

**DEPREM ETKİSİNDEKİ BETONARME BİNALARIN
GÖÇME RİSKİNİN HIZLI DEĞERLENDİRME
YÖNTEMLERİ İLE BELİRLENMESİ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

İnş. Müh. İhsan Engin BAL

Anabilim Dalı : İnşaat Mühendisliği

Programı : Deprem Mühendisliği

TEMMUZ 2005

**DEPREM ETKİSİNDEKİ BETONARME BİNALARIN
GÖÇME RİSKİNİN HIZLI DEĞERLENDİRME
YÖNTEMLERİ İLE BELİRLENMESİ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

İnş. Müh. İhsan Engin BAL

(501021163)

Tezin Enstitüye Verildiği Tarih : 20 Mayıs 2005

Tezin Savunulduğu Tarih : 31 Mayıs 2005

Tez Danışmanı : Doç.Dr. F. Gülten Gülay

Diğer Jüri Üyeleri Prof. Dr. Semih S. Tezcan (B.Ü.)

Prof. Dr. Zekai Celep (İ. T. Ü.)

TEMMUZ 2005

ÖNSÖZ

Sunulan bu çalışmada, deprem etkisindeki betonarme yapıların göçme riskinin hızlı değerlendirme yöntemleri ile belirlenmesine yönelik, analitik ve ampirik iki yöntem önerilmiş ve çeşitli örnek binalarla test edilmiştir.

Çalışmalarımın en başından beri, günbegün desteğini esirgemeyen, isimlerini ve saygınlıklarını veri toplamak, proje bulmak için gittiğim her yerde birer anahtar gibi kullandığım, hafta sonlarını, akşamlarını ve hatta bazen doğum günlerini hiçe sayarak yardımlarını esirgemeyen Prof. Dr. Semih Tezcan'a ve danışmanın Doç. Dr. Gülten Gülay'a en içten teşekkürü borç bilirim.

Ayrıca, takıldığım her noktada yardımına koşan arkadaşlarım İnş. Müh. Sukan Külekçi'ye, İnş. Y. Müh. Zuhale Özdemir'e, Mimar Ali Özdemir'e, İnş. Müh. Özgür Sarıyar'a, İnş. Müh. Ebru Sır'a ve Belma Çapa'ya ayrıca teşekkür ederim.

Son olarak, bu tez çalışması için kullanılan verilerin toplanmasında ellerinden gelen her tür çabayı sarf eden, kaynaklarını ve arşivlerini açan Dr. Müh. Ali Mutlu Köylüoğlu'na, Doç. Dr. Alper İlki'ye, İzmit Büyükşehir Belediyesi'nden İmar Müdürü İnş. Müh. Nihan Ecim'e, Jeofizik Müh. Mustafa Cevher'e, Karamürsel Belediyesi İmar Müdürü İnş. Müh. Avni Çakmak'a, Gölcük Belediyesi ve Halıdere Belediyesi İmar Müdürlüğü çalışanlarına, Kocaeli 1nci ve 2nci Ağır Ceza Mahkemeleri ile Gölcük Cumhuriyet Savcılığı çalışanlarına şükranlarımı sunarım.

Mayıs 2005

İhsan Engin Bal

İÇİNDEKİLER

ÖNSÖZ	ii
KISALTMALAR	vi
TABLO LİSTESİ	vii
ŞEKİL LİSTESİ	ix
SEMBOL LİSTESİ	xi
ÖZET	xv
SUMMARY	xvii
1. GİRİŞ	1
1.1. Çalışmanın Amacı ve Kapsamı	1
1.2. Önerilen Yaklaşımlar	3
2. KONU İLE İLGİLİ DAHA ÖNCE YAPILMIŞ ÇALIŞMALAR	4
2.1. Ampirik Yaklaşımlar	4
2.1.1. ‘Sıfır Can Kaybı’ yaklaşımı	4
2.1.2. Kolon ve duvar indeksleri yöntemi	5
2.1.3. ‘Sismik İndeks’ yöntemi	7
2.1.4. İstatistiksel değerlendirmelere dayalı yaklaşım	9
2.1.5. ‘Kapasite İndeksi’ yöntemi	10
2.1.6. Sokak taraması yöntemi, ABD (FEMA 154 ve 155)	11
2.1.7. Sokak taraması yöntemi, Türkiye	11
2.2. Analitik Yaklaşımlar	12

2.2.1. Hasar kontrol indeksleri	12
2.2.2. Görelî kat ötelenme spektrumu	13
2.2.3. Yatay yük parametresi ile ötelenmelerin karşılaştırılması	13
2.2.4. Orta yükseklikteki binalarda basitleştirilmiş dayanım belirleme yöntemi	14
3. P24 PUANLAMA YÖNTEMİ	16
3.1. Puanlama Adımları	16
3.2. Düzeltme Faktörleri	19
3.2.1. Kat alanı, kat ataleti ve kritik kat tanımları	35
4. PUANLAMA YÖNTEMİNİN ÖRNEK BİNALAR İLE DOĞRULANMASI	37
4.1. Örnek Binaların Seçimi	37
4.2. Kullanılan Örnek Binaların Özellikleri	37
4.3. Örnek Binaların Zemin Özellikleri	38
4.4. Puanlamanın Deprem Bölgesine Göre Normalizasyonu	39
4.5. Orta Hasarlı Örnek Binalar	40
4.6. Puanlama Yönteminin Sonuçları	40
4.7. Puanlama Sonuçlarının Değerlendirilmesi	46
4.8. Örnek Binalar İçin Sınır Değerlerin Belirlenmesi	48
4.8.1. Uç puanlar yaklaşımı	48
4.8.2. Uç puanların değiştirilmesi yaklaşımı	49
4.8.3. İstatistiksel yaklaşım	50
4.9. Örnek Binaların Diğer Yöntemler Kullanılarak Değerlendirilmesi	51
5. ÖNERİLEN ANALİTİK YAKLAŞIM	54
5.1. Yönetmeliklerde Verilen Ötelenme Sınırları	54
5.2. Adana-Ceyhan Depremi Sonrası Güçlendirilmiş Binalarda Ötelenmelerin İrdelemesi	54

5.3. Daha Önce Yapılmış Benzer Çalışmaların Değerlendirilmesi	55
5.4. Ötelenmelere Dayalı Yaklaşım ve Görelî Kat Ötelenmesi Kriteri	56
6. ANALİTİK YAKLAŞIMIN ÖRNEK BİNALAR İLE TEST EDİLMESİ	58
6.1. Malzeme Kalitesi	58
6.1.1. Modellemede kullanılan deprem yükü	60
6.2. Kapasite / Talep Oranlarının İncelenmesi	60
6.3. Dolgu Duvarlarının Modellenmesi	61
6.4. Dolgu Duvarlarının Elastik Bölgede Çalışması ve Elastik Ötelenmeler İle İlgili Bir Değerlendirme	62
6.5. Örnek Binaların Bileşke Ötelenmelerinin Bulunması ve Deprem Geliş Açısı	63
6.6. Örnek Binalarda Ötelenme Sonuçları ve Karşılaştırma	63
6.7. Örnek Binalarda Kapasite / Talep Sonuçlarının Ötelenmeler ile Karşılaştırması	69
6.8. Analitik Yaklaşımın Örnek Binalar İle Doğrulanmasına Ait Sonuçların Değerlendirilmesi	73
6.9. Bingöl Çeltiksuyu YİBO Yatakhane İçin Özel Bir Değerlendirme	75
7. SONUÇLAR VE DEĞERLENDİRMELER	77
KAYNAKLAR	80
EKLER	
EK A. Örnek Binaların Haritalar Üzerindeki Gösterimi	84
EK B. Örnek Binalara Ait Zemin Profilleri	87
EK C. Tüm Örnek Binalar İçin K Değerlerinin Hesaplanması	92

KISALTMALAR

ABYYHY'98 : Afet Bölgelerinde Yapılacak Yapılar Hakkında Yönetmelik, 1998

ACI : American Concrete Institute, USA

ADN : Adana

BKR : Bekirpaşa, Kocaeli

BNG : Bingöl

FEMA : Federal Emergency Management Agency, USA

GLC : Gölcük, Kocaeli

UBC : Uniform Building Code

TABLO LİSTESİ

Sayfa No

Tablo 3. 1	: Bina üstel katsayısı ‘t’ nin bina yüksekliği ile değişimi	19
Tablo 3. 2	: Burulma düzensizliği ile ilgili faktör	20
Tablo 3. 3	: Döşeme süreksizliği ile ilgili faktör	21
Tablo 3. 4	: Plandaki çıkıntılarla ilgili faktör	21
Tablo 3. 5	: Bina akslarının ortogonal olmaması ile ilgili faktör	22
Tablo 3. 6	: Taşıyıcı sistem düşey elemanlarının süreksizliği ile ilgili faktör...	25
Tablo 3. 7	: Kütle düzensizliği ile ilgili faktör	26
Tablo 3. 8	: Korozyon faktörü	26
Tablo 3. 9	: Kısa kolon faktörü	27
Tablo 3. 10	: Ağır cephe elemanları bulunması ile ilgili faktör	28
Tablo 3. 11	: Asma kat ile ilgili faktör	28
Tablo 3. 12	: Çarpışma olasılığı ile ilgili faktör	29
Tablo 3. 13	: Katlardaki seviye farkı ve kısmi bodrum bulunması ile ilgili faktör	30
Tablo 3. 14	: Zemin tipi faktörü	30
Tablo 3. 15	: Zemin oturması faktörü	31
Tablo 3. 16	: Sıvılaşma olasılığı ile ilgili faktör	31
Tablo 3. 17	: Heyelan faktörü	32
Tablo 3. 18	: Zemin büyütmesi faktörü	32
Tablo 3. 19	: Topoğrafik etkiler ile ilgili faktör	33
Tablo 3. 20	: Temel tipi faktörü	33

Tablo 3. 21	: Temel derinliği faktörü	34
Tablo 3. 22	: Yer altı su seviyesi faktörüne ait değerler	34
Tablo 3. 23	: Beton kalitesi faktörü	35
Tablo 4. 1	: Örnek binalara ait özet bilgiler	38
Tablo 4. 2	: Bina çiftleri ve ilgili sondajlar	39
Tablo 4. 3	: Gölcük'te bulunan yıkılmamış örnek binalara ait puanlama Detayları	41
Tablo 4. 4	: Gölcük'te bulunan yıkılmış örnek binalara ait puanlama detayları	42
Tablo 4. 5	: Bekirpaşa'da bulunan örnek binalara ait puanlama detayları	43
Tablo 4. 6	: Saraybahçe'de bulunan örnek binalara ait puanlama detayları	44
Tablo 4. 7	: Adana'da bulunan örnek binalara ait puanlama detayları	45
Tablo 4. 8	: Örnek bina puanlarının istatistiksel değerleri	50
Tablo 6. 1	: Çeşitli çalışmalarda elde edilen beton karakteristik basınç dayanımları	59
Tablo 6. 2	: Hasarsız binalara ait ötelenme değerleri	64
Tablo 6. 3	: Yıkılmış binalara ait ötelenme değerleri	65
Tablo 6. 4	: Yıkılmış binalara ait ötelenme değerleri (devam)	66
Tablo 6. 5	: Orta hasarlı binalara ait ötelenme değerleri	66
Tablo 6. 6	: Duvarlı modellemelerde ortalama kapasite / talep oranları	70
Tablo 6. 7	: Duvarlı modellemelerde kapasite / talep oranları	71
Tablo 6. 8	: Duvarlı modellemelerde kapasite / talep oranları (devam)	72
Tablo 6. 9	: Duvarlı modellemelerde kapasite / talep oranları (devam)	73
Tablo 6. 10	: Göreli kat ötelenmesi kriterinin bant olarak verilmesi	74
Tablo B. 1	: Bina çiftleri ve ilgili sondajlar	92

ŞEKİL LİSTESİ

	<u>Sayfa No</u>
Şekil 2. 1 : Hassan ve Sözen (1997) tarafından önerilen yöntem ait sonuç grafiği	6
Şekil 2. 2 : Yatay yük parametresi – yerdeğiştirme eğrileri	14
Şekil 3. 1 : Puanlama adımları	16
Şekil 3. 2 : Kat alanı ve ataletin hesaplanmasında dikkate alınacak kat boyutları	36
Şekil 4. 1 : Örnek binalara ait puanlama sonuçları	46
Şekil 4. 2 : Puanlama grafiğinin bölgelere ayrılması	47
Şekil 4. 3 : ‘Uç Puanlar Yaklaşımı’na göre bölge sınırları	48
Şekil 4. 4 : ‘Uç Puanların Değiştirilmesi Yaklaşımı’na göre bölge sınırları ...	49
Şekil 4. 5 : ‘İstatistiksel Yaklaşım’a göre bölge sınırları	51
Şekil 4. 6 : Bu tez çalışması esnasında kullanılan örnek binalardan 20’sinin Hassan ve Sözen yöntemi ile değerlendirilerek karşılaştırılması	51
Şekil 4. 7 : Kapasite İndeksi Yöntemi’nin 23 adet örnek bina ile test edilmesi	52
Şekil 5. 1 : Örnek yapının 1998 Yönetmeliğine göre irdelenmesi (Özer ve diğerleri, 1993’den uyarlanmıştır)	56
Şekil 5. 2 : Duvarlı modellere ait kapasite / talep oranları	75
Şekil 6. 1 : Örnek binalardan birine ait dolgu duvarlarının gerçek şekli	62
Şekil 6. 2 : Yukarıdaki şekilde verilen dolgu duvarlarının modeldeki hali	62
Şekil 6. 3 : Duvarlı modellemelerden elde edilen bina tepe ötelenmesi Oranları	67
Şekil 6. 4 : Duvarsız modellemelerden elde edilen bina tepe ötelenmesi Oranları	68
Şekil 6. 5 : Duvarsız modellerden elde edilen göreceli kat ötelenmeleri	68

Şekil 6. 6	: Duvarlı modellemelerden elde edilen görelî kat ötelenmeleri	69
Şekil 6. 7	: Duvarlı modellere ait kapasite / talep oranları	75
Şekil A. 1	: Kocaeli, Bingöl ve Adana'daki Örnek Binaların Türkiye Haritası Üzerinde Gösterimi	84
Şekil A. 2	: Gölçük'teki Örnek Binaların İlçe Haritası Üzerinde Gösterimi	85
Şekil A. 3	: İzmit'teki Örnek Binaların İzmit Haritası Üzerinde Gösterimi	86
Şekil B. 1	: S1 Sondaj Logu ve Detayları	87
Şekil B. 2	: S2 Sondaj Logu ve Detayları	87
Şekil B. 3	: S3 Sondaj Logu ve Detayları	88
Şekil B. 4	: S4 Sondaj Logu ve Detayları	88
Şekil B. 5	:S5 Sondaj Logu ve Detayları	89
Şekil B. 6	: S6 Sondaj Logu ve Detayları	89
Şekil B. 7	: S7 Sondaj Logu ve Detayları	90
Şekil B. 8	: S8 Sondaj Logu ve Detayları	90
Şekil B. 9	: S9 Sondaj Logu ve Detayları	91

SEMBOL LİSTESİ

A_0	: Etkin yer ivmesi katsayısı, ABYYHY'98
A	: Normal kattaki bina alanı
A_z	: Zemin kattaki bina alanı
A_w	: Bina kritik katındaki toplam dolgu duvarı alanı
A_{tf}	: Bina kritik katında kat alanı
a_c	: Kritik katta kolon alanı
a_{sx}	: Kritik katta x yönünde çalışan perdenin alanı
a_{sy}	: Kritik katta y yönünde çalışan perdenin alanı
a_{wx}	: Kritik katta x yönünde çalışan dolgu duvarı alanı
a_{wy}	: Kritik katta y yönünde çalışan dolgu duvarı alanı
$a_{c,i}$	: i'inci katta kolon alanı
$a_{s,i}$	: i'inci katta belirli bir yöndeki perde alanı
$a_{w,i}$	: i'inci katta belirli bir yöndeki duvar alanı
$a_{c,i+1}$	: i+1'inci katta kolon alanı
$a_{s,i+1}$	: i+1'inci katta belirli bir yöndeki perde alanı
$a_{w,i+1}$	: i+1'inci katta belirli bir yöndeki dolgu duvarı alanı
b_w	: Kolon genişliği
C	: Binanın beton kalitesi, MPa
C_{Ax}	: Taşıyıcı sistem elemanlarının x yönündeki etkili kesme alanı indeksi
C_{Ay}	: Taşıyıcı sistem elemanlarının y yönündeki etkili kesme alanı indeksi
C_A	: Taşıyıcı sistem elemanlarının etkili kesme alanı indeksi
C_a	: Bina düzensizliklerine bağlı 0 ile 1 arasında bir katsayı

- C_m : Bina kalitesine bağı 0 ile 1 arasında bir katsayı
- C_{Ix} : Taşıyıcı sistem elemanlarının etkili rijitlik indeksi, 'x' yönünde
- C_{Iy} : Taşıyıcı sistem elemanlarının etkili rijitlik indeksi, 'y' yönünde
- C_I : Taşıyıcı sistem elemanlarının etkili bileşke rijitlik indeksi
- CPI** : Binanın kapasite indeksi, (Yakut ve diğ erleri, 2005)
- f_{ctk} : Beton karakteristik çekme dayanımı
- h : Kolon derinli ğ i
- I : Bina önem katsayısı, ABYYHY'98
- L_x : Binanın normal katında 'x' dış gabari boyutu
- L_y : Binanın normal katında 'y' dış gabari boyutu
- I_{cx} : Kritik katta, 'x' yönündeki kolon atalet momenti
- I_{sx} : Kritik katta, 'x' yönündeki perde atalet momenti
- I_{wx} : Kritik katta, 'x' yönündeki dolgu duvarı atalet momenti
- I_{cy} : Kritik katta, 'y' yönündeki kolon atalet momenti
- I_{sy} : Kritik katta, 'y' yönündeki perde atalet momenti
- I_{wy} : Kritik katta, 'y' yönündeki dolgu duvarı atalet momenti
- I_{ci} : i'inci katta, zayıf yöndeki kolon atalet momenti
- I_{si} : i'inci katta, zayıf yöndeki perde atalet momenti
- I_{wi} : i'inci katta, zayıf yöndeki dolgu duvarı atalet momenti
- I_{ci+1} : i+1'inci katta, zayıf yöndeki kolon atalet momenti
- I_{si+1} : i+1'inci katta, zayıf yöndeki perde atalet momenti

- I_{wi+1}** : $i+1$ 'inci katta, zayıf yöndeki dolgu duvarı atalet momenti
- I_{px}** : Kritik kata ait 'x' yönü kat atalet momenti
- I_{py}** : Kritik kata ait 'y' yönü kat atalet momenti
- I_x** : Binada en çok tekrar eden kolonun y eksenini etrafındaki atalet momenti
- I_y** : Binada en çok tekrar eden kolonun x eksenini etrafındaki atalet momenti
- I_b** : Binada en çok tekrar eden kirişin atalet momenti
- H_b** : Bina toplam yüksekliği, rijit kat veya katlar hariç
- h_n** : Bina normal kat yüksekliği
- h_s** : Bina yumuşak kat yüksekliği (yumuşak kat olmayan binalarda, h_n ile aynı)
- K** : Duvar perde ve kolonların kesme alanları ve rijitlikleri ile bina yüksekliğine bağlı bir parametre
- m** : Binanın kat sayısı
- n** : Hareketli yük katılım katsayısı, ABYYHY'98
- R** : Yapı davranış katsayısı , ABYYHY'98
- r_a** : Komşu iki kat arası etkili kesme alanı oranlarının en küçüğü
- r_{rx}** : Komşu iki kat arası 'x' yönü rijitlik oranlarının en küçüğü
- r_{ry}** : Komşu iki kat arası 'y' yönü rijitlik oranlarının en küçüğü
- r_r** : Binanın komşu katlar arası rijitlik oranlarının en küçüğü
- S_m** : Binanın dolgu duvarlı olarak modellenmesi ile bulunacak en büyük katarası göreli ötelenme
- $S(T)$** : Spektrum katsayısı, ABYYHY'98
- t** : Bina yüksekliği azaltma üstel katsayısı

V_{cap} : Betonarme kolon ve perdelerin kesme kapasiteleri

V_{code} : Deprem yönetmeliğinden bulunan taban kesme kuvveti

V_{wy} : Dolgu duvarlarının etkisi de dikkate alınarak hesaplanan kat kesme kuvveti kapasitesi

DEPREM ETKİSİNDEKİ BETONARME BİNALARIN GÖÇME RİSKİNİN HIZLI DEĞERLENDİRME YÖNTEMLERİ İLE BELİRLENMESİ

ÖZET

Ülkemizde son yıllarda meydana gelen yıkıcı depremler, elimizde bulunan bina stoğunun özel yöntemlerle taranması ve muhtemel şiddetli depremlerde göçecek nitelikli olanların önceden belirlenmesi gereğini ortaya çıkarmıştır.

Özellikle, 1999 yılı Kocaeli, Bolu ve Düzce depremlerinden sonra, mevcut binalardan yeni deprem yönetmeliği ışığında güçsüz ve güvensiz olanlarının güçlendirilmesi gibi bir fikir ortaya çıkmışsa da, bunun uygulanmasının çok büyük güçlükleri beraberinde getirdiği, örneğin İstanbul ili için 25 yıl süre ve 25 milyar dolar gibi bir ödenek gerektiği ortaya çıkmıştır. Gerek lojistik ve gerekse hukuki ve mali açılardan bu güçlendirme seçeneğinin imkansızlığı belli olduktan sonra, araştırmacılar başka yaklaşımlara yönelmişlerdir.

Son birkaç yılda, yurt içi ve yurt dışında, hem göçme riskinin belirlenmesi hem de göçme riski belli olduktan sonra gerekli tedbirlerin alınması ve güçlendirmelerin yapılması konusunda ‘hızlı’ yöntemler geliştirilmiştir.

Bu tez çalışması, betonarme binaların depremde göçme riskinin hızlı olarak belirlenmesine yönelik daha önce yapılmış ve yapılmakta olan yoğun çalışmalara bir katkı olarak hazırlanmıştır. Yedi bölüm halinde sunulan bu çalışmanın birinci bölümünde konuya giriş yapılmıştır. İkinci bölümde, hızlı değerlendirme yöntemleri ile ilgili daha önce yapılan analitik ve ampirik çalışmalar incelenmiştir. Bu çalışmaların içeriği, kabulleri, kullandıkları örnek binalar ve sonuçları irdelenmiştir.

Üçüncü bölümde, bu tez çalışmasında oluşturulan bir yöntem anlatılmıştır. P24 Puanlama Yöntemi adı verilen bu hızlı yöntemin akış diyagramı, hangi parametreleri ne ölçüde ve nasıl dikkate aldığı, ne tür kabuller yapıldığı izah edilmiştir. Dördüncü bölümde, bir önceki bölümde tanıtılan yöntemin 23 örnek bina üzerinde test edilmesi sonucunda ortaya çıkan sonuçlar sunulmuştur. Bu sonuçların gerçek verilerle nasıl karşılaştırılacağı, değerlendirmenin nasıl yapılacağı ve aynı örnek binaların daha önce oluşturulmuş bazı yöntemlerde ne gibi sonuçlar verdiği gösterilmiştir.

Çalışmanın beşinci bölümünde, analitik bir yaklaşım geliştirilmiş, bina dolgu duvarlarının matematik modele dahil edilmesi ile elde edilen görelî kat ötelenmelerinin göçme riskine nasıl ışık tutabileceği ve göçme kriterinin ne olduğu incelenmiştir. Altıncı bölümde yine, bir önceki bölümde tarifî yapılan yöntemin ve verilen kriterin aynı 23 bina ile irdelenmesi yapılmıştır. Görelî kat ötelenmelerine ait sonuçlar bir de bina taşıyıcı kolonlarının eğilme momenti (kapasite / talep) oranları ile karşılaştırılmıştır.

Gerek P24 Puanlama Yöntemi adı verilen ampirik yöntemin ve gerekse görelî kat ötelenmelerine dayalı değerlendirmeye olanak veren analitik yöntemin 23 bina üzerinde verdiği sonuçlar, çalışmanın yedinci bölümü olan sonuçlar ve değerlendirmeler bölümünde tartışılmıştır.

RAPID ASSESSMENT TECHNIQUES FOR COLLAPSE VULNERABILITY OF REINFORCED CONCRETE BUILDINGS

SUMMARY

In view of the extensive damages occurred during the recent strong motion earthquakes in Turkey, it has been considered almost a necessity to scan the existing building stock for the purpose of assessing the collapse vulnerability of reinforced concrete buildings.

Immediately following the Kocaeli, Bolu and Düzce earthquakes of 1999, there was a tendency to retrofit any and all reinforced concrete buildings, which are determined, by analytical means, to be ‘unsafe’ in accordance with the current Turkish Earthquake Code of 1998. It was soon realized however, that such an approach would entail unprecedented difficulties. For instance, it would require a minimum of 25 billion USD and a time period of 25 years to retrofit the so-called ‘unsafe’ buildings in the City of İstanbul, alone.

In order to avoid, the insurmountable financial, logistical and judicial problems most likely to emanate from such a ‘wide spread’ retrofit option, earthquake engineers and researchers inclined to devise some other practical solutions.

Various rapid assessment techniques have been introduced, in recent years, by a number of national and international researchers to determine the collapse vulnerability of reinforced concrete buildings. The sole aim of these techniques was to identify rapidly the collapse vulnerable buildings existing within a municipal boundary, and consequently to prevent loss of life, by either strengthening or demolishing such buildings prior to a strong earthquake.

In this study, based on the observed damages occurred during the recent strong earthquakes in Turkey, certain contributions and improvements have been presented to the ‘rapid’ assessment techniques of collapse vulnerability, for which extensive publications already exist in the literature. An introduction to the subject is given in the first Chapter. A review is then given in the second Chapter, for the currently available analytical and empirical rapid assessment techniques, including detailed discussions about their scope, assumptions, data base and conclusions.

A new empirical assessment technique, called the *P24 Scoring Method*, is developed in the third Chapter, including extensive discussions concerning the flow chart of arithmetical operations, types and nature of the structural parameters, assumptions made, etc. In the fourth Chapter, the validity and also the degree of accuracy of the *P24 Scoring Method* have been discussed and also the results have been presented on the basis of a data set involving 23 sample buildings, which had experienced a wide range of damages during the past earthquakes. The reliability of the *P24 Scoring Method* is further tested by employing the previously available assessment methods in conjunction with this new 23-building data set.

A purely analytical assessment procedure is also presented in the fifth Chapter, in which only the based relative storey drift ratios are to be calculated considering however, the contributions of the masonry infill walls. In the sixth Chapter, the validity of the proposed analytical approach is proven to be correct when applied to the relative storey drift ratios of the 23-building data set.

The proposed empirical and analytical assessment techniques have been further supported and verified in Chapter six, by considering the column bending moment (capacity / demand) ratio criterion ratio for all the buildings existing in the dataset.

Finally, the relative merits as well as the degrees of accuracies have been thoroughly discussed in Chapter seven for both empirical *P24 Scoring Method* and the analytical approach.

1. GİRİŞ

Ülkemizin, Avrupa'nın ve hatta dünyanın en aktif deprem kuşaklarından biri üzerinde olması ve nüfusunun büyük bir kısmının da bu fay kuşaklarına yakın olarak yaşaması bir tehlike olarak her zaman ülkenin gündemindedir. Özellikle son birkaç yıl içinde nüfus yoğunlaşmasının olduğu bölgelerde ardı ardına meydana gelen depremlerle insanların can güvenliği sorunu çok daha pekişmiştir. Özellikle 1999 Kocaeli Depremi'nin ($M_w = 7.4$) ardından ise gözler, büyük bir deprem için gün sayan ve ülke nüfusunun altıda birini barındıran İstanbul'a ve çevresine çevrilmiştir.

2000 yılı başlarında hemen her kesim tarafından gündeme getirilen güçlendirme seferberliği, gayet iyi niyetli başlayan bir çok kampanyanın da sekteye uğraması ile, kafalarda soru işaretleri yaratmıştır. Deprem tehlikesi altında bulunan tüm binaları, yeni deprem yönetmelikleri ışığında güçlendirmenin gerektireceği zaman ve doğuracağı ekonomik yükler açısından imkansızlığı kısa sürede anlaşılmış, gerek yurtiçi ve gerekse yurt dışında Deprem Mühendisliği alanında çalışan bir çok bilim adamı, olması muhtemel bir İstanbul Depremi'nden en az hasar ve mümkünse 'sıfır' can kaybı ile çıkmanın yollarını aramaya başlamışlardır.

Bu tez çalışmasında da, tüm bu çabalara katkı olarak, daha önceden yıkılmış, orta hasarlı veya hasar almamış bazı bina örnekleri incelenmiş, mevcut bina stoğunda bulunan binaların belirli bir deprem sırasında göçme riskinin tayini için, yerel yöneticilerin ve bu tip projeleri yönetecek insanların işlerini kolaylaştıracak bilimsel bir kriterler dizisi ve karar mekanizması oluşturulmaya çalışılmıştır.

1.1. Çalışmanın Amacı ve Kapsamı

Bir binanın malzeme özellikleri, zemin özellikleri, boyutları ve mimari kullanım özellikleri belirlendikten sonra, önceden tahmin edilen bir deprem yüklemesi altında ne tür bir davranış göstereceğinin veya daha açık bir ifade ile yıkılıp yıkılmayacağının tayini için çeşitli yaklaşımlar izlenebilir. Bu yollardan en çok bilineni ise, statik itme (push-over) analizidir.

Statik itme analizinin veya başka diğ er yöntemlerin, ger eğ e çok yakın sonuçlar verecek şekilde kullanılabildiğ i göz önüne alınırsa, ilk bakışta çözüme yatkın bir yöntem gibi görülmektedir. Ancak söz konusu olan, İstanbul gibi son 50 yılda dramatik bir g   dalgasına maruz kalmış, her yanı mühendislik hizmeti görmüş veya görmemiş bir milyondan fazla bina ile doldurulmuş bir  ehir olduğunda, gerek lojistik gerek maddiyat ve gerekse zaman açısından bu tip bir analiz olanaksız olmaktadır. Bu durumda devreye, başka bakış açılarının ve başka bilimsel yaklaşımların girmesi kaçınılmazdır.

Son zamanlarda (2005) en çok üzerinde durulan yaklaşı , aslında her deprem yönetmeliğinin de ana ilkesi olan, ‘ iddetli depremlerde can kaybını önlemek’, bir başka deyişle ‘sıfır’ can kaybı prensibidir (Tezcan ve diğ erleri, 2002, 2003, 2004 ve 2005). Bu durumda da binaların, öngörülen bir deprem yüklemesi altında göçüp g  meyeceğinin hızlı yöntemlerle tayin edilmesi, sonuca gidebilecek bir çözümdür.

Bu çalışmanın amacı, bir bina stoğunda bulunan çok sayıda binanın incelenmesi için göçme riskini belirlemeye yarayacak uygun bir yöntem oluşturmak, kriterleri belirlemek ve bunları gerçek verilerle test etmektir. Bunun için, yöntemler oluşturulduktan sonra, daha önceden gerçek bir depreme maruz kalmış, hasar almamış, orta hasarlı veya yıkılmış belirli sayıda binanın karakteristikleri önerilen yaklaşımlarda yerlerine konarak yöntemlerin ve kriterlerin g venilirliğ i test edilmiş, ileride olması muhtemel bir deprem esnasında mevcut diğ er binaların nasıl davranacağının belirlenmesine de olanak sağlayan ampirik ve analitik yollara değinilmiştir.

Yukarıda belirtilen amaç doğrultusunda, 17 Ağustos 1999 depremine ($M_w=7.4$)maruz kalmış toplam 19 bina, 1 Mayıs 2003 Bingöl depremine ($M_s=6.4$) maruz kalmış 1 bina ve 27 Haziran 1998 Adana depremine ($M_w=6.9$) maruz kalmış 3 bina, yöntemlerin sınanması için örnek olarak kullanılmıştır. İncelemeye konu olan herhangi bir bina için, araştırma sonucunda, her biri iyiden kötüye giden    yargıdan birine karar verebilmek nihai amaçtır. Bu yargılar;

I. Bina, ikinci bir incelemeye gerek duyulmayacak derecede güvenlidir. Hasar alabilir ama büyük bir olasılıkla can kaybına sebebiyet verecek bir yıkılma ger ekle meyecektir.

2. KONU İLE İLGİLİ DAHA ÖNCE YAPILMIŞ ÇALIŞMALAR

Mevcut bir binanın deprem güvenliğini bulmak için bugüne kadar kullanılmakta olan yöntem, o binanın malzeme özelliklerini, zemin özelliklerini, boyutlarını ve mimari kullanım özelliklerini belirleyerek, mevcut deprem yönetmeliğinin yükleri altında, dolgu duvarlarını matematik modele dahil etmeden bir analiz gerçekleştirmektir. Ancak; bilindiği üzere deprem yönetmeliğinin öngördüğü güvenlik seviyesinin altındaki bir binanın da depremi yıkılmadan, yani bir başka deyişle can kaybına sebebiyet vermeden atlatması olasıdır.

Deprem yönetmeliğine göre ‘güvensiz’ olduğu saptanan bir binanın, öngörülen bir deprem seviyesi için göçüp göçmeyeceğine karar vermek teknik olarak çok zordur. Böyle bir karara varabilmek için yapılması gereken, daha önceki depremlerde hasar almış veya almamış bazı binaların özelliklerinden yola çıkarak, bir takım değerlendirme yöntemleri geliştirmek ve göçme riskini tahmin etmektir.

Son yıllarda, bu konuda bir çok çalışma yapılmış ve çok sayıda gerçek bina verisi bu çalışmalarda kullanılmıştır. Tezin bu bölümünde, daha önce geliştirilen veya halen geliştirilmekte olan ampirik hızlı değerlendirme yöntemleri ile, doğrusal analiz sonuçlarından göçme riskine ulaşmaya yarayacak bazı yöntemler tanıtılmıştır.

2.1. Ampirik Yaklaşımlar

2.1.1. ‘Sıfır Can Kaybı’ yaklaşımı

Tezcan ve arkadaşları tarafından (Tezcan ve diğerleri, 2002, 2003, 2004 ve 2005) son birkaç yıldır sürekli olarak dile getirilen yaklaşımda, ülkenin ekonomik koşulları nedeniyle bina stoğundaki tüm binaların tek tek yeni deprem yönetmeliğinin şartlarına göre incelenmesinin hem imkansız ve hem de gereksiz olduğu savunulmaktadır. Bunun yerine öncelikli olarak yıkılma riski çok yüksek olan binaları bulup çıkartmak, bunları ikinci adım ve daha ayrıntılı bir analize tabi tutmak, diğerlerinde ise, belirli bir oranda hasar göreceklərini ama can kaybına sebebiyet

vermeyeceklerini kabul ederek ayrıntılı incelemeyi mal sahibinin tercihine bırakmaktır. Dolayısıyla öncelik deprem yönetmeliğimizde belirtilen güvenlik seviyesinin daha da altında olan can kaybını önleme ve sifıra indirme seviyesinde olmalıdır. Ülkemiz koşullarında böylesi bir yaklaşım hem zaman, hem para ve hem de lojistik olarak çok daha mantıklı olduğundan, özellikle son yıllarda birçok araştırmacının da ilgi alanına girmiştir.

2.1.2. Kolon ve duvar indeksleri yöntemi

13 Mart 1992 Erzincan depreminde ($M_s = 6,8$) hasar almış toplam 46 bina üzerinde yapılan bu çalışmada (Hassan ve Sözen, 1997, ayrıca Gülkan ve diğerleri, 1997) bina boyutları ve taşıyıcı elamanlar ile dolgu duvarlarının boyutları kullanılmıştır. Genel yaklaşım olarak, çok sık deprem olmayan bölgelerdeki bina stoğu ile ilgili üst seviye bir hesaplama yerine, daha düşük seviyeli bir hesap yöntemi araştırılmıştır.

Çalışma sırasında kullanılan toplam 46 binanın 5 tanesi 2 katlı, 20 tanesi 3 katlı, 8 tanesi 4 katlı ve 3 tanesi de 5 katlıdır. Normal kat yükseklikleri 2,75 m ile 3,60 m arasında değişmektedir. Binalardan bazılarında betonarme perdeler de mevcuttur. Bu betonarme perdelerin kesit alanlarının kat alanına oranı % 0,0 ile % 1,0 arasında değişmektedir.

Binalardan beton karot numuneleri alınmış ve Schmidt çekici okumaları yapılmıştır. Ortalama beton kalitesinin BS 16 civarında olduğu görülmüştür.

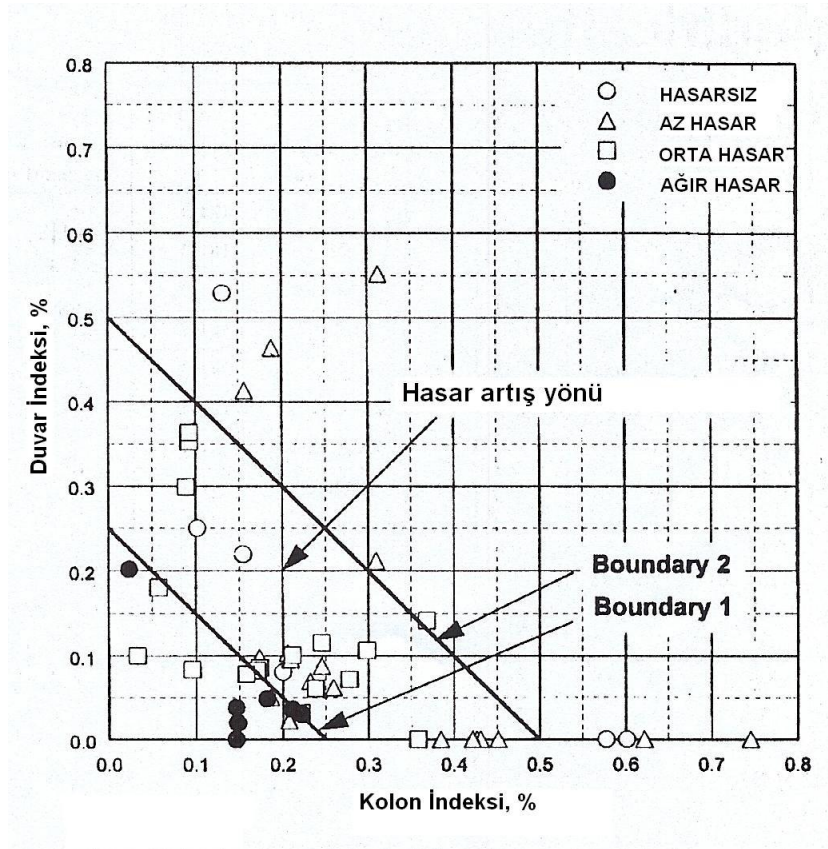
Binalara ait çizimlerde duvar kalınlığı belirtilmemesine rağmen, yöredeki diğer binalardan elde edilen gözlemsel bir yaklaşımla duvar kalınlıkları 25 cm olarak kabul edilmiştir.

