

T.C.  
SAKARYA ÜNİVERSİTESİ  
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**YAPAY SİNİR AĞLARI İLE MEVCUT YAPILARIN  
DEPREM RİSKİ AÇISINDAN DURUM TESPİTİ**

**DOKTORA TEZİ**

**İnşaat Yük. Müh. Zehra Şule GARİP**

**Enstitü Anabilim Dalı : İNŞAAT MÜHENDİSLİĞİ**  
**Enstitü Bilim Dalı : YAPI**  
**Tez Danışmanı : Doç. Dr. Naci ÇAĞLAR**

**Aralık 2011**

T.C.  
SAKARYA ÜNİVERSİTESİ  
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ


YAPAY SİNİR AĞLARI İLE MEVCUT YAPILARIN  
DEPREM RİSKİ AÇISINDAN DURUM TESPİTİ

DOKTORA TEZİ

İnşaat Yük. Müh. Zehra Şule GARİP

Enstitü Anabilim Dalı : İNŞAAT MÜHENDİSLİĞİ


Bu tez 26/12/2011 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından Oybirliği ile kabul edilmiştir.

  
Prof. Dr. Muhammet TEKİN

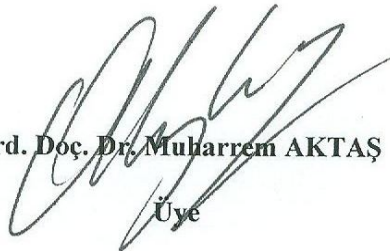
Jüri Başkanı

  
Doç. Dr. Ahmet TÜRK

Üye

  
Doç. Dr. Naci ÇAĞLAR

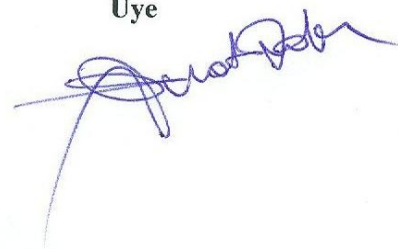
Tez Danışmanı

  
Yrd. Doç. Dr. Muharrem AKTAŞ

Üye

Doç. Dr. Murat PALA

Üye



## TEŞEKKÜR

Çalışmalarım boyunca değerli bilgi ve yardımlarını esirgemeyen, çalışmalarımı her aşamada izleyip değerlendirerek yön veren ve her türlü desteği sağlayan hocam sayın Doç. Dr. Naci ÇAĞLAR'a minnet ve şükranlarımı sunarım.

Ayrıca bilgi birikiminden her zaman yararlandığım Doç. Dr. Murat PALA'ya, eğitim hayatım boyunca desteğini esirgemeyen Sakarya İMO Başkanı Hüsnu GÜRPINAR'a teşekkür ederim.

Doktora eğitim boyunca çalışmalarına yön veren ve her türlü desteği gösteren hocalarım Yrd. Doç. Dr. Muharrem AKTAŞ ve Doç. Dr. Ahmet Türk'e teşekkür ederim.

Çalışmalarımı sürekli teşvik edip anlayışla karşılayan, maddi manevi her türlü desteği gösteren babam İnşaat Müh. Hasan GARİP'e, annem Emine GARİP'e ve abim İnşaat Müh. Mehmet Fatih GARİP'e ayrıca teşekkürü bir borç bilirim.

# İÇİNDEKİLER

TEŞEKKÜR.....	ii
İÇİNDEKİLER .....	iii
SİMGELER VE KISALTMALAR LİSTESİ.....	ix
ŞEKİLLER LİSTESİ .....	xii
TABLolar LİSTESİ.....	xviii
ÖZET.....	xxv
SUMMARY.....	xxvi

## BÖLÜM 1.

GİRİŞ.....	1
1.1. Literatür Taraması .....	2
1.1.1. Hızlı değerlendirme yöntemleri.....	2
1.1.2. Yapay sinir ağları yöntemi.....	6
1.2. Tezin Amaç ve Kapsamı.....	13
1.3. Tezin İçeriği.....	14

## BÖLÜM 2.

HIZLI DEĞERLENDİRME YÖNTEMLERİ .....	17
2.1. Giriş.....	17
2.2. Japon Sismik İndeks Yöntemi.....	18
2.2.1. Temel yapısal performans indeksi $E_0$ 'ın belirlenmesi.....	20
2.2.1.1. Kısa kolon bulunmayan yapılarda.....	21
2.2.1.2. Kısa kolonlu yapılarda.....	21
2.2.2. Taşıma gücü indisi $C$ 'nin belirlenmesi.....	22
2.2.3. Yapı taşıyıcı sistem performans indeksi $S_D$ 'nin belirlenmesi.....	23

2.2.4. Yapının zamana bağlı bozulma indeksi T'nin belirlenmesi.	24
2.2.5. Üç inceleme seviyesi için I <sub>SO</sub> yapı sismik karşılaştırma indeksinin belirlenmesi.....	26
2.2.6. Sismik bölge faktör indeksi Z'nin belirlenmesi.....	26
2.2.7. Yapı – zemin etkileşim faktör indeksi G'nin belirlenmesi...	26
2.2.8. Yapı kullanımıyla ilgili faktör indeksi U'nun belirlenmesi..	27
2.3. ATC 21 (FEMA 154) “Hızlı Davranış Değerlendirme Yöntemi”.	28
2.4. Yakut Yöntemi.....	37
2.5. Hızlı Durum Tespit (DURTES) Yöntemi.....	39
2.6. İstanbul Deprem Master Planında Önerilen Hızlı Değerlendirme Yöntemleri.....	45
2.6.1. Birinci kademe değerlendirme (sokak taraması).....	46
2.6.1.1. Yöntem 1 (ODTÜ).....	46
2.6.1.2. Yöntem 2 (ODTÜ).....	49
2.6.1.3. Yöntem 3 (BÜ-YTÜ).....	51
2.6.2. İkinci kademe değerlendirme (ön değerlendirme).....	52

### BÖLÜM 3.

P25 HIZLI DEĞERLENDİRME YÖNTEMİ.....	53
3.1. Giriş.....	53
3.2. P25 Yönteminde İzlenen Adımlar.....	54
3.2.1. Binaların bilgilerinin işlenmesi ve kritik kat seçimi.....	54
3.2.2. Binaların kartezyen sisteme yerleştirilmesi ve bilgilerinin işlenmesi.....	55
3.2.3. Binanın alan ve rijitlik indekslerinin hesaplanması.....	56
3.2.4. Bina yüksekliği parametresinin hesaplanması.....	58
3.2.5. K değerinin hesaplanması.....	59
3.2.6. Düzeltme faktörlerinin hesaplanması.....	60
3.2.6.1. ( $f_1$ ) Burulma düzensizliği ile ilgili faktör.....	60
3.2.6.2. ( $f_2$ ) Döşeme süreksizliği ile ilgili faktör.....	60
3.2.6.3. ( $f_3$ ) Taşıyıcı düşey elemanların süreksizliği ile ilgili faktör.....	61

3.2.6.4. ( $f_4$ ) Kütle düzensizliği ile ilgili faktör.....	62
3.2.6.5. ( $f_5$ ) Korozyon ile ilgili faktör.....	62
3.2.6.6. ( $f_6$ ) Kısa kolon ile ilgili faktör.....	63
3.2.6.7. ( $f_7$ ) Ağır cephe elemanları ile ilgili faktör.....	63
3.2.6.8. ( $f_8$ ) Asma kat ile ilgili faktör.....	64
3.2.6.9. ( $f_9$ ) Çarpışma olasılığı ile ilgili faktör.....	64
3.2.6.10. ( $f_{10}$ ) Katlardaki seviye farkı ve kısmi bodrum ile ilgili faktör.....	65
3.2.6.11. ( $f_{11}$ ) Beton kalitesi ile ilgili faktör.....	65
3.2.6.12. ( $f_{12}$ ) Yumuşak kat ve zayıf kat ile ilgili faktör.....	66
3.2.6.13. ( $f_{13}$ ) Zayıf kolon ile ilgili faktör.....	66
3.2.6.14. ( $f_{14}$ ) Enine donatı sıklığı ile ilgili faktör.....	67
3.2.6.15. ( $f_{15}$ ) Bina önem derecesi ile ilgili faktör.....	67
3.2.6.16. ( $f_{16}$ ) Deprem bölgesi ile ilgili faktör.....	67
3.2.6.17. ( $f_{17}$ ) Zemin tipi ile ilgili faktör.....	68
3.2.6.18. ( $f_{18}$ ) Zemin oturması ile ilgili faktör.....	68
3.2.6.19. ( $f_{19}$ ) Zemin sıvılaşması ile ilgili faktör.....	69
3.2.6.20. ( $f_{20}$ ) Heyelan ile ilgili faktör.....	69
3.2.6.21. ( $f_{21}$ ) Zemin büyütmesi ile ilgili faktör.....	70
3.2.6.22. ( $f_{22}$ ) Topoğrafik etkiler ile ilgili faktör.....	70
3.2.6.23. ( $f_{23}$ ) Temel tipi ile ilgili faktör.....	71
3.2.6.24. ( $f_{24}$ ) Temel derinliği ile ilgili faktör.....	71
3.2.6.25. ( $f_{25}$ ) Yer altı su seviyesi ile ilgili faktör.....	72
3.2.7. (P) Performans puanının hesaplanması.....	72

#### BÖLÜM 4.

YAPAY SİNİR AĞLARI (YSA) .....	74
4.1. Giriş.....	74
4.2. Yapay Sinir Ağlarının (YSA) Genel Tanımı.....	75
4.3. Yapay Sinir Ağlarının Temel Özellikleri.....	77
4.4. İşlem Elemanı.....	78
4.5. Ağ Yapıları.....	81

4.5.1. YSA'nın yapılarına göre sınıflandırılması.....	82
4.5.1.1. İleri beslemeli ağlar.....	82
4.5.1.1. Geri beslemeli ağlar.....	83
4.5.2. YSA'nın öğrenme algoritmalarına göre sınıflandırılması.....	83
4.5.2.1. Denetimli öğrenme.....	83
4.5.2.2. Destekli öğrenme.....	84
4.5.2.3. Denetimsiz öğrenme.....	84
4.6. YSA Uygulamaları Geliştirme Adımları.....	85
4.6.1. Tasarım.....	85
4.6.2. Eğitim.....	86
4.6.3. Test.....	87
BÖLÜM 5.	
YAPAY SİNİR AĞ (YSA) TABANLI PERFORMANS	
DEĞERLENDİRME MODELİ.....	88
5.1. Giriş.....	88
5.2. Problemin Tanımı.....	89
5.3. Önerilen YSA Tabanlı Performans Değerlendirme Modeli.....	89
5.3.1. Girdiler.....	89
5.3.2. YSA modelinin mimarisi.....	94
BÖLÜM 6.	
SAYISAL UYGULAMA .....	99
6.1. Giriş.....	99
BÖLÜM 7.	
PARAMETRİK ÇALIŞMA .....	105
7.1. Giriş.....	105
7.2. Kat Adedinin (N) Etkisi.....	106
7.3. Zemin Kat Yüksekliği ( $h_z$ ) Etkisi.....	108
7.4. Normal Kat Yüksekliği ( $h_n$ ) Etkisi.....	110
7.5. Zemin Kat Alanı ( $A_e$ ) Etkisi.....	113

7.6. Toplam Kat Atalet Momenti ( $I_x$ ) Etkisi.....	115
7.7. Toplam Kat Atalet Momenti ( $I_y$ ) Etkisi.....	117
7.8. Perde Duvar ( $P_x$ ) Etkisi.....	120
7.9. Perde Duvar ( $P_y$ ) Etkisi.....	122
7.10. Etriye Mesafesi (E) Etkisi.....	124
7.11. Beton Kalitesi (BS) Etkisi.....	127
7.12. Zemin Kat Dolgu Duvar Alanları Toplamı ( $D_x$ ) Etkisi.....	129
7.13. Zemin Kat Dolgu Duvar Alanları Toplamı ( $D_y$ ) Etkisi.....	132
7.14. Bina Taban Alanını İçine Alan Dikdörtgenin Boyutu ( $L_x$ ) Etkisi.....	134
7.15. Bina Taban Alanını İçine Alan Dikdörtgenin Boyutu ( $L_y$ ) Etkisi.....	137
7.16. Zemin Sınıfı (Z) Etkisi.....	139
7.17. Burulma Düzensizliği (A1) Etkisi.....	142
7.18. Döşeme Süreksizliği (A2) Etkisi.....	144
7.19. Düşey Eleman Süreksizliği (B3) Etkisi.....	146
7.20. Kısa Kolon ( $K_k$ ) Etkisi.....	149
7.21. Ağır Cephe Elemanları ( $A_c$ ) Etkisi.....	151
7.22. Zayıf Kolon - Güçlü Kiriş (ZG) Etkisi.....	154
7.23. Bodrum Kat ( $t_d$ ) Etkisi.....	156
7.24. Çarpışma Olasılığı ( $C_o$ ) Etkisi.....	159
7.25. Katlardaki Seviye Farkı Ve Kısmi Bodrum ( $S_k$ ) Etkisi.....	161
7.26. Eğimli Arazi (t) Etkisi.....	163

## BÖLÜM 8.

(YSA) TABANLI PERFORMANS DEĞERLENDİRME MODELİ (SOKAKTAN TARAMA).....	169
8.1. Giriş.....	169
8.2. YSA <sub>2</sub> Modeli.....	170
8.2.1. Girdiler.....	170
8.2.2. YSA <sub>2</sub> modelinin mimarisi.....	170



8.3. YSA <sub>3</sub> Modeli.....	177
8.3.1. Girdiler.....	177
8.3.2. YSA <sub>3</sub> modelinin mimarisi.....	177
BÖLÜM 9.	
SONUÇLAR VE ÖNERİLER .....	185
KAYNAKLAR.....	189
EKLER.....	196
ÖZGEÇMİŞ.....	279

## SİMGELER VE KISALTMALAR LİSTESİ

YSA	: Yapay sinir ağları
DURTES	: Durum tespit programı
GDP	: Göreceli Durum Tespit Puanı
TUBİTAK	: Türkiye Bilimsel ve Teknolojik Araştırma Kurumu
$L_x$ ve $L_y$	: Kritik katın çevre boyutları
$A_p$	: Kritik Kat Alanı
$I_{px}$ ve $I_{py}$	: Kritik Kat atalet momentleri
$I_{ef,x}$ ve $I_{ef,y}$	: Kritik kattaki toplam etkili atalet momentleri
$I_c$	: Kritik kat kolonlarının atalet momentleri toplamı
$I_{sx}$ ve $I_{sy}$	: Kritik kat perdelerinin atalet momentleri toplamı
$I_{wx}$ ve $I_{wy}$	: Kritik kat dolgu duvarlarının atalet momentleri toplamı
$C_{Ax}$ ve $C_{Ay}$	: Etkili kesme alanı indeksi
$C_{Ix}$ ve $C_{Iy}$	: Etkili atalet momenti indeksi
$C_A$	: Etkili kesme alanı indeksi
$C_I$	: Etkili atalet momenti indeksi
$t_0$	: Düzeltme çarpanı
$f_1$	: Burulma düzensizliği ile ilgili faktör
$f_2$	: Döşeme süreksizliği ile ilgili faktör
$f_3$	: Taşıyıcı düşey elemanların süreksizliği ile ilgili faktör
$f_4$	: Kütle düzensizliği ile ilgili faktör
$f_5$	: Korozyon ile ilgili faktör
$f_6$	: Kısa kolon ile ilgili faktör
$f_7$	: Ağır cephe elemanları ile ilgili faktör
$f_8$	: Asma kat ile ilgili faktör
$f_9$	: Çarpışma olasılığı ile ilgili faktör
$f_{10}$	: Katlardaki seviye farkı ve kısmi bodrum ile ilgili faktör

$f_{11}$ .	: Beton kalitesi ile ilgili faktör
$f_{12}$ .	: Yumuşak kat ve zayıf kat ile ilgili faktör
$f_{13}$ .	: Zayıf kolon ile ilgili faktör
$f_{14}$ .	: Enine donatı sıklığı ile ilgili faktör
$f_{15}$ .	: Bina önem derecesi ile ilgili faktör
$f_{16}$ .	: Deprem bölgesi ile ilgili faktör
$f_{17}$ .	: Zemin tipi ile ilgili faktör
$f_{18}$ .	: Zemin oturması ile ilgili faktör
$f_{19}$ .	: Zemin sıvılaşması ile ilgili faktör
$f_{20}$ .	: Heyelan ile ilgili faktör
$f_{21}$ .	: Zemin büyütmesi ile ilgili faktör
$f_{22}$ .	: Topoğrafik etkiler ile ilgili faktör
$f_{23}$ .	: Temel tipi ile ilgili faktör
$f_{24}$ .	: Temel derinliği ile ilgili faktör
$f_{25}$ .	: Yer altı su seviyesi ile ilgili faktör
BS	: Beton sınıfı
$A_s$ .	: Kritik kattaki betonarme perde duvarların enkesit alanları toplamı
$A_w$ .	: Kritik kattaki dolgu duvarlarının enkesit alanları toplamı
$I_b$ .	: Kritik katta en sık rastlanan kirişin atalet momenti
$s$ .	: Etriye adım mesafesi
$I$ .	: Bina önem katsayısı
$A_0$ .	: Etkin yer ivmesi katsayısı
$P$ .	: Performans puanı
$i, j$	: İşlem elemanı
$Net_i$	: $i$ işlem elemanına giren net girdi
$I_j$	: $j$ işlem elemanının çıktısı
$W_{ij}$	: $i$ ve $j$ işlem elemanları arasındaki bağlantının ağırlığı
$Sgn$	: signum fonksiyonu
$N$ .	: Kat Adeti
$h_z$ .	: Zemin Kat Yüksekliği
$h_n$ .	: Normal Kat Yüksekliği

$A_e$ .	: Zemin Kat Alanı
$P_x$ .	: Perde Duvar (X Yönü)
$P_y$ .	: Perde Duvar (Y Yönü)
$E$ .	: Etriye Mesafesi
$D_x$ .	: Zemin Kat X-Yönündeki Dolgu Duvar Alanları Toplamı
$D_y$ .	: Zemin Kat Y-Yönündeki Dolgu Duvar Alanları Toplamı
$L_x$ .	: Bina Taban Alanını İçine Alan Dikdörtgenin Boyutu
$L_y$ .	: Bina Taban Alanını İçine Alan Dikdörtgenin Boyutu
$Z$ .	: Zemin Sınıfı
$A1$ .	: A1 Burulma Düzensizliği
$A2$ .	: A2 Döşeme Süreksizliği
$B3$ .	: B3 Düşey Eleman Süreksizliği
$K_k$ .	: Kısa Kolon
$A_c$ .	: Çıkma (Ağır cephe elemanları)
$ZG$ .	: Zayıf Kolon-Güçlü Kiriş
$t_d$ .	: Bodrum Kat var mı?
$C_o$ .	: Çarpışma olasılığı
$S_k$ .	: Katlardaki seviye farkı ve kısmi bodrum
$t$ .	: Eğimli Arazide mi?
$P$ .	: Performans puanı
$A_0$ .	: Etkin yer ivmesi katsayısının
$R^2$ .	: Determinasyon katsayısı
$SSE$ .	: Hata kareler toplamı
$SST$ .	: Genel kareler toplamı

## ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil 2.1.	İTED ve güvenlik sayısı arasındaki ilişki.....	45
Şekil 3.1.	P25 Yönteminin akış diyagramı.....	54
Şekil 3.2.	Dikdörtgenden farklı kat planına sahip binaların kat çevre boyutları.....	56
Şekil 3.3.	Binayı ve deprem doğrultusunu tanımlayıcı eksen takımı.....	58
Şekil 3.4.	İvme Spektrum Eğrisi.....	59
Şekil 4.1.	Biyolojik sinir hücresi ve bileşenleri.....	76
Şekil 4.2.	Tek ve çok katmanlı YSA modelleri.....	77
Şekil 4.3.	Bir işlem elemanın yapısı .....	79
Şekil 4.4.	Karışık bağlı ağ yapısı ve tam bağlı ağ yapısı .....	82
Şekil 4.5.	İleri beslemeli YSA için blok diyagram.....	82
Şekil 4.6.	Geri beslemeli YSA için blok diyagram.....	83
Şekil 4.7.	Denetimli Öğrenme Yapısı.....	84
Şekil 4.8.	Destekli Öğrenme Yapısı.....	84
Şekil 4.9.	Denetimsiz Öğrenme Yapısı.....	85
Şekil 5.1.	Tek gizli katmandaki işlem elemanı sayısının değişiminin YSA modelinin performansına etkisi.....	95
Şekil 5.2.	İki gizli katmandaki işlem elemanı sayısının değişiminin YSA modelinin performansına etkisi.....	96
Şekil 5.3.	İki gizli katmandaki işlem elemanı sayısının değişiminin YSA modelinin performansına etkisi .....	97
Şekil 5.4.	YSA tabanlı performans değerlendirme modelinin mimarisi.....	98
Şekil 6.1.	YSA tabanlı performans değerlendirme modelinin eğitim setinin performansı.....	100
Şekil 6.2.	YSA tabanlı performans değerlendirme modelinin test setinin performansı.....	100

Şekil 6.3.	YSA tabanlı performans değerlendirme modelinin referans setinin performansı.....	100
Şekil 6.4.	YSA tabanlı performans değerlendirme modelinin referans setinin performansı.....	101
Şekil 7.1.	YSA tabanlı performans değerlendirme modelinin eğitim setinin performansı.....	108
Şekil 7.2.	YSA tabanlı performans değerlendirme modelinin sonuçlarının mevcut durum ile karşılaştırılması a) eksiksiz girdili b) eksik girdili.....	110
Şekil 7.3.	YSA tabanlı performans değerlendirme modelinin sonuçlarının mevcut durum ile karşılaştırılması a) eksiksiz girdili b) eksik girdili.....	113
Şekil 7.4.	YSA tabanlı performans değerlendirme modelinin sonuçlarının mevcut durum ile karşılaştırılması a) eksiksiz girdili b) eksik girdili.....	115
Şekil 7.5.	YSA tabanlı performans değerlendirme modelinin sonuçlarının mevcut durum ile karşılaştırılması a) eksiksiz girdili b) eksik girdili.....	117
Şekil 7.6.	YSA tabanlı performans değerlendirme modelinin sonuçlarının mevcut durum ile karşılaştırılması a) eksiksiz girdili b) eksik girdili.....	119
Şekil 7.7.	YSA tabanlı performans değerlendirme modelinin sonuçlarının mevcut durum ile karşılaştırılması a) eksiksiz girdili b) eksik girdili.....	122
Şekil 7.8.	YSA tabanlı performans değerlendirme modelinin sonuçlarının mevcut durum ile karşılaştırılması a) eksiksiz girdili b) eksik girdili.....	124
Şekil 7.9.	YSA tabanlı performans değerlendirme modelinin sonuçlarının mevcut durum ile karşılaştırılması a) eksiksiz girdili b) eksik girdili.....	127
Şekil 7.10.	YSA tabanlı performans değerlendirme modelinin sonuçlarının mevcut durum ile karşılaştırılması a) eksiksiz girdili b) eksik girdili.....	129

Şekil 7.11.	YSA tabanlı performans değerlendirme modelinin sonuçlarının mevcut durum ile karşılaştırılması a) eksiksiz girdili b) eksik girdili.....	132
Şekil 7.12.	YSA tabanlı performans değerlendirme modelinin sonuçlarının mevcut durum ile karşılaştırılması a) eksiksiz girdili b) eksik girdili.....	134
Şekil 7.13.	YSA tabanlı performans değerlendirme modelinin sonuçlarının mevcut durum ile karşılaştırılması a) eksiksiz girdili b) eksik girdili.....	137
Şekil 7.14.	YSA tabanlı performans değerlendirme modelinin sonuçlarının mevcut durum ile karşılaştırılması a) eksiksiz girdili b) eksik girdili.....	139
Şekil 7.15.	YSA tabanlı performans değerlendirme modelinin sonuçlarının mevcut durum ile karşılaştırılması a) eksiksiz girdili b) eksik girdili.....	141
Şekil 7.16.	YSA tabanlı performans değerlendirme modelinin sonuçlarının mevcut durum ile karşılaştırılması a) eksiksiz girdili b) eksik girdili.....	144
Şekil 7.17.	YSA tabanlı performans değerlendirme modelinin sonuçlarının mevcut durum ile karşılaştırılması a) eksiksiz girdili b) eksik girdili.....	146
Şekil 7.18.	YSA tabanlı performans değerlendirme modelinin sonuçlarının mevcut durum ile karşılaştırılması a) eksiksiz girdili b) eksik girdili.....	149
Şekil 7.19.	YSA tabanlı performans değerlendirme modelinin sonuçlarının mevcut durum ile karşılaştırılması a) eksiksiz girdili b) eksik girdili.....	151
Şekil 7.20.	YSA tabanlı performans değerlendirme modelinin sonuçlarının mevcut durum ile karşılaştırılması a) eksiksiz girdili b) eksik girdili.....	154
Şekil 7.21.	YSA tabanlı performans değerlendirme modelinin sonuçlarının mevcut durum ile karşılaştırılması a) eksiksiz girdili b) eksik girdili.....	156

Şekil 7.22.	YSA tabanlı performans değerlendirme modelinin sonuçlarının mevcut durum ile karşılaştırılması a) eksiksiz girdili b) eksik girdili.....	158
Şekil 7.23.	YSA tabanlı performans değerlendirme modelinin sonuçlarının mevcut durum ile karşılaştırılması a) eksiksiz girdili b) eksik girdili.....	161
Şekil 7.24.	YSA tabanlı performans değerlendirme modelinin sonuçlarının mevcut durum ile karşılaştırılması a) eksiksiz girdili b) eksik girdili.....	163
Şekil 7.25.	YSA tabanlı performans değerlendirme modelinin sonuçlarının mevcut durum ile karşılaştırılması a) eksiksiz girdili b) eksik girdili.....	166
Şekil 8.1.	İki gizli katmandaki işlem elemanı sayısının değişiminin YSA modelinin performansına etkisi (YSA <sub>2</sub> modeli).....	171
Şekil 8.2.	İki gizli katmandaki işlem elemanı sayısının değişiminin YSA modelinin performansına etkisi (YSA <sub>2</sub> modeli).....	172
Şekil 8.3.	YSA <sub>2</sub> modelinin mimarisi.....	173
Şekil 8.4.	YSA <sub>2</sub> modelinin eğitim seti performansı.....	174
Şekil 8.5.	YSA <sub>2</sub> modelinin test seti performansı.....	174
Şekil 8.6.	YSA <sub>2</sub> modelinin referans seti performansı.....	174
Şekil 8.7.	YSA <sub>2</sub> modelinin referans seti performansı.....	175
Şekil 8.8.	YSA <sub>3</sub> modelinin mimarisi.....	178
Şekil 8.9.	YSA <sub>3</sub> modelinin eğitim seti performansı.....	179
Şekil 8.10.	YSA <sub>3</sub> modelinin test seti performansı.....	179
Şekil 8.11.	YSA <sub>3</sub> modelinin referans seti performansı.....	179
Şekil 8.12.	YSA <sub>3</sub> modelinin referans seti performansı.....	180
Şekil 8.13.	YSA <sub>1</sub> - YSA <sub>2</sub> - YSA <sub>3</sub> modellerinin P25 yöntemine göre performansları.....	184
Şekil A.1.	Model A yapıları kat planı.....	197
Şekil A.2.	Model B yapıları kat planı.....	199
Şekil A.3.	Model C yapıları kat planı.....	201
Şekil A.4.	Model D yapıları kat planı.....	203
Şekil A.5.	Model E yapıları kat planı.....	205



Şekil A.6.	Model F yapıları kat planı.....	207
Şekil A.7.	Model G yapıları kat planı.....	209
Şekil A.8.	Model H yapıları kat planı.....	211
Şekil A.9.	Model I yapıları kat planı.....	213
Şekil A.10.	Model J yapıları kat planı.....	215
Şekil A.11.	Model K yapıları kat planı.....	217
Şekil A.12.	Model L yapıları kat planı.....	219
Şekil A.13.	Model M yapıları kat planı.....	221
Şekil A.14.	Model N yapıları kat planı.....	223
Şekil A.15.	Model O yapıları kat planı.....	225
Şekil A.16.	Model P yapıları kat planı.....	227
Şekil A.17.	Model R yapıları kat planı.....	229
Şekil A.18.	Model S yapıları kat planı.....	231
Şekil A.19.	Model T yapıları kat planı.....	233
Şekil A.20.	Model U yapıları kat planı.....	235
Şekil A.21.	Model V yapıları kat planı.....	237
Şekil A.22.	Model Y yapıları kat planı.....	239
Şekil A.23.	Model Z yapıları kat planı.....	241
Şekil A.24.	Model A1 yapıları kat planı.....	243
Şekil A.25.	Model A2 yapıları kat planı.....	245
Şekil B.1.	BNG-3-4-1 binasının kat planı.....	248
Şekil B.2.	BNG-3-4-2 binasının kat planı.....	249
Şekil B.3.	BNG-3-4-4 binasının kat planı.....	250
Şekil B.4.	BNG-5-5-1 binasının kat planı.....	251
Şekil B.5.	BNG-6-2-8 binasının kat planı.....	252
Şekil B.6.	BNG-6-3-1 binasının kat planı.....	253
Şekil B.7.	BNG-6-3-4 binasının kat planı.....	254
Şekil B.8.	BNG-6-3-10 binasının kat planı.....	255
Şekil B.9.	BNG-6-3-11 binasının kat planı.....	256
Şekil B.10.	BNG-6-3-12 binasının kat planı.....	257
Şekil B.11.	BNG-6-4-2 binasının kat planı.....	258
Şekil B.12.	BNG-6-4-3 binasının kat planı.....	259
Şekil B.13.	BNG-6-4-5 binasının kat planı.....	260

Şekil B.14.	BNG-6-4-7 binasının kat planı.....	261
Şekil B.15.	BNG-10-3-3 binasının kat planı.....	262
Şekil B.16.	BNG-10-3-10 binasının kat planı.....	263
Şekil B.17.	BNG-10-4-4 binasının kat planı.....	264
Şekil B.18.	BNG-10-4-6 binasının kat planı.....	265
Şekil B.19.	BNG-10-4-9 binasının kat planı.....	266
Şekil B.20.	BNG-10-5-1 binasının kat planı.....	267
Şekil B.21.	BNG-10-5-2 binasının kat planı.....	268
Şekil B.22.	BNG-10-5-11 binasının kat planı.....	269
Şekil B.23.	BNG-11-2-3 binasının kat planı.....	270
Şekil B.24.	BNG-11-4-1 binasının kat planı.....	271
Şekil B.25.	BNG-11-4-2 binasının kat planı.....	272
Şekil B.26.	BNG-11-4-4 binasının kat planı.....	273
Şekil B.27.	BNG-11-4-5 binasının kat planı.....	274
Şekil C.1.	YSA tabanlı performans değerlendirme modelinin mimarisi....	275

## TABLolar LİSTESİ

Tablo 2.1.	Taşıyıcı Elemanların Sınıflandırılması .....	21
Tablo 2.2.	F Süneklik İndeksi Değerleri.....	21
Tablo 2.3.	S <sub>D</sub> indeksinin hesabı için Gİ ve Rİ Faktörleri .....	24
Tablo 2.4.	Yapının Zamana Bağlı Bozulma İndeksi T'nin Değerleri.....	25
Tablo 2.5.	E <sub>s</sub> Yapı için temel karar indeksi .....	26
Tablo 2.6.	Z Sismik Bölge Faktör İndeksi .....	26
Tablo 2.7.	U Yapı kullanımıyla ilgili faktör indeksi Taşıyıcı Elemanların Sınıflandırılması.....	27
Tablo 2.8.	Bina sınıflandırılması.....	29
Tablo 2.9.	Temel Yapısal Risk Puanları.....	29
Tablo 2.10.	4-7 katlı binaların puan düzeltmeleri.....	30
Tablo 2.11.	7 kattan fazla olan binaların puan düzeltmeleri.....	30
Tablo 2.12.	Düşeyde düzensiz binaların puan düzeltmeleri.....	30
Tablo 2.13.	Planda düzensiz binaların puan düzeltmeleri.....	30
Tablo 2.14.	Değerlendirme sonrası yapılan binaların puan düzeltmeleri.....	31
Tablo 2.15.	Kodlama öncesi yapılan binaların puan düzeltmeleri.....	31
Tablo 2.16.	Kodlama öncesi yapılan binaların puan düzeltmeleri.....	31
Tablo 2.17.	Bilgi toplama formu (düşük sismik hareketlilik).....	32
Tablo 2.18.	Bilgi toplama formu (orta sismik hareketlilik).....	33
Tablo 2.19.	Bilgi toplama formu (yüksek sismik hareketlilik).....	34
Tablo 2.20.	Bilgi toplama formu.....	35
Tablo 2.21.	C <sub>M</sub> için önerilen değerler.....	39
Tablo 2.22.	DURTES veri toplama formu (Sayfa 1).....	41
Tablo 2.23.	DURTES veri toplama formu (Sayfa 2).....	42
Tablo 2.24.	DURTES veri toplama formu (Sayfa 3).....	43
Tablo 2.25.	Binaların hasar risk sınıflandırma kriterleri.....	45
Tablo 2.26.	Birinci kademe değerlendirme yöntemleri.....	46

Tablo 2.27.	Betonarme binaların deprem puanlamasında kullanılan hız bölgesi puanları ve olumsuzluk puanları.....	48
Tablo 2.28.	Betonarme binaların deprem puanlamasında kullanılan olumsuzluk parametreleri.....	48
Tablo 2.29.	Yığma ve karma binaların deprem puanlamasında kullanılan hız bölgesi puanları ve olumsuzluk puanları.....	50
Tablo 2.30.	Yığma ve karma binaların deprem puanlamasında kullanılan olumsuzluk parametreleri.....	50
Tablo 2.31.	İkinci kademe değerlendirme yöntemleri.....	52
Tablo 3.1.	Bina Yüksekliği Parametresi belirlenmesi.....	59
Tablo 3.2.	(f1) Burulma düzensizliği ile ilgili faktörün değerleri.....	60
Tablo 3.3.	(f2) Döşeme süreksizliği ile ilgili faktörün değerleri.....	61
Tablo 3.4.	(f3) Taşıyıcı düşey elemanların süreksizliği ile ilgili faktörün değerleri.....	62
Tablo 3.5.	(f4) Kütle düzensizliği ile ilgili faktörün değerleri.....	62
Tablo 3.6.	(f5) Korozyon ile ilgili faktörün değerleri.....	63
Tablo 3.7.	(f6) Kısa kolon ile ilgili faktörün değerleri.....	63
Tablo 3.8.	(f7) Ağır cephe elemanları ile ilgili faktörün değerleri.....	64
Tablo 3.9.	(f8) Asma kat ile ilgili faktörün değerleri.....	64
Tablo 3.10.	(f9) Çarpışma olasılığı ile ilgili faktörün değerleri.....	65
Tablo 3.11.	(f10) Katlardaki seviye farkı ve kısmi bodrum ile ilgili faktörün değerleri.....	65
Tablo 3.12.	(f11) Beton kalitesi ile ilgili faktörün değerleri.....	66
Tablo 3.13.	Etkin yer ivmesi katsayıları.....	68
Tablo 3.14.	(f17) Zemin tipi ile ilgili faktörün değerleri.....	68
Tablo 3.15.	(f18) Zemin oturması ile ilgili faktörün değerleri.....	69
Tablo 3.16.	(f19) Zemin sıvılaşması ile ilgili faktörün değerleri.....	69
Tablo 3.17.	(f20) Heyelan ile ilgili faktörün değerleri.....	70
Tablo 3.18.	(f21) Zemin büyütmesi ile ilgili faktörün değerleri.....	70
Tablo 3.19.	(f22) Topoğrafik etkiler ile ilgili faktörün değerleri.....	71
Tablo 3.20.	(f23) Temel tipi ile ilgili faktörün değerleri.....	71
Tablo 3.21.	(f24) Temel derinliği ile ilgili faktörün değerleri.....	72
Tablo 3.22.	(f25) Yer altı su seviyesi ile ilgili faktörün değerleri.....	72

Tablo 4.1.	Biyolojik Sinir Sistemi ile YSA'nın benzer özellikleri.....	76
Tablo 4.2.	En sık kullanılan birleşme fonksiyonları.....	80
Tablo 4.3.	En sık kullanılan transfer fonksiyonları.....	81
Tablo 5.1.	YSA tabanlı performans değerlendirme modelinin girdi ve çıktı katmanındaki veriler.....	90
Tablo 5.2.	YSA tabanlı performans değerlendirme modelinin girdi ve çıktı katmanındaki veriler (Eğitim ve Test Seti).....	91
Tablo 5.3.	YSA tabanlı performans değerlendirme modelinin girdi katmanındaki veriler (Bingöl Binaları).....	92
Tablo 6.1.	YSA tabanlı performans değerlendirme modelinin Referans setinin performans puanlarının P25 yöntemi ve mevcut durum karşılaştırması.....	101
Tablo 6.2.	YSA tabanlı performans değerlendirme modelinin Referans setinin performansları, P25 yöntemi ve mevcut durum karşılaştırması.....	103
Tablo 7.1.	Referans Seti Binaları.....	105
Tablo 7.2.	YSA tabanlı performans değerlendirme modelinin sonuçlarına kat adedinin (N) etkisi.....	106
Tablo 7.3.	YSA tabanlı performans değerlendirme modelinin sonuçlarına zemin kat yüksekliği (hz) etkisi.....	108
Tablo 7.4.	YSA tabanlı performans değerlendirme modelinin sonuçlarına normal kat yüksekliği (hn) etkisi.....	111
Tablo 7.5.	YSA tabanlı performans değerlendirme modelinin sonuçlarına zemin kat alanı (Ae) etkisi.....	113
Tablo 7.6.	YSA tabanlı performans değerlendirme modelinin sonuçlarına toplam kat atalet momenti (Ix) etkisi.....	115
Tablo 7.7.	YSA tabanlı performans değerlendirme modelinin sonuçlarına toplam kat atalet momenti (Iy) etkisi.....	118
Tablo 7.8.	YSA tabanlı performans değerlendirme modelinin sonuçlarına perde duvar (Px) etkisi.....	120
Tablo 7.9.	YSA tabanlı performans değerlendirme modelinin sonuçlarına perde duvar (Py) etkisi.....	122

Tablo 7.10.	YSA tabanlı performans değerlendirme modelinin sonuçlarına etriye mesafesi (E) etkisi.....	125
Tablo 7.11.	YSA tabanlı performans değerlendirme modelinin sonuçlarına beton kalitesi (BS) etkisi.....	127
Tablo 7.12.	YSA tabanlı performans değerlendirme modelinin sonuçlarına zemin kat dolgu duvar alanları toplamı (Dx) etkisi.....	130
Tablo 7.13.	YSA tabanlı performans değerlendirme modelinin sonuçlarına zemin kat dolgu duvar alanları toplamı (Dy) etkisi.....	132
Tablo 7.14.	YSA tabanlı performans değerlendirme modelinin sonuçlarına bina taban alanını içine alan dikdörtgenin boyutu (Lx) etkisi...	135
Tablo 7.15.	YSA tabanlı performans değerlendirme modelinin sonuçlarına bina taban alanını içine alan dikdörtgenin boyutu (Ly) etkisi....	137
Tablo 7.16.	YSA tabanlı performans değerlendirme modelinin sonuçlarına zemin sınıfı (Z) etkisi.....	140
Tablo 7.17.	YSA tabanlı performans değerlendirme modelinin sonuçlarına burulma düzensizliği (A1) etkisi.....	142
Tablo 7.18.	YSA tabanlı performans değerlendirme modelinin sonuçlarına döşeme süreksizliği (A2) etkisi.....	144
Tablo 7.19.	YSA tabanlı performans değerlendirme modelinin sonuçlarına düşey eleman süreksizliği (B3) etkisi.....	147
Tablo 7.20.	YSA tabanlı performans değerlendirme modelinin sonuçlarına kısa kolon (Kk) etkisi.....	149
Tablo 7.21.	YSA tabanlı performans değerlendirme modelinin sonuçlarına ağır cephe elemanları (Ac) etkisi.....	152
Tablo 7.22.	YSA tabanlı performans değerlendirme modelinin sonuçlarına zayıf kolon - güçlü giriş (ZG) etkisi.....	154
Tablo 7.23.	YSA tabanlı performans değerlendirme modelinin sonuçlarına bodrum kat (td) etkisi.....	157
Tablo 7.24.	YSA tabanlı performans değerlendirme modelinin sonuçlarına çarpışma olasılığı (C0) etkisi.....	159
Tablo 7.25.	YSA tabanlı performans değerlendirme modelinin sonuçlarına katlardaki seviye farkı ve kısmi bodrum (Sk) etkisi.....	161

Tablo 7.26.	YSA tabanlı performans değerlendirme modelinin sonuçlarına eğimli arazi (t) etkisi.....	164
Tablo 7.27.	YSA tabanlı performans değerlendirme modelinin sonuçlarını girdi bilgilerinin etkileme oranı.....	167
Tablo 8.1.	YSA <sub>2</sub> modelinin girdi ve çıktı katmanındaki veriler.....	170
Tablo 8.2.	YSA <sub>2</sub> modelinin referans setinin performans puanlarının P25 yöntemi ve mevcut durum karşılaştırması.....	175
Tablo 8.3.	YSA <sub>3</sub> modelinin girdi ve çıktı katmanındaki veriler.....	177
Tablo 8.4.	YSA <sub>3</sub> modelinin referans setinin performans puanlarının P25 yöntemi ve mevcut durum karşılaştırması.....	181
Tablo 8.5.	YSA <sub>2</sub> ve YSA <sub>3</sub> modelinin referans setinin performans puanlarının P25 yöntemi ve mevcut durum karşılaştırması.....	182
Tablo A.1.	Model A binalarının girdi katmanı bilgileri.....	198
Tablo A.2.	Model B binalarının girdi katmanı bilgileri.....	200
Tablo A.3.	Model C binalarının girdi katmanı bilgileri.....	202
Tablo A.4.	Model D binalarının girdi katmanı bilgileri.....	204
Tablo A.5.	Model E binalarının girdi katmanı bilgileri.....	206
Tablo A.6.	Model F binalarının girdi katmanı bilgileri.....	208
Tablo A.7.	Model G binalarının girdi katmanı bilgileri.....	210
Tablo A.8.	Model H binalarının girdi katmanı bilgileri.....	212
Tablo A.9.	Model I binalarının girdi katmanı bilgileri.....	214
Tablo A.10.	Model J binalarının girdi katmanı bilgileri.....	216
Tablo A.11.	Model K binalarının girdi katmanı bilgileri.....	218
Tablo A.12.	Model L binalarının girdi katmanı bilgileri.....	220
Tablo A.13.	Model M binalarının girdi katmanı bilgileri.....	222
Tablo A.14.	Model N binalarının girdi katmanı bilgileri.....	224
Tablo A.15.	Model O binalarının girdi katmanı bilgileri.....	226
Tablo A.16.	Model P binalarının girdi katmanı bilgileri.....	228
Tablo A.17.	Model R binalarının girdi katmanı bilgileri.....	230
Tablo A.18.	Model S binalarının girdi katmanı bilgileri.....	232
Tablo A.19.	Model T binalarının girdi katmanı bilgileri.....	234
Tablo A.20.	Model U binalarının girdi katmanı bilgileri.....	236
Tablo A.21.	Model V binalarının girdi katmanı bilgileri.....	238

Tablo A.22.	Model Y binalarının girdi katmanı bilgileri.....	240
Tablo A.23.	Model Z binalarının girdi katmanı bilgileri.....	242
Tablo A.24.	Model A1 binalarının girdi katmanı bilgileri.....	244
Tablo A.25.	Model A2 binalarının girdi katmanı bilgileri.....	246
Tablo B.1.	BNG-3-4-1 binasının girdi katmanı bilgileri.....	248
Tablo B.2.	BNG-3-4-2 binasının girdi katmanı bilgileri.....	249
Tablo B.3.	BNG-3-4-4 binasının girdi katmanı bilgileri.....	250
Tablo B.4.	BNG-5-5-1 binasının girdi katmanı bilgileri.....	251
Tablo B.5.	BNG-6-2-8 binasının girdi katmanı bilgileri.....	252
Tablo B.6.	BNG-6-3-1 binasının girdi katmanı bilgileri.....	253
Tablo B.7.	BNG-6-3-4 binasının girdi katmanı bilgileri.....	254
Tablo B.8.	BNG-6-3-10 binasının girdi katmanı bilgileri.....	255
Tablo B.9.	BNG-6-3-11 binasının girdi katmanı bilgileri.....	256
Tablo B.10.	BNG-6-3-12 binasının girdi katmanı bilgileri.....	257
Tablo B.11.	BNG-6-4-2 binasının girdi katmanı bilgileri.....	258
Tablo B.12.	BNG-6-4-3 binasının girdi katmanı bilgileri.....	259
Tablo B.13.	BNG-6-4-5 binasının girdi katmanı bilgileri.....	260
Tablo B.14.	BNG-6-4-7 binasının girdi katmanı bilgileri.....	261
Tablo B.15.	BNG-10-3-3 binasının girdi katmanı bilgileri.....	262
Tablo B.16.	BNG-10-3-10 binasının girdi katmanı bilgileri.....	263
Tablo B.17.	BNG-10-4-4 binasının girdi katmanı bilgileri.....	264
Tablo B.18.	BNG-10-4-6 binasının girdi katmanı bilgileri.....	265
Tablo B.19.	BNG-10-4-9 binasının girdi katmanı bilgileri.....	266
Tablo B.20.	BNG-10-5-1 binasının girdi katmanı bilgileri.....	267
Tablo B.21.	BNG-10-5-2 binasının girdi katmanı bilgileri.....	268
Tablo B.22.	BNG-10-5-11 binasının girdi katmanı bilgileri.....	269
Tablo B.23.	BNG-11-2-3 binasının girdi katmanı bilgileri.....	270
Tablo B.24.	BNG-11-4-1 binasının girdi katmanı bilgileri.....	271
Tablo B.25.	BNG-11-4-2 binasının girdi katmanı bilgileri.....	272
Tablo B.26.	BNG-11-4-4 binasının girdi katmanı bilgileri.....	273
Tablo B.27.	BNG-11-4-5 binasının girdi katmanı bilgileri.....	274



Tablo C.1.	YSA Tabanlı Performans Değerlendirme Modelinin Girdi Katmanı ile 1. Gizli Katmanı Arasındaki Bağlantılardaki Ağırlık Değerleri .....	276
Tablo C.2.	YSA Tabanlı Performans Değerlendirme Modelinin 1. Gizli Katmanı ile 2. Gizli Katmanı Arasındaki Bağlantılardaki Ağırlık Değerleri .....	277
Tablo C.3.	YSA Tabanlı Performans Değerlendirme Modelinin 2. Gizli Katmanı ile Çıktı Katmanı Arasındaki Bağlantılardaki Ağırlık Değerleri .....	277
Tablo C.4.	YSA Tabanlı Performans Değerlendirme Modelinin Girdi Katmanı ile 1. Gizli Katmanı Arasındaki Bias Bağlantılarındaki Ağırlık Değerleri .....	278
Tablo C.5.	YSA Tabanlı Performans Değerlendirme Modelinin 1. Gizli Katman ile 2. Gizli Katmanı Arasındaki Bias Bağlantılarındaki Ağırlık Değerleri .....	278
Tablo C.6.	YSA Tabanlı Performans Değerlendirme Modelinin 2. Gizli Katman ile Çıktı Katmanı Arasındaki Bias Bağlantılarındaki Ağırlık Değerleri .....	278

## ÖZET

Anahtar kelimeler: Yapay Sinir Ağları, Hızlı Değerlendirme Yöntemleri, P25 Yöntemi, Mevcut Betonarme Bina, Deprem Performansı

Topraklarının %95 i deprem bölgesi olan ülkemizde meydana gelen depremlerde yoğun yapı hasarı ve can kayıpları oluşmaktadır. Bu olumsuzluklardan kurtulabilmek için mevcut yapı stokumuzun depreme karşı durumunun belirlenmesi ve güvenli hale getirilmesi kaçınılmaz bir zorunluluktur. Mevcut yapı stokunun ayrıntılı bir şekilde incelenmesi uzun zaman almaktadır. Ayrıca, birçok binanın projelerin mevcut olmaması ayrıntılı incelemenin yapılabilmesini zorlaştırmaktadır. Bu gibi nedenlerden ve yapı stokumuzun büyüklüğünden dolayı ülkemizde son zamanlarda hızlı değerlendirme yöntemlerinin önemi artmış ve bu konuda yapılan çalışmalar hız kazanmıştır.

Ülkemizde uygulanan birçok hızlı değerlendirme yöntemi bulunmakta ve bu yöntemler, uygulama ve değerlendirme aşamasında önemli tecrübe birikimine gereksinim duymaktadır. Bu tez çalışmasında, mevcut binaların deprem güvenliklerinin belirlenmesinde daha hızlı, daha basit ve güvenilir alternatif bir yöntemin geliştirilmesi amaçlanmıştır. Bu amaçla, son yıllarda birçok alanda yaygın olarak kullanılan yapay sinir ağları (YSA) yaklaşımı ile YSA tabanlı bir model önerilmiş ve bu modelin güvenilirliği mevcut yöntemlerle kontrol edilmiştir.

P25 hızlı değerlendirme yöntemi kullanılarak deprem performansları belirlenen örnek bina modellerinden, YSA modelinin eğitim ve test seti oluşturulmuştur. Eğitilen YSA modelinin doğrulanması, 2003 Bingöl depremine maruz kalmış gerçek binalardan oluşturulan referans seti ile yapılmıştır.

Mevcut binaların bazı durumlarda içine girerek tespit yapılması mümkün olamamaktadır. Bu nedenle sokaktan gözlem yoluyla binalardan elde edilebilecek veriler ışığında mevcut binaların performanslarının değerlendirilmesi gerekebilmektedir. Bu amaçla, iki farklı YSA modeli önerilmiştir. Önerilen YSA tabanlı performans değerlendirme modelleri, sokaktan tarama ile elde edilen girdi bilgileri kullanılarak eğitilmiş, test edilmiş ve referans binaları ile doğrulanmıştır.

Çalışmadan elde edilen sonuçlar incelendiğinde, YSA tabanlı performans değerlendirme modellerinin hızlı ve güvenilir sonuçlar verdiği ve binaların deprem performanslarının belirlenmesinde alternatif bir metot olarak kullanılabileceği gösterilmiştir.

# **THE DETERMINING EARTHQUAKE RISK STATUS OF EXISTING BUILDINGS WITH NEURAL NETWORK**

## **SUMMARY**

Key Words: Neural Networks, Rapid Assessment Methods, P25 Method, Existing Reinforced Concrete Building, Earthquake Performance.

Turkey, with 95% of its land in seismic active zone has faced earthquakes that results in serious damages and casualties. It is an inevitable necessity to determine the earthquake risk status and secure of existing reinforced concrete building. Detailed analysis of existing RC buildings is time consuming. The fact that the importance of rapid assessment methods has increased in our country depends on the reasons mentioned above and the size of our building stock.

There are many rapid assessment method applied in our country and these methods call for a great deal of experience in both application and assessment stage. This thesis aims to develop faster, more simple and alternative method that helps us determine the earthquake safety of existing buildings. For this purpose, ANN-based model was proposed with neural networks (ANN) approach, widely used in many areas in recent years and the reliability of this model has been checked by existing methods.

ANN model's training and test sets have been established with the sample of buildings models that determined the seismic performance by using P25 rapid assessment method. Verification of the ANN model were made with a reference set of existing buildings have been exposed to 2003 Bingol earthquake.

In some cases, to determine by entering into the existing buildings seems impossible. Therefore, the performance evaluation of existing buildings may be required with the data of buildings, which can be determined with street observation. For this purpose, two different ANN model is proposed. The proposed ANN based performance evaluation models are trained, tested and confirmed thanks to the reference buildings and the input data obtained through scanning the street.

In conclusion, it points out the fact that ANN based performance assessment model presents fast and reliable results and can be used as an alternative method in determining the seismic performance of buildings.

## **BÖLÜM 1. GİRİŞ**

Ülkemizde meydana gelen depremlerde oluşan yapı hasarları ve can kayıpları göz önüne alındığında, mevcut yapı stokunun deprem riski analizi çalışmalarının yapılmasının önemi açıktır. Bu yapı stokunun deprem güvenliği açısından değerlendirilmesi için geliştirilen ve ülkemizde de uygulanan birçok yöntem bulunmaktadır. Bu yöntemler, uygulama ve değerlendirme aşamasında önemli tecrübe birikimine gereksinim duymaktadır.

Depremlerin ve diğer afetlerin zararsız atlatabilmesi için güvenli yapıların inşa edilmesi, mevcut yapıların ise durum tespitlerinin yapılması, gerekli olanlarının en kısa zamanda güçlendirilmesi şarttır. Ancak kullanılan yöntemler, gerekli yetişmiş eleman sayısı ve mevcut yapı stoku göz önüne alındığında şehirlerdeki bütün binaların durum tespiti için çok uzun zaman gerekmektedir ve bu işlem oldukça maliyetlidir. İncelenmesi gereken bina sayısının çok olması ve binaların önemli bir kısmının projesinin mevcut olmaması nedeniyle çok ayrıntılı yöntemlerin kullanılması zordur. Bu yöntemlere ek olarak, mevcut binaların deprem güvenliklerinin belirlenmesi çalışmalarında ülkemizin tüm bölgelerinde uygulanabilecek daha hızlı, daha basit ve güvenilir bir yöntemin geliştirilmesine gereksinim vardır.

Bu tez çalışmada, mevcut binaların deprem güvenliklerinin belirlenmesinde daha hızlı, daha basit ve güvenilir alternatif bir yöntemin geliştirilmesi amaçlanmıştır. Bu amaçla son yıllarda yaygın bir şekilde kullanılan yapay sinir ağları (YSA) yaklaşımı kullanılarak YSA tabanlı bir model önerilmiş ve bu modelin güvenilirliği mevcut yöntemlerle kontrol edilmiştir. Mevcut binaların bazı durumlarda içine girerek tespit yapılması mümkün olmamaktadır. Bu nedenle sokaktan gözlem yoluyla binalardan elde edilebilecek veriler ışığında mevcut binaların performanslarının değerlendirilmesi gerekebilmektedir. Bu amaçla, iki farklı YSA modeli önerilmiştir.

Önerilen YSA tabanlı performans değerlendirme modelleri, sokaktan tarama ile elde edilen girdi bilgileri kullanılarak eğitilmiş, test edilmiş ve referans binaları ile doğrulanmıştır.

## **1.1. Literatür Taraması**

Hızlı değerlendirme yöntemleri ve yapay sinir ağları (YSA) ile ilgili literatürde oldukça önemli sayıda örnek bulunmaktadır. Ancak, mevcut betonarme yapıların hızlı değerlendirilmesi çalışmalarında YSA yönteminin kullanımına pek rastlanmamıştır. Bu bölümde, literatürde bulunan çalışmalar hızlı değerlendirme yöntemleri ve yapay sinir ağları olmak üzere iki başlık altında sunulmuştur.

### **1.1.1. Hızlı değerlendirme yöntemleri**

Literatürde hızlı değerlendirme yöntemleri ile ilgili birçok çalışma yapılmıştır. Yapılan çalışmalardan bazıları hakkında bu tez kapsamında özet bilgi verilmiştir.

Shiga ve diğerleri (Shiga v.d., 1968), Tokachi-Oki depreminden sonra elde edilen verileri kullanarak kolon duvar indeks (*SST*) yöntemini geliştirilmiştir. Bu yöntem hızlı değerlendirme yöntemleri ile ilgili ilk çalışmalardandır. Hızlı değerlendirme yöntemlerinin deprem mühendisliği literatürüne ciddi bir biçimde girmesini sağlayan en önemli çalışmalar arasında FEMA 154 (FEMA 154, 1988) ve FEMA 155 (FEMA 155, 1988) raporları bulunmaktadır.

1992 Erzincan Depremi'nden sonra ülkemizde deprem etkisindeki yapıların performansını yakalamaya çalışan birçok hızlı değerlendirme yöntemi geliştirilmeye başlanmıştır (Tezcan ve Akbaş, 1996; Hassan ve Sözen, 1997; Gülkan ve Sözen, 1999; Pay, 2001; Baysan, 2002; Boduroğlu v.d., 2004; Yakut, 2004; Yakut v.d., 2005; Yakut v.d., 2006).

İzmir Deprem Senaryosu Ve Master Planı (İzmir Deprem Senaryosu ve Master Planı, 1999), Boğaziçi Üniversitesi ve İzmir Büyükşehir Belediyesi arasında imzalan bir protokol kapsamında hazırlanmıştır. Bu çalışma kapsamına İzmir Büyükşehir

Belediyesinin sınırları içindeki tüm binalar dâhil edilmiştir. İki aşamalı bir çalışma rapor edilmiştir. İlk aşama olarak mikro bölgeleme haritaları ile deprem riski belirlenmiştir. İkinci aşama da ise, olası bir deprem etkisinde yapıların ve sistemlerin hasar düzeylerinin, sosyo-ekonomik düzende oluşabilecek zararların istatistikleri yapılmıştır. Binaların genel özelliklerini örneğin yapım yılı, görünen yapı kalitesi, kullanım özelliklerini içeren bina envanteri çalışması yapılmıştır.

“Kapasite Spektrumu Yöntemi”ni (ATC, 1996) esas alan “hasar tahmin metodolojisi” binaların olası bir deprem etkisinde oluşabilecek hasar düzeylerinin tahmininde kullanılmıştır. Bu kapsamda, her bina sınıfı için “Kapasite Spektrumu” tanımlanmaktadır. Binanın bulunduğu bölge için tanımlanan “Deprem Talep Spektrumu”ndan yararlanılarak binanın spektral yer değiştirme değeri saptanmaktadır.

Ülkemizdeki yapı stokunun olası bir depreme maruz kalması durumunda deprem güvenliğinin yetersiz olduğu bilinmektedir. Ulusal Deprem Konseyi raporunda (Ulusal Deprem Konseyi Raporu, 2002) mevcut yapı stokunun önce bir sistematik düzen içinde deprem güvenliği açısından değerlendirilmesi, sonra da anlamlı bir öncelik sıralaması içinde depreme karşı güvenli duruma getirilmesi gerekliliği belirtilmiştir.

İstanbul Deprem Master Planı (İstanbul Deprem Master Planı, 2003), İstanbul Büyükşehir Belediyesi ile Ortadoğu Teknik Üniversitesi, Boğaziçi Üniversitesi, İstanbul Teknik Üniversitesi ve Yıldız Teknik Üniversiteleri tarafından imzalanan bir protokol kapsamında hazırlanmıştır. İstanbul’daki mevcut yapı stoku ile tüm kentsel, kamusal mekânlar ve altyapı tesisleri olası bir deprem etkisinde güvenli hale getirilmesi için yapılan bu çalışma kapsamında değerlendirilmiştir. Ayrıca, çalışma kapsamına İstanbul’un yeniden yapılandırılmasında öncelikli stratejilerin geliştirilmesi ve gerektiğinde seçilecek pilot alanlarda yapılacak uygulamalar yanında tüm tarafların hukuki, teknik, mali, sosyal ve idari açılardan görev alanlarının ve icra programlarının geliştirilmesi de alınmıştır. Bu çalışmada, mevcut yapıların deprem güvenliklerinin incelenmesi ve yeterli güvenliğe sahip olmayan yapılar için teknik, hukuki,- sosyal ve mali açılardan uygunluk arz eden gerekli

güçlendirme ilkelerinin belirlenmeye çalışılmıştır. Bu çalışmada, hazırlanan Deprem Master Planı'nın pilot uygulaması da Zeytinburnu ilçesinde yapılmış ve çalışmalar 2000 tarihinde tamamlanmıştır.

Tezcan ve diğerleri (Tezcan v.d., 2003) tarafından mevcut binaların deprem performanslarının belirlenmesinde kullanılan 'P5 Yöntemi' geliştirilmiştir. Ayrıca, olası bir deprem esnasında can kaybının önlenmesi için 'Sıfır Can Kaybı Projesi' hazırlanmış, çeşitli konferanslarda bildiri olarak sunulmuş ve dergilerde yayınlanmıştır.

Bakırköy ilçesi için Deprem Risk Analizi (Bakırköy İlçesi Yerleşim Alanlarının Zemin-Yapı Etkileşimine Bağlı Risk Analizi Araştırma Projesi, 2003), Bakırköy Belediyesi ile İstanbul Üniversitesi arasında imzalanan bir protokol kapsamında yapılmıştır. Bakırköy ilçesinde bulunan 12000 adet mevcut binanın durum tespit çalışması yapılmıştır. Bu çalışmada ele alınan yapının genel bilgilerini içeren bir anket formu hazırlanmıştır. Bu form, yapının mevcut durumu ve matematiksel esasa göre değerlendirilmesi için kullanılmaktadır. Binaların maruz kalacağı deprem yükü, mevcut hali ile yapının mukavemeti ve taşıyabileceği deprem yükü bu anket formundaki bilgiler ışığında elde edilebilmektedir. Binanın maruz kalacağı yüke karşılık taşıma kapasite oranı kesin yöntemlerle analizi yapılmasa da çok hızlı ve gerçekçi olarak sınıflandırılabilir. "DURTES" (DURum TESpit Programı) olarak adlandırılan bir bilgisayar programı, anket değerlendirmeleri için, İstanbul Üniversitesi İnşaat Mühendisliği Bölümü bünyesinde geliştirilmiştir. Ayrıntılı analizi yapılan binalardan elde edilen sonuçlar ile DURTES programından elde edilen sonuçlar ile karşılaştırılmış ve sonuçların makul olduğu görülmüştür. Bu çalışma ile Bakırköy ilçesinde bulunan binalardan çeşitli sebeplerle içine girilemeyen 437 yapı hariç, 10162 yapı için kapsamlı bir durum tespiti yapılmıştır. Binalar beş ana risk seviyesinde sınıflandırılmıştır. Bunlar; minimum, düşük, orta, yüksek ve çok yüksek risk seviyeleridir.

Bal (Bal, 2005), P5 yöntemini ele almış ve bu yöntemi geliştirerek P24 adı ile yeni bir yöntem sunmuştur. Bu yöntemin geliştirilmesinde önceki depremlerden etkilenen 23 bina kullanılmıştır. P24 yöntemi, daha çok sayıda binaya uygulanarak 106M278

No.lu TUBİTAK Projesi kapsamında kalibre edilmiştir. Bu kapsamda yeniden düzenlenerek P25 adını almıştır. P25 hızlı değerlendirme yönteminde öncelikli olarak P1 temel yapısal puanı hesaplanır. Bu puan hesaplanırken binaların karakteristik özellikleri, zemin özellikleri, yönetmeliklerde tanımlanan yapısal düzensizlikler gibi parametreler kullanılır. Bunun yanı sıra binaların değişik göçme modlarını dikkate alan yedi adet göçme puanı hesaplanır. Elde edilen P1 temel yapısal puanı ve yedi adet göçme puanının birbirleri ile etkileşimi, ayrıca binanın bulunduğu bölge ve deprem verilerini dikkate alan P- sonuç puanı belirlenir. Elde edilen P-sonuç puanına göre bina hakkında karar verilmektedir. Önceden belirlenmiş bir bant değerinin altında veya üstünde olması binanın güvenli ya da ayrıntılı bir incelemeye tabi tutulması gerekliliğini gösterir.

Bal ve diğerleri (Bal v.d., 2007), çalışmalarında göçmeye aday binaların hızla ayıklanmasına yarayan P25 Puanlama yönteminin ayrıntılarını açıklamıştır. P25 yöntemi deprem etkisine maruz kalmış ve hasar almış mevcut 311 adet binaya uygulayarak yöntemi kalibre etmiştir. Bu 311 adet bina farklı illerde ve farklı depremlere maruz kalmış 289 adet hasarlı ve göçmüş bina ve 22 adet 1998 Deprem Yönetmeliğine göre tasarlanmış yeni binadan oluşmaktadır. Elde edilen sonuçlar incelendiğinde önerilen yöntemin muhtemel bir deprem etkisinde göçecek binalar büyük bir doğrulukla tahmin edilebilmiştir. Ayrıca, P25 yönteminin uygulanmasında önerilen detaylı inceleme bandının genişliği ve bant genişliğinin mali açıdan etkileri gösterilmiştir.

Tüysüz (Tüysüz, 2007), yüksek lisans tez çalışmasında mevcut binaların deprem güvenliğinin belirlenmesi konusunda geliştirilen ve uygulamada kullanılan bazı hızlı değerlendirme yöntemleri incelemiştir. Ayrıca P25 hızlı değerlendirme yöntemini bazı yapı sistemlerine uygulamıştır. P25 hızlı değerlendirme yöntemi ile değerlendirilen binalardan iki tanesinin üç boyutlu modeli bilgisayar ortamında kurularak 2007 Türk Deprem Yönetmeliğinde önerilen Kuvvet Bazlı Doğrusal Elastik Hesap Yöntemi ile deprem performansı belirlenmiş ve elde edilen sonuçlar irdelenmiştir. Yapılan analizler sonucu P25 hızlı değerlendirme yöntemi ile düzgün sonuçlar bulunduğu ancak yöntemin ampirik yöntemlerle kıyaslandığında bir yanılma payının bulunduğu belirtilmiştir. P25 yönteminde bina performanslarının



belirlenmesi için kullanılan 25 adet parametrenin bina sonuç puanına ne oranda etki ettiğinin daha detaylı olarak bulunabilmesi ve değerlendirme amacıyla seçilen bant genişliklerinin kesinleştirilmesi için örnek bina sayısının arttırılarak yönteminin tekrar tekrar denenmesi gerektiği belirtilmiştir.

Ülkemizde geliştirilen ve uygulanan birçok hızlı değerlendirme yöntemlerinin yanı sıra literatürde ABD ve Japonya başta olmak üzere bazı ülkelerde geliştirilmiş farklı hızlı değerlendirme yöntemleri (HAZUS, 1999; FEMA 154 –ATC-21, 1988; FEMA 310, 1998) vardır. Ancak bu yöntemler ülkemizin yerel koşullarına uygun değildir.

### **1.1.2. Yapay sinir ağları**

Literatürde yapay sinir ağları ile ilgili birçok çalışma yapılmıştır. Ancak, mevcut betonarme yapıların deprem performanslarının belirlenmesinde hızlı değerlendirme yöntemi olarak YSA'nın kullanımına pek rastlanmamış sadece yüksek lisans seviyesinde dar kapsamlı bir çalışma (Koyuncu, 2009) yapıldığı belirlenmiştir. Ülkemizin deprem bölgesi olduğu gerçeği ve yaşanan depremlerde karşılaşılan olumsuz tablo dikkate alındığında, bu konunun önemi ve bu konuda çok daha kapsamlı, doktora seviyesinde yeni bir çalışmanın yapılmasına ihtiyaç bulunduğu açıktır. Bu bölümde, YSA'nın kullanımı ile ilgili literatürde bulunan çalışmalardan bazıları hakkında özet bilgi verilmiştir.

Hung ve diğerleri (Hung v.d., 2000) dinamik yükleme etkisindeki yapıların aktif kontrolünü sağlamak için bir çalışma yapmışlardır. Bu çalışmada, YSA tabanlı bir aktif kontrol algoritması geliştirilerek yapıların aktif kontrolünde kullanılmışlardır. Deprem süresince yapıda etkiyen kuvvetlere ters yönde kuvvetler uygulayarak yapının deprem davranışını dengelenmesi ve kontrol edilmesini sağlamak amaçlanmıştır. Eğitim setinin oluşturulmasında kullanılan veriler haricindeki veriler ile test edildiğinde, eğitilen YSA tabanlı kontrol algoritmasının deprem esnasında yapıya etkiyen dinamik kuvvetleri minimize etmeyi başardığını göstermiştir.

Kim ve diğerleri (Kim v.d., 2000) yaptıkları çalışmada YSA'yı kullanarak ideal bir kontrol algoritması sunmuştur. Doğrusal ve doğrusal olmayan yapıların kontrol

edilmesinde bu algoritma kullanılabilir. Geliştirilen ve eğitilen YSA modeli ele alınan örnek yapıları başarı ile kontrol etmiştir.

Sunar ve diğerleri (Sunar v.d., 2000), esnek yapıların aktif kontrolü hakkında çalışmış ve bu çalışmada altyapı tabanlı YSA modeli sunmuştur. Doğrusal olan ikinci derece düzenleyici kontrol yöntemini kullanarak bu alt yapılar için alt kontrol ediciler dizayn edilmiştir. Bu alt kontrol ediciler bütün yapı genelinde merkezi geri besleme kontrol edici elde etmek amacıyla birleştirilmiştir. Bu merkezi kontrol edicinin davranışının belirlenmesinde radyal temel fonksiyon sinir ağı eğitilmiştir. Aktifleştiricilerle düzenlenen sensörlerin çıkış değerleri üzerine dayalı olarak eğitime işlemi yapılmıştır. Gerçek kontrol edicilerle 45 adet çubuk elemandan oluşan kafes bir sistemin farklı kuvvetlerin etkisinde gösterdiği performans belirlenmiş ve YSA kontrol edicinin performansı ile karşılaştırılmıştır. Karşılaştırma sonucunda elde edilen verilerin uygun olduğu belirtilmiştir.

Xu ve diğerleri (Xu v.d., 2000), YSA yı kullanarak parametrik olmayan bir kontrol yöntemi geliştirmişlerdir. Geniş ölçekli sistemlerin yapısal bilgilerini birçok hassas noktadan almaya dayalı olarak çalışan desentralize edilmiş parametrik olmayan bu yöntem ile aktif kütle sürücüsü sisteminden yararlanarak geniş ölçülü yapıların davranışını kontrol etmeyi amaçlamışlardır. Sayısal olarak elde edilen sonuçlar ile desentralize edilmiş sinir ağı kontrol edicilerin sonuçlarını karşılaştırmış ve ikili sistemlerin analizinde bu yöntemin büyük bir doğrulukla cevap verdiğini göstermişlerdir.

Consolazio (Consolazio, 2000), betonarme bir köprünün değişik yük şartları altında yük deplasman ilişkisini incelemiştir. YSA uygulamalarının en önemli olgusu yapı analizinde yük şartlarını öğrenebilmesi ve tahmin edebilmesidir. YSA'nın öğrenebilme ve tahmin özelliğinden faydalanarak bu ilişkiyi bulmak için YSA'yı kullanmıştır. Sonlu elemanlar yöntemi ile farklı boyutlardaki örneklerin değişik bölgelerine yüklemeler altındaki deplasmanlarını analitik olarak çözümlenmiştir. Buradan elde ettiği verilerle eğitim ve test setini oluşturmuştur. Rastgele seçilen bölgelere uygulanan yüklemeler altında oluşan deplasmanlar için sonlu elemanlar

yaklaşımı ile YSA modelinin sonuçları kıyaslandığında çok yakın sonuçlar bulunduğunu göstermiştir.

Marwala (Marwala, 2000), çalışmasında yapılarıdaki hasarı belirlemek için YSA yöntemini kullanarak bir yapay sinir ağları tekniği sunmuştur. Bu teknik frekans davranış fonksiyonlarına, doğal frekans ve mod şekilleri gibi modal özelliklerine ve eş zamanlı olarak dalgalı dönüştürme verisine uygulanmıştır. Yöntemin deneysel gösterimini silindirik kabuktaki dört hata tipinin frekans davranış fonksiyonlarının duyarlılıkları, modal özellikleri ve dalgalı dönüştürme verisi üzerinde çalışarak yapmıştır. Test aşamasında ise kütle-yay-sönümleyiciden oluşan üç serbestlik dereceli sistemden simüle edilen verileri kullanmıştır. Elde edilen sonuçlar ile bireysel olarak kullanılan üç yaklaşım incelendiğinde geliştirilen metot kullanılarak yapının hasar durumu daha iyi belirlenebilir.

Masri ve diğerleri (Masri v.d., 2000), çalışmalarında yapının güvenilirliğinin denetlemeyi amaçlamışlardır. Bu amaçla parametrik olmayan yapısal hasarların belirlenmesi metodolojisini sunmuştur. Bu metodoloji doğrusal olmayan sistemlerin tanımlanmasına dayalı olarak geliştirilmiştir. Sağlam bir sistemin farklı davranış durumlarındaki titreşim ölçümleri kullanılarak ve hasarlı yapıdaki değişimleri de göz önüne alarak YSA modeli eğitilmiştir. YSA modelinin test aşamasında YSA modeli yapının hasarlı ve hasarsız haline uygulanmıştır. Elde edilen sonuçlar incelendiğinde geliştirilen bu metodolojinin güvenilir bir prosedür olduğunu ve doğrusal olmayan yapılarıdaki değişimlerin miktarını belirlemede pratik olarak kullanılabileceğini göstermiştir.

Yun ve Bahng (Yun ve Bahng, 2000), çalışmalarında YSA yöntemini kullanarak kompleks bir yapı sisteminin rijitlik parametrelerini belirlemek için bir model sunmuştur. YSA modelinin girdi katmanında doğal frekansları ve mod şekillerini kullanmışlardır. YSA modelinde modların süperpozisyonu yöntemi ile yaptıkları analizlerden eğitim setini oluşturmuşlardır. Elde edilen sonuçlar incelendiğinde eğitilen YSA modelinin sonuçlarının uygun olduğunu göstermişlerdir.

Sanad ve Saka (Sanad ve Saka, 2001), YSA yöntemini betonarme derin kirişlerin kesme kuvveti kapasitelerinin belirlenmesinde kullanmıştır. Eğitim ve test setini literatürden elde ettikleri 111 deneysel veri ile hazırlamışlardır. İki tekil yükü kiriş ortası ile mesnet ortasından simetrik olarak yüklü basit mesnetli kirişin geometrik ve malzeme özelliklerini gösteren 10 değeri girdi katmanında, kesme kuvveti kapasitesini tek değer ile çıktı katmanında tanımlamıştır. Kesme kuvveti kapasitesinin gerçek ve tahmin edilen değerle arasındaki ortalama oranını YSA ile 0.99 olarak bulmuş ve YSA'nın diğer metotlara oranla betonarme derin kirişlerin kesme kuvveti kapasitelerinin belirlenmesinde verimli alternatif bir metot olduğunu belirtmiştir.

Hung ve Lai (Hung ve Lai, 2001) çalışmalarında fuzzy sinir ağ aktif kontrol modeli geliştirmişler ve dinamik zorlanma altındaki yapıların kontrolünü bu model ile yapmışlardır. Kim ve Lee (Kim ve Lee, 2001) çalışmalarında bir nöro kontrol edici ve emulator sinir ağı yerleştiren hassas bir değerlendirme algoritması sunmuş ve çok serbestlik dereceli sistemlerde kullanmıştır. Doğrusal ve doğrusal olmayan rijitliğe sahip üç katlı binaya eğitilmiş sinir ağı kontrol edici algoritmayı uygulamış ve yapısal kontrolde kullanılabileceğini göstermiştir.

Huang ve Loh (Huang ve Loh, 2001), çalışmalarında YSA tabanlı bir metot sunmuştur. Bu metot ile şiddetli deprem etkisindeki histerik sistemlerin tanımlanması ve modellenmesi amaçlanmıştır. Bu yöntemin test aşamasında gerçek bir yapı (Taiwan da bir köprü) ve üç katlı iki boyutlu sayısal bir örneğin simülasyonundan yararlanmışlardır. Elde edilen sonuçlar incelendiğinde bu metodun güvenilir sonuçlar verdiğini göstermiştir.

Yun ve Bahng (Yun ve Bahng, 2001), çalışmalarında YSA tabanlı bir metot sunmuştur. Bu metot ile çelik yapıların bağlantı noktalarındaki hasarın belirlenmesi amaçlanmıştır. Bunun için YSA modelinde modal veriler kullanılmıştır. 2 açıklıklı 10 katlı bir yapı sayısal olarak ve 2 katlı bir yapıda da deneysel olarak analiz edilerek sunulan yöntemin kullanılabilirliği gösterilmiştir. Elde edilen sonuçlar incelendiğinde çelik yapının bağlantı noktalarındaki hasarın eğitilen YSA tabanlı yöntem ile belirlenebildiğini göstermiştir.

Çağlar (Çağlar, 2002), Sakarya Üniversitesinde tamamladığı Doktora tezi kapsamında, binaların üç boyutlu dinamik analizlerinin daha hızlı ve güvenilir yapılabilmesi için yapay sinir ağları (YSA) ile bir yöntem geliştirmiştir. YSA da kullanılmak üzere oluşturulan eğitim seti ve test seti SAP 2000 paket programı kullanılarak, bina örneklerinin zaman tanım alanında dinamik analizleri yapılarak hazırlanmıştır. YSA sonuçları, test setinin performansının değerlendirilmesinde SAP 2000 paket programından elde edilen sonuçlarla doğrulanmıştır. Bu yöntemde tek girdi katmanı ile üç farklı YSA modeli kurulmuştur. Test setinin performansı incelendiğinde eğitim ve test setinin oluşturulmasında deneysel verilerden faydalanılırsa gerçek yapı davranışı yakalanacağı belirtilmiştir. YSA'nın paralel çalışma özelliğinden dolayı çok daha kısa sürede problemin çözümünü gerçekleştirdiği belirtilmiştir.

Şahin ve arkadaşı (Şahin ve Shenoı, 2003), çalışmalarında geri beslemeli yapay sinir ağları ile bir model oluşturmuşlardır. Bu model ile kiriş benzer yapılarda oluşacak hasarların miktarı ve yerinin belirlenmesi amaçlanmıştır. Bunun için YSA modelinde global ve yerel titreşim analiz verileri kullanılmıştır. YSA modelinden elde edilen sonuçlar yapılan deneysel çalışmalardan elde edilen deneysel sonuçlar ile karşılaştırılmıştır.

Özsoy ve diğerleri (Özsoy v.d., 2004), çalışmalarında yapay sinir ağlarını kullanmıştır. Çeşitli parametrelere bağlı olarak kirişsiz döşemeli betonarme bir binada oluşan yatay ötelenme değerinin tahmin edilmesi amaçlanmıştır. SAP2000 programı ile yapılan analiz sonuçları ile YSA ile yapılan yatay yer değiştirme tahminleri karşılaştırılarak, elde edilen sonuçların uygun olduğunu ve bu yöntemin kullanılabilirliğini göstermişlerdir.

Civalek ve Çatal, (Civalek v.d., 2004), çalışmalarında yapay sinir ağları yaklaşımını kullanarak elastik kirişlerin çeşitli mesnet durumu için statik ve dinamik analizini sunmuştur. Elastik kirişlerin çeşitli mesnet şartları için maksimum deplasman ve titreşim frekanslarını veren çok katmanlı bir YSA modeli geliştirmiştir. Geriye yayılma eğitim algoritmasını kullandıkları çalışmalarında, dört farklı mesnet şartı (her iki ucu ankastre, ankastre mesnet-sabit mesnet, iki ucu mafsalı mesnet ve

ankastre mesnet-boşta uç) dikkate alınmıştır. Kirişin maksimum deplasman değerinin belirlenmesi için eğitim seti için ilk üç mesnet şartı kullanılmış ve YSA modeli bu örneklerle eğitilmiştir. Test seti için dördüncü mesnet şartı kullanılmış ve YSA modeli test edilmiştir. Kiriş serbest titreşimi için her iki ucu mafsalı olması durumu için eğitim seti oluşturulmuş ve YSA modeli eğitilmiş ve diğer üç sınır şartı kullanılarak oluşturulan test seti ile YSA modeli test edilmiştir. Eğitim seti ve test setinin oluşturulmasında kullanılan örnekler, deplasman ve titreşim frekans değerleri için mevcut analitik ifadelerden ve Rayleigh metodu çözümlerinden elde edilmiştir. YSA modelinin analizinden elde edilen sonuçlar analitik sonuçlar ile karşılaştırılmıştır. YSA modeli ile elde edilen sonuçların yeterli hassasiyette olduğu gösterilmiştir.

Pala (Pala, 2004), Sakarya Üniversitesinde tamamladığı Doktora tezi kapsamında, direkt metot kullanılarak deprem etkisindeki binaların zemin-yapı etkileşimi probleminin çözümlenmesi için yapay sinir ağları (YSA) ile bir yöntem geliştirmiştir. YSA da kullanılmak üzere oluşturulan eğitim seti ve test seti SAP 2000 paket programı kullanılarak, farklı kayma dalga hızı ve kalınlıktaki zeminlerin üzerindeki değişik yükseklik/genişlik oranlarına sahip bina çözümlerinden hazırlanmıştır. YSA modellerinin kurulumunda geri yayılma algoritması kullanılmıştır. Analiz aşamasında, YSA kullanılarak yapılan zemin yapı etkileşim analizlerinde, çözüm süresin oldukça kısaldığı görülmüştür. Elde edilen sonuçlar incelendiğinde zemin-yapı etkileşim problemlerinin çözümünde Yapay Sinir Ağları (YSA)'nın çok iyi bir performans verdiği belirlenmiştir.

Pala ve diğerleri, (Pala v.d., 2007) çalışmalarında soğuk şekillendirilmiş C kesitli çeliklerin geometrik parametrelerinin belirlenmesi için Yapay Sinir Ağları yaklaşımını kullanmışlardır. EDBS ile ilgili her geometrik parametrenin birbiriyle olan ilişkisi araştırılmış ve literatürde yer alan referanslarla karşılaştırılmıştır. Analiz sürecini basitleştirmek için, burkulma geriliminin tahmininde bilinen metotlara alternatif olarak yapay sinir ağı modeli önerilmiştir. YSA modelinde eğitim ve test seti literatürde yer alan referanslar kullanılarak oluşturulmuştur. Bu çalışmada MATLAB bilgisayar programı kullanılarak YSA tabanlı bir program geliştirilmiştir. YSA mimarisi ikili sigmoid fonksiyonu ile 5-9-1 olarak seçilmiştir. Soğuk

şekillendirilmiş C kesitli çeliklerin geometrik parametrelerinin etkisi incelenirken YSA'nın genelleme yeteneği ve deneyiminden yararlanılmıştır. Önerilen YSA modeli referanslardan alınan örneklerle eğitilmiş ve doğrulanmış, elde edilen sonuçların tatmin edici olduğu belirtilmiştir. EDBS geometrik parametrelerin etkisi (gövde yüksekliği, flanş genişliği, kenar açısı, kenar uzunluğu ve flanş kalınlığı) ayrıntılı olarak grafikler halinde sunulmuştur.

Çağlar ve diğerleri (Çağlar v.d., 2008) 3 boyutlu binaların dinamik tepkilerini belirlenmesinde YSA'nın performansını araştırmışlardır. Bu amaçla, binaların tepe noktası yer değiştirmelerini, temel periyotlarını, taban kesme kuvvetlerini ve taban eğilme momentlerini tahmin edilmesinde kullanılacak YSA modeli önermişlerdir. YSA modellerinde, geri yayılım algoritması (BP) kullanan çok katmanlı algılayıcı (MLP), ölçekli konjuge gradyan kullanılarak kurulmuştur. YSA modellerinin eğitim ve test setleri sonlu elemanlar yöntemi (FEA) kullanılarak binaların dinamik analizlerinden elde edilmiştir. Bunun için eğitim setinde 150 farklı bina ve test setinde 15 farklı bina modeli kullanılmıştır. Bu çalışmada, depreme maruz kalmış binaların dinamik analizlerinin belirlenmesinde YSA'nın çok başarılı olduğu gösterilmiştir.

Çağlar (Çağlar, 2009), çalışmasında dairesel kesitli betonarme kolonların kesme dayanımını belirlemek için yapay sinir ağları (YSA) yaklaşımını kullanmıştır. Önerilen YSA modelinde hatayı geri yayma algoritmali çok katmanlı algılayıcı (MLP), ölçekli konjuge gradyan kullanılarak kurulmuştur. YSA modelinde kullanılmak üzere eğitim ve test seti örnekleri literatürde bulunan örneklerden elde edilmiştir. Eğitim seti için 31 adet örnek, test seti için 16 adet örnek belirlenmiştir. Test setindeki örnekler eğitim setinde kullanılmamıştır. YSA modeli oluşturulurken gizli katman sayısı ve gizli katmanlardaki işlem elemanı sayıları dene yanılma yöntemi ile belirlenmiştir. YSA modelinin mimarisi 1 adet girdi katmanı, 2 adet gizli katman ve 1 adet çıktı katmanından oluşmaktadır. Girdi katmanında 13 işlem elemanı, 1. gizli katmanda 6 işlem elemanı, 2. gizli katmanda 3 işlem elemanı ve çıktı katmanında 1 işlem elemanı yer almaktadır. MATLAB bilgisayar programını kullanarak YSA modelini eğitmiş ve test etmiştir. Elde edilen sonuçlar literatürde yer alan ve deneysel sonuçlara dayalı olan ACI, ATC-32, ASCE ve CALTRAN

kodlarının çıktıları ile karşılaştırılmıştır. Sonuç olarak dairesel kesitli betonarme kolonların kesme dayanımının belirlenmesinde YSA yaklaşımının başarılı sonuç verdiği, ayrıca YSA modelinin eğitiminde ve test edilmesinde kullanılan örnek sayısının artırılmasının yararlı olacağı belirtilmiştir.

Koyuncu (Koyuncu, 2009), Selçuk Üniversitesinde tamamladığı Yüksek Lisans tezi kapsamında betonarme binaların bilgisayar ortamında analiz edilmiş projeleri üzerinden alınmış olan parametreler yardımı ile binaların deprem etkisi altında gösterecekleri davranış ve performanslarının değerlendirilebilmesi için YSA tabanlı analitik bir yöntem geliştirmiştir. Çalışmada IV. derece deprem bölgesinde, 1998 yılından sonra yapılmış, 4-10 katlı 66 adet betonarme binanın projeleri İde Statik programında modellenmesi yapılarak doğrusal analizleri yapılmış ve binaların muhtemel bir deprem için performans seviyeleri belirlenmiştir. Binalara ait yapısal 23 adet parametre ile doğrusal analizden elde edilen performans seviyeleri eşlenerek bir veri grubu oluşturulmuştur. Bu veriler ile 66 adet bina örneğinden oluşan veri setinin performans noktasına göre gruplandırması yapılmıştır. Geliştirilen yöntemde 11 adet YSA algoritması kullanılmış ve bu algoritmalara göre YSA ile sınıflama doğruluğu oranı belirlenmiştir. YSA ile sınıflama doğruluğu oranı da beton sınıfı kaldırılarak ayrıca belirlenmiştir. Ancak geliştirilen yöntem sadece İde-Statik sonuçları ile karşılaştırılmış ve depreme maruz kalmış gerçek binaların verileri kullanılarak doğrulanması yapılmamıştır.

## 1.2. Tezin Amaç ve Kapsamı

Mevcut betonarme binaların, olası bir deprem etkisinde güvenli olup olmadığının belirlenebilmesi oldukça önemlidir. Bugüne kadar yapılan hızlı değerlendirme çalışmaları çeşitli ampirik hesaplara dayanılarak yapılmıştır. Ayrıca bu yöntemlerin çoğunda parametreler arasındaki ilişkilerin doğrusal olduğu kabulü yapılmaktadır. Topraklarının %95'i deprem bölgesi altında bulunan Türkiye'deki mevcut yapı stokunun deprem performanslarının belirlenmesinde hızlı ve güvenilir alternatif bir yöntemin geliştirilmesi zorunluluğu bulunmaktadır.



Bu çalışmada, mevcut betonarme binaların deprem performanslarının belirlenmesi için daha güvenilir ve daha hızlı bir yöntemin geliştirilmesi ve bu konuda YSA yaklaşımının kullanımının yeterli olup olmadığının gösterilmesi amaçlanmaktadır.

YSA modelinin eğitim ve test seti için gerekli olan bina örnekleri gerçek yapı planları kullanılarak üretilen yapı modellerinden oluşturulmuştur. Bu yapı modellerinin deprem performansları, P25 hızlı değerlendirme yöntemi kullanılarak belirlenmiş ve bu sonuçlar ile YSA modelinin eğitim ve test seti oluşturulmuştur. Ayrıca, depreme maruz kalmış gerçek binalar kullanılarak oluşturulan referans seti ile YSA modelinin doğrulanması yapılmıştır. Dolayısıyla, YSA tabanlı performans değerlendirme modelinin eğitim seti için 9150 adet farklı bina örneği, test seti için 600 adet farklı bina örneği hazırlanmış ve eğitilen YSA tabanlı performans değerlendirme modelinin performansı 27 gerçek binadan oluşan referans seti ile değerlendirilmiştir.

Ayrıca mevcut binaların bazı durumlarda içine girerek tespit yapılamamasından dolayı sokaktan gözlem yoluyla elde edilebilecek veriler ışığında mevcut binaların performanslarının değerlendirilmesi gerekebilmektedir. Bu nedenle, iki farklı YSA tabanlı performans değerlendirme modeli önerilmiş, sokaktan tarama ile elde edilen girdi bilgileri kullanılarak eğitilmiş, test edilmiş ve yine referans binaları ile doğrulanmıştır.

### **1.3. Tezin İçeriği**

Tez 9 ana bölüm ile EK A ve EK B den oluşmaktadır. Tezin içeriği aşağıda özetlenmiştir.

Bölüm 1 de, çalışmada çözümlenmeye çalışılan problemin hakkında genel bir bilgi, literatürde yer alan hızlı değerlendirme yöntemlerinin ve Yapay sinir Ağları ile ilgili yapılan çalışmaların bir kısmı hakkında kısaca bilgi verilmiştir. Ayrıca tezin amacı, kapsamı ve içeriği kısaca sunulmuştur.

Bölüm 2 de, hızlı değerlendirme yöntemleri hakkında bilgi verilmiştir. Tezin içeriğinde kullanılan P25 yöntemine ek olarak literatürde yer alan diğer hızlı değerlendirme yöntemleri kısaca tanımlanmıştır.

Bölüm 3 de, P25 hızlı değerlendirme yöntemi hakkında bilgi verilmiştir. Eğitim ve test setinin elde edilmesinde kullanılan P25 yönteminin tüm uygulama adımları açıklanmıştır.

Bölüm 4 de, yapay sinir ağlarının (YSA) genel özellikleri verilerek tanımı yapılmıştır. YSA işlem elemanı tanıtılmış ve ağ yapıları hakkında bilgi verilmiştir. YSA uygulamaları geliştirme adımları; tasarım, eğitim ve test seti prosedürleri anlatılmıştır.

Bölüm 5 de, problemin tanımı yapılmış, problemin çözümü için YSA tabanlı performans değerlendirme modeli ve bu modelin çalışma prensipleri sunulmuştur. Tez kapsamında yapılan kabuller verilmiş ve YSA modelinin mimarisinin belirlenme prosedürleri sunulmuştur.

Bölüm 6 da, 9750 farklı bina örneğinden hazırlanan eğitim seti, test seti ve Bingöl depremine maruz kalmış gerçek binalardan oluşturulan referans seti için YSA tabanlı performans değerlendirme modelinin performansı belirlenmiş ve sonuçlar değerlendirilmiştir.

Bölüm 7 de, YSA tabanlı performans değerlendirme modelinin eksiksiz girdili performansı ve girdi katmanındaki herhangi bir bilginin elde edilememesi (belirlenememesi) durumuna karşılık gelen eksik girdili performansı karşılaştırılmıştır. Dolayısıyla, bu parametrik çalışma ile girdi katmanında bulunan bilgilerin her birinin yapı performansına katkıları belirlenmiştir.

Bölüm 8 de, bina içine girmeden sokaktan belirlenebilecek bilgilerle oluşturulan girdi katmanlı iki farklı YSA tabanlı performans değerlendirme modeli önerilmiştir. Eğitilen YSA<sub>2</sub> ve YSA<sub>3</sub> modelleri referans binaları ile doğrulanarak karşılaştırılmış ve sonuçlar değerlendirilmiştir.

Bölüm 9 da, sonuçlar ve önerilere ayrılmıştır. Bu bölümde tez kapsamında elde edilen sonuçlar özetlenmiş ve ileride konu ile ilgili yapılabilecek çalışmalar hakkında değerlendirme yapılmıştır.

EK A da, eğitim ve test setinin oluşturulmasında kullanılan 9750 adet binanın kat planları ve yapısal özellikleri sunulmuştur.

EK B de, gerçek binalardan oluşturulan referans setindeki Bingöl depremine maruz kalmış mevcut binaların kat planları ve yapısal özellikleri sunulmuştur.

## **BÖLÜM 2. HIZLI DEĞERLENDİRME YÖNTEMLERİ**

### **2.1. Giriş**

Mevcut yapı stokunun muhtemel bir depreme karşı performanslarının belirlenmesi için birçok hızlı değerlendirme yöntemi geliştirilmiştir. Bu bölümde geliştirilen hızlı değerlendirme yöntemlerinden bazıları hakkında kısa bilgi verilmiştir.

