ulusalT.C.
MANİSA CELAL BAYAR ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

YÜKSEK LİSANS TEZİ
İNŞAAT MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI
YAPI BİLİM DALI

BETONARME YAPILARIN GÖÇME RİSKLERİNİN BELİRLENMESİNDE KULLANILAN HIZLI YÖNTEMLERİN KARŞILAŞTIRILMASI

Didem BÜTÜN

Danışman
Doç. Dr. Ali DEMİR

MANİSA-2018

TEZ ONAYI

Didem BÜTÜN tarafından hazırlanan " **Betonarme Yapıların Göçme Risklerinin Belirlenmesinde Kullanılan Hızlı Yöntemlerin Karşılaştırılması**" adlı tez çalışması 18/07/2018 tarihinde aşağıdaki jüri üyeleri önünde Celal Bayar Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Yapı Anabilim Dalı'nda YÜKSEK LİSANS TEZİ olarak başarı ile savunulmuştur.

Danışman	**Doç. Dr. Ali DEMİR** Celal Bayar Üniversitesi	……..
Jüri Üyesi	**Prof. Dr. Celal KOZANOĞLU** Celal Bayar Üniversitesi	……..
Jüri Üyesi	**Doç. Dr. Bengi ARISOY** Ege Üniversitesi	……..

TAAHHÜTNAME

Bu tezin Celal Bayar Üniversitesi Mühendislik Fakültesi İnşaat Mühendisliği Bölümü'nde, akademik ve etik kurallara uygun olarak yazıldığını ve kullanılan tüm literatür bilgilerinin referans gösterilerek tezde yer aldığını beyan ederim.

Didem BÜTÜN

İÇİNDEKİLER

SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ v
ŞEKİLLER DİZİNİ vii
TABLO DİZİNİ viii
TEŞEKKÜR ix
ÖZET x
ABSTRACT xi
1. GİRİŞ 1
2. GENEL BİLGİLER 2
2.1. KANADA SİSMİK TARAMA YÖNTEMİ 2
2.2. P25 YÖNTEMİ 4
2.2.1. KRİTİK KAT SEÇİMİ 5
2.2.2. CA En Kesit Alanı Endeksi Bileşkesi 5
2.2.4. P0 Taşıyıcı Sistem Puanı 6
2.2.5. P1 Temel Yapısal Puanı 7
2.2.6. P2 Kısa Kolon Puanı 7
2.2.7. P3 Yumuşak Kat ve Zayıf Kat Puanı 8
2.2.8. P4 Çıkmalar ve Çerçeve Süreksizliği Puanı 8
2.2.9. P5 Çarpışma Puanı 9
2.2.10. P6 Sıvılaşma Potansiyeli 9
2.2.11. P7 Toprak Hareketleri Puanı 10
2.2.12. α Düzeltme Çarpanı 10
2.2.13. β Düzeltme Çarpanı 11
2.2.14. P Sonuç Puanı 11
2.3. Riskli Yapıların Tespit Edilmesine İlişkin Esaslar (RYTEİE-2013) [11] 13
2.3.1. Betonarme Binalarda Donatı Tespiti ve Malzeme Özelliklerinin Belirlenmesi 13
2.3.2. Riskli Betonarme Binanın Belirlenmesi 14
2.4. TÜRK DEPREM YÖNETMELİĞİ-2007'YE GÖRE MEVCUT BİNALARIN DEĞERLENDİRİLMESİ [12] 15
2.4.1. Binalardan Bilgi Toplanması 15
2.4.1.1. Binalardan Toplanacak Bilginin Kapsamı 15
2.4.1.2. Bilgi Düzeyleri 15
2.4.1.3. Bilgi Düzeyleri Katsayıları 15
2.4.2. YAPI ELEMANLARINDA HASAR SINIRLARI VE HASAR BÖLGELERİ 16
2.4.2.1. Kesit Hasar Sınırları 16
2.4.3.2. Kesit Hasar Bölgeleri 16
2.4.2.3. Kesit Hasarı Tanımları 17
2.4.3. Bina Deprem Performans Seviyeleri 17
2.4.3.1. Hemen Kullanım Performans Düzeyi (HK) 17
2.4.3.2. Can Güvenliği Performans Düzeyi (CG) 17
2.4.3.3. Göçme Öncesi Performans Düzeyi (GÖ) 18
2.4.3.4. Göçme Durumu 18
2.4.4. Binalar İçin Hedeflenen Performans Düzeyleri 18
2.4.5. Depremde Bina Performansının Belirlenmesi 19
2.4.5.1. Depremde Bina Performansının Doğrusal Elastik Hesap Yöntemleri ile Belirlenmesi 19
2.4.5.1.1. Hesap Yöntemleri 19

2.4.5.1.2. Betonarme Binaların Yapı Elemanlarında Hasar Düzeylerinin Belirlenmesi 20
2.4.5.1.3. Göreli Kat Ötelemelerinin Kontrolü 21
2.4.5.1.4. Kesit Artık Moment Kapasitelerinin Hesaplanması 21
2.5. Çalışma Kapsamı ve Amacı 22
3.MATERYAL VE YÖNTEMLER 23
3.1. MATERYAL 23
3.2. YÖNTEM 24
3.2.1. Kanada Sismik Tarama Yöntemine Göre Örnek Binanın İncelenmesi 24
3.2.2. P25 Yöntemi İle Örnek Projenin İncelenmesi 25
3.2.3. Riskli Bina Yöntemi İle Örnek Projenin Değerlendirilmesi 26
3.2.4. TDY-2007 İle Örnek Projenin Değerlendirilmesi 26
4. ARAŞTIRMA BULGULARI VE TARTIŞMA 28
4.1. Mevcut Yapıların Performans Durumlarına Etkiyen Parametrelerin Değerlendirilmesi 31
5. YENİ BİR HIZLI DEĞERLENDİRME YÖNTEMİNİN GELİŞTİRİLMESİ 40
5.1. Geliştirilen Hızlı Değerlendirme Yönteminin Mevcut Yapılar Üzerinde Kullanılması 43
6. SONUÇLAR VE ÖNERİLER 49
KAYNAKLAR 52
Ek: Proje Bilgileri 54
ÖZGEÇMİŞ 65

SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ

A	Bölgenin Depremselliği
A_c	Toplam En Kesit Alanı
A_e	Efektif Kat Alanı
A_{sx}	Kritik Kattaki Betonarme Duvarlarının En Kesit Alanları Toplamı
A_{wx}	Kritik Kattaki Dolgu Duvarlarının En Kesit Alanları Toplamı
AP	Analitik Puan
ANP	Analitik Net Puan
B	Zemin Koşulları
BD	Beton Dayanımı
C	Taşıyıcı Sistem Türü
C_A	Alan Endeksi Bileşkesi
C_I	Atalet Momenti Endeksi Bileşkesi
ÇTB	Çok Tehlikeli Binalar
D	Döşeme Sistemi
DÖB	Düşük Öncelikli Binalar
E	Binada Var olan Düzensizlikler
E_m	Dolgu Duvarı Elastisite Modülü
E_c	Beton Elastisite Modülü
F	Binayı Kullanan İnsan Sayısına Bağlı Bina Önem Sayısı
F_{cd}	Beton Basınç Dayanımı
G	Binanın Genel Durumu
GP	Gözlemsel Puan
GNP	Gözlemsel Net Puan
H	Binanın Yapısal Olmayan Bileşenleri
H	Bina Toplam Yüksekliği
h_0	Bina Yüksekliği ile İlgili Düzeltme Çarpanı
I_x ve I_y	Bina Taban Alanını İçine 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

NSI	Binanın Yapısal Olmayan İndeksi
N	Hareketli Yük Çarpanı
OÖB	Orta Öncelikli Binalar
P_0	Taşıyıcı Sistem Puanı
P_1	Temel Yapısal Puanı
P_2	Kısa Kolon Puanı
P_3	Yumuşak Kat ve Zayıf Kat Puanı
P_4	Çıkmalar ve Çerçeve Süreksizliği Puanı
P_5	Çarpışma Puanı
P_6	Sıvılaşma Potansiyeli
P_7	Toprak Hareketleri Puanı
P	Sonuç Puanı
P_w	Ağırlıklı Ortalama Puan
R	Taşıyıcı Sistem Davranış Katsayısı
t	Topoğrafik Konum Katsayısı
YÖB	Yüksek Öncelikli Binalar
YASS	Yeraltı Su Seviyesi
TÜBİTAK	Türkiye Bilimsel ve Teknolojik Araştırma Kurumu
YAH	Yaklaşık Ağırlık Hesabı
YNP	Yapı Net Puanı
W	Kritik Kat Bina Ağırlığı
w	Ağırlık Katsayısı

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 2.1. Kritik Kat Alanı [5] 5
Şekil 2.2. β – Katsayısının Değişimi [5] 11
Şekil 2.3. Riskli ve Risksiz Hasar Sınırları [11] 13
Şekil 2.4. Kesit Hasar sınırları [12] 16
Şekil 3.1. Örnek Proje Zemin Kat Kalıp Planı (Proje 7) 23
Şekil 4. 1. TDY-2007 ve RYTEİE-2013 Değer Aralıkları 28
Şekil 4. 2. Zemin Kat Planı 31

TABLO DİZİNİ

Tablo 2.1. Kanada Sismik Tarama Yöntemi Değer Aralıkları [3] 3
Tablo 2.2. Yapısal Düzensizlik Katsayıları [5] 7
Tablo 2.3. Kısa Kolon Puanlama Matrisi [5] 8
Tablo 2.4. Çıkmalar ve Çerçeve Süreksizliği Puanı [5] 9
Tablo 2.5. Çarpışma Puanı Matrisi [5] 9
Tablo 2.6. Sıvılaşma Potansiyeli Puanları [5] 10
Tablo 2.7. Toprak Hareketleri Puanı [5] 10
Tablo 2.8. Çeşitli Puanlar için Ağırlık Oranları [5] 11
Tablo 2. 9. Bilgi Düzeyi Kapasitesi [11] 13
Tablo 2.10. Kat Kesme Kuvveti Oranı Sınır Değerleri [11] 14
Tablo 2.11. Bilgi Düzeyi Kapasitesi [12] 16
Tablo 2.12. Deprem Düzeyinde Binalar için Performans Hedefleri [12] 19
Tablo 2.13. Etki/Kapasite Oranları (r) [12] 20
Tablo 2.14. Etki/Kapasite Sınır Değerleri (rs) [12] 21
Tablo 2.15. Göreli Kat Ötelemesi Oranı [12] 21
Tablo 3.1. Örnek Projenin Kanada Sismik Tarama Yöntemi ile Analizi ve Sonuçları 24
Tablo 3.2. Örnek Proje P25 Yöntemi Analizi ve Sonuçları 26
Tablo 3.3. Riskli Bina Yöntemi İle Örnek Projenin Sonucu 26
Tablo 3.4. TDY-2007 İle Örnek Projenin Sonucu 27
Tablo 4. 1. Kanada Sismik Tarama ve P25 Yöntemi Değer Aralıkları 28
Tablo 4. 2. Sonuçların Kıyaslanması 29
Tablo 4. 3. Uygulanan Parametre ve Sonuçları 31
Tablo 5. 1. Geliştirilen Hızlı Değerlendirme Tekniğine Ait Gözlemsel Parametreler ve Gözlemsel Puanlar 41
Tablo 5. 2. Betonarme Yapının Yıllara Göre Yaklaşık Beton Dayanımı 42
Tablo 5. 3. Geliştirilen Hızlı Değerlendirme Tekniğine Ait Analitik Parametreler ve Analitik Net Puanlar (ANP) 43
Tablo 5. 4. Mevcut Betonarme Yapının Sonuç Değerlendirmesi 43
Tablo 5. 5. Örnek Projelerin Geliştirilen Hızlı Değerlendirme Yöntemi ile Analiz Değerleri 44
Tablo 5. 6. Örnek Projelerin Geliştirilen Hızlı Değerlendirme Yöntemi ile Analiz Sonuçları 46
Tablo 5. 7. Örnek Projelerin Karşılaştırılması 47

TEŞEKKÜR

Çalışmalarım boyunca bana destek olan, hiçbir yardımı esirgemeyen, her türlü bilgi ve birikimlerini benimle paylaşan danışman hocam Sayın Doç. Dr. Ali DEMİR' e şükranlarımı sunarım. Ayrıca hayatımın her alanında beni destekleyen, maddi ve manevi desteklerini eksik etmeyen değerli aileme sonsuz teşekkür ederim.

Didem BÜTÜN
Manisa, 2018

ÖZET

Yüksek Lisans Tezi

Betonarme Yapıların Göçme Risklerinin Belirlenmesinde Kullanılan Hızlı Yöntemlerin Karşılaştırılması

Didem BÜTÜN

Manisa Celal Bayar Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı

Danışman: Doç. Dr. Ali DEMİR

Deprem bölgesinde bulunan ülkemizde, deprem öncesi ve/veya sonrasında yapıların güvenliğinin tespit edilmesi ve olası deprem sonrasında mal ve can kayıpları ile karşılaşılmaması açısından büyük önem arz etmektedir. Yapılan bu çalışmada, mevcut yapıların hasar durumlarının belirlenmesi için geliştirilen ve uygulamada sıklıkla kullanılan 4 farklı yöntem ele alınmıştır. Çalışma kapsamında ele alınan yöntemler, Kanada Sismik Tarama Yöntemi, P25 Yöntemi, 2007 Türk Deprem Yönetmeliğinde önerilen Doğrusal elastik hesap Yöntemi ve Riskli Yapıların Tespit Edilmesine İlişkin Esaslar (RYTEİE-2013)'dır. Çalışmanın amacı, mevcut yapı stoğunun çok büyük bir bölümünü oluşturan betonarme yapıların olası bir deprem sonucunda hasar durumunun ve göçme riskinin önceden belirlenmesi için kullanılan bazı yöntemleri karşılaştırmak ve bu bölgede güvenle kullanılabilecek bir hızlı değerlendirme yöntemi geliştirmektir. Bunun yanında, hızlı değerlendirme tekniklerinin güvenirlikleri de TDY-2007 ile kıyaslanarak araştırılmaktadır. Bu çalışma kapsamında 4 değerlendirme yöntemi, Manisa bölgesinde bulunan ve mevcut yapı stoğunu temsil edecek şekilde seçilen betonarme yapılara uygulanarak bu yapıların hasar durumları araştırılmış ve elde edilen sonuçlar arasında kıyaslama yapılmıştır. Çalışma altı bölümden oluşmakta olup, ilk bölüm giriş bölümünden oluşmaktadır. İkinci bölümde değerlendirme yöntemleri hakkında detaylı bilgi sunulmuştur. Üçüncü bölümde Manisa bölgesinin yapı stoğunu yansıtacak şekilde seçilen 30 farklı mevcut betonarme yapının 4 farklı yöntem ile analizi yapılmış ve elde edilen sonuçlar detaylı biçimde sunulmuştur. Dördüncü bölümde, Manisa bölgesindeki genel yapı stoğu incelenmiş ve bu bölgeyi temsil edebilecek bir kalıp planı belirlenmiştir. Bu yapıya ait beton sınıfı, donatı sınıfı, kat sayısı, çıkmalar ve yumuşak kat gibi parametreler değişken seçilerek elde edilen yapıların 4 farklı yöntem ile değerlendirilmesi yapılmıştır. Beşinci bölümde, elde edilen tüm parametreler bir araya getirilerek yeni bir hızlı değerlendirme yöntemi geliştirilmiştir. Elde edilen sonuçlar TDY-2007 ile kıyaslanarak detaylı bir biçimde sunulmuş ve geliştirilen yöntemin güvenirliği ortaya konmuştur.

Anahtar Kelimler: Betonarme Yapılar, Deprem Performansı, Yapı Güvenliği, Hızlı Değerlendirme Yöntemleri.

2018, 77 sayfa

ABSTRACT

M.SC. Thesis

Comparison Of The Rapid Methods Used To Determine The Collapse Risks Of Reinforced Concrete Structures

Didem BÜTÜN

Celal Bayar University
Graduate School of Applied and Natural Sciences
Department of Civil Engineering

Co-Supervisor: Assoc. Prof. Dr. Ali DEMİR

In our country located in earthquake zone, it is of great importance to determine the safety of structures before and / or after the earthquake, and to avoid asset and loss of lives after possible earthquakes. In this study, four different methods which are developed and used frequently in practice are dealt with in order to determine the damage conditions of existing structures. The methods covered in the study are the Canadian Seismic Scanning Method, the P25 Method, the Linear Elastic Calculation Method proposed Turkish Earthquake Code in the 2007, and the Principles Regarding the Determination of Risky Structures (RYTEİE2013). The purpose of the study is to compare some methods used to determine the damage situation in a possible earthquake and the prevalence of the risk of collapse of reinforced concrete structures that make up a very large part of the existing structure and is to develop a rapid assessment method that can be used safely in this region. In addition, the reliability of rapid assessment techniques is being investigated in comparison with the TEC-2007. In the scope of this study, 4 evaluation methods were applied to concrete structures selected in Manisa region to represent existing building stock and the damage cases of these structures were investigated and the results obtained were compared. The study consists of sixs parts and the first part is the introduction. In the second part, detailed information about evaluation methods is presented. In the third section, 4 different method analyses of 30 different existing reinforced concrete structures selected to reflect the building density of the Manisa region were conducted and the results obtained are presented in detail. In the fourth chapter, the general structure of the region in Manisa is investigated and a building geometry is defined to represent this region. In this structure, the parameters obtained by selecting variables such as the strength of the concrete, reinforcement property, number of floors, overhang and soft floors were evaluated with 4 different methods. In the fifth chapter, a new rapid evaluation method was developed by combining all the obtained parameters. The results obtained are presented in detail in comparison with TDY-2007 and the reliability of the developed method is presented.

Key Words: Reinforced Concrete Construction, Earthquake Performance, Building Security, Rapid Evaluation Methods.

2018, 77 page

1. GİRİŞ

Ülkemizde ve dünyada son yıllarda gerçekleşen depremlerde oluşan hasar ve yıkımlar ile birlikte çok sayıda can kaybı ortaya çıkmıştır. Bu nedenle binaların depreme karşı güvenli olup olmadığının tespit edilmesi bir gereklilik haline gelmiştir [1]. Ülkemizde 1998 Afet Bölgelerinde Yapılacak Yapılar Hakkında Yönetmelik revize edilerek 2007 yılında Deprem Bölgelerinde Yapılacak Binalar Hakkında Yönetmelik hazırlanmıştır. Mevcut binaların deprem güvenliğinin incelenmesinde Türk Deprem Yönetmeliğinin 7. Bölümünde yer alan doğrusal elastik yöntem ve doğrusal olmayan elastik yönteme göre analizler yapılmaktadır.

Sürekli artış halinde olan yapılaşmanın, olası bir deprem esnasında davranışlarının tespit edilebilmesi için hızlı değerlendirme yöntemleri geliştirilmiştir. Yapılan çalışmalar sonucunda mevcut yapıların daha hızlı bir şekilde değerlendirilebilmesi için bu tez kapsamında da detaylı bir şekilde RYTEİE (2013), Kanada Sismik Tarama Yöntemi ve P25 Yöntemi ele alınmıştır.

Bu çalışma kapsamında, hızlı değerlendirme yöntemlerinden Kanada Sismik Tarama ve P25 Yöntemleri kullanılarak mevcut betonarme yapıların hızlı ve ekonomik bir şekilde değerlendirilebilmesi ve elde edilen sonuçların güvenilir olup olmadığı araştırılmıştır. Bu amaç kapsamında, hızlı değerlendirme yöntemleri kullanılarak elde edilen sonuçlar TDY-2007 ve RYTEİE-2013 kullanılarak elde edilen sonuçlar ile karşılaştırılmıştır. Ayrıca, kullanılan hızlı değerlendirme yöntemlerinde etkin olarak kullanılmayan parametreler dikkate alınarak yeni bir hızlı değerlendirme yöntemi geliştirilmiştir. Yeni yöntemde elde edilen sonuçlar TDY-2007 ile kıyaslanmıştır. Seçilen mevcut betonarme yapılar Manisa bölgesinin yapı stoğunu yansıtacak şekilde uygulaması yapılan projelerin arasından seçilmiştir.

2. GENEL BİLGİLER

2.1. KANADA SİSMİK TARAMA YÖNTEMİ

Kanada Sismik Tarama Yönteminde incelenen binaların parametreleri, her bir binanın deprem riskinin değerlendirmesidir. Bu nedenle söz konusu binalar ile ilgili doğru kararı verebilmek için bina ile ilgili olabildiğince bilgi toplanması gerekmektedir. Elde edilen bu bilgiler sayısal parametrelere karşı gelmektedir. Binanın adresi, kat sayısı, toplam bina kullanım alanı, yapımda kullanılan taşıyıcı sistemin malzemesi (betonarme, çelik vb.), taşıyıcı sisteme yapılan müdahale, bozulmalar, bölgenin depremselliği, zemin sınıfı, taşıyıcı sistem türü, binada var olan düzensizlikler, binayı kullanan insan sayısı gibi parametrelere değer verilerek indeksler belirlenmiştir [3].