Bu yöntemde sadece düşey taşıyıcıların ve dolgu duvarlarının etkili kesme alanlarına bağlı indeksler bulunarak sonuca ulaşılmaya çalışılmıştır. Buna göre A_s : *Etkili betonarme perde kesme alanları*, A_w : *dolgu duvarı alanları*, A_c : *kolon alanlarının yarısı*, WI : *duvar indeksi* ve CI : *kolon indeksi* olmak üzere;

$$WI = \frac{A_s + 0,1(A_w)}{A_z} \times 100 \quad (2.1)$$

$$CI = \frac{A_c}{A_z} \times 100 \quad (2.2)$$

Denklem (2.1) ve (2.2)'den elde edilen değerler, Şekil 2.1'de verildiği gibi bir eksen takımına oturtularak 'Boundary 1' ve 'Boundary 2' isimli iki adet sınır çizgisi tarif edilmektedir. Buna göre; 'Boundary 1' ile 'x' ve 'y' aksları arasında kalan binalar, 'Boundary 2'nin dışında kalan binalara nazaran daha riskli, iki sınır arasında kalan binalar ise şüpheli olarak tanımlanmıştır.



Şekil 2. 1. Hassan ve Sözen (1997) tarafından önerilen yöntemle ait sonuç grafiği

Ayrıca, yine aynı çalışmada bir de 'priority index' adı verilen bir öncelik indeksi tarif edilmiştir. Buna göre priority indeks ;

$$PI = WI + CI \quad (2.3)$$

olarak tarif edilmektedir. PI indeksi düştükçe, binanın risk seviyesinin de arttığı kabul edilmektedir.

Orijinal makaledeki (Hassan ve Sözen, 1997) yazarlardan birinin de içinde bulunduğu bir grup tarafından yapılan daha yeni çalışmalarda ise (Gülkan ve Sözen, 1999, ayrıca Gülkan ve Utkuğ, 2003 ile Gülkan ve diğerleri, 1997), taşıyıcı elemanlar ve dolgu duvarlarının atalet momentleri ile kat yüksekliklerinin nasıl hesaba dahil edileceği araştırılmış, yöntem aşağıdaki parametreler kullanılacak şekilde yeniden düzenlenmiştir;

- Kat sayısı,
- Binanın birim alana düşen kütlesi,
- Duvar ve betona ait malzeme özellikleri,
- Dolgu duvarlarının tipi ve mesnetlenme koşulları,
- Kolon ve kirişlerin birbirlerine göre, görelî boyutları ile mesnetlenme koşulları,
- Kolon burkulma katsayıları (λ) ve duvar geometrisi,
- Ortalama kat yüksekliği,
- Zemin ve temel tipi,
- Kolon alanlarının kat alanına oranı,
- Dolgu duvarı alanlarının kat alanına oranı

2.1.3. ‘Sismik İndeks’ yöntemi

Sismik İndeks Yöntemi genel olarak, giderek daha gerçekçi sonuç veren ve daha çok zaman alan üç aşamadan oluşmaktadır. Yöntemin sadece birinci aşamasının kullanıldığı bir çalışmada (İlki ve diğerleri, 2003) 4 adet örnek bina üzerinde bu yöntem uygulanmıştır.

Sismik İndeks Yöntemi, betonarme çerçeve, perde-çerçeve veya sadece perdelerden oluşan taşıyıcı sisteme sahip bina türü yapılara uygulanabilen ve söz konusu türdeki binaların deprem güvenliğini hızlı bir şekilde tayin etmeye yarayan bir yöntemdir. Bu yöntemin, 30 yıldan daha eski, büyük yapısal düzensizlikleri bulunan, malzeme

dayanımı düşük olan veya taşıyıcı sistemi alışılmışın dışında olan binalarda kullanılması önerilmemektedir.

İncelemenin ilk aşaması yapının taşıyıcı sisteminin, yaşının ve fiziksel durumunun incelenmesini içerir. Bu incelemeler sonucunda elde edilen veriler ışığında yapının deprem performansını gösteren indeks I_s belirlenir. Bu indeks ile yapı için göz önüne alınması uygun olan karşılaştırma indeksi I_{so} karşılaştırılarak yapının deprem güvenliği tahmin edilir. Bu karşılaştırma, tüm kritik katlar ve iki asal deprem doğrultusu için ayrı ayrı yapılır. $I_s > I_{so}$ olduğunda yapının depreme karşı güvenli olduğuna, tersi durumda ise yapının deprem güvenliğinin belirsiz olduğuna kanaat getirilir. Burada deprem güvenliği tanımı yapının depremde hasar görmeyeceği anlamına değil, toptan göçmenin oluşmayacağı anlamına gelmektedir.

Yukarıda adı geçen, İlki ve diğerleri tarafından yapılan çalışmada kullanılan 4 binadan ilki, İstanbul Avcılar'da Z4 tipi zemine oturan zemin ve 3 normal kata sahip bir binadır. İkincisi, DSİ Altunizade lojman binasıdır. Z1 tipi zemine oturan bu binada bodrum, zemin, iki normal kat ve bir de çatı katı bulunmaktadır. Üçüncü bina yine İstanbul'da, Küçükbakkalköy'de bulunan Z2 tipi zemine kurulu, zemin ve iki normal kattan oluşan bir yapıdır. Örnek binalardan sonuncusu ise, İzmit'te bulunan, bodrum, zemin ve 4 normal kattan oluşan işyeri amaçlı kullanılan bir binadır. Bu bina da Z4 tipi zemine oturmaktadır. Boduroğlu ve diğerleri (Boduroğlu ve diğerleri, 2004) tarafından yapılan benzeri bir çalışmada da, bu 4 örnek binaya ek olarak İstanbul Esenyurt'ta bulunan 3 katlı bir okul binası kullanılmıştır. Bu bina, Z2 tipi zemine oturmaktadır.

Bu çalışmalarda incelenen tüm binaların ortak özellikleri, bu binaların aynı zamanda güçlendirilmiş binalar olması ve hem güçlendirmeden önceki ve hem de güçlendirmeden sonraki durumlarının değerlendirmeye tabi tutulmuş olmasıdır.

Yukarıda belirtilen bu iki çalışmaya ek olarak, yürütücülüğünü yine İlki'nin yaptığı F. Feriha Baysan tarafından hazırlanmış bir bitirme ödevinde de (Baysan ve İlki, 2002) İstanbul Avcılar'da bulunan ve diğer çalışmalarda da kullanılan bina, bir de doğrusal sonlu elemanlar analizine tabi tutularak sonuçlar değerlendirilmiş ve Sismik İndeks Yöntemi ile karşılaştırmalar yapılmıştır.

Tüm bu çalışmaların sonucunda; yapısal çözümleme ve kesit kapasitelerinin hesabı sonucu ulaşılan kat bazında (kapasite / iç kuvvet) oranları ile Sismik İndeks Yöntemi kullanılarak elde edilen (performans indeksi / karşılaştırma indeksi) oranları arasında yaklaşık olarak doğrusal bir ilişki olduğu belirlenmiştir. Ayrıca, yapısal çözümleme ve Sismik İndeks Yöntemi ile elde edilen sonuçların karşılaştırılması sonucunda, incelenen binalarda herhangi bir kritik katta (performans indeksi / karşılaştırma indeksi) oranının 0,4'den küçük olması durumunda daha ayrıntılı bir incelemenin gerekli olduğu, bu oranın 0,4'den büyük olması durumunda ise daha ileri düzey bir incelemeye gerek olmaksızın kullanıma devam edilebileceği sonucuna ulaşılmıştır.

Aynı binaların güçlendirilmesinden sonra yapılan karşılaştırmalar ABYYHY'98 tarafından öngörülen yatay yükler dikkate alınarak yapılan güçlendirmelerin, hasar riskini büyük ölçüde azaltmak için gerekli olandan hayli fazla güvenlik içerebileceğini de göstermiştir.

2.1.4. İstatistiksel değerlendirmelere dayalı yaklaşım

Pay ve Özcebe tarafından hazırlanan (Pay ve Özcebe, 2001) Yüksek Lisans tezinde, betonarme binaların sismik olarak hasar görebilirliğini tahmin edebilmek için istatistiksel analize dayanan bir yöntem sunulmuştur. Bolu, Düzce ve Kaynaşlı'dan 17 Ağustos ve 12 Kasım 1999 depremleri sonrası toplanan bilgiler, istatistiksel yöntemlerle incelenmiştir.

Çalışmada ana değişkenler olarak;

- Kat adedi
- Çıkmalar ve çıkma miktarları
- Yumuşak kat
- Planda düzensizlikler
- Eylemsizlik momentlerinin kareleri toplamının karekökü

parametreleri kullanılmıştır. Ancak; çalışmada yapılan analizler sonucunda, beklenmeyen bir şekilde, “çıkmalar” ve “yumuşak kat” parametrelerinin istatistiki olarak bina göçme riskinde fazla önemli olmadığı yargısına varılmıştır.

Çalışmada, kat sayısı 1 ile 6 arasında değişen, betonarme perdeli veya perdesiz toplam 152 bina incelenmiştir. Bu binalardan 51'i Bolu'da, 24'ü Düzce'de ve 77'si Kaynaşlı'dadır. Örnek binalardan 41'i hasarsız, 67'si az hasarlı, 21'i orta hasarlı ve 23'ü de ağır hasarlıdır. Binaların 112 tanesinde hiç betonarme perde duvar bulunmazken, 13'ünde tek yönde, 27'sinde de her iki yönde betonarme perde duvarlar mevcuttur. Kat yükseklikleri 2,10 m ile 4,00 m arasında değişmekle birlikte, katların çoğunluğu 2,70 m ile 3,00 m arasındadır.

Binalarda bulunan düşey taşıyıcıların atalet momentlerinin hesabında, eğer var ise poligon kolon biçimleri de dikkate alınmış, ayrıca dolgu duvarı atalet momentleri 0,089 katsayısı ile çarpılmıştır.

Çalışmanın sonucunda, “kat sayısı“ en önemli ve etkili değişken olarak saptanmıştır. Tüm hasar tipleri için toplam doğru sınıflama oranı % 49,3 olarak bulunmuşsa da, ağır hasarlı binalarda bu oran % 65,2'ye kadar çıkmıştır. Bu tarz bir istatistiksel hesaplama ve sınıflama bir de 1992 Erzincan Depremi'nden hasar gören binalar üzerinde test edilmiş, uygun sonuçlar vermiştir.

Ayrıca, Hassan ve Sözen tarafından geliştirilen yöntem de (Hassan ve Sözen, 1997) örnek binalar ile test edilmiş, Pay ve Özcebe tarafından oluşturulan yöntemin daha iyi sonuçlar verdiği ortaya konmuştur.

2.1.5. ‘Kapasite İndeksi’ yöntemi

Bu yöntemde (Yakut ve diğerleri, 2005) kritik kat için ampirik olarak her kolon ve betonarme perde için hesaplanan kesme kuvveti kapasiteleri, bina taban kesme kuvveti ile karşılaştırılmaktadır. V_{cap} dolgu kolon ve perde duvarların kesme kapasiteleri, V_{code} deprem yönetmeliği ile bulunan taban kesme kuvveti, C_m ve C_a binanın karakteristik değerlerine ve düzensizlik durumlarına bağlı katsayılardır. Tüm boyutların mm ve Mpa alınması durumunda $\alpha=0,65$, f_{ctk} beton karakteristik çekme dayanımı, b_w ve h kolon boyutları ve m kat adedi olmak üzere;

$$V_{cap} = \sum 0,65 \alpha f_{ctk} b_w h \quad (2.4)$$

$$V_{wy} = \frac{V_{cap}}{0,95 e^{0,125 m}} \left(46 \frac{A_w}{A_{tf}} + 1 \right) \quad (2.5)$$

$$CPI = C_a C_m \frac{V_{wy}}{V_{code}} \quad (2.6)$$

CPI değerinin 1,5’den küçük olması durumunda yapının göçme riskinin yüksek olduğu yargısına varılır.

2.1.6. Sokak taraması yöntemi, ABD (FEMA 154 ve 155)

Hızlı değerlendirme yöntemlerinin deprem mühendisliği literatürüne ciddi bir biçimde girmesini sağlayan en önemli gelişmelerden biri de, Amerika Birleşik Devletleri’nde ATC 21’in (daha sonra FEMA 154 ve 155’e çevrilmiştir) yayınlanmasıdır. Bu yayın, her ne kadar Türk bina stoğuna çok uymayan ‘sokaktan tarama’ yöntemini önerse de, bu konuda ilklerden sayılabilir.

FEMA 154’te yöntem ve değerlendirme kriterleri tarif edilmekte, FEMA 155’te ise yardımcı dokümanlar verilmektedir.

Bu yöntemde binalar 13 farklı kategoriye ayrılmışlardır. Bu kategorilerin 5’i çelik, 3’ü betonarme, 2’si prefabrik, 2’si donatılı yığma ve 1’i de donatısız yığma yapılarıdır. Her yapı puanlamaya bir başlangıç puanı ile başlar ve bazı puan azaltma veya çoğaltma faktörlerinden sonra, binanın asıl puanı olan S puanına ulaşılır. Puanlama, 0 ile 5 arasında olmakla beraber, nadiren de olsa bazı binalar 5 puanı geçebilirler.

Sonuç olarak S puanı, ‘cut-off score’ denilen bir değerlendirme puanı ile karşılaştırılır. Verilecek nihai karar, diğer hızlı değerlendirme yöntemlerinde de olduğu gibi, binanın ikinci bir değerlendirmeye ihtiyaç duyacak kadar güvensiz veya şüpheli olup olmadığı konusudur. Ancak bu cut-off score isimli değerlendirme puanının da nasıl seçileceği de karmaşık bir konudur.

2.1.7. Sokak taraması yöntemi, Türkiye

Sucuoğlu tarafından (Sucuoğlu, 2004), 1-7 katlı betonarme binalar ile 1-5 katlı yığma binalar için sokak taraması yolu ile değerlendirme yapmaya olanak sağlayan iki

yöntem önerilmiştir. Betonarme binalar için önerilen yaklaşımda kullanılan parametreler aşağıda sıralanmıştır;

- Kat adedi,
- Yumuşak kat,
- Ağır çıkmalar,
- Görünen yapı kalitesi,
- Kısa kolon,
- Çarpışma etkisi,
- Tepe / Yamaç etkisi,
- Yerel zemin koşulları ve deprem etkisi,

Sokaktan gözlenen parametreleri elde edilen ve coğrafi koordinatları bilinen 1-7 katlı betonarme bir binanın deprem puanı hesaplanmaktadır.

Belirlenen değerler ön değerler olup, yapılacak daha ileri çalışmalarla geliştirilecekleri belirtilmiştir.

2.2. Analitik Yaklaşımlar

Deprem mühendisliği araştırmaları sırasında, bir binanın deprem davranışını en çok karakterize eden parametrenin yatay ötelenme olduğu anlaşıldığından, bu konuda geçmiş yıllardan beri bir çok araştırma yapılmıştır. Bunlar görelî kat ötelenmeleri ve/veya bina tepe ötelenmesi ile hasar durumunu karşılaştırmayı amaçlayan çalışmalardır.

2.2.1. Hasar kontrol indeksleri

Tezcan ve Akbaş tarafından (Tezcan ve Akbaş, 1995 ve 1996) yapılan dört ayrı yayında, dünyadaki diğer ülkelerin ve Türkiye'nin deprem yönetmeliklerinde verilen görelî kat ötelenmesi sınırları karşılaştırılmıştır. Ancak; yapılacak analizler sonucunda bulunacak olan görelî kat ötelenmesi değerleri doğrudan binaya

etkilecek deprem kuvvetine ve dolayısıyla da yönetmeliğin öngördüğü deprem yatay yük katsayısına bağlı olduğundan, görelî kat ötelenmesi değerleri 10^4 ile çarpılarak yönetmeliğin öngördüğü yatay yük katsayısına bölünmüş ve normalize edilmiştir. Tüm ülke yönetmelikleri incelendiğinde bu indeks değerlerinin 44 ile 986 arasında değiştiğı saptanmıştır.

Çalışmada ayrıca; depremden sonra yapının işletmeye açılması veya binanın fonksiyonlarına devamı için (serviceability criteria) önerilen indeks değeri 120 olarak önerilmiştir.

2.2.2. Görelî kat ötelenme spektrumu

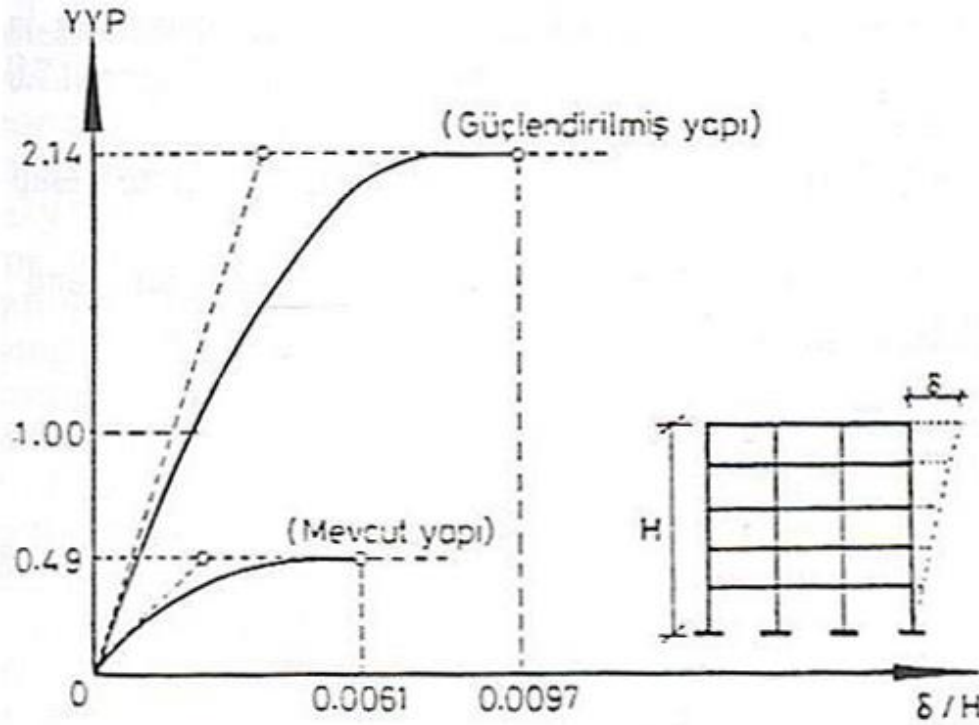
Gülkan ve Sözen tarafından yapılan bir çalışmada (Gülkan ve Sözen, 1997), kayma kirişli olarak idealize edilen çerçevelerde yakın mesafede meydana gelen yer hareketlerinden dolayı gerçekleşen görelî kat ötelenmesi talebi araştırılmıştır. Bu talep, % 5 sönüm oranı için her zaman % 1'den fazladır. Spektrumdaki ordinat değerleri 0,7 sn periyotlu binalardan itibaren başladığından, 6-8 kat arası betonarme binalara denk gelen 0,7 periyot değeri ve % 5 sönüm için depremin talebi olan görelî kat ötelenmesi değeri % 3 olarak okunmuştur.

2.2.3. Yatay yük parametresi ile ötelenmelerin karşılaştırılması

Mevcut betonarme binaların gerçek deprem güvenliklerinin belirlenmesi amacıyla yürütölen bir çalışmada (Özer ve diğerleri, 1993), 1992 Erzincan Depremi'nde orta hasar gören gerçek bir yapı üzerinde sayısal uygulamalar yapılmış ve bu uygulamaların sonuçları verilmiştir.

Buna göre, 1 bodrum, 1 zemin ve 3 normal kat olmak üzere toplam 5 katlı bir binada, mevcut durum ve güçlendirilmiş durum, 1975 Deprem Yönetmeliğı kıstaslarına göre incelenmiştir. İncelenen yapı, 19,80x9,80 m boyutlarında, bir katta 23 adet kolonu bulunan tipik bir betonarme yapıdır. Bu yapı, 1975 Deprem Yönetmeliğı'nin gereğı olan $c=0,08$ yatay yük katsayısı altında incelenmiş, ancak yapılan doğrusal olmayan analiz sonucunda yapının, bu yatay yükün % 49'unda göçtüğü görölmüştür. Yapının modellenmesi duvarsız çerçeve olarak yapılmışsa da, bodrum kat çevre dolgu duvarlarının etkisini görmek için bu duvarlar eşdeğer basınç

çubukları ile temsil edilmiştir. Yatay ötelenmelerin azaldığı görülmüş, ancak % 49 oranının değişmediği sonucuna varılmıştır.



Şekil 2. 2. Yatay yük parametresi – yerdeğiştirme eğrileri

2.2.4. Orta yükseklikteki binalarda basitleştirilmiş dayanım belirleme yöntemi

Sucuoğlu ve Günay tarafından önerilen bu yaklaşımda (Sucuoğlu ve Günay, 2003), toplam 15 adımdan oluşan kuvvet esaslı bir deprem dayanımı değerlendirmesi yapılmıştır. Yöntemin en önemli özelliği, doğrusal elastik analizin sadece bir kez uygulanmasıdır. Bu çalışmada yazarlar, doğrusal elastik analiz ve kapasite prensiplerinin birleştirilmesi ile elde edilen sonuçların, elastik ötesi statik itme analizinden elde edilen sonuçlarla olan tutarlılığını incelemişlerdir.

Ceyhan'da 1998 Adana Depremi'nde orta hasar görmüş 8 katlı betonarme bir yapı, Dinar'da 1995 Dinar Depremi'nde hasar görmüş 4 katlı bir diğer yapı ile Düzce'de 1999 Depremi'nde hasar görmüş 5 katlı bir başka yapı olmak üzere toplam üç gerçek bina, çalışma sırasında örnek olarak kullanılmışlardır. Bunlara ek olarak, ayrı ayrı kiriş yıkılma mekanizması ve kolon yıkılma mekanizması oluşması için tasarlanmış olan kuramsal bir bina da kullanılmıştır.

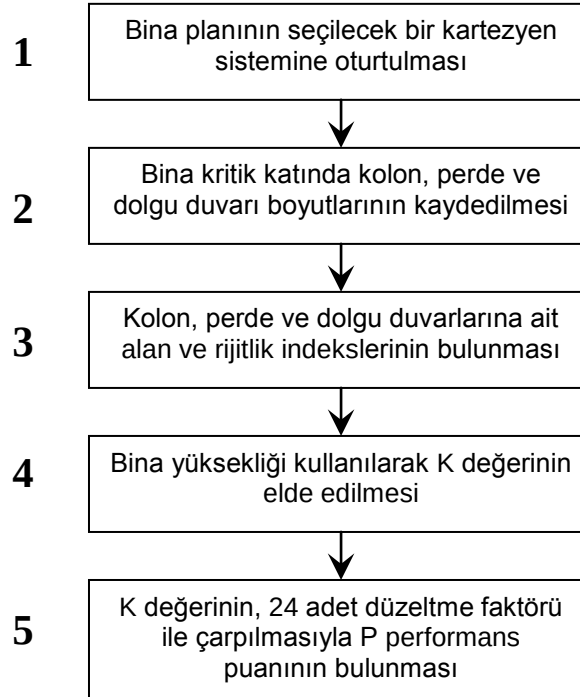
Çalışma sonucunda, önerilen yöntem ile taban kesme kuvveti kapasitesi, statik itme analizi yapılmadan oldukça doğru olarak tahmin edilebilmiştir. Ayrıca, yöntem sonucunda elde edilen plastik mafsallarda dağılımları, birkaç durum haricinde statik itme analizi ile elde edilen plastik mafsallarda dağılımları ile tutarlılık içerisinde çıkmıştır. Elde edilen dağılım, gözlenen hasarı da yakalayabilmiştir.

3. P24 PUANLAMA YÖNTEMİ

Bu bölümde ilk olarak Tezcan ve diğerleri tarafından önerilen (Tezcan ve diğerleri 2002, 2003, 2004 ve 2005) *Sıfır Can Kaybı* yaklaşımında kullanılan parametreler dikkate alınarak, '*P24 Puanlama Yöntemi*' isimli ampirik bir yöntem önerilmiştir. Bu yöntemle, binanın bazı parametrelerine dayalı ve çok hızlı hesap yapıp karar vermeyi sağlayan bir yaklaşım tarzı oluşturulmuştur.

3.1. Puanlama Adımları

Bir binanın performans puanı olarak tanımlanan 'P', binanın kolon, perde ve dolgu duvarlarına ait alan ve rijitlik indekslerine bağlı olarak hesaplanan değer ve binanın zemin özellikleri ve yapısal karakteristiklerine bağlı olarak tanımlanan 24 adet düzeltme faktörünün katılımı ile hesaplanmaktadır. Puanlama adımları, Şekil 3.1'deki akış diyagramında verilmiştir.



Şekil 3. 1. Puanlama adımları

3üncü adımda bahsi geçen alan ve rijitlik indekslerinin bulunması Denklem (3.1a), (3.1b), (3.2), (3.3a), (3.3b) ve (3.4)'de verilmiştir. 4üncü adımda anlatılan K değerinin bulunuşu ise bina yüksekliğine bağlı olarak Denklem (3.5)'de verilmiştir.

a_c , a_s ve a_w sırasıyla kolon, perde ve dolgu duvarı etkili kesme alanlarını göstermektedir. A ise kat alanını temsil etmektedir.

$$C_{Ax} = 3,0 \times 10^5 \frac{\sum_{i=1}^n a_c + \sum_{j=1}^m a_{sx} + 0,15 \sum_{k=1}^p a_{wx}}{A} \quad (3.1a)$$

$$C_{Ay} = 3,0 \times 10^5 \frac{\sum_{i=1}^n a_c + \sum_{j=1}^m a_{sy} + 0,15 \sum_{k=1}^p a_{wy}}{A} \quad (3.1b)$$

$C_{A,min} = \min(C_{Ax}, C_{Ay})$ ve $C_{A,max} = \max(C_{Ax}, C_{Ay})$ olmak üzere;

$$C_A = \sqrt{(0,87 C_{A,min})^2 + (0,5 C_{A,max})^2} \quad (3.2)$$

Etkili kesme alanlarının yanı sıra bir diğer parametre de elemanların atalet momentleridir. I_c , I_s ve I_w sırasıyla kolon, perde ve dolgu duvarı atalet momentlerini göstermektedir. I_p ise kat atalet momentini temsil etmektedir. Kat alanı ve kat ataleti değerlerinin nasıl hesaplanacağı örnek üzerinde, Bölüm 3.2.1.'de anlatılmıştır.

C_A parametresine benzer şekilde, kolonlar, betonarme perdeler ve dolgu duvarları ile ilgili C_I parametresi de aşağıdaki gibi hesaplanmaktadır;

$$C_{Ix} = 3,0 \times 10^5 \left(\frac{\sum_{i=1}^n I_{cx} + \sum_{j=1}^m I_{sx} + 0,15 \sum_{k=1}^p I_{wx}}{I_{px}} \right)^{0,4} \quad (3.3a)$$

$$C_{Iy} = 3,0 \times 10^5 \left(\frac{\sum_{i=1}^n I_{cy} + \sum_{j=1}^m I_{sy} + 0,15 \sum_{k=1}^p I_{wy}}{I_{py}} \right)^{0,4} \quad (3.3b)$$

$C_{I,min} = \min (C_{Ix}, C_{Iy})$ ve $C_{I,max} = \max (C_{Ix}, C_{Iy})$ olmak üzere;

$$C_I = \sqrt{(0,87 C_{I,min})^2 + (0,5 C_{I,max})^2} \quad (3.4)$$

Denklem (3.2) ve (3.4)'de görülen 0,87 ve 0,5 katsayıları, ileride Bölüm 6.5'de daha ayrıntılı olarak anlatıldığı üzere, depremin binaya, binanın zayıf yönü ile 30 derece açı yaparak geldiği kabulünden kaynaklanan katsayılardır.

H_b bina yüksekliğini göstermek üzere K parametresi;

$$K = \frac{C_A + C_I}{H_b^t} \quad (3.5)$$

Bir binanın kat adedi ve yüksekliğinin artmasının, hem kütleyi ve hem de deprem kuvvetinin moment kolunu artırması sebebi ile t üstel katsayısı, 3~8 katlı binalarda 2.00 olarak alınmış, yani deprem yükünün bina kat adedinin karesi ile değiştiği varsayılmıştır. Çalışmada ayrıca P puanının bulunması sırasında kullanılan 't' üstel katsayısı, bina yüksekliğine göre değişik değerler almıştır. Burada amaç, az katlı binaların düşük periyotları sebebi ile yüksek katlı binalara nazaran daha fazla deprem yükü aldıkları gerçeğini temsil edebilmektir. 't' üstel katsayısının tüm bina yükseklikleri için tek bir değer olarak kullanılması, 1 ~ 3 katlı binalar ile 8'den fazla katlı binaların puanlarını diğerlerinden aşırı derecede ayırmakta ve mantıksal karşılaştırmaya fırsat bırakmamaktadır. 't' üstel katsayısının bina yükseklikleri ile değişimi için önerilen değerler Tablo 3.1'de verilmiştir.

Tablo 3. 1. Bina üstel katsayısı ‘t’nin bina yüksekliği ile değişimi

Bina Yüksekliği	‘t’ üstel katsayısı
$H_b \leq 10$ m	2,45
$10 \text{ m} < H_b \leq 25$ m	2,00
$25 \text{ m} < H_b \leq 40$ m	1,75
$H_b > 40$ m	1,25

K değerinin bulunması ve tüm düzeltme faktörlerinin saptanmasını takiben, binanın davranışını ve göçme olasılığını belirleyecek olan P performans puanı, Denklem (3.6) ve (3.7)’de verildiği gibi hesaplanmaktadır.

$$P = K \prod_{i=1}^{25} f_i \quad (3.6)$$

veya;

$$P = \frac{C_A + C_I}{H_b^t} \prod_{i=1}^{25} f_i \quad (3.7)$$

Burada f_i değerleri, aşağıda açıklanan düzeltme faktörlerini göstermektedir.

3.2. Düzeltme Faktörleri

Bu çalışmada binanın taşıyıcı elemanları ile dolgu duvarlarının alanları ve rijitliklerinin katkıları yanı sıra, bir çok soruya verilecek cevaplar neticesinde taşıyıcı sistemde bulunan ve hasara açık özellikler de binanın değerlendirilmesine katılmaktadır. Dolayısıyla düzeltme faktörleri, binanın yapısal özellikleri, düzensizlikleri, zayıflıkları ve zemin özellikleri gibi karakteristikleri, bu parametrelerin binada bulunuş yoğunluğu ve yine bu parametrelerin bir deprem esnasında bina davranışına etkisi göz önüne alınarak belirlenmiştir.

Burulma Düzensizliği İle İlgili Faktör : f_1

Taşıyıcı elemanların veya dolgu duvarlarının, binada burulmaya neden olacak şekilde yerleştirilmiş olması durumu ile ilgili bir düzeltme faktörüdür. Faktörün puanlanması ile ilgili detaylar Tablo 3.2’de verilmiştir. Bu faktör aslında, ABYYHY’98’de de verilen A1 türü düzensizliği temsil etmektedir.

Tablo 3. 2. Burulma düzensizliği ile ilgili faktör

Burulma Düzensizliği İle İlgili Faktör	f_1
Betonarme perde ve yığma dolgu duvarlarının dengeli olarak dağıtılması durumu	1,00
Betonarme perde ve yığma dolgu duvarlarının bir kısmının, dengesizliğe ve burulmaya sebebiyet verecek şekilde bir tarafta ve bir yönde toplanması durumu	0,98
Betonarme perde ve yığma dolgu duvarlarının bir kısmının, her iki yönde de dengesizliğe ve burulmaya sebebiyet verecek şekilde bulunması durumu	0,96

Döşeme Süreksizliği İle İlgili Faktör : f_2

Döşemelerin, ani rijitlik azalması veya büyük açıklıklar yolu ile zayıflatılması durumunu temsil eden bir faktördür. Faktörün puanlanması ile ilgili detaylar Tablo 3.3’de verilmiştir. Bu faktör de aslında, ABYYHY’98’de de verilen A2 türü düzensizliği temsil etmektedir.

Tablo 3. 3. Döşeme süreksizliği ile ilgili faktör

Döşeme Süreksizliği İle İlgili Faktör	f₂
Döşemede kat brüt alanının 1/3'ünü geçen boşluklar bulunmaması veya döşemenin düzlem içi rijitliğinde ani azalmalar olmaması durumu	1,00
Döşemede kat brüt alanının 1/3'ünü geçen boşluklar veya ani rijitlik azalması hallerinden sadece birinin bulunması durumu	0,98
Döşemede kat brüt alanının 1/3'ünü geçen boşluklar ve ani rijitlik azalması hallerinden ikisinin birden bulunması durumu	0,96

Plandaki Çıkıntılarla İlgili Faktör : f₃

Bina planında bir yönde veya her iki yönde birden çıkıntılar bulunması durumunu temsil eden bir katsayıdır. Faktörün puanlanması ile ilgili detaylar Tablo 3.4'de verilmiştir. Bu faktör aslında, ABYYHY'98'de de verilen A3 türü düzensizliği temsil etmektedir.

Tablo 3. 4. Plandaki çıkıntılarla ilgili faktör

Plandaki Çıkıntılarla İlgili Faktör	f₃
Binanın kat planında, her iki yöndeki kat boyutunun % 20'sini geçen çıkıntılar bulunmaması durumu	1,00
Binanın kat planında, bir yönde kat boyutunun % 20'sini geçen çıkıntılar bulunmaması durumu	0,99
Binanın kat planında, her iki yöndeki kat boyutunun % 20'sini geçen çıkıntılar bulunması durumu	0,98

Bina Akslarının Ortogonal Olmaması İle İlgili Faktör : f_4

Her iki yönde de eleman eksenlerinin birbirine paralelliğini temsil eden bir katsayıdır. Faktörün puanlanması ile ilgili detaylar Tablo 3.5’de verilmiştir.

Kat alanı hesapları tam bir dikdörtgene göre yapılmaktadır. Böylece üçgen veya yamuk şekilli binalar için bir puan azaltmasına gidilmiş olduğundan, f_4 faktörü, nispeten düşük bir değer olan 0.01 birimlik adımlarla bölünmüştür.

Tablo 3. 5. Bina akslarının ortogonal olmaması ile ilgili faktör

Bina Akslarının Ortogonal Olmaması İle İlgili Faktör	f_4
Eleman eksenlerinin tamamının iki yönde birbirine paralel olması veya sadece lokal bazı kirişler boyunca paralelliğin bozulması durumu	1,00
Bir veya daha fazla aksın tüm uzunluğu boyunca paralelliğin bozulması, binanın yamuk şeklinde plana sahip olması durumu	0,99
Binanın üçgen veya üçgene çok yakın bir plana sahip olması durumu	0,98

Zayıf ve/veya Yumuşak Kat Faktörü : f_5

Yapıların deprem davranışlarında çok büyük rol oynayan iki parametre, ‘*zayıf kat*’ ve ‘*yumuşak kat*’ tarifleri, ABYYHY’98’de birbirinden ayrı olarak tarif edilmişlerdir. Buna göre dayanım düzensizliği (zayıf kat): ‘*Betonarme binalarda, birbirine dik iki deprem doğrultusunun herhangi birinde, herhangi bir kattaki etkili kesme alanının, bir üst kattaki etkili kesme alanına oranının 0,80’den küçük olması durumu*’ olarak, rijitlik düzensizliği (yumuşak kat) ise; ‘*Birbirine dik iki deprem doğrultusunun herhangi biri için, herhangi bir i’inci kattaki ortalama görelî kat ötelenmesinin bir üst kattaki ortalama görelî kat ötelemesine oranının 1.5’den büyük olması durumu*’ olarak tanımlanmıştır.

Bu çalışma esnasında, zayıf kat düzensizliğini temsil etmesi açısından bulunan parametrede, ABYYHY'98'de bahsedildiği gibi sadece elemanların etkili kesme alanları değil, atalet momentleri de kullanılmıştır.

Rijit kat düzensizliğinin yönetime dahil edilmesi için ise yine yönetmelikte tarif edilen ortalama görelî kat ötelenmelerinin kullanılması bu çalışmada oluşturulmaya çalışılan yöntemin içeriğine uymamaktadır. Çünkü ortalama görelî kat ötelenmelerinin bulunması için ilk önce ayrıntılı bir analiz yapılması gerektiği açıktır. Halbuki bu çalışma ayrıntılı bilgisayar analizlerine girmeden bazı yaklaşımlarla bina göçme risklerini belirlemeye yönelik olduğundan, bu düzensizliğin yönetmelikteki haliyle çalışmaya girmesi beklenemez. Ancak; ortalama görelî kat ötelenmelerinin düzensizliğin adından da anlaşılabilceği gibi, direkt olarak eleman rijitlikleri ile orantılı olması bu katsayının ortalama görelî ötelenmeler yoluyla değil de rijitliklerin oranı ile yönetime dahil edilmesine olanak sağlar.

Zayıf kat düzensizliği etkisinin hesabı için kullanılan oranların hesabı, Denklem (3.8), (3.9) ve (3.10)'da verilmiştir. Denklem (3.8)'de, etkili kesme alanlarına ait r_a oranının hesabı için, önce yönetmelikte verilen oranın 1,0'den farkının, 0,4 katsayısı ile çarpılarak azaltıldığı ve tekrar 1,0'e eklendiği görülecektir. Burada amaç, eğilme rijitliğini yansıtan elastisite modülü ile kayma rijitliğini yansıtan kayma modülü arasındaki oranın, yani Poisson oranının da hesaplara dahil edilmesidir. Buna göre, komşu iki kat arasındaki etkili kesme alanları oranı 0,80 olan bir yapıda r_a katsayısı; $1 + 0,2(-0,4) = 0,92$ olarak alınacaktır. Burada Poisson oranı gerçekçi bir yaklaşımla 0.20 olarak kabul edilmiştir. Bu durumda $G = E / [2(1+\mu)]$ formülünden yaklaşık olarak $G = 0,4 E$ yazılabilir ve G kayma modülünün, E elastisite modülünün katkısının yaklaşık % 40'ına sahip olduğunu söylemek yanlış olmaz. Biri eğilme rijitliği, diğeri kesme alanı ile ilgili iki farklı büyüklüğü toplayarak aynı parametrenin bulunmasında kullanabilmek için bu tür bir yaklaşımda bulunulmuştur.

r_a ve r_r değerleri bulunurken, komşu iki kat arasındaki ve her iki yöndeki etkili kesme alanları ile rijitlik oranlarının küçük olanları alınmıştır.

$$r_a = 1 + 0,4 \left[\left(\frac{\sum_{k=1}^n a_{c,i} + \sum_{j=1}^m a_{s,i} + 0,15 \sum_{t=1}^p a_{w,i}}{\sum_{k=1}^n a_{c,i+1} + \sum_{j=1}^m a_{s,i+1} + 0,15 \sum_{t=1}^p a_{w,i+1}} \right) - 1,0 \right] \quad (3.8)$$

$$r_r = \frac{\sum_{k=1}^n I_{ci} + \sum_{j=1}^m I_{si} + 0.15 \sum_{t=1}^p I_{wi}}{\sum_{k=1}^n I_{ci+1} + \sum_{j=1}^m I_{si+1} + 0.15 \sum_{t=1}^p I_{wi+1}} \quad (3.9)$$

Komşu iki kat arası etkili kesme alanları ve etkili rijitliklerin oranlarının en küçükleri bulunduktan sonra, ikisinin bileşkesi olan f_5 faktörü, kat yüksekliklerinin yanal rijitliğe etkisini de göz önüne alacak şekilde düzenlenerek Denklem (3.10)'da verilmiştir.

$$f_5 = \left[r_r r_a \left(\frac{h_n}{h_s} \right)^3 \right]^{0,15} \leq 1,0 \quad (3.10)$$

Formülde 0,15'inci kuvveti almaktaki amaç, bulunacak f_5 faktörünün 0 ile 1 arasında mantıklı, gerçeği temsil edebilecek bir sayıya çekilebilmesini sağlamaktır. Yapılan denemeler sonucunda en iyi sonucu 0,15 katsayısının verdiği görülmüştür.

Taşıyıcı Sistem Düşey Elemanlarının Süreksizliği İle İlgili Faktör : f_6

ABYYHY'98'de belirtilen B3 türü düzensizlik, yapı taşıyıcı sistem düşey elemanlarının süreksizliği ile ilgili bir düzeltme faktörüdür. Kolon veya perdelerin bazı katlarda kaldırılarak taşıyıcıların kirişler veya guseli kolonların üstüne veya ucuna oturtulması, yada üst kattaki perdelerin altta kolonlara veya kirişlere oturtulması durumuna göre değişiklik gösterir.

Taşıyıcı sistem düşey elemanlarının süreksizliğine ait çeşitli kombinasyonlar, bu çalışmada da ABYYHY'98'de olduğu şekli ile tarif edilmiştir. Buna göre;

- (a) Kolonların binanın herhangi bir katında konsol kirişlerin veya alttaki kolonlarda oluşturulan guselerin üstüne veya ucuna oturtulması durumu.

- (b) Kolonun, iki ucundan mesnetli bir kirişe oturması durumu.
- (c) Üst kattaki perdenin her iki ucundan altta kolonlara oturtulması durumu.
- (d) Perdelerin, binanın herhangi bir katında, kendi düzlemleri içinde kirişlerin üstüne açıklık ortasında oturması durumu.

Tablo 3. 6. Taşıyıcı sistem düşey elemanlarının süreksizliği ile ilgili faktör

Taşıyıcı Sistem Düşey Elemanlarının Süreksizliği İle İlgili Faktör	f_6
Binanın taşıyıcı sistem düşey elemanlarında herhangi bir süreksizlik olmaması	1,00
Taşıyıcı sistem düşey elemanlarında , (b) veya (c) tipi süreksizliklerin lokal olarak bulunması	0,92
Taşıyıcı sistem düşey elemanlarında , (b) veya (c) tipi süreksizliklerin yaygın olarak bulunması	0,84
Taşıyıcı sistem düşey elemanlarında , (a) veya (d) tipi süreksizliklerin lokal olarak bulunması	0,76
Taşıyıcı sistem düşey elemanlarında , (a) veya (d) tipi süreksizliklerin yaygın olarak bulunması	0,68
Taşıyıcı sistem düşey elemanlarında ikiden fazla tip süreksizliğin yaygın olarak bulunması	0,60

Kütle Düzensizliği İle İlgili Faktör : f_7

Binada herhangi bir yerde anormal kütle birikimi yada bir veya daha çok depo katı bulunması durumunu temsil eden bir katsayıdır. Faktörün puanlanması ile ilgili detaylar Tablo 3.7’de verilmiştir.

Tablo 3. 7. Kütle düzensizliği ile ilgili faktör

Kütle Düzensizliği İle İlgili Faktör	f₇
Binada anormal kütle birikimi veya depo katı bulunmaması durumu	1,00
Bina zemin katında ve planda yayılmış kütle birikimi veya depo katı bulunması durumu yada kütle birikimi veya depo katının binanın üst katlarından biri veya birkaçında olması durumu	0,99
Bina zemin katında ve planda yayılmış kütle birikimi veya depo katı bulunması ile kütle birikimi veya depo katının binanın üst katlarından biri veya birkaçında olması hallerinin birlikte bulunması durumu	0,98

Korozyon Faktörü : f₈

Bina taşıyıcı elemanlarında korozyon bulunması halini temsil eden bir katsayıdır. Faktörün puanlanması ile ilgili detaylar Tablo 3.8’de verilmiştir.

Tablo 3. 8. Korozyon faktörü

Korozyon Faktörü	f₈
Yapıda taşıyıcı elemanların herhangi birinde korozyon bulunmaması durumu	1,00
Yapıda lokal olarak, sadece bazı taşıyıcı sistem elemanlarında korozyon bulunması durumu	0,98
Korozyonun yapının bir katındaki taşıyıcı sistem elemanlarının çoğunda (yarıdan fazlasında) bulunması durumu	0,96

Kısa Kolon Faktörü : f_9

Binada bölgesel veya genel olarak kısa kolon bulunması halini temsil eden bir katsayıdır. Faktörün puanlanması ile ilgili detaylar Tablo 3.9’da verilmiştir.

Tablo 3. 9. Kısa kolon faktörü

Kısa Kolon Faktörü	f_9
Yapıda kısa kolon bulunmaması durumu	1,00
Merdiven kovanı, iç mekan veya cephelerde, lokal olarak kısa kolon teşkil edilmesi durumu	0,96
Kısa kolon halinin tüm bir katta yada birden çok cephede birden bulunması durumu	0,92

Zayıf Kolon Bulunması İle İlgili Faktör : f_{10}

Bilindiği gibi kolonların kirişlerden daha güçlü olması yolu ile plastik mafsalların kolon başları yerine kiriş uçlarında oluşması, sünek tasarımın bir şartıdır. Bu çalışmada da, kolonlar ve onlara bağlı kirişlerin rijitliklerinin oranlanması yolu ile, kolonları ile kirişler arasındaki rijitlik oranı bulunmaya ve yönteme aktarılmaya çalışılmıştır. Bunun için, binada en çok bulunan kolon boyutu ile yine en çok bulunan kiriş boyutu arasında bir oranlama yapılmıştır.

Güçlü kolon-zayıf kiriş özelliğinin bulunmasını temsil eden f_{10} faktörünün hesaplanması Denklem (3.11)’de verilmiştir. I_x ve I_y binada en çok bulunan kolon boyutlarından elde edilecek atalet momentleri, I_b ise yine binada en çok bulunan kiriş tipine ait atalet momenti olmak üzere;

$$f_{10} = \left(\frac{I_x + I_y}{2(I_b)} \right)^{0,15} \quad (3.11)$$

Formülde 0,15’inci kuvveti almaktaki amaç, yine bulunacak faktörün 0 ile 1 arasında mantıklı, gerçeği temsil edebilecek bir sayıya çekilebilmesini sağlamaktır.

Ağır Cephe Elemanları Bulunması İle İlgili Faktör : f_{11}

Bina cephesinde ağır cephe askıları veya parapetler bulunması durumunu temsil eden bir katsayıdır. Faktörün puanlanması ile ilgili detaylar Tablo 3.10'da verilmiştir.

Tablo 3. 10. Ağır cephe elemanları bulunması ile ilgili faktör

Ağır Cephe Elemanları Bulunması İle İlgili Faktör	f_{11}
Yapıda ağır cephe askısı veya parapet bulunmaması durumu	1,00
Ağır cephe askısı veya parapetlerin lokal olarak veya tek bir cephede bulunması durumu	0,98
Ağır cephe askısı veya parapetlerin genel olarak tüm yapıda veya tüm cephelerde bulunması durumu	0,96

Asma Kat İle İlgili Faktör : f_{12}

Yapıda yerel olarak veya tamamen asma kat bulunması durumunu temsil eden bir katsayıdır. Faktörün puanlanması ile ilgili detaylar Tablo 3.11.'de verilmiştir.

Tablo 3. 11. Asma kat ile ilgili faktör

Asma Kat İle İlgili Faktör	f_{12}
Yapıda asma kat bulunmaması durumu	1,00
Yapıda küçük bir bölümde (kat alanının % 25'inden küçük) asma kat bulunması durumu	0,98

Yapıda büyük bir bölümde (kat alanının % 25'inden büyük) asma kat bulunması durumu	0,96
--	-------------

Çarpışma Olasılığı İle İlgili Faktör : f_{13}

Binaların çarpışma riski ile ilgili bir katsayıdır. Çalışma konusu olan binanın komşu binalar ile arasında bir çarpışma olasılığına ve binanın kurulu bulunduğu parselin, bir adanın en ucundaki parsel olup olmamasına bağlı olarak faktörün değeri değişmektedir. Faktörün puanlanması ile ilgili detaylar Tablo 3.12’de verilmiştir.

Tablo 3. 12. Çarpışma olasılığı ile ilgili faktör

Çarpışma Olasılığı İlgili Faktör	f_{13}
Binada, aynı kat seviyelerine sahip bir bina ile çarpışma riski bulunması durumu	1,00
Binada, farklı kat seviyelerine sahip bir bina ile çarpışma riski, veya binanın en uç parselde bulunması halinde aynı seviyedeki bir bina ile çarpışma riski bulunması durumu	0,90
Binanın hem en uç parselde olması, hem de kendisine bitişik ve farklı kat seviyelerine sahip başka bir bina ile çarpışma riskinin bulunması durumu	0,80

Katlarda Seviye Farkı ve Kısmi Bodrum Bulunması İle İlgili Faktör : f_{14}

Katlar arasında lokal olarak veya bina genelinde seviye farkı bulunması durumunu veya binada kısmi bodrum olması halini temsil eden bir katsayıdır. Faktörün puanlanması ile ilgili detaylar Tablo 3.13’de verilmiştir.

Tablo 3. 13. Katlarda seviye farkı ve kısmi bodrum bulunması ile ilgili faktör

Katlarda Seviye Farkı ve Kısmi Bodrum Bulunması İle İlgili Faktör	f₁₄
Binada seviye farkı veya kısmi bodrum bulunmaması durumu	1,00
Sadece bir katta veya lokal olarak tek bir yerde seviye farkı bulunması durumu	0,90
Binada, her katta seviye farkı bulunması veya kısmi bodrum olması durumu	0,80

Zemin Tipi Faktörü : f₁₅

Yapının kurulu bulunduğu zemin tipini temsil eden bir katsayıdır. Zemin ve yapı arasında hakim periyotlardan kaynaklanan etkileşim de dikkate alınarak, Tablo 3.14’de açıklanmıştır.

Tablo 3. 14. Zemin tipi faktörü

Zemin Tipi Faktörü	f₁₅
Binanın Z1 veya Z2 tipi zeminlerde 3 veya daha çok katlı bir bina olması veya Z3 tipi zeminlerde 1 veya 2 katlı bir bina olması durumu	1,00
Binanın Z3 tipi zeminlerde 3 veya daha çok katlı bir bina olması veya Z1 veya Z2 tipi zeminlerde 3’den daha az katlı bir bina olması durumu	0,96
Binanın Z4 tipi zeminde bulunması durumu	0,92

Zemin Oturması Faktörü : f_{16}

Zeminde kalıcı oturma, deformasyon riski bulunması halini temsil eden bir katsayıdır. Faktörün puanlanması ile ilgili detaylar Tablo 3.15’de verilmiştir.

Tablo 3. 15. Zemin oturması faktörü

Zemin Oturması Faktörü	f_{16}
‘Hiç’ risk olmaması veya ‘az risk’ olması durumu	1,00
‘Orta’ derecede risk olması durumu	0,98
‘Yüksek’ derecede risk olması durumu	0,96

Sıvılaşma Olasılığı İle İlgili Faktör : f_{17}

Binanın kurulu bulunduğu zemindeki sıvılaşma riskini temsil eden bir katsayıdır. Faktörün puanlanması ile ilgili detaylar Tablo 3.16’da verilmiştir.

Tablo 3. 16. Sıvılaşma olasılığı ile ilgili faktör

Sıvılaşma Olasılığı İle İlgili Faktör	f_{17}
‘Hiç’ risk olmaması veya ‘az risk’ olması durumu	1,0
‘Orta’ derecede risk olması durumu	0,98
‘Yüksek’ derecede risk olması durumu	0,96

Heyelan Faktörü : f_{18}

Binanın kurulu bulunduğu zemindeki heyelan riskini temsil eden bir katsayıdır. Faktörün puanlanması ile ilgili detaylar Tablo 3.17’de verilmiştir.

Tablo 3. 17. Heyelan faktörü

Heyelan Faktörü	f₁₈
‘Hiç’ risk olmaması veya ‘az risk’ olması durumu	1,00
‘Orta’ derecede risk olması durumu	0,98
‘Yüksek’ derecede risk olması durumu	0,96

Zemin Büyütmesi Faktörü : f₁₉

Binanın kurulu bulunduğu zemindeki zemin büyütmesi riskini temsil eden bir katsayıdır. Faktörün puanlanması ile ilgili detaylar Tablo 3.18’de verilmiştir.

Tablo 3. 18. Zemin büyütmesi faktörü

Zemin Büyütmesi Faktörü	f₁₉
‘Hiç’ risk olmaması veya ‘az risk’ olması durumu	1,00
‘Orta’ derecede risk olması durumu	0,95
‘Yüksek’ derecede risk olması durumu	0,90

Topoğrafik Etkiler İler İlgili Faktör : f₂₀

Binanın kurulu bulunduğu alanın topoğrafisinin deprem dalgalarının odaklanması veya saçılması yolu ile binayı etkilemesini temsil eden bir katsayıdır. Faktörün puanlanması ile ilgili detaylar Tablo 3.19’da verilmiştir.

Tablo 3. 19. Topoğrafik etkiler ile ilgili faktör

Topoğrafik Etkiler İle İlgili Faktör	f₂₀
Yapının eğimsiz bir arazide kurulu olması durumu	1,00
Yapının yamaçta kurulu olması durumu	0,90
Yapının bir tepenin üstünde kurulu bulunması durumu	0,80

Temel Tipi Faktörü : f₂₁

Yapının temel tipine bağlı olarak deprem yüklerinin zemine güvenle aktarılışını ve zemin-yapı etkileşimini temsil eden bir faktördür. Faktörün puanlanması ile ilgili detaylar Tablo 3.20’de verilmiştir.

Tablo 3. 20. Temel tipi faktörü

Temel Tipi Faktörü	f₂₁
Yapının radye veya iki yönlü sürekli temele sahip olması durumu	1,00
Yapının tek yönlü sürekli temele sahip olması durumu	0,98
Yapının bağ kirişli tekil temele sahip olması durumu	0,96
Yapının bağ kirişsiz tekil temele sahip olması durumu	0,94

Temel Derinliği Faktörü : f_{22}

Yapının temel derinliğine ve böylece daha sağlam bir zemine oturup oturmadığına bağlı olarak yapı üzerinde ortaya çıkacak etkilerin temsil edilmesi amacı ile kullanılan bir faktördür. Faktörün puanlanması ile ilgili detaylar Tablo 3.21’de verilmiştir.

Tablo 3. 21. Temel derinliği faktörü

Temel Derinliği Faktörü	f_{22}
Temel derinliğinin 4.0 m veya daha fazla olması veya birden çok bodrum katı olması durumu	1,00
Temel derinliğinin 1.0 m ila 4.0 m arasında olması veya tek kat bodrum olması durumu	0,98
Temel derinliğinin 1.0 m’den daha az olması durumu	0,96

Yer Altı Su Seviyesi Faktörü : f_{23}

Yapının oturduğu zemindeki yer altı su seviyesinin gerek zemine ve gerekse yapı temellerine olası etkilerinin yöntemde temsil edilmesi amacı ile hesaplanan bir faktördür. Faktörün puanlanması ile ilgili detaylar Tablo 3.22’de verilmiştir.

Tablo 3. 22. Yer altı su seviyesi faktörüne ait değerler

Yer Altı Su Seviyesi Faktörü	f_{23}
Yer Altı Su Seviyesinin 15.0 m veya daha fazla olması durumu	1,00
Yer Altı Su Seviyesinin 5.0 m ila 10.0 m arasında olması durumu	0,99
Yer Altı Su Seviyesinin 5.0 m’den daha az olması durumu	0,98

Beton Kalitesi Faktörü : f_{24}

Yapının mevcut beton kalitesi hakkında bir bilgi olması durumunda kullanılacak bir faktördür. Bu faktörün adım aralıkları, Tablo 3.23’de belirtilen beton kalitesi aralıklarına ait elastisite modülleri arasındaki oranlar dikkate alınarak saptanmıştır.

Tablo 3. 23. Beton kalitesi faktörü

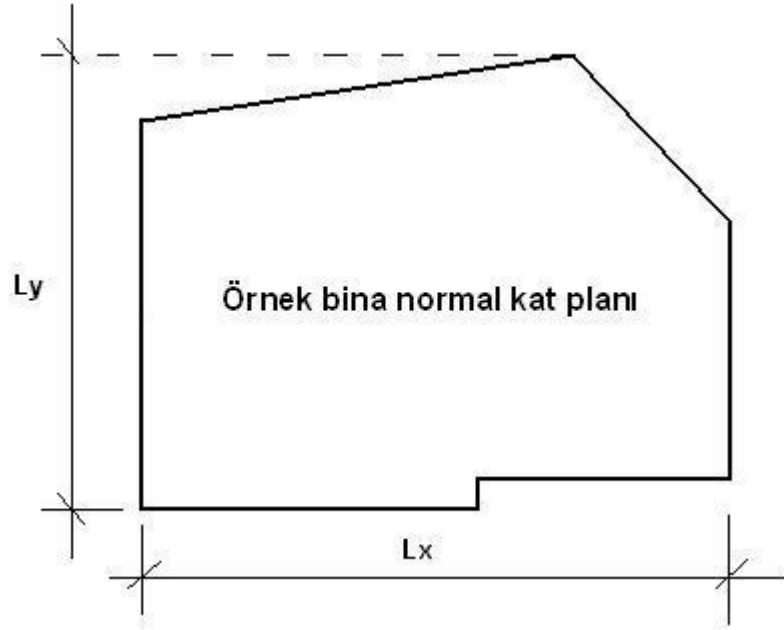
Beton Kalitesi Faktörü⁽¹⁾	f_{23}
$C > BS16$	1,00
$BS10 < C \leq BS16$	0,90
$C \leq BS10$	0,80

3.2.1. Kat alanı, kat ataleti ve kritik kat tanımları

Bu bölümde, Denklem (3.1), (3.2) ve (3.3)’de kullanılan A (kat alanı), I_{px} ve I_{py} (kat ataletleri) değerlerinin nasıl bulunacağı anlatılmıştır. Bu değerlerin bulunması esnasında binanın normal kat kalıp planı kullanılır. Burada amaç, kat planının tam bir dikdörtgen veya kare olmaması durumunda doğacak düzensizlikleri de yönetime yansıtılabilmek ve zemin kattan bir üste kata çıkıldığında oluşturulan çıkmaların da hesaba katılmasıyla, çıkma oranınca bina puanını düşürebilmektir.

Bu değerlerin bulunuşu ile ilgili bir örnek aşağıda verilmiştir ;

⁽¹⁾ C : Binanın beton kalitesi, MPa



Şekil 3. 2. Kat alanı ve ataletinin hesaplanmasında dikkate alınacak kat boyutları

Şekil 3.2’de verilen tipteki bir bina için A , I_{px} ve I_{py} değerleri aşağıdaki gibi olacaktır;

$$A = (L_x) \times (L_y) \quad (3.12)$$

$$I_{px} = \frac{L_y L_x^3}{12} \quad (3.13)$$

$$I_{py} = \frac{L_x L_y^3}{12} \quad (3.14)$$

Puanlama adımlarının tarif edilmesi sırasında kullanılan bir diğer terim de, ‘*kritik kat*’tır. P24 Puanlama Yöntemi sırasında kullanılan kritik kat, binanın (eğer varsa) çepeçevre toprak perdeleri ile çevrilmiş bodrum katları hariç, en alt katlarıdır. Yani rijit kat kabul edilebilecek bodrum kata sahip bir binada kritik kat, bu bodrumun hemen üstündeki zemin kat olmaktadır. Aynı binada bodrum katın hiç toprak perdesi bulundurmaması durumunda da kritik kat bodrum kat olacaktır. Hangi katın kritik kat olduğundan şüpheye düşüldüğü durumlarda hesapların şüphe duyulan her kat için yapılması ve en olumsuz puanın, binanın performans puanı olarak kabul edilmesi doğru bir yaklaşım olacaktır.

4. PUANLAMA YÖNTEMİNİN ÖRNEK BİNALAR İLE DOĞRULANMASI

Bir önceki bölümde anlatılan hesaplama ve puanlama adımlarının ardından, puanlama yöntemi bir de 23 adet örnek bina ile denenmiştir. Bu binalar, Kocaeli, Bingöl ve Adana’da bulunan, daha önce depreme maruz kalarak çeşitli derecelerde hasar almış gerçek betonarme binalardır.

4.1. Örnek Binaların Seçimi

Örnek olarak kullanılan binaların hasar durumlarını değerlendirirken zemin durumu, topoğrafik özellikler gibi depremin içeriğini değiştirecek parametrelerin etkisini ortadan kaldırmak için, örnek binalardan yıkılanlar ile hasar almayanlar birbirlerine çok yakın binalar olarak seçilmişlerdir. Yıkılmamış bir bina yıkılan bir komşu bina ile çift oluşturmaktadır. Böylece, hemen yan parseldeki veya sokağın karşı tarafındaki bir binanın referans bina ile aynı depreme ve dalga muhtevasına maruz kaldığı varsayımı doğru olabilmektedir. Örnek binalar ve çiftleri, Tablo 4.2’de verilmiştir.

4.2. Kullanılan Örnek Binaların Özellikleri

Bu çalışmada kullanılan binalara ait proje ve diğer bilgiler Gölcük Belediyesi, Kocaeli 1inci ve 2nci Ağır Ceza Mahkemeleri, İzmit Büyükşehir Belediyesi, Prof. Dr. Semih S. Tezcan ve Kinetik Mühendislik Müşavirlik A.Ş.’den elde edilmiştir. Örnek binaların tamamı ruhsatlı ve iskan izinli olduğundan, en azından boyutlar ve yükseklikler açısından nispeten projelerine daha uygun inşa edildiği söylenebilir. Binalara ait özet bilgi, Tablo 4.1’de verilmiştir.

Örnek binaların harita üzerindeki yerleri ayrıca Ek-1’de de görülebilir.

Tablo 4. 1. Örnek binalara ait özet bilgiler

Bina Kodu	Binanın Yeri	Hasar Durumu	Kat Adedi	Zemin Kat Alanı (m ²)
GLC-N-001	Gölcük, Kocaeli	Hasarsız	6	495
GLC-N-002	Gölcük, Kocaeli	Hasarsız	6	130
GLC-N-003	Gölcük, Kocaeli	Hasarsız	5	292
GLC-N-004	Gölcük, Kocaeli	Hasarsız	2	139
GLC-N-009	Gölcük, Kocaeli	Hasarsız	3	71
GLC-C-005	Gölcük, Kocaeli	Yıkık	7	329
GLC-C-006	Gölcük, Kocaeli	Yıkık	5	242
GLC-C-007	Gölcük, Kocaeli	Yıkık	7	297
GLC-C-008	Gölcük, Kocaeli	Yıkık	6	694
GLC-C-010	Gölcük, Kocaeli	Yıkık	6	182
BKR-N-001	Bekirpaşa, Kocaeli	Hasarsız	5	46
BKR-N-002	Bekirpaşa, Kocaeli	Hasarsız	6	424
BKR-N-003	Bekirpaşa, Kocaeli	Hasarsız	6	217
BKR-C-004	Bekirpaşa, Kocaeli	Yıkık	9	292
BKR-C-005	Bekirpaşa, Kocaeli	Yıkık	8	281
BKR-C-006	Bekirpaşa, Kocaeli	Yıkık	7	326
SRY-C-003	Saraybahçe, Kocaeli	Yıkık	8	239
SRY-C-004	Saraybahçe, Kocaeli	Yıkık	8	105
SRY-C-005	Saraybahçe, Kocaeli	Yıkık	5	110
BNG-C-001	Bingöl, Merkez	Yıkık	5	553
ADN-M-001	Adana, Seyhan	Orta Hasarlı	7	265
ADN-M-002	Adana, Seyhan	Orta Hasarlı	6	175
ADN-M-003	Adana, Seyhan	Orta Hasarlı	5	90

4.3. Örnek Binaların Zemin Özellikleri

Örnek binalara ait bilgilerin derlenmesi sırasında, binaların birçoğuna ait zemin etütleri ve sondaj sonuçlarına da ulaşmak mümkün olmuştur. İlgili Belediyelerin de yardımı ile, aynı parselde olmasa bile, karşı parselde veya çok yakın bir bölgede örnek binalara ait sondaj sonuçları ve zemin parametreleri elde edilmiştir. Hangi

sondaj logunun hangi binalara ait olduğu yine Tablo 4.2’de, zemin profilleri ve ilgili parametreler Ek-2’de verilmiştir.

Tablo 4. 2. Bina çiftleri ve ilgili sondajlar

Bina Kodu	Çifti Olan Bina	İlgili Sondaj Logu
GLC-C-005 GLC-C-008	GLC-N-002 GLC-N-004	S1
GLC-C-007	GLC-N-003	S2, S3
GLC-C-006	GLC-N-001	S4
GLC-C-010	GLC-N-009	-
BKR-C-005	BKR-N-002	S5, S6, S7
BKR-C-006	BKR-N-003	S5, S6, S7
BKR-C-004	BKR-N-001	S5, S6, S7
SRY-C-004	SRY-C-005	S8, S9
SRY-C-003	-	-
BNG-C-001	-	-
ADN-M-001	-	-
ADN-M-002	-	-
ADN-M-002	-	-

4.4. Puanlamanın Deprem Bölgesine Göre Normalizasyonu

Bu çalışma sırasında oluşturulan ampirik yöntem, 1. derece deprem bölgesinde bulunan ve $A_0 = 0,40g$ etkin yer ivmesine maruz kalacağı varsayılan binalar için önerilmiştir. Ancak, binaların bulunduğu yörenin depremselliğine bağlı olarak, bina puanları normalize edilebilir. Örneğin, 2. derece deprem bölgesinde bulunan bir binanın puanı, 1. ve 2. derece deprem bölgelerinin etkin yer ivmeleri arasındaki oran kadar ($0,4 / 0,3 = 1,33$) artırılabilir. Aynı düzenleme, etkin yer ivmesinin $0,4g$ ’den daha büyük olacağı varsayılan bölgelerde veya daha düşük deprem riskine sahip bölgelerde de aynı ilişki ile değiştirilebilir.

4.5. Orta Hasarlı Örnek Binalar

Bu tez çalışmasında oluşturulan ve test edilen yöntemler esasen hasarsız ve yıkık binalar üzerinde oluşturulmuşlardır. Ancak; farklı deprem etkileri, farklı hasar durumları ve farklı bir bina stoğunu da dikkate alabilmek, yöntemleri bu tip binalarda da test edebilmek kaygısı ile, örnek olarak seçilen 20 binaya ek olarak, Adana’da bulunan ve 1998 Adana depreminde orta hasar alarak güçlendirmeye tabi tutulan üç adet bina hem ampirik ve hem de analitik yaklaşımın doğrulanması sırasında örnek olarak kullanılmıştır.

4.6. Puanlama Yönteminin Sonuçları

Elde bulunan mimari ve statik çizimlerden yola çıkarak, puanlama yönteminde önerilen adımlar uygulanmış ve her binanın performans puanı hesaplanmıştır.

Hesaplama sonuçları ve kullanılan parametrelere ait sonuçlar Tablo 4.3, 4.4, 4.5, 4.6 ve 4.7’de verilmiştir. Ayrıca, tüm örnek binalar için K değerlerinin hesaplanması ayrıntılı olarak Ek-3’de bulunabilir.

Tablo 4. 3. Gölcük’te bulunan yıkılmamış örnek binalara ait puanlama detayları

	GLC-N-001	GLC-N-002	GLC-N-003	GLC-N-004	GLC-N-009
C_A+C_I	10896	24638	12242	15038	21402
H_b	14,5	15,5	14,3	7,0	8,1
t	2,0	2,0	2,0	2,45	2,45
f_1	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
f_2	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
f_3	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
f_4	1,000	0,990	1,000	1,000	1,000
f_5	0,984	0,861	0,989	0,668	1,000
f_6	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
f_7	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
f_8	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
f_9	1,000	0,960	1,000	0,960	0,960
f_{10}	1,000	1,000	0,932	0,932	0,856
f_{11}	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
f_{12}	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
f_{13}	1,000	0,900	1,000	1,000	1,000
f_{14}	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
f_{15}	0,960	0,960	0,960	0,960	0,960
f_{16}	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
f_{17}	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
f_{18}	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
f_{19}	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
f_{20}	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
f_{21}	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
f_{22}	0,985	1,000	0,970	0,970	0,970
f_{23}	0,980	0,980	0,960	0,960	0,980
f_{24}	0,980	0,980	0,980	0,980	0,980
f_{25}	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
P	46	70	48	67	94

GLC : Gölcük

N : Hasarsız (No damage)

Tablo 4. 4. Gölçük'te bulunan yıkılmış örnek binalara ait puanlama detayları

	GLC-C-005	GLC-C-006	GLC-C-007	GLC-C-008	GLC-C-010
C_A+C_I	13062	9478	13034	7463	15249
H_b	18,8	15,5	18,8	18,8	18,2
t	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0
f_1	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
f_2	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
f_3	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
f_4	0,980	0,990	1,000	0,990	0,990
f_5	0,866	0,704	0,803	0,896	0,828
f_6	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
f_7	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
f_8	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
f_9	0,960	0,960	0,920	1,000	0,960
f_{10}	1,000	0,932	1,000	0,859	0,958
f_{11}	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
f_{12}	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
f_{13}	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
f_{14}	1,000	1,000	1,000	1,000	0,900
f_{15}	0,960	0,960	0,960	0,960	0,960
f_{16}	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
f_{17}	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
f_{18}	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
f_{19}	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
f_{20}	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
f_{21}	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
f_{22}	1,000	0,985	0,985	0,985	1,000
f_{23}	0,980	0,960	0,980	0,980	0,960
f_{24}	0,980	0,980	0,980	0,980	0,980
f_{25}	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
P	28	22	25	15	28

GLC : Gölçük

C : Toptan göçmüş (Totally collapsed)

Tablo 4. 5. Bekirpaşa’da bulunan örnek binalara ait puanlama detayları

	BKR-N-001	BKR-N-002	BKR-N-003	BKR-C-004	BKR-C-005	BKR-C-006
C_A+C_I	26731	20414	14548	13268	9142	9073
H _b	14,7	18,5	17,5	22,0	18,1	21,8
t	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0
f ₁	0,980	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
f ₂	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
f ₃	0,990	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
f ₄	0,990	1,000	1,000	0,990	1,000	0,990
f ₅	0,878	0,762	0,864	0,865	0,858	0,523
f ₆	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
f ₇	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
f ₈	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
f ₉	1,000	1,000	0,960	0,920	0,960	1,000
f ₁₀	0,894	0,894	0,955	0,888	1,000	0,894
f ₁₁	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
f ₁₂	1,000	1,000	1,000	0,920	0,920	0,960
f ₁₃	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
f ₁₄	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
f ₁₅	0,920	0,920	0,920	0,920	0,920	0,920
f ₁₆	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
f ₁₇	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
f ₁₈	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
f ₁₉	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
f ₂₀	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
f ₂₁	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
f ₂₂	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
f ₂₃	0,960	0,960	0,960	1,000	1,000	1,000
f ₂₄	0,980	0,980	0,980	0,980	0,980	0,960
f ₂₅	1,000	1,000	1,000	1,000	0,980	0,980
P	81	35	33	16	19	7

BKR : Bekirpaşa

C : Toptan göçmüş (Totally collapsed)

N : Hasarsız (No damage)

Tablo 4. 6. Saraybahçe ve Bingöl’de bulunan örnek binalara ait puanlama detayları

	SRY-C-003	SRY-C-004	SRY-C-005	BNG-C-001
C_A+C_I	14780	20259	15607	11513
H_b	23,0	23,9	16,7	16,0
t	2,00	2,0	2,0	2,0
f_1	1,000	1,000	1,000	1,000
f_2	1,000	1,000	1,000	1,000
f_3	0,990	1,000	1,000	1,000
f_4	1,000	1,000	0,990	1,000
f_5	0,594	0,524	0,557	1,000
f_6	1,000	1,000	1,000	1,000
f_7	1,000	1,000	1,000	1,000
f_8	1,000	1,000	1,000	1,000
f_9	0,960	0,960	0,920	0,920
f_{10}	0,958	1,000	0,894	0,982
f_{11}	1,000	1,000	1,000	1,000
f_{12}	1,000	0,900	1,000	1,000
f_{13}	0,900	1,000	1,000	1,000
f_{14}	1,000	1,000	1,000	1,000
f_{15}	0,920	0,920	0,920	0,960
f_{16}	1,000	1,000	1,000	1,000
f_{17}	1,000	1,000	1,000	1,000
f_{18}	1,000	1,000	1,000	1,000
f_{19}	1,000	1,000	1,000	0,950
f_{20}	1,000	1,000	1,000	1,000
f_{21}	1,000	1,000	1,000	1,000
f_{22}	1,000	0,985	0,985	1,000
f_{23}	0,960	0,960	0,960	1,000
f_{24}	0,980	0,980	0,980	0,980
f_{25}	1,000	1,000	1,000	0,800
P	12	14	22	29

SRY : Saraybahçe

BNG : Bingöl

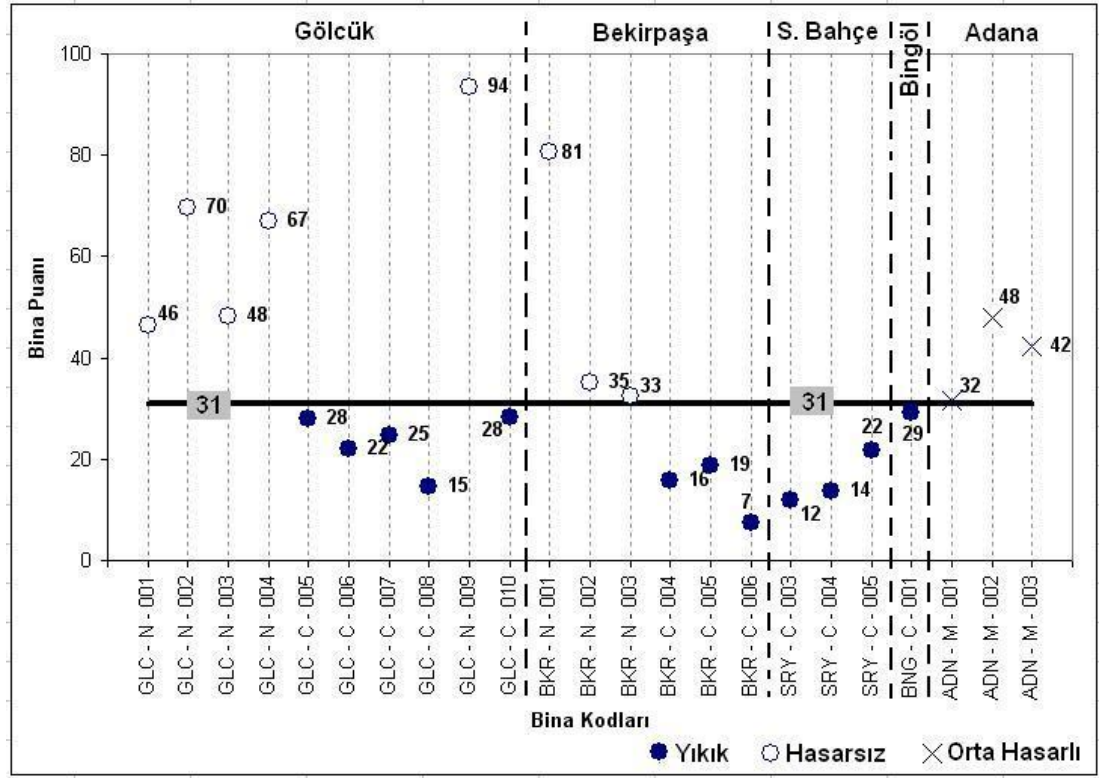
C : Toptan göçmüş (Totally collapsed)

Tablo 4. 7. Adana’da bulunan örnek binalara ait puanlama detayları⁽²⁾

	ADN-M-001	ADN-M-002	ADN-M-003
C_A+C_I	17277	19046	24526
H_b	20,8	16,1	17,5
t	2,0	2,0	2,0
f_1	1,000	1,000	1,000
f_2	1,000	1,000	1,000
f_3	1,000	1,000	1,000
f_4	0,990	0,990	0,990
f_5	0,830	0,861	0,830
f_6	1,000	1,000	1,000
f_7	1,000	1,000	0,980
f_8	1,000	1,000	1,000
f_9	1,000	0,960	0,960
f_{10}	0,863	0,810	0,889
f_{11}	1,000	1,000	0,960
f_{12}	1,000	1,000	0,900
f_{13}	1,000	0,900	1,000
f_{14}	1,000	1,000	0,800
f_{15}	0,960	0,960	0,960
f_{16}	1,000	1,000	1,000
f_{17}	1,000	1,000	1,000
f_{18}	1,000	1,000	1,000
f_{19}	1,000	1,000	1,000
f_{20}	1,000	1,000	1,000
f_{21}	1,000	1,000	1,000
f_{22}	0,985	0,970	0,985
f_{23}	0,980	0,980	0,980
f_{24}	1,000	1,000	1,000
f_{25}	0,900	0,900	0,900
P	24	36	32

ADN : Adana M : Orta Hasarlı (Moderate damage)

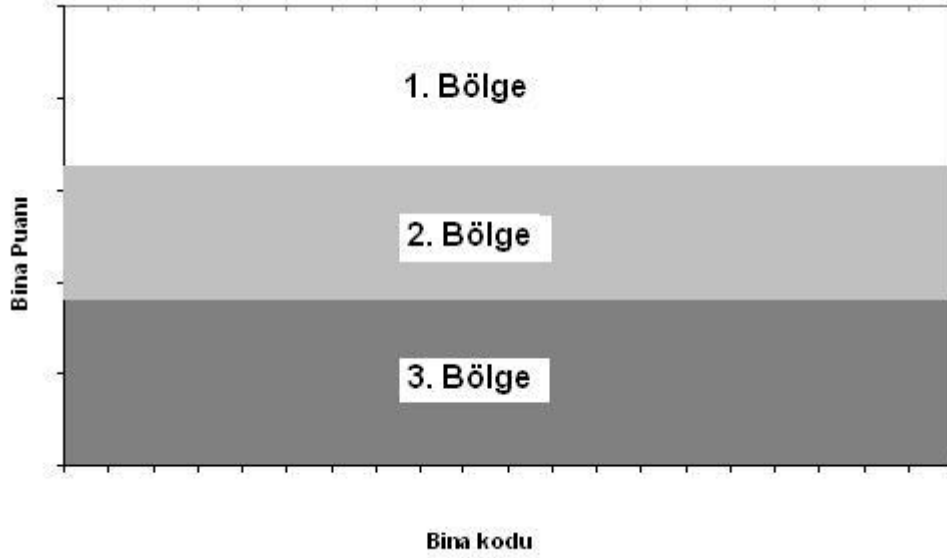
⁽²⁾ Adana’nın 2. derece deprem bölgesi olması sebebi ile, bu tabloda bulunan bina puanları grafiklere yansıtılırken 0,4/0,3 katsayısı ile çarpılarak büyütülmüştür.