Hızlı değerlendirme yöntemleri;

- 1 : Japon Sismik İndeks Yöntemi
- 2 : ATC 21 (FEMA 154) “Hızlı Davranış Değerlendirme Yöntemi”
- 3 : Yakut Yöntemi
- 4 : Hızlı Durum Tespit (DURTES) Yöntemi
- 5 : İstanbul Deprem Master Planında Önerilen Hızlı Değerlendirme Yöntemleri
  - a: 1. Kademe Değerlendirme (Sokak Taraması)
  - b: 2. Kademe Değerlendirme (Ön Değerlendirme)

## 2.2. Japon Sismik İndeks Yöntemi

Japonya'da sismik indeks yöntemi hızlı değerlendirme yöntemi olarak kullanılmaktadır. Yöntemin amacı ön inceleme gerektiren binaların kullanıma uygun veya uygun olmadığı hakkında bilgi vermektir. Bu yöntem kullanılarak muhtemel bir deprem etkisinde yapının olası sismik performansı nitel olarak tespit edilir. Ancak sismik yapının sismik performansının derecesi ve seviyesini belirlemez (Kasımzade v.dk, 2005).

Bu yöntemin kullanılabilmesi için incelenecek olan bina stokunun 6'dan daha az katlı, perdeli veya perdesiz sistemlerden oluşması gerekmektedir. Ayrıca yapı yaşı 30 yılın üzerinde olmamalıdır. İleri derecede tahrip olmuş eski yapılar ve yangına maruz kalmış yapılarda bu yöntem kullanılmamalıdır.

Yapının deprem etkisindeki davranışının değerlendirilmesinde kullanılmak üzere iki indeks tanımlanmıştır.

$I_S$  : Yapı Sismik Performans İndeksi

$I_{SO}$  : Yapı Sismik Karşılaştırma İndeksi

Hesaplanan bu iki indeksin karşılaştırılması yapılır.

$I_S > I_{SO}$  : Yapı muhtemel bir depreme karşı güvenlidir.

(Yapı toptan göçmeyecektir.)

$I_S < I_{SO}$  : Yapı muhtemel bir depreme karşı güvenliği belirsizdir.

Yapı sismik performans indeksi ile yapı sismik karşılaştırma indeksi (2.1) ve (2.2) bağıntılar ile bulunmaktadır.

$$I_S = E_O \times S_D \times T \quad (2.1)$$

$$I_{SO} = E_S \times Z \times G \times U \quad (2.2)$$

Burada (Kürklü, 2005);

- $E_O$  : Temel yapısal performans indeksi
- $S_D$  : Yapı taşıyıcı sistem performans indeksi
- $T$  : Yapının zamana bağlı bozulma indeksi
- $E_S$  : Yapı için temel karar indeksi
- $Z$  : Sismik bölge faktör indeksi
- $G$  : Yapı – zemin etkileşim faktör indeksi
- $U$  : Yapı kullanımıyla ilgili faktör indeksidir.

Yapının sismik performansının belirlenmesi ve sonuçların değerlendirilmesinde üç kademeli inceleme seviyesi uygulanmaktadır. Ve bu aşamaların her birinde indekslerin karşılaştırılması yapılmaktadır.

Birinci seviyede, yapıdaki perde elemanlarının yoğun olarak bulunması inceleme için daha uygundur. Çünkü perde sünekliği çerçeve sünekliğini büyük ölçüde etkilediği kabul edildiğinden, perdesiz çerçevelerden oluşan bir yapının deprem etkisindeki davranışının tahmini, gerçek davranışının oldukça altında olabileceği konusuna dikkat edilmelidir. Kısaca, tahminlerde güvensiz çıkabilecek bir yapının gerçekte güvenli olabileceği ortaya çıkmaktadır. Bu durum göz önüne alınarak daha ayrıntılı bir inceleme yapılmalıdır. Perdesiz çerçeveli binaların deprem performansları değerlendirilirken gerekli olan veriler;

- Yapısal elemanların enkesit özellikleri ve yapı malzemeleri karakteristikleri
- Yıpranma payının hesaplanma aşamasında betonarme elemanlar ve yapının genelinde yapılacak inceleme sonucu elde edilecek olan çatlak genişlikleri
- Yapının taşıyıcı sisteminin yerleşim planı

Bu seviyede çerçevelerin taşıma gücü hesaplanırken, kolon ve perde gibi düşey taşıyıcı elemanların kesit alanlarından faydalanılmaktadır.  $S_D$  ve  $T$  indekslerinin hesaplanması da oldukça basittir.

İkinci seviyede, özellikle zayıf kolon kuvvetli kirişlere uygun olmaktadır. Çerçevesel yapıdaki kirişlerin rijit oldukları kabulü yapılmaktadır. Dolayısıyla yapının düşey taşıyıcı elemanlarına bakılarak bina hakkında bir değerlendirme yapılmaktadır. Bu seviyede elde edilen sonuçlar birinci seviyedeki sonuçlara oranla daha güvenilirdir. Bu seviyede, binaların deprem performansları değerlendirilirken gerekli olan veriler;

- Yapısal elemanların enkesit özellikleri ve yapı malzemeleri karakteristikleri
- Yapıda görülmesi muhtemel çatlak ve şekil değiştirmelerin boyutları ve görülme sıklıkları
- Yapıda zaman etkisiyle oluşabilecek tahribatların tespiti (Ergun, 2007)

Üçüncü seviyede, düşey taşıyıcı elemanların göçme mekanizmaları yanı sıra kirişlerin davranışı, temellerde gözlenen şekil ve yer değiştirmelerden dolayı perdelerin dönme davranışını içeren bütün göçme mekanizmaları dikkate alınarak  $E_0$  indeksinin belirlenmesi gerekmektedir. Ayrıca ikinci seviyede elde edilen bilgilerin yanı sıra daha kesin sonuçlar elde edilmesi gereken durumlar için gerekli olan veriler;

- Betonun Young Modülü,
- Betonarme elemanlardaki donatıların yerleşimi ve akma dayanımları
- Yapı taşıyıcı elemanlarda bulunan mevcut çatlaklar ve uygulama aşamasında uygun yapıp yapılmadığına ek olarak kusurlu durumlara göre elde edilen kapasite değerleri
- Yapının ömrü ve korozyona uğramış donatıların durumları dikkate alınarak malzeme dayanımları (Ergun, 2007)

### 2.2.1. Temel yapısal performans indeksi $E_0$ 'ın belirlenmesi

Yapının taşıyıcı sistem elemanları üç farklı sınıfa ayrılmaktadır ve bu sınıflandırma Tablo 2.1'de sunulmuştur. Yapının taşıyıcı sistemindeki düşey elemanlarında kısa kolon olup olmaması  $E_0$  indeksinin hesaplanmasında farklılık oluşturmaktadır.

Tablo 2.1. Taşıyıcı elemanların sınıflandırılması (Ergun, 2007)

<i>Taşıyıcı Eleman</i>	<i>Tanım</i>
<i>Kolon</i>	Eleman temiz yüksekliğinin kesit derinliğine oranı ikiden büyük olan kolonlar
<i>Kısa Kolon</i>	Eleman temiz yüksekliğinin kesit derinliğine oranı ikiden küçük olan kolonlar
<i>Perde</i>	Başlıklı veya başlıksız perde

### 2.2.1.1. Kısa kolon bulunmayan yapılarda

Yapının taşıyıcı sistemindeki düşey elemanlarında kısa kolon olmaması durumunda  $E_O$  indeksi (2.3) bağıntısı ile hesaplanmaktadır.

$$E_O = \frac{n+1}{n+i} (C_W + a_1 \cdot C_C) \cdot F_W \quad (2.3)$$

Bağıntıda;

- $F_W$  : Perdelerin süneklik indeksi
- $a_1$  : Yer değiştirme faktörü (genellikle  $a_1 = 0.7$ ,  $C_W = 0$  ise  $a_1 = 1.0$ )
- $C_W$  : Perdelerin taşıma gücü indeksi
- $C_C$  : Kolonların taşıma gücü indeksi
- $n$  : Bodrum kat hariç kat sayısı
- $i$  : Göz önüne alınan kat

Tablo 2.2. F Süneklik İndeksi Değerleri

<i>Taşıyıcı Eleman</i>	<i>F indisi değeri</i>
<i>Kolon</i>	1.0
<i>Kısa Kolon</i>	0.8
<i>Perde</i>	1.0

### 2.2.1.2. Kısa kolonlu yapılarda

Yapının taşıyıcı sistemindeki düşey elemanlarında kısa kolon olması durumunda  $E_O$  indeksi (2.3) bağıntısı ile hesaplanmaktadır.



$$E_o = \frac{n+1}{n+i} (C_{SC} + a_2 \cdot C_W + a_3 \cdot C_C) \cdot F_W \quad (2.3)$$

Bağıntıda;

- $F_{SC}$  : Kısa kolon süneklik indeksi  
 $C_{SC}$  : Kısa kolon taşıma gücü indeksi  
 $a_2$  ve  $a_3$  : Yer değiştirme faktörleri, (0.7 ve 0.8)

Kısa kolonların olmaması durumu (2.2) bağıntısı, kısa kolon olması durumu (2.3) bağıntısı ile hesaplanarak bu iki bağıntıdan büyük olan değer  $E_o$  indeksi olarak alınır.

Bir kolonun taşıma gücünü kaybetmesi ile kolon civarındaki yapı kısımlarında herhangi bir göçme oluşması söz konusu ise bu kolon özel riskli kolon dikkate alınmaktadır. Eğer kısa kolon ayrıca özel riskli kolonlar durumundaysa o zaman  $E_o$  indeksi sadece (2.3) bağıntısı ile hesaplanmaktadır.

### 2.2.2. Taşıma gücü indisi $C$ 'nin belirlenmesi

Taşıma gücü indeksi  $C$ 'nin hesabında (2.4),(2.5) ve (2.7) bağıntıları kullanılmaktadır. Taşıma gücü indeksi  $C$ 'nin hesabı her kat ve doğrultuda ayrı ayrı yapılmaktadır.

$$C_W = \frac{fcd}{200W} (30A_{W1} + 20A_{W2} + 10A_{W3}) \quad (2.4)$$

$$C_C = \frac{fcd}{200W} (10A_{C1} + 7A_{C2}) \quad (2.5)$$

$$C_{SC} = \frac{fcd}{200W} (1.5A_{SC}) \quad (2.6)$$

Bağıntılarda;

- $A_{C1}$  : Temiz yükseklik/kesit yüksekliği  $< 6$  olan kolonların toplam kesit alanı ( $cm^2$ )  
 $A_{C2}$  : Temiz yükseklik/kesit yüksekliği  $\geq 6$  olan kolonların toplam

	kesit alanı ( $cm^2$ )
$A_{SC}$	: Kısa kolonların (Temiz yükseklik/kesit yüksekliği $\leq 2$ ) toplam kesit alanı ( $cm^2$ )
$A_{W1}$	: İki tarafı başlıklı perdelerin toplam kesit alanı ( $cm^2$ )
$A_{W2}$	: Bir tarafı başlıklı perdelerin toplam kesit alanı ( $cm^2$ )
$A_{W3}$	: Başlıksız perdelerin toplam kesit alanı ( $cm^2$ )
$C_W$	: Perdelerin taşıma gücü indeksi
$C_C$	: Kolonların taşıma gücü indeksi
$C_{SC}$	: Kısa kolon taşıma gücü indeksi
$f_{cd}$	: Betonun basınç hesap gerilmesi ( $kgf/cm^2$ )
$W$	: Göz önüne alınan kat üzerindeki bina ağırlığı ( $kgf$ )

### 2.2.3. Yapı taşıyıcı sistem performans indeksi $S_D$ 'nin belirlenmesi

Yapı taşıyıcı sistem performans indeksi  $S_D$ 'nin hesabında (2.8),(2.9) ve (2.10) bağıntıları kullanılmaktadır.

$$S_D = q_{1a} \times q_{1b} \dots \dots \dots \times q_{1f} \quad (2.8)$$

$$q_{1i} = (1.0 - (1.0 - G_i)R_i) \quad i = a, b, c, d, f \quad (2.9)$$

$$q_{1i} = (1.2 - (2.0 - G_i)R_i) \quad i = e \quad (2.10)$$

Bağıntıda;

$a$	: Binanın plandaki düzenliliği
$a_1$	: Yaklaşık olarak simetrik düzen ve simetriden ayrılma toplam kat alanının %10'undan daha küçük
$a_2$	: L, T veya U şeklinde plan veya simetriden ayrılma toplam kat alanının %30'undan daha küçük
$a_3$	: $a_2$ 'de tanımlanandan daha karışık plan
$b$	: Binanın plandaki uzun kenarının kısa kenarına oranı
$c$	: Binanın plandaki genişliklerinden en küçük olanının ana

- genişliğine oranı
- $d$  : Genleşme derzi aralığının katın zeminden yüksekliğine oranı
- $e$  : Bodrum katındaki döşeme alanının 1. Kattaki döşeme alanına oranı
- $f$  : Üst katların kat yüksekliğinin dikkat edilen kat yüksekliğine oranı, eğer en üst kattaysa değer olarak tersi alınır.

Tablo 2.3.  $S_D$  indeksinin hesabı için  $G_i$  ve  $R_i$  faktörleri (Başaran, 2006)

<b>MADDELER</b>	<b><math>G_i</math> Değeri</b>			<b><math>R_i</math></b>
	1.0	0.9	0.8	<b><math>R_i</math></b>
<i>a. Uzunluk/Genişlik</i>	$a < 5$	$5 < a < 8$	$8 < a$	0.5
<i>b. Düzgünlük</i>	$b_1$	$b_2$	$b_3$	1.0
<i>c. Kat Yüksekliği</i>	$c > 0.8$	$0.8 > c > 0.7$	$0.7 > c$	0.5
<i>d. Genişlik düzgünlüğü</i>	$d > 0.8$	$0.8 > d > 0.5$	$0.5 > c$	0.5
<i>e. Genleşme derzi</i>	$e > 1/100$	$1/100 > e > 1/200$	$1/200 > e$	0.5
<i>f. Bodrum/Birinci Kat Alanı</i>	$f > 1.0$	$1.0 < f < 0.5$	$0.5 > f$	1.0

#### 2.2.4. Yapının zamana bağlı bozulma indeksi $T$ 'nin belirlenmesi

Yapının zamana bağlı bozulma indeksi  $T$  hesaplanırken Tablo 2.4 kullanılmakta olup, hesap sonucunda bulunan en küçük değer yapının tümü için geçerli olmaktadır.

Tablo 2.4. Yapının Zamana Bağlı Bozulma İndeksi T'nin Değerleri (Başaran, 2006)

<i>İnceleme Maddeleri</i>	<i>Yapının Gözlemlenen Durumu</i>	<i>T</i>
Şekil ve yer değiştirme	Binada düşeyden sapma veya farklı oturma etkileri var	0.7
	Bina dolgu zemine oturuyor	0.9
	Kiriş veya kolonlarda gözle görülebilir şekil değiştirmeler var	0.9
	Şekil ve yer değiştirme yok	1.0
Perde ve kolonlarda çatlak	Yağmur sızıntısı var, donatılarda paslanma gözleniyor	0.8
	Kolonlarda gözle görülebilir eğik çatlaklar var	0.9
	Perdelerde çok miktarda gözle görülebilir çatlaklar var	0.9
	Yağmur sızıntısı var ama donatıda paslanma yok	0.9
	Perde ve kolonlarda çatlak yok	1.0
Yangın	Bina yangın geçirmiş fakat onarım görmemiş	0.7
	Bina yangın geçirmiş ve onarılmış	0.8
	Yangın durumu yok	1.0
Kullanım durumu	Kimyasal maddeler söz konusu	0.8
	Kimyasal maddeler söz konusu değil	1.0
Binanın yaşı	30 yıldan fazla	0.8
	20 yıldan fazla	0.9
	20 yıldan az	1.0
Sıva ve kaplama	Dış duvarlarda fazla bozulma var	0.9
	İç duvarlarda fazla bozulma var	0.9
	Bozulma söz konusu değil	1.0

### 2.2.5. Üç inceleme seviyesi için $I_{SO}$ yapı sismik karşılaştırma indeksinin belirlenmesi

Yapı sismik karşılaştırma indeksi  $I_{SO}$  'nin hesabında (2.11) bağıntısı kullanılmaktadır.

$$I_{SO} = E_S \times Z \times G \times U \quad (2.11)$$

Tablo 2.5.  $E_S$  Yapı için temel karar indeksi

<i>İnceleme Seviyesi</i>	$E_S$
1. <i>İnceleme Seviyesi</i>	0.8
2. <i>İnceleme Seviyesi</i>	0.6
3. <i>İnceleme Seviyesi</i>	0.6

### 2.2.6. Sismik bölge faktör indeksi $Z$ 'nin belirlenmesi

Tablo 2.6.  $Z$  Sismik Bölge Faktör İndeksi

<i>Zemin Türü</i>	$Z$
$Z_1$	0.7
$Z_2$	0.8
$Z_3$	0.9
$Z_4$	1.0

### 2.2.7. Yapı – zemin etkileşim faktör indeksi $G$ 'nin belirlenmesi

Yapı – zemin etkileşim faktör indeksi  $G$ 'nin hesabında (2.12), (2.13) ve (2.14) bağıntıları kullanılmaktadır.

$$G = G_1 \cdot G_2 \cdot G_3 \quad (2.11)$$

$$G_2 = \left(\frac{1-L}{L_0}\right)A + \left(\frac{L}{L_0}\right) \quad (L < L_0 \text{ için}) \quad (2.12)$$

$$G_2 = 1.0 \quad (L > L_0 \text{ için})$$

$$A = 7 \left( \frac{\emptyset}{45-1} \right) \cdot \left( \frac{H}{V_S} \right) + 1 \quad (H > 3 \text{ metre ve } \emptyset < 45^\circ \text{ için}) \quad (2.13)$$

$$A = 1.0 \quad (H < 3 \text{ metre ve } \emptyset < 45^\circ \text{ için})$$

Bağıntılarda;

- $G_1$  : Zemin türü faktörüdür ve 1.90 alınabilir.
- $G_2$  : Topoğrafik etkilere bağlı faktördür ve (2.12) bağıntısıyla hesaplanabilir.
- $G_3$  : Zemin yapı etkileşimiyle ilgili faktördür ve 1.0 alınabilir.
- $L$  : Uçurumun kenarından binanın merkezine olan yatay mesafe
- $L_0$  : 2H olarak alınabilen uçurumun etkilediği alanın mesafesi
- $H$  : Uçurumun düşey yüksekliği
- $A$  : (2.13) bağıntısıyla hesaplanmaktadır.
- $\emptyset$  : Uçurumun eğim açısı
- $V_S$  : Kesme dalgalarının hızı

### 2.2.8. Yapı kullanımıyla ilgili faktör indeksi $U$ 'nun belirlenmesi

Tablo 2.7. U Yapı kullanımıyla ilgili faktör indeksi

<i>Mekan</i>	<i>U</i>
İdare merkezi	1.25
Tahliye merkezi	1.25
Tehlikeli maddeleri depolama merkezi	1.25
Konut ve benzeri yapılarda	1.0

Son aşama olarak bu yöntemde hesaplanmış olan Yapı Sismik Performans İndeksi  $I_S$  ve Yapı Sismik Karşılaştırma İndeksi  $I_{S0}$  karşılaştırması yapılır.  $I_S > I_{S0}$  olması durumunda muhtemel bir deprem hareketine karşı yapının performansı daha fazla olduğundan yapı toptan göçmeyecektir. Ancak bu yapının hiç hasar almayacağı

anlamını taşımamaktadır.  $I_S < I_{SO}$  olması durumunda muhtemel bir deprem hareketine karşı yapının performansı kararsız kabul edilmektedir (İlki ve diğerleri, 2003, Kasımcı ve diğerleri, 2005, Kürklü, 2005, Başaran, 2006).

### 2.3. ATC 21 (FEMA 154) “Hızlı davranış değerlendirme yöntemi”

ABD “Deprem Zararlarını Azaltma Ulusal Programı” kapsamında 1988 yılında geliştirilmiş ve 2002 yılında güncellenmiştir. Bu yöntem görsel verilere dayanarak binaların deprem performanslarını hızlı bir şekilde değerlendirilebilmesini sağlayacak bir tekniktir. Dolayısıyla, olası bir deprem hareketine karşı binalarda oluşabilecek yapısal hasarları ve afet yönetiminde binalar için gerekli alt yapıları oluşturmayı amaçlamaktadır.

Bu yöntemde kullanılacak olan bilgilerin toplanmasının amacı, binaların “güvenli” ve daha ayrıntılı bir incelemeye tabi tutulması gereken binaların performans durumlarına göre risk sıralamalarının yapılabilmesidir. (Özmen, 2005)

Yapıların gözlemlenebilen özellikleri dikkate alınarak risk puanları hesaplanmaktadır. Yöntem için elde edilmesi gereken veriler;

1. Yapıların fotoğrafı,
2. Adresi,
3. Kat sayısı,
4. Bina yaşı,
5. Kat alanı,
6. Yapı kullanım amacı,
7. Binada ikamet eden kişi sayısı,
8. Zemin tipi
9. Yapısal olmayan devrilme tehlikesi olan elemanlar,
10. Düşey taşıyıcı sistemdeki düzensizlik,
11. Kat planındaki düzensizlik,
12. Kodlama öncesi,
13. Değerlendirme sonrası,

14. Yapının bulunduğu sismik bölge,  
15. Yapı sınıfı

Binaların risk puanları hesaplanırken taşıyıcı sistem özelliklerine göre sınıflandırılmaktadır ve bu sınıflandırma Tablo 2.8’de sunulmuştur.

Tablo 2.8. Bina sınıflandırılması (Temür, 2006, Çetinkaya, 2003)

<i>Bina Tipleri</i>	<i>Taşıyıcı Sistem Özellikleri</i>
<i>W1</i>	Ticari ya da konut türü ahşap yapılar ( <i>taban alanı</i> $\leq 465m^2$ )
<i>W2</i>	Büyük ahşap yapılar ( <i>taban alanı</i> $\leq 465m^2$ )
<i>S1</i>	Moment taşıyan çelik çerçeve yapılar
<i>S2</i>	Çaprazlanmış çelik çerçeve yapılar
<i>S3</i>	Hafif metal yapılar
<i>S4</i>	Yerinde dökme betonarme perdeli çelik çerçeve yapılar
<i>S5</i>	Yığma duvarlı çelik çerçeve yapılar
<i>C1</i>	Moment taşıyan çelik çerçeve yapılar
<i>C2</i>	Betonarme perdeli yapılar
<i>C3</i>	Yığma duvarlı betonarme çerçeve yapılar
<i>PC1</i>	Prefabrik betonarme panel duvarlı yapılar
<i>PC2</i>	Prekast beton çerçeve yapılar
<i>RM1</i>	Beton dolgu ile güçlendirilmiş esnek döşeme diyaframlı yığma yapılar
<i>RM2</i>	Beton dolgu ile güçlendirilmiş rijit döşeme diyaframlı yığma yapılar
<i>URM</i>	Yığma yapılar

Bu yöntemde yapılar için buldukları bölgenin meydana gelebilecek deprem büyüklüklerine göre üç kategoride ele alınan “Temel Yapısal Risk Puanı” belirlenmektedir ve bu sınıflandırma Tablo 2.9’da sunulmuştur.

Tablo 2.9. Temel yapısal risk puanları (Temür, 2006)

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



Tablo 2.10. 4-7 katlı binaların puan düzeltmeleri (Temür, 2006)

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

NA: Uygulanamaz

Tablo 2.11. 7 kattan fazla olan binaların puan düzeltmeleri(Temür, 2006)

<i>Sismik Alan</i>	<i>W1</i>	<i>W2</i>	<i>S1</i>	<i>S2</i>	<i>S3</i>	<i>S4</i>	<i>S5</i>	<i>C1</i>	<i>C2</i>	<i>C3</i>	<i>PC1</i>	<i>PC2</i>	<i>RM1</i>	<i>RM2</i>	<i>URM</i>
<i>Düşük</i>	NA	NA	1.0	1.0	NA	1.0	0.0	1.0	0.0	-0.4	NA	-0.2	NA	0.0	NA
<i>Orta</i>	NA	NA	1.4	1.4	NA	1.4	0.8	0.5	0.8	0.4	NA	0.6	NA	0.6	NA
<i>Yüksek</i>	NA	NA	0.6	0.8	NA	0.8	0.8	0.6	0.8	0.3	NA	0.4	NA	0.6	NA

NA: Uygulanamaz

Tablo 2.12. Düşeyde düzensiz binaların puan düzeltmeleri (Temür, 2006)

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

NA: Uygulanamaz

Tablo 2.13. Planda düzensiz binaların puan düzeltmeleri (Temür, 2006)

<i>Sismik Alan</i>	<i>W1</i>	<i>W2</i>	<i>S1</i>	<i>S2</i>	<i>S3</i>	<i>S4</i>	<i>S5</i>	<i>C1</i>	<i>C2</i>	<i>C3</i>	<i>PC1</i>	<i>PC2</i>	<i>RM1</i>	<i>RM2</i>	<i>URM</i>
<i>Düşük</i>	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5
<i>Orta</i>	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5
<i>Yüksek</i>	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5

NA: Uygulanamaz

Tablo 2.14. Değerlendirme sonrası yapılan binaların puan düzeltmeleri (Temür, 2006)

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

NA: Uygulanamaz

Tablo 2.15. Kodlama öncesi yapılan binaların puan düzeltmeleri (Temür, 2006)

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

NA: Uygulanamaz

Tablo 2.16. Kodlama öncesi yapılan binaların puan düzeltmeleri (Temür, 2006)

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

Tablo 2.17. Bilgi toplama formu (düşük sismik hareketlilik) (FEMA-154 DATA COLLECTION FORM, 2006)

**Rapid Visual Screening of Buildings for Potential Seismic Hazards**

FEMA-154 Data Collection Form

**LOW Seismicity**

<p>Scale: _____</p>	<p>Address: _____ Zip _____</p> <p>Other Identifiers _____</p> <p>No. Stories _____ Year Built _____</p> <p>Screener _____ Date _____</p> <p>Total Floor Area (sq. ft.) _____</p> <p>Building Name _____</p> <p>Use _____</p> <div style="text-align: center; margin-top: 50px;"> <p>PHOTOGRAPH</p> </div>																																																																																																																																																																																													
<b>OCCUPANCY</b>	<b>SOIL TYPE</b>	<b>FALLING HAZARDS</b>																																																																																																																																																																																												
Assembly Commercial Emer. Services	Govt Historic Industrial	Office Residential School																																																																																																																																																																																												
Number of Persons 0 - 10    11 - 100 101-1000    1000+	A Hard Rock    B Avg. Rock    C Dense Soil    D Stiff Soil    E Soft Soil    F Poor Soil	<input type="checkbox"/> Unreinforced Chimneys <input type="checkbox"/> Parapets <input type="checkbox"/> Cladding <input type="checkbox"/> Other: _____																																																																																																																																																																																												
<b>BASIC SCORE, MODIFIERS, AND FINAL SCORE, S</b>																																																																																																																																																																																														
<table border="1" style="width:100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="width:15%;">BUILDING TYPE</th> <th style="width:5%;">W1</th> <th style="width:5%;">W2</th> <th style="width:5%;">S1 (MRF)</th> <th style="width:5%;">S2 (BR)</th> <th style="width:5%;">S3 (LM)</th> <th style="width:5%;">S4 (RC SW)</th> <th style="width:5%;">S5 (URM INF)</th> <th style="width:5%;">C1 (MRF)</th> <th style="width:5%;">C2 (SW)</th> <th style="width:5%;">C3 (URM INF)</th> <th style="width:5%;">PC1 (TU)</th> <th style="width:5%;">PC2</th> <th style="width:5%;">RM1 (FD)</th> <th style="width:5%;">RM2 (RD)</th> <th style="width:5%;">URM</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Basic Score</td> <td>7.4</td> <td>6.0</td> <td>4.6</td> <td>4.8</td> <td>4.6</td> <td>4.8</td> <td>5.0</td> <td>4.4</td> <td>4.8</td> <td>4.4</td> <td>4.4</td> <td>4.6</td> <td>4.8</td> <td>4.6</td> <td>4.6</td> </tr> <tr> <td>Mid Rise (4 to 7 stories)</td> <td>N/A</td> <td>N/A</td> <td>+0.2</td> <td>+0.4</td> <td>N/A</td> <td>+0.2</td> <td>-0.2</td> <td>+0.4</td> <td>-0.2</td> <td>-0.4</td> <td>N/A</td> <td>-0.2</td> <td>-0.4</td> <td>-0.2</td> <td>-0.6</td> </tr> <tr> <td>High Rise (&gt;7 stories)</td> <td>N/A</td> <td>N/A</td> <td>+1.0</td> <td>+1.0</td> <td>N/A</td> <td>+1.0</td> <td>+1.2</td> <td>+1.0</td> <td>0.0</td> <td>-0.4</td> <td>N/A</td> <td>-0.2</td> <td>N/A</td> <td>0.0</td> <td>N/A</td> </tr> <tr> <td>Vertical Irregularity</td> <td>-4.0</td> <td>-3.0</td> <td>-2.0</td> <td>-2.0</td> <td>N/A</td> <td>-2.0</td> <td>-2.0</td> <td>-1.5</td> <td>-2.0</td> <td>-2.0</td> <td>N/A</td> <td>-1.5</td> <td>-2.0</td> <td>-1.5</td> <td>-1.5</td> </tr> <tr> <td>Plan Irregularity</td> <td>-0.8</td> <td>-0.8</td> <td>-0.8</td> <td>-0.8</td> <td>-0.8</td> <td>-0.8</td> <td>-0.8</td> <td>-0.8</td> <td>-0.8</td> <td>-0.8</td> <td>-0.8</td> <td>-0.8</td> <td>-0.8</td> <td>-0.8</td> <td>-0.8</td> </tr> <tr> <td>Pre-Code</td> <td>N/A</td> <td>N/A</td> <td>N/A</td> <td>N/A</td> <td>N/A</td> <td>N/A</td> <td>N/A</td> <td>N/A</td> <td>N/A</td> <td>N/A</td> <td>N/A</td> <td>N/A</td> <td>N/A</td> <td>N/A</td> <td>N/A</td> </tr> <tr> <td>Post-Benchmark</td> <td>0.0</td> <td>+0.2</td> <td>+0.4</td> <td>+0.6</td> <td>N/A</td> <td>+0.6</td> <td>N/A</td> <td>+0.6</td> <td>+0.4</td> <td>N/A</td> <td>+0.2</td> <td>N/A</td> <td>+0.2</td> <td>+0.4</td> <td>+0.4</td> </tr> <tr> <td>Soil Type C</td> <td>-0.4</td> <td>-0.4</td> <td>-0.8</td> <td>-0.4</td> <td>-0.4</td> <td>-0.4</td> <td>-0.4</td> <td>-0.6</td> <td>-0.4</td> <td>-0.4</td> <td>-0.4</td> <td>-0.2</td> <td>-0.4</td> <td>-0.2</td> <td>-0.4</td> </tr> <tr> <td>Soil Type D</td> <td>-1.0</td> <td>-0.8</td> <td>-1.4</td> <td>-1.2</td> <td>-1.0</td> <td>-1.4</td> <td>-0.8</td> <td>-1.4</td> <td>-0.8</td> <td>-0.8</td> <td>-0.8</td> <td>-1.0</td> <td>-0.8</td> <td>-0.8</td> <td>-0.8</td> </tr> <tr> <td>Soil Type E</td> <td>-1.8</td> <td>-2.0</td> <td>-2.0</td> <td>-2.0</td> <td>-2.0</td> <td>-2.2</td> <td>-2.0</td> <td>-2.0</td> <td>-2.0</td> <td>-2.0</td> <td>-1.8</td> <td>-2.0</td> <td>-1.4</td> <td>-1.6</td> <td>-1.4</td> </tr> </tbody> </table>	BUILDING TYPE	W1	W2	S1 (MRF)	S2 (BR)	S3 (LM)	S4 (RC SW)	S5 (URM INF)	C1 (MRF)	C2 (SW)	C3 (URM INF)	PC1 (TU)	PC2	RM1 (FD)	RM2 (RD)	URM	Basic Score	7.4	6.0	4.6	4.8	4.6	4.8	5.0	4.4	4.8	4.4	4.4	4.6	4.8	4.6	4.6	Mid Rise (4 to 7 stories)	N/A	N/A	+0.2	+0.4	N/A	+0.2	-0.2	+0.4	-0.2	-0.4	N/A	-0.2	-0.4	-0.2	-0.6	High Rise (>7 stories)	N/A	N/A	+1.0	+1.0	N/A	+1.0	+1.2	+1.0	0.0	-0.4	N/A	-0.2	N/A	0.0	N/A	Vertical Irregularity	-4.0	-3.0	-2.0	-2.0	N/A	-2.0	-2.0	-1.5	-2.0	-2.0	N/A	-1.5	-2.0	-1.5	-1.5	Plan Irregularity	-0.8	-0.8	-0.8	-0.8	-0.8	-0.8	-0.8	-0.8	-0.8	-0.8	-0.8	-0.8	-0.8	-0.8	-0.8	Pre-Code	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	Post-Benchmark	0.0	+0.2	+0.4	+0.6	N/A	+0.6	N/A	+0.6	+0.4	N/A	+0.2	N/A	+0.2	+0.4	+0.4	Soil Type C	-0.4	-0.4	-0.8	-0.4	-0.4	-0.4	-0.4	-0.6	-0.4	-0.4	-0.4	-0.2	-0.4	-0.2	-0.4	Soil Type D	-1.0	-0.8	-1.4	-1.2	-1.0	-1.4	-0.8	-1.4	-0.8	-0.8	-0.8	-1.0	-0.8	-0.8	-0.8	Soil Type E	-1.8	-2.0	-2.0	-2.0	-2.0	-2.2	-2.0	-2.0	-2.0	-2.0	-1.8	-2.0	-1.4	-1.6	-1.4														
BUILDING TYPE	W1	W2	S1 (MRF)	S2 (BR)	S3 (LM)	S4 (RC SW)	S5 (URM INF)	C1 (MRF)	C2 (SW)	C3 (URM INF)	PC1 (TU)	PC2	RM1 (FD)	RM2 (RD)	URM																																																																																																																																																																															
Basic Score	7.4	6.0	4.6	4.8	4.6	4.8	5.0	4.4	4.8	4.4	4.4	4.6	4.8	4.6	4.6																																																																																																																																																																															
Mid Rise (4 to 7 stories)	N/A	N/A	+0.2	+0.4	N/A	+0.2	-0.2	+0.4	-0.2	-0.4	N/A	-0.2	-0.4	-0.2	-0.6																																																																																																																																																																															
High Rise (>7 stories)	N/A	N/A	+1.0	+1.0	N/A	+1.0	+1.2	+1.0	0.0	-0.4	N/A	-0.2	N/A	0.0	N/A																																																																																																																																																																															
Vertical Irregularity	-4.0	-3.0	-2.0	-2.0	N/A	-2.0	-2.0	-1.5	-2.0	-2.0	N/A	-1.5	-2.0	-1.5	-1.5																																																																																																																																																																															
Plan Irregularity	-0.8	-0.8	-0.8	-0.8	-0.8	-0.8	-0.8	-0.8	-0.8	-0.8	-0.8	-0.8	-0.8	-0.8	-0.8																																																																																																																																																																															
Pre-Code	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A																																																																																																																																																																															
Post-Benchmark	0.0	+0.2	+0.4	+0.6	N/A	+0.6	N/A	+0.6	+0.4	N/A	+0.2	N/A	+0.2	+0.4	+0.4																																																																																																																																																																															
Soil Type C	-0.4	-0.4	-0.8	-0.4	-0.4	-0.4	-0.4	-0.6	-0.4	-0.4	-0.4	-0.2	-0.4	-0.2	-0.4																																																																																																																																																																															
Soil Type D	-1.0	-0.8	-1.4	-1.2	-1.0	-1.4	-0.8	-1.4	-0.8	-0.8	-0.8	-1.0	-0.8	-0.8	-0.8																																																																																																																																																																															
Soil Type E	-1.8	-2.0	-2.0	-2.0	-2.0	-2.2	-2.0	-2.0	-2.0	-2.0	-1.8	-2.0	-1.4	-1.6	-1.4																																																																																																																																																																															
<b>FINAL SCORE, S</b>																																																																																																																																																																																														
<p><b>COMMENTS</b></p>															<p><b>Detailed Evaluation Required</b></p> <p>YES NO</p>																																																																																																																																																																															

\* = Estimated, subjective, or unreliable data  
 DNK = Do Not Know  
 BR = Braced frame    MRF = Moment-resisting frame    SW = Shear wall  
 FD = Flexible diaphragm    RC = Reinforced concrete    TU = Tilt up  
 LM = Light metal    RD = Rigid diaphragm    URM INF = Unreinforced masonry infill

Tablo 2.18. Bilgi toplama formu (orta sismik hareketlilik) (FEMA-154 DATA COLLECTION FORM, 2006)

**Rapid Visual Screening of Buildings for Potential Seismic Hazards**

FEMA-154 Data Collection Form

**MODERATE Seismicity**

<p>Scale: _____</p>	<p>Address: _____ Zip _____</p> <p>Other Identifiers _____</p> <p>No. Stories _____ Year Built _____</p> <p>Screener _____ Date _____</p> <p>Total Floor Area (sq. ft.) _____</p> <p>Building Name _____</p> <p>Use _____</p> <div style="text-align: center; margin-top: 50px;"> <p><b>PHOTOGRAPH</b></p> </div>														
<b>OCCUPANCY</b>	<b>SOIL TYPE</b>	<b>FALLING HAZARDS</b>													
Assembly Commercial Emer. Services	A Hard Rock	<input type="checkbox"/> Unreinforced Chimneys													
Govt Historic Industrial	B Avg. Rock	<input type="checkbox"/> Parapets													
Office Residential School	C Dense Soil	<input type="checkbox"/> Cladding													
Number of Persons 0 - 10    11 - 100 101-1000    1000+	D Stiff Soil	<input type="checkbox"/> Other:													
E Soft Soil	F Poor Soil														
<b>BASIC SCORE, MODIFIERS, AND FINAL SCORE, S</b>															
<b>BUILDING TYPE</b>	<b>W1</b>	<b>W2</b>	<b>S1 (MRF)</b>	<b>S2 (BR)</b>	<b>S3 (LM)</b>	<b>S4 (RC SW)</b>	<b>S5 (URM INF)</b>	<b>C1 (MRF)</b>	<b>C2 (SW)</b>	<b>C3 (URM INF)</b>	<b>PC1 (TU)</b>	<b>PC2</b>	<b>RM1 (FD)</b>	<b>RM2 (RD)</b>	<b>URM</b>
Basic Score	5.2	4.8	3.6	3.6	3.8	3.6	3.6	3.0	3.6	3.2	3.2	3.2	3.6	3.4	3.4
Mid Rise (4 to 7 stories)	N/A	N/A	+0.4	+0.4	N/A	+0.4	+0.4	+0.2	+0.4	+0.2	N/A	+0.4	+0.4	+0.4	-0.4
High Rise (>7 stories)	N/A	N/A	+1.4	+1.4	N/A	+1.4	+1.4	+0.8	+0.5	+0.8	+0.4	N/A	+0.6	N/A	+0.6
Vertical Irregularity	-3.5	-3.0	-2.0	-2.0	N/A	-2.0	-2.0	-2.0	-2.0	-2.0	N/A	-1.5	-2.0	-1.5	-1.5
Plan Irregularity	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5
Pre-Code	0.0	-0.2	-0.4	-0.4	-0.4	-0.4	-0.4	-0.2	-1.0	-0.4	-1.0	-0.2	-0.4	-0.4	-0.4
Post-Benchmark	+1.6	+1.6	+1.4	+1.4	N/A	+1.2	N/A	+1.2	+1.6	N/A	+1.8	N/A	2.0	+1.8	N/A
Soil Type C	-0.2	-0.8	-0.6	-0.8	-0.6	-0.8	-0.8	-0.6	-0.8	-0.6	-0.6	-0.6	-0.8	-0.6	-0.4
Soil Type D	-0.6	-1.2	-1.0	-1.2	-1.0	-1.2	-1.2	-1.0	-1.2	-1.0	-1.0	-1.2	-1.2	-1.2	-0.8
Soil Type E	-1.2	-1.8	-1.6	-1.6	-1.6	-1.6	-1.6	-1.6	-1.6	-1.6	-1.6	-1.6	-1.6	-1.6	-1.6
<b>FINAL SCORE S</b>															
<b>COMMENTS</b>														<b>Detailed Evaluation Required</b>	
														<b>YES NO</b>	

\* = Estimated, subjective, or unreliable data  
DNK = Do Not Know

BR = Braced frame  
FD = Flexible diaphragm  
LM = Light metal

MRF = Moment-resisting frame  
RC = Reinforced concrete  
RD = Rigid diaphragm

SW = Shear wall  
TU = Tilt up  
URM INF = Unreinforced masonry infill

Tablo 2.19. Bilgi toplama formu (yüksek sismik hareketlilik) (FEMA-154 DATA COLLECTION FORM, 2006)

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

<p>Scale: _____</p>	Address: _____ Zip _____ Other Identifiers _____ No. Stories _____ Year Built _____ Screener _____ Date _____ Total Floor Area (sq. ft.) _____ Building Name _____ Use _____														
PHOTOGRAPH															
<b>OCCUPANCY</b>	<b>SOIL TYPE</b>	<b>FALLING HAZARDS</b>													
Assembly Commercial Emer. Services	Govt Historic Industrial	Office Residential School													
Number of Persons 0 – 10    11 – 100 101-1000    1000+	A Hard Rock    B Avg. Rock    C Dense Soil    D Stiff Soil    E Soft Soil    F Poor Soil	<input type="checkbox"/> Unreinforced Chimneys <input type="checkbox"/> Parapets <input type="checkbox"/> Cladding <input type="checkbox"/> Other: _____													
<b>BASIC SCORE, MODIFIERS, AND FINAL SCORE, S</b>															
<b>BUILDING TYPE</b>	<b>W1</b>	<b>W2</b>	<b>S1 (MRF)</b>	<b>S2 (BR)</b>	<b>S3 (LM)</b>	<b>S4 (RC SW)</b>	<b>S5 (URM INF)</b>	<b>C1 (MRF)</b>	<b>C2 (SW)</b>	<b>C3 (URM INF)</b>	<b>PC1 (TU)</b>	<b>PC2</b>	<b>RM1 (FD)</b>	<b>RM2 (RD)</b>	<b>URM</b>
Basic Score	4.4	3.8	2.8	3.0	3.2	2.8	2.0	2.5	2.8	1.6	2.6	2.4	2.8	2.8	1.8
Mid Rise (4 to 7 stories)	N/A	N/A	+0.2	+0.4	N/A	+0.4	+0.4	+0.4	+0.4	+0.2	N/A	+0.2	+0.4	+0.4	0.0
High Rise (> 7 stories)	N/A	N/A	+0.6	+0.8	N/A	+0.8	+0.8	+0.6	+0.8	+0.3	N/A	+0.4	N/A	+0.6	N/A
Vertical Irregularity	-2.5	-2.0	-1.0	-1.5	N/A	-1.0	-1.0	-1.5	-1.0	-1.0	N/A	-1.0	-1.0	-1.0	-1.0
Plan irregularity	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5
Pre-Code	0.0	-1.0	-1.0	-0.8	-0.6	-0.8	-0.2	-1.2	-1.0	-0.2	-0.8	-0.8	-1.0	-0.8	-0.2
Post-Benchmark	+2.4	+2.4	+1.4	+1.4	N/A	+1.6	N/A	+1.4	+2.4	N/A	+2.4	N/A	+2.8	+2.6	N/A
Soil Type C	0.0	-0.4	-0.4	-0.4	-0.4	-0.4	-0.4	-0.4	-0.4	-0.4	-0.4	-0.4	-0.4	-0.4	-0.4
Soil Type D	0.0	-0.8	-0.6	-0.6	-0.6	-0.6	-0.4	-0.6	-0.6	-0.4	-0.6	-0.6	-0.6	-0.6	-0.6
Soil Type E	0.0	-0.8	-1.2	-1.2	-1.0	-1.2	-0.8	-1.2	-0.8	-0.8	-0.4	-1.2	-0.4	-0.6	-0.8
<b>FINAL SCORE, S</b>															
<b>COMMENTS</b>														<b>Detailed Evaluation Required</b>  YES    NO	

\* = Estimated, subjective, or unreliable data    DNK = Do Not Know    BR = Braced frame    MRF = Moment-resisting frame    SW = Shear wall  
 FD = Flexible diaphragm    RC = Reinforced concrete    TU = Tilt up  
 LM = Light metal    RD = Rigid diaphragm    URM INF = Unreinforced masonry infill

Tablo 2.20. Bilgi toplama formu (FEMA-154 DATA COLLECTION FORM, 2006)

**Rapid Visual Screening of Buildings for Potential Seismic Hazards (FEMA 154)**  
Quick Reference Guide (for use with Data Collection Form)

<b>1. Model Building Types and Critical Code Adoption and Enforcement Dates</b>		<b>Year Seismic Codes Initially Adopted and Enforced*</b>	<b>Benchmark Year when Codes Improved</b>
<b>Structural Types</b>			
W1	Light wood frame, residential or commercial, ≤ 5000 square feet	_____	_____
W2	Wood frame buildings, > 5000 square feet.	_____	_____
S1	Steel moment-resisting frame	_____	_____
S2	Steel braced frame	_____	_____
S3	Light metal frame	_____	_____
S4	Steel frame with cast-in-place concrete shear walls	_____	_____
S5	Steel frame with unreinforced masonry infill	_____	_____
C1	Concrete moment-resisting frame	_____	_____
C2	Concrete shear wall	_____	_____
C3	Concrete frame with unreinforced masonry infill	_____	_____
PC1	Tilt-up construction	_____	_____
PC2	Precast concrete frame	_____	_____
RM1	Reinforced masonry with flexible floor and roof diaphragms	_____	_____
RM2	Reinforced masonry with rigid diaphragms	_____	_____
URM	Unreinforced masonry bearing-wall buildings	_____	_____
*Not applicable in regions of low seismicity			

<b>2. Anchorage of Heavy Cladding</b>	
Year in which seismic anchorage requirements were adopted:	_____

<b>3. Occupancy Loads</b>			
<b>Use</b>	<b>Square Feet, Per Person</b>	<b>Use</b>	<b>Square Feet, Per Person</b>
Assembly	varies, 10 minimum	Industrial	200-500
Commercial	50-200	Office	100-200
Emergency Services	100	Residential	100-300
Government	100-200	School	50-100

<b>4. Score Modifier Definitions</b>	
<i>Mid-Rise:</i>	4 to 7 stories
<i>High-Rise:</i>	8 or more stories
<i>Vertical Irregularity:</i>	Steps in elevation view; inclined walls; building on hill; soft story (e.g., house over garage); building with short columns; unbraced cripple walls.
<i>Plan Irregularity</i>	Buildings with re-entrant corners (L, T, U, E, + or other irregular building plan); buildings with good lateral resistance in one direction but not in the other direction; eccentric stiffness in plan, (e.g. corner building, or wedge-shaped building, with one or two solid walls and all other walls open).
<i>Pre-Code:</i>	Building designed and constructed prior to the year in which seismic codes were first adopted and enforced in the jurisdiction; use years specified above in Item 1; default is 1941, except for PC1, which is 1973.
<i>Post-Benchmark:</i>	Building designed and constructed after significant improvements in seismic code requirements (e.g., ductile detailing) were adopted and enforced; the benchmark year when codes improved may be different for each building type and jurisdiction; use years specified above in Item 1 (see Table 2-2 of FEMA 154 <i>Handbook</i> for additional information).
<i>Soil Type C:</i>	Soft rock or very dense soil; S-wave velocity: 1200 – 2500 ft/s; blow count > 50; or undrained shear strength > 2000 psf.
<i>Soil Type D:</i>	Stiff soil; S-wave velocity: 600 – 1200 ft/s; blow count: 15 – 50; or undrained shear strength: 1000 – 2000 psf.
<i>Soil Type E:</i>	Soft soil; S-wave velocity < 600 ft/s; or more than 100 ft of soil with plasticity index > 20, water content > 40%, and undrained shear strength < 500 psf.

Temel yapısal risk puanı belirlendikten sonra tablo (2.10-2.16)'de sunulan yapının deprem davranışını etkileyen faktörlere ait düzeltme puanları eklenerek Sonuç Yapı Puanı ( $S$ ) elde edilir. Bu puan yapının olası bir deprem etkisinde göstereceği davranışı belirtmektedir. Hesaplanan  $S$  puanının yüksek çıkması ( $S > 2$ ), olası bir deprem etkisine maruz kalan yapının taşıyıcı sisteminin güvenli olabileceği anlamını taşımaktadır. Ancak, hesaplanan  $S$  puanı düşük çıkarsa ( $S < 2$ ), binanın risk altında olduğu dolayısıyla ayrıntılı bir incelemeye tabi tutulması gerektiği ortaya çıkmaktadır (Temür, 2006).

#### 2.4. Yakut Yöntemi

Bu yöntemin uygulanabilmesi için gerekli olan bilgiler taşıyıcı sistemin zemin kat ölçüleri ve beton dayanımı bilgileridir. Etriye katkısı ihmal edilerek her bir elemanın kesme dayanımı hesaplanmaktadır. Zemin katta tüm kolon ve perde duvarlar için hesaplanan kesme kuvveti kapasiteleri taban kesme kuvveti ile karşılaştırılmaktadır. Taşıyıcı elemanların kesme dayanımlarının hesaplanmasında denklem (2.14) ile verilen bağıntı kullanılmaktadır.

$$V_{ci} = c\alpha f_{ctk} b_w h \quad (2.14)$$

Bağıntıda;

- $V_{ci}$  : Taşıyıcı kolon ve perdelerin kesme dayanımı
- $c$  : Eleman yönü ile ilgili katsayı
- $\alpha$  : Dayanım azaltma katsayısı ve çekme dayanımının kesme dayanımına çevrilmesi sağlayan katsayı ( $\alpha = 0.65$ )
- $f_{ctk}$  : Beton karakteristik çekme dayanımı
- $b_w$  : Taşıyıcı sistem eleman genişliği
- $h$  : Taşıyıcı sistem eleman derinliğini ifade etmektedir.

Eleman yönü ile ilgili katsayı ( $c$ ) belirlenirken dikkat edilmesi gereken iki husus vardır. Kesme dayanımı hesaplanırken, taşıyıcı sistem elemanın uzun yönü hesabın yapıldığı yön ile aynı ise  $c = 2/3$ , eğer aynı yönleri yanı değilse  $c = 1/3$  olarak alınmaktadır. Betonarme perde duvarların uzun yönleri için ise  $c = 1.0$  olarak alınmaktadır.

Bu yöntem binanın akma dayanımının hesap edilmesine dayanmaktadır. Bunun için zemin kattaki her bir taşıyıcı eleman için hesaplanan kesme dayanımları toplanarak bina taban kesme dayanımı ( $V_c$ ) elde edilmektedir. Bu amaçla Düzce depreminden sonra denklem (2.15) geliştirilmiştir.

$$V_y = \frac{V_c}{0.95e^{0.125n}} \quad (2.15)$$

Bağıntıda;

- $V_y$  : Bina akma dayanımı
- $V_c$  : Bina kesme dayanımı
- $n$  : Bina kat adedi

Binada yer alan dolgu duvarların yatay yük taşıma kapasitesine katkısı olduğu için yöntemde bu katkıyı yansıtabilmek için denklem (2.16) kullanılarak dayanım değeri ( $V_{yw}$ ) hesaplanmaktadır.

$$V_{yw} = V_y \left( 46 \frac{A_w}{A_{tf}} + 1 \right) \quad (2.16)$$

Bağıntıda;

- $V_{yw}$  : Dolgu duvarların yatay yük taşıma kapasitesine katkısını içeren dayanım değeri
- $V_y$  : Bina akma dayanımı
- $A_w$  : Boşluksuz dolgu duvarların toplam alanı
- $A_{tf}$  : Binanın zemin kat alanını ifade etmektedir.



Binaların güvenlik derecelerini belirleyebilmek için “Talep Kapasite İndeksi” ( $BCPI$ ) denklem (2.17) kullanılarak hesaplanmaktadır.

$$BCPI = \frac{V_{yw}}{V_{yönetmelik}} \quad (2.17)$$

Talep kapasite indisinin kullanılabilmesi için incelenen binada düzensizlik durumlarının olmaması gerekmektedir. Düzensizliklerin mevcut olması durumunda “Kapasite İndeksi” ( $CPI$ ) denklem (2.18) kullanılarak hesaplanmaktadır.

$$CPI = C_A C_M BCPI \quad (2.18)$$

Bağıntıda;

- $C_A$  : Yapısal düzensizlik katsayısı  
 $C_M$  : İnşaat kalitesi katsayısını ifade etmektedir.

$$C_A = 1 - (C_{AS} + C_{ASC} + C_{AP} + C_{AF}) \quad (2.19)$$

Bağıntıda;

- $C_{AS}$  : Yumuşak kat katsayısı ( $C_{AS} = 0.135$ )  
 $C_{ASC}$  : Kısa kolon katsayısı ( $C_{ASC} = 0.052$ )  
 $C_{AP}$  : Planda düzensizlik ve burulma düzensizliği katsayısı ( $C_{AP} = 0.055$ )  
 $C_{AF}$  : Taşıyıcı sistem elemanlarının planda ve düşeyde süreksizliği düzensizliği katsayısını ( $C_{AF} = 0.035$ ) ifade etmektedir.

Tablo 2.21.  $C_M$  için önerilen değerler

Yapım Kalitesi	$C_M$
İyi	$(1 - C_A)$
Orta	$(1 - C_A)/3$
Kötü	1

*CPI* (kapasite indeksi) güvenlik derecesini göstermekte ve bu değerin yüksek olması binaların güvenli olduğu anlamına gelmektedir. Yakut (2004), *CPI* için sınır değeri olarak kabaca 1.2 değerinin kullanılabileceğini belirtmektedir (Özmen, 2005, Yakut, 2004).

## **2.5. Hızlı Durum Tespit (DURTES) Yöntemi**

İstanbul Üniversitesi Mühendislik Fakültesi tarafından İstanbul ili Bakırköy ilçesindeki mevcut yapı stoku için deprem güvenliği analizi çalışmaları yapılmıştır. Bu çalışma kapsamında 10 bin adet civarında binanın yapı durum tespiti ile ilgili detaylı incelemeler yapılmıştır. Mevcut yapıların deprem performanslarını belirlemek için hızlı değerlendirme yapan yeni bir algoritma ve DURTES ismi verilen bilgisayar programı kullanılmış ve geliştirilmiştir (Çelik ve diğerleri, 2003). DURTES yönteminin kapsamında yapıların özelliklerinin belirlendiği bir anket (Tablo 2.20- 2.22), anket verilerinin DURTES yazılımına aktarılması ve yapı ile ilgili yapılması gereken analizler bulunmaktadır.

Tablo 2.20- 2.22'de sunulan anket formlarında bina ağırlığı ve spektral ivme değerlerine bağlı olarak muhtemel bir deprem etkisinde binaların maruz kalacağı yatay deprem yükleri elde edilmektedir. Ayrıca binalarda yatay kesit alanları ve mukavemet özellikleri esas alınarak mevcut binaların taşıyabileceği deprem yükü belirlenmektedir (Keleşoğlu, 2003).

Tablo 2.22. DURTES veri toplama formu (Sayfa 1) (Yıldızlar v.d., 2002)

<b>YAPININ KOD NUMARASI : [ _____ ]</b>		<b>SAYFA 1/3</b>		
<b>1-) DEĞERLENDİRME TARİHİ (GÜN / AY) ----:</b>				
Yapının projesi var mı -----: Evet [ <input type="checkbox"/> ], Hayır [ <input type="checkbox"/> ]				
Kat alanı = [ _____ ] (m <sup>2</sup> )				
<b>2-) DEĞERLENDİRENLER</b>				
	İsim	Soyad	Grup No:	İmza
1				
2				
3				
<b>3-) YAPININ ADRESİ</b>				
Pafta No:		Ada No:		Parsel No:
Site		Mahalle		
Cadde		Sokak		
Blok / No :		P.K. – Semt		
Yönetici / İlgili	İsim		Telefon	
	Soyad		İmza	
Benzer Binaların Kod Numaraları				
<b>4-) YAPI HAKKINDA GENEL BİLGİLER</b>				
Yapının yaşı : _____				
Marmara Depremi öncesi ONARIM gördümü : Evet [ <input type="checkbox"/> ], Hayır [ <input type="checkbox"/> ], Kozmetik onarım [ <input type="checkbox"/> ]				
Marmara Depremi sonrası ONARIM gördümü : Evet [ <input type="checkbox"/> ], Hayır [ <input type="checkbox"/> ], Kozmetik onarım [ <input type="checkbox"/> ]				
Bodrum katı adedi : [ _____ ], Kat yükseklikleri : [ _____, _____, _____ ] (m)				
Normal kat adedi : [ _____ ], Kat yükseklikleri : [ _____, _____, _____, _____ ] (m)				
Çatı katı varsa: Kat Yüksekliği : [ _____ ] (m). Alanının normal kat alanına oranı [ _____ ]				
Yapıda en büyük açıklık : [ _____ ] (m)				
Ortalama kat ağırlığı (m <sup>2</sup> de toplam yük) : 600 [ <input type="checkbox"/> ], 800 [ <input type="checkbox"/> ], 1000 [ <input type="checkbox"/> ], 1200 [ <input type="checkbox"/> ], 1400 [ <input type="checkbox"/> ], 1600 [ <input type="checkbox"/> ], (kg/m <sup>2</sup> )				
Komşu yapılarla maksimum kat seviyesi farkı -----: [ _____ ] (m)				
Dilatasyon yeterlimi : Evet [ <input type="checkbox"/> ], Hayır [ <input type="checkbox"/> ], Belirsiz [ <input type="checkbox"/> ]				
<b>5-) ŞARTNAME KATSAYILARI</b>				
Deprem bölgesi -----: 1-[ <input type="checkbox"/> ], 2-[ <input type="checkbox"/> ], 3-[ <input type="checkbox"/> ], 4-[ <input type="checkbox"/> ]				
Bina kullanım türü ve önem katsayısı- : 1.0-[ <input type="checkbox"/> ], 1.2-[ <input type="checkbox"/> ], 1.4-[ <input type="checkbox"/> ], 1.5-[ <input type="checkbox"/> ]				
Bina kullanım türünü yazınız -----: [ _____ ]				
Yerel zemin sınıfı : Z1-[ <input type="checkbox"/> ], Z2-[ <input type="checkbox"/> ], Z3-[ <input type="checkbox"/> ], Z4-[ <input type="checkbox"/> ], {Diğer (Z5) [ <input type="checkbox"/> ], TA : [ <input type="checkbox"/> ], TB : [ <input type="checkbox"/> ]}				
Yapı davranış katsayısı (R) : [ _____ ], Nedeni : [ _____ ]				
<b>6-) TAŞIYICI SİSTEM ÖZELLİKLERİ</b>				
Türü : Betonarme çerçeve [ <input type="checkbox"/> ], Betonarme çerçeve+Perde duvar [ <input type="checkbox"/> ], Perde [ <input type="checkbox"/> ],				
Yığma [ <input type="checkbox"/> ], Çelik [ <input type="checkbox"/> ], Ahşap [ <input type="checkbox"/> ],				
Diğer Belirtiniz [ _____ ]				
Döşeme sistemi her katta aynı mı? : Evet [ <input type="checkbox"/> ], Hayır [ <input type="checkbox"/> ]				
Döşeme tipi: Kirişli [ <input type="checkbox"/> ], Asmolen [ <input type="checkbox"/> ], Dişli [ <input type="checkbox"/> ], Mantar [ <input type="checkbox"/> ], Kaset [ <input type="checkbox"/> ], Diğer [ _____ ]				
Temel sistemi: Tekil [ <input type="checkbox"/> ], Sürekli [ <input type="checkbox"/> ], Radye [ <input type="checkbox"/> ], Kazıklı [ <input type="checkbox"/> ], Diğer [ _____ ]				
Bodrum varsa dış duvarları :				
Beton perde [ <input type="checkbox"/> ], Taş duvar [ <input type="checkbox"/> ], Beton briket [ <input type="checkbox"/> ], Dolu tuğla [ <input type="checkbox"/> ], Delikli tuğla [ <input type="checkbox"/> ], Diğer [ _____ ]				
Bölme duvarlar :				
Beton perde [ <input type="checkbox"/> ], Taş duvar [ <input type="checkbox"/> ], Beton briket [ <input type="checkbox"/> ], Dolu tuğla [ <input type="checkbox"/> ], Delikli tuğla [ <input type="checkbox"/> ], Diğer [ _____ ]				
Bölme duvarlar sıvalı mı? : Evet [ <input type="checkbox"/> ], Hayır [ <input type="checkbox"/> ]				
Yığma yapı ise taşıyıcı duvarlar yönetmeliğe uygun mu? : Evet [ <input type="checkbox"/> ], Hayır [ <input type="checkbox"/> ]				

Tablo 2.23. DURTES veri toplama formu (Sayfa 2) (Yıldızlar v.d., 2002)

<b>YAPININ KOD NUMARASI : [ _____ ]</b>		<b>SAYFA 2/3</b>					
<b>7-) BETONARME BİNALARDA MALZEME ÖZELLİKLERİ</b>							
Boyuna donatı----- : STI [    ], STIII Düz [    ], STIII Nervürlü [    ] . Diğer [    ]							
Enine donatı (etriye)--- : STI [    ], STIII Düz [    ], STIII Nervürlü [    ] . Diğer [    ]							
Yapıda ortalama beton dayanımı----- : [    ] (kg/cm <sup>2</sup> )							
En ağır hasarlı kat kolonlarında ortalama beton dayanımı---- : [    ] (kg/cm <sup>2</sup> )							
Görülen beton işçilik kalitesi (İyi, Orta, Kötü)							
<b>8-) HASAR BELİRLEME</b>							
Katlar arasında rölatif kalıcı yanal öteleme --- : [    ] (cm)							
En büyük öteleme / Kat yüksekliği (oranı) --- : [    ]							
<b>En ağır hasarlı kattaki kolonlara ait kesit alanları (cm<sup>2</sup>)</b>							
Toplam	Ağır hasarlı	Orta hasarlı	Hafif hasarlı				
<b>En ağır hasarlı kattaki perde duvarlara ait kesit alanları (cm<sup>2</sup>)</b>							
Toplam	Ağır hasarlı	Orta hasarlı	Hafif hasarlı				
<b>En ağır hasarlı kattaki yapı elemanlarında hasarlı kesit / Toplam kesit oranı</b>							
Kirişlerde							
Döşemelerde							
Merdivenlerde							
<b>Temelde hasar</b>							
Var [    ], Yok [    ], Belirlenemedi [    ], Deformasyon var [    ] Hasar varsa oranı [    ]							
Yığma yapı ise taşıyıcı duvarlarda hasar oranı							
<b>9-) KUSUR BELİRLEME</b>							
Kısa kolon problemi var mı?----- : Evet [    ], Hayır [    ]							
Güçlü kiriş zayıf kolon problemi var mı? : Evet [    ], Hayır [    ]							
Asma kat var mı?----- : Evet [    ], Hayır [    ]							
Çıkma kat var mı?----- : Evet [    ], Hayır [    ], Varsa normal kata oranı [    ] .							
<b>Düzensizlik Problemi varsa ilgili düzensizlikleri işaretleyiniz</b>							
Yok [    ], A1 [    ], A2.I [    ], A2.II [    ], A2.III [    ], A3 [    ], A4 [    ], B1 [    ], B2 [    ], B3 [    ]							
<b>Malzeme detay ve işçilik kusurları</b>							
	Yetersiz Dayanım	Yetersiz rijitlik	Yetersiz süneklik	Yetersiz malzeme	Yanlış detay	Kötü malzeme	Kötü işçilik
Bina genelinde							
Boyuna donatı							
Etriye							
Beton							
<b>Etriye sıklaştırması</b>							
	İyi	Orta	Kötü				
Kolonlarda							
Kirişlerde							

Tablo 2.24. DURTES veri toplama formu (Sayfa 3) (Yıldızlar v.d., 2002)

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

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

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

Güvenlik yeterli onarım güçlendirme gerekmez [ ]

Güvenlik yetersiz. Aşağıdaki önlemlerle sonuç alınabilir  
 Yük sınırlaması [ ], Kullanım değişikliği [ ], Kat azaltması [ ], Diğer [ \_\_\_\_\_ ]

Güvenlik yetersiz. Aşağıda tanımlanan Onarım/Güçlendirmeler gerekli  
 Dolgu çerçeve--- [ ], Beton kolon mantolama [ ], Çelik kolon mantolama- [ ],  
 Kiriş onarımı---- [ ], Döşeme onarımı----- [ ],  
 Diğer----- [ \_\_\_\_\_ ]

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

Toplam kat alanı = [ \_\_\_\_\_ ] (m<sup>2</sup>)  
 X ekseninde toplam kesit alanı [ΣPerde+ΣKolon+0.15\*ΣDuvar(boşluklar hariç)]=[ \_\_\_\_\_ ] (m<sup>2</sup>)  
 Y ekseninde toplam kesit alanı [ΣPerde+ΣKolon+0.15\*ΣDuvar(boşluklar hariç)]=[ \_\_\_\_\_ ] (m<sup>2</sup>)  
 Simetri eksenleri var mı? ( X<sub>ALT</sub>[ ], X<sub>ÜST</sub>[ ], Y<sub>SOL</sub>[ ], Y<sub>SAG</sub>[ ])

Bu yöntemde zemin kat röleve çalışmaları yapılan binalara Yapısal Emniyet Faktörü yaklaşımı uygulanabilmektedir. Taşıyıcı sisteme ait veriler ve yapının türüne ait DURTES program ile istenen bilgiler beraber kullanılarak binaya gelen deprem yükü ile binadaki yatay taşıyıcı kesitle taşınabilen deprem yükü karşılaştırılmaktadır. Yapısal emniyet faktörü bu karşılaştırma ile belirlenmektedir ve bu faktör bağıntı (2.20) ile sunulmuştur.

$$GS = \frac{V}{V_t} \quad (2.20)$$

Bağıntıda;

- $GS$  : Yapıdaki minimum yatay taşıyıcı kesitle taşınabilen deprem yükü  
 $V$  : Yapıya gelen toplam deprem yükü  
 $V_t$  : Yapıya gelen deprem yükü (Yapıya ve zemine ait özelliklerin ortak bir fonksiyonudur) ile ifade edilmektedir.

Yapı puanı çeşitli yapısal özelliklerin fonksiyonu olup bağıntı (2.21) ile sunulmuştur.

$$Puan = f(\text{yaş, taşıyıcı sistem özellikleri, işçilik kalitesi, malzeme özellikleri, kusurlar, hasarlar, geçmiş onarımlar, vb.}) \quad (2.21)$$

$$GDP = GS \times Puan \quad (2.22)$$

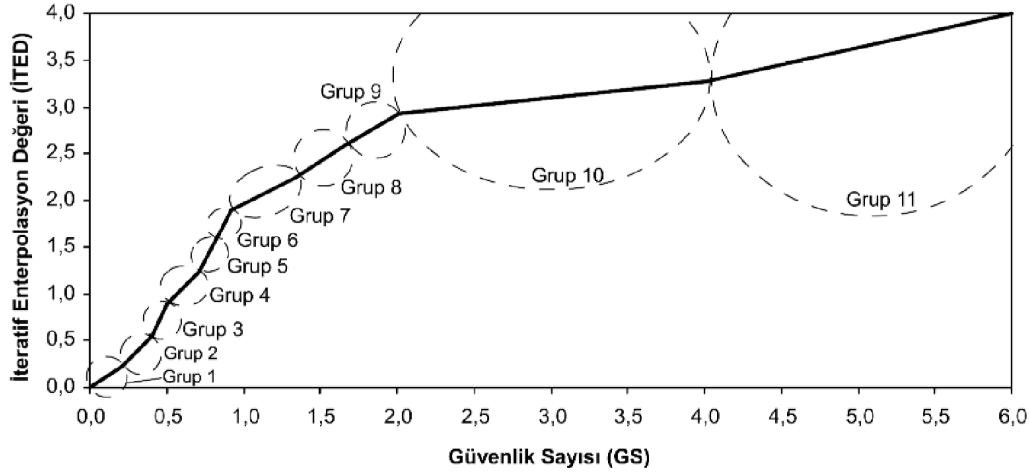
Tahmini yapısal emniyet faktörü yaklaşımı incelenecek mevcut yapı stokunun çok büyük olması durumunda önerilmektedir. Bu yaklaşımda 1 m<sup>2</sup> alana gelen deprem yükü ( $V_0$ ) değeri bağıntı (2.23) de verilmektedir.

$$V_0 = \frac{V_t}{\text{Kat alanı} \times \text{kat adeti}} \quad (2.23)$$

İteratif enterpolasyon değeri (İTED) (2.24) kullanılarak hesaplanmaktadır.

$$\dot{I}TED = \frac{1}{V_0} \times Puan \quad (2.24)$$

Rölevesiz bir yapı için hesaplanan (İTED) değeri ve Şekil (2.1) eğrisinden güvenlik sayısı belirlenmektedir.



Şekil 2.1. İTED ve güvenlik sayısı arasındaki ilişki (Keleşoğlu ve diğerleri 2003)

Rölevesiz bir yapı için geçerli olacak olan Göreceli Durum Tespit Puanı (GDP) bağıntı (2.25) ile elde edilmektedir.

$$GDP = GS \times Puan \quad (2.25)$$

DURTES yönteminde göreceli durum tespit puanı kullanılarak incelenen binanın risk seviyesi belirlenmektedir (Tablo 2.25) (Temür, 2006).

Tablo 2.25. Binaların hasar risk sınıflandırma kriterleri

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

## 2.6. İstanbul Deprem Master Planında Önerilen Hızlı Değerlendirme Yöntemleri

İstanbul Deprem Master Planı'nın ana temasında, mevcut binaların deprem etkisinde gösterecekleri dayanımlarının belirlenmesi ve yetersiz dayanıma sahip binaların güçlendirilmesi yer almaktadır. Master planda inceleme konusu olarak İstanbul İli seçilmiştir. Mevcut yapı stokunun çok olması ve binaların birçoğunun projelerinin mevcut olmaması nedeniyle her bir binanın ayrıntılı olarak incelenmesinin çok zaman ve emek gerektirdiği, bu nedenle mevcut yapıların kademeli olarak değerlendirilmesinin uygun olacağı belirtilmiştir. Bu planda 3 kademeli inceleme sunulmuştur.

1. Birinci Kademe Değerlendirme (Sokak Taraması)
2. İkinci Kademe Değerlendirme (Ön değerlendirme)
3. Üçüncü Kademe Değerlendirme (Ayrıntılı İnceleme, Kapsamlı Değerlendirme)

Master planında yer alan bu kademeli değerlendirmede her bir kademe de birçok üniversitenin farklı yöntemleri sunulmuştur. Bu tez çalışmasında master planında yer alan yöntemlerden sadece birinci kademe değerlendirme yöntemleri hakkında kısa bilgi verilecektir.

### 2.6.1. Birinci kademe değerlendirme (sokak taraması)

Birinci kademe değerlendirmesi için Orta Doğu Teknik Üniversitesi (ODTÜ), Boğaziçi Üniversitesi (BÜ) ve Yıldız Teknik Üniversitesi (YTÜ) farklı yöntemler sunmuşlardır.



Tablo 2.26. Birinci kademe değerlendirme yöntemleri

Yöntem 1	1-7 Katlı betonarme binalar için	ODTÜ
Yöntem 2	1-5 katlı yığma ve karma binalar için	ODTÜ
Yöntem 3		BÜ-YTÜ

### 2.6.1.1. Yöntem 1 (ODTÜ)

Bu yöntemde mevcut binalardan sokak taraması yolu ile elde edilecek sekiz adet girdi bilgisi kullanılarak bina deprem puanı hesaplanmaktadır.

**Kat Adeti** : Temel üzerinde yer alan toplam kat adeti dikkate alınmakta ve çatı katı, bodrum, ara kat varsa tam kat olarak eklenmektedir.

**Yumuşak Kat** : Bir katın rijitlik ve dayanımının diğer katlara oranla daha az olması o katta yumuşak kat düzensizliğine neden olmaktadır ve bu düzensizlik sokaktan kolayca gözlem yoluyla tespit edilebilmektedir.

**Ağır Çıkmalar** : Betonarme binalarda çerçeve sisteminin dışında tasarlanan geniş balkonlar ve kapalı çıkmalar düzensizlik yaratmaktadır. Balkonlarda ağır betonarme parapetlerin yer alması deprem etkisini arttırmaktadır.

**Görünen Yapı Kalitesi** : Binanın yapımında kullanılan malzemenin ve uygulanan işçiliğın kalitesi binanın mevcut kalitesini göstermektedir.

**Kısa Kolon** : Betonarme çerçevelerin yarım yükseklikte bölme duvarlarla doldurulması, merdiven sahanlığında ara kiriş yapılması ve bant pencere uygulaması yapılması kısa kolon oluşumuna neden olmaktadır. Deprem esnasında kısa kolon oluşturulan yerde ağır hasar meydana

gelmektedir.

**Çarpma Etkisi** : Bitişik durumdaki binaların kat sayıları ve kat seviyeleri birbiri ile aynı olmadığı takdirde çarpışma etkisi ortaya çıkmaktadır.

**Tepe/Yamaç Etkisi** : Binanın bir tepenin üzerinde yer alması ya da eğimli bir yamaçta bulunması durumudur.

**Yerel Zemin Koşulları ve Deprem Etkisi** : İstanbul maksimum yer hızına göre 3 farklı tehlike bölgesine ayrılmıştır. Bunlar;

- a) Hız Bölgesi I :  $PGV > 60 \text{ cm/s}$   
 b) Hız Bölgesi II :  $40 < PGV < 60 \text{ cm/s}$   
 c) Hız Bölgesi III :  $PGV < 40 \text{ cm/s}$

Tablo 2.27. Betonarme binaların deprem puanlamasında kullanılan hız bölgesi puanları ve olumsuzluk puanları [İSTANBUL DEPREM MASTER PLANI, 2003]

Kat Adedi	Hız Bölgesi I $PGV > 60 \text{ cm/s}$	Hız Bölgesi II $40 < PGV < 60 \text{ cm/s}$	Hız Bölgesi III $PGV < 40 \text{ cm/s}$	Yumuşak Kat	Ağır Çıkma	Görünen Kalite	Kısa Kolon	Çarpışma Etkisi	Tepe/Yamaç Etkisi
1.2	100	130	150	0	0	-10	-5	0	0
3	90	120	140	-10	-5	-10	-5	-2	0
4	75	100	120	-15	-10	-10	-5	-3	-2
5	65	85	100	-20	-10	-10	-5	-3	-2
7	60	80	90	-20	-10	-10	-5	-3	-2

Tablo 2.28. Betonarme binaların deprem puanlamasında kullanılan olumsuzluk parametreleri

Yumuşak Kat	:	Yok (0)	Var (1)	
Ağır Çıkma	:	Yok (0)	Var (1)	
Görünen Kalite	:	İyi (0)	Orta (1)	Kötü (2)
Kısa Kolon	:	Yok (0)	Var (1)	
Çarpışma Etkisi	:	Yok (0)	Var (1)	
Tepe/Yamaç Etkisi	:	Yok (0)	Var (1)	

1-7 katlı betonarme bir binanın deprem puanı hesaplanırken Tablo 2.27 ve Tablo 2.28 kullanılmaktadır. Tablo 2.27 den binanın kat sayısı ve bulunduğu hız bölgesine göre artı bir puan hesaplanmakta ve bu puan her olumsuzluk parametresi ile azaltılmaktadır. Binanın deprem puanının düşük olması binanın deprem güvenilirliğinin düşük olması, puanın yüksek olması ise binanın deprem güvenilirliğinin yüksek olması anlamına gelmektedir. Binanın deprem puanı denklem (2.26) ile hesaplanmaktadır.

$$Bina\ Deprem\ Puanı = (hız\ bölgesi\ puanı) - \sum_1^5 (olumsuzluk\ parametresi) \times (olumsuzluk\ puanı) \quad (2.26)$$

### 2.6.1.2. Yöntem 2 (ODTÜ)

Bu yöntemde mevcut binalardan sokak taraması yolu ile elde edilecek sekiz adet girdi bilgisi kullanılarak bina deprem puanı hesaplanmaktadır.

Kat Adeti : Temel üzerinde yer alan toplam kat adeti dikkate alınmaktadır.

Görünen Yapı Kalitesi : Binanın yapımında kullanılan malzemenin ve uygulanan işçiliğin kalitesi binanın mevcut kalitesini göstermektedir.

Duvar Boşluk Oranı : Zemin katta yer alan duvar boşluklarının uzunluğu ile cephe uzunluğu karşılaştırılmaktadır.

(Boşluk Oranı Az) :  $Boşluk\ Uzunluğu < \frac{1}{3} Cephe\ Uzunluğu$

(Boşluk Oranı Orta) :  $\frac{1}{3} \text{ Cephe Uzunluğu} < \text{Boşluk Uzunluğu} < \frac{2}{3} \text{ Cephe Uzunluğu}$   
 (Boşluk Oranı Çok) :  $\frac{2}{3} \text{ Cephe Uzunluğu} < \text{Boşluk Uzunluğu}$

**Duvar Boşluk Düzeni** : Yığma ve karma binalarda duvar boşluklarının üst üste gelmesi istenmektedir. Bu düzenli bir durumdur. Duvar boşlukları üst üste gelmediği takdirde düzensiz durum oluşacaktır.

**Çarpışma Etkisi** : Bitişik durumdaki binaların kat sayıları ve kat seviyeleri birbiri ile aynı olmadığı takdirde çarpışma etkisi ortaya çıkmaktadır.

**Yerel Zemin Koşulları ve Deprem Etkisi** : İstanbul maksimum yer hızına göre 3 farklı tehlike bölgesine ayrılmıştır. Bunlar;

- a) Hız Bölgesi I :  $PGV > 60 \text{ cm/s}$   
 b) Hız Bölgesi II :  $40 < PGV < 60 \text{ cm/s}$   
 c) Hız Bölgesi III :  $PGV < 40 \text{ cm/s}$

Tablo 2.29. Yığma ve karma binaların deprem puanlamasında kullanılan hız bölgesi puanları ve olumsuzluk puanları [İSTANBUL DEPREM MASTER PLANI, 2003]

Kat Adedi	Hız Bölgesi I $PGV > 60 \text{ cm/s}$	Hız Bölgesi II $40 < PGV < 60 \text{ cm/s}$	Hız Bölgesi III $PGV < 40 \text{ cm/s}$	Görünen Kalite	Duvar Boşluk Oranı	Duvar Boşluk Düzeni	Çarpışma Etkisi
1.2	100	130	150	-10	-5	-2	0
3	85	110	125	-10	-5	-5	-3
4	70	90	110	-10	-5	-5	-5
5	50	60	70	-10	-5	-5	-5

Tablo 2.30. Yığma ve karma binaların deprem puanlamasında kullanılan olumsuzluk parametreleri

Görünen Kalite	:	İyi (0)	Orta (1)	Kötü (2)
Duvar Boşluk Oranı	:	Az (0)	Orta (1)	Çok (2)
Duvar Boşluk Düzeni		Düzenli (0)	Az Düzenli (1)	Düzensiz (2)
Çarpışma Etkisi	:	Yok (0)	Var (1)	

2 veya daha çok katlı yığma ve karma binaların deprem puanı hesaplanırken Tablo 2.29 ve Tablo 2.30 kullanılmaktadır. Tablo 2.29 den binanın kat sayısı ve bulunduğu hız bölgesine göre artı bir puan hesaplanmakta ve bu puan her olumsuzluk parametresi ile azaltılmaktadır. Binanın deprem puanının düşük olması binanın deprem güvenilirliğinin düşük olması, puanın yüksek olması ise binanın deprem güvenilirliğinin yüksek olması anlamına gelmektedir. Binanın deprem puanı Denklem (2.27) ile hesaplanmaktadır.

$$\text{Bina Deprem Puanı} = (\text{hız bölgesi puanı}) - \sum_{1}^{4} (\text{olumsuzluk parametresi}) \times (\text{olumsuzluk puanı}) \quad (2.27)$$

### 2.6.1.3. Yöntem 3 (BÜ-YTÜ)

Bu yöntemde mevcut binalardan sokak taraması yolu ile elde edilecek on adet girdi bilgisi kullanılarak tepe yer değiştirme kapasitesinin, tepe yer değiştirme istemine oranı bulunarak “kapasite – istem” karşılaştırması yapılmaktadır. Binaların sınıflandırılması “kapasite – istem” karşılaştırmasına göre yapılmaktadır. Sokak taraması yapılırken belirlenmesi gereken girdi bilgileri şunlardır:

1. Binanın koordinatı ve adres bilgileri
2. Binanın dış cepheden çekilmiş elektronik fotoğrafı
3. Binanın yaklaşık olarak taban alanı
4. Binanın bodrum kat hariç toplam kat sayısı

5. Binanın gözlemlenen inşaat kalitesi
6. Binanın komşu yapılarla bitişik veya ayrık nizam olup olmaması
7. Bina komşu yapılarla bitişik nizamda ise;
  - a) Binanın köşede yer alıp almadığı
  - b) Betonarme bir bina ise kat seviyelerinin aynı olup olmadığı
8. Binanın taşıyıcı sistem yapısı (betonarme, yığma- kagir veya ahşap)
9. Betonarme binalarda:
  - a) Cephede kısa kolon düzensizliğinin olup olmadığı
  - b) Zayıf kat düzensizliğinin olup olmadığı
  - c) Zemin katta cephe kolonlarının konsollara oturup oturmadığı
10. Yığma- kagir ve ahşap yapılarda:
  - a) Cephe duvarlarında bulunan duvar boşluklarının oranı
  - b) Cephe duvarlarında bulunan duvar boşluklarının düzenli olup olmadığı

### 2.6.2. İkinci Kademe Değerlendirme (Ön Değerlendirme)

İkinci kademe değerlendirmesi için Orta Doğu Teknik Üniversitesi (ODTÜ), Boğaziçi Üniversitesi (BÜ) ve Yıldız Teknik Üniversitesi (YTÜ) farklı yöntemler sunmuşlardır.

Tablo 2.31. İkinci kademe değerlendirme yöntemleri

Yöntem 1	1-7 Katlı betonarme binalar için	ODTÜ
Yöntem 2	1-5 katlı betonarme binalar için	İTÜ
Yöntem 3	Deprem güvenliği tarama yöntemi	İTÜ
Yöntem 4		BÜ-YTÜ
Yöntem 5	1-7 Katlı betonarme binalar için	ODTÜ
Yöntem 6	1-5 katlı yığma ve karma binalar için	ODTÜ

İkinci kademe değerlendirme aşamasında yer alan altı farklı yöntemin detaylı açıklamalarına İstanbul Deprem Master Planı'ndan [İSTANBUL DEPREM MASTER PLANI, 2003] ulaşılabilmektedir.

## **BÖLÜM 3. P25 HIZLI DEĞERLENDİRME YÖNTEMİ**

### **3.1. Giriş**

YSA tabanlı performans değerlendirme modelinin geliştirilmesinde P25 hızlı değerlendirme yöntemi kullanılmıştır. Tezin bu bölümünde P25 hızlı değerlendirme yöntemi hakkında bilgi verilmiştir.

Bal (2005), İstanbul Teknik Üniversitesinde tamamlamış olduğu yüksek lisans tezi kapsamında, daha önceki depremlerden etkilenen hasarsız, orta hasarlı ve yıkılmış 23 adet binanın performanslarını P5 yöntemini (Tezcan ve diğerleri, 2003) geliştirerek belirlemiştir. Geliştirdiği P24 yöntemi ile binaların performanslarının belirlenmesinde başarılı sonuçlar elde etmiştir. Geliştirilen P24 yöntemi 106M278 No.lu TUBİTAK projesi kapsamında daha çok sayıda binaya uygulanarak kalibre edilmiştir. P24 yöntemi yeniden düzenlenerek P25 adını almıştır.

Söz konusu yöntemde yapının, mevcut kolon, perde ve dolgu duvar boyutları, rijitlikleri, taşıyıcı sistem düzeni, bina yüksekliği, yönetmelikte tanımlanan yapısal düzensizlikler, malzeme ve zemin özellikleri gibi yapının karakteristik parametreleri üzerinden hesap yapılmaktadır.

Binanın karakteristik özelliklerinden yararlanılarak hesaplanan kritik kattaki etkili kesme alanı indeksi, kritik kattaki etkili eğilme rijitliği indeksi ve bina yüksekliği parametresi kullanılarak bir K katsayısı hesaplanmaktadır. Ayrıca 24 adet düzeltme faktörü belirlenmektedir. Yapının “P” performans puanı, hesaplanan K değeri ve düzeltme faktörlerinin çarpımından elde edilmektedir.

Elde edilen “P” performans puanı, binanın hangi risk bölgesinde olduğunu gösteren bant genişlikleri ile değerlendirilmektedir. “P” performans puanının az, orta veya



yüksek riskli bölgeye düşmesi durumuna göre yapının güvenirliliğini hakkında karara varılmaktadır.

### 3.2. P25 Yönteminde İzlenen Adımlar



Şekil 3.1. P25 yönteminin akış diyagramı

#### 3.2.1 Binaların bilgilerinin işlenmesi ve kritik kat seçimi

Yöntemin kullanım alanı olan belli bir mevcut yapı stoku dikkate alındığında her bir bina, bilgilerine istenildiğinde kolayca ulaşılabilmesi için uygun bir kodlama ile temsil edilmesi gerekmektedir. Bu amaçla ilk aşama olarak incelenecek olan binanın adı, açık adresi, yapım yılı ve kat adedi kimlik bilgileri olarak işlenir.

İkinci aşama olarak P25 yöntemindeki tüm hesaplamalar kritik kat ve bir üzerindeki kat esas alınarak yapıldığından dolayı kritik kat belirlenmelidir. Kritik kat genellikle zemin kat olarak alınmakta, ancak bazı durumlarda bodrum katı olan bir binada bodrum kat kritik kat olarak alınabilmektedir. Bodrum katın kritik kat olarak seçilebilmesi için, bodrum katta hiç perde bulunmaması ya da rijit kabul edilemeyecek oranda perde bulunması gerekmektedir.

Ender rastlanmakla beraber bazen üst katlar da kritik kat bulunabilmektedir. Böyle bir durumdan şüphelenildiği durumlarda tüm katlar için hesaplama yapılmalı ve bulunan performans puanlarından en küçüğüne göre değerlendirmeye alınmalıdır.

### **3.2.2 Binaların kartezyen sisteme yerleştirilmesi ve bilgilerinin işlenmesi**

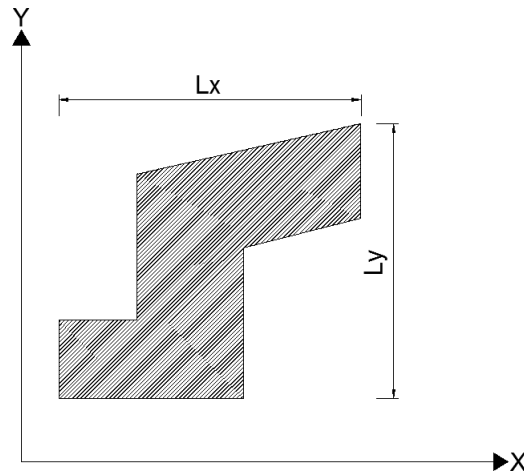
Bina, planda kartezyen (X-Y koordinat sistemi) sisteme oturtulur. Kritik kat olarak seçilmiş olan katın ve bir üzerindeki katın kolonlarının, betonarme perde duvarlarının ve dolgu duvarlarının “X” ve “Y” yönündeki boyutları, rölevesi çıkarılırken sisteme işlenir. Bu boyutlar kritik katın alan ve rijitlik indekslerinin bulunması ve yumuşak kat - zayıf kat ile ilgili hesapların yapılmasında gerekli olacaktır. Boyutların işlenmesi kolay bir işlem olmasına karşın, bazen elaman boyutları işlenirken bazı belirsizliklerle karşılaşılabilmesi mümkün olup, bu durumda yapılması gerekenler aşağıda özetlenmiştir.

Kritik kat ve bir üzerindeki katın mimarilerine bakılarak dolgu duvarlar sisteme işlenir. Dolgu duvarın sisteme işlenmesi aşamasında her dolgu duvarı işlemek söz konusu değildir. Betonarme taşıyıcı elemanlardan biri ile en az bir yönden teması olan dolgu duvarlar ve taşıyıcı sistemdeki çerçeveyi dolduran dolgu duvarlar sisteme işlenir. Dolgu duvarlarda bulunan pencereler süreksizlik yaratacağından sisteme işlenirken pencerenin dolgu duvarın ortasında ya da köşesinde olmasına göre farklı durumlarda işlenir. Eğer pencere dolgu duvarın köşesinde ise duvarın kalınlığı aynen alınır ancak duvar uzunluğuna pencere uzunluğu dahil edilmemelidir. Eğer pencere dolgu duvarın ortasında mevcut ise duvarın plandaki uzunluğu aynen alınır ancak kalınlık olarak duvarın kalınlığının yarısı alınmalıdır.

### 3.2.3 Binanın alan ve rijitlik indekslerinin hesaplanması

Elde edilen veriler kullanılarak, binanın kritik katı ve bir üst katındaki kolonların, betonarme perde duvarların ve dolgu duvarların alanları ve atalet momentleri hesaplanır. Daha sonra yöntemin uygulanmasında aşağıdaki adımlar izlenir.

- Kritik katın çevre boyutları  $L_x$  ve  $L_y$ 'nin belirlenmesi aşamasında dikdörtgen kat planına sahip bir binanın çevre uzunluklarının belirlenmesi oldukça basit olurken dikdörtgenden farklı kat planına sahip bir binanın çevre uzunluklarının hesaplanması önem arz etmektedir. X ve Y yönünde kat planını içine alacak şekilde en büyük boyutlar seçilir.



Şekil 3.2. Dikdörtgenden farklı kat planına sahip binaların kat çevre boyutları

- Kritik kattaki kat alanı ve kat atalet momentleri Denklem 3.1, 3.2 ve 3.3 kullanılarak bulunmaktadır.

$$A_p = L_x \times L_y \quad (3.1)$$

$$I_{px} = \frac{L_x \times L_y^3}{12} \quad (3.2)$$

$$I_{py} = \frac{L_y \times L_x^3}{12} \quad (3.3)$$

- Kritik kattaki toplam etkili atalet momenti X ve Y yönleri için ayrı ayrı hesaplanmaktadır.

$$I_{ef,x} = I_c + I_{sx} + 0.15I_{wx} \quad (3.4)$$

$$I_{ef,y} = I_c + I_{sy} + 0.15I_{wy} \quad (3.5)$$

— Kritik kattaki toplam etkili kesme alanı X ve Y yönleri için ayrı ayrı hesaplanmaktadır.

$$A_{ef,x} = A_c + A_{sx} + 0.15A_{wx} \quad (3.6)$$

$$A_{ef,y} = A_c + A_{sy} + 0.15A_{wy} \quad (3.7)$$

— Denklem 3.1, 3.6 ve 3.7 kullanılarak X ve Y yönlerindeki etkili kesme alanı indeksi hesaplanmaktadır.

$$C_{Ax} = 9 \times 10^5 (\sum A_{ef,x}) / A_p \quad (3.8)$$

$$C_{Ay} = 9 \times 10^5 (\sum A_{ef,y}) / A_p \quad (3.9)$$

— Denklem 3.1, 3.8 ve 3.9 kullanılarak X ve Y yönlerindeki etkili atalet momenti indeksi hesaplanmaktadır.

$$C_{Ix} = 9 \times 10^5 [(\sum I_{ef,x}) / I_{px}]^{0.4} \quad (3.10)$$

$$C_{Iy} = 9 \times 10^5 [(\sum I_{ef,y}) / I_{py}]^{0.4} \quad (3.11)$$

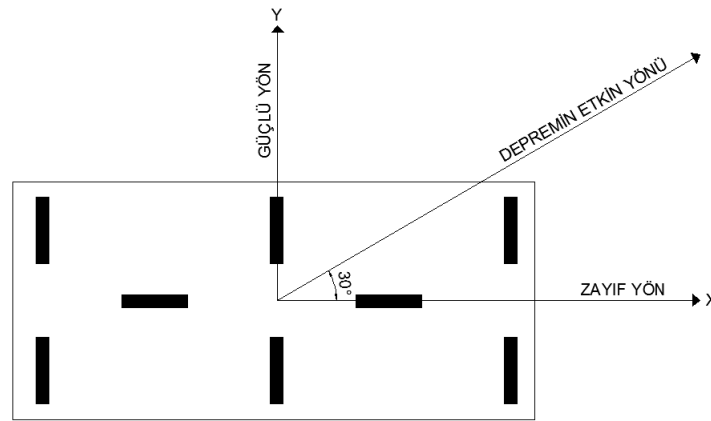
— Denklem 3.8 ve 3.9 ile bulunan etkili kesme alanı indekslerinden minimum ve maksimum değerleri belirlenmektedir. Son adım olarak etkili kesme alanı indeksi hesaplanır.

$$C_A = \left[ (0.87 C_{A,min})^2 + (0.5 C_{A,max})^2 \right]^{0.5} \quad (3.12)$$

— Denklem 3.10 ve 3.11 ile bulunan etkili atalet momenti indekslerinden minimum ve maksimum değerleri belirlenmektedir. Son adım olarak etkili atalet momenti indeksi hesaplanır.

$$C_I = \left[ (0.87 C_{I,min})^2 + (0.5 C_{I,max})^2 \right]^{0.5} \quad (3.13)$$

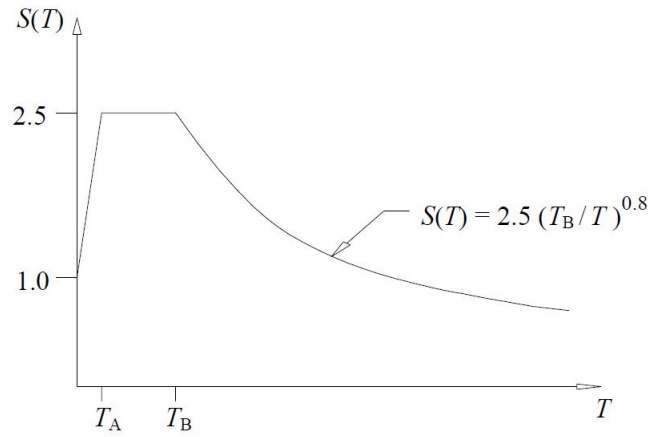
Depremın etkili olacağı yönün binanın zayıf yönü ile  $30^\circ$  açı yapacağı kabulüne dayanılarak denklem 3.12 ve denklem 3.13'deki “ $\cos 30^\circ = 0.87$ ” ve “ $\sin 30^\circ = 0.5$ ” katsayıları belirlenmiştir.



Şekil 3.3. Binayı ve deprem doğrultusunu tanımlayıcı eksen takımı

### 3.2.4 Bina yüksekliği parametresinin hesaplanması

Deprem yönetmeliğinde yer alan İvme Spektrum Eğrisi (Şekil 3.4) incelendiğinde, çok katlı binaların periyotlarının yüksek olması nedeniyle belli bir noktadan sonra deprem kuvvetini üzerlerine daha az çektikleri görülmekte, az katlı binalarda ise bu durumun tersi gözlemlenmektedir. Bu nedenle, bina yüksekliğini tanımlayan parametrenin bina yüksekliği ile birlikte lineer artması gerçekçi bir yaklaşım olmayacaktır. Bu hususlar dikkate alınarak elde edilen bina yüksekliği parametresi denklem 3.14'te verilmiştir.



Şekil 3.4. İvme Spektrum Eğrisi (Deprem Bölgelerinde Yapılacak Binalar Hakkında Esaslar, 2007)

$$t_0 = -0.7H^2 + 40H + 90 \quad (3.14)$$

Tablo 3.1. Bina yüksekliği parametresi belirlenmesi

Bina Yüksekliği (m)	Bina Yüksekliği Parametresi ( $t_0$ )
0	90
10	420
20	610
30	660
40	570
50	340

### 3.2.5 K değerinin hesaplanması

— K değerinin hesaplanması Denklem 3.15 de verilmiştir.

$$K = \frac{C_A + C_I}{t_0} \quad (3.15)$$

### 3.2.6 Düzeltme faktörlerinin hesaplanması

Yukarıda belirtilen adımlar tamamlandıktan sonra bir diğer adım olan 25 adet düzeltme faktörünün  $f_i$  hesabına geçilmektedir. Bu düzeltme faktörleri binadaki olumlu ve olumsuz yanları yöneme aktarılması için kullanılmaktadır.

#### 3.2.6.1 ( $f_1$ ) Burulma düzensizliği ile ilgili faktör

Deprem Bölgelerinde Yapılacak Binalar Hakkında Esaslar 2007’de A1 türü düzensizlik, birbirine dik iki deprem doğrultusunun herhangi biri için, herhangi bir katta en büyük görelî kat ötelemesinin o katta aynı doğrultudaki ortalama görelî ötelemeye oranı ile ifade edilmektedir. Bu düzensizliği P25 yönteminde temsil etmek üzere burulma düzensizliği faktörü olarak  $f_1$  değerleri kullanılmaktadır.

Tablo 3.2. ( $f_1$ ) Burulma düzensizliği ile ilgili faktörün değerleri (Bal, 2005)

1.00	• Binadaki betonarme perde ve dolgu duvarlarının kat planında dengeli olması
0.98	• Binadaki betonarme perde ve dolgu duvarların bir kısmının, kat planında burulmaya sebep olacak şekilde bir tarafta ve bir yönde bulunması
0.96	• Binadaki betonarme perde ve dolgu duvarların bir kısmının, kat planında burulmaya sebep olacak şekilde her iki yönde bulunması

#### 3.2.6.2 ( $f_2$ ) Döşeme süreksizliği ile ilgili faktör

Deprem Bölgelerinde Yapılacak Binalar Hakkında Esaslar 2007’de A2 türü düzensizlik, herhangi bir kattaki döşemede; merdiven ve asansör boşlukları dahil, boşluk alanları toplamının kat brüt alanının 1/3’ünden fazla olması durumu, deprem yüklerinin düşey taşıyıcı sistem elemanlarına güvenle aktarılabilmesini güçleştiren yerel döşeme boşluklarının bulunması durumu, döşemenin düzlem içi rijitlik ve dayanımında ani azalmaların olması durumu olarak tanımlanmaktadır. Bu

düzensizliği P25 yönteminde temsil etmek üzere döşeme süreksizliği faktörü olarak  $f_2$  değerleri kullanılmaktadır.

Tablo 3.3. ( $f_2$ ) Döşeme süreksizliği ile ilgili faktörün değerleri (Bal, 2005)

1.00	• Döşemede kat brüt alanının 1/3 'ünü geçen boşluklar ve ani rijitlik azalması hallerinden hiçbirinin bulunmaması durumu
0.98	• Döşemede kat brüt alanının 1/3 'ünü geçen boşluklar veya ani rijitlik azalması hallerinden birinin bulunması durumu
0.96	• Döşemede kat brüt alanının 1/3 'ünü geçen boşluklar ve ani rijitlik azalması hallerinden ikisinin de bulunması durumu

### 3.2.6.3 ( $f_3$ ) Taşıyıcı düşey elemanların süreksizliği ile ilgili faktör

Deprem Bölgelerinde Yapılacak Binalar Hakkında Esaslar 2007'de B3 türü düzensizlik, taşıyıcı sistemin düşey elemanlarının (kolon veya perdelerin) bazı katlarda kaldırılarak kirişlerin veya guseli kolonların üstüne veya ucuna oturtulması, ya da üst kattaki perdelerin altta kolonlara oturtulması durumu olarak tanımlanmaktadır. Bu düzensizliği P25 yönteminde temsil etmek üzere taşıyıcı düşey elemanların süreksizliği faktörü olarak  $f_3$  değerleri kullanılmaktadır.  $f_3$  faktörü yöntemde binanın taşıyıcı sisteminin süreksizlik durumlarına göre farklı değerler almaktadır. Süreksizlik durumları aşağıda özetlenmiştir.

1. Binanın herhangi bir katında bulunan kolonların, konsol kirişlerin veya alttaki kolonlarda oluşturulan guselerin üstüne veya ucuna oturtulması
2. Binanın herhangi bir katında bulunan kolonların iki ucundan mesnetli bir kirişin üzerine oturtulması
3. Üst katta bulunan perdelerin her iki ucundan alt kattaki kolonlara oturtulması
4. Binanın herhangi bir katında perdelerin, kendi düzlemleri içinde kirişlerin üstüne açıklık ortasında oturtulması



Tablo 3.4. ( $f_3$ ) Taşıyıcı düşey elemanların süreksizliği ile ilgili faktörün değerleri (Bal, 2005)

1.00	• Herhangi bir süreksizlik bulunmaması durumu
0.92	• (2) veya (3) tipi durumun lokal olarak bulunması durumu
0.84	• (2) veya (3) tipi durumun yaygın olarak bulunması durumu
0.76	• (1) veya (4) tipi durumun lokal olarak bulunması durumu
0.68	• (1) veya (4) tipi durumun yaygın olarak bulunması durumu
0.60	• İki'den fazla tip süreksizliğin yaygın olarak bulunması durumu

#### 3.2.6.4 ( $f_4$ ) Kütle düzensizliği ile ilgili faktör

Binada anormal kütle birikimi olması/olmaması veya depo katı bulunması/bulunmaması ile ilgili düzensizliği P25 yönteminde temsil etmek üzere kütle düzensizliği faktörü olarak  $f_4$  değerleri kullanılmaktadır.

Tablo 3.5. ( $f_4$ ) Kütle düzensizliği ile ilgili faktörün değerleri (Bal, 2005)

1.00	• Binada anormal kütle birikimi veya depo katı bulunmaması durumu
0.99	• Anormal kütle birikimi veya depo katı bulunması durumunun binanın zemin katında veya üst katlarından biri veya birkaçında olması durumu
0.98	• Anormal kütle birikimi veya depo katı bulunması durumunun binanın zemin katında ve üst katlarından biri veya birkaçında olması durumu

#### 3.2.6.5 ( $f_5$ ) Korozyon ile ilgili faktör

Binanın taşıyıcı sistem elemanlarının korozyona maruz kalıp kalmaması ile ilgili düzensizliği P25 yönteminde temsil etmek üzere korozyon faktörü olarak  $f_5$  değerleri kullanılmaktadır.

Tablo 3.6. ( $f_5$ ) Korozyon ile ilgili faktörün değerleri (Bal, 2005)

1.00	• Korozyon bulunmaması durumu
0.98	• Lokal olarak korozyon bulunması durumu
0.96	• Binanın bir katındaki sistem elemanlarının çoğunda korozyon bulunması durumu

### 3.2.6.6 ( $f_6$ ) Kısa kolon ile ilgili faktör

Binada kısa kolonun var olup olmadığı ile ilgili düzensizliği P25 yönteminde temsil etmek üzere kısa kolon faktörü olarak  $f_6$  değerleri kullanılmaktadır.

Tablo 3.7. ( $f_6$ ) Kısa kolon ile ilgili faktörün değerleri (Bal, 2005)

1.00	• Kısa kolon bulunmaması durumu
0.96	• Merdiven kovası, iç mekan ve cephelerde lokal olarak kısa kolon bulunması durumu
0.92	• Tüm bir katta ya da birden çok cephede kısa kolon bulunması durumu

### 3.2.6.7 ( $f_7$ ) Ağır cephe elemanları ile ilgili faktör

Binada ağır cephe elemanlarının veya parapetlerinin bulunup bulunmaması ile ilgili düzensizliği P25 yönteminde temsil etmek üzere ağır cephe elemanları faktörü olarak  $f_7$  değerleri kullanılmaktadır.

Tablo 3.8. ( $f_7$ ) Ağır cephe elemanları ile ilgili faktörün değerleri (Bal, 2005)

1.00	• Ağır cephe askısı veya parapet bulunmaması durumu
0.98	• Ağır cephe askısı veya parapetlerin lokal olarak veya tek bir cephede bulunması durumu
0.96	• Ağır cephe askısı veya parapetlerin tüm yapıda veya tüm cephelerde bulunması durumu

### 3.2.6.8 ( $f_8$ ) Asma kat ile ilgili faktör

Binada asma kat bulunup bulunmaması ile ilgili düzensizliği P25 yönteminde temsil etmek üzere asma kat faktörü olarak  $f_8$  değerleri kullanılmaktadır.

Tablo 3.9. ( $f_8$ ) Asma kat ile ilgili faktörün değerleri (Bal, 2005)

1.00	• Asma kat bulunmaması durumu
0.95	• Binanın kat alanının %25'inden küçük bölümünde asma kat bulunması durumu
0.90	• Binanın kat alanının %25'inden büyük bölümünde asma kat bulunması durumu

### 3.2.6.9 ( $f_9$ ) Çarpışma olasılığı ile ilgili faktör

Binanın komşu binalar ile çarpışma riskinin bulunup bulunmaması ve binanın bulunduğu parselin, adanın en ucundaki parsel olup olmadığı ile ilgili düzensizliği P25 yönteminde temsil etmek üzere çarpışma olasılığı faktörü olarak  $f_9$  değerleri kullanılmaktadır.

Tablo 3.10. ( $f_9$ ) Çarpışma olasılığı ile ilgili faktörün değerleri (Bal, 2005)

1.00	• Aynı kat seviyelerine sahip bir bina ile çarpışma riski bulunması (en uç parselde bulunmamak koşuluyla) veya hiç çarpışma riskinin bulunmaması durumu
0.90	• Farklı kat seviyelerine sahip bir bina ile çarpışma riski veya binanın en uç parselde bulunması koşuluyla, aynı kat seviyelerine sahip bir bina ile çarpışma riski bulunması durumu
0.80	• Binanın en uç parselde yer alması ve farklı kat seviyelerine sahip bir bina ile çarpışma riskinin bulunması durumu

### 3.2.6.10 ( $f_{10}$ ) Katlardaki seviye farkı ve kısmi bodrum ile ilgili faktör

Binada katlar arasında seviye farkı veya kısmi bodrum bulunup bulunmaması ile ilgili düzensizliği P25 yönteminde temsil etmek üzere katlardaki seviye farkı ve kısmi bodrum faktörü olarak  $f_{10}$  değerleri kullanılmaktadır.

Tablo 3.11. ( $f_{10}$ ) Katlardaki seviye farkı ve kısmi bodrum ile ilgili faktörün değerleri (Bal, 2005)

1.00	• Seviye farkı veya kısmi bodrum bulunmaması durumu
0.90	• Binada yalnızca bir katta veya bölgesel olarak tek bir yerde seviye farkı bulunması durumu
0.80	• Binada her katta seviye farkı bulunması veya kısmi bodrum bulunması durumu

### 3.2.6.11 ( $f_{11}$ ) Beton kalitesi ile ilgili faktör

Binanın mevcut beton kalitesi ile ilgili düzensizliği P25 yönteminde temsil etmek üzere beton kalitesi faktörü olarak  $f_{11}$  değerleri kullanılmaktadır.

Tablo 3.12. ( $f_{11}$ ) Beton kalitesi ile ilgili faktörün değerleri (Bal, 2005)

1.00	• $C > BS16$
0.90	• $BS10 < C \leq BS16$
0.80	• $C \leq BS10$

### 3.2.6.12 ( $f_{12}$ ) Yumuşak kat ve zayıf kat ile ilgili faktör

Deprem Bölgelerinde Yapılacak Binalar Hakkında Esaslar 2007’de B1 türü düzensizlik, betonarme binalarda, birbirine dik iki deprem doğrultusunun herhangi birinde, herhangi bir kattaki etkili kesme alanı’nın bir üst kattaki etkili kesme alanı’na oranı olarak, B2 türü düzensizlik ise birbirine dik iki deprem doğrultusunun herhangi biri için, herhangi bir i’inci kattaki ortalama görelî kat öteleme oranının bir üst veya bir alt kattaki ortalama görelî kat öteleme oranına bölünmesi olarak tanımlanmaktadır. Bu düzensizlikleri P25 yönteminde temsil etmek üzere yumuşak kat ve zayıf kat faktörü olarak  $f_{12}$  değerlerinin hesap adımları aşağıda özetlenmiştir.

$$A_{ef} = A_c + A_s + 0.15A_w \quad (3.16)$$

$$r_a = (\sum A_{ef})_i / (\sum A_{ef})_{i+1} \leq 1.00 \quad (3.17)$$

$$I_{ef} = I_c + I_s + 0.15I_w \quad (3.18)$$

$$r_r = (\sum I_{ef})_i / (\sum I_{ef})_{i+1} \leq 1.00 \quad (3.19)$$

$$\alpha_a = 1 + 0.4(r_a - 1) \quad (3.20)$$

$$f_{12} = [\alpha_a r_r (h_{i+1}/h_i)^3]^{0.15} \leq 1.00 \quad (3.21)$$

### 3.2.6.13 ( $f_{13}$ ) Zayıf kolon ile ilgili faktör

Deprem Bölgelerinde Yapılacak Binalar Hakkında Esaslar 2007’de “güçlü kolon-zayıf giriş” koşulu binaların sünek olarak tasarlanmasının bir şartı olarak

tanımlanmaktadır. Bu düzensizliği P25 yönteminde temsil etmek üzere zayıf kolon faktörü olarak  $f_{13}$  değerlerinin hesap adımı aşağıda özetlenmiştir.

$$f_{13} = \left[ \frac{I_x + I_y}{2I_b} \right]^{0.15} \leq 1.00 \quad (3.22)$$

Denklem 3.22’de yer alan  $I_x$  ve  $I_y$  değerleri bulunurken, kritik katta bulunan kolonların bir doğrultudaki boyutlarının aritmetik ortalamaları alınmakta, X ve Y yönü için ortalama kolon boyutu elde edilmektedir. Formüldeki  $I_b$  değeri ise binanın kritik katında en sık rastlanan kirişin atalet momentidir.

#### 3.2.6.14 ( $f_{14}$ ) Enine donatı sıklığı ile ilgili faktör

Binanın kritik katında bulunan kolonların sarılma bölgesindeki enine donatı sıklığını P25 yönteminde temsil etmek üzere enine donatı sıklığı faktörü olarak  $f_{14}$  değerlerinin hesap adımı aşağıda özetlenmiştir.

$$0.60 \leq f_{14} = (100/s)^{0.25} \leq 1.00 \quad (3.23)$$

#### 3.2.6.15 ( $f_{15}$ ) Bina önem derecesi ile ilgili faktör

Deprem Bölgelerinde Yapılacak Binalar Hakkında Esaslar 2007’de bina önem katsayısına göre deprem yükleri yapıya arttırılarak etkitilir. Bu güvenliği P25 yönteminde temsil etmek üzere bina önem derecesi faktörü olarak  $f_{15}$  değerlerinin hesap adımı aşağıda özetlenmiştir.

$$f_{15} = \frac{1}{I} \quad (3.24)$$

#### 3.2.6.16 ( $f_{16}$ ) Deprem bölgesi ile ilgili faktör

Deprem Bölgelerinde Yapılacak Binalar Hakkında Esaslar 2007’de binaların bulunduğu deprem bölgesine ait etki yer ivmesi katsayısını P25 yönteminde temsil

etmek üzere deprem bölgesi faktörü olarak  $f_{16}$  değerlerinin hesap adımı aşağıda özetlenmiştir.

$$f_{16} = \frac{0.40}{A_0} \quad (3.25)$$

Tablo 3.13. Etkin yer ivmesi katsayıları (Deprem Bölgelerinde Yapılacak Binalar Hakkında Esaslar, 2007)

Deprem Bölgesi	$A_0$
1	0.40
2	0.30
3	0.20
4	0.10

### 3.2.6.17 ( $f_{17}$ ) Zemin tipi ile ilgili faktör

Binanın inşa edildiği zemin tipi ile ilgili özellikleri P25 yönteminde temsil etmek üzere zemin tipi faktörü olarak  $f_{17}$  değerleri kullanılmaktadır.

Tablo 3.14. ( $f_{17}$ ) Zemin tipi ile ilgili faktörün değerleri (Bal, 2005)

1.00	• Z1 veya Z2 tipi zeminde 3 veya daha çok katlı bina olması ya da Z3 tipi zeminde 3'den daha az katlı bina olması durumu
0.96	• Z1 veya Z2 tipi zeminde 3 veya daha az katlı bina olması ya da Z3 tipi zeminde 3 veya daha çok katlı bina olması durumu
0.92	• Bina'nın Z4 tipi zemine oturması durumu

### 3.2.6.18 ( $f_{18}$ ) Zemin oturması ile ilgili faktör

Binanın inşa edildiği zeminde oturma olup olmaması durumunu P25 yönteminde temsil etmek üzere zemin oturma faktörü olarak  $f_{18}$  değerleri kullanılmaktadır.

Tablo 3.15. ( $f_{18}$ ) Zemin oturması ile ilgili faktörün değerleri (Bal, 2005)

1.00	• Hiç risk olmaması veya hafif düzeyde risk olması durumu
0.98	• Orta düzeyde risk olması durumu
0.96	• Yüksek düzeyde risk olması durumu

### 3.2.6.19 ( $f_{19}$ ) Zemin sıvılaşması ile ilgili faktör

Binanın inşa edildiği zeminde sıvılaşma riski olup olmaması durumunu P25 yönteminde temsil etmek üzere zemin sıvılaşma faktörü olarak  $f_{19}$  değerleri kullanılmaktadır.

Tablo 3.16. ( $f_{19}$ ) Zemin sıvılaşması ile ilgili faktörün değerleri (Bal, 2005)

1.00	• Hiç risk olmaması veya hafif düzeyde risk olması durumu
0.98	• Orta düzeyde risk olması durumu
0.96	• Yüksek düzeyde risk olması durumu

### 3.2.6.20 ( $f_{20}$ ) Heyelan ile ilgili faktör

Binanın inşa edildiği zeminde heyelan riski olup olmaması durumunu P25 yönteminde temsil etmek üzere heyelan faktörü olarak  $f_{20}$  değerleri kullanılmaktadır.



Tablo 3.17. ( $f_{20}$ ) Heyelan ile ilgili faktörün değerleri (Bal, 2005)

1.00	• Hiç risk olmaması veya hafif düzeyde risk olması durumu
0.98	• Orta düzeyde risk olması durumu
0.96	• Yüksek düzeyde risk olması durumu

### 3.2.6.21 ( $f_{21}$ ) Zemin büyütmesi ile ilgili faktör

Binanın inşa edildiği zeminde zemin büyütmesi riski olup olmaması durumunu P25 yönteminde temsil etmek üzere zemin büyütme faktörü olarak  $f_{21}$  değerleri kullanılmaktadır.

Tablo 3.18. ( $f_{21}$ ) Zemin büyütmesi ile ilgili faktörün değerleri (Bal, 2005)

1.00	• Hiç risk olmaması veya hafif düzeyde risk olması durumu
0.90	• Orta düzeyde risk olması durumu
0.75	• Yüksek düzeyde risk olması durumu

### 3.2.6.22 ( $f_{22}$ ) Topoğrafik etkiler ile ilgili faktör

Binanın inşa edildiği alanın topoğrafisi ile deprem dalgalarının yapıya etkisi arasındaki ilişki durumunu P25 yönteminde temsil etmek üzere topoğrafik etkiler faktörü olarak  $f_{22}$  değerleri kullanılmaktadır.

Tablo 3.19. ( $f_{22}$ ) Topoğrafik etkiler ile ilgili faktörün değerleri (Bal, 2005)

1.00	• Binanın eğimsiz bir arazide olması durumu
0.90	• Binanın yamaçta olması durumu
0.80	• Binanın bir tepenin üstünde olması durumu

### 3.2.6.23 ( $f_{23}$ ) Temel tipi ile ilgili faktör

Bina temel tipinin binanın güvenliğine etkisini P25 yönteminde temsil etmek üzere temel tipi faktörü olarak  $f_{23}$  değerleri kullanılmaktadır.

Tablo 3.20. ( $f_{23}$ ) Temel tipi ile ilgili faktörün değerleri (Bal, 2005)

1.00	• Radye veya iki yönlü sürekli temel
0.98	• Tek yönlü sürekli temel olması durumu
0.96	• Bağ kirişli tekil temel olması durumu
0.94	• Bağ kirişsiz tekil temel olması

### 3.2.6.24 ( $f_{24}$ ) Temel derinliği ile ilgili faktör

Bina temel derinliğinin binanın güvenliğine etkisini P25 yönteminde temsil etmek üzere temel derinliği faktörü olarak  $f_{24}$  değerleri kullanılmaktadır.

Tablo 3.21. ( $f_{24}$ ) Temel derinliği ile ilgili faktörün değerleri (Bal, 2005)

1.00	• temel derinliği $\geq 4\text{m}$ veya binada birden fazla bodrum kat olması durumu
0.98	• $4\text{m} > \text{temel derinliği} \geq 1\text{m}$ veya binada tek kat bodrum olması durumu
0.96	• temel derinliği $< 1\text{m}$ olması durumu

### 3.2.6.25 ( $f_{25}$ ) Yer altı su seviyesi ile ilgili faktör

Binanın inşa edildiği zemindeki yer altı suyunun yüksekliğinin etkisini P25 yönteminde temsil etmek üzere yer altı su seviyesi faktörü olarak  $f_{25}$  değerleri kullanılmaktadır.

Tablo 3.22. ( $f_{25}$ ) Yer altı su seviyesi ile ilgili faktörün değerleri (Bal, 2005)

1.00	• YASS $\geq 10\text{m}$ olması durumu
0.99	• $10\text{m} > \text{YASS} \geq 5\text{m}$ olması durumu
0.98	• YASS $< 5\text{m}$ olması durumu

### 3.2.7. (P) Performans puanının hesaplanması

—P performans değerinin hesaplanması Denklem 3.26 de verilmiştir.

$$P = K \prod_{i=1}^{25} f_i \quad (3.26)$$

P25 yönteminin son aşaması olarak; bulunan P performans puanına bakılarak incelenen bina hakkında bir yargıya varılır. Binanın hangi risk bölgesinde kaldığını gösteren bant genişlikleri şöyle belirlenmiştir;

$P \geq 40$	$\implies$	Düşük Risk Bölgesi: Bina, olası bir depremde belirli bir hasar alabilir ancak can kaybına yol açabilecek toptan göçme yaşanmayacaktır.
$40 > P > 15$	$\implies$	Şüpheli Risk Bölgesi: Binanın durumu şüphelidir. İkincil ve ayrıntılı bir incelemeye tabi tutulmalıdır.
$P \leq 15$	$\implies$	Yüksek Risk Bölgesi: Bina olası bir depremde büyük olasılıkla toptan göçecektir. En kısa zamanda güçlendirilmesi veya yıkılması gereklidir.

## **BÖLÜM.4. YAPAY SİNİR AĞLARI (YSA)**

### **4.1 Giriş**

Son yıllarda araştırmacılar, klasik çözüm metotlarının yanı sıra tabiattaki bazı olayları bilgisayarda simule etmeye yönelmişlerdir. Bu yönelim “Yapay Zeka” kavramının ortaya çıkmasına neden olmuştur.

Yapay zeka, insanlara özgü zeka ve zihinsel fonksiyonları bilgisayar modelleri yardımıyla simule ederek yapay sistemlere uygulamayı amaçlayan araştırma alanıdır. Yapay zekâ, bilginin organize edilmesini, algılama, muhakeme, yorumlama, karar verme, öğrenme, teorem ispatı, doğal dilde çalışma, şekil ve ses tanımı, tam olarak tanımlanamayan problemlerin çözümü ve yeni durumlara adapte olabilme gibi insan zekâsına özgü kapasitelerle donatılmış zeki davranış otomasyonudur.

Yapay Zekanın bir alt dalı Yapay Sinir Ağları (YSA) dır. Yapay Sinir Ağları insan beyninin çalışma prensibini kendine model edinen yapay sistemlerdir. Son yılların en yaygın konularından biri olan Yapay Sinir Ağları öğrenme kabiliyeti ve adaptasyonu, hızlı çalışması ve tanımlama kolaylığı, az bilgi ile çalışabilme özelliklerine sahiptir (Ulucan ve arkadaşları, 1997).

YSA, her biri kendi belleğine sahip işlem elemanlarından oluşur ve bu işlem elemanları ağırlıklı bağlantılar aracılığıyla birbirine bağlanırlar. Yapay sinir ağları, biyolojik sinir ağlarını taklit eden bilgisayar programları olarak da tanımlanabilir (Elmas, 2007).

YSA pratik uygulamalarda kullanılmaya başlanmış ve son yıllar içinde teorik gelişiminde önemli mesafeler almış yeni bir hesap modelidir. Bu yeni hesap

modelinin yapı analizlerinde ve tasarım konularında kullanılabilmesi için yürütülen çalışmalar devam etmektedir (Dere ve Kaltakçı, 1997).

Yapay sinir ağlarının en önemli özelliği öğrenme ve genelleştirme özelliğidir. Bu özellikler ile YSA, herhangi bir olayın nedenleri (girdiler) ve sonuçları (çıktılar) arasında bulunan ilişkiyi, mevcut örneklerden öğrenmekte ve daha önce hiç karşılaşmadığı olayların sonuçlarını mevcut örneklerden yola çıkarak belirleyebilmektedir.

Yapay Sinir Ağlarının inşaat mühendisliği problemlerine uygulanması üzerine literatürde birçok çalışma olmakla birlikte bu tez çalışmasında incelenen konuda başka bir çalışmaya pek rastlanamamış sadece yüksek lisans seviyesinde dar kapsamlı bir çalışma (Koyuncu, 2009) yapıldığı belirlenmiştir. Bununla ilgili ayrıntılı inceleme bu çalışmanın 1. Bölümünde verilmiştir.

#### **4.2. Yapay Sinir Ağlarının (YSA) Genel Tanımı**

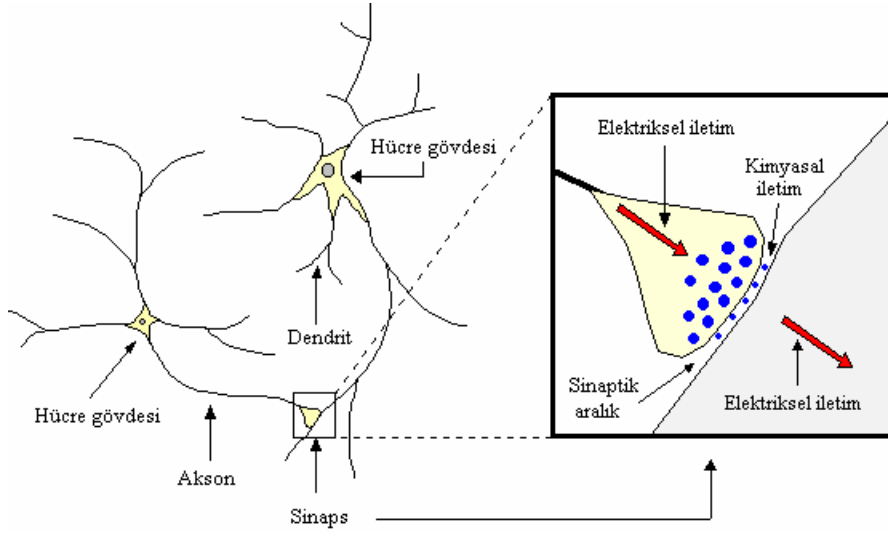
Yapay Sinir Ağları (YSA), öğrenme yolu ile yeni bilgiler oluşturabilme ve keşfedebilme gibi davranışları içeren insan beyni ve sinir sisteminin özelliklerini yapay olarak modellemeye çalışan ve yapay zeka çalışmalarının bir sonucu olarak ortaya çıkan yeni bir bilgi işleme sistemidir.

YSA, yapay sinir hücrelerinin (işlem elemanlarının) eşik seviyelerinde bağlanması ile oluşan ve genellikle katmanlar şeklinde düzenlenen bir mekanizma olarak düşünülebilir.

1942 yılında McCulloch ve Pitts tarafından ilk hücre modeli geliştirilmiş ve bu tarih YSA'nın gelişiminin başlangıç yılı olarak kabul edilmiştir. YSA çalışmaları, ilk olarak temel tıp bilimlerinde başlamasına rağmen, son zamanlarda inşaat mühendisliği de dahil olmak üzere birçok alanda araştırma konusu olmuştur.

YSA'nın geliştirilmesi temel olarak, nöronun (sinir hücresinin) yapısı ve birbiri ile ilişkilerinin anlaşılmasına dayanmaktadır. Genel olarak bir nöronun yapısını, hücre

çekirdeği, diğer sinirlerden gelen bilgileri alan dendritler (girişler), ve bilgiyi diğer sinirlere transfer etmekte kullanılan aksonlar (çıkış) oluşturmaktadır (Şekil 4.1).



Şekil 4.1. Biyolojik sinir hücresi ve bileşenleri (Sağiroğlu ve diğerleri, 2003)

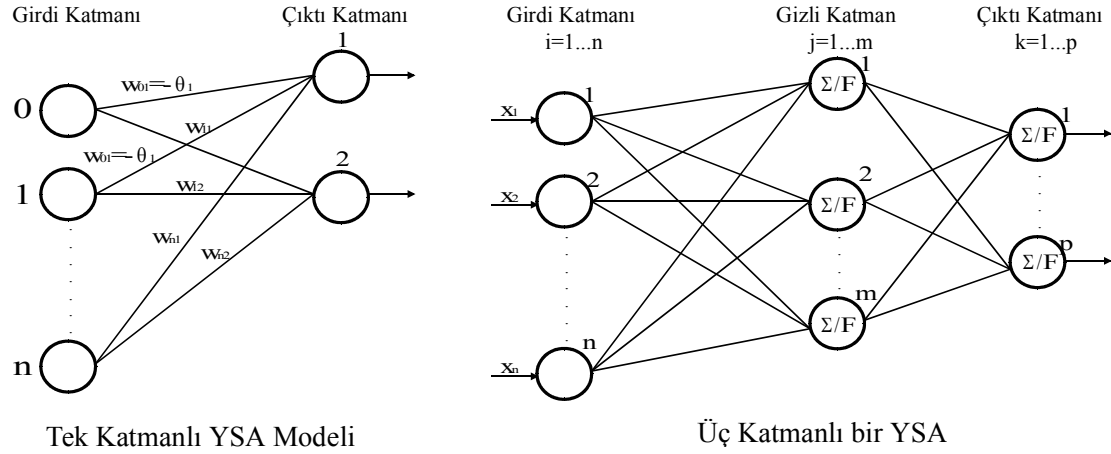
Bir yapay sinir hücresi, yapay nöron (işlemci elemanı), toplama fonksiyonu, transfer fonksiyonu, yapay nöron çıkışı ve ağırlıklar olmak üzere beş bölümden oluşmaktadır. Biyolojik sinir sistemi ile yapay sinir sistemi arasındaki benzerlikler Tablo 4.1’de verilmiştir (Sağiroğlu ve diğerleri, 2003).

Tablo 4.1. Biyolojik Sinir Sistemi ile YSA’nın benzer özellikleri(Sağiroğlu ve diğerleri, 2003, Öztemel, 2003)

Biyolojik Sinir Sistemi	↔	Yapay Sinir Ağları
Nöron	↔	Yapay Nöron (İşlemci Elemanı)
Dendrit	↔	Toplama Fonksiyonu
Hücre Gövdesi	↔	Transfer Fonksiyonu (Eşik)
Aksonlar	↔	Yapay Nöron Çıkışı
Sinapslar	↔	Ağırlıklar

Yapay nöronunda, dendritlerce alınan giriş bilgileri toplanmakta ve gövdeye yerleştirilmektedir. Toplam giriş, belirli bir eşik değerini aştığında akson vasıtası ile hücreden diğer hücreye bir uyarı iletilmektedir.

YSA, birbirlerine bağ ağırlıkları ile bağ katmanlar halinde düzenlenmektedir. YSA modelleri tek katmanlı ve çok katmanlı olarak tasarlanabilir (Şekil 4.2). Tek katmanlı YSA modeli ilk olarak Frank Rosenblatt tarafından geliştirilmiştir .



Şekil 4.2. Tek ve çok katmanlı YSA modelleri

### 4.3. Yapay Sinir Ağlarının Temel Özellikleri

YSA, örneklerden öğrenme, biçim tanıma ve sınıflandırma, eksik bilgileri tamamlama, kendi kendine adapte olma, hatalara tolerans gösterme ve eksik bilgilerle çalışabilme gibi temel özellikleri nedeniyle günümüzde birçok bilim alanında etkin olmuş ve uygulama yeri bulmuştur.

- Örneklerden öğrenme: Yapay sinir ağlarına, ilgili problemdeki girdi ve çıktı katmanları arasındaki ilişkiyi tanımlayacak ağırlıkların bulunmasıdır. Bu örnekleri kullanarak YSA genellemeler yapar.
- Biçim tanıma ve sınıflandırma: Mevcut örnekler yapay sinir ağlarına girdi olarak verilir. Oluşturulan girdi/çıkış eşleşmeleri ile YSA, bilgiyi depoladığı yerdeki yayılı belgeleri kullanarak karşılık gelen çıktıyı üretir.
- Eksik bilgileri tamamlama: YSA, problemi öğrendikten sonra eğitim sırasında YSA'ya öğretilmeyen test örnekleri için belirtilen tepkiyi üretme özelliğine sahiptir. Eksik bilgiye sahip bir örnek verildiğinde ağ, eksik

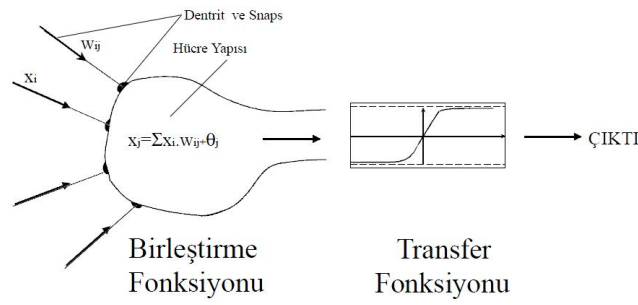


örnekteki kayıp olan bilgiyi hafızasında bulunan tam örnekteki bilgilerle bağdaştırır. YSA'ya bir örnek eksik, bozuk veya daha önce hiç karşılaşmadığı şekilde verilse bile, ağ en uygun çıktıyı üretecektir.

- Kendi kendine adapte olma: Kendi kendine öğrenme yeteneği bazı yapay sinir ağlarında mevcuttur. Bu tür sinir ağları, ortamda bazı değişiklikler olduğunda, bu yeni duruma kendilerini adapte edebilir.
- Hatalara tolerans gösterme: Bazı işlem elemanlarının olmaması veya ağdan çıkarılması durumunda dahi yapay sinir ağı problemin çözümünde başarılı olmaktadır. Bazı bilgilerin eksik olması ağın performansının tamamen başarısız olmasına yol açmayacaktır. Bu durum ağın sahip olduğu bilginin, bütün ağ boyunca yayılı olarak bulunmasından kaynaklanmaktadır. Geleneksel yöntemlerle kıyas yapıldığında YSA'nın hatayı tolere etme yeteneği daha fazladır.
- Eksik bilgilerle çalışabilme: Eksik bilgi veya bulanık bilgi ağa verildiğinde yayılı bellek girdi uygun çıktıyı üretecektir. Bu özelliğe en güzel örnek el yazı tanımadır.

#### 4.4. İşlem Elemanı

İşlem elemanı diğer bir adıyla yapay sinir hücresi yapay sinir ağlarının en temel birimidir. Bir işlem elemanı beş elemandan oluşmaktadır. Bu beş eleman girdiler, ağırlıklar, bir birleşme fonksiyonu, bir transfer fonksiyonu ve bir çıktıdan oluşmaktadır. Bir işlem elemanındaki girdiler birden fazla, çıktı ise ancak bir tane olabilir (Şekil 4.3). YSA modeli oluşturulurken öncelikle işlem elemanında kullanılmak üzere bir birleştirme fonksiyonu seçilir. Girdiler birleştirme fonksiyonunda işlenir. Elde edilen yeni bilgi transfer fonksiyonuna iletilir. Transfer fonksiyonu bu bilgiyi işleyerek işlem elemanının çıktısını oluşturur. Ve işlem elemanının çıktısı diğer işlem elemanına veya ağ dışı kaynaklara iletilir.



Şekil 4.3. Bir işlem elemanın yapısı (Pala, 2004)

- Girdiler: Bir yapay sinir hücresine ağ dışı, başka bir işlem elemanından veya kendi kendisinden gelen bilgilerdir. Ağın eğitilmesi bu bilgiler ile yapılmaktadır.
- Ağırlıklar: Bir yapay hücreye gelen bilgilerin hücre üzerindeki etkisini ve önemini gösterir. Değişken değer alan ağırlıklar, öğrenme esnasında sürekli olarak değişir. Bu ağırlıklar, girdi ve çıktı arasındaki ilişkiyi ağın yakalayabilmesine çalışırlar. Ağırlıkların önemli olup olmadıklarını büyük ya da küçük olması belirlemez. Ağırlıklar, bir yapay sinir ağının bilgisini depolar.
- Birleşme(toplama) fonksiyonu: Bir işlem elemanından ağırlıklarla çarpılarak gelen bilgileri birleştirme görevini yaparak hücrenin net girdisinin hesabını birleştirme fonksiyonu yapar. Birleşme fonksiyonu tiplerinin en çok kullanılanları Tablo 4.1’de verilmiştir. Ağırlıklı girdileri toplayan “toplam fonksiyonu” en yaygın olarak kullanılan fonksiyondur.
- Transfer veya aktivasyon fonksiyonu: Transfer fonksiyonu toplama fonksiyonunun sonucunu değerlendirir.

Tablo 4.2. En sık kullanılan birleşme fonksiyonları (Öztemel, 1992)

Toplam: $Net_i = \sum_j W_{ij} I_j$	Çarpım: $Net_i = \prod_j W_{ij} I_j$
Maksimum: $Net_i = Max(W_{ij} I_j)$	Minimum: $Net_i = Min(W_{ij} I_j)$
Çoğunluk: $Net_i = \sum Sgn(W_{ij} I_j)$	Kümülatif Toplam: $Net_{yeni} = Net_{eski} + \sum_j W_{ij} I_j$

Bağlantılarda;

- $i, j$  : işlem elemanı  
 $Net_i$  :  $i$  işlem elemanına giren net girdi  
 $I_j$  :  $j$  işlem elemanının çıktısı  
 $W_{ij}$  :  $i$  ve  $j$  işlem elemanları arasındaki bağlantının ağırlığı  
 $Sgn$  : signum fonksiyonu

- Transfer veya aktivasyon fonksiyonu: Toplama fonksiyonundan çıkan NET toplam sonucunu değerlendirir. Genellikle aktivasyon fonksiyonu olarak doğrusal olmayan bir fonksiyon seçilir. Aktivasyon fonksiyonlarının doğrusal olmama özelliği yapay sinin ağlarının doğrusal olmama özelliğini sağlamaktadır. Yaygın olarak kullanılan aktivasyon fonksiyonları, sigmoid fonksiyonu, lineer fonksiyon ve step fonksiyonudur. Birleştirme ve transfer fonksiyonları problemin yapısına bakılarak tercih edilir.

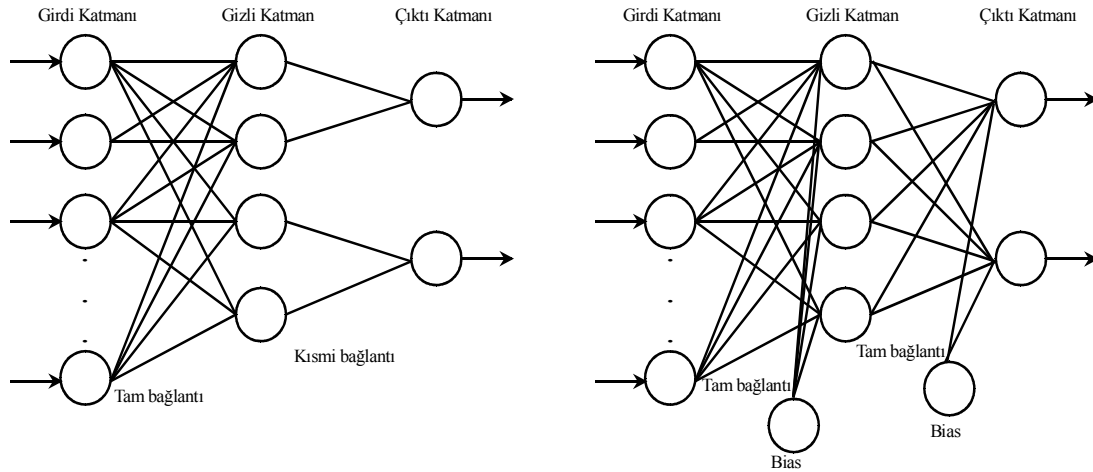
Tablo 4.2. En sık kullanılan transfer fonksiyonları

Sigmoid Fonksiyonu	$f(\mathbf{net}) = \frac{1}{1+e^{-x}}$
Lineer Fonksiyon	$f(\mathbf{x}) = \mathbf{x}$
Step Fonksiyonu	$f(\mathbf{x}) = \begin{cases} 1, & \mathbf{x} > \text{eşik değeri,} \\ 0, & \mathbf{x} \leq \text{eşik değeri} \end{cases}$
Eşik Mantıksal Fonksiyon	$f(\mathbf{x}) = \begin{cases} 0 & \mathbf{x} \leq 0 \\ \mathbf{x} & 0 < x < 1 \\ 1 & \mathbf{x} \geq 1 \end{cases}$
Hiperbolik Tanjant Fonksiyonu	$f(\mathbf{x}) = \frac{e^x - e^{-x}}{e^x + e^{-x}}$
Sinüsoidal Fonksiyon	$f(\mathbf{x}) = \sin(\mathbf{x})$

- Çıktı: İşlem elemanın çıktı değeri aktivasyon fonksiyonundan çıkan değerdir ve işlem elemanının bu sonuçları bağlantılı olduğu işlem elemanına veya ağ dışı kaynaklara gönderir.

#### 4.5 Ağ Yapıları

Bir yapay sinir ağı, ağda kullanılan transfer fonksiyonu, birleştirme fonksiyonu, kullanılan öğrenme kuralı, öğrenme stratejisi ve topolojisi ile bir bütün olarak tanımlanır. Tipik bir sinir ağı, birbirine bağlanan üç katmandan oluşur (Şekil 4.4). Bunlar, dış dünyadan ya da diğer işlem elemanlarından bilgileri alan bir bilgi katmanı, bilgiyi işleyen ve girdi çıktı ilişkisini öğrenmede asıl ağırlığı üzerinde bulunduran bir veya daha fazla ara (gizli) katman ve sorgulanan problem üzerinde ağın kararını ağ dışına bildiren işlem elemanlarının oluşturduğu bir bilgi katmanıdır. Bir ağ, işlem elemanları bağlantılarla birbirlerine bağlanıp katmanlar elde edilerek oluşturulur. Ağ, işlem elemanlarının katman yapısına ve ağın bağlantı tarzına bağlı olarak tanımlanır. Katmanlardaki bağlantı tarzı üç farklı şekilde olup, ya tam bağlı ya kısmi bağlantılı ya da ikisinin kombinasyonu şeklinde olabilir.



Şekil 4.4. Karışık bağlı ağ yapısı ve tam bağlı ağ yapısı (Çağlar, 2002)

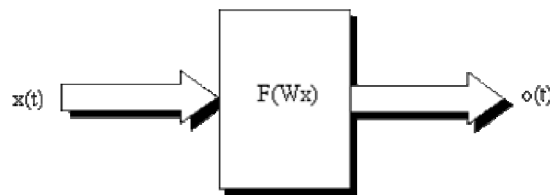
YSA' lar yapılarına ve öğrenme algoritmalarına göre iki şekilde sınıflandırılırlar.

#### 4.5.1 YSA'nın yapılarına göre sınıflandırılması

Yapay sinir ağları, yapılarına göre iki şekilde sınıflandırılırlar. Bunlar, ileri beslemeli ve geri beslemeli ağlardır.

##### 4.5.1.1 İleri beslemeli ağlar

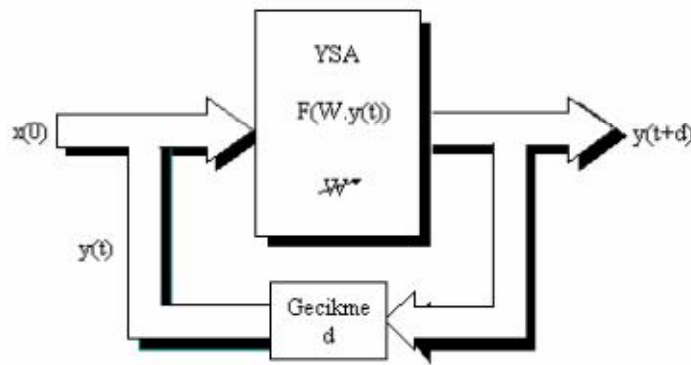
İleri beslemeli bir ağda işlemci elemanlar (İE) genellikle katmanlara ayrılmışlardır. İşaretler, giriş katmanından çıkış katmanına doğru tek yönlü bağlantılarla iletilir. İE'ler bir katmandan diğer bir katmana bağlantı kurarlarken, aynı katman içerisinde bağlantıları bulunmaz. Şekil 4.4'de ileri beslemeli ağ için blok diyagram gösterilmiştir. İleri beslemeli ağlara örnek olarak çok katmanlı perseptron (Multi Layer Perseptron-MLP) ve LVQ (Learning Vector Quantization) ağları verilebilir (Öztemel, 2003).



Şekil 4.5. İleri beslemeli YSA için blok diyagram (Öztemel, 2003)

#### 4.5.1.2 Geri beslemeli ağlar

Bir geri beslemeli sinir ağının yapısı, çıkış ve ara katmanlardaki çıkışların, giriş birimlerine veya önceki ara katmanlara geri beslenmesinden oluşur. Böylece girişler hem ileri yönde hem de geri yönde aktarılmış olur. Şekil 4.5’de bir geri beslemeli ağ blok diyagramı görülmektedir. Bu çeşit sinir ağlarının dinamik hafızaları vardır. Bu ağlarda bir andaki çıkış, hem o andaki hem de önceki girişleri yansıtır. Bundan dolayı özellikle önceden tahmin uygulamaları için uygundur. Bu ağlar çeşitli tipteki zaman-serilerinin tahmininde oldukça başarı sağlamışlardır. Geri beslemeli YSA’na örnek olarak Hopfield, SOM (Self Organizing Map), Elman ve Jordan ağları verilebilir (Öztemel, 2003).



Şekil 4.6. Geri beslemeli YSA için blok diyagram (Öztemel, 2003)

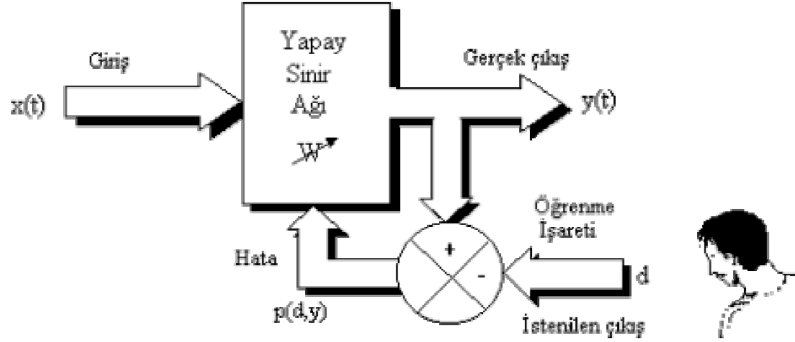
#### 4.5.2 YSA'nın öğrenme algoritmalarına göre sınıflandırılması

Yapay sinir ağları, öğrenme algoritmalarına göre üç şekilde sınıflandırılırlar. Bunlar, denetimli öğrenme, destekli öğrenme ve denetimsiz öğrenme stratejisidir.

##### 4.5.2.1 Denetimli öğrenme

Yapay sinir ağının eğitimi aşamasında bir öğretici gerektirir. Öğretici, problemin ağ tarafından iyi bir şekilde öğrenilebilmesi için öğrenme aşamasında kullanılacak olan örneklerin seçimini yapar ve çıktı katmanında ağın vereceği kararının ne olduğunu belirler. Bir girdi ve çıktı örneği ile ağ eğitilir. Üretilen çıktı ile doğru çıktı

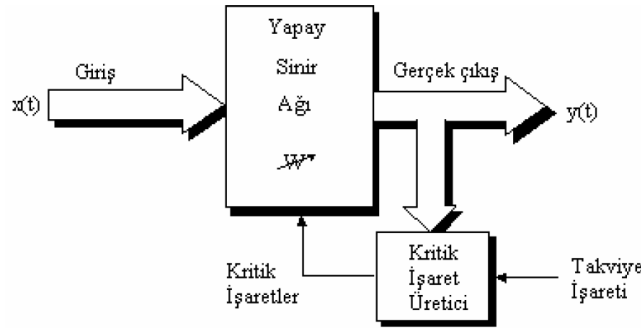
karşılaştırılır. Kabul edilebilir hata seviyesine kadar, bağlantılardaki ağırlıklar, daha iyi çıktıyı üretmek için yeniden ayarlanır.



Şekil 4.7. Denetimli Öğrenme Yapısı (Öztemel, 2003)

#### 4.5.2.2 Destekli öğrenme

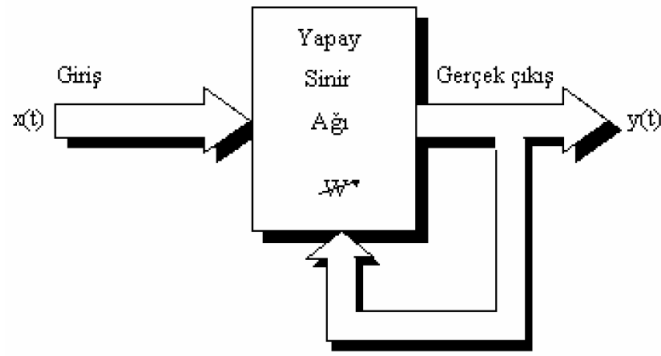
Yapay sinir ağının eğitimi aşamasında bir öğretici gerektirir. Bu algorithmada ağa çıktı bilgisi öğretilmez. Sadece üretilen çıktı bilgisinin doğru olup olmadığı ağa bildirilir.



Şekil 4.8. Destekli Öğrenme Yapısı (Öztemel, 2003)

#### 4.5.2.3 Denetimsiz öğrenme

Yapay sinir ağının eğitimi aşamasında bir öğretici gerektirmez. Bu algorithmada ağ girdi ve çıktı arasındaki ilişkiyi belirlemek için kendi ölçütlerini geliştirir. Dolayısıyla, denetimsiz öğrenme algoritmasını kullanan ağlar kendi kendine organize olan ağlardır.



Şekil 4.9. Denetimsiz Öğrenme Yapısı (Öztemel, 2003)

## 4.6 YSA Uygulamaları Geliştirme Adımları

Yapay sinir ağı modellerinin geliştirilmesi, tasarım, eğitim ve test olmak üzere üç aşamadan oluşmaktadır.

### 4.6.1 Tasarım

Tasarım safhası problemin en önemli safhasıdır. Çünkü bu aşamada geliştirilmekte olan uygulamanın veya problemin tamamı ile kavranması ve anlaşılması gerekmektedir. Ayrıca burada ele alınan problem YSA ile çözüme uygun olmalıdır. Öncelikli olarak problemin çözümü için en iyi sonucu vereceği düşünülen YSA mimarisinin seçimi gerekmektedir. Problemin girdi ve çıktı katmanlarında yer alacak parametreler kesin olarak tanımlanmalıdır. Bu parametreler kullanılacak ağ mimarisinin gereklerine uygun değerlere dönüştürülür. Girdi ve çıktı katmanında bulunan verilerdeki reel sayılar, normalizasyon, fonksiyona tabi tutulma ve/veya ölçeklendirme gibi ön işlemlerden geçirilebilmektedirler.

YSA yapısı belirlendikten sonra, ağın mimarisinde gerekli olacak olan gizli katman sayısı ve bu katmanlardaki işlem elemanı sayıları belirlenmelidir. YSA'nın en iyi performansı, ağ hatasının minimum ve öğrenme hızının maksimum olduğu optimum veya optimuma yakın katman ve işlem elemanı sayılarında göstermektedir. Bu katman ve işlem elemanı sayıları belirlenirken deneme-yanılma yöntemi kullanılmaktadır. Bu aşamalar yapıldıktan sonra artık yapay sinir ağı modelinin mimarisi tasarlanmıştır. Artık YSA modeli eğitime hazırdır.



#### 4.6.2 Eğitim

Yapay sinir ağı modelinin mimari yapısı ve işlem elemanı tasarlanma aşamasından sonra YSA'nın eğitimi başlatılabilir. Öğrenme yeteneği yapay sinir ağlarının en önemli özelliğidir. YSA modeli, belirli bir probleme ait doğru sonuçları (çıktıları) bulmasını sağlayacak optimum ağırlık değerlerini bulduğunda öğrenme aşamasını başarı ile tamamlamış demektir. Bilgi, işlem elemanlarını bağlayan bağlantılardaki ağırlıklara dağıtıldığı için tek bir bağlantının herhangi bir anlamı bulunmamaktadır. Yapılacak bir öğrenme faaliyetinde ağ bir bütün olarak değerlendirilmelidir. Problemin çözümü için YSA'nın bağlantılarına ait ağırlık değerlerinin optimumunun bulunması gerekmektedir. Bu işlem öğrenme veya eğitme olarak adlandırılmaktadır.

Yapay sinir ağı modelinin mimarisinin iyi tasarlanması veya öğrenmenin çok iyi bir şekilde gerçekleşmesi, çözüm sonucunda elde edilen çıktıların tutarlı ve isabetli olması anlamına gelmemektedir. Buradaki en önemli husus ağıdaki bilginin iyi temsil edilmesidir.

Eğitim seti, girdi ve çıktıları içeren bir setten oluşmaktadır. Çıktı bilgileri denetimli öğrenmede yer alırken, destekli öğrenme ve denetimsiz öğrenmede yer almaz. Öğrenme işlemi için bir eğitim örneğine göre ağırlıkların nasıl düzeleceğini belirleyen bir eğitme algoritması kullanılır.

Bütün öğrenme örneklerinde ağ tarafından öngörülen çıkış ile istenen çıkış arasında belirlenen bir sınırdaki hatayı gösteren bir ölçüt belirlenir. Ve öğrenme sürecini sona erdirmek için, öğrenme örnekleri, önceden belirlenmiş bu ölçüte ulaşmaya kadar ağa defalarca gösterilir.

Bir sinir ağı modeli, girdi katmanı, gizli katmanlar ve çıktı katmanı olmak üzere üç ana bölüme oluşur. Gizli katman sayısı deneme yanılma yöntemi ile belirlenir. Girdi katmanı elde ettiği bilgileri herhangi bir işlem yapmaksızın diğer katmana aktarmakla görevlidir. Bir katmandaki işlem elemanları, kendisinden önceki katmandaki işlem elemanları ve kendisinden sonraki işlem elemanları ile

bağlantılıdır. Aynı katmandaki işlem elemanları ile katman-aşırı işlem elemanları ile arasında bağlantı yoktur.

#### 4.6.3 Test

YSA modeli eğitiminin tamamlanmasından sonra artık problem hakkında danışılmaya hazır hale gelmiştir. YSA daha önce eğitim setinde ağa sunulmamış olan örnekler sorulduğunda genelleme yaparak sonuca ulaşır. Test işlemi gerçekleştirildiğinde YSA'nın ürettiği sonuçlar test veri seti için yeterli yaklaşıklığı sağlıyorsa tasarlanan YSA modeli güvenilir bir ağ modelidir. Eğer istenen sonuçlar elde edilemiyorsa, eğitim ve test işlemleri tekrar tekrar yapılır. Ayrıca unutulmaması gereken bir husus da, eğitim setindeki verilerin çözüm aralıkları ne kadar iyi şekilde temsil edilir ve genişletilirse o kadar iyi sonuçlar elde edilir.

## **BÖLÜM 5. YAPAY SINIR AĞ (YSA) TABANLI PERFORMANS DEĞERLENDİRME MODELİ**

### **5.1. Giriş**

Bu çalışmada, olası bir deprem etkisindeki mevcut betonarme binaların deprem güvenliklerinin belirlenmesi amacıyla yapay sinir ağları (YSA) yaklaşımı kullanılarak “YSA tabanlı performans değerlendirme modeli” önerilmiştir. Önerilen bu YSA tabanlı model, eğitim seti ile eğitilmiş, güvenilirliği test seti ile kontrol edilmiş ve gerçek binalardan oluşturulan referans seti ile doğrulanmıştır. Bu çalışmada kullanılmak üzere 9750 adet farklı bina modeli geliştirilmiş ve P25 hızlı değerlendirme yöntemi ile performans puanları ve performans durumları belirlenmiştir. Bu binaların 9150 adeti eğitim seti olarak seçilmiş ve YSA tabanlı modelin eğitimi için kullanılmıştır. Geriye kalan 600 adet bina ise test seti olarak seçilmiş ve YSA tabanlı modelin öğrenme ve genelleştirme özelliğini test etmek amacıyla kullanılmıştır. Ayrıca YSA tabanlı modelin performansını doğrulamak amacıyla referans seti oluşturulmuştur. Referans setindeki binalar Bingöl ilindeki gerçek binalardan seçilmiştir. Bu binalar 2003 Bingöl depremine maruz kalmış ve hasar durumlarına göre ODTU tarafından sınıflandırılmıştır [SERU Structural Engineering Research Unit , 2011]

Gerçek yapıların performansını belirlemek için kullanılan yöntemlerin çok uzun zaman gerektirdiği ve bu işlemin oldukça maliyetli olmasının yanında binaların önemli bir kısmının projesinin mevcut olmaması nedeniyle bu çalışmada daha önce geliştirilmiş olan P25 yönteminden yararlanılmıştır. Fakat önerilen/geliştirilen YSA modelinin kullanılan yöntemlere oranla daha hızlı, daha basit ve güvenilir cevaplar verdiği ve dolayısıyla diğer yöntemlere alternatif bir yöntem olabileceği sonucuna varılmıştır.

## 5.2. Problemin Tanımı

Mevcut binaların deprem öncesi, literatürdeki çalışmalara ek olarak, olası bir deprem etkisinde deprem güvenilirliğinin tahmin edilebilmesi sağlayacak daha hızlı, ekonomik ve güvenilir alternatif bir yöntem geliştirmesi amaçlanmaktadır. Bunun için Tablo 5.1 de verilmiş olan girdi bilgileri kullanılarak olası bir deprem etkisinde binanın performansını, seçilen YSA tabanlı performans değerlendirme modeli ile belirlemeye çalışılmıştır. P25 hızlı değerlendirme yöntemi kullanılarak YSA tabanlı performans değerlendirme modelinin eğitim ve test setleri oluşturulmuştur. Ayrıca Referans seti olarak Bingöl binaları dikkate alınmış ve YSA tabanlı performans değerlendirme modeli referans seti ile doğrulanmıştır. Bu amaçla oluşturulan eğitim setindeki 9750 farklı bina örneği, farklı planlara sahip 25 binadan kat sayıları, temel derinliği, arazinin topoğrafik özelliği, beton kalitesi, etriye aralığı ve düzensizlik durumları değiştirilerek hazırlanmıştır. Bu analizler, depremin etkin yönünün binanın zayıf yönü ile 30 derece açı yaptığı kabul edilerek elde edilmiştir.

## 5.3. Önerilen YSA Tabanlı Performans Değerlendirme Modeli

### 5.3.1 Girdiler

Girdiler, problemin değişkenleri olan binaların genel özelliklerinden ve 25 farklı veriden oluşmaktadır (Tablo 5.1). Problemin değişkenleri ağa normalizasyon tekniği kullanılarak tanıtılmıştır.

YSA tabanlı performans değerlendirme modelinin tamamında transfer fonksiyonu olarak sigmoid fonksiyonu kullanıldığından, girdi ve çıktı katmanındaki veriler YSA tabanlı performans değerlendirme modeline girilmeden önce 0 ve 1 arasında normalize edilmelidir. Bu amaçla her bir değişken, kendisinin alabileceği maksimum değere veya bu değer üzerinde seçilen değere bölünerek bütün verilerin 0 ve 1 arasında olması sağlanmıştır (Tablo 5.1-5.3).

Tablo 5.1. YSA tabanlı performans değerlendirme modelinin girdi ve çıktı katmanındaki veriler

	simge	değişkenler	açıklamalar
1	$N$	Kat Adeti	Binalar 2-3-4-5-6-7-8-9 katlı olarak türetilmiştir.
2	$h_z$	Zemin Kat Yüksekliği	Binanın zemin kat yüksekliği
3	$h_n$	Normal Kat Yüksekliği	Binanın zemin kat hariç tüm katlarındaki yükseklik
4	$A_e$	Zemin Kat Alanı	Binanın zemin kat kalıp planındaki alanı
5	$I_x$	Toplam kat atalet momenti	X yönündeki kat kolon ve perde duvarlarının atalet momentlerinin toplamı
6	$I_y$	Toplam kat atalet momenti	Y yönündeki kat kolon ve perde duvarlarının atalet momentlerinin toplamı
7	$P_x$	Perde Duvar	Kat planında X yönünde perde duvar olup olmadığı
8	$P_y$	Perde Duvar	Kat planında Y yönünde perde duvar olup olmadığı
9	$E$	Etriye Mesafesi	İki etriye arasındaki mesafe olup, 100-200-250-300-350-400-450-500mm olarak seçilmiştir.
10	$BS$	Beton Kalitesi	C08-C30 aralığında kullanılan betonun basınç mukavemeti
11	$D_x$	Zemin Kat X-Yönündeki Dolgu Duvar Alanları Toplamı	Kat planında X yönünde dolgu duvar olup olmadığı
12	$D_y$	Zemin Kat Y-Yönündeki Dolgu Duvar Alanları Toplamı	Kat planında Y yönünde dolgu duvar olup olmadığı
13	$L_x$	Bina Taban Alanını İçine Alan Dikdörtgenin Boyutu	Binanın kat kalıp planındaki kartezyen sisteme göre belirlenen X yönündeki kritik kat çevre uzunluğu
14	$L_y$	Bina Taban Alanını İçine Alan Dikdörtgenin Boyutu	Binanın kat kalıp planındaki kartezyen sisteme göre belirlenen Y yönündeki kritik kat çevre uzunluğu
15	$Z$	Zemin Sınıfı	Z1 – Z2 – Z3 – Z4 olmak üzere yerel zemin sınıfları
16	$A1$	A1 Burulma Düzensizliği	A1 Burulma Düzensizliğinin var olup olmadığı
17	$A2$	A2 Döşeme Süreksizliği	A2 Döşeme Süreksizliğinin var olup olmadığı
18	$B3$	B3 Düşey Eleman Süreksizliği	B3 Düşey Eleman Süreksizliğinin var olup olmadığı
19	$K_k$	Kısa Kolon	Binada Kısa Kolon bulunup bulunmadığı
20	$A_c$	Çıkma (Ağır cephe elemanları)	Çıkmaların (ağır cephe elemanları) var olup olmadığı
21	$ZG$	Zayıf Kolon-Güçlü Kiriş	Zayıf Kolon-Güçlü Kiriş düzensizliğinin var olup olmadığı
22	$t_d$	Bodrum Kat var mı?	Bodrum katın var olup olmadığı
23	$C_o$	Çarpışma olasılığı	Çarpışma olasılığının var olup olmadığı
24	$S_k$	Katlardaki seviye farkı ve kısmi bodrum	Katlardaki seviye farkı ve kısmi bodrumun var olup olmadığı
25	$t$	Eğimli Arazide mi?	Yapının eğimli arazide olup olmadığı
26	$P$	Performans puanı	Binanın olası bir deprem etkisinde göstereceği performans

Tablo 5.2. YSA tabanlı performans değerlendirme modelinin girdi ve çıktı katmanındaki veriler (Eğitim ve Test Seti)

	simge	birim	minimum	maksimum	normalizasyon işlemi bölenleri
1	N		2.00	9.00	10.00
2	$h_z$	m	2.80	5.40	6.00
3	$h_n$	m	2.70	3.40	6.00
4	$A_e$	m <sup>2</sup>	90.59	787.20	1000.00
5	$I_x$	m <sup>4</sup>	0.015	9.734	13.00
6	$I_y$	m <sup>4</sup>	0.008	12.623	13.00
7	$P_x$		0.00	1.00	1.00
8	$P_y$		0.00	1.00	1.00
9	E	mm	100.00	500.00	500.00
10	BS	N/mm <sup>2</sup>	1.00	5.00	5.00
11	$D_x$	m <sup>2</sup>	0.00	9.07	20.00
12	$D_y$	m <sup>2</sup>	0.00	16.67	20.00
13	$L_x$	m	9.15	38.00	40.00
14	$L_y$	m	6.15	37.00	40.00
15	Z		0.00	1.00	1.00
16	A1		0.00	1.00	1.00
17	A2		0.00	1.00	1.00
18	B3		0.00	1.00	1.00
19	$K_k$		0.00	1.00	1.00
20	$A_c$		0.00	1.00	1.00
21	ZG		0.00	1.00	1.00
22	$t_d$		0.00	1.00	1.00
23	$C_o$		0.00	1.00	1.00
24	$S_k$		0.00	1.00	1.00
25	t		0.00	1.00	1.00
26	P		5.14	178.37	180.00

Tablo 5.3. YSA tabanlı performans değerlendirme modelinin girdi katmanındaki veriler (Bingöl Binaları)

	simge	birim	minimum	maksimum	normalizasyon işlemi bölenleri
1	$N$		2.00	5.00	10.00
2	$h_z$	m	2.75	5.40	6.00
3	$h_n$	m	2.70	3.40	6.00
4	$A_e$	$m^2$	90.59	787.20	1000.00
5	$I_x$	$m^4$	0.02	9.73	13.00
6	$I_y$	$m^4$	0.01	10.73	13.00
7	$P_x$		0.00	1.00	1.00
8	$P_y$		0.00	1.00	1.00
9	$E$	mm	100.00	500.00	500.00
10	$BS$	$N/mm^2$	1.00	4.00	5.00
11	$D_x$	$m^2$	0.00	8.72	20.00
12	$D_y$	$m^2$	0.00	16.67	20.00
13	$L_x$	m	8.00	38.00	40.00
14	$L_y$	m	6.40	31.30	40.00
15	$Z$		0.30	1.00	1.00
16	$A1$		0.00	1.00	1.00
17	$A2$		0.00	1.00	1.00
18	$B3$		0.00	0.00	1.00
19	$K_k$		0.00	1.00	1.00
20	$A_c$		0.00	1.00	1.00
21	$ZG$		0.00	1.00	1.00
22	$t_d$		0.00	1.00	1.00
23	$C_o$		0.00	1.00	1.00
24	$S_k$		0.00	1.00	1.00
25	$t$		0.00	1.00	1.00
26	$P$		14.34	65.91	180.00

Kolon rijitliği kolon atalet momentinin kolon yüksekliğine oranı olduğundan kat rijitliği de kat toplam atalet momentinin kat yüksekliğine oranı olarak tarif edilebilir. Bu çalışmada kat rijitliği yerine kat yüksekliği ve kat toplam atalet momenti tanımlanmıştır.

YSA tabanlı performans değerlendirme modelinin eğitim ve test setini oluşturan örneklerin tamamı, P25 Hızlı Değerlendirme Yöntemine dayalı olarak deprem güvenlikleri belirlenmiştir. Bu örneklerin tamamında aşağıda verilen varsayımlar kullanılmıştır;

- Tüm bina örneklerde en fazla hasar potansiyeli olan kritik katın zemin kat olduğu,
- Bina yüksekliği hesaplanırken bodrum kat yüksekliğinin dahil olmadığı,
- Binada anormal kütle birikimi olmadığı veya depo katı bulunmadığı,
- Binanın taşıyıcı sistem elamanlarında korozyon bulunmadığı,
- Binada asma kat bulunmadığı,
- Oluşturulan bina örneklerinde tüm binalar konut olarak teşkil edildiğinden Deprem Bölgelerinde Yapılacak Binalar Hakkında Esaslar 2007’de tanımlanan bina önem katsayısının (I) temsilen yöntemde 1 olarak alındığı,
- Oluşturulan bina örneklerinde tüm binaların 1. Derece deprem bölgesinde olduğu, Deprem Bölgelerinde Yapılacak Binalar Hakkında Esaslar 2007’de tanımlanan etkin yer ivmesi katsayısının (A<sub>o</sub>) temsilen yöntemde 0.40 olarak alındığı,
- Mevcut binaların temel tiplerinin belirlenmesinin zorlaştırıcı bir etken olması sebebiyle tüm binaların temel tipinin radye veya iki yönlü sürekli temel olduğu,
- Binalar tasarlanırken zemin oturması, zemin sıvılaşması, zemin büyütmesi, heyelan ve yer altı su seviyesi gibi etkenlerin ihmal edildiği,
- Kolon kesitlerinin dikdörtgen ve kat yüksekliği boyunca sabit olduğu,
- Kiriş kesitlerinin ve döşeme kalınlıklarının yapının tamamında aynı olduğu,



- Yumuşak kat özelliğini dikkate alabilmek amacıyla bazı örnek binalarda zemin kat yüksekliklerinin normal kat yüksekliklerinden farklı olduğu,
- Yapı yüksekliği boyunca, zemin kat hariç diğer kat yüksekliklerinin aynı olduğu,

### 5.3.2 YSA modelinin mimarisi

Önerilen YSA tabanlı performans değerlendirme modelinin girdi ve çıktı katmanlarındaki işlem elemanı sayıları problemin geometrisine bağlı olarak oluşmaktadır. Önerilen YSA modelinin girdi katmanında, incelenecek olan her bir mevcut betonarme yapının bilgilerini içeren 25 adet işlem elemanı ve yapının deprem performansını gösteren performans puanından oluşan 1 adet işlem elemanı bulunmaktadır. Ancak gizli katman sayısının ve gizli katmanlardaki işlem elemanı sayılarının belirlenmesinde herhangi bir kural yoktur. Gizli katman sayısı ve bu katmanlardaki işlem elemanı sayıları, literatürdeki birçok çalışmada deneme ve yanılma yöntemi ile belirlenmiştir (Çağlar ve diğerleri, 2010). Bu çalışmada da bu yöntem kullanılmıştır.

Gizli katman sayısı ve bu katmanlardaki işlem elemanını belirlemek için kullanılan deneme yanılma yönteminde, 1000 iterasyon yapılmış ve elde edilen sonuçlar grafik halinde sunulmuştur (Şekil 5.1-5.2). Önce 1 adet gizli katman seçilmiş ve bu tek gizli katmandaki işlem elemanı sayısının 5 ile 20 arasında olması durumuna karşılık gelen YSA modelinin performansı belirlenmiştir. YSA modellerinin performansları  $R^2$  ile değerlendirilmiştir. İkinci aşama olarak 2 adet gizli katman seçilmiş ve bu iki gizli katmandaki işlem elemanı sayılarının 8 ile 20 arasında olması durumuna karşılık gelen YSA modelinin performansı belirlenmiştir.

Bir modelin gerçeğe en yakın değeri verip vermediğini belirleyebilmek için  $R^2$  (determinasyon katsayısı)'nin hesaplanması gerekmektedir. Determinasyon katsayısı, açıklanabilmiş değişkenlerin toplam değişkenlere oranıdır ve  $R^2$  değeri bağımsız değişkenlerin, bağımlı değişkenleri açıklama gücünü gösterir.  $R^2$  değeri arttıkça standart hata azalmaktadır.  $R^2$  değerlerinin 1'e yakın olması gözlem değerlerinin

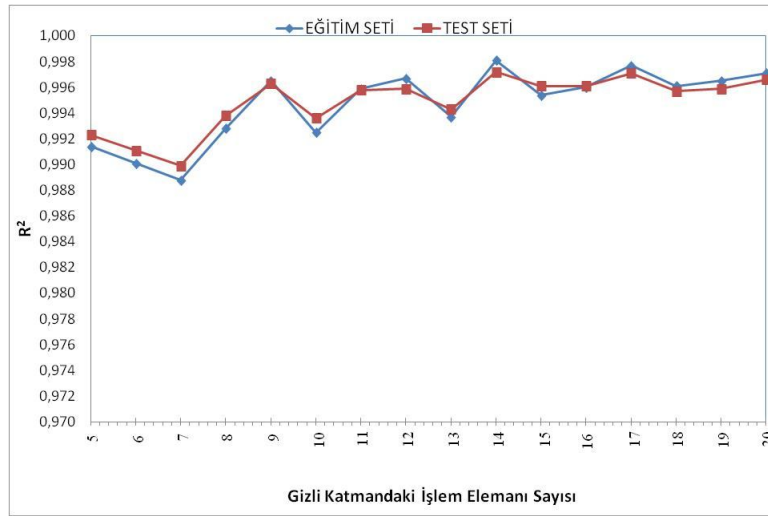
regresyon doğrusunun etrafında dağılmakta olduğunu göstermektedir. Eğitim ve test setinin gizli katmanları baz alınarak  $R^2$  değerleri hesaplanmıştır. YSA tabanlı performans değerlendirme modelinin gizli katmanlarının işlem elemanlarının sayısı, eğitim ve test seti için elde edilen  $R^2$  değerleri incelenerek ve iki kritere bağlı olarak seçilmiştir. Seçim yapılırken, eğitim ve test seti  $R^2$  değerlerinin birbirine yakınlığı ve 1' yakınlığı dikkate alınmıştır. Determinasyon katsayısı aşağıdaki bağıntılardan hesaplanmaktadır:

$$R^2 = 1 - \frac{SSE}{SST} \quad (5.1)$$

$$R^2 = 1 - \left( \frac{\text{Hata Kareler Toplamı}}{\text{Genel Kareler Toplamı}} \right) \quad (5.2)$$

$$SSE = \sum (X - Y)^2 \quad (5.3)$$

$$SST = \sum Y^2 - \frac{(\sum Y)^2}{N} \quad (5.4)$$

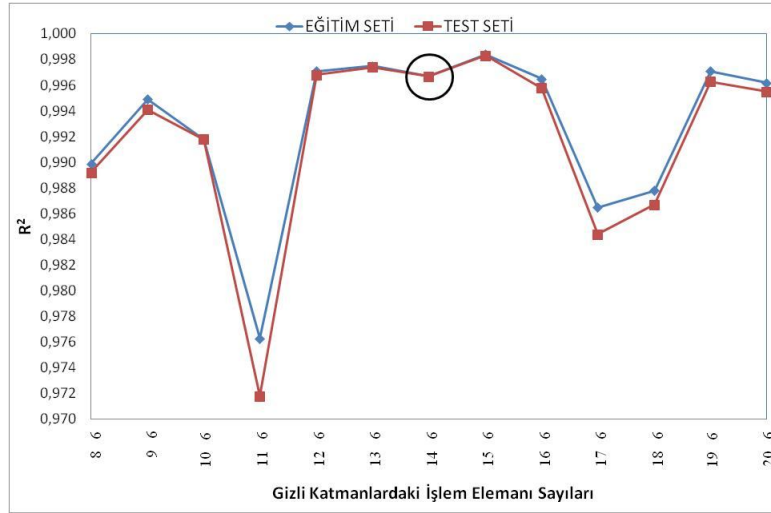


Şekil 5.1. Tek gizli katmandaki işlem elemanı sayısının değişiminin YSA modelinin performansına etkisi



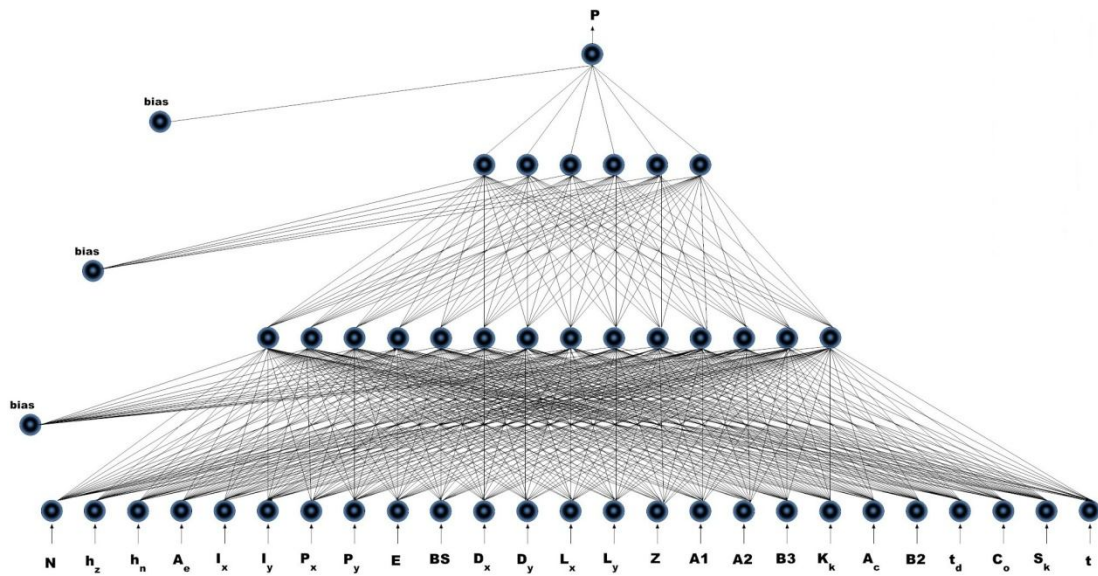
Şekil 5.2. İki gizli katmandaki işlem elemanı sayısının değişiminin YSA modelinin performansına etkisi

Tek gizli katmandaki işlem elemanı sayısı ve iki gizli katman olması durumunda katmanlardaki işlem elemanı sayıları incelendiğinde en iyi sonuç iki gizli katman olması durumu ile elde edilmektedir. Şekil 5.3 ten de görüldüğü gibi YSA tabanlı modelin 1. gizli katmanında 14 işlem elemanı, 2. gizli katmanda 6 işlem elemanı seçilmiştir.



Şekil 5.3. İki gizli katmandaki işlem elemanı sayısının değişiminin YSA modelinin performansına etkisi

Seçilen YSA tabanlı performans değerlendirme modelinin mimarisi 1 adet girdi katmanı, 2 adet gizli katman ve 1 adet çıktı katmandan oluşmaktadır. Girdi katmanında 25 işlem elemanı, 1.gizli katmanında 14 işlem elemanı, 2.gizli katmanında 6 işlem elemanı ve çıktı katmanında 1 işlem elemanı bulunmaktadır (Şekil 5.4). YSA tabanlı performans değerlendirme modelinin çıktı katmanında gerçek binaların performansları belirlenmektedir.



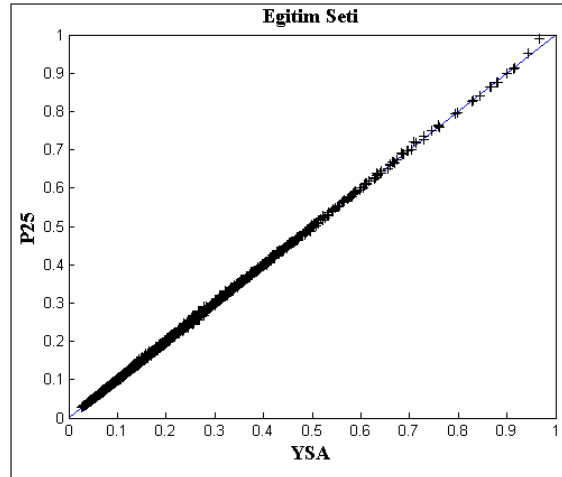
Şekil 5.4. YSA tabanlı performans değerlendirme modelinin mimarisi

## **BÖLÜM 6. SAYISAL UYGULAMA**

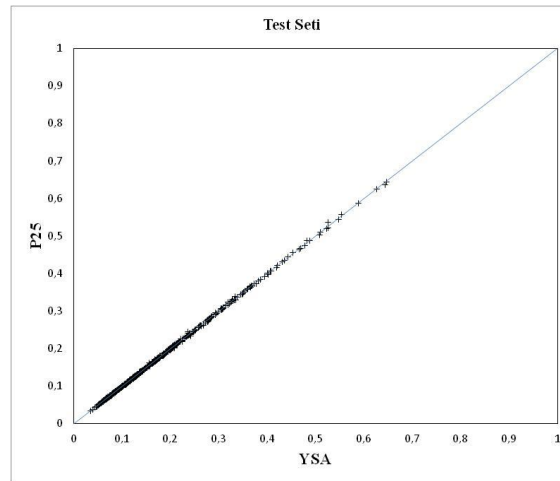
### **6.1. Giriş**

Bu çalışmada önerilen YSA tabanlı performans değerlendirme modelinin eğitimi ve testi için 9750 adet farklı bina örneği oluşturulmuştur [Ek A]. Önerilen model, eğitim seti ile eğitilmiş, güvenilirliği test seti ile kontrol edilmiş ve gerçek binalardan oluşturulan referans seti ile doğrulanmıştır. YSA tabanlı modelin eğitim seti 9150 adet farklı bina örneğinden, test seti 600 adet farklı bina örneğinden oluşturulmuştur. Ayrıca YSA tabanlı modelin performansını doğrulamak amacıyla referans seti oluşturulmuştur. Referans setindeki binalar Bingöl ilindeki gerçek binalardan seçilmiştir.

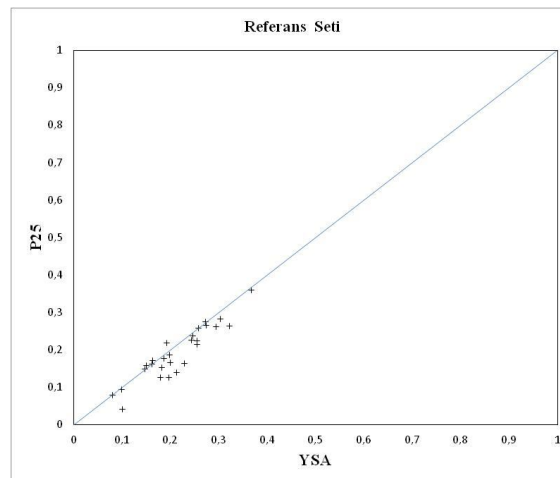
Seçilen YSA tabanlı performans değerlendirme modeli P25 hızlı değerlendirme yöntemi kullanılarak oluşturulan eğitim seti ile eğitilmiştir. P25 yöntemi kullanılarak oluşturulan test seti ve Bingöl binalarının bilgileri kullanılarak oluşturulmuş olan referans setinin performansları ile YSA tabanlı performans değerlendirme modelinin performansı belirlenmiş ve doğrulanmıştır. Bu amaçla P25 hızlı değerlendirme yöntemi ile elde edilen sonuçlara karşılık gelen YSA sonuçları eğitim seti, test seti ve referans seti için grafikler halinde sunulmuştur (Şekil 6.1-6.4). Seçilen YSA tabanlı performans değerlendirme modelinin tahminlerinin  $45^0$  açı yapan doğrunun üzerinde olması, seçilen YSA tabanlı performans değerlendirme modelinin istenen değerleri yakaladığını, bu doğrudan sapmalar olması durumunda ise istenen değerlerden uzaklaşmaları göstermektedir.



Şekil 6.1. YSA tabanlı performans değerlendirme modelinin eğitim setinin performansı



Şekil 6.2. YSA tabanlı performans değerlendirme modelinin test setinin performansı



Şekil 6.3. YSA tabanlı performans değerlendirme modelinin referans setinin performansı



Şekil 6.4. YSA tabanlı performans değerlendirme modelinin referans setinin performansı

YSA tabanlı performans değerlendirme modelinin Referans setinin performansı P25 yönteminde elde edilen performans durumu ve binaların mevcut durumları karşılaştırması yapılmıştır, tablolar ve şekiller halinde sunulmuştur (Tablo 6.1 – 6.5, Şekil 6.5).

Tablo 6.1. YSA tabanlı performans değerlendirme modelinin referans setinin performans puanlarının P25 yöntemi ve mevcut durum karşılaştırması

Bina No	Bina İsimleri	Gerçek Durum	P25	YSA	$\frac{YSA}{P25}$
1	BNG – 3 – 4 – 1	Hafif Hasar/ Hasarsız	Orta Hasar (38.08)	Orta Hasar (25.32)	0.66
2	BNG – 3 – 4 – 2	Hasarsız	Hasarsız (45.88)	Hasarsız (40.47)	0.88
3	BNG – 3 – 4 – 4	Hasarsız	Hasarsız (44.11)	Hasarsız (42.71)	0.97
4	BNG – 5 – 5 – 1	Hafif Hasar/ Hasarsız	Hasarsız (41.11)	Orta Hasar (29.74)	0.72
5	BNG – 6 – 2 – 8	Ağır Hasar	Hasarsız (48.88)	Hasarsız (49.74)	1.02
6	BNG – 6 – 3 – 1	Orta Hasar	Orta Hasar (34.56)	Orta Hasar (39.42)	1.14
7	BNG – 6 – 3 – 4	Hafif Hasar	Hasarsız (57.75)	Hasarsız (47.42)	0.82



Tablo 6.1. YSA tabanlı performans değerlendirme modelinin referans setinin performans puanlarının P25 yöntemi ve mevcut durum karşılaştırması (devam)

Bina No	Bina İsimleri	Gerçek Durum	P25	YSA	$\frac{YSA}{P25}$
8	BNG – 6 – 3 – 10	Hasarsız	Hasarsız (45.86)	Orta Hasar (38.86)	0.85
9	BNG – 6 – 3 – 11	Hasarsız	Hasarsız (49.23)	Hasarsız (48.06)	0.98
10	BNG – 6 – 3 – 12	Hasarsız/ Hafif Hasar	Hasarsız (43.82)	Hasarsız (40.82)	0.93
11	BNG – 6 – 4 – 2	Ağır Hasar	Ağır Hasar (14.34)	Ağır Hasar (14.32)	1.00
12	BNG – 6 – 4 – 3	Çökmüş	Orta Hasar (32.19)	Orta Hasar (22.96)	0.71
13	BNG – 6 – 4 – 5	Hasarsız	Hasarsız (65.91)	Hasarsız (65.01)	0.99
14	BNG – 6 – 4 – 7	Orta Hasar	Orta Hasar (33.55)	Orta Hasar (32.11)	0.96
15	BNG – 10 – 3 – 3	Orta Hasar	Orta Hasar (35.30)	Orta Hasar (22.93)	0.65
16	BNG – 10 – 3 – 10	Ağır Hasar	Orta Hasar (18.03)	Ağır Hasar (7.53)	0.42
17	BNG – 10 – 4 – 4	Orta Hasar	Orta Hasar (17.71)	Orta Hasar (17.06)	0.96
18	BNG – 10 – 4 – 6	Hafif Hasar/ Hasarsız	Orta Hasar (29.29)	Orta Hasar (31.03)	1.06
19	BNG – 10 – 4 – 9	Hasarsız	Hasarsız (46.36)	Hasarsız (46.46)	1.00
20	BNG – 10 – 5 – 1	Orta Hasar	Orta Hasar (35.85)	Orta Hasar (29.79)	0.83
21	BNG – 10 – 5 – 2	Hafif Hasar/ Hasarsız	Orta Hasar (26.47)	Orta Hasar (26.88)	1.02
22	BNG – 10 – 5 – 11	Hafif Hasar/ Hasarsız	Hasarsız (52.81)	Hasarsız (47.19)	0.89
23	BNG – 11 – 2 – 3	Orta Hasar	Orta Hasar (26.94)	Orta Hasar (28.61)	1.06
24	BNG – 11 – 4 – 1	Ağır Hasar	Orta Hasar (29.09)	Orta Hasar (29.17)	1.00
25	BNG – 11 – 4 – 2	Ağır Hasar	Orta Hasar (32.59)	Orta Hasar (27.67)	0.85
26	BNG – 11 – 4 – 4	Orta Hasar	Orta Hasar (35.63)	Orta Hasar (33.73)	0.95
27	BNG – 11 – 4 – 5	Hasarsız	Hasarsız (54.35)	Hasarsız (50.95)	0.94

Tablo 6.2. YSA tabanlı performans değerlendirme modelinin referans setinin performansları, P25 yöntemi ve mevcut durum karşılaştırması

Bina No	Bina İsimleri	Mevcut Durum	P25	YSA
1	BNG – 3 – 4 – 1	Hafif Hasar	Orta Hasar	Orta Hasar
2	BNG – 3 – 4 – 2	Hasarsız	Hasarsız	Hasarsız
3	BNG – 3 – 4 – 4	Hasarsız	Hasarsız	Hasarsız
4	BNG – 5 – 5 – 1	Hafif Hasar	Hafif Hasar	Orta Hasar
5	BNG – 6 – 2 – 8	Ağır Hasar	Hasarsız	Hasarsız
6	BNG – 6 – 3 – 1	Orta Hasar	Orta Hasar	Orta Hasar
7	BNG – 6 – 3 – 4	Hafif Hasar	Hafif Hasar	Hafif Hasar
8	BNG – 6 – 3 – 10	Hasarsız	Hasarsız	Orta Hasar
9	BNG – 6 – 3 – 11	Hasarsız	Hasarsız	Hasarsız
10	BNG – 6 – 3 – 12	Hasarsız/ Hafif Hasar	Hasarsız	Hasarsız
11	BNG – 6 – 4 – 2	Ağır Hasar	Ağır Hasar	Ağır Hasar
12	BNG – 6 – 4 – 3	Çökmüş	Orta Hasar	Orta Hasar
13	BNG – 6 – 4 – 5	Hasarsız	Hasarsız	Hasarsız
14	BNG – 6 – 4 – 7	Orta Hasar	Orta Hasar	Orta Hasar
15	BNG – 10 – 3 – 3	Orta Hasar	Orta Hasar	Orta Hasar
16	BNG – 10 – 3 – 10	Ağır Hasar	Orta Hasar	Ağır Hasar
17	BNG – 10 – 4 – 4	Orta Hasar	Orta Hasar	Orta Hasar
18	BNG – 10 – 4 – 6	Hafif Hasar	Orta Hasar	Orta Hasar
19	BNG – 10 – 4 – 9	Hasarsız	Hasarsız	Hasarsız
20	BNG – 10 – 5 – 1	Orta Hasar	Orta Hasar	Orta Hasar
21	BNG – 10 – 5 – 2	Hafif Hasar	Orta Hasar	Orta Hasar
22	BNG – 10 – 5 – 11	Hafif Hasar	Hafif Hasar	Hafif Hasar
23	BNG – 11 – 2 – 3	Orta Hasar	Orta Hasar	Orta Hasar
24	BNG – 11 – 4 – 1	Ağır Hasar	Orta Hasar	Orta Hasar
25	BNG – 11 – 4 – 2	Ağır Hasar	Orta Hasar	Orta Hasar
26	BNG – 11 – 4 – 4	Orta Hasar	Orta Hasar	Orta Hasar
27	BNG – 11 – 4 – 5	Hasarsız	Hasarsız	Hasarsız

Tablo 6.1-6.2 de referans setindeki binaların Bingöl Depremi sonrası durumları, P25 ve YSA modellerinin sonuçları verilmiştir. Bu sonuçlar karşılaştırıldığında mevcut durumu, P25 yöntemi %71 oranında, YSA modeli ise % 67 oranında yakalamaktadır. Fakat YSA modelinin eğitim ve test setlerindeki binaların performansları P25 yöntemi ile belirlendiğinden, YSA modelinin başarısı P25 yöntemi ile sınırlıdır. Dolayısıyla, YSA modelinin P25 modeli sonuçlarını yakalama oranı önemlidir. Tablo 6.2 de görüldüğü gibi YSA modeli 27 binadan sadece 3 binanın performansını yakalayamamış ve % 11 oranında bir sapma göstermiştir.

Sonuçlardan da görüldüğü gibi YSA tabanlı performans değerlendirme modelini eğitmek ve test etmek üzere P25 hızlı değerlendirme yönteminden yararlanılmıştır. YSA tabanlı performans değerlendirme modeli, P25 hızlı değerlendirme yöntemi kullanılarak oluşturulan eğitim seti ile iyi derecede eğitilebilmiştir. Ancak YSA tabanlı performans değerlendirme modelinin eğitiminde kullanılan yöntem sonuca ne kadar yaklaşabiliyorsa, YSA tabanlı performans değerlendirme modeli de ancak o kadar yaklaşabilmektedir. P25 hızlı değerlendirme yönteminde girdi olarak kullanılan verilerinin bir kısmına ulaşamadığı için bu yöntem belli oranda hata vermektedir. İhmal edilen verilerin arasında zemin özelliklerinin ciddi anlamda yer teşkil etmesinden dolayı şayet zemin özelliklerinin de tam anlamıyla elde edilmesi durumunda sonuçlardaki hata oranının azalacağı görülmektedir.

## BÖLÜM 7. PARAMETRİK ÇALIŞMA

### 7.1. Giriş

Önerilen YSA tabanlı performans değerlendirme modelinin mimarisi önceki bölümlerde belirlenmiş ve eğitimi tamamlanmıştır. YSA tabanlı performans değerlendirme modeli, 1 adet girdi katmanı, 2 adet gizli katman ve 1 adet çıktı katmanından oluşmakta ve girdi katmanında 25 işlem elemanı, 1.gizli katmanında 14 işlem elemanı, 2.gizli katmanında 6 işlem elemanı ve çıktı katmanında 1 işlem elemanı bulunmaktadır.

Bu bölümde, YSA tabanlı performans değerlendirme modelinin girdi katmanında bulunan bina bilgilerinin (25 adet işlem elemanı) herhangi birinin belirlenememesi durumunda modelin performansı araştırılmıştır. Eğitilmiş olan YSA tabanlı modelin bilgileri, ağırlıklarda yayılı olarak bulunduğu bilinmeyen girdi değeri sıfır (0) olarak girilerek bu bilginin eksik olması hali incelenmiştir. Eksiksiz girdili YSA tabanlı model ile eksik girdili YSA tabanlı modelin performansları karşılaştırılarak eksik bilginin modelin performansına katkısı araştırılmıştır. Bu amaçla, referans setindeki binaların mevcut durumlarını yakalama oranı belirlenmiş, tablolar ve grafikler halinde sunulmuştur (Tablo 7.2-7.26, Şekil 7.1-7.25).

Tablo 7.1. Referans Seti Binaları

1	<i>BNG - 3 - 4 - 1</i>	10	<i>BNG - 6 - 3 - 12</i>	19	<i>BNG - 10 - 4 - 9</i>
2	<i>BNG - 3 - 4 - 2</i>	11	<i>BNG - 6 - 4 - 2</i>	20	<i>BNG - 10 - 5 - 1</i>
3	<i>BNG - 3 - 4 - 4</i>	12	<i>BNG - 6 - 4 - 3</i>	21	<i>BNG - 10 - 5 - 2</i>
4	<i>BNG - 5 - 5 - 1</i>	13	<i>BNG - 6 - 4 - 5</i>	22	<i>BNG - 10 - 5 - 11</i>
5	<i>BNG - 6 - 2 - 8</i>	14	<i>BNG - 6 - 4 - 7</i>	23	<i>BNG - 11 - 2 - 3</i>
6	<i>BNG - 6 - 3 - 1</i>	15	<i>BNG - 10 - 3 - 3</i>	24	<i>BNG - 11 - 4 - 1</i>
7	<i>BNG - 6 - 3 - 4</i>	16	<i>BNG - 10 - 3 - 10</i>	25	<i>BNG - 11 - 4 - 2</i>
8	<i>BNG - 6 - 3 - 10</i>	17	<i>BNG - 10 - 4 - 4</i>	26	<i>BNG - 11 - 4 - 4</i>
9	<i>BNG - 6 - 3 - 11</i>	18	<i>BNG - 10 - 4 - 6</i>	27	<i>BNG - 11 - 4 - 5</i>

## 7.2. Kat Adedinin (*N*) Etkisi

Eğitilmiş YSA Tabanlı Performans Değerlendirme modelinin girdi katmanındaki kat adedi (*N*) işlem elamanı sıfır (0) girilerek eksik girdili modelin yapı performans puanı belirlenmiştir. Eksiksiz girdili model ile eksik girdili modelin sonuçları Tablo 7.2 de sunulmuştur.

Tablo 7.2. YSA Tabanlı Performans Değerlendirme modelinin sonuçlarına Kat adedinin (*N*) etkisi

Bina No	Gerçek Durum	P25	Eksiksiz Girdi		Eksik Girdi	
			YSA	$\frac{YSA}{P25}$	YSA	$\frac{YSA}{P25}$
1	Hafif Hasar/ Hasarsız	Orta Hasar (38.08)	Orta Hasar (25.32)	0.66	Hasarsız (71.33)	1.87
2	Hasarsız	Hasarsız (45.88)	Hasarsız (40.47)	0.88	Hasarsız (115.20)	2.51
3	Hasarsız	Hasarsız (44.11)	Hasarsız (42.71)	0.97	Hasarsız (112.54)	2.55
4	Hafif Hasar/ Hasarsız	Hasarsız (41.11)	Orta Hasar (29.74)	0.72	Hasarsız (83.49)	2.03
5	Ağır Hasar	Hasarsız (48.88)	Hasarsız (49.74)	1.02	Hasarsız (90.42)	1.85
6	Orta Hasar	Orta Hasar (34.56)	Orta Hasar (39.42)	1.14	Hasarsız (87.66)	2.54
7	Hafif Hasar	Hasarsız (57.75)	Hasarsız (47.42)	0.82	Hasarsız (104.22)	1.80
8	Hasarsız	Hasarsız (45.86)	Orta Hasar (38.86)	0.85	Hasarsız (80.08)	1.75
9	Hasarsız	Hasarsız (49.23)	Hasarsız (48.06)	0.98	Hasarsız (107.74)	2.19
10	Hasarsız/ Hafif Hasar	Hasarsız (43.82)	Hasarsız (40.82)	0.93	Hasarsız (87.64)	2.00
11	Ağır Hasar	Ağır Hasar (14.34)	Ağır Hasar (14.32)	1.00	Orta Hasar (33.06)	2.31
12	Çökmüş	Orta Hasar (32.19)	Orta Hasar (22.96)	0.71	Hasarsız (62.27)	1.93
13	Hasarsız	Hasarsız (65.91)	Hasarsız (65.01)	0.99	Hasarsız (154.09)	2.34
14	Orta Hasar	Orta Hasar (33.55)	Orta Hasar (32.11)	0.96	Hasarsız (89.15)	2.66
15	Orta Hasar	Orta Hasar (35.30)	Orta Hasar (22.93)	0.65	Hasarsız (54.85)	1.55
16	Ağır Hasar	Orta Hasar (18.03)	Ağır Hasar (7.53)	0.42	Orta Hasar (15.64)	0.87

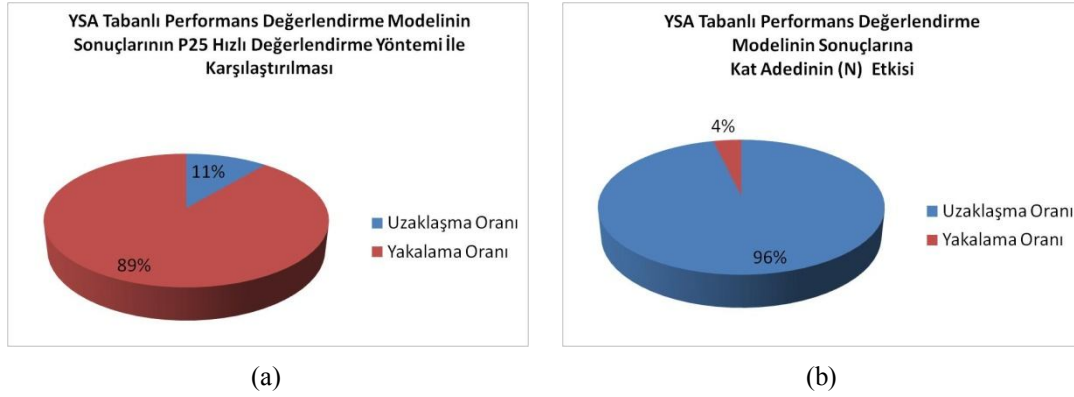
Tablo 7.2. YSA Tabanlı Performans Değerlendirme modelinin sonuçlarına Kat adedinin (N) etkisi (devam)

Bina No	Gerçek Durum	P25	Eksiksiz Girdi		Eksik Girdi	
			YSA	$\frac{YSA}{P25}$	YSA	$\frac{YSA}{P25}$
17	Orta Hasar	Orta Hasar (17.71)	Orta Hasar (17.06)	0.96	Orta Hasar (37.70)	2.13
18	Hafif Hasar/Hasarsız	Orta Hasar (29.29)	Orta Hasar (31.03)	1.06	Hasarsız (85.39)	2.91
19	Hasarsız	Hasarsız (46.36)	Hasarsız (46.46)	1.00	Hasarsız (105.61)	2.28
20	Orta Hasar	Orta Hasar (35.85)	Orta Hasar (29.79)	0.83	Hasarsız (92.32)	2.57
21	Hafif Hasar/Hasarsız	Orta Hasar (26.47)	Orta Hasar (26.88)	1.02	Hasarsız (71.73)	2.71
22	Hafif Hasar/Hasarsız	Hasarsız (52.81)	Hasarsız (47.19)	0.89	Hasarsız (133.52)	2.53
23	Orta Hasar	Orta Hasar (26.94)	Orta Hasar (28.61)	1.06	Hasarsız (54.28)	2.01
24	Ağır Hasar	Orta Hasar (29.09)	Orta Hasar (29.17)	1.00	Hasarsız (73.44)	2.52
25	Ağır Hasar	Orta Hasar (32.59)	Orta Hasar (27.67)	0.85	Hasarsız (66.06)	2.03
26	Orta Hasar	Orta Hasar (35.63)	Orta Hasar (33.73)	0.95	Hasarsız (89.21)	2.50
27	Hasarsız	Hasarsız (54.35)	Hasarsız (50.95)	0.94	Hasarsız (129.17)	2.38

Tablo 7.2 incelendiğinde, eksiksiz girdili YSA tabanlı performans değerlendirme modelinin P25 modelinin sonuçlarını %89 civarında yakaladığı ve eksik girdili modelin ise %4 civarında yakaladığı anlaşılmaktadır (Şekil 7.1). Dolayısıyla kat adedi (N) bilgisi, yapının performans puanını %96 civarında etkilemektedir.

Kat adedi bilgisinin eksik olduğu ve işlem elemanı değeri olarak sıfır girilen analizlerde, binaların performans puanları yüksek çıkmakta dolayısıyla binalar hasarsız olarak sınıflandırılmaktadır. Fakat bu sonuçlar ile referans setindeki binaların mevcut durumlarının hasarsız olarak sınıflandırılanlarının çakışması, YSA tabanlı performans değerlendirme modelinin bu binaların mevcut durumlarını tespit edebildiği anlamına gelmemektedir. Sonuçlar dikkatle incelendiğinde, sonuçların beklenen değerlerin çok ötesinde olduğu açıktır. Dolayısıyla eksik girdili model, hemen hemen hiçbir binanın performans değerlendirme puanını doğru olarak yakalayamamaktadır. Bu durum, Tablo 7.2 de verilen YSA modeli sonuçlarının P25 sonuçlarına oranlarından da açıkça görülebilmektedir. Sonuç olarak, Tablo 7.27 den

de görüldüğü gibi YSA tabanlı performans değerlendirme modelinin girdi katmanında bulunan kat adedi (N) bilgisi modelin performansı açısından % 13 e yakın bir öneme sahip bir parametredir.



Şekil 7.1. YSA tabanlı performans değerlendirme modelinin sonuçlarının mevcut durum ile karşılaştırılması a) eksiksiz girdili b) eksik girdili

### 7.3. Zemin Kat Yüksekliği ( $h_z$ ) Etkisi

Eğitilmiş YSA Tabanlı Performans Değerlendirme modelinin girdi katmanındaki zemin kat yüksekliği ( $h_z$ ) işlem elamanı sıfır (0) girilerek eksik girdili modelin yapı performans puanı belirlenmiştir. Eksiksiz girdili model ile eksik girdili modelin sonuçları Tablo 7.3 de sunulmuştur.

Tablo 7.3. YSA Tabanlı Performans Değerlendirme modelinin sonuçlarına Zemin Kat Yüksekliği ( $h_z$ ) etkisi

Bina No	Gerçek Durum	P25	Eksiksiz Girdi		Eksik Girdi	
			YSA	$\frac{YSA}{P25}$	YSA	$\frac{YSA}{P25}$
1	Hafif Hasar/Hasarsız	Orta Hasar (38.08)	Orta Hasar (25.32)	0.66	Orta Hasar (38.57)	1.01
2	Hasarsız	Hasarsız (45.88)	Hasarsız (40.47)	0.88	Hasarsız (68.01)	1.48
3	Hasarsız	Hasarsız (44.11)	Hasarsız (42.71)	0.97	Hasarsız (44.87)	1.02
4	Hafif Hasar/Hasarsız	Hasarsız (41.11)	Orta Hasar (29.74)	0.72	Orta Hasar (38.45)	0.94
5	Ağır Hasar	Hasarsız (48.88)	Hasarsız (49.74)	1.02	Hasarsız (61.07)	1.25
6	Orta Hasar	Orta Hasar (34.56)	Orta Hasar (39.42)	1.14	Hasarsız (41.47)	1.20
7	Hafif Hasar	Hasarsız (57.75)	Hasarsız (47.42)	0.82	Hasarsız (44.55)	0.77

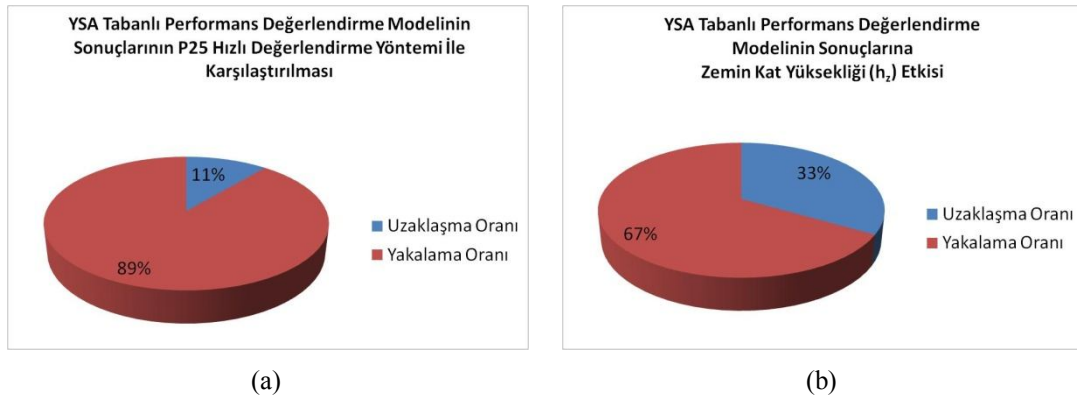
Tablo 7.3. YSA Tabanlı Performans Değerlendirme modelinin sonuçlarına Zemin Kat Yüksekliği ( $h_z$ ) etkisi (devam)

Bina No	Gerçek Durum	P25	Eksiksiz Girdi		Eksik Girdi	
			YSA	$\frac{YSA}{P25}$	YSA	$\frac{YSA}{P25}$
8	Hasarsız	Hasarsız (45.86)	Orta Hasar (38.86)	0.85	Hasarsız (56.71)	1.24
9	Hasarsız	Hasarsız (49.23)	Hasarsız (48.06)	0.98	Hasarsız (61.75)	1.25
10	Hasarsız/Hafif Hasar	Hasarsız (43.82)	Hasarsız (40.82)	0.93	Hasarsız (81.37)	1.86
11	Ağır Hasar	Ağır Hasar (14.34)	Ağır Hasar (14.32)	1.00	Ağır Hasar (6.57)	0.46
12	Çökmüş	Orta Hasar (32.19)	Orta Hasar (22.96)	0.71	Orta Hasar (30.22)	0.94
13	Hasarsız	Hasarsız (65.91)	Hasarsız (65.01)	0.99	Hasarsız (82.26)	1.25
14	Orta Hasar	Orta Hasar (33.55)	Orta Hasar (32.11)	0.96	Hasarsız (41.90)	1.25
15	Orta Hasar	Orta Hasar (35.30)	Orta Hasar (22.93)	0.65	Orta Hasar (32.51)	0.92
16	Ağır Hasar	Orta Hasar (18.03)	Ağır Hasar (7.53)	0.42	Ağır Hasar (2.94)	0.16
17	Orta Hasar	Orta Hasar (17.71)	Orta Hasar (17.06)	0.96	Ağır Hasar (8.83)	0.50
18	Hafif Hasar/Hasarsız	Orta Hasar (29.29)	Orta Hasar (31.03)	1.06	Orta Hasar (22.60)	0.77
19	Hasarsız	Hasarsız (46.36)	Hasarsız (46.46)	1.00	Hasarsız (120.05)	2.59
20	Orta Hasar	Orta Hasar (35.85)	Orta Hasar (29.79)	0.83	Hasarsız (43.94)	1.23
21	Hafif Hasar/Hasarsız	Orta Hasar (26.47)	Orta Hasar (26.88)	1.02	Orta Hasar (36.34)	1.37
22	Hafif Hasar/Hasarsız	Hasarsız (52.81)	Hasarsız (47.19)	0.89	Hasarsız (49.92)	0.95
23	Orta Hasar	Orta Hasar (26.94)	Orta Hasar (28.61)	1.06	Hasarsız (45.89)	1.70
24	Ağır Hasar	Orta Hasar (29.09)	Orta Hasar (29.17)	1.00	Orta Hasar (24.68)	0.85
25	Ağır Hasar	Orta Hasar (32.59)	Orta Hasar (27.67)	0.85	Orta Hasar (37.36)	1.15
26	Orta Hasar	Orta Hasar (35.63)	Orta Hasar (33.73)	0.95	Orta Hasar (28.72)	0.81
27	Hasarsız	Hasarsız (54.35)	Hasarsız (50.95)	0.94	Hasarsız (49.45)	0.91

Tablo 7.3 incelendiğinde, eksiksiz girdili YSA tabanlı performans değerlendirme modelinin P25 modelinin sonuçlarını %89 civarında yakaladığı ve eksik girdili modelin ise %67 civarında yakaladığı anlaşılmaktadır (Şekil 7.3). Dolayısıyla zemin kat yüksekliği ( $h_z$ ) bilgisi, yapının performans puanını %33 civarında etkilemektedir.



Zemin kat yüksekliği ( $h_z$ ) bilgisinin eksik olduğu analizler ile eksiksiz girdili analizler kıyaslandığında hemen hemen yakın sonuçların bulunduğu görülmektedir. Sonuçlar dikkatle incelendiğinde, sonuçların beklenen değerlerin çok ötesinde olmadığı açıktır. Dolayısıyla eksik girdili model, binanın performans değerlendirme puanını önemli oranda doğru olarak yakalamaktadır. Bu durum, Tablo 7.3 de verilen YSA modeli sonuçlarının P25 sonuçlarına oranlarından da açıkça görülebilmektedir. Sonuç olarak, Tablo 7.27 den de görüldüğü gibi YSA tabanlı performans değerlendirme modelinin girdi katmanında bulunan zemin kat yüksekliği ( $h_z$ ) bilgisi modelin performansı açısından % 3 e yakın bir öneme sahip bir parametredir.



Şekil 7.2. YSA tabanlı performans değerlendirme modelinin sonuçlarının mevcut durum ile karşılaştırılması a) eksiksiz girdili b) eksik girdili

#### 7.4. Normal Kat Yüksekliği ( $h_n$ ) Etkisi

Eğitilmiş YSA Tabanlı Performans Değerlendirme modelinin girdi katmanındaki normal kat yüksekliği ( $h_n$ ) işlem elamanı sıfır (0) girilerek eksik girdili modelin yapı performans puanı belirlenmiştir. Eksiksiz girdili model ile eksik girdili modelin sonuçları Tablo 7.4 de sunulmuştur.

Tablo 7.4. YSA Tabanlı Performans Değerlendirme modelinin sonuçlarına normal kat yüksekliği ( $h_n$ ) etkisi

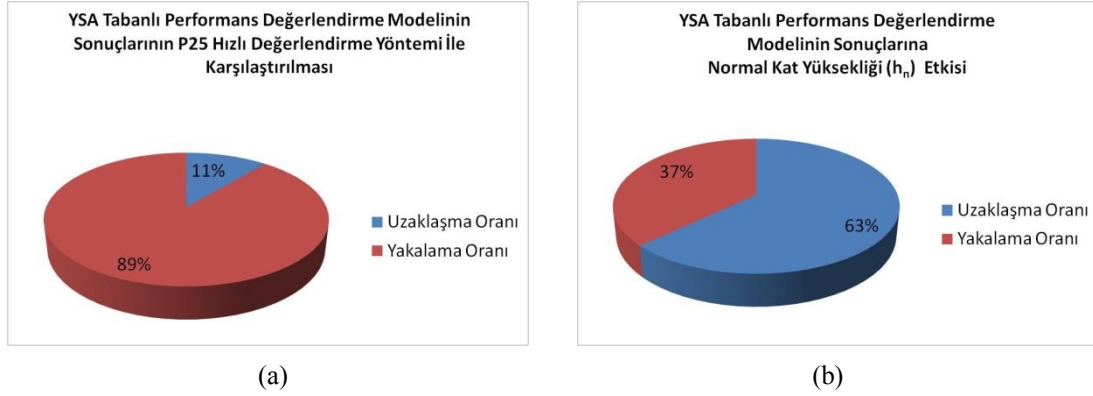
Bina No	Gerçek Durum	P25	Eksiksiz Girdi		Eksik Girdi	
			YSA	$\frac{YSA}{P25}$	YSA	$\frac{YSA}{P25}$
1	Hafif Hasar/ Hasarsız	Orta Hasar (38.08)	Orta Hasar (25.32)	0.66	Hasarsız (43.03)	1.13
2	Hasarsız	Hasarsız (45.88)	Hasarsız (40.47)	0.88	Hasarsız (81.11)	1.77
3	Hasarsız	Hasarsız (44.11)	Hasarsız (42.71)	0.97	Hasarsız (56.23)	1.27
4	Hafif Hasar/ Hasarsız	Hasarsız (41.11)	Orta Hasar (29.74)	0.72	Hasarsız (67.91)	1.65
5	Ağır Hasar	Hasarsız (48.88)	Hasarsız (49.74)	1.02	Hasarsız (40.20)	0.82
6	Orta Hasar	Orta Hasar (34.56)	Orta Hasar (39.42)	1.14	Orta Hasar (37.78)	1.09
7	Hafif Hasar	Hasarsız (57.75)	Hasarsız (47.42)	0.82	Hasarsız (108.10)	1.87
8	Hasarsız	Hasarsız (45.86)	Orta Hasar (38.86)	0.85	Hasarsız (82.27)	1.79
9	Hasarsız	Hasarsız (49.23)	Hasarsız (48.06)	0.98	Hasarsız (49.33)	1.00
10	Hasarsız/ Hafif Hasar	Hasarsız (43.82)	Hasarsız (40.82)	0.93	Hasarsız (73.82)	1.68
11	Ağır Hasar	Ağır Hasar (14.34)	Ağır Hasar (14.32)	1.00	Hasarsız (87.66)	6.11
12	Çökmüş	Orta Hasar (32.19)	Orta Hasar (22.96)	0.71	Hasarsız (49.93)	1.55
13	Hasarsız	Hasarsız (65.91)	Hasarsız (65.01)	0.99	Hasarsız (66.89)	1.01
14	Orta Hasar	Orta Hasar (33.55)	Orta Hasar (32.11)	0.96	Orta Hasar (30.16)	0.90
15	Orta Hasar	Orta Hasar (35.30)	Orta Hasar (22.93)	0.65	Hasarsız (46.26)	1.31
16	Ağır Hasar	Orta Hasar (18.03)	Ağır Hasar (7.53)	0.42	Hasarsız (105.35)	5.84
17	Orta Hasar	Orta Hasar (17.71)	Orta Hasar (17.06)	0.96	Hasarsız (120.90)	6.82
18	Hafif Hasar/ Hasarsız	Orta Hasar (29.29)	Orta Hasar (31.03)	1.06	Hasarsız (75.50)	2.58
19	Hasarsız	Hasarsız (46.36)	Hasarsız (46.46)	1.00	Hasarsız (139.03)	3.00
20	Orta Hasar	Orta Hasar (35.85)	Orta Hasar (29.79)	0.83	Orta Hasar (34.69)	0.97
21	Hafif Hasar/ Hasarsız	Orta Hasar (26.47)	Orta Hasar (26.88)	1.02	Hasarsız (97.05)	3.67
22	Hafif Hasar/ Hasarsız	Hasarsız (52.81)	Hasarsız (47.19)	0.89	Hasarsız (41.75)	0.79
23	Orta Hasar	Orta Hasar (26.94)	Orta Hasar (28.61)	1.06	Hasarsız (56.17)	2.08
24	Ağır Hasar	Orta Hasar (29.09)	Orta Hasar (29.17)	1.00	Hasarsız (40.23)	1.38

Tablo 7.4. YSA Tabanlı Performans Değerlendirme modelinin sonuçlarına normal kat yüksekliği ( $h_n$ ) etkisi (devam)

Bina No	Gerçek Durum	P25	Eksiksiz Girdi		Eksik Girdi	
			YSA	$\frac{YSA}{P25}$	YSA	$\frac{YSA}{P25}$
25	Ağır Hasar	Orta Hasar (32.59)	Orta Hasar (27.67)	0.85	Hasarsız (52.12)	1.60
26	Orta Hasar	Orta Hasar (35.63)	Orta Hasar (33.73)	0.95	Orta Hasar (37.04)	1.04
27	Hasarsız	Hasarsız (54.35)	Hasarsız (50.95)	0.94	Hasarsız (49.31)	0.91

Tablo 7.4 incelendiğinde, eksiksiz girdili YSA tabanlı performans değerlendirme modelinin P25 modelinin sonuçlarını %89 civarında yakaladığı ve eksik girdili modelin ise %37 civarında yakaladığı anlaşılmaktadır (Şekil 7.4). Dolayısıyla normal kat yüksekliği ( $h_n$ ) bilgisi, yapının performans puanını %63 civarında etkilemektedir.

Normal kat yüksekliği ( $h_n$ ) bilgisinin eksik olduğu ve işlem elemanı değeri olarak sıfır girilen analizlerde, binaların performans puanları yüksek çıkmakta dolayısıyla binalar hasarsız olarak sınıflandırılmaktadır. Fakat bu sonuçlar ile referans setindeki binaların mevcut durumlarının hasarsız olarak sınıflandırılanlarının çakışması, YSA tabanlı performans değerlendirme modelinin bu binaların mevcut durumlarını tespit edebildiği anlamına gelmemektedir. Sonuçlar dikkatle incelendiğinde, sonuçların beklenen değerlerin çok ötesinde olduğu açıktır. Dolayısıyla eksik girdili model, çoğu binanın performans değerlendirme puanını doğru olarak yakalayamamaktadır. Bu durum, Tablo 7.4 de verilen YSA modeli sonuçlarının P25 sonuçlarına oranlarından da açıkça görülebilmektedir. Sonuç olarak, Tablo 7.27 den de görüldüğü gibi YSA tabanlı performans değerlendirme modelinin girdi katmanında bulunan normal kat yüksekliği ( $h_n$ ) bilgisi modelin performansı açısından % 8 e yakın bir öneme sahip bir parametredir.



Şekil 7.3. YSA tabanlı performans değerlendirme modelinin sonuçlarının mevcut durum ile karşılaştırılması a) eksiksiz girdili b) eksik girdili

### 7.5. Zemin Kat Alanı ( $A_e$ ) Etkisi

Eğitilmiş YSA Tabanlı Performans Değerlendirme modelinin girdi katmanındaki zemin kat alanı ( $A_e$ ) işlem elamanı sıfır (0) girilerek eksik girdili modelin yapı performans puanı belirlenmiştir. Eksiksiz girdili model ile eksik girdili modelin sonuçları Tablo 7.5 de sunulmuştur.

Tablo 7.5. YSA Tabanlı Performans Değerlendirme modelinin sonuçlarına zemin kat alanı ( $A_e$ ) etkisi

Bina No	Gerçek Durum	P25	Eksiksiz Girdi		Eksik Girdi	
			YSA	$\frac{YSA}{P25}$	YSA	$\frac{YSA}{P25}$
1	Hafif Hasar/ Hasarsız	Orta Hasar (38.08)	Orta Hasar (25.32)	0.66	Orta Hasar (20.66)	0.54
2	Hasarsız	Hasarsız (45.88)	Hasarsız (40.47)	0.88	Orta Hasar (34.33)	0.75
3	Hasarsız	Hasarsız (44.11)	Hasarsız (42.71)	0.97	Orta Hasar (32.96)	0.75
4	Hafif Hasar/ Hasarsız	Hasarsız (41.11)	Orta Hasar (29.74)	0.72	Orta Hasar (28.93)	0.70
5	Ağır Hasar	Hasarsız (48.88)	Hasarsız (49.74)	1.02	Hasarsız (46.06)	0.94
6	Orta Hasar	Orta Hasar (34.56)	Orta Hasar (39.42)	1.14	Orta Hasar (33.24)	0.96
7	Hafif Hasar	Hasarsız (57.75)	Hasarsız (47.42)	0.82	Hasarsız (45.82)	0.79
8	Hasarsız	Hasarsız (45.86)	Orta Hasar (38.86)	0.85	Orta Hasar (37.10)	0.81
9	Hasarsız	Hasarsız (49.23)	Hasarsız (48.06)	0.98	Orta Hasar (39.57)	0.80
10	Hasarsız/ Hafif Hasar	Hasarsız (43.82)	Hasarsız (40.82)	0.93	Orta Hasar (37.01)	0.84

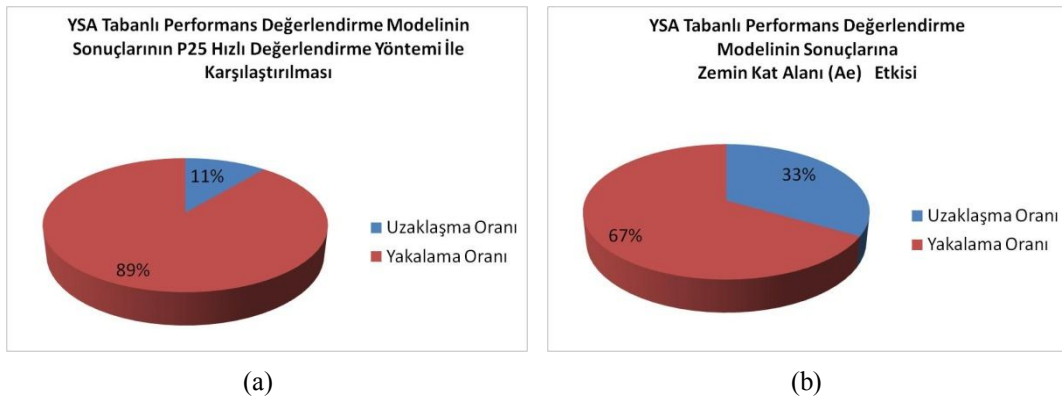
Tablo 7.5. YSA Tabanlı Performans Değerlendirme modelinin sonuçlarına zemin kat alanı ( $A_e$ ) etkisi (devam)

Bina No	Gerçek Durum	P25	Eksiksiz Girdi		Eksik Girdi	
			YSA	$\frac{YSA}{P25}$	YSA	$\frac{YSA}{P25}$
11	Ağır Hasar	Ağır Hasar (14.34)	Ağır Hasar (14.32)	1.00	Orta Hasar (28.94)	2.02
12	Çökmüş	Orta Hasar (32.19)	Orta Hasar (22.96)	0.71	Orta Hasar (22.92)	0.71
13	Hasarsız	Hasarsız (65.91)	Hasarsız (65.01)	0.99	Hasarsız (59.92)	0.91
14	Orta Hasar	Orta Hasar (33.55)	Orta Hasar (32.11)	0.96	Orta Hasar (29.66)	0.88
15	Orta Hasar	Orta Hasar (35.30)	Orta Hasar (22.93)	0.65	Orta Hasar (20.70)	0.59
16	Ağır Hasar	Orta Hasar (18.03)	Ağır Hasar (7.53)	0.42	Orta Hasar (38.76)	2.15
17	Orta Hasar	Orta Hasar (17.71)	Orta Hasar (17.06)	0.96	Hasarsız (50.72)	2.86
18	Hafif Hasar/Hasarsız	Orta Hasar (29.29)	Orta Hasar (31.03)	1.06	Orta Hasar (32.80)	1.12
19	Hasarsız	Hasarsız (46.36)	Hasarsız (46.46)	1.00	Hasarsız (47.39)	1.02
20	Orta Hasar	Orta Hasar (35.85)	Orta Hasar (29.79)	0.83	Orta Hasar (17.14)	0.48
21	Hafif Hasar/Hasarsız	Orta Hasar (26.47)	Orta Hasar (26.88)	1.02	Orta Hasar (36.21)	1.37
22	Hafif Hasar/Hasarsız	Hasarsız (52.81)	Hasarsız (47.19)	0.89	Hasarsız (44.02)	0.83
23	Orta Hasar	Orta Hasar (26.94)	Orta Hasar (28.61)	1.06	Orta Hasar (27.35)	1.02
24	Ağır Hasar	Orta Hasar (29.09)	Orta Hasar (29.17)	1.00	Orta Hasar (27.25)	0.94
25	Ağır Hasar	Orta Hasar (32.59)	Orta Hasar (27.67)	0.85	Orta Hasar (25.83)	0.79
26	Orta Hasar	Orta Hasar (35.63)	Orta Hasar (33.73)	0.95	Orta Hasar (33.64)	0.94
27	Hasarsız	Hasarsız (54.35)	Hasarsız (50.95)	0.94	Hasarsız (47.31)	0.87

Tablo 7.5 incelendiğinde, eksiksiz girdili YSA tabanlı performans değerlendirme modelinin P25 modelinin sonuçlarını %89 civarında yakaladığı ve eksik girdili modelin ise %67 civarında yakaladığı anlaşılmaktadır (Şekil 7.4). Dolayısıyla zemin kat alanı ( $A_e$ ) bilgisi, yapının performans puanını %33 civarında etkilemektedir.

Zemin kat alanı ( $A_e$ ) bilgisinin eksik olduğu ve işlem elemanı değeri olarak sıfır girilen analizlerde, binaların performans puanları eksiksiz girdili analizlerle kıyaslandığında hemen hemen yakın sonuçların bulunduğu görülmektedir. Sonuçlar dikkatle incelendiğinde, sonuçların beklenen değerlerin çok ötesinde olmadığı

açıktır. Dolayısıyla eksik girdili model, binanın performans değerlendirme puanını yarı yarıya doğru olarak yakalamaktadır. Bu durum, Tablo 7.5 de verilen YSA modeli sonuçlarının P25 sonuçlarına oranlarından da açıkça görülebilmektedir. Sonuç olarak, Tablo 7.27 den de görüldüğü gibi YSA tabanlı performans değerlendirme modelinin girdi katmanında bulunan zemin kat alanı ( $A_e$ ) bilgisi modelin performansı açısından % 3 e yakın bir öneme sahip bir parametredir.



Şekil 7.4. YSA tabanlı performans değerlendirme modelinin sonuçlarının mevcut durum ile karşılaştırılması a) eksiksiz girdili b) eksik girdili

## 7.6. Toplam Kat Atalet Momenti ( $I_x$ ) Etkisi

Eğitilmiş YSA Tabanlı Performans Değerlendirme modelinin girdi katmanındaki toplam kat atalet momenti ( $I_x$ ) işlem elamanı sıfır (0) girilerek eksik girdili modelin yapı performans puanı belirlenmiştir. Eksiksiz girdili model ile eksik girdili modelin sonuçları Tablo 7.6 de sunulmuştur.

Tablo 7.6. YSA Tabanlı Performans Değerlendirme modelinin sonuçlarına toplam kat atalet momenti ( $I_x$ ) etkisi

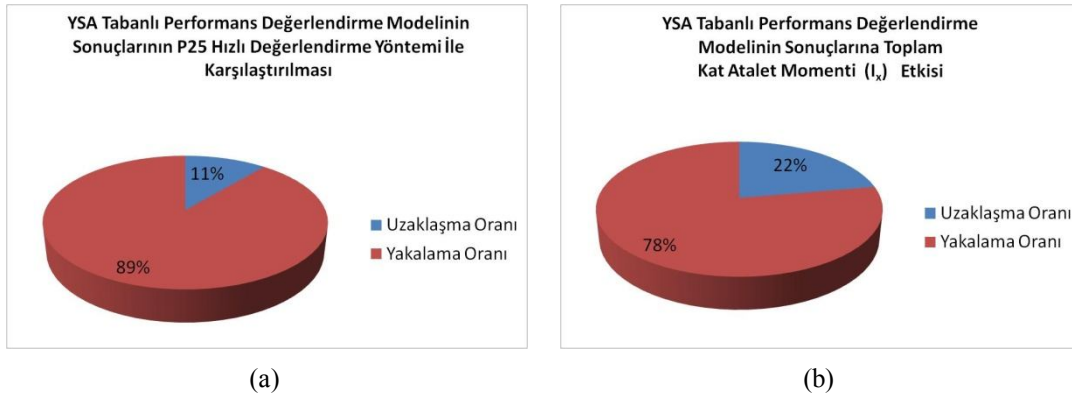
Bina No	Gerçek Durum	P25	Eksiksiz Girdi		Eksik Girdi	
			YSA	$\frac{YSA}{P25}$	YSA	$\frac{YSA}{P25}$
1	Hafif Hasar/Hasarsız	Orta Hasar (38.08)	Orta Hasar (25.32)	0.66	Orta Hasar (25.12)	0.66
2	Hasarsız	Hasarsız (45.88)	Hasarsız (40.47)	0.88	Hasarsız (40.32)	0.88
3	Hasarsız	Hasarsız (44.11)	Hasarsız (42.71)	0.97	Hasarsız (44.18)	1.00
4	Hafif Hasar/Hasarsız	Hasarsız (41.11)	Orta Hasar (29.74)	0.72	Orta Hasar (29.76)	0.72

Tablo 7.6. YSA Tabanlı Performans Değerlendirme modelinin sonuçlarına toplam kat atalet momenti ( $I_x$ ) etkisi (devam)

Bina No	Gerçek Durum	P25	Eksiksiz Girdi		Eksik Girdi	
			YSA	$\frac{YSA}{P25}$	YSA	$\frac{YSA}{P25}$
5	Ağır Hasar	Hasarsız (48.88)	Hasarsız (49.74)	1.02	Hasarsız (49.87)	1.02
6	Orta Hasar	Orta Hasar (34.56)	Orta Hasar (39.42)	1.14	Orta Hasar (39.75)	1.15
7	Hafif Hasar	Hasarsız (57.75)	Hasarsız (47.42)	0.82	Hasarsız (47.54)	0.82
8	Hasarsız	Hasarsız (45.86)	Orta Hasar (38.86)	0.85	Orta Hasar (38.96)	0.85
9	Hasarsız	Hasarsız (49.23)	Hasarsız (48.06)	0.98	Hasarsız (48.24)	0.98
10	Hasarsız/ Hafif Hasar	Hasarsız (43.82)	Hasarsız (40.82)	0.93	Hasarsız (41.03)	0.94
11	Ağır Hasar	Ağır Hasar (14.34)	Ağır Hasar (14.32)	1.00	Ağır Hasar (14.51)	1.01
12	Çökmüş	Orta Hasar (32.19)	Orta Hasar (22.96)	0.71	Orta Hasar (22.96)	0.71
13	Hasarsız	Hasarsız (65.91)	Hasarsız (65.01)	0.99	Hasarsız (65.07)	0.99
14	Orta Hasar	Orta Hasar (33.55)	Orta Hasar (32.11)	0.96	Orta Hasar (31.91)	0.95
15	Orta Hasar	Orta Hasar (35.30)	Orta Hasar (22.93)	0.65	Orta Hasar (23.13)	0.66
16	Ağır Hasar	Orta Hasar (18.03)	Ağır Hasar (7.53)	0.42	Ağır Hasar (8.06)	0.45
17	Orta Hasar	Orta Hasar (17.71)	Orta Hasar (17.06)	0.96	Orta Hasar (18.33)	1.03
18	Hafif Hasar/ Hasarsız	Orta Hasar (29.29)	Orta Hasar (31.03)	1.06	Orta Hasar (31.77)	1.08
19	Hasarsız	Hasarsız (46.36)	Hasarsız (46.46)	1.00	Hasarsız (121.13)	2.61
20	Orta Hasar	Orta Hasar (35.85)	Orta Hasar (29.79)	0.83	Orta Hasar (33.14)	0.92
21	Hafif Hasar/ Hasarsız	Orta Hasar (26.47)	Orta Hasar (26.88)	1.02	Orta Hasar (28.03)	1.06
22	Hafif Hasar/ Hasarsız	Hasarsız (52.81)	Hasarsız (47.19)	0.89	Hasarsız (47.41)	0.90
23	Orta Hasar	Orta Hasar (26.94)	Orta Hasar (28.61)	1.06	Orta Hasar (28.62)	1.06
24	Ağır Hasar	Orta Hasar (29.09)	Orta Hasar (29.17)	1.00	Orta Hasar (29.52)	1.01
25	Ağır Hasar	Orta Hasar (32.59)	Orta Hasar (27.67)	0.85	Orta Hasar (27.76)	0.85
26	Orta Hasar	Orta Hasar (35.63)	Orta Hasar (33.73)	0.95	Orta Hasar (33.81)	0.95
27	Hasarsız	Hasarsız (54.35)	Hasarsız (50.95)	0.94	Hasarsız (51.17)	0.94

Tablo 7.6 incelendiğinde, eksiksiz girdili YSA tabanlı performans değerlendirme modelinin P25 modelinin sonuçlarını %89 civarında yakaladığı ve eksik girdili modelin ise %78 civarında yakaladığı anlaşılmaktadır (Şekil 7.5). Dolayısıyla toplam kat atalet momenti ( $I_x$ ) bilgisi, yapının performans puanını %22 civarında etkilemektedir.

Toplam kat atalet momenti ( $I_x$ ) bilgisinin eksik olduğu ve işlem elemanı değeri olarak sıfır girilen analizlerde, binaların performans puanları eksiksiz girdili analizlerle kıyaslandığında hemen hemen yakın sonuçların bulunduğu görülmektedir. Sonuçlar dikkatle incelendiğinde, sonuçların beklenen değerlerin çok ötesinde olmadığı açıktır. Dolayısıyla eksik girdili model, binanın performans değerlendirme puanını hemen hemen doğru olarak yakalamaktadır. Bu durum, Tablo 7.6 de verilen YSA modeli sonuçlarının P25 sonuçlarına oranlarından da açıkça görülebilmektedir. Sonuç olarak, Tablo 7.27 den de görüldüğü gibi YSA tabanlı performans değerlendirme modelinin girdi katmanında bulunan toplam kat atalet momenti ( $I_x$ ) bilgisi modelin performansı açısından % 2 ye yakın bir öneme sahip bir parametredir.



Şekil 7.5. YSA tabanlı performans değerlendirme modelinin sonuçlarının mevcut durum ile karşılaştırılması a) eksiksiz girdili b) eksik girdili

### 7.7. Toplam Kat Atalet Momenti ( $I_y$ ) Etkisi

Eğitilmiş YSA Tabanlı Performans Değerlendirme modelinin girdi katmanındaki toplam kat atalet momenti ( $I_y$ ) işlem elemanı sıfır (0) girilerek eksik girdili modelin yapı performans puanı belirlenmiştir. Eksiksiz girdili model ile eksik girdili modelin sonuçları Tablo 7.7 de sunulmuştur.



Tablo 7.7. YSA Tabanlı Performans Değerlendirme modelinin sonuçlarına toplam kat atalet momenti ( $I_y$ ) etkisi

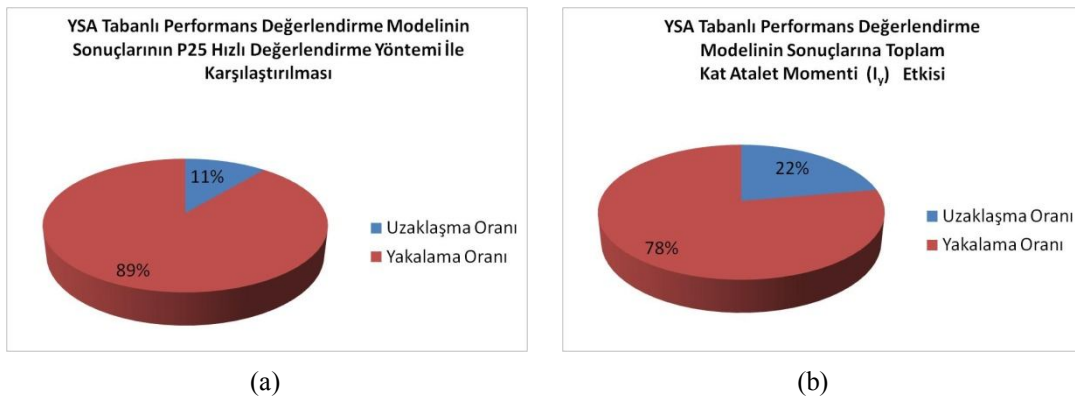
Bina No	Gerçek Durum	P25	Eksiksiz Girdi		Eksik Girdi	
			YSA	$\frac{YSA}{P25}$	YSA	$\frac{YSA}{P25}$
1	Hafif Hasar/ Hasarsız	Orta Hasar (38.08)	Orta Hasar (25.32)	0.66	Orta Hasar (25.20)	0.66
2	Hasarsız	Hasarsız (45.88)	Hasarsız (40.47)	0.88	Hasarsız (40.24)	0.88
3	Hasarsız	Hasarsız (44.11)	Hasarsız (42.71)	0.97	Hasarsız (41.02)	0.93
4	Hafif Hasar/ Hasarsız	Hasarsız (41.11)	Orta Hasar (29.74)	0.72	Orta Hasar (29.76)	0.72
5	Ağır Hasar	Hasarsız (48.88)	Hasarsız (49.74)	1.02	Hasarsız (49.67)	1.02
6	Orta Hasar	Orta Hasar (34.56)	Orta Hasar (39.42)	1.14	Orta Hasar (39.04)	1.13
7	Hafif Hasar	Hasarsız (57.75)	Hasarsız (47.42)	0.82	Hasarsız (47.09)	0.82
8	Hasarsız	Hasarsız (45.86)	Orta Hasar (38.86)	0.85	Orta Hasar (38.76)	0.85
9	Hasarsız	Hasarsız (49.23)	Hasarsız (48.06)	0.98	Hasarsız (47.60)	0.97
10	Hasarsız/ Hafif Hasar	Hasarsız (43.82)	Hasarsız (40.82)	0.93	Hasarsız (40.68)	0.93
11	Ağır Hasar	Ağır Hasar (14.34)	Ağır Hasar (14.32)	1.00	Ağır Hasar (13.77)	0.96
12	Çökmüş	Orta Hasar (32.19)	Orta Hasar (22.96)	0.71	Orta Hasar (22.91)	0.71
13	Hasarsız	Hasarsız (65.91)	Hasarsız (65.01)	0.99	Hasarsız (64.48)	0.98
14	Orta Hasar	Orta Hasar (33.55)	Orta Hasar (32.11)	0.96	Orta Hasar (31.85)	0.95
15	Orta Hasar	Orta Hasar (35.30)	Orta Hasar (22.93)	0.65	Orta Hasar (22.51)	0.64
16	Ağır Hasar	Orta Hasar (18.03)	Ağır Hasar (7.53)	0.42	Ağır Hasar (7.35)	0.41
17	Orta Hasar	Orta Hasar (17.71)	Orta Hasar (17.06)	0.96	Orta Hasar (16.00)	0.90
18	Hafif Hasar/ Hasarsız	Orta Hasar (29.29)	Orta Hasar (31.03)	1.06	Orta Hasar (28.74)	0.98
19	Hasarsız	Hasarsız (46.36)	Hasarsız (46.46)	1.00	Orta Hasar (32.67)	0.70
20	Orta Hasar	Orta Hasar (35.85)	Orta Hasar (29.79)	0.83	Orta Hasar (28.72)	0.80
21	Hafif Hasar/ Hasarsız	Orta Hasar (26.47)	Orta Hasar (26.88)	1.02	Orta Hasar (25.57)	0.97
22	Hafif Hasar/ Hasarsız	Hasarsız (52.81)	Hasarsız (47.19)	0.89	Hasarsız (46.98)	0.89
23	Orta Hasar	Orta Hasar (26.94)	Orta Hasar (28.61)	1.06	Orta Hasar (28.65)	1.06
24	Ağır Hasar	Orta Hasar (29.09)	Orta Hasar (29.17)	1.00	Orta Hasar (26.45)	0.91
25	Ağır Hasar	Orta Hasar (32.59)	Orta Hasar (27.67)	0.85	Orta Hasar (27.56)	0.85

Tablo 7.7. YSA Tabanlı Performans Değerlendirme modelinin sonuçlarına toplam kat atalet momenti ( $I_y$ ) etkisi (devam)

Bina No	Gerçek Durum	P25	Eksiksiz Girdi		Eksik Girdi	
			YSA	$\frac{YSA}{P25}$	YSA	$\frac{YSA}{P25}$
26	Orta Hasar	Orta Hasar (35.63)	Orta Hasar (33.73)	0.95	Orta Hasar (33.60)	0.94
27	Hasarsız	Hasarsız (54.35)	Hasarsız (50.95)	0.94	Hasarsız (50.58)	0.93

Tablo 7.7 incelendiğinde, eksiksiz girdili YSA tabanlı performans değerlendirme modelinin P25 modelinin sonuçlarını %89 civarında yakaladığı ve eksik girdili modelin ise %78 civarında yakaladığı anlaşılmaktadır (Şekil 7.6). Dolayısıyla toplam kat atalet momenti ( $I_y$ ) bilgisi, yapının performans puanını %22 civarında etkilemektedir.

Toplam kat atalet momenti ( $I_y$ ) bilgisinin eksik olduğu ve işlem elemanı değeri olarak sıfır girilen analizlerde, binaların performans puanları eksiksiz girdili analizlerle kıyaslandığında hemen hemen yakın sonuçların bulunduğu görülmektedir. Sonuçlar dikkatle incelendiğinde, sonuçların beklenen değerlerin çok ötesinde olmadığı açıktır. Dolayısıyla eksik girdili model, binanın performans değerlendirme puanını hemen hemen doğru olarak yakalamaktadır. Bu durum, Tablo 7.7 de verilen YSA modeli sonuçlarının P25 sonuçlarına oranlarından da açıkça görülebilmektedir. Sonuç olarak, Tablo 7.27 den de görüldüğü gibi YSA tabanlı performans değerlendirme modelinin girdi katmanında bulunan toplam kat atalet momenti ( $I_y$ ) bilgisi modelin performansı açısından % 2 ye yakın bir öneme sahip bir parametredir.



Şekil 7.6. YSA tabanlı performans değerlendirme modelinin sonuçlarının mevcut durum ile karşılaştırılması a) eksiksiz girdili b) eksik girdili

### 7.8. Perde Duvar ( $P_x$ ) Etkisi

Eğitilmiş YSA Tabanlı Performans Değerlendirme modelinin girdi katmanındaki perde duvar ( $P_x$ ) işlem elamanı sıfır (0) girilerek eksik girdili modelin yapı performans puanı belirlenmiştir. Eksiksiz girdili model ile eksik girdili modelin sonuçları Tablo 7.8 de sunulmuştur.

Tablo 7.8. YSA Tabanlı Performans Değerlendirme modelinin sonuçlarına perde duvar ( $P_x$ ) etkisi

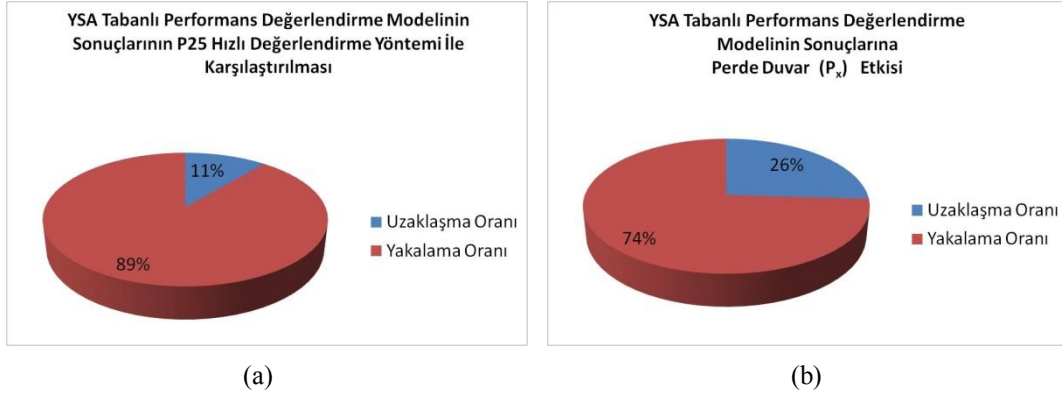
Bina No	Gerçek Durum	P25	Eksiksiz Girdi		Eksik Girdi	
			YSA	$\frac{YSA}{P25}$	YSA	$\frac{YSA}{P25}$
1	Hafif Hasar/ Hasarsız	Orta Hasar (38.08)	Orta Hasar (25.32)	0.66	Orta Hasar (25.31)	0.66
2	Hasarsız	Hasarsız (45.88)	Hasarsız (40.47)	0.88	Hasarsız (47.41)	1.03
3	Hasarsız	Hasarsız (44.11)	Hasarsız (42.71)	0.97	Hasarsız (42.71)	0.97
4	Hafif Hasar/ Hasarsız	Hasarsız (41.11)	Orta Hasar (29.74)	0.72	Orta Hasar (29.74)	0.72
5	Ağır Hasar	Hasarsız (48.88)	Hasarsız (49.74)	1.02	Hasarsız (49.74)	1.02
6	Orta Hasar	Orta Hasar (34.56)	Orta Hasar (39.42)	1.14	Orta Hasar (39.41)	1.14
7	Hafif Hasar	Hasarsız (57.75)	Hasarsız (47.42)	0.82	Hasarsız (47.42)	0.82
8	Hasarsız	Hasarsız (45.86)	Orta Hasar (38.86)	0.85	Orta Hasar (38.86)	0.85
9	Hasarsız	Hasarsız (49.23)	Hasarsız (48.06)	0.98	Hasarsız (48.06)	0.98
10	Hasarsız/ Hafif Hasar	Hasarsız (43.82)	Hasarsız (40.82)	0.93	Hasarsız (40.82)	0.93
11	Ağır Hasar	Ağır Hasar (14.34)	Ağır Hasar (14.32)	1.00	Ağır Hasar (14.32)	1.00
12	Çökmüş	Orta Hasar (32.19)	Orta Hasar (22.96)	0.71	Orta Hasar (22.96)	0.71
13	Hasarsız	Hasarsız (65.91)	Hasarsız (65.01)	0.99	Hasarsız (65.01)	0.99
14	Orta Hasar	Orta Hasar (33.55)	Orta Hasar (32.11)	0.96	Orta Hasar (29.94)	0.89
15	Orta Hasar	Orta Hasar (35.30)	Orta Hasar (22.93)	0.65	Orta Hasar (22.93)	0.65
16	Ağır Hasar	Orta Hasar (18.03)	Ağır Hasar (7.53)	0.42	Ağır Hasar (7.53)	0.42

Tablo 7.8. YSA Tabanlı Performans Değerlendirme modelinin sonuçlarına perde duvar ( $P_x$ ) etkisi (devam)

Bina No	Gerçek Durum	P25	Eksiksiz Girdi		Eksik Girdi	
			YSA	$\frac{YSA}{P25}$	YSA	$\frac{YSA}{P25}$
17	Orta Hasar	Orta Hasar (17.71)	Orta Hasar (17.06)	0.96	Orta Hasar (17.06)	0.96
18	Hafif Hasar/Hasarsız	Orta Hasar (29.29)	Orta Hasar (31.03)	1.06	Orta Hasar (31.03)	1.06
19	Hasarsız	Hasarsız (46.36)	Hasarsız (46.46)	1.00	Orta Hasar (33.92)	0.73
20	Orta Hasar	Orta Hasar (35.85)	Orta Hasar (29.79)	0.83	Orta Hasar (29.80)	0.83
21	Hafif Hasar/Hasarsız	Orta Hasar (26.47)	Orta Hasar (26.88)	1.02	Orta Hasar (17.16)	0.65
22	Hafif Hasar/Hasarsız	Hasarsız (52.81)	Hasarsız (47.19)	0.89	Hasarsız (47.19)	0.89
23	Orta Hasar	Orta Hasar (26.94)	Orta Hasar (28.61)	1.06	Orta Hasar (28.61)	1.06
24	Ağır Hasar	Orta Hasar (29.09)	Orta Hasar (29.17)	1.00	Orta Hasar (29.17)	1.00
25	Ağır Hasar	Orta Hasar (32.59)	Orta Hasar (27.67)	0.85	Orta Hasar (27.67)	0.85
26	Orta Hasar	Orta Hasar (35.63)	Orta Hasar (33.73)	0.95	Orta Hasar (33.73)	0.95
27	Hasarsız	Hasarsız (54.35)	Hasarsız (50.95)	0.94	Hasarsız (50.95)	0.94

Tablo 7.8 incelendiğinde, eksiksiz girdili YSA tabanlı performans değerlendirme modelinin P25 modelinin sonuçlarını %89 civarında yakaladığı ve eksik girdili modelin ise %74 civarında yakaladığı anlaşılmaktadır (Şekil 7.7). Dolayısıyla perde duvar ( $P_x$ ) bilgisi, yapının performans puanını %26 civarında etkilemektedir.

Perde duvar ( $P_x$ ) bilgisinin eksik olduğu ve işlem elemanı değeri olarak sıfır girilen analizlerde, binaların performans puanları eksiksiz girdili analizlerle kıyaslandığında hemen hemen yakın sonuçların bulunduğu görülmektedir. Sonuçlar dikkatle incelendiğinde, sonuçların beklenen değerlerin çok ötesinde olmadığı açıktır. Dolayısıyla eksik girdili model, binanın performans değerlendirme puanını hemen hemen doğru olarak yakalamaktadır. Bu durum, Tablo 7.8 de verilen YSA modeli sonuçlarının P25 sonuçlarına oranlarından da açıkça görülebilmektedir. Sonuç olarak, Tablo 7.27 den de görüldüğü gibi YSA tabanlı performans değerlendirme modelinin girdi katmanında bulunan perde duvar ( $P_x$ ) bilgisi modelin performansı açısından % 2 ye yakın bir öneme sahip bir parametredir.



Şekil 7.7. YSA tabanlı performans değerlendirme modelinin sonuçlarının mevcut durum ile karşılaştırılması a) eksiksiz girdili b) eksik girdili

### 7.9. Perde Duvar ( $P_y$ ) Etkisi

Eğitilmiş YSA Tabanlı Performans Değerlendirme modelinin girdi katmanındaki perde duvar ( $P_y$ ) işlem elamanı sıfır (0) girilerek eksik girdili modelin yapı performans puanı belirlenmiştir. Eksiksiz girdili model ile eksik girdili modelin sonuçları Tablo 7.9 de sunulmuştur.

Tablo 7.9. YSA Tabanlı Performans Değerlendirme modelinin sonuçlarına perde duvar ( $P_y$ ) etkisi

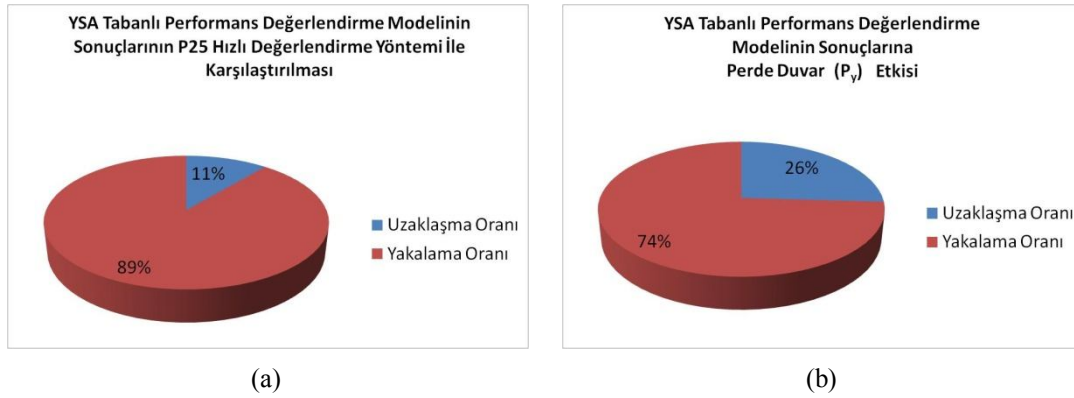
Bina No	Gerçek Durum	P25	Eksiksiz Girdi		Eksik Girdi	
			YSA	$\frac{YSA}{P25}$	YSA	$\frac{YSA}{P25}$
1	Hafif Hasar/ Hasarsız	Orta Hasar (38.08)	Orta Hasar (25.32)	0.66	Orta Hasar (25.32)	0.66
2	Hasarsız	Hasarsız (45.88)	Hasarsız (40.47)	0.88	Hasarsız (40.47)	0.88
3	Hasarsız	Hasarsız (44.11)	Hasarsız (42.71)	0.97	Orta Hasar (38.26)	0.87
4	Hafif Hasar/ Hasarsız	Hasarsız (41.11)	Orta Hasar (29.74)	0.72	Orta Hasar (29.74)	0.72
5	Ağır Hasar	Hasarsız (48.88)	Hasarsız (49.74)	1.02	Hasarsız (49.74)	1.02
6	Orta Hasar	Orta Hasar (34.56)	Orta Hasar (39.42)	1.14	Orta Hasar (39.42)	1.14
7	Hafif Hasar	Hasarsız (57.75)	Hasarsız (47.42)	0.82	Hasarsız (47.42)	0.82
8	Hasarsız	Hasarsız (45.86)	Orta Hasar (38.86)	0.85	Orta Hasar (38.86)	0.85
9	Hasarsız	Hasarsız (49.23)	Hasarsız (48.06)	0.98	Hasarsız (48.06)	0.98

Tablo 7.9. YSA Tabanlı Performans Değerlendirme modelinin sonuçlarına perde duvar ( $P_y$ ) etkisi (devam)

Bina No	Gerçek Durum	P25	Eksiksiz Girdi		Eksik Girdi	
			YSA	$\frac{YSA}{P25}$	YSA	$\frac{YSA}{P25}$
10	Hasarsız/ Hafif Hasar	Hasarsız (43.82)	Hasarsız (40.82)	0.93	Hasarsız (40.82)	0.93
11	Ağır Hasar	Ağır Hasar (14.34)	Ağır Hasar (14.32)	1.00	Ağır Hasar (14.32)	1.00
12	Çökmüş	Orta Hasar (32.19)	Orta Hasar (22.96)	0.71	Orta Hasar (22.96)	0.71
13	Hasarsız	Hasarsız (65.91)	Hasarsız (65.01)	0.99	Hasarsız (65.01)	0.99
14	Orta Hasar	Orta Hasar (33.55)	Orta Hasar (32.11)	0.96	Orta Hasar (32.11)	0.96
15	Orta Hasar	Orta Hasar (35.30)	Orta Hasar (22.93)	0.65	Orta Hasar (22.93)	0.65
16	Ağır Hasar	Orta Hasar (18.03)	Ağır Hasar (7.53)	0.42	Ağır Hasar (7.53)	0.42
17	Orta Hasar	Orta Hasar (17.71)	Orta Hasar (17.06)	0.96	Orta Hasar (17.06)	0.96
18	Hafif Hasar/ Hasarsız	Orta Hasar (29.29)	Orta Hasar (31.03)	1.06	Orta Hasar (31.03)	1.06
19	Hasarsız	Hasarsız (46.36)	Hasarsız (46.46)	1.00	Hasarsız (43.80)	0.94
20	Orta Hasar	Orta Hasar (35.85)	Orta Hasar (29.79)	0.83	Orta Hasar (25.75)	0.72
21	Hafif Hasar/ Hasarsız	Orta Hasar (26.47)	Orta Hasar (26.88)	1.02	Ağır Hasar (12.76)	0.48
22	Hafif Hasar/ Hasarsız	Hasarsız (52.81)	Hasarsız (47.19)	0.89	Hasarsız (47.19)	0.89
23	Orta Hasar	Orta Hasar (26.94)	Orta Hasar (28.61)	1.06	Orta Hasar (28.61)	1.06
24	Ağır Hasar	Orta Hasar (29.09)	Orta Hasar (29.17)	1.00	Orta Hasar (26.57)	0.91
25	Ağır Hasar	Orta Hasar (32.59)	Orta Hasar (27.67)	0.85	Orta Hasar (27.67)	0.85
26	Orta Hasar	Orta Hasar (35.63)	Orta Hasar (33.73)	0.95	Orta Hasar (33.73)	0.95
27	Hasarsız	Hasarsız (54.35)	Hasarsız (50.95)	0.94	Hasarsız (50.95)	0.94

Tablo 7.9 incelendiğinde, eksiksiz girdili YSA tabanlı performans değerlendirme modelinin P25 modelinin sonuçlarını %89 civarında yakaladığı ve eksik girdili modelin ise %74 civarında yakaladığı anlaşılmaktadır (Şekil 7.8). Dolayısıyla perde duvar ( $P_y$ ) bilgisi, yapının performans puanını %26 civarında etkilemektedir.

Perde duvar ( $P_y$ ) bilgisinin eksik olduğu ve işlem elemanı değeri olarak sıfır girilen analizlerde, binaların performans puanları eksiksiz girdili analizlerle kıyaslandığında hemen hemen yakın sonuçların bulunduğu görülmektedir. Sonuçlar dikkatle incelendiğinde, sonuçların beklenen değerlerin çok ötesinde olmadığı açıktır. Dolayısıyla eksik girdili model, binanın performans değerlendirme puanını hemen hemen doğru olarak yakalamaktadır. Bu durum, Tablo 7.9 de verilen YSA modeli sonuçlarının P25 sonuçlarına oranlarından da açıkça görülebilmektedir. Sonuç olarak, Tablo 7.27 den de görüldüğü gibi YSA tabanlı performans değerlendirme modelinin girdi katmanında bulunan perde duvar ( $P_y$ ) bilgisi modelin performansı açısından % 2 ye yakın bir öneme sahip bir parametredir.



Şekil 7.8. YSA tabanlı performans değerlendirme modelinin sonuçlarının mevcut durum ile karşılaştırılması a) eksiksiz girdili b) eksik girdili

### 7.10. Etriye Mesafesi ( $E$ ) Etkisi

Eğitilmiş YSA Tabanlı Performans Değerlendirme modelinin girdi katmanındaki etriye mesafesi ( $E$ ) işlem elemanı sıfır (0) girilerek eksik girdili modelin yapı performans puanı belirlenmiştir. Eksiksiz girdili model ile eksik girdili modelin sonuçları Tablo 7.10 de sunulmuştur.

Tablo 7.10. YSA Tabanlı Performans Değerlendirme modelinin sonuçlarına etriye mesafesi (E) etkisi

Bina No	Gerçek Durum	P25	Eksiksiz Girdi		Eksik Girdi	
			YSA	$\frac{YSA}{P25}$	YSA	$\frac{YSA}{P25}$
1	Hafif Hasar/ Hasarsız	Orta Hasar (38.08)	Orta Hasar (25.32)	0.66	Orta Hasar (38.42)	1.01
2	Hasarsız	Hasarsız (45.88)	Hasarsız (40.47)	0.88	Hasarsız (61.88)	1.35
3	Hasarsız	Hasarsız (44.11)	Hasarsız (42.71)	0.97	Hasarsız (61.37)	1.39
4	Hafif Hasar/ Hasarsız	Hasarsız (41.11)	Orta Hasar (29.74)	0.72	Orta Hasar (34.52)	0.84
5	Ağır Hasar	Hasarsız (48.88)	Hasarsız (49.74)	1.02	Hasarsız (83.68)	1.71
6	Orta Hasar	Orta Hasar (34.56)	Orta Hasar (39.42)	1.14	Hasarsız (62.75)	1.82
7	Hafif Hasar	Hasarsız (57.75)	Hasarsız (47.42)	0.82	Hasarsız (73.91)	1.28
8	Hasarsız	Hasarsız (45.86)	Orta Hasar (38.86)	0.85	Hasarsız (54.80)	1.19
9	Hasarsız	Hasarsız (49.23)	Hasarsız (48.06)	0.98	Hasarsız (65.53)	1.33
10	Hasarsız/ Hafif Hasar	Hasarsız (43.82)	Hasarsız (40.82)	0.93	Hasarsız (59.89)	1.37
11	Ağır Hasar	Ağır Hasar (14.34)	Ağır Hasar (14.32)	1.00	Orta Hasar (23.35)	1.63
12	Çökmüş	Orta Hasar (32.19)	Orta Hasar (22.96)	0.71	Hasarsız (41.71)	1.30
13	Hasarsız	Hasarsız (65.91)	Hasarsız (65.01)	0.99	Hasarsız (98.39)	1.49
14	Orta Hasar	Orta Hasar (33.55)	Orta Hasar (32.11)	0.96	Hasarsız (59.37)	1.77
15	Orta Hasar	Orta Hasar (35.30)	Orta Hasar (22.93)	0.65	Orta Hasar (38.37)	1.09
16	Ağır Hasar	Orta Hasar (18.03)	Ağır Hasar (7.53)	0.42	Ağır Hasar (13.48)	0.75
17	Orta Hasar	Orta Hasar (17.71)	Orta Hasar (17.06)	0.96	Orta Hasar (19.83)	1.12
18	Hafif Hasar/ Hasarsız	Orta Hasar (29.29)	Orta Hasar (31.03)	1.06	Orta Hasar (35.64)	1.22
19	Hasarsız	Hasarsız (46.36)	Hasarsız (46.46)	1.00	Hasarsız (53.85)	1.16
20	Orta Hasar	Orta Hasar (35.85)	Orta Hasar (29.79)	0.83	Hasarsız (60.85)	1.70
21	Hafif Hasar/ Hasarsız	Orta Hasar (26.47)	Orta Hasar (26.88)	1.02	Orta Hasar (31.01)	1.17
22	Hafif Hasar/ Hasarsız	Hasarsız (52.81)	Hasarsız (47.19)	0.89	Hasarsız (81.57)	1.54
23	Orta Hasar	Orta Hasar (26.94)	Orta Hasar (28.61)	1.06	Hasarsız (48.53)	1.80
24	Ağır Hasar	Orta Hasar (29.09)	Orta Hasar (29.17)	1.00	Hasarsız (50.62)	1.74

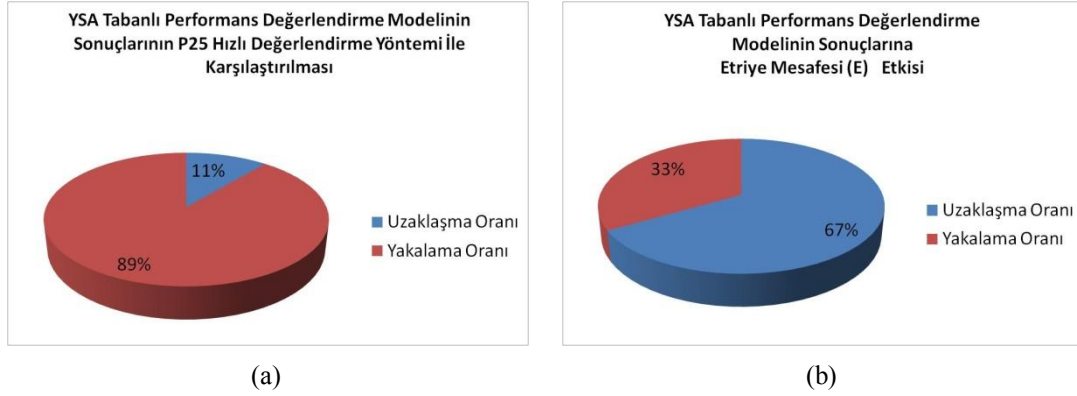


Tablo 7.10. YSA Tabanlı Performans Değerlendirme modelinin sonuçlarına etriye mesafesi (E) etkisi (devam)

Bina No	Gerçek Durum	P25	Eksiksiz Girdi		Eksik Girdi	
			YSA	$\frac{YSA}{P25}$	YSA	$\frac{YSA}{P25}$
25	Ağır Hasar	Orta Hasar (32.59)	Orta Hasar (27.67)	0.85	Hasarsız (46.76)	1.44
26	Orta Hasar	Orta Hasar (35.63)	Orta Hasar (33.73)	0.95	Hasarsız (56.34)	1.58
27	Hasarsız	Hasarsız (54.35)	Hasarsız (50.95)	0.94	Hasarsız (87.98)	1.62

Tablo 7.10 incelendiğinde, eksiksiz girdili YSA tabanlı performans değerlendirme modelinin P25 modelinin sonuçlarını %89 civarında yakaladığı ve eksik girdili modelin ise %33 civarında yakaladığı anlaşılmaktadır (Şekil 7.9). Dolayısıyla etriye mesafesi (E) bilgisi, yapının performans puanını %67 civarında etkilemektedir.

Etriye mesafesi (E) bilgisinin eksik olduğu ve işlem elemanı değeri olarak sıfır girilen analizlerde, binaların performans puanları yüksek çıkmakta dolayısıyla binalar hasarsız olarak sınıflandırılmaktadır. Fakat bu sonuçlar ile referans setindeki binaların mevcut durumlarının hasarsız olarak sınıflandırılanlarının çakışması, YSA tabanlı performans değerlendirme modelinin bu binaların mevcut durumlarını tespit edebildiği anlamına gelmemektedir. Sonuçlar dikkatle incelendiğinde, sonuçların beklenen değerlerin çok ötesinde olduğu açıktır. Dolayısıyla eksik girdili model, çoğu binanın performans değerlendirme puanını doğru olarak yakalayamamaktadır. Bu durum, Tablo 7.10 de verilen YSA modeli sonuçlarının P25 sonuçlarına oranlarından da açıkça görülebilmektedir. Sonuç olarak, Tablo 7.27 den de görüldüğü gibi YSA tabanlı performans değerlendirme modelinin girdi katmanında bulunan etriye mesafesi (E) bilgisi modelin performansı açısından % 9 a yakın bir öneme sahip bir parametredir.



Şekil 7.9. YSA tabanlı performans değerlendirme modelinin sonuçlarının mevcut durum ile karşılaştırılması a) eksiksiz girdili b) eksik girdili

### 7.11. Beton Kalitesi (BS ) Etkisi

Eğitilmiş YSA Tabanlı Performans Değerlendirme modelinin girdi katmanındaki beton kalitesi (BS) işlem elamanı sıfır (0) girilerek eksik girdili modelin yapı performans puanı belirlenmiştir. Eksiksiz girdili model ile eksik girdili modelin sonuçları Tablo 7.11 de sunulmuştur.

Tablo 7.11. YSA Tabanlı Performans Değerlendirme modelinin sonuçlarına beton kalitesi (BS) etkisi

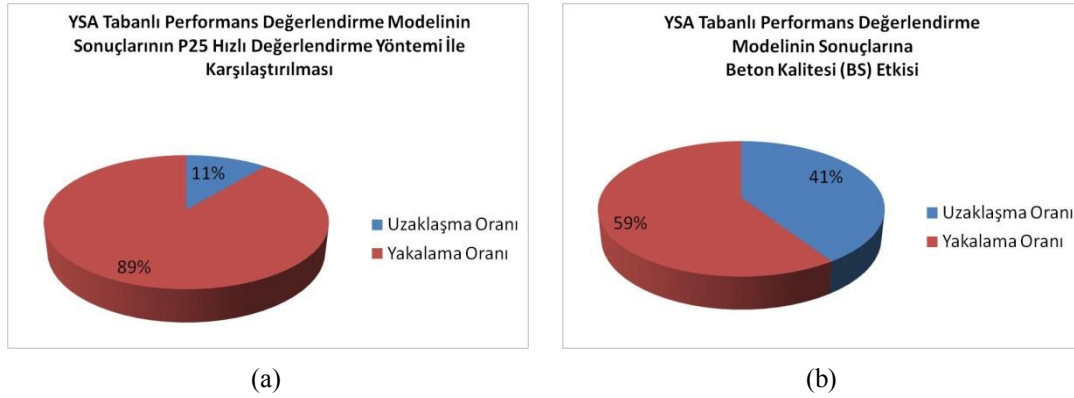
Bina No	Gerçek Durum	P25	Eksiksiz Girdi		Eksik Girdi	
			YSA	$\frac{YSA}{P25}$	YSA	$\frac{YSA}{P25}$
1	Hafif Hasar/ Hasarsız	Orta Hasar (38.08)	Orta Hasar (25.32)	0.66	Orta Hasar (19.97)	0.52
2	Hasarsız	Hasarsız (45.88)	Hasarsız (40.47)	0.88	Orta Hasar (25.08)	0.55
3	Hasarsız	Hasarsız (44.11)	Hasarsız (42.71)	0.97	Orta Hasar (33.48)	0.76
4	Hafif Hasar/ Hasarsız	Hasarsız (41.11)	Orta Hasar (29.74)	0.72	Orta Hasar (18.92)	0.46
5	Ağır Hasar	Hasarsız (48.88)	Hasarsız (49.74)	1.02	Hasarsız (47.42)	0.97
6	Orta Hasar	Orta Hasar (34.56)	Orta Hasar (39.42)	1.14	Orta Hasar (28.16)	0.81
7	Hafif Hasar	Hasarsız (57.75)	Hasarsız (47.42)	0.82	Orta Hasar (32.81)	0.57
8	Hasarsız	Hasarsız (45.86)	Orta Hasar (38.86)	0.85	Orta Hasar (20.50)	0.45
9	Hasarsız	Hasarsız (49.23)	Hasarsız (48.06)	0.98	Hasarsız (45.49)	0.92

Tablo 7.11. YSA Tabanlı Performans Değerlendirme modelinin sonuçlarına beton kalitesi (BS ) etkisi (devam)

Bina No	Gerçek Durum	P25	Eksiksiz Girdi		Eksik Girdi	
			YSA	$\frac{YSA}{P25}$	YSA	$\frac{YSA}{P25}$
10	Hasarsız/ Hafif Hasar	Hasarsız (43.82)	Hasarsız (40.82)	0.93	Orta Hasar (34.12)	0.78
11	Ağır Hasar	Ağır Hasar (14.34)	Ağır Hasar (14.32)	1.00	Ağır Hasar (14.04)	0.98
12	Çökmüş	Orta Hasar (32.19)	Orta Hasar (22.96)	0.71	Orta Hasar (17.55)	0.55
13	Hasarsız	Hasarsız (65.91)	Hasarsız (65.01)	0.99	Orta Hasar (35.05)	0.53
14	Orta Hasar	Orta Hasar (33.55)	Orta Hasar (32.11)	0.96	Orta Hasar (26.52)	0.79
15	Orta Hasar	Orta Hasar (35.30)	Orta Hasar (22.93)	0.65	Ağır Hasar (14.44)	0.41
16	Ağır Hasar	Orta Hasar (18.03)	Ağır Hasar (7.53)	0.42	Ağır Hasar (7.66)	0.43
17	Orta Hasar	Orta Hasar (17.71)	Orta Hasar (17.06)	0.96	Orta Hasar (15.77)	0.89
18	Hafif Hasar/ Hasarsız	Orta Hasar (29.29)	Orta Hasar (31.03)	1.06	Orta Hasar (22.89)	0.78
19	Hasarsız	Hasarsız (46.36)	Hasarsız (46.46)	1.00	Orta Hasar (29.66)	0.64
20	Orta Hasar	Orta Hasar (35.85)	Orta Hasar (29.79)	0.83	Orta Hasar (17.77)	0.50
21	Hafif Hasar/ Hasarsız	Orta Hasar (26.47)	Orta Hasar (26.88)	1.02	Orta Hasar (22.02)	0.83
22	Hafif Hasar/ Hasarsız	Hasarsız (52.81)	Hasarsız (47.19)	0.89	Hasarsız (41.30)	0.78
23	Orta Hasar	Orta Hasar (26.94)	Orta Hasar (28.61)	1.06	Orta Hasar (24.05)	0.89
24	Ağır Hasar	Orta Hasar (29.09)	Orta Hasar (29.17)	1.00	Orta Hasar (30.13)	1.04
25	Ağır Hasar	Orta Hasar (32.59)	Orta Hasar (27.67)	0.85	Orta Hasar (27.40)	0.84
26	Orta Hasar	Orta Hasar (35.63)	Orta Hasar (33.73)	0.95	Orta Hasar (27.95)	0.78
27	Hasarsız	Hasarsız (54.35)	Hasarsız (50.95)	0.94	Hasarsız (47.06)	0.87

Tablo 7.11 incelendiğinde, eksiksiz girdili YSA tabanlı performans değerlendirme modelinin P25 modelinin sonuçlarını %89 civarında yakaladığı ve eksik girdili modelin ise %59 civarında yakaladığı anlaşılmaktadır (Şekil 7.10). Dolayısıyla beton kalitesi (BS) bilgisi, yapının performans puanını %41 civarında etkilemektedir.

Beton kalitesi ( $BS$ ) bilgisinin eksik olduğu ve işlem elemanı değeri olarak sıfır girilen analizlerde, binaların performans puanları eksiksiz girdili analizlerle kıyaslandığında hemen hemen yakın sonuçların bulunduğu görülmektedir. Sonuçlar dikkatle incelendiğinde, sonuçların beklenen değerlerin çok ötesinde olmadığı açıktır. Dolayısıyla eksik girdili model, binanın performans değerlendirme puanını yarı yarıya doğru olarak yakalamaktadır. Bu durum, Tablo 7.11 de verilen YSA modeli sonuçlarının P25 sonuçlarına oranlarından da açıkça görülebilmektedir. Sonuç olarak, Tablo 7.27 den de görüldüğü gibi YSA tabanlı performans değerlendirme modelinin girdi katmanında bulunan beton kalitesi ( $BS$ ) bilgisi modelin performansı açısından % 5 e yakın bir öneme sahip bir parametredir.



Şekil 7.10. YSA tabanlı performans değerlendirme modelinin sonuçlarının mevcut durum ile karşılaştırılması a) eksiksiz girdili b) eksik girdili

## 7.12. Zemin Kat Dolgu Duvar Alanları Toplamı ( $D_x$ ) Etkisi

Eğitilmiş YSA Tabanlı Performans Değerlendirme modelinin girdi katmanındaki zemin kat dolgu duvar alanları toplamı ( $D_x$ ) işlem elemanı sıfır (0) girilerek eksik girdili modelin yapı performans puanı belirlenmiştir. Eksiksiz girdili model ile eksik girdili modelin sonuçları Tablo 7.12 de sunulmuştur.

Tablo 7.12. YSA Tabanlı Performans Değerlendirme modelinin sonuçlarına zemin kat dolgu duvar alanları toplamı ( $D_x$ ) etkisi

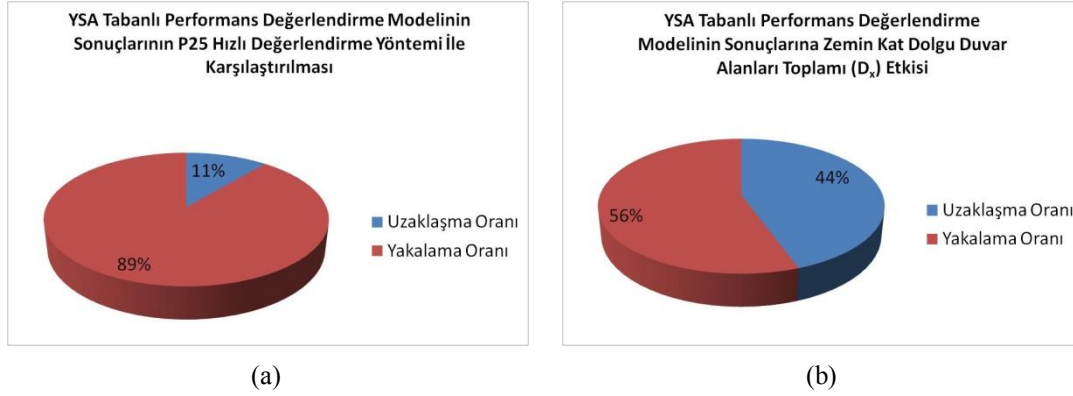
Bina No	Gerçek Durum	P25	Eksiksiz Girdi		Eksik Girdi	
			YSA	$\frac{YSA}{P25}$	YSA	$\frac{YSA}{P25}$
1	Hafif Hasar/ Hasarsız	Orta Hasar (38.08)	Orta Hasar (25.32)	0.66	Orta Hasar (18.70)	0.49
2	Hasarsız	Hasarsız (45.88)	Hasarsız (40.47)	0.88	Orta Hasar (32.47)	0.71
3	Hasarsız	Hasarsız (44.11)	Hasarsız (42.71)	0.97	Orta Hasar (37.53)	0.85
4	Hafif Hasar/ Hasarsız	Hasarsız (41.11)	Orta Hasar (29.74)	0.72	Orta Hasar (26.11)	0.64
5	Ağır Hasar	Hasarsız (48.88)	Hasarsız (49.74)	1.02	Hasarsız (49.74)	1.02
6	Orta Hasar	Orta Hasar (34.56)	Orta Hasar (39.42)	1.14	Orta Hasar (18.70)	0.54
7	Hafif Hasar	Hasarsız (57.75)	Hasarsız (47.42)	0.82	Hasarsız (55.49)	0.96
8	Hasarsız	Hasarsız (45.86)	Orta Hasar (38.86)	0.85	Orta Hasar (38.24)	0.83
9	Hasarsız	Hasarsız (49.23)	Hasarsız (48.06)	0.98	Hasarsız (41.95)	0.85
10	Hasarsız/ Hafif Hasar	Hasarsız (43.82)	Hasarsız (40.82)	0.93	Hasarsız (40.82)	0.93
11	Ağır Hasar	Ağır Hasar (14.34)	Ağır Hasar (14.32)	1.00	Ağır Hasar (10.40)	0.73
12	Çökmüş	Orta Hasar (32.19)	Orta Hasar (22.96)	0.71	Orta Hasar (20.37)	0.63
13	Hasarsız	Hasarsız (65.91)	Hasarsız (65.01)	0.99	Hasarsız (62.61)	0.95
14	Orta Hasar	Orta Hasar (33.55)	Orta Hasar (32.11)	0.96	Orta Hasar (23.83)	0.71
15	Orta Hasar	Orta Hasar (35.30)	Orta Hasar (22.93)	0.65	Orta Hasar (22.93)	0.65
16	Ağır Hasar	Orta Hasar (18.03)	Ağır Hasar (7.53)	0.42	Ağır Hasar (6.41)	0.36
17	Orta Hasar	Orta Hasar (17.71)	Orta Hasar (17.06)	0.96	Ağır Hasar (9.38)	0.53
18	Hafif Hasar/ Hasarsız	Orta Hasar (29.29)	Orta Hasar (31.03)	1.06	Orta Hasar (19.17)	0.65
19	Hasarsız	Hasarsız (46.36)	Hasarsız (46.46)	1.00	Hasarsız (54.66)	1.18
20	Orta Hasar	Orta Hasar (35.85)	Orta Hasar (29.79)	0.83	Orta Hasar (22.76)	0.63
21	Hafif Hasar/ Hasarsız	Orta Hasar (26.47)	Orta Hasar (26.88)	1.02	Orta Hasar (26.88)	1.02
22	Hafif Hasar/ Hasarsız	Hasarsız (52.81)	Hasarsız (47.19)	0.89	Hasarsız (41.70)	0.79
23	Orta Hasar	Orta Hasar (26.94)	Orta Hasar (28.61)	1.06	Orta Hasar (21.87)	0.81
24	Ağır Hasar	Orta Hasar (29.09)	Orta Hasar (29.17)	1.00	Orta Hasar (31.74)	1.09

Tablo 7.12. YSA Tabanlı Performans Değerlendirme modelinin sonuçlarına zemin kat dolgu duvar alanları toplamı ( $D_x$ ) etkisi (devam)

Bina No	Gerçek Durum	P25	Eksiksiz Girdi		Eksik Girdi	
			YSA	$\frac{YSA}{P25}$	YSA	$\frac{YSA}{P25}$
25	Ağır Hasar	Orta Hasar (32.59)	Orta Hasar (27.67)	0.85	Orta Hasar (27.61)	0.85
26	Orta Hasar	Orta Hasar (35.63)	Orta Hasar (33.73)	0.95	Orta Hasar (32.52)	0.91
27	Hasarsız	Hasarsız (54.35)	Hasarsız (50.95)	0.94	Hasarsız (46.57)	0.86

Tablo 7.12 incelendiğinde, eksiksiz girdili YSA tabanlı performans değerlendirme modelinin P25 modelinin sonuçlarını %89 civarında yakaladığı ve eksik girdili modelin ise %56 civarında yakaladığı anlaşılmaktadır (Şekil 7.11). Dolayısıyla zemin kat dolgu duvar alanları toplamı ( $D_x$ ) bilgisi, yapının performans puanını %44 civarında etkilemektedir.

Zemin kat dolgu duvar alanları toplamı ( $D_x$ ) bilgisinin eksik olduğu ve işlem elemanı değeri olarak sıfır girilen analizlerde, binaların performans puanları eksiksiz girdili analizlerle kıyaslandığında hemen hemen yakın sonuçların bulunduğu görülmektedir. Sonuçlar dikkatle incelendiğinde, sonuçların beklenen değerlerin çok ötesinde olmadığı açıktır. Dolayısıyla eksik girdili model, binanın performans değerlendirme puanını yarı yarıya doğru olarak yakalamaktadır. Bu durum, Tablo 7.12 de verilen YSA modeli sonuçlarının P25 sonuçlarına oranlarından da açıkça görülebilmektedir. Sonuç olarak, Tablo 7.27 den de görüldüğü gibi YSA tabanlı performans değerlendirme modelinin girdi katmanında bulunan zemin kat dolgu duvar alanları toplamı ( $D_x$ ) bilgisi modelin performansı açısından % 5 e yakın bir öneme sahip bir parametredir.



