400	3,42857	ho/D<6
	S27	1	700	200	140000	2400	12	ho/D>6	2400	3,42857	ho/D<6
	S28	1	200	700	140000	2400	3,42857	ho/D<6	2400	12	ho/D>6
	S29	1	300	300	90000	2400	8	ho/D>6	2400	8	ho/D>6
	S30	1	800	300	240000	2400	8	ho/D>6	2400	3	ho/D<6
	S31	1	300	800	240000	1600	2	KISA KOLON	1600	5,33333	ho/D<6
	S32	1	600	300	180000	2400	8	ho/D>6	2400	4	ho/D<6
	S33	1	300	600	180000	2400	4	ho/D<6	2400	8	ho/D>6
	S34	1	300	600	180000	2400	4	ho/D<6	2400	8	ho/D>6
	S35	1	200	700	140000	1600	2,28571	ho/D<6	1600	8	ho/D>6
3	S1	1	300	600	180000	1100	1,83333	KISA KOLON	1100	3,66667	ho/D<6
	S2	1	300	600	180000	2400	4	ho/D<6	2400	8	ho/D>6
	S3	1	700	300	210000	2400	8	ho/D>6	2400	3,42857	ho/D<6
	S4	1	600	300	180000	2400	8	ho/D>6	2400	4	ho/D<6
	S5	1	700	300	210000	2400	8	ho/D>6	2400	3,42857	ho/D<6
	S6	1	700	300	210000	2400	8	ho/D>6	2400	3,42857	ho/D<6
	S7	1	300	600	180000	2400	4	ho/D<6	2400	8	ho/D>6
	S8	1	300	600	180000	2400	4	ho/D<6	2400	8	ho/D>6
	S9	1	300	600	180000	1600	2,66667	ho/D<6	1600	5,33333	ho/D<6
	S10	1	300	600	180000	1600	2,66667	ho/D<6	1600	5,33333	ho/D<6
	S11	1	600	300	180000	1900	6,33333	ho/D>6	1900	3,16667	ho/D<6
	S12	1	300	600	180000	2400	4	ho/D<6	2400	8	ho/D>6
	S13	1	300	600	180000	2400	4	ho/D<6	2400	8	ho/D>6
	S14	1	300	700	210000	1600	2,28571	ho/D<6	1600	5,33333	ho/D<6
	S15	1	600	300	180000	2400	8	ho/D>6	2400	4	ho/D<6
	S16	1	600	300	180000	2400	8	ho/D>6	2400	4	ho/D<6
	S17	1	600	300	180000	2400	8	ho/D>6	2400	4	ho/D<6
	S18	1	600	300	180000	1600	5,33333	ho/D<6	1600	2,66667	ho/D<6
	S19	1	700	300	210000	1900	6,33333	ho/D>6	1900	2,71429	ho/D<6
	S20	1	300	700	210000	2400	3,42857	ho/D<6	2400	8	ho/D>6
	S21	1	700	200	140000	2400	12	ho/D>6	2400	3,42857	ho/D<6
	S22	1	700	200	140000	2400	12	ho/D>6	2400	3,42857	ho/D<6
	S23	1	600	300	180000	1600	5,33333	ho/D<6	1600	2,66667	ho/D<6
	S24	1	300	600	180000	1100	1,83333	KISA KOLON	1100	3,66667	ho/D<6
	S25	1	300	600	180000	2400	4	ho/D<6	2400	8	ho/D>6
	S26	1	700	200	140000	2400	12	ho/D>6	2400	3,42857	ho/D<6
	S27	1	700	200	140000	2400	12	ho/D>6	2400	3,42857	ho/D<6
	S28	1	200	700	140000	2400	3,42857	ho/D<6	2400	12	ho/D>6
	S29	1	300	300	90000	2400	8	ho/D>6	2400	8	ho/D>6
	S30	1	800	300	240000	2400	8	ho/D>6	2400	3	ho/D<6
	S31	1	300	800	240000	1600	2	KISA KOLON	1600	5,33333	ho/D<6
	S32	1	600	300	180000	2400	8	ho/D>6	2400	4	ho/D<6
	S33	1	300	600	180000	2400	4	ho/D<6	2400	8	ho/D>6
	S34	1	300	600	180000	2400	4	ho/D<6	2400	8	ho/D>6
	S35	1	200	700	140000	1600	2,28571	ho/D<6	1600	8	ho/D>6

Tablo 14. Proje 2'nin Japon Sismik İndeks Yöntemine Göre Çözülmesi (Tablo 7.2'nin devamı)



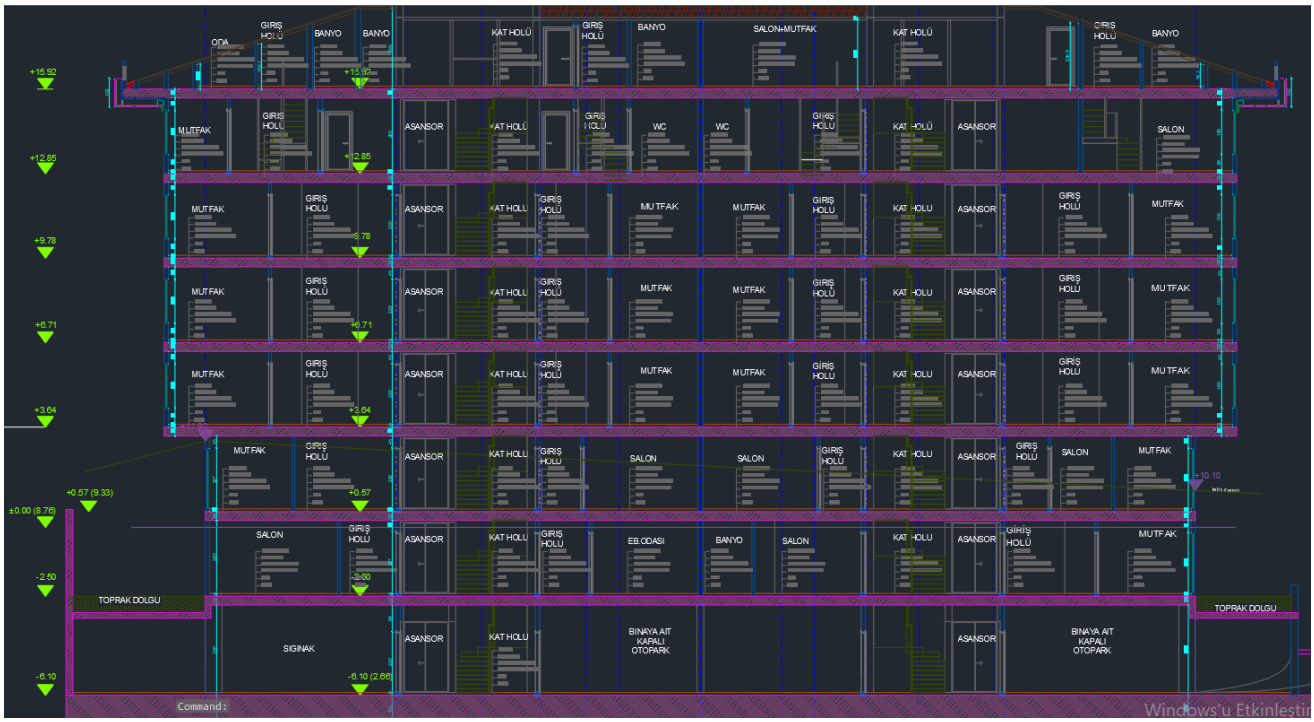
Tablo 13 ve Tablo 14'e göre Proje 2'nin kesitleri yeterli olmayıp daha detaylı tarama için 2.aşamaya geçilmesi gerektiği sonucuna varılır.

BÖLÜM 8. ÖRNEK PROJE 3 HAKKINDA BİLGİLER

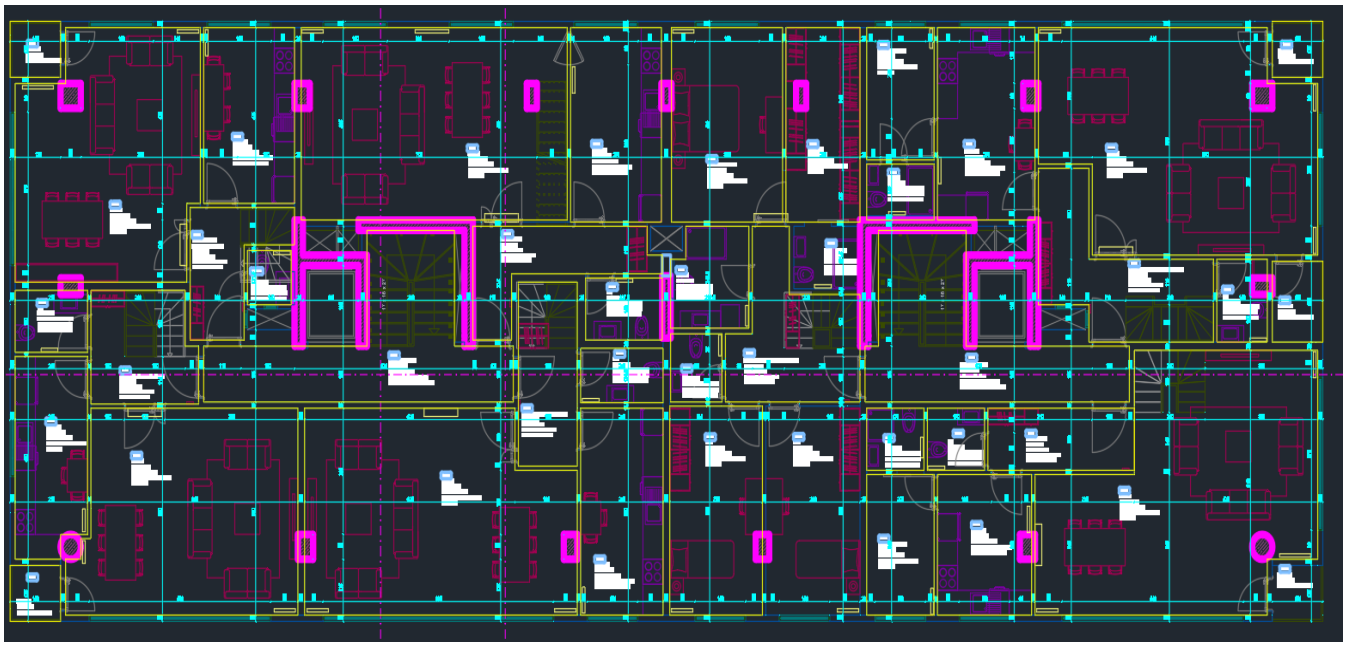
Etiler'de 2016 yılında yapılan konut tipi 4 katlı betonarme çerçeveli yapının beton kalitesi C30'dur. Zemin sınıfı zemin etüdü raporlarına göre Z2 olarak tespit edilmiştir. Bina yapı tipi olarak betonarme çerçeve sistemdir (C2). Yapıda Şekil 21'de görüldüğü gibi düzensizlik türleri mevcut değildir. Yapının düşey elemanları simetrik şekilde tasarlanmıştır. 1. Bodrum kat, zemin kat, 1,2,3. Katlarda 4 daire; 4.katta 6 daire mevcuttur. Yapının bitmiş hali Şekil 19'da görülmektedir. Ortalama yapıda yaşayan kişi sayısı 120'dir. Yapıda plansal ve düşeyde düzensizlik mevcut değildir. X doğrultusunda 39 metre Y doğrultusunda 14,50 metredir. Şekil 20'de görüldüğü gibi yapı yüksekliği 15,92 metredir.



Şekil 19. Proje 3'ün Bitmiş Görüntüsü



Şekil 20. Proje 3'ün Normal Kat Planı



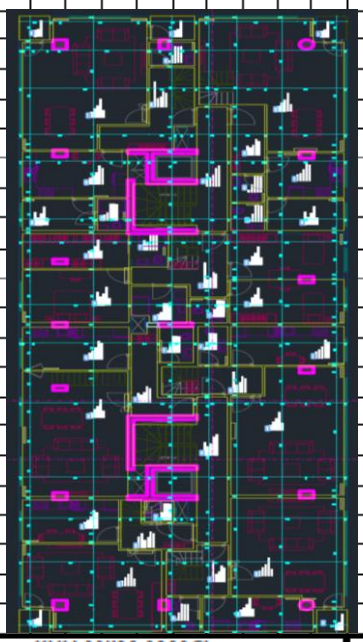
Şekil 21. Proje 3'ün A-A Kesiti

8.1. Örnek Proje 3'in Fema 154 Yöntemi Uygulanılarak Çözülmesi

Yapıyı FEMA 154 yöntemine göre çözüp yapının "Güvenli" ya da "Güvensiz" sınırda kaldığı yorumu yapılacaktır.

Tablo 15. Proje 3'ün FEMA 154 yöntemine göre çözülmesi

Yapılarda Potansiyel Zarar Değerlendirmesi için Hızlı Sokak Taraması
FEMA 154 Veri Toplama Formu — YÜKSEK DEPREMSELLİK(1. BÖLGE)



Adres:_____
PK:_____
Diğer Tanımlayıcı:_____
Kat Sayısı:_____ Yapım Yılı_____
Personelin Adı:_____ Tarih:_____
Toplam Kullanım Alanı(m²):_____
Yapının Adı:_____
Yapının Kullanım Amacı:_____



KULLANIM AMACI			ZEMİN TİPİ				KOPMA-DÜŞME HASARI		
Topluluk	Endüstriyel	Ofis	Kişi Sayısı		Z1	Z2	Z3	Z4	Baca	Parapet	Kaplama
Ticari	Yönetim	Konut	0-10	10-100	Çok sıkı zemin	Sıkı zemin	Orta sıkı zemin	Gevşek zemin	☐	☐	☐
Acil Hzm.	Tarihi	Okul	101-1000	1000+					Diğer:_____		

YAPI ANA SKORU, FAKTÖRLER,NİHAİ SKOR,S

Yapı Tipi	S1 (MRF)	S2 (BR)	S4	S5 (URMINF)	C1 (MRF)	C2 (SW)	C3 (URM INF)	PC2	URM
Ana Skor	2,8	3	2,8	2	2,5	2,8	1,6	2,4	1,8
Yükseklik(4-7)	+0,2	+0,4	+0,4	+0,4	+0,4	+0,4	+0,4	UD	0,0
Yükseklik(>7)	+0,6	+0,8	+0,8	+0,8	+0,6	+0,8	+0,3	+0,4	UD
Düşey Düzensizlik	-1,0	-1,5	-1,0	-1,0	-1,5	-1,0	-1,0	-1,0	-1
Plan Düzensizliği	-0,5	-0,5	-0,5	-0,5	-0,5	-0,5	-0,5	-0,5	-0,5
Yönetmelik Öncesi	-1,0	-0,8	-0,8	-0,2	-1,2	-1,0	-0,2	-0,8	-0,2
Yönetmelik Sonrası	+1,4	+1,4	+1,2	+1.2	+1,2	+1,6	+1.2	+1.2	+1,8
Z2 Zemin Sınıfı	-0,4	-0,4	-0,4	-0,4	-0,4	-0,4	-0,4	-0,4	-0,4
Z3 Zemin Sınıfı	-0,6	-0,6	-0,6	-0,4	-0,6	-0,6	-0,4	-0,6	-0,6
Z4 Zemin Sınıfı	-1,2	-1,2	-1,2	-0,8	-1,2	-0,8	-0,8	-1,2	-0,8

NİHAİ SKOR,S

YORUMLAR:

Detaylı Değerlendirme Gerekiyor
Evet Hayır

*:Tahmini veya güvenilir olmayan veri
B: Bilinmiyor
BR: Çaprazlı Çerçeve
MRF: Moment Aktaran Çerçeve
RC:Betonarme
SW:Perde Duvarlı
URM INF:Yığma Duvarlı

Yapının kullanımda ve herhangi bir hasarı bulunmayan bir yapıdır.