Şekil 4. 1. Örnek binalara ait puanlama sonuçları

4.7. Puanlama Sonuçlarının Değerlendirilmesi

Yapılan puanlama neticesinde, en yüksek puana sahip yıkılmış bina olan BNG-C-001 kodlu binanın puanının “29”, en düşük puana sahip hasarsız bina olan BKR-N-003 kodlu binanın puanının da “33” olduğu görülmektedir. Bu tez çalışmasında oluşturulan ampirik yöntemi test etmek için kullanılan 23 adet örnek bina için, yıkılan binalar ile hasarsız binalar arasında $33 - 29 = 4$ puanlık bir fark bandı olduğu görülecektir. Yıkılan binalar ile hasarsız binaların birbirlerinden kesin bir çizgi ve hatta bant ile ayrılması, yöntemin karar aşamasında tutarlı sonuçlar verdiğinin bir göstergesidir. Ancak yöntemin daha çok sayıda bina üzerinde doğrulanması durumunda yöntemin bazı binalar için bu kadar net sonuçlar veremeyeceği de söylenebilir. Bu tip belirsizlikleri ortadan kaldırmak için, puanlama grafiğinin üç bölgeye bölünmesi gerekir. Bu bölgeler Şekil 4.2’de gösterilmiştir.



Şekil 4. 2. Puanlama grafiğinin bölgelere ayrılması

1. Bölge : Bu bölge, diğer iki bölgeye nazaran daha az hasar alacak binaların düşeceği bölgedir. Puanları bu bölgeye denk gelen binaların hasar tanımını önceden yapmak elbette imkansızdır. Ancak bu bölge en iyi *‘Yıkılarak can kaybına sebebiyet vermeyeceği ihtimali, ikinci ve daha ayrıntılı bir incelemeye gerek duymayacak derecede yüksek binalar’* olarak tarif edilebilir.

2. Bölge : Bu bölge, şekilden de anlaşılacağı gibi, bir belirsizlik bölgesidir. Çok daha fazla binanın kullanılacağı ve belirsizliğin de nispeten artacağı durumlarda, bu bölgenin genişliğini sadece teknik saptamalar değil, mali kısıtlamalar ve risk alma sınırları da belirleyecektir. Bunun sebebi, bu bölgenin direk olarak maliyetle ilgili olmasıdır. 2. Bölgeye düşecek binalar, ikinci ve daha ayrıntılı bir araştırmaya tabi tutulacak, bir kısmı yine üstteki 1. Bölgeye dahil edilecek, ancak bir kısmı da 2. Bölgeye aktarılacaktır. Bu bölgeye düşen binaların tarifi ise *‘Yıkılarak can kaybına sebebiyet verip vermeyeceği tam olarak saptanamadığından, belirsizlikleri ortadan kaldıracak daha ayrıntılı bir ikinci adım analize gerek duyan binalar’* şeklindedir.

3. Bölge : Bu bölge, en riskli binaların bulunduğu bölgedir. Bu bölgeye giren binaların eşdeğeri puana sahip ve gerçek bir deprem geçirmiş binaların tamamının yıkıldığı bilgisine dayanarak, bu bölgeye düşen binalar ya boşaltılarak yıkılacak veya güçlendirilecektir. Bu üçüncü ve son bölgenin tarifi de *‘Yıkılarak can kaybına*

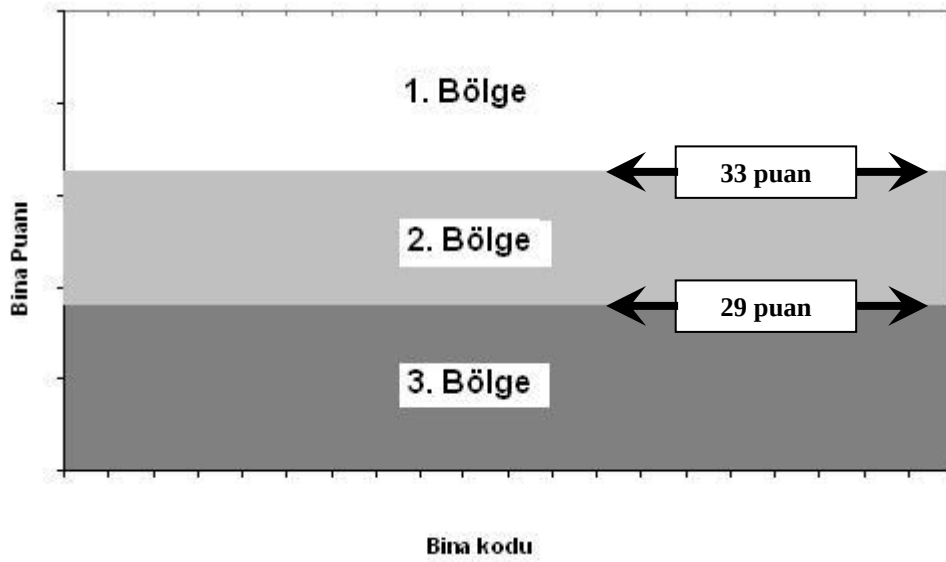
sebebiyet vereceği ihtimali, ikinci ve daha ayrıntılı bir incelemeye gerek duymayacak derecede yüksek binalar’ şeklinde yapılabilir.

4.8. Örnek Binalar İçin Sınırlar Değerlerin Belirlenmesi

Test edilecek veri sayısı az olmasına rağmen sadece örnek olması açısından, bu çalışma kapsamında kullanılan 23 bina için de yukarıda tarif edilen üç ayrı yaklaşımla üç bölgenin tespitine çalışılmıştır.

4.8.1. Uç puanlar yaklaşımı

Bu yaklaşım, alt sınırın hasarsız binaların en küçük puana sahip olanından, üst sınırın da yıkılmış binaların en büyük puana sahip olanından geçmesidir. Yapılan hesaplamalar sonucunda 20 bina içerisinde hasarsız binalardan en küçük puana sahip olanının puanı “33” , yıkılan binalardan en büyük puana sahip olanın puanı da “29” olarak bulunmuştur. Bu durumda, 2. Bölgeye düşmesi beklenen 2 adet orta hasarlı binanın bu bölgeye düşmediği dikkate alınırsa, başarı $21 / 23 = \% 91$ olmaktadır. Bölgeler ve sınırları Şekil 4.3’de verilmiştir.

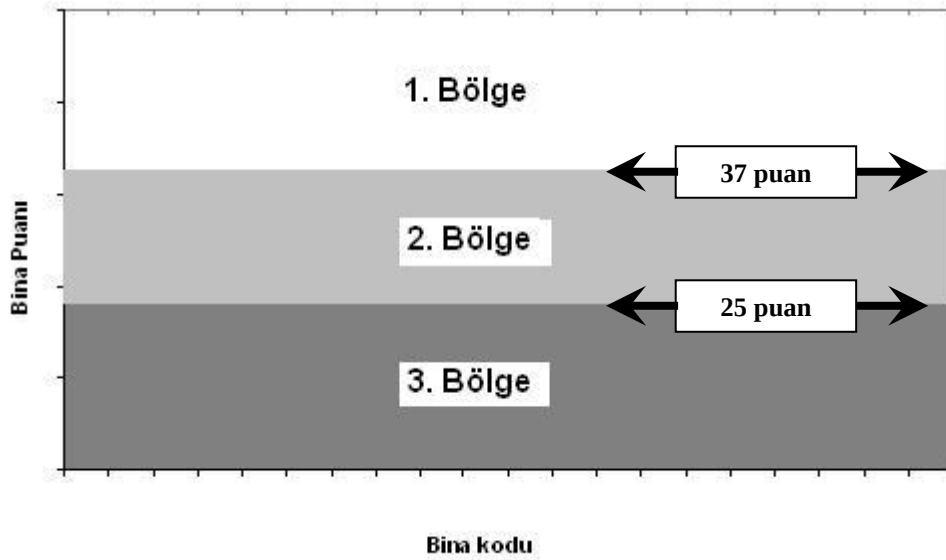


Şekil 4. 3. ‘Uç Puanlar Yaklaşımı’na göre bölge sınırları

4.8.2. Uç puanların değiştirilmesi yaklaşımı

Bu yaklaşımın Uç Puanlar Yaklaşımı'ndan tek farkı, sınır değerlerin belli bir güvenlik sayısı ile artırılarak veya azaltılarak değiştirilmesidir. Örneğin, bir önceki yaklaşımda 33 olan 2. Bölgenin üst sınırı, 4 puanlık bir güvenlik payıyla 37'ye çıkarılır, 29 olan alt sınır da yine 4 puanlık bir güvenlik payı ile 25'e indirilirse, 37 ve 25 arasında 12 puan genişliğinde bir belirsizlik bandı oluşur ki bandın kendisi aslında 2. Bölgedir. 4 puanlık güvenlik payı, alt sınırın % 15 'i olarak seçilmektedir. Böylece tek bir değer veya ince bir bant olan ve göçme riski yüksek binalar ile göçme riski az binaları birbirinden ayıran sınır bandı, alt sınırın % 15'i kadar alttan ve üstten genişletilmektedir. Böyle bir yaklaşım 23 binalık spektruma uygulandığında, örnek binalardan 8'i 1. Bölge'ye, 7'si 2. Bölgeye ve 8'i de 3. Bölgeye düşecektir. Bu durumda tahmindeki başarı oranı $1 - 8 / 23 = \% 65$ olacaktır.

Bu bandın genişliği, eldeki kaynaklara göre ayarlanabilir. Çünkü bant genişledikçe bant içine düşecek bina sayısı, yani ikinci kademedeki ayrıntılı araştırılması gereken şüpheli bina sayısı artacaktır. 'Uç Puanların Değiştirilmesi' yaklaşımına göre belirlenen bölge sınırları Şekil 4.4'de verilmiştir.



Şekil 4. 4. 'Uç Puanların Değiştirilmesi Yaklaşımı'na göre bölge sınırları

4.8.3. İstatistiksel yaklaşım

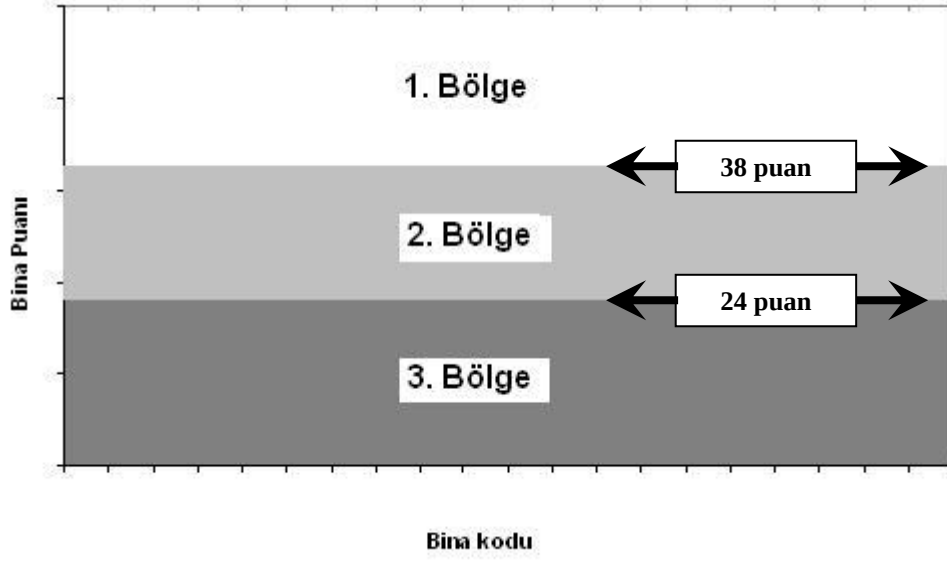
İstatistiksel yaklaşım, yıkılmış ve hasarsız bina puanlarını birbirinden ayıran ara çizginin, yıkılan binaların puanlarının standart sapmaları kadar alta ve üste ötelenmesi ile bir bant oluşturulmasıdır.

23 adet örnek binanın 20'sinin puanlarına ait istatistiksel değerler, Tablo 4.8'da verilmiştir.

Tablo 4. 8. Örnek bina puanlarının istatistiksel değerleri

Hasar Tipi	Ortalama Puan	Puanların Standart Sapması	Değişim Katsayısı (Coefficient of Variations, %)
Hasarsız	59	22	37
Yıkılmış	20	7	36

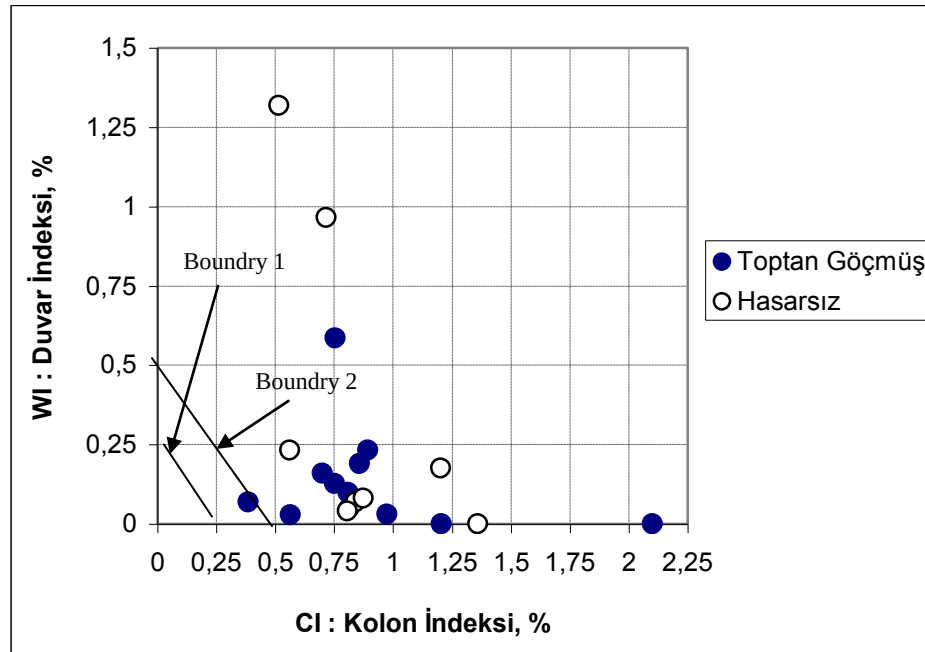
Bu durumda orta sınır çizgisi $(33 + 29) / 2 = 31$ puan olacaktır. Bu çizgi yıkılan binaların standart sapması olan 7 puan kadar alta ve üste ötelenirse, alt sınır $31 - 7 = 24$, üst sınır ise $31 + 7 = 38$ olacaktır. Bu sınırlar bölge sınırları olarak kabul edildiğinde de, örnek binalardan 8'i 1. Bölge'ye, 7'si 2. Bölgeye ve 8'i de 3. Bölgeye düşecektir. Bu durumda tahmindeki başarı oranı $1 - 8 / 23 = \% 65$ olacaktır.



Şekil 4. 5. 'İstatistiksel Yaklaşım'a göre bölge sınırları

4.9. Örnek Binaların Diğer Yöntemler Kullanılarak Değerlendirilmesi

Bu tezin konusu olan 23 adet örnek binadan 20'si Hassan ve Sözen'e ait yöntem kullanılarak değerlendirilmiştir.

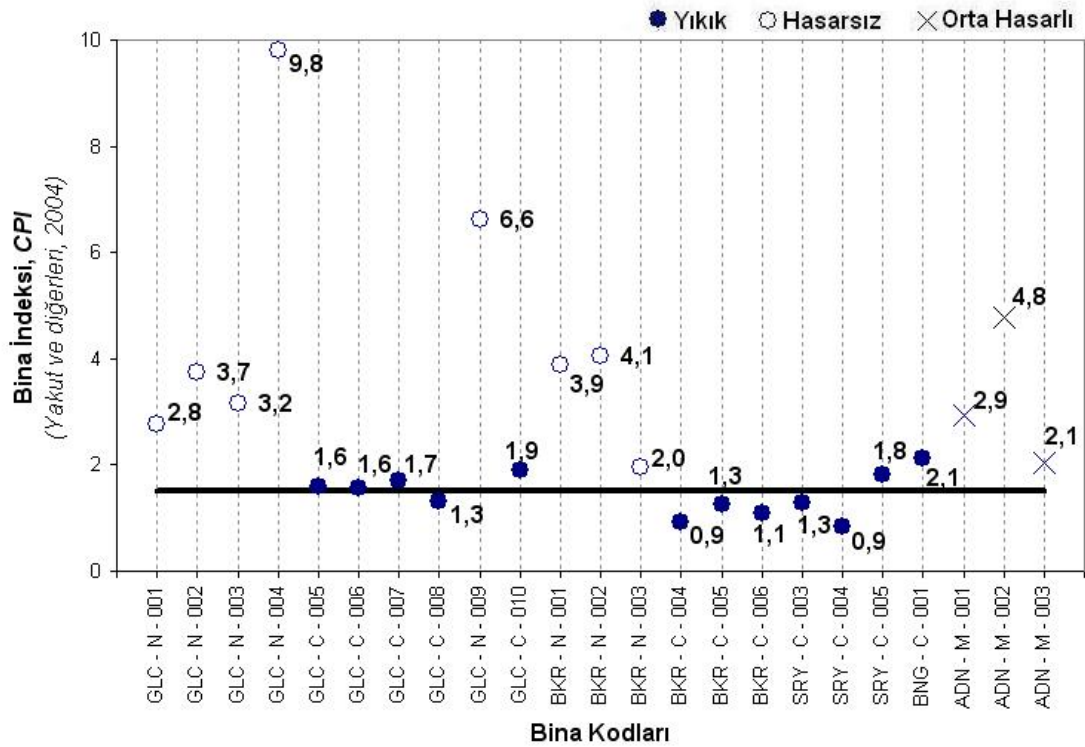


Şekil 4. 6. Bu tez çalışması esnasında kullanılan örnek binalardan 20'sinin Hassan ve Sözen yöntemi ile değerlendirilerek karşılaştırılması

Buna göre, 20 adet binanın zayıf yönlerindeki etkili kesme alanları kullanılarak yapılan değerlendirmede, yıkılan ve hasarsız binaların gerçek sonuçlarla uyumlu değerler verdiği görülememiştir.

Şekil 4.6’da görülen indeks değerlerinin, Şekil 2.1’de görülen orijinal çalışmaya ait grafikteki bina indeksi değerlerine nazaran daha büyük oldukları fark edilecektir. Bunun sebebi, bu tez kapsamında kullanılan örnek binaların kat adetlerinin, orijinal çalışmada kullanılanlardan daha fazla olmasıdır. Esasen bu sonuç, böylesi bir çalışmada kat sayısı veya bina yüksekliğinin de dikkate alınması zorunluluğuna işaret etmektedir.

Kaynak taraması kısmında tanıtılan, Yakut ve diğerleri tarafından önerilen yöntem de, yine bu tez çalışmasında kullanılan 23 adet örnek bina ile test edilmiştir. Bunun için her binaya ait CPI : Kapasite İndeksi değerleri hesaplanmış ve Şekil 4.7’de verilen grafik elde edilmiştir.



Şekil 4. 7. Kapasite İndeksi Yöntemi'nin 23 adet örnek bina ile test edilmesi

Sonuçlara bakıldığında, yıkılmış ve hasarsız birkaç binanın birbirinin içine girmesine karşılık yöntemin 23 adet örnek bina için gayet iyi sonuçlar verdiği görülmüştür.

Buna karşın, göçme riskinin sınırını belirleyen 1,5 çizgisinin aslında bir çizgi değil, bu tez çalışmasında da anlatıldığı gibi, bir bant olması gerektiği anlaşılmaktadır.

5. ÖNERİLEN ANALİTİK YAKLAŞIM

Bu çalışmanın kapsamı içerisinde oluşturulan ampirik yöntem (P24 Puanlama Metodu) ek olarak bir de doğrusal hesap sonuçlarından bulunan görelî kat ötelenmesi parametresine dayalı bir kriter önerilmiştir. Daha önceki deprem mühendisliği çalışmaları ve tecrübeler ışığında, bir binanın göçme riskini en iyi karakterize eden parametrenin “görelî kat ötelenmesi oranı” olduğu söylenebilir.

5.1. Yönetmeliklerde Verilen Ötelenme Sınırları

Türkiye’de yeni inşa edilmekte olan yapı stoğu için hazırlanmış olan 1998 Deprem Yönetmeliği’nde, en büyük görelî kat ötelenmesi değeri 0,0035 veya $0,02/R$ değerlerinden en küçüğünün aşılmaması istenmektedir. Mevcut bina stoğunun çoğunluğunun sünek tasarım ilkelerinden mahrum olduğu düşünüldüğünde, kabul edilebilecek yapı davranış katsayısı 4,0’tür. Bu durumda sınır, $0,02 / 4 = 0,005$ olacaktır. Elbette bu değer yine, dolgu duvarlarının hesaba katılmadığı matematik modellerin sonuçları içindir. Ayrıca bu değerin kendisi göçme riski kriterinden daha yüksek bir performans seviyesini temsil etmektedir.

Ötelenmelere dayalı yapı performans seviyelerini belirleyen FEMA 356 ise, betonarme çerçeve sistemler için görelî kat ötelenmesi oranının geçici olarak 0,020’den, kalıcı olarak da 0,010’dan büyük olmamasını ‘Life Safety’ güvenlik seviyesinin şartı olarak saymaktadır. Bu değerler, R yapı davranış katsayısına bölünmemiş değerlerdir.

5.2. Adana-Ceyhan Depremi Sonrası Güçlendirilmiş Binalarda Ötelenmelerin İrdelemesi

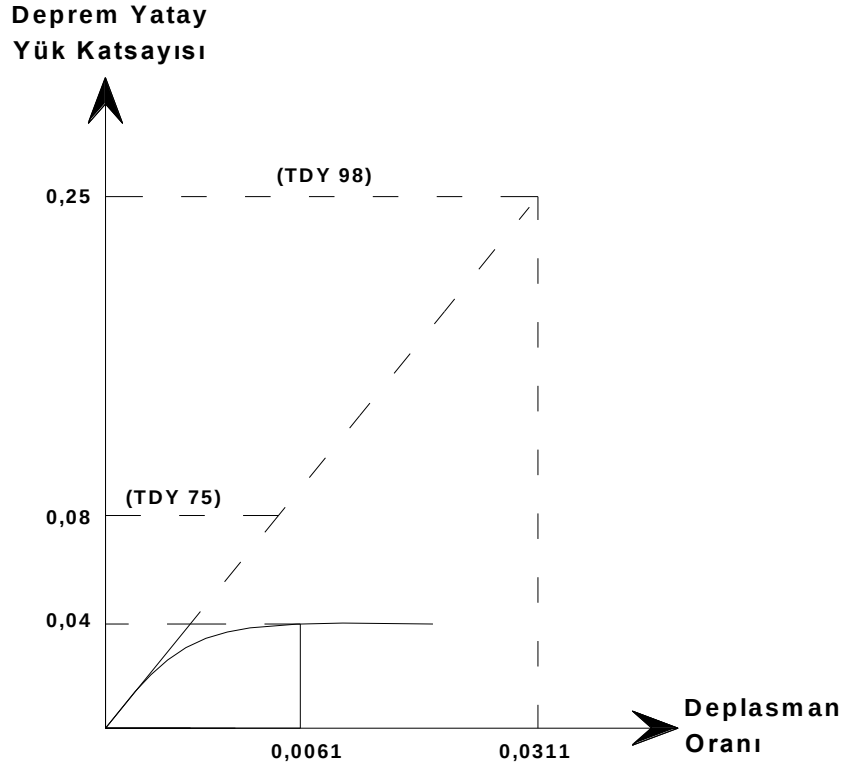
1998 Adana depremi sonrasında Boğaziçi Üniversitesi tarafından güçlendirme projeleri yapılan orta hasarlı 100 binanın analiz sonuçları incelenmiştir.

Tüm bu binaların güçlendirmeden önceki durumlarının ABYYHY'98 şartlarına göre ve dolgu duvarı katkıları alınmaksızın deprem yükü ile yüklenmesi sonucunda göreceli kat ötelenmesi oranı ortalama % 0,7 olarak saptanmıştır. Bu değerlerin standart sapması ise % 0,3 olarak bulunmuştur.

5.3. Daha Önce Yapılmış Benzer Çalışmaların Değerlendirilmesi

2. Bölüm'de kaynak taraması içinde verilen çalışmaya (Özer ve diğerleri, 1993) ait grafik (bkz. Şekil 2.2) mevcut hali ile, bu tez çalışmasına yardımcı olacak formda değildir. Bunun için, Şekil 5.1'de verildiği gibi bir uyarılama yapılmıştır. Buna göre; öncelikle ordinatlar yatay yük parametresi yerine, deprem yatay yük katsayısına çevrilmiştir. Şekil 2.2'de verilen grafikte, ordinatta görülen 1.00 değeri, 1975 Yönetmeliğine uygun yatay yük katsayısı olan 0,08'i temsil etmektedir. İkinci olarak, "Acaba bu yapı ABYYHY'98 ölçülerine göre yüklense ve doğrusal analize tabi tutulsa, elde edilecek ötelenme oranı ne olurdu?" sorusuna cevap aranmıştır. Bunun için, mevcut binanın rijitliğini temsil eden doğru uzatılarak, ABYYHY'98 yatay yük kat sayısı ile kesiştiği nokta bulunmuş ve bu noktaya denk gelen ötelenme oranı değeri okunmuştur. Bu değer, 0,0311 gibi oldukça yüksek bir değerdir.

ABYYHY'98 yüklemesi altında oluşan yerdeğiştirme oranının bu derece büyük olmasındaki en büyük etkenler, binanın 0,04 yatay yük katsayısında dahi göçmeye ulaşacak derecede zayıf olması ve bu modelin dolgu duvarsız olarak oluşturulmuş olmasıdır.



Şekil 5. 1. Örnek yapının 1998 Yönetmeliğine göre irdelenmesi
(Özer ve diğerleri, 1993'den uyarlanmıştır)

5.4. Ötelenmelere Dayalı Yaklaşım ve Görelî Kat Ötelenmesi Kriteri

Bu tez çalışmasının 2. Bölümü'ndeki kaynak taraması kısmından da anlaşıldığı üzere, bina deprem davranışı ve hasar olasılığı ile bina ötelenmesi arasında oldukça yakın bir ilişki vardır ve bu ilişki çeşitli araştırmacılar tarafından araştırılmış, daha önce üniversiteler tarafından gerçekleştirilen toplu güçlendirme çalışmalarında da doğrulanmıştır. Bu çalışmaların bir özeti yapılırsa, duvarsız olarak modellenen betonarme binaların modern deprem yönetmelikleri tarafından tarif edilen deprem yüklemesi altında göçme kriterinin % 2,0 ile % 3,0 arasında olduğu görülmüştür. Ancak, daha önce duvarların katkısı ve ötelenmeye etkisi ile ilgili yapılan çalışmalar incelendiğinde (Sayın ve diğerleri, 2004) doğrusal görelî kat ötelenmelerinin duvarlı sistemlerde duvarsız sistemlere nazaran, duvarın elastisite modülüne de bağlı olarak 7 ila 12'de 1 oranında daha az olduğu söylenebilir.

Bu çalışmada, dolgu duvarları ile modellenen ve doğrusal hesap yapılan binaların analiz sonuçlarından bulunan görelî kat ötelenmelerinin sınırı, dolgu duvarsız

çerçeveler için önerilen değerlerin 10'da biri olan % 0,3 olarak önerilmektedir. Bu değer, modellemede kullanılan elastisite modülünün, ACI 318'de (ACI 318, 1995) verilen elastisite modülü formülüne göre bulunması durumunda geçerlidir. TS 500 (TS 500, 2000) veya diğer yönetmeliklerde verilen formüllerin kullanılması durumunda, bu değer iki elastisite modülü değerleri kullanılarak doğrusal bir orantı ile değiştirilebileceği açıktır. Ayrıca bu sınır, C10 kalitesinde betona göre önerilmiştir. Beton kalitesi ile ilgili tartışma, tez çalışmasının 6.1 Bölümünde bulunabilir. Göçme kriteri için önerilen göreceli kat ötelenmesi oranı, beton kalitesine bağlı olarak Denklem (5.3)'de verilmiştir. Burada S_m , binanın dolgu duvarları da dikkate alınarak oluşturulan matematik modelden elde edilen en büyük göreceli kat ötelenmesidir.

$$S_m \geq 0,0030 \text{ (C10 kalitesinde beton için)} \quad (5.1)$$

$$S_m \geq 0,0030 \sqrt{\frac{f_{ck}}{10}} \quad (5.2)$$

$$S_m^{(3)} \geq 0,0009 \sqrt{f_{ck}} \quad (5.3)$$

⁽³⁾ Bu kriter, matematik modelde kullanılan elastisite modülünün ACI 318'de verilen ve Denklem (5.5)'de görülen elastisite modülü formülü kullanılarak bulunması durumunda geçerlidir. Matematik modelde TS500'de verilen elastisite modülü formülü kullanılır ise, kriter $s_m = 0,005 \sqrt{f_c}$ şeklinde değiştirilerek kullanılmalıdır.

6. ANALİTİK YAKLAŞIMIN ÖRNEK BİNALAR İLE TEST EDİLMESİ

Bu tez çalışmasının 4üncü Bölümü'nde, önerilmiş olan P24 Puanlama Yöntemi'nin 23 adet örnek bina ile test edilmesine ait sonuçlar verilmiş idi. Bu bölümde ise, önerilmiş olan analitik yaklaşımın, yine aynı 23 örnek bina ile test edilmesine ait sonuçlar verilecektir. Daha önce de belirtildiği gibi bu binalar, Kocaeli, Bingöl ve Adana'da bulunan, daha önce depreme maruz kalarak çeşitli derecelerde hasar almış gerçek betonarme binalardır.

Örnek binalar hem dolgu duvarları ile ve hem de dolgu duvarları olmadan SAP 2000 programında modellenerek görelî kat ötelenmesi oranları ile kritik kattaki kolon moment kapasite / talep oranları bulunmuştur. Bu ötelenme değerleri, analitik yaklaşımda önerilen kriterler ile karşılaştırılarak yaklaşımın doğruluğu test edilmiştir.

Örnek binaların modellenmesi sırasında yapılan kabuller ve modellemede kullanılan parametreler aşağıda verilmiştir.

6.1. Malzeme Kalitesi

Özellikle ötelenmelere doğrudan etki etmesi sebebiyle, beton kalitesinin tespiti çok önemlidir. Maalesef örnek binaların, Bingöl Çeltiksuyu YİBO Yatakhaneşi hariç hiçbirinde karakteristik beton basınç dayanımı bilinmemektedir. Ancak Kocaeli, İstanbul, Erzincan ve Adana'da yapılan bir çok çalışmada, karotlardan ortalama bir beton karakteristik basınç dayanımına ulaşmak mümkün olmuştur. Bu çalışmalar özet olarak aşağıda, Tablo 6.1'de verilmiştir. Bu değerler ve örnek binaların hasar durumları da göz önünde bulundurularak, Bingöl Çeltiksuyu YİBO yatakhaneşi hariç tüm örnek binalarda karakteristik beton dayanımı $f_{ck} = 10$ MPa olarak kabul edilmiştir.

Örnek binalarda kullanılan donatı kalitesi ise, örnek binaların biri hariç hepsinde S220'dir.

Tablo 6. 1. Çeşitli çalışmalarda elde edilen beton karakteristik basınç dayanımları

Örnek Bina Sayısı	Referans	Bina Mevkileri	Ortalama Karakteristik Basınç Dayanımı (MPa)	Standart Sapma (MPa)	% 85 Güvenlikle Beton Dayanımı, (MPa)
102	Boğaziçi Üniversitesi güçlendirme projeleri ⁽⁴⁾	Adana	8,9	2,9	6,0
511	Akçay ve diğerleri, 2001	İstanbul ve çevresi	16,5	8,3	9,0
60	Özturan, 2000	Kocaeli, Adapazarı ve İstanbul	19,0	9,0	10,0
50	Akyüz ve Uyan, 1993	Erzincan	8,8	2,8	6,0

Beton kalitesinin, elastisite modülü yolu ile ötelenme değerlerine doğrudan orantılı olarak etkidiği muhakkaktır. Bu durumda, kabul edilecek elastisite modülü değeri çok önemlidir. Bu çalışma sırasında, ACI 318 Madde 8.5’de verilen (ACI 318-95), Denklem (6.1)’deki elastisite modülü formülü kullanılmıştır.

$$E_c = 57000 \sqrt{f'_c} \quad (\text{psi}) \quad (6.1)$$

veya ;

$$E_c = 4788 \sqrt{f'_c} \quad (\text{MPa}) \quad (6.2)$$

⁽⁴⁾ Prof. Dr. Semih S. Tezcan ve Kinetik Müh. Müşavirlik A.Ş. ,’den alınan bilgilerden derlenmiştir.

TS 500’de verilen ve Denklem (6.3)’de görülen elastisite modülü formülü, ACI 318’e nispeten, C10 kalitesindeki beton için 1,6 kat daha büyük bir değer vermektedir.

$$E_c = 3250 \sqrt{f_{ck}} + 14000 \quad (\text{MPa}) \quad (6.3)$$

Denklem (5.3)’de verilen kat arası rölatif ötelenmelere dayalı göçme riski kriteri, bilgisayar analizleri sırasında kurulacak matematik modelde kullanılacak olan elastisite modülünün, ACI 318’de verilen ve Denklem (6.1)’de görülen elastisite modülü formülü kullanılarak bulunması durumunda geçerlidir. Matematik modelde TS500 (bkz. Denklem 6.3) veya herhangi başka bir yönetmelikte önerilen farklı bir elastisite modülünün kullanılmasından bulunacak ötelenme değerinin kullanılması durumunda, bu kriter aradaki oran kadar değiştirilebilir.

Bu tez çalışması kapsamında önerilen kriteri test edebilmek için modellenen binalarda, Bingöl Çeltiksuyu YİBO Yatakhane hariç, elastisite modülü 15 150 MPa olarak alınmıştır. (Bingöl Çeltiksuyu YİBO Yatakhane için ise ayrı bir değerlendirme yapılmıştır, bkz. Bölüm 6.9.)

6.1.1. Modellemede kullanılan deprem yükü

Örnek binaların modellenmesi için deprem yükü olarak ABYYHY’98 deprem yüklemesi bölümünde verilen Eşdeğer Deprem Yüğü yöntemi kullanılmıştır. Buna göre, $A_0=0,40$, $S(T)=2,50$, hareketli yük katılım kat sayısı $n=0,30$, yapı davranış kat sayısı $R=4$ ve yapı önem katsayısı $I = 1,0$ alınmıştır. Bu durumda yatay yük katsayısı $C = 0,25$ olarak kabul edilmiştir.

Yükleme kombinasyonları olarak, depremin birbirine dik her iki yönde ayrı ayrı geldiği ve ek dışmerkezliğin de her bir kombinasyon için farklı taraflarda bulunduğu varsayılmıştır.

6.2. Kapasite / Talep Oranlarının İncelenmesi

Binaların deprem davranışlarının sadece görelî kat ötelenmesi parametresi ile değerlendirilmesi bazı soru işaretlerine yol açabilir. Şöyle ki; bir binanın tehlikeli olarak sayılan görelî kat ötelenmesi oranına ulaşmadan da, kritik katındaki bazı kolonların kapasitelerini yitirmeleri nedeni ile mekanizmaya ulaşp göçebileceği

şüphesi doğabilir. Bunun için de, görelî kat ötelenmesi değerlerinin yanı sıra, kritik kat kolonlarında kapasite / talep oranlarının da araştırılmasında fayda vardır.

Bu tez çalışması kapsamında, örnek binalar bir de kapasite / talep oranları açısından irdelenmiştir. Bu tip bir çalışmayı yapabilmek için, her binanın kritik katından üçer adet kolon seçilerek, kapasite / talep oranları saptanmıştır. Kolonların seçiminde, yükleme kombinasyonlarının yönüne bağılı olarak deprem kuvvetlerinden doğan normal kuvveti negatif vererek en elverişsiz durumda kalacak elemanlar göz önüne alınmıştır.

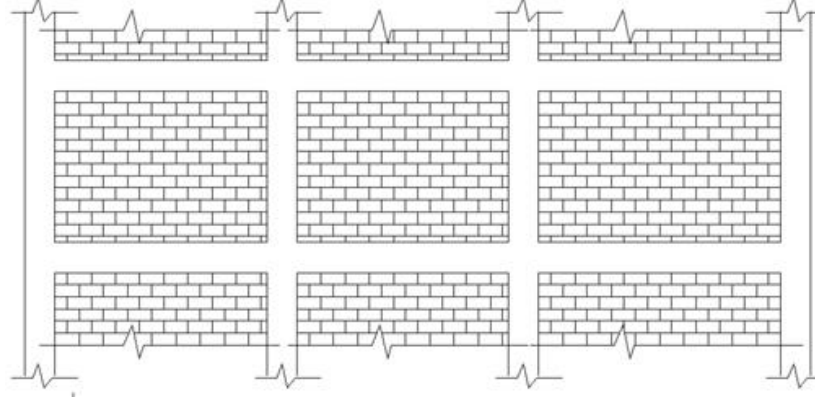
Analiz değerlerinin kontrol edilmesi ve betonarme hesaplar Bölüm 6.7’de ayrıntılı olarak anlatılmıştır.

6.3. Dolgu Duvarlarının Modellenmesi

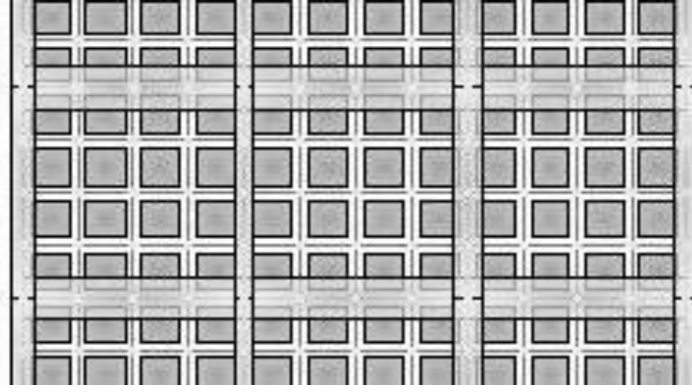
Binaların dolgu duvarları, mimari çizimlerdeki boyutları ile modele dahil edilmişlerdir. Pencere ve büyük kapı boşlukları olan bazı duvarlar ise, projedeki kalınlıklarından daha az bir kalınlıkla modellenmişlerdir.

Tüm dolgu duvarları her anoda 3x3 veya 4x4 parçaya ayrılmış sonlu elemanlar olarak temsil edilmişlerdir. Modelleme sırasında mesnet şartı olarak, tüm dolgu duvarları en alt katta, yani temelde, kayıcı mesnet ile mesnetlenmişlerdir. İçlerinde bulundukları çerçevelere ise, köşelerden ve çerçeve yüzlerinden temas edecek şekilde tarif edilmişlerdir.

Malzeme özelliğı olarak ise, dolgu duvarı elastisite modülü betonarme betonu elastisite modülünün yaklaşık % 10’u kabul edilmiştir. Bu durumda, modellemelerde kullanılan dolgu duvarı elastisite modülü, 1 500 MPa olarak alınmıştır.



Şekil 6. 1. Örnek binalardan birine ait dolgu duvarlarının gerçek şekli



Şekil 6. 2. Yukarıdaki şekilde verilen dolgu duvarlarının modeldeki hali

6.4. Dolgu Duvarlarının Elastik Bölgede Çalışması ve Elastik Ötelenmeler İle İlgili Bir Değerlendirme

Bu çalışma sırasında önerilen kriterlerin örnek binalarla doğrulanması sırasında, duvarlar doğrusal olarak modellenmiştir. Bulunan ötelenmeler de, hem duvarların ve hem de betonarme taşıyıcı sistemin analizin sonuna kadar doğrusal olarak çalışmaya devam ettiği varsayımıyla hesaplanmıştır. Elbette duvarlar ve hatta betonarme taşıyıcı sistemde de çatlaklar oluşacak, deprem esnasında tekrarlı yükler altında binanın rijitliği gitgide azalacaktır. Ancak, bu çalışmada amaç ne binanın deprem yükleri altındaki gerçek ötelenmelerini bulmak ve ne de doğrusal olmayan bir analiz yaparak hangi dolgu duvarının ne zaman devreden çıktığını, duvarların gerilme dağılımlarını saptamak değildir. Bu çalışmada asıl amaç, elastik analiz sonuçlarını, doğrusal olmayan analiz sonuçlarına gerek bırakmayacak şekilde, göçme riskinin tespiti için kullanabilmektir. Zaten örnek binalar ve sonuçlar incelendiğinde, bu

elastik sonuçların da hasar durumunu gayet başarılı bir şekilde yakalayabildiği ve önceden tahmine fırsat verdiği görülecektir.

Bir diğer konu da, 23 adet örnek binadan yıkık olan 12'sinin herhangi bir gerçek ötelenme hesabına ihtiyaç duymadığıdır. Bu binaların gerçek deprem yükleri altındaki gerçek ötelenmeleri zaten sonsuza ulaşmaktadır.

6.5. Örnek Binaların Bileşke Ötelenmelerinin Bulunması ve Deprem Geliş Açısı

Deprem dalgalarının binaya geliş açısına göre binanın deprem davranışı değişecektir. Ancak, depremin geliş açısını önceden tahmin etmek ve binaya tam olarak hangi açı ile ve hangi yönden ne büyüklükte geleceğini önceden kestirmek zor olduğu gibi, bu parametreyi hesaplara eklemek de oldukça zordur ve zaten hızlı değerlendirme yönteme de uymaz. Buna karşın, bina performansının değerlendirilmesi sırasında her zaman depremin binayı tam da baskın olarak en zayıf yönünde sarsacağı kabulü, istatistiksel düşünce tarzına uymayan fazla güvenlikçi bir yaklaşımdır. Bu sebepten dolayı, bu tez çalışması kapsamında önerilen ve daha sonra da örnek binalar için test edilen ötelenme değerleri, depremin binaya, binanın en zayıf yönü ile 30 derece açı yapacak şekilde geldiği kabul edilmiştir.

6.6. Örnek Binalarda Ötelenme Sonuçları ve Karşılaştırma

Hem dolgu duvarlarının matematik modele dahil edildiği ve hem de edilmediği toplam 46 adet SAP 2000 modeli incelenmiş, her katta ve her kombinasyondaki ötelenme değerleri, yazılan bir MS Excel programı ile sınıflandırılmıştır. Bu program, SAP 2000 çıktılarının doğrudan bir MS Excel çalışma sayfasına yapıştırılması neticesinde görece ötelenme değerlerini otomatik olarak hesaplayabilmektedir.

Örnek binalara ait tüm ötelenme değerleri Tablo 6.2, 6.3 , 6.4 ve 6.5'de verilmiştir.

Yapılan analizlerde ötelenmeler, hem binanın en büyük görece ötelenme veren normal katı için ve hem de eğer var ise yumuşak katı için ayrı ayrı hesaplanarak en büyüğü dikkate alınmıştır.

Tablo 6. 2. Hasarsız binalara ait ötelenme değerleri

Bina Kodu	Model Türü	Kat Tipi	$D_{x,max}$ (mm)	$D_{y,max}$ (mm)	Kat Yüksekliği, (m)	$D_{x,max} / h_i$ (binde)	$D_{y,max} / h_i$ (binde)	Bileşke Ötelenme Oranı, Yumuşak Katta, (binde)	Bileşke Ötelenme Oranı, Normal Katta, (binde)
GLC_N_001	Çerçeve	Yum. Kat	-	-	-	-	-	-	12,12
		Norm. Kat	30,3	35,2	2,8	10,8	12,6		
	Duvarlı	Yum. Kat	-	-	-	-	-	-	2,76
		Norm. Kat	5,5	8,4	2,8	2,0	3,0		
GLC_N_002	Çerçeve	Yum. Kat	13,7	51,4	3,7	3,7	13,9	12,12	12,27
		Norm. Kat	11,0	40,8	2,9	3,8	14,1		
	Duvarlı	Yum. Kat	2,0	7,0	3,7	0,5	1,9	1,65	1,55
		Norm. Kat	1,4	5,1	2,9	0,5	1,8		
GLC_N_003	Çerçeve	Yum. Kat	-	-	-	-	-	-	6,47
		Norm. Kat	16,8	18,6	2,8	6,0	6,7		
	Duvarlı	Yum. Kat	-	-	-	-	-	-	1,93
		Norm. Kat	5,4	5,4	2,8	1,9	1,9		
GLC_N_004	Çerçeve	Yum. Kat	-	-	-	-	-	-	2,43
		Norm. Kat	9,4	5,0	3,5	2,7	1,4		
	Duvarlı	Yum. Kat	-	-	-	-	-	-	0,88
		Norm. Kat	3,5	1,5	3,5	1,0	0,4		
GLC_N_009	Çerçeve	Yum. Kat	-	-	-	-	-	-	3,45
		Norm. Kat	9,7	8,0	2,7	3,6	3,0		
	Duvarlı	Yum. Kat	-	-	-	-	-	-	0,82
		Norm. Kat	2,5	1,3	2,7	0,9	0,5		
BKR_N_001	Çerçeve	Yum. Kat	11,9	10,0	3,2	3,7	3,1	3,58	7,54
		Norm. Kat	20,3	21,5	2,8	7,3	7,7		
	Duvarlı	Yum. Kat	5,2	4,1	3,2	1,6	1,3	1,54	1,09
		Norm. Kat	2,7	3,2	2,8	1,0	1,1		
BKR_N_002	Çerçeve	Yum. Kat	23,6	0,7	4	5,9	0,2	5,09	8,34
		Norm. Kat	25,7	14,7	2,8	9,2	5,2		
	Duvarlı	Yum. Kat	6,8	0,6	4	1,7	0,1	1,47	1,09
		Norm. Kat	3,4	1,8	2,8	1,2	0,6		
BKR_N_003	Çerçeve	Yum. Kat	54,5	57,6	3,5	15,6	16,5	16,19	16,77
		Norm. Kat	39,9	49,3	2,8	14,2	17,6		
	Duvarlı	Yum. Kat	5,5	9,7	3,5	1,6	2,8	2,52	2,59
		Norm. Kat	3,7	8,1	2,8	1,3	2,9		

Tablo 6. 3. Yıkılmış binalara ait ötelenme değerleri

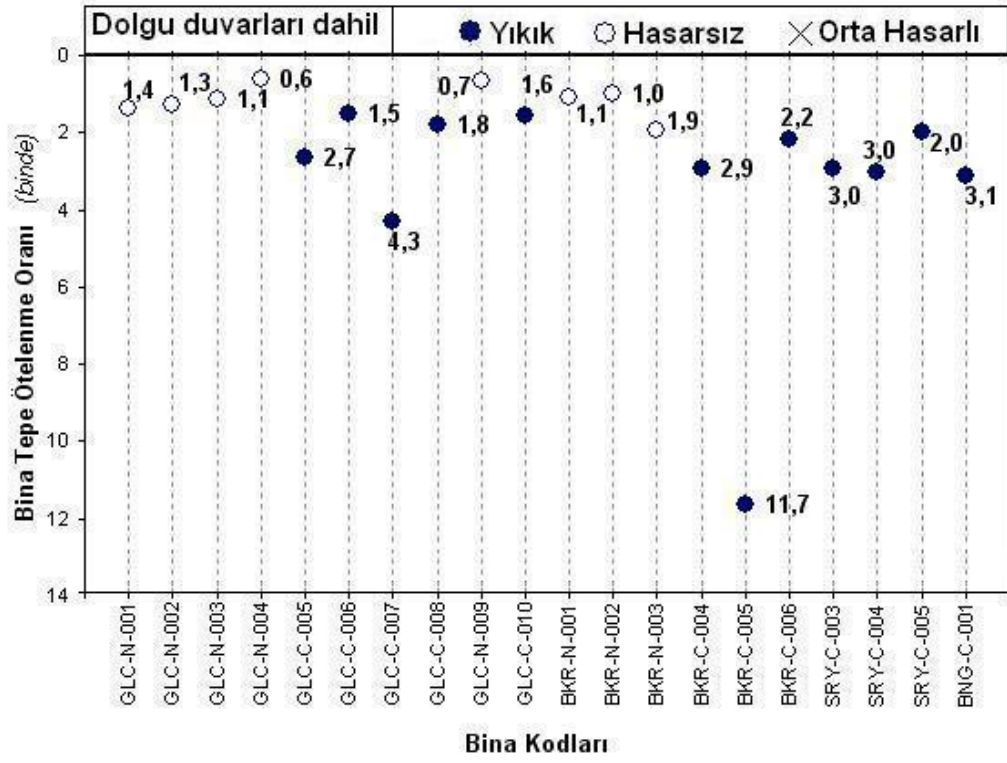
Bina Kodu	Model Türü	Kat Tipi	$D_{x,max}$ (mm)	$D_{y,max}$ (mm)	Kat Yüksekliği, (m)	$D_{x,max} / h_i$ (binde)	$D_{y,max} / h_i$ (binde)	Bileşke Ötelenme Oranı, Yumuşak Katta, (binde)	Bileşke Ötelenme Oranı, Normal Katta, (binde)
GLC_C_005	Çerçeve	Yum. Kat	61,1	50,2	4,2	14,7	12,1	14,07	11,40
		Norm. Kat	35,8	23,7	2,9	12,3	8,2		
	Duvarlı	Yum. Kat	18,8	13,4	4,2	4,5	3,2	4,24	2,18
		Norm. Kat	6,1	6,4	2,9	2,1	2,2		
GLC_C_006	Çerçeve	Yum. Kat	43,6	29,6	3,9	11,2	7,6	10,36	9,05
		Norm. Kat	25,8	24,2	2,8	9,2	8,7		
	Duvarlı	Yum. Kat	11,5	14,6	3,9	2,9	3,7	3,54	1,89
		Norm. Kat	3,1	5,9	2,8	1,1	2,1		
GLC_C_007	Çerçeve	Yum. Kat	29,5	30,2	4,0	7,4	7,6	7,48	9,59
		Norm. Kat	26,4	27,1	2,8	9,4	9,7		
	Duvarlı	Yum. Kat	6,5	20,7	4,0	1,6	5,2	4,54	7,07
		Norm. Kat	5,7	22,7	2,8	2,0	8,1		
GLC_C_008	Çerçeve	Yum. Kat	36,6	42,8	3,5	10,5	12,2	11,76	13,88
		Norm. Kat	31,8	42,9	2,9	10,9	14,8		
	Duvarlı	Yum. Kat	14,1	13,3	3,5	4,0	3,8	3,95	2,90
		Norm. Kat	7,9	8,6	2,9	2,7	3,0		
GLC_C_010	Çerçeve	Yum. Kat	32,2	18,8	3,7	8,8	5,1	8,03	7,98
		Norm. Kat	25,3	15,3	2,9	8,7	5,3		
	Duvarlı	Yum. Kat	13,8	3,1	3,7	3,8	0,8	3,29	1,25
		Norm. Kat	4,1	1,8	2,9	1,4	0,6		
BKR_C_004	Çerçeve	Yum. Kat	37,4	19,0	3,0	12,5	6,3	11,20	11,67
		Norm. Kat	36,5	4,0	2,7	13,5	1,5		
	Duvarlı	Yum. Kat	18,2	6,5	3,0	6,1	2,2	5,34	5,45
		Norm. Kat	16,9	4,5	2,7	6,2	1,7		
BKR_C_005	Çerçeve	Yum. Kat	89,0	108,0	2,9	30,7	37,2	35,58	50,44
		Norm. Kat	115,4	136,6	2,6	44,4	52,5		
	Duvarlı	Yum. Kat	14,9	32,7	2,9	5,1	11,3	10,07	14,16
		Norm. Kat	11,1	42,2	2,6	4,3	16,2		
BKR_C_006	Çerçeve	Yum. Kat	91,5	80,0	4,0	22,9	20,0	22,11	29,28
		Norm. Kat	91,5	44,3	2,8	32,7	15,8		
	Duvarlı	Yum. Kat	12,2	12,8	4,0	3,0	3,2	3,16	2,53
		Norm. Kat	7,5	5,7	2,8	2,7	2,0		

Tablo 6. 4. Yıkılmış binalara ait ötelenme değerleri (devam)

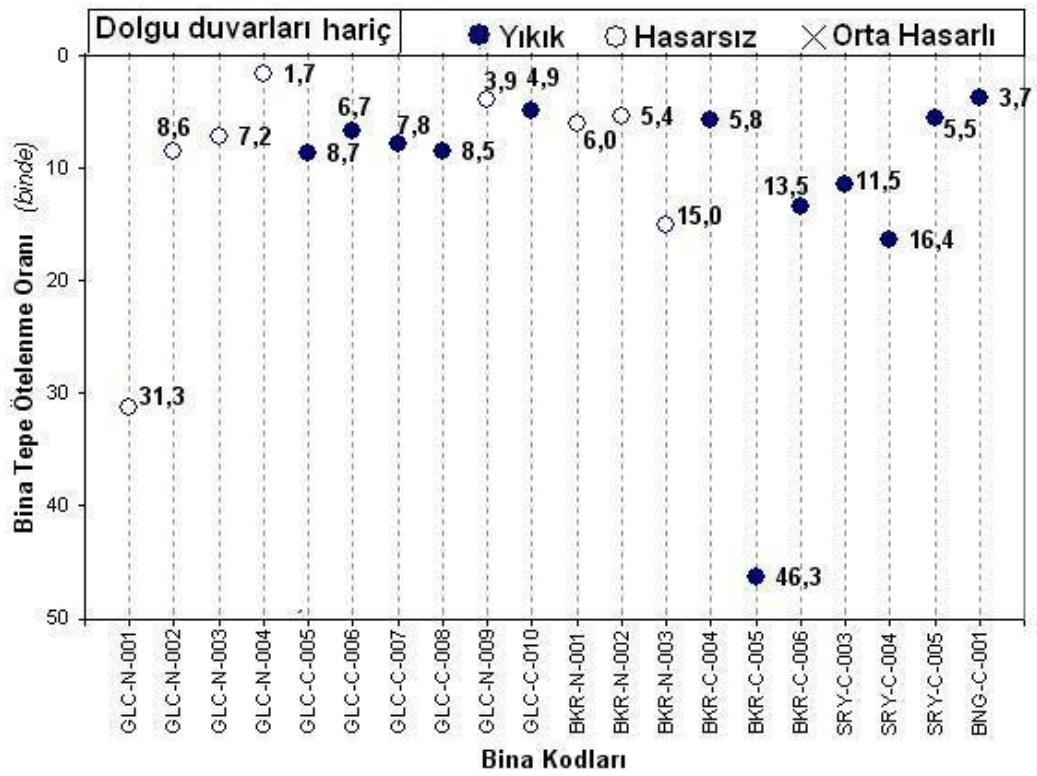
Bina Kodu	Model Türü	Kat Tipi	$D_{x,max}$ (mm)	$D_{y,max}$ (mm)	Kat Yüksekliği, (m)	$D_{x,max}/h_i$ (binde)	$D_{y,max}/h_i$ (binde)	Bileşke Ötelenme Oranı, Yumuşak Katta, (binde)	Bileşke Ötelenme Oranı, Normal Katta, (binde)
SRY_C_003	Çerçeve	Yum. Kat	92,8	35,9	4,6	20,2	7,8	17,83	20,90
		Norm. Kat	62,6	32,8	2,7	23,2	12,1		
	Duvarlı	Yum. Kat	38,0	6,9	4,6	8,3	1,5	7,16	2,36
		Norm. Kat	7,1	3,8	2,7	2,6	1,4		
SRY_C_004	Çerçeve	Yum. Kat	272,4	27,5	5,0	54,5	5,5	47,07	32,98
		Norm. Kat	102,4	22,1	2,7	37,9	8,2		
	Duvarlı	Yum. Kat	42,4	4,8	5,0	8,5	1,0	7,32	1,71
		Norm. Kat	5,1	2,7	2,7	1,9	1,0		
SRY_C_005	Çerçeve	Yum. Kat	76,8	25,2	5,0	15,4	5,0	13,49	8,46
		Norm. Kat	25,0	15,0	2,7	9,3	5,6		
	Duvarlı	Yum. Kat	25,7	3,9	5,0	5,1	0,8	4,46	0,97
		Norm. Kat	2,8	2,2	2,7	1,0	0,8		
BNG_C_001	Çerçeve	Yum. Kat	-	-	-	-	-	-	7,1
		Norm. Kat	22,0	-	3,2	7,0	-		
	Duvarlı	Yum. Kat	-	-	-	-	-	-	7,1
		Norm. Kat	22,0	-	3,2	7,0	-		

Tablo 6. 5. Orta hasarlı binalara ait ötelenme değerleri

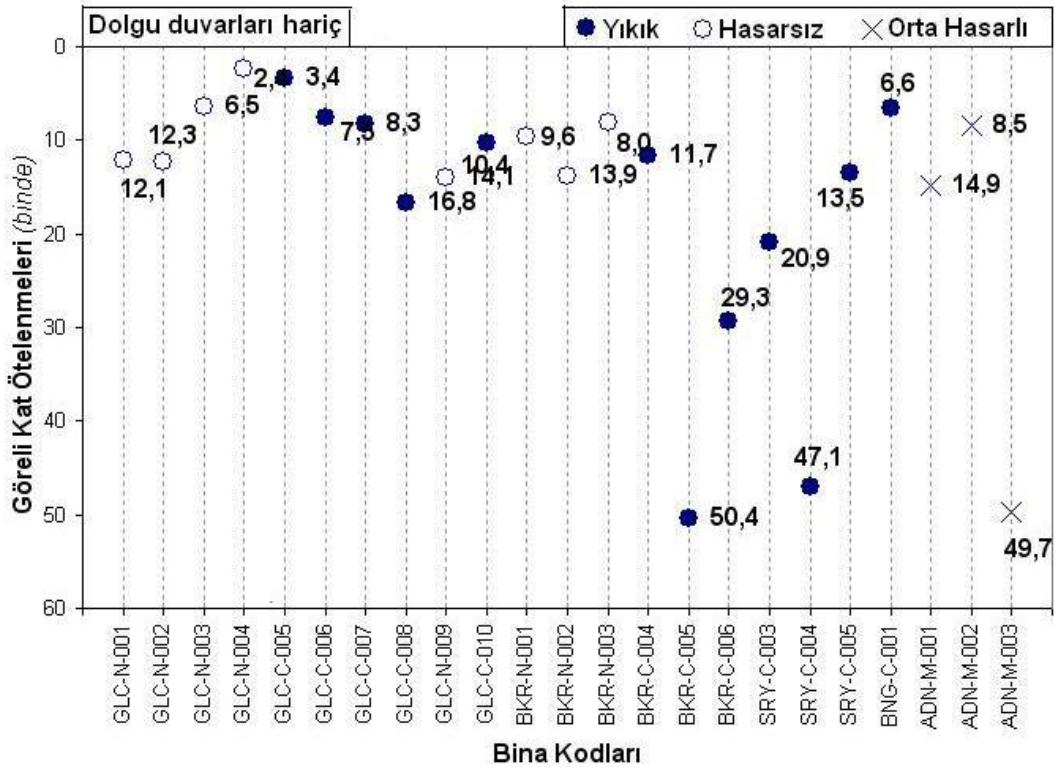
Bina Kodu	Model Türü	Kat Tipi	$D_{x,max}$ (mm)	$D_{y,max}$ (mm)	Kat Yüksekliği, (m)	$D_{x,max}/h_i$ (binde)	$D_{y,max}/h_i$ (binde)	Bileşke Ötelenme Oranı, Yumuşak Katta, (binde)	Bileşke Ötelenme Oranı, Normal Katta, (binde)
ADN_M_001	Çerçeve	Yum. Kat	-	-	-	-	-	-	14,88
		Norm. Kat	50,3	27,6	3,1	16,4	9,0		
	Duvarlı	Yum. Kat	-	-	-	-	-	-	3,81
		Norm. Kat	13,5	3,6	3,1	4,4	1,2		
ADN_M_002	Çerçeve	Yum. Kat	29,0	17,4	3,4	8,5	5,1	7,75	8,50
		Norm. Kat	25,9	17,9	2,8	9,2	6,4		
	Duvarlı	Yum. Kat	8,4	2,6	3,4	2,5	0,8	2,16	2,07
		Norm. Kat	6,7	1,8	2,8	2,4	0,6		
ADN_M_003	Çerçeve	Yum. Kat	243,0	71,4	5,0	48,6	14,3	42,53	49,72
		Norm. Kat	199,5	51,5	3,5	57,0	14,7		
	Duvarlı	Yum. Kat	12,9	2,8	5,0	2,6	0,6	2,25	1,61
		Norm. Kat	6,5	1,6	3,5	1,8	0,5		



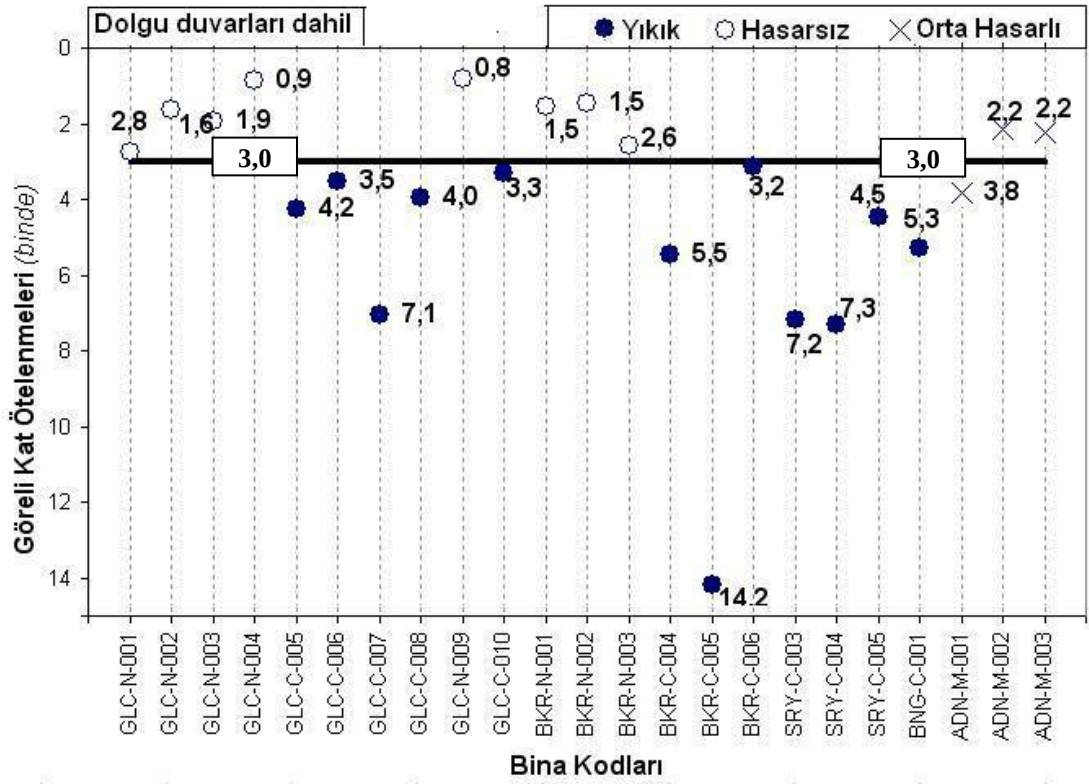
Şekil 6. 3. Duvarlı modellerden elde edilen bina tepe ötelenmesi oranları



Şekil 6. 4. Duvarsız modellemelerden elde edilen bina tepe ötelenmesi oranları



Şekil 6. 5. Duvarsız modellerden elde edilen görel kat ötelenmeleri



Şekil 6. 6. Duvarlı modellemelerden elde edilen görel kat ötelenmeleri

6.7. Örnek Binalarda Kapasite / Talep Sonuçlarının Ötelenmeler ile Karşılaştırması

Örnek binalarda ötelenmelere dayalı değerlendirmenin yanı sıra, bir de kuvvete dayalı bir değerlendirmeye gidilmiştir. Kritik katta, yükleme kombinasyonlarının yönleri de dikkate alınarak depremin talebi ile üçer adet kolonun moment kapasiteleri irdelenmiştir. Örnek binalar ile, duvarlı modelleme sonucunda hesaplanan kapasite / talep oranlarına ait özet Tablo 6.6'da, bu ötelenmelere ait ayrıntılı bilgiler ise Tablo 6.7'de verilmiştir.

Tablo 6. 6. Duvarlı modellemelerde ortalama kapasite / talep oranları

Bina Kodu	Ortalama Kapasite / Talep Oranı	Bina Kodu	Ortalama Kapasite / Talep Oranı
GLC-N-001	0,93	BKR-N-001	1,61
GLC-N-002	1,61	BKR-N-002	1,33
GLC-N-003	1,45	BKR-N-003	1,37
GLC-N-004	2,70	BKR-C-004	0,81
GLC-C-005	0,58	BKR-C-005	0,33
GLC-C-006	0,50	BKR-C-006	0,40
GLC-C-007	0,79	SRY-C-003	0,34
GLC-C-008	0,72	SRY-C-004	0,56
GLC-N-009	2,27	SRY-C-005	0,81
GLC-C-010	0,47	BNG-C-001	0,56

Tablo 6. 7. Duvarlı modellemelerde kapasite / talep oranları

Kolon No.	Bina Kodu	Boyutlar (cm)		Deprem Talep Momenti (ton m)				Kapasite (ton m)		Kapasite / Talep Oranları	
		b _x	b _y	X-yönü	Normal Kuvvet	Y-yönü	Normal Kuvvet	X-yönü	Y-yönü	X-yönü	Y-yönü
				1-3 düzlemi		1-2 düzlemi		1-3 düzlemi	1-2 düzlemi		
S2	GLC-N-001	60	35	4,22	12,44	19,42	37,44	12,56	10,25	2,98	0,53
S5		60	30	2,10	62,67	16,16	57,67	15,20	8,55	7,24	0,53
S8		30	60	16,86	47,95	4,25	38,50	8,60	14,89	0,51	3,50
S12	GLC-N-002	100	20	0,86	6,42	2,74	35,62	19,48	4,13	22,65	1,51
S9		30	120	0,70	63,24	5,78	72,52	12,55	61,72	17,93	10,68
S6		100	30	2,63	4,92	18,83	0,62	27,04	6,82	10,28	0,36
S12	GLC-N-003	55	30	7,80	44,38	2,34	54,67	13,03	6,71	1,67	2,87
S20		60	25	12,59	56,12	1,96	46,35	12,59	5,01	1,00	2,56
S21		30	70	5,10	41,55	24,45	57,51	7,83	20,91	1,53	0,86
S12	GLC-N-004	25	60	1,71	29,21	2,57	28,91	4,25	10,79	2,49	4,20
S2		25	50	1,54	9,97	0,65	12,74	3,40	7,40	2,21	11,38
S7		25	50	1,23	0,14	1,92	6,96	1,84	5,27	1,50	2,75
S11	GLC-C-005	25	50	6,34	34,07	8,37	25,20	3,97	6,83	0,63	0,82
S20		25	80	8,60	45,70	13,97	51,07	6,33	20,49	0,74	1,47
S22		30	50	14,77	71,43	14,15	66,92	4,23	7,14	0,29	0,50
S27	GLC-C-006	50	25	2,63	-11,43	9,95	15,89	4,03	4,24	1,53	0,43
S26		40	25	2,09	-8,79	5,18	39,89	2,59	3,37	1,24	0,65
S15		50	25	2,87	97,14	9,98	55,47	0,69	3,95	0,24	0,40
S31	GLC-C-007	25	60	15,87	33,27	2,36	27,67	4,90	11,52	0,31	4,88
S22		25	70	3,07	39,67	2,71	60,37	5,93	15,77	1,93	5,82
S23		60	25	3,41	49,53	9,35	84,23	11,83	2,96	3,47	0,32
S48	GLC-C-008	25	60	6,40	22,39	6,24	43,97	5,30	14,37	0,83	2,30
S33		25	60	4,31	-8,06	15,58	70,94	3,71	14,46	0,86	0,93
S42		50	25	20,85	-1,56	3,33	65,12	6,18	3,18	0,30	0,96

Not : Kapasitesi aşılın kolonlara ait kapasite / talep hücreleri koyu renkli basılmıştır.

Tablo 6. 8. Duvarlı modellemelerde kapasite / talep oranları (devam)

Kolon No.	Bina Kodu	Boyutlar (cm)		Deprem Talep Momenti (ton m)				Kapasite (ton m)		Kapasite / Talep Oranları	
		b _x	b _y	X-yönü	Normal Kuvvet	Y-yönü	Normal Kuvvet	X-yönü	Y-yönü	X-yönü	Y-yönü
				1-3 düzlemi		1-2 düzlemi		1-3 düzlemi	1-2 düzlemi		
S10	GLC-N-009	25	40	1,31	1,63	1,19	4,03	1,97	3,81	1,51	3,20
S7		25	40	1,29	13,62	1,28	11,11	2,73	4,87	2,12	3,81
S8		40	25	4,00	42,22	0,66	40,86	5,86	3,02	1,47	4,57
S23	GLC-C-010	30	60	11,01	-26,70	6,23	-23,68	1,50	4,04	0,14	0,65
S21		30	50	7,35	27,56	3,29	-3,48	5,84	6,11	0,79	1,86
S22		35	60	14,23	44,00	6,96	44,37	9,06	16,94	0,64	2,43
S105	BKR-N-001	40	40	3,99	-2,01	4,81	-5,59	5,84	5,22	1,46	1,09
S102		50	30	3,43	74,89	5,93	47,53	9,48	7,16	2,76	1,21
S103		45	45	5,45	83,44	5,34	58,91	11,62	12,22	2,13	2,29
S11	BKR-N-002	60	50	19,50	75,75	1,20	86,33	28,19	23,36	1,45	19,46
S14		40	60	2,72	44,77	1,47	74,77	13,60	23,75	5,00	16,15
S7		40	40	4,40	51,31	3,37	10,67	10,47	8,99	2,38	2,67
S11	BKR-N-003	25	40	1,94	23,03	2,72	49,20	2,89	4,02	1,49	1,48
S7		30	40	2,87	29,97	4,18	36,17	3,97	6,48	1,38	1,55
S9		40	25	4,23	52,24	2,30	40,77	4,55	3,02	1,07	1,31
S2	BKR-C-004	30	60	18,30	48,46	5,20	99,24	8,59	13,58	0,47	2,61
S6		30	90	18,80	86,96	20,18	86,67	11,62	44,54	0,62	2,21
S7		30	90	23,94	120,56	24,90	122,21	11,03	41,57	0,46	1,67
S023	BKR-C-005	108	25	92,47	17,19	4,81	36,51	31,44	7,95	0,34	1,65
S017		30	70	28,42	178,22	8,57	-30,99	Nd>N0	0,00	-	-
S018		70	30	7,50	160,50	25,32	83,69	Nd>N0	Nd>N0	-	-
S17	BKR-C-006	70	25	16,46	92,61	4,08	-27,18	13,03	1,17	0,79	0,29
S22		30	90	75,14	70,40	17,19	139,30	9,89	25,46	0,13	1,48
S19		100	25	45,72	93,80	5,04	82,27	35,03	7,28	0,77	1,44

Not : Kapasitesi aşılın kolonlara ait kapasite / talep hücreleri koyu renkli basılmıştır.

Tablo 6. 9. Duvarlı modellemelerde kapasite / talep oranları (devam)

Kolon No.	Bina Kodu	Boyutlar (cm)		Deprem Talep Momenti (ton m)				Kapasite (ton m)		Kapasite / Talep Oranları	
		b _x	b _y	X-yönü	Normal Kuvvet	Y-yönü	Normal Kuvvet	X-yönü	Y-yönü	X-yönü	Y-yönü
				1-3 düzlemi		1-2 düzlemi		1-3 düzlemi	1-2 düzlemi		
S6	SRY-C-003	30	60	17,94	54,94	11,31	4,74	6,69	9,55	0,37	0,84
S9		45	75	67,51	-15,82	22,94	25,19	7,58	24,06	0,11	1,05
S7		75	30	81,20	73,51	3,04	28,51	23,70	8,06	0,29	2,65
S10	SRY-C-004	20	100	8,93	-8,26	2,17	-1,80	2,58	18,46	0,29	8,50
S9		20	110	24,04	45,22	0,80	90,24	4,86	36,51	0,20	45,63
S11		20	100	9,10	34,97	2,13	51,11	4,31	33,55	0,47	15,75
S7	SRY-C-005	30	50	8,98	12,13	3,62	-18,62	5,15	2,72	0,57	0,75
S8		50	30	24,04	30,23	1,06	75,25	10,21	4,57	0,42	4,31
S11		30	50	9,12	30,55	2,12	56,74	5,91	10,31	0,65	4,86
S15	BNG-C-001	40	70	36,13	82,00	-	-	24,04	-	0,67	-
S16		40	70	36,13	82,00	-	-	24,04	-	0,67	-
S32		30	70	38,63	61,00	-	-	24,04	-	0,43	-

Not : Kapasitesi aşılan kolonlara ait kapasite / talep hücreleri koyu renkli basılmıştır.

6.8. Analitik Yaklaşımın Örnek Binalar İle Doğrulanmasına Ait Sonuçların Değerlendirilmesi

Örnek binaların ABYYHY'98 şartlarına göre yüklenmesi durumunda ortaya çıkan sonuçların hem ötelenmeye ve hem de kuvvete dayalı olarak değerlendirilmesi ve bu tez çalışmasında önerilen görelî kat ötelenmesi oranına bağılı göçme riski kriterine uyup uymadığı test edilmiştir. Buna göre örnek binalardan elde edilen analiz sonuçları görelî kat ötelenmesi için verilen kritere uymaktadır. Elbette örnek bina sayısının artırılması ile, bu kriter daha sonra, daha çok sayıda bina için uyarlanabilir ve biraz değiştirilebilir.

Bir diğerkonu da, önerilen kriterlerin bant değîl, birer değerkolmasıdır. Bu kriterler esasen, aynen puanlamada verilen üç yaklaşımda olduğı gibi birer banda da dönüştürülebilirler. Puanlama bölümünde verilen bant oluşturma yaklaşımları analitik sonuçlara da uygulandığında, Tablo 6.9'da verilen bant sınırları ortaya çıkmaktadır.

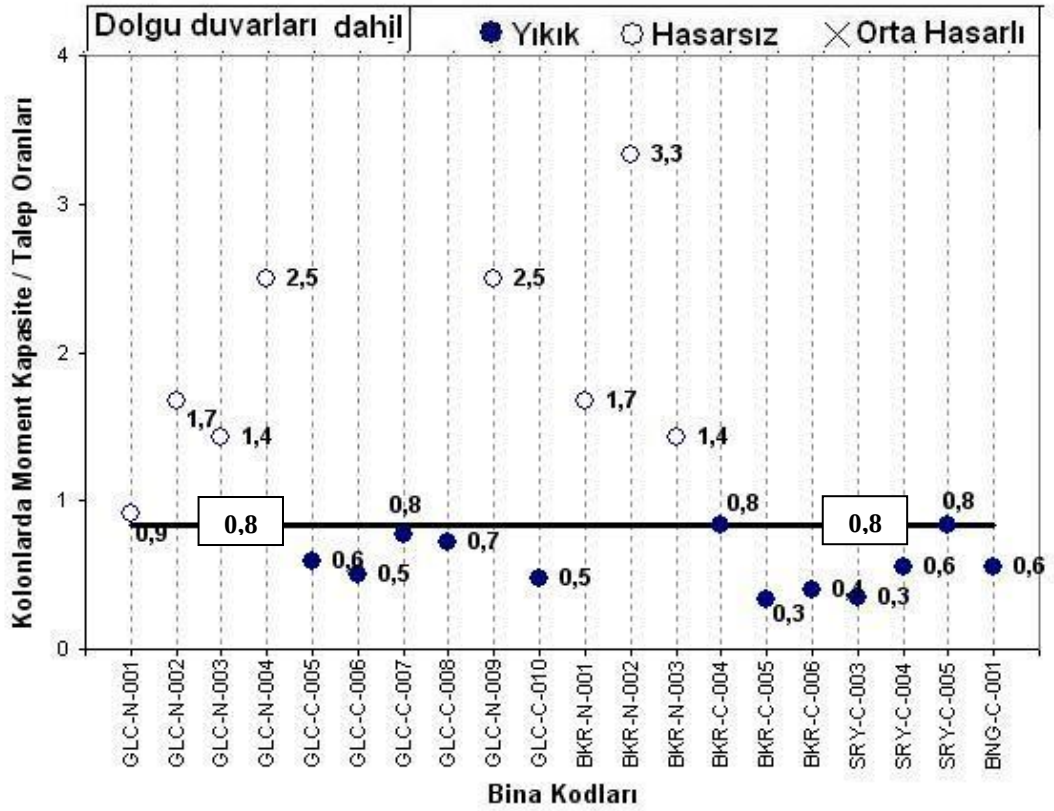
Tablo 6.10. Görelî kat ötelenmesi kriterinin bant olarak verilmesi

Analiz Sonucu	Yaklaşım	Bant Alt Sınırı	Bant Üst Sınırı	Başarı (%)
En Büyük Görelî kat ötelenmesi	Uç Ötelenmeler Yaklaşımı (bkz. 4.8.1)	2,8	3,2	100
	Uç Ötelenmelerin Değiştirilmesi (bkz. 4.8.2)	2,4	3,6	75
	İstatistiksel Yaklaşım (bkz. 4.8.3)	2,3	3,7	75

Uç ötelenmelerin veya oranların değiştirilmesi yaklaşımında da yine bant, alt sınırın % 15 ‘i kadar genişletilmiştir. İstatistiksel yaklaşım için ise, yıkılmayan binalara ait görelî kat ötelenmesi değerleri, yıkılan binalara nazaran daha küçük olacağı ve standart sapmaların da, puanlamanın tersine, yıkılmayan binalarda daha küçük olacağı açıktır. Bu durumda analitik değerlendirme sonuçları için istatistiksel yaklaşımla bir bant oluşturulurken, standart sapmaların küçüğü olarak yıkılmayan binaların standart sapmalarının kullanılmıştır.

Yapılan analizlerde, duvarsız analiz sonuçlarından elde edilen görelî kat ötelenmelerinin, gözlenen hasar durumları ile ilgili mantıklı bir sonuç vermediği görülmüştür. Halbuki; dolgu duvarları ile yapılan modellemelerden elde edilen görelî kat ötelenmesi değerleri, Şekil 6.6’da da açıkça görülebildiği gibi, bu tez çalışmasında verilen $0,0009\sqrt{f_{ck}}$ (C10 için 0,003) değeri ile tutarlıdır. Buna göre, yıkılan binaların hepsi verilen kriterden daha fazla ötelenme yapmış, buna karşın hasarsız binaların hiçbirî önerilen kriter değerini aşmamıştır. Duvarsız modellemelerden elde edilen görelî kat ötelenmesi değerleri de ayrıca Şekil 5.4’de verilmiştir. Bina tepe ötelenmeleri üzerinde, yine örnek binalar ile yapılan bir değerlendirmede, bina tepe ötelenme oranlarının da, gözlenen hasar ile tutarlı bir sonuç verdiği görülememiştir. Bina tepe ötelenmelerinin örnek binalar ile dağılımı, duvarlı modellemeler için Şekil 6.3’de, duvarsız modellemeler için ise Şekil 6.6’da verilmiştir.

Örnek binalara ait kapasite / talep oranları her binanın kritik katında üçer kolon için incelendiğinde, görelî kat ötelenmesi parametresinden bulunan göçme riski seviyesinin, kapasite / talep değeri ile de doğrulandığı görülmüştür. Öyle ki; yıkılan binalar ile yıkılmayan binaların kapasite / talep oranları, aynen görelî kat ötelenmesi grafiğinde olduğu gibi, kesin bir çizgi ile birbirlerinden ayrılabilir. Bu çizginin ise 0,80 mertebesinde geçtiği görülmüştür. Kısacası, kuvvete dayalı sonuçlar, ötelenmeye dayalı sonuçları doğrulamışlardır.



Şekil 6.7. Duvarlı modellere ait kapasite / talep oranları

6.9. Bingöl Çeltiksuyu YİBO Yatakhane İçin Özel Bir Değerlendirme

Daha önce bazı çalışmalarda (Bayülke, 2003) incelenmiş olan Bingöl Çeltiksuyu YİBO Yatakhane, bir de bu tez çalışması kapsamında önerilen ampirik ve analitik yaklaşımlarla irdelenmiştir. Daha önce yapılmış olan laboratuvar deneylerinde bu yatakhane binasında beton kalitesi C8 olarak saptanmıştır. Halbuki projesinde C14 olarak gözükmemektedir. Sadece bu eksikliğin binaya toptan bir göçme getireceğini söylemek yanlış olur. Binanın ABYYHY'98 şartlarına göre üç boyutlu analizleri

yapıldığında, beklenen bileşke görelî kat ötelenmesi, duvarlı modellemde binde 7,1 olarak bulunmaktadır. Bu tez çalışması kapsamında önerilen ve daha sonra da gerçek binalar ile test edilip doğrulanan kritere göre bu binanın görelî kat ötelenmesi değeri $0,0009\sqrt{8} = \text{binde } 2,5$ 'u geçtiğı taktirde bina göçme riski taşımaktadır. Bu denli büyük bir ötelenme değerinî sadece beton kalitesinden kaynaklanacağını söylemek yanlış olur. Çünkü C8 kalitesindeki beton için bulunan binde 7,1 değeri, C14 kalitesindeki beton için, iki beton kalitesinin elastisite modülleri arasındaki oran kadar fark edecektir. Bu oran ise ACI 318'e göre 1,30 , TS 500'e göre ise 1,13'dür. Yani ACI 318 kullanıldığında, bu binanın C14 kaliteli betonarme betonu ile yapılacak hesaplamalarında görelî kat ötelenmesi değeri $7,1 / 1,3$, yani binde 5,5 bulunacaktı. Ayrıca bu değeri, bina önem katsayısı dikkate alındığında 1,4 kat artırılacak ve binde 7,7 gibi yüksek bir değeri olacaktır.

Özetlemek gerekir ise; yatakhane binası projede belirtilen beton kalitesine uygun, inşa edilseydi bile, görelî kat ötelenmesi değeri bu tez çalışmasında önerilen göçme sınırının çok üstünde kalmaktadır.

7. SONUÇLAR VE DEĞERLENDİRMELER

Bu tez çalışması kapsamında, bir bina stoğundaki binaların arasında göçme riski taşıyanların belirlenmesi amacı ile bir ampirik puanlama ve bir de analitik hesap yöntemi geliştirilmiştir. Yöntemler daha sonra gerçek depremlere maruz kalmış hasarsız, orta hasarlı ve yıkık binalar ile doğrulanmıştır. Bu yöntemlerin oluşturulması ve gerçek örnek binalar ile doğrulanması ile bulunan sonuçlar ve değerlendirmeler aşağıda kısaca özetlenmiştir.

1. Betonarme binaların deprem davranışını etkileyen en önemli 24 özellik dikkate alınarak ampirik bir puanlama yöntemi oluşturulmuştur. Tamamen yıkılmış, hasarsız ve orta hasarlı toplam 23 bina ile yapılan testler sonucunda yıkılan binalar ile hasarsız binalara ait ampirik puanlama sonuçları arasında yaklaşık 4 puanlık boş bir bant belirlenmiştir. Başka bir deyişle, önerilen puanlama yöntemi ile hasarsız ve yıkılmış binalar kesin bir şekilde birbirlerinden ayrılmışlar, orta hasarlı binalar ise bu şeridin civarına düşmüşlerdir.
2. Puanlama yönteminin değerlendirilmesi sırasında, kullanılan değerlendirme ve sınırlama yöntemine göre başarı oranı % 65 ile % 91 arasında değişmektedir.
3. Yıkılan binaların ortalama puanı 20, hasarsız binaların ortalama puanı ise 59 olarak bulunmuştur. Hem yıkılan ve hem de hasarsız binalarda standart sapmanın ortalamaya bölümü ile bulunan varyasyon katsayısı (coefficient of variations) % 36 civarında çıkmıştır. Bu kadar çok belirsizliğin olduğu bir konuda istatistiksel olarak bu rakam iyi bir sonuç sayılabilir.
4. Bina puanları ile analiz sonuçlarından bulunan göreceli kat ötelenmesi oranı sonuçlarının, birbirleri ile uyumlu oldukları görülmüştür.

5. Türkiye 1998 deprem yönetmeliğine göre yapılan ayrıntılı analizler sonucunda, yıkılan binalara ait en büyük görelî kat ötelenmesi, dolgu duvarlarının modellere dahil edilmesi durumunda % 1,1 ve dahil edilmemesi durumunda da % 5,4 olarak bulunmuştur. Hasarsız binalarda ise bu değerler sırasıyla % 0,25 ve % 1,8 olarak bulunmuştur. Hem bina tepe ötelenme oranları ve hem de duvarların matematik modele dahil edilmediği değerlendirmeler, göçme riskine ışık tutamamışlardır. Buna karşın, dolgu duvarlarının matematik modele dahil edildiği modellerden elde edilen görelî kat ötelenmelerinin, gerçek hasar durumları ile birebir örtüşükleri görülmüştür.
6. Görelî kat ötelenmesi için önerilen kriterinin, daha sonra 23 örnek bina ile doğrulanması sonucunda göçme riskini önceden tahmin edebildiği görülmüştür.
7. Bingöl depreminde yıkılan Çeltiksuyu YİBO Yatakhane'si'nin projede belirtilen beton kalitesi değerine uygun olarak inşa edilmediği bilinmektedir. Ancak, beton kalitesinin tam olarak tutturulması durumunda bile binanın göçme riskinin kesinlik derecesinde yüksek olduğu saptanmıştır.
8. Daha önce aynı konuda yapılmış benzer çalışmaların performanslarını da P24 Puanlama Metodu ile karşılaştırabilmek için, 23 adet örnek binanın göçme riskini temsil eden indeksler bir kere de bu yöntemler ile hesaplanmıştır. 1997 yılında Hassan ve Sözen tarafından yapılan çalışmanın bina göçme risklerini tam olarak tahmin edemediği görülmüştür. Buna karşın 2005 yılında Yakut ve diğerleri tarafından önerilen yöntemin, hasarsız ve yıkılmış bazı bina sonuçlarının birbirinin içine girmesine karşın, gerçek hasar durumları ile uygun sonuçlar verdiği görülmüştür.
9. Bu tez çalışmasında önerilen yöntemler bir yanılma payına sahiptirler. Elbette istatistiksel olarak, bu yöntem tarafından güvenli bulunan bir binanın gerçek bir deprem esnasında göçmesi veya bunun tam tersinin oluşması, olasılık derecesi az da olsa, her zaman mümkündür.
10. P24 Puanlama yöntemi için önerilen parametrelerin yönteme etkilerinin tam olarak anlaşılabilmesi için, daha sonra bir hassasiyet analizi (sensitivity

analysis) yapılması gerekir. Ayrıca, yine bu parametrelerin göçme riskine ne oranda etki ettiğinin sağlıklı olarak saptanabilmesi için, örnek bina sayısının artırılarak zaman içinde gerek parametrelerin ve gerekse puanlama yönteminin tekrar tekrar denenmesi ve gerekli uyarlamaların yapılması faydalı olacaktır.

11. Geçmiş yıllarda meydana gelen yıkıcı depremlerden elde edilen tecrübeler, bazı özel durumlarda sadece tek bir parametrenin bile yıkılmaya neden olabileceğini kanıtlamıştır. Bu tez çalışmasının ampirik kısmında kullanılan parametrelere ve bunlara ait düzeltme faktörlerine bakıldığında, en küçük düzeltme katsayısının bir parametre için 0,60 olduğu, diğer parametrelerde ise bu değerin 0,92 ile 1,00 arasında değiştiği görülecektir. Böyle bir yaklaşım ile, yukarıda bahsedilen çok özel durumları yakalamak elbette imkansızdır. Bu durumda düzeltme faktörleri, bu çok özel durumları da gerçekçi olarak yansıtabilmek için, binayı gözlemleyerek puanlayan mühendisin kararı ile 0,50 mertebelerine kadar düşürülebilir.

KAYNAKLAR

- ACI 318 R-95**, 1995. "Building Code Requirements for Structural Concrete and Commentary" *Rpt. No.318 / 318R-I*, American Concrete Institute, Farmington Hills, USA.
- Afet Bölgelerinde Yapılacak Yapılar Hakkında Yönetmelik**, 1998. *Bayındırlık ve İskan Bakanlığı, Ankara.*
- Akçay, B., Önen, Y. H., Öztekin, E.**, 2001. "İstanbul Binalarında Karot Yardımıyla Beton Nitelik Denetimi" *XVI. Türkiye İnşaat Mühendisliği Teknik Kongre ve Sergisi, 1-3 Kasım 2001, Ankara.*
- Akyüz, S. Ve Uyan, M.**, 1993. "13 Mart 1992 Erzincan Depremi'nde Orta Hasar Gören Binalardaki Betonların Kaliteleri Üzerine" *2nci Ulusal Deprem Mühendisliği Konferansı, 10-23 Mart 1993, TMMOB İMO İstanbul Şubesi, İstanbul.*
- Baysan, F. F.**, 2002. "Mevcut Bir Binanın Deprem Güvenliğinin Yapısal Çözümleme ve Japon Sismik İndeks Yöntemi İle İncelenmesi" *Bitirme Ödevi, İTÜ İnşaat Fakültesi, İstanbul.*
- Boduroğlu, H., Özdemir, P., İlki, A., Şirin, S., Demir, C. ve Baysan, F.**, 2004. Paper No.1452, "Towards a Modified Rapid Screening Method for Existing Medium Rise RC Buildings in Turkey" *13th World Conference on Earthquake Engineering, August 1-6, 2004, Vancouver, Canada..*
- FEMA 356**, 2000. "Prestandard and Commentary for The Seismic Rehabilitation of Buildings" *Federal Emergency Management Agency, Washington D.C., USA.*
- FEMA 154**, 1988. "Rapid Visual Screening of Buildings for Potential Seismic Hazards : A Handbook" *Federal Emergency Management Agency, Washington D.C., USA.*
- FEMA 155**, 1988. "Rapid Visual Screening of Buildings for Potential Seismic Hazards : Supporting Documentation" *Federal Emergency Management Agency, Washington D.C., USA.*
- Gülkan, P., Sözen, M.A., Ersoy, U., Yorulmaz, M., Aşkar, G.**, 1997. "Betonarme Binaların Deprem Güvenliğinin Tesbiti İçin Alternatif Bir Yaklaşım" *Türkiye Deprem Vakfı Yayınları, TDV / TR 97-011, Aralık 1997, İstanbul..*
- Gülkan, P., Sözen, M. A.**, 1999. "Procedure for Determining Seismic Vulnerability of Building Structures" *ACI Structural Journal, V. 96, No.3, May-June 1999, pp. 336-342.*

- Gülkan, P., Sözen, M. A., 1997.** “Binaların Deprem Hesabında Yerdeğiştirme Kriterinin Uygulanması” *Prof. Dr. A. Rifat Yarar Sempozyumu, 10 Aralık 1997, İstanbul.*
- Hassan, A. F., Sözen, M. A., 1997.** “Seismic Vulnerability Assessment of Low-Rise Buildings in Regions with Infrequent Earthquakes” *ACI Structural Journal, V. 94, No.1, January-February 1997, 31-39.*
- İlki, A., Boduroğlu, H., Özdemir, P., Baysan, F., Demir, C. ve Şirin S., 2003.** “Mevcut ve Güçlendirilmiş Yapılar İçin Sismik İndeks Yöntemi ve Yapısal Çözümleme Sonuçlarının Karşılaştırılması” *Bildiri No AT-119, Beşinci Ulusal Deprem Mühendisliği Konferansı, 26-30 Mayıs 2003, İstanbul.*
- Özer, E., Pala, S., Karadaş, M., Girgin, K., Orakdöğen, E., 1993.** “Mevcut Betonarme Binaların Deprem Güvenliklerinin Belirlenmesi” *2. Ulusal Deprem Mühendisliği Konferansı, 10-13 Mart 1993, İstanbul.*
- Özturan, T., 2000.** “İstanbul’da Yapı Malzemesi Sorunları,” *İkinci İstanbul ve Deprem Sempozyumu, 27 Mayıs 2000, İTÜ Maçka G Amfisi, İstanbul.*
- Pay, A. C., 2001.** “A New Methodology for The Seismic Vulnerability Assessment of Existing Buildings in Turkey” *Bitirme Ödevi, ODTÜ İnşaat Mühendisliği Bölümü, Ankara.*
- Sayın, B., Yıldızlar, B. ve Kaplan S. A., 2004.** “Betonarme Yapı Analizlerinde Dolgu Duvarların Modellenme Teknikleri” *Onyedinci Türkiye İnşaat Mühendisliği Teknik Kongre ve Sergisi, 15-17 Nisan 2004, İstanbul.*
- Sucuoğlu, H. ve Günay, M. S., 2003.** “Orta Yükseklikteki Betonarme Binalar İçin Basitleştirilmiş Deprem Dayanımı Değerlendirme Yöntemleri” *Davetli Konuşma, Beşinci Ulusal Deprem Mühendisliği Konferansı, 26-30 Mayıs 2003, İstanbul.*
- Sucuoğlu, H., 2004.** “Yapı Stoklarının Deprem Dayanımı Değerlendirme Yöntemleri : Sokak Taraması” *Onyedinci Türkiye İnşaat Mühendisliği Teknik Kongre ve Sergisi, 15-17 Nisan 2004, İstanbul.*
- Tezcan, S.S., Bal, İ. E., 2005.** “Sıfır Can Kaybı Projesi İstanbul’un Kurtuluş Reçetesi”, *Yapı Denetim Dergisi, Sayı: Mart 2005/32, İstanbul.*
- Tezcan, S.S., Bal, İ. E., 2004.** “Zero Loss of Life Project During a Future Earthquake”, *32nd International Geological Congress, August 20-28, 2004, Florence, Italy.*
- Tezcan, S.S., 2004.** “Hayat Kurtaracak Proje”, *Posta Gazetesi, 27 Mayıs 2004, İstanbul.*

- Tezcan, S.S.,** 2004. “ Depremde Sıfır Can Kaybı Projesi ”, *Tempo Dergisi*, Sayı: 22/859, s. 50-52, *İstanbul, Mayıs-Haziran 2004.*
- Tezcan, S.S.,** 2004. “ İstanbul Depreminde Sıfır Can Kaybı İçin 1 Milyar Dolar Yeter”, *Sabah Gazetesi*, 13 Haziran 2004, *İstanbul.*
- Tezcan, S. S., Bal, İ. E.,** 2003. “İstanbul’un Kurtuluş Reçetesi ”, *İstanbul Dergisi*, Sayı 11, Sayfa 86 – 90, Ekim – Aralık , *İstanbul.*
- 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, 16-17 Ocak 2003, İstanbul.*
- Tezcan, S.S., Bal, İ.E.,** (2004), “Sıfır Can Kaybı Projesi, İstanbul’un Kurtuluş Reçetesi”, *Dünya İnşaat Dergisi*, Ağustos 2004, *İstanbul.*
- Tezcan, S.S., Gürsoy, M., Kaya, E. ve Bal İ.E** 2002. “ Depremde Yıkılacak Binalar Önceden Nasıl Belirlenir? ”, *T.C. Karadeniz Teknik Üniversitesi, Gümüşhane Mühendislik Fakültesi Dekanlığı, Gümüşhane ve Yöresinin Kalkınması Sempozyumu, 23-25 Ekim 2002, Gümüşhane.*
- Tezcan, S.S. ve Akbaş, R.,** 1995, “Damage Control Indices for Reinforced Concrete Buildings”, *Üçüncü Ulusal Deprem Mühendisliği Konferansı Tebliğleri, İnşaat Mühendisleri Odası, İ.T.Ü., 27-31 Mart 1995, İstanbul.*
- Tezcan, S.S. and Akbaş, R.,** 1995, “Deflection Criteria for Aseismic Design of Tall Buildings”, *Proceedings of the 5th World Congress on Tall Buildings and Habitat, Amsterdam, Netherland, May 14-19, 1995. Also, Engineering Structures, Elsevier Publications, Vol. 18, No. 12, pp. 957-966, December 1996.*
- Tezcan, S.S., ve Akbaş, R.,** 1995, “ Importance of Deflection Criteria in Aseismic Design of Buildings ”, *Turgan Sabis Anısına Sempozyum, İ.T.Ü. İnşaat Fakültesi, 24 Kasım 1995, İstanbul.*
- TS 500,** 2000. “Betonarme Yapıların Tasarım ve Yapım Kuralları” *Türk Standartları Enstitüsü, Ankara.*
- UBC 97,** 1997. “Uniform Building Code” , Farmington Hills, USA.
- Yakut, A., Gülkan, P., Bakır, B. S. and Yılmaz, M. T.,** 2005, “Re-examination of Damage Distribution in Adapazari : Structural Considerations”, *Engineering Structures, Elsevier Publications, Vol. 27, pp. 990-1001, June 2005.*

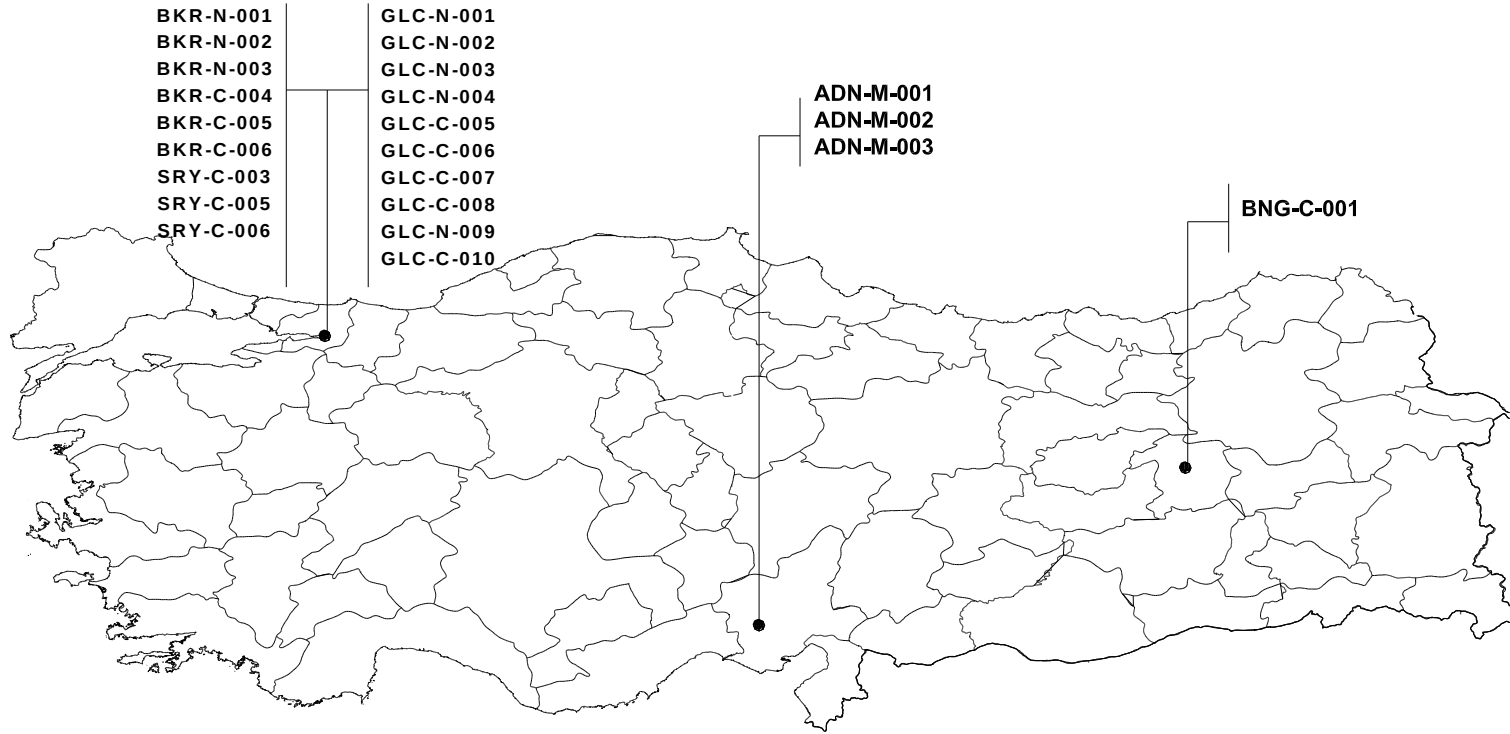
EKLER

Ek A. Örnek Binaların Haritalar Üzerindeki Gösterimi

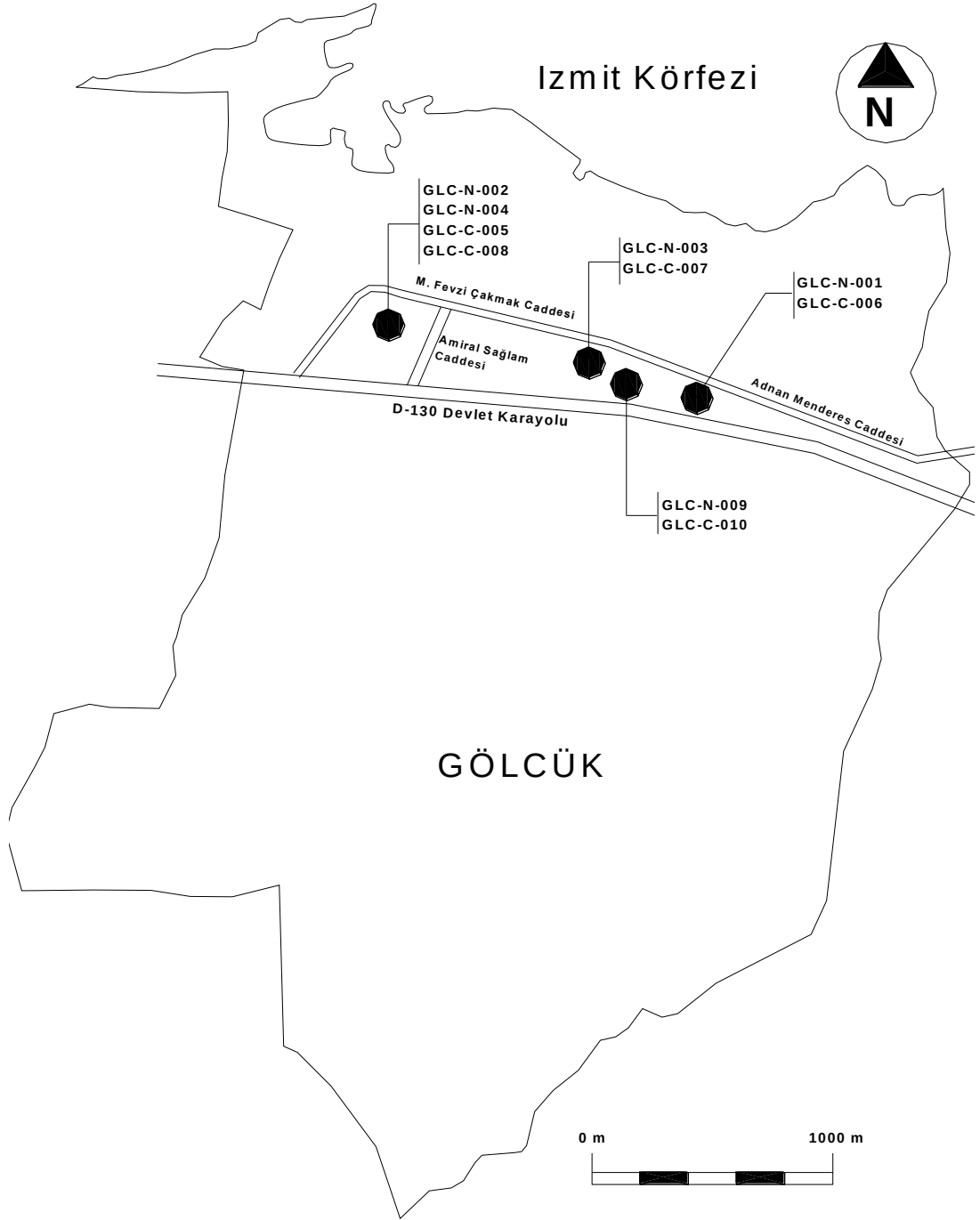
Ek B. Örnek Binalara Ait Zemin Profilleri

Ek C. Tüm Örnek Binalar İçin K Değerinin Hesaplanmasına Ait Detaylar

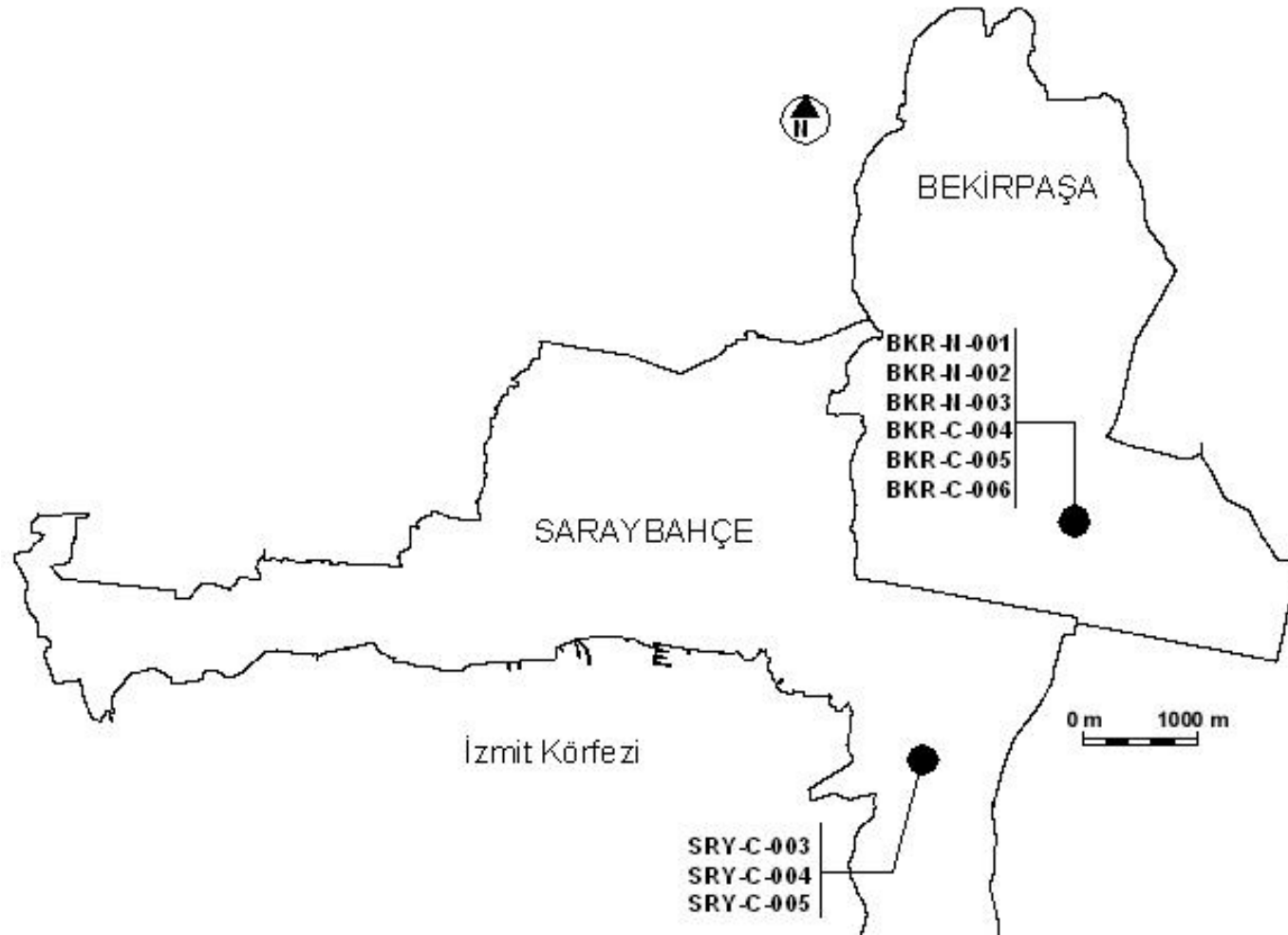
Ek A. Örnek Binaların Haritalar Üzerindeki Gösterimi



Şekil A. 1. Kocaeli, Bingöl ve Adana'daki Örnek Binaların Türkiye Haritası Üzerinde Gösterimi

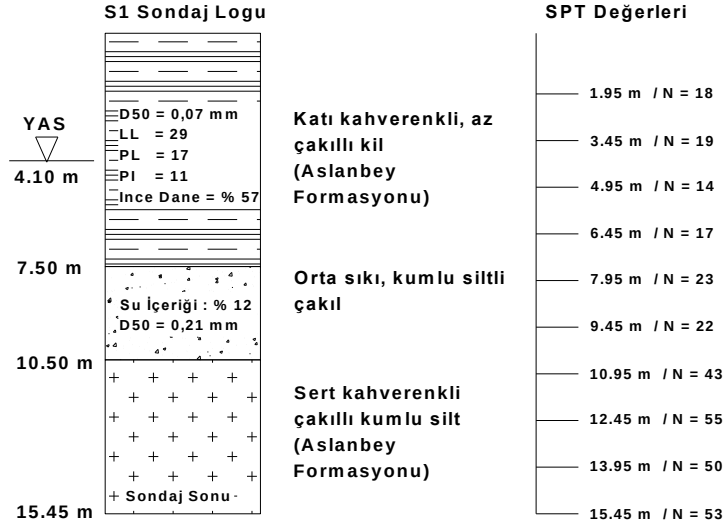


Şekil A. 2. Gölçük'teki Örnek Binaların İlçe Haritası Üzerinde Gösterimi

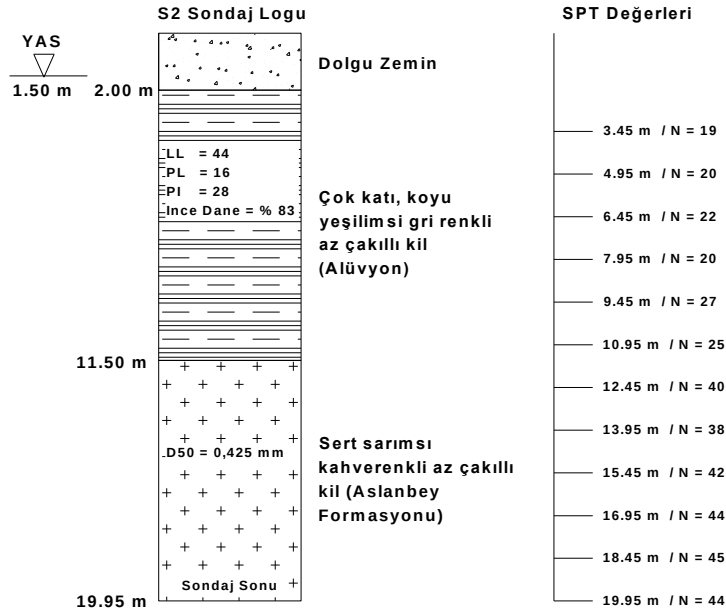


Şekil A. 3. İzmit'teki Örnek Binaların İzmit Haritası Üzerinde Gösterimi

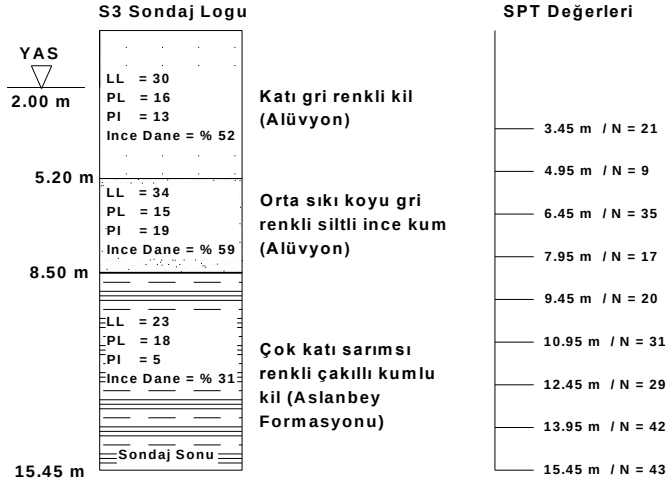
Ek B. Örnek Binalara Ait Zemin Profilleri



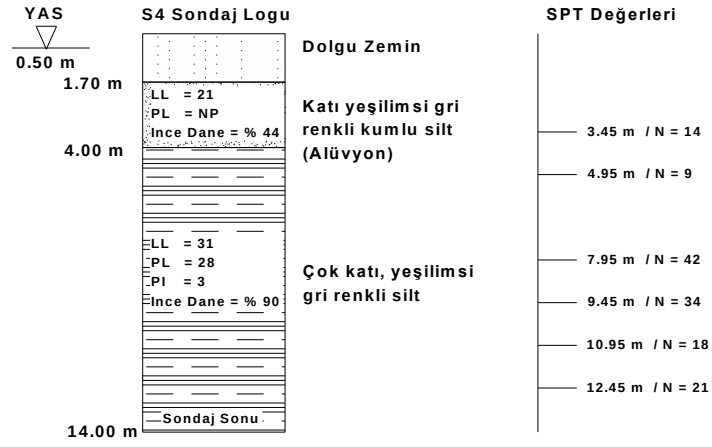
Şekil B. 1. S1 Sondaj Logu ve Detayları



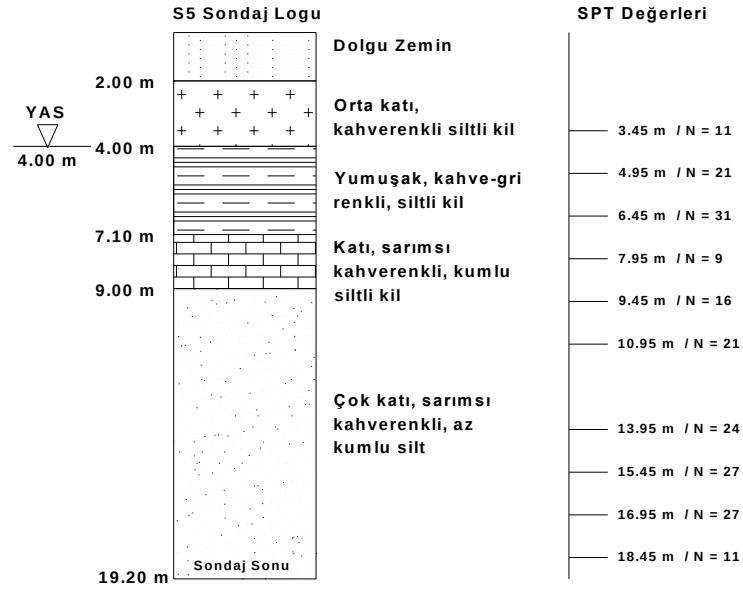
Şekil B. 2. S2 Sondaj Logu ve Detayları



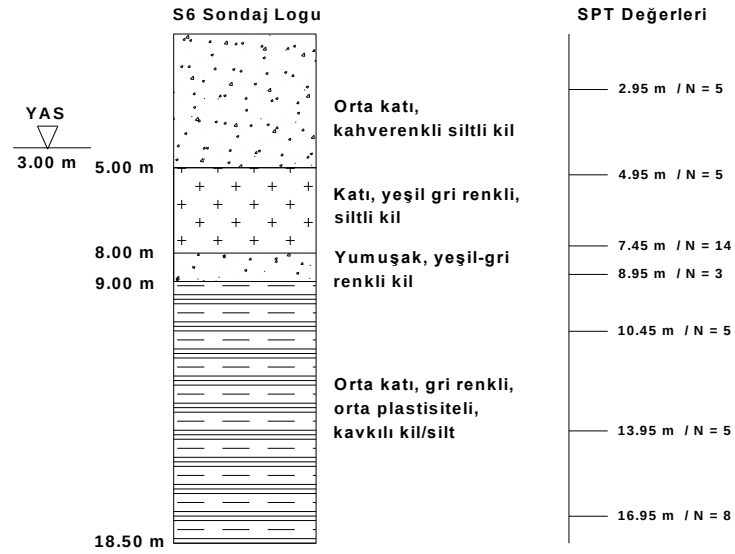
Şekil B. 3. S3 Sondaj Logu ve Detayları



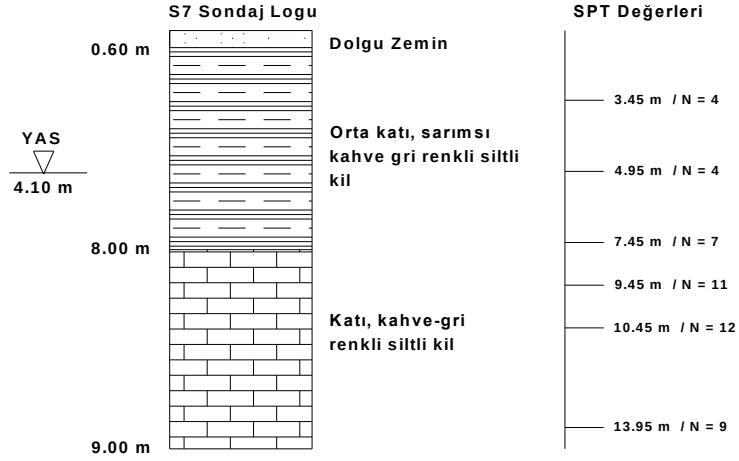
Şekil B. 4. S4 Sondaj Logu ve Detayları



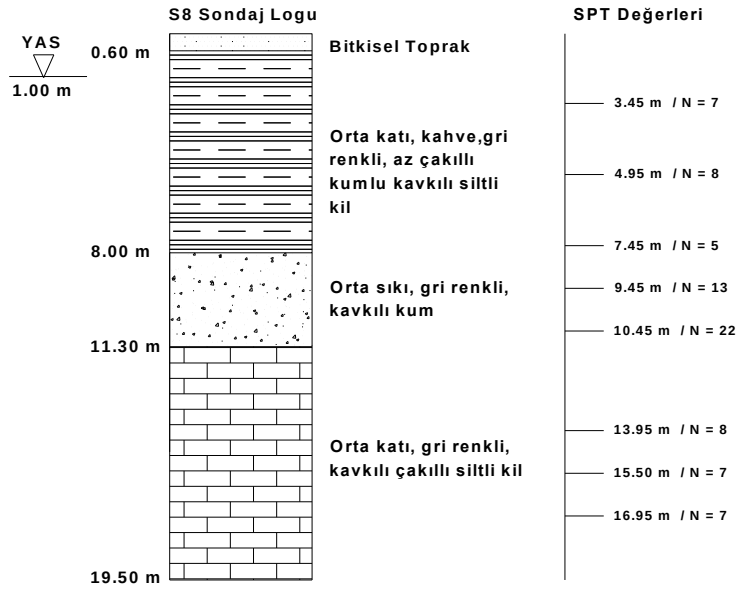
Şekil B. 5. S5 Sondaj Logu ve Detayları



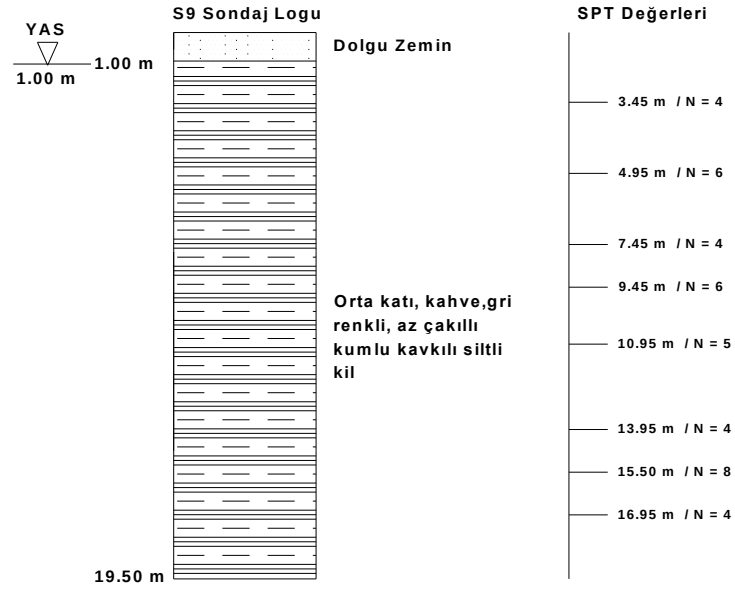
Şekil B. 6. S6 Sondaj Logu ve Detayları



Şekil B. 7. S7 Sondaj Logu ve Detayları



Şekil B. 8. S8 Sondaj Logu ve Detayları



Şekil B. 9. S9 Sondaj Logu ve Detayları

Tablo B.1. Bina çiftleri ve ilgili sondajlar

Bina Kodu	Çifti Olan Bina	İlgili Sondaj Logu
GLC-C-005 GLC-C-008	GLC-N-002 GLC-N-004	S1
GLC-C-007	GLC-N-003	S2, S3
GLC-C-006	GLC-N-001	S4
BKR-C-005	BKR-N-002	S5, S6, S7
BKR-C-006	BKR-N-003	S5, S6, S7
BKR-C-004	BKR-N-001	S5, S6, S7
SRY-C-004	SRY-C-005	S8, S9
SRY-C-003	-	-
GLC-C-010	GLC-N-009	-
BNG-C-001	-	-

Ek C. Tüm Örnek Binalar İçin K Değerlerinin Hesaplanması

GLC-N-001'e ait değerler -----

PERDELER / GLC-N-001											
No	Adet	Eleman Boyutları		Bulunma Oranı		Alan,x (m ²)	Alan,x (m ²)	Alan,y (m ²)	Alan,y (m ²)	I _x (m ⁴)	I _y (m ⁴)
		x (m)	y (m)	Zemin	1. Kat	Zemin	1. Kat	Zemin	1. Kat	Zemin	1. Kat
1	4	1,60	0,20	1,0	1,0	1,28	1,28			0,27	0,27

KOLONLAR / GLC-N-001											
No	Adet	Eleman Boyutları		Bulunma Oranı		Alan (m ²)	Alan (m ²)	I _x (m ⁴)	I _y (m ⁴)	I _x (m ⁴)	I _y (m ⁴)
		x (m)	y (m)	Zemin	1. Kat	Zemin	1. Kat	Zemin	1. Kat	Zemin	1. Kat
1	24	0,30	0,60	1,0	1,0	4,32	4,32	0,03	0,13	0,03	0,13
2	12	0,60	0,30	1,0	1,0	2,16	2,16	0,06	0,02	0,06	0,02
3	4	0,25	0,60	1,0	1,0	0,60	0,60	0,00	0,02	0,00	0,02
4	4	0,20	0,60	1,0	1,0	0,48	0,48	0,00	0,01	0,00	0,01
5	4	0,20	0,95	1,0	1,0	0,76	0,76	0,00	0,06	0,00	0,06

DUVARLAR / GLC-N-001													
No	Adet	Eleman Boyutları		Bulunma Oranı		Alan,x (m ²)	Alan,x (m ²)	Alan,y (m ²)	Alan,y (m ²)	I _x (m ⁴)	I _y (m ⁴)	I _x (m ⁴)	I _y (m ⁴)
		x (m)	y (m)	Zemin	1. Kat	Zemin	1. Kat	Zemin	1. Kat	Zemin		1. Kat	
1	12	4,00	0,10	1,0	1,0	4,80	4,80			6,40		6,40	
2	4	2,00	0,10	1,0	1,0	0,80	0,80			0,27		0,27	
3	4	3,00	0,10	1,0	1,0	1,20	1,20			0,90		0,90	
4	6	3,50	0,10	1,0	1,0	2,10	2,10			2,14		2,14	
5	4	0,10	2,50	1,0	1,0			1,00	1,00		0,52		0,52
6	1	0,10	3,00	1,0	1,0			0,30	0,30		0,23		0,23

Sonuç Parametreleri - GLC-N-001									
C _{Ax}	C _{Ay}	C _A	C _{Ix}	C _{Iy}	C _I	r _a	r _r	f ₅	f ₁₀
6627,27	5830,30	6058,80	7154,41	3743,36	4837,63	1,00	1,00	0,98	1,00

GLC-N-002'ye ait değerler -----

KOLONLAR / GLC-N-002											
No	Adet	Eleman Boyutları		Bulunma Oranı		Alan (m ²)	Alan (m ²)	I _x (m ⁴)	I _y (m ⁴)	I _x (m ⁴)	I _y (m ⁴)
		x (m)	y (m)	Zemin	1. Kat	Zemin	1. Kat	Zemin		1. Kat	
1	2	1,00	0,20	1,0	1,0	0,40	0,40	0,03	0,00	0,03	0,00
2	3	1,20	0,25	1,0	1,0	0,90	0,90	0,11	0,00	0,11	0,00
3	1	1,00	0,25	1,0	1,0	0,25	0,25	0,02	0,00	0,02	0,00
4	1	1,00	0,30	1,0	1,0	0,30	0,30	0,03	0,00	0,03	0,00
5	2	0,35	1,20	1,0	1,0	0,84	0,84	0,01	0,10	0,01	0,10
6	3	1,00	0,20	1,0	1,0	0,60	0,60	0,05	0,00	0,05	0,00
7	1	1,20	0,20	1,0	1,0	0,24	0,24	0,03	0,00	0,03	0,00
8	1	1,00	0,30	1,0	1,0	0,30	0,30	0,03	0,00	0,03	0,00
9											

DUVARLAR / GLC-N-002													
No	Adet	Eleman Boyutları		Bulunma Oranı		Alan,x (m ²)	Alan,x (m ²)	Alan,y (m ²)	Alan,y (m ²)	I _x (m ⁴)	I _y (m ⁴)	I _x (m ⁴)	I _y (m ⁴)
		x (m)	y (m)	Zemin	1. Kat	Zemin	1. Kat	Zemin	1. Kat	Zemin		1. Kat	
1	3	4,00	0,20	1,0	1,0	2,40	2,40			3,20		3,20	
2	1	3,50	0,20	1,0	1,0	0,70	0,70			0,71		0,71	
3	4	2,50	0,20	1,0	1,0	2,00	2,00			1,04		1,04	
4	1	4,00	0,20	1,0	1,0	0,80	0,80			1,07		1,07	
5	2	3,50	0,20	1,0	1,0	1,40	1,40			1,43		1,43	
6	2	2,00	0,20	1,0	1,0	0,80	0,80			0,27		0,27	
7	1	0,20	3,50	1,0	1,0			0,70	0,70		0,71		0,71
8	1	0,20	4,00	1,0	1,0			0,80	0,80		1,07		1,07
9	1	0,20	6,50	1,0	1,0			1,30	1,30		4,58		4,58
10	2	5,50	0,10	0,0	1,0		1,10					2,77	
11													

Sonuç Parametreleri - GLC-N-002									
C _{AX}	C _{AY}	C _A	C _{IX}	C _{IY}	C _I	r _a	r _r	f ₅	f ₁₀
9484,27	12463,97	10340,30	11187,87	20946,91	14298,01	0,99	0,78	0,86	1,00

GLC-N-003'e ait değerler -----

KOLONLAR / GLC-N-003											
No	Adet	Eleman Boyutları		Bulunma Oranı		Alan (m ²)	Alan (m ²)	I _x (m ⁴)	I _y (m ⁴)	I _x (m ⁴)	I _y (m ⁴)
		x (m)	y (m)	Zemin	1. Kat	Zemin	1. Kat	Zemin		1. Kat	
1	11	0,50	0,25	1,0	1,0	1,38	1,38	0,03	0,01	0,03	0,01
2	3	0,60	0,25	1,0	1,0	0,45	0,45	0,01	0,00	0,01	0,00
3	6	0,25	0,50	1,0	1,0	0,75	0,75	0,00	0,02	0,00	0,02
4	1	0,55	0,30	1,0	1,0	0,17	0,17	0,00	0,00	0,00	0,00
5	5	0,30	0,60	1,0	1,0	0,90	0,90	0,01	0,03	0,01	0,03
6	1	0,30	0,65	1,0	1,0	0,20	0,20	0,00	0,01	0,00	0,01
7	1	0,60	0,30	1,0	1,0	0,18	0,18	0,01	0,00	0,01	0,00
8	1	0,30	0,70	1,0	1,0	0,21	0,21	0,00	0,01	0,00	0,01
9	1	0,65	0,30	1,0	1,0	0,20	0,20	0,01	0,00	0,01	0,00
10	1	0,30	0,65	1,0	1,0	0,20	0,20	0,00	0,01	0,00	0,01

DUVARLAR / GLC-N-003													
No	Adet	Eleman Boyutları		Bulunma Oranı		Alan,x (m ²)	Alan,x (m ²)	Alan,y (m ²)	Alan,y (m ²)	I _x (m ⁴)	I _y (m ⁴)	I _x (m ⁴)	I _y (m ⁴)
		x (m)	y (m)	Zemin	1. Kat	Zemin	1. Kat	Zemin	1. Kat	Zemin		1. Kat	
1	9	2,50	0,10	1,0	1,0	2,25	2,25			1,17		1,17	
2	2	4,00	0,10	1,0	1,0	0,80	0,80			1,07		1,07	
3	1	3,50	0,15	1,0	1,0	0,53	0,53			0,54		0,54	
4	1	4,50	0,15	1,0	1,0	0,68	0,68			1,14		1,14	
5	1	2,00	0,15	1,0	1,0	0,30	0,30			0,10		0,10	
6	1	5,50	0,15	1,0	1,0	0,83	0,83			2,08		2,08	
7	2	2,00	0,10	1,0	1,0	0,40	0,40			0,13		0,13	
8	2	0,10	2,00	1,0	1,0			0,40	0,40		0,13		0,13
9	1	0,10	5,00	1,0	1,0			0,50	0,50		1,04		1,04
10	1	0,10	2,50		1,0				0,25				0,13
11	1	0,10	2,50	1,0	1,0			0,25	0,25		0,13		0,13

Sonuç Parametreleri - GLC-N-003									
C _{Ax}	C _{Av}	C _A	C _{Ix}	C _{Iy}	C _I	r _a	r _r	f ₅	f ₁₀
5739,53	6036,65	5834,74	7988,25	5758,92	6407,47	1,00	0,93	0,99	0,93

GLC-N-004'e ait değerler -----

KOLONLAR / GLC-N-004											
No	Adet	Eleman Boyutları		Bulunma Oranı		Alan (m ²)	Alan (m ²)	I _x (m ⁴)	I _y (m ⁴)	I _x (m ⁴)	I _y (m ⁴)
		x (m)	y (m)	Zemin	1. Kat	Zemin	1. Kat	Zemin		1. Kat	
1	11	0,25	0,50	1,0	1,0	1,38	1,38	0,01	0,03	0,01	0,03
2	1	0,20	0,50	1,0	1,0	0,10	0,10	0,00	0,00	0,00	0,00
3	13	0,35	0,50	1,0	1,0	2,28	2,28	0,02	0,05	0,02	0,05
4	2	0,25	0,40	1,0	1,0	0,20	0,20	0,00	0,00	0,00	0,00
5	2	0,50	0,25	1,0	1,0	0,25	0,25	0,01	0,00	0,01	0,00
6	1	0,40	0,25	1,0	1,0	0,10	0,10	0,00	0,00	0,00	0,00
7											

DUVARLAR / GLC-N-004													
No	Adet	Eleman Boyutları		Bulunma Oranı		Alan,x (m ²)	Alan,x (m ²)	Alan,y (m ²)	Alan,y (m ²)	I _x (m ⁴)	I _y (m ⁴)	I _x (m ⁴)	I _y (m ⁴)
		x (m)	y (m)	Zemin	1. Kat	Zemin	1. Kat	Zemin	1. Kat	Zemin		1. Kat	
1	3	3,00	0,20	1,0	1,0	1,80	1,80			1,35		1,35	
2	2	2,00	0,20	1,0	1,0	0,80	0,80			0,27		0,27	
3	4	3,50	0,15	0,0	1,0		2,10					2,14	
4	5	0,15	3,50	0,0	1,0				2,63				2,68
5	6	0,20	3,50	0,0	1,0				4,20				4,29
6													

Sonuç Parametreleri - GLC-N-004									
C _{Ax}	C _{Ay}	C _A	C _{Ix}	C _{Iy}	C _I	r _a	r _r	f ₅	f ₁₀
8899,43	8159,39	8378,01	6671,48	6626,09	6660,25	0,92	0,07	0,67	0,93

GLC-C-005'e ait değerler -----

KOLONLAR / GLC-C-005											
No	Adet	Eleman Boyutları		Bulunma Oranı		Alan (m ²)	Alan (m ²)	I _x (m ⁴)	I _y (m ⁴)	I _x (m ⁴)	I _y (m ⁴)
		x (m)	y (m)	Zemin	1. Kat	Zemin	1. Kat	Zemin		1. Kat	
1	5	0,50	0,25	1,0	1,0	0,63	0,63	0,01	0,00	0,01	0,00
2	1	0,60	0,30	1,0	1,0	0,18	0,18	0,01	0,00	0,01	0,00
3	6	0,30	0,60	1,0	1,0	1,08	1,08	0,01	0,03	0,01	0,03
4	1	0,25	0,80	1,0	1,0	0,20	0,20	0,00	0,01	0,00	0,01
5	3	0,40	0,60	1,0	1,0	0,72	0,72	0,01	0,02	0,01	0,02
6	4	0,30	0,50	1,0	1,0	0,60	0,60	0,00	0,01	0,00	0,01
7	1	0,30	0,90	1,0	1,0	0,27	0,27	0,00	0,02	0,00	0,02
8	1	0,25	0,90	1,0	1,0	0,23	0,23	0,00	0,02	0,00	0,02
9	1	0,50	0,30	1,0	1,0	0,15	0,15	0,00	0,00	0,00	0,00
10	2	0,60	0,40	1,0	1,0	0,48	0,48	0,01	0,01	0,01	0,01
11	1	0,60	0,50	1,0	1,0	0,30	0,30	0,01	0,01	0,01	0,01
12	1	1,30	0,25	1,0	1,0	0,33	0,33	0,05	0,00	0,05	0,00
13	1	0,50	0,30	1,0	1,0	0,15	0,15	0,00	0,00	0,00	0,00

DUVARLAR / GLC-C-005													
No	Adet	Eleman Boyutları		Bulunma Oranı		Alan,x (m ²)	Alan,x (m ²)	Alan,y (m ²)	Alan,y (m ²)	I _x (m ⁴)	I _y (m ⁴)	I _x (m ⁴)	I _y (m ⁴)
		x (m)	y (m)	Zemin	1. Kat	Zemin	1. Kat	Zemin	1. Kat	Zemin		1. Kat	
1	1	2,50	0,20	1,0	1,0	0,50	0,50			0,26		0,26	
2	3	3,50	0,10	1,0	1,0	1,05	1,05			1,07		1,07	
3	2	0,15	3,00	0,0	1,0				0,90				0,68
4	1	4,00	0,15	1,0	1,0	0,60	0,60			0,80		0,80	
5	3	2,50	0,15	1,0	1,0	1,13	1,13			0,59		0,59	
6	3	0,15	2,50	1,0	1,0			1,13	1,13		0,59		0,59
7	1	0,15	2,00	1,0	1,0			0,30	0,30		0,10		0,10
8	2	0,15	4,00	1,0	1,0			1,20	1,20		1,60		1,60
9	5	0,10	3,00	1,0	0,8			1,50	1,20		1,13		0,90
10	1	0,20	3,50	1,0	1,0			0,70	0,70		0,71		0,71
11	1	0,15	3,00	1,0	1,0			0,45	0,45		0,34		0,34
12	3	3,00	0,10	0,0	1,0		0,90					0,68	
13	1	2,00	0,10	0,0	1,0		0,20					0,07	
14	2	3,10	0,15	0,0	1,0		0,93					0,74	
15	1	3,50	0,15	0,0	1,0		0,53					0,54	

Sonuç Parametreleri - GLC-C-005										
C _{Ax}	C _{Ay}	C _A	C _{Ix}	C _{Iy}	C _I	r _a	r _r	f ₅	f ₁₀	
5278,92	9635,70	6656,14	6117,09	7132,58	6406,30	0,98	0,64	0,87	1,00	

GLC-C-006'ya ait değerler -----

KOLONLAR / GLC-C-006											
No	Adet	Eleman Boyutları		Bulunma Oranı		Alan (m ²)	Alan (m ²)	I _x (m ⁴)	I _y (m ⁴)	I _x (m ⁴)	I _y (m ⁴)
		x (m)	y (m)	Zemin	1. Kat	Zemin	1. Kat	Zemin		1. Kat	
1	6	0,25	0,70	1,0	1,0	1,05	1,05	0,01	0,04	0,01	0,04
2	9	0,25	0,50	1,0	1,0	1,13	1,13	0,01	0,02	0,01	0,02
3	3	0,50	0,25	1,0	1,0	0,38	0,38	0,01	0,00	0,01	0,00
4	7	0,25	0,40	1,0	1,0	0,70	0,70	0,00	0,01	0,00	0,01
5	1	0,60	0,25	1,0	1,0	0,15	0,15	0,00	0,00	0,00	0,00
6	1	0,50	0,70	1,0	1,0	0,35	0,35	0,01	0,01	0,01	0,01
7	1	0,25	0,60	1,0	1,0	0,15	0,15	0,00	0,00	0,00	0,00

DUVARLAR / GLC-C-006													
No	Adet	Eleman Boyutları		Bulunma Oranı		Alan,x (m ²)	Alan,x (m ²)	Alan,y (m ²)	Alan,y (m ²)	I _x (m ⁴)	I _y (m ⁴)	I _x (m ⁴)	I _y (m ⁴)
		x (m)	y (m)	Zemin	1. Kat	Zemin	1. Kat	Zemin	1. Kat	Zemin		1. Kat	
1	2	3,50	0,20	1,0	1,0	1,40	1,40			1,43		1,43	
2	1	1,50	0,20	1,0	1,0	0,30	0,30			0,06		0,06	
3	1	2,00	0,20	1,0	1,0	0,40	0,40			0,13		0,13	
4	2	2,50	0,20	1,0	1,0	1,00	1,00			0,52		0,52	
5	1	2,00	0,10	1,0	1,0	0,20	0,20			0,07		0,07	
6	1	4,00	0,10	0,0	1,0		0,40					0,53	
7	4	2,00	0,10	0,0	1,0		0,80					0,27	
8	3	3,00	0,10	0,0	1,0		0,90					0,68	
9	5	0,10	2,00	0,0	1,0				1,00				0,33
10	1	0,10	3,00	0,0	1,0				0,30				0,23
11	2	0,10	4,00	0,0	1,0				0,80				1,07
12	1	0,10	2,50	0,0	1,0				0,25				0,13
13													

Sonuç Parametreleri - GLC-C-006									
C _{Ax}	C _{Ay}	C _A	C _{Ix}	C _{Iy}	C _I	r _a	r _r	f ₅	f ₁₀
5076,23	4504,50	4669,04	4711,28	5031,95	4809,41	0,97	0,27	0,70	0,93

GLC-C-007'ye ait değerler -----

KOLONLAR / GLC-C-007											
No	Adet	Eleman Boyutları		Bulunma Oranı		Alan (m ²)	Alan (m ²)	I _x (m ⁴)	I _y (m ⁴)	I _x (m ⁴)	I _y (m ⁴)
		x (m)	y (m)	Zemin	1. Kat	Zemin	1. Kat	Zemin		1. Kat	
1	5	0,25	0,50	1,0	1,0	0,63	0,63	0,00	0,01	0,00	0,01
2	4	0,50	0,25	1,0	1,0	0,50	0,50	0,01	0,00	0,01	0,00
3	5	0,25	0,60	1,0	1,0	0,75	0,75	0,00	0,02	0,00	0,02
4	3	0,25	0,70	1,0	1,0	0,53	0,53	0,00	0,02	0,00	0,02
5	5	0,70	0,25	1,0	1,0	0,88	0,88	0,04	0,00	0,04	0,00
6	6	0,60	0,25	1,0	1,0	0,90	0,90	0,03	0,00	0,03	0,00
7	1	0,60	0,20	1,0	1,0	0,12	0,12	0,00	0,00	0,00	0,00
8	1	0,75	0,30	1,0	1,0	0,23	0,23	0,01	0,00	0,01	0,00
9	4	0,25	0,60	1,0	1,0	0,60	0,60	0,00	0,02	0,00	0,02
10	1	0,60	0,25	1,0	1,0	0,15	0,15	0,00	0,00	0,00	0,00

DUVARLAR / GLC-C-007													
No	Adet	Eleman Boyutları		Bulunma Oranı		Alan,x (m ²)	Alan,x (m ²)	Alan,y (m ²)	Alan,y (m ²)	I _x (m ⁴)	I _y (m ⁴)	I _x (m ⁴)	I _y (m ⁴)
		x (m)	y (m)	Zemin	1. Kat	Zemin	1. Kat	Zemin	1. Kat	Zemin		1. Kat	
1	3	2,50	0,10	1,0	1,0	0,75	0,75			0,39		0,39	
2	1	3,00	0,10	1,0	1,0	0,30	0,30			0,23		0,23	
3	1	2,50	0,10	1,0	1,0	0,25	0,25			0,13		0,13	
4	1	3,50	0,10	1,0	1,0	0,35	0,35			0,36		0,36	
5	1	4,00	0,10	1,0	1,0	0,40	0,40			0,53		0,53	
6	1	0,20	2,00	1,0	1,0			0,40	0,40		0,13		0,13
7	6	0,20	2,50	1,0	1,0			3,00	3,00		1,56		1,56
8	1	0,20	1,50	1,0	1,0			0,30	0,30		0,06		0,06
9	1	0,10	5,00	1,0	1,0			0,50	0,50		1,04		1,04
10	1	0,10	4,00	1,0	1,0			0,40	0,40		0,53		0,53
11	2	0,10	3,00	1,0	1,0			0,60	0,60		0,45		0,45
12	1	0,20	3,00	1,0	1,0			0,60	0,60		0,45		0,45
13	3	3,50	0,10	0,0	1,0		1,05					1,07	

Sonuç Parametreleri - GLC-C-007									
C _{Ax}	C _{Av}	C _A	C _{Ix}	C _{Iy}	C _I	r _a	r _r	f ₅	f ₁₀
5422,42	10762,20	7156,19	4505,38	8759,26	5877,51	0,99	0,69	0,80	1,00

GLC-C-008'e ait değerler -----

KOLONLAR / GLC-C-008											
No	Adet	Eleman Boyutları		Bulunma Oranı		Alan (m ²)	Alan (m ²)	I _x (m ⁴)	I _y (m ⁴)	I _x (m ⁴)	I _y (m ⁴)
		x (m)	y (m)	Zemin	1. Kat	Zemin	1. Kat	Zemin		1. Kat	
1	8	0,60	0,25	1,0	1,0	1,20	1,20	0,04	0,01	0,04	0,01
2	15	0,50	0,25	1,0	1,0	1,88	1,88	0,04	0,01	0,04	0,01
3	8	0,25	0,50	1,0	1,0	1,00	1,00	0,01	0,02	0,01	0,02
4	11	0,25	0,60	1,0	1,0	1,65	1,65	0,01	0,05	0,01	0,05
5	1	0,25	0,70	1,0	1,0	0,18	0,18	0,00	0,01	0,00	0,01

DUVARLAR / GLC-C-008													
No	Adet	Eleman Boyutları		Bulunma Oranı		Alan,x (m ²)	Alan,x (m ²)	Alan,y (m ²)	Alan,y (m ²)	I _x (m ⁴)	I _y (m ⁴)	I _x (m ⁴)	I _y (m ⁴)
		x (m)	y (m)	Zemin	1. Kat	Zemin	1. Kat	Zemin	1. Kat	Zemin		1. Kat	
1	3	2,80	0,10	1,0	1,0	0,84	0,84			0,55		0,55	
2	2	3,50	0,10	0,0	1,0		0,70					0,71	
3	1	6,50	0,10	1,0	1,0	0,65	0,65			2,29		2,29	
4	1	5,00	0,10	1,0	1,0	0,50	0,50			1,04		1,04	
5	3	3,00	0,15	1,0	1,0	1,35	1,35			1,01		1,01	
6	1	4,00	0,15	1,0	1,0	0,60	0,60			0,80		0,80	
7	2	5,00	0,15	1,0	1,0	1,50	1,50			3,13		3,13	
8	2	3,50	0,15	1,0	1,0	1,05	1,05			1,07		1,07	
9	1	0,10	5,00	1,0	1,0			0,50	0,50		1,04		1,04
10	2	0,10	1,50	1,0	1,0			0,30	0,30		0,06		0,06
11	1	5,00	0,10	0,0	1,0		0,50					1,04	
12	3	0,10	4,00	1,0	1,0			1,20	1,20		1,60		1,60
13	4	0,10	4,50	1,0	1,0			1,80	1,80		3,04		3,04
14	5	0,10	3,00	1,0	1,0			1,50	1,50		1,13		1,13

Sonuç Parametreleri - GLC-C-008									
C _{Ax}	C _{Av}	C _A	C _{Ix}	C _{Iy}	C _I	r _a	r _r	f ₅	f ₁₀
2701,28	4401,59	3219,71	3825,29	5264,23	4243,07	0,99	0,86	0,90	0,86

GLC-N-009'a ait değerler -----

KOLONLAR / GLC-N-009											
No	Adet	Eleman Boyutları		Bulunma Oranı		Alan (m ²)	Alan (m ²)	I _x (m ⁴)	I _y (m ⁴)	I _x (m ⁴)	I _y (m ⁴)
		x (m)	y (m)	Zemin	1. Kat	Zemin	1. Kat	Zemin		1. Kat	
1	9	0,25	0,40	1,0	1,0	0,90	0,90	0,00	0,01	0,00	0,01
2	3	0,40	0,25	1,0	1,0	0,30	0,30	0,00	0,00	0,00	0,00

DUVARLAR / GLC-N-009													
No	Adet	Eleman Boyutları		Bulunma Oranı		Alan,x (m ²)	Alan,x (m ²)	Alan,y (m ²)	Alan,y (m ²)	I _x (m ⁴)	I _y (m ⁴)	I _x (m ⁴)	I _y (m ⁴)
		x (m)	y (m)	Zemin	1. Kat	Zemin	1. Kat	Zemin	1. Kat	Zemin		1. Kat	
1	1	2,50	0,10	1,0	1,0	0,25	0,25			0,13		0,13	
2	1	3,00	0,10	1,0	1,0	0,30	0,30			0,23		0,23	
3	1	0,15	4,00	1,0	1,0			0,60	0,60		0,80		0,80
4	2	0,15	2,50	1,0	1,0			0,75	0,75		0,39		0,39
5	1	0,15	3,50	1,0	1,0			0,53	0,53		0,54		0,54
6	1	0,15	1,50	1,0	1,0			0,23	0,23		0,04		0,04
7	1	0,15	3,00	1,0	1,0			0,45	0,45		0,34		0,34

Sonuç Parametreleri - GLC-N-009											
C _{Ax}	C _{Ay}	C _A	C _{ix}	C _{iy}	C _I	r _a	r _r	f ₅	f ₁₀		
5608,60	16399,42	9541,73	10352,73	15432,11	11860,07	1,00	1,00	1,00	0,86		

GLC-N-010'a ait değerler -----

KOLONLAR / GLC-C-010											
No	Adet	Eleman Boyutları		Bulunma Oranı		Alan (m ²)	Alan (m ²)	I _x (m ⁴)	I _y (m ⁴)	I _x (m ⁴)	I _y (m ⁴)
		x (m)	y (m)	Zemin	1. Kat	Zemin	1. Kat	Zemin		1. Kat	
1	5	0,25	0,40	1,0	1,0	0,50	0,50	0,00	0,01	0,00	0,01
2	4	0,35	0,60	1,0	1,0	0,84	0,84	0,01	0,03	0,01	0,03
3	2	0,40	0,25	1,0	1,0	0,20	0,20	0,00	0,00	0,00	0,00
4	4	0,30	0,60	1,0	1,0	0,72	0,72	0,01	0,02	0,01	0,02
5	3	0,25	0,50	1,0	1,0	0,38	0,38	0,00	0,01	0,00	0,01
6	4	0,60	0,30	1,0	1,0	0,72	0,72	0,02	0,01	0,02	0,01
7	2	0,30	0,50	1,0	1,0	0,30	0,30	0,00	0,01	0,00	0,01
8	2	0,50	0,35	1,0	1,0	0,35	0,35	0,01	0,00	0,01	0,00
9	1	0,30	0,70	1,0	1,0	0,21	0,21	0,00	0,01	0,00	0,01
10	1	0,60	0,35	1,0	1,0	0,21	0,21	0,01	0,00	0,01	0,00

DUVARLAR / GLC-C-010													
No	Adet	Eleman Boyutları		Bulunma Oranı		Alan,x (m ²)	Alan,x (m ²)	Alan,y (m ²)	Alan,y (m ²)	I _x (m ⁴)	I _y (m ⁴)	I _x (m ⁴)	I _y (m ⁴)
		x (m)	y (m)	Zemin	1. Kat	Zemin	1. Kat	Zemin	1. Kat	Zemin		1. Kat	
1	1	2,00	0,10	1,0	1,0	0,20	0,20			0,07		0,07	
2	2	2,50	0,10	1,0	1,0	0,50	0,50			0,26		0,26	
3	3	0,30	3,50	1,0	1,0			3,15	3,15		3,22		3,22
4	1	0,30	4,00	1,0	1,0			1,20	1,20		1,60		1,60
5	3	0,30	2,00	1,0	1,0			1,80	1,80		0,60		0,60
6	1	0,30	3,50	0,0	1,0				1,05				1,07
7	2	0,10	2,00	0,0	1,0				0,40				0,13
8	1	0,10	4,00	1,0	1,0			0,40	0,40		0,53		0,53
9	1	0,10	3,00	0,0	1,0				0,30				0,23
10	1	0,10	1,50	0,0	1,0				0,15				0,03
11	4	2,50	0,10	0,0	1,0		1,00					0,52	
12	1	0,10	3,00	0,0	1,0				0,30				0,23
13	1	0,10	2,50	0,0	1,0				0,25				0,13

Sonuç Parametreleri - GLC-C-010									
C _{AX}	C _{AY}	C _A	C _{IX}	C _{IY}	C _I	r _a	r _r	f ₅	f ₁₀
5992,06	14517,20	8936,64	5231,24	8749,13	6312,69	0,97	0,58	0,83	0,96

BKR-N-001'e ait değerler -----

PERDELER / BKR-N-001													
No	Adet	Eleman Boyutları		Bulunma Oranı		Alan,x (m ²)	Alan,x (m ²)	Alan,y (m ²)	Alan,y (m ²)	I _x (m ⁴)	I _y (m ⁴)	I _x (m ⁴)	I _y (m ⁴)
		x (m)	y (m)	Zemin	1. Kat	Zemin	1. Kat	Zemin	1. Kat	Zemin		1. Kat	
1	2	0,20	1,40	1,0	1,0			0,56	0,56		0,09		0,09
2	1	1,38	0,20	1,0	1,0	0,28	0,28			0,04		0,04	

KOLONLAR / BKR-N-001											
No	Adet	Eleman Boyutları		Bulunma Oranı		Alan (m ²)	Alan (m ²)	I _x (m ⁴)	I _y (m ⁴)	I _x (m ⁴)	I _y (m ⁴)
		x (m)	y (m)	Zemin	1. Kat	Zemin	1. Kat	Zemin		1. Kat	
1	2	0,40	0,40	1,0	1,0	0,32	0,32	0,00	0,00	0,00	0,00
2	1	0,30	0,50	1,0	1,0	0,15	0,15	0,00	0,00	0,00	0,00

DUVARLAR / BKR-N-001													
No	Adet	Eleman Boyutları		Bulunma Oranı		Alan,x (m ²)	Alan,x (m ²)	Alan,y (m ²)	Alan,y (m ²)	I _x (m ⁴)	I _y (m ⁴)	I _x (m ⁴)	I _y (m ⁴)
		x (m)	y (m)	Zemin	1. Kat	Zemin	1. Kat	Zemin	1. Kat	Zemin		1. Kat	
1	1	6,00	0,15	1,0	1,0	0,90	0,90			2,70		2,70	
2	2	3,00	0,15	1,0	1,0	0,90	0,90			0,68		0,68	
3	1	2,50	0,15	0,0	1,0		0,38					0,20	
4	3	3,50	0,15	0,0	1,0		1,58					1,61	
5	2	0,15	3,00	0,0	1,0				0,90				0,68
6	1	0,15	2,00	0,0	1,0				0,30				0,10
7													

Sonuç Parametreleri – BKR-N-001									
C _{Ax}	C _{Ay}	C _A	C _{Ix}	C _{Iy}	C _I	r _a	r _r	f ₅	f ₁₀
6698,90	6791,21	6745,09	29333,68	15605,00	19985,83	0,91	0,46	0,88	0,89

BKR-N-002'ye ait değerler -----

PERDELER / BKR-N-002													
No	Adet	Eleman Boyutları		Bulunma Oranı		Alan,x (m ²)	Alan,x (m ²)	Alan,y (m ²)	Alan,y (m ²)	I _x (m ⁴)	I _y (m ⁴)	I _x (m ⁴)	I _y (m ⁴)
		x (m)	y (m)	Zemin	1. Kat	Zemin	1. Kat	Zemin	1. Kat	Zemin		1. Kat	
1	4	1,20	0,25	1,0	0,9	1,20	1,08			0,14		0,13	
2	4	0,20	1,60	1,0	1,0			1,28	1,28		0,27		0,27
3	1	0,25	1,20	1,0	0,8			0,30	0,24		0,04		0,03

	KOLONLAR / BKR-N-002										
No	Adet	Eleman Boyutları		Bulunma Oranı		Alan (m ²)	Alan (m ²)	I _x (m ⁴)	I _y (m ⁴)	I _x (m ⁴)	I _y (m ⁴)
		x (m)	y (m)	Zemin	1. Kat	Zemin	1. Kat	Zemin		1. Kat	
1	7	0,30	0,50	1,0	1,0	1,05	1,05	0,01	0,02	0,01	0,02
2	2	0,50	0,30	1,0	1,0	0,30	0,30	0,01	0,00	0,01	0,00
3	4	0,40	0,40	1,0	1,0	0,64	0,64	0,01	0,01	0,01	0,01
4	4	0,40	0,70	1,0	1,0	1,12	1,12	0,01	0,05	0,01	0,05
5	1	0,60	0,50	1,0	1,0	0,30	0,30	0,01	0,01	0,01	0,01
6	1	0,40	0,60	1,0	1,0	0,24	0,24	0,00	0,01	0,00	0,01
7	4	0,30	0,60	1,0	1,0	0,72	0,72	0,01	0,02	0,01	0,02
8	2	0,40	0,50	1,0	1,0	0,40	0,40	0,01	0,01	0,01	0,01

DUVARLAR / BKR-N-002													
No	Adet	Eleman Boyutları		Bulunma Oranı		Alan,x (m ²)	Alan,x (m ²)	Alan,y (m ²)	Alan,y (m ²)	I _x (m ⁴)	I _y (m ⁴)	I _x (m ⁴)	I _y (m ⁴)
		x (m)	y (m)	Zemin	1. Kat	Zemin	1. Kat	Zemin	1. Kat	Zemin		1. Kat	
1	2	0,20	5,50	1,0	1,0			2,20	2,20		5,55		5,55
2	2	0,20	3,00	1,0	1,0			1,20	1,20		0,90		0,90
3	4	0,20	4,00	1,0	1,0			3,20	3,20		4,27		4,27
4	4	0,20	4,00	1,0	1,0			3,20	3,20		4,27		4,27
5	8	0,20	3,50	1,0	1,0			5,60	5,60		5,72		5,72
6	4	2,50	0,20	1,0	1,0	2,00	2,00			1,04		1,04	
7	6	3,50	0,20	0,0	1,0		4,20					4,29	
8	12	2,00	0,20	1,0	1,0	4,80	4,80			1,60		1,60	
9	1	0,20	4,50	1,0	1,0			0,90	0,90		1,52		1,52
10	5	0,20	2,50	0,0	1,0				2,50				1,30
11													

Sonuç Parametreleri – BKR-N-002										
C _{Ax}	C _{Ay}	C _A	C _{Ix}	C _{Iy}	C _I	r _a	r _r	f ₅	f ₁₀	
6292,20	20388,87	11571,24	5733,02	14602,58	8842,30	0,97	0,49	0,76	0,89	

BKR-N-003'e ait değerler -----

KOLONLAR / BKR-N-003											
No	Adet	Eleman Boyutları		Bulunma Oranı		Alan (m ²)	Alan (m ²)	I _x (m ⁴)	I _y (m ⁴)	I _x (m ⁴)	I _y (m ⁴)
		x (m)	y (m)	Zemin	1. Kat	Zemin	1. Kat	Zemin		1. Kat	
1	13	0,40	0,25	1,0	1,0	1,30	1,30	0,02	0,01	0,02	0,01
2	1	0,40	0,30	1,0	1,0	0,12	0,12	0,00	0,00	0,00	0,00
3	1	0,30	0,40	1,0	1,0	0,12	0,12	0,00	0,00	0,00	0,00
4	9	0,25	0,40	1,0	1,0	0,90	0,90	0,00	0,01	0,00	0,01

DUVARLAR / BKR-N-003													
No	Adet	Eleman Boyutları		Bulunma Oranı		Alan,x (m ²)	Alan,x (m ²)	Alan,y (m ²)	Alan,y (m ²)	I _x (m ⁴)	I _y (m ⁴)	I _x (m ⁴)	I _y (m ⁴)
		x (m)	y (m)	Zemin	1. Kat	Zemin	1. Kat	Zemin	1. Kat	Zemin		1. Kat	
1	2	2,50	0,15	1,0	1,0	0,75	0,75			0,39		0,39	
2	1	2,00	0,15	1,0	1,0	0,30	0,30			0,10		0,10	
3	2	3,70	0,15	1,0	1,0	1,11	1,11			1,27		1,27	
4	1	3,20	0,15	1,0	1,0	0,48	0,48			0,41		0,41	
5	2	2,70	0,15	1,0	1,0	0,81	0,81			0,49		0,49	
6	2	1,50	0,15	1,0	1,0	0,45	0,45			0,08		0,08	
7	2	2,50	0,15	1,0	1,0	0,75	0,75			0,39		0,39	
8	1	0,15	5,20	1,0	1,0			0,78	0,78		1,76		1,76
9	2	0,15	3,20	1,0	1,0			0,96	0,96		0,82		0,82
10	2	0,15	3,00	1,0	1,0			0,90	0,90		0,68		0,68
11	2	0,15	1,50	1,0	1,0			0,45	0,45		0,08		0,08
12	4	0,15	2,50	1,0	1,0			1,50	1,50		0,78		0,78
13	2	0,15	1,50	1,0	1,0			0,45	0,45		0,08		0,08
14	4	0,15	3,00	0,0	1,0				1,80				1,35
15	2	2,50	0,15	0,0	1,0		0,75					0,39	

Sonuç Parametreleri – BKR-N-003										
C _{Ax}	C _{Av}	C _A	C _{Ix}	C _{Iy}	C _I	r _a	r _r	f ₅	f ₁₀	
4330,57	10324,36	6390,85	6292,78	12093,59	8156,98	0,97	0,76	0,86	0,95	

BKR-C-004'e ait değerler -----

PERDELER / BKR-C-004													
No	Adet	Eleman Boyutları		Bulunma Oranı		Alan,x (m ²)	Alan,x (m ²)	Alan,y (m ²)	Alan,y (m ²)	I _x (m ⁴)	I _y (m ⁴)	I _x (m ⁴)	I _y (m ⁴)
		x (m)	y (m)	Zemin	1. Kat	Zemin	1. Kat	Zemin	1. Kat	Zemin		1. Kat	
1	2	1,80	0,20	1,0	1,0	0,72	0,72			0,19		0,19	
2	1	0,20	1,80	1,0	1,0			0,36	0,36		0,10		0,10

	KOLONLAR / BKR-C-004										
No	Adet	Eleman Boyutları		Bulunma Oranı		Alan (m ²)	Alan (m ²)	I _x (m ⁴)	I _y (m ⁴)	I _x (m ⁴)	I _y (m ⁴)
		x (m)	y (m)	Zemin	1. Kat	Zemin	1. Kat	Zemin		1. Kat	
1	8	0,25	0,50	1,0	1,0	1,00	1,00	0,01	0,02	0,01	0,02
2	4	0,30	0,60	1,0	0,8	0,72	0,60	0,01	0,02	0,00	0,02
3	4	0,30	0,80	1,0	0,9	0,96	0,84	0,01	0,05	0,01	0,04
4	14	0,30	0,90	1,0	0,7	3,78	2,80	0,03	0,26	0,02	0,19
5	6	0,25	0,80	1,0	1,0	1,20	1,20	0,01	0,06	0,01	0,06
6	2	1,25	0,20	1,0	1,0	0,50	0,50	0,07	0,00	0,07	0,00

DUVARLAR / BKR-C-004													
No	Adet	Eleman Boyutları		Bulunma Oranı		Alan,x (m ²)	Alan,x (m ²)	Alan,y (m ²)	Alan,y (m ²)	I _x (m ⁴)	I _y (m ⁴)	I _x (m ⁴)	I _y (m ⁴)
		x (m)	y (m)	Zemin	1. Kat	Zemin	1. Kat	Zemin	1. Kat	Zemin		1. Kat	
1	4	2,50	0,20	1,0	0,0	2,00				1,04			
2	2	3,50	0,20	1,0	0,0	1,40				1,43			
3	4	0,20	4,50	1,0	1,0			3,60	3,60		6,08		6,08
4	4	0,20	2,00	1,0	1,0			1,60	1,60		0,53		0,53
5	2	0,20	3,50	1,0	1,0			1,40	1,40		1,43		1,43
6	8	1,50	0,20	0,0	1,0		2,40					0,45	
7	2	3,50	0,20	0,0	1,0		1,40					1,43	
8	1	3,00	0,20	0,0	1,0		0,60					0,45	
9	1	2,00	0,20	0,0	1,0		0,40					0,13	
10	8	0,10	4,50	0,0	1,0				3,60				6,08
11	8	0,10	2,50	0,0	1,0				2,00				1,04

Sonuç Parametreleri – BKR-C-004									
C _{AX}	C _{AY}	C _A	C _{IX}	C _{IY}	C _I	r _a	r _r	f ₅	f ₁₀
6177,63	9947,37	7322,79	5470,59	7125,18	5945,09	1,02	0,63	0,87	0,89

BKR-C-005'e ait değerler -----

KOLONLAR / BKR-C-005											
No	Adet	Eleman Boyutları		Bulunma Oranı		Alan (m ²)	Alan (m ²)	I _x (m ⁴)	I _y (m ⁴)	I _x (m ⁴)	I _y (m ⁴)
		x (m)	y (m)	Zemin	1. Kat	Zemin	1. Kat	Zemin		1. Kat	
1	10	0,70	0,30	1,0	1,0	2,10	2,10	0,09	0,02	0,09	0,02
2	9	0,30	0,70	1,0	1,0	1,89	1,89	0,01	0,08	0,01	0,08
3	1	0,25	0,90	1,0	1,0	0,23	0,23	0,00	0,02	0,00	0,02
4	1	1,15	0,25	1,0	1,0	0,29	0,29	0,03	0,00	0,03	0,00
5	1	0,95	0,25	1,0	1,0	0,24	0,24	0,02	0,00	0,02	0,00
6	1	1,08	0,25	1,0	1,0	0,27	0,27	0,03	0,00	0,03	0,00
7	1	0,25	1,30	1,0	1,0	0,33	0,33	0,00	0,05	0,00	0,05

DUVARLAR / BKR-C-005													
No	Adet	Eleman Boyutları		Bulunma Oranı		Alan,x (m ²)	Alan,x (m ²)	Alan,y (m ²)	Alan,y (m ²)	I _x (m ⁴)	I _y (m ⁴)	I _x (m ⁴)	I _y (m ⁴)
		x (m)	y (m)	Zemin	1. Kat	Zemin	1. Kat	Zemin	1. Kat	Zemin		1. Kat	
1	2	3,00	0,10	1,0	1,0	0,60	0,60			0,45		0,45	
2	1	3,50	0,20	1,0	1,0	0,70	0,70			0,71		0,71	
3	1	0,20	4,30	1,0	1,0			0,86	0,86		1,33		1,33
4	1	0,20	2,50	1,0	1,0			0,50	0,50		0,26		0,26
5	1	0,20	5,00	0,0	1,0				1,00				2,08
6	3	0,20	3,50	1,0	1,0			2,10	2,10		2,14		2,14
7	1	0,20	4,50	1,0	1,0			0,90	0,90		1,52		1,52
8	1	0,20	4,00	1,0	1,0			0,80	0,80		1,07		1,07
9	1	6,00	0,10	0,0	1,0		0,60					1,80	
10	1	5,00	0,10	0,0	1,0		0,50					1,04	
11	1	2,50	0,10	0,0	1,0		0,25					0,13	
12	1	3,00	0,10	0,0	1,0		0,30					0,23	
13	2	3,50	0,10	0,0	1,0		0,70					0,71	
14	4	0,15	4,00	0,0	1,0				2,40				3,20
15	2	0,10	6,00	0,0	1,0				1,20				3,60

Sonuç Parametreleri – BKR-C-005									
C _{Ax}	C _{Av}	C _A	C _{Ix}	C _{Iy}	C _I	r _a	r _r	f ₅	f ₁₀
3517,59	6675,78	4528,46	4164,02	5713,94	4613,69	0,96	0,38	0,86	1,00

BKR-C-006'ya ait değerler -----

KOLONLAR / BKR-C-006											
No	Adet	Eleman Boyutları		Bulunma Oranı		Alan (m ²)	Alan (m ²)	I _x (m ⁴)	I _y (m ⁴)	I _x (m ⁴)	I _y (m ⁴)
		x (m)	y (m)	Zemin	1. Kat	Zemin	1. Kat	Zemin		1. Kat	
1	2	0,30	0,60	1,0	1,0	0,36	0,36	0,00	0,01	0,00	0,01
2	2	0,30	0,70	1,0	1,0	0,42	0,42	0,00	0,02	0,00	0,02
3	2	0,40	0,70	1,0	1,0	0,56	0,56	0,01	0,02	0,01	0,02
4	2	0,60	0,30	1,0	1,0	0,36	0,36	0,01	0,00	0,01	0,00
5	5	0,30	0,50	1,0	1,0	0,75	0,75	0,01	0,02	0,01	0,02
6	5	0,50	0,30	1,0	1,0	0,75	0,75	0,02	0,01	0,02	0,01
7	1	0,30	0,80	1,0	1,0	0,24	0,24	0,00	0,01	0,00	0,01
8	2	1,00	0,25	1,0	1,0	0,50	0,50	0,04	0,00	0,04	0,00
9	1	0,25	0,70	1,0	1,0	0,18	0,18	0,00	0,01	0,00	0,01
10	2	0,70	0,25	1,0	1,0	0,35	0,35	0,01	0,00	0,01	0,00
11	1	0,30	0,90	1,0	1,0	0,27	0,27	0,00	0,02	0,00	0,02
12	1	1,00	0,40	1,0	1,0	0,40	0,40	0,03	0,01	0,03	0,01
13	1	0,80	0,30	1,0	1,0	0,24	0,24	0,01	0,00	0,01	0,00

DUVARLAR / BKR-C-006													
No	Adet	Eleman Boyutları		Bulunma Oranı		Alan,x (m ²)	Alan,x (m ²)	Alan,y (m ²)	Alan,y (m ²)	I _x (m ⁴)	I _y (m ⁴)	I _x (m ⁴)	I _y (m ⁴)
		x (m)	y (m)	Zemin	1. Kat	Zemin	1. Kat	Zemin	1. Kat	Zemin		1. Kat	
1	3	5,00	0,10	1,0	1,0	1,50	1,50			3,13		3,13	
2	1	2,50	0,10	1,0	1,0	0,25	0,25			0,13		0,13	
3	1	3,50	0,20	1,0	1,0	0,70	0,70			0,71		0,71	
4	1	3,00	0,20	1,0	1,0	0,60	0,60			0,45		0,45	
5	1	2,00	0,10	1,0	1,0	0,20	0,20			0,07		0,07	
6	1	5,50	0,10	1,0	1,0	0,55	0,55			1,39		1,39	
7	2	2,50	0,20	1,0	1,0	1,00	1,00			0,52		0,52	
8	1	3,00	0,20	1,0	1,0	0,60	0,60			0,45		0,45	
9	1	3,50	0,20	0,0	1,0		0,70					0,71	
10	2	0,20	6,00	0,0	1,0				2,40				7,20
11	1	0,20	2,50	0,0	1,0				0,50				0,26
12	1	0,20	3,00	0,0	1,0				0,60				0,45
13	1	0,20	5,00	0,0	1,0				1,00				2,08
14	1	0,20	3,50	0,0	1,0				0,70				0,71
15	5	0,20	1,50	0,0	1,0				1,50				0,28

Sonuç Parametreleri – BKR-C-006										
C _{AX}	C _{AY}	C _A	C _{IX}	C _{IY}	C _I	r _a	r _r	f ₅	f ₁₀	
4819,48	4188,31	4368,56	8104,92	2746,23	4704,34	0,94	0,07	0,52	0,89	

SRY-C-003'e ait değerler -----

PERDELER / SRY-C-003													
No	Adet	Eleman Boyutları		Bulunma Oranı		Alan,x (m ²)	Alan,x (m ²)	Alan,y (m ²)	Alan,y (m ²)	I _x (m ⁴)	I _y (m ⁴)	I _x (m ⁴)	I _y (m ⁴)
		x (m)	y (m)	Zemin	1. Kat	Zemin	1. Kat	Zemin	1. Kat	Zemin		1. Kat	
1	1	0,20	1,80	1,0	1,0			0,36	0,36		0,10		0,10
2	2	0,20	1,45	1,0	1,0			0,58	0,58		0,10		0,10

KOLONLAR / SRY-C-003											
No	Adet	Eleman Boyutları		Bulunma Oranı		Alan (m ²)	Alan (m ²)	I _x (m ⁴)	I _y (m ⁴)	I _x (m ⁴)	I _y (m ⁴)
		x (m)	y (m)	Zemin	1. Kat	Zemin	1. Kat	Zemin		1. Kat	
1	4	0,30	0,60	1,0	1,0	0,72	0,72	0,01	0,02	0,01	0,02
2	4	0,45	0,75	1,0	1,0	1,35	1,35	0,02	0,06	0,02	0,06
3	2	0,40	0,65	1,0	1,0	0,52	0,52	0,01	0,02	0,01	0,02
4	2	0,75	0,40	1,0	1,0	0,60	0,60	0,03	0,01	0,03	0,01
5	2	0,30	0,70	1,0	1,0	0,42	0,42	0,00	0,02	0,00	0,02

DUVARLAR / SRY-C-003													
No	Adet	Eleman Boyutları		Bulunma Oranı		Alan,x (m ²)	Alan,x (m ²)	Alan,y (m ²)	Alan,y (m ²)	I _x (m ⁴)	I _y (m ⁴)	I _x (m ⁴)	I _y (m ⁴)
		x (m)	y (m)	Zemin	1. Kat	Zemin	1. Kat	Zemin	1. Kat	Zemin		1. Kat	
1	4	0,20	3,00	1,0	1,0			2,40	2,40		1,80		1,80
2	2	0,20	3,50	1,0	1,0			1,40	1,40		1,43		1,43
3	1	0,20	4,00	1,0	1,0			0,80	0,80		1,07		1,07
4	1	5,00	0,20	0,0	1,0		1,00					2,08	
5	1	1,50	0,20	0,0	1,0		0,30					0,06	
6	2	6,50	0,10	0,0	1,0		1,30					4,58	
7	2	5,00	0,10	1,0	1,0	1,00	1,00			2,08		2,08	
8	2	7,00	0,10	0,0	1,0		1,40					5,72	
9	2	3,00	0,10	0,0	1,0		0,60					0,45	
10	2	0,10	7,00	0,0	1,0				1,40				5,72
11	2	0,10	4,50	0,0	1,0				0,90				1,52
12	2	0,10	2,00	0,0	1,0				0,40				0,13
13	2	0,10	3,50	0,0	1,0				0,70				0,71

Sonuç Parametreleri – SRY-C-003									
C _{Ax}	C _{Av}	C _A	C _{Ix}	C _{Iy}	C _I	r _a	r _r	f ₅	f ₁₀
4700,00	11437,50	7030,22	6680,64	10252,26	7749,74	0,94	0,16	0,59	0,96

SRY-C-004'e ait değerler -----

KOLONLAR / SRY-C-004											
No	Adet	Eleman Boyutları		Bulunma Oranı		Alan (m ²)	Alan (m ²)	I _x (m ⁴)	I _y (m ⁴)	I _x (m ⁴)	I _y (m ⁴)
		x (m)	y (m)	Zemin	1. Kat	Zemin	1. Kat	Zemin		1. Kat	
1	7	0,20	1,00	1,0	1,0	1,40	1,40	0,00	0,12	0,00	0,12
2	4	0,20	1,10	1,0	1,0	0,88	0,88	0,00	0,09	0,00	0,09
3	1	0,30	1,10	1,0	1,0	0,33	0,33	0,00	0,03	0,00	0,03

DUVARLAR / SRY-C-004													
No	Adet	Eleman Boyutları		Bulunma Oranı		Alan,x (m ²)	Alan,x (m ²)	Alan,y (m ²)	Alan,y (m ²)	I _x (m ⁴)	I _y (m ⁴)	I _x (m ⁴)	I _y (m ⁴)
		x (m)	y (m)	Zemin	1. Kat	Zemin	1. Kat	Zemin	1. Kat	Zemin		1. Kat	
1	1	0,20	1,00	1,0	1,0			0,20	0,20		0,02		0,02
2	1	0,20	3,50	1,0	1,0			0,70	0,70		0,71		0,71
3	1	0,20	3,00	1,0	1,0			0,60	0,60		0,45		0,45
4	1	0,20	3,00	1,0	1,0			0,60	0,60		0,45		0,45
5	1	0,20	2,50	1,0	1,0			0,50	0,50		0,26		0,26
6	1	0,20	2,00	1,0	1,0			0,40	0,40		0,13		0,13
7	1	0,20	3,50	1,0	1,0			0,70	0,70		0,71		0,71
8	2	0,10	3,00	0,5	1,0			0,30	0,60		0,23		0,45
9	1	2,50	0,20	0,0	1,0		0,50					0,26	
10	1	4,00	0,10	0,0	1,0		0,40					0,53	
11	1	2,50	0,10	0,0	1,0		0,25					0,13	
12	1	4,00	0,10	0,5	1,0	0,20	0,40			0,27		0,53	
13	3	3,50	0,10	0,0	1,0		1,05					1,07	
14	1	4,00	0,20	0,0	1,0		0,80					1,07	
15	1	0,10	6,50	0,0	1,0				0,65				2,29

Sonuç Parametreleri – SRY-C-004									
C _{Ax}	C _{Ay}	C _A	C _{Ix}	C _{Iy}	C _I	r _a	r _r	f ₅	f ₁₀
7317,07	18320,40	11154,97	6979,69	13565,63	9103,83	0,94	0,09	0,52	1,00

SRY-C-005'e ait değerler -----

KOLONLAR / SRY-C-005											
No	Adet	Eleman Boyutları		Bulunma Oranı		Alan (m ²)	Alan (m ²)	I _x (m ⁴)	I _y (m ⁴)	I _x (m ⁴)	I _y (m ⁴)
		x (m)	y (m)	Zemin	1. Kat	Zemin	1. Kat	Zemin		1. Kat	
1	11	0,30	0,50	1,0	1,0	1,65	1,65	0,01	0,03	0,01	0,03
2	1	0,25	1,50	1,0	1,0	0,38	0,38	0,00	0,07	0,00	0,07
3	1	0,50	0,30	1,0	1,0	0,15	0,15	0,00	0,00	0,00	0,00

DUVARLAR / SRY-C-005													
No	Adet	Eleman Boyutları		Bulunma Oranı		Alan,x (m ²)	Alan,x (m ²)	Alan,y (m ²)	Alan,y (m ²)	I _x (m ⁴)	I _y (m ⁴)	I _x (m ⁴)	I _y (m ⁴)
		x (m)	y (m)	Zemin	1. Kat	Zemin	1. Kat	Zemin	1. Kat	Zemin		1. Kat	
1	2	2,00	0,10	1,0	1,0	0,40	0,40			0,13		0,13	
2	1	2,50	0,10	1,0	1,0	0,25	0,25			0,13		0,13	
3	3	0,20	3,00	1,0	1,0			1,80	1,80		1,35		1,35
4	2	0,20	1,50	1,0	1,0			0,60	0,60		0,11		0,11
5	1	0,20	4,00	1,0	1,0			0,80	0,80		1,07		1,07
6	1	0,10	4,00	1,0	1,0			0,40	0,40		0,53		0,53
7	1	0,10	1,50	1,0	1,0			0,15	0,15		0,03		0,03
8	2	2,00	0,10	0,0	1,0		0,40					0,13	
9	1	6,00	0,10	0,0	1,0		0,60					1,80	
10	3	3,20	0,10	0,0	1,0		0,96					0,82	
11	6	0,20	1,50	0,0	1,0				1,80				0,34
12	1	0,10	2,00	0,0	1,0				0,20				0,07

Sonuç Parametreleri – SRY-C-005										
C _{Ax}	C _{Ay}	C _A	C _{IX}	C _{IY}	C _I	r _a	r _r	f ₅	f ₁₀	
5101,01	13299,66	7994,69	5810,32	11384,34	7612,73	0,95	0,12	0,56	0,89	

BNG-C-001'e ait değerler -----

KOLONLAR / BNG-C-001											
No	Adet	Eleman Boyutları		Bulunma Oranı		Alan (m ²)	Alan (m ²)	I _x (m ⁴)	I _y (m ⁴)	I _x (m ⁴)	I _y (m ⁴)
		x (m)	y (m)	Zemin	1. Kat	Zemin	1. Kat	Zemin		1. Kat	
1	22	0,40	0,70	1,0	0,8	6,16	4,62	0,08	0,25	0,06	0,19
2	8	0,65	0,50	1,0	0,6	2,60	1,56	0,09	0,05	0,05	0,03
3	7	0,50	0,80	1,0	0,7	2,80	1,96	0,06	0,15	0,04	0,10

DUVARLAR / BNG-C-001													
No	Adet	Eleman Boyutları		Bulunma Oranı		Alan,x (m ²)	Alan,x (m ²)	Alan,y (m ²)	Alan,y (m ²)	I _x (m ⁴)	I _y (m ⁴)	I _x (m ⁴)	I _y (m ⁴)
		x (m)	y (m)	Zemin	1. Kat	Zemin	1. Kat	Zemin	1. Kat	Zemin		1. Kat	
1	2	0,10	5,00	1,0	1,0			1,00	1,00		2,08		2,08
2	2	0,10	5,50	1,0	1,0			1,10	1,10		2,77		2,77

Sonuç Parametreleri – BNG-C-001									
C _{Ax}	C _{Ay}	C _A	C _{IX}	C _{IY}	C _I	r _a	r _r	f ₅	f ₁₀
6425,55	7592,83	6757,47	1862,99	8940,72	4755,11	1,16	1,12	1,00	0,98

ADN-M-001'e ait değerler -----

KOLONLAR /ADN-M-001											
No	Adet	Eleman Boyutları		Bulunma Oranı		Alan (m ²)	Alan (m ²)	I _x (m ⁴)	I _y (m ⁴)	I _x (m ⁴)	I _y (m ⁴)
		x (m)	y (m)	Zemin	1. Kat	Zemin	1. Kat	Zemin		1. Kat	
1	2	0,20	0,45	1,0	1,0	0,18	0,18	0,00	0,00	0,00	0,00
2	1	0,30	0,80	1,0	1,0	0,24	0,24	0,00	0,01	0,00	0,01
3	3	0,30	0,30	1,0	1,0	0,27	0,27	0,00	0,00	0,00	0,00
4	1	0,35	0,60	1,0	1,0	0,21	0,21	0,00	0,01	0,00	0,01
5	4	0,80	0,35	1,0	1,0	1,12	1,12	0,06	0,01	0,06	0,01
6	4	0,40	0,40	1,0	1,0	0,64	0,64	0,01	0,01	0,01	0,01
7	2	0,30	0,60	1,0	1,0	0,36	0,36	0,00	0,01	0,00	0,01
8	2	1,00	0,35	1,0	1,0	0,70	0,70	0,06	0,01	0,06	0,01

DUVARLAR /ADN-M-001													
No	Adet	Eleman Boyutları		Bulunma Oranı		Alan,x (m ²)	Alan,x (m ²)	Alan,y (m ²)	Alan,y (m ²)	I _x (m ⁴)	I _y (m ⁴)	I _x (m ⁴)	I _y (m ⁴)
		x (m)	y (m)	Zemin	1. Kat	Zemin	1. Kat	Zemin	1. Kat	Zemin		1. Kat	
1	2	0,20	4,00	1,0	1,5			1,60	2,40		2,13		3,20
2	2	0,20	4,20	1,0	1,5			1,68	2,52		2,47		3,70
3	1	0,20	4,50	1,0	1,5			0,90	1,35		1,52		2,28
4	1	0,20	2,50	1,0	1,5			0,50	0,75		0,26		0,39
5	1	0,20	11,00	1,0	1,5			2,20	3,30		22,18		33,28
6	3	4,30	0,20	0,3	1,0	0,77	2,58			1,19		3,98	
7	3	2,70	0,20	0,3	1,0	0,49	1,62			0,30		0,98	
8	3	4,50	0,20	0,3	1,0	0,81	2,70			1,37		4,56	

Sonuç Parametreleri – ADN-M-001										
C _{AX}	C _{AY}	C _A	C _{IX}	C _{IY}	C _I	r _a	r _r	f ₅	f ₁₀	
4442,79	11684,30	7005,05	9017,85	13260,88	10272,06	0,94	0,36	0,83	0,86	

ADN-M-002'ye ait değerler -----

PERDELER /ADN-M-002													
No	Adet	Eleman Boyutları		Bulunma Oranı		Alan,x (m ²)	Alan,x (m ²)	Alan,y (m ²)	Alan,y (m ²)	I _x (m ⁴)	I _y (m ⁴)	I _x (m ⁴)	I _y (m ⁴)
		x (m)	y (m)	Zemin	1. Kat	Zemin	1. Kat	Zemin	1. Kat	Zemin		1. Kat	
1	1	1,80	0,20	1,0	1,0	0,36	0,36			0,10		0,10	
2	2	0,20	1,80	1,0	1,0			0,72	0,72		0,19		0,19

	KOLONLAR /ADN-M-002										
No	Adet	Eleman Boyutları		Bulunma Oranı		Alan (m ²)	Alan (m ²)	I _x (m ⁴)	I _y (m ⁴)	I _x (m ⁴)	I _y (m ⁴)
		x (m)	y (m)	Zemin	1. Kat	Zemin	1. Kat	Zemin		1. Kat	
1	6	0,25	0,55	1,0	1,0	0,83	0,83	0,00	0,02	0,00	0,02
2	1	0,25	1,00	1,0	1,0	0,25	0,25	0,00	0,02	0,00	0,02
3	5	0,55	0,25	1,0	1,0	0,69	0,69	0,02	0,00	0,02	0,00
4	1	0,25	0,80	1,0	1,0	0,20	0,20	0,00	0,01	0,00	0,01
5	1	0,55	0,25	1,0	1,0	0,14	0,14	0,00	0,00	0,00	0,00
6	1	0,60	0,25	1,0	1,0	0,15	0,15	0,00	0,00	0,00	0,00
7	1	0,25	0,75	1,0	1,0	0,19	0,19	0,00	0,01	0,00	0,01
8	1	0,25	1,25	1,0	1,0	0,31	0,31	0,00	0,04	0,00	0,04

DUVARLAR /ADN-M-002													
No	Adet	Eleman Boyutları		Bulunma Oramı		Alan,x (m ²)	Alan,x (m ²)	Alan,y (m ²)	Alan,y (m ²)	I _x (m ⁴)	I _y (m ⁴)	I _x (m ⁴)	I _y (m ⁴)
		x (m)	y (m)	Zemin	1. Kat	Zemin	1. Kat	Zemin	1. Kat	Zemin		1. Kat	
1	1	0,10	3,00	1,0	1,0			0,30	0,30		0,23		0,23
2	1	0,20	2,50	1,0	1,0			0,50	0,50		0,26		0,26
3	1	0,10	4,10	1,0	1,0			0,41	0,41		0,57		0,57
4	1	0,20	2,75	1,0	1,0			0,55	0,55		0,35		0,35
5	1	0,20	5,00	1,0	1,0			1,00	1,00		2,08		2,08
6	1	4,20	0,20	0,6	1,0	0,50	0,84			0,74		1,23	
7	1	4,00	0,20	0,6	1,0	0,48	0,80			0,64		1,07	
8	1	1,50	0,20	0,6	1,0	0,18	0,30			0,03		0,06	
9	1	4,50	0,20	0,6	1,0	0,54	0,90			0,91		1,52	
10	2	0,20	6,25	0,6	1,0			1,50	2,50		4,88		8,14
11	1	0,20	5,00	0,6	1,0			0,60	1,00		1,25		2,08

Sonuç Parametreleri – ADN-M-002										
C _{Ax}	C _{Ay}	C _A	C _{Ix}	C _{Iy}	C _I	r _a	r _r	f ₅	f ₁₀	
5308,80	13139,49	8030,79	8314,27	16613,71	11014,81	0,98	0,67	0,86	0,81	

ADN-M-003'e ait değerler -----

KOLONLAR /ADN-M-003											
No	Adet	Eleman Boyutları		Bulunma Oranı		Alan (m ²)	Alan (m ²)	I _x (m ⁴)	I _y (m ⁴)	I _x (m ⁴)	I _y (m ⁴)
		x (m)	y (m)	Zemin	1. Kat	Zemin	1. Kat	Zemin		1. Kat	
1	3	0,30	0,30	1,0	1,0	0,27	0,27	0,00	0,00	0,00	0,00
2	5	0,30	0,45	1,0	1,0	0,68	0,68	0,01	0,01	0,01	0,01

DUVARLAR /ADN-M-003													
No	Adet	Eleman Boyutları		Bulunma Oranı		Alan,x (m ²)	Alan,x (m ²)	Alan,y (m ²)	Alan,y (m ²)	I _x (m ⁴)	I _y (m ⁴)	I _x (m ⁴)	I _y (m ⁴)
		x (m)	y (m)	Zemin	1. Kat	Zemin	1. Kat	Zemin	1. Kat	Zemin		1. Kat	
1	2	0,20	1,40	1,0	1,0			0,56	0,56		0,09		0,09
2	2	0,20	4,00	1,0	1,0			1,60	1,60		2,13		2,13
3	2	0,20	5,50	1,0	1,2			2,20	2,64		5,55		6,66
4	2	0,20	3,00	0,7	1,0			0,84	1,20		0,63		0,90
5	1	5,00	0,20	0,7	1,5	0,70	1,50			1,46		3,13	

Sonuç Parametreleri – ADN-M-003									
C _{Ax}	C _{Ay}	C _A	C _{Ix}	C _{Iy}	C _I	r _a	r _r	f ₅	f ₁₀
3033,45	17752,93	9260,48	15786,16	15018,74	15265,29	0,96	0,47	0,83	0,89

ÖZGEÇMİŞ

İhsan Engin Bal 1980 yılında İstanbul'da doğdu. İlk öğrenimini Siyavuşpaşa İlköğretim Okulu'nda, liseyi Bakırköy Sabri Çalışkan Lisesi'nde tamamladı. 2000 yılında Karadeniz Teknik Üniversitesi İnşaat Mühendisliği Bölümü'nden mezun oldu. 2001 yılında askerlik görevini tamamladıktan sonra, 2002 yılında İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü'ne bağlı Deprem Mühendisliği programında yüksek lisans öğrenimine başladı.

İhsan Engin Bal'ın çeşitli araştırmacılarla birlikte, 2si uluslararası hakemli dergilerde, 13'ü de yurtiçinde bir çok dergide yayınlanmış toplam 15 makalesi, yurtiçi ve yurt dışında sunulmuş toplam 3 adet konferans bildirisi mevcuttur. Ayrıca, 2004 yılı Eylül – Aralık ayları arasında Erasmus Socrates burslu öğrencisi olarak, ROSE School (Pavia Üniversitesi), İtalya bünyesinde '*Turkish Building Stock Charecteristisc : Input Data for Displacement Based Earthquake Loss Assessment*' isimli bir araştırma çalışmasında bulunmuştur. Bu araştırmaya ait Dr. Helen Crowley, Dr. Rui Pinho ve Dr. Gülten Gülay ile birlikte hazırladığı rapor henüz (2005) yayın aşamasındadır. Ayrıca, ABD'den USAID maddi desteği ile '*15 & 20 Kasım 2003 İstanbul Terörist Saldırıları Afet Yönetimi Değerlendirmesi ve Öneriler*' isimli , İTÜ Afet Yönetim Merkezi ile FEMA ortak yayını olan ve Doç. Dr. Derin Ural, Dr. Hikmet İskender ve İnş. Müh. Onur Özay ile birlikte hazırladığı Türkçe ve İngilizce raporları da bulunmaktadı. Yayınlarından bazılarına ait detaylar aşağıda verilmiştir.

1. Tezcan, S.S., **Bal, İ. E.**, (2004), "*Zero Loss of Life Project During a Future Earthquake*", 32nd International Geological Congress, August 20-28, 2004, Florence, Italy.
2. Ural, D., Iskender, H., **Bal, İ. E.**, and Ozay, O., (2003), "*Disaster Management Evaluation Report of November 15 & 20 2003, Istanbul Terrorist Attacks*", Center of Excellence for Disaster Management, Istanbul Technical University Publications, ITUPress, ISBN : 975-561-258-0, September 2004, Istanbul, (also available at www.aym.itu.edu.tr/terrorist/index.html). Also published by FEMA and ITU CEDM Report by the support of USAID.
3. **Bal, İ. E.**, (2003), "Geçmiş Depremler Işığında Türkiye'de Deprem Olgusu", İstambul Dergisi, Sayı: 10, syf : 87 – 90, Eylül 2003, İstanbul.

4. Tezcan, S.S., **Bal, İ. E.**, (2003), “*1 Mayıs 2003 Bingöl Depremi Değerlendirme Raporu*”, Türkiye Deprem Vakfı Yayınları, Sayı: TDV / DR 012-84, Mayıs 2003, İstanbul.
5. Tezcan, S. S., Kaya, E., **Bal, İ. E.**, and Ozdemir, Z., (2002) “*Seismic Amplification at Avcılar, Istanbul* ”, Engineering Structures, Elsevier Publishers, Vol. 24, No: 2, pp. 661-667, February 2002.