Şekil 7.11. YSA tabanlı performans değerlendirme modelinin sonuçlarının mevcut durum ile karşılaştırılması a) eksiksiz girdili b) eksik girdili

### 7.13. Zemin Kat Dolgu Duvar Alanları Toplamı ( $D_y$ ) Etkisi

Eğitilmiş YSA Tabanlı Performans Değerlendirme modelinin girdi katmanındaki zemin kat dolgu duvar alanları toplamı ( $D_y$ ) işlem elamanı sıfır (0) girilerek eksik girdili modelin yapı performans puanı belirlenmiştir. Eksiksiz girdili model ile eksik girdili modelin sonuçları Tablo 7.13 de sunulmuştur.

Tablo 7.13. YSA Tabanlı Performans Değerlendirme modelinin sonuçlarına zemin kat dolgu duvar alanları toplamı ( $D_y$ ) etkisi

Bina No	Gerçek Durum	P25	Eksiksiz Girdi		Eksik Girdi	
			YSA	$\frac{YSA}{P25}$	YSA	$\frac{YSA}{P25}$
1	Hafif Hasar/Hasarsız	Orta Hasar (38.08)	Orta Hasar (25.32)	0.66	Orta Hasar (30.24)	0.79
2	Hasarsız	Hasarsız (45.88)	Hasarsız (40.47)	0.88	Hasarsız (43.04)	0.94
3	Hasarsız	Hasarsız (44.11)	Hasarsız (42.71)	0.97	Orta Hasar (34.97)	0.79
4	Hafif Hasar/Hasarsız	Hasarsız (41.11)	Orta Hasar (29.74)	0.72	Orta Hasar (32.89)	0.80
5	Ağır Hasar	Hasarsız (48.88)	Hasarsız (49.74)	1.02	Hasarsız (43.83)	0.90
6	Orta Hasar	Orta Hasar (34.56)	Orta Hasar (39.42)	1.14	Orta Hasar (29.25)	0.85
7	Hafif Hasar	Hasarsız (57.75)	Hasarsız (47.42)	0.82	Hasarsız (47.42)	0.82
8	Hasarsız	Hasarsız (45.86)	Orta Hasar (38.86)	0.85	Hasarsız (44.84)	0.98
9	Hasarsız	Hasarsız (49.23)	Hasarsız (48.06)	0.98	Orta Hasar (39.32)	0.80

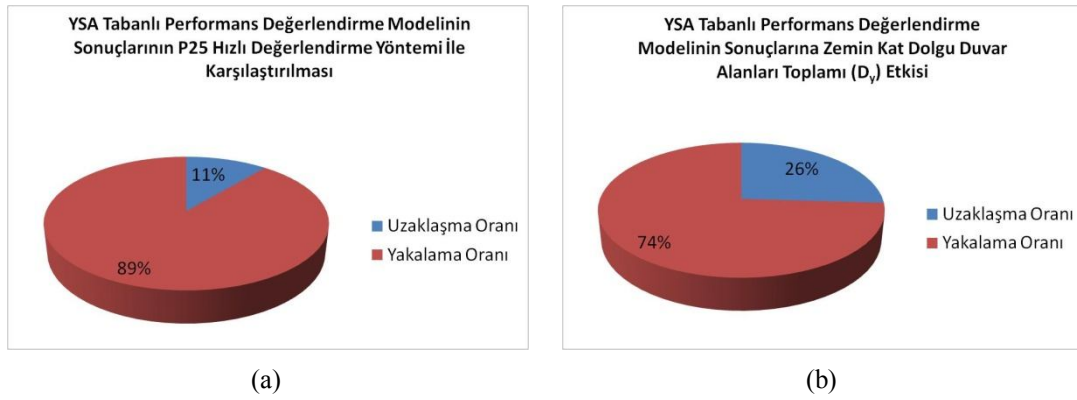
Tablo 7.13. YSA Tabanlı Performans Değerlendirme modelinin sonuçlarına zemin kat dolgu duvar alanları toplamı ( $D_y$ ) etkisi (devam)

Bina No	Gerçek Durum	P25	Eksiksiz Girdi		Eksik Girdi	
			YSA	$\frac{YSA}{P25}$	YSA	$\frac{YSA}{P25}$
10	Hasarsız/ Hafif Hasar	Hasarsız (43.82)	Hasarsız (40.82)	0.93	Hasarsız (44.52)	1.02
11	Ağır Hasar	Ağır Hasar (14.34)	Ağır Hasar (14.32)	1.00	Orta Hasar (16.19)	1.13
12	Çökmüş	Orta Hasar (32.19)	Orta Hasar (22.96)	0.71	Orta Hasar (33.39)	1.04
13	Hasarsız	Hasarsız (65.91)	Hasarsız (65.01)	0.99	Hasarsız (44.79)	0.68
14	Orta Hasar	Orta Hasar (33.55)	Orta Hasar (32.11)	0.96	Orta Hasar (32.96)	0.98
15	Orta Hasar	Orta Hasar (35.30)	Orta Hasar (22.93)	0.65	Orta Hasar (26.16)	0.74
16	Ağır Hasar	Orta Hasar (18.03)	Ağır Hasar (7.53)	0.42	Ağır Hasar (6.64)	0.37
17	Orta Hasar	Orta Hasar (17.71)	Orta Hasar (17.06)	0.96	Orta Hasar (21.15)	1.19
18	Hafif Hasar/ Hasarsız	Orta Hasar (29.29)	Orta Hasar (31.03)	1.06	Orta Hasar (31.03)	1.06
19	Hasarsız	Hasarsız (46.36)	Hasarsız (46.46)	1.00	Hasarsız (54.53)	1.18
20	Orta Hasar	Orta Hasar (35.85)	Orta Hasar (29.79)	0.83	Orta Hasar (19.24)	0.54
21	Hafif Hasar/ Hasarsız	Orta Hasar (26.47)	Orta Hasar (26.88)	1.02	Orta Hasar (35.91)	1.36
22	Hafif Hasar/ Hasarsız	Hasarsız (52.81)	Hasarsız (47.19)	0.89	Orta Hasar (32.56)	0.62
23	Orta Hasar	Orta Hasar (26.94)	Orta Hasar (28.61)	1.06	Orta Hasar (28.61)	1.06
24	Ağır Hasar	Orta Hasar (29.09)	Orta Hasar (29.17)	1.00	Orta Hasar (24.88)	0.86
25	Ağır Hasar	Orta Hasar (32.59)	Orta Hasar (27.67)	0.85	Orta Hasar (32.91)	1.01
26	Orta Hasar	Orta Hasar (35.63)	Orta Hasar (33.73)	0.95	Orta Hasar (28.15)	0.79
27	Hasarsız	Hasarsız (54.35)	Hasarsız (50.95)	0.94	Orta Hasar (39.06)	0.72

Tablo 7.13 incelendiğinde, eksiksiz girdili YSA tabanlı performans değerlendirme modelinin P25 modelinin sonuçlarını %89 civarında yakaladığı ve eksik girdili modelin ise %74 civarında yakaladığı anlaşılmaktadır (Şekil 7.12). Dolayısıyla zemin kat dolgu duvar alanları toplamı ( $D_y$ ) bilgisi, yapının performans puanını %26 civarında etkilemektedir.



Zemin kat dolgu duvar alanları toplamı ( $D_y$ ) bilgisinin eksik olduğu ve işlem elemanı değeri olarak sıfır girilen analizlerde, binaların performans puanları eksiksiz girdili analizlerle kıyaslandığında hemen hemen yakın sonuçların bulunduğu görülmektedir. Sonuçlar dikkatle incelendiğinde, sonuçların beklenen değerlerin çok ötesinde olmadığı açıktır. Dolayısıyla eksik girdili model, binanın performans değerlendirme puanını hemen hemen doğru olarak yakalamaktadır. Bu durum, Tablo 7.13 de verilen YSA modeli sonuçlarının P25 sonuçlarına oranlarından da açıkça görülebilmektedir. Sonuç olarak, Tablo 7.27 den de görüldüğü gibi YSA tabanlı performans değerlendirme modelinin girdi katmanında bulunan zemin kat dolgu duvar alanları toplamı ( $D_y$ ) bilgisi modelin performansı açısından % 2 ye yakın bir öneme sahip bir parametredir.



Şekil 7.12. YSA tabanlı performans değerlendirme modelinin sonuçlarının mevcut durum ile karşılaştırılması a) eksiksiz girdili b) eksik girdili

#### 7.14. Bina Taban Alanını İçine Alan Dikdörtgenin Boyutu ( $L_x$ ) Etkisi

Eğitilmiş YSA Tabanlı Performans Değerlendirme modelinin girdi katmanındaki bina taban alanını içine alan dikdörtgenin boyutu ( $L_x$ ) işlem elemanı sıfır (0) girilerek eksik girdili modelin yapı performans puanı belirlenmiştir. Eksiksiz girdili model ile eksik girdili modelin sonuçları Tablo 7.14 de sunulmuştur.

Tablo 7.14. YSA Tabanlı Performans Değerlendirme modelinin sonuçlarına bina taban alanını içine alan dikdörtgenin boyutu ( $L_x$ ) etkisi

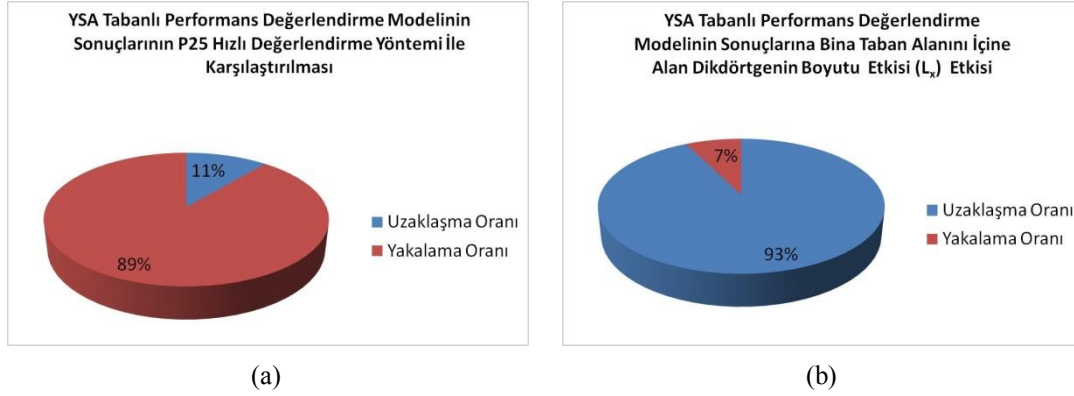
Bina No	Gerçek Durum	P25	Eksiksiz Girdi		Eksik Girdi	
			YSA	$\frac{YSA}{P25}$	YSA	$\frac{YSA}{P25}$
1	Hafif Hasar/ Hasarsız	Orta Hasar (38.08)	Orta Hasar (25.32)	0.66	Hasarsız (100.63)	2.64
2	Hasarsız	Hasarsız (45.88)	Hasarsız (40.47)	0.88	Hasarsız (134.49)	2.93
3	Hasarsız	Hasarsız (44.11)	Hasarsız (42.71)	0.97	Hasarsız (82.31)	1.87
4	Hafif Hasar/ Hasarsız	Hasarsız (41.11)	Orta Hasar (29.74)	0.72	Hasarsız (83.65)	2.03
5	Ağır Hasar	Hasarsız (48.88)	Hasarsız (49.74)	1.02	Hasarsız (99.91)	2.04
6	Orta Hasar	Orta Hasar (34.56)	Orta Hasar (39.42)	1.14	Hasarsız (74.70)	2.16
7	Hafif Hasar	Hasarsız (57.75)	Hasarsız (47.42)	0.82	Hasarsız (61.61)	1.07
8	Hasarsız	Hasarsız (45.86)	Orta Hasar (38.86)	0.85	Hasarsız (64.12)	1.40
9	Hasarsız	Hasarsız (49.23)	Hasarsız (48.06)	0.98	Hasarsız (98.79)	2.01
10	Hasarsız/ Hafif Hasar	Hasarsız (43.82)	Hasarsız (40.82)	0.93	Hasarsız (81.07)	1.85
11	Ağır Hasar	Ağır Hasar (14.34)	Ağır Hasar (14.32)	1.00	Orta Hasar (20.12)	1.40
12	Çökmüş	Orta Hasar (32.19)	Orta Hasar (22.96)	0.71	Hasarsız (40.47)	1.26
13	Hasarsız	Hasarsız (65.91)	Hasarsız (65.01)	0.99	Hasarsız (100.99)	1.53
14	Orta Hasar	Orta Hasar (33.55)	Orta Hasar (32.11)	0.96	Hasarsız (62.68)	1.87
15	Orta Hasar	Orta Hasar (35.30)	Orta Hasar (22.93)	0.65	Hasarsız (71.46)	2.02
16	Ağır Hasar	Orta Hasar (18.03)	Ağır Hasar (7.53)	0.42	Ağır Hasar (9.41)	0.52
17	Orta Hasar	Orta Hasar (17.71)	Orta Hasar (17.06)	0.96	Orta Hasar (20.24)	1.14
18	Hafif Hasar/ Hasarsız	Orta Hasar (29.29)	Orta Hasar (31.03)	1.06	Hasarsız (50.70)	1.73
19	Hasarsız	Hasarsız (46.36)	Hasarsız (46.46)	1.00	Hasarsız (94.78)	2.04
20	Orta Hasar	Orta Hasar (35.85)	Orta Hasar (29.79)	0.83	Hasarsız (105.59)	2.94
21	Hafif Hasar/ Hasarsız	Orta Hasar (26.47)	Orta Hasar (26.88)	1.02	Hasarsız (97.25)	3.67
22	Hafif Hasar/ Hasarsız	Hasarsız (52.81)	Hasarsız (47.19)	0.89	Hasarsız (72.63)	1.38
23	Orta Hasar	Orta Hasar (26.94)	Orta Hasar (28.61)	1.06	Hasarsız (59.80)	2.22
24	Ağır Hasar	Orta Hasar (29.09)	Orta Hasar (29.17)	1.00	Hasarsız (54.47)	1.87

Tablo 7.14. YSA Tabanlı Performans Değerlendirme modelinin sonuçlarına bina taban alanını içine alan dikdörtgenin boyutu ( $L_x$ ) etkisi (devam)

Bina No	Gerçek Durum	P25	Eksiksiz Girdi		Eksik Girdi	
			YSA	$\frac{YSA}{P25}$	YSA	$\frac{YSA}{P25}$
25	Ağır Hasar	Orta Hasar (32.59)	Orta Hasar (27.67)	0.85	Hasarsız (55.41)	1.70
26	Orta Hasar	Orta Hasar (35.63)	Orta Hasar (33.73)	0.95	Hasarsız (48.19)	1.35
27	Hasarsız	Hasarsız (54.35)	Hasarsız (50.95)	0.94	Hasarsız (74.94)	1.38

Tablo 7.14 incelendiğinde, eksiksiz girdili YSA tabanlı performans değerlendirme modelinin P25 modelinin sonuçlarını %89 civarında yakaladığı ve eksik girdili modelin ise %7 civarında yakaladığı anlaşılmaktadır (Şekil 7.13). Dolayısıyla bina taban alanını içine alan dikdörtgenin boyutu ( $L_x$ ) bilgisi, yapının performans puanını %93 civarında etkilemektedir.

Bina taban alanını içine alan dikdörtgenin boyutu ( $L_x$ ) bilgisinin eksik olduğu ve işlem elemanı değeri olarak sıfır girilen analizlerde, binaların performans puanları yüksek çıkmakta dolayısıyla binalar hasarsız olarak sınıflandırılmaktadır. Fakat bu sonuçlar ile referans setindeki binaların mevcut durumlarının hasarsız olarak sınıflandırılanlarının çakışması, YSA tabanlı performans değerlendirme modelinin bu binaların mevcut durumlarını tespit edebildiği anlamına gelmemektedir. Sonuçlar dikkatle incelendiğinde, sonuçların beklenen değerlerin çok ötesinde olduğu açıktır. Dolayısıyla eksik girdili model, hemen hemen hiçbir binanın performans değerlendirme puanını doğru olarak yakalayamamaktadır. Bu durum, Tablo 7.14 de verilen YSA modeli sonuçlarının P25 sonuçlarına oranlarından da açıkça görülebilmektedir. Sonuç olarak, Tablo 7.27 den de görüldüğü gibi YSA tabanlı performans değerlendirme modelinin girdi katmanında bulunan bina taban alanını içine alan dikdörtgenin boyutu ( $L_x$ ) bilgisi modelin performansı açısından % 13 e yakın bir öneme sahip bir parametredir.



Şekil 7.13. YSA tabanlı performans değerlendirme modelinin sonuçlarının mevcut durum ile karşılaştırılması a) eksiksiz girdili b) eksik girdili

### 7.15. Bina Taban Alanını İçine Alan Dikdörtgenin Boyutu ( $L_y$ ) Etkisi

Eğitilmiş YSA Tabanlı Performans Değerlendirme modelinin girdi katmanındaki bina taban alanını içine alan dikdörtgenin boyutu ( $L_y$ ) işlem elamanı sıfır (0) girilerek eksik girdili modelin yapı performans puanı belirlenmiştir. Eksiksiz girdili model ile eksik girdili modelin sonuçları Tablo 7.15 de sunulmuştur.

Tablo 7.15. YSA Tabanlı Performans Değerlendirme modelinin sonuçlarına bina taban alanını içine alan dikdörtgenin boyutu ( $L_y$ ) etkisi

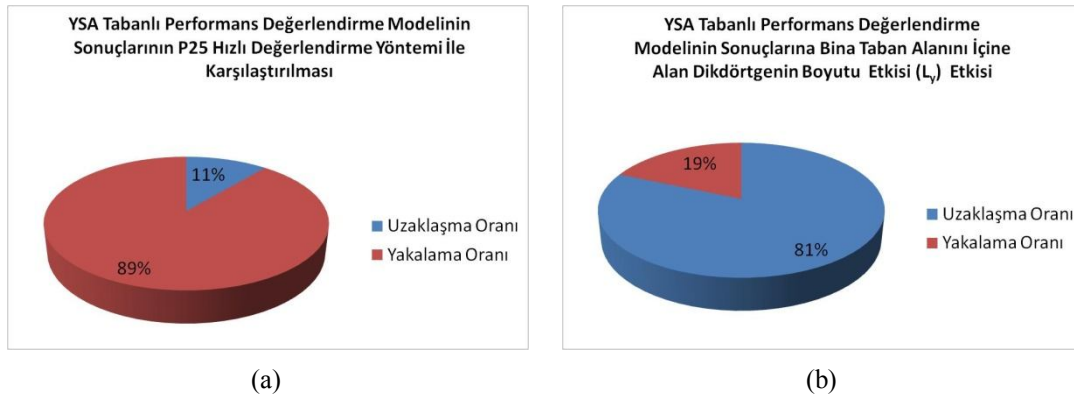
BinaNo	Gerçek Durum	P25	Eksiksiz Girdi		Eksik Girdi	
			YSA	$\frac{YSA}{P25}$	YSA	$\frac{YSA}{P25}$
1	Hafif Hasar/ Hasarsız	Orta Hasar (38.08)	Orta Hasar (25.32)	0.66	Hasarsız (88.03)	2.31
2	Hasarsız	Hasarsız (45.88)	Hasarsız (40.47)	0.88	Hasarsız (138.42)	3.02
3	Hasarsız	Hasarsız (44.11)	Hasarsız (42.71)	0.97	Hasarsız (66.00)	1.50
4	Hafif Hasar/ Hasarsız	Hasarsız (41.11)	Orta Hasar (29.74)	0.72	Hasarsız (88.41)	2.15
5	Ağır Hasar	Hasarsız (48.88)	Hasarsız (49.74)	1.02	Hasarsız (66.73)	1.37
6	Orta Hasar	Orta Hasar (34.56)	Orta Hasar (39.42)	1.14	Hasarsız (52.27)	1.51
7	Hafif Hasar	Hasarsız (57.75)	Hasarsız (47.42)	0.82	Hasarsız (56.62)	0.98
8	Hasarsız	Hasarsız (45.86)	Orta Hasar (38.86)	0.85	Hasarsız (61.77)	1.35
9	Hasarsız	Hasarsız (49.23)	Hasarsız (48.06)	0.98	Hasarsız (85.99)	1.75
10	Hasarsız/ Hafif Hasar	Hasarsız (43.82)	Hasarsız (40.82)	0.93	Hasarsız (87.40)	1.99

Tablo 7.15. YSA Tabanlı Performans Değerlendirme modelinin sonuçlarına bina taban alanını içine alan dikdörtgenin boyutu ( $L_y$ ) etkisi (devam)

BinaNo	Gerçek Durum	P25	Eksiksiz Girdi		Eksik Girdi	
			YSA	$\frac{YSA}{P25}$	YSA	$\frac{YSA}{P25}$
11	Ağır Hasar	Ağır Hasar (14.34)	Ağır Hasar (14.32)	1.00	Ağır Hasar (8.05)	0.56
12	Çökmüş	Orta Hasar (32.19)	Orta Hasar (22.96)	0.71	Hasarsız (44.80)	1.39
13	Hasarsız	Hasarsız (65.91)	Hasarsız (65.01)	0.99	Hasarsız (94.93)	1.44
14	Orta Hasar	Orta Hasar (33.55)	Orta Hasar (32.11)	0.96	Hasarsız (52.70)	1.57
15	Orta Hasar	Orta Hasar (35.30)	Orta Hasar (22.93)	0.65	Hasarsız (53.09)	1.50
16	Ağır Hasar	Orta Hasar (18.03)	Ağır Hasar (7.53)	0.42	Ağır Hasar (4.76)	0.26
17	Orta Hasar	Orta Hasar (17.71)	Orta Hasar (17.06)	0.96	Orta Hasar (15.55)	0.88
18	Hafif Hasar/Hasarsız	Orta Hasar (29.29)	Orta Hasar (31.03)	1.06	Orta Hasar (30.28)	1.03
19	Hasarsız	Hasarsız (46.36)	Hasarsız (46.46)	1.00	Hasarsız (120.70)	2.60
20	Orta Hasar	Orta Hasar (35.85)	Orta Hasar (29.79)	0.83	Hasarsız (107.52)	3.00
21	Hafif Hasar/Hasarsız	Orta Hasar (26.47)	Orta Hasar (26.88)	1.02	Orta Hasar (36.04)	1.36
22	Hafif Hasar/Hasarsız	Hasarsız (52.81)	Hasarsız (47.19)	0.89	Hasarsız (73.17)	1.39
23	Orta Hasar	Orta Hasar (26.94)	Orta Hasar (28.61)	1.06	Hasarsız (44.54)	1.65
24	Ağır Hasar	Orta Hasar (29.09)	Orta Hasar (29.17)	1.00	Orta Hasar (35.68)	1.23
25	Ağır Hasar	Orta Hasar (32.59)	Orta Hasar (27.67)	0.85	Hasarsız (45.49)	1.40
26	Orta Hasar	Orta Hasar (35.63)	Orta Hasar (33.73)	0.95	Hasarsız (41.17)	1.16
27	Hasarsız	Hasarsız (54.35)	Hasarsız (50.95)	0.94	Hasarsız (83.33)	1.53

Tablo 7.15 incelendiğinde, eksiksiz girdili YSA tabanlı performans değerlendirme modelinin P25 modelinin sonuçlarını %89 civarında yakaladığı ve eksik girdili modelin ise %19 civarında yakaladığı anlaşılmaktadır (Şekil 7.14). Dolayısıyla bina taban alanını içine alan dikdörtgenin boyutu ( $L_y$ ) bilgisi, yapının performans puanını %81 civarında etkilemektedir.

Bina taban alanını içine alan dikdörtgenin boyutu ( $L_y$ ) bilgisinin eksik olduğu ve işlem elemanı değeri olarak sıfır girilen analizlerde, binaların performans puanları yüksek çıkmakta dolayısıyla binalar hasarsız olarak sınıflandırılmaktadır. Fakat bu sonuçlar ile referans setindeki binaların mevcut durumlarının hasarsız olarak sınıflandırılanlarının çakışması, YSA tabanlı performans değerlendirme modelinin bu binaların mevcut durumlarını tespit edebildiği anlamına gelmemektedir. Sonuçlar dikkatle incelendiğinde, sonuçların beklenen değerlerin çok ötesinde olduğu açıktır. Dolayısıyla eksik girdili model, hemen hemen hiçbir binanın performans değerlendirme puanını doğru olarak yakalayamamaktadır. Bu durum, Tablo 7.15 de verilen YSA modeli sonuçlarının P25 sonuçlarına oranlarından da açıkça görülebilmektedir. Sonuç olarak, Tablo 7.27 den de görüldüğü gibi YSA tabanlı performans değerlendirme modelinin girdi katmanında bulunan bina taban alanını içine alan dikdörtgenin boyutu ( $L_y$ ) bilgisi modelin performansı açısından % 11 e yakın bir öneme sahip bir parametredir.



Şekil 7.14. YSA tabanlı performans değerlendirme modelinin sonuçlarının mevcut durum ile karşılaştırılması a) eksiksiz girdili b) eksik girdili

### 7.16. Zemin Sınıfı (Z) Etkisi

Eğitilmiş YSA Tabanlı Performans Değerlendirme modelinin girdi katmanındaki zemin sınıfı (Z) işlem elemanı sıfır (0) girilerek eksik girdili modelin yapı performans puanı belirlenmiştir. Eksiksiz girdili model ile eksik girdili modelin sonuçları Tablo 7.16 de sunulmuştur.

Tablo 7.16. YSA Tabanlı Performans Değerlendirme modelinin sonuçlarına zemin sınıfı (Z) etkisi

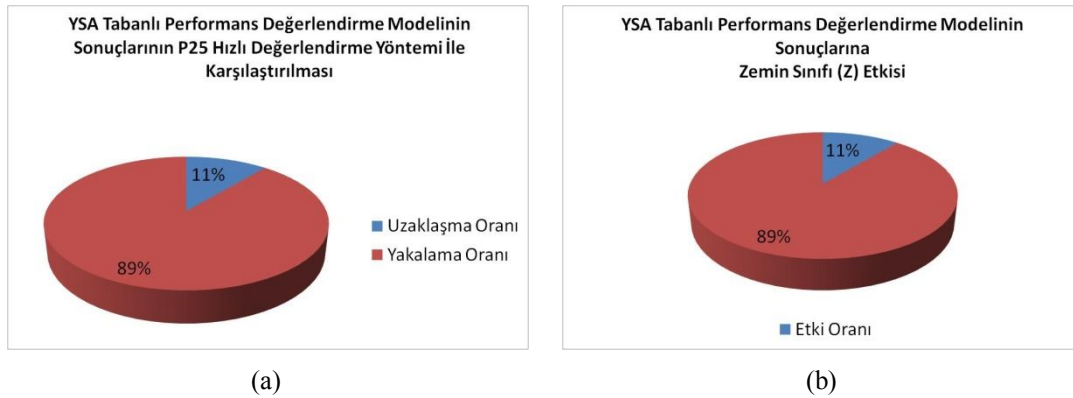
Bina No	Gerçek Durum	P25	Eksiksiz Girdi		Eksik Girdi	
			YSA	$\frac{YSA}{P25}$	YSA	$\frac{YSA}{P25}$
1	Hafif Hasar/ Hasarsız	Orta Hasar (38.08)	Orta Hasar (25.32)	0.66	Orta Hasar (25.91)	0.68
2	Hasarsız	Hasarsız (45.88)	Hasarsız (40.47)	0.88	Hasarsız (41.27)	0.90
3	Hasarsız	Hasarsız (44.11)	Hasarsız (42.71)	0.97	Hasarsız (44.88)	1.02
4	Hafif Hasar/ Hasarsız	Hasarsız (41.11)	Orta Hasar (29.74)	0.72	Orta Hasar (33.05)	0.80
5	Ağır Hasar	Hasarsız (48.88)	Hasarsız (49.74)	1.02	Hasarsız (51.68)	1.06
6	Orta Hasar	Orta Hasar (34.56)	Orta Hasar (39.42)	1.14	Hasarsız (40.76)	1.18
7	Hafif Hasar	Hasarsız (57.75)	Hasarsız (47.42)	0.82	Hasarsız (52.23)	0.90
8	Hasarsız	Hasarsız (45.86)	Orta Hasar (38.86)	0.85	Hasarsız (44.33)	0.97
9	Hasarsız	Hasarsız (49.23)	Hasarsız (48.06)	0.98	Hasarsız (52.08)	1.06
10	Hasarsız/ Hafif Hasar	Hasarsız (43.82)	Hasarsız (40.82)	0.93	Hasarsız (45.33)	1.03
11	Ağır Hasar	Ağır Hasar (14.34)	Ağır Hasar (14.32)	1.00	Orta Hasar (16.21)	1.13
12	Çökmüş	Orta Hasar (32.19)	Orta Hasar (22.96)	0.71	Orta Hasar (24.60)	0.76
13	Hasarsız	Hasarsız (65.91)	Hasarsız (65.01)	0.99	Hasarsız (70.74)	1.07
14	Orta Hasar	Orta Hasar (33.55)	Orta Hasar (32.11)	0.96	Orta Hasar (33.10)	0.99
15	Orta Hasar	Orta Hasar (35.30)	Orta Hasar (22.93)	0.65	Orta Hasar (24.36)	0.69
16	Ağır Hasar	Orta Hasar (18.03)	Ağır Hasar (7.53)	0.42	Ağır Hasar (8.35)	0.46
17	Orta Hasar	Orta Hasar (17.71)	Orta Hasar (17.06)	0.96	Orta Hasar (18.67)	1.05
18	Hafif Hasar/ Hasarsız	Orta Hasar (29.29)	Orta Hasar (31.03)	1.06	Orta Hasar (35.90)	1.23
19	Hasarsız	Hasarsız (46.36)	Hasarsız (46.46)	1.00	Hasarsız (50.08)	1.08
20	Orta Hasar	Orta Hasar (35.85)	Orta Hasar (29.79)	0.83	Orta Hasar (29.87)	0.83
21	Hafif Hasar/ Hasarsız	Orta Hasar (26.47)	Orta Hasar (26.88)	1.02	Orta Hasar (28.94)	1.09
22	Hafif Hasar/ Hasarsız	Hasarsız (52.81)	Hasarsız (47.19)	0.89	Hasarsız (48.70)	0.92
23	Orta Hasar	Orta Hasar (26.94)	Orta Hasar (28.61)	1.06	Orta Hasar (29.25)	1.09
24	Ağır Hasar	Orta Hasar (29.09)	Orta Hasar (29.17)	1.00	Orta Hasar (31.70)	1.09
25	Ağır Hasar	Orta Hasar (32.59)	Orta Hasar (27.67)	0.85	Orta Hasar (30.77)	0.94

Tablo 7.16. YSA Tabanlı Performans Değerlendirme modelinin sonuçlarına zemin sınıfı (Z) etkisi (devam)

Bina No	Gerçek Durum	P25	Eksiksiz Girdi		Eksik Girdi	
			YSA	$\frac{YSA}{P25}$	YSA	$\frac{YSA}{P25}$
26	Orta Hasar	Orta Hasar (35.63)	Orta Hasar (33.73)	0.95	Orta Hasar (34.52)	0.97
27	Hasarsız	Hasarsız (54.35)	Hasarsız (50.95)	0.94	Hasarsız (54.12)	1.00

Tablo 7.16 incelendiğinde, eksiksiz girdili YSA tabanlı performans değerlendirme modelinin P25 modelinin sonuçlarını %89 civarında yakaladığı ve eksik girdili modelin ise %89 civarında yakaladığı anlaşılmaktadır (Şekil 7.15). Dolayısıyla zemin sınıfı (Z) bilgisi, yapının performans puanını %0 civarında etkilemektedir.

Zemin sınıfı (Z) bilgisinin eksik olduğu ve işlem elemanı değeri olarak sıfır girilen analizlerde, binaların performans puanları eksiksiz girdili analizlerle kıyaslandığında hemen hemen yakın sonuçların bulunduğu görülmektedir. Sonuçlar dikkatle incelendiğinde, sonuçların beklenen değerlerin çok ötesinde olmadığı açıktır. Dolayısıyla eksik girdili model, binanın performans değerlendirme puanını hemen hemen doğru olarak yakalamaktadır. Bu durum, Tablo 7.16 da verilen YSA modeli sonuçlarının P25 sonuçlarına oranlarından da açıkça görülebilmektedir. Sonuç olarak, Tablo 7.27 den de görüldüğü gibi YSA tabanlı performans değerlendirme modelinin girdi katmanında bulunan zemin sınıfı (Z) bilgisi modelin performansı açısından % 0 a yakın bir öneme sahip bir parametredir.



Şekil 7.15. YSA tabanlı performans değerlendirme modelinin sonuçlarının mevcut durum ile karşılaştırılması a) eksiksiz girdili b) eksik girdili



### 7.17. Burulma Düzensizliği (A1 ) Etkisi

Eğitilmiş YSA Tabanlı Performans Değerlendirme modelinin girdi katmanındaki burulma düzensizliği (A1 ) işlem elamanı sıfır (0) girilerek eksik girdili modelin yapı performans puanı belirlenmiştir. Eksiksiz girdili model ile eksik girdili modelin sonuçları Tablo 6.17 de sunulmuştur.

Tablo 7.17. YSA Tabanlı Performans Değerlendirme modelinin sonuçlarına burulma düzensizliği (A1 ) etkisi

Bina No	Gerçek Durum	P25	Eksiksiz Girdi		Eksik Girdi	
			YSA	$\frac{YSA}{P25}$	YSA	$\frac{YSA}{P25}$
1	Hafif Hasar/ Hasarsız	Orta Hasar (38.08)	Orta Hasar (25.32)	0.66	Orta Hasar (25.31)	0.66
2	Hasarsız	Hasarsız (45.88)	Hasarsız (40.47)	0.88	Hasarsız (40.46)	0.88
3	Hasarsız	Hasarsız (44.11)	Hasarsız (42.71)	0.97	Hasarsız (42.71)	0.97
4	Hafif Hasar/ Hasarsız	Hasarsız (41.11)	Orta Hasar (29.74)	0.72	Orta Hasar (31.00)	0.75
5	Ağır Hasar	Hasarsız (48.88)	Hasarsız (49.74)	1.02	Hasarsız (51.69)	1.06
6	Orta Hasar	Orta Hasar (34.56)	Orta Hasar (39.42)	1.14	Orta Hasar (39.42)	1.14
7	Hafif Hasar	Hasarsız (57.75)	Hasarsız (47.42)	0.82	Hasarsız (47.42)	0.82
8	Hasarsız	Hasarsız (45.86)	Orta Hasar (38.86)	0.85	Hasarsız (40.47)	0.88
9	Hasarsız	Hasarsız (49.23)	Hasarsız (48.06)	0.98	Hasarsız (50.09)	1.02
10	Hasarsız/ Hafif Hasar	Hasarsız (43.82)	Hasarsız (40.82)	0.93	Hasarsız (42.57)	0.97
11	Ağır Hasar	Ağır Hasar (14.34)	Ağır Hasar (14.32)	1.00	Ağır Hasar (14.88)	1.04
12	Çökmüş	Orta Hasar (32.19)	Orta Hasar (22.96)	0.71	Orta Hasar (23.87)	0.74
13	Hasarsız	Hasarsız (65.91)	Hasarsız (65.01)	0.99	Hasarsız (67.63)	1.03
14	Orta Hasar	Orta Hasar (33.55)	Orta Hasar (32.11)	0.96	Orta Hasar (32.11)	0.96
15	Orta Hasar	Orta Hasar (35.30)	Orta Hasar (22.93)	0.65	Orta Hasar (22.93)	0.65
16	Ağır Hasar	Orta Hasar (18.03)	Ağır Hasar (7.53)	0.42	Ağır Hasar (7.86)	0.44
17	Orta Hasar	Orta Hasar (17.71)	Orta Hasar (17.06)	0.96	Orta Hasar (17.73)	1.00

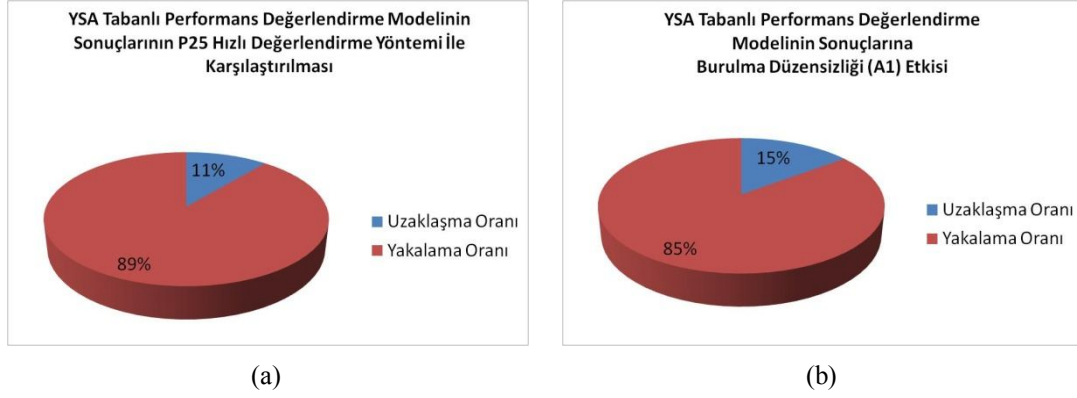
Tablo 7.17. YSA Tabanlı Performans Değerlendirme modelinin sonuçlarına burulma düzensizliği (A1) etkisi (devam)

Bina No	Gerçek Durum	P25	Eksiksiz Girdi		Eksik Girdi	
			YSA	$\frac{YSA}{P25}$	YSA	$\frac{YSA}{P25}$
18	Hafif Hasar/ Hasarsız	Orta Hasar (29.29)	Orta Hasar (31.03)	1.06	Orta Hasar (32.31)	1.10
19	Hasarsız	Hasarsız (46.36)	Hasarsız (46.46)	1.00	Hasarsız (48.36)	1.04
20	Orta Hasar	Orta Hasar (35.85)	Orta Hasar (29.79)	0.83	Orta Hasar (31.10)	0.87
21	Hafif Hasar/ Hasarsız	Orta Hasar (26.47)	Orta Hasar (26.88)	1.02	Orta Hasar (27.99)	1.06
22	Hafif Hasar/ Hasarsız	Hasarsız (52.81)	Hasarsız (47.19)	0.89	Hasarsız (47.19)	0.89
23	Orta Hasar	Orta Hasar (26.94)	Orta Hasar (28.61)	1.06	Orta Hasar (28.61)	1.06
24	Ağır Hasar	Orta Hasar (29.09)	Orta Hasar (29.17)	1.00	Orta Hasar (30.36)	1.04
25	Ağır Hasar	Orta Hasar (32.59)	Orta Hasar (27.67)	0.85	Orta Hasar (28.80)	0.88
26	Orta Hasar	Orta Hasar (35.63)	Orta Hasar (33.73)	0.95	Orta Hasar (35.06)	0.98
27	Hasarsız	Hasarsız (54.35)	Hasarsız (50.95)	0.94	Hasarsız (52.95)	0.97

Tablo 7.17 incelendiğinde, eksiksiz girdili YSA tabanlı performans değerlendirme modelinin P25 modelinin sonuçlarını %89 civarında yakaladığı ve eksik girdili modelin ise %85 civarında yakaladığı anlaşılmaktadır (Şekil 7.16). Dolayısıyla burulma düzensizliği (A1) bilgisi, yapının performans puanını %15 civarında etkilemektedir.

Burulma düzensizliği (A1) bilgisinin eksik olduğu ve işlem elemanı değeri olarak sıfır girilen analizlerde, binaların performans puanları eksiksiz girdili analizlerle kıyaslandığında hemen hemen yakın sonuçların bulunduğu görülmektedir. Sonuçlar dikkatle incelendiğinde, sonuçların beklenen değerlerin çok ötesinde olmadığı açıktır. Dolayısıyla eksik girdili model, binanın performans değerlendirme puanını hemen hemen doğru olarak yakalamaktadır. Bu durum, Tablo 7.17 da verilen YSA modeli sonuçlarının P25 sonuçlarına oranlarından da açıkça görülebilmektedir. Sonuç olarak, Tablo 7.27 den de görüldüğü gibi YSA tabanlı performans

değerlendirme modelinin girdi katmanında bulunan burulma düzensizliği (A1) bilgisi modelin performansı açısından % 1 e yakın bir öneme sahip bir parametredir.



Şekil 7.16. YSA tabanlı performans değerlendirme modelinin sonuçlarının mevcut durum ile karşılaştırılması a) eksiksiz girdili b) eksik girdili

### 7.18. Döşeme Süreksizliği (A2) Etkisi

Eğitilmiş YSA Tabanlı Performans Değerlendirme modelinin girdi katmanındaki döşeme süreksizliği (A2) işlem elamanı sıfır (0) girilerek eksik girdili modelin yapı performans puanı belirlenmiştir. Eksiksiz girdili model ile eksik girdili modelin sonuçları Tablo 7.18 de sunulmuştur.

Tablo 7.18. YSA Tabanlı Performans Değerlendirme modelinin sonuçlarına döşeme süreksizliği (A2) etkisi

Bina No	Gerçek Durum	P25	Eksiksiz Girdi		Eksik Girdi	
			YSA	$\frac{YSA}{P25}$	YSA	$\frac{YSA}{P25}$
1	Hafif Hasar/ Hasarsız	Orta Hasar (38.08)	Orta Hasar (25.32)	0.66	Orta Hasar (25.32)	0.66
2	Hasarsız	Hasarsız (45.88)	Hasarsız (40.47)	0.88	Hasarsız (40.47)	0.88
3	Hasarsız	Hasarsız (44.11)	Hasarsız (42.71)	0.97	Hasarsız (42.71)	0.97
4	Hafif Hasar/ Hasarsız	Hasarsız (41.11)	Orta Hasar (29.74)	0.72	Orta Hasar (29.74)	0.72
5	Ağır Hasar	Hasarsız (48.88)	Hasarsız (49.74)	1.02	Hasarsız (49.74)	1.02
6	Orta Hasar	Orta Hasar (34.56)	Orta Hasar (39.42)	1.14	Orta Hasar (39.42)	1.14
7	Hafif Hasar	Hasarsız (57.75)	Hasarsız (47.42)	0.82	Hasarsız (47.42)	0.82

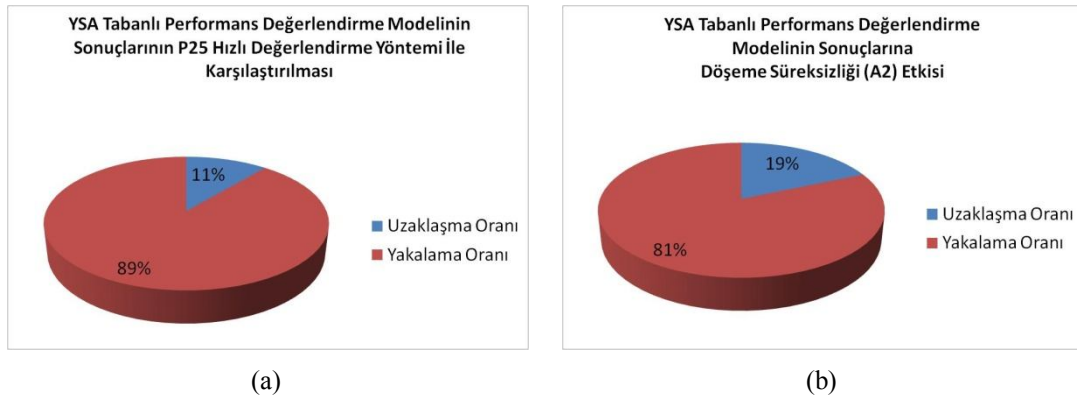
Tablo 7.18. YSA Tabanlı Performans Değerlendirme modelinin sonuçlarına döşeme süreksizliği (A2) etkisi (devam)

Bina No	Gerçek Durum	P25	Eksiksiz Girdi		Eksik Girdi	
			YSA	$\frac{YSA}{P25}$	YSA	$\frac{YSA}{P25}$
8	Hasarsız	Hasarsız (45.86)	Orta Hasar (38.86)	0.85	Orta Hasar (38.86)	0.85
9	Hasarsız	Hasarsız (49.23)	Hasarsız (48.06)	0.98	Hasarsız (48.06)	0.98
10	Hasarsız/Hafif Hasar	Hasarsız (43.82)	Hasarsız (40.82)	0.93	Hasarsız (40.82)	0.93
11	Ağır Hasar	Ağır Hasar (14.34)	Ağır Hasar (14.32)	1.00	Ağır Hasar (14.89)	1.04
12	Çökmüş	Orta Hasar (32.19)	Orta Hasar (22.96)	0.71	Orta Hasar (22.96)	0.71
13	Hasarsız	Hasarsız (65.91)	Hasarsız (65.01)	0.99	Hasarsız (65.01)	0.99
14	Orta Hasar	Orta Hasar (33.55)	Orta Hasar (32.11)	0.96	Orta Hasar (32.11)	0.96
15	Orta Hasar	Orta Hasar (35.30)	Orta Hasar (22.93)	0.65	Orta Hasar (22.93)	0.65
16	Ağır Hasar	Orta Hasar (18.03)	Ağır Hasar (7.53)	0.42	Ağır Hasar (7.53)	0.42
17	Orta Hasar	Orta Hasar (17.71)	Orta Hasar (17.06)	0.96	Orta Hasar (17.06)	0.96
18	Hafif Hasar/Hasarsız	Orta Hasar (29.29)	Orta Hasar (31.03)	1.06	Orta Hasar (31.03)	1.06
19	Hasarsız	Hasarsız (46.36)	Hasarsız (46.46)	1.00	Hasarsız (46.36)	1.04
20	Orta Hasar	Orta Hasar (35.85)	Orta Hasar (29.79)	0.83	Orta Hasar (29.79)	0.83
21	Hafif Hasar/Hasarsız	Orta Hasar (26.47)	Orta Hasar (26.88)	1.02	Orta Hasar (26.88)	1.02
22	Hafif Hasar/Hasarsız	Hasarsız (52.81)	Hasarsız (47.19)	0.89	Hasarsız (47.19)	0.89
23	Orta Hasar	Orta Hasar (26.94)	Orta Hasar (28.61)	1.06	Orta Hasar (28.61)	1.06
24	Ağır Hasar	Orta Hasar (29.09)	Orta Hasar (29.17)	1.00	Orta Hasar (29.17)	1.00
25	Ağır Hasar	Orta Hasar (32.59)	Orta Hasar (27.67)	0.85	Orta Hasar (27.67)	0.85
26	Orta Hasar	Orta Hasar (35.63)	Orta Hasar (33.73)	0.95	Orta Hasar (33.73)	0.95
27	Hasarsız	Hasarsız (54.35)	Hasarsız (50.95)	0.94	Hasarsız (50.95)	0.94

Tablo 7.18 incelendiğinde, eksiksiz girdili YSA tabanlı performans değerlendirme modelinin P25 modelinin sonuçlarını %89 civarında yakaladığı ve eksik girdili modelin ise %81 civarında yakaladığı anlaşılmaktadır (Şekil 7.17). Dolayısıyla

döşeme süreksizliği (A2) bilgisi, yapının performans puanını %19 civarında etkilemektedir.

Döşeme süreksizliği (A2) bilgisinin eksik olduğu ve işlem elemanı değeri olarak sıfır girilen analizlerde, binaların performans puanları eksiksiz girdili analizlerle kıyaslandığında hemen hemen yakın sonuçların bulunduğu görülmektedir. Sonuçlar dikkatle incelendiğinde, sonuçların beklenen değerlerin çok ötesinde olmadığı açıktır. Dolayısıyla eksik girdili model, binanın performans değerlendirme puanını hemen hemen doğru olarak yakalamaktadır. Bu durum, Tablo 7.18 da verilen YSA modeli sonuçlarının P25 sonuçlarına oranlarından da açıkça görülebilmektedir. Sonuç olarak, Tablo 7.27 den de görüldüğü gibi YSA tabanlı performans değerlendirme modelinin girdi katmanında bulunan döşeme süreksizliği (A2) bilgisi modelin performansı açısından % 1 e yakın bir öneme sahip bir parametredir.



Şekil 7.17. YSA tabanlı performans değerlendirme modelinin sonuçlarının mevcut durum ile karşılaştırılması a) eksiksiz girdili b) eksik girdili

### 7.19. Düşey Eleman Süreksizliği (B3) Etkisi

Eğitilmiş YSA Tabanlı Performans Değerlendirme modelinin girdi katmanındaki düşey eleman süreksizliği (B3) işlem elemanı sıfır (0) girilerek eksik girdili modelin yapı performans puanı belirlenmiştir. Eksiksiz girdili model ile eksik girdili modelin sonuçları Tablo 7.19 de sunulmuştur.

Tablo 7.19. YSA Tabanlı Performans Değerlendirme modelinin sonuçlarına düşey eleman süreksizliği (B3) etkisi

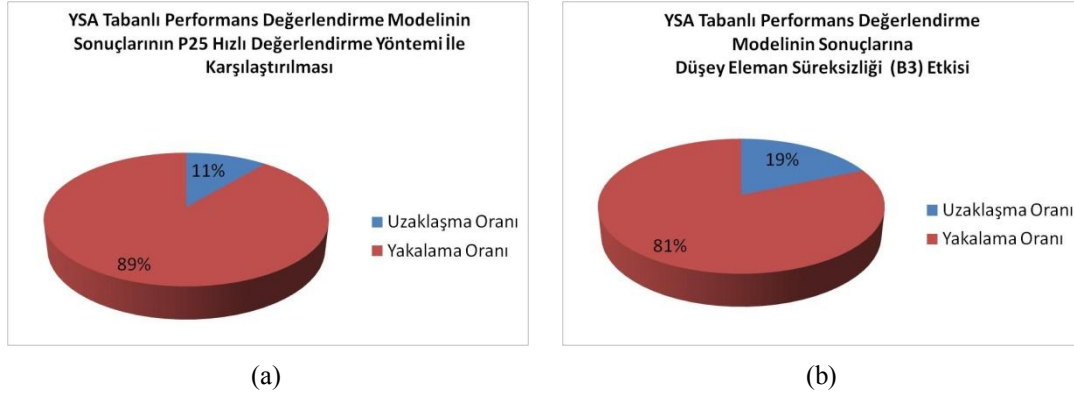
Bina No	Gerçek Durum	P25	Eksiksiz Girdi		Eksik Girdi	
			YSA	$\frac{YSA}{P25}$	YSA	$\frac{YSA}{P25}$
1	Hafif Hasar/ Hasarsız	Orta Hasar (38.08)	Orta Hasar (25.32)	0.66	Orta Hasar (25.31)	0.66
2	Hasarsız	Hasarsız (45.88)	Hasarsız (40.47)	0.88	Hasarsız (40.46)	0.88
3	Hasarsız	Hasarsız (44.11)	Hasarsız (42.71)	0.97	Hasarsız (42.71)	0.97
4	Hafif Hasar/ Hasarsız	Hasarsız (41.11)	Orta Hasar (29.74)	0.72	Orta Hasar (29.74)	0.72
5	Ağır Hasar	Hasarsız (48.88)	Hasarsız (49.74)	1.02	Hasarsız (49.74)	1.02
6	Orta Hasar	Orta Hasar (34.56)	Orta Hasar (39.42)	1.14	Orta Hasar (39.42)	1.14
7	Hafif Hasar	Hasarsız (57.75)	Hasarsız (47.42)	0.82	Hasarsız (47.42)	0.82
8	Hasarsız	Hasarsız (45.86)	Orta Hasar (38.86)	0.85	Orta Hasar (38.86)	0.85
9	Hasarsız	Hasarsız (49.23)	Hasarsız (48.06)	0.98	Hasarsız (48.06)	0.98
10	Hasarsız/ Hafif Hasar	Hasarsız (43.82)	Hasarsız (40.82)	0.93	Hasarsız (40.82)	0.93
11	Ağır Hasar	Ağır Hasar (14.34)	Ağır Hasar (14.32)	1.00	Ağır Hasar (14.32)	1.00
12	Çökmüş	Orta Hasar (32.19)	Orta Hasar (22.96)	0.71	Orta Hasar (22.96)	0.71
13	Hasarsız	Hasarsız (65.91)	Hasarsız (65.01)	0.99	Hasarsız (65.01)	0.99
14	Orta Hasar	Orta Hasar (33.55)	Orta Hasar (32.11)	0.96	Orta Hasar (32.11)	0.96
15	Orta Hasar	Orta Hasar (35.30)	Orta Hasar (22.93)	0.65	Orta Hasar (22.93)	0.65
16	Ağır Hasar	Orta Hasar (18.03)	Ağır Hasar (7.53)	0.42	Ağır Hasar (7.53)	0.42
17	Orta Hasar	Orta Hasar (17.71)	Orta Hasar (17.06)	0.96	Orta Hasar (17.06)	0.96
18	Hafif Hasar/ Hasarsız	Orta Hasar (29.29)	Orta Hasar (31.03)	1.06	Orta Hasar (31.03)	1.06
19	Hasarsız	Hasarsız (46.36)	Hasarsız (46.46)	1.00	Hasarsız (46.46)	1.00
20	Orta Hasar	Orta Hasar (35.85)	Orta Hasar (29.79)	0.83	Orta Hasar (29.79)	0.83
21	Hafif Hasar/ Hasarsız	Orta Hasar (26.47)	Orta Hasar (26.88)	1.02	Orta Hasar (26.88)	1.02
22	Hafif Hasar/ Hasarsız	Hasarsız (52.81)	Hasarsız (47.19)	0.89	Hasarsız (47.19)	0.89
23	Orta Hasar	Orta Hasar (26.94)	Orta Hasar (28.61)	1.06	Orta Hasar (28.61)	1.06
24	Ağır Hasar	Orta Hasar (29.09)	Orta Hasar (29.17)	1.00	Orta Hasar (29.17)	1.00

Tablo 7.19. YSA Tabanlı Performans Değerlendirme modelinin sonuçlarına düşey eleman süreksizliği (B3) etkisi (devam)

Bina No	Gerçek Durum	P25	Eksiksiz Girdi		Eksik Girdi	
			YSA	$\frac{YSA}{P25}$	YSA	$\frac{YSA}{P25}$
25	Ağır Hasar	Orta Hasar (32.59)	Orta Hasar (27.67)	0.85	Orta Hasar (27.67)	0.85
26	Orta Hasar	Orta Hasar (35.63)	Orta Hasar (33.73)	0.95	Orta Hasar (33.73)	0.95
27	Hasarsız	Hasarsız (54.35)	Hasarsız (50.95)	0.94	Hasarsız (50.95)	0.94

Tablo 7.19 incelendiğinde, eksiksiz girdili YSA tabanlı performans değerlendirme modelinin P25 modelinin sonuçlarını %89 civarında yakaladığı ve eksik girdili modelin ise %81 civarında yakaladığı anlaşılmaktadır (Şekil 7.18). Dolayısıyla düşey eleman süreksizliği (B3) bilgisi, yapının performans puanını %19 civarında etkilemektedir.

Düşey eleman süreksizliği (B3) bilgisinin eksik olduğu ve işlem elemanı değeri olarak sıfır girilen analizlerde, binaların performans puanları eksiksiz girdili analizlerle kıyaslandığında hemen hemen yakın sonuçların bulunduğu görülmektedir. Sonuçlar dikkatle incelendiğinde, sonuçların beklenen değerlerin çok ötesinde olmadığı açıktır. Dolayısıyla eksik girdili model, binanın performans değerlendirme puanını hemen hemen doğru olarak yakalamaktadır. Bu durum, Tablo 7.19 da verilen YSA modeli sonuçlarının P25 sonuçlarına oranlarından da açıkça görülebilmektedir. Sonuç olarak, Tablo 7.27 den de görüldüğü gibi YSA tabanlı performans değerlendirme modelinin girdi katmanında bulunan düşey eleman süreksizliği (B3) bilgisi modelin performansı açısından % 1 e yakın bir öneme sahip bir parametredir.



Şekil 7.18. YSA tabanlı performans değerlendirme modelinin sonuçlarının mevcut durum ile karşılaştırılması a) eksiksiz girdili b) eksik girdili

## 7.20. Kısa Kolon ( $K_k$ ) Etkisi

Eğitilmiş YSA Tabanlı Performans Değerlendirme modelinin girdi katmanındaki kısa kolon ( $K_k$ ) işlem elamanı sıfır (0) girilerek eksik girdili modelin yapı performans puanı belirlenmiştir. Eksiksiz girdili model ile eksik girdili modelin sonuçları Tablo 7.20 de sunulmuştur.

Tablo 7.20. YSA Tabanlı Performans Değerlendirme modelinin sonuçlarına kısa kolon ( $K_k$ ) etkisi

Bina No	Gerçek Durum	P25	Eksiksiz Girdi		Eksik Girdi	
			YSA	$\frac{YSA}{P25}$	YSA	$\frac{YSA}{P25}$
1	Hafif Hasar/ Hasarsız	Orta Hasar (38.08)	Orta Hasar (25.32)	0.66	Orta Hasar (25.32)	0.66
2	Hasarsız	Hasarsız (45.88)	Hasarsız (40.47)	0.88	Hasarsız (40.47)	0.88
3	Hasarsız	Hasarsız (44.11)	Hasarsız (42.71)	0.97	Hasarsız (42.71)	0.97
4	Hafif Hasar/ Hasarsız	Hasarsız (41.11)	Orta Hasar (29.74)	0.72	Orta Hasar (29.74)	0.72
5	Ağır Hasar	Hasarsız (48.88)	Hasarsız (49.74)	1.02	Hasarsız (54.07)	1.11
6	Orta Hasar	Orta Hasar (34.56)	Orta Hasar (39.42)	1.14	Hasarsız (42.72)	1.24
7	Hafif Hasar	Hasarsız (57.75)	Hasarsız (47.42)	0.82	Hasarsız (47.42)	0.82
8	Hasarsız	Hasarsız (45.86)	Orta Hasar (38.86)	0.85	Orta Hasar (38.86)	0.85
9	Hasarsız	Hasarsız (49.23)	Hasarsız (48.06)	0.98	Hasarsız (48.06)	0.98

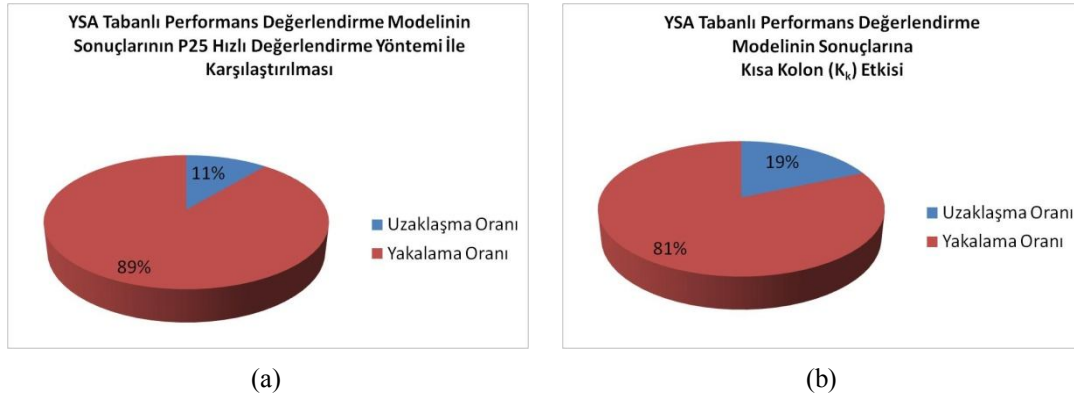


Tablo 7.20. YSA Tabanlı Performans Değerlendirme modelinin sonuçlarına kısa kolon ( $K_k$ ) etkisi (devam)

Bina No	Gerçek Durum	P25	Eksiksiz Girdi		Eksik Girdi	
			YSA	$\frac{YSA}{P25}$	YSA	$\frac{YSA}{P25}$
10	Hasarsız/ Hafif Hasar	Hasarsız (43.82)	Hasarsız (40.82)	0.93	Hasarsız (40.82)	0.93
11	Ağır Hasar	Ağır Hasar (14.34)	Ağır Hasar (14.32)	1.00	Ağır Hasar (14.32)	1.00
12	Çökmüş	Orta Hasar (32.19)	Orta Hasar (22.96)	0.71	Orta Hasar (22.96)	0.71
13	Hasarsız	Hasarsız (65.91)	Hasarsız (65.01)	0.99	Hasarsız (65.01)	0.99
14	Orta Hasar	Orta Hasar (33.55)	Orta Hasar (32.11)	0.96	Orta Hasar (32.11)	0.96
15	Orta Hasar	Orta Hasar (35.30)	Orta Hasar (22.93)	0.65	Orta Hasar (22.93)	0.65
16	Ağır Hasar	Orta Hasar (18.03)	Ağır Hasar (7.53)	0.42	Ağır Hasar (7.53)	0.42
17	Orta Hasar	Orta Hasar (17.71)	Orta Hasar (17.06)	0.96	Orta Hasar (17.06)	0.96
18	Hafif Hasar/ Hasarsız	Orta Hasar (29.29)	Orta Hasar (31.03)	1.06	Orta Hasar (33.68)	1.15
19	Hasarsız	Hasarsız (46.36)	Hasarsız (46.46)	1.00	Hasarsız (46.46)	1.00
20	Orta Hasar	Orta Hasar (35.85)	Orta Hasar (29.79)	0.83	Orta Hasar (29.79)	0.83
21	Hafif Hasar/ Hasarsız	Orta Hasar (26.47)	Orta Hasar (26.88)	1.02	Orta Hasar (26.88)	1.02
22	Hafif Hasar/ Hasarsız	Hasarsız (52.81)	Hasarsız (47.19)	0.89	Hasarsız (47.19)	0.89
23	Orta Hasar	Orta Hasar (26.94)	Orta Hasar (28.61)	1.06	Orta Hasar (31.11)	1.15
24	Ağır Hasar	Orta Hasar (29.09)	Orta Hasar (29.17)	1.00	Orta Hasar (29.17)	1.00
25	Ağır Hasar	Orta Hasar (32.59)	Orta Hasar (27.67)	0.85	Orta Hasar (27.67)	0.85
26	Orta Hasar	Orta Hasar (35.63)	Orta Hasar (33.73)	0.95	Orta Hasar (36.60)	1.03
27	Hasarsız	Hasarsız (54.35)	Hasarsız (50.95)	0.94	Hasarsız (50.95)	0.94

Tablo 7.20 incelendiğinde, eksiksiz girdili YSA tabanlı performans değerlendirme modelinin P25 modelinin sonuçlarını %89 civarında yakaladığı ve eksik girdili modelin ise %81 civarında yakaladığı anlaşılmaktadır (Şekil 7.19). Dolayısıyla kısa kolon ( $K_k$ ) bilgisi, yapının performans puanını %19 civarında etkilemektedir.

Kısa kolon ( $K_k$ ) bilgisinin eksik olduğu ve işlem elemanı değeri olarak sıfır girilen analizlerde, binaların performans puanları eksiksiz girdili analizlerle kıyaslandığında hemen hemen yakın sonuçların bulunduğu görülmektedir. Sonuçlar dikkatle incelendiğinde, sonuçların beklenen değerlerin çok ötesinde olmadığı açıktır. Dolayısıyla eksik girdili model, binanın performans değerlendirme puanını hemen hemen doğru olarak yakalamaktadır. Bu durum, Tablo 7.20 da verilen YSA modeli sonuçlarının P25 sonuçlarına oranlarından da açıkça görülebilmektedir. Sonuç olarak, Tablo 7.27 den de görüldüğü gibi YSA tabanlı performans değerlendirme modelinin girdi katmanında bulunan kısa kolon ( $K_k$ ) bilgisi modelin performansı açısından % 1 e yakın bir öneme sahip bir parametredir.



Şekil 7.19. YSA tabanlı performans değerlendirme modelinin sonuçlarının mevcut durum ile karşılaştırılması a) eksiksiz girdili b) eksik girdili

### 7.21. Ağır Cephe Elemanları ( $A_c$ ) Etkisi

Eğitilmiş YSA Tabanlı Performans Değerlendirme modelinin girdi katmanındaki ağır cephe elemanları ( $A_c$ ) işlem elemanı sıfır (0) girilerek eksik girdili modelin yapı performans puanı belirlenmiştir. Eksiksiz girdili model ile eksik girdili modelin sonuçları Tablo 7.21 de sunulmuştur.

Tablo 7.21. YSA Tabanlı Performans Değerlendirme modelinin sonuçlarına ağır cephe elemanları ( $A_c$ ) etkisi

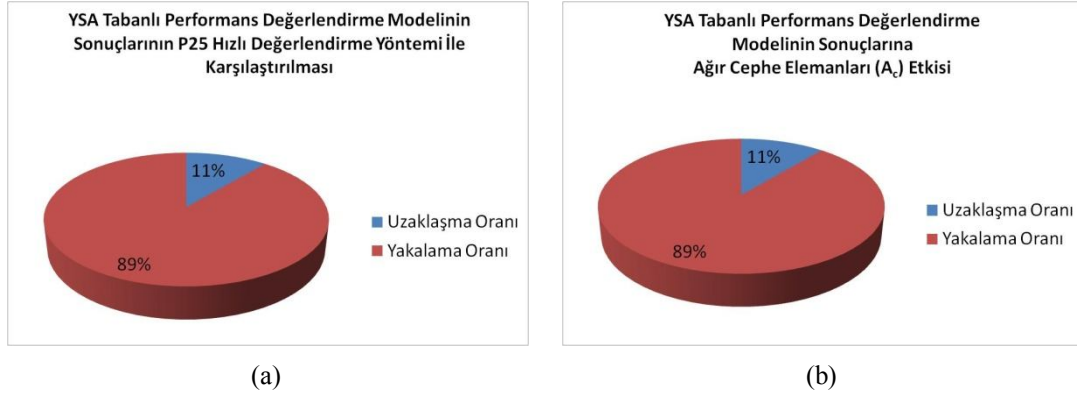
Bina No	Gerçek Durum	P25	Eksiksiz Girdi		Eksik Girdi	
			YSA	$\frac{YSA}{P25}$	YSA	$\frac{YSA}{P25}$
1	Hafif Hasar/ Hasarsız	Orta Hasar (38.08)	Orta Hasar (25.32)	0.66	Orta Hasar (26.48)	0.70
2	Hasarsız	Hasarsız (45.88)	Hasarsız (40.47)	0.88	Hasarsız (42.41)	0.92
3	Hasarsız	Hasarsız (44.11)	Hasarsız (42.71)	0.97	Hasarsız (42.71)	0.97
4	Hafif Hasar/ Hasarsız	Hasarsız (41.11)	Orta Hasar (29.74)	0.72	Orta Hasar (31.03)	0.75
5	Ağır Hasar	Hasarsız (48.88)	Hasarsız (49.74)	1.02	Hasarsız (51.68)	1.06
6	Orta Hasar	Orta Hasar (34.56)	Orta Hasar (39.42)	1.14	Hasarsız (40.86)	1.18
7	Hafif Hasar	Hasarsız (57.75)	Hasarsız (47.42)	0.82	Hasarsız (49.52)	0.86
8	Hasarsız	Hasarsız (45.86)	Orta Hasar (38.86)	0.85	Hasarsız (40.35)	0.88
9	Hasarsız	Hasarsız (49.23)	Hasarsız (48.06)	0.98	Hasarsız (50.01)	1.02
10	Hasarsız/ Hafif Hasar	Hasarsız (43.82)	Hasarsız (40.82)	0.93	Hasarsız (42.48)	0.97
11	Ağır Hasar	Ağır Hasar (14.34)	Ağır Hasar (14.32)	1.00	Ağır Hasar (14.32)	1.00
12	Çökmüş	Orta Hasar (32.19)	Orta Hasar (22.96)	0.71	Orta Hasar (24.04)	0.75
13	Hasarsız	Hasarsız (65.91)	Hasarsız (65.01)	0.99	Hasarsız (67.85)	1.03
14	Orta Hasar	Orta Hasar (33.55)	Orta Hasar (32.11)	0.96	Orta Hasar (33.71)	1.00
15	Orta Hasar	Orta Hasar (35.30)	Orta Hasar (22.93)	0.65	Orta Hasar (22.93)	0.65
16	Ağır Hasar	Orta Hasar (18.03)	Ağır Hasar (7.53)	0.42	Ağır Hasar (7.53)	0.42
17	Orta Hasar	Orta Hasar (17.71)	Orta Hasar (17.06)	0.96	Orta Hasar (17.06)	0.96
18	Hafif Hasar/ Hasarsız	Orta Hasar (29.29)	Orta Hasar (31.03)	1.06	Orta Hasar (31.03)	1.06
19	Hasarsız	Hasarsız (46.36)	Hasarsız (46.46)	1.00	Hasarsız (46.46)	1.00
20	Orta Hasar	Orta Hasar (35.85)	Orta Hasar (29.79)	0.83	Orta Hasar (29.79)	0.83
21	Hafif Hasar/ Hasarsız	Orta Hasar (26.47)	Orta Hasar (26.88)	1.02	Orta Hasar (27.93)	1.06
22	Hafif Hasar/ Hasarsız	Hasarsız (52.81)	Hasarsız (47.19)	0.89	Hasarsız (47.19)	0.89
23	Orta Hasar	Orta Hasar (26.94)	Orta Hasar (28.61)	1.06	Orta Hasar (29.73)	1.10
24	Ağır Hasar	Orta Hasar (29.09)	Orta Hasar (29.17)	1.00	Orta Hasar (30.40)	1.05

Tablo 7.21. YSA Tabanlı Performans Değerlendirme modelinin sonuçlarına ağır cephe elemanları ( $A_c$ ) etkisi (devam)

Bina No	Gerçek Durum	P25	Eksiksiz Girdi		Eksik Girdi	
			YSA	$\frac{YSA}{P25}$	YSA	$\frac{YSA}{P25}$
25	Ağır Hasar	Orta Hasar (32.59)	Orta Hasar (27.67)	0.85	Orta Hasar (28.78)	0.88
26	Orta Hasar	Orta Hasar (35.63)	Orta Hasar (33.73)	0.95	Orta Hasar (33.73)	0.95
27	Hasarsız	Hasarsız (54.35)	Hasarsız (50.95)	0.94	Hasarsız (50.95)	0.94

Tablo 7.21 incelendiğinde, eksiksiz girdili YSA tabanlı performans değerlendirme modelinin P25 modelinin sonuçlarını %89 civarında yakaladığı ve eksik girdili modelin ise %89 civarında yakaladığı anlaşılmaktadır (Şekil 7.16). Dolayısıyla ağır cephe elemanları ( $A_c$ ) bilgisi, yapının performans puanını %11 civarında etkilemektedir.

Ağır cephe elemanları ( $A_c$ ) bilgisinin eksik olduğu ve işlem elemanı değeri olarak sıfır girilen analizlerde, binaların performans puanları eksiksiz girdili analizlerle kıyaslandığında hemen hemen yakın sonuçların bulunduğu görülmektedir. Sonuçlar dikkatle incelendiğinde, sonuçların beklenen değerlerin çok ötesinde olmadığı açıktır. Dolayısıyla eksik girdili model, binanın performans değerlendirme puanını hemen hemen doğru olarak yakalamaktadır. Bu durum, Tablo 7.20 de verilen YSA modeli sonuçlarının P25 sonuçlarına oranlarından da açıkça görülebilmektedir. Sonuç olarak, Tablo 7.27 den de görüldüğü gibi YSA tabanlı performans değerlendirme modelinin girdi katmanında bulunan ağır cephe elemanları ( $A_c$ ) bilgisi modelin performansı açısından % 0 a yakın bir öneme sahip bir parametredir.



Şekil 7.20. YSA tabanlı performans değerlendirme modelinin sonuçlarının mevcut durum ile karşılaştırılması a) eksiksiz girdili b) eksik girdili

## 7.22. Zayıf Kolon - Güçlü Kiriş (ZG) Etkisi

Eğitilmiş YSA Tabanlı Performans Değerlendirme modelinin girdi katmanındaki zayıf kolon - güçlü kiriş (ZG) işlem elemanı sıfır (0) girilerek eksik girdili modelin yapı performans puanı belirlenmiştir. Eksiksiz girdili model ile eksik girdili modelin sonuçları Tablo 7.22 de sunulmuştur.

Tablo 7.22. YSA Tabanlı Performans Değerlendirme modelinin sonuçlarına zayıf kolon - güçlü kiriş (ZG) etkisi

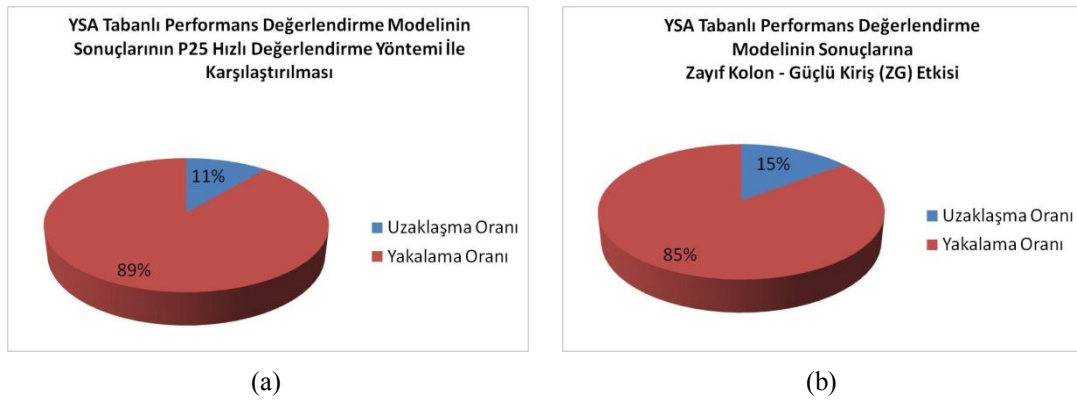
Bina No	Gerçek Durum	P25	Eksiksiz Girdi		Eksik Girdi	
			YSA	$\frac{YSA}{P25}$	YSA	$\frac{YSA}{P25}$
1	Hafif Hasar/ Hasarsız	Orta Hasar (38.08)	Orta Hasar (25.32)	0.66	Orta Hasar (25.32)	0.66
2	Hasarsız	Hasarsız (45.88)	Hasarsız (40.47)	0.88	Hasarsız (40.47)	0.88
3	Hasarsız	Hasarsız (44.11)	Hasarsız (42.71)	0.97	Hasarsız (42.71)	0.97
4	Hafif Hasar/ Hasarsız	Hasarsız (41.11)	Orta Hasar (29.74)	0.72	Orta Hasar (29.74)	0.72
5	Ağır Hasar	Hasarsız (48.88)	Hasarsız (49.74)	1.02	Hasarsız (49.74)	1.02
6	Orta Hasar	Orta Hasar (34.56)	Orta Hasar (39.42)	1.14	Orta Hasar (39.42)	1.14
7	Hafif Hasar	Hasarsız (57.75)	Hasarsız (47.42)	0.82	Hasarsız (47.42)	0.82
8	Hasarsız	Hasarsız (45.86)	Orta Hasar (38.86)	0.85	Hasarsız (54.59)	1.19
9	Hasarsız	Hasarsız (49.23)	Hasarsız (48.06)	0.98	Hasarsız (48.06)	0.98

Tablo 7.22. YSA Tabanlı Performans Değerlendirme modelinin sonuçlarına zayıf kolon - güçlü kiriş (ZG) etkisi (devam)

Bina No	Gerçek Durum	P25	Eksiksiz Girdi		Eksik Girdi	
			YSA	$\frac{YSA}{P25}$	YSA	$\frac{YSA}{P25}$
10	Hasarsız/ Hafif Hasar	Hasarsız (43.82)	Hasarsız (40.82)	0.93	Hasarsız (40.82)	0.93
11	Ağır Hasar	Ağır Hasar (14.34)	Ağır Hasar (14.32)	1.00	Ağır Hasar (14.32)	1.00
12	Çökmüş	Orta Hasar (32.19)	Orta Hasar (22.96)	0.71	Orta Hasar (35.75)	1.11
13	Hasarsız	Hasarsız (65.91)	Hasarsız (65.01)	0.99	Hasarsız (65.01)	0.99
14	Orta Hasar	Orta Hasar (33.55)	Orta Hasar (32.11)	0.96	Orta Hasar (32.11)	0.96
15	Orta Hasar	Orta Hasar (35.30)	Orta Hasar (22.93)	0.65	Orta Hasar (34.61)	0.98
16	Ağır Hasar	Orta Hasar (18.03)	Ağır Hasar (7.53)	0.42	Ağır Hasar (10.83)	0.60
17	Orta Hasar	Orta Hasar (17.71)	Orta Hasar (17.06)	0.96	Orta Hasar (17.06)	0.96
18	Hafif Hasar/ Hasarsız	Orta Hasar (29.29)	Orta Hasar (31.03)	1.06	Orta Hasar (31.03)	1.06
19	Hasarsız	Hasarsız (46.36)	Hasarsız (46.46)	1.00	Hasarsız (46.46)	1.00
20	Orta Hasar	Orta Hasar (35.85)	Orta Hasar (29.79)	0.83	Orta Hasar (29.79)	0.83
21	Hafif Hasar/ Hasarsız	Orta Hasar (26.47)	Orta Hasar (26.88)	1.02	Orta Hasar (26.88)	1.02
22	Hafif Hasar/ Hasarsız	Hasarsız (52.81)	Hasarsız (47.19)	0.89	Hasarsız (47.19)	0.89
23	Orta Hasar	Orta Hasar (26.94)	Orta Hasar (28.61)	1.06	Orta Hasar (32.89)	1.22
24	Ağır Hasar	Orta Hasar (29.09)	Orta Hasar (29.17)	1.00	Orta Hasar (29.17)	1.00
25	Ağır Hasar	Orta Hasar (32.59)	Orta Hasar (27.67)	0.85	Hasarsız (41.31)	1.27
26	Orta Hasar	Orta Hasar (35.63)	Orta Hasar (33.73)	0.95	Orta Hasar (33.73)	0.95
27	Hasarsız	Hasarsız (54.35)	Hasarsız (50.95)	0.94	Hasarsız (50.95)	0.94

Tablo 7.22 incelendiğinde, eksiksiz girdili YSA tabanlı performans değerlendirme modelinin P25 modelinin sonuçlarını %89 civarında yakaladığı ve eksik girdili modelin ise %85 civarında yakaladığı anlaşılmaktadır (Şekil 7.21). Dolayısıyla zayıf kolon - güçlü kiriş (ZG) bilgisi, yapının performans puanını %15 civarında etkilemektedir.

Zayıf kolon - güçlü kiriş (ZG) bilgisinin eksik olduğu ve işlem elemanı değeri olarak sıfır girilen analizlerde, binaların performans puanları eksiksiz girdili analizlerle kıyaslandığında hemen hemen yakın sonuçların bulunduğu görülmektedir. Sonuçlar dikkatle incelendiğinde, sonuçların beklenen değerlerin çok ötesinde olmadığı açıktır. Dolayısıyla eksik girdili model, binanın performans değerlendirme puanını hemen hemen doğru olarak yakalamaktadır. Bu durum, Tablo 7.22 da verilen YSA modeli sonuçlarının P25 sonuçlarına oranlarından da açıkça görülebilmektedir. Sonuç olarak, Tablo 7.27 den de görüldüğü gibi YSA tabanlı performans değerlendirme modelinin girdi katmanında bulunan zayıf kolon - güçlü kiriş (ZG) bilgisi modelin performansı açısından % 1 e yakın bir öneme sahip bir parametredir.



Şekil 7.21. YSA tabanlı performans değerlendirme modelinin sonuçlarının mevcut durum ile karşılaştırılması a) eksiksiz girdili b) eksik girdili

### 7.23. Bodrum Kat ( $t_d$ ) Etkisi

Eğitilmiş YSA Tabanlı Performans Değerlendirme modelinin girdi katmanındaki bodrum kat ( $t_d$ ) işlem elemanı sıfır (0) girilerek eksik girdili modelin yapı performans puanı belirlenmiştir. Eksiksiz girdili model ile eksik girdili modelin sonuçları Tablo 7.23 de sunulmuştur.

Tablo 7.23. YSA Tabanlı Performans Değerlendirme modelinin sonuçlarına bodrum kat ( $t_d$ ) etkisi

Bina No	Gerçek Durum	P25	Eksiksiz Girdi		Eksik Girdi	
			YSA	$\frac{YSA}{P25}$	YSA	$\frac{YSA}{P25}$
1	Hafif Hasar/ Hasarsız	Orta Hasar (38.08)	Orta Hasar (25.32)	0.66	Orta Hasar (28.17)	0.74
2	Hasarsız	Hasarsız (45.88)	Hasarsız (40.47)	0.88	Hasarsız (41.98)	0.92
3	Hasarsız	Hasarsız (44.11)	Hasarsız (42.71)	0.97	Orta Hasar (38.40)	0.87
4	Hafif Hasar/ Hasarsız	Hasarsız (41.11)	Orta Hasar (29.74)	0.72	Orta Hasar (28.18)	0.69
5	Ağır Hasar	Hasarsız (48.88)	Hasarsız (49.74)	1.02	Hasarsız (49.74)	1.02
6	Orta Hasar	Orta Hasar (34.56)	Orta Hasar (39.42)	1.14	Orta Hasar (39.41)	1.14
7	Hafif Hasar	Hasarsız (57.75)	Hasarsız (47.42)	0.82	Hasarsız (42.52)	0.74
8	Hasarsız	Hasarsız (45.86)	Orta Hasar (38.86)	0.85	Orta Hasar (36.62)	0.80
9	Hasarsız	Hasarsız (49.23)	Hasarsız (48.06)	0.98	Hasarsız (48.06)	0.98
10	Hasarsız/ Hafif Hasar	Hasarsız (43.82)	Hasarsız (40.82)	0.93	Hasarsız (40.82)	0.93
11	Ağır Hasar	Ağır Hasar (14.34)	Ağır Hasar (14.32)	1.00	Orta Hasar (34.64)	2.41
12	Çökmüş	Orta Hasar (32.19)	Orta Hasar (22.96)	0.71	Orta Hasar (27.40)	0.85
13	Hasarsız	Hasarsız (65.91)	Hasarsız (65.01)	0.99	Hasarsız (58.80)	0.89
14	Orta Hasar	Orta Hasar (33.55)	Orta Hasar (32.11)	0.96	Orta Hasar (35.40)	1.06
15	Orta Hasar	Orta Hasar (35.30)	Orta Hasar (22.93)	0.65	Orta Hasar (21.23)	0.60
16	Ağır Hasar	Orta Hasar (18.03)	Ağır Hasar (7.53)	0.42	Hasarsız (81.03)	4.49
17	Orta Hasar	Orta Hasar (17.71)	Orta Hasar (17.06)	0.96	Hasarsız (99.90)	5.64
18	Hafif Hasar/ Hasarsız	Orta Hasar (29.29)	Orta Hasar (31.03)	1.06	Orta Hasar (26.96)	0.92
19	Hasarsız	Hasarsız (46.36)	Hasarsız (46.46)	1.00	Hasarsız (69.12)	1.49
20	Orta Hasar	Orta Hasar (35.85)	Orta Hasar (29.79)	0.83	Orta Hasar (26.16)	0.73
21	Hafif Hasar/ Hasarsız	Orta Hasar (26.47)	Orta Hasar (26.88)	1.02	Hasarsız (46.25)	1.75
22	Hafif Hasar/ Hasarsız	Hasarsız (52.81)	Hasarsız (47.19)	0.89	Hasarsız (47.19)	0.89
23	Orta Hasar	Orta Hasar (26.94)	Orta Hasar (28.61)	1.06	Orta Hasar (28.61)	1.06
24	Ağır Hasar	Orta Hasar (29.09)	Orta Hasar (29.17)	1.00	Orta Hasar (29.17)	1.00
25	Ağır Hasar	Orta Hasar (32.59)	Orta Hasar (27.67)	0.85	Orta Hasar (27.67)	0.85

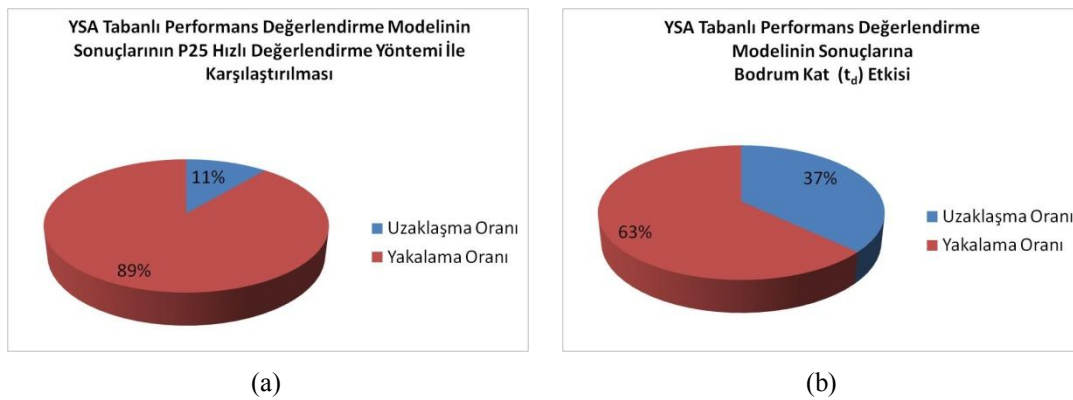


Tablo 7.23. YSA Tabanlı Performans Değerlendirme modelinin sonuçlarına bodrum kat ( $t_d$ ) etkisi (devam)

Bina No	Gerçek Durum	P25	Eksiksiz Girdi		Eksik Girdi	
			YSA	$\frac{YSA}{P25}$	YSA	$\frac{YSA}{P25}$
26	Orta Hasar	Orta Hasar (35.63)	Orta Hasar (33.73)	0.95	Orta Hasar (37.32)	1.05
27	Hasarsız	Hasarsız (54.35)	Hasarsız (50.95)	0.94	Hasarsız (50.95)	0.94

Tablo 7.23 incelendiğinde, eksiksiz girdili YSA tabanlı performans değerlendirme modelinin P25 modelinin sonuçlarını %89 civarında yakaladığı ve eksik girdili modelin ise %63 civarında yakaladığı anlaşılmaktadır (Şekil 7.22). Dolayısıyla bodrum kat ( $t_d$ ) bilgisi, yapının performans puanını %37 civarında etkilemektedir.

Bodrum kat ( $t_d$ ) bilgisinin eksik olduğu ve işlem elemanı değeri olarak sıfır girilen analizlerde, binaların performans puanları eksiksiz girdili analizlerle kıyaslandığında hemen hemen yakın sonuçların bulunduğu görülmektedir. Sonuçlar dikkatle incelendiğinde, sonuçların beklenen değerlerin çok ötesinde olmadığı açıktır. Dolayısıyla eksik girdili model, binanın performans değerlendirme puanını yarı yarıya doğru olarak yakalamaktadır. Bu durum, Tablo 7.23 de verilen YSA modeli sonuçlarının P25 sonuçlarına oranlarından da açıkça görülebilmektedir. Sonuç olarak, Tablo 7.27 den de görüldüğü gibi YSA tabanlı performans değerlendirme modelinin girdi katmanında bulunan bodrum kat ( $t_d$ ) bilgisi modelin performansı açısından % 4 e yakın bir öneme sahip bir parametredir.



Şekil 7.22. YSA tabanlı performans değerlendirme modelinin sonuçlarının mevcut durum ile karşılaştırılması a) eksiksiz girdili b) eksik girdili

## 7.24. Çarpışma Olasılığı ( $C_o$ ) Etkisi

Eğitilmiş YSA Tabanlı Performans Değerlendirme modelinin girdi katmanındaki çarpışma olasılığı ( $C_o$ ) işlem elamanı sıfır (0) girilerek eksik girdili modelin yapı performans puanı belirlenmiştir. Eksiksiz girdili model ile eksik girdili modelin sonuçları Tablo 7.24 de sunulmuştur.

Tablo 7.24. YSA Tabanlı Performans Değerlendirme modelinin sonuçlarına çarpışma olasılığı ( $C_o$ ) etkisi

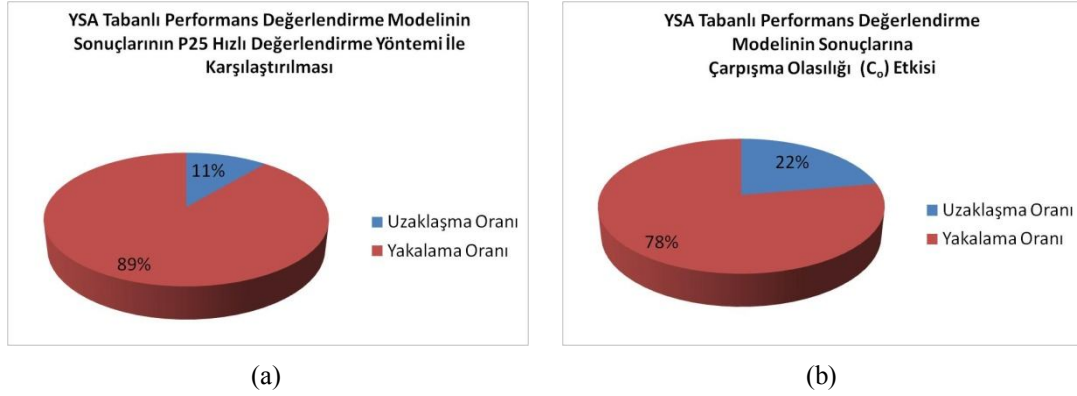
Bina No	Gerçek Durum	P25	Eksiksiz Girdi		Eksik Girdi	
			YSA	$\frac{YSA}{P25}$	YSA	$\frac{YSA}{P25}$
1	Hafif Hasar/ Hasarsız	Orta Hasar (38.08)	Orta Hasar (25.32)	0.66	Orta Hasar (25.32)	0.66
2	Hasarsız	Hasarsız (45.88)	Hasarsız (40.47)	0.88	Hasarsız (40.47)	0.88
3	Hasarsız	Hasarsız (44.11)	Hasarsız (42.71)	0.97	Hasarsız (42.71)	0.97
4	Hafif Hasar/ Hasarsız	Hasarsız (41.11)	Orta Hasar (29.74)	0.72	Orta Hasar (37.04)	0.90
5	Ağır Hasar	Hasarsız (48.88)	Hasarsız (49.74)	1.02	Hasarsız (49.74)	1.02
6	Orta Hasar	Orta Hasar (34.56)	Orta Hasar (39.42)	1.14	Orta Hasar (39.42)	1.14
7	Hafif Hasar	Hasarsız (57.75)	Hasarsız (47.42)	0.82	Hasarsız (47.42)	0.82
8	Hasarsız	Hasarsız (45.86)	Orta Hasar (38.86)	0.85	Hasarsız (48.37)	1.05
9	Hasarsız	Hasarsız (49.23)	Hasarsız (48.06)	0.98	Hasarsız (60.65)	1.23
10	Hasarsız/ Hafif Hasar	Hasarsız (43.82)	Hasarsız (40.82)	0.93	Hasarsız (51.60)	1.18
11	Ağır Hasar	Ağır Hasar (14.34)	Ağır Hasar (14.32)	1.00	Orta Hasar (17.93)	1.25
12	Çökmüş	Orta Hasar (32.19)	Orta Hasar (22.96)	0.71	Orta Hasar (22.96)	0.71
13	Hasarsız	Hasarsız (65.91)	Hasarsız (65.01)	0.99	Hasarsız (65.01)	0.99
14	Orta Hasar	Orta Hasar (33.55)	Orta Hasar (32.11)	0.96	Orta Hasar (32.11)	0.96
15	Orta Hasar	Orta Hasar (35.30)	Orta Hasar (22.93)	0.65	Orta Hasar (22.93)	0.65
16	Ağır Hasar	Orta Hasar (18.03)	Ağır Hasar (7.53)	0.42	Ağır Hasar (7.53)	0.42
17	Orta Hasar	Orta Hasar (17.71)	Orta Hasar (17.06)	0.96	Orta Hasar (21.32)	1.20
18	Hafif Hasar/ Hasarsız	Orta Hasar (29.29)	Orta Hasar (31.03)	1.06	Orta Hasar (38.47)	1.31

Tablo 7.24. YSA Tabanlı Performans Değerlendirme modelinin sonuçlarına çarpışma olasılığı ( $C_o$ ) etkisi (devam)

Bina No	Gerçek Durum	P25	Eksiksiz Girdi		Eksik Girdi	
			YSA	$\frac{YSA}{P25}$	YSA	$\frac{YSA}{P25}$
19	Hasarsız	Hasarsız (46.36)	Hasarsız (46.46)	1.00	Hasarsız (57.95)	1.25
20	Orta Hasar	Orta Hasar (35.85)	Orta Hasar (29.79)	0.83	Orta Hasar (29.79)	0.83
21	Hafif Hasar/Hasarsız	Orta Hasar (26.47)	Orta Hasar (26.88)	1.02	Orta Hasar (26.88)	1.02
22	Hafif Hasar/Hasarsız	Hasarsız (52.81)	Hasarsız (47.19)	0.89	Hasarsız (59.61)	1.13
23	Orta Hasar	Orta Hasar (26.94)	Orta Hasar (28.61)	1.06	Orta Hasar (28.61)	1.06
24	Ağır Hasar	Orta Hasar (29.09)	Orta Hasar (29.17)	1.00	Orta Hasar (36.86)	1.27
25	Ağır Hasar	Orta Hasar (32.59)	Orta Hasar (27.67)	0.85	Orta Hasar (27.67)	0.85
26	Orta Hasar	Orta Hasar (35.63)	Orta Hasar (33.73)	0.95	Orta Hasar (33.73)	0.95
27	Hasarsız	Hasarsız (54.35)	Hasarsız (50.95)	0.94	Hasarsız (50.95)	0.94

Tablo 7.24 incelendiğinde, eksiksiz girdili YSA tabanlı performans değerlendirme modelinin P25 modelinin sonuçlarını %89 civarında yakaladığı ve eksik girdili modelin ise %78 civarında yakaladığı anlaşılmaktadır (Şekil 7.23). Dolayısıyla çarpışma olasılığı ( $C_o$ ) bilgisi, yapının performans puanını %22 civarında etkilemektedir.

Çarpışma olasılığı ( $C_o$ ) bilgisinin eksik olduğu ve işlem elemanı değeri olarak sıfır girilen analizlerde, binaların performans puanları eksiksiz girdili analizlerle kıyaslandığında hemen hemen yakın sonuçların bulunduğu görülmektedir. Sonuçlar dikkatle incelendiğinde, sonuçların beklenen değerlerin çok ötesinde olmadığı açıktır. Dolayısıyla eksik girdili model, binanın performans değerlendirme puanını hemen hemen doğru olarak yakalamaktadır. Bu durum, Tablo 7.24 de verilen YSA modeli sonuçlarının P25 sonuçlarına oranlarından da açıkça görülebilmektedir. Sonuç olarak, Tablo 7.27 den de görüldüğü gibi YSA tabanlı performans değerlendirme modelinin girdi katmanında bulunan çarpışma olasılığı ( $C_o$ ) bilgisi modelin performansı açısından % 2 ye yakın bir öneme sahip bir parametredir.



Şekil 7.23. YSA tabanlı performans değerlendirme modelinin sonuçlarının mevcut durum ile karşılaştırılması a) eksiksiz girdili b) eksik girdili

### 7.25. Katlardaki Seviye Farkı Ve Kısmi Bodrum ( $S_k$ ) Etkisi

Eğitilmiş YSA Tabanlı Performans Değerlendirme modelinin girdi katmanındaki katlardaki seviye farkı ve kısmi bodrum ( $S_k$ ) işlem elamanı sıfır (0) girilerek eksik girdili modelin yapı performans puanı belirlenmiştir. Eksiksiz girdili model ile eksik girdili modelin sonuçları Tablo 7.25 de sunulmuştur.

Tablo 7.25. YSA Tabanlı Performans Değerlendirme modelinin sonuçlarına katlardaki seviye farkı ve kısmi bodrum ( $S_k$ ) etkisi

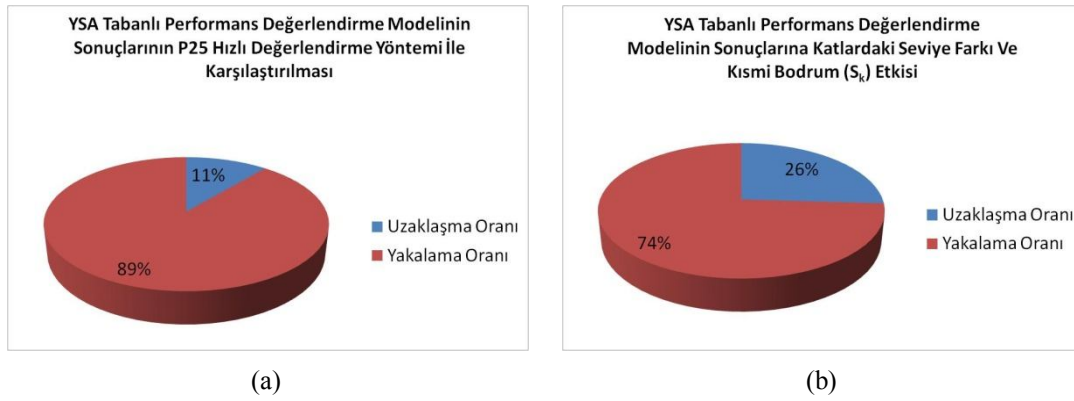
Bina No	Gerçek Durum	P25	Eksiksiz Girdi		Eksik Girdi	
			YSA	$\frac{YSA}{P25}$	YSA	$\frac{YSA}{P25}$
1	Hafif Hasar/ Hasarsız	Orta Hasar (38.08)	Orta Hasar (25.32)	0.66	Orta Hasar (25.32)	0.66
2	Hasarsız	Hasarsız (45.88)	Hasarsız (40.47)	0.88	Hasarsız (40.47)	0.88
3	Hasarsız	Hasarsız (44.11)	Hasarsız (42.71)	0.97	Hasarsız (42.71)	0.97
4	Hafif Hasar/ Hasarsız	Hasarsız (41.11)	Orta Hasar (29.74)	0.72	Orta Hasar (29.74)	0.72
5	Ağır Hasar	Hasarsız (48.88)	Hasarsız (49.74)	1.02	Hasarsız (61.69)	1.26
6	Orta Hasar	Orta Hasar (34.56)	Orta Hasar (39.42)	1.14	Hasarsız (49.52)	1.43
7	Hafif Hasar	Hasarsız (57.75)	Hasarsız (47.42)	0.82	Hasarsız (59.77)	1.03
8	Hasarsız	Hasarsız (45.86)	Orta Hasar (38.86)	0.85	Hasarsız (48.19)	1.05
9	Hasarsız	Hasarsız (49.23)	Hasarsız (48.06)	0.98	Hasarsız (48.06)	0.98

Tablo 7.25. YSA Tabanlı Performans Değerlendirme modelinin sonuçlarına katlardaki seviye farkı ve kısmi bodrum ( $S_k$ ) etkisi (devam)

Bina No	Gerçek Durum	P25	Eksiksiz Girdi		Eksik Girdi	
			YSA	$\frac{YSA}{P25}$	YSA	$\frac{YSA}{P25}$
10	Hasarsız/ Hafif Hasar	Hasarsız (43.82)	Hasarsız (40.82)	0.93	Hasarsız (40.82)	0.93
11	Ağır Hasar	Ağır Hasar (14.34)	Ağır Hasar (14.32)	1.00	Orta Hasar (17.92)	1.25
12	Çökmüş	Orta Hasar (32.19)	Orta Hasar (22.96)	0.71	Orta Hasar (28.54)	0.89
13	Hasarsız	Hasarsız (65.91)	Hasarsız (65.01)	0.99	Hasarsız (81.23)	1.23
14	Orta Hasar	Orta Hasar (33.55)	Orta Hasar (32.11)	0.96	Hasarsız (40.10)	1.20
15	Orta Hasar	Orta Hasar (35.30)	Orta Hasar (22.93)	0.65	Orta Hasar (22.93)	0.65
16	Ağır Hasar	Orta Hasar (18.03)	Ağır Hasar (7.53)	0.42	Ağır Hasar (7.53)	0.42
17	Orta Hasar	Orta Hasar (17.71)	Orta Hasar (17.06)	0.96	Orta Hasar (21.33)	1.20
18	Hafif Hasar/ Hasarsız	Orta Hasar (29.29)	Orta Hasar (31.03)	1.06	Orta Hasar (31.03)	1.06
19	Hasarsız	Hasarsız (46.36)	Hasarsız (46.46)	1.00	Hasarsız (46.46)	1.00
20	Orta Hasar	Orta Hasar (35.85)	Orta Hasar (29.79)	0.83	Orta Hasar (29.79)	0.83
21	Hafif Hasar/ Hasarsız	Orta Hasar (26.47)	Orta Hasar (26.88)	1.02	Orta Hasar (26.88)	1.02
22	Hafif Hasar/ Hasarsız	Hasarsız (52.81)	Hasarsız (47.19)	0.89	Hasarsız (47.19)	0.89
23	Orta Hasar	Orta Hasar (26.94)	Orta Hasar (28.61)	1.06	Orta Hasar (36.22)	1.34
24	Ağır Hasar	Orta Hasar (29.09)	Orta Hasar (29.17)	1.00	Orta Hasar (29.17)	1.00
25	Ağır Hasar	Orta Hasar (32.59)	Orta Hasar (27.67)	0.85	Orta Hasar (34.44)	1.06
26	Orta Hasar	Orta Hasar (35.63)	Orta Hasar (33.73)	0.95	Hasarsız (42.15)	1.18
27	Hasarsız	Hasarsız (54.35)	Hasarsız (50.95)	0.94	Hasarsız (50.95)	0.94

Tablo 7.25 incelendiğinde, eksiksiz girdili YSA tabanlı performans değerlendirme modelinin P25 modelinin sonuçlarını %89 civarında yakaladığı ve eksik girdili modelin ise %74 civarında yakaladığı anlaşılmaktadır (Şekil 7.24). Dolayısıyla katlardaki seviye farkı ve kısmi bodrum ( $S_k$ ) bilgisi, yapının performans puanını %26 civarında etkilemektedir.

Katlardaki seviye farkı ve kısmi bodrum ( $S_k$ ) bilgisinin eksik olduğu ve işlem elemanı değeri olarak sıfır girilen analizlerde, binaların performans puanları eksiksiz girdili analizlerle kıyaslandığında hemen hemen yakın sonuçların bulunduğu görülmektedir. Sonuçlar dikkatle incelendiğinde, sonuçların beklenen değerlerin çok ötesinde olmadığı açıktır. Dolayısıyla eksik girdili model, binanın performans değerlendirme puanını hemen hemen doğru olarak yakalamaktadır. Bu durum, Tablo 7.25 de verilen YSA modeli sonuçlarının P25 sonuçlarına oranlarından da açıkça görülebilmektedir. Sonuç olarak, Tablo 7.27 den de görüldüğü gibi YSA tabanlı performans değerlendirme modelinin girdi katmanında bulunan katlardaki seviye farkı ve kısmi bodrum ( $S_k$ ) bilgisi modelin performansı açısından % 2 ye yakın bir öneme sahip bir parametredir.



Şekil 7.24. YSA tabanlı performans değerlendirme modelinin sonuçlarının mevcut durum ile karşılaştırılması a) eksiksiz girdili b) eksik girdili

## 7.26. Eğimli Arazi ( $t$ ) Etkisi

Eğitilmiş YSA Tabanlı Performans Değerlendirme modelinin girdi katmanındaki eğimli arazi ( $t$ ) işlem elemanı sıfır (0) girilerek eksik girdili modelin yapı performans puanı belirlenmiştir. Eksiksiz girdili model ile eksik girdili modelin sonuçları Tablo 7.26 de sunulmuştur.

Tablo 7.26. YSA Tabanlı Performans Değerlendirme modelinin sonuçlarına eğimli arazi (t) etkisi

Bina No	Gerçek Durum	P25	Eksiksiz Girdi		Eksik Girdi	
			YSA	$\frac{YSA}{P25}$	YSA	$\frac{YSA}{P25}$
1	Hafif Hasar/ Hasarsız	Orta Hasar (38.08)	Orta Hasar (25.32)	0.66	Orta Hasar (25.32)	0.66
2	Hasarsız	Hasarsız (45.88)	Hasarsız (40.47)	0.88	Hasarsız (40.46)	0.88
3	Hasarsız	Hasarsız (44.11)	Hasarsız (42.71)	0.97	Hasarsız (42.71)	0.97
4	Hafif Hasar/ Hasarsız	Hasarsız (41.11)	Orta Hasar (29.74)	0.72	Orta Hasar (29.74)	0.72
5	Ağır Hasar	Hasarsız (48.88)	Hasarsız (49.74)	1.02	Hasarsız (49.74)	1.02
6	Orta Hasar	Orta Hasar (34.56)	Orta Hasar (39.42)	1.14	Orta Hasar (38.79)	1.12
7	Hafif Hasar	Hasarsız (57.75)	Hasarsız (47.42)	0.82	Hasarsız (47.42)	0.82
8	Hasarsız	Hasarsız (45.86)	Orta Hasar (38.86)	0.85	Orta Hasar (38.86)	0.85
9	Hasarsız	Hasarsız (49.23)	Hasarsız (48.06)	0.98	Hasarsız (48.06)	0.98
10	Hasarsız/ Hafif Hasar	Hasarsız (43.82)	Hasarsız (40.82)	0.93	Hasarsız (40.82)	0.93
11	Ağır Hasar	Ağır Hasar (14.34)	Ağır Hasar (14.32)	1.00	Orta Hasar (29.15)	2.03
12	Çökmüş	Orta Hasar (32.19)	Orta Hasar (22.96)	0.71	Orta Hasar (22.96)	0.71
13	Hasarsız	Hasarsız (65.91)	Hasarsız (65.01)	0.99	Hasarsız (65.01)	0.99
14	Orta Hasar	Orta Hasar (33.55)	Orta Hasar (32.11)	0.96	Orta Hasar (32.11)	0.96
15	Orta Hasar	Orta Hasar (35.30)	Orta Hasar (22.93)	0.65	Orta Hasar (22.93)	0.65
16	Ağır Hasar	Orta Hasar (18.03)	Ağır Hasar (7.53)	0.42	Hasarsız (65.92)	3.66
17	Orta Hasar	Orta Hasar (17.71)	Orta Hasar (17.06)	0.96	Hasarsız (81.33)	4.59
18	Hafif Hasar/ Hasarsız	Orta Hasar (29.29)	Orta Hasar (31.03)	1.06	Orta Hasar (20.78)	0.71
19	Hasarsız	Hasarsız (46.36)	Hasarsız (46.46)	1.00	Hasarsız (98.27)	2.12
20	Orta Hasar	Orta Hasar (35.85)	Orta Hasar (29.79)	0.83	Orta Hasar (29.79)	0.83
21	Hafif Hasar/ Hasarsız	Orta Hasar (26.47)	Orta Hasar (26.88)	1.02	Orta Hasar (37.30)	1.41
22	Hafif Hasar/ Hasarsız	Hasarsız (52.81)	Hasarsız (47.19)	0.89	Hasarsız (47.19)	0.89
23	Orta Hasar	Orta Hasar (26.94)	Orta Hasar (28.61)	1.06	Hasarsız (45.25)	1.68
24	Ağır Hasar	Orta Hasar (29.09)	Orta Hasar (29.17)	1.00	Orta Hasar (29.17)	1.00

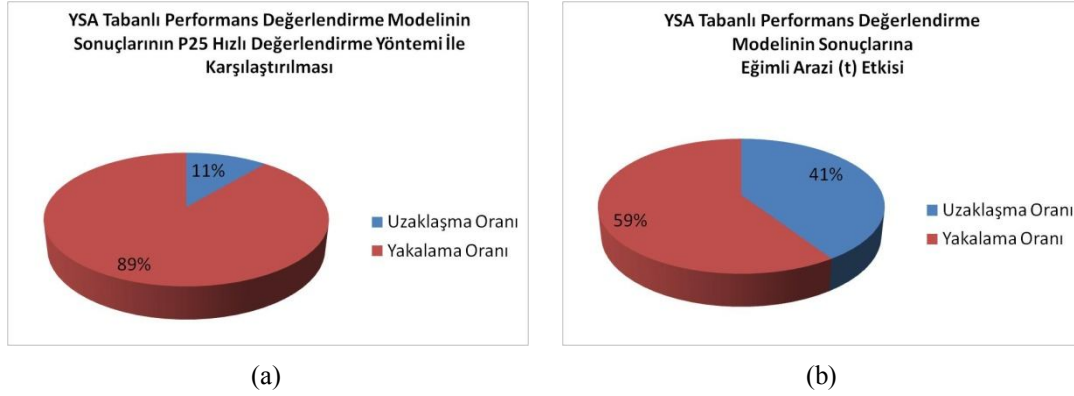
Tablo 7.26. YSA Tabanlı Performans Değerlendirme modelinin sonuçlarına eğimli arazi ( $t$ ) etkisi (devam)

Bina No	Gerçek Durum	P25	Eksiksiz Girdi		Eksik Girdi	
			YSA	$\frac{YSA}{P25}$	YSA	$\frac{YSA}{P25}$
25	Ağır Hasar	Orta Hasar (32.59)	Orta Hasar (27.67)	0.85	Orta Hasar (27.67)	0.85
26	Orta Hasar	Orta Hasar (35.63)	Orta Hasar (33.73)	0.95	Orta Hasar (33.73)	0.95
27	Hasarsız	Hasarsız (54.35)	Hasarsız (50.95)	0.94	Hasarsız (50.95)	0.94

Tablo 7.26 incelendiğinde, eksiksiz girdili YSA tabanlı performans değerlendirme modelinin P25 modelinin sonuçlarını %89 civarında yakaladığı ve eksik girdili modelin ise %59 civarında yakaladığı anlaşılmaktadır (Şekil 7.25). Dolayısıyla eğimli arazi ( $t$ ) bilgisi, yapının performans puanını %41 civarında etkilemektedir.

Eğimli arazi ( $t$ ) bilgisinin eksik olduğu ve işlem elemanı değeri olarak sıfır girilen analizlerde, binaların performans puanları eksiksiz girdili analizlerle kıyaslandığında hemen hemen yakın sonuçların bulunduğu görülmektedir. Sonuçlar dikkatle incelendiğinde, sonuçların beklenen değerlerin çok ötesinde olmadığı açıktır. Dolayısıyla eksik girdili model, binanın performans değerlendirme puanını yarı yarıya doğru olarak yakalamaktadır. Bu durum, Tablo 7.26 de verilen YSA modeli sonuçlarının P25 sonuçlarına oranlarından da açıkça görülebilmektedir. Sonuç olarak, Tablo 7.27 den de görüldüğü gibi YSA tabanlı performans değerlendirme modelinin girdi katmanında bulunan eğimli arazi ( $t$ ) bilgisi modelin performansı açısından % 5 e yakın bir öneme sahip bir parametredir.





Şekil 7.25. YSA tabanlı performans değerlendirme modelinin sonuçlarının mevcut durum ile karşılaştırılması a) eksiksiz girdili b) eksik girdili

### Sonuç olarak;

Bu bölümde, YSA tabanlı performans değerlendirme modelinin girdi katmanında bulunan bina bilgilerinin (25 adet işlem elemanı) herhangi birinin belirlenememesi durumunda modelin performansı araştırılmıştır. Eğitilmiş olan YSA tabanlı modelin bilgileri, ağırlıklarda yayılı olarak bulunduğu bilinmeyen girdi değeri sıfır (0) olarak girilerek bu bilginin eksik olması hali incelenmiştir.

Sonuç olarak, kat adeti ( $N$ ) ve bina taban alanını içine alan dikdörtgenin boyutu ( $L_x$ ) ve bina taban alanını içine alan dikdörtgenin boyutu ( $L_y$ ) bilgilerinin eksik olduğu ve işlem elemanı değeri olarak sıfır girilen analizlerde, YSA tabanlı performans değerlendirme modeli binaların performans puanlarını %90 civarında etkilemektedir. Dolayısıyla, binaların performanslarının doğruya en yakın olarak belirlenebilmesi için YSA modelinin girdi katmanında işlem elemanı olarak kullanılmak üzere mutlaka kat adeti ( $N$ ), bina taban alanını içine alan dikdörtgenin boyutu ( $L_x$ ) ve bina taban alanını içine alan dikdörtgenin boyutu ( $L_y$ ) bilgilerinin belirlenmesi gerektiği görülmektedir.

Tablo 7.27. YSA Tabanlı Performans Değerlendirme modelinin sonuçlarını girdi bilgilerinin etkileme oranı

	simge	Eksiksiz Girdili		Eksik Girdili		Sapma	Sapma Toplam	Etki Oranı
		Yakalama Sayısı	Yakalama Oranı (%)	Yakalama Sayısı	Yakalama Oranı (%)			
1	$N$	24/27	89	1/27	4	85	85/633	13
2	$h_z$			19/27	67	22	22/633	3
3	$h_n$			10/27	37	52	52/633	8
4	$A_e$			18/27	67	22	22/633	3
5	$I_x$			21/27	78	11	11/633	2
6	$I_y$			21/27	78	11	11/633	2
7	$P_x$			20/27	74	15	15/633	2
8	$P_y$			22/27	74	15	15/633	2
9	$E$			9/27	33	56	56/633	9
10	$BS$			16/27	59	30	30/633	5
11	$D_x$			15/27	56	33	33/633	5
12	$D_y$			20/27	74	15	15/633	2
13	$L_x$			2/27	7	82	82/633	13
14	$L_y$			5/27	19	70	70/633	11
15	$Z$			24/27	89	0	0/633	0
16	$A_1$			23/27	85	4	4/633	1
17	$A_2$			22/27	81	8	8/633	1
18	$B_3$			22/27	81	8	8/633	1
19	$K_k$			22/27	81	8	8/633	1
20	$A_c$			24/27	89	0	0/633	0
21	$ZG$			23/27	85	4	4/633	1
22	$t_d$			17/27	63	26	26/633	4
23	$C_o$			21/27	78	11	11/633	2
24	$S_k$			20/27	74	15	15/633	2
25	$t$			16/27	59	30	30/633	5
<b>TOPLAM</b>						<b>633</b>		<b>100</b>

Kat adeti ( $N$ ), bina taban alanını içine alan dikdörtgenin boyutu ( $L_x$ ) ve bina taban alanını içine alan dikdörtgenin boyutu ( $L_y$ ) bilgilerinin tespit edilememesi durumunda ya da analizlere dahil edilmemesi durumunda sonuçların istenilen doğruluğu yakalaması mümkün değildir.

Normal kat yüksekliği ( $h_n$ ) ve etriye mesafesi ( $E$ ) bilgilerinin eksik olduğu ve işlem elemanı değeri olarak sıfır girilen analizlerde, YSA tabanlı performans değerlendirme modeli binaların performans puanlarını %65 civarında etkilemektedir. Beton kalitesi ( $BS$ ), zemin kat X-yönündeki dolgu duvar alanları toplamı ( $D_x$ ), eğimli arazi ( $t$ ) bilgilerinin eksik olduğu ve işlem elemanı değeri olarak sıfır girilen

analizlerde, YSA tabanlı performans değerlendirme modeli binaların performans puanlarını %40 civarında etkilemektedir. Ancak zemin kat X-yönündeki dolgu duvar alanları toplamı ( $D_y$ ) bilgilerinin eksik olduğu ve işlem elemanı değeri olarak sıfır girilen analizlerde, YSA tabanlı performans değerlendirme modeli binaların performans puanlarını %26 civarında etkilediği görülmektedir. Binanın arazideki yerleşim planı yön açısından değişiklik arz edebileceği için X ve Y yönündeki dolgu duvar alanları toplamının ( $D_x$  ve  $D_y$ ) her ikisinin de aynı öneme sahip olacağı açıktır. Dolayısıyla bu parametrenin her iki doğrultu içinde sonuçları %40 civarında etkileyeceği dikkate alınacaktır.

Zemin kat yüksekliği  $h_z$ , zemin kat alanı  $A_e$  ve bodrum kat  $t_d$  bilgilerinin eksik olduğu ve işlem elemanı değeri olarak sıfır girilen analizlerde, YSA tabanlı performans değerlendirme modeli binaların performans puanlarını %30 civarında etkilemektedir.

Yapıda belirlenebilecek olan düzensizlik bilgilerinin herhangi birinin eksik olduğu ve işlem elemanı değeri olarak sıfır girilen analizlerde, YSA tabanlı performans değerlendirme modeli binaların performans puanlarını %10 civarında etkilemektedir. YSA tabanlı modelin eğitimi ve testi P25 yöntemi kullanılarak yapıldığından, P25 yönteminin binaların performansını belirlemedeki başarısı bu parametrik çalışmada bulunan sonuçlara etkili olmuştur.

## **BÖLÜM 8. (YSA) TABANLI PERFORMANS DEĞERLENDİRME MODELİ (SOKAKTAN TARAMA)**

### **8.1. Giriş**

Mevcut betonarme binaların olası deprem etkisi altındaki performanslarının, can ve mal kaybı yaşanmadan hızlı bir şekilde tespit edilebilmesi gerekmektedir. Bu çalışmanın önceki bölümlerinde, mevcut betonarme binaların deprem performanslarının belirlenmesine yönelik daha hızlı ve güvenilir alternatif bir yöntem sunulmuştur. Ancak bazı durumlarda binaların içine girerek yapısal özelliklerin belirlenmesi mümkün olamamaktadır. Dolayısıyla, zorunlu olarak mevcut binaların performanslarının değerlendirilmesi aşamasında sadece sokaktan gözlem yolu ile elde edilebilecek veriler kullanılabilir. Sokaktan tarama için iki farklı YSA tabanlı performans değerlendirme modeli geliştirilmiş ve bu bölüm iki aşamadan oluşturulmuştur. İlk aşamada geliştirilen YSA modeli  $YSA_2$ , ikinci aşamada geliştirilen YSA modeli ise  $YSA_3$  olarak adlandırılacaktır.

İlk aşamada geliştirilen  $YSA_2$  modelinde, ODTÜ tarafından 1-7 katlı betonarme binalar için geliştirilen sokaktan tarama yönteminde kullanılmış olan girdi bilgileri dikkate alınmıştır [İstanbul Deprem Master Planı, 2003].  $YSA_2$  modelinin mimarisi belirlenmiş, eğitim seti ile eğitilmiş, test seti ile test edilmiş ve modelin doğrulaması da referans seti ile gerçekleştirilmiştir.

İlk aşamada geliştirilen  $YSA_2$  modelinin girdi katmanında 8, ikinci aşamada geliştirilen  $YSA_3$  modelinin girdi katmanında ise 12 bilgi kullanılmıştır.  $YSA_3$  modelinin girdi katmanında eklenen 4 bilgi belirlenirken parametrik çalışmada elde edilen sonuçlardan yararlanılmıştır. Binanın performansını önemli ölçüde etkileyen girdi bilgileri eklenerek  $YSA_3$  modelinin girdi katmanındaki işlem elemanı sayısı

arttırılmıştır. Bölüm 5 de geliştirilen  $YSA_1$  modeli,  $YSA_2$  modeli ve  $YSA_3$  modeli sonuçları karşılaştırılarak bu modellerin performansları değerlendirilmiştir.

## 8.2. $YSA_2$ Modeli

### 8.2.1 Girdiler

Girdiler, problemin değişkenleri olan binaların genel özelliklerinden ve 8 farklı veriden oluşmaktadır (Tablo 8.1). Problemin değişkenleri ağa normalizasyon tekniği kullanılarak tanımlanmıştır.

Tablo 8.1.  $YSA_2$  modelinin girdi ve çıktı katmanındaki veriler

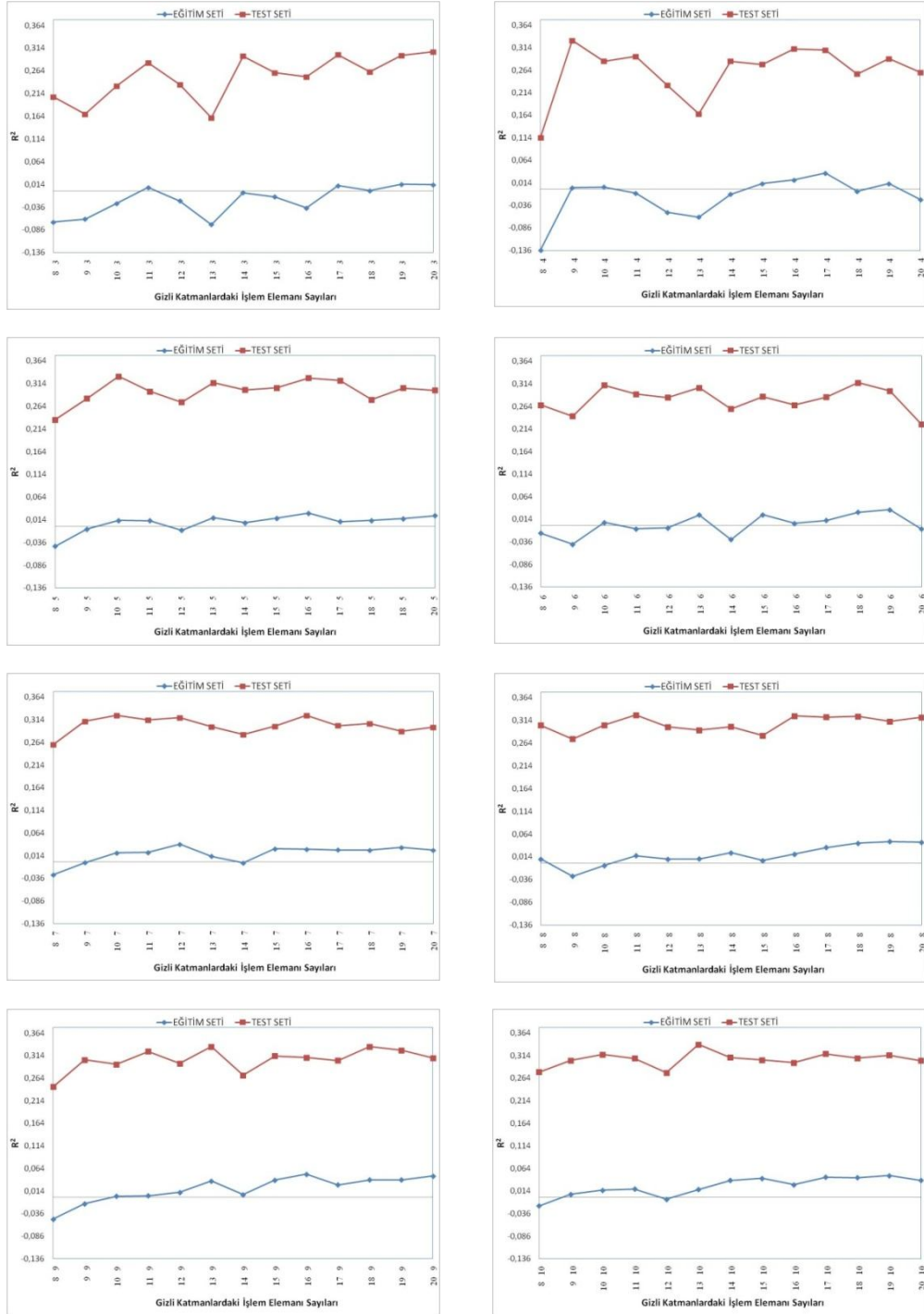
	simge	değişkenler	açıklamalar
1	$N$	Kat Adeti	Binalar 2-3-4-5-6-7-8-9 katlı olarak türetilmiştir.
2	$B2$	Yumuşak Kat	Komşu katlar arası rijitlik düzensizliği
3	$BS$	Beton Kalitesi	C08-C30 aralığında kullanılan betonun basınç mukavemeti
4	$Z$	Zemin Sınıfı	Z1 – Z2 – Z3 – Z4 olmak üzere yerel zemin sınıfları
5	$K_k$	Kısa Kolon	Binada Kısa Kolon bulunup bulunmadığı
6	$A_c$	Çıkma (Ağır cephe elemanları)	Çıkmaların (ağır cephe elemanları) var olup olmadığı
7	$C_o$	Çarpışma olasılığı	Çarpışma olasılığının var olup olmadığı
8	$t$	Eğimli Arazide mi?	Yapının eğimli arazide olup olmadığı
1	$P$	Performans puanı	Binanın olası bir deprem etkisinde göstereceği performans

### 8.2.2. $YSA_2$ modelinin mimarisi

Önerilen YSA tabanlı performans değerlendirme modelinin girdi ve çıktı katmanlarındaki işlem elemanı sayıları problemin geometrisine bağlı olarak oluşmaktadır. Önerilen  $YSA_2$  modelinin girdi katmanında, incelenecek olan her bir mevcut betonarme yapının bilgilerini içeren 8 adet işlem elemanı ve yapının deprem performansını gösteren performans puanından oluşan 1 adet işlem elemanı bulunmaktadır. Gizli katman sayısı ve gizli katmanlardaki işlem elemanı sayıları deneme ve yanılma yöntemi ile belirlenmiştir

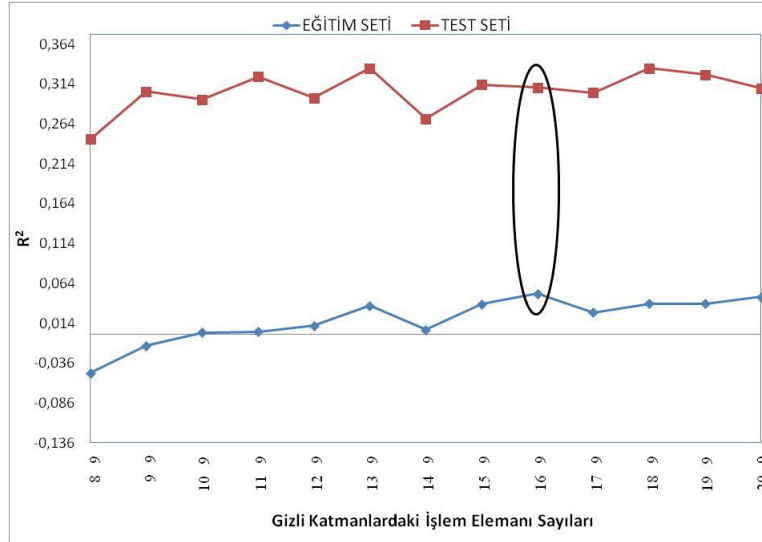
Gizli katman sayısı ve bu katmanlardaki işlem elemanını belirlemek için kullanılan deneme yanılma yönteminde, 1000 iterasyon yapılmış ve elde edilen sonuçlar grafik halinde sunulmuştur (Şekil 8.2-8.3). YSA modelinin performansları  $R^2$  ile

değerlendirilmiştir. 2 adet gizli katman seçilmiş ve bu iki gizli katmandaki işlem elemanı sayılarının 8 ile 20 arasında olması durumuna karşılık gelen YSA modelinin performansı belirlenmiştir.



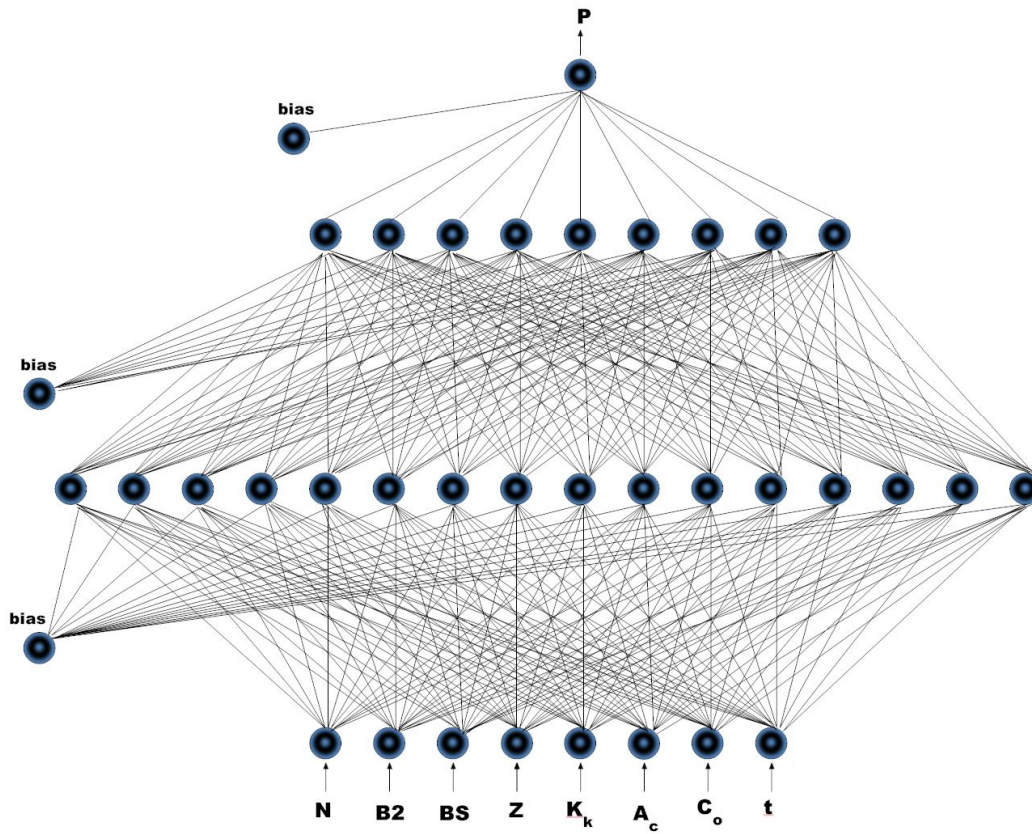
Şekil 8.1. İki gizli katmandaki işlem elemanı sayısının değişiminin YSA modelinin performansına etkisi (YSA<sub>2</sub> modeli)

İki gizli katman olması durumunda, Şekil 8.2 den de görüldüğü gibi YSA tabanlı modelin 1. gizli katmanında 16 işlem elemanı, 2. gizli katmanda 9 işlem elemanı seçilmiştir.



Şekil 8.2. İki gizli katmandaki işlem elemanı sayısının değişiminin YSA modelinin performansına etkisi (YSA<sub>2</sub> modeli)

Seçilen YSA<sub>2</sub> modelinin mimarisi 1 adet girdi katmanı, 2 adet gizli katman ve 1 adet çıktı katmandan oluşmaktadır. Girdi katmanında 8 işlem elemanı, 1.gizli katmanında 16 işlem elemanı, 2.gizli katmanında 9 işlem elemanı ve çıktı katmanında 1 işlem elemanı bulunmaktadır (Şekil 8.3). YSA<sub>2</sub> modelinin çıktı katmanında gerçek binaların performansları belirlenmektedir.

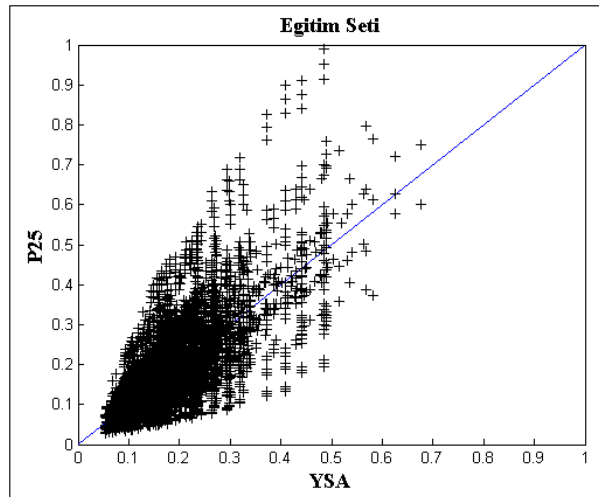


Şekil 8.3. YSA<sub>2</sub> modelinin mimarisi

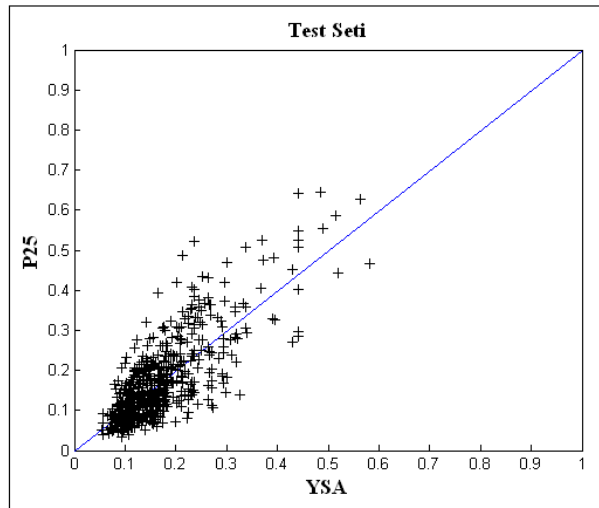
YSA<sub>2</sub> modelinin eğitim seti (Şekil 8.4) ve test seti (Şekil 8.5) incelendiğinde, modelin problemi önemli oranda öğrendiği ve iyi bir genelleştirme yaptığı gözlemlenmektedir.

YSA<sub>2</sub> modelinin referans setinin performansı incelendiğinde (Şekil 8.6-8.7 ve Tablo 8.2), referans setinde bulunan 27 binadan 15 binanın performansını yakalayabilmektedir. Dolayısıyla, %55 oranında doğru sonuç üretebilmektedir. Bölüm 6 da uygulaması yapılan YSA<sub>1</sub> modeli referans setindeki binalardan 21 binanın performansını yakalamış ve %77 oranında doğru sonuç üretebilmiştir. Dolayısıyla, 8 girdi bilgisi içeren sokaktan tarama, 25 girdi bilgisi içeren YSA tabanlı performans değerlendirme modelinin oldukça uzağında sonuçlar elde etmektedir. Bu iki sonuç karşılaştırıldığında sokaktan tarama yöntemi olarak geliştirilen YSA<sub>2</sub> modeli, YSA<sub>1</sub> modelinin oldukça uzağında sonuçlar elde etmektedir. Dolayısıyla, YSA<sub>2</sub> modelinin sonuçlarının çok yeterli olduğu söylenemez.

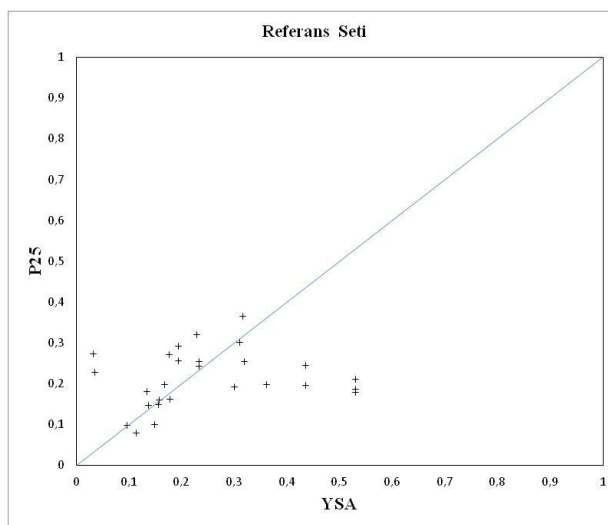




Şekil 8.4. YSA<sub>2</sub> modelinin eğitim seti performansı

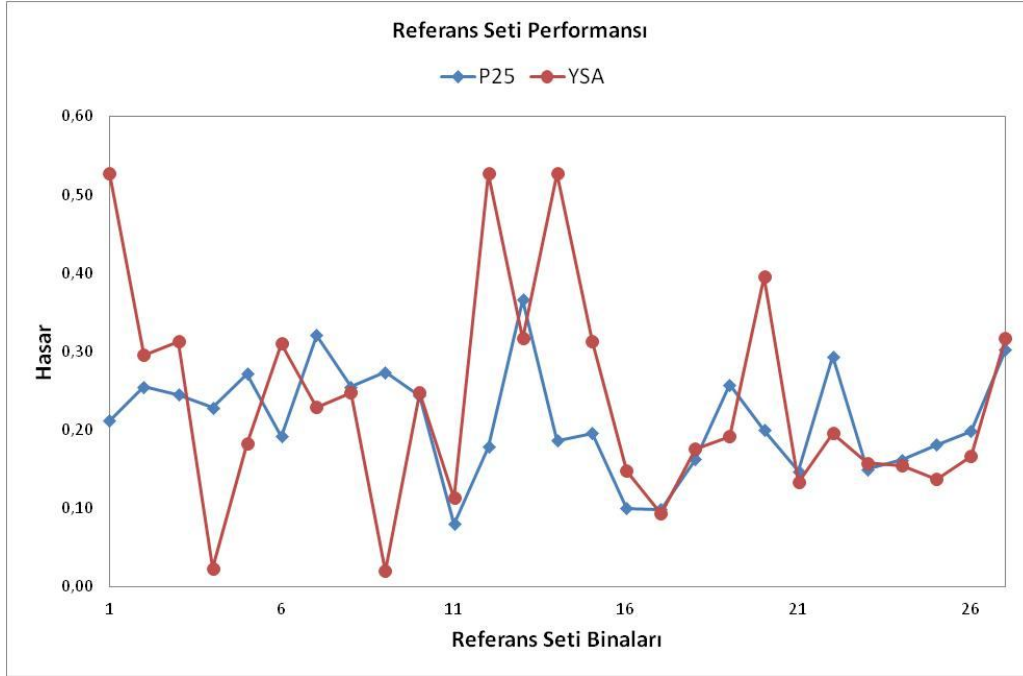


Şekil 8.5. YSA<sub>2</sub> modelinin test seti performansı



Şekil 8.6. YSA<sub>2</sub> modelinin referans seti performansı

Bu bölümün ikinci aşamasında YSA<sub>2</sub> modelinin girdi katmanında kullanılan bilgiler artırılarak modelin performansı iyileştirilmeye çalışılmıştır.



Şekil 8.7. YSA<sub>2</sub> modelinin referans seti performansı

Tablo 8.2. YSA<sub>2</sub> modelinin referans setinin performans puanlarının P25 yöntemi ve mevcut durum karşılaştırması

Bina No	Bina İsimleri	Gerçek Durum	P25	YSA <sub>2</sub>	$\frac{YSA_2}{P25}$
1	BNG – 3 – 4 – 1	Hafif Hasar/ Hasarsız	Orta Hasar (38.08)	Hasarsız (94.91)	2.49
2	BNG – 3 – 4 – 2	Hasarsız	Hasarsız (45.88)	Hasarsız (53.26)	1.16
3	BNG – 3 – 4 – 4	Hasarsız	Hasarsız (44.11)	Hasarsız (56.28)	1.28
4	BNG – 5 – 5 – 1	Hafif Hasar/ Hasarsız	Hasarsız (41.11)	Ağır Hasar (4.20)	0.10
5	BNG – 6 – 2 – 8	Ağır Hasar	Hasarsız (48.88)	Orta Hasar (32.81)	0.67
6	BNG – 6 – 3 – 1	Orta Hasar	Orta Hasar (34.56)	Hasarsız (55.85)	1.62
7	BNG – 6 – 3 – 4	Hafif Hasar	Hasarsız (57.75)	Hasarsız (41.22)	0.71
8	BNG – 6 – 3 – 10	Hasarsız	Hasarsız (45.86)	Hasarsız (44.57)	0.97

Tablo 8.2. YSA<sub>2</sub> modelinin referans setinin performans puanlarının P25 yöntemi ve mevcut durum karşılaştırması (devam)

Bina No	Bina İsimleri	Gerçek Durum	P25	YSA <sub>2</sub>	$\frac{YSA_2}{P25}$
9	BNG – 6 – 3 – 11	Hasarsız	Hasarsız (49.23)	Ağır Hasar (3.70)	0.08
10	BNG – 6 – 3 – 12	Hasarsız/ Hafif Hasar	Hasarsız (43.82)	Hasarsız (44.57)	1.02
11	BNG – 6 – 4 – 2	Ağır Hasar	Ağır Hasar (14.34)	Orta Hasar (20.33)	1.42
12	BNG – 6 – 4 – 3	Çökmüş	Orta Hasar (32.19)	Hasarsız (94.91)	2.95
13	BNG – 6 – 4 – 5	Hasarsız	Hasarsız (65.91)	Hasarsız (57.09)	0.87
14	BNG – 6 – 4 – 7	Orta Hasar	Orta Hasar (33.55)	Hasarsız (94.91)	2.83
15	BNG – 10 – 3 – 3	Orta Hasar	Orta Hasar (35.30)	Hasarsız (56.28)	1.59
16	BNG – 10 – 3 – 10	Ağır Hasar	Orta Hasar (18.03)	Orta Hasar (26.68)	1.48
17	BNG – 10 – 4 – 4	Orta Hasar	Orta Hasar (17.71)	Orta Hasar (16.72)	0.94
18	BNG – 10 – 4 – 6	Hafif Hasar/ Hasarsız	Orta Hasar (29.29)	Orta Hasar (31.56)	1.08
19	BNG – 10 – 4 – 9	Hasarsız	Hasarsız (46.36)	Orta Hasar (34.55)	0.75
20	BNG – 10 – 5 – 1	Orta Hasar	Orta Hasar (35.85)	Hasarsız (71.21)	1.99
21	BNG – 10 – 5 – 2	Hafif Hasar/ Hasarsız	Orta Hasar (26.47)	Orta Hasar (23.94)	0.90
22	BNG – 10 – 5 – 11	Hafif Hasar/ Hasarsız	Hasarsız (52.81)	Orta Hasar (35.15)	0.67
23	BNG – 11 – 2 – 3	Orta Hasar	Orta Hasar (26.94)	Orta Hasar (28.42)	1.05
24	BNG – 11 – 4 – 1	Ağır Hasar	Orta Hasar (29.09)	Orta Hasar (27.88)	0.96
25	BNG – 11 – 4 – 2	Ağır Hasar	Orta Hasar (32.59)	Orta Hasar (24.76)	0.76
26	BNG – 11 – 4 – 4	Orta Hasar	Orta Hasar (35.63)	Orta Hasar (30.02)	0.84
27	BNG – 11 – 4 – 5	Hasarsız	Hasarsız (54.35)	Hasarsız (56.97)	1.05

### 8.3. YSA<sub>3</sub> Modeli

#### 8.3.1 Girdiler

Bu aşamada, sokaktan taramada kullanılan girdi bilgileri arttırılarak yeni bir sokaktan tarama modelinin önerilmesi ve bu model ile daha iyi bir performansa ulaşılması hedeflenmektedir. Bu amaçla, sokaktan tarama ile belirlenebilecek ve modelin performansına önemli katkıda bulunabilecek girdi bilgilerine ihtiyaç vardır. Bu çalışmanın 7. Bölümünde yapılan parametrik çalışmada girdi bilgilerinin katkıları belirlenmiştir. Bu bilgiler değerlendirildiğinde, sokaktan tarama için önerilen YSA modelinin girdi katmanı 12 girdili olarak belirlenmiştir (Tablo 8.3).

Tablo 8.3. YSA<sub>3</sub> modelinin girdi ve çıktı katmanındaki veriler

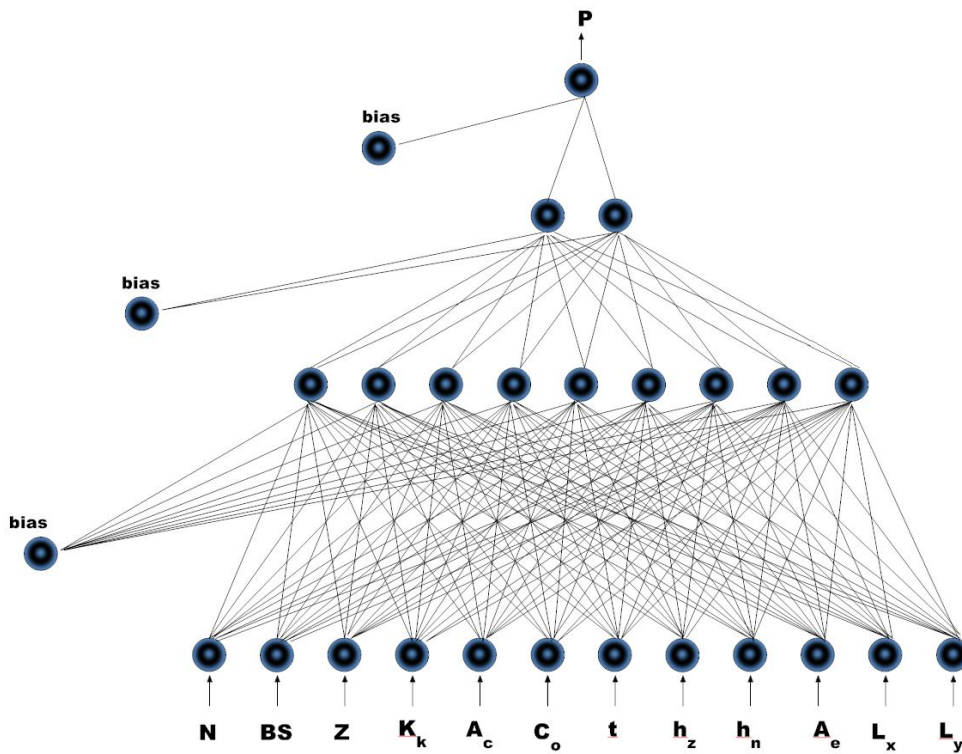
	simge	değişkenler	açıklamalar
1	$N$	Kat Adeti	Binalar 2-3-4-5-6-7-8-9 katlı olarak türetilmiştir.
2	$BS$	Beton Kalitesi	C08-C30 aralığında kullanılan betonun basınç mukavemeti
3	$Z$	Zemin Sınıfı	Z1 – Z2 – Z3 – Z4 olmak üzere yerel zemin sınıfları
4	$K_k$	Kısa Kolon	Binada Kısa Kolon bulunup bulunmadığı
5	$A_c$	Çıkma (Ağır cephe elemanları)	Çıkmaların (ağır cephe elemanları) var olup olmadığı
6	$C_o$	Çarpışma olasılığı	Çarpışma olasılığının var olup olmadığı
7	$t$	Eğimli Arazide mi?	Yapının eğimli arazide olup olmadığı
8	$h_z$	Zemin Kat Yüksekliği	Binanın zemin kat yüksekliği
9	$h_n$	Normal Kat Yüksekliği	Binanın zemin kat hariç tüm katlarındaki yükseklik
10	$A_e$	Zemin Kat Alanı	Binanın zemin kat kalıp planındaki alanı
11	$L_x$	Bina Taban Alanını İçine Alan Dikdörtgenin Boyutu	Binanın kat kalıp planındaki kartezyen sisteme göre belirlenen X yönündeki kritik kat çevre uzunluğu
12	$L_y$	Bina Taban Alanını İçine Alan Dikdörtgenin Boyutu	Binanın kat kalıp planındaki kartezyen sisteme göre belirlenen Y yönündeki kritik kat çevre uzunluğu
1	$P$	Performans puanı	Binanın olası bir deprem etkisinde göstereceği performans

#### 8.3.2. YSA<sub>3</sub> modelinin mimarisi

Önerilen YSA<sub>3</sub> modelinin girdi ve çıktı katmanlarındaki işlem elemanı sayıları problemin geometrisine bağlı olarak oluşmaktadır. Önerilen YSA<sub>3</sub> modelinin girdi katmanında, incelenecek olan her bir mevcut betonarme yapının bilgilerini içeren 12 adet işlem elemanı ve yapının deprem performansını gösteren performans puanından oluşan 1 adet işlem elemanı bulunmaktadır. Gizli katman sayısı ve gizli

katmanlardaki işlem elemanı sayıları deneme yanılma yöntemi kullanılarak belirlenmiştir.

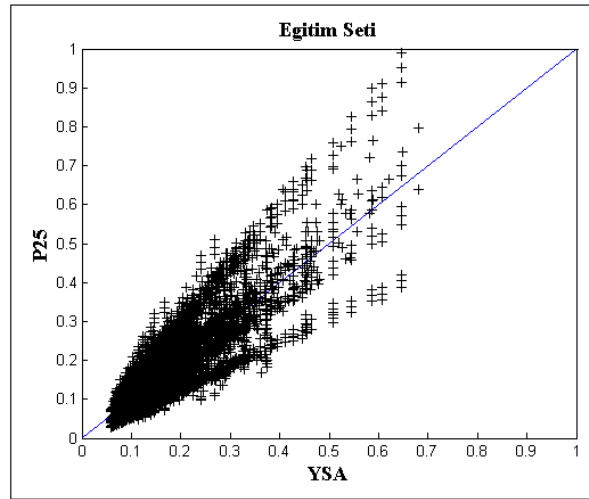
Önerilen YSA<sub>3</sub> modelinin mimarisi 1 adet girdi katmanı, 2 adet gizli katman ve 1 adet çıktı katmandan oluşmaktadır. Girdi katmanında 12 işlem elemanı, 1.gizli katmanında 9 işlem elemanı, 2.gizli katmanında 2 işlem elemanı ve çıktı katmanında 1 işlem elemanı bulunmaktadır (Şekil 8.8). YSA tabanlı performans değerlendirme modelinin çıktı katmanında gerçek binaların performansları belirlenmektedir.



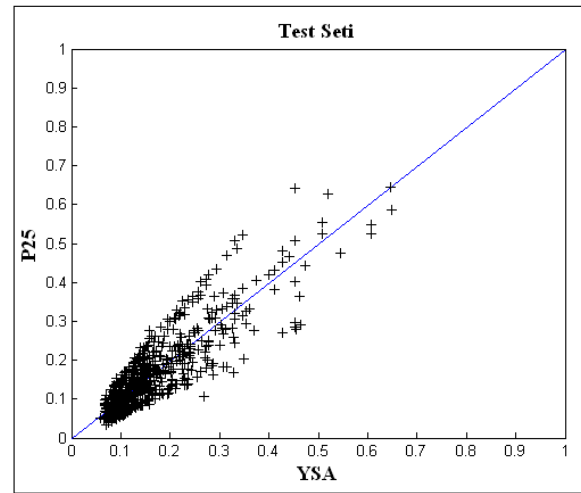
Şekil 8.8. YSA<sub>3</sub> modelinin mimarisi

YSA<sub>3</sub> modelinin eğitim seti (Şekil 8.9) ve test seti (Şekil 8.10) incelendiğinde, modelin problemi önemli oranda öğrendiği ve iyi bir genelleştirme yaptığı gözlemlenmektedir.

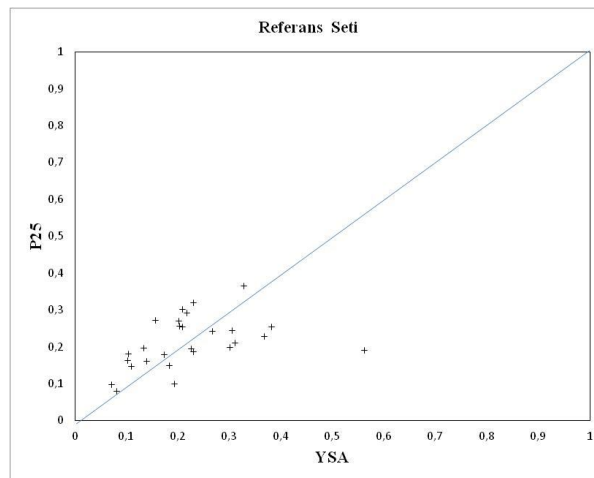
YSA<sub>3</sub> modelinin referans setinin performansı incelendiğinde (Şekil 8.11-8.12 ve Tablo 8.4), referans setinde bulunan 27 binadan 16 binanın performansını yakalayabilmekte ve %59 oranında doğru sonuç üretebilmektedir.



Şekil 8.9. YSA<sub>3</sub> modelinin eğitim seti performansı

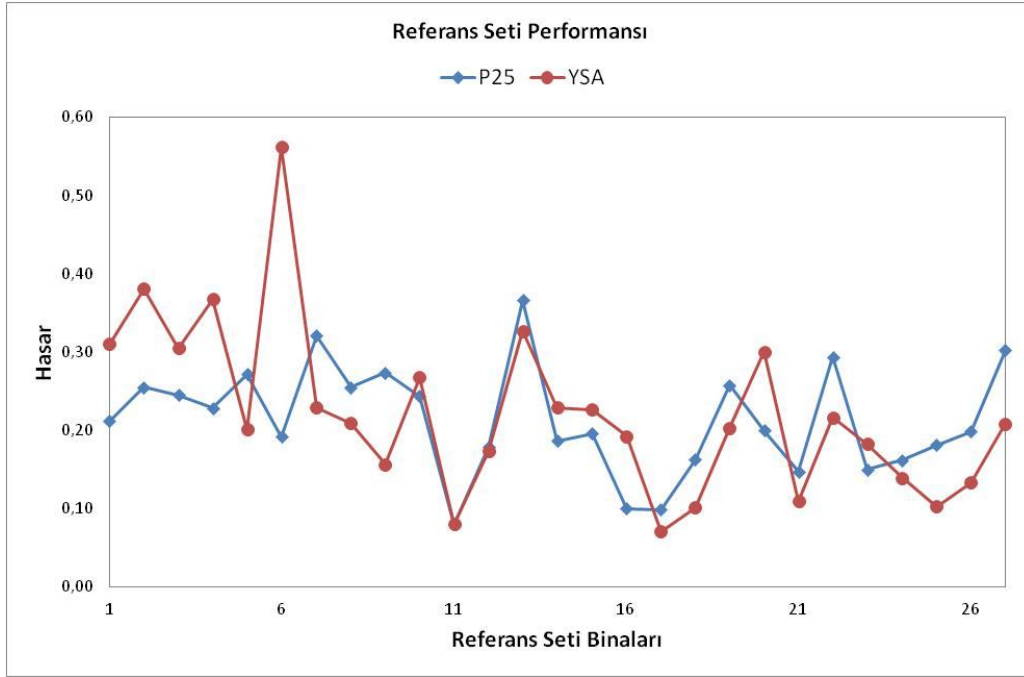


Şekil 8.10. YSA<sub>3</sub> modelinin test seti performansı



Şekil 8.11. YSA<sub>3</sub> modelinin referans seti performansı

YSA<sub>3</sub> modelinin performansı YSA<sub>2</sub> modeliyle karşılaştırıldığında, hasar seviyesi olarak her iki modelin sonuçlarının birbirlerine yakın olduğu söylenebilir. YSA<sub>2</sub> modeli 15 binanın YSA<sub>3</sub> modeli ise 16 binanın performansı yakalayabilmiştir. Fakat Tablo 8.5 dikkatle incelendiğinde, YSA<sub>3</sub> modelinin performans puanlarının YSA<sub>2</sub> modeline göre çok daha yakın olduğu görülebilmektedir.



Şekil 8.12. YSA<sub>3</sub> modelinin referans seti performansı

Tablo 8.4. YSA<sub>3</sub> modelinin referans setinin performans puanlarının P25 yöntemi ve mevcut durum karşılaştırması

Bina No	Bina İsimleri	Gerçek Durum	P25	YSA <sub>3</sub>	$\frac{YSA_3}{P25}$
1	BNG – 3 – 4 – 1	Hafif Hasar/ Hasarsız	Orta Hasar (38.08)	Hasarsız (55.83)	1.47
2	BNG – 3 – 4 – 2	Hasarsız	Hasarsız (45.88)	Hasarsız (68.55)	1.49
3	BNG – 3 – 4 – 4	Hasarsız	Hasarsız (44.11)	Hasarsız (54.89)	1.24
4	BNG – 5 – 5 – 1	Hafif Hasar/ Hasarsız	Hasarsız (41.11)	Hasarsız (66.15)	1.61
5	BNG – 6 – 2 – 8	Ağır Hasar	Hasarsız (48.88)	Orta Hasar (36.25)	0.74
6	BNG – 6 – 3 – 1	Orta Hasar	Orta Hasar (34.56)	Hasarsız (101.00)	2.92
7	BNG – 6 – 3 – 4	Hafif Hasar	Hasarsız (57.75)	Hasarsız (41.28)	0.71
8	BNG – 6 – 3 – 10	Hasarsız	Hasarsız (45.86)	Orta Hasar (37.60)	0.82
9	BNG – 6 – 3 – 11	Hasarsız	Hasarsız (49.23)	Orta Hasar (28.14)	0.57
10	BNG – 6 – 3 – 12	Hasarsız/ Hafif Hasar	Hasarsız (43.82)	Hasarsız (48.08)	1.10
11	BNG – 6 – 4 – 2	Ağır Hasar	Ağır Hasar (14.34)	Ağır Hasar (14.40)	1.00
12	BNG – 6 – 4 – 3	Çökmüş	Orta Hasar (32.19)	Orta Hasar (31.12)	0.97
13	BNG – 6 – 4 – 5	Hasarsız	Hasarsız (65.91)	Hasarsız (58.82)	0.89
14	BNG – 6 – 4 – 7	Orta Hasar	Orta Hasar (33.55)	Hasarsız (41.22)	1.23
15	BNG – 10 – 3 – 3	Orta Hasar	Orta Hasar (35.30)	Hasarsız (40.67)	1.15
16	BNG – 10 – 3 – 10	Ağır Hasar	Orta Hasar (18.03)	Orta Hasar (34.66)	1.92
17	BNG – 10 – 4 – 4	Orta Hasar	Orta Hasar (17.71)	Ağır Hasar (12.73)	0.72
18	BNG – 10 – 4 – 6	Hafif Hasar/ Hasarsız	Orta Hasar (29.29)	Orta Hasar (18.24)	0.62
19	BNG – 10 – 4 – 9	Hasarsız	Hasarsız (46.36)	Orta Hasar (36.52)	0.79
20	BNG – 10 – 5 – 1	Orta Hasar	Orta Hasar (35.85)	Hasarsız (54.04)	1.51
21	BNG – 10 – 5 – 2	Hafif Hasar/ Hasarsız	Orta Hasar (26.47)	Orta Hasar (19.73)	0.75
22	BNG – 10 – 5 – 11	Hafif Hasar/ Hasarsız	Hasarsız (52.81)	Orta Hasar (38.93)	0.74
23	BNG – 11 – 2 – 3	Orta Hasar	Orta Hasar (26.94)	Orta Hasar (32.92)	1.22



Tablo 8.4. YSA<sub>3</sub> modelinin referans setinin performans puanlarının P25 yöntemi ve mevcut durum karşılaştırması (devam)

Bina No	Bina İsimleri	Gerçek Durum	P25	YSA <sub>3</sub>	$\frac{YSA_3}{P25}$
24	BNG – 11 – 4 – 1	Ağır Hasar	Orta Hasar (29.09)	Orta Hasar (25.05)	0.86
25	BNG – 11 – 4 – 2	Ağır Hasar	Orta Hasar (32.59)	Orta Hasar (18.54)	0.57
26	BNG – 11 – 4 – 4	Orta Hasar	Orta Hasar (35.63)	Orta Hasar (24.02)	0.67
27	BNG – 11 – 4 – 5	Hasarsız	Hasarsız (54.35)	Orta Hasar (37.51)	0.69

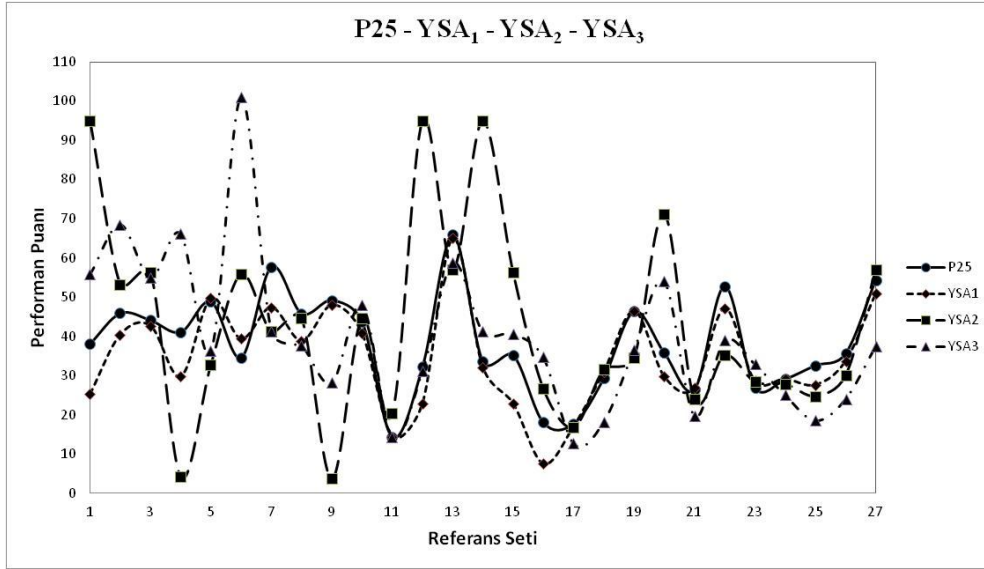
Tablo 8.5 ve Şekil 8.13 de YSA<sub>1</sub>, YSA<sub>2</sub> ve YSA<sub>3</sub> modellerinin P25 yöntemine göre performansları verilmiştir. Bu sonuçlar genel olarak değerlendirildiğinde, YSA<sub>1</sub> modeli oldukça uygun sonuçlar üretmekte iken YSA<sub>2</sub> ve YSA<sub>3</sub> modeli beklenen değerlerin uzağında kalmaktadır. Fakat yine de mevcut yapı stokunun olası depremlerde yıkılacak olan en güvensiz yapılarının belirlenmesinde önerilen bu modellerin önemli katkılarda bulunabileceği açıktır.

Tablo 8.5. YSA<sub>2</sub> ve YSA<sub>3</sub> modelinin referans setinin performans puanlarının P25 yöntemi ve mevcut durum karşılaştırması

Bina No	Gerçek Durum	P25	I. YSA	II. YSA	III. YSA
1	Hafif Hasar/ Hasarsız	Orta Hasar (38.08)	Orta Hasar (25.32)	Hasarsız (94.91)	Hasarsız (55.83)
2	Hasarsız	Hasarsız (45.88)	Hasarsız (40.47)	Hasarsız (53.26)	Hasarsız (68.55)
3	Hasarsız	Hasarsız (44.11)	Hasarsız (42.71)	Hasarsız (56.28)	Hasarsız (54.89)
4	Hafif Hasar/ Hasarsız	Hasarsız (41.11)	Orta Hasar (29.74)	Ağır Hasar (4.20)	Hasarsız (66.15)
5	Ağır Hasar	Hasarsız (48.88)	Hasarsız (49.74)	Orta Hasar (32.81)	Orta Hasar (36.25)
6	Orta Hasar	Orta Hasar (34.56)	Orta Hasar (39.42)	Hasarsız (55.85)	Hasarsız (101.00)
7	Hafif Hasar	Hasarsız (57.75)	Hasarsız (47.42)	Hasarsız (41.22)	Hasarsız (41.28)
8	Hasarsız	Hasarsız (45.86)	Orta Hasar (38.86)	Hasarsız (44.57)	Orta Hasar (37.60)

Tablo 8.5. YSA<sub>2</sub> ve YSA<sub>3</sub> modelinin referans setinin performans puanlarının P25 yöntemi ve mevcut durum karşılaştırması (devam)

Bina No	Gerçek Durum	P25	I. YSA	II. YSA	III. YSA
9	Hasarsız	Hasarsız (49.23)	Hasarsız (48.06)	Ağır Hasar (3.70)	Orta Hasar (28.14)
10	Hasarsız/ Hafif Hasar	Hasarsız (43.82)	Hasarsız (40.82)	Hasarsız (44.57)	Hasarsız (48.08)
11	Ağır Hasar	Ağır Hasar (14.34)	Ağır Hasar (14.32)	Orta Hasar (20.33)	Ağır Hasar (14.40)
12	Çökmüş	Orta Hasar (32.19)	Orta Hasar (22.96)	Hasarsız (94.91)	Orta Hasar (31.12)
13	Hasarsız	Hasarsız (65.91)	Hasarsız (65.01)	Hasarsız (57.09)	Hasarsız (58.82)
14	Orta Hasar	Orta Hasar (33.55)	Orta Hasar (32.11)	Hasarsız (94.91)	Hasarsız (41.22)
15	Orta Hasar	Orta Hasar (35.30)	Orta Hasar (22.93)	Hasarsız (56.28)	Hasarsız (40.67)
16	Ağır Hasar	Orta Hasar (18.03)	Ağır Hasar (7.53)	Orta Hasar (26.68)	Orta Hasar (34.66)
17	Orta Hasar	Orta Hasar (17.71)	Orta Hasar (17.06)	Orta Hasar (16.72)	Ağır Hasar (12.73)
18	Hafif Hasar/ Hasarsız	Orta Hasar (29.29)	Orta Hasar (31.03)	Orta Hasar (31.56)	Orta Hasar (18.24)
19	Hasarsız	Hasarsız (46.36)	Hasarsız (46.46)	Orta Hasar (34.55)	Orta Hasar (36.52)
20	Orta Hasar	Orta Hasar (35.85)	Orta Hasar (29.79)	Hasarsız (71.21)	Hasarsız (54.04)
21	Hafif Hasar/ Hasarsız	Orta Hasar (26.47)	Orta Hasar (26.88)	Orta Hasar (23.94)	Orta Hasar (19.73)
22	Hafif Hasar/ Hasarsız	Hasarsız (52.81)	Hasarsız (47.19)	Orta Hasar (35.15)	Orta Hasar (38.93)
23	Orta Hasar	Orta Hasar (26.94)	Orta Hasar (28.61)	Orta Hasar (28.42)	Orta Hasar (32.92)
24	Ağır Hasar	Orta Hasar (29.09)	Orta Hasar (29.17)	Orta Hasar (27.88)	Orta Hasar (25.05)
25	Ağır Hasar	Orta Hasar (32.59)	Orta Hasar (27.67)	Orta Hasar (24.76)	Orta Hasar (18.54)
26	Orta Hasar	Orta Hasar (35.63)	Orta Hasar (33.73)	Orta Hasar (30.02)	Orta Hasar (24.02)
27	Hasarsız	Hasarsız (54.35)	Hasarsız (50.95)	Hasarsız (56.97)	Orta Hasar (37.51)



Şekil 8.13. YSA<sub>1</sub> – YSA<sub>2</sub> – YSA<sub>3</sub> modellerinin P25 yöntemine göre performansları

## **BÖLÜM 9. SONUÇLAR VE ÖNERİLER**

Bu tez çalışmasında, olası bir deprem etkisindeki mevcut betonarme binaların deprem güvenliklerinin belirlenmesi amacıyla yapay sinir ağları (YSA) yaklaşımı kullanılarak “YSA tabanlı performans değerlendirme modeli” önerilmiştir. Önerilen bu YSA tabanlı model, eğitim seti ile eğitilmiş, güvenilirliği test seti ile kontrol edilmiş ve gerçek binalardan oluşturulan referans seti ile doğrulanmıştır. Ayrıca bazı durumlarda mevcut binaların içine girerek tespit yapılamamasından dolayı sokaktan gözlem yoluyla elde edilebilecek veriler ışığında performanslarının değerlendirilmesi gerekebilmektedir. Bu nedenle, iki farklı YSA tabanlı performans değerlendirme modeli önerilmiş, sokaktan tarama ile elde edilen girdi bilgileri kullanılarak eğitilmiş, test edilmiş ve referans binaları ile doğrulanmıştır.

Bu çalışmada, 9750 adet farklı bina modeli geliştirilmiş ve P25 hızlı değerlendirme yöntemi ile performans puanları ve performans durumları belirlenmiştir. Bu binalar, önerilen YSA modellerinin eğitiminde ve testinde kullanılmıştır. Ayrıca YSA tabanlı modellerin performanslarını doğrulamak amacıyla referans seti oluşturulmuştur. Referans setindeki binalar Bingöl ilindeki gerçek binalardan seçilmiştir.

Bu çalışmada, mevcut betonarme yapıların hızlı değerlendirilmesi amacıyla YSA tekniğine dayalı alternatif bir metot sunulmuştur. YSA tekniğinin diğer analiz yöntemlerine göre birçok üstünlükleri bulunmaktadır. YSA, varsayım veya kabuller yapmaksızın problemi doğrudan örneklerden öğrenerek sonuçlar üretir. Bilgi YSA’da yayılı olarak saklandığından dolayı herhangi bir girdi bilgisi eksik olsa bile yine uygun sonuçlar üretebilir.

Bu çalışmada aşağıdaki sonuçlar elde edilmiştir;

- Bölüm 6 ve Bölüm 7’de verilen grafikler ve değerlendirmelerden de açıkça görüldüğü gibi YSA tekniği uygulanarak geliştirilmiş olan “YSA tabanlı performans değerlendirme modeli” ile mevcut betonarme binaların olası deprem etkisindeki performansları uygun yaklaşıklıkla hesaplanabilir ve mevcut binaların deprem güvenlikleri belirlenebilir.
- Bu çalışmada, içine girilemeyen binaların deprem performanslarının belirlenebilmesi için de alternatif bir YSA tabanlı model önerilmiştir. Bu model ile uygun yaklaşıklıkta sonuçlar üretilebildiği gösterilmiştir.
- Yapının davranışını belirleyen birçok parametre, P25 hızlı değerlendirme yönteminde kullanılması gerektiği halde modeli doğrulamak için kullanılmış olan referans setindeki mevcut binaların bilgilerine erişilemediğinden birçok parametre analizlere yansıtılamamış ve sabit kabul edilmiştir. Bu durum sonuçlarda ihmal edilebilir sapmalara neden olmuştur.
- Beton malzemesinin davranışının ve betonarme yapının deprem etkisi altındaki davranışının belirlenmesindeki olumsuzluklar ve zorluklar dikkate alındığında, bu çalışmada geliştirilen modellerin performansları oldukça yeterli bulunmuştur.
- Hızlı değerlendirme modellerindeki asıl amaç, mevcut yapı stokunda bulunan ve deprem etkisi altında yıkılmaya aday en olumsuz yapıların hızlı bir şekilde tespit edilmesi olduğundan dolayı, bu çalışmada önerilen modellerin performansları oldukça başarılıdır.
- Bu çalışmada, daha hızlı, daha güvenilir ve alternatif hızlı değerlendirme modellerinin geliştirilmesinde YSA tekniği başarıyla uygulanmış ve mevcut betonarme yapıların performanslarının belirlenmesi için alternatif modeller sunulmuştur.

- Referans seti olarak seçilen gerçek binaların Bingöl Depremi sonrası durumları, P25 ve YSA modellerinin sonuçları ile karşılaştırılmıştır. Bu sonuçlar karşılaştırıldığında mevcut durumu, P25 yöntemi %71 oranında, YSA modeli ise % 67 oranında yakalamaktadır. YSA modeli P25 modeli ile eğitilip test edildiğinden dolayı, bu modelin performansının gerçek ölçüsü P25 sonuçlarını yakalama oranı ile ölçülebilir. Sonuçlar incelendiğinde YSA modeli 27 referans binasından sadece 3 binanın performansını yakalayamamıştır. Dolayısıyla geliştirilen YSA tabanlı model % 89 oranında başarılı sonuçlar vererek oldukça başarılı olmuştur.
- Önerilen YSA tabanlı modeller ile problemin çözümüne harcanan zaman oldukça kısaltılmıştır. YSA tabanlı bu metotla, bir binanın deprem performansı 3-4 dakika gibi çok kısa sürede tamamlanabilmektedir.
- YSA'da bilgiler yayılı olarak saklandığından eksik bilgi ile de çalışabilme özelliği bulunmaktadır. Bu çalışmanın 7. Bölümünde geliştirilen YSA modelinin eksik bilgi ile çalışması durumundaki performansı araştırılmıştır. Bu çalışma ile aynı zamanda girdi bilgilerinin her birinin ayrı ayrı performansa katkıları belirlenmiştir. Yapılan bu parametrik çalışmada kat adeti, bina yüksekliği, bina taban alanı, beton dayanımı ve etriye mesafesi gibi bilgilerin binanın performansına etkisinin oldukça yüksek olduğu belirlenmiştir. Bu bilgilerin tespit edilememesi durumunda ya da analizlere dahil edilememesi halinde sonuçların gerçek durumdan uzaklaşacağı gösterilmiştir.
- Bazı binalara girilememesi nedeniyle sokaktan belirlenebilecek girdi bilgileri ile çalışan YSA tabanlı model sunulmuştur. Bu model referans setindeki 27 binadan 16 binanın performansını yakalayabilmekte ve dolayısıyla %59 oranında doğru sonuç üretebilmektedir. Bu sonuçlar da hızlı değerlendirme açısından değerlendirildiğinde az bilgiyle oldukça önemli sonuçlar üretebildiğinden yine oldukça başarılı bulunmuştur.

- Bu çalışmada geliştirilen  $YSA_1$ ,  $YSA_2$  ve  $YSA_3$  modellerinin P25 yöntemine göre performansları karşılaştırıldığında  $YSA_1$  modeli oldukça uygun sonuçlar üretmekte iken  $YSA_2$  ve  $YSA_3$  modeli beklenen değerlerin uzağında kalmaktadır. Fakat yine de mevcut yapı stokunun olası depremlerde yıkılacak olan en güvensiz yapılarının belirlenmesinde önerilen bu modellerin önemli katkılarda bulunabileceği açıktır.

Çalışmanın ileriye yönelik geliştirilmesine öneriler:

- YSA tabanlı performans değerlendirme modeli, deprem sonrasında oluşacak olan gerçek binalardaki hasarlar kullanılarak eğitilebilir.
- Bu çalışmada P25 hızlı değerlendirme yöntemi kullanılmıştır. İleride yapılacak çalışmalarda, P25 yönteminin yanı sıra literatürde yer alan diğer hızlı değerlendirme yöntemleri de kullanılabilir.

## KAYNAKLAR

ATC, "Seismic Evaluation and Retrofit of Concrete Buildings", Products 1.2 and 1.3 of the Proposition 122 Seismic Retrofit Practices Improvement Program, California Seismic Safety Commission, Report No. SSC 96-01, ATC-40, Applied Technology Council, Redwood City, California, 1996

BAKIRKÖY İLÇESİ YERLEŞİM ALANLARININ ZEMİN-YAPI ETKİLEŞİMİNE BAĞLI RİSK ANALİZİ ARAŞTIRMA PROJESİ, Bakırköy Belediyesi ve İstanbul Üniversitesi, İstanbul, 2003

BAL, İ. E., "Deprem Etkisindeki Betonarme Binaların Göçme Riskinin Hızlı Değerlendirme Yöntemleri ile Belirlenmesi", Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, ([www.enginbal.net/dosyalar/tez.zip](http://www.enginbal.net/dosyalar/tez.zip)), 2005

BAL, İ. E., TEZCAN, S. S. ve GÜLAY, F. G., "Betonarme Binaların Göçme Riskinin Belirlenmesi İçin P25 Hızlı Değerlendirme Yöntemi", Altıncı Ulusal Deprem Mühendisliği Konferansı, İstanbul, 16-20 Ekim 2007

BAŞARAN, V., "Mevcut Betonarme Yapıların İtme Analizi ile Hesabı ve Japon Sismik İndis Yöntemi ile Karşılaştırılması", Yüksek Lisans Tezi, Afyon Kocatepe Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, 2006

BAYSAN, F. F., "Mevcut Bir Binanın Yapısal Analiz ve Japon Sismik İndex Yöntemleri ile Değerlendirilmesi", Bitirme Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi İnşaat Fakültesi, İnş. Müh. Bölümü, 2002

BODUROĞLU, H., ÖZDEMİR, P., İLKİ, A., ŞİRİN, S., DEMİR, C., and BAYSAN, F., "Towards a Modified Rapid Screening Method for Existing Medium Rise RC Buildings in Turkey", Proceedings of the 13th World Conference on Earthquake Engineering, 13 WCEE, Vancouver, BC, Canada, 1-6 August. 2004

CİVALEK, Ö. ve ÇATAL, H. H., "Geriye Yayılma Yapay Sinir Ağı Kullanılarak Elastik Kirişlerin Statik ve Dinamik Analizi", DEÜ Mühendislik Fakültesi, Fen ve Mühendislik Dergisi, Cilt:6, Sayı:1, sh.1-16, Ocak 2004



CONSOLAZIO, G. R., "Iterative Equation Solver for Bridge Analysis Using Neural Networks" Computer-Aided Civil and Infrastructure Engineering, ASCE, Vol. 15, pp. 107-119, 2000

ÇAĞLAR, N., "Yapay Sinir Ağları ile Binaların Dinamik Analizi", Doktora Tezi, Sakarya Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, 2002

ÇAĞLAR, N., "Neural Network Based Approach for Determining the Shear Strength of Circular Reinforced Concrete Columns", Construction and Building Materials, www.elsevier.com/locate/conbuildmat, 2009

ÇAĞLAR, N., GARİP, Z. Ş., ve PALA, M., "Neural Network Based Seismic Assessment Model for Existing Reinforced Concrete Buildings" 9th International Congress on Advances in Civil Engineering, Karadeniz Technical University, Trabzon, Turkey, 27-30 September 2010

ÇAĞLAR, N., ELMAS, M., YAMAN, Z. D. ve SARIBIYIK, M., "Neural Network in 3- Dimesional Dynamic Analysis of Reinforced Concrete Buildings", Construction and Building Materials, 22, www.elsevier.com/locate/conbuildmat, 2008

ÇELİK, T., ÖZTORUN, N.K., DAMCI, E., YILDIZLAR, B. VE GÜRSOY, G., "Bakırköy Özelinde Türkiye Genelinde Yapı Durum Tespiti İçin Bir Algoritma", Beşinci Ulusal Deprem Mühendisliği Konferansı, Bildiri no. AT-041, İstanbul, 26-30 Mayıs 2003

ÇETİNKAYA, B., "Mevcut Betonarme Yapıların Deprem Güvenliğinin Belirlenmesinde Kullanılan Yaklaşık Yöntemler", Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, 2003

DEPREM BÖLGELERİNDE YAPILACAK BİNALAR HAKKINDA ESASLAR, Bayındırlık ve İskân Bakanlığı, Ankara, 06 Mart 2007

DERE, Y., KALTAKÇI, M. Y., "İnşaat Mühendisliğinde Yapay Sinir Ağları Uygulamaları", İnşaat Mühendisliğinde Gelişmeler, III. Teknik Kongre, sh. 407-416, Ankara, 15-16 Eylül 1997

ELMAS, Ç., "Yapay Zeka Uygulamaları", Seçkin Yayıncılık, 425 s, 2007

ERGUN, M., "Binaların Deprem Performanslarının Belirlenmesinde Japon İndeks Yöntemi ile Doğrusal Olmayan Artımsal İtme Analizi Sonuçlarının Karşılaştırılması", Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Haziran 2007

FEMA 154 –ATC-21, “Rapid Visual Screening of Buildings for Potential Seismic Hazards: A Handbook”, Federal Emergency Management Agency; FEMA 500 C Street, SW Washington, D.C., 1988

FEMA-154 DATA COLLECTION FORM, 100th Anniversary Earthquake Conference Commemorating the 1906 San Francisco Earthquake, [http://www.1906eqconf.org/tutorials/RapidVisualScreeningBldgs\\_Green2.pdf](http://www.1906eqconf.org/tutorials/RapidVisualScreeningBldgs_Green2.pdf), San Francisco, California, 10-21 April , 2006

FEMA 155 ATC-21-1, “Rapid Visual Screening of Buildings for Potential Seismic Hazards: A Handbook”, Federal Emergency Management Agency; FEMA 500 C Street, SW Washington, D.C., 1988

FEMA 310, “Handbook for the seismic evaluation of buildings – a prestandard, American Society of Civil Engineers for the Federal Emergency Management Agency, Washington D.C., 1998

GÜLKAN, P. and SÖZEN, M. A., ‘Procedure for Determining Seismic Vulnerability of Building Structures’, ACI Structural Journal, 96(3) : 336-342, 1999

HASSAN, A. F. and SÖZEN, M.A., Seismic Vulnerability Assessment Of Lowrise Buildings In Regions With Infrequent Earthquakes, ACI Structural Journal, 1997

HAZUS, “Earthquake Loss Estimation Methodology Technical Manual”, National Institute of Building Sciences for Federal Emergency Management Agency (FEMA), Washington D.C., 1999

HUANG, C. C. and LOH, C. H., “Nonlinear Identification of Dynamic Systems Using Neural Networks”, Computer-Aided Civil and Infrastructure Engineering, Vol. 16, pp. 28-41, 2001

HUNG, S., KAO, C. Y. and LEE, J. C., “Active Pulse Structural Control Using Artificial Neural Networks”, Journal of Engineering Mechanics, Vol. 126, No. 8, pp. 839-849, August 2000

HUNG, S. and LAI, C. M., “Unsupervised Fuzzy Neural Network Structural Active Pulse Controller”, Earthquake Engineering and Structural Dynamics, Vol. 30, pp. 465-484, 2001

İLKİ, A., BODUROĞLU, H., ÖZDEMİR, P., BAYSAN, F., DEMİR, C., ŞİRİN, S., “Mevcut ve Güçlendirilmiş Yapılar İçin Sismik İndeks Yöntemi ve Yapısal Çözümleme Sonuçlarının Karşılaştırılması”, Beşinci Ulusal Deprem Mühendisliği Konferansı, İstanbul, Mayıs 2003

İSTANBUL DEPREM MASTER PLANI, İstanbul Büyükşehir Belediyesi ve Ortadoğu Teknik Üniversitesi, Boğaziçi Üniversitesi, İstanbul Teknik Üniversitesi, Yıldız Teknik Üniversitesi, İstanbul, 2003

İZMİR DEPREM SENARYOSU VE MASTER PLANI, İzmir Büyükşehir Belediyesi ve Boğaziçi Üniversitesi Deprem Araştırma ve Uygulama Merkezi, İstanbul, 1999

KASIMZADE, A., A., KARACA, Z., SÖNMEZ, B., “Ön Sismik Değerlendirmede Japon Sismik İndeks Yönteminin Lise Binalarında Uygulanması Özellikleri”, Deprem Sempozyumu, Kocaeli, 2005

KELEŞOĞLU, M.K., ÖZTORUN, N.K., ÇİNİCİOĞLU, S.F., BOZBEY, İ., ÖZTOPRAK, S., ÖZYAZGAN, C., ÇELİK, T., “Deprem Risk Analizi: Bakırköy İlçesi Örneği”, Küçükçekmece Teknik Kongresi, İstanbul, 22-24 Mayıs 2003

KIM, D.K., and YUN, C.B., "Time Domain Soil-Structure Interaction in Two Dimensional Medium Based on Analytical Frequency-Dependent infinite Elements", International Journal of Numerical Methods in Engineering, Vol. 47, No. 7 , pp.1241-1261, 2000

KIM, D. H. and LEE, I. W., “Neura-control of Seismically Excited Steel Structure Through Sensitivity Evaluation Scheme”, Earthquake Engineering and Structural Dynamics, Vol. 30, pp. 1361-1377, 2001

KOYUNCU, T., “Mevcut Betonarme Binaların Deprem Yükleri Altında Performanslarının Hızlı Olarak Belirlenebilmesi İçin Yeni Bir Değerlendirme Yöntemi”, Yüksek Lisans Tezi, Selçuk Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Aralık 2009

KÜRKLÜ, G., “Mevcut Betonarme Yapıların Deprem Güvenliğinin İncelenmesindeki Teknikler ve Beton Dayanımının Belirlenmesi”, Yüksek Lisans Tezi, Afyon Kocatepe Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Temmuz 2005

MARWALA, T., “Damage Identification Using Committee of Neural Networks”, Journal of Engineering Mechanics, ASCE, Vol. 126, No. 1, pp. 43-50, 2000

MASRI, S. F., SMYTH, A. W., CHASSIAKOS, A. G., CAUGHEY, T. K. and HUNTER, N. F., “Application of Neural Networks for Detection of Changes in Nonlinear Systems”, Journal of Engineering Mechanics, ASCE, Vol. 126, No. 7, pp. 666-676, 2000

SERU [ Structural Engineering Research Unit ], Middle East Technical University, Ankara, Turkey; Archival Material from Bingöl Database located at website <http://www.seru.metu.edu.tr>, Mayıs, 2011

ÖZMEN H., B., “Hızlı Değerlendirme Yöntemlerinde Kullanılan Parametrelerin Yapı Performansı Üzerindeki Etkilerin İncelenmesi”, Yüksek Lisans Tezi, Pamukkale Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, 2005

ÖZSOY, İ., FIRAT, M., “Kirişsiz Döşemeli Betonarme Bir binada Oluşan Yatay Deplasmanın Yapay Sinir Ağlarıyla Tahmini”, Dokuz Eylül Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Fen ve Mühendislik Dergisi, Cilt:6, Sayı:1, ss. 51-63, Ocak, 2004

ÖZTEMEL, E., “Integrating Expert Systems and Neural Networks for Intelligent On Line Statistical Process Control”, PhD Thesis, School of Electrical, Electronic and Systems Engineering, University of Wales, Cardiff, December, 1992

ÖZTEMEL, E., “Yapay Sinir Ağları”, Papatya, İstanbul, 2003-2006

PALA, M., “Zemin Yapı Dinamik Etkileşiminin Yapay Sinir Ağları ile Analizi”, Doktora Tezi, Sakarya Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, 2004

PALA, M. ve ÇAĞLAR, N., “A parametric Study for Distortional Buckling Stress on Cold-Formed Steel Using a Neural Network”, Journal of Constructural Steel Research 63, [www.elsevier.com/locate/jcsr](http://www.elsevier.com/locate/jcsr), 2007

PAY, A. C., “New Methodology for the Seismic Vulnerability Assessment of Existing Buildings in Turkey”, Master Thesis, METU, Middle East Technical University, Department of Civil Engineering, Ankara, Turkey, August 2001

SAĞIROĞLU, Ş., BEŞDOK, E., ve ERLER, M., “Mühendislikte Yapay Zeka Uygulamaları-1”, Yapay Sinir Ağları, Ufuk Kitabevi, 2003

SANAD, A. and SAKA, M. P., “Shear Strength of Reinforced-Concrete Deep Beams Using Neural Networks”, Journal of Structural Engineering, Vol. 127, No. 7, pp.818-828, 2001

SHİGA, T., SHİBATA, A., TAKAHASHİ, T., “Earthquake damage and wall index of reinforced concrete buildings”, Proceedings of Tohoku District Symposium, Architectural Institute of Japan, 1968

SUNAR, M., GURAUIN, A. M. A. and MOHANDİS, M., “Substructural Neural Network Controller”, Journal of Computers & Structures, Vol. 78, pp. 575-581, 2000

ŞAHİN M., SHENOİ R.A., “Quantification and localisation of damage in beam-like structures by using artificial neural networks with experimental validation”, Engineering Structures, 2003

TEMÜR, R., “Hızlı Durum Tespit (DURTES) Yöntemi ve Bilgisayar Programının Geliştirilmesi”, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Haziran 2006

TEZCAN, S. S., and AKBAŞ, R. “Deflection Criteria for Aseismic Design of Tall Buildings”, Engineering Structures, Elsevier Publications, (18)12: 957-966, 1996

TEZCAN S S ve BAL İE “İstanbul’un Kurtuluş Reçetesi ”, İstanbul Dergisi, Ekim – Aralık (2003)

TEZCAN S S, GÜRSOY M, KAYA E ve BAL İ E (2003) “ Depremde Can Kaybını Önleme Projesi”, Kocaeli’99 Acil Durum Konferansı, İstanbul Teknik Üniversitesi, İstanbul, 16-17 Ocak 2003

TÜYSÜZ, S., “Betonarme Binaların Göçme Riskinin Hızlı Değerlendirme Yöntemleri İle Belirlenmesi: P25 Puanlama Yöntemi”, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, 2007

ULUCAN, Z. Ç., GÜNEŞ, N. ve ERDOĞAN, A. S., “Yapay Sinir Ağlarıyla Tablalı Kiriş Kesitlerinin Betonarme Hesabı”, Türkiye İnşaat Mühendisliği 14. Teknik Kongresi, TMMOB İnşaat Mühendisleri Odası İzmir Şubesi, İzmir, 23-25 Ekim 1997

ULUSAL DEPREM KONSEYİ RAPORU, “Deprem Zararlarını Azaltma Ulusal Stratejisi”, Nisan 2002

XU, B., WU, Z. and YOKOYAMA, K., “Decentralized Identification of Large-Scale Structure-AMD Coupled System Using Multi-Layer Neural Networks”, Japan Society for Computational Engineering and Science, May 2000

YAKUT, A., “A Preliminary Seismic Assessment Procedure for Reinforced Concrete Buildings in Turkey”, Proceedings of the 13th World Conference on Earthquake Engineering, 13 WCEE, Vancouver, BC, Canada, 1-6 August 2004

YAKUT, A., GÜLKAN, P., BAKIR, B. S., and YILMAZ, M. T., “Re-examination of Damage Distribution in Adapazarı : Structural Considerations”, Engineering Structures, Elsevier Publications, 27 : 990-1001 2005

YAKUT, A., ÖZCEBE, G., YÜCEMEN, M. S., “Seismic Vulnerability Assessment Using Regional Empirical Data” Earthquake Eng’g and Structural Dynamics, 35:1187-1202, 2006

YILDIZLAR, B., GÜRSOY, G., DAMCI, E., ÖZTORUN, N., ÇELİK, T., “Mevcut Yapı Stoğunun Deprem Riski Açısından Durum Tespiti İçin Bir Yöntem ve Sonlu Elemanlar Yöntemi İle Kıyaslanması”, Gümüşhane ve Yöresinin Kalkınması Sempozyumu, Karadeniz Teknik Üniversitesi, Gümüşhane Müh. Fakültesi, Gümüşhane, 2002

YUN, C. and BAHNG, E., “Substructural Identification Using Neural Networks”, Computers & Structures, Vol. 77, pp. 41-52, 2000

YUN, C., YI, J., and BAHNG, E. Y., “Joints Damage Assessment of Framed Structures Using Neural Networks Technique”, Engineering Structures, Vol 23, 425-435, 2001

## **EKLER**

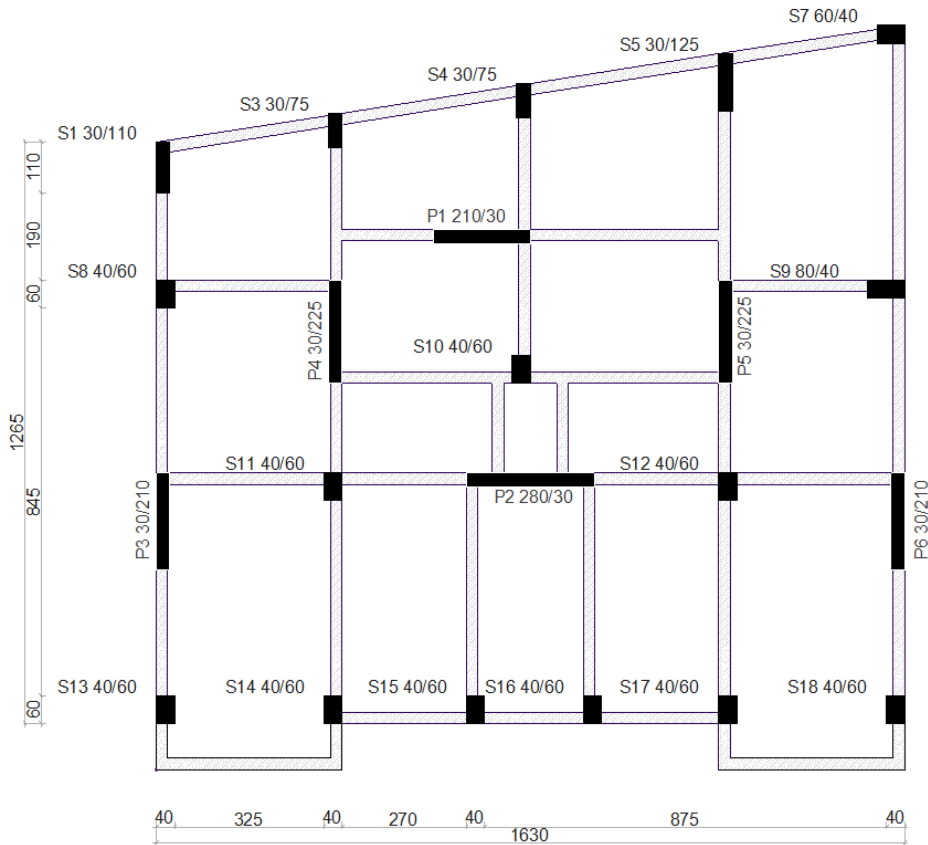
### **EK-A. Eğitim ve Test Seti**

Bu tez çalışmasında, 13 farklı kat planı seçilmiş, bu binaların kat sayıları değiştirilerek 48 farklı bina modeli ve bu bina modellerinin etriye mesafesi, beton dayanımı ve zemin sınıfı gibi parametreler değiştirilerek 9750 adet farklı bina modeli oluşturulmuştur. Bu bina modellerinin 9150 adedi eğitim setin ve geriye kalan 600 adeti de test seti olarak seçilmiştir. Test setindeki bina modelleri eğitim aşamasında kullanılmamıştır. Bu bölümde bu bina modellerinin planları, YSA tabanlı performans değerlendirme modelinin girdi katmanı ve çıktı katmanındaki bilgileri sunulmuştur.