Kullanılan parametreler [3];

- Bölgenin depremselliği (A); 1-5 arasında değer alıp yüksek A değeri riskli bölgeyi temsil eder.
- Zemin koşulları (B); kaya gibi sağlam zeminlerde 1.0, sıvılaşma durumu olan zayıf zeminlerde 1.5 değerini alır.
- Taşıyıcı sistem türü (C); deprem kuvvetinin dayanım ile karşılaştığı sünek sistemlerde düşük gevrek bir sistem ile karşılaşıldığında ise yüksek değer almaktadır. Örneğin, 1.0 sünek olarak tasarlanmış bir sistemi temsil ederken, 3.5 değeri gevrek sistemi temsil etmektedir.
- Döşeme sistemi (D); 1-2 arasında değer almaktadır. Rijit diyafram özelliği gösteren döşeme sisteminde bu katsayı düşüktür.
- Var olan düzensizlikler (E); 2007 Türk Deprem Yönetmeliğinde geçen taşıyıcı sistem düzensizlikleri, çekiçleme etkisi, bina taşıyıcı sistemindeki proje dışı önemli değişikler ve değişik türde yapısal hasar oluşumlarıdır. Yapıda belirlenen her bir düzensizlik için 0.3-1.0 arasında değişen puan verilmektedir. En düşük düzensizlik değeri, komşu binaların çarpışması, sistemde yapılan değişiklikler ve hasara, en büyük düzensizlik değeri ise rijitlik düzensizliğine verilmektedir.
- Bina önem sayısı (F); binada yaşayanların sayısına (N) bağlıdır. 10 kişiden az insan barındıran binalarda 0.7, 10-300 arasında 1.5, 300-3000 arasında 2.0, 3000'den yüksek ise 3.0 alınmalıdır.
- Binanın genel durumu (G); en iyi durumda 1.0, çok sorunlu durumda 4.0 ile hesap yapılmalıdır.
- Yapısal olmayan bileşenler (H); mekanik ve elektrik tesisatları, yakıt hatları, acil durum ve enerji sistemleri, bacalar, bina içinde ki yığma kagir bölme duvarları gibi bileşenlerden oluşmaktadır. Var olan her bir bileşen için 1.0 puan verilmektedir.

Sayısallaştırılan parametrelere göre yapısal indeks (SI) olarak aşağıdaki şekilde tanımlanmıştır.

$$SI=ABCDEF \qquad (2.1)$$

Yapısal olmayan indeks (NSI) ise;

$$NSI=BFGH \qquad (2.2)$$

Bağıntısı ile hesaplanmaktadır. Yapısal ve yapısal olmayan indekse;

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

Bağıntısı ile ulaşılmaktadır.

Bina ile ilgili gerekli incelemeler tamamlandıktan sonra elde edilen sayısal verilerin sayısal değerlendirilmesi yapılmaktadır. Öncelikli olarak hesaplanan indekse göre sıralama yapılmaktadır. İndeksin yüksek olması önceliğin yüksek olduğu anlamına gelmektedir. Öncelik sıralamasında üç indeksten biri kullanabileceği gibi binanın ve bölgelerin depremselliği dikkate alınarak yalnızca biride seçilebilir. Örneğin, deprem riski düşük bölgelerde yapısal olmayan hasarların değerlendirilmesi daha önemli olabilir.

Tablo 2.1. Kanada Sismik Tarama Yöntemi Değer Aralıkları [3]

SI ya da NSI	1.0≈2.0	Yeterli deprem güvenliği (YDG)
SPI	<10	Düşük öncelikli binalar (DÖB)
SPI	10≈20	Orta öncelikli binalar (OÖB)
SPI	>20	Yüksek öncelikli binalar (YÖB)
SPI	>30	Çok tehlikeli binalar (ÇTB)

Farklı faktörleri bir arada toplayan bu yöntemde kullanılan sayısal değerlerin güvenilir veriler olması önemlidir. Kullanılan parametreler arasında bilinmeyen bir faktör olduğunda güvenli tarafta kalacak şekilde seçimler yapılmalıdır.

2.2. P25 YÖNTEMİ

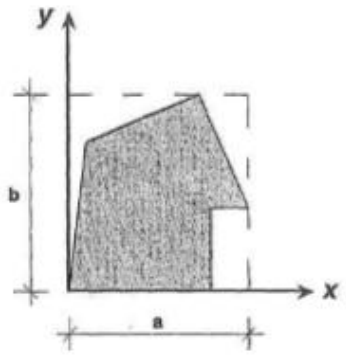
'Sıfır Can Kaybı Projesi' ve 'P25 Yöntemi' adıyla Tezcan S.S. (2003) tarafından depremde can ve mal kayıplarının önlenmesi için mevcut yapıların hızla değerlendirilmesi için yöntem oluşturulmuş, konferanslarda bildiri olarak sunulmuş ve dergilerde yayınlanmıştır. Altıner M. (2008) Daha sonra, Bal İ. E. (2005) İTÜ'de tamamlanan Yüksek Lisans tezi kapsamında P25 yöntemini geliştirilerek, daha önceki depremlerden etkilenen hasarsız, orta hasarlı ve yıkılmış 23 binaya uygulamış ve P24 Yöntemi adıyla başarılı sonuçlar elde etmiştir. 106M278 No.lu TÜBİTAK Projesi kapsamında P24 Yöntemi daha çok sayıda binaya uygulanarak kalibre edilmiş ve yeniden düzenlenerek P25 adını almıştır [5].

Bu yöntemde incelenen yapılarda mevcut kolon, perde ve dolgu duvar alanları, ataletleri, bina ve kat yüksekliği, 2007 Türk Deprem Yönetmeliğinde tanımlanan yapısal düzensizlikler, malzeme bilgileri ve zemin özellikleri gibi parametreler işlem adımlarına katılarak; ele alınan yapıların yedi farklı göçme puanı hesaplanmaktadır. Elde edilen yedi puanın birbirleri ile dizgelerini, binanın bulunduğu deprem verilerini ve bölge özelliklerini de değerlendirmeye alan bir P-sonuç puanı belirlenmektedir. Elde edilen P-sonuç puanına göre üç farklı risk bölgesinden hangi risk alanında olduğu hakkında bilgi alınmaktadır. Bu risk bölgeleri düşük, şüpheli ve yüksek risk bölgesi olarak sınıflandırılmaktadır. Binanın şüpheli risk bölgesinde tespit edilmesi durumunda, kapsamlı bir analiz yapılarak tekrar değerlendirilmeye alınması gerekmektedir.

Bu yöntemde binanın hangi risk bölgesinde olduğunu tespit edebilmemizi sağlayan P-sonuç puanını elde edebilmek için öncelikle yedi ayrı göçme riskini temsil eden yedi farklı değerlendirme puanı hesaplanır.

Bu risklerin birbiri ile etkileşimde olup olmadıklarını belirleyebilmek için her P_i puanı için ağırlık çarpanı da dikkate alınarak P_w ağırlıklı ortalama hesaplanır. P_i puanlarının minimum değeri ile P_w ağırlıklı ortalama puanına bağlı olarak P_i göçme kriterlerinin birbirleri ile etkileşimini temsil eden β çarpanı bulunulur.

Ayrıca, binanın önem katsayısını, deprem bölgesini, hareketli yük katılım katsayısını ve binanın üzerinde bulunduğu arazinin topografyasını temsil eden bir α-çarpanı ile düzeltme yapılır. Elde edilen P-sonuç performans puanının değerine göre analizi yapılan yapının hangi risk aralığında bulunduğu ile ilgili tespit yapılmış olur.



Şekil 2.1. Kritik Kat Alanı [5]

2.2.1. KRİTİK KAT SEÇİMİ

Kritik kat, rijitliği diğer katlara oranla çok düşük olan ve/veya yanal ötelenmesi zemin tarafından tutulmamış olan en alt bina katıdır. Kritik kat genellikle zemin kat olarak değerlendiremeye alınmaktadır. Ancak yapının bodrum katında betonarme çevre perdeleri bulunmuyorsa, kritik kat bodrum kat olabilir. İnceleme yapılan yapıların zemin kat taban alanı ele alınarak yapının A_e efektif kat alanı bulunur (A_e = ab) (Şekil 2.1).

2.2.2. C_A En Kesit Alanı Endeksi Bileşkesi

Belirlenen kritik katta bulunan kolon, perde, dolgu duvarların enkesit alanları, atalet momentleri ve daha sonra alan ve atalet momenti endeksleri hesaplanır. Alan endeksi, kolon, perde ve dolgu duvar alanlarının efektif kat alanına oranı olarak tarif edilir. Alan endeksleri C_{Ax} Denklem (2.4) ve C_{Ay} Denklem (2.5) ile aşağıdaki şekilde hesaplanır [3].

$$C_{Ax} = 2(10^5)A_{ef,x}/A_e \qquad (2.4)$$

$$C_{Ay} = 2(10^5)A_{ef,y}/A_e \qquad (2.5)$$

$$A_{ef,x} = A_c + A_{sx} + (E_m/E_c)\,A_{wx} \quad A_{ef,y} = A_c + A_{sy} + (E_m/E_c)\,A_{wy} \qquad (2.6)$$

Bu alan endeksler minimum ve maksimum bileşen olarak belirlenerek C_A - Alan Endeksi Bileşkesi için ağırlıklı bir ortalama endeks Denklem (2.7) ve Denklem (2.8) ile hesaplanır [5].

$$C_{A,min} = \min(C_{Ax}, C_{Ay}) \qquad C_{A,max} = \max(C_{Ax}, C_{Ay}) \qquad (2.7)$$

$$C_A = \sqrt{(0{,}87C_{A,min})^2 + (0{,}50C_{A,min})^2} \qquad (2.8)$$

2.2.3. C_I Atalet Momenti Endeksi Bileşkesi

Her iki yöndeki atalet momenti endeksleri ve bunların bileşkeleri olan C_I Atalet Momenti Endeksi Bileşkesi aşağıdaki şekilde hesaplanır:

$$C_{Ix}=2(10^5)\left(I_{ef,x}/I_x\right)^{0,2} \qquad (2.9)$$

$$C_{Iy}=2(10^5)\left(I_{ef,y}/I_y\right)^{0,2} \qquad (2.10)$$

$$I_x=\frac{a3b}{12} \qquad I_y=\frac{b3a}{12} \qquad (2.11)$$

$$I_{ef,x}= I_{cx}+ I_{sx}+(E_m/ E_c)\, I_{wx} \quad I_{ef,y}= I_{cy} + I_{sy} + (E_m/ E_c)\, I_{wy} \qquad (2.12)$$

$$C_{I,min}=\min(C_{Ix},C_{Iy}) \qquad (2.13)$$

$$C_{I,max}=\max(C_{Ix},C_{Iy}) \qquad (2.14)$$

$$C_I=\sqrt{\left(0,87C_{I,min}\right)^2+\left(0,50C_{I,min}\right)^2} \qquad (2.15)$$

2.2.4. P_0 Taşıyıcı Sistem Puanı

Binanın taşıyıcı sistem puanı (P_0) Denklem (2.16) ile hesaplanır.

$$P_0=(C_A+C_I)/h_0 \qquad (2.16)$$

h_0 çarpanı, H bina toplam yüksekliğine bağlı Denklem (2.17)'de verilmiştir.

$$h_0=-0.6H^2+39.6H-13.4 \qquad (2.17)$$

Bu çalışma için yazılan bir program ile, farklı yükselik ve tasarıma sahip 27 bin civarında yapı üretilip sonuçlar regresyon analizine tabi tutulmuş ve Denklem (2.17) elde edilmiştir [5].

Tablo 2.2. Yapısal Düzensizlik Katsayıları [5]

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 Varlığı	0.90	0.95	1.00
f_6	Ağır Cephe Elemanları	0.90	0.95	1.00
f_7	Asma Kat Mevcudiyeti (γ=Asma kat /Kat alanı)	0.90 $\gamma>0.25$	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[1]	$f_9=(f_c/20)^{0.5}$		
f_{10}	Zayıf Kolon-Kuvvetli Kiriş[2]	$f_{10}=[(I_x+I_y)/2I_b]^{0.15}\leq 1.0$		
f_{11}	Etriye Sıklığı[3]	$f_{11}=0.60\leq (10/s)^{0.25}\leq 1.0$		
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)

2.2.5. P_1 Temel Yapısal Puanı

Yapısal düzensizlik katsayıları olarak ifade edilen f_i katsayılarının aldıkları değerler Tablo 2.2'de verilmiştir. Bu değerlerin P_0 puanı ile arka arkaya çarpılması sureti ile P_1 puanı aşağıdaki Denklem (2.18) ile elde edilir [5].

$$P_1 = P_0\left(\prod_{i=1}^{14} f_i\right) \qquad (2.18)$$

2.2.6. P_2 Kısa Kolon Puanı

Kısa kolon; belirli bir yüksekliğe göre dizayn edilmiş bir kolonun hesaplanan değerinden daha kısa yükseklikte çalışan ve gevrek kırılmalarla karşılaşılması beklenen kolonlardır. Kısa kolon tespit edildikten sonra kısa kolon boyunun kat yüksekliğine oranı ve kritik katta hangi oranda bulunduğu önem arz etmektedir. Bu veriler elde edildikten sonra P_2 Kısa Kolon Puanının puanlama sistemi Tablo 2.3'te sunulmuştur.

Tablo 2.3. Kısa Kolon Puanlama Matrisi [5]

Kısa Kolonların Bulunma Oram	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
Az (%5 den az)	70	64	57	50
Bazı (%5 -%15)	60	50	44	37
Fazla (%15-%30)	50	40	30	24
Çok Fazla (%30 dan fazla)	40	30	20	10

2.2.7. P_3 Yumuşak Kat ve Zayıf Kat Puanı

Zemin katlarındaki yığma dolgu duvarlarının, üst katlarda ki yığma dolgu duvarlara nazaran hiç bulunmaması veya çok az bulunması durumunda zayıf kat oluşumu olabilmektedir. Ayrıca giriş kat yüksekliğinin diğer kat yüksekliklerinden fazla olması durumu zayıf kat oluşumunu etkilemektedir. Bu zayıflığı ifade eden P_3 değeri aşağıdaki bağıntı ile hesaplanmaktadır.

$$P_3=[r_a r_r (h_{i+i}/h_i)^3]^{0,60} \qquad (2.19)$$

Denklemde ifade edilen r_a ve r_r indisleri kritik katta ve bir üst katta bulunan kolon, perde ve dolgu duvarlarının efektif alan ve efektif atalet momenti cinsinden birbirlerine oranlarını ifade etmektedir. Oranları elde edebilmek için formülasyonlar kullanılmaktadır.

$$r_a = (A_{ef,i} / A_{ef,i+1}) \leq 1 \qquad (2.20)$$

$$r_r = (I_{ef,i} / I_{ef,i+1}) \leq 1 \qquad (2.21)$$

2.2.8. P_4 Çıkmalar ve Çerçeve Süreksizliği Puanı

Yapılarda taban alanı dışında kendi hudutları içerisinde kalma şartı ile binanın çevresinde açık ve/veya kapalı dışarı doğru uzanmış bölümler çıkma olarak adlandırılmaktadır. Oluşan çıkmalar binada düzensizliklere ve deprem moment kolunda artış oluşmasına neden olmaktadır. Çıkmalar dış cephe kolonları arasındaki kiriş akslarının ötelenmesi sonucu çerçeve süreksizliği oluşturmaktadır. Binadaki çıkmalar ve bu nedenle oluşturulan çerçeve süreksizliği puanı P_4, Tablo 2.4'ten alınmaktadır.

Tablo 2.4. Çıkmalar ve Çerçeve Süreksizliği Puanı [5]

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

2.2.9. P_5 Çarpışma Puanı

2007 Türk Deprem Yönetmeliğine göre göre tasarlanmış ve inşaa edilmiş bitişik nizam bir yapı deprem kuvveti etkisi altında ağır hasara maruz kalabilir veya göçebilir. Dolayısıyla bu şekilde tasarlanmış yapıların birbirinden bağımsız olarak davranış sergilemeleri öngörülemez. Bitişik nizam yapılarda oluşan çarpışma merkezi çarpışma ve dış merkezli çarpışma olarak iki türde değerlendirilir. Bu değerlendirme yapıların ağırlık merkezlerini birleştiren çizgi ile çarpışma çizgisinin ortasından geçiyorsa; merkezi, aksi halde dış merkezli çarpışma olarak değerlendirilir. Söz konusu yapıların çarpışma riski puanı P_5 Çarpışma Puanı olarak Tablo 2.5'ten alınabilir.

Tablo 2.5. Çarpışma Puanı Matrisi [5]

Çarpışma Türü	Merkezi Çarpışma		Dış Merkezli Çarpışma	
	Aynı Seviyede Döşeme	Farklı Seviyede Döşeme	Aynı seviyede Döşeme	Farklı Seviyede Döşeme
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

2.2.10. P_6 Sıvılaşma Potansiyeli

Sıvılaşma potansiyeli yer altı su seviyesine (YASS) göre Tablo 2.6'da gösterilmiştir. Herhangi bir bölgede binaların değerlendirilmeden önce zemin değerlendirilmesinin yapılması gerekmektedir. Sıvılaşma potansiyeli olmayan zeminlerde P_6 100 alınır [5].

Tablo 2.6. Sıvılaşma Potansiyeli Puanları [5]

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

2.2.11. P_7 Toprak Hareketleri Puanı

Zemin sınıfları, yapının periyoduna (T) ve zemin karakteristik periyotlarına bağlı olarak spektrum katsayıları [S(T)] ile belirlenmektedir. Yapının zemin sınıfının belirlenmesinden sonra, yapının bulunduğu alanda oluşabilecek zemin hareketleri değerlendirmeye alınmalıdır. Bu zemin hareketleri; yapıda oluşabilecek oturmalar, yanal dağılmalar, heyelan riski ve istinat duvarı göçmesidir. Bunlara bağlı olarak herhangi bir toprak hareketi riski varsa değerlendirmeye alınarak YASS'ne göre Tablo 2.7'den uygun P_7 puanı seçilir.

Tablo 2.7. Toprak Hareketleri Puanı [5]

Zemin Sınıfı	YASS (m)	P_7- Puanı
Z1, Z2	-	100
Z3	YASS ≤5.0	25
	YASS >5.0	35
Z4	YASS ≤5.0	10
	YASS >5.0	20

2.2.12. α Düzeltme Çarpanı

Çeşitli göçme kriterlerini temsil eden minimum göçme puanının binanın konuma ve binanın bulunduğu alanın durumuna göre bir α çarpanı ile düzeltilmesi gerekmektedir. α çarpanı; bina önem katsayısı I, deprem bölgesine göre tayin edilen efektif ivme katsayısı A_0, hareketli yük çarpanı n ve topoğrafik konum katsayısı t göz önüne alınarak Denklem (2.22) yardımı ile hesaplanır [5];

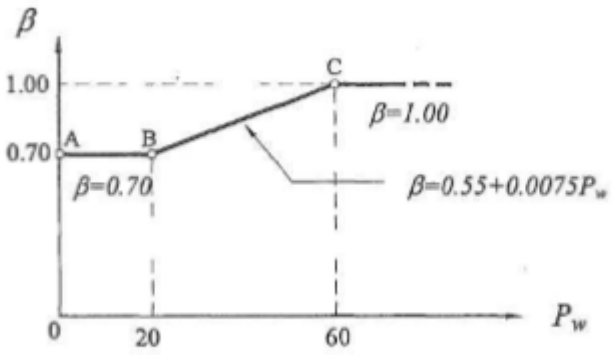
$$\alpha=(1/I)(1.4-A_0)[l/(0.4n+0.88)]t \qquad (2.22)$$

Topoğrafik t katsayısı değeri 1.0'dir. Bu katsayı, incelenen binanın bir tepenin üstüne kurulu olması durumunda, 0.7 ve dik bir yamaçta kurulu olması durumunda ise, 0.85 değerini almaktadır.

2.2.13. β Düzeltme Çarpanı

Hesaplanan yedi adet göçme puanın ağırlıklı olarak birbirleri ile etkileşimleri sonucunda binanın sonuç performans puanı belirlenmektedir. Bunun için ilk olarak elde edilen göçme puanları içerisinden minimum P_i değeri olan P_{min} puanı saptanır ve ağırlık katsayısı olarak w, 4 ile çarpılır. Diğer yedi adet göçme puanları Tablo 2.8'de verilen ağırlık puanları ile çarpılarak Denklem (2.23) yardımı ile ağırlıklı ortalama puanı P_w saptanır. Ağırlıklı ortalama puanı P_w kullanılarak Şekil 2.2 yardımı ile bir β Düzeltme çarpanı elde edilir [5].

$$P_w=\Sigma(w_i P_i)/\Sigma w_i \qquad (2.23)$$



Şekil 2.2. β – Katsayısının Değişimi [5]

Tablo 2.8. Çeşitli Puanlar için Ağırlık Oranları [5]

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

2.2.14. P Sonuç Puanı

Elde edilen α ve β düzeltme çarpanları kullanılarak binanın performansını belirleyen P sonuç puanı aşağıdaki Denklem (2.24) ile hesaplanmaktadır.

$$P=\alpha x \beta x P_{min} \qquad (2.24)$$

Bu bağıntıda ki P_{min} değeri hesaplanan 7 P_i puanlarından en küçük olanıdır.

İncelenen P Değerleri

- P_0 : Taşıyıcı sistem puanı
- P_1 : Temel yapısal puanı
- P_2: Kısa kolon puanı

- P_3 : Yumuşak kat ve zayıf kat puanı
- P_4 : Çıkmalar ve çerçeve süreksizliği
- P_5: Çarpışma puanı
- P_6 : Sıvılaşma potansiyeli
- P_7 : Toprak hareketleri puanı

P sonuç Puanı

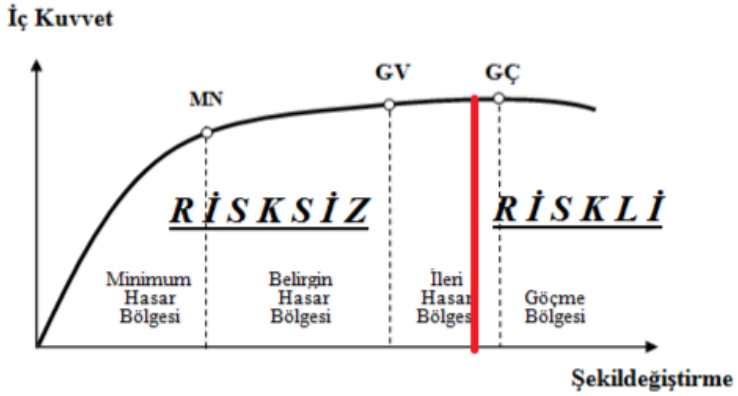
$P = \alpha x \beta x P_{min}$ şeklinde hesaplanır.

- ❖ $P \geq 40$ →Düşük risk bölgesi: Bina olası bir depremde belirli bir hasar olabilir ancak can kaybına yol açacak toptan göçme yaşanmayacaktır.
- ❖ $40 > P > 15$ →Şüpheli risk bölgesi: Binanın durumu şüphelidir. İkincil ve ayrıntılı bir incelemeye tabi tutulmalıdır.
- ❖ $P \leq 15$ →Yüksek risk bölgesi: Bina olası bir depremde büyük olasılıkla toptan göçecektir. En kısa zamanda güçlendirilmesi veya yıkılması gereklidir.

2.3. Riskli Yapıların Tespit Edilmesine İlişkin Esaslar (RYTEİE-2013) [11]

Riskli bina, bulunduğu bölge için DBYBHY'de tanımlanan Tasarım Depremi altında yıkılma veya ağır hasar görme riski bulunan bina olarak tanımlanmaktadır.

Deprem yönetmeliğindeki hasar sınırları dikkate alındığında riskli yapı ve risksiz yapı sınırları şekilde ifade edilmiştir.



Şekil 2.3. Riskli ve Risksiz Hasar Sınırları [11]

Riskli binaların tespiti için hesaplar, mevcut bina taşıyıcı sistem özelliklerine göre yapılacaktır. Mevcut hesaplar kritik kat üzerinden yapılabilir. Binada B3 düzensizliği varsa hesap modeline yansıtılacak şekilde diğer katlarda içinde hesap yapılacaktır.

Taşıyıcı sistem bilgi düzeyi, mevcut binanın projesinin bulunup bulunmamasına göre asgari ve kapsamlı olmak üzere iki şekilde incelenebilir.

Taşıyıcı elemanların kapasiteleri, mevcut malzeme dayanımı kullanılarak aşağıdaki tabloda verilen bilgi düzeyleri katsayıları ile çarpılarak kullanılır.

Tablo 2. 9. Bilgi Düzeyi Kapasitesi [11]

Bilgi Düzeyi	Bilgi Düzeyi Kapasitesi
Asgari	0.90
Kapsamlı	1.00

2.3.1. Betonarme Binalarda Donatı Tespiti ve Malzeme Özelliklerinin Belirlenmesi

Mevcut donatı düzenini belirlemek için kritik katta 6 adetten az olmamak üzere perde ve kolonların en az %20' sinde boyuna donatı türü, miktarı ve düzeni belirlenecektir.

Mevcut donatı akma gerilmesi belirlenen donatı türüne bağlı olarak tespit edilecektir. Korozyon varsa tespit edilip eleman kapasitesi hesaplarında dikkate alınacaktır. Kiriş mesnet alt donatısı, üst mesnet donatısının 1/3'ü olarak kabul edilir.

Mevcut beton dayanımını belirlemek için kritik kat kolon ve perdelerinden en az 10 elemanda tahribatsız yöntemler kullanılacak ve en düşük sonucun alındığı 5 yerden beton numunesi alınacaktır. Kat alanı 400 m^2'den fazla ise aşan her 80 m^2 için beton numunesi bir adet arttırılacaktır.

Binanın bulunduğu yerde zemin çalışması yapılabilir eğer veri yoksa zemin sınıfı Z4 olarak kabul edilir.

2.3.2. Riskli Betonarme Binanın Belirlenmesi

İncelenen kritik katta (G+nQ) yükleme birleşimi altında kolonlarda ve perdede eksenel basınç gerilmeleri hesaplanmaktadır. Elde edilen eksenel basınç gerilmelerinin ortalaması 0.65 f_{cm} değerinden büyükse, o katta herhangi bir perde veya kolon elemanının risk sınırı aşıldığında bina riskli bina olarak kabul edilecektir.

Tablo 2.10. Kat Kesme Kuvveti Oranı Sınır Değerleri [11]

Perde ve kolon eksenel gerilme ortalaması (=Perde ve kolon gerilmelerinin toplamı / Perde ve kolon sayısı)	**Kat kesme kuvveti oranı sınır değerleri**
$\geq 0.65 f_{cm}$	0
$0.1 f_{cm} \geq$	0.35

2.4. TÜRK DEPREM YÖNETMELİĞİ-2007'YE GÖRE MEVCUT BİNALARIN DEĞERLENDİRİLMESİ [12]

Çeşitli yöntemlerle ile binaların performansa dayalı tasarımı ve değerlendirilmesi TDY-2007'de yer almaktadır.

2.4.1. Binalardan Bilgi Toplanması

2.4.1.1. Binalardan Toplanacak Bilginin Kapsamı

Mevcut binaların deprem dayanımlarının değerlendirilmesinde kullanılacak elemanların boyutları, yapının geometrisi ve malzeme özelliklerine ilişkin bilgiler, incelenen binaların projelerinden, binada yapılacak gözlem ve ölçümlerden, binadan alınacak malzeme örneklerine uygulanacak deneylerden elde edilir.

Binalardan bilgi toplanmasında yapılacak işlemler, yapısal sistemin tanımlanması, bölgenin konumu, zeminin özellikleri, temel sistemi, bina geometrisi, taşıyıcı ve taşıyıcı olmayan elemanların boyutlarının belirlenmesi, varsa mevcut hasar durumu ve daha öncelerden yapılmış tadilat durumlarının ya da değişikliklerin belirlenmesi, malzeme özelliklerinin belirlenmesi gerekmektedir. Elde edilen tüm bu bilgilerin binanın varsa projesine uygunluğunun kontrolüdür.

2.4.1.2. Bilgi Düzeyleri

Binaların incelenmesinden elde edilen mevcut durum bilgilerinin kapsamına göre üç farklı bilgi düzeyi tanımlanmaktadır. Bu bilgi düzeyleri sırasıyla sınırlı, orta ve kapsamlı olarak sınıflandırılmaktadır. Tanımlanan her bir bilgi düzeyine bağlı olarak bilgi düzeyi katsayıları tanımlanmaktadır. Elde edilen bilgi düzeyleri taşıyıcı eleman kapasitelerinin hesaplanmasında kullanılır.

2.4.1.2.1. Sınırlı bilgi düzeyinde binanın taşıyıcı sistem projeleri mevcut değildir. Taşıyıcı sistem özellikleri binada yapılacak ölçümlerle belirlenir. Sınırlı bilgi düzeyi "Deprem Sonrası Hemen Kullanımı Gereken Binalar" ile "İnsanların Uzun Süreli ve Yoğun Olarak Bulunduğu Binalar" için uygulanamaz.

2.4.1.2.2. Orta bilgi düzeyinde eğer binanın taşıyıcı sistem projeleri mevcut değilse, sınırlı bilgi düzeyine göre daha fazla ölçüm yapılır. Eğer mevcut ise sınırlı bilgi düzeyinde belirtilen ölçümler yapılarak proje bilgileri doğrulanır.

2.4.1.2.3. Kapsamlı bilgi düzeyinde binanın taşıyıcı sistem projeleri mevcuttur. Proje bilgilerinin doğrulanması amacıyla yeterli düzeyde ölçümler yapılır.

2.4.1.3. Bilgi Düzeyleri Katsayıları

İncelenen binalardan elde edinilen bilgi düzeylerine göre, eleman kapasitelerine uygulanacak bilgi düzeyi katsayıları Tablo 2.11'de verilmektedir.

Malzeme dayanımları, özellikle belirtilmediği taktirde ilgili tasarım yönetmeliklerinde verilen katsayılar ile bölünmeyecektir. Eleman kapasitesi hesabı yapılırken mevcut malzeme dayanımı ne ise o kullanılacaktır.

Tablo 2.11. Bilgi Düzeyi Kapasitesi [12]

Bilgi Düzeyi	Bilgi Düzeyi Katsayısı
Sınırlı	0.75
Orta	0.90
Kapsamlı	1.00

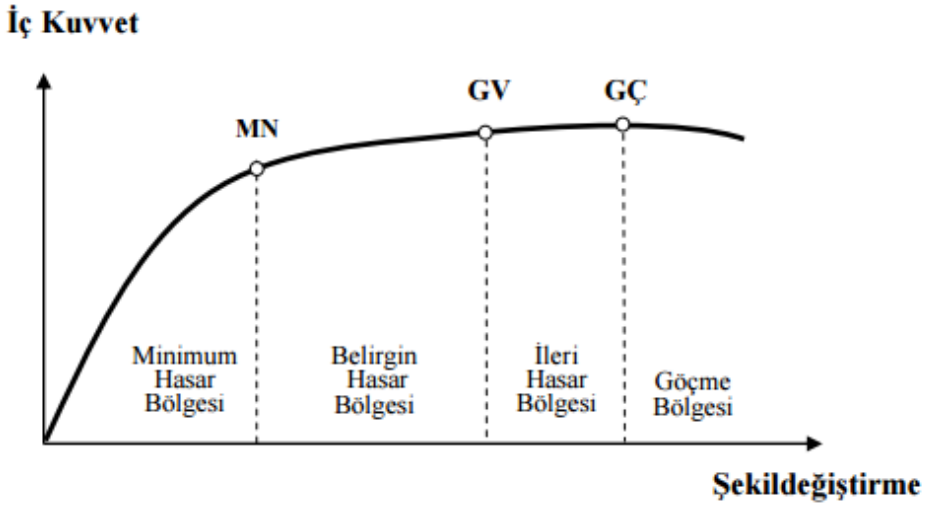
2.4.2. YAPI ELEMANLARINDA HASAR SINIRLARI VE HASAR BÖLGELERİ

2.4.2.1. Kesit Hasar Sınırları

Sünek elemanlar için kesit düzeyinde üç farklı sınır durumu tanımlanmıştır. Bu sınır durumları Minimum Hasar Sınırı (MN), Güvenlik Sınırı (GV) ve Göçme Sınırı (GÇ)'dır. Minimum hasar sınırı söz konusu kesitte elastik ötesi davranışın başlangıcını, güvenlik sınırı kesitin dayanımını güvenli olarak sağlayabileceği elastik ötesi davranışın sınırını, göçme sınırı ise kesitin göçme öncesi davranışının sınırını tanımlamaktadır. Gevrek olarak hasar gören elemanlarda bu sınıflandırma geçerli değildir.

2.4.3.2. Kesit Hasar Bölgeleri

Kritik kesitlerinin hasarı Minimum Hasar Sınırına ulaşmayan elemanlar Minimum Hasar Bölgesi'nde, Minimum Hasar Sınırı ile Güvenlik Sınırı ortasında kalan elemanlar Belirgin Hasar Bölgesi'nde, Güvenlik Sınırı ile Göçme Sınırı ortasında kalan elemanlar İleri Hasar Bölgesi'nde, Göçme Sınırını aşan elemanlar ise Göçme Bölgesi'nde yer almaktadırlar.



Şekil 2.4. Kesit Hasar sınırları [12]

2.4.2.3. Kesit Hasarı Tanımları

Bina performansının doğrusal elastik veya doğrusal elastik olmayan yöntemlerle hesaplanan iç kuvvetlerin ve/veya şekil değiştirmelerin, kesit hasar sınırlarına karşı gelmek üzere tanımlanan sayısal değerler ile karşılaştırılması sonucunda, kesitlerin hangi hasar bölgelerinde olduğuna karar verilir. Eleman hasarı, elemanın en fazla hasar gören kesitine göre belirlenmektedir.

2.4.3. Bina Deprem Performans Seviyeleri

Binaların deprem performans seviyesi, deprem etkisi altında bina oluşması beklenen hasar durumlarıdır. Bu hasar durumları dört farklı şekilde tanımlanmıştır. Bina performansını belirlemek amacıyla doğrusal elastik veya doğrusal elastik olmayan yöntemlerden herhangi biri kullanılarak uygulanarak bina deprem performans düzeyi belirlenir.

2.4.3.1. Hemen Kullanım Performans Düzeyi (HK)

Herhangi bir katta, uygulanan her bir deprem doğrultusu için yapılan hesap sonucunda kirişlerin en fazla %10'u hariç diğer taşıyıcı elemanların tümü minimum hasar bölgesindedir. Eğer varsa, gevrek olarak hasar gören elemanların güçlendirilmeleri kaydı ile, bu durumdaki binaların Hemen kullanım Performans Düzeyinde olduğu kabul edilir.

2.4.3.2. Can Güvenliği Performans Düzeyi (CG)

Herhangi bir katta, uygulanan her bir deprem doğrultusu için yapılan hesap sonucunda, ikincil (yatay yük taşıyıcı sisteminde yer almayan) kirişler hariç olmak üzere, kirişlerin en fazla %30'u İleri Hasar Bölgesine geçebilir.

İleri Hasar Bölgesindeki kolonların, her bir katta kolonlar tarafından taşınan kesme kuvvetine toplam katkısı %20'nin altında olmalıdır. En üst katta İleri hasar Bölgesindeki kolonların kesme kuvvetleri toplamının, o kattaki tüm kolonların kesme kuvvetlerinin toplamına oranı en fazla %40 olabilir.

Diğer taşıyıcı elemanların tümü Minimum Hasar Bölgesi veya Belirgin Hasar Bölgesinde olmalıdır. Ancak, herhangi bir katta alt ve üst kesitlerinin ikisinde birden Minimum Hasar Sınırı aşılmış olan kolonlar tarafından taşınan kesme kuvvetlerinin, o kattaki tüm kolonlar tarafından taşınan kesme kuvvetine oranının %30'u aşmaması gerekir. (Doğrusal elastik yöntemle hesapta, alt ve üst düğüm noktalarının ikisinde birden Denklem (2.25)'in sağlandığı kolonlar bu hesaba dahil edilmezler.)

$$M_{ra}+M_{rü}\geq 1.2x(M_{ri}+M_{rj}) \qquad (2.25)$$

Eğer varsa, gevrek olarak hasar gören elemanların güçlendirilmeleri kaydı ile, aşağıdaki koşulları sağlayan binaların Can Güvenliği Performans Düzeyinde olduğu kabul edilir:

2.4.3.3. Göçme Öncesi Performans Düzeyi (GÖ)

Herhangi bir katta, uygulanan her bir deprem doğrultusu için yapılan hesap sonucunda, ikincil (yatay yük taşıyıcı sisteminde yer almayan) kirişler hariç olmak üzere, kirişlerin en fazla %20'si Göçme Bölgesi'ne geçebilir.

Diğer taşıyıcı elemanların tümü Minimum Hasar Bölgesi, Belirgin Hasar Bölgesi veya İleri Hasar Bölgesi'ndedir. Ancak, herhangi bir katta alt ve üst kesitlerinin ikisinde birden Minimum Hasar sınırı aşılmış olan kolonlar tarafından taşınan kesme kuvvetlerinin, o kattaki tüm kolonlar tarafından taşınan kesme kuvvetine oranının %30'u aşmaması gerekir. (Doğrusal elastik yöntemle hesapta, alt ve üst düğüm noktalarının ikisinde birden Denklemin sağlandığı kolonlar bu hesaba dahil edilmezler.)

Binanın mevcut durumunda kullanımı can güvenliği bakımından sakıncalıdır.

Gevrek olarak hasar gören tüm elemanların Göçme Bölgesi'nde olduğunun göz önüne alınması kaydı ile, aşağıdaki koşulları sağlayan binaların Göçme Öncesi Performans Düzeyinde olduğu kabul edilir.

2.4.3.4. Göçme Durumu

Bina Göçme Öncesi Performans Düzeyini sağlamıyorsa Göçme Durumundadır. Binanın Kullanımı can güvenliği bakımından sakıncalıdır.

2.4.4. Binalar İçin Hedeflenen Performans Düzeyleri

Yeni yapılacak yapılarda tasarım depreminin 50 yılda aşılma olasılığı %10'dur. Bu deprem düzeyine ek olarak, mevcut binaların değerlendirilmesinde ve güçlendirme tasarımında kullanılmak üzere ayrıca aşağıda belirtilen iki farklı deprem düzeyi tanımlanmıştır:

a) 50 yılda aşılma olasılığı %50 olan depremin ivme spektrumunun ordinatları, tasarım depreminin tanımlanan spektrumunun ordinatlarının yaklaşık yarısı olarak kabul edilir.
b) 50 yılda aşılma olasılığı %2 olan depremin ivme spektrumunun ordinatları ise tasarım depreminin tanımlanan spektrumunun ordinatlarının yaklaşık 1.5 katı olarak alınır.

Mevcut veya güçlendirilecek binaların deprem performanslarının belirlenmesinde esas alınacak deprem düzeyleri ve öngörülen minimum performans hedefleri Tablo 2.12'de verilmiştir.

Tablo 2.12. Deprem Düzeyinde Binalar için Performans Hedefleri [12]

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

2.4.5. Depremde Bina Performansının Belirlenmesi

Binaların deprem etkileri altındaki performanslarının belirlenmesi genel olarak doğrusal elastik yöntem ve doğrusal elastik olmayan hesap yöntemleri olarak iki farklı şekilde yapılabilmektedir.
Doğrusal elastik yöntemler ikiye ayrılır. Bunlar;
• Eşdeğer Deprem Yükü Yöntemi
• Mod Birleştirme Yöntemi

Doğrusal Elastik Olmayan Yöntemler üçe ayrılır. Bunlar;
• Artımsal Eşdeğer Deprem Yükü Yöntemi
• Artımsal Mod Birleştirme Yöntemi
• Zaman Tanım Alanında Hesap Yöntemi

2.4.5.1. Depremde Bina Performansının Doğrusal Elastik Hesap Yöntemleri ile Belirlenmesi

2.4.5.1.1. Hesap Yöntemleri

Binaların deprem performansının belirlenmesi için kullanılacak olan doğrusal elastik hesap yöntemi eşdeğer ve mod birleştirme yöntemi olarak ikiye ayrılmaktadır. İki yöntemde de yapılacak hesaplamalarda toplam eşdeğer deprem yükünün hesabında R_a, 1 alınacaktır.

2.4.5.1.2. Betonarme Binaların Yapı Elemanlarında Hasar Düzeylerinin Belirlenmesi

Doğrusal elastik hesap yöntemleri ile betonarme sünek elemanların hasar düzeylerinin belirlenmesinde kiriş, kolon ve perde elemanlarının ve güçlendirilmiş dolgu duvarı kesitlerinin etki/kapasite oranları (r) olarak ifade edilen sayısal değerler kullanılacaktır.

$$r=M_e/M_A \qquad (2.26)$$

Hesaplanan Etki/Kapasite oranları (r) değerleri, Tablo 2.13 ve Tablo 2.14'te verilmiştir. Tablolardaki sınır değerler (r_s) ile karşılaştırılarak elemanların hangi hasar bölgesinde olduğuna karar verilir

Tablo 2.13. Etki/Kapasite Oranları (r) [12]

Sünek Kirişler			**Hasar Sınırı**		
$\frac{\rho-\rho'}{\rho_b}$	Sargılama	$\frac{V_e}{b_w d f_{ctm}}$	**MN**	**GV**	**GÇ**
≤ 0.0	Var	≤ 0.65	3	7	10
≤ 0.0	Var	≥ 1.30	2.5	5	8
≥ 0.5	Var	≤ 0.65	3	5	7
≥ 0.5	Var	≥ 1.30	2.5	4	5
≤ 0.0	Yok	≤ 0.65	2.5	4	6
≤ 0.0	Yok	≥ 1.30	2	3	5
≥ 0.5	Yok	≤ 0.65	2	3	5
≥ 0.5	Yok	≥ 1.30	1.5	2.5	4

Tablo 2.14. Etki/Kapasite Sınır Değerleri ($\mathbf{r_s}$) [12]

Sünek Kolonlar			Hasar Sınırı		
$\frac{N_K}{A_c f_{cm}}$	Sargılama	$\frac{V_e}{b_w d f_{ctm}}$	MN	GV	GÇ
≤ 0.1	Var	≤ 0.65	3	6	8
≤ 0.1	Var	≥ 1.30	2.5	5	6
≥ 0.4 ve ≤ 0.7	Var	≤ 0.65	2	4	6
≥ 0.4 ve ≤ 0.7	Var	≥ 1.30	1.5	2.5	3.5
≤ 0.1	Yok	≤ 0.65	2	3.5	5
≤ 0.1	Yok	≥ 1.30	1.5	2.5	3.5
≥ 0.4 ve ≤ 0.7	Yok	≤ 0.65	1.5	2	3
≥ 0.4 ve ≤ 0.7	Yok	≥ 1.30	1	1.5	2
≥ 0.7	-	-	1	1	1

2.4.5.1.3. Göreli Kat Ötelemelerinin Kontrolü

Doğrusal elastik yöntemlerle yapılan hesapta her bir deprem doğrultusunda, binanın herhangi bir katındaki kolon veya perdelerin göreli kat ötelemeleri, her bir hasar sınırı için Tablo 2.15'te verilen değeri aşmamalıdır. Aşması halinde yapılan hasar değerlendirmeleri göz önüne alınmayacaktır. Tablo 2.15'te δ_{ji} i'inci katta j'inci kolon veya perdenin alt ve üst uçları arasında yerdeğiştirme farkı olarak hesaplanan göreli kat ötelemesini, h_{ji} ise ilgili elemanın yüksekliğini ifade etmektedir.

Tablo 2.15. Göreli Kat Ötelemesi Oranı [12]

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

2.4.5.1.4. Kesit Artık Moment Kapasitelerinin Hesaplanması

Kesitin eğilme momenti kapasitesi ile düşey yükler altında kesitte hesaplanan moment etkisinin farkı kesit artık moment kapasitesini ifade etmektedir. Hem kirişler hem de kolonlar için Denklem (2.27) ile hesaplanır.

$$M_A = M_r - M_d \qquad (2.27)$$

2.5. Çalışma Kapsamı ve Amacı

Bu çalışmada, Manisa bölgesinin genel yapı stoğu incelenerek belirlenen 30 adet mevcut betonarme binanın 4 farklı yöntem ile hasar durumlarının araştırılması, yöntemlerin etkinliğinin incelenmesi ve yapı davranışı üzerinde etkin olan parametrelerin belirlenmesi amaçlanmıştır. Buna ek olarak, hızlı değerlendirme teknikleri ve Türk Deprem Yönetmeliği-2007 ile elde edilen sonuçlar araştırılmıştır.

Çalışma kapsamında, Kanada Sismik Tarama Yöntemi ve P25 Yöntemi olmak üzere 2 ayrı hızlı değerlendirme yöntemi, Türk Deprem Yönetmeliği-2007'de önerilen Doğrusal Elastik Hesap Yöntemi ve Riskli Yapıların Tespit Edilmesine İlişkin Esaslar olmak üzere toplamda 4 farklı yöntem kullanılmıştır. Manisa bölgesinde mevcut olan 30 adet betonarme bina, bu 4 farklı değerlendirme yöntemi ile incelenmiş ve yapıların hasar durumları karşılaştırmalı olarak sunulmuştur. Ayrıca, Manisa bölgesindeki yapı stoğunu temsil edecek bir kat kalıp planı belirlenmiş ve bu yapının beton sınıfı, donatı sınıfı, kat sayısı, kolon boyutları, çıkmalar ve yumuşak kat gibi parametreleri değişken olarak kabul edilmiş ve elde edilen 22 adet yapının 4 farklı yöntem ile değerlendirmeleri yapılmıştır. Buna ek olarak, kullanılan hızlı değerlendirme yöntemlerinde değişime yeteri kadar duyarlı olmayan parametreler işlem basamaklarında değerlendirilerek yeni bir hızlı değerlendirme yöntemi geliştirilmiştir. Sonuçlar TDY-2007 ile kıyaslanarak detaylı bir biçimde sunulmuştur. Elde edilen sonuçlar ışığında değişken parametrelerin yapıların hasar durumları üzerindeki etkinliği belirlenmiş ve karşılaştırmalı olarak sunulmuştur.

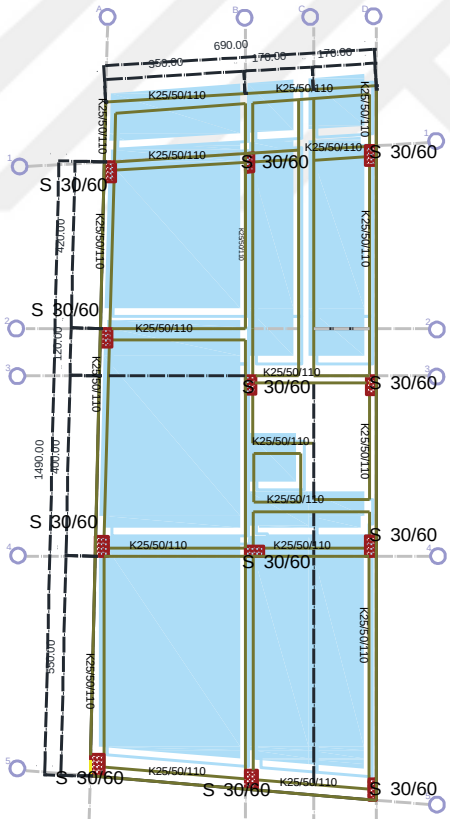
3.MATERYAL VE YÖNTEMLER

3.1. MATERYAL

Çalışma kapsamında örnek olması açısından Manisa İlinde bulunan 30 adet mevcut betonarme binanın çeşitli yöntemlerle deprem kapasiteleri belirlenmiştir. Seçilen 30 adet betonarme bina Manisa yapı stoğunu yansıtacak şekilde seçilmiştir. Seçilen her bir binanın Kanada, P25, RYTE-2013 ve TDY-2007 yöntemleri ile olası bir depreme gösterecekleri davranışları belirlenmiştir.

Manisa İlinde mevcut betonarme 3 katlı konut binasına ait zemin kat kalıp planı Şekil 3.1'de verilmektedir. Binanın proje verileri, Beton Sınıfı C25, Çelik Sınıfı S420, Radye Temel 0.30 cm, Kat Yüksekliği 3.70 m ve Zemin Sınıfı Z4'tür. Ayrıca binanın kolon boyutları 30x50 cm/cm, kiriş boyutları ise 25x50 cm/cm olarak değerlendirilmiştir.

Tüm yapılar içerisinden seçilen ve kalıp planı aşağıda gösterilen 7 numaralı mevcut betonarme binanın tüm yöntemler ile değerlendirmeleri yapılmış ve aşağıda detaylı biçimde sunulmuştur.



Şekil 3.1. Örnek Proje Zemin Kat Kalıp Planı (Proje 7)

3.2. YÖNTEM

3.2.1. Kanada Sismik Tarama Yöntemine Göre Örnek Binanın İncelenmesi

1 ile 5 arasında değişkenlik gösteren A; 1. Derece depremsellik bölgesinde bulunduğu için 5 alınmıştır.
1 ile 1.50 arasında değişkenlik gösteren zemin faktörü B; Z3 zemin sınıfında olduğu için 1.5 alınmıştır.
1 ile 3.50 arasında değişen taşıyıcı sistem katsayısı C; örnek proje sünek sisteme sahip olduğu düşünülerek 1.00 değeri alınmıştır.
1 ile 2 arasında değişen döşeme sistem katsayısı D; diyafram özelliği bulunan yapı için 1.00 alınmıştır.
0.3 ile 1.0 değerleri arasında değer alan yapısal düzensizlik kat sayısı E için yapıda bulunan düzensizlikler göz önünde bulundurularak değerlendirilmiştir.
Binada yaşayan insan sayısına göre değer verilen F değeri için 1.5 katsayısı hesaba alınmıştır.
1.0 ile 4.0 arasında değişen binanın sorun katsayısı G; örnek proje yapısal durum değerlendirilerek 2.00 değeri verilmiştir.
Yapısal olmayan faktörler H değeri ile işleme alınmış olup, 1.00 değeri verilmiştir.
SI Denklem (2.1)'den hesaplanarak 14.62 değeri elde edilmiştir. Denklem (2.2)' den hesaplanan NSI değeri 4.50 olarak hesaplanmıştır. SPI değeri ise 19.13 olarak elde edilmiştir.
SPI değeri 10≈20 değeri arasında değer aldığından Orta Öncelikli Bina sınıfında yer almaktadır.

Tablo 3.1. Örnek Projenin Kanada Sismik Tarama Yöntemi ile Analizi ve Sonuçları

Kanada Sismik Tarama Yöntemi Değerleri (Proje 7)	
A (Depremsellik Faktörü)	5
B (Zemin Faktörü)	1.5
C (Taşıyıcı Sistem Katsayısı)	1
D (Döşeme Sistem Katsayısı)	1
E (Yapısal Düzensizlik Katsayısı)	1.3
F (Binada Yaşayanların Sayısı)	1.5
G (Binanın Bugünkü Durumu)	2
H (Yapısal Olmayan Faktörler)	1
SI=AxBxCxDxExF	14.62
NSI=BxFxGxH	4.5
SPI=SI+NSI	19.13

3.2.2. P25 Yöntemi İle Örnek Projenin İncelenmesi

İncelenen örnek binada kritik kat zemin kat olarak belirlenmiş ve kritik kat alan hesabı aşağıda gösterilmiştir.

$$A_e = 6.92x17.65 = 122.138\ m^2$$

Kritik kat kolon, perde duvarı ve dolgu duvar alan hesapları ;
A_c, 1.80 m^2 , A_{sx}, 3.448 m^2 , A_{sy}, 6.46 m^2 , A_{wx}, 4.518 m^2, A_{wy}, 5.996 m^2 olarak hesaplanmıştır. Bu durumda C_{Ax}, 9703.2864 , C_{Ay}, 14998.443 dolayısı ile C_A, 11291.7367 değeri hesaplanmıştır.
Bina atalet momenti; I_x, 487.3957 m^4 ve I_y, 3170.7279 m^4 olmak üzere x ve y yönünde hesaplanmıştır. I_{cx}, 0.0355 m^4 , I_{cy}, 0.015 m^4 ,I_{sx}, 11.2330 m^4 , I_{sy}, 183.2905 m^4 , I_{wx}, 16.584 m^4 , I_{wy}, 119.9523m^4 hesaplanan bu değerler işleme alınarak C_I, 38592.5876 olarak hesaplanmıştır.
Kat Yüksekliği 3.70 m olan örnek binada P_0 değeri 141.62 olarak hesaplanmıştır.
f katsayıları Tablo 2.1'den alınarak f_{11} ve f_{14} 0.90, f_1, f_5, f_{12} değerleri 0.95 ve diğer f katsayılarına 1.00 değerleri alınmıştır.
P_1 yapısal temel puanı 98.35 olarak hesaplanmıştır.
P_2 kısa kolon puanı Tablo 2'den 50 olarak alınmıştır.
P_3 Yumuşak kat ve zayıf kat puanı 100 olarak hesaplanmıştır.
P_4 çıkma ve çerçeve süreksizliği puanı 2 cephede çıkma olduğundan 80 olarak hesaba katılmıştır.
Örnek binamızda P_5 çarpışma puanı bitişik nizam aynı seviye döşeme olduğu için 35 alınmıştır.
P_6 sıvılaşma potansiyeli düşük ve 10 m büyüklüğünde YASS bulunduğundan 60 kabul edilmiştir.
P_7 toprak hareketi puanı Z3 zemin sınıfı olan projemizde 35 değerimizi almıştır.
T, 1.00, A_0, 0.40 ve n, 0.3 çarpanı α düzeltme çarpanı denkleminde hesaba alındığında; α değeri 0.78 olarak elde edilmektedir. İkinci düzeltme katsayısı olan β çarpanı grafik üzerinden β, 1.00 elde edilmektedir.
Denklem (2.24)'ten $P_{sonuç}$, 27.30 hesaplanmış olup, değer şüpheli risk bölgesinde bulunmakta olup ayrıntılı bir inceleme gerektirmektedir.

Tablo 3.2. Örnek Proje P25 Yöntemi Analizi ve Sonuçları

P25 Yöntemi Değerleri (Proje 7)	
P_0 (Taşıyıcı Puanı)	141.62
P_1 (Temel Yapısal Puanı)	98.35
P_2 (Kısa Kolon Puanı)	50
P_3 (Yumuşak Kat ve Zayıf Kat Puanı)	100
P_4 (Çıkma ve Çerçeve Süreksizliği Puanı)	80
P_5 (Çarpışma Puanı)	35
P_6 (Sıvılaşma Potansiyeli)	60
P_7 (Toprak Hareketi Puanı)	35
$P_{sonuç}$	27.30

3.2.3. Riskli Bina Yöntemi İle Örnek Projenin Değerlendirilmesi

Analiz mod birleştirme yöntemi ile yapılmış olup, yapının bilgi düzeyi asgari seçilmiştir. Kritik kat zemin kat olarak değerlendirmeye alınmıştır.

Yapılan analiz sonucunda örnek projemizin risk değerlendirilmesinde "riskli bina olarak değerlendirilmemelidir'' sonucu elde edilmiştir.

Tablo 3.3. Riskli Bina Yöntemi İle Örnek Projenin Sonucu

Riskli BinaYöntemi Değerleri (Proje 7)	
Eksenel Basınç Gerilmeler Ortalaması	167.32
0.65 x fcm	1193.07
0.10 x fcm	183.55
Risk Sınırını Aşan Eleman Sayısı	1
Toplam Eleman Sayısı	12

3.2.4. TDY-2007 İle Örnek Projenin Değerlendirilmesi

Değerlendirme Mod birleştirme yöntemi ile yapılmıştır. Bilgi düzeyi orta alınmış olup, tasarım deprem olasılığı ile can güvenliği hedeflenmiştir.

Örnek projede TDY-2007 'Doğrusal Elastik Yöntem' uygulamasına göre hemen kullanım sağlanarak güvenli tarafta kalınmıştır.

Tablo 3.4. TDY-2007 İle Örnek Projenin Sonucu

Eleman	Yük	Nk/Acfcm	Sargı	V/bwdfctm	Göreli Depolama	Vx/y [tf]	r	MN	GV	GÇ	Hasar	Hasar Nedeni
SZ01	(+)EY	0.13	var	0.19	0.005	4.69	1.77	2.9	5.79	7.79	Minimum	
	(-) EY	0.12	var	0.2	0.005		2.31	2.9	5.87	7.87	Minimum	
SZ02	(+)EY	0.08	var	0.13	0.005	3.16	0.24	3	6	8	Minimum	
	(-) EY	0.08	var	0.14	0.005		0.24	3	6	8	Minimum	
SZ03	(+)EY	0.06	var	0.14	0.006	4.15	0.28	3	6	8	Minimum	
	(-) EY	0.06	var	0.14	0.006		0.28	3	6	8	Minimum	
SZ04	(+)EY	0.08	var	0.2	0.005	4.86	3.42	3	6	8	Belirgin	r>3
	(-) EY	0.08	var	0.2	0.005		2.89	3	6	8	Minimum	
SZ05	(+)EY	0.06	var	0.13	0.006	3.16	0.11	3	6	8	Minimum	
	(-) EY	0.06	var	0.13	0.006		0.11	3	6	8	Minimum	
SZ06	(+)EY	0.07	var	0.16	0.006	4.29	0.11	3	6	8	Minimum	
	(-) EY	0.07	var	0.16	0.006		0.11	3	6	8	Minimum	
SZ07	(+)EY	0.09	var	0.19	0.005	4.4	2.91	3	6	8	Minimum	
	(-) EY	0.09	var	0.18	0.005		2.79	3	6	8	Minimum	
SZ08	(+)EY	0.09	var	0.05	0.006	1	0.04	3	6	8	Minimum	
	(-) EY	0.09	var	0.04	0.006		0.04	3	6	8	Minimum	
SZ09	(+)EY	0.09	var	0.2	0.007	4.86	3.28	3	6	8	Belirgin	r>3
	(-) EY	0.09	var	0.21	0.007		2.45	3	6	8	Minimum	
SZ10	(+)EY	0.10	var	0.24	0.005	5.99	1.67	3	6	8	Minimum	
	(-) EY	0.09	var	0.26	0.005		2.11	3	6	8	Minimum	
SZ11	(+)EY	0.07	var	0.19	0.006	4.38	0.87	3	6	8	Minimum	
	(-) EY	0.07	var	0.18	0.006		0.87	3	6	8	Minimum	
SZ12	(+)EY	0.08	var	0.32	0.007	8.03	2.42	3	6	8	Minimum	
	(-) EY	0.07	var	0.35	0.007		3.78	3	6	8	Belirgin	r>3

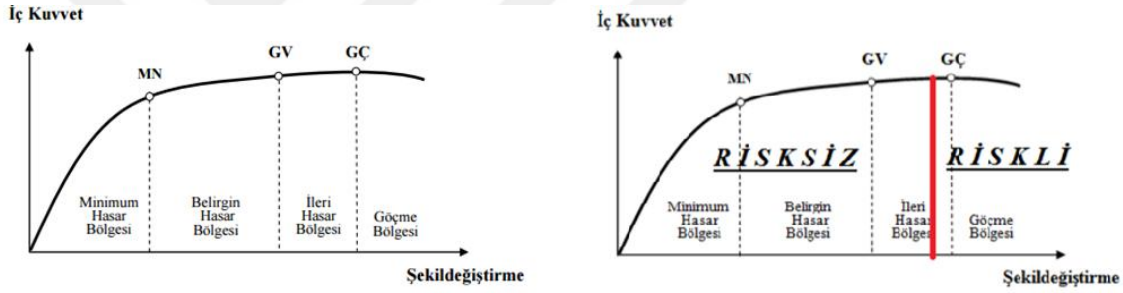
4. ARAŞTIRMA BULGULARI VE TARTIŞMA

Bu çalışma kapsamında, betonarme binaların göçme riskinin belirlenmesi amacı ile geliştirilmiş olan, “ Kanada Sismik Tarama Yöntemi “, “ P25 Yöntemi “, Doğrusal Elastik Yöntemi “ ve “ Riskli Yapı Yöntemi “ ile farklı hasar durumlarında 30 yapı üzerinde uygulama yapılmıştır. Her bir yöntemin sonuç aralıkları aşağıdaki tablo ve şekillerde gösterilmiştir. Yöntemlerin kıyaslanması Tablo 4.1’de sunulmuştur.

Tablo 4.2’de verilen projelerin detayları ekte sunulmuştur.

Tablo 4. 1. Kanada Sismik Tarama ve P25 Yöntemi Değer Aralıkları

Kanada Sismik Tarama Yöntemi			**P25 Yöntemi**		
SPI	<10	Düşük öncelikli binalar (DÖB)	**P**	≥40	Düşük risk bölgesi
SPI	10≈20	Orta öncelikli binalar (OÖB)	**P**	40>P>15	Şüpheli risk bölgesi
SPI	>20	Yüksek öncelikli binalar (YÖB)	**P**	≤15	Yüksek risk bölgesi



Şekil 4. 1. TDY-2007 ve RYTEİE-2013 Değer Aralıkları

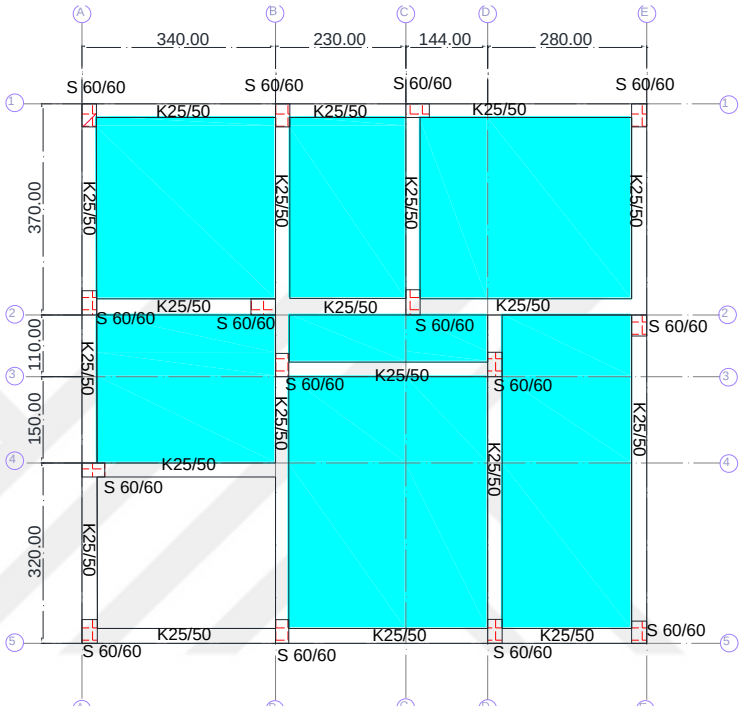
Tablo 4. 2. Sonuçların Kıyaslanması

Yöntemlerin Kıyaslanması				
	P 25 Yöntemi	**Kanada Sismik Tarama Yöntemi**	**RYTEİE (2013)**	**TDY-2007**
Proje 1	Yüksek Risk Bölgesi	Orta Öncelikli Binalar	Riskli Bina Değil	Güçlendirilmeli
Proje 2	Şüpheli Risk Bölgesi	Orta Öncelikli Binalar	Riskli Bina Değil	Güçlendirilmemeli
Proje 3	Yüksek Risk Bölgesi	Yüksek Öncelikli Binalar	Riskli Bina	Güçlendirilmeli
Proje 4	Yüksek Risk Bölgesi	Çok Tehlikeli Öncelikli Binalar	Riskli Bina	Güçlendirilmeli
Proje 5	Yüksek Risk Bölgesi	Yüksek Öncelikli Binalar	Riskli Bina	Güçlendirilmeli
Proje 6	Şüpheli Risk Bölgesi	Orta Öncelikli Binalar	Riskli Bina Değil	Güçlendirilmeli
Proje 7	Şüpheli Risk Bölgesi	Orta Öncelikli Binalar	Riskli Bina Değil	Güçlendirilmemeli
Proje 8	Şüpheli Risk Bölgesi	Orta Öncelikli Binalar	Riskli Bina	Güçlendirilmeli
Proje 9	Şüpheli Risk Bölgesi	Orta Öncelikli Binalar	Riskli Bina Değil	Güçlendirilmeli
Proje 10	Şüpheli Risk Bölgesi	Orta Öncelikli Binalar	Riskli Bina Değil	Güçlendirilmeli
Proje 11	Yüksek Risk Bölgesi	Çok Tehlikeli Öncelikli Binalar	Riskli Bina	Güçlendirilmeli
Proje 12	Yüksek Risk Bölgesi	Çok Tehlikeli Öncelikli Binalar	Riskli Bina	Güçlendirilmeli
Proje 13	Şüpheli Risk Bölgesi	Orta Öncelikli Binalar	Riskli Bina Değil	Güçlendirilmeli
Proje 14	Düşük Risk Bölgesi	Orta Öncelikli Binalar	Riskli Bina Değil	Güçlendirilmeli
Proje 15	Düşük Risk Bölgesi	Düşük Öncelikli Binalar	Riskli Bina Değil	Güçlendirilmemeli
Proje 16	Yüksek Risk Bölgesi	Çok Tehlikeli Öncelikli Binalar	Riskli Bina	Güçlendirilmeli
Proje 17	Düşük Risk Bölgesi	Düşük Öncelikli Binalar	Riskli Bina Değil	Güçlendirilmemeli
Proje 18	Düşük Risk Bölgesi	Düşük Öncelikli Binalar	Riskli Bina Değil	Güçlendirilmemeli
Proje 19	Yüksek Risk Bölgesi	Çok Tehlikeli Öncelikli Binalar	Riskli Bina	Güçlendirilmeli
Proje 20	Düşük Risk Bölgesi	Orta Öncelikli Binalar	Riskli Bina Değil	Güçlendirilmemeli
Proje 21	Şüpheli Risk Bölgesi	Orta Öncelikli Binalar	Riskli Bina	Güçlendirilmeli
Proje 22	Şüpheli Risk Bölgesi	Orta Öncelikli Binalar	Riskli Bina Değil	Güçlendirilmemeli
Proje 23	Şüpheli Risk Bölgesi	Orta Öncelikli Binalar	Riskli Bina Değil	Güçlendirilmemeli
Proje 24	Düşük Risk Bölgesi	Orta Öncelikli Binalar	Riskli Bina Değil	Güçlendirilmemeli
Proje 25	Şüpheli Risk Bölgesi	Orta Öncelikli Binalar	Riskli Bina Değil	Güçlendirilmemeli
Proje 26	Düşük Risk Bölgesi	Düşük Öncelikli Binalar	Riskli Bina Değil	Güçlendirilmemeli
Proje 27	Düşük Risk Bölgesi	Düşük Öncelikli Binalar	Riskli Bina Değil	Güçlendirilmemeli
Proje 28	Şüpheli Risk Bölgesi	Orta Öncelikli Binalar	Riskli Bina Değil	Güçlendirilmemeli
Proje 29	Yüksek Risk Bölgesi	Çok Tehlikeli Öncelikli Binalar	Riskli Bina	Güçlendirilmeli

Proje 30	Yüksek Risk Bölgesi	Çok Tehlikeli Öncelikli Binalar	Riskli Bina	Güçlendirilmeli

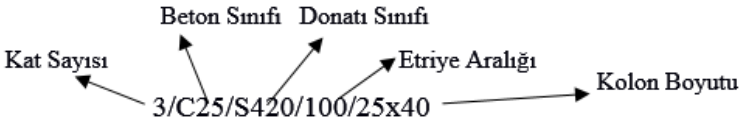
4.1. Mevcut Yapıların Performans Durumlarına Etkiyen Parametrelerin Değerlendirilmesi

Bu bölümde mevcut betonarme yapıların performans durumlarına etki eden parametrelerin belirlenmesi amaçlanmaktadır. Bu amaç kapsamında kat kalıp planı Şekil 4.2'de gösterilen yapıya ait birçok parametre değiştirilerek elde edilen 22 farklı betonarme yapının deprem performansı üzerinde bu parametrelerin etkinlik seviyesi dört farklı yöntem ile belirlenmiştir.



Şekil 4. 2. Zemin Kat Planı

Proje üzerinde yapılan kıyaslamalar ve elde edilen sonuçlar aşağıdaki Tablo 4.4'te gösterilmiştir. Tablo 4.4'te belirtilen parametreler Kat Sayısı, Beton Sınıfı, Çelik sınıfı, Kolon Boyutları, Etriye Sıklığı, Yumuşak Kat Durumu ve Çıkmalardır. Aşağıda parametrelerin hangi değerleri ifade ettiği gösterilmiştir.



Tablo 4. 3. Uygulanan Parametre ve Sonuçları

		DEĞERLENDİRME YÖNTEMLERİ			
	Parametreler	**P25 Yöntemi**	**Kanada Sismik Tarama Yöntemi**	**2017 TDY**	**Riskli Bina Yöntemi**
1	3/C25/S420/100/25x40	Yüksek Risk Bölgesi 40>P=13.728>15	Orta Öncelikli Binalar SPI = 14.96 10≈20	Göçme Öncesi Belirgin Hasar Bölgesi Kolon Sayısı = 15 Toplam Kolon Sayısı = 15 Oran = % 100	Riskli Bina Değil Risk sınırını Aşan Eleman Sayısı = 0 Toplam Eleman Sayısı = 15
2	3/C10/S420/100/25x40	Yüksek Risk Bölgesi P=10.02≤15	Orta Öncelikli Binalar SPI = 14.96 10≈20	Göçme İleri Belirgin Hasar Bölgesi Kolon Sayısı = 3 Toplam Kolon Sayısı = 15 Oran = % 20	Riskli Bina Risk sınırını Aşan Eleman Sayısı = 3 Toplam Eleman Sayısı = 15
3	3/C25/S220/100/25x40	Yüksek Risk Bölgesi P=13.728≤15	Orta Öncelikli Binalar SPI = 14.96 10≈20	Göçme Öncesi Belirgin Hasar Bölgesi Kolon Sayısı = 15 Toplam Kolon Sayısı = 15 Oran = % 100	Riskli Bina Değil Risk sınırını Aşan Eleman Sayısı = 0 Toplam Eleman Sayısı = 15
4	3/C25/S420/100/30x50	Yüksek Risk Bölgesi P=13.83≤15	Orta Öncelikli Binalar SPI = 14.96 10≈20	Göçme Öncesi Belirgin Hasar Bölgesi Kolon Sayısı = 15 Toplam Kolon Sayısı = 15 Oran = % 100	Riskli Bina Değil Risk sınırını Aşan Eleman Sayısı = 0 Toplam Eleman Sayısı = 15

5	3/C25/S420/200/25x40	Yüksek Risk Bölgesi P=13.728≤15	Orta Öncelikli Binalar SPI = 14.96 10≈20	Göçme Öncesi Belirgin Hasar Bölgesi Kolon Sayısı = 15 Toplam Kolon Sayısı = 15 Oran = % 100	Riskli Bina Değil Risk sınırını Aşan Eleman Sayısı = 0 Toplam Eleman Sayısı = 15
6	3/C25/S420/100/60x60	Şüpheli Risk Bölgesi P=15.60 40>P>15	Yüksek Öncelikli Binalar SPI=24.75>20	Hemen Kullanım Belirgin Hasar Bölgesi Kolon Sayısı = 0 Toplam Kolon Sayısı = 15 Oran = % 0	Riskli Bina Değil Risk sınırını Aşan Eleman Sayısı = 0 Toplam Eleman Sayısı = 15
7	5/C25/S420/100/25x40	Yüksek Risk Bölgesi P=10.11≤15	Çok Tehlikeli Öncelikli Binalar SPI=32.06 >20	Göçme Öncesi Belirgin Hasar Bölgesi Kolon Sayısı = 15 Toplam Kolon Sayısı = 15 Oran = % 100	Riskli Bina Değil Risk sınırını Aşan Eleman Sayısı = 1 Toplam Eleman Sayısı = 15
8	5/C10/S420/100/25x40	Yüksek Risk Bölgesi P=6.40≤15	Çok Tehlikeli Öncelikli Binalar SPI=32.06 >20	Göçme Göçme Bölgesi Kolon Sayısı = 8 Toplam Kolon Sayısı = 15 Oran = % 53	Riskli Bina Risk sınırını Aşan Eleman Sayısı = 3 Toplam Eleman Sayısı = 15

9	5/C25/S220/100/25x40	Yüksek Risk Bölgesi P=10.11≤15	Çok Tehlikeli Öncelikli Binalar SPI=32.06 >20	Göçme Öncesi Belirgin Hasar Bölgesi Kolon Sayısı = 15 Toplam Kolon Sayısı = 15 Oran = % 100	Riskli Bina Değil Risk sınırını Aşan Eleman Sayısı = 0 Toplam Eleman Sayısı = 15
10	5/C25/S420/100/30x50	Yüksek Risk Bölgesi P=11.50≤15	Çok Tehlikeli Öncelikli Binalar SPI=32.06 >20	Göçme Öncesi Belirgin Hasar Bölgesi Kolon Sayısı = 15 Toplam Kolon Sayısı = 15 Oran = % 100	Riskli Bina Risk sınırını Aşan Eleman Sayısı = 0 Toplam Eleman Sayısı = 15
11	5/C25/S420/100/60x60	Yüksek Risk Bölgesi P=13.57≤15	Yüksek Öncelikli Binalar SPI=24.75>20	Göçme Öncesi Belirgin Hasar Bölgesi Kolon Sayısı = 0 Toplam Kolon Sayısı = 15 Oran = % 0	Riskli Bina Değil Risk sınırını Aşan Eleman Sayısı = 0 Toplam Eleman Sayısı = 15
10	5/C25/S420/200/25x40	Yüksek Risk Bölgesi P=10.11≤15	Çok Tehlikeli Öncelikli Binalar SPI=32.06 >20	Göçme İleri Belirgin Hasar Bölgesi Kolon Sayısı = 1 Toplam Kolon Sayısı = 15 Oran = % 7	Riskli Bina Risk sınırını Aşan Eleman Sayısı = 3 Toplam Eleman Sayısı = 15

11	3/C25/100/25x40/Yumuşak Kat	Yüksek Risk Bölgesi P=11.42≤15	Çok Tehlikeli Öncelikli Binalar SPI=36.49 >20	Göçme Öncesi Belirgin Hasar Bölgesi Kolon Sayısı = 15 Toplam Kolon Sayısı = 15 Oran = % 100	Riskli Bina Değil Risk sınırını Aşan Eleman Sayısı = 1 Toplam Eleman Sayısı = 15
12	3/C10/100/25x40/Yumuşak Kat	Yüksek Risk Bölgesi P=7.52≤15	Çok Tehlikeli Öncelikli Binalar SPI=36.49 >20	Göçme Göçme Bölgesi Kolon Sayısı = 8 Toplam Kolon Sayısı = 15 Oran = % 53	Riskli Bina Risk sınırını Aşan Eleman Sayısı = 3 Toplam Eleman Sayısı = 15
13	3/C25/200/25x40/Yumuşak Kat	Yüksek Risk Bölgesi P=11.42≤15	Çok Tehlikeli Öncelikli Binalar SPI=36.49 >20	Göçme Öncesi Belirgin Hasar Bölgesi Kolon Sayısı = 15 Toplam Kolon Sayısı = 15 Oran = % 100	Riskli Bina Değil Risk sınırını Aşan Eleman Sayısı = 1 Toplam Eleman Sayısı = 15
14	5/C25/100/25x40/Yumuşak Kat	Yüksek Risk Bölgesi P=8.75≤15	Çok Tehlikeli Öncelikli Binalar SPI=78.19 >20	Göçme Öncesi Belirgin Hasar Bölgesi Kolon Sayısı = 15 Toplam Kolon Sayısı = 15 Oran = % 100	Riskli Bina Risk sınırını Aşan Eleman Sayısı = 3 Toplam Eleman Sayısı = 15

15	5/C10/100/25x40/Yumuşak Kat	Yüksek Risk Bölgesi P=5.58≤15	Çok Tehlikeli Öncelikli Binalar SPI=78.19 >20	Göçme Belirgin Hasar Bölgesi Kolon Sayısı = 15 Toplam Kolon Sayısı = 15 Oran = % 100	Riskli Bina Risk sınırını Aşan Eleman Sayısı = 3 Toplam Eleman Sayısı = 15
16	5/C25/200/25x40/Yumuşak Kat	Yüksek Risk Bölgesi P=8.75≤15	Çok Tehlikeli Öncelikli Binalar SPI=78.19 >20	Göçme Öncesi Belirgin Hasar Bölgesi Kolon Sayısı = 15 Toplam Kolon Sayısı = 15 Oran = % 100	Riskli Bina Risk sınırını Aşan Eleman Sayısı = 3 Toplam Eleman Sayısı = 15
17	3/C25/100/25x40/Çıkma	Yüksek Risk Bölgesi P=14.04≤15	Yüksek Öncelikli Binalar SPI=27.83 >20	Göçme Öncesi Belirgin Hasar Bölgesi Kolon Sayısı = 15 Toplam Kolon Sayısı = 15 Oran = % 100	Riskli Bina Değil Risk sınırını Aşan Eleman Sayısı = 0 Toplam Eleman Sayısı = 15
18	3/C10/100/25x40/Çıkma	Yüksek Risk Bölgesi P=10.23≤15	Yüksek Öncelikli Binalar SPI=27.83 >20	Göçme İleri Belirgin Hasar Bölgesi Kolon Sayısı = 1 Toplam Kolon Sayısı = 15 Oran = % 7	Riskli Bina Risk sınırını Aşan Eleman Sayısı = 3 Toplam Eleman Sayısı = 15

19	3/C25/200/25x40/Çıkma	Yüksek Risk Bölgesi P=10.23≤15	Yüksek Öncelikli Binalar SPI=27.83 >20	Göçme Öncesi Belirgin Hasar Bölgesi Kolon Sayısı = 15 Toplam Kolon Sayısı = 15 Oran = % 10 0	Riskli Bina Değil Risk sınırını Aşan Eleman Sayısı = 1 Toplam Eleman Sayısı = 15
20	5/C25/100/25x40/Çıkma	Yüksek Risk Bölgesi P=9.62≤15	Çok Tehlikeli Öncelikli Binalar SPI=59.63 >20	Göçme Öncesi Belirgin Hasar Bölgesi Kolon Sayısı = 15 Toplam Kolon Sayısı = 15 Oran = % 100	Riskli Bina Değil Risk sınırını Aşan Eleman Sayısı = 1 Toplam Eleman Sayısı = 15
21	5/C10/100/25x40/Çıkma	Yüksek Risk Bölgesi P=6.15≤15	Çok Tehlikeli Öncelikli Binalar SPI=59.63 >20	Göçme İleri Belirgin Hasar Bölgesi Kolon Sayısı = 1 Toplam Kolon Sayısı = 15 Oran = % 7	Riskli Bina Risk sınırını Aşan Eleman Sayısı = 3 Toplam Eleman Sayısı = 15
22	5/C25/200/25x40/Çıkma	Yüksek Risk Bölgesi P=9.62≤15	Çok Tehlikeli Öncelikli Binalar SPI=59.63 >20	Göçme Öncesi Belirgin Hasar Bölgesi Kolon Sayısı = 15 Toplam Kolon Sayısı = 15 Oran = % 100	Riskli Bina Değil Risk sınırını Aşan Eleman Sayısı = 1 Toplam Eleman Sayısı = 15

Yapılan tüm analizler neticesinde elde edilen sonuçlar aşağıda maddeler halinde sunulmuştur.

1. Kat sayısı yapının deprem davranışını etkileyen en önemli parametrelerden biridir. P25 yöntemi ve Kanada Sismik Tarama yöntemlerinde bina yüksekliği veya kat adedi olarak bu parametre hesaba katılmaktadır. Kat sayısının artması, P25 yönteminde risk durumunu herhangi bir şekilde etkilememiştir. Kanada Sismik Tarama yönteminde ise, kat sayısının artması risk durumunu ortalama bir basamak arttırmıştır.
2. Betonarme yapıların ve yapısal elemanlarının deprem davranışları üzerinde donatı çeliği oldukça önemli bir parametre olmasına rağmen, P25 yöntemi ve Kanada Sismik Tarama yöntemlerinde hesaba katılmadığından yapıların risk durumlarını değiştirmemiştir.
3. Beton dayanımı yapının deprem performansına etki eden bir diğer önemli parametredir. Beton sınıfı, Kanada Sismik Tarama yönteminde herhangi bir işlem basamağında parametre olarak bulunmamaktadır. Fakat P25 yönteminde yapılan hesaplamalarda göz önüne alınmış olmasına rağmen yapıların risk durumlarını değiştirmemiştir.
4. Etriye sıklaştırması sargı etkisi ile betonarme elemanlarda deformasyon kapasitesini arttırmaktadır. Böylece elemanın dayanımı değişmese de enerji sönüm kapasitesi arttırılarak yapının deprem davranışı iyileştirilmektedir. Etriye sıklaştırması, P25 yönteminde göz önüne alınmakta fakat Kanada Sismik Tarama yönteminde herhangi bir şekilde hesaba katılmamaktadır. Yapılan analizlerde kolon etriye aralıkları iki katına çıkmış olmasına rağmen risk durumları değişmemiştir.
5. Kolon boyutları yapının rijitliğine etki eden en önemli parametrelerden biridir. Kolon boyutları ve atalet momenti, P25 yönteminde kullanılmakta fakat Kanada Sismik Tarama yönteminde binanın durumuna göre göz önüne alınmaktadır. Fakat bu çalışmada kolon boyutları epeyce arttırılmış olmasına rağmen 5 katlı yapıda sonucu etkilememiş, 3 katlı yapıda ise sonuç üzerinde etkili olmuştur.
6. Yumuşak kat oluşumu yapıların deprem performanslarını olumsuz etkileyen parametrelerin başında gelmektedir. Bu yüzden hem Kanada Sismik Tarama Yönteminde hem de P25 Yönteminde göz önüne alınmaktadır. Yapıya yumuşak kat eklenmesi Kanada Sismik Tarama yönteminde risk durumunu bir basamak arttırmıştır.
7. Çıkmalar yapı davranışlarını olumsuz şekilde etkilemektedir. Çıkma etkisi Kanada Sismik Tarama yönteminde gözlemsel olarak göz önüne alınırken, P25 Yönteminde yapılan hesaplamalarda analitik olarak hesaba katılmaktadır. Yapıya çıkmaların eklenmesi Kanada Sismik Tarama yönteminde risk durumunu bir basamak arttırmıştır.

Yapılan analizler neticesinde hızlı değerlendirme teknikleri kullanılarak elde edilen risk durumlarının oldukça güvenli tarafta kalmaya yönelik sonuçlar verdiği tespit edilmiştir. Neredeyse incelenen yapıların tümünde güçlendirme gerekliliği ortaya çıkmıştır. P25 yöntemi ile elde edilen sonuçların neredeyse tümü yüksek risk bölgesinde kalmış ve kolon boyutlarının epeyce arttırılması dışında herhangi bir parametrenin değişmesi yapılarda risk durumunu etkilememiştir. Daha çok gözleme dayalı olan Kanada Sismik Tarama yöntemi ise yapının mevcut durumunu ve bulunan düzensizlikleri göz önüne almakta fakat tüm durumlarda yapıların daha

detaylı biçimde incelenmesi gerektiği sonucunu vermektedir. Tüm bu sonuçlar ışığında yapının mevcut durumunu daha net göz önüne alan, daha güvenilir ve parametre değişimlerine daha duyarlı hızlı değerlendirme tekniklerinin geliştirilmesi gerekliliği ortaya çıkmaktadır.

5. YENİ BİR HIZLI DEĞERLENDİRME YÖNTEMİNİN GELİŞTİRİLMESİ

Literatürde sıklıkla kullanılan P25 ve Kanada Sismik Tarama yöntemleri bu tez çalışması kapsamında incelenen hızlı değerlendirme yöntemlerindendir. Bu hızlı değerlendirme yöntemlerinin etkinliklerinin belirlenebilmesi için bu yöntemler daha detaylı incelemelerin yapıldığı RYTEİE-2013 ve TDY-2007 ile kıyaslanmıştır. Yapılan değerlendirmeler sonucunda bu hızlı değerlendirme yöntemlerinin bazı parametrelerin değişimlerine yeteri kadar duyarlı olmadığı tespit edilmiştir. Bu yüzden hem analitik hem de gözlemsel verilere dayanan ve bu bölgede bulunan yapıların mevcut durumlarına göre geliştirilmiş yeni bir hızlı değerlendirme yöntemi ortaya konulmaya çalışılmıştır. Geliştirilen bu hızlı değerlendirme yönteminde,

- Yapının inşa yılı,
- Yapının kat sayısı,
- Yapının geometrik planı,
- Yapıda betonarme perde duvar olup olmaması,
- Yapının deprem bölgesi,
- Ağır kapalı çıkmalar ve bundan dolayı yapının akslarındaki süreksizlikler,
- Yapıda yumuşak kat düzensizliği,
- Yapının komşu binalar ile çarpışma riski,
- Yapıda asma kat/kısa kolon düzensizliği,
- Düşey taşıyıcı elemanlardaki hasar durumu,
- Düşey taşıyıcı elemanlardaki süreksizlikler,

ile ilgili gözlemsel incelemeler yapılarak Gözlemsel Net Puan belirlenmektedir.

Bunlara ek olarak, tüm yapının yaklaşık ağırlığına, kritik kat kolon/perde alanına ve kritik kat kolon/perde sayısına bağlı olarak;

- Kolon/Perde katsayısı (Analitik Net Puan)

belirlenmektedir. Yapının kritik katı üzerinde yapılan tüm bu değerlendirmeler neticesinde yapıya ait net puan hesaplanmaktadır. Daha sonra hesaplanan net puan sınır değerler ile kıyaslanarak yapının mevcut durumuna ait bir yaklaşım ortaya konulmaktadır.

Geliştirilen hızlı değerlendirme yöntemi Manisa'da bulunan 35 adet mevcut betonarme bina ve Türkiye' de yaşanmış şiddetli depremlerde hasar almamış veya göçmüş 6 adet yapı olmak üzere toplam da 41 adet betonarme yapı kullanılarak geliştirilmiştir. Bunlara ek olarak kat geometrik planı aynı olan 22 adet farklı yapının çeşitli parametreleri değiştirilerek bu parametrelerin yapı performansı üzerindeki etkinliği belirlenmiştir. Belirlenen parametreler gözlemsel ve analitik olmak üzere ikiye ayrılmaktadır. Gözlemsel parametreler ve bu parametrelere ait gözlemsel puanlar (GP) Tablo 5.1'de verilmiştir. Tablo 5.1'de verilen gözlemsel puanlar bu çalışmada incelenen hasarsız, hasarlı veya göçmüş yapılar ve literatürde bulunan çalışmaların detaylı incelenmesi sonucu elde edilmiştir.

Tablo 5. 1. Geliştirilen Hızlı Değerlendirme Tekniğine Ait Gözlemsel Parametreler ve Gözlemsel Puanlar

Gözlemsel Parametreler	Kod	Mevcut Durum		Gözlemsel Puan (GP)
Yapının inşa yılı nedir?	A	1998 ve sonrası		20
		1975-1998 arası		30
		1975 öncesi		40
Yapının kat sayısı nedir?	B	1		1.16
		2		1.21
		3		1.28
		4		1.34
		5		1.40
		6		1.44
		7		1.48
Yapı geometrik planı düzenli mi?	C	Evet		1.00
		Hayır		1.10
Yapıda betonarme perde duvarlar var mı?	D	Evet	$A_p \leq \%1.5$	1.20
			$A_p > \%1.5$	1.35
		Hayır		1.00
Yapının deprem bölgesi nedir?	E	1		1.20
		2		1.12
		3, 4		1.06
Ağır kapalı çıkmalar ve bundan dolayı yapının akslarında süreksizlik var mı?	F (Bir Cephe)	Evet		1.06
		Hayır		1.00
Ağır kapalı çıkmalar ve bundan dolayı yapının akslarında süreksizlik var mı?	F (İki Cephe)	Evet		1.08
		Hayır		1.00
Ağır kapalı çıkmalar ve bundan dolayı yapının akslarında süreksizlik var mı?	F (Üç Cephe)	Evet		1.11
		Hayır		1.00
Ağır kapalı çıkmalar ve bundan dolayı yapının akslarında süreksizlik var mı?	F (Dört Cephe)	Evet		1.13
		Hayır		1.00
Yapıda yumuşak kat düzensizliği var mı?	G	Evet		1.13
		Hayır		1.00
Yapının komşu binalar ile çarpışma riski var mı?	H	Evet		1.04
		Hayır		1.00
Yapıda asma kat/kısa kolon var mı?	I	Evet		1.10
		Hayır		1.00
Düşey taşıyıcı elemanlarda hasar var mı?	J	Evet		1.50
		Hayır		1.00
Düşey taşıyıcı elemanlarda süreksizlik var mı?	K	Evet		1.09
		Hayır		1.00

Tablo 5.1 kullanılarak mevcut betonarme yapıya ait Gözlemsel Net Puan (GNP) Denklem 5.1 ile hesaplanmaktadır.

$$\mathrm{GNP} = \frac{\mathrm{A}\times\mathrm{B}\times\mathrm{C}\times\mathrm{E}\times\mathrm{F}\times\mathrm{G}\times\mathrm{H}\times\mathrm{I}\times\mathrm{J}\times\mathrm{K}}{\mathrm{D}} \qquad (5.1)$$

GNP, yapıda betonarme perde duvarlar bulunması durumu (D) dışındaki tüm puanlar birbirleri ile çarpılarak ve elde edilen puan betonarme perde duvarların miktarına bağlı olarak bulunan katsayıya bölünerek hesaplanmaktadır. Yeterli miktarda ve iyi konumlanmış betonarme perde duvarlar yapıların deprem performanslarını önemli ölçüde iyileştirdiğinden, bu parametre GNP üzerinde azaltıcı bir etkiye sahiptir.

Bunlara ek olarak, yapı üzerinde gerçekleştirilecek basit ve yaklaşık hesaplamalar ile Analitik Puan (AP) belirlenmektedir. AP'nin belirlenebilmesi için yaklaşık bir hesaplama ile tüm yapıya ait yaklaşık ağırlık hesaplaması yapılmaktadır. Yaklaşık ağırlık hesabı (YAH) Denklem 5.2 ile yapılmaktadır.

$$\mathrm{YAH} = 1.15 \times \text{Kritik Kat Alanı} \times \text{Kat Adedi} \qquad (5.2)$$

Sonlu elemanlar programları ile gerçekleştirilen analizler sonucunda elde edilen yapı ağırlıklarına yaklaşık olarak ulaşabilmek için kritik kat alanının, kat adedi ve 1.15 katsayısı ile çarpılmasının yeterli olduğu yapılan çok sayıda analiz ile belirlenmiştir. Bu hesaplama sonucunda %90'ın üzerinde bir yaklaşıklık elde edilmektedir. Bu hesaplamaya göre elde edilen yaklaşık yapı ağırlığına tüm sabit ve hareketli yükler dâhildir. Daha sonra AP hesabı Denklem 5.3 ile yapılmaktadır.

$$\mathrm{AP} = \frac{\mathrm{YAH}}{\text{Kritik katta bulunan düşey taşıyıcı elemanların toplam alanı}} \qquad (5.3)$$

Denklem 5.3 ile hesaplanan AP, mevcut yapıya ait beton dayanımı ile kıyaslanarak ANP elde edilmektedir. Mevcut yapıya ait beton dayanımı biliniyorsa bu dayanım kullanılmalıdır. Eğer beton dayanımı bilinmiyorsa Tablo 5.2'de gösterildiği gibi yaklaşık bir kabul yapılabilir.

Tablo 5. 2. Betonarme Yapının Yıllara Göre Yaklaşık Beton Dayanımı

Yapının İnşa Yılı	**Yaklaşık Beton Dayanımı (t/m^2) (BD)**
1998 Sonrası	2000
1998-1975 Arası	1200
1975 Öncesi	900

Yapıya ait Analitik Net Puan (ANP) düşey taşıyıcı elemanlar üzerinde yaklaşık olarak hesaplanan yüklerin mevcut beton dayanımları ile kıyaslanması sonucunda Tablo 5.3 ile belirlenmektedir.

Tablo 5. 3. Geliştirilen Hızlı Değerlendirme Tekniğine Ait Analitik Parametreler ve Analitik Net Puanlar (ANP)

Mevcut Durum	**Analitik Net Puanlar (ANP)**
AP≤%10*x*BD	0.70
%10*x*BD<AP≤%20*x*BD	0.77
%20*x*BD<AP≤%30*x*BD	0.86
%30*x*BD<AP≤%40*x*BD	0.94
AP>%40*x*BD	1.00

BD: Beton Dayanımı (t/m^2 cinsinden),

Mevcut betonarme yapıya ait Yapı Net Puanı (YNP) Denklem 5.4 ile hesaplanmaktadır.

$$\mathrm{YNP} = \mathrm{GNP} \times \mathrm{ANP} \qquad (5.4)$$

YNP ne kadar küçükse yapının risk durumu o kadar azdır. YNP büyüdükçe yapının risk durumu artmaktadır. Yine inceleme konusu olan mevcut hasarsız, hasarlı ve göçmüş yapılar üzerinde yapılan çalışmalar sonucunda sınır durumlar elde edilmiş ve Tablo 5.4'te sunulmuştur.

Tablo 5. 4. Mevcut Betonarme Yapının Sonuç Değerlendirmesi

Mevcut Durum	**Değerlendirme**
YNP≤30	Yapı Çok Düşük Düzeyde Riskli
30<YNP≤40	Yapı Orta Düzeyde Riskli ve Detaylı İncelenmeli
YNP>40	Yapı Çok Riskli ve Acil Detaylı İncelenmeli

5.1. Geliştirilen Hızlı Değerlendirme Yönteminin Mevcut Yapılar Üzerinde Kullanılması

Bu bölümde 41 adet mevcut betonarme bina geliştirilen yöntem ile değerlendirilmiş ve elde edilen sonuçlar yaygın olarak kullanılan ticari paket programlar ile kıyaslanmıştır. 41 adet yapının 35 adeti Manisa' da bulunan yapılardır. Geri kalan 6 adet yapı ise literatürde yapılan çalışmalardan alınmıştır. Bu 6 adet yapının genel özelliği ülkemizde meydana gelen şiddetli depremlerde göçmüş veya herhangi bir hasar almamış mevcut yapılardan seçilmiş olmasıdır. 36 ve 37 nolu proje Tüysüz [15], 38 nolu proje Özkaratay [21], 39 nolu proje Kaya [22], 40 nolu proje Pour [23] ve 41 nolu proje Doğan [23] tarafından yapılmış olan çalışmalardan alınmıştır.

Tablo 5. 5. Örnek Projelerin Geliştirilen Hızlı Değerlendirme Yöntemi ile Analiz Değerleri

Proje	İnşa Yılı (A)	Kat Sayısı (B)	Geometrik Plan Düzenli mi? (C)	Perde duvar var mı? (D)	Deprem bölgesi nedir? (E)	Çıkmadan kaynaklı Süreksizlik var mı? (F)	Yumuşak kat var mı? (G)	Komşu bina ile çarpışma riski var mı? (H)	Asma Kat/Kısa Kolon var mı? (I)	Düşey Taşıyıcı Elemanlarda Hasar Var Mı? (J)	Düşey Taşıyıcı Elemanlarda Süreksizlik Var Mı? (K)	Gözlemsel Net Puan (GNP)
1	20	1.44	1	1	1.2	1.06	1	1.04	1	1	1	38.10
2	20	1.21	1	1	1.2	1	1	1.04	1	1	1	30.20
3	20	1.21	1	1	1.2	1	1.18	1.04	1	1	1	35.64
4	20	1.28	1.1	1	1.2	1.06	1.18	1.04	1	1	1	43.96
5	20	1.4	1	1	1.2	1.06	1.18	1.04	1	1	1	43.71
6	20	1.4	1	1	1.2	1.08	1.18	1.04	1	1	1	44.53
7	20	1.21	1	1	1.2	1.06	1.18	1.04	1	1	1	37.78
8	20	1.48	1.1	1	1.2	1	1.18	1.04	1.1	1	1	52.74
9	20	1.34	1.1	1	1.2	1.08	1.18	1.04	1	1	1	46.89
10	20	1.21	1	1	1.2	1.06	1.18	1.04	1	1	1	37.78
11	20	1.21	1.1	1	1.2	1.08	1.18	1.04	1	1	1	42.34
12	20	1.28	1.1	1	1.2	1	1.18	1.04	1	1	1	41.47
13	20	1.21	1.1	1	1.2	1	1.18	1.04	1	1	1	35,64
14	20	1.4	1.1	1	1.2	1	1.18	1.04	1	1	1	45.36
15	20	1.34	1.1	1	1.2	1	1.18	1.04	1	1	1	43.41
16	20	1.28	1.1	1	1.2	1	1.18	1.04	1	1	1	41.47
17	20	1.28	1.1	1	1.2	1.08	1.18	1	1	1	1	43.06
18	20	1.34	1.1	1	1.2	1.06	1.18	1.04	1	1	1	46.02
19	20	1.28	1	1	1.2	1	1	1	1	1	1	30.72
20	20	1.28	1.1	1	1.2	1.06	1	1	1	1	1	35.82
21	20	1.34	1.1	1	1.2	1.06	1.18	1.04	1	1	1	46.02
22	20	1.21	1.1	1	1.2	1	1.18	1.04	1	1	1	39.20
23	20	1.28	1.1	1	1.2	1.06	1.18	1.04	1	1	1	43.96
24	20	1.28	1	1	1.2	1	1	1.04	1	1	1	31.95

25	20	1.28	1.1	1	1.2	1	1	1	1	1	1	33.80
26	20	1.28	1	1	1.2	1.06	1	1.04	1	1	1	33.87
27	20	1.34	1	1	1.2	1.13	1	1	1	1	1	36.34
28	20	1.44	1	1	1.2	1.08	1	1.04	1	1	1	38.82
29	20	1.34	1	1	1.2	1.13	1.18	1	1	1	1	42.88
30	20	1.4	1.1	1	1.2	1	1.18	1.04	1	1	1	45.36
31	30	1.48	1	1	1.2	1	1	1	1	1	1	53.28
32	20	1.44	1	1	1.2	1.06	1	1.04	1	1	1	38.10
33	20	1.4	1	1	1.2	1.08	1	1.04	1	1	1	37.74
34	30	1.28	1.1	1	1.2	1	1.18	1.04	1	1	1	62.20
35	30	1.44	1	1	1.2	1	1.18	1.04	1	1	1	63.62
36	30	1.44	1	1	1.2	1.06	1	1	1	1	1	54.95
37	20	1.4	1	1	1.2	1.06	1	1	1	1	1	35.62
38	30	1.44	1.1	1	1.2	1.06	1	1	1	1	1	60.45
39	30	1.4	1	1	1.2	1.06	1	1	1	1	1	53.42
40	30	1.34	1	1	1.2	1.06	1.18	1	1	1	1	60.34
41	30	1.28	1	1	1.2	1.06	1	1	1	1	1	48.84

Tablo 5. 6. Örnek Projelerin Geliştirilen Hızlı Değerlendirme Yöntemi ile Analiz Sonuçları

Proje	Katsayı	Alan (m^2)	Kat Adedi	Yaklaşık Ağırlık Hesabı (ton) (YAH)	Kolon alanı (m2)	Analitik Puan (AP)	Beton Dayanımı (N/mm^2)	Analitik Net Puan (ANP)
1	1.15	94.00	6.00	648.60	2.16	**300.28**	25	0.77
2	1.15	212.00	2.00	487.60	2.35	**207.49**	25	0.77
3	1.15	95.00	2.00	218.50	1.87	**116.84**	25	0.70
4	1.15	152.00	3.00	524.40	1.95	**268.92**	25	0.77
5	1.15	89.00	5.00	511.75	2.70	**189.54**	25	0.70
6	1.15	115.00	5.00	661.25	1.80	**367.36**	25	0.77
7	1.15	126.00	2.00	289.80	1.80	**161.00**	25	0.70
8	1.15	142.00	7.00	1143.10	3.21	**356.11**	25	0.77
9	1.15	228.00	4.00	1048.80	3.60	**291.33**	25	0.77
10	1.15	133.00	2.00	305.90	1.85	**165.35**	25	0.70
11	1.15	126.00	2.00	289.80	1.80	**161.00**	20	0.70
12	1.15	297.00	3.00	1024.65	4.43	**231.30**	25	0.77
13	1.15	190.00	2.00	437.00	2.88	**151.74**	25	0.70
14	1.15	229.00	5.00	1316.75	3.48	**378.38**	25	0.77
15	1.15	139.00	4.00	639.40	2.75	**232.51**	25	0.77
16	1.15	105.00	3.00	362.25	1.81	**199.86**	25	0,70
17	1.15	115.00	3.00	396.75	1.81	**218.90**	25	0.77
18	1.15	207.00	4.00	952.20	2.96	**321.69**	25	0.77
19	1.15	108.00	3.00	372.60	1.24	**300.48**	25	0.77
20	1.15	280.00	3.00	966.00	4.01	**240.90**	25	0.77
21	1.15	260.00	3.00	897.00	3.77	**237.93**	25	0.77
22	1.15	117.00	2,00	269.10	1.69	**159.23**	25	0,70
23	1.15	100.00	3.00	345.00	1.92	**179.69**	25	0.70
24	1.15	89.00	3.00	307.05	2.18	**140.69**	25	0.70
25	1.15	230.00	3.00	793.50	2.95	**268.98**	25	1.00
26	1.15	133.00	3.00	458.85	3.18	**144.52**	25	0.70
27	1.15	137.00	5.00	787.75	1.54	**511.53**	25	0.77
28	1.15	97.00	6.00	669.30	2.15	**311.30**	30	0.77
29	1.15	422.00	4.00	1941.20	6.17	**314.62**	25	0.77
30	1.15	373.00	4.00	1715.80	5.76	**297.88**	25	0.86
31	1.15	216.00	7.00	1738.80	6.50	**267.51**	6	1.00
32	1.15	100.00	6.00	690.00	6.50	**106.15**	28	0.70
33	1.15	137.00	5.00	787.75	1.54	**511.53**	25	0.77
34	1.15	422.00	4,00	1941,20	6,17	**314,62**	25	0.77
35	1.15	235.00	6.00	1621.50	3.18	**509.91**	14	1.00

36	1.15	133.00	6.00	917.70	2.04	**449.85**	10	1.00
37	1.15	180.00	5.00	1035.00	3.94	**262.69**	16	0.77
38	1.15	507.00	6.00	3498.30	12.87	**271.82**	10	0.86
39	1.15	295.00	5.00	1696.25	4.23	**401.48**	12	0.94
40	1.15	125.00	4.00	575.00	1.78	**323.94**	10	0.94
41	1.15	127.00	3.00	438.15	1.96	**224.12**	10	0.86

Tablo 5. 7. Örnek Projelerin Karşılaştırılması

Proje	**Gözlemsel Net Puan (GNP)**	**Analitik Net Puan (ANP)**	**Yapı Net Puanı (YNP)**	**Mevcut Betonarme Yapının Sonuç Değerlendirmesi**	**TDY-2007**
1	38.10	0.77	29.34	Çok Düşük Düzeyde Riskli	CG
2	30.20	0.77	23.26	Çok Düşük Düzeyde Riskli	CG
3	35.64	0.70	24.95	Çok Düşük Düzeyde Riskli	CG
4	43.96	0.77	33.85	Orta Düzeyde Riskli ve Detaylı İncelenmeli	CG
5	43.71	0.70	30.60	Orta Düzeyde Riskli ve Detaylı İncelenmeli	CG
6	44.53	0.77	34.29	Orta Düzeyde Riskli ve Detaylı İncelenmeli	GÖ
7	37.78	0.70	26.44	Çok Düşük Düzeyde Riskli	CG
8	52.74	0.77	40.61	Çok Riskli ve Acil Detaylı İncelenmeli	GÇ
9	46.89	0.77	36.10	Orta Düzeyde Riskli ve Detaylı İncelenmeli	GÖ
10	37.78	0.70	26.44	Çok Düşük Düzeyde Riskli	CG
11	42.34	0.70	29.64	Çok Düşük Düzeyde Riskli	GÖ
12	41.47	0.77	31.93	Orta Düzeyde Riskli ve Detaylı İncelenmeli	GÖ
13	35.64	0.70	24.95	Çok Düşük Düzeyde Riskli	GÖ
14	45.36	0.77	34.93	Orta Düzeyde Riskli ve Detaylı İncelenmeli	GÖ
15	43.41	0.77	33.43	Orta Düzeyde Riskli ve Detaylı İncelenmeli	CG
16	41.47	0,70	29.03	Çok Düşük Düzeyde Riskli	CG
17	43.06	0.77	33.16	Orta Düzeyde Riskli ve Detaylı İncelenmeli	CG
18	46.02	0.77	35.43	Orta Düzeyde Riskli ve Detaylı İncelenmeli	CG
19	30.72	0.77	23.65	Çok Düşük Düzeyde Riskli	CG
20	35.82	0.77	27.58	Çok Düşük Düzeyde Riskli	CG
21	46.02	0.77	35.43	Orta Düzeyde Riskli ve Detaylı İncelenmeli	CG
22	39.20	0,70	27.44	Çok Düşük Düzeyde Riskli	CG
23	48.08	0.70	30.77	Orta Düzeyde Riskli ve Detaylı İncelenmeli	CG
24	31.95	0.70	22.36	Çok Düşük Düzeyde Riskli	CG
25	38.02	1.00	33.80	Orta Düzeyde Riskli ve Detaylı İncelenmeli	CG
26	33.87	0.70	23.71	Çok Düşük Düzeyde Riskli	CG
27	36.34	0.77	27.98	Çok Düşük Düzeyde Riskli	CG
28	38.82	0.77	29.89	Çok Düşük Düzeyde Riskli	CG
29	42.88	0.77	33.02	Orta Düzeyde Riskli ve Detaylı İncelenmeli	GÖ

30	45.36	0.86	39.01	Orta Düzeyde Riskli ve Detaylı İncelenmeli	CG
31	53.28	1.00	53.28	Çok Riskli ve Acil Detaylı İncelenmeli	GÇ
32	38.10	0.70	26.67	Çok Düşük Düzeyde Riskli	CG
33	37.74	0.77	29.06	Çok Düşük Düzeyde Riskli	CG
34	62.20	0.77	47.90	Çok Riskli ve Acil Detaylı İncelenmeli	GÇ
35	63.62	1.00	63.62	Çok Riskli ve Acil Detaylı İncelenmeli	GÇ
36	54.95	1.00	54.95	Çok Riskli ve Acil Detaylı İncelenmeli	GÇ
37	35.62	0.77	27.42	Çok Düşük Düzeyde Riskli	CG
38	60.45	0.86	51.98	Çok Riskli ve Acil Detaylı İncelenmeli	GÇ
39	53.42	0.94	50.22	Çok Riskli ve Acil Detaylı İncelenmeli	GÇ
40	60.34	0.94	56.72	Çok Riskli ve Acil Detaylı İncelenmeli	GÇ
41	48.84	0.86	42.01	Çok Riskli ve Acil Detaylı İncelenmeli	GÇ

Geliştirilen Hızlı Değerlendirme Tekniği kullanılarak incelenen yapılara ait sonuçlar ile TDY-2007 sonuçları karşılaştırıldığında her iki yöntem ile elde edilen sonuçların oldukça uyumlu olduğu belirlenmiştir. Ülkemizde meydana gelen depremlerde göçen veya herhangi bir hasar almamış binaları, geliştirilen Hızlı Değerlendirme Tekniği %100 doğru şekilde tespit etmiştir. Bu yöntem her ne kadar doğru sonuçlar ortaya koysa da hala geliştirilmeye ihtiyaç duymaktadır.

6. SONUÇLAR VE ÖNERİLER

Mevcut betonarme yapıların Kanada Sismik Tarama yöntemi, P25 yöntemi, RYTEİE-2013 ve TDY-2007 koşullarına göre incelenmesi ile elde edilen sonuçlar aşağıda maddeler halinde sunulmuştur.

1. Hızlı değerlendirme teknikleri ve RYTEİE-2013 kullanılarak yapılan incelemelerde kritik kat seçilerek bu kat üzerinde değerlendirmeler yapılmıştır. Her kritik katta bulunan kolon, kiriş, döşeme, dolgu duvar ve perde duvarların alanları, atalet momentleri hesaplamalara dahil edilmiştir.
2. Kanada Sismik Tarama yöntemi ile incelenen yapılardan 5 adeti Düşük Öncelikli Binalar sınıfındadır. Bu 5 adet yapı TDY-2007 ile incelendiğinde, tamamı Can Güvenliği şartını sağlamıştır. Ayrıca bu 5 adet Düşük Öncelikli Bina RYTEİE-2013 ile incelendiğinde tamamının Riskli Bina olmadığı belirlenmiştir. Bu sonuçlar ışığında Kanada Sismik Tarama yönteminin, TDY-2007 ve RYTEİE-2013 ile oldukça uyumlu olduğu sonucuna ulaşılmıştır.
3. Kanada Sismik Tarama yöntemi ile incelenen yapılardan 16 adeti Orta Öncelikli Binalar sınıfındadır. Bu 16 yapı TDY-2007 ile incelendiğinde, 9 adeti Can Güvenliği şartını sağlamış, 7 adeti ise Can Güvenliği şartını sağlamamıştır. Ayrıca, bu 16 adet Orta Öncelikli Binalar sınıfındaki yapı RYTEİE-2013 ile incelendiğinde 13 adeti Riskli Bina olmayıp, 3 adeti Riskli Bina sınıfına girmiştir. Bu sonuçlar ışığında Kanada Sismik Tarama yöntemi ile Orta Öncelikli Binalar Sınıfında olan yapıların detaylı biçimde incelenmesi gerektiği sonucuna ulaşılmıştır.
4. Kanada Sismik Tarama yöntemi ile incelenen yapılardan 2 adeti Yüksek Öncelikli Binalar sınıfındadır. Bu 2 adet yüksek öncelikli yapı, TDY-2007 ile incelendiğinde tamamı Can Güvenliği şartını sağlayamamıştır. Ayrıca, bu 2 adet Yüksek Öncelikli yapı RYTEİE-2013 ile incelendiğinde her ikisi de Riskli Bina sınıfındadır. Bu sonuçlar ışığında Kanada Sismik Tarama yönteminin, TDY-2007 ve RYTEİE-2013 ile oldukça uyumlu olduğu sonucuna ulaşılmıştır.
5. Kanada Sismik Tarama yöntemi ile incelenen yapılardan 7 adeti Çok Tehlikeli Binalar sınıfındadır. Bu 7 adet Çok Tehlikeli Bina, TDY-2007 ile incelendiğinde tamamı Can Güvenliği Şartını sağlayamamıştır. Ayrıca, bu 7 adet Çok Tehlikeli Bina RYTEİE-2013 ile incelendiğinde tamamı Riskli Bina sınıfındadır. Bu sonuçlar ışığında Kanada Sismik Tarama yönteminin, TDY-2007 ve RYTEİE-2013 ile oldukça uyumlu olduğu sonucuna ulaşılmıştır.
6. P25 yöntemi ile incelenen yapılardan 8 adeti Düşük Risk Bölgesindedir. Bu 8 adet yapı TDY-2007 ile incelendiğinde, tamamı Can Güvenliği şartını sağlamıştır. Bu 8 adet Düşük Risk Bölgesindeki yapı RYTEİE-2013 ile incelendiğinde tamamının Riskli Bina olmadığı belirlenmiştir. Bu sonuçlar ışığında P25 yönteminin, TDY-2007 ve RYTEİE-2013 ile oldukça uyumlu olduğu sonucuna ulaşılmıştır.
7. P25 yöntemi ile incelenen yapılardan 12 adeti Şüpheli Risk Bölgesindedir. Bu 12 yapı TDY-2007 ile incelendiğinde, 6 adeti Can Güvenliği şartını sağlamış, 6 adeti ise Can Güvenliği şartını sağlamamıştır. Bu 12 adet Şüpheli Risk Bölgesindeki yapı RYTEİE-2013 ile incelendiğinde 10 adeti Riskli Bina olmayıp, 2 adeti Riskli Bina sınıfına girmiştir. Bu sonuçlar ışığında P25

yöntemi ile Şüpheli Risk Bölgesinde olan yapıların detaylı biçimde incelenmesi gerektiği sonucuna ulaşılmıştır.

8. P25 yöntemi ile incelenen yapılardan 10 adeti Yüksek Risk Bölgesindedir. Bu 10 yüksek riskli yapı TDY-2007 ile incelendiğinde 9 adeti Can Güvenliği şartını sağlamış, 1 adeti ise Can Güvenliği şartını sağlayamamıştır. Bu 10 adet Yüksek Risk Bölgesindeki yapı RYTEİE-2013 ile incelendiğinde 9 adeti Riskli Bina sınıfında olup, 1 adeti Riskli Bina sınıfına girmemiştir. Bu sonuçlar ışığında P25 yönteminin, TDY-2007 ve RYTEİE-2013 ile oldukça uyumlu olduğu sonucuna ulaşılmıştır.
9. Kat sayısı yapının deprem davranışını etkileyen en önemli parametrelerden biridir. P25 yöntemi ve Kanada Sismik Tarama yöntemlerinde bina yüksekliği veya kat adedi olarak bu parametre hesaba katılmaktadır.
10. Betonarme yapıların beton ve demir sınıflarının değişiminin sonuçlar üzerinde önemli bir etkisinin olmadığı ve benzer sonuçların elde edildiği tespit edilmiştir.
11. Kolon boyutları yapının rijitliğine etki eden en önemli parametrelerden biridir. Kolon boyutları ve atalet momenti, P25 yönteminde kullanılmakta fakat Kanada Sismik Tarama yönteminde binanın durumuna göre göz önüne alınmaktadır.
12. Betonarme perde duvar bulunan yapının analiz sonucu ile dolgu duvara çevrilen yapının analiz sonuçları arasında farklılıklar olduğu tespit edilmiştir. Dolgu duvar ile dizayn edilen yapının riskli yapı sınıfında olduğu, perde duvarı olduğunda ise can güvenliğinin sağlandığı tespit edilmiştir. Sonuç olarak betonarme perdelerin, deprem esnasında yapıların güvenli bölgede kalması açısından oldukça önemli olduğu sonucuna ulaşılmıştır.
13. Yumuşak kat oluşumu yapıların deprem performanslarını olumsuz etkileyen parametrelerin başında gelmektedir. Bu yüzden hem Kanada Sismik Tarama Yönteminde hem de P25 Yönteminde göz önüne alınmaktadır. Yapıya yumuşak kat eklenmesi Kanada Sismik Tarama yönteminde risk durumunu bir basamak arttırmıştır.
14. Çıkmalar yapı davranışlarını olumsuz şekilde etkilemektedir. Çıkma etkisi Kanada Sismik Tarama yönteminde gözlemsel olarak göz önüne alınırken, P25 Yönteminde yapılan hesaplamalarda analitik olarak hesaba katılmaktadır. Yapıya çıkmaların eklenmesi Kanada Sismik Tarama yönteminde risk durumunu bir basamak arttırmıştır.
15. Manisa bölgesinde bulunan 30 adet mevcut betonarme yapının P25, Kanada Sismik Tarama Yöntemi, RYTEİE-2013 ve TDY-2007 yönetmelikleri ile incelenmesi sonucunda şiddetli bir deprem etkisi altında yapılarda meydana gelebilecek hasar durumlarının uyumlu şekilde elde edilebileceği belirlenmiştir. Özellikle RYTEİE-2013 ve TDY-2007 ile incelenen yapılarda çok yüksek derecede uyum elde edilmiştir. Hızlı değerlendirme yöntemleri arasında yapılan karşılaştırmalarda da önemli hatalar oluşmamasına rağmen düşük ve orta seviyedeki hasarlarda bazı uyumsuzluklar gözlenmiştir.
16. Yapılan değerlendirmeler sonucunda bu hızlı değerlendirme yöntemlerinin bazı parametrelerin değişimlerine yeteri kadar duyarlı olmadığı tespit edilmiş olup, buna bağlı olarak yeni bir hızlı değerlendirme yöntemi ortaya konulmuştur. Çalışma kapsamında yapılan işlem adımları kritik kat seçilerek yapılmıştır.
17. Yeni Hızlı Değerlendirme Yöntemi ile incelenen yapılardan 17 adet yapı Çok Düşük Risk Bölgesinde yer almaktadır. Bu 17 yapı TDY-2007 ile

incelendiğinde, 15 adeti Can Güvenliği şartını sağlamış, 2 adeti ise Can Güvenliği şartını sağlamamıştır. Bu sonuçlar ışığında Yeni Hızlı Değerlendirme Yönteminin, TDY-2007 ile oldukça uyumlu olduğu sonucuna ulaşılmıştır.

18. Yeni Hızlı Değerlendirme Yöntemi ile incelenen yapılardan 15 adet yapı Orta Düzeyde Riskli ve Detaylı İncelenmeli sınıfındadır. Bu 15 yapı TDY-2007 ile incelendiğinde, 6 adeti Can Güvenliği şartını sağlamış, 9 adeti ise Can Güvenliği şartını sağlamamıştır. Bu sonuçlar ışığında Yeni Hızlı Değerlendirme Yöntemi ile Orta Düzeyde Riskli ve Detaylı İncelenmeli Sınıfında olan yapıların detaylı biçimde incelenmesi gerektiği sonucuna ulaşılmıştır.
19. Yeni Hızlı Değerlendirme Yöntemi ile incelenen yapılardan 9 adet yapı Çok Riskli ve Acil Detaylı İncelenmeli sınıfındadır. Bu 9 yapı TDY-2007 ile incelendiğinde tamamı Can Güvenliği şartını sağlamamıştır. Bu sonuçlar ışığında Yeni Hızlı Değerlendirme Yöntemi ile Çok Riskli ve Acil Detaylı İncelenmeli Sınıfında olan yapıların TDY-2007 ile oldukça uyumlu olduğu sonucuna ulaşılmıştır.
20. Manisa bölgesinde bulunan 35 adet mevcut betonarme yapı ve literatürden alınan 6 adet yapı ülkemizde meydana gelen şiddetli depremlerde göçmüş veya herhangi bir hasar almamış mevcut yapılardan seçilmiştir. Yeni Hızlı Değerlendirme Yönteminin TDY-2007 yönetmeliği ile incelenmesi sonucunda şiddetli bir deprem etkisi altında yapılarda meydana gelebilecek hasar durumlarının uyumlu şekilde elde edilebileceği belirlenmiştir. Özellikle TDY-2007 ile elde edilen sonuçlarda çok yüksek derecede uyum elde edilmiştir.

Yapılan bu tez çalışması sonucunda, hızlı değerlendirme yöntemlerinin yapıların mevcut durumlarını hızlıca ve güvenli bir şekilde belirleyebileceği anlaşılmaktadır. Ülkemizde ve Manisa bölgesinde çok büyük bir betonarme yapı stoğuna sahip olduğumuz düşünüldüğünde, yapıların bu teknikler ile hızlıca değerlendirilebileceği ve can ve mai kayıplarının önüne geçilebileceği öngörülmektedir.

KAYNAKLAR

[1] Tekeli, H., Dilmaç, H., Erkan, K. T., Demir, F., Şan, M. Riskli Binaların Değerlendirilmesi Üzerine Bir İnceleme. Türkiye Deprem Mühendisliği ve Sismoloji Konferansı 2, 25-27 Eylül, 2013, Hatay.
[2] Tezcan, S.S., Gürsoy, M., Kaya, E., Bal İ. E. Depremde Can Kaybını Önleme Projesi. Kocaeli-99 Acil Durum Konferansı, 2003, İstanbul.
[3] Altıner, M. Deprem Etkisindeki Betonarme Binaların Göçme Riskinin Saptanması İçin Hızlı Değerlendirme Yöntemleri. İstanbul Kültür Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı, İstanbul, 2008, 83 s. (Yüksek Lisans Tezi).
[4] Bal, İ. E. Deprem Etkisindeki Betonarme Binaların Göçme Riskinin Hızlı Değerlendirme Yöntemleri ile Belirlenmesi. İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Deprem Mühendisliği Anabilim Dalı, İstanbul, 2005, 133 s. (Yüksek Lisans Tezi).
[5]Bal, İ. E., Tezcan, S. S., Gülay, F. G. Betonarme Binaların Göçme Riskinin Belirlenmesi için P25 Hızlı Değerlendirme Yöntemi. Altıncı Ulusal Deprem Mühendisliği Konferansı, 16-20 Ocak, 2007, İstanbul, (Bildiri Özetleri Kitabı, 14 s.)
[6] Bal, İ. E., Ödemir, Z. The Adverse Effects of Perimeter Frame Discontimity on Earthquake Response of RC Buildings. Proceedings of 7th International Congress on Advances in Civil Engineering, 11-13 Ocak, 2006, İstanbul.
[7] Tezcan, S. S., İpek M. A Reconnaissance Report 1995 Dinar Turkey Eartquak. Engineering Structures, Elsevier Publications, 1996.
[8] Turhal, M. Betonarme Yapıların Deprem Güvenilirliklerinin Hızlı Değerlendirme Yöntemleri İle Karşılaştırılması. Gebze Yüksek Teknoloji Enstitüsü, Mühendislik ve Fen Bilimleri Enstitüsü, Deprem ve Yapı Mühendisliği Anabilim Dalı, Gebze, 2014, 66 s. (Yüksek Lisans Tezi).
[9] Karasu, C.O. Mevcut Betonarme Binaların Deprem Performansının Doğrusal Elastik Yöntem İle Belirlenmesi Ve P25 Hızlı Değerlendirme Yöntemi İle Karşılaştırılması. İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı, İstanbul, 2007, 107 s. (Yüksek Lisans Tezi).
[10] Sucuoğlu, H., Yazgan, U. Simple Survey Procedures for Seismic Risk Assesment in Urban Building Stocks., Ozcebe G (ed.) of Seismic Assesment and Rehabilition of Existing Buildings, Earth and Environmental Sciences, Ankara, 2003, 97-118 s.
[11] Çevre ve Şehircilik Bakanlığı. Riskli Yapıların Tespit Edilmesine İlişkin Esaslar, Ankara, 2013, 66 s.
[12] Bayındırlık ve İskan Bakanlığı. Deprem Bölgelerinde Yapılacak Binalar Hakkında Yönetmelik, Ankara, 2007, 159 s.
[13] Ateş, İ. S. Mevcut binaların Depreme Karşı Performans Analizi için Kullanılan Alternatif Yöntem ve Paket Programların Karşılaştırılması. Çukurova Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İnşaat Mühendisliği Ana Bilim Dalı, Adana, 2010, 176 s. (Yüksek Lisans Tezi).
[14] Türk Standartları Enstitüsü. Betonarme Yapıların Tasarım ve Yapım Kuralları, TS-500, Türk Standartları Enstitüsü, 2000, Ankara, 81 s.
[15] Tüysüz, S. Betonarme binaların Göçme Riskinin Hızlı Değerlendirme Yöntemleri ile Belirlenmesi: P 25 Puanlama Yöntemi. İstanbul Teknik Üniversitesi,

Fen Bilimleri Enstitüsü, İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı, İstanbul, 2007, 120 s. (Yüksek Lisans Tezi).

[16] Celik, C. O., İlki, A., Yalcın C., Yüksel, E., Doğu ve Batı Avrupa Kentlerinde Değişik Tip Binaların Deprem Riskinin Hızlı Değerlendirilmesi Üzerine bir Deneyim. 6. Ulusal Deprem Mühendisliği Konferansı, 16-20 Ekim, 2007, İstanbul, (Bildiri Özetleri Kitabı, 2. Cilt)

[17] Afet ve Acil Durum Yönetimi Başkanlığı (AFAD), İyileştirme Dairesi Başkanlığı. Afet Sonrası Hasar Tespit Çalışmaları, No: AFAD-01, 2011, Ankara, 270 s.

[18] Yıldız, D. H. Bina Deprem Performanslarını Değerlendiren Yöntemlerin Karşılaştırılması. İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı, İstanbul, 2008, 147 s. (Yüksek Lisans Tezi).Yüksek Lisans Tezi, İstanbul, (2008).

[19] Çelebi, M. Topgraphical and Geological Amplifications Determind from Strong – Motion and Aftershock Records of the 3 March 1985 Chile eartquake. Bullettin of Seismologial Society of America, 1987, America.

[20] Celep, Z. Betonarme Yapılar. Zekai Celep, İstanbul, Türkiye, 2017, 861 s.

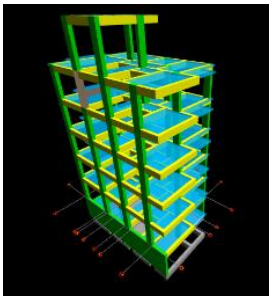
[21] Özkaratay, M. Düzce Depreminde Yıkılmış 6 Katlı Betonarme Binanın Farklı Yöntemlerle Değerlendirilmesi. İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı, İstanbul, 2014, 235 s. (Yüksek Lisans Tezi).

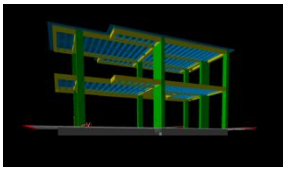
[22] Kaya, A. Mevcut Betonarme Konut Tipi Binaların Deprem Performanslarının Hızlı Değerlendirme Metotları İle İncelenmesi Ve P25 Metodunun Geliştirilmesi. Balıkesir Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı, Balıkesir, 2017, 278 s. (Yüksek Lisans Tezi).

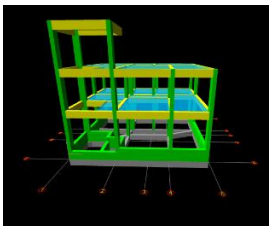
[23] Pour, H. H. Düzce Depreminde Yıkılmış Binaların P25 Ve Deprem Güvenliği Tarama Yöntemleri ile Değerlendirilmesi. İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı, İstanbul, 2011, 162 s. (Yüksek Lisans Tezi).

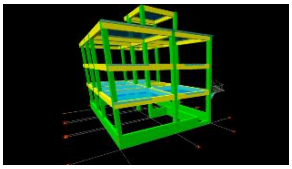
[24] Doğan, M. P25 Ve Durtes Öndeğerlendirme Yöntemleri Ve 1999 Düzce Depreminde Hasar Görmüş Binalara Uygulanması. İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı, İstanbul, 2012, 213 s. (Yüksek Lisans Tezi).

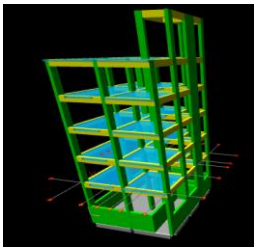
Ek: Proje Bilgileri

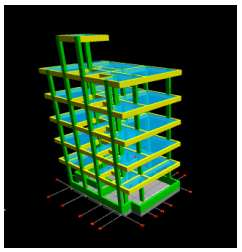
Proje 1		
Yer: Manisa	Kat Adedi: 6	
Beton Sınıfı: C25	Kat Yüksekliği: 3.70 m	
Demir: S420	Zemin Sınıfı: Z3	
Döşeme: Kirişli Plak	Bodrum Kat Adedi: 1	
Hasar Durumu: Can Güvenliği		

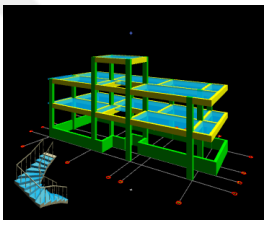
Proje 2		
Yer: Manisa	Kat Adedi: 2	
Beton Sınıfı: C25	Kat Yüksekliği: 3.30 m	
Demir: S420	Zemin Sınıfı: Z3	
Döşeme: Nervürlü	Bodrum Kat Adedi: 0	
Hasar Durumu: Minimum Hasar		

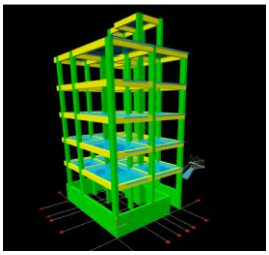
Proje 3		
Yer: Manisa	Kat Adedi: 2	
Beton Sınıfı: C20	Kat Yüksekliği: 2.70 m	
Demir: S220	Zemin Sınıfı: Z3	
Döşeme: Kirişli Plak	Bodrum Kat Adedi: 0	
Hasar Durumu: Can Güvenliği		

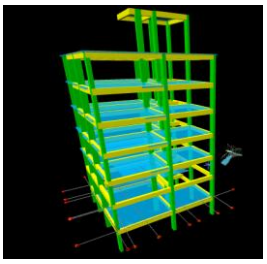
Proje 4		
Yer: Manisa	Kat Adedi: 3	
Beton Sınıfı: C25	Kat Yüksekliği: 3.40 m	
Demir: S420	Zemin Sınıfı: Z4	
Döşeme: Kirişli Plak	Bodrum Kat Adedi: 0	
Hasar Durumu: Göçme		

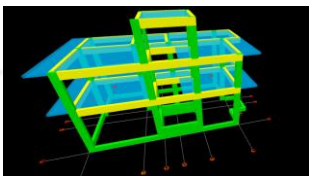
Proje 5		
Yer: Manisa	Kat Adedi: 5	
Beton Sınıfı: C25	Kat Yüksekliği: 3.70 m	
Demir: S420	Zemin Sınıfı: Z3	
Döşeme: Kirişli Plak	Bodrum Kat Adedi: 0	
Hasar Durumu: Göçme		

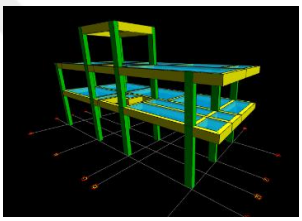
Proje 6		
Yer: Manisa	Kat Adedi: 5	
Beton Sınıfı: C25	Kat Yüksekliği:3.70 m	
Demir: S420	Zemin Sınıfı: Z4	
Döşeme: Kirişli Plak	Bodrum Kat Adedi: 0	
Hasar Durumu: Minimum Hasar		

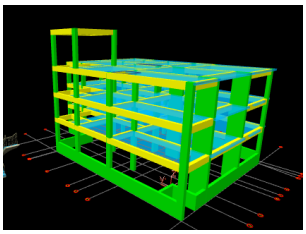
Proje 7		
Yer: Manisa	Kat Adedi: 2	
Beton Sınıfı: C25	Kat Yüksekliği: 3.70 m	
Demir: S420	Zemin Sınıfı: Z4	
Döşeme: Kirişli Plak	Bodrum Kat Adedi: 0	
Hasar Durumu: Hemen Kullanım		

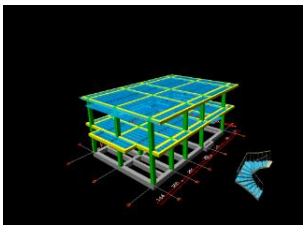
Proje 8		
Yer: Manisa	Kat Adedi: 7	
Beton Sınıfı: C25	Kat Yüksekliği: 3.00 m	
Demir: S420	Zemin Sınıfı: Z4	
Döşeme: Kirişli Plak	Bodrum Kat Adedi: 0	
Hasar Durumu: Hemen Kullanım		

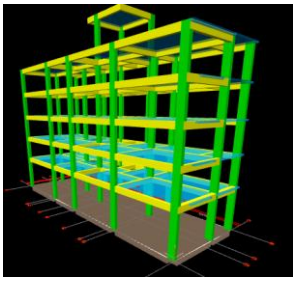
Proje 9		
Yer: Manisa	Kat Adedi: 4	
Beton Sınıfı: C25	Kat Yüksekliği:3.70 m	
Demir: S420	Zemin Sınıfı: Z3	
Döşeme: Kirişli Plak	Bodrum Kat Adedi: 0	
Hasar Durumu: Minimum Hasar		

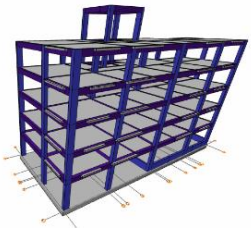
Proje 10		
Yer: Manisa	Kat Adedi: 2	
Beton Sınıfı: C25	Kat Yüksekliği: 3.60 m	
Demir: S420	Zemin Sınıfı: Z3	
Döşeme: Kirişli Plak	Bodrum Kat Adedi: 0	
Hasar Durumu: Can Güvenliği		

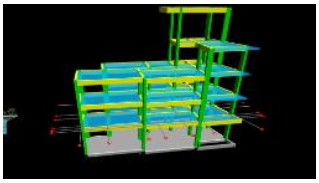
Proje 11		
Yer: Manisa	Kat Adedi: 2	
Beton Sınıfı: C20	Kat Yüksekliği: 3.70 m	
Demir: S220	Zemin Sınıfı: Z4	
Döşeme: Kirişli Plak	Bodrum Kat Adedi: 0	
Hasar Durumu: Göçme		

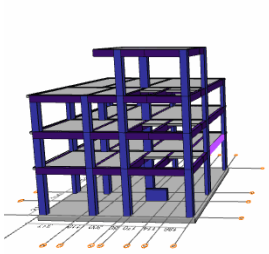
Proje 12		
Yer: Manisa	Kat Adedi: 3	
Beton Sınıfı: C25	Kat Yüksekliği: 3.70 m	
Demir: S420	Zemin Sınıfı: Z3	
Döşeme: Kirişli Plak	Bodrum Kat Adedi: 0	
Hasar Durumu: Göçme		

Proje 13		
Yer: Manisa	Kat Adedi: 2	
Beton Sınıfı: C25	Kat Yüksekliği: 3.30 m	
Demir: S420	Zemin Sınıfı: Z3	
Döşeme: Nervürlü Döşeme	Bodrum Kat Adedi: 0	
Hasar Durumu: Göçme		

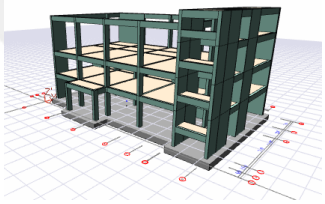
Proje 14		
Yer: Manisa	Kat Adedi: 5	
Beton Sınıfı: C25	Kat Yüksekliği: 3.70 m	
Demir: S420	Zemin Sınıfı: Z3	
Döşeme: Kirişli Plak	Bodrum Kat Adedi: 0	
Hasar Durumu: Hemen Kullanım		

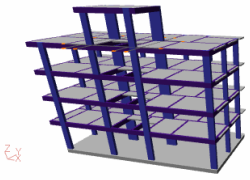
Proje 15		
Yer: Manisa	Kat Adedi: 4	
Beton Sınıfı: C25	Kat Yüksekliği: 3.70 m	
Demir: S420	Zemin Sınıfı: Z3	
Döşeme: Nervürlü Döşeme	Bodrum Kat Adedi: 0	
Hasar Durumu: Minimum Hasar		

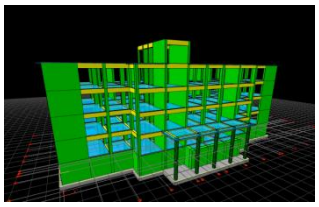
Proje 16		
Yer: Manisa	Kat Adedi: 3	
Beton Sınıfı: C25	Kat Yüksekliği: 3.70 m	
Demir: S420	Zemin Sınıfı: Z3	
Döşeme: Kirişli Plak	Bodrum Kat Adedi: 0	
Hasar Durumu: Göçme		

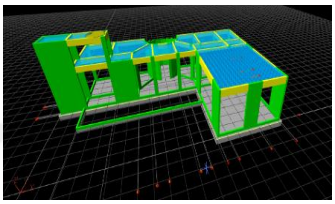
Proje 17		
Yer: Manisa	Kat Adedi: 3	
Beton Sınıfı: C25	Kat Yüksekliği: 3.70 m	
Demir: S420	Zemin Sınıfı: Z4	
Döşeme: Kirişli Plak	Bodrum Kat Adedi: 0	
Hasar Durumu: Minimum Hasar		

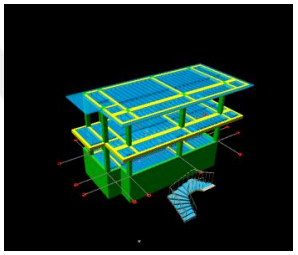
Proje 18		
Yer: Manisa	Kat Adedi:4	
Beton Sınıfı: C25	Kat Yüksekliği: 3.70 m	
Demir: S420	Zemin Sınıfı: Z4	
Döşeme: Kirişli Plak	Bodrum Kat Adedi: 0	
Hasar Durumu: Minimum Hasar		

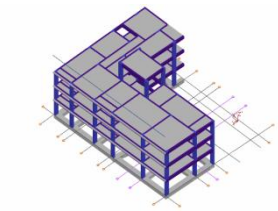
Proje 19		
Yer: Manisa	Kat Adedi: 3	
Beton Sınıfı: C30	Kat Yüksekliği: 3.15 m	
Demir: S420	Zemin Sınıfı: Z3	
Döşeme: Kirişli Plak	Bodrum Kat Adedi: 0	
Hasar Durumu: Göçme		

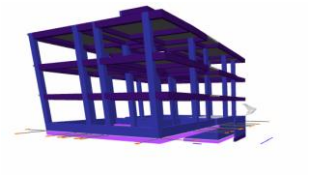
Proje 20		
Yer: Manisa	Kat Adedi: 3	
Beton Sınıfı: C25	Kat Yüksekliği: 3.00 m	
Demir: S420	Zemin Sınıfı: Z3	
Döşeme: Kirişli Plak	Bodrum Kat Adedi: 0	
Hasar Durumu: Minimum Hasar		

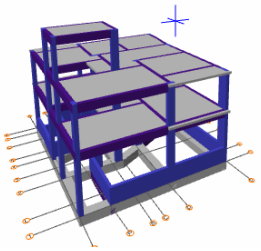
Proje 21		
Yer: Manisa	Kat Adedi: 3	
Beton Sınıfı: C30	Kat Yüksekliği: 3.20 m	
Demir: S420	Zemin Sınıfı: Z4	
Döşeme: Kirişli Plak	Bodrum Kat Adedi: 1	
Hasar Durumu: Göçme		

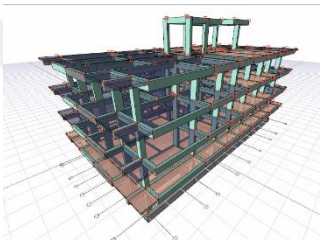
Proje 22		
Yer: Manisa	Kat Adedi: 2	
Beton Sınıfı: C30	Kat Yüksekliği:2.20 m	
Demir: S420	Zemin Sınıfı: Z3	
Döşeme: Kirişli Plak	Bodrum Kat Adedi: 0	
Hasar Durumu: Hemen Kullanım		

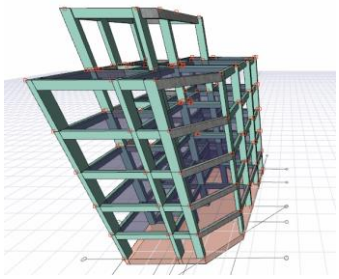
Proje 23		
Yer: Manisa	Kat Adedi: 3	
Beton Sınıfı: C25	Kat Yüksekliği: 3.30 m	
Demir: S420	Zemin Sınıfı: Z3	
Döşeme: Nervürlü Döşeme	Bodrum Kat Adedi: 1	
Hasar Durumu: Hemen Kullanım		

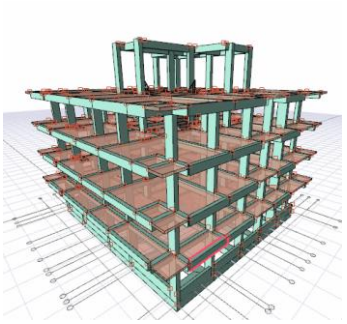
Proje 24		
Yer: Manisa	Kat Adedi: 3	
Beton Sınıfı: C25	Kat Yüksekliği: 3.30 m	
Demir: S420	Zemin Sınıfı: Z4	
Döşeme: Kirişli Plak	Bodrum Kat Adedi: 0	
Hasar Durumu: Minimum Hasar		

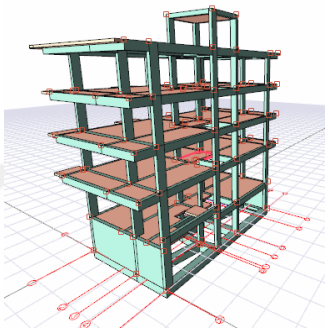
Proje 25		
Yer: Manisa	Kat Adedi: 3	
Beton Sınıfı: C25	Kat Yüksekliği: 3.70 m	
Demir: S420	Zemin Sınıfı: Z4	
Döşeme: Kirişli Plak	Bodrum Kat Adedi: 1	
Hasar Durumu: Hemen Kullanım		

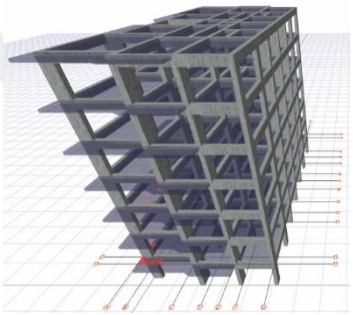
Proje 26		
Yer: Manisa	Kat Adedi: 3	
Beton Sınıfı: C25	Kat Yüksekliği: 2.70 m	
Demir: S420	Zemin Sınıfı: Z4	
Döşeme: Kirişli Plak	Bodrum Kat Adedi: 0	
Hasar Durumu: Minimum Hasar		

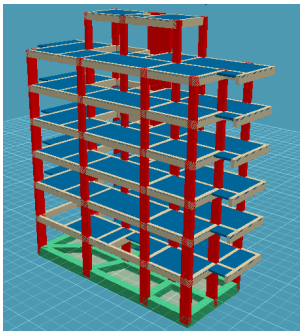
Proje 27		
Yer: Manisa	Kat Adedi: 5	
Beton Sınıfı: C25	Kat Yüksekliği: 2.80 m	
Demir: S420	Zemin Sınıfı: Z3	
Döşeme: Kirişli Plak	Bodrum Kat Adedi: 0	
Hasar Durumu: Hemen Kullanım		

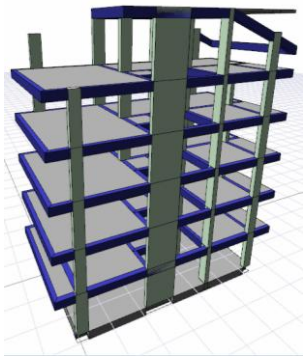
Proje 28		
Yer: Manisa	Kat Adedi: 6	
Beton Sınıfı: C25	Kat Yüksekliği: 2.80 m	
Demir: S420	Zemin Sınıfı: Z3	
Döşeme: Kirişli Plak	Bodrum Kat Adedi: 0	
Hasar Durumu: Hemen Kullanım		

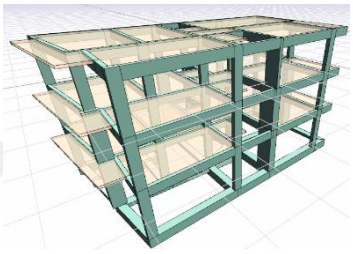
Proje 29		
Yer: Manisa	Kat Adedi: 4	
Beton Sınıfı: C25	Kat Yüksekliği: 2.80 m	
Demir: S420	Zemin Sınıfı: Z3	
Döşeme: Kirişli Plak	Bodrum Kat Adedi: 0	
Hasar Durumu: Güçlendirilmeli		

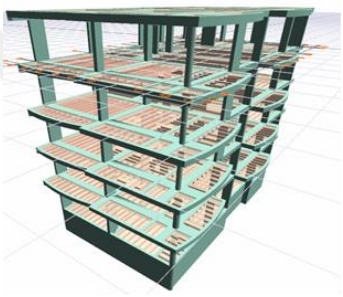
Proje 30		
Yer: Manisa	Kat Adedi: 4	
Beton Sınıfı: C25	Kat Yüksekliği: 2.80 m	
Demir: S420	Zemin Sınıfı: Z2	
Döşeme: Kirişli Plak	Bodrum Kat Adedi: 1	
Hasar Durumu: Göçme		

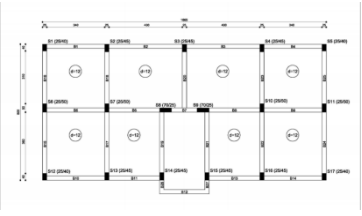
Proje 31		
Yer: Manisa	Kat Adedi: 7	
Beton Sınıfı: 7 MPa	Kat Yüksekliği: 2.70 m	
Demir: S220	Zemin Sınıfı: Z2	
Döşeme: Kirişli Plak	Bodrum Kat Adedi: 0	
Hasar Durumu: Göçme		

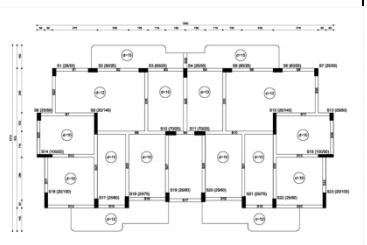
Proje 32		
Yer: Manisa	Kat Adedi: 6	
Beton Sınıfı: 28 MPa	Kat Yüksekliği: 2.70 m	
Demir: S420	Zemin Sınıfı: Z3	
Döşeme: Kirişli Plak	Bodrum Kat Adedi: 0	
Hasar Durumu: Minimum Hasar		

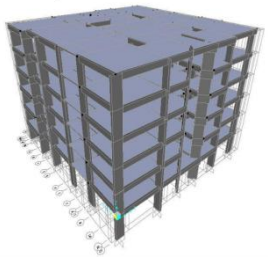
Proje 33		
Yer: Manisa	Kat Adedi: 5	
Beton Sınıfı: 30 MPa	Kat Yüksekliği: 2.80m	
Demir: S420	Zemin Sınıfı: Z3	
Döşeme: Kirişli Plak	Bodrum Kat Adedi: 0	
Hasar Durumu: Hemen Kullanım		

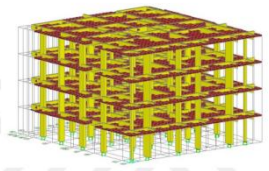
Proje 34		
Yer: Manisa	Kat Adedi: 4	
Beton Sınıfı: 11 MPa	Kat Yüksekliği: 3.10 m	
Demir: S220	Zemin Sınıfı: Z3	
Döşeme: Kirişli Plak	Bodrum Kat Adedi: 0	
Hasar Durumu: Göçme		

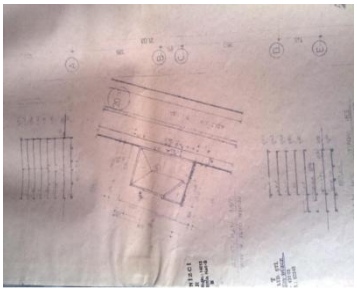
Proje 35		
Yer: Manisa	Kat Adedi: 6	
Beton Sınıfı: 10 MPa	Kat Yüksekliği: 3.40m	
Demir: S220	Zemin Sınıfı: Z3	
Döşeme: Kirişli Plak	Bodrum Kat Adedi: 0	
Hasar Durumu: Can Güvenliği		

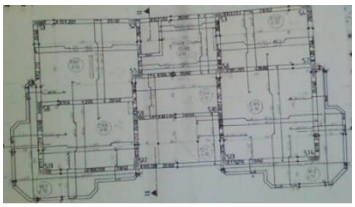
Proje 36		
Yer: Adana	Kat Adedi: 6	
Beton Sınıfı: C10	Kat Yüksekliği: 2.42 m	
Demir: S220	Zemin Sınıfı: Z2	
Döşeme: Kirişli Plak	Bodrum Kat Adedi: 1	
Hasar Durumu: Can Güvenliği		

Proje 37		
Yer: İzmit	Kat Adedi: 5	
Beton Sınıfı: C20	Kat Yüksekliği: 2.85 m	
Demir: S420	Zemin Sınıfı: Z3	
Döşeme: Kirişli Plak	Bodrum Kat Adedi: 0	
Hasar Durumu: Minimum Hasar		

Proje 38		
Yer: Düzce	Kat Adedi: 6	
Beton Sınıfı: C10	Kat Yüksekliği: 2.85 m	
Demir: S220	Zemin Sınıfı: Z3	
Döşeme: Kirişli Plak	Bodrum Kat Adedi: 1	
Hasar Durumu: Minimum Hasar		

Proje 39		
Yer: Balıkesir	Kat Adedi: 5	
Beton Sınıfı: C15	Kat Yüksekliği: 2.70 m	
Demir: S220	Zemin Sınıfı: Z3	
Döşeme: Kirişli Plak	Bodrum Kat Adedi: 1	
Hasar Durumu: Göçme		

Proje 40		
Yer: İstanbul	Kat Adedi: 4	
Beton Sınıfı: C10	Kat Yüksekliği: 3.50 m	
Demir: S220	Zemin Sınıfı: Z1	
Döşeme: Kirişli Plak	Bodrum Kat Adedi: 0	
Hasar Durumu: Göçme		

Proje 41		
Yer: Düzce	Kat Adedi: 3	
Beton Sınıfı: C10	Kat Yüksekliği: 2.80 m	
Demir: S220	Zemin Sınıfı: Z4	
Döşeme: Kirişli Plak	Bodrum Kat Adedi: 0	
Hasar Durumu: Göçme		

ÖZGEÇMİŞ

Adı Soyadı :Didem BÜTÜN

Doğum Yeri ve Yılı :Muğla, 1991

Medeni Hali :Bekar

Yabancı Dili :İngilizce

E-posta :didembutun@hotmail.com

Eğitim Durumu

Lise :Muğla Gazi Anadolu Lisesi, 2009

Lisans :Celal Bayar Üniversitesi, 2014

Mesleki Deneyim

Kurum Bilgisi :Sahilkent Yapı Denetim, 2014-2016

Kurum Bilgisi :Manisa Büyükşehir Belediyesi, 2016-……(halen)