Yapının S nihai skoru hesaplanırken yapı tipi betonarme çerçeve olduğu için ana skoru 2,8 olarak alınır.

Yapının yüksekliği Şekil 20'de görüldüğü gibi 15,92 metre olduğu için +0,8 değeri alınır.

Yapı 2016 yılında inşaa edilmiş olup yönetmelik sonrası yapıldığı için +1,6 değeri alınır.

Yapı Z2 zemin sınıfında yer aldığı için -0,4 değeri alınır.

S = 2,8+0,8+1,6-0,4

S= 4,8 olarak bulunur.

Tablo 15'de yapının skorları işaretlenmiş ve nihai skor 4.8 olarak bulunmuştur. En işlevsel S skorunun 2 olduğu deneme yanılma yöntemi ile bulunmuş ve kabul edilmiştir. Nihai S skoru güvenli değeri 2 olarak belirlenmiştir. Örnek proje 3 yapısının nihai S skoru 4,8 olarak bulunduğu için güvenli skorun üstünde değerdedir. Örnek proje 3 FEMA 154 yöntemine göre "Güvenli" olarak bulunmuştur.

8.2 Örnek Proje 3'nin Kanada Sismik Tarama Yöntemi Uygulanılarak Çözülmesi

A: Yapının depremselliği ile ilgili olan parametredir. Bu değer 1 ile 5 arasında olabilir. Örnek Proje 3 birinci dereceden deprem bölgesinde yer aldığı için bu değer 5 olarak alınacaktır.

B: Yapının zemin tipi ile ilgili parametredir. Bu değer 1 ile 1,5 arasında olabilir. Yapının yapılmış zemin etütu mevcut olmamaktadır ancak bilinen zemin haritasında yapı İstanbul'da sıkı zemin grubunun olduğu bölgede yer almaktadır. B değeri 1 olarak alınacaktır.

C: Yapı betonarme çerçeveli sistem (CSW) olduğu için bu değer 1,5 olarak alınacaktır.

D: Yapının döşeme tipi ile ilgili parametredir. Hafif ve diyafram özelliğinde çalışan döşeme için bu değer 1 olarak alınacaktır.

E: Yapıda yer alan tüm düzensizlikleri ele alan bu parametre yapıda planda ve düşeyde düzensizlik olmadığı için 1 olarak alınmıştır.

F: Yapının önem katsayısı ile ilgili olan bu parametre; yapı konut olarak normal kullanım süresiyle kullanıldığı için 1 olarak alınacaktır.

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

SI=5*1*1,5*1*1*1

SI= 7,5 olarak bulunur.

G: Yapının değerlendirme yapıldığı zamandaki mevcut durumu ile ilgili parametre olan değer; yapıda herhangi bir hasar ve yıpranma mevcut olmadığı için 1 olarak alınacaktır.

H: Yapının dışında bağlantısı kötü yapılmış imalatlar; binanın içinde bulunan ağır duvarlar gibi elemanlar olmadığı için bu değer 1 olarak alınacaktır.

NSI= B*F*G*H

NSI= 1*1*1*1

NSI=1 olarak bulunur.

SPI= SI + NSI

SPI= 7,5+1

SPI= 8,5 olarak bulunur.

SPI < 10 olduğu için yapı düşük öncelikli binalar kategorisinde yer alır.

FEMA 154 yönteminde "Güvenli" bölgede yer alan yapı Kanada Sismik Tarama Yönteminde risk düzeyi önceliği düşük yapı kategorisinde yer almıştır.

8.3 Örnek Proje 3'ün Japon Sismik İndeks Yöntemi Uygulanılarak Çözülmesi

Japon Sismik İndeks Yönteminde kullanılan değişkenler tablo halinde verilip kullanılan değerler tabloda işlenilecektir. I_s ve I_{s0} değerleri karşılaştırması yapılırken kullanılan değişkenlerin aldığı değerler tabloya işlenip açıklaması yapılmıştır.

BİNA VERİLERİ:

Binanın Kullanım Amacı: Konut

Binanın Yeri: İstaanbul

Yapısal Sistemi: X doğrultusunda betonarme çerçeve, Y doğrultusunda betonarme çerçeve

Kat Sayısı: 4

Beton Sınıfı: C30 f_{cd}=20 N/mm^2

1m^2'ye düşen ağırlık: 1150 kg/m^2=11,5kN/m^2

Her katın ağırlığı:

W_i=Alan*Ağırlık= 565,5m^2 * 1150kg/m^2 = 650325 kg

= 6503,25 kN

Toplam Bina Ağırlığı: W=4*650325 = 2601300 kg = 26 kN

Tüm formüller excel programında hazırlanmış olup yapı excelde çözülmüştür. Hazırlanan excel şeması ek olarak sunulacaktır. Tablo 16'de bina bilgileri,katlarda mevcut olan kolonların kesit alanları ve temiz yüksekliklerine olan oranları verilmiştir.

Tablo 16. Proje 3'ün Japon Sismik İndeks Yöntemine göre çözülmesi

BİNA BİLGİLERİ	
fcd (N/mm²)	20
Bina m² Ağırlığı (kN/m²)	11,5
Kat Sayısı	4
σy (N/mm²)	365

KAT AĞIRLIKLARI			
Katlar	Kat Alanı (m²)	Kat Ağırlıkları W_i (kN)	$\sum W_i$
4	565,5	6503,25	6503,25
3	565,5	6503,25	13006,5
2	565,5	6503,25	19509,75
1	565,5	6503,25	26013

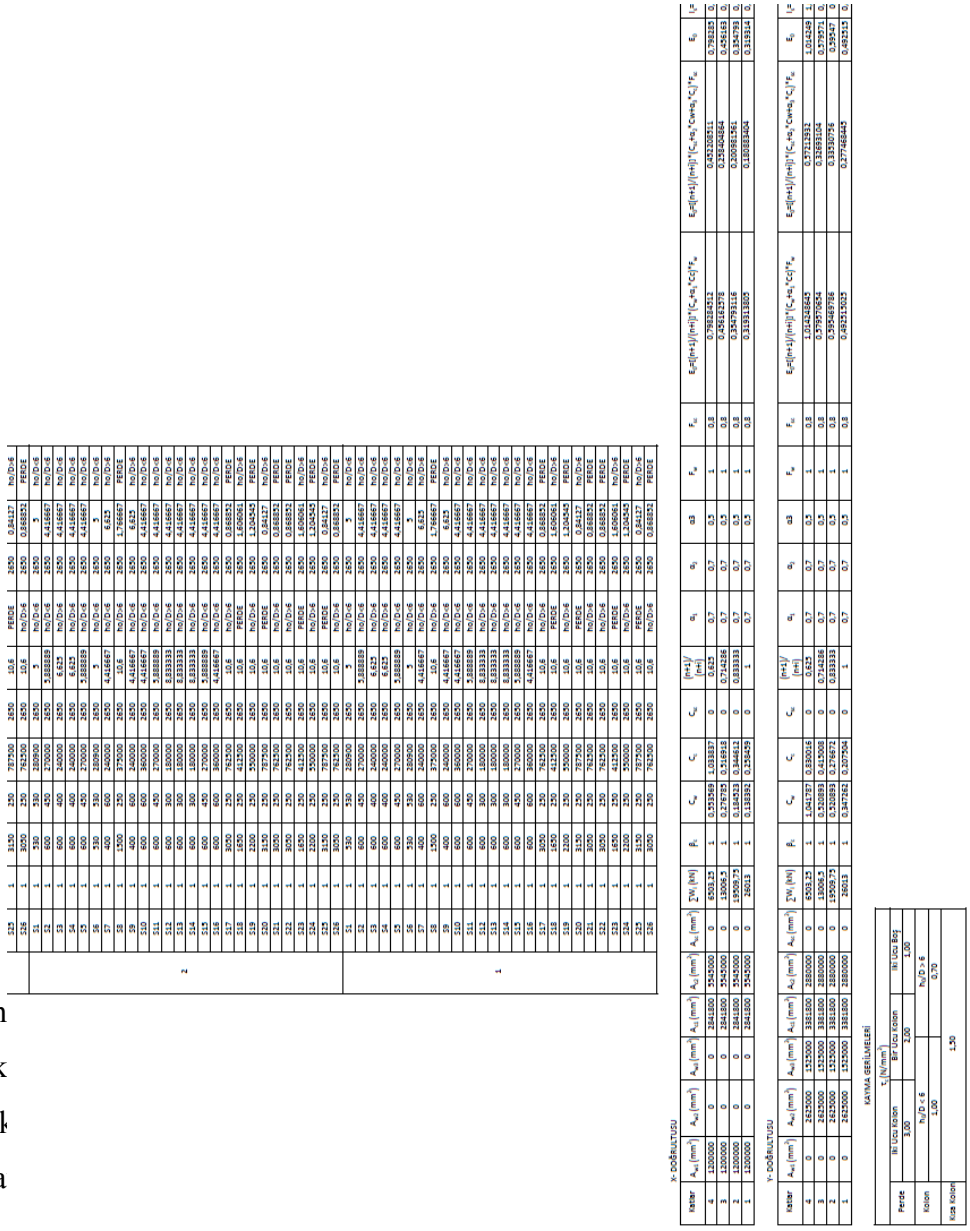
TASARIM VE BOYUT BİLGİLERİ

KOLONLAR

C30

Kat No	Tip No	Adet	b (mm)	D (mm)	A (mm²)	X-Doğrultusu			Y-Doğrultusu		
						h_{0}-x (mm)	h0/D	Kategori	h0-y (mm)	h0/D	Kategori
4	S1	1	530	530	280900	2650	5	ho/D<6	2650	5	ho/D<6
	S2	1	600	450	270000	2650	5,888889	ho/D<6	2650	4,416667	ho/D<6
	S3	1	600	400	240000	2650	6,625	ho/D>6	2650	4,416667	ho/D<6
	S4	1	600	400	240000	2650	6,625	ho/D>6	2650	4,416667	ho/D<6
	S5	1	600	450	270000	2650	5,888889	ho/D<6	2650	4,416667	ho/D<6
	S6	1	530	530	280900	2650	5	ho/D<6	2650	5	ho/D<6
	S7	1	400	600	240000	2650	4,416667	ho/D<6	2650	6,625	ho/D>6
	S8	1	1500	250	375000	2650	10,6	ho/D>6	2650	1,766667	PERDE
	S9	1	400	600	240000	2650	4,416667	ho/D<6	2650	6,625	ho/D>6
	S10	1	600	600	360000	2650	4,416667	ho/D<6	2650	4,416667	ho/D<6
	S11	1	600	450	270000	2650	5,888889	ho/D<6	2650	4,416667	ho/D<6
	S12	1	600	300	180000	2650	8,833333	ho/D>6	2650	4,416667	ho/D<6
	S13	1	600	300	180000	2650	8,833333	ho/D>6	2650	4,416667	ho/D<6
	S14	1	600	300	180000	2650	8,833333	ho/D>6	2650	4,416667	ho/D<6
	S15	1	600	450	270000	2650	5,888889	ho/D<6	2650	4,416667	ho/D<6
	S16	1	600	600	360000	2650	4,416667	ho/D<6	2650	4,416667	ho/D<6
	S17	1	3050	250	762500	2650	10,6	ho/D>6	2650	0,868852	PERDE
	S18	1	1650	250	412500	2650	10,6	PERDE	2650	1,606061	ho/D>6
	S19	1	2200	250	550000	2650	10,6	ho/D>6	2650	1,204545	PERDE
	S20	1	3150	250	787500	2650	10,6	PERDE	2650	0,84127	ho/D>6
	S21	1	3050	250	762500	2650	10,6	ho/D>6	2650	0,868852	PERDE
	S22	1	3050	250	762500	2650	10,6	ho/D>6	2650	0,868852	PERDE
	S23	1	1650	250	412500	2650	10,6	PERDE	2650	1,606061	ho/D>6
	S24	1	2200	250	550000	2650	10,6	ho/D>6	2650	1,204545	PERDE
	S25	1	3150	250	787500	2650	10,6	PERDE	2650	0,84127	ho/D>6
	S26	1	3050	250	762500	2650	10,6	ho/D>6	2650	0,868852	PERDE
3	S1	1	530	530	280900	2650	5	ho/D<6	2650	5	ho/D<6
	S2	1	600	450	270000	2650	5,888889	ho/D<6	2650	4,416667	ho/D<6
	S3	1	600	400	240000	2650	6,625	ho/D>6	2650	4,416667	ho/D<6
	S4	1	600	400	240000	2650	6,625	ho/D>6	2650	4,416667	ho/D<6
	S5	1	600	450	270000	2650	5,888889	ho/D<6	2650	4,416667	ho/D<6
	S6	1	530	530	280900	2650	5	ho/D<6	2650	5	ho/D<6
	S7	1	400	600	240000	2650	4,416667	ho/D<6	2650	6,625	ho/D>6
	S8	1	1500	250	375000	2650	10,6	ho/D>6	2650	1,766667	PERDE
	S9	1	400	600	240000	2650	4,416667	ho/D<6	2650	6,625	ho/D>6
	S10	1	600	600	360000	2650	4,416667	ho/D<6	2650	4,416667	ho/D<6
	S11	1	600	450	270000	2650	5,888889	ho/D<6	2650	4,416667	ho/D<6
	S12	1	600	300	180000	2650	8,833333	ho/D>6	2650	4,416667	ho/D<6
	S13	1	600	300	180000	2650	8,833333	ho/D>6	2650	4,416667	ho/D<6
	S14	1	600	300	180000	2650	8,833333	ho/D>6	2650	4,416667	ho/D<6
	S15	1	600	450	270000	2650	5,888889	ho/D<6	2650	4,416667	ho/D<6
	S16	1	600	600	360000	2650	4,416667	ho/D<6	2650	4,416667	ho/D<6
	S17	1	3050	250	762500	2650	10,6	ho/D>6	2650	0,868852	PERDE
	S18	1	1650	250	412500	2650	10,6	PERDE	2650	1,606061	ho/D>6
	S19	1	2200	250	550000	2650	10,6	ho/D>6	2650	1,204545	PERDE
	S20	1	3150	250	787500	2650	10,6	PERDE	2650	0,84127	ho/D>6
	S21	1	3050	250	762500	2650	10,6	ho/D>6	2650	0,868852	PERDE
	S22	1	3050	250	762500	2650	10,6	ho/D>6	2650	0,868852	PERDE
	S23	1	1650	250	412500	2650	10,6	PERDE	2650	1,606061	ho/D>6
	S24	1	2200	250	550000	2650	10,6	ho/D>6	2650	1,204545	PERDE
	S25	1	3150	250	787500	2650	10,6	PERDE	2650	0,84127	ho/D>6
	S26	1	3050	250	762500	2650	10,6	ho/D>6	2650	0,868852	PERDE
2	S1	1	530	530	280900	2650	5	ho/D<6	2650	5	ho/D<6
	S2	1	600	450	270000	2650	5,888889	ho/D<6	2650	4,416667	ho/D<6
	S3	1	600	400	240000	2650	6,625	ho/D>6	2650	4,416667	ho/D<6
	S4	1	600	400	240000	2650	6,625	ho/D>6	2650	4,416667	ho/D<6
	S5	1	600	450	270000	2650	5,888889	ho/D<6	2650	4,416667	ho/D<6
	S6	1	530	530	280900	2650	5	ho/D<6	2650	5	ho/D<6
	S7	1	400	600	240000	2650	4,416667	ho/D<6	2650	6,625	ho/D>6
	S8	1	1500	250	375000	2650	10,6	ho/D>6	2650	1,766667	PERDE
	S9	1	400	600	240000	2650	4,416667	ho/D<6	2650	6,625	ho/D>6
	S10	1	600	600	360000	2650	4,416667	ho/D<6	2650	4,416667	ho/D<6
	S11	1	600	450	270000	2650	5,888889	ho/D<6	2650	4,416667	ho/D<6
	S12	1	600	300	180000	2650	8,833333	ho/D>6	2650	4,416667	ho/D<6
	S13	1	600	300	180000	2650	8,833333	ho/D>6	2650	4,416667	ho/D<6
	S14	1	600	300	180000	2650	8,833333	ho/D>6	2650	4,416667	ho/D<6
	S15	1	600	450	270000	2650	5,888889	ho/D<6	2650	4,416667	ho/D<6
	S16	1	600	600	360000	2650	4,416667	ho/D<6	2650	4,416667	ho/D<6
	S17	1	3050	250	762500	2650	10,6	ho/D>6	2650	0,868852	PERDE
	S18	1	1650	250	412500	2650	10,6	PERDE	2650	1,606061	ho/D>6
	S19	1	2200	250	550000	2650	10,6	ho/D>6	2650	1,204545	PERDE
	S20	1	3150	250	787500	2650	10,6	PERDE	2650	0,84127	ho/D>6
	S21	1	3050	250	762500	2650	10,6	ho/D>6	2650	0,868852	PERDE
	S22	1	3050	250	762500	2650	10,6	ho/D>6	2650	0,868852	PERDE
	S23	1	1650	250	412500	2650	10,6	PERDE	2650	1,606061	ho/D>6
	S24	1	2200	250	550000	2650	10,6	ho/D>6	2650	1,204545	PERDE
	S25	1	3150	250	787500	2650	10,6	PERDE	2650	0,84127	ho/D>6
	S26	1	3050	250	762500	2650	10,6	ho/D>6	2650	0,868852	PERDE
1	S1	1	530	530	280900	2650	5	ho/D<6	2650	5	ho/D<6

Tablo 17. Proje 3'ün Japon Sismik İndeks Yöntemine göre çözülmesi (Tablo 16'nın devamı)



Tablo 16 ve Tablo 17'den karşı daha dayanıklı olarak m2 ağırlığı olduğundan yük güvenlik sınırlarından dola sonucuna varılır.

BÖLÜM 9. SONUÇLAR

Bu çalışmada 3 adet yapı 3 adet hızlı değerlendirme yöntemine göre çözülmüştür. Yapılardan 2 adedi deprem sonrası performansını bilinen yapılar olduğu için formların ve yöntemlerin güvenilirliği doğrulanmıştır.

FEMA 154 Yöntemi ile "Güvensiz" diğer yöntemlerle de değerlendirilmeli sonucu alınan yapılar Kanada Sismik Tarama ve Japon Sismik İndeks yöntemi ile çözülmüş ve bu iki yöntemde de Güvenli olmayan bölgede bulunmuştur.

FEMA 154 Yöntemi ile "Güvenli" sonucu çıkan yapı Kanada Sismik Tarama ve Japon Sismik İndeks yöntemi ile çözülmüş ve Kanada Sismik Tarama yönteminde risk düzeyi düşük bulunmuştur. Ancak yapı Japon Sismik İndeks Yönteminde çölünce bu yapıda son kat y doğrultusu hariç diğer katlar gelecek x ve y doğrultusundaki herhangi bir depreme yeterli performansı göstermediği sonucuna ulaşılmıştır. Bunun nedeni Is Iso karşılaştırmasında 1. değerlenedirme aşamasında Japon sismik yönteminin güvenilir sınırlar içerisinde kalmasıdır.

Bu yapılar 3 yöntemle incelendiğinde en hızlı sonucu FEMA 154 Yöntemi vermiştir. Ancak yöntemin nihai sonucu yoktur. Kanada Sismik Tarama Yöntemi ise FEMA 154 Yöntemine göre daha detaylı ancak süre olarak uygulanışı daha uzun sürmektedir. Japon Sismik İndeks Yönteminin uygulanışı diğer yöntemlerden daha uzun sürmektedir. Ancak bu yöntemde çok fazla güvenli tarafta kaldığı için diğer yöntemlerin sonucuyla uyuşmazlık gözlemlenmiştir.

Tablo 18. Yöntemler sonucu elde edilen verilerin gösterilmesi

YÖNTEM	PROJE 1	PROJE 2	PROJE 3
FEMA 154	GÜVENSİZ	GÜVENSİZ	GÜVENLİ
KANADA SİSMİK TARAMA YÖNTEMİ	RİSK DÜZEYİ DÜŞÜK	RİSK DÜZEYİ ORTA	RİSK DÜZEYİ DÜŞÜK
JAPON SİSMİK İNDEKS YÖNTTEMİ	GÜVENSİZ	GÜVENSİZ	GÜVENSİZ

Tablo 18'de örnek yapıların seçilen yöntemlerle çözülmesinden elde edilen sonuçlar toplu halde gösterilmiştir. Bu verilere göre; yapıların mevcut durumlarına bakıldığında FEMA 154 yöntemi 3 projede de gerçek sonuçları yansıtmıştır.

Kanada Sismik Tarama Yöntemi Proje 1'de risk düzeyini düşük bulduğu için Proje 2 için gerçek sonucu yansıtmamaktadır.

Japon Sismik Tarama Yöntemi Proje 3'de güvensiz sonucu verdiği için Proje 3 için gerçek sonucu yansıtmamaktadır.

Ele alınan yapılarda en uygun ve en kısa sürede doğru sonuç veren yöntem olarak FEMA 154 yöntemi olduğu gözlemlenmiştir.

KAYNAKÇA

[1] Tezcan, S.,S., ve Bal, İ., E., ” İstanbul’un kurtuluş reçetesi”, İstanbul Dergisi, Sayı 11, Sayfa 86-90, (2003).

[2] Afet Bölgelerinde Yapılacak Yapılar Hakkında Yönetmelik.

[3] DBYBHY 2007, “Deprem Bölgelerinde Yapılacak Binalar Hakkında Yönetmelik”, Çevre ve Şehircilik Bakanlığı, Ankara, (2007).

[4] Türkiye Bina Deprem Yönetmeliği (2018).

[5] Bal, İ., E., Tezcan, S., S. ve Gülay, F., G., “Betonarme binaların göçme riskinin belirlenmesi için P25 Hızlı Değerlendirme Yöntemi”, Altıncı Ulusal Deprem Mühendisliği Konferansı”, İstanbul, (2007).

[6] Bal, İ., E., Tezcan, S., S. ve Gülay, F., G., “Betonarme binaların göçme riskinin belirlenmesi için P25 Hızlı Değerlendirme Yöntemi”, Altıncı Ulusal Deprem Mühendisliği Konferansı”, İstanbul, (2007).

[7] Damcı, E., Yıldızlar, B., Gürsoy, G., Öztorun, N., K. ve Çelik, T., “Bakırköy özelinde Türkiye genelinde yapı durum tespiti için bir algoritma”, Beşinci Ulusal Deprem Mühendisliği Konferansı, AT-041, (2003).

[8] Tapan, M., “Deprem tehlikesinin yerleşim birimleri üzerindeki etkilerinin tahmini - Van örneği”, Yüksek Lisans Tezi, Gebze İleri Teknoloji Enstitüsü Mühendislik ve Fen Bilimleri Enstitüsü, İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı, Gebze, (2004).

[9] Karaşin, İ., “Mevcut bir yığma yapının farklı hızlı değerlendirme yöntemleri ile değerlendirilmesi” Dicle Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi (2016).

[10] Görgün, H., “Hızlı sismik performans değerlendirme yöntemi” Dicle Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi (2017).

[11] Tekeli, H., “Riskli Binaların Değerlendirilmesi Üzerine Bir İnceleme” 2. Türkiye Deprem Mühendisliği ve Sismoloji Konferansı (2013).

[12] Yeşilkaya, K., “Hızlı Gözlem Teknikleri ile Belirlenmiş Betonarme Yapıların “Riskli Yapıların Tespit Esasları 2013” Yönetmeliği ile Analizi” Yüksek Lisans Tezi, Ondokuz Mayıs Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü (2015).

[13] Ebren, Ö., “Mevcut Betonarme Binaların Performanslarının Belirlenmesinde Hızlı Değerlendirme Yöntemlerinin Kullanılabilirliği” Yüksek Lisans Tezi Atatürk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü (2015).

[14] Kaya, A., “Mevcut Betonarme Konut Tipi Binaların Deprem Performanslarının Hızlı Değerlendirme Metotları İle İncelenmesi Ve P25 Metodunun Geliştirilmesi” Yüksek Lisans Tezi, Balıkesir Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü (2017).

[15] Bahşi, E., “Riskli Yapıların Tespit Edilmesine İlişkin Esaslar İle Birinci Ve İkinci Aşama Değerlendirme Yöntemlerinin Karşılaştırılması” Yüksek Lisanss Tezi, Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü (2017).

[16] Ergun, M., “Binaların Deprem Performanslarının Belirlenmesinde Japon Sismik İndeks Yöntemi İle Doğrusal Olmayan Artımsal İtme Analizi Sonuçlarının Karşılaştırılması” Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü (2007).

[17] Doğan, M., “P25 Ve Durtes Öndeğerlendirme Yöntemleri Ve 1999 Düzce Depreminde Hasar Görmüş Binalara Uygulanması” Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü (2012).

[18] Vulaş, Y., “Mevcut Betonarme Binaların Pera (Hızlı Performans Değerlendirme Yöntemi) İle Performans Analizinin Yapılması” Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü (2014).

[19] Bayraktargil, B., “Riskli Yapıların Tespit Edilmesine İlişkin Esaslar Ve Türk Deprem Yönetmeliğinin Karşılaştırılması” Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü (2015).

[20] Pour, H., “Düzce Depreminde Yıkılmış Binaların P25 Ve Deprem Güvenliği Tarama Yöntemleri ile Değerlendirilmesi” Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü (2011).

[21] Özdemir, B., “Binaların Deprem Risklerinin Birinci Kademe Değerlendirme Yöntemiyle Belirlenmesi Üzerine Bir Saha Çalışması: Giresun İli Şebinkarahisar İlçesi Örneği” Yüksek Lisans Tezi, Karadeniz Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü (2015).

[22] Altıner, M., “Deprem Etkisindeki Betonarme Binaların Göçme Riskinin Saptanması İçin Hızlı DeğerlendiRme Yöntemleri” Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Kültür Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü (2008).

[23] Kudak, E., “Yapıların Japon Sismik İndeks Yöntemi İle İncelenip Yapısal Çözümleme Sonuçlarının Karşılaştırılması” Yüksek Lisans Tezi, Yıldız Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü (2005).

[24] Kızılkaya, Ş., “FEMA 154 Hızlı Görsel Tarama, Kanada Sismik Tarama Ve Japon Sismik İndeks Yöntemlerinin Karşılaştırılmalı Değerlendirilmesi Ve Uygulaması” Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü (2018).

[25] http://www.imo.org.tr/resimler/ekutuphane/pdf/2584.pdf