## Model A Yapıları

Model A binaları, Sakarya ilinde Yahyalar Mahallesinde bulunan gerçek bir binadan yararlanılarak tasarlanmıştır. Model A binalarının zemin kat yüksekliği 4m ve diğer kat yükseklikleri binanın tamamında sabit olup 2.8m olarak seçilmiştir. Kolon boyutları Şekil A1'den de görüldüğü gibi değişken olup, kirişlerin tamamı 25×50cm olarak düzenlenmiştir.

Model A binaları türetilirken kat planı korunmuş, beton kalitesi, kat sayısı ve bodrum katın olup olmaması gibi parametreler değiştirilerek 560 farklı yapı modeli seçilmiştir (Tablo A1).



Şekil A.1. Model A yapıları kat planı



Tablo A.1. Model A binalarının girdi katmanı bilgileri

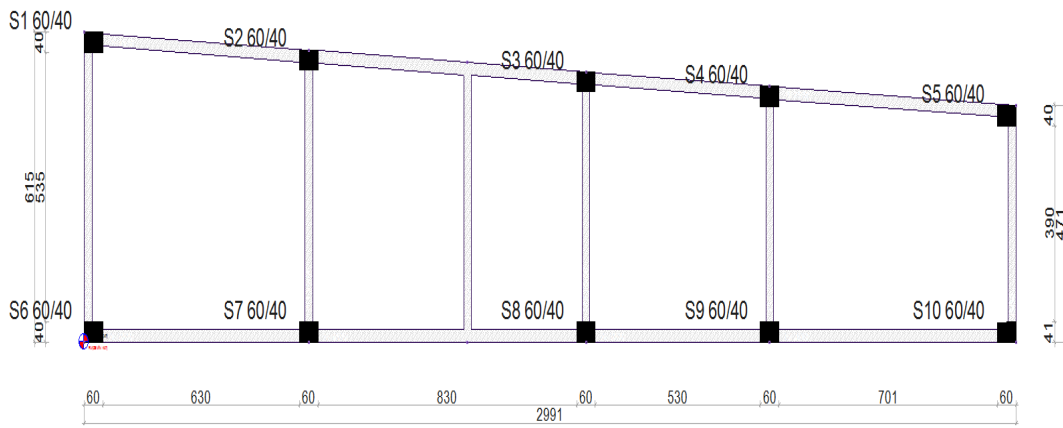
no	girdiler	değerleri
1	$N$	2.00
		3.00
		4.00
		5.00
		6.00
		7.00
		8.00
2	$h_z$	4.00
3	$h_n$	2.80
4	$A_e$	235.08
5	$I_x$	1.23
6	$I_y$	0.86
7	$P_x$	1.00
8	$P_y$	1.00
9	$E$	100
		300
		400
10	$BS$	C08
		C12
		C25
		C30
11	$D_x$	0.00
12	$D_y$	0.00
13	$L_x$	16.30
14	$L_y$	16.20

no	girdiler	değerleri
15	$Z$	Z1
		Z3
		Z4
16	$A1$	1.00
		0.00
17	$A2$	1.00
		0.00
18	$B3$	1.00
		0.00
19	$K_k$	1.00
		0.00
20	$A_c$	1.00
		0.00
21	$ZG$	1.00
		0.00
22	$t_d$	1.00
		0.00
23	$C_o$	1.00
		0.00
24	$S_k$	1.00
		0.00
25	$t$	1.00
		0.00

## Model B Yapıları

Model B binaları, Sakarya ilinde Tığcılar mahallesinde bulunan gerçek bir binadan yararlanılarak tasarlanmıştır. Model B binalarının zemin kat yüksekliği 3.2m ve diğer kat yükseklikleri binanın tamamında sabit olup 2.8m olarak seçilmiştir. Kolon boyutları Şekil A2'den de görüldüğü gibi 60×40 olup, kirişlerin tamamı 25×50cm olarak düzenlenmiştir.

Model B binaları türetilirken kat planı korunmuş, beton kalitesi, kat sayısı ve bodrum katın olup olmaması gibi parametreler değiştirilerek 508 farklı yapı modeli seçilmiştir (Tablo A2).



Şekil A.2. Model B yapıları kat planı

Tablo A.2. Model B binalarının girdi katmanı bilgileri

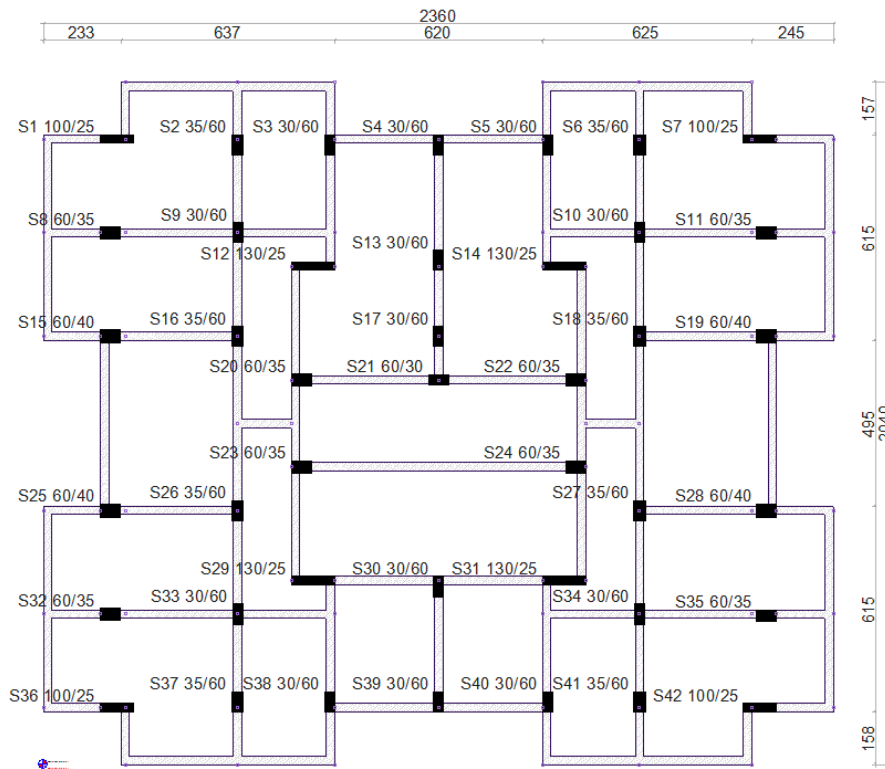
no	girdiler	değerleri
1	$N$	2.00
		4.00
		6.00
		8.00
2	$h_z$	3.20
3	$h_n$	2.80
4	$A_e$	162.41
5	$I_x$	0.03
6	$I_y$	0.07
7	$P_x$	0.00
8	$P_y$	0.00
9	$E$	100
		200
		250
		300
		350
		400
		450
		500
10	$BS$	C25
11	$D_x$	0.00
12	$D_y$	0.00
13	$L_x$	29.91
14	$L_y$	6.15

no	girdiler	değerleri
15	$Z$	Z1
		Z3
		Z4
16	$A1$	1.00
		0.00
17	$A2$	1.00
		0.00
18	$B3$	1.00
		0.00
19	$K_k$	1.00
		0.00
20	$A_c$	1.00
		0.00
21	$ZG$	1.00
		0.00
22	$t_d$	1.00
		0.00
23	$C_o$	1.00
		0.00
24	$S_k$	1.00
		0.00
25	$t$	1.00
		0.00

### Model C Yapıları

Model C binaları, Sakarya ilinde Serdivan ilçesinde bulunan gerçek bir binadan yararlanılarak tasarlanmıştır. Model C binalarının zemin kat yüksekliği 3.8m ve diğer kat yükseklikleri binanın tamamında sabit olup 2.8m olarak seçilmiştir. Kolon boyutları Şekil A3'den de görüldüğü gibi değişken olup, kirişlerin tamamı 25×50cm olarak düzenlenmiştir.

Model C binaları türetilirken kat planı korunmuş, beton kalitesi, kat sayısı ve bodrum katın olup olmaması gibi parametreler değiştirilerek 1117 farklı yapı modeli seçilmiştir (Tablo A3).



Şekil A.3. Model C yapıları kat planı

Tablo A.3. Model C binalarının girdi katmanı bilgileri

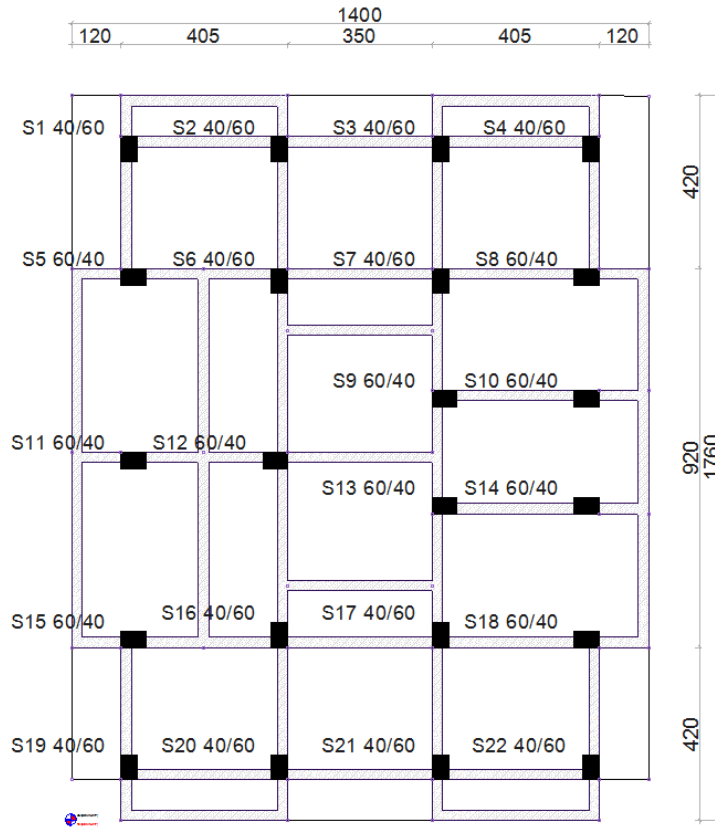
no	girdiler	değerleri
1	$N$	2.00
		3.00
		4.00
		5.00
		6.00
		7.00
		8.00
		9.00
2	$h_z$	4.00
3	$h_n$	2.80
4	$A_e$	235.08
5	$I_x$	1.23
6	$I_y$	0.86
7	$P_x$	1.00
8	$P_y$	1.00
9	$E$	100
		400
10	$BS$	C08
		C10
		C12
		C14
		C18
		C20
		C25
11	$D_x$	1.00
12	$D_y$	1.00
13	$L_x$	23.60
14	$L_y$	20.40

no	girdiler	değerleri
15	$Z$	Z1
		Z3
		Z4
16	$A1$	1.00
		0.00
17	$A2$	1.00
		0.00
18	$B3$	1.00
		0.00
19	$K_k$	1.00
		0.00
20	$A_c$	1.00
		0.00
21	$ZG$	1.00
		0.00
22	$t_d$	1.00
		0.00
23	$C_o$	1.00
		0.00
24	$S_k$	1.00
		0.00
25	$t$	1.00
		0.00

### Model D Yapıları

Model D binaları, Sakarya ilinde Serdivan ilçesinde bulunan gerçek bir binadan yararlanılarak tasarlanmıştır. Model D binalarının zemin kat yüksekliği 3.4m ve diğer kat yükseklikleri binanın tamamında sabit olup 2.9m olarak seçilmiştir. Kolon boyutları Şekil A4'den de görüldüğü gibi 60×40 cm ve 40×60 cm olup, kirişlerin tamamı 25×50cm olarak düzenlenmiştir.

Model D binaları türetilirken kat planı korunmuş, beton kalitesi, kat sayısı ve bodrum katın olup olmaması gibi parametreler değiştirilerek 483 farklı yapı modeli seçilmiştir (Tablo A4).



Şekil A.4. Model D yapıları kat planı

Tablo A.4. Model D binalarının girdi katmanı bilgileri

no	girdiler	değerleri
1	$N$	3.00
		5.00
		7.00
		9.00
2	$h_z$	3.40
3	$h_n$	2.90
4	$A_e$	176.32
5	$I_x$	0.12
6	$I_y$	0.11
7	$P_x$	0.00
8	$P_y$	0.00
9	$E$	100
		200
		250
		300
		350
		400
		450
		500
10	$BS$	C14
11	$D_x$	0.00
12	$D_y$	0.00
13	$L_x$	14.00
14	$L_y$	17.60

no	girdiler	değerleri
15	$Z$	Z1
		Z3
		Z4
16	$A1$	1.00
		0.00
17	$A2$	1.00
		0.00
18	$B3$	1.00
		0.00
19	$K_k$	1.00
		0.00
20	$A_c$	1.00
		0.00
21	$ZG$	1.00
		0.00
22	$t_d$	1.00
		0.00
23	$C_o$	1.00
		0.00
24	$S_k$	1.00
		0.00
25	$t$	1.00
		0.00

### Model E Yapıları

Model E binaları, Sakarya ilinde bulunan gerçek bir binadan yararlanılarak tasarlanmıştır. Model E binalarının zemin kat yüksekliği 3.2m ve diğer kat yükseklikleri binanın tamamında sabit olup 2.8m olarak seçilmiştir. Kolon boyutları Şekil A5'den de görüldüğü gibi değişken olup, kirişlerin tamamı 25×50cm olarak düzenlenmiştir.

Model E binaları türetilirken kat planı korunmuş, beton kalitesi, kat sayısı ve bodrum katın olup olmaması gibi parametreler değiştirilerek 248 farklı yapı modeli seçilmiştir (Tablo A5).



Şekil A.5. Model E yapıları kat planı



Tablo A.5. Model E binalarının girdi katmanı bilgileri

no	girdiler	değerleri
1	$N$	2.00
		3.00
		4.00
		5.00
		6.00
		7.00
		8.00
		9.00
2	$h_z$	3.20
3	$h_n$	2.80
4	$A_e$	380.63
5	$I_x$	0.1032
6	$I_y$	0.0707
7	$P_x$	0.00
8	$P_y$	0.00
9	$E$	100
		400
10	$BS$	C10
		C16
11	$D_x$	1.00
12	$D_y$	1.00
13	$L_x$	21.75
14	$L_y$	17.50

no	girdiler	değerleri
15	$Z$	Z1
		Z3
		Z4
16	$A1$	1.00
		0.00
17	$A2$	1.00
		0.00
18	$B3$	1.00
		0.00
19	$K_k$	1.00
		0.00
20	$A_c$	1.00
		0.00
21	$ZG$	1.00
		0.00
22	$t_d$	1.00
		0.00
23	$C_o$	1.00
		0.00
24	$S_k$	1.00
		0.00
25	$t$	1.00
		0.00



Tablo A.6. Model F binalarının girdi katmanı bilgileri

no	girdiler	değerleri
1	$N$	2.00
		3.00
		4.00
		5.00
		6.00
		7.00
		8.00
		9.00
2	$h_z$	3.00
3	$h_n$	3.00
4	$A_e$	311.75
5	$I_x$	0.0814
6	$I_y$	0.0609
7	$P_x$	0.00
8	$P_y$	0.00
9	$E$	100
		400
10	$BS$	C14
		C25
11	$D_x$	1.00
12	$D_y$	1.00
13	$L_x$	21.82
14	$L_y$	17.50

no	girdiler	değerleri
15	$Z$	Z1
		Z3
		Z4
16	$A1$	1.00
		0.00
17	$A2$	1.00
		0.00
18	$B3$	1.00
		0.00
19	$K_k$	1.00
		0.00
20	$A_c$	1.00
		0.00
21	$ZG$	1.00
		0.00
22	$t_d$	1.00
		0.00
23	$C_o$	1.00
		0.00
24	$S_k$	1.00
		0.00
25	$t$	1.00
		0.00



Tablo A.7. Model G binalarının girdi katmanı bilgileri

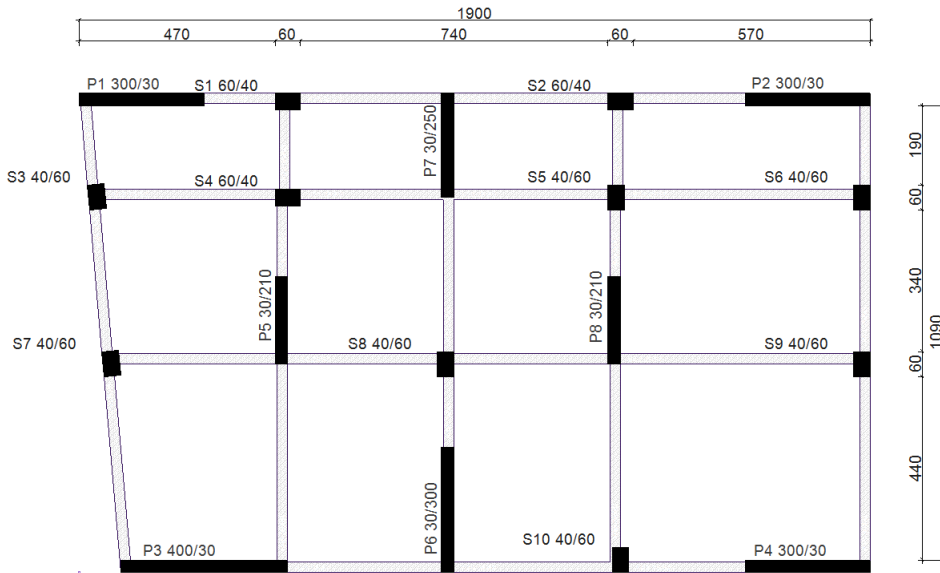
no	girdiler	değerleri
1	$N$	3.00
		5.00
		7.00
		9.00
2	$h_z$	2.80
3	$h_n$	2.80
4	$A_e$	328.75
5	$I_x$	0.14
6	$I_y$	0.17
7	$P_x$	0.00
8	$P_y$	0.00
9	$E$	100
		400
10	$BS$	C25
11	$D_x$	1.00
12	$D_y$	1.00
13	$L_x$	19.50
14	$L_y$	22.30
15	$Z$	Z1
		Z3
		Z4

no	girdiler	değerleri
16	$A1$	1.00
		0.00
17	$A2$	1.00
		0.00
18	$B3$	1.00
		0.00
19	$K_k$	1.00
		0.00
20	$A_c$	1.00
		0.00
21	$ZG$	1.00
		0.00
22	$t_d$	1.00
		0.00
23	$C_o$	1.00
		0.00
24	$S_k$	1.00
		0.00
25	$t$	1.00
		0.00

### Model H Yapıları

Model H binaları, Sakarya ilinde Semerciler mahallesinde bulunan gerçek bir binadan yararlanılarak tasarlanmıştır. Model H binalarının zemin kat yüksekliği 3.0m ve diğer kat yükseklikleri binanın tamamında sabit olup 2.75m olarak seçilmiştir. Kolon boyutları Şekil A8'den de görüldüğü gibi 60×40 cm ve 40×60 cm olup, kirişlerin tamamı 25×50cm olarak düzenlenmiştir.

Model H binaları türetilirken kat planı korunmuş, beton kalitesi, kat sayısı ve bodrum katın olup olmaması gibi parametreler değiştirilerek 556 farklı yapı modeli seçilmiştir (Tablo A8).



Şekil A.8. Model H yapıları kat planı

Tablo A.8. Model H binalarının girdi katmanı bilgileri

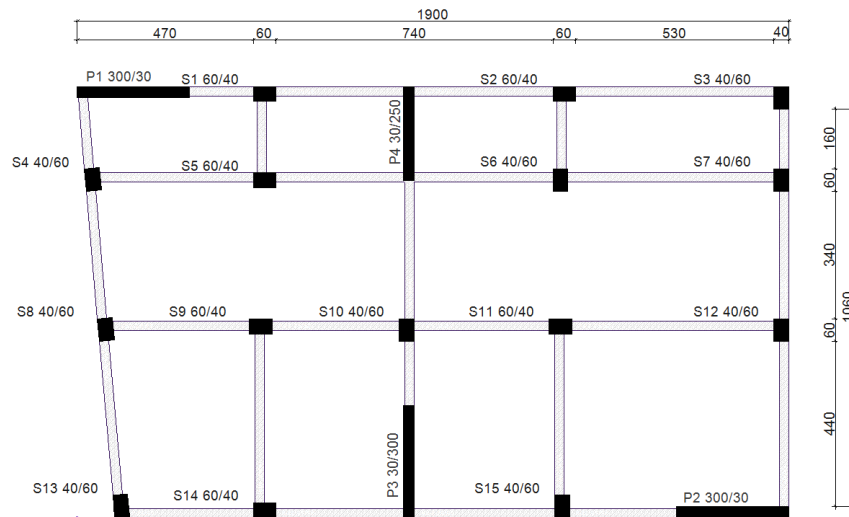
no	girdiler	değerleri
1	$N$	2.00
		3.00
		4.00
		5.00
		6.00
		7.00
		8.00
		9.00
2	$h_z$	3.00
3	$h_n$	2.75
4	$A_e$	212.75
5	$I_x$	1.62
6	$I_y$	3.69
7	$P_x$	1.00
8	$P_y$	1.00
9	$BS$	C10
		C14
		C16
		C18
10	$E$	100
		400
11	$D_x$	0.00
12	$D_y$	0.00
13	$L_x$	19.00
14	$L_y$	11.50

no	girdiler	değerleri
15	$Z$	Z1
		Z3
		Z4
16	$A1$	1.00
		0.00
17	$A2$	1.00
		0.00
18	$B3$	1.00
		0.00
19	$K_k$	1.00
		0.00
20	$A_c$	1.00
		0.00
21	$ZG$	1.00
		0.00
22	$t_d$	1.00
		0.00
23	$C_o$	1.00
		0.00
24	$S_k$	1.00
		0.00
25	$t$	1.00
		0.00

## Model I Yapıları

Model I binaları, Sakarya ilinde Semerciler mahallesinde bulunan gerçek bir binadan yararlanılarak tasarlanmıştır. Model I binalarının zemin kat yüksekliği 3.0m ve diğer kat yükseklikleri binanın tamamında sabit olup 2.75m olarak seçilmiştir. Kolon boyutları Şekil A9'den de görüldüğü gibi 60×40 cm ve 40×60 cm olup, kirişlerin tamamı 25×50cm olarak düzenlenmiştir.

Model I binaları türetilirken kat planı korunmuş, beton kalitesi, kat sayısı ve bodrum katın olup olmaması gibi parametreler değiştirilerek 372 farklı yapı modeli seçilmiştir (Tablo A9).



Şekil A.9. Model I yapıları kat planı



Tablo A.9. Model I binalarının girdi katmanı bilgileri

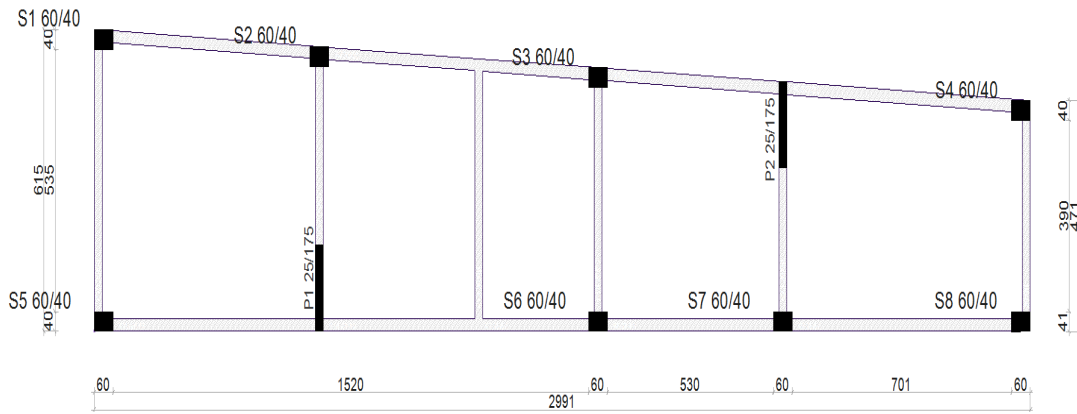
no	girdiler	değerleri
1	$N$	2.00
		3.00
		4.00
		5.00
		6.00
		7.00
		8.00
		9.00
2	$h_z$	3.00
3	$h_n$	2.75
4	$A_e$	212.75
5	$I_x$	1.62
6	$I_y$	3.69
7	$P_x$	1.00
8	$P_y$	1.00
9	$E$	100
		400
10	$BS$	C08
		C16
		C20
11	$D_x$	0.00
12	$D_y$	0.00
13	$L_x$	19.00
14	$L_y$	11.50

no	girdiler	değerleri
15	$Z$	Z1
		Z3
		Z4
16	$A1$	1.00
		0.00
17	$A2$	1.00
		0.00
18	$B3$	1.00
		0.00
19	$K_k$	1.00
		0.00
20	$A_c$	1.00
		0.00
21	$ZG$	1.00
		0.00
22	$t_d$	1.00
		0.00
23	$C_o$	1.00
		0.00
24	$S_k$	1.00
		0.00
25	$t$	1.00
		0.00

### Model J Yapıları

Model J binaları, Sakarya ilinde Tığcılar mahallesinde bulunan gerçek bir binadan yararlanılarak tasarlanmıştır. Model J binalarının zemin kat yüksekliği 3.5m ve diğer kat yükseklikleri binanın tamamında sabit olup 2.80m olarak seçilmiştir. Kolon boyutları Şekil A10'den de görüldüğü gibi 60×40 cm olup, kirişlerin tamamı 25×50cm olarak düzenlenmiştir.

Model J binaları türetilirken kat planı korunmuş, beton kalitesi, kat sayısı ve bodrum katın olup olmaması gibi parametreler değiştirilerek 556 farklı yapı modeli seçilmiştir (Tablo A10).



Şekil A.10. Model J yapıları kat planı

Tablo A.10. Model J binalarının girdi katmanını bilgileri

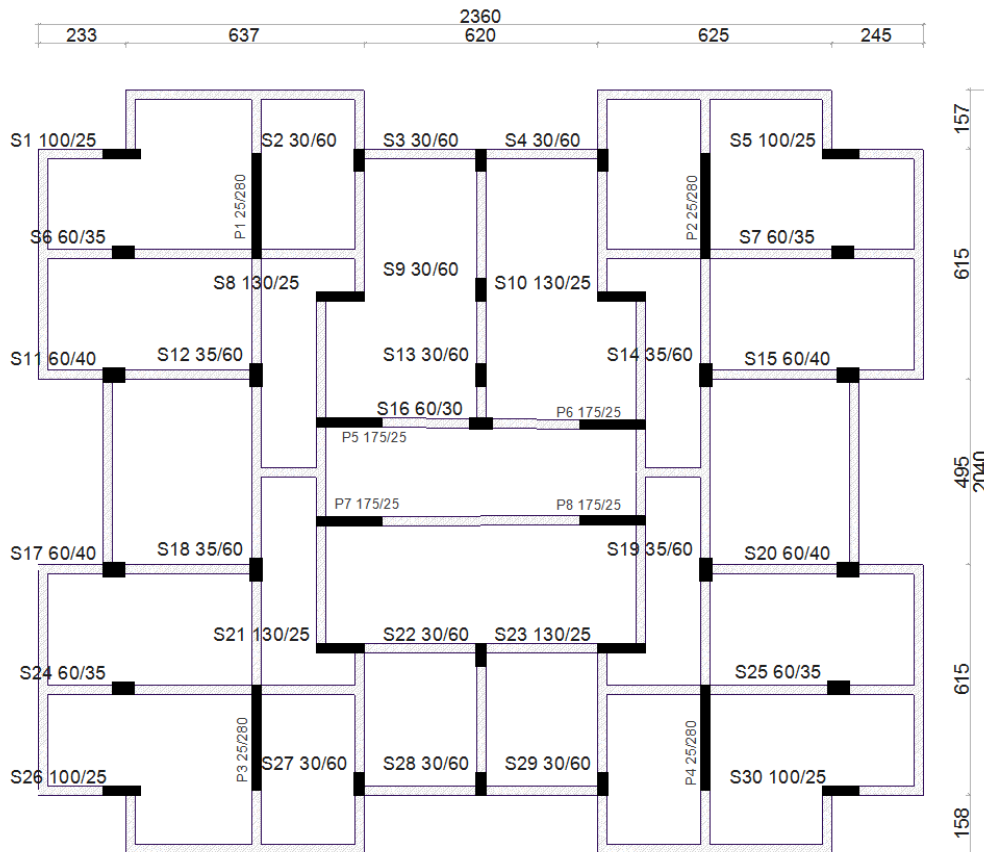
no	girdiler	değerleri
1	$N$	2.00
		3.00
		4.00
		5.00
		6.00
		7.00
		8.00
		9.00
2	$h_z$	3.50
3	$h_n$	2.80
4	$A_e$	162.26
5	$I_x$	0.25
6	$I_y$	0.06
7	$P_x$	0.00
8	$P_y$	1.00
9	$E$	100
		400
10	$BS$	C08
		C12
		C30
11	$D_x$	0.00
12	$D_y$	0.00
13	$L_x$	29.91
14	$L_y$	6.15

no	girdiler	değerleri
15	$Z$	Z1
		Z3
		Z4
16	$A1$	1.00
		0.00
17	$A2$	1.00
		0.00
18	$B3$	1.00
		0.00
19	$K_k$	1.00
		0.00
20	$A_c$	1.00
		0.00
21	$ZG$	1.00
		0.00
22	$t_d$	1.00
		0.00
23	$C_o$	1.00
		0.00
24	$S_k$	1.00
		0.00
25	$t$	1.00
		0.00

## Model K Yapıları

Model K binaları, Sakarya ilinde Serdivan ilçesinde bulunan gerçek bir binadan yararlanılarak tasarlanmıştır. Model K binalarının zemin kat yüksekliği 3.8m ve diğer kat yükseklikleri binanın tamamında sabit olup 3.00m olarak seçilmiştir. Kolon boyutları Şekil A11'den de görüldüğü gibi değişken olup, kirişlerin tamamı 25×50cm olarak düzenlenmiştir.

Model K binaları türetilirken kat planı korunmuş, beton kalitesi, kat sayısı ve bodrum katın olup olmaması gibi parametreler değiştirilerek 551 farklı yapı modeli seçilmiştir (Tablo A11).



Şekil A.11. Model K yapıları kat planı

Tablo A.11. Model K binalarının girdi katmanı bilgileri

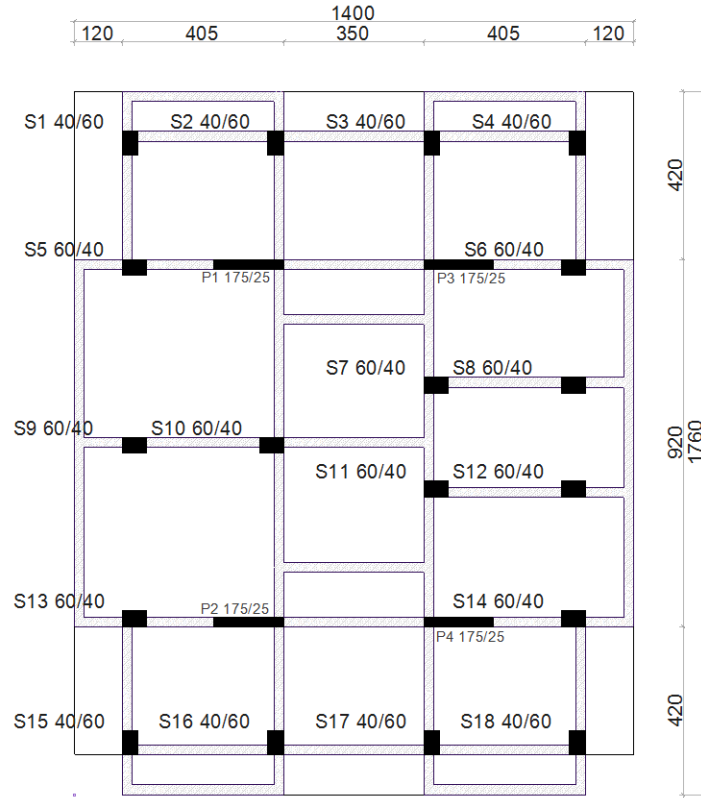
no	girdiler	değerleri
1	$N$	2.00
		3.00
		4.00
		5.00
		6.00
		7.00
		8.00
		9.00
2	$h_z$	3.50
3	$h_n$	2.80
4	$A_e$	430.10
5	$I_x$	1.9469
6	$I_y$	0.8077
7	$P_x$	1.00
8	$P_y$	1.00
9	$E$	100
		400
10	$BS$	C08
		C10
		C14
		C18
11	$D_x$	0.00
12	$D_y$	0.00
13	$L_x$	23.60
14	$L_y$	20.40

no	girdiler	değerleri
15	$Z$	Z1
		Z3
		Z4
16	$A1$	1.00
		0.00
17	$A2$	1.00
		0.00
18	$B3$	1.00
		0.00
19	$K_k$	1.00
		0.00
20	$A_c$	1.00
		0.00
21	$ZG$	1.00
		0.00
22	$t_d$	1.00
		0.00
23	$C_o$	1.00
		0.00
24	$S_k$	1.00
		0.00
25	$t$	1.00
		0.00

## Model L Yapıları

Model L binaları, Sakarya ilinde Serdivan ilçesinde bulunan gerçek bir binadan yararlanılarak tasarlanmıştır. Model L binalarının zemin kat yüksekliği 3.2m ve diğer kat yükseklikleri binanın tamamında sabit olup 2.80m olarak seçilmiştir. Kolon boyutları Şekil A12'den de görüldüğü gibi 60×40 cm ve 40×60 olup, kirişlerin tamamı 25×50cm olarak düzenlenmiştir.

Model L binaları türetilirken kat planı korunmuş, beton kalitesi, kat sayısı ve bodrum katın olup olmaması gibi parametreler değiştirilerek 556 farklı yapı modeli seçilmiştir (Tablo A12).



Şekil A.12. Model L yapıları kat planı

Tablo A.12. Model L binalarının girdi katmanı bilgileri

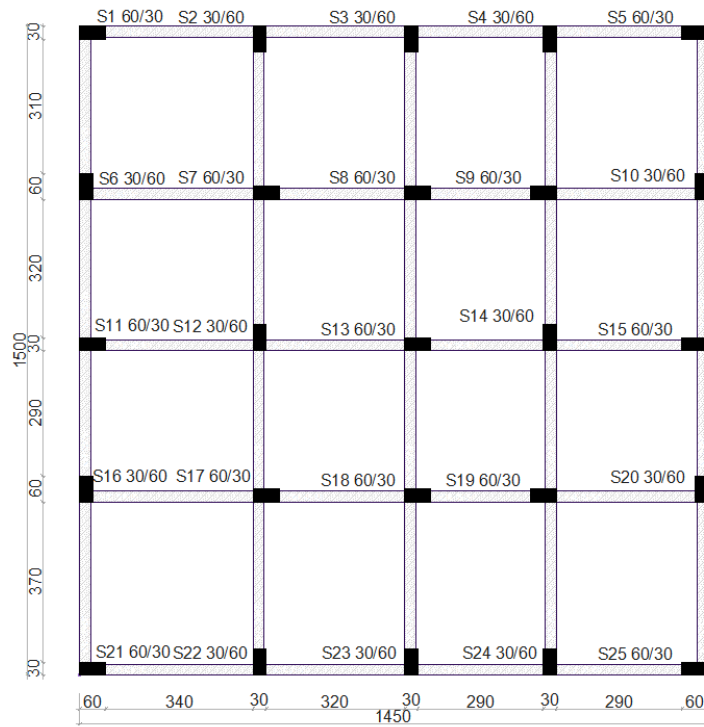
no	girdiler	değerleri
1	$N$	2.00
		3.00
		4.00
		5.00
		6.00
		7.00
		8.00
		9.00
2	$h_z$	3.20
3	$h_n$	2.80
4	$A_e$	219.24
5	$I_x$	0.10
6	$I_y$	0.54
7	$P_x$	1.00
8	$P_y$	0.00
9	$E$	100
		400
		500
10	$BS$	C12
		C14
		C25
11	$D_x$	0.00
12	$D_y$	0.00
13	$L_x$	14.00
14	$L_y$	17.60

no	girdiler	değerleri
15	$Z$	Z1
		Z3
		Z4
16	$A1$	1.00
		0.00
17	$A2$	1.00
		0.00
18	$B3$	1.00
		0.00
19	$K_k$	1.00
		0.00
20	$A_c$	1.00
		0.00
21	$ZG$	1.00
		0.00
22	$t_d$	1.00
		0.00
23	$C_o$	1.00
		0.00
24	$S_k$	1.00
		0.00
25	$t$	1.00
		0.00

### Model M Yapıları

Model M binalarının zemin kat yüksekliği 2.80m ve diğer kat yükseklikleri binanın tamamında sabit olup 2.80m olarak seçilmiştir. Kolon boyutları Şekil A13'den de görüldüğü gibi 60×30 cm ve 30×60 olup, kirişlerin tamamı 25×50cm olarak düzenlenmiştir.

Model M binaları türetilirken kat planı korunmuş, beton kalitesi, kat sayısı ve bodrum katın olup olmaması gibi parametreler değiştirilerek 236 farklı yapı modeli seçilmiştir (Tablo A13).



Şekil A.13. Model M yapıları kat planı



Tablo A.13. Model M binalarının girdi katmanı bilgileri

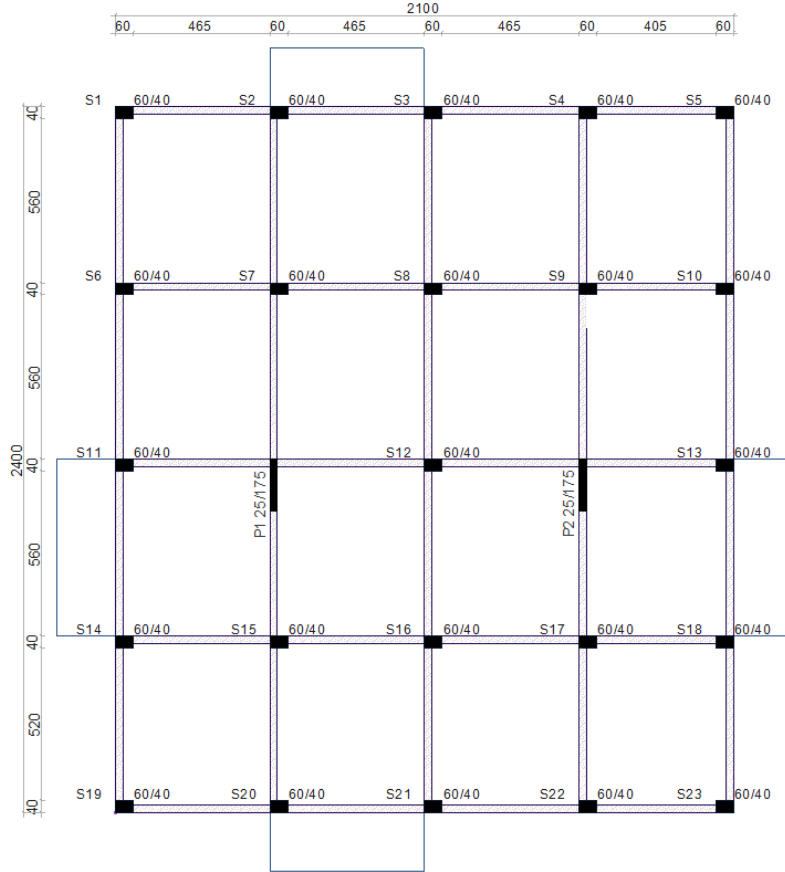
no	girdiler	değerleri
1	$N$	2.00
		3.00
		4.00
		5.00
		6.00
		7.00
		8.00
		9.00
2	$h_z$	2.80
3	$h_n$	2.80
4	$A_e$	225.00
5	$I_x$	0.0824
6	$I_y$	0.0864
7	$P_x$	0.00
8	$P_y$	0.00
9	$E$	100
		400
10	$BS$	C08
		C16
		C20
11	$D_x$	1.00
12	$D_y$	1.00
13	$L_x$	15.00
14	$L_y$	15.00

no	girdiler	değerleri
15	$Z$	Z1
		Z3
		Z4
16	$A1$	1.00
		0.00
17	$A2$	1.00
		0.00
18	$B3$	1.00
		0.00
19	$K_k$	1.00
		0.00
20	$A_c$	1.00
		0.00
21	$ZG$	1.00
		0.00
22	$t_d$	1.00
		0.00
23	$C_o$	1.00
		0.00
24	$S_k$	1.00
		0.00
25	$t$	1.00
		0.00

## Model N Yapıları

Model N binalarının zemin kat yüksekliği 2.80m ve diğer kat yükseklikleri binanın tamamında sabit olup 2.80m olarak seçilmiştir. Kolon boyutları Şekil A14'den de görüldüğü gibi 60×40 cm olup, kirişlerin tamamı 25×50cm olarak düzenlenmiştir.

Model N binaları türetilirken kat planı korunmuş, beton kalitesi, kat sayısı ve bodrum katın olup olmaması gibi parametreler değiştirilerek farklı yapı modelleri seçilmiştir (Tablo A14).



Şekil A.14. Model N yapıları kat planı

Tablo A.14. Model N binalarının girdi katmanı bilgileri

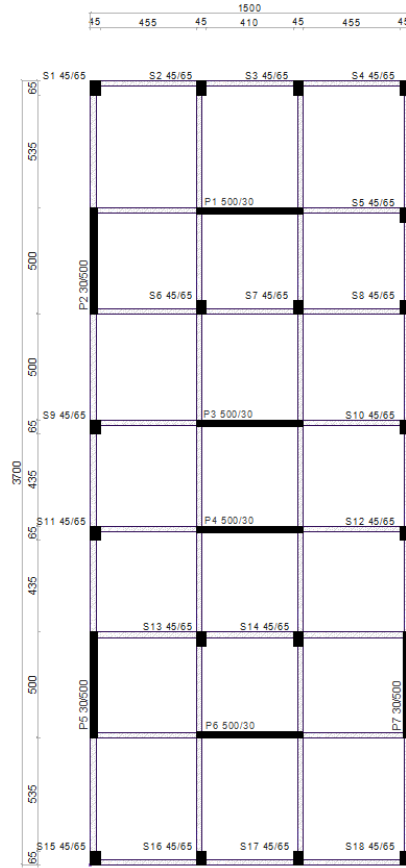
no	girdiler	değerleri
1	$N$	2.00
		4.00
		6.00
		8.00
2	$h_z$	2.80
3	$h_n$	2.80
4	$A_e$	504.00
5	$I_x$	0.07
6	$I_y$	0.16
7	$P_x$	0.00
8	$P_y$	1.00
9	$E$	200
		250
		300
10	$BS$	C10
		C16
		C20
11	$D_x$	0.00
12	$D_y$	0.00
13	$L_x$	21.00
14	$L_y$	24.00
15	$Z$	Z1
		Z3
		Z4

no	girdiler	değerleri
16	$A1$	1.00
		0.00
17	$A2$	1.00
		0.00
18	$B3$	1.00
		0.00
19	$K_k$	1.00
		0.00
20	$A_c$	1.00
		0.00
21	$ZG$	1.00
		0.00
22	$t_d$	1.00
		0.00
23	$C_o$	1.00
		0.00
24	$S_k$	1.00
		0.00
25	$t$	1.00
		0.00

## Model O Yapıları

Model O binalarının zemin kat yüksekliği 5.00m ve diğer kat yükseklikleri binanın tamamında sabit olup 3.30m olarak seçilmiştir. Kolon boyutları Şekil A15'den de görüldüğü gibi 45×65 cm olup, kirişlerin tamamı 25×50cm olarak düzenlenmiştir.

Model O binaları türetilirken kat planı korunmuş, beton kalitesi, kat sayısı ve bodrum katın olup olmaması gibi parametreler değiştirilerek farklı yapı modelleri seçilmiştir (Tablo A15).



Şekil A.15. Model O yapıları kat planı

Tablo A.15. Model O binalarının girdi katmanı bilgileri

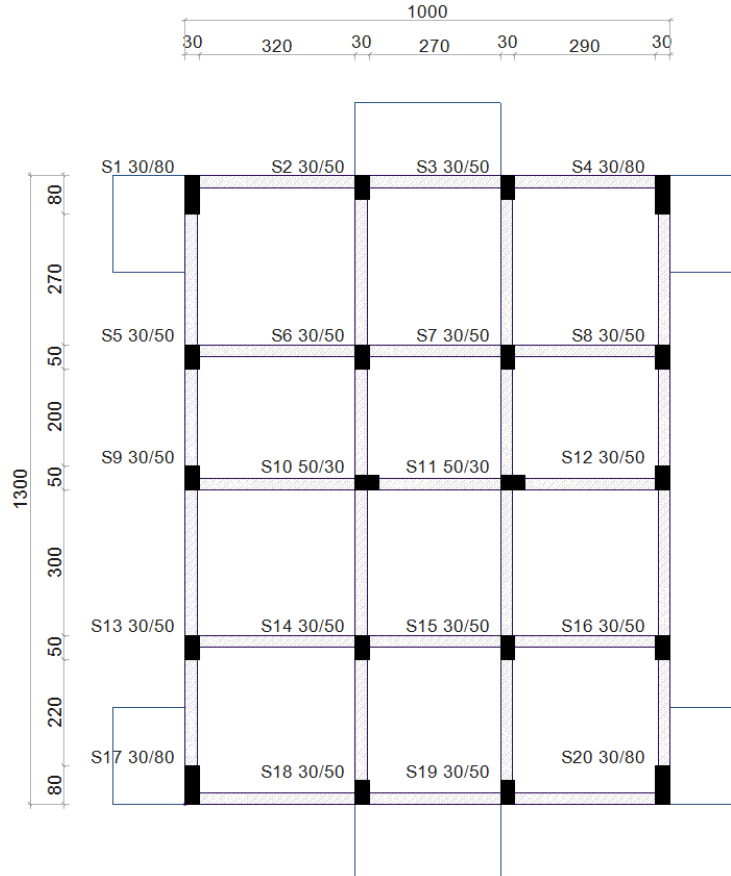
no	girdiler	değerleri
1	$N$	2.00
		4.00
		6.00
		8.00
2	$h_z$	5.00
3	$h_n$	3.30
4	$A_e$	555.00
5	$I_x$	9.60
6	$I_y$	12.62
7	$P_x$	1.00
8	$P_y$	1.00
9	$E$	100
		300
		400
10	$BS$	C10
		C16
		C20
11	$D_x$	0.00
12	$D_y$	0.00
13	$L_x$	15.00
14	$L_y$	37.00
15	$Z$	Z1
		Z3
		Z4

no	girdiler	değerleri
16	$A1$	1.00
		0.00
17	$A2$	1.00
		0.00
18	$B3$	1.00
		0.00
19	$K_k$	1.00
		0.00
20	$A_c$	1.00
		0.00
21	$ZG$	1.00
		0.00
22	$t_d$	1.00
		0.00
23	$C_o$	1.00
		0.00
24	$S_k$	1.00
		0.00
25	$t$	1.00
		0.00

### Model P Yapıları

Model P binalarının zemin kat yüksekliği 3.70m ve diğer kat yükseklikleri binanın tamamında sabit olup 2.85m olarak seçilmiştir. Kolon boyutları Şekil A16'den de görüldüğü gibi değişken olup, kirişlerin tamamı 25×50cm olarak düzenlenmiştir.

Model P binaları türetilirken kat planı korunmuş, beton kalitesi, kat sayısı ve bodrum katın olup olmaması gibi parametreler değiştirilerek farklı yapı modelleri seçilmiştir (Tablo A16).



Şekil A.16. Model P yapıları kat planı

Tablo A.16. Model P binalarının girdi katmanı bilgileri

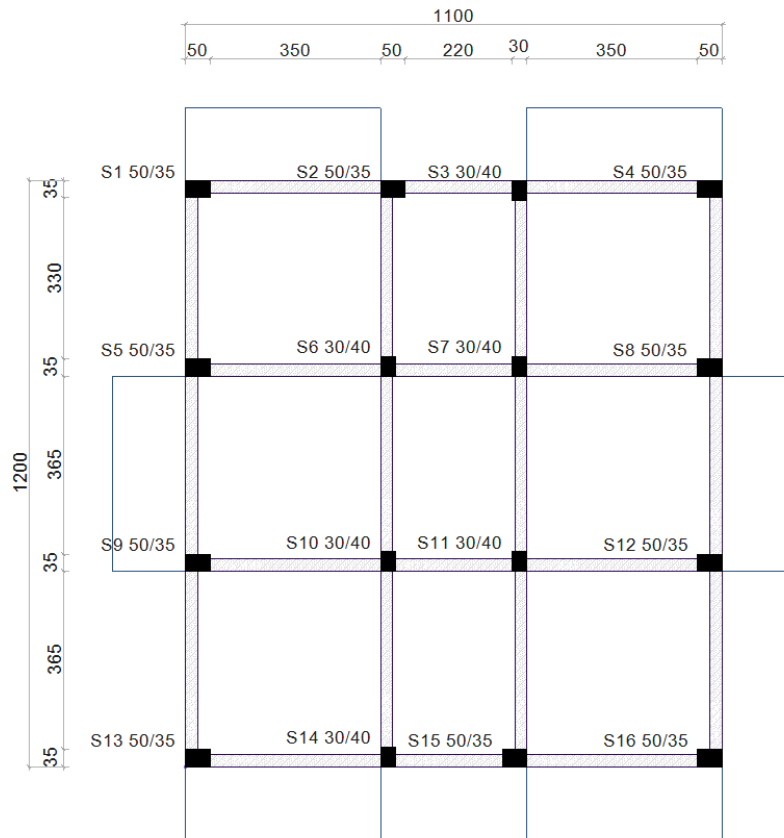
no	girdiler	değerleri
1	$N$	3.00
		5.00
		7.00
		9.00
2	$h_z$	3.70
3	$h_n$	2.85
4	$A_e$	130.00
5	$I_x$	0.10
6	$I_y$	0.03
7	$P_x$	0.00
8	$P_y$	0.00
9	$E$	100
		250
		400
10	$BS$	C10
		C16
		C20
11	$D_x$	0.00
12	$D_y$	0.00
13	$L_x$	10.00
14	$L_y$	13.00
15	$Z$	Z1
		Z3
		Z4

no	girdiler	değerleri
16	$A1$	1.00
		0.00
17	$A2$	1.00
		0.00
18	$B3$	1.00
		0.00
19	$K_k$	1.00
		0.00
20	$A_c$	1.00
		0.00
21	$ZG$	1.00
		0.00
22	$t_d$	1.00
		0.00
23	$C_o$	1.00
		0.00
24	$S_k$	1.00
		0.00
25	$t$	1.00
		0.00

### Model R Yapıları

Model R binalarının zemin kat yüksekliği 3.00m ve diğer kat yükseklikleri binanın tamamında sabit olup 2.90m olarak seçilmiştir. Kolon boyutları Şekil A17'den de görüldüğü gibi 30×40 cm ve 50×35 cm olup, kirişlerin tamamı 25×50cm olarak düzenlenmiştir.

Model R binaları türetilirken kat planı korunmuş, beton kalitesi, kat sayısı ve bodrum katın olup olmaması gibi parametreler değiştirilerek farklı yapı modelleri seçilmiştir (Tablo A17).



Şekil A.17. Model R yapıları kat planı



Tablo A.17. Model R binalarının girdi katmanı bilgileri

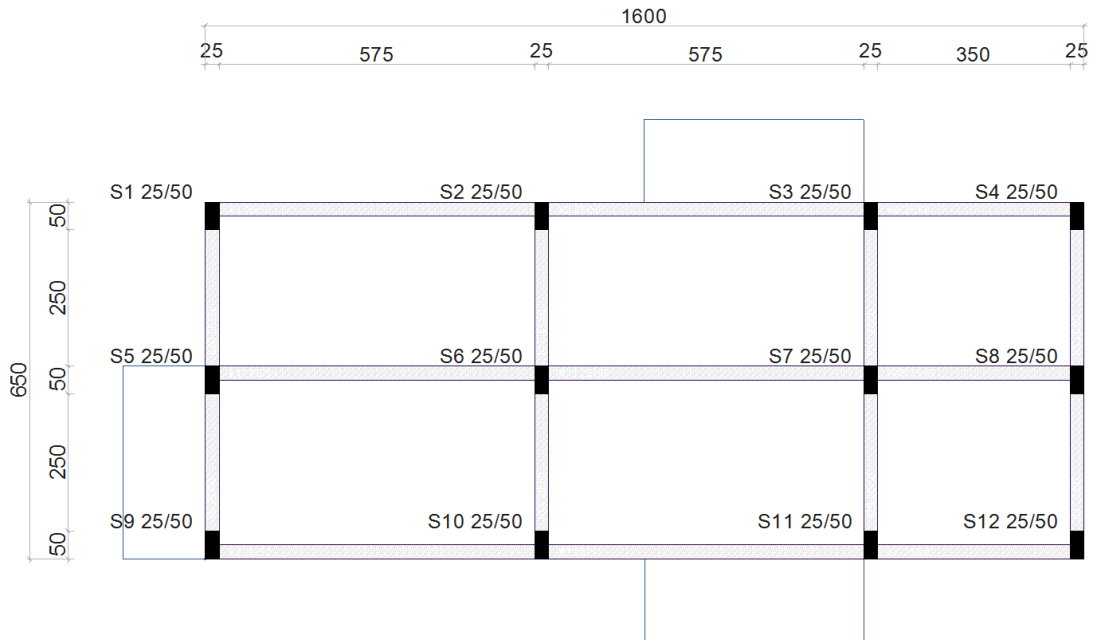
no	girdiler	değerleri
1	$N$	3.00
		5.00
		7.00
		9.00
2	$h_z$	3.00
3	$h_n$	2.90
4	$A_e$	132.00
5	$I_x$	0.03
6	$I_y$	0.04
7	$P_x$	0.00
8	$P_y$	0.00
9	$E$	100
		300
		400
10	$BS$	C10
		C16
		C20
11	$D_x$	0.00
12	$D_y$	0.00
13	$L_x$	11.00
14	$L_y$	12.00
15	$Z$	Z1
		Z3
		Z4

no	girdiler	değerleri
16	$A1$	1.00
		0.00
17	$A2$	1.00
		0.00
18	$B3$	1.00
		0.00
19	$K_k$	1.00
		0.00
20	$A_c$	1.00
		0.00
21	$ZG$	1.00
		0.00
22	$t_d$	1.00
		0.00
23	$C_o$	1.00
		0.00
24	$S_k$	1.00
		0.00
25	$t$	1.00
		0.00

### Model S Yapıları

Model S binalarının zemin kat yüksekliği 3.20m ve diğer kat yükseklikleri binanın tamamında sabit olup 2.70m olarak seçilmiştir. Kolon boyutları Şekil A18'den de görüldüğü gibi 25×50 cm olup, kirişlerin tamamı 25×50cm olarak düzenlenmiştir.

Model S binaları türetilirken kat planı korunmuş, beton kalitesi, kat sayısı ve bodrum katın olup olmaması gibi parametreler değiştirilerek farklı yapı modelleri seçilmiştir (Tablo A18).



Şekil A.18. Model S yapıları kat planı

Tablo A.18. Model S binalarının girdi katmanı bilgileri

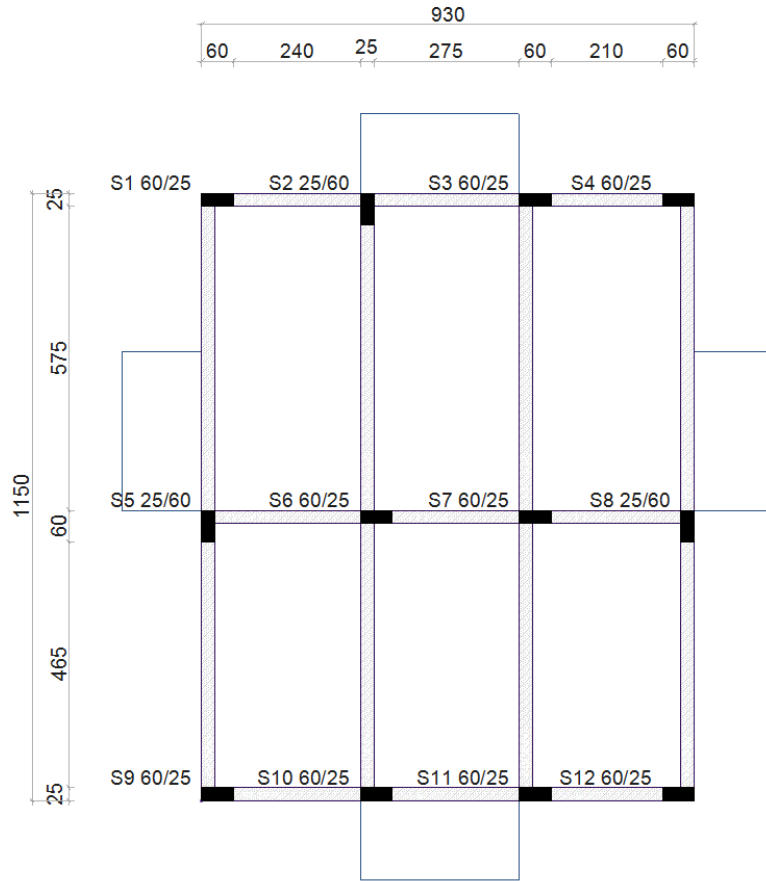
no	girdiler	değerleri
1	$N$	2.00
		4.00
		6.00
		8.00
2	$h_z$	3.20
3	$h_n$	2.70
4	$A_e$	104.00
5	$I_x$	0.03
6	$I_y$	0.01
7	$P_x$	0.00
8	$P_y$	0.00
9	$E$	100
		400
		500
10	$BS$	C10
		C16
		C20
11	$D_x$	0.00
12	$D_y$	0.00
13	$L_x$	16.00
14	$L_y$	6.50
15	$Z$	Z1
		Z3
		Z4

no	girdiler	değerleri
16	$A1$	1.00
		0.00
17	$A2$	1.00
		0.00
18	$B3$	1.00
		0.00
19	$K_k$	1.00
		0.00
20	$A_c$	1.00
		0.00
21	$ZG$	1.00
		0.00
22	$t_d$	1.00
		0.00
23	$C_o$	1.00
		0.00
24	$S_k$	1.00
		0.00
25	$t$	1.00
		0.00

### Model T Yapıları

Model T binalarının zemin kat yüksekliği 3.00m ve diğer kat yükseklikleri binanın tamamında sabit olup 2.90m olarak seçilmiştir. Kolon boyutları Şekil A19'den de görüldüğü gibi 25×60 cm ve 60×25 cm olup, kirişlerin tamamı 25×50cm olarak düzenlenmiştir.

Model T binaları türetilirken kat planı korunmuş, beton kalitesi, kat sayısı ve bodrum katın olup olmaması gibi parametreler değiştirilerek farklı yapı modelleri seçilmiştir (Tablo A19).



Şekil A.19. Model T yapıları kat planı

Tablo A.19. Model T binalarının girdi katmanı bilgileri

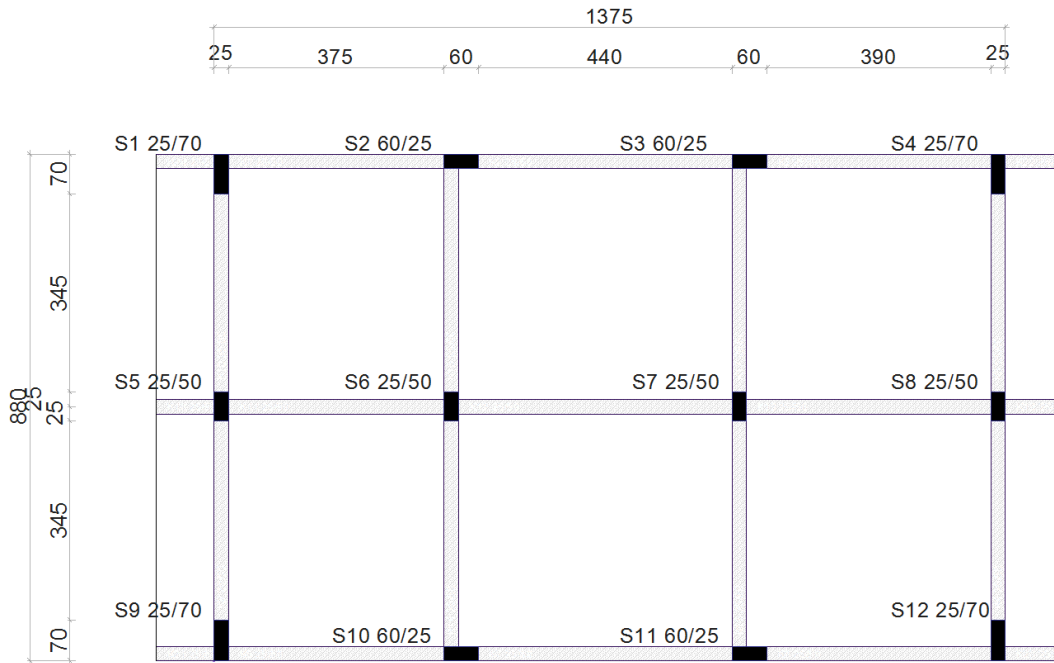
no	girdiler	değerleri
1	$N$	3.00
		5.00
		7.00
		9.00
2	$h_z$	3.00
3	$h_n$	2.90
4	$A_e$	106.95
5	$I_x$	0.02
6	$I_y$	0.04
7	$P_x$	0.00
8	$P_y$	0.00
9	$E$	100
		300
		400
10	$BS$	C10
		C16
		C20
11	$D_x$	0.00
12	$D_y$	0.00
13	$L_x$	9.30
14	$L_y$	11.50
15	$Z$	Z1
		Z3
		Z4

no	girdiler	değerleri
16	$A1$	1.00
		0.00
17	$A2$	1.00
		0.00
18	$B3$	1.00
		0.00
19	$K_k$	1.00
		0.00
20	$A_c$	1.00
		0.00
21	$ZG$	1.00
		0.00
22	$t_d$	1.00
		0.00
23	$C_o$	1.00
		0.00
24	$S_k$	1.00
		0.00
25	$t$	1.00
		0.00

### Model U Yapıları

Model U binalarının zemin kat yüksekliği 2.90m ve diğer kat yükseklikleri binanın tamamında sabit olup 2.80m olarak seçilmiştir. Kolon boyutları Şekil A20'den de görüldüğü gibi değişken olup, kirişlerin tamamı 25×50cm olarak düzenlenmiştir.

Model U binaları türetilirken kat planı korunmuş, beton kalitesi, kat sayısı ve bodrum katın olup olmaması gibi parametreler değiştirilerek farklı yapı modelleri seçilmiştir (Tablo A20).



Şekil A.20. Model U yapıları kat planı

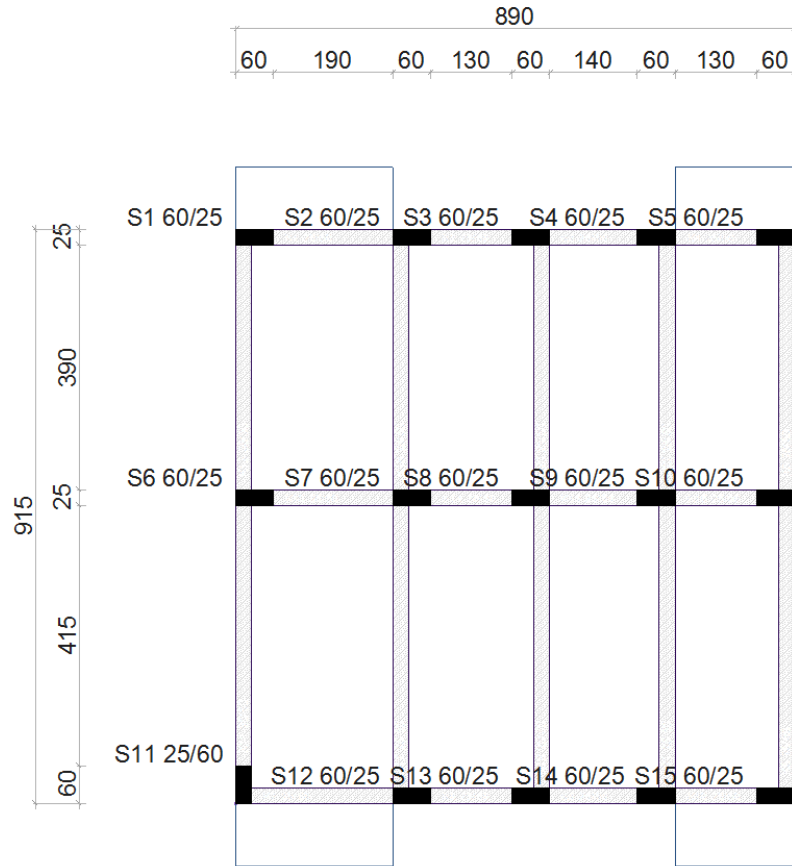
Tablo A.20. Model U binalarının girdi katmanı bilgileri

no	girdiler	değerleri
1	$N$	2.00
		4.00
		6.00
		8.00
2	$h_z$	2.90
3	$h_n$	2.80
4	$A_e$	121.00
5	$I_x$	0.04
6	$I_y$	0.02
7	$P_x$	0.00
8	$P_y$	0.00
9	$E$	100
		400
10	$BS$	C10
		C16
		C20
11	$D_x$	0.00
12	$D_y$	0.00
13	$L_x$	9.30
14	$L_y$	11.50
15	$Z$	Z1
		Z3
		Z4
16	$A1$	1.00
		0.00
17	$A2$	1.00
		0.00
18	$B3$	1.00
		0.00
19	$K_k$	1.00
		0.00
20	$A_c$	1.00
		0.00
21	$ZG$	1.00
		0.00
22	$t_d$	1.00
		0.00
23	$C_o$	1.00
		0.00
24	$S_k$	1.00
		0.00
25	$t$	1.00
		0.00

### Model V Yapıları

Model V binalarının zemin kat yüksekliği 2.80m ve diğer kat yükseklikleri binanın tamamında sabit olup 2.80m olarak seçilmiştir. Kolon boyutları Şekil A21'den de görüldüğü gibi 60×25 cm olup, kirişlerin tamamı 25×50cm olarak düzenlenmiştir.

Model V binaları türetilirken kat planı korunmuş, beton kalitesi, kat sayısı ve bodrum katın olup olmaması gibi parametreler değiştirilerek farklı yapı modelleri seçilmiştir (Tablo A21).



Şekil A.21. Model V yapıları kat planı



Tablo A.21. Model V binalarının girdi katmanı bilgileri

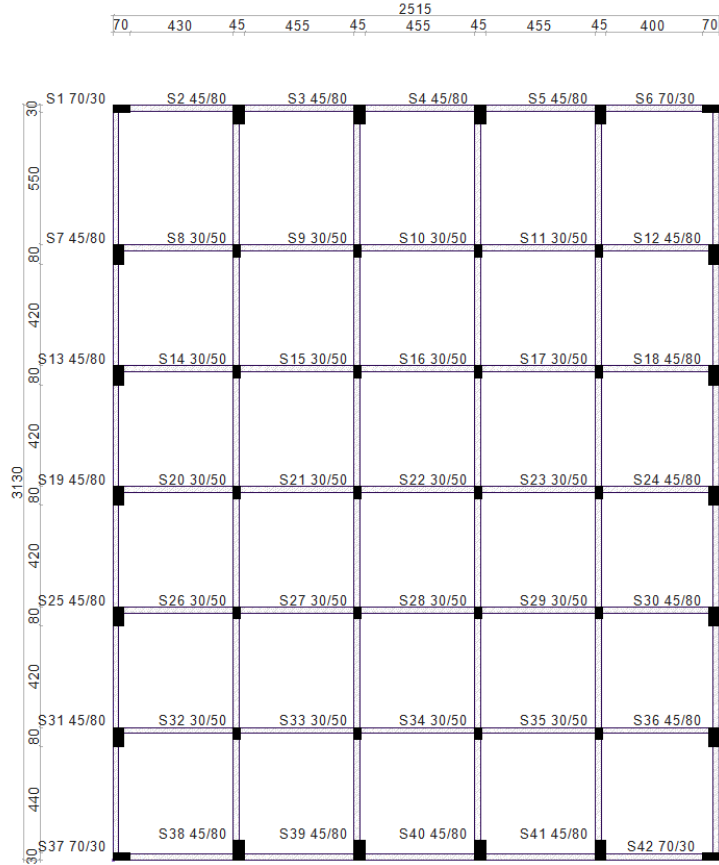
no	girdiler	değerleri
1	$N$	2.00
		4.00
		6.00
		8.00
2	$h_z$	2.80
3	$h_n$	2.80
4	$A_e$	90.59
5	$I_x$	0.02
6	$I_y$	0.06
7	$P_x$	0.00
8	$P_y$	0.00
9	$E$	300
10	$BS$	C20
11	$D_x$	0.00
12	$D_y$	1.00
13	$L_x$	9.15
14	$L_y$	9.90
15	$Z$	Z1
		Z3
		Z4

no	girdiler	değerleri
16	$A1$	1.00
		0.00
17	$A2$	1.00
		0.00
18	$B3$	1.00
		0.00
19	$K_k$	1.00
		0.00
20	$A_c$	1.00
		0.00
21	$ZG$	1.00
		0.00
22	$t_d$	1.00
		0.00
23	$C_o$	1.00
		0.00
24	$S_k$	1.00
		0.00
25	$t$	1.00
		0.00

## Model Y Yapıları

Model Y binalarının zemin kat yüksekliği 5.40m ve diğer kat yükseklikleri binanın tamamında sabit olup 3.00m olarak seçilmiştir. Kolon boyutları Şekil A22'den de görüldüğü gibi değişken olup, kirişlerin tamamı 25×50cm olarak düzenlenmiştir.

Model Y binaları türetilirken kat planı korunmuş, beton kalitesi, kat sayısı ve bodrum katın olup olmaması gibi parametreler değiştirilerek farklı yapı modelleri seçilmiştir (Tablo A22).



Şekil A.22. Model Y yapıları kat planı

Tablo A.22. Model Y binalarının girdi katmanı bilgileri

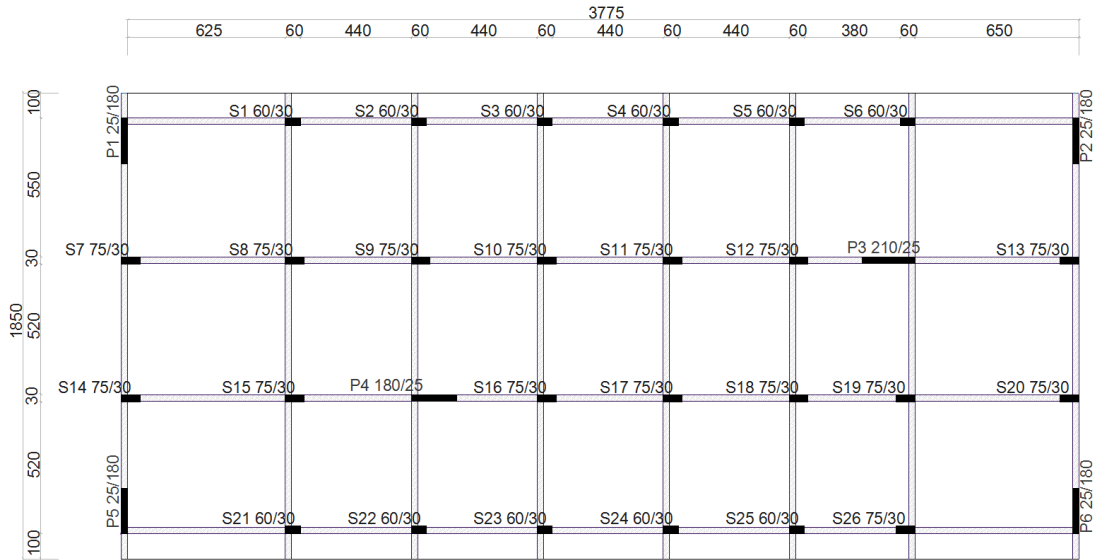
no	girdiler	değerleri
1	$N$	2.00
		4.00
		6.00
		8.00
2	$h_z$	5.40
3	$h_n$	3.00
4	$A_e$	787.20
5	$I_x$	0.41
6	$I_y$	0.16
7	$P_x$	0.00
8	$P_y$	0.00
9	$E$	100
10	$BS$	C14
11	$D_x$	1.00
12	$D_y$	1.00
13	$L_x$	25.15
14	$L_y$	31.30
15	$Z$	Z1
		Z3
		Z4

no	girdiler	değerleri
16	$A1$	1.00
		0.00
17	$A2$	1.00
		0.00
18	$B3$	1.00
		0.00
19	$K_k$	1.00
		0.00
20	$A_c$	1.00
		0.00
21	$ZG$	1.00
		0.00
22	$t_d$	1.00
		0.00
23	$C_o$	1.00
		0.00
24	$S_k$	1.00
		0.00
25	$t$	1.00
		0.00

### Model Z Yapıları

Model Z binalarının zemin kat yüksekliği 3.85m ve diğer kat yükseklikleri binanın tamamında sabit olup 3.40m olarak seçilmiştir. Kolon boyutları Şekil A23'den de görüldüğü gibi 75×30 cm ve 60×30 cm olup, kirişlerin tamamı 25×50cm olarak düzenlenmiştir.

Model Z binaları türetilirken kat planı korunmuş, beton kalitesi, kat sayısı ve bodrum katın olup olmaması gibi parametreler değiştirilerek farklı yapı modelleri seçilmiştir (Tablo A23).



Şekil A.23. Model Z yapıları kat planı

Tablo A.23. Model Z binalarının girdi katmanı bilgileri

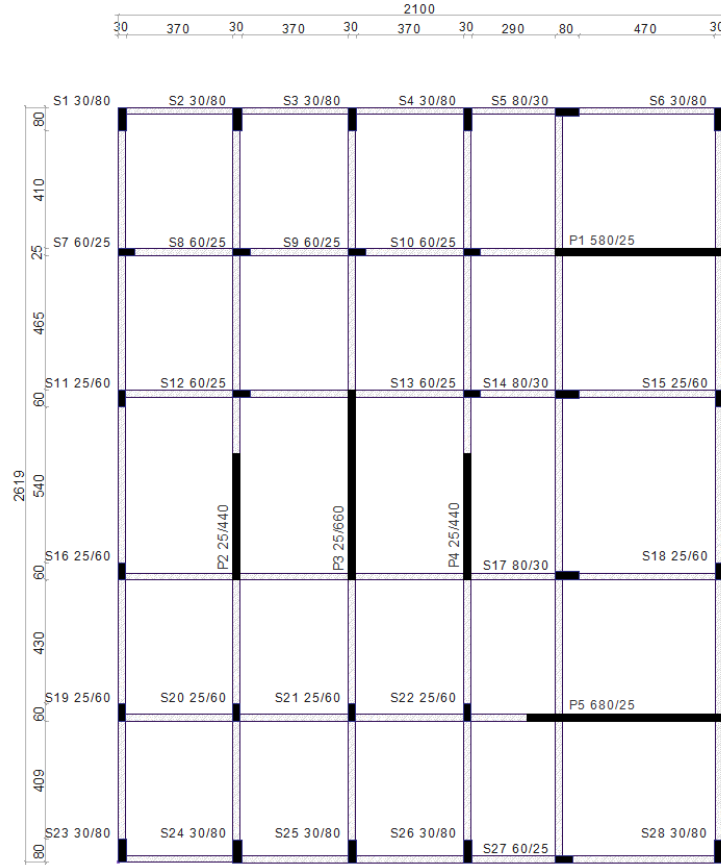
no	girdiler	değerleri
1	$N$	3.00
		5.00
		7.00
		9.00
2	$h_z$	3.85
3	$h_n$	3.40
4	$A_e$	627.00
5	$I_x$	0.43
6	$I_y$	0.47
7	$P_x$	1.00
8	$P_y$	1.00
9	$E$	100
10	$BS$	C20
11	$D_x$	0.00
12	$D_y$	1.00
13	$L_x$	38.00
14	$L_y$	16.50
15	$Z$	Z1
		Z3
		Z4

no	girdiler	değerleri
16	$A1$	1.00
		0.00
17	$A2$	1.00
		0.00
18	$B3$	1.00
		0.00
19	$K_k$	1.00
		0.00
20	$A_c$	1.00
		0.00
21	$ZG$	1.00
		0.00
22	$t_d$	1.00
		0.00
23	$C_o$	1.00
		0.00
24	$S_k$	1.00
		0.00
25	$t$	1.00
		0.00

### Model A1 Yapıları

Model A1 binalarının zemin kat yüksekliği 5.00m ve diğer kat yükseklikleri binanın tamamında sabit olup 3.20m olarak seçilmiştir. Kolon boyutları Şekil A24'den de görüldüğü gibi değişken olup, kirişlerin tamamı 25×50cm olarak düzenlenmiştir.

Model A1 binaları türetilirken kat planı korunmuş, beton kalitesi, kat sayısı ve bodrum katın olup olmaması gibi parametreler değiştirilerek farklı yapı modelleri seçilmiştir (Tablo A24).



Şekil A.24. Model A1 yapıları kat planı

Tablo A.24. Model A1 binalarının girdi katmanı bilgileri

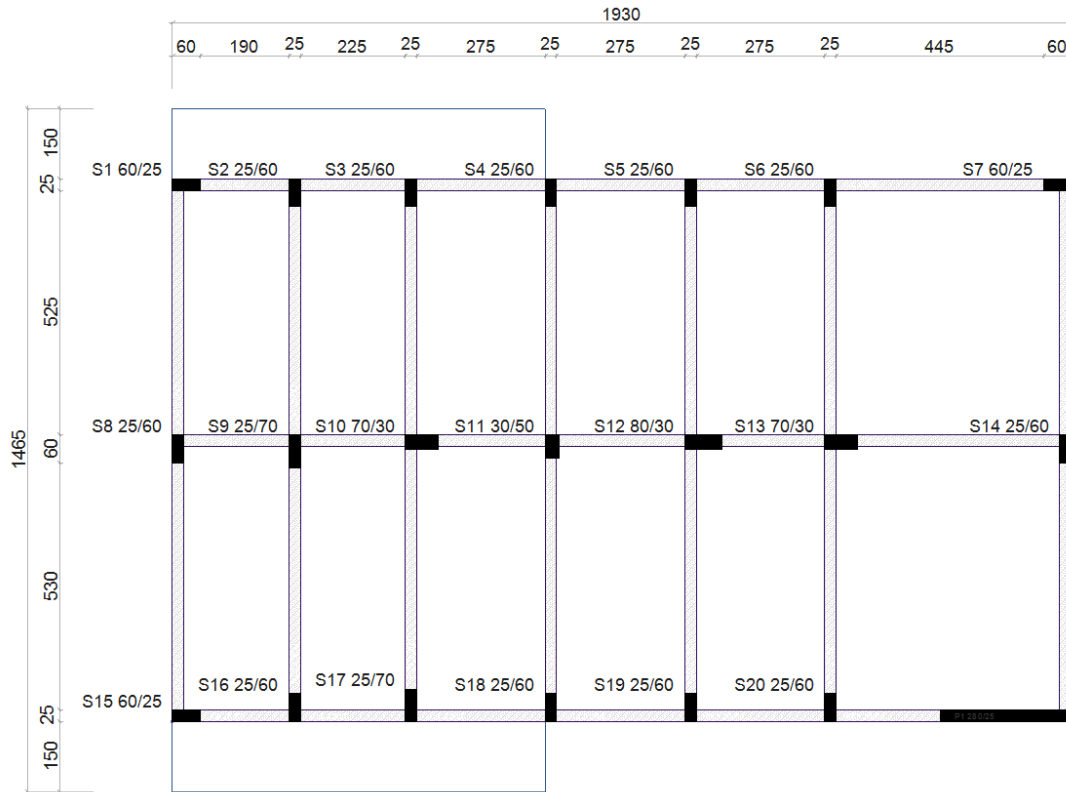
no	girdiler	değerleri
1	$N$	2.00
		4.00
		6.00
		8.00
2	$h_z$	5.00
3	$h_n$	3.20
4	$A_e$	550.00
5	$I_x$	9.73
6	$I_y$	10.73
7	$P_x$	1.00
8	$P_y$	1.00
9	$E$	100
10	$BS$	C20
11	$D_x$	0.00
12	$D_y$	1.00
13	$L_x$	21.00
14	$L_y$	26.20
15	$Z$	Z1
		Z3
		Z4

no	girdiler	değerleri
16	$A1$	1.00
		0.00
17	$A2$	1.00
		0.00
18	$B3$	1.00
		0.00
19	$K_k$	1.00
		0.00
20	$A_c$	1.00
		0.00
21	$ZG$	1.00
		0.00
22	$t_d$	1.00
		0.00
23	$C_o$	1.00
		0.00
24	$S_k$	1.00
		0.00
25	$t$	1.00
		0.00

### Model A2 Yapıları

Model A2 binalarının zemin kat yüksekliği 3.15 m ve diğer kat yükseklikleri binanın tamamında sabit olup 2.80 m olarak seçilmiştir. Kolon boyutları Şekil A25'den de görüldüğü gibi değişken olup, kirişlerin tamamı 25×50cm olarak düzenlenmiştir.

Model A2 binaları türetilirken kat planı korunmuş, beton kalitesi, kat sayısı ve bodrum katın olup olmaması gibi parametreler değiştirilerek farklı yapı modelleri seçilmiştir (Tablo A25).



Şekil A.25. Model A2 yapıları kat planı



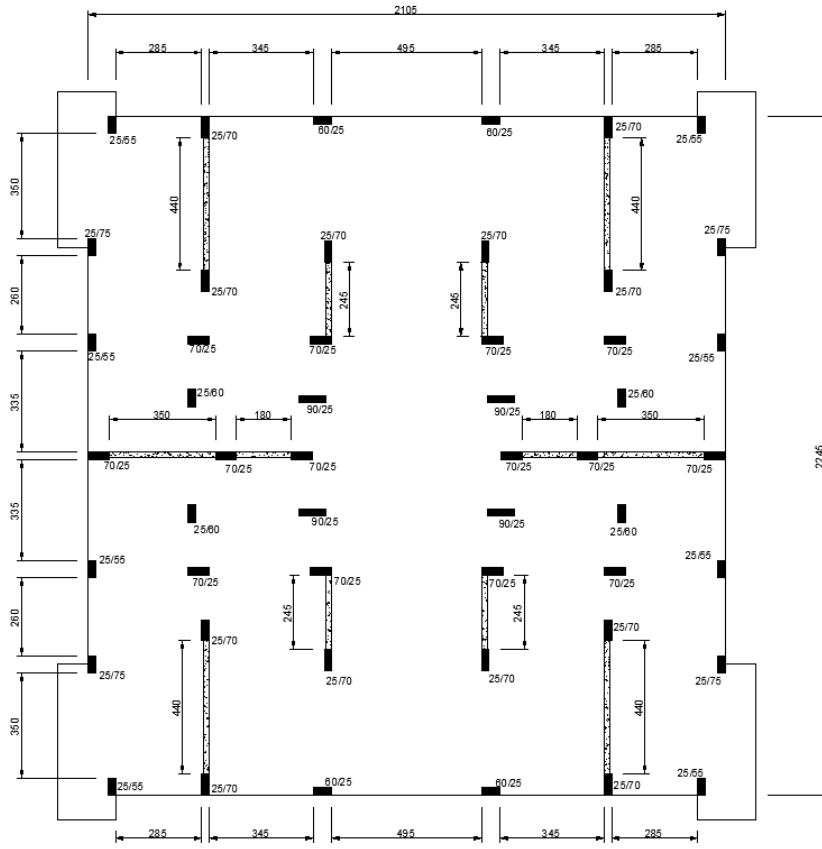
Tablo A.25. Model A2 binalarının girdi katmanı bilgileri

no	girdiler	değerleri
1	$N$	2.00
		4.00
		6.00
		8.00
2	$h_z$	3.15
3	$h_n$	2.80
4	$A_e$	224.85
5	$I_x$	0.07
6	$I_y$	0.51
7	$P_x$	0.00
8	$P_y$	1.00
9	$E$	100
10	$BS$	C10
11	$D_x$	1.00
12	$D_y$	1.00
13	$L_x$	19.30
14	$L_y$	11.65
15	$Z$	Z1
		Z3
		Z4

no	girdiler	değerleri
16	$A1$	1.00
		0.00
17	$A2$	1.00
		0.00
18	$B3$	1.00
		0.00
19	$K_k$	1.00
		0.00
20	$A_c$	1.00
		0.00
21	$ZG$	1.00
		0.00
22	$t_d$	1.00
		0.00
23	$C_o$	1.00
		0.00
24	$S_k$	1.00
		0.00
25	$t$	1.00
		0.00

## **EK-B. Referans Seti**

Bu tez çalışmasında, YSA tabanlı modelin performansını doğrulamak amacıyla referans seti oluşturulmuştur. Referans setindeki binalar Bingöl ilindeki gerçek binalardan seçilmiştir. Bu binalar 2003 Bingöl depremine maruz kalmış ve hasar durumlarına göre ODTU [SERU Structural Engineering Research Unit, 2011] tarafından sınıflandırılmıştır. Bu bölümde bu bina modellerinin planları, YSA tabanlı performans değerlendirme modelinin girdi katmanı ve çıktı katmanındaki bilgileri sunulmuştur.

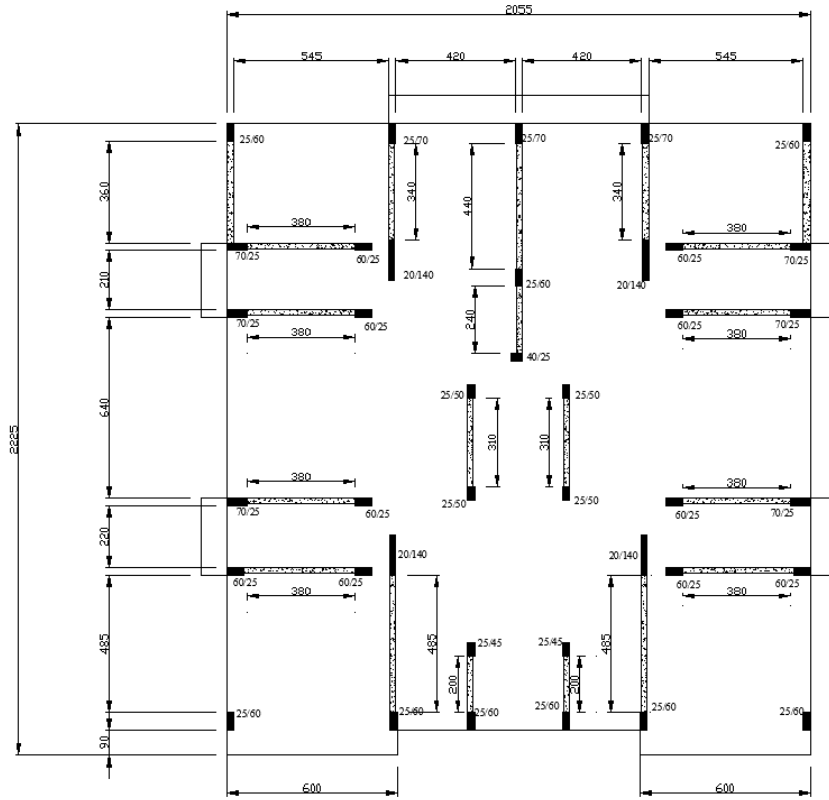
**BNG-3-4-1 Yapısı**

Şekil B.1. BNG-3-4-1 binasının kat planı [SERU Structural Engineering Research Unit, 2011]

Tablo B.1. BNG-3-4-1 binasının girdi katmanı bilgileri

no	girdiler	değerleri
1	$N$	4.00
2	$h_z$	2.80
3	$h_n$	2.80
4	$A_e$	488.58
5	$I_x$	0.20
6	$I_y$	0.19
7	$P_x$	0.00
8	$P_y$	0.00
9	$E$	250
10	$BS$	C20
11	$D_x$	1.00
12	$D_y$	1.00
13	$L_x$	21.05

no	girdiler	değerleri
14	$L_y$	22.45
15	$Z$	Z4
15	$A1$	0.00
16	$A2$	0.00
17	$B3$	0.00
18	$K_k$	0.00
19	$A_c$	0.00
20	$ZG$	0.00
21	$t_d$	1.00
22	$C_o$	0.00
23	$S_k$	0.00
24	$t$	0.00

**BNG-3-4-2 Yapısı**

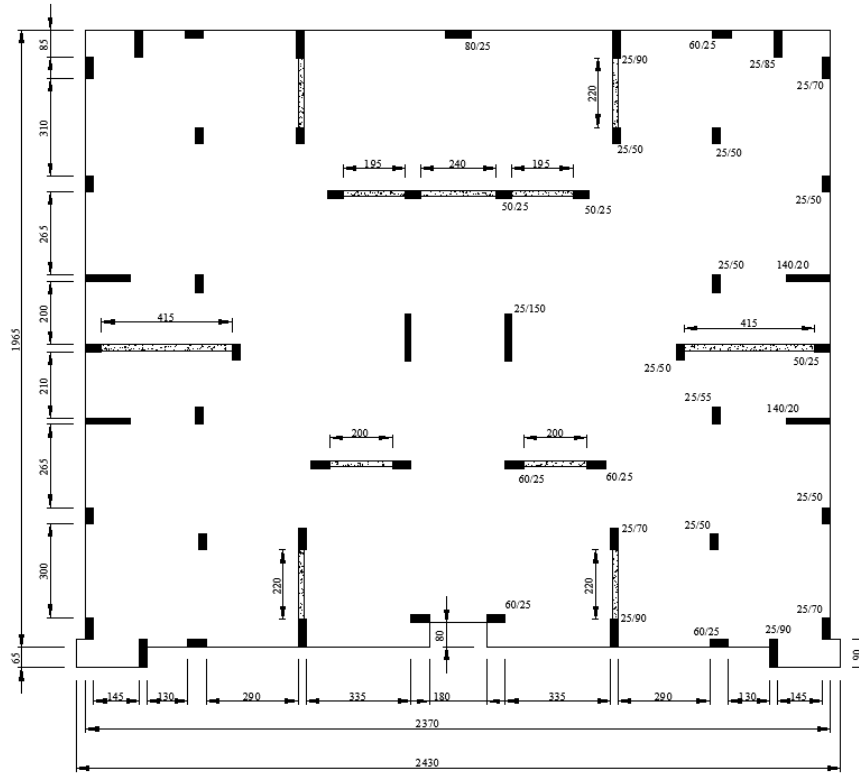
Şekil B.2. BNG-3-4-2 binasının kat planı [SERU Structural Engineering Research Unit, 2011]

Tablo B.2. BNG-3-4-2 binasının girdi katmanı bilgileri

no	girdiler	değerleri
1	$N$	4.00
2	$h_z$	2.80
3	$h_n$	2.80
4	$A_e$	467.23
5	$I_x$	0.10
6	$I_y$	0.27
7	$P_x$	0.00
8	$P_y$	1.00
9	$E$	250
10	$BS$	C20
11	$D_x$	1.00
12	$D_y$	1.00
13	$L_x$	20.55

no	girdiler	değerleri
14	$L_y$	22.25
15	$Z$	Z4
15	$A1$	0.00
16	$A2$	0.00
17	$B3$	0.00
18	$K_k$	0.00
19	$A_c$	1.00
20	$ZG$	0.00
21	$t_d$	1.00
22	$C_o$	0.00
23	$S_k$	0.00
24	$t$	0.00

### BNG-3-4-4 Yapısı

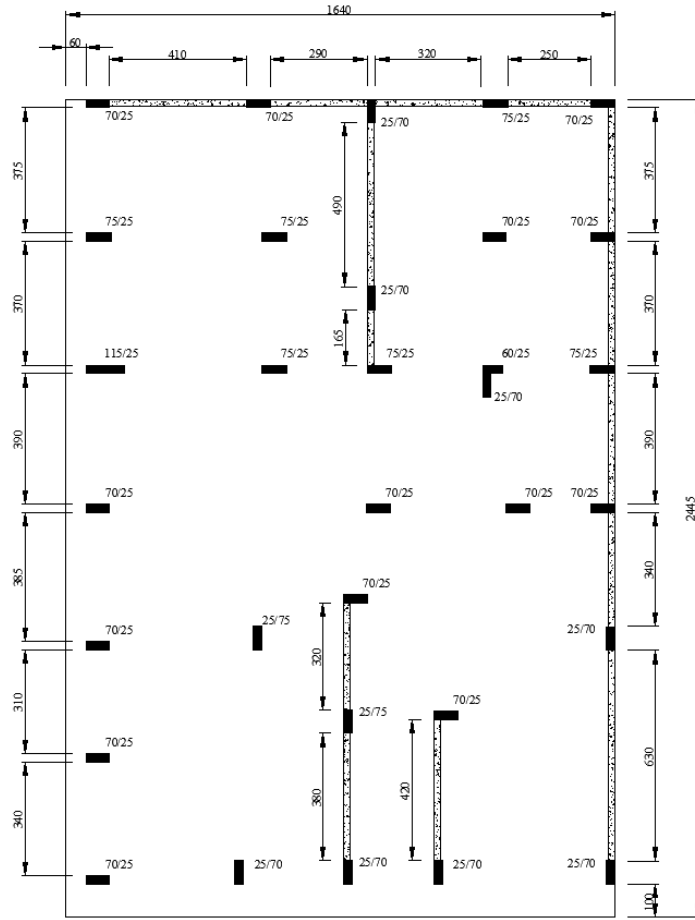


Şekil B.3. BNG-3-4-4 binasının kat planı [SERU Structural Engineering Research Unit, 2011]

Tablo B.3. BNG-3-4-4 binasının girdi katmanı bilgileri

no	girdiler	değerleri
1	$N$	4.00
2	$h_z$	2.80
3	$h_n$	2.80
4	$A_e$	477.50
5	$I_x$	0.28
6	$I_y$	0.36
7	$P_x$	1.00
8	$P_y$	0.00
9	$E$	C20
10	$BS$	250
11	$D_x$	1.00
12	$D_y$	1.00
13	$L_x$	24.30

no	girdiler	değerleri
14	$L_y$	19.65
15	$Z$	Z4
15	$A1$	0.00
16	$A2$	0.00
17	$B3$	0.00
18	$K_k$	0.00
19	$A_c$	0.00
20	$ZG$	0.00
21	$t_d$	1.00
22	$C_o$	0.00
23	$S_k$	0.00
24	$t$	0.00

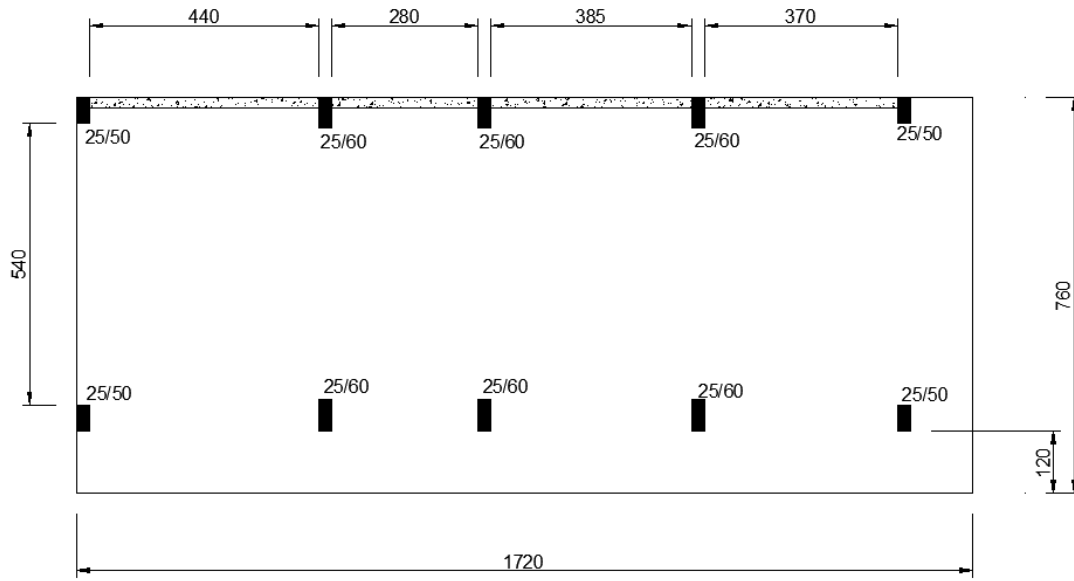
**BNG-5-5-1 Yapısı**

Şekil B.4. BNG-5-5-1 binasının kat planı [SERU Structural Engineering Research Unit, 2011]

Tablo B.4. BNG-5-5-1 binasının girdi katmanı bilgileri

no	girdiler	değerleri
1	$N$	5.00
2	$h_z$	3.80
3	$h_n$	3.00
4	$A_e$	370.51
5	$I_x$	0.20
6	$I_y$	0.10
7	$P_x$	0.00
8	$P_y$	0.00
9	$E$	100
10	$BS$	C14
11	$D_x$	1.00
12	$D_y$	1.00
13	$L_x$	16.40

no	girdiler	değerleri
14	$L_y$	24.45
15	$Z$	Z4
15	$A1$	1.00
16	$A2$	0.00
17	$B3$	0.00
18	$K_k$	0.00
19	$A_c$	1.00
20	$ZG$	0.00
21	$t_d$	1.00
22	$C_o$	0.00
23	$S_k$	0.00
24	$t$	0.00

**BNG-6-2-8 Yapısı**

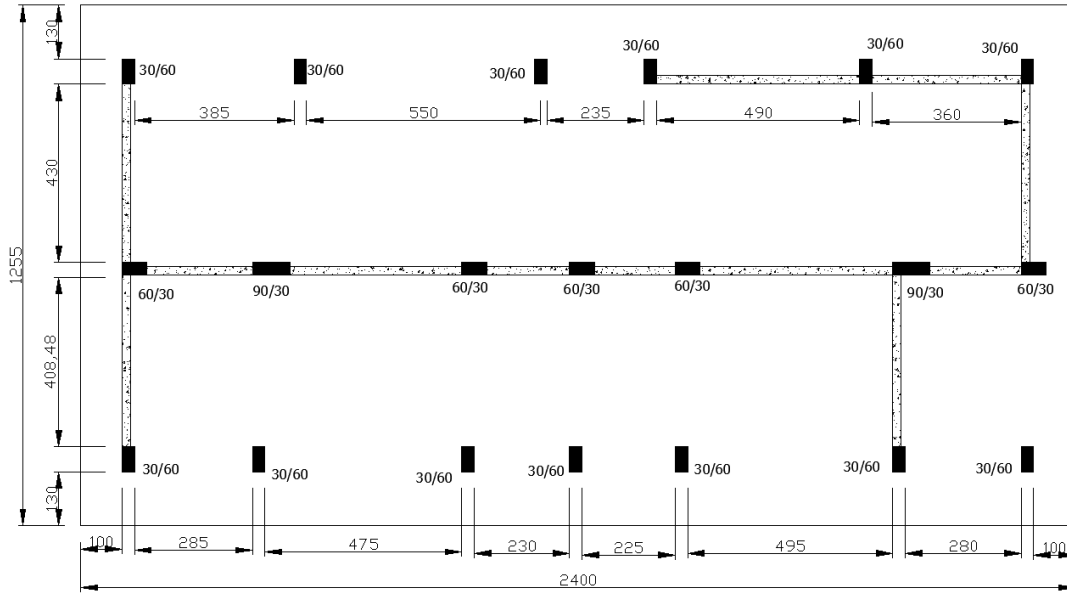
Şekil B.5. BNG-6-2-8 binasının kat planı [SERU Structural Engineering Research Unit, 2011]

Tablo B.5. BNG-6-2-8 binasının girdi katman bilgileri

no	girdiler	değerleri
1	$N$	2.00
2	$h_z$	3.20
3	$h_n$	2.70
4	$A_e$	102.40
5	$I_x$	0.008
6	$I_y$	0.045
7	$P_x$	0.00
8	$P_y$	0.00
9	$E$	500
10	$BS$	C20
11	$D_x$	1.00
12	$D_y$	0.00
13	$L_x$	16.00

no	girdiler	değerleri
14	$L_y$	6.40
15	$Z$	Z4
15	$A1$	1.00
16	$A2$	0.00
17	$B3$	0.00
18	$K_k$	1.00
19	$A_c$	1.00
20	$ZG$	0.00
21	$t_d$	0.00
22	$C_o$	0.00
23	$S_k$	1.00
24	$t$	0.00

### BNG-6-3-1 Yapısı



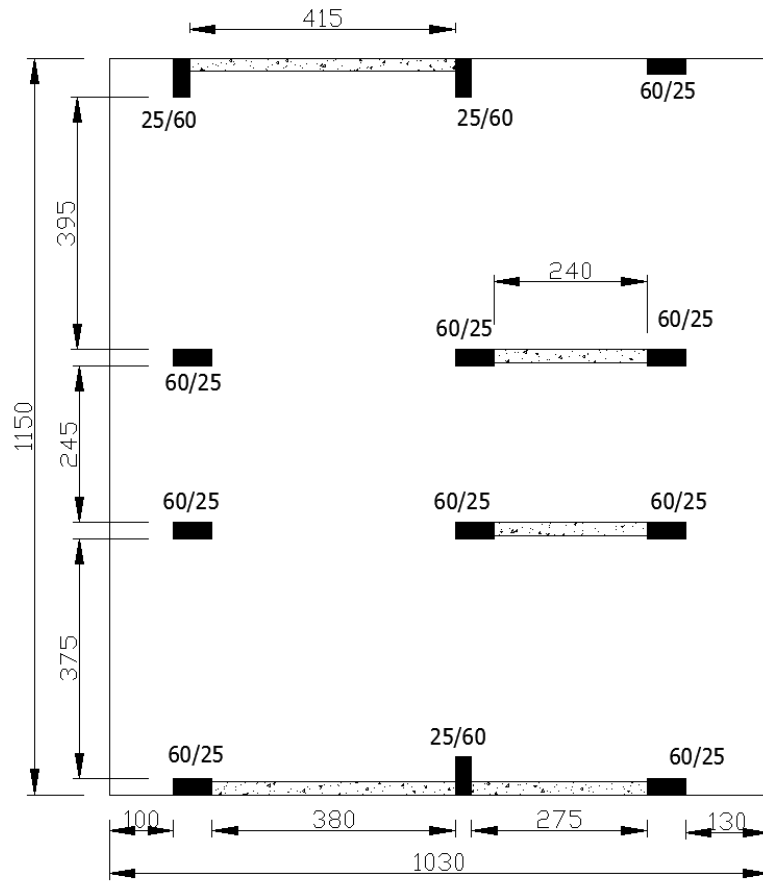
Şekil B.6. BNG-6-3-1 binasının kat planı [SERU Structural Engineering Research Unit, 2011]

Tablo B.6. BNG-6-3-1 binasının girdi katmanı bilgileri

no	girdiler	değerleri
1	$N$	3.00
2	$h_z$	3.30
3	$h_n$	2.80
4	$A_e$	218.90
5	$I_x$	0.08
6	$I_y$	0.08
7	$P_x$	0.00
8	$P_y$	0.00
9	$E$	300
10	$BS$	C20
11	$D_x$	1.00
12	$D_y$	1.00
13	$L_x$	24.00

no	girdiler	değerleri
14	$L_y$	12.55
15	$Z$	Z4
15	$A1$	0.00
16	$A2$	0.00
17	$B3$	0.00
18	$K_k$	1.00
19	$A_c$	1.00
20	$ZG$	0.00
21	$t_d$	0.00
22	$C_o$	0.00
23	$S_k$	1.00
24	$t$	0.00



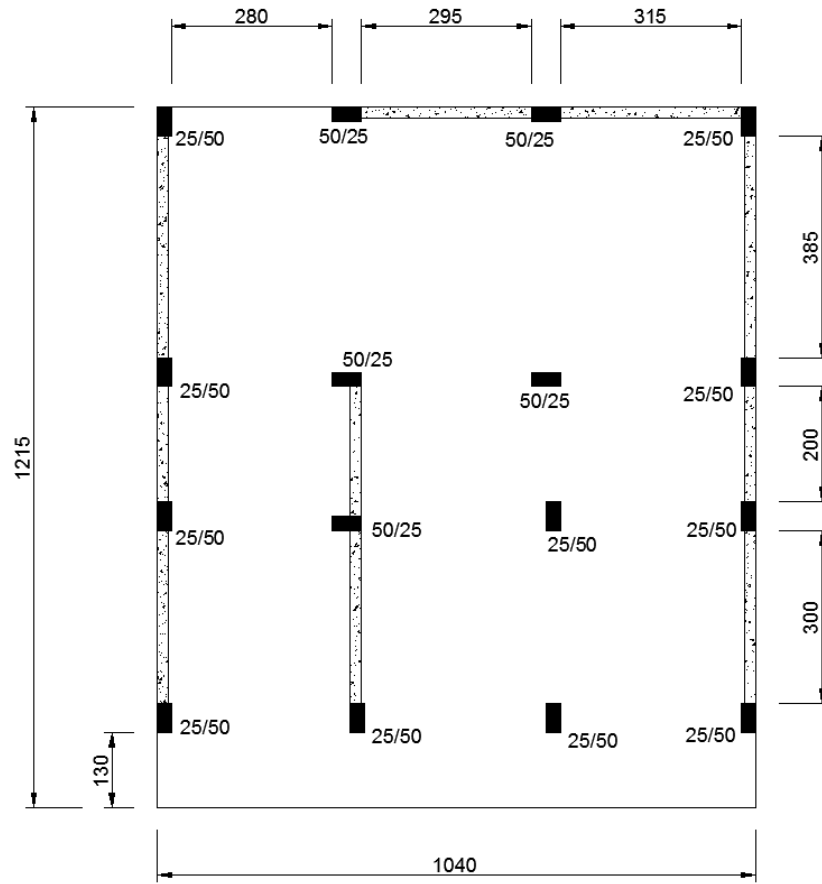
**BNG-6-3-4 Yapısı**

Şekil B.7. BNG-6-3-4 binasının kat planı [SERU Structural Engineering Research Unit, 2011]

Tablo B.7. BNG-6-3-4 binasının girdi katmanı bilgileri

no	girdiler	değerleri
1	$N$	3.00
2	$h_z$	3.00
3	$h_n$	2.90
4	$A_e$	106.95
5	$I_x$	0.04
6	$I_y$	0.02
7	$P_x$	0.00
8	$P_y$	0.00
9	$E$	C16
10	$BS$	300
11	$D_x$	1.00
12	$D_y$	0.00
13	$L_x$	10.30

no	girdiler	değerleri
14	$L_y$	11.50
15	$Z$	Z4
15	$A1$	0.00
16	$A2$	0.00
17	$B3$	0.00
18	$K_k$	0.00
19	$A_c$	1.00
20	$ZG$	0.00
21	$t_d$	1.00
22	$C_o$	0.00
23	$S_k$	1.00
24	$t$	0.00

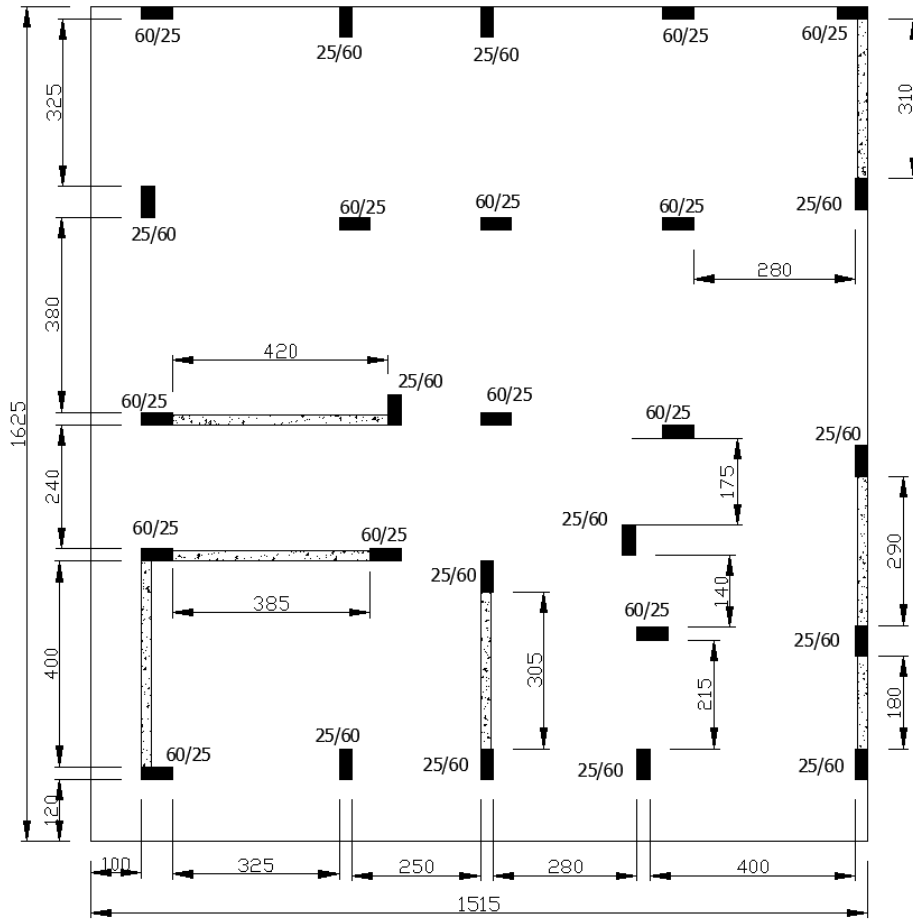
**BNG-6-3-10 Yapısı**

Şekil B.8. BNG-6-3-10 binasının kat planı [SERU Structural Engineering Research Unit, 2011]

Tablo B.8. BNG-6-3-10 binasının girdi katmanı bilgileri

no	girdiler	değerleri
1	$N$	3.00
2	$h_z$	3.50
3	$h_n$	3.00
4	$A_e$	112.84
5	$I_x$	0.02
6	$I_y$	0.03
7	$P_x$	0.00
8	$P_y$	0.00
9	$E$	250
10	$BS$	C16
11	$D_x$	1.00
12	$D_y$	1.00
13	$L_x$	10.40

no	girdiler	değerleri
14	$L_y$	12.15
15	$Z$	Z4
15	$A1$	1.00
16	$A2$	0.00
17	$B3$	0.00
18	$K_k$	0.00
19	$A_c$	1.00
20	$ZG$	1.00
21	$t_d$	1.00
22	$C_o$	1.00
23	$S_k$	1.00
24	$t$	0.00

**BNG-6-3-11 Yapısı**

Şekil B.9. BNG-6-3-11 binasının kat planı [SERU Structural Engineering Research Unit, 2011]

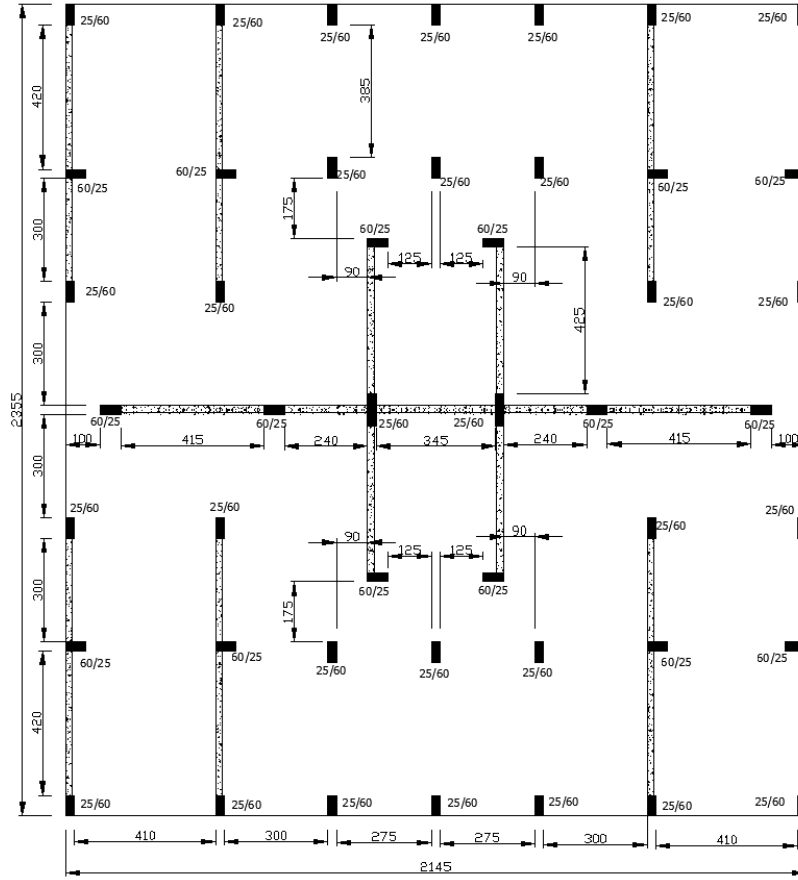
Tablo B.9. BNG-6-3-11 binasının girdi katmanı bilgileri

no	girdiler	değerleri
1	$N$	3.00
2	$h_z$	3.15
3	$h_n$	2.80
4	$A_e$	212.95
5	$I_x$	0.07
6	$I_y$	0.07
7	$P_x$	0.00
8	$P_y$	0.00
9	$E$	200
10	$BS$	C14
11	$D_x$	1.00
12	$D_y$	1.00
13	$L_x$	15.15

no	girdiler	değerleri
14	$L_y$	16.25
15	$Z$	Z4
15	$A1$	1.00
16	$A2$	0.00
17	$B3$	0.00
18	$K_k$	0.00
19	$A_c$	1.00
20	$ZG$	0.00
21	$t_d$	0.00
22	$C_o$	1.00
23	$S_k$	0.00
24	$t$	0.00



### BNG-6-4-2 Yapısı

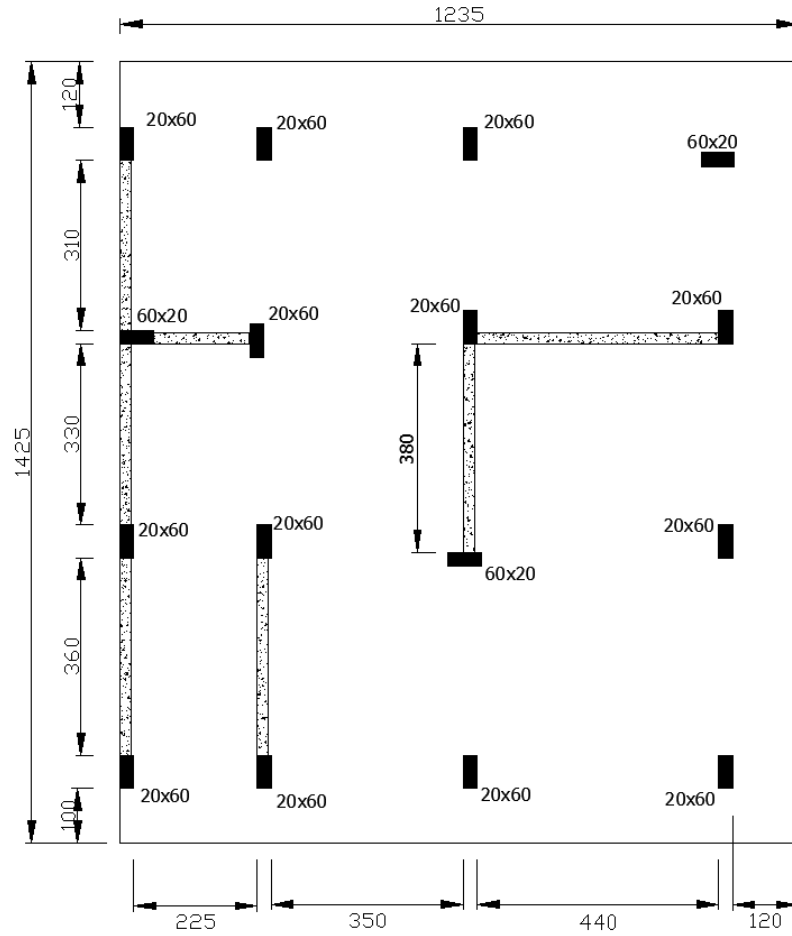


Şekil B.11. BNG-6-4-2 binasının kat planı [SERU Structural Engineering Research Unit, 2011]

Tablo B.11. BNG-6-4-2 binasının girdi katmanı bilgileri

no	girdiler	değerleri
1	$N$	4.00
2	$h_z$	3.40
3	$h_n$	2.80
4	$A_e$	505.15
5	$I_x$	0.08
6	$I_y$	0.14
7	$P_x$	0.00
8	$P_y$	0.00
9	$E$	300
10	$BS$	C20
11	$D_x$	1.00
12	$D_y$	1.00
13	$L_x$	21.45

no	girdiler	değerleri
14	$L_y$	23.55
15	$Z$	Z4
15	$A1$	1.00
16	$A2$	1.00
17	$B3$	0.00
18	$K_k$	0.00
19	$A_c$	1.00
20	$ZG$	0.00
21	$t_d$	1.00
22	$C_o$	1.00
23	$S_k$	1.00
24	$t$	1.00

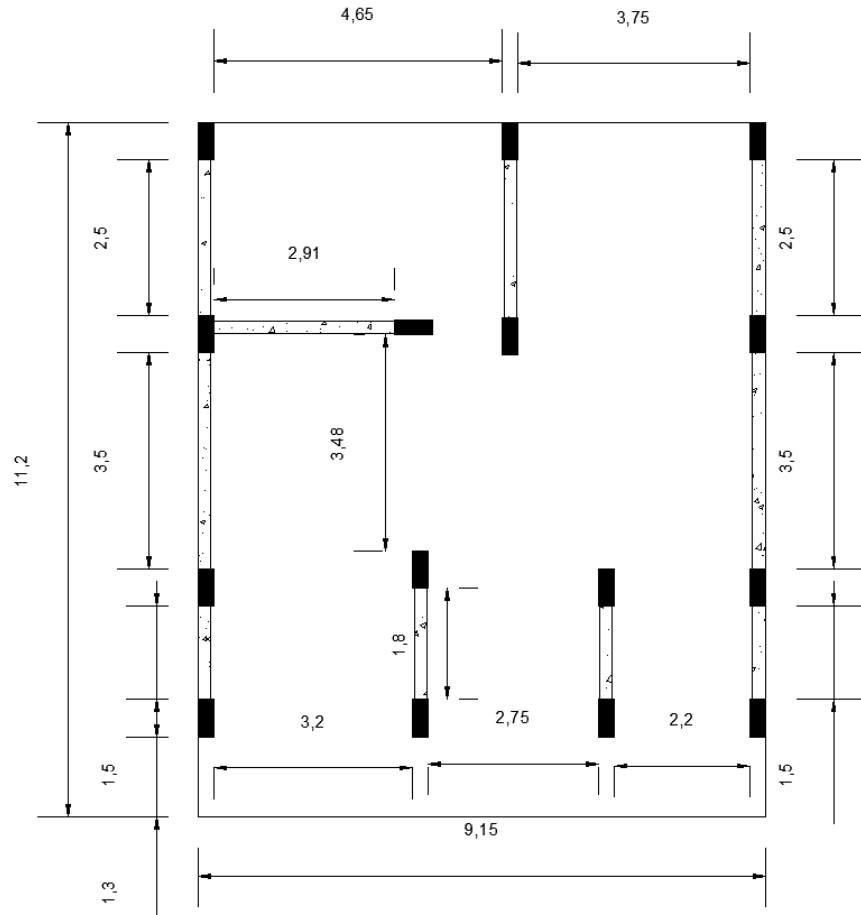
**BNG-6-4-3 Yapısı**

Şekil B.12. BNG-6-4-3 binasının kat planı [SERU Structural Engineering Research Unit, 2011]

Tablo B.12. BNG-6-4-3 binasının girdi katmanı bilgileri

no	girdiler	değerleri
1	$N$	4.00
2	$h_z$	2.80
3	$h_n$	2.80
4	$A_e$	134.36
5	$I_x$	0.016
6	$I_y$	0.05
7	$P_x$	0.00
8	$P_y$	0.00
9	$E$	500
10	$BS$	C08
11	$D_x$	1.00
12	$D_y$	1.00
13	$L_x$	12.35

no	girdiler	değerleri
14	$L_y$	14.25
15	$Z$	Z4
15	$A1$	1.00
16	$A2$	0.00
17	$B3$	0.00
18	$K_k$	0.00
19	$A_c$	1.00
20	$ZG$	1.00
21	$t_d$	1.00
22	$C_o$	0.00
23	$S_k$	1.00
24	$t$	0.00

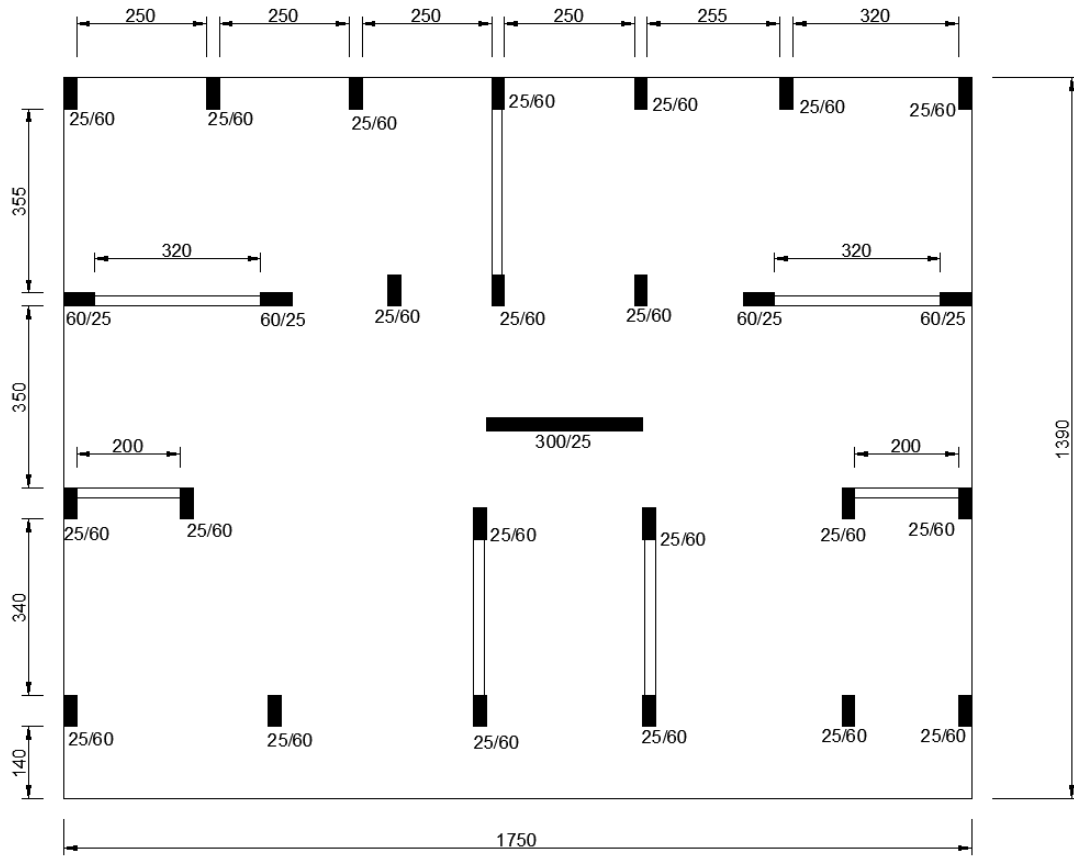
**BNG-6-4-5 Yapısı**

Şekil B.13. BNG-6-4-5 binasının kat planı [SERU Structural Engineering Research Unit, 2011]

Tablo B.13. BNG-6-4-5 binasının girdi katmanı bilgileri

no	girdiler	değerleri
1	$N$	4.00
2	$h_z$	2.80
3	$h_n$	2.80
4	$A_e$	90.59
5	$I_x$	0.02
6	$I_y$	0.06
7	$P_x$	0.00
8	$P_y$	0.00
9	$E$	300
10	$BS$	C20
11	$D_x$	1.00
12	$D_y$	1.00
13	$L_x$	9.15

no	girdiler	değerleri
14	$L_y$	11.20
15	$Z$	Z4
15	$A1$	1.00
16	$A2$	0.00
17	$B3$	0.00
18	$K_k$	0.00
19	$A_c$	1.00
20	$ZG$	0.00
21	$t_d$	1.00
22	$C_o$	0.00
23	$S_k$	1.00
24	$t$	0.00

**BNG-6-4-7 Yapısı**

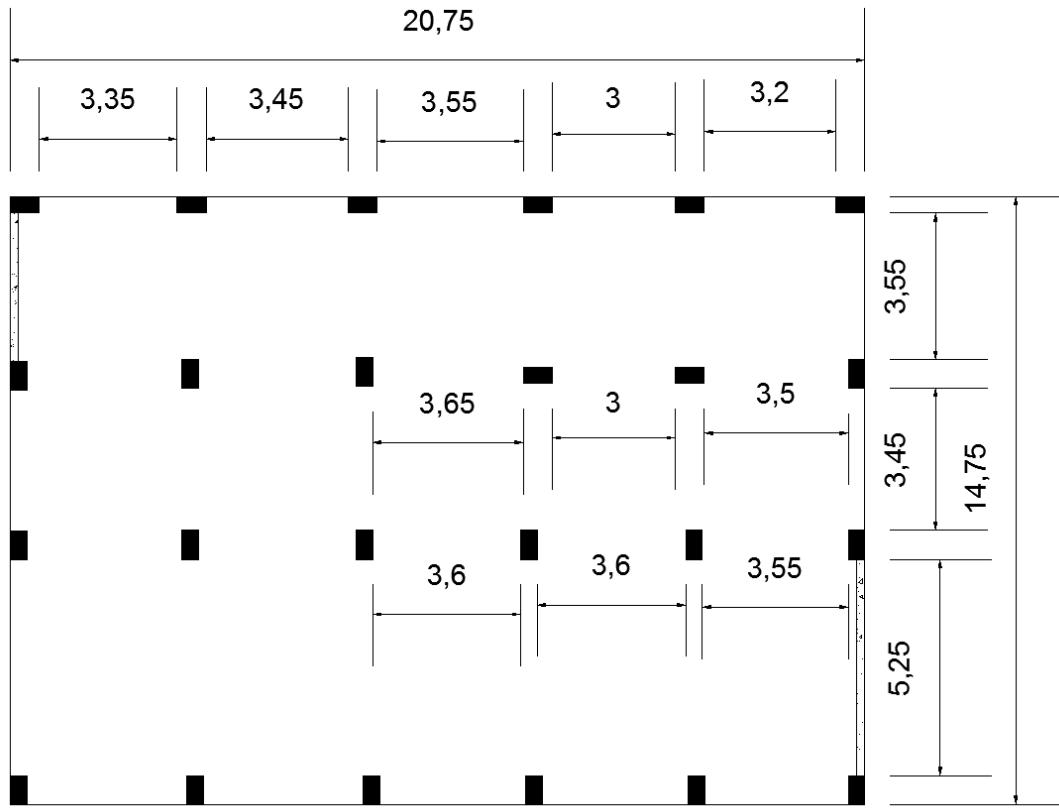
Şekil B.14. BNG-6-4-7 binasının kat planı [SERU Structural Engineering Research Unit, 2011]

Tablo B.14. BNG-6-4-7 binasının girdi katmanı bilgileri

no	girdiler	değerleri
1	$N$	4.00
2	$h_z$	2.75
3	$h_n$	2.75
4	$A_e$	218.75
5	$I_x$	0.60
6	$I_y$	0.10
7	$P_x$	1.00
8	$P_y$	0.00
9	$E$	300
10	$BS$	C20
11	$D_x$	1.00
12	$D_y$	1.00
13	$L_x$	17.50

no	girdiler	değerleri
14	$L_y$	13.90
15	$Z$	Z4
15	$A1$	0.00
16	$A2$	0.00
17	$B3$	0.00
18	$K_k$	0.00
19	$A_c$	1.00
20	$ZG$	0.00
21	$t_d$	1.00
22	$C_o$	0.00
23	$S_k$	1.00
24	$t$	0.00



**BNG-10-3-3 Yapısı**

Şekil B.15. BNG-10-3-3 binasının kat planı [SERU Structural Engineering Research Unit, 2011]

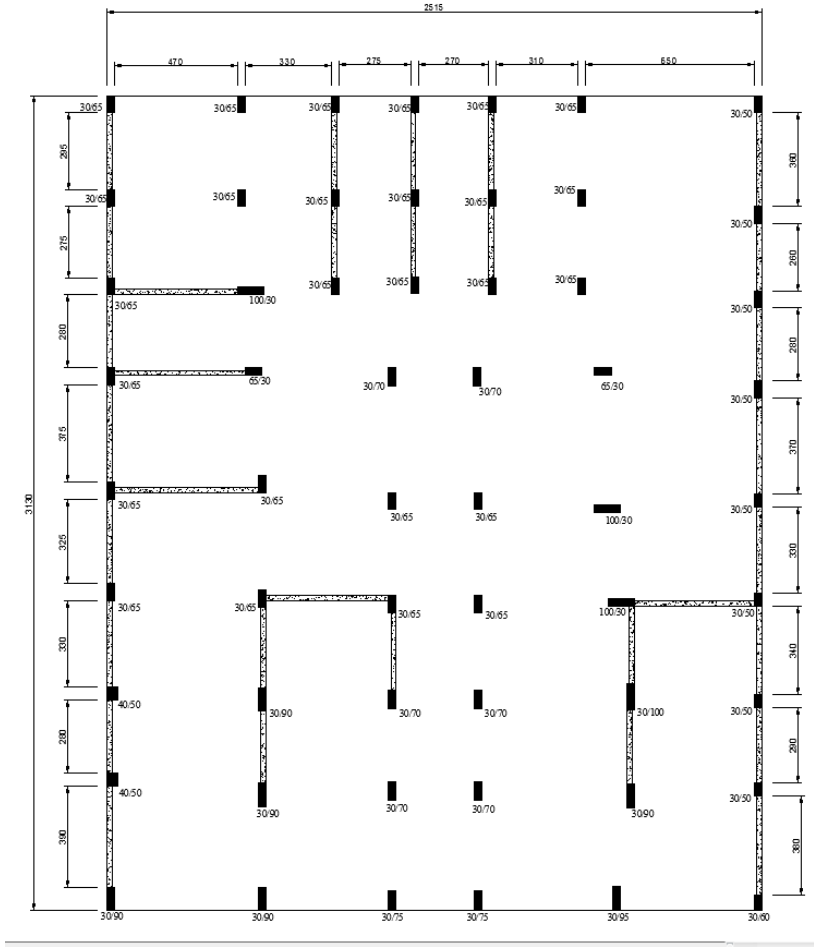
Tablo B.15. BNG-10-3-3 binasının girdi katmanları bilgileri

no	girdiler	değerleri
1	$N$	4.00
2	$h_z$	3.30
3	$h_n$	3.40
4	$A_e$	306.06
5	$I_x$	0.15
6	$I_y$	0.21
7	$P_x$	0.00
8	$P_y$	0.00
9	$E$	300
10	$BS$	C20
11	$D_x$	0.00
12	$D_y$	1.00
13	$L_x$	20.75

no	girdiler	değerleri
14	$L_y$	14.75
15	$Z$	Z4
15	$A1$	0.00
16	$A2$	0.00
17	$B3$	0.00
18	$K_k$	0.00
19	$A_c$	0.00
20	$ZG$	1.00
21	$t_d$	1.00
22	$C_o$	0.00
23	$S_k$	0.00
24	$t$	0.00



### BNG-10-4-4 Yapısı



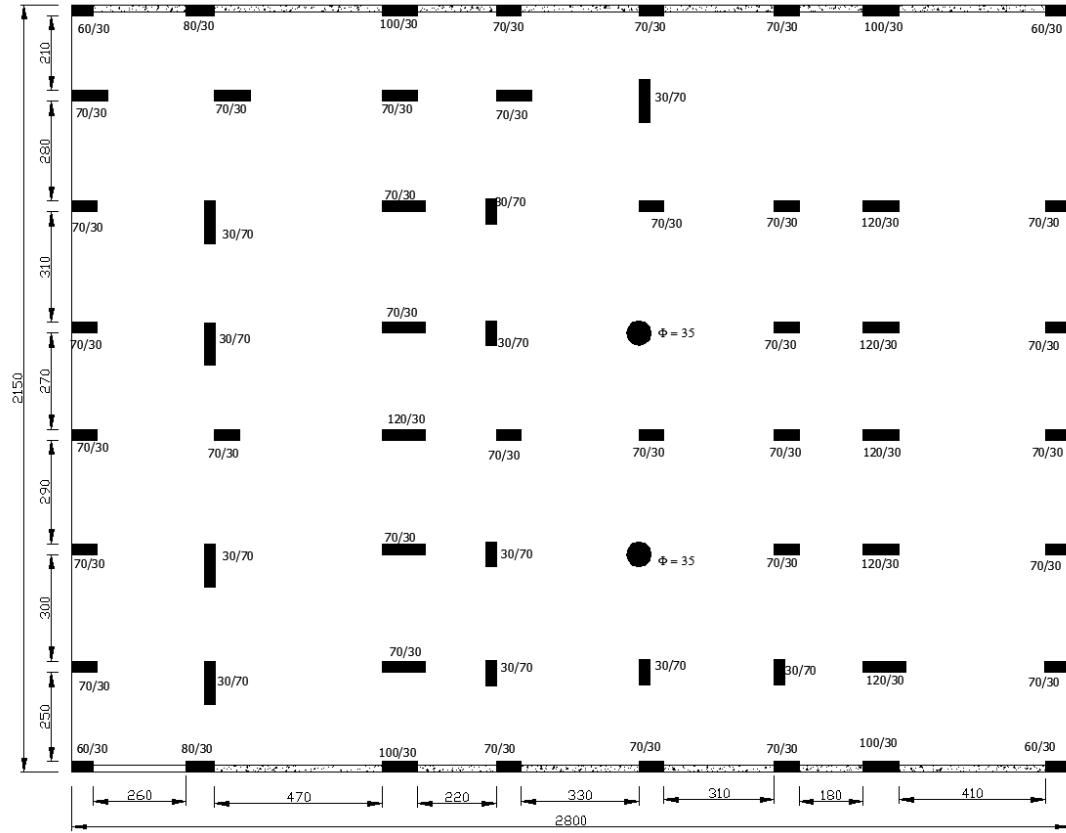
Şekil B.17. BNG-10-4-4 binasının kat planı [SERU Structural Engineering Research Unit, 2011]

Tablo B.17. BNG-10-4-4 binasının girdi katmanı bilgileri

no	girdiler	değerleri
1	$N$	4.00
2	$h_z$	5.40
3	$h_n$	3.00
4	$A_e$	787.20
5	$I_x$	0.17
6	$I_y$	0.41
7	$P_x$	0.00
8	$P_y$	0.00
9	$E$	300
10	$BS$	C14
11	$D_x$	1.00
12	$D_y$	1.00
13	$L_x$	25.15

no	girdiler	değerleri
14	$L_y$	31.30
15	$Z$	Z4
15	$A1$	1.00
16	$A2$	0.00
17	$B3$	0.00
18	$K_k$	0.00
19	$A_c$	1.00
20	$ZG$	0.00
21	$t_d$	1.00
22	$C_o$	1.00
23	$S_k$	1.00
24	$t$	1.00

### BNG-10-4-6 Yapısı



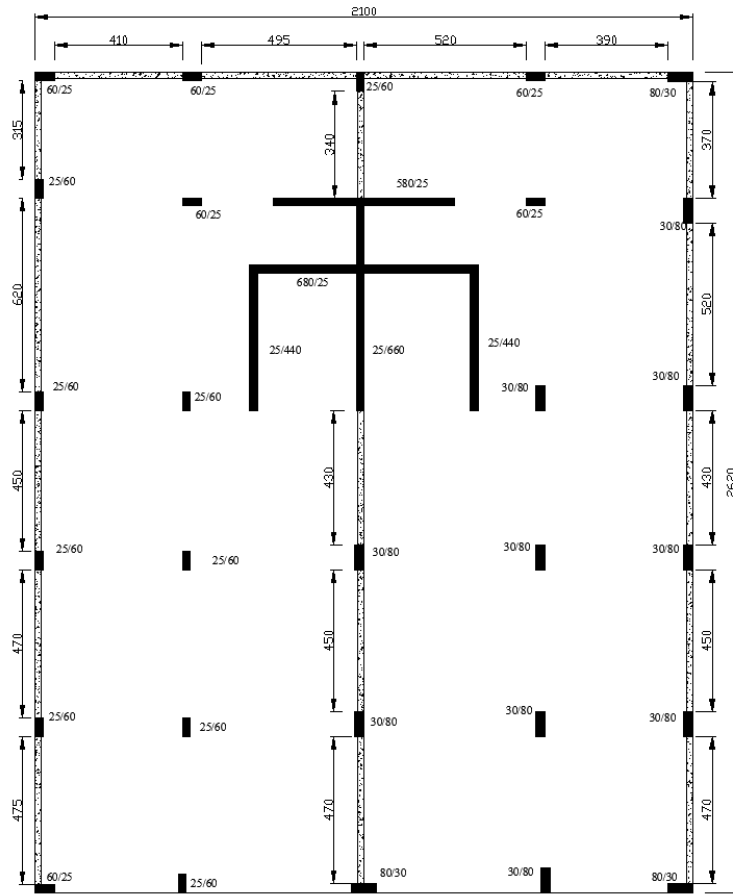
Şekil B.18. BNG-10-4-6 binasının kat planı [SERU Structural Engineering Research Unit, 2011]

Tablo B.18. BNG-10-4-6 binasının girdi katmanı bilgileri

no	girdiler	değerleri
1	$N$	4.00
2	$h_z$	3.30
3	$h_n$	2.70
4	$A_e$	602.00
5	$I_x$	0.71
6	$I_y$	0.19
7	$P_x$	0.00
8	$P_y$	0.00
9	$E$	100
10	$BS$	C18
11	$D_x$	1.00
12	$D_y$	0.00
13	$L_x$	28.00

no	girdiler	değerleri
14	$L_y$	21.50
15	$Z$	Z4
15	$A1$	1.00
16	$A2$	0.00
17	$B3$	0.00
18	$K_k$	1.00
19	$A_c$	0.00
20	$ZG$	0.00
21	$t_d$	1.00
22	$C_o$	1.00
23	$S_k$	0.00
24	$t$	1.00

### BNG-10-4-9 Yapısı

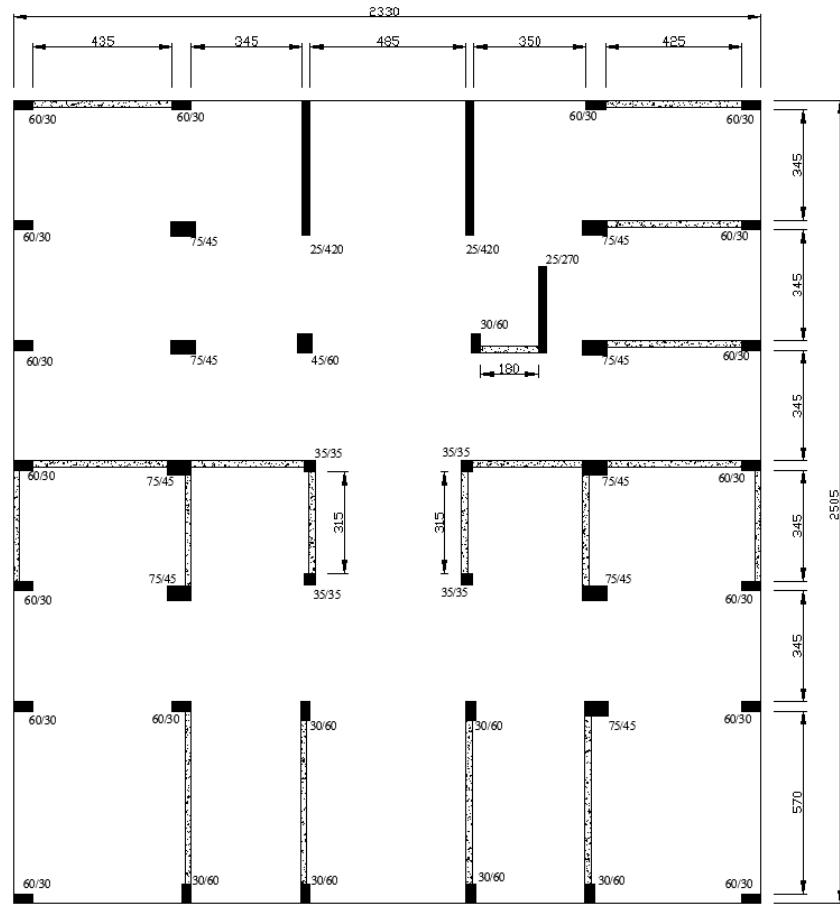


Şekil B.19. BNG-10-4-9 binasının kat planı [SERU Structural Engineering Research Unit, 2011]

Tablo B.19. BNG-10-4-9 binasının girdi katmanı bilgileri

no	girdiler	değerleri
1	$N$	4.00
2	$h_z$	5.00
3	$h_n$	3.20
4	$A_e$	550.20
5	$I_x$	10.71
6	$I_y$	9.72
7	$P_x$	1.00
8	$P_y$	1.00
9	$E$	300
10	$BS$	C20
11	$D_x$	1.00
12	$D_y$	1.00
13	$L_x$	21.00

no	girdiler	değerleri
14	$L_y$	26.20
15	$Z$	Z4
15	$A1$	1.00
16	$A2$	1.00
17	$B3$	0.00
18	$K_k$	0.00
19	$A_c$	0.00
20	$ZG$	0.00
21	$t_d$	1.00
22	$C_o$	1.00
23	$S_k$	0.00
24	$t$	1.00

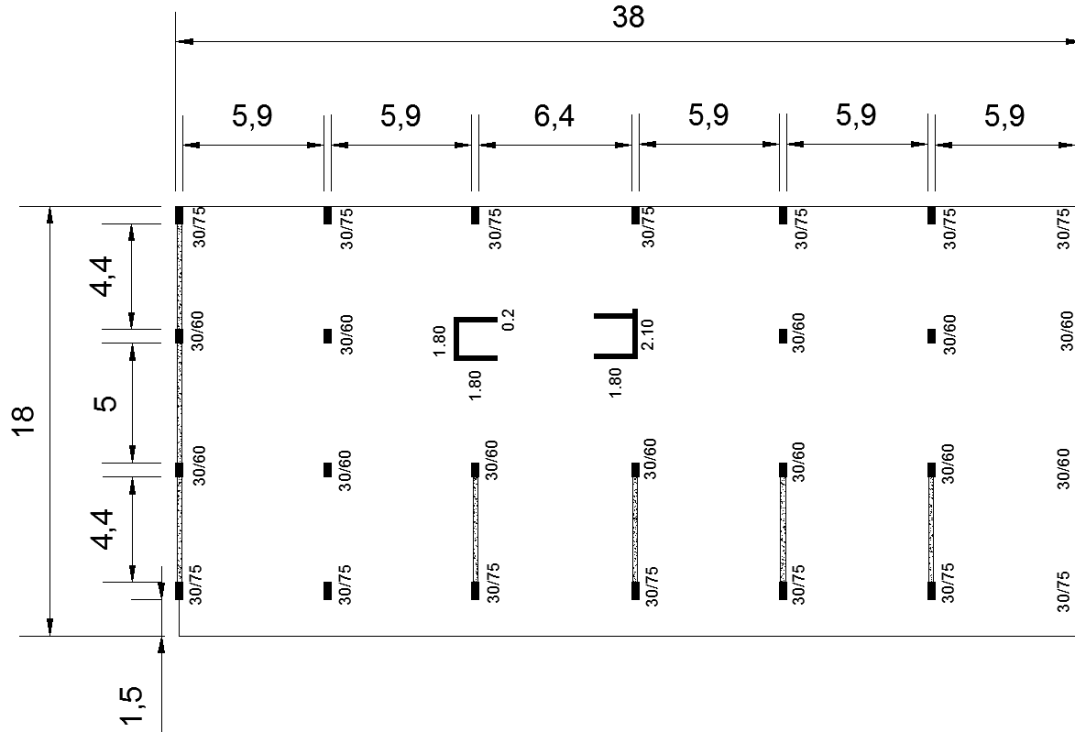
**BNG-10-5-1 Yapısı**

Şekil B.20. BNG-10-5-1 binasının kat planı [SERU Structural Engineering Research Unit, 2011]

Tablo B.20. BNG-10-5-1 binasının girdi katmanı bilgileri

no	girdiler	değerleri
1	$N$	5.00
2	$h_z$	2.80
3	$h_n$	2.80
4	$A_e$	583.67
5	$I_x$	0.25
6	$I_y$	3.62
7	$P_x$	0.00
8	$P_y$	1.00
9	$E$	400
10	$BS$	C20
11	$D_x$	1.00
12	$D_y$	1.00
13	$L_x$	23.30

no	girdiler	değerleri
14	$L_y$	25.05
15	$Z$	Z4
15	$A1$	1.00
16	$A2$	0.00
17	$B3$	0.00
18	$K_k$	0.00
19	$A_c$	0.00
20	$ZG$	0.00
21	$t_d$	1.00
22	$C_o$	0.00
23	$S_k$	0.00
24	$t$	0.00

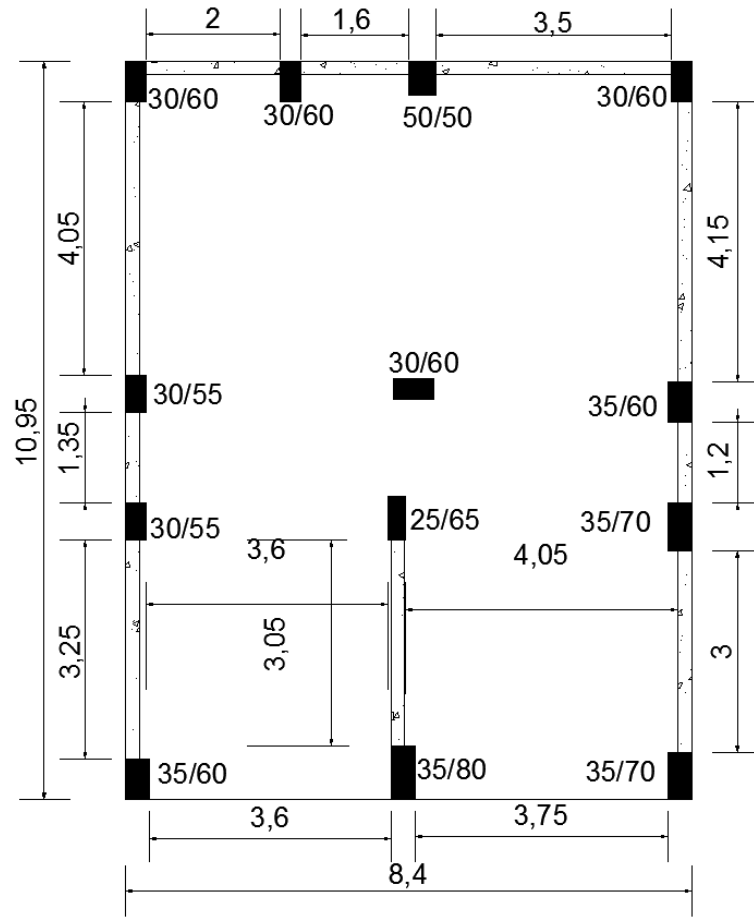
**BNG-10-5-2 Yapısı**

Şekil B.21. BNG-10-5-2 binasının kat planı [SERU Structural Engineering Research Unit, 2011]

Tablo B.21. BNG-10-5-2 binasının girdi katmanı bilgileri

no	girdiler	değerleri
1	$N$	5.00
2	$h_z$	3.85
3	$h_n$	3.40
4	$A_e$	627.00
5	$I_x$	0.43
6	$I_y$	0.46
7	$P_x$	1.00
8	$P_y$	1.00
9	$E$	100
10	$BS$	C20
11	$D_x$	0.00
12	$D_y$	1.00
13	$L_x$	38.00

no	girdiler	değerleri
14	$L_y$	18.00
15	$Z$	Z4
15	$A1$	1.00
16	$A2$	0.00
17	$B3$	0.00
18	$K_k$	0.00
19	$A_c$	1.00
20	$ZG$	0.00
21	$t_d$	1.00
22	$C_o$	0.00
23	$S_k$	0.00
24	$t$	1.00

**BNG-10-5-11 Yapısı**

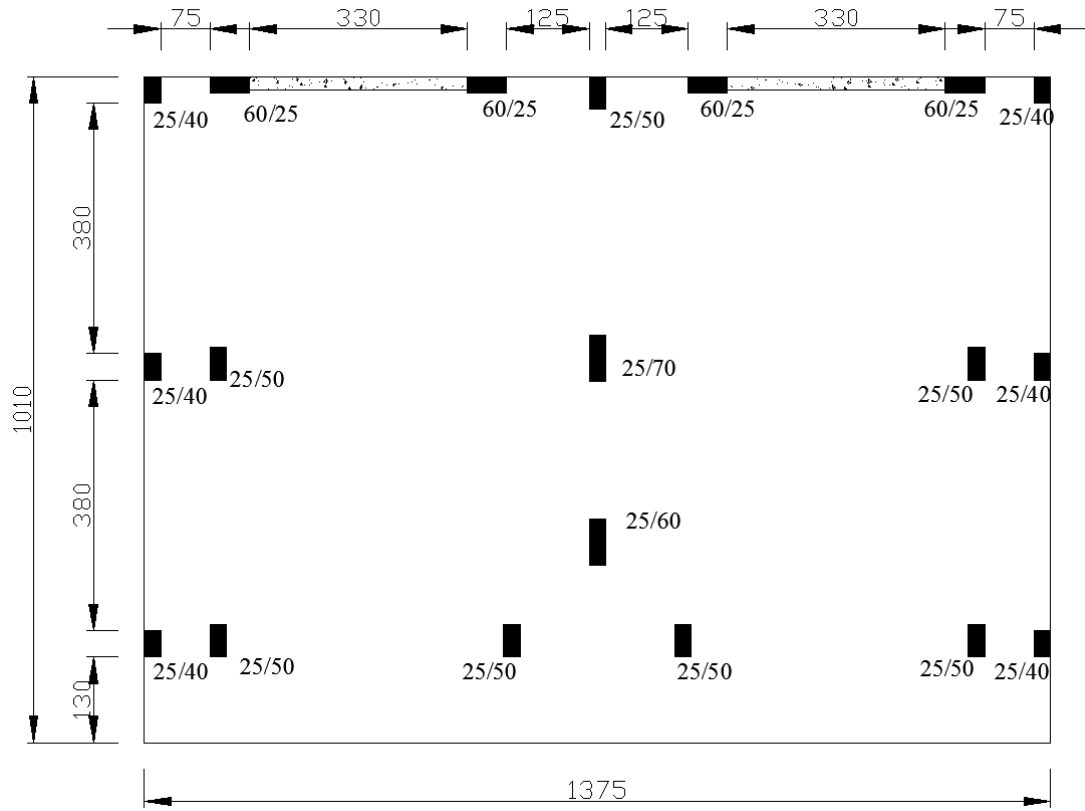
Şekil B.22. BNG-10-5-11 binasının kat planı [SERU Structural Engineering Research Unit, 2011]

Tablo B.22. BNG-10-5-11 binasının girdi katmanı bilgileri

no	girdiler	değerleri
1	$N$	5.00
2	$h_z$	3.00
3	$h_n$	2.75
4	$A_e$	91.98
5	$I_x$	0.03
6	$I_y$	0.08
7	$P_x$	0.00
8	$P_y$	0.00
9	$E$	500
10	$BS$	C16
11	$D_x$	1.00
12	$D_y$	1.00
13	$L_x$	8.40

no	girdiler	değerleri
14	$L_y$	10.95
15	$Z$	Z4
15	$A1$	0.00
16	$A2$	0.00
17	$B3$	0.00
18	$K_k$	0.00
19	$A_c$	0.00
20	$ZG$	0.00
21	$t_d$	0.00
22	$C_o$	1.00
23	$S_k$	0.00
24	$t$	0.00



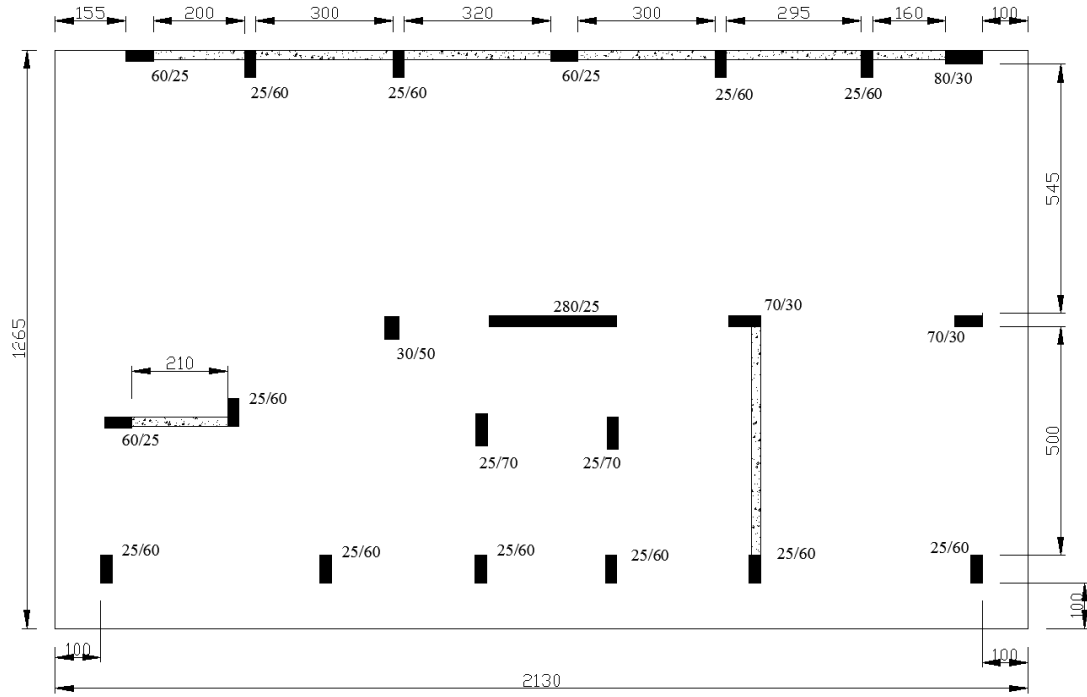
**BNG-11-2-3 Yapısı**

Şekil B.23. BNG-11-2-3 binasının kat planı [SERU Structural Engineering Research Unit, 2011]

Tablo B.23. BNG-11-2-3 binasının girdi katmanı bilgileri

no	girdiler	değerleri
1	$N$	2.00
2	$h_z$	2.90
3	$h_n$	2.80
4	$A_e$	121.00
5	$I_x$	0.03
6	$I_y$	0.04
7	$P_x$	0.00
8	$P_y$	0.00
9	$E$	400
10	$BS$	C20
11	$D_x$	1.00
12	$D_y$	0.00
13	$L_x$	13.75

no	girdiler	değerleri
14	$L_y$	10.10
15	$Z$	Z4
15	$A1$	0.00
16	$A2$	0.00
17	$B3$	0.00
18	$K_k$	1.00
19	$A_c$	1.00
20	$ZG$	1.00
21	$t_d$	1.00
22	$C_o$	0.00
23	$S_k$	1.00
24	$t$	1.00

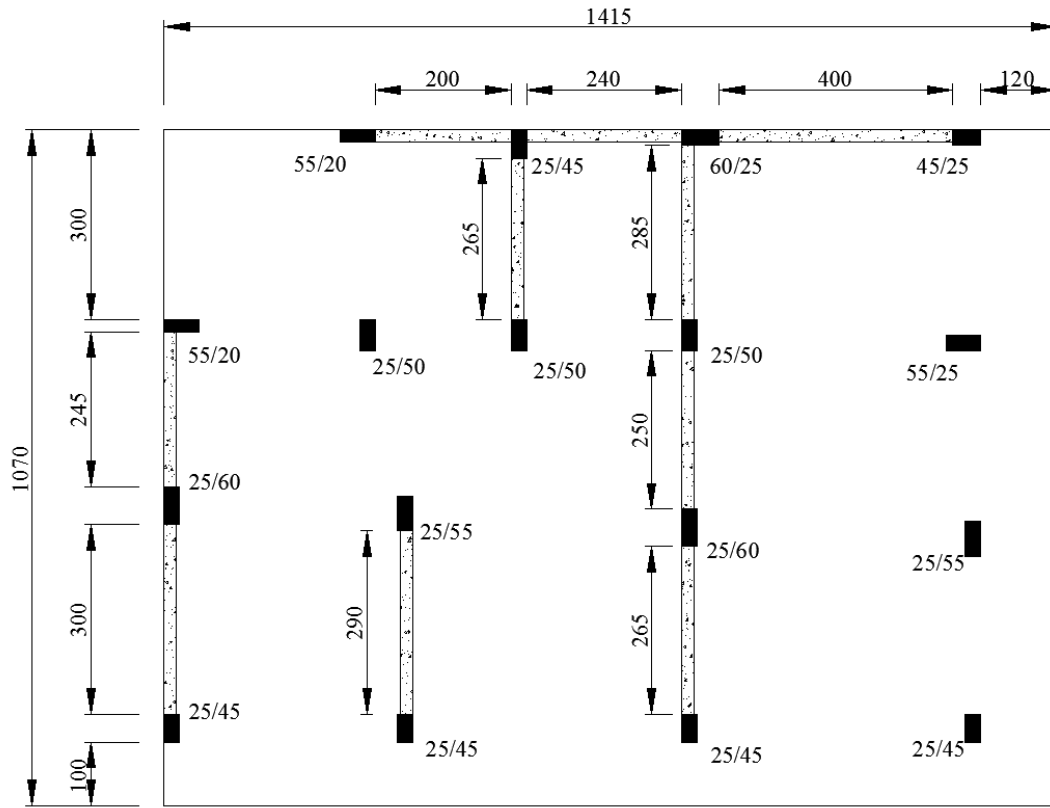
**BNG-11-4-1 Yapısı**

Şekil B.24. BNG-11-4-1 binasının kat planı [SERU Structural Engineering Research Unit, 2011]

Tablo B.24. BNG-11-4-1 binasının girdi katmanı bilgileri

no	girdiler	değerleri
1	$N$	4.00
2	$h_z$	3.15
3	$h_n$	2.80
4	$A_e$	224.85
5	$I_x$	0.51
6	$I_y$	0.07
7	$P_x$	1.00
8	$P_y$	0.00
9	$E$	400
10	$BS$	C20
11	$D_x$	1.00
12	$D_y$	1.00
13	$L_x$	21.30

no	girdiler	değerleri
14	$L_y$	12.65
15	$Z$	Z4
15	$A1$	1.00
16	$A2$	0.00
17	$B3$	0.00
18	$K_k$	0.00
19	$A_c$	1.00
20	$ZG$	0.00
21	$t_d$	0.00
22	$C_o$	1.00
23	$S_k$	1.00
24	$t$	0.00

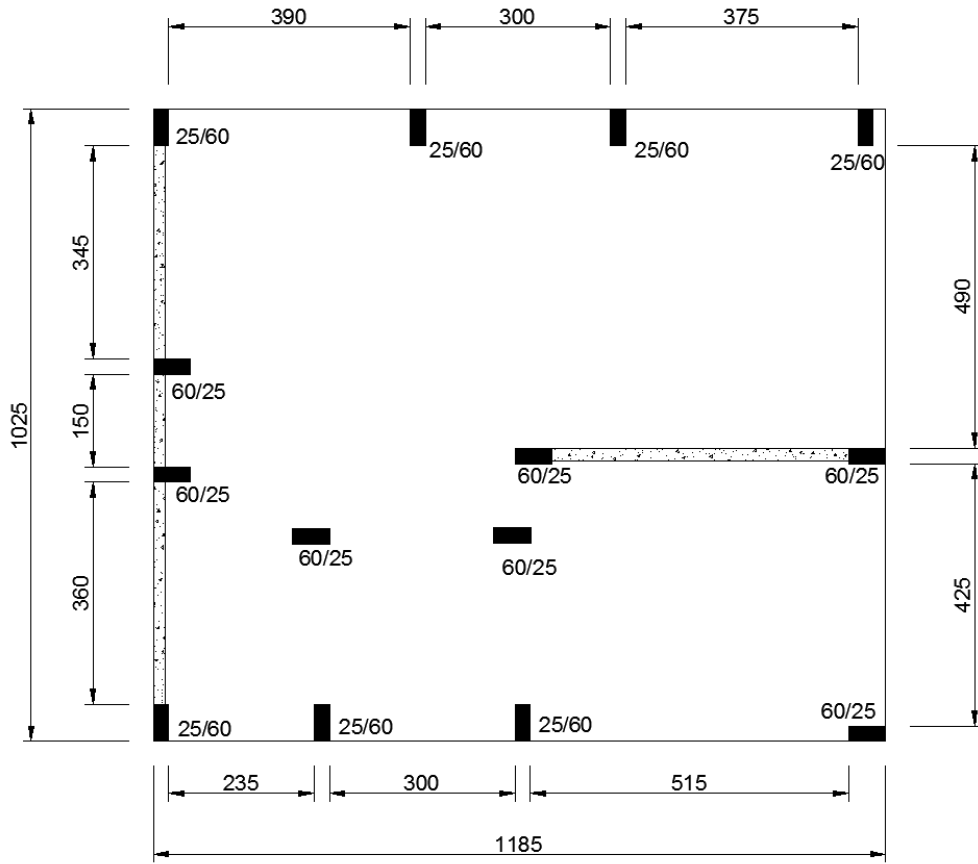
**BNG-11-4-2 Yapısı**

Şekil B.25. BNG-11-4-2 binasının kat planı [SERU Structural Engineering Research Unit, 2011]

Tablo B.25. BNG-11-4-2 binasının girdi katmanı bilgileri

no	girdiler	değerleri
1	$N$	4.00
2	$h_z$	3.50
3	$h_n$	3.00
4	$A_e$	125.62
5	$I_x$	0.02
6	$I_y$	0.04
7	$P_x$	0.00
8	$P_y$	0.00
9	$E$	500
10	$BS$	C08
11	$D_x$	1.00
12	$D_y$	1.00
13	$L_x$	14.15

no	girdiler	değerleri
14	$L_y$	10.70
15	$Z$	Z4
15	$A1$	1.00
16	$A2$	0.00
17	$B3$	0.00
18	$K_k$	0.00
19	$A_c$	1.00
20	$ZG$	1.00
21	$t_d$	0.00
22	$C_o$	0.00
23	$S_k$	1.00
24	$t$	0.00

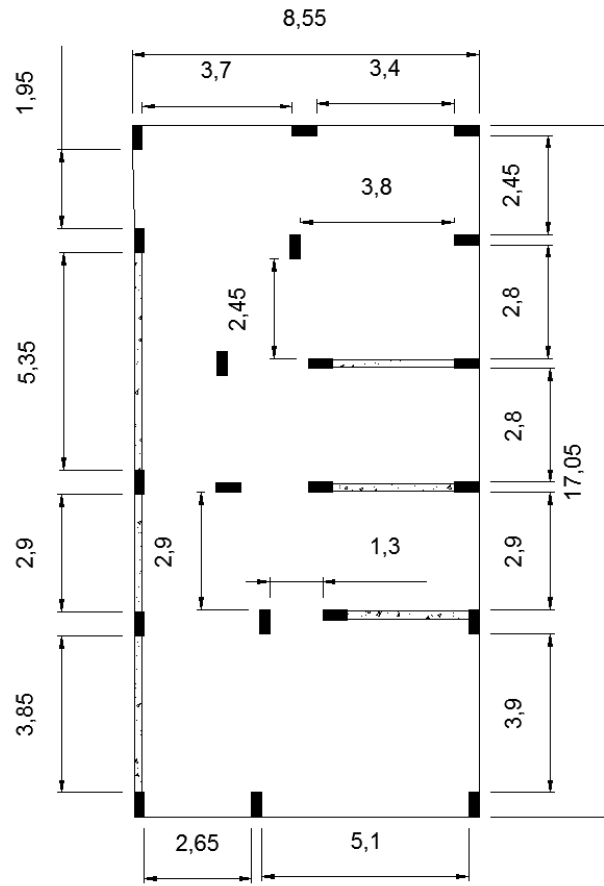
**BNG-11-4-4 Yapısı**

Şekil B.26. BNG-11-4-4 binasının kat planı [SERU Structural Engineering Research Unit, 2011]

Tablo B.26. BNG-11-4-4 binasının girdi katmanı bilgileri

no	girdiler	değerleri
1	$N$	4.00
2	$h_z$	3.05
3	$h_n$	2.80
4	$A_e$	121.46
5	$I_x$	0.04
6	$I_y$	0.04
7	$P_x$	0.00
8	$P_y$	0.00
9	$E$	500
10	$BS$	C08
11	$D_x$	1.00
12	$D_y$	1.00
13	$L_x$	11.85

no	girdiler	değerleri
14	$L_y$	10.25
15	$Z$	Z4
15	$A1$	1.00
16	$A2$	0.00
17	$B3$	0.00
18	$K_k$	1.00
19	$A_c$	1.00
20	$ZG$	0.00
21	$t_d$	1.00
22	$C_o$	0.00
23	$S_k$	1.00
24	$t$	0.00

**BNG-11-4-5 Yapısı**

Şekil B.27. BNG-11-4-5 binasının kat planı [SERU Structural Engineering Research Unit, 2011]

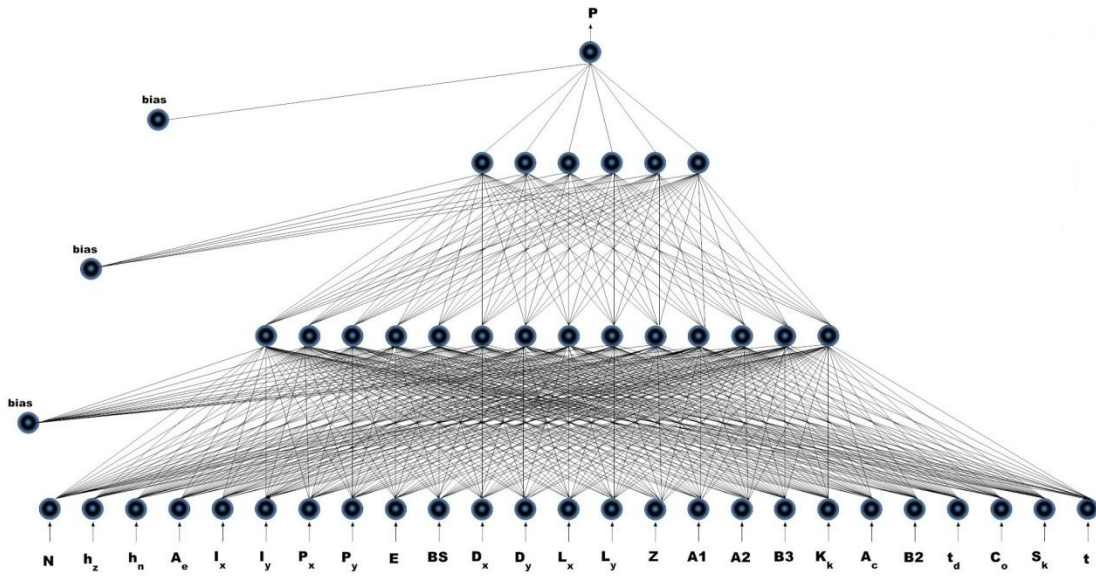
Tablo B.27. BNG-11-4-5 binasının girdi katmanı bilgileri

no	girdiler	değerleri
1	$N$	4.00
2	$h_z$	2.80
3	$h_n$	2.80
4	$A_e$	145.78
5	$I_x$	0.05
6	$I_y$	0.06
7	$P_x$	0.00
8	$P_y$	0.00
9	$E$	500
10	$BS$	C16
11	$D_x$	1.00
12	$D_y$	1.00
13	$L_x$	8.55

no	girdiler	değerleri
14	$L_y$	17.05
15	$Z$	Z4
15	$A1$	1.00
16	$A2$	0.00
17	$B3$	0.00
18	$K_k$	0.00
19	$A_c$	0.00
20	$ZG$	0.00
21	$t_d$	0.00
22	$C_o$	0.00
23	$S_k$	0.00
24	$t$	0.00

## EK-C. YSA Tabanlı Performans Değerlendirme Modelinin Bağlantılarındaki Ağırlık Değerleri

Bu tez çalışmasında mevcut yapıların deprem performanslarının belirlenebilmesi için önerilen YSA tabanlı performans değerlendirme modelinin mimarisi 1 adet girdi katmanı, 2 adet gizli katman ve 1 adet çıktı katmanı olmak üzere dört katmandan oluşmaktadır (Şekil C.1). Eğitilen YSA tabanlı performans değerlendirme modelinin katmanları arasında bulunan bağlantılarındaki ağırlıkları tablolar halinde sunulmuştur (Tablo C.1 – C. 6)



Şekil C.1 YSA tabanlı performans değerlendirme modelinin mimarisi

Tablo C.1. YSA Tabanlı Performans Değerlendirme Modelinin Girdi Katmanı ile 1. Gizli Katmanı Arasındaki Bağlantılardaki Ağırlık Değerleri

İşlem Elemanı	Girdi Katmanı ile 1. Gizli Katman Arasındaki Bağlantılardaki Ağırlık Değerleri													
	W1	W2	W3	W4	W5	W6	W7	W8	W9	W10	W11	W12	W13	W14
$N$	2.842	-1.585	-0.173	3.575	1.243	-0.222	0.140	-0.112	0.088	-0.189	0.242	0.100	0.238	0.732
$h_z$	1.077	-0.449	-1.845	3.271	-0.043	-5.165	1.285	0.346	-2.675	-1.972	-0.307	-2.880	1.040	1.954
$h_n$	1.441	0.072	-1.473	2.056	0.839	1.376	0.519	-2.027	0.517	3.942	-1.080	0.509	1.692	-0.685
$A_e$	-0.538	-0.120	2.543	0.663	0.107	-0.905	-0.170	-1.985	-1.007	1.135	-1.019	0.424	-1.371	1.465
$I_x$	0.215	0.312	0.729	0.505	0.446	-0.848	1.408	2.983	0.482	2.233	-0.265	0.154	2.574	0.210
$I_y$	-0.339	-0.390	1.165	0.556	-0.459	4.825	-2.934	-3.850	0.861	-0.866	2.539	4.396	0.591	1.840
$P_x$	-0.129	-0.044	0.163	-0.634	-0.119	1.252	-0.943	-0.611	1.770	-0.726	0.863	0.435	0.035	0.511
$P_y$	-0.068	-0.018	0.122	0.543	0.002	-0.188	-0.141	-0.139	1.067	0.184	1.986	1.898	-1.494	0.224
$E$	2.744	0.160	-1.005	0.712	0.221	-2.437	0.659	-0.010	-0.031	-0.067	-0.009	-0.047	0.150	2.317
$BS$	-0.162	-0.159	0.254	-0.307	-0.184	1.997	-0.358	4.390	-1.694	0.249	-0.309	0.665	0.617	2.844
$D_x$	-0.330	0.084	0.976	0.337	0.507	-1.364	3.474	1.901	-1.787	5.707	2.339	0.749	-4.512	-0.499
$D_y$	-0.597	-0.580	-0.613	-2.672	-1.143	1.774	-2.756	-1.338	-4.743	-7.530	-2.069	-1.813	1.966	0.668
$L_x$	0.752	0.302	-2.899	0.921	0.071	-2.567	0.967	3.610	2.280	-1.734	0.241	3.432	-3.254	1.063
$L_y$	0.508	0.225	-3.450	-0.185	-0.084	-2.850	1.742	1.238	-0.410	-2.986	-0.881	-5.413	1.022	-0.303
$Z$	0.250	-0.026	2.035	3.100	0.072	-1.996	-1.099	0.166	-0.133	0.073	0.025	0.268	-0.695	1.843
$A1$	0.025	0.010	-0.030	2.390	0.011	-0.195	0.094	0.006	-0.013	-0.005	0.002	0.010	0.005	0.749
$A2$	0.020	0.010	-0.034	0.391	0.010	-0.191	0.110	0.005	-0.013	-0.004	0.001	0.009	0.013	0.350
$B3$	0.243	0.129	-0.485	0.208	0.129	-1.727	0.920	0.061	-0.139	-0.015	0.022	0.085	0.175	-0.392
$K_k$	0.041	0.022	-0.072	0.676	0.021	-0.396	0.200	0.007	-0.026	-0.006	0.003	0.018	0.023	0.184
$A_c$	0.002	0.009	-0.080	-0.018	0.009	-0.142	0.042	-0.011	-0.013	0.004	0.001	0.018	-0.005	1.506
$ZG$	-0.041	-0.117	-0.472	0.623	-0.277	-0.829	-1.009	0.656	0.386	-1.807	-1.049	-0.299	-0.739	-0.281
$t_d$	0.041	0.064	0.078	1.741	0.087	-0.480	-0.021	-2.449	1.070	0.135	-2.065	-2.152	0.494	2.299
$C_o$	0.087	0.057	-0.275	1.521	0.052	-0.557	0.390	0.053	0.003	-0.018	0.008	0.049	0.169	0.600
$S_k$	0.101	0.057	-0.267	0.949	0.051	-0.546	0.237	0.047	-0.005	-0.004	0.010	0.063	0.138	0.076
$t$	0.051	0.111	-0.640	2.447	0.161	-1.446	-0.681	-3.185	1.588	-0.687	-2.790	-3.835	-4.987	0.796

Tablo C.2. YSA Tabanlı Performans Değerlendirme Modelinin 1. Gizli Katmanı ile 2. Gizli Katmanı Arasındaki Bağlantılardaki Ağırlık Değerleri

İşlem Elemanı	1. Gizli Katmanı ile 2. Gizli Katman Arasındaki Bağlantılardaki Ağırlık Değerleri					
	W1	W2	W3	W4	W5	W6
1	0.294	-0.300	-7.390	0.036	-0.618	0.108
2	4.061	-0.277	0.657	-1.025	1.654	-2.614
3	1.147	-3.864	-3.204	1.779	-1.768	0.113
4	2.244	0.550	0.402	-1.696	1.177	2.776
5	-0.834	-0.784	22.052	0.545	-3.626	-2.865
6	-5.359	-0.826	-5.381	1.941	0.617	0.794
7	-0.890	-0.349	-0.580	0.399	-0.510	0.129
8	0.208	-0.207	0.884	8.892	0.168	-0.286
9	-2.508	1.573	-1.439	-1.664	-1.168	1.263
10	-1.287	-4.312	-3.974	1.531	-1.058	0.210
11	0.980	0.052	-4.270	1.645	2.179	1.222
12	-0.413	3.209	1.534	0.477	0.073	-0.135
13	0.191	0.104	1.141	-0.337	0.247	-0.188
14	-2.944	0.766	-2.434	-0.528	1.063	2.233

Tablo C.3. YSA Tabanlı Performans Değerlendirme Modelinin 2. Gizli Katmanı ile Çıktı Katmanı Arasındaki Bağlantılardaki Ağırlık Değerleri

İşlem Elemanı	2. Gizli Katmanı ile Çıktı Katmanı Arasındaki Bağlantılardaki Ağırlık Değerleri					
	W1	W2	W3	W4	W5	W6
1	3.648	-2.764	-13.752	1.721	4.784	14.851



Tablo C.4. YSA Tabanlı Performans Değerlendirme Modelinin Girdi Katmanı ile 1. Gizli Katmanı Arasındaki Bias Bağlantılarındaki Ağırlık Değerleri

İşlem Elemanı	Girdi Katmanı ile 1. Gizli Katman Arasındaki Bağlantılardaki Ağırlık Değerleri													
	W1	W2	W3	W4	W5	W6	W7	W8	W9	W10	W11	W12	W13	W14
1	-6.444	1.824	-0.691	1.073	-0.610	0.756	0.150	-1.562	-4.428	2.317	8.448	7.121	5.573	4.468

Tablo C.5. YSA Tabanlı Performans Değerlendirme Modelinin 1. Gizli Katmanı ile 2. Gizli Katmanı Arasındaki Bias Bağlantılarındaki Ağırlık Değerleri

İşlem Elemanı	1. Gizli Katman ile 2. Gizli Katman Arasındaki Bağlantılardaki Ağırlık Değerleri					
	W1	W2	W3	W4	W5	W6
1	-3.382	-0.764	-1.169	0.475	-0.104	-2.478

Tablo C.6. YSA Tabanlı Performans Değerlendirme Modelinin 2. Gizli Katmanı ile Çıktı Katmanı Arasındaki Bias Bağlantılarındaki Ağırlık Değerleri

İşlem Elemanı	2. Gizli Katman ile Çıktı Katmanı Arasındaki Bağlantılardaki Ağırlık Değerleri
	W1
1	-0.140

## ÖZGEÇMİŞ

Zehra Şule GARİP, 01.06.1981'de Sakarya Karasu'da doğdu. İlk, orta ve lise eğitimini Sakarya da tamamladı. Lisans eğitimine 1999-2000 eğitim yılında Sakarya Üniversitesi Mühendislik Fakültesi İnşaat Mühendisliği Bölümünde başladı ve 2003-2004 eğitim yılında mezun oldu. 2003-2004 eğitim yılında Sakarya Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü İnşaat Mühendisliği Ana Bilim Dalı Yapı Bölümünde yüksek lisansa başladı ve 2004-2005 eğitim yılında mezun oldu. 2006-2008 yıllarında Sakarya İnşaat Mühendisleri Odasında Proje Denetim Görevlisi olarak çalıştı. 2008-2010 yılları arasında Sakarya İl Özel İdaresinde çalıştı. 2010 yılında Kilis 7 Aralık Üniversitesi Meslek Yüksek okulunda öğretim görevlisi olarak çalışmaya başladı. Halen bu görevine devam etmektedir.

Aralık 2011

Zehra Şule GARİP