

**T.C.
BALIKESİR ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
İNŞAAT MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI**



**BETONARME ÇERÇEVE BİR BİNANIN
DEPREM PERFORMANSINA
DOLGU DUVARLARININ ETKİSİ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

MELİH TÜRKOĞLU

BALIKESİR, EYLÜL - 2017

T.C.
BALIKESİR ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
İNŞAAT MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI



BETONARME ÇERÇEVE BİR BİNANIN
DEPREM PERFORMANSINA
DOLGU DUVARLARININ ETKİSİ

YÜKSEK LISANS TEZİ

MELİH TÜRKOĞLU

Jüri Üyeleri : Prof. Dr.Erdal İRTEM (Tez Danışmanı)

Prof. Dr. Kadir GÜLER

Doç. Dr. Cem YALÇIN

BALIKESİR, EYLÜL - 2017

KABUL VE ONAY SAYFASI

MELİH TÜRKOĞLU tarafından hazırlanan “**BETONARME ÇERÇEVE BİR BİNANIN DEPREM PERFORMANSINA DOLGU DUVARLARININ ETKİSİ**” adlı tez çalışmasının savunma sınavı 15.09.2017 tarihinde yapılmış olup aşağıda verilen jüri tarafından **oy birliği / oy çokluğu** ile Balıkesir Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı Yüksek Lisans Tezi olarak kabul edilmiştir.

Jüri Üyeleri

İmza

Danışman
Prof.Dr.Erdal İRTEM




.....

Üye
Prof. Dr. Kadir GÜLER



.....

Üye
Doç. Dr. Cem YALÇIN



.....

Jüri üyeleri tarafından kabul edilmiş olan bu tez Balıkesir Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Yönetim Kurulunca onanmıştır.

Fen Bilimleri Enstitüsü Müdürü

Doç. Dr. Necati ÖZDEMİR

.....

ÖZET

BETONARME ÇERÇEVE BİR BİNANIN DEPREM PERFORMANSINA DOLGU DUVARLARININ ETKİSİ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

MELİH TÜRKOĞLU

BALIKESİR ÜNİVERSİTESİ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
İNŞAAT MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

(TEZ DANIŞMANI: PROF.DR. ERDAL İRTEM)

BALIKESİR, EYLÜL - 2017

2007 yılında yürürlüğe giren "Deprem Bölgelerinde Yapılacak Binalar Hakkında Yönetmelik"te (DBYBHY-2007) "Mevcut Binaların Değerlendirilmesi ve Güçlendirilmesi"ni içeren 7. Bölümde betonarme binaların deprem performanslarının belirlenmesinde doğrusal elastik ve doğrusal elastik olmayan yöntemler tanımlanmıştır. Bu yöntemlere göre uygulamada mevcut binaların deprem performansları belirlenmekte ve ayrıca birçok bilimsel çalışma yapılarak yöntemler irdelenmektedir.

Bu çalışmada DBYBHY-2007'deki eşdeğer deprem yükü yönteminin 1. ve 2. derece deprem bölgelerinde uygulama sınırı olan 25m yükseklik koşulunu sağlayan betonarme çerçeve bir bina belirlenerek deprem performansına dolgu duvarının etkisi irdelenmiştir. Bunun için öncelikle DBYBHY-2007 ve TS-500 ve yürürlükteki standartlara göre binanın en ekonomik olacak şekilde boyutlandırılması yapılmıştır. Böylece, DBYBHY-2007'deki performans ve TS-500'deki tasarım kriterleri de irdelenmeye çalışılmıştır. İncelenen örnek betonarme bina sekiz katlı, her iki doğrultuda üç açıklıklı ve en alt katın işyeri amaçlı kullanımı için üst katlara göre daha yüksek olarak belirlenmiştir. Binanın dolgu duvarı taşıma kapasitesinin her katta dikkate alındığı ve alınmadığı durum ile ayrıca, sadece zemin katta dikkate alınmadığı üç farklı durum için bina performansları elde edilmiştir. Böylece dolgu duvarının betonarme bina performansına etkisi belirlenmeye çalışılmıştır. Dolgu duvarı eşdeğer çift diyagonal çubukla idealleştirilerek modellenmiştir. Ayrıca betonarme elemanlar için yayılı plastisite teorisi ve sargı etkisi dikkate alınmıştır. Binanın her üç durum için malzeme ve geometri değişimi bakımından doğrusal olmayan statik itme analizi yapılarak kapasite eğrileri elde edilmiş ve DBYBHY-2007 Bölüm-7'deki Artımsal Eşdeğer Deprem Yükü Yöntemi ile FEMA-440 raporundaki Yerdeğiştirme Katsayıları Yöntemi ile bina performansları belirlenmiş ve sonuçlar her üç durum için karşılaştırılmıştır. Çalışma sonucunda dolgu duvarların bina performans düzeyini önemli ölçüde etkilediği ve özellikle yerdeğiştirme talebini büyük oranda azalttığı gözlenmiştir.

ANAHTAR KELİMELELER: Betonarme bina, deprem performansı, dolgulu çerçeve, doğrusal olmayan statik analiz yöntemi.

ABSTRACT

THE EFFECT OF INFILL WALLS ON THE EARTHQUAKE PERFORMANCE OF REINFORCED CONCRETE FRAME BUILDINGS

MSC THESIS

MELİH TÜRKÖĞLU

BALIKESİR UNIVERSITY INSTITUTE OF SCIENCE

CIVIL ENGINEERING

(SUPERVISOR: PROF.DR. ERDAL İRTEM)

BALIKESİR, SEPTEMBER 2017

Turkish Earthquake Code 2007 (TEC-2007) defines linear elastic and linear in elastic methods to determine the earthquake performance of reinforced concrete (RC) buildings in Chapter 7 which is entitled as "Evaluation and Strengthening of Existing Buildings." In practice, earthquake performance of existing buildings is determined according to one of these methods. These methods are also examined in many scientific studied.

In this study, the effect of the infill walls on the earthquake performance of the rc frame buildings is investigated. The RC frame building has 25m high which is the limit height for application of equivalent earthquake load analysis in 1. and 2. earthquake zones. With this purpose, the most economical design is made for the sample buildings according to TEC 2007, TS 500 and other existing standards. Thus, the performance criteria of TEC-2007 and the design criteria of TS-500 are examined. Sample building has eight floors and three bays on both directions. The height of the ground floor is greater than upper floors because of the office purposes. The effect of the infill walls on the earthquake performance of the building is examined by the models with and without infill walls. Besides, earthquake performance of the model which has infill walls on upper floors but without infill walls on the ground floor is also investigated. Infill walls are modeled by the equivalent double diagonal frame element. Furthermore, distributed plasticity and the effect of the confinement on the behavior of RC sections are taken into consideration for the RC frame elements. For each of the three models, nonlinear (in terms of material and geometry) static pushover analyses are performed and the capacity curves are obtained. Building performance is identified by using the Incremental Equivalent Seismic Load Method in TEC-2007 and Displacement Coefficients Method in FEMA-440. The results were compared for all three cases. It has been observed that the infill walls significantly affect the performance level of the building and especially increase the demand of displacemet.

KEYWORDS: RC building, seismic performance, infilled frame, nonlinear static procedures.

İÇİNDEKİLER

Sayfa

ÖZET.....	i
ABSTRACT	ii
İÇİNDEKİLER	iii
ŞEKİL LİSTESİ.....	viii
TABLO LİSTESİ	vi
SEMBOL LİSTESİ.....	vii
ÖNSÖZ.....	ix
1. GİRİŞ.....	1
1.1 Dolgu Duvarların Yapı Sistemlerine Etkisi	1
1.2 Dolgu Duvarların Yapı Sistemlerine Olan Etkileri Hakkında Yapılan Çalışmalar	2
1.3 Tez Çalışmasının Amacı ve Kapsamı	7
2. YAPI SİSTEMLERİNİN DOĞRUSAL OLMAYAN ANALİZİ	9
2.1 Yapı Sistemlerinin Doğrusal Olmayan Davranışı.....	9
2.1.1 Çözümün Sağlaması Gereken Koşullar	10
2.1.2 Yapı Sistemlerinin Doğrusal Olmama Nedenleri	10
2.1.3 Dış Yükler Altındaki Bir Yapı Sisteminin Doğrusal Olmayan Davranışı	12
2.2 Geometri Değişimleri Açısından Doğrusal Olmayan Sistemler	15
2.3 Malzeme Bakımından Doğrusal Olmayan Sistemlerin Hesabı	16
2.3.1 Doğrusal Olmayan Şekildeğiştirmelerin Sistem Üzerinde Yayılı Olması Hali.....	16
2.3.2 Doğrusal Olmayan Şekildeğiştirmelerin Belirli Kesitlerde Toplandığının Varsayılması Hali.....	17
2.3.2.1 Plastik Mafsallı Kabulü	17
3. YAPILARIN PERFORMANSA DAYALI TASARIM VE DEĞERLENDİRME KAVRAMI	21
3.1 DBYBHY-2007'ye göre Performans Değerlendirmesi	21
3.2 FEMA-440'a Göre Performans Değerlendirmesi	25
3.2.1 Yerdeğiştirme Katsayıları Yöntemi (YKY)	27
4. DOLGU DUVARININ MODELLENMESİ	31
4.1 Dolgu Çerçvelerin Nümerik Modelleme Teknikleri	32
4.1.1 Mikro-Modeller	32
4.1.2 Makro-Modeller	32
4.1.3 Eşdeğer Basınç çubuğu modeli	33
4.2 Dolgu Duvarların Deprem Yükleri Etkisinde Taşıyıcı Sisteme etkileri ..	37
5. SAYISAL İNCELEMELER.....	40
5.2 Kabuller ve Bina Matematik Modeli	45
5.3 Dolgu Duvarının Mekanik Özellikleri ve Hesap Modeli.....	46
5.4 İncelenen Binanın Kapasite Eğrilerinin ve Yerdeğiştirme Taleplerinin Belirlenmesi	47
5.5 DBYBHY-2007'ye Göre Performans Noktasının Belirlenmesi.....	47
5.6 FEMA-440-YKY'ye Göre Performans Noktasının Belirlenmesi	50
5.7 Bina Performans Seviyelerinin Belirlenmesi.....	54
6. SONUÇ VE ÖNERİLER	58

7. KAYNAKLAR.....	60
8. EKLER.....	64

ŞEKİL LİSTESİ

Sayfa

Şekil 2.1: (ij) Çubuk elemanının bağıl yerdeğiştirmeleri.....	12
Şekil 2.2: Çeşitli Teorilere Göre Elde Edilen Yük Parametresi-Yer Değiştirme (P-Δ) Bağlantıları [22].	13
Şekil 2.3 : Birinci ve ikinci mertbe teorilerinin karşılaştırılması [22].	15
Şekil 2.4: Eğilme Momenti-Eğrilik Diyagramı [22].....	18
Şekil 2.5: Doğrusal olmayan şekildeğiştirmeler [22].	18
Şekil 2.6: İdealleştirilmiş bünye bağıntısı [22]......	19
Şekil 2.7: Plastik mafsalsal boyu [22]......	20
Şekil 3.1: TDY-07 'ye göre hasar sınırları [3].	22
Şekil 3.2: Performans noktasının belirlenmesi ($T_1^{(1)} \geq T_B$)	24
Şekil 3.3: FEMA-440 için performans seviyeleri.....	25
Şekil 3.4: Kapasite eğrisinin elde edilmesi[22].	28
Şekil 3.5: Kapasite eğrisinin FEMA-440 'a göre idealleştirilmesi [24].	29
Şekil 4.1: (a) Yatay yük sebebiyle duvar paneli üzerinde oluşan basıncın bölgesi ve (b) Diyagonal çapraz çubuk modellemesi [5]......	33
Şekil 4.2: Diyagonal çapraz çubuk modelinin düzenlenmiş durumu ve çoklu çubuk modelleri [5].	35
Şekil 4.3: Dolgu duvarlı çerçevelerin yatay kayma etkisi altındaki davranışının temsili için Leuchars,Scrivener (1976) tarafından önerilen model [5].	35
Şekil 4.4: 1997 yılında Crisafulli tarafından kayma göçmesi beklenen dolgu duvarlı çerçeveler için önerilen model [5].	36
Şekil 4.5: Kısa kolon etkisi [3].	39
Şekil 5.1: Dolgunsuz 8KÇ ve dolgu duvarlı (8KDC-I, 8KDC-II) binaların tipik plan ve kesitleri.	40
Şekil 5.2: 8KÇ binanın kolon ve giriş aplikasyon planları.	44
Şekil 5.3: 8KÇ binadaki kolon ve giriş tanımları.	44
Şekil 5.4: Betonarme kesitteki yayılı plastik davranış modeli [28]......	45
Şekil 5.5: Dolgu duvar idealleştirilmesi ve matematik modeli	46
Şekil 5.6: Dolgu duvarının Eksenel Kuvvet –Eksenel Kısılma davranışı.....	47
Şekil 5.7: DBYBHY-2007-AEDYY'ye göre modal kapasite diyagramları ve spektral talepleri.	49
Şekil 5.8: FEMA 440 YKY 'ye göre performans taleplerinin belirlenmesi.	51
Şekil 5.9: Kapasite eğrileri ve performans noktaları	52
Şekil 5.10: Giriş ve kolonda ilk plastik kesitin oluştuğu noktanın kapasite eğrisi üzerinde gösterimi.	53
Şekil 5.11: Göreli kat öteleme oranları.....	55
Şekil 5.12: 8KÇ, 8KDC-I ve 8KDC-II için plastik kesit dağılımları	56
Şekil 5.13: Kolon ve Girişte max. plastik dönmeler.....	57

TABLO LİSTESİ

Sayfa

Tablo 2.1: Yapı sistemlerinin Doğrusal Olmama Nedenleri [22]	11
Tablo 3.1: C_0 katsayısı için değerler [24].....	30
Tablo 5.1: 8KÇ Binaya ait tasarım parametreleri.	41
Tablo 5.2: Binaya etkiyen eşdeğer deprem yükleri.....	42
Tablo 5.3: Kolon enkesit özellikleri.....	42
Tablo 5.4: Kiriş enkesit özellikleri.....	43
Tablo 5.5: Boşluklu Tuğla Duvar için matematik modelleme parametreleri...	46
Tablo 5.6: DBYBHY-2007-AEDYY'ye göre yerdeğiştirme talepleri ve ilgili parametreler.	48
Tablo 5.7: FEMA 440 YKY için analiz sonuçları.	51
Tablo 5.8: Binalara ait Taban Kesme Kuvveti - Yerdeğiştirme talepleri ve karşılaştırılmalar.....	52
Tablo 5.9: Kiriş ve kolondaki ilk plastikleşmeye ait talepler ve 8KÇ ile karşılaştırılması.	53
Tablo 5.10: Binalara ait performans seviyeleri	54
Tablo 5.11: Katlardaki kiriş ve kolonlarda hasar bölgelerine göre plastik kesit sayıları.....	55
Tablo 5.12: Performans noktasında max. plastik dönmeler	56

SEMBOL LİSTESİ

- A_e : Herhangi bir kattaki etkili kesme alanı
- A_g : Herhangi bir katta, gözönüne alınan deprem doğrultusuna paraleldoğrultuda perde olarak çalışan taşıyıcı sistem elemanlarının enkesitalanları
- A_k : Herhangi bir katta, gözönüne alınan deprem doğrultusuna paralel kargir dolgu duvar alanları (kapı ve pencere boşlukları hariç)
- A_{ms} : Eşdeğer diyagonal çubuğun aksenal rijitliği
- a_1 : Birinci moda ait modal ivme
- C_{R1} : Birinci moda ait spektral yerdeğistime oranı
- d : Enkesit yüksekliği
- $d_1^{(i)}$: (i)'inci itme adımı sonunda elde edilen, birinci moda ait modal yerdeğistirme
- $d_1^{(p)}$: Birinci moda ait modal yerdeğistirme istemi
- d_m : Çerçevenin diyagonal uzunluğu
- E_c : Beton elastisite modülü
- E_s : Donatı çeliğinin elastisite modülü
- E_{duvar} : Duvar elastisite modülü
- F_{xi} : Eşdeğer Deprem Yüğü Yöntemi'nde i'inci kata etkiyen eşdeğer deprem yüğü
- f_c : Sargılı betonda beton basınç gerilmesi
- f_{cc} : Sargılı beton basınç dayanımı
- f_{ck} : Betonun karakteristik silindir basınç dayanımı
- f_{co} : Sargısız beton basınç dayanımı
- f_{duvar} : Dolgu duvar basınç dayanımı
- h_i : Binanın i'inci katının kat yüksekliği
- h_{duvar} : Dolgu duvarının yüksekliği
- g : Yerçekimi ivmesi
- I : Bina önem katsayısı
- I_k : Kolonun atalet momenti
- k_{duvar} : Dolgu duvarının uzama rijitliği
- l_p : Plastik mafsal boyu
- M_{x1} : x deprem doğrultusunda doğrusal elastik davranış için tanımlanan birinci (hakim) moda ait etkin kütle
- M_p : Kesitin taşıyabileceği maksimum eğilme momenti

- n** : Hareketli yük katılım katsayısı
N_{maks} : Basınç kuvveti maksimum değeri
N_{min} : Basınç kuvveti minimum değeri
r_{duvar} : Dolgu duvarının köşegen uzunluğu
S_{ae1} : Birinci moda ait elastik spektral ivme
S_{de1} : Birinci moda ait doğrusal elastik spektral yerdeğiştirme
S_{di1} : Birinci moda ait doğrusal olmayan spektral yerdeğiştirme
T₁⁽¹⁾ : Başlangıçtaki (i=1) itme anında birinci (hakim) titreşim moduna ait doğal titreşim periyodu
T₁ : Birinci doğal titreşim periyodu
T_A, T_B : Spektrum karakteristik periyodları
T_e : Etkin periyot
T_{1Ç} : Bina çatlamış kesitli birinci doğal titreşim periyodu
t_{duvar} : Dolgu duvar kalınlığı
u_{xN1}^(p) : Binanın tepesinde (N' inci katında) x deprem doğrultusunda tepe yerdeğiştirmesi istemi
V_t : Eşdeğer deprem yükü yönteminde gözönüne alınan deprem doğrultusunda binaya etkiyen toplam eşdeğer deprem yükü
w_i : Binanın i'inci katının, hareketli yük katılım katsayısı kullanılarak hesaplanan ağırlığı
α_{duvar} : Dolgu duvarının eşdeğer genişliği
Γ_{x1} : x deprem doğrultusunda birinci moda ait katkı çarpanı
λ_{duvar} : Eşdeğer basınç çubuğu katsayısı
θ : Eşdeğer basınç çubuğunun yatay ile olan açısı
θ_p : Plastik dönme istemi
φ_{p,maks} : Plastik mafsalın dönme kapasitesi
η_{ci} : Dayanım düzensizliği katsayısı
χ_p : M_p momentine karşılık gelen birim dönme
δ_t : Yapının tepe deplasmanı

ÖNSÖZ

Yüksek lisans tezi olarak sunulan bu çalışmada betonarme çerçeve bir binada deprem performansına dolgu duvarının etkisi irdelenmiştir.

Tez çalışmam süresince değerli bilgi ve tecrübeleri ile bana katkı sağlayan tez danışmanım Sayın Prof. Dr. Erdal İRTEM'e teşekkürlerimi sunarım.

Bu süreçte bana desteklerini esirgemeyen başta eşim Yrd. Doç. Dr. Sümeyye AYDOĞAN TÜRKOĞLU ve tüm aileme şükranlarımı sunarım.

Melih Türkoğlu

1. GİRİŞ

Sismik açıdan aktif ülkelerde yaşanan ve büyük kayıplara neden olan depremler neticesinde yapılan çalışmalar, performansa dayalı tasarım ve değerlendirme kavramını ortaya çıkarmış ayrıca depreme dayanıklı yapı tasarımında hasar kontrolünün de göz önüne alınması gerektiğini göstermiştir. Buna paralel olarak 2007 yılında yürürlüğe giren "Deprem Bölgelerinde Yapılacak Binalar Hakkında Yönetmelikte (DBYBHY-2007)" Mevcut Binaların Değerlendirilmesi ve Güçlendirilmesi'ni içeren 7. Bölümde betonarme binaların deprem performanslarının belirlenmesinde doğrusal elastik ve doğrusal elastik olmayan yöntemler tanımlanmıştır. Depreme dayanıklı bina tasarımında modern deprem yönetmeliklerinde olduğu gibi DBYBHY-2007'de de farklı deprem seviyeleri ve kullanım amacına bağlı olarak performans hedefleri belirlenmiştir. Bu performans hedefleri için elastik esaslara dayanan ve yönetmelikte tanımlanan koşullar sağlanmaya çalışılmıştır. Ancak binanın öngörülen minimum performans hedefini sağladığının kontrolü için doğrusal olmayan analiz yöntemlerine ihtiyaç vardır [1-3].

1.1 Dolgu Duvarların Yapı Sistemlerine Etkisi

Yapı mühendisliği alanında güncel çalışmalar özellikle performansa dayalı tasarım ve değerlendirme üzerine yoğunlaşmıştır. Söz konusu kavramın her geçen gün öneminin daha fazla anlaşılması bu kavramın yapı sistemi için öngörülebilir bulunan bir yada daha fazla performans düzeyi için tasarım ve değerlendirmeyi mümkün kılmıştır. Binalara ait performansın belirlenmesinde seçilen analiz yöntemlerinin yanı sıra matematik modelin oluşturulmasında yapılan varsayımlar ve kabuller analiz sonuçlarını önemli oranda etkilemektedir. Ülkemizde yapıların büyük bir bölümünde mimari amaçla kullanılan boşluklu/boşluksuz tuğla malzemesi dolgu duvar paneli olarak yapı sistemleri içerisinde yer almaktadır. Birçok araştırmacı dolgu duvarlarının yapı sistemlerinin davranışına etkileri ile ilgili çalışmalar yapmış ve farklı modelleme teknikleri ile bu etkinin önemine dikkat çekmişlerdir. Yapılan çalışmalar yatay yük etkisinde çerçeve rijitliğini önemli ölçüde etkilediğini ortaya koymaktadır.

Bu etkinin hesaba katılmadığı deprem yönetmelikleri çoğunlukla taşıyıcı sistemde duvarlarının yerleşim yerlerinde kısıtlamalar getirmektedir. Günümüzde tasarım yöntemlerinde dolgu duvarların, taşıyıcı sisteme olan yatay yük etkisi göz ardı edilerek bu elemanların etkisi ihmal edilmektedir. Tasarım yöntemlerinde çerçeve sistemi boş olarak hesaba katılmakta ve böylece çerçeve serbest şekilde değiştirme yapabilmektedir. Ancak yapılan çalışmalar yatay yük taşıyıcısı olarak düşünülmeyen dolgu duvarların, depremin etkisi ile taşıyıcı çerçeve elemanlar ile etkileştiğinin göstermektedir. Bu durumda dolgu duvar ile çerçeve arasında etkileşim olurken aynı zamanda çerçevenin rijitliği de artmakta sonuç olarak da çerçeve sistemindeki titreşim periyodu azalmaktadır. Tüm bu bilgiler düşünüldüğünde eğer deprem etkisi altındaki gerçek davranış bilinmek isteniyorsa dolgu duvarlar ve çerçeve birlikte analize katılmalıdır. Eğer yapı planları ile yapı yüksekliğince dolgu duvarlar uygunsuz olarak yerleştirilirse bu yerleşime bağlı olarak farklı etkiler oluşabilmektedir. Bu etkiler arasında kısa kolon, burulma ve yumuşak kat olarak sayabilmekteyiz [4-5].

1.2 Dolgu Duvarların Yapı Sistemlerine Olan Etkileri Hakkında Yapılan Çalışmalar

Litertür incelendiğinde bu alanda yapılmış olan ilk çalışma olarak Polyakov tarafından 1956 yılında yapılmış olan çalışma karşımıza çıkmaktadır. Her paneldeki dolgunun etkisini bir eşdeğer diyagonal destek olarak kabul etmeyi önermiştir [6].

Stafford Smith (1962) dolgu duvarlarının günümüzde de temel olarak kabul gören bir yöntem olarak eşdeğer basınç çubukları olarak çerçeveye çaprazlar şeklinde modellenebileceği kabulünü öne sürmüştür. Dolgu duvarlı çerçevelerde yatay rijitliklerinin ve dayanımlarının karakteristik malzeme özelliklerinin yanında, çerçeve ile duvar arasındaki etkileşim yüzeyleyle de ilişkili olduğunu bulmuştur [7].

Liauw tarafından 1979 yılında dört katlı ve bir açıklıklı çerçevelere tersinir dinamik yüklemeler yapmış, dolgu duvarlı çerçevelerde bulunan boşlukların sistem rijitliğini azalttığını bulmuştur [8].

Bertero ve Brokken (1981), 18 adet örnek üzerinde ve dört farklı dolgu duvar tipi ile yaptığı çalışmada şu sonuçlara ulaşmıştır [9].

a) Farklı dolgu duvar tiplerinin tümü için dolgu duvarlı çerçevelerin boş çerçeveye göre yatay rijitliği önemli ölçüde artmıştır. Dolayısıyla periyodu da azalmıştır.

b) Özellikle ilk hasarlar birinci kat elemanlarında oluşmuştur.

c) Yatay rijitlik ve dayanım, yükün uygulanma şekline göre değişmiştir. Dolgunun yerleştirilişi ile çerçeveye çalışma şekli, tersinir dinamik yükler altında yatay rijitliği önemli ölçüde etkilerken sabit yükler altında ise bu parametrelerde bir farklılığa rastlanmamıştır [10].

Crisafulli (1997), tarafından yatay yük etkisi altında dolgu duvarlı çerçevelerde, görülen hasar türlerinden birinin de dolgu duvarda oluşan kayma göçmesi olduğu belirtilmiştir. Bu nedenle bu göçme mekanizması etkilerini hesaba katan bir model geliştirilmeye çalışılmıştır. Dolgu duvar panelinin kayma ve basınç etkileri her iki yönde kullanılan kayma yayı ve çift diyagonal çubuk kullanılarak birbirinden ayrı olarak hesaba katılmak istenmiştir [11].

1999 yılında Tomazevic tarafından yapılan bir çalışmada dinamik özellikleri bakımından taşıyıcı sistemi sünek özellikteki yapıların, davranışlarının sitemindeki rijit dolgu duvarlar ile birleşmesi durumunda değiştiğini ortaya çıkarmıştır. Böyle bir durumda kısa periyotlu titreşimler sismik hareketlerin artışına sebep olmaktadır. Bu hareketler genliklerin az olduğu elastik bölgede rijit yapıda olan dolgu duvarlar ile karşılanmaktadır. Yatay yüklere karşı koyacak şekilde tasarlanmadıklarında dolgu duvarlar zarar görürler. Yapıdaki betonarme elemanlar ile dolgu duvarların etkileşimi ile bazı durumlarda ortaya çıkan kuvvetler ile yapı tahmin edilemeyen davranışlar gösterebilmektedir. Karşılaşılan böyle bir durumda yapı elemanları büyük çapta hasar görebilmektedir [12].

Dolgu duvarların sismik davranışa etkisi betonarme taşıyıcı sistemlerin tasarımında mutlaka gözden geçirilmelidir. Yapılardaki dolgu duvarların tasarımı ve yapımı aşamasında bu duvarların yapı üzerindeki sismik etkisini iki yaklaşımla incelenebilmektedir. Bu yaklaşımlar aşağıda kısaca özetlenmiştir [12];

i) İlk olarak yapıda dolgu duvar ikinci mertebe yapı elemanı olarak seçilmelidir. Sonrasında ise duvarlar yapının taşıyıcı sisteminden derzler vasıtası ile ayrılmalıdır. Böylece deprem sırasında taşıyıcı sistemin titreşimine engellenmelidir.

ii) İkinci olarak duvarların yapı içinde taşıyıcı olarak yapılması durumunda deprem esnasındaki faydalı etkileri tasarım aşamasında mutlaka göz önünde tutulmalıdır. Ayrıca duvarlar ve betonarme elemanların bağlanma şekillerinin de yapı sisteminin sünek davranışına etki ettiği de mutlaka düşünülmelidir.

Chrysostomou, C.Z., (1991), dolgu duvarının rijitlik azalmalarını ve yatay yükler altındaki dolgulu çerçevelerin davranışını simüle ederek dolgu duvar panellerini altı basınç çubuğu ile modellemeyi önermiştir. Her iki diyagonal boyunca paralel üç çubuk kullanılmış ve diyagonal dışındaki çubuklar çerçeve elemanları boyunca kritik bölgelere yerleştirilmiştir. Bu düzenlemenin tek diyagonal çubuğa göre avantajı, dolgu ile çerçeve arasındaki etkileşimi modellemeye imkan vermesidir [13].

Al-Chaar, G. vd. (2002), çerçeveye çapraz olarak kenetlenen basınç çubuğu modelinde, çerçeveden dolguya doğru olan gerilmelerin, duvardan ziyade çapraz kenetlenme sisteminin çok tipik bir dağıtımı ile dolgu ve çerçeve ara yüzündeki basınç bölgesinde aktarıldığını ileri sürmüştür [6].

İrtem vd. (2004), çalışmalarında üç katlı betonarme çerçeve bir yapıda dolgu duvarının yapı davranışına etkisini incelenmiştir. Dolgu duvarların dayanımının hesaplarda gözönüne alınmasıyla FEMA-356 ve ATC-40' da öngörülen performans hedeflerinin büyük oranda gerçekleştiği görülmüştür. Bu durumda yapının sismik performansı ile başlangıç rijitliği incelendiğinde dikkate değer miktarda arttığı tespit edilmiştir [14].

2006 yılında Korkmaz ve Uçar tarafından yapılan bir başka çalışmada, yumuşak kat düzensizliğinin etkilerini dolgu duvarlı betonarme bir çerçeve örnek üzerinde irdelenmiştir. En alt kat kolonlarının diğer katlara oranla daha yüksek ve tüm kat yüksekliklerinin eşit olduğu on katlı betonarme çerçeve bir binanın deprem davranışı irdelenmiştir. Bu doğrultuda, taşıyıcı sistemin tüm çerçevelerinin dolgu duvarlı ve sadece en alt katta bulunmadığı durumları incelenerek deprem davranışı irdelenmiştir. Artımsal statik itme analizleri sonucunda yapıların yatay yer

değiştirmeleri, kapasite eğrileri, ve göreli kat ötelemeleri sunulmuştur. İlk plastik kesitler beklendiği gibi dolgu duvarlı çerçevelerde duvarlar üzerinde oluşmuştur. İlk plastik kesitin oluştuğu andaki taban kesme kuvveti tüm katları dolgu duvarlı olan çerçevelerde artmakta ve oluşan ilk plastik kesitler dolgu duvarlardan sonra kolonlarda oluşmaktadır. Dolgu duvarları tam olarak içeren çerçevelerdeki ilk plastik kesitler incelendiğinde yatay tepe yer değiştirmelerinin diğer çerçevelerle karşılaştırıldığında daha yüksek değerlerinde meydana geldiği görülmektedir. En alt katlarda dolgu duvar olmaması veya kaldırılması rijitliğin bu bölgede azalmasına ve deprem davranışının olumsuz olarak etkilenmesine neden olmaktadır. Dolayısıyla dolgu duvarlar bu durumda sistemin davranışı incelenerek analizler yapılarak gerekli önlemler alınmalıdır. Sonuçlar incelendiğinde bahsi geçen bu düzensizlik davranışlarının tasarımı öncesi süreçte göz önüne alınmadıkça yapı davranışlarının beklenen durumdan farklı olduğu ve deprem performansı açısından da göz ardı edilemeyecek seviyede değişim olabileceğini göstermektedir [15].

Papia, Cavaleri, Fossetti ve Amato, (2009) araştırmacılar, düzlem içi düşey yük mertebesinin de eşdeğer diyagonal basınç çubuğu genişliği hesabında gözönüne alınması gerektiğini ileri srmşlerdir. Dolgu duvarlı çerçeveli sistemlerin davranışı hakkında FEMA 356'da kapsamlı bilgi verilmiş olsa da araştırmacılar buradaki bazı parametrelerin , düşey yükler altında sistemi yeterli düzeyde ifade edemediğini ne srmştr. düşey yüklerin dolgu duvar – çerçeve etkileşiminde göz önünde bulundurulması gerektiğini belirtmişlerdir. Dolgu duvar ile onu çevreleyen çerçevenin temas uzunluğu düşey yük etkisi altında artacaktır. Böylelikle eşdeğer çapraz basınç çubuğunun sanal etkili genişliğini büyütecek bir etki oluşturacaktır [16].

Sönmez, (2013) dolgu duvarın rijitlik değişiminin betonarme çerçeve davranışına etkisini incelemiştir. Bu amaçla bilgisayar ortamında literatürde bulunan bir deney numunesi modellenerek sonuçları karşılaştırılmıştır. Daha sonra beş katlı ve beş açıklıklı bir çerçeve dolgu duvarsız ve dolgu duvarlı olarak modellenmiş ve zlemeleri dinamik analiz ve statik itme analiz yöntemleri kullanılarak yapılmıştır. Dolgu duvarlarda bulunan iki açıklığın doldurulmasıyla, dolgu duvarlı bir çerçevede iki tip dolgu duvarlı çerçeve elde edilmiştir. Bu durum şu şekilde elde edilebilmektedir; ilk çerçeveye ait açıklıklar tek tipte dolgu duvarların yerleştirilmesiyle oluşturulurken ikincisine ise alttan üste doğru azalan rijitlik ve

dayanıma sahip duvarlar yerleştirilmektedir. Yapılan çözümlerinde, dolgu duvarlı çerçevelerde planlı rijitlik dağılımının alt katlardaki ötelenmeyi azalttığını ve deprem performansını iyileştirdiğini göstermiştir [17].

Özkaynak, vd. 2014 yılında boş çerçeve ile dolgu duvarlı ve karbon fiber takviyeli polimer ile güçlendirilmiş dolgu betonarme çerçevelerin sönümlenme özelliklerinin belirlenmesine yönelik deneysel bir çalışma yapmışlardır. Dolgu duvarlarının yapıların sönümlenme özellikleri üzerinde önemli derecede etkili olduğu bölme duvarları olarak kullanıldığı ve yanal sertliğe ve mukavemete katkıda bulunduğu belirtmişlerdir. Eşit sönüm tanımlaması, çeşitli sönümlenme mekanizmalarını yansıtmak için kullanılır .Bu çalışmada, karbon fiber takviyeli polimer ile güçlendirilmiş dolgu RC sistemlerinin eşdeğer sönüm oranı, 1/3 ölçekli, tek açıklıklı, tek katlı çerçevelerden oluşan bir dizi deney düzeneği ile incelenmiştir. Yapılan çalışma sonucunda yarı statik ve psödo dinamik testlerden deneysel olarak elde edilen çevrimler için eşdeğer sönümlenme belirlenmiştir. Eşdeğer sönümlenme oranını belirlemek için enerji dengesi formülasyonu temel alınarak bir tekrarlayıcı prosedür geliştirmişlerdir. Bu değerlendirmelerin sonuçlarına dayanarak sırasıyla çıplak, doldurulmuş ve yenilenmiş dolgu RC çerçeveleri için% 5,% 12 ve% 14'lük eşdeğer sönümler kullanılabilceğini belirtmişlerdir [18].

Saatçioğlu, M., Serrato, F.ve Foo, S. (2005), mevcut dolgu duvarlı çerçeve binalarda dolgu duvarlarının karbon elyaf takviyeli polimer (CFRP) levhalarla güçlendirilmesine yönelik deneysel bir çalışma yapmışlardır. Yığma duvarlarla dolgu iki yarım ölçekli beton çerçeveleri güçlendirerek ve güçlendirme yapılmaksızın test etmişlerdir. (CFRP) levhalar özel olarak geliştirilmiş CFRP ankrajları vasıtasıyla çevresindeki betonarme çerçeveye sabitlenmiştir. Yapılan testlerde, güçlendirme yapılmayan dolgu çerçevelerin duvarlar ve çerçeve elemanlarında geniş çapta çatlama oluşturduğunu elde etmişlerdir. Sünek olmayan çerçeve elemanlarında, özellikle kolonlarda, hasar oluşabileceğini belirtmişlerdir. CFRP levhaları ile güçlendirmenin, çatlama kontrol ederek yanal stabiliteyi arttıracığını ve genel yapısal sistemin elastik kapasitesini arttırdığı sonucuna varmışlardır. Mevcut araştırmada test edilen güçlendirilmiş numunenin yanal kuvvet dayanımında yaklaşık % 300 artış göstererek, deprem yüklerine elastik tepki verdiği sonucuna ulaşmışlardır. [19].

S. Kadysiewski ve K.M. Mosalam (2009) Bu çalışmada dolgu duvarlarının performans değerlendirilmesinde kullanılabilmesi için beş katlı betonarme çerçeve bir örnek üzerinde analitik bir model anlatılmıştır. Modelde Zaman Tanım Alanında Doğrusal Olmayan Analiz Yöntemlerinde kullanılabilmesi için fiber eleman kesitlerinin kullanılmıştır. Model, dolgu duvarının hem düzlem içi (IP) ve düzlem dışı (OOP) tepkilerinin yanı sıra seçilen herhangi bir dışbükey etkileşim IP ve OOP kapasiteleri arasındaki davranışı da dikkate alınarak hazırlanmıştır. Davranış, elasto-plastiktir ve sınır durumları, iki yönde deformasyon veya süneklik ile tanımlanabilir. Bu sınır durumları, yönetmeliklere uyacak şekilde seçilebileceği veya mühendis tarafından bağımsız bir şekilde geliştirilebileceği belirtilmiştir. Araştırmacılar önerilen modelin bina performansını, tek bir panel yapısı kullanılarak artımsal itme ve dinamik analizler için kullanıldığında tatmin edici sonuçlara ulaştıklarını ileri sürmüşlerdir. Ancak elde edilen sonuçlara göre dolgu duvarların taşıma kapasitesine ulaşması ile devreden çıkan elemanların matematik modelden kaldırıp bu işlemi panellerin çökmesine veya yapıda genel bir çöküş oluşuncaya kadar tekrarlanarak analizin yenilenmesini önermişlerdir [20].

Güler K. vd. (2008) yaptıkları çalışmalarında, çerçeve tipi bir yapısal sisteme sahip betonarme binaların temel titreşim periyotlarının değerlendirilmesi ve dolgu duvarlarının etkilerini ele almışlardır. Problem, deneysel ve analitik yaklaşımlar kullanılarak değerlendirilmiştir. Moment aktaran çerçeve için titreşimin temel periyodunu hesaplamada yüksekliğe bağlı elastik bir ilişki türetilmiştir. Ayrıca orta şiddetli depremleri göz önüne alarak elde edilen kodla, belirlenen periyotları elde etmek için ampirik ilişkiyi gözönüne alan sabit bir parametre tanımlanmıştır [21].

1.3 Tez Çalışmasının Amacı ve Kapsamı

Bu tez çalışmasında, betonarme çerçeve bir binanın temsili olarak seçilmiş bir binada dolgu duvarın bu yapının deprem performansına etkisini araştırmaktır. Bunun için öncelikle DBYBHY-2007 ve TS-500 ile yürürlükteki diğer standartlara göre binanın en ekonomik olacak şekilde boyutlandırılması yapılmıştır. Böylece, DBYBHY-2007'deki performans ve TS-500'deki tasarım kriterleri irdelenmeye çalışılmıştır.

Bu amaç kapsamında, DBYBHY-2007'deki eşdeğer deprem yükü yönteminin 1. ve 2. derece deprem bölgelerinde uygulama sınırı olan 25 m. yükseklik koşulunu sağlayan sekiz katlı, her iki doğrultuda  açıklıklı ve en alt katın işyeri amaçlı kullanımı için st katlara göre daha yüksek örnek betonarme ereve bir bina belirlenmiştir. Binanın dolgu duvarı taşıma kapasitesinin her katta dikkate alındığı ve dolgu duvarın yalnızca düşey yük etkisi ile dikkate alındığı ayrıca, taşıma kapasitesinin sadece zemin katta dikkate alınmadığı üç farklı durum için DBYBHY-2007 Bölüm-7'deki Artımsal EŞdeğer Deprem Yükü Yöntemi ve FEMA-440 raporundaki Yerdeğiştirme Katsayıları Yöntemi ile bina performansları elde edilecektir. Böylece dolgu duvarının betonarme bina performansına etkisi belirlenerek DBYBHY-2007 ve FEMA-440 raporundaki performans seviyeleri ve uygulanan yöntemlere ait sonuçlar farklı parametrelerle karŐılaŐtırılacaktır.

2. YAPI SİSTEMLERİNİN DOĞRUSAL OLMAYAN ANALİZİ

2.1 Yapı Sistemlerinin Doğrusal Olmayan Davranışı

İşletme yükleri altında bulunan yapı sistemleri incelendiğinde bu sistemlerin çoğunlukla doğrusal veya doğrusala yakın düzeyde davrandıkları görülmektedir. Gözlenen bu yaygın durumdan farklı davranış sergileyen yapı sistemleri olarak elastik zemine oturan, narin ve bölgesel açıdan kararsızlık gösteren yapılar gösterilebilir.

Özellikle doğrusal sistem davranışlarını dikkate alan analiz metotlarında, kullanılan malzemenin gerilme-şekildeğiştirme bağıntıları, doğrusal-elastik olarak düşünülmekte ve yerdeğiştirmelerin küçük çapta olduğu kabul edilmektedir. Ancak görülmektedir ki dış etkiler söz konusu işletme yüklerini aşmakta ve yapı sisteminin taşıma gücüne yaklaşmaktadır. Sonuç olarak gerilmeler doğrusal-elastik sınırı aşarak özellikle narin yapılarda yerdeğiştirmelerin değerlerini göz ardı edilemeyecek değerlere çıkarmaktadır.

Tasarım yönetmelikleri doğrusal teori esasına dayanmaktadır, ancak yapı sistemlerinin analizinde sistemin doğrusal olmayan davranışı da hesaba farklı şekillerde katılmaya çalışılmaktadır. Özellikle TS-500 ve TS-648 yönetmelikleri incelendiğinde görülmektedir ki burkulmaya karşı yeterli seviyede güvenlik sağlanabilmesi ve 2. mertebe etkilerin de analizlerde hesaba alınabilmesi için moment büyütme yönteminden ve burkulma katsayılarından faydalanılmaktadır. Benzer bir şekilde *yeniden dağılım ilkesi* yardımı ile yapı sisteminin doğrusal olmayan şekildeğiştirmeleri sebebiyle oluşan iç kuvvet dağılım değerlerinin farklılaşması göz önüne alınmaya çalışılmaktadır. Tasarım için deprem kuvvetlerinin hesabında, deprem enerjisinin taşıyıcı elemanlar tarafından sönümünü ve malzemenin doğrusal olmayan davranışını analizlere dahil etmek için '*taşıyıcı sistem davranış katsayısı*' açıklanmakta ve elastik deprem yükleri deprem yükü azaltma katsayısına bölünerek değerler düşürülmektedir.

Yapı sistemlerinin analizinde dikkate alınan malzeme ve geometri açısından doğrusal olmayan davranışlar, yapı sistemlerinin dış etkiler altındaki durumlarını daha yakından gözlemleme şansı doğurmuştur. Bu açıdan tasarımda gerçeğe daha yakın ve maliyeti düşük çözümler üretilmesine olanak tanımıştır.

Yapı sistemlerinin analizlerinde doğrusal olmayan davranışların kullanıldığı analiz yöntemlerinin geliştirilmesi ve söz konusu yapılar için uygulamaya geçebilmesi için iki ön koşulun sağlanması gerekmektedir. Bunlardan birincisi, yapı sisteminin doğrusal olmayan davranışına sebep olabilecek tüm etkenlerin tespiti ve bunların matematiksel hesap modeli içerisinde gerçeğe yakın ifade biçimlerinin oluşturulabilmesidir. Bir diğer ön koşul ise hesap modelinin mutlak suretle doğrusal olmayan teori ile analiz edilmesidir.

2.1.1 Çözümün Sağlaması Gereken Koşullar

Dış faktörlerin etkilerinin yapı sistemlerinin analizine dahil edildiği durumlarda, analizin sunduğu verilerin çözüm olabilmesi için bazı ön koşulları birlikte sağlaması gerekmektedir. Bu üç ön koşul aşağıdaki şekilde sıralanabilir;

1. Bünye denklemleri: Kullanılan malzemenin cinsine ve özelliklerine bağlı olan gerilme-şekildeğiştirme ve iç kuvvet-şekildeğiştirme bağlantılarıdır.
2. Denge koşulları: Tüm sistem içerisindeki elemanları ve bu elemanların birleştiği düğüm noktalarının denge denklemlerinden oluşmaktadır.
3. Geometrik uygunluk koşulları: Sistem Elemanları ve bunlara ait düğüm noktalarının geometrik süreklilik denklemleri ile mesnetlerdeki geometrik sınır koşullardır [22].

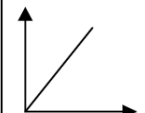
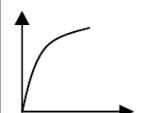
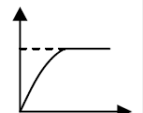
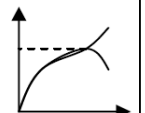
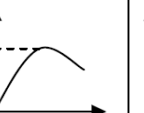
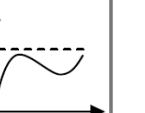
2.1.2 Yapı Sistemlerinin Doğrusal Olmama Nedenleri

Yapı sistemleri iki temel nedene bağlı olarak dış yükler altında doğrusal olmayan davranış sergiler. Yapı sisteminin malzeme bakımından iç kuvvet-şekil

değiştirme bağıntılarının doğrusal olmaması ile geometri değişimleri incelendiğinde yeterliliği sağlayacak seviyeden daha büyük olması sebebiyle denge denklemlerinin ve yine bazı durumlarda da geometrik süreklilik denklemlerinin doğrusal olmamasıdır.

Bir yapı sistemi incelendiğinde bu sistemin doğrusal olmamasına sebep olan faktörler ve söz konusu faktörleri dikkate alan bazı teoriler Tablo 2.1'de özetlenmiştir.

Tablo 2.1: Yapı sistemlerinin Doğrusal Olmama Nedenleri.

Çözümün Sağlanması Gereken Koşullar	Doğrusal Sistemler	Doğrusal Olmayan Sistemler				
		Malzeme Bakımından (1)	Geometri Değişimleri Bakımından (2)		Her İki Bakımdan (1+2)	
			İkinci Mertebe Teorisi	Sonlu Deplasman Teorisi	İkinci Mertebe Teorisi	Sonlu Deplasman Teorisi
Bünye Denklemleri (Gerilme-Şekildeğiştirme Bağıntıları)	Doğrusal Elastik	Doğrusal Elastik Değil	Doğrusal Elastik	Doğrusal Elastik	Doğrusal Elastik Değil	Doğrusal Elastik Değil
Denge Denklemlerinde Yer Değiştirmeler	Küçük	Küçük	Küçük Değil	Küçük Değil	Küçük Değil	Küçük Değil
Geometrik Uygunluk Koşullarında Yer Değiştirmeler	Küçük	Küçük	Küçük	Küçük Değil	Küçük	Küçük Değil
P- δ Bağıntıları						

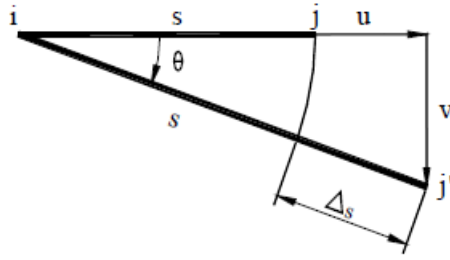
Denge denklemlerinde deplasmanların ihmal edilemeyecek kadar büyük olduğu taşıyıcı sistemlerde, şekildeğiştirmiş eksen üzerine denge denklemleri yazılır. Geometrik uygunluk koşulunu sağlayan ve yerdeğiştirmelerin büyük olduğu sistemlerde de şekildeğiştirmiş eksen üzerine bu kez de geometrik süreklilik denklemleri yazılır.

Şekil 2.1'deki bir ij çubuğunun Δs boydeğişmesi, çubuğun bir ucunun diğer ucuna göre bağıl yerdeğiştirmeleri u ve v ile denklem (2.1) ve (2.2)'den elde edilebilir. (2.2) ifadesinde yalnızca birinci terim esas alınması durumunda geometrik uygunluk koşullarında yerdeğiştirmelerin küçük olduğu varsayımını ifade eder.

$$(u + s)^2 + v^2 = (s + \Delta s)^2 \quad (2.1)$$

$$\Delta s \cong s \frac{u}{s} + \frac{1}{2} \frac{u}{s}^2 + \frac{1}{2} \frac{v}{s}^2 \quad (2.2)$$

Buna karşılık, diğer terimlerin de hesaba katılması geometri değişimlerinin geometrik uygunluk koşullarına etkisi göz önüne alındığını *sonlu deplasman teorisine* karşı gelmektedir.

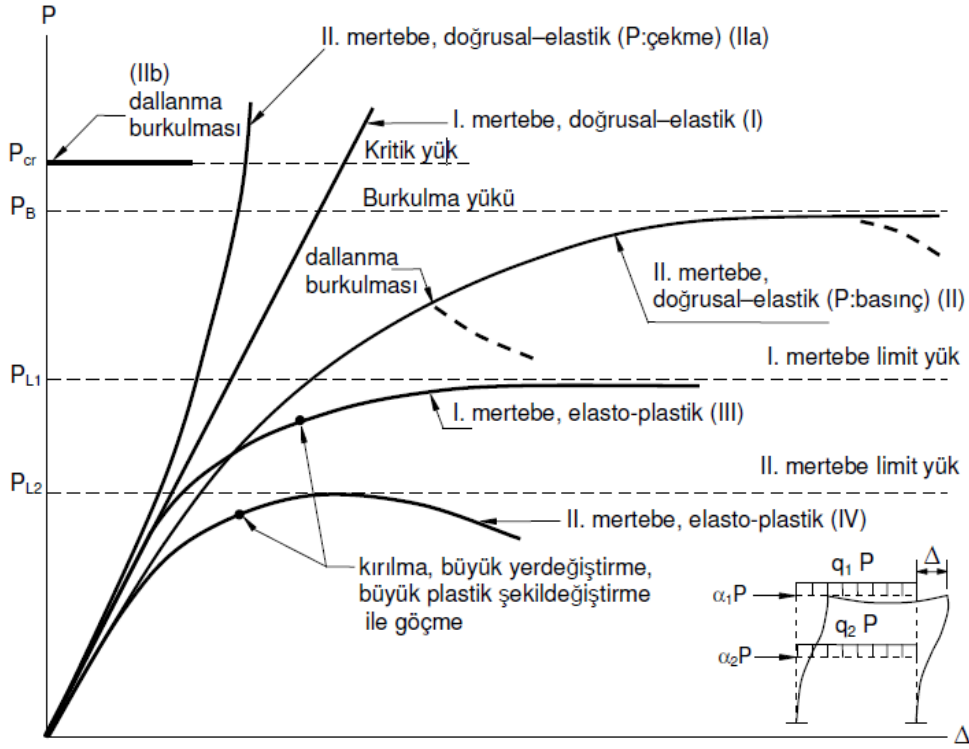


Şekil 2.1: (ij) Çubuk elemanın bağıl yerdeğiştirmeleri.

Bazı durumlarda geometrik uygunluk koşulları, taşıyıcı sistemin özelliklerinden kaynaklanan nedenlerle, sağlanmayabilir ve geometrik süreksizlikler meydana gelir. Özellikle elemanların sınır koşullarındaki bu süreksizlikler nedeniyle, sistemin davranışı doğrusal olmaz. Bu tür sistemlere, *geometrik süreksizlikler bakımından lineer olmayan sistemler* denir. Bu sistemlerde malzeme bakımından doğrusal olmayan sistemler gibi incelenebilir. Kayıcı bulonlu düğüm noktaları içeren çelik yapı sistemleri, bu duruma örnek oluşturmaktadır.

2.1.3 Dış Yükler Altındaki Bir Yapı Sisteminin Doğrusal Olmayan Davranışı

Bir yapı sisteminde düşey ve yatay yük etkilerinin, doğrusal ve doğrusal olmayan teoriler ile hesaplanması ve analizlerde tespit edilen yük parametresi-yerdeğiştirme (P-Δ) bağıntıları Şekil 2.2' de şematize edilmiştir.



Şekil 2.2: Çeşitli Teorilere Göre Elde Edilen Yük Parametresi-Yer Değişirme (P-Δ) Bağıntıları [22].

Bir yapı sisteminde taşıyıcı eleman kesitlerinde malzemenin doğrusal-elastik varsayıldığı durumda, birinci mertebe teorisine göre artan dış yükler altında, tespit edilen davranışı (I) doğrusu şeklinde gösterilmektedir. Normal kuvvetlerin deplasman yapmış sistem üzerinde meydana getirdiği ikinci mertebe etkilerinin (P-Δ etkilerinin) hesaba katıldığı ikinci mertebe teorisine göre, aksenal kuvvetin basınç veya çekme olması durumuna göre sistem davranışı değişebilmekte ve iki farklı durum gözlenebilmektedir [22].

(II) eğrisinde incelebileceği gibi aksenal kuvvetin basınç olması durumunda artan dış yüklerle karşı daha hızla artan yerdeğiştirmelere karşı gelmektedir. Dış kuvvetlerin büyüklüğünü ifade eden yük parametresi aralarındaki oran sabit kalacak şekilde artarak P_B değeri olarak tanımlanan *doğrusal elastik burkulma yükü*'ne eşit olduğunda, yerdeğiştirmeler hızla artarak sonsuza erişir ve sistem burkularak göçer. Asma sistemler gibi aksenal kuvvetin çekme olduğu durumlarda eğri (IIa)'da gösterilen yük parametresi farklı bir özellik göstererek yük parametresi yerdeğiştirme eğrisi pekleşen özellik göstermektedir. Bazı durumlarda ise yanal yük etkisinin

olmayan ve bu sebeple de burkulmadan önce yerdeğiştirmeyen sistemlerde yük parametresinin bir P_{cr} değerinde dallanma burkulması oluşmakta, yerdeğiştirmeler aniden artmakta ve sonsuza gitmektedir (IIb). *Kritik yük* olarak adlandırılan bu yük çoğunlukla burkulma yükünden biraz büyük yada eşittir. Burkulmadan evvel Őekildeğiřtiren sistemlerde bazı durumlarda dallanma burkulması oluşabilir (II eğrisi) [22].

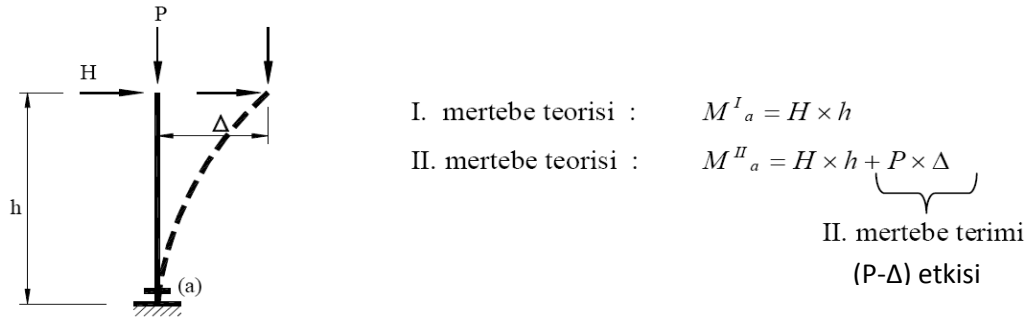
Taşıyıcı eleman kesitlerinde elasto-plastik davranışın hesaba katıldığı sistemlerde, dış yüklerin artışı ile iç kuvvetler de artarak bazı kesitlerde doğrusal-elastik sınır aşılarak doğrusal olmayan (plastik) Şekildeğiştirmeler meydana gelmektedir. Genellikle plastik Şekildeğiştirmeler ubuk üzerinde sürekli olarak yayılsa da, Şekildeğiştirme kabiliyetinin fazla olduğu, sünek malzemedenden yapılmış farklı sistemlerde, doğrusal olmayan Şekildeğiştirmelerin plastik kesit veya plastik mafsals adı verilen belirli kesitlerde biriktiği düşünülmektedir. Böyle sistemlerde kesit dışı bölgelerin doğrusal-elastik davrandığı varsayılmaktadır. Bir yapı sisteminin birinci mertebe elasto-plastik teoriye göre analizinde (III eğrisi), plastik mafsalların oluşturduğu kısmi ya da tamamının mekanizma durumuna erişmesi taşıma kapasitesine erişildiği anlamını taşır. Böyle bir durumda oluşan yük *birinci mertebe limit yük* (P_{L1}) olarak isimlendirilir. [22].

Malzeme ve geometri bakımından doğrusal olmayan davranışın birlikte incelenmesi durumunda, ikinci mertebe elasto-plastik teoriye göre elde edilen diyagramı (IV) eğrisi gösterilmiştir. Bu sistemde belirtilen eğri oluşan ilk plastik kesite kadar (II) eğrisini izlerken, sonrasında meydana gelen plastik Şekildeğiştirmeler sebebiyle deplasmanlar hız kazanarak artış göstermektedir. Dış yüklerin fazlalaşarak P_{L2} limit değerine ulaşınca yapı sisteminin taşıyıcı elemanlarında oluşan plastik mafsallar sebebiyle, sistemin rijitliği azalmakta böylece burkulma yükü dış yük parametresi değerinin altına inmektedir. Kısacası $P-\Delta$ diyagramında gösterildiği gibi artış gösteren yerdeğiştirmelere karşı azalan yükler ortaya çıkmaktadır. Stabilitate yetersizliği sebebiyle sistemin taşıma kapasitesini kaybetmesine sebep olan bu yük parametresine *ikinci mertebe limit yk* denilmektedir. Bazı durumlarda, sistemdeki dış yükler limit yüke erişmediği halde, oluşan yerdeğiştirmeler, plastik Şekil değiştirmelerin büyüklüğü betonarme

sistemlerde büyük çatlaklar ve kırılmaların oluşmasına ve böylelikle yapının göçmesine neden olabilmektedir [22].

2.2 Geometri Değişimleri Açısından Doğrusal Olmayan Sistemler

Yerdeğiştirmelerin uygun miktarda küçük olmadığı durumda yapı sistemlerinde denge denklemlerinin şekildeğiştirilmiş eksen üzerinde yazılması gerekir. Geometri değişimlerinin sistemi oluşturan elemanların ve bu elemanların bağlandıkları düğüm noktalarında sağladıkları denge koşulları üzerindeki etkisinin dikkate alındığı bu teoriye *ikinci mertebe teorisi* denir (Şekil 2.3) [22].



Şekil 2.3 : Birinci ve ikinci mertebe teorilerinin karşılaştırılması [22].

Geometrik süreklilik denklemlerine yerdeğiştirmelerin etkisi ikinci mertebe teorisinde ihmal edilmektedir. Söz konusu etkinin de gözönüne alındığı teoriye *sonlu deplasman teorisi* adı verilir. Analizi yapılan yapı sistemlerinde, tespiti yapılan yerdeğiştirmelerin belirlenmiş sınır değerlerin üzerine çıkmasına izin verilmediği durumlarda, söz konusu yerdeğiştirmelerin geometrik süreklilik denklemlerine etkisi çoğu kez ihmal edilebilecek seviyede kalmaktadır.

İkinci mertebe teorisinde güvenlik gerilmeleri esasına göre hesap yapılamaz. Denge denklemleri doğrusal olmadığından *süperpozisyon prensibi* geçerli değildir. Bu nedenle. Bunun yerine işletme (servis) yüklerinin güvenlik katsayıları ile çarpımından oluşan *hesap yükleri (tasarım yükleri)* altında, sistem ikinci mertebe teorisine göre hesaplanarak kesit zorları bulunur. Bu kesit zorlarından oluşan gerilmeler sınır gerilmeyi aşmayacak şekilde, sistem boyutlandırılır [22].

2.3 Malzeme Bakımından Doğrusal Olmayan Sistemlerin Hesabı

Yapı sistemlerin malzeme bakımından doğrusal olmayan hesabı için iki farklı yaklaşım vardır. Birincisi doğrusal olmayan şekildeğıştirmelerin sistem üzerinde yayılı olması, diğeri ise şekildeğıştirmelerin plastik kesit adı verilen belirli kesitlerde toplandığı yaklaşımdır.

2.3.1 Doğrusal Olmayan Şekildeğıştirmelerin Sistem Üzerinde Yayılı Olması Hali

Doğrusal olmayan şekildeğıştirmelerin incelenen sistemde devamlı olarak yayıldığını kabul eden yaklaşımda, kapasite eğrilerinin belirlenmesi ve göçme yüklerinin hesabı için, yük artımı yöntemlerinden veya ardışık yaklaşım yöntemlerinden yararlanılabilir [22].

Yayılı plastisite modelinde, yapısal eleman kesitleri çekirdek betonun, kabuk betonun ve donatının izlendiği fiber elemanlara bölünür. Bu model, eleman kesiti içinde ve eleman uzunluğu boyunca yayılı doğrusal olmayan davranışın tahmin edilmesine imkân vermektedir. Dolayısıyla, yapısal eleman kesitlerindeki davranışın daha hassas bir biçimde belirlenmesi sağlanmaktadır [23].

Bu yaklaşımda betonarme kiriş ve kolon eleman kesiti; çekirdek beton, kabuk beton ve donatı olmak üzere üç farklı boyuna fiber eleman kullanılarak modellenir. Çekirdek betonda sargılı beton davranış modeli kullanılırken, kabuk betonda sargısız beton davranış modeli kullanılmaktadır. Donatı için tipik donatı çeliğinin gerilme-şekildeğıştirme modeli kullanılmaktadır. Betonarme kesitin gerilme-şekildeğıştirme bağıntıları, fiberlerin yük altındaki tepkilerinin integrasyonu ile belirlenmektedir. Fiberlerin yük altındaki tepkileri ise, her bir fiber malzemenin tek eksenli gerilme- şekildeğıştirme ilişkisine bağlı olarak elde edilir [23].

2.3.2 Doğrusal Olmayan Şekildeğiştirmelerin Belirli Kesitlerde Toplandığıının Varsayılması Hali

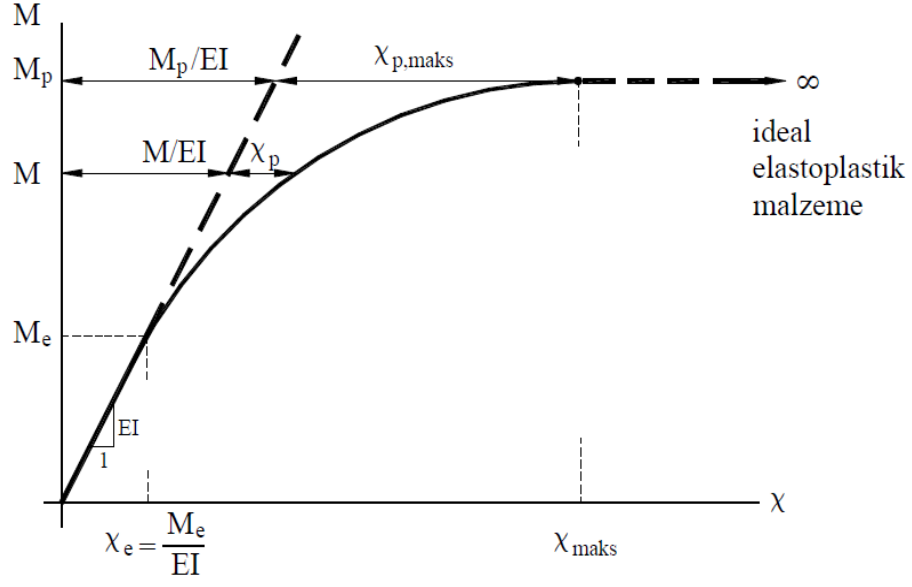
Malzeme açısından doğrusal olmayan ve uygun seviyede sünek davranış sergileyen yapı sistemlerinde, doğrusal olmayan şekildeğiştirmelerin plastik mafsalaismi verilen belirli keitlerde biriktiği, sistemin diğer kısımlarının ise doğrusal-elastik davranış gösterdiği varsayılır [22].

2.3.2.1 Plastik Mafsal Kabulü

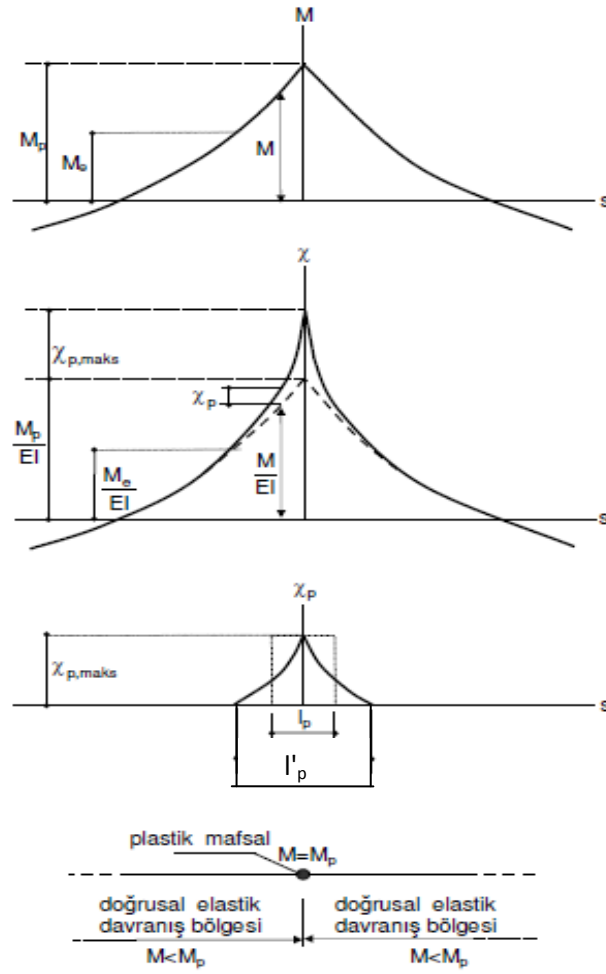
Süneklik oranı toplam şekildeğiştirmelerin doğrusal olanlara oranı olarak tanımlanmaktadır. Bu oranın yüksek olduğu ve doğrusal olmayan şekildeğiştirmelerin küçük bir alana yayıldığı sistemlerde, doğrusal olamayan eğilme şekildeğiştirmelerinin '*plastik mafsal*' olarak tanımlanan kesitlerde biriktiği ve diğer alanlarda ise sistemin doğrusal-elastik davrandığı kabul edilmektedir. Tanımı yapılan bu hipotez *plastik mafsal* yada *plastik kesit* hipotezi olarak adlandırılmaktadır [22].

Plastik mafsal hipotezinin yapılabileceği sünek davranış gösteren sistem hesapları önemli oranda kısaltılabilmektedir.

Malzeme bakımından doğrusal olmayan teorinin esas alındığı bir kesitteki gerçek eğilme momenti-eğrilik ilişkisi Şekil 2.4'te gösterilen bir düzlem çubuk elemanın bir bölgesine karşılık gelen eğilme momenti diyagramı, toplam eğilme şekildeğiştirmeleri ile doğrusal olmayan şekildeğiştirmeler ise Şekil 2.5'te gösterilmektedir.



Şekil 2.4: Eğilme Momenti-Eğrilik Diyagramı [22].



Şekil 2.5: Doğrusal olmayan şekildeğştirmeler [22].

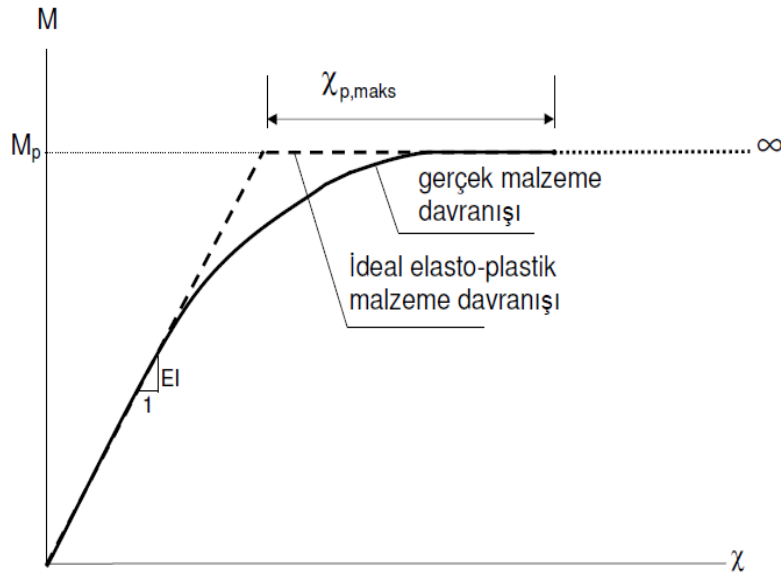
Şekil 2.5’de gösterildiği gibi bir çubuk eleman üzerinde l_p uzunluğunda bir alana yayılan doğrusal olmayan şekildeğişimlerin, plastik mafsalsal olarak tanımlanmış olan bir noktada biriktiği varsayılmaktadır. Plastik mafsalsal dönmesini φ_p olarak gösterilmektedir [22].

$$\varphi_p = l_p \chi_p d_s \quad (2.3)$$

Bu hipotezin kullanılması, gerçek eğilme momenti-eğrelilik bağıntısının iki doğru parçasından meydana gelecek şekilde ideale yakın hale getirilmesine karşı gelmektedir, (Şekil2.6). Bu idealleştirme, Denklem (2.4) ve (2.5)’ te verilen bağıntılarla temsil edilmektedir.

$$M \leq M_p \text{ için } \chi = \frac{M}{EI} \quad (2.4)$$

$$M = M_p \text{ için } \chi \rightarrow \chi_p \quad (2.5)$$



Şekil 2.6: İdealleştirilmiş bünye bağıntısı [22].

Sistemde dış yüklerin artışı ile meydana gelen plastik mafsalsal dönme değerinin artması, dönme kapasitesi olarak isimlendirilen bir limit değere eşdeğer olduğunda, oluşan büyük plastik şekildeğişimler sebebiyle kesit kullanılamaz duruma gelmektedir. Bu yapı sistemindeki bir yada daha fazla kesitte plastik mafsalsal dönmelerinin dönme kapasitesine gelmesi durumunda yapı kullanılamaz hale gelir. Diğer bir ifade ile bu durum yapının göçmesine sebep olur. Bu durumda dönme

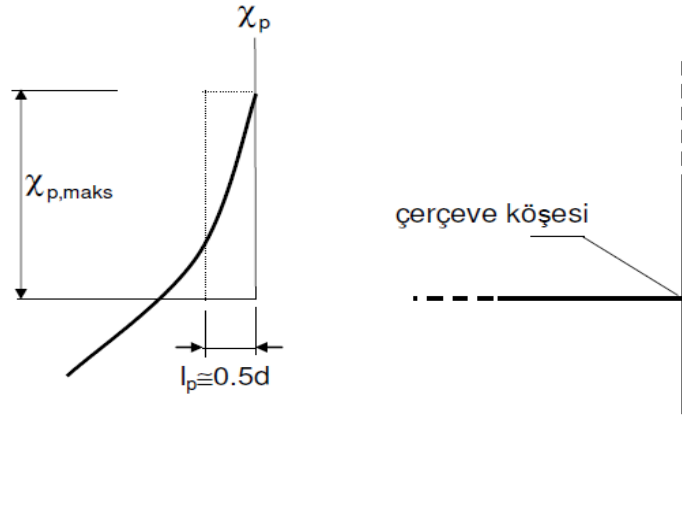
kapasitesi; eğilme momenti diyagram şekli ile $M-\chi$ ilişkisine göz önünde tutularak (2.6) bağıntısı ile belirlenmektedir [22].

$$\varphi_{p,maks} = l_p \chi_p d_s \quad (\chi_p \rightarrow \chi_{p,maks}) \quad (2.6)$$

Dönme kapasitesinin yaklaşık olarak hesabı için (2.6) bağıntısı kullanılabilir.

$$\varphi_{p,maks} = l_p \chi_{p,maks} \quad (2.7)$$

Burada l_p plastik bölge uzunluğunu (plastik mafsal boyunu) ifade eder ve yaklaşık olarak enkesit yüksekliğinin (eğilme momenti eksenine dik olan enkesit boyutunun (d 'nin) yarısıdır [22].



Şekil 2.7: Plastik mafsal boyu [22].

Dönme kapasitesini etkileyen faktörler betonarme elemanlar için gerilme şekildeğiştirme eğrilerinde beton ve donatının boy değişimlerini etkileyen başlıca parametreler normal kuvvet düzeyi, kesitin boyutları, sargı donatısı ve eğilme momentinin şeklidir.

3. YAPILARIN PERFORMANSA DAYALI TASARIM VE DEĞERLENDİRME KAVRAMI

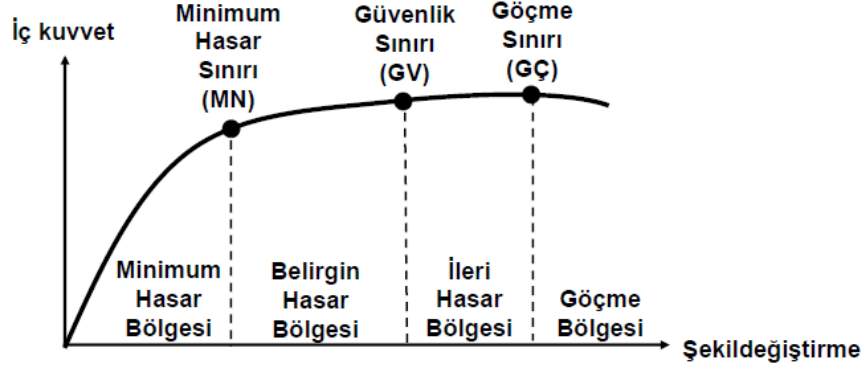
Yapıların performansa dayalı tasarımı ve değerlendirilmesi üç temel aşamadan oluşmaktadır. Birinci aşamada, yapı için bir performans hedefi seçilir. Bu aşamada, performans hedefinin seçilebilmesi için deprem tehlike seviyelerinin ve yapı için öngörülecek olan performans seviyesinin de belirlenmesi gerekir. İkinci aşamada, öngörülen deprem tehlike seviyeleri için doğrusal olmayan statik analiz yöntemleri ile yapının analizi yapılır. Üçüncü aşamada ise yapının performans seviyesi değerlendirilmektedir. Bu aşamada, yapı için öngörülen performans seviyesinin gerçekleşip gerçekleşmediğinin kontrolü yapılmaktadır.

Performans kriterlerini esas alan yerdeğiştirmeye dayalı yöntemlerin araştırılması ile ilgili olarak yapılan ilk çalışmalar, **ATC 40**, **FEMA 273**, **FEMA 356** raporları ile yayınlanmıştır. Çalışmaların ardından yürütülen **ATC 55** projesi ve projenin bulgularını içeren **FEMA 440** raporu taslak olarak sonuçların geliştirilmesi amacıyla yayınlanmıştır. Bu çalışmalar doğrultusunda ülkemizde de "Deprem Bölgelerinde Yapılacak Binalar Hakkında Yönetmelikte" (DBYBHY-2007) "*Mevcut Binaların Değerlendirilmesi ve Güçlendirilmesi*"ni içeren 7. Bölüm ile birlikte bu yaklaşım uzun bir zamandır yürürlükte dir.

3.1 DBYBHY-2007'ye göre Performans Değerlendirmesi

DBYBHY-2007' de betonarme binaların deprem performanslarının belirlenmesinde doğrusal elastik ve doğrusal elastik olmayan yöntemler ile kullanım amacı ve türü farklı binalar için öngörülen performans hedefleri tanımlanmıştır. Binanın deprem güvenliğinin olup olmadığına bina performans seviyesinin hedef performans seviyesi ile kıyaslanması neticesinde karar verilir. Bina hedef performans seviyeleri yönetmelikte "Hemen Kullanım", "Can Güvenliği", "Göçme Öncesi" ve "Göçme Durumu" olarak tanımlanmaktadır. Performans seviyesinin belirlenebilmesi yapıdaki taşıyıcı elemanların hasar miktarına bağlıdır. Belirtilen yöntemler ile yapıların analizi sonucu elde edilen hasar miktarları verilen sınır değerlerle kontrol

edilerek elemanların hasar seviyeleri belirlenir. Elemanın hasar seviyesi, kesite ait şekildeğiştirme değerleri MN sınırına ulaşmadı ise Minimum Hasar bölgesinde, MN ve GV arasında ise Belirgin Hasar Bölgesi'nde, GV ile GÇ arasında ise İleri Hasar Bölgesi'nde ve GÇ sınırını aşarsa Göçme Bölgesi'nde olduğu kabul edilir (Şekil 3.1).



Şekil 3.1: TDY-07 'ye göre hasar sınırları [3].

DBYBHY-2007' de mevcut yapıların değerlendirmesi için doğrusal olmayan analiz yöntemlerine yer verilmiştir. Bu tez kapsamında performans analizi için Artımsal Eşdeğer Deprem Yüğü Yöntemi (AEDYY) kullanılmıştır..

Yöntemin esasını, yapıya ait yerdeğiştirme istemi ile yatay yük kapasitesinin birbiri ile bağımlı olduğu ilkesi oluşturmaktadır. Binada deprem yükleri altında elastik olmayan şekildeğiştirmeler meydana gelmektedir. Bu şekildeğiştirmeler binanın sönümünü artırır dolayısıyla deprem istemini azaltır. Binada meydana gelen doğrusal elastik olmayan şekildeğiştirmelere bağlı olarak elastik talep spektrumu indirgenip kapasite ve talebin eşit olduğu nokta belirlenmeye çalışır. *Performans noktası* adı verilen bu noktada, binadan istenilen performans hedefinin gerçekleşip gerçekleşmediği kontrol edilmektedir.

Bu yöntemde performans noktası belirlenirken kapasite eğrisi, talep spektrumu ile karşılaştırılması gerektiği için, spektral forma dönüştürülür. Bunun için çok serbestlik dereceli sisteme ait kapasite eğrisinin eşdeğer tek serbestlik dereceli sisteme dönüştürülmesi yapılarak, spektral yerdeğiştirme - spektral ivme boyutuna getirilir.

Bu eksen dönüşümü için DBYBHY-2007' de aşağıda belirtilen ifadelerden yararlanır.

(a) (i)'inci itme adımında haki (deprem doğrultusunda hakim) moda ait modal ivme aşağıdaki şekilde elde edilir.

$$a_1^{(i)} = \frac{V_{x1}^{(i)}}{M_{x1}} \quad (3.1)$$

(b) (i)'inci itme adımında birinci (deprem doğrultusunda hakim) moda ait modal yer değiştirme'nin hesabı için ise, aşağıdaki bağıntıdan yararlanılabilir.

$$d_1^{(i)} = \frac{u_{xN1}^{(i)}}{\Phi_{xN1} \Gamma_{x1}} \quad (3.2)$$

Birinci (deprem doğrultusunda hakim) moda ait modal katkı çarpanı Γ_{x1} , deprem doğrultusunda taşıyıcı sistemin başlangıç adımındaki doğrusal elastik davranışı için tanımlanan L_{x1} ve M_1 'den yararlanılarak aşağıdaki şekilde elde edilir.

$$\Gamma_{x1} = \frac{L_{x1}}{M_1} \quad (3.3)$$

Analizi sonucunda elde edilen modal kapasite diyagramı ile birlikte, elastik davranış spektrumu ve farklı aşılma olasılıkları için bu spektrum üzerinde birinci (hakim) moda ait maksimum modal yerdeğiştirme, diğer deyişle modal yerdeğiştirme istemi hesaplanacaktır. modal yerdeğiştirme istemi, $d_1^{(p)}$, doğrusal olmayan (nonlinear) spektral yerdeğiştirme S_{di1} 'e eşittir.

$$d_1^{(p)} = S_{di1} \quad (3.4)$$

Doğrusal elastik olmayan (nonlinear) spektral yerdeğiştirme, S_{di1} , itme analizinin ilk adımında, doğrusal elastik davranış esas alınarak hesaplanan birinci (hakim) moda ait $T_1^{(1)}$ başlangıç periyoduna karşı gelen doğrusal elastik (linear) spektral yerdeğiştirme S_{de1} 'e bağlı olarak (3.5) ifadesi ile elde edilir.

$$S_{di1} = C_{R1} S_{de1} \quad (3.5)$$

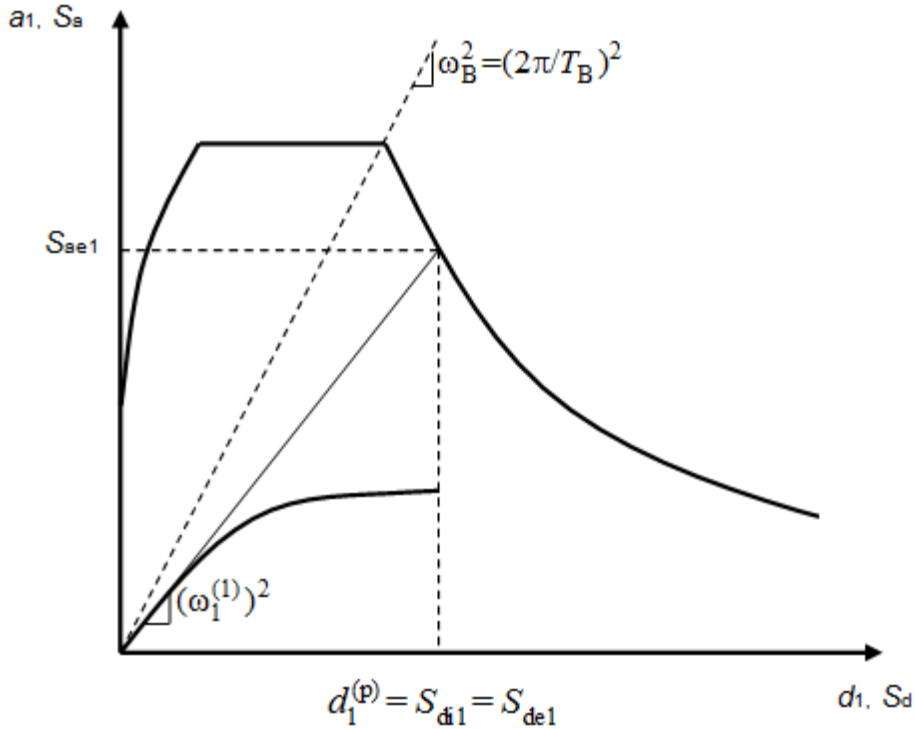
Doğrusal elastik (linear) spektral yerdeğiştirme S_{de1} , itme analizinin ilk adımında birinci moda ait elastik spektral ivme S_{ae1} 'den hesaplanır.

$$S_{de1} = \frac{S_{ae1}}{(\omega_1^{(1)})^2} \quad (3.6)$$

$T_1^{(1)}$ başlangıç periyodunun, ivme spektrumundaki karakteristik periyod T_B 'ye eşit veya daha uzun olması durumunda doğrusal elastik olmayan (nonlinear) spektral yerdeğiştirme, S_{di} eşit yerdeğiştirme kuralı uyarınca doğal periyodu yine $T_1^{(1)}$ olan eşlenik doğrusal elastik sistem'e ait lineer elastik spektral yerdeğiştirme S_{de1} 'e eşit alınacaktır. (3.5) ifadesinde C_{R1} olarak yer alan spektral yerdeğiştirme oranı (3.7) ifadesine bağlı olarak dikkate alınacaktır.

$$C_{R1} = 1 \quad (3.7)$$

$T_1^{(1)}$ başlangıç periyodunun, ivme spektrumundaki karakteristik periyod T_B 'den küçük olması durumunda ise C_{R1} olarak yer alan spektral yerdeğiştirme oranı için ardışık yaklaşım yapılmalıdır.



Şekil 3.2: Performans noktasının belirlenmesi ($T_1^{(1)} \geq T_B$).

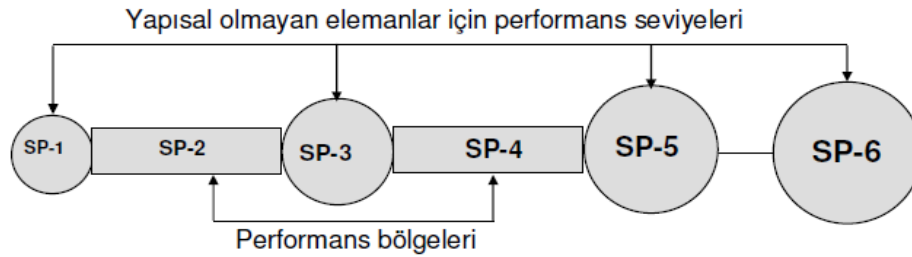
Son itme adımı $i = p$ için (3.4)'e göre belirlenen modal yerdeğiştirme istemi $d_1^{(p)}$ 'nin (3.2)'de yerine konulması ile, ilgili deprem doğrultusundaki tepe yerdeğiştirme istemi $u_{xN1}^{(p)}$ elde edilecektir.

$$u_{xN1}^{(p)} = \Phi_{xN1} \Gamma_{x1} d_1^{(p)} \quad (3.8)$$

3.2 FEMA-440'a Göre Performans Değerlendirmesi

FEMA-356 ve ATC-40 raporları içinde adı geçen analiz prosedürlerinin değerlendirilmesi, iyileştirilmesi ve referans olması açısından FEMA-440 raporu yayınlanmıştır. Bu çalışma kapsamında analiz prosedürü olarak FEMA-356 bahsedilen Yerdeğiştirme Katsayıları Yöntemi 'nin FEMA-440 'da modifiye edilmiş yöntemi kullanılmıştır.

Yapıların performans seviyeleri belirlendikten sonra yapısal ve yapısal olmayan sistem elemanlarında oluşan şekildeğiştirme düzeylerinin belirlenebilmesi FEMA 440'da farklı performans seviyeleri ve performans bölgeleri açıklanmıştır. Yapısal elemanlara ait üç farklı performans seviyesi ve iki farklı performans bölgesi tanımlanmıştır. Bunlar Şekil 3.3 'de şematik olarak gösterilmiştir.



Şekil 3.3: FEMA-440 için performans seviyeleri.

Yapısal elemanlar için performans seviyeleri ve bölgelerine ait tanımlamalar, genel başlıklarıyla birlikte aşağıda verilmiştir.

a) *Hemen Kullanım Yapısal Performans Seviyesi (SP-1)* : Yalnızca sınırlı düzeyde bir hasar miktarına karşılık gelen bir yapısal performans düzeyidir. Deprem sonrası taşıyıcı elemanlarda dayanım ve rijitlik azalması neredeyse olmamıştır.

Yapısal hasarın ardından hayati tehlike riski çok düşük ve küçük yapısal onarımlarla tekrar kullanım mümkündür [24].

b) *Hasar Kontrol Yapısal Performans Bölgesi (SP-2)* : (SP-1) ve (SP3) performans seviyeleri aralığındaki hasar bölgesidir. Hasar kontrol bölgesi tasarımı, binada hasarın mümkün ölçüde sınırlanarak onarımı ve kullanımda kesintiye en aza indirmek için kullanılabilir [24].

c) *Yaşam Güvenliği Yapısal Performans Seviyesi (SP-3)* : Bu performans seviyesi, deprem sonrası yapıda önemli hasarın olduğu fakat yapının kısmen veya tamamen göçmesine kadar kalan sınırdaki hasar durumu anlamına gelmektedir. Bazı yapısal elemanlar ciddi hasar görmüşse de bu yapı içinde yada dışında kısmi göçme meydana gelmemiştir. Deprem esnasında yaralanmalar olabilir. Ancak yapısal hasarın sonucu olarak hayati tehlike yaratan yaralanma riskinin çok az olması beklenmektedir. Binanın tekrar kullanılmadan önce muhtemelen geniş ölçüde yapısal onarımın yapılması beklenir. Ancak bazı hallerde ekonomik nedenlerden dolayı binanın onarılması pratik açıdan mümkün olmayabilir. Hasarlı binada hemen göçme riski olmasa da yapısal onarımlar yapmak veya tekrar kullanım öncesinde geçici olarak önlem almak uygun bulunmaktadır [24].

d) *Sınırlı Güvenlik Yapısal Performans Bölgesi (SP-4)* : Bu hasar bölgesi (SP-3) ve (SP-5) performans seviyeleri aralığındadır.

e) *Göçme Önleme Yapısal Performans Seviyesi (SP-5)* : Deprem sonrasında yapının kısmen veya tamamen göçme tehlikesinde olduğu durum anlamına gelmektedir. Yapıda kalıcı hasar meydana gelmiştir. Yapının rijitliğinde ve yatay kuvvet dayanımında önemli ölçüde azalma vardır. Ayrıca daha sınırlı bir ölçüde düşey yük taşıma kapasitesinde de azalma meydana gelmiştir. Ancak düşey yüklere karşı koyan bütün taşıyıcı sistem elemanları da düşey yükünü taşımaya devam etmektedir. Yapıdan taşıyıcı sistem elemanlarının kırılması ve kopması sonucu ciddi yaralanma riski vardır. Yapının onarımı teknik olarak pratik olmadığı gibi, artçı bir deprem göçmeyi tetikleyebileceğinden tekrar kullanım için güvenli değildir [24].

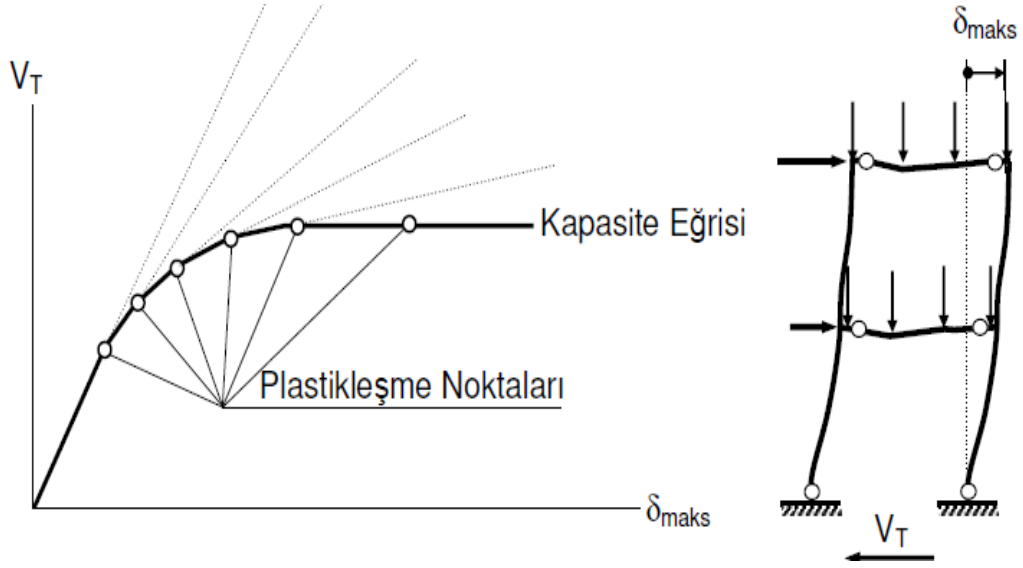
f) *Performansın Gözönüne Alınmadığı Durum (SP-6)* : Bu performans seviyesinde bazı bina sahipleri rehabilitasyon programında yapının kendi

performansını değil de yapısal olmayan zayıflıkları göstermek isteyebilir (Örneğin parasetler veya tehlikeli madde konteynırlarını sabitlemek gibi). Bu tür rehabilitasyon programları bazen etkili olur. Çünkü bir sismik tehlikeyi önlemek maliyette önemli bir düşüşü sağlar [24].

3.2.1 Yerdeğiştirme Katsayıları Yöntemi (YKY)

Yerdeğiştirme Katsayıları Yöntemi (YKY), belirli bir deprem yer hareketi için binaya yüklenen yerdeğiştirme talebi ile yapının yatay yük taşıma kapasitesinin birbirine bağımlı olduğu esasına dayanmaktadır. Ancak, bu yöntemde yerdeğiştirme talebi grafiksel olarak değil direkt olarak sayısal bir yöntemle hesaplanmaktadır. Bunun için taşıyıcı sisteminin özelliklerine bağlı olarak belirlenen, yapının periyodunu, histeristik davranışını ve ikinci merteye etkilerini temsil eden katsayılar kullanılmaktadır.

Yerdeğiştirme Katsayıları Yönteminde önce taban kesme kuvveti (V_T) ile yapının tepe noktası yerdeğiştirmesi (δ_{maks}) arasındaki ilişkiyi belirleyen kapasite eğrisi elde edilir. Kapasite eğrisinin çizilmesinde, yapının birinci doğal titreşim periyoduna ve etkin olan modlara bağlı olarak uygun bir eşdeğer deprem yükü dağılımı seçilir. Doğrusal olmayan teoriye göre analiz yapılarak kapasite eğrisi elde edilir (Şekil 3.4) [22]. Kapasite eğrisi elde edildikten sonra bu eğri, elastik rijitliği ifade eden (K_e) ve elastik sonrası rijitliği ifade eden (K_s) doğru parçaları ile idealleştirilir. Bu idealleştirme yapılırken K_e doğrusunun kapasite eğrisini kestiği noktanın ordinatının, K_e ve K_s doğrularının kesim noktasının ordinatı için verilen %60 ($0.60V_y$) koşulunun gerçekleşmesi sağlanır (Şekil 3.5). İki doğru parçasının kesişim noktası başlangıçta bilinmediğinden bir deneme yanılma yöntemi uygulanarak ilgili koşul sağlatılır. Buna göre, kapasite eğrisi üzerinde bir hedef yerdeğiştirmesi (δ_T) tahmin edilerek (öngörülerek) K_e doğrusu seçilir ve buna bağlı olarak V_y değeri belirlenir. K_e doğrusunun kapasite eğrisini kestiği noktanın ordinatı kontrol edilir. Eğer bu değer $0.60V_y$ ye eşit değilse K_e için yeni bir değer öngörülerek işlem tekrarlanır. İlgili koşulu sağlayan idealleştirme gerçekleştirildikten sonra (3.9) bağıntısı ile T_e etkin periyot değeri hesaplanır [24].

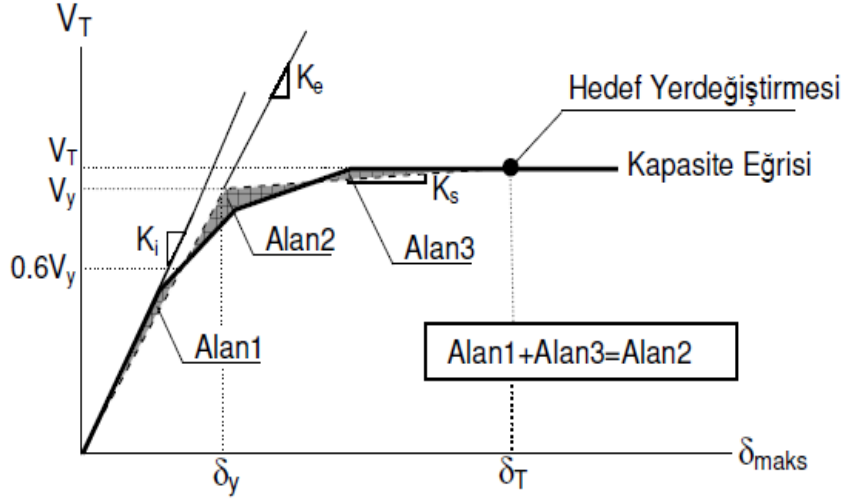


Şekil 3.4: Kapasite eğrisinin elde edilmesi[22].

$$T_e = T_i \frac{\overline{K_i}}{K_e} \quad (3.9)$$

Burada,

- T_i : Elemanların gerçek (çatlamış) rijitlikleri kullanılarak deprem kuvveti doğrultusunda yapının serbest titreşim analizi ile hesaplanan birinci doğal titreşim periyodu,
- K_i : yapının elastik yanal rijitliği,
- K_e : yapının elastik etkin rijitliği,
- d_y : iki doğru parçası ile idealleştirilen kapasite eğrisinin akma yerdeğiştirmesi,
- V_y : iki doğru parçası ile idealleştirilen kapasite eğrisinin akma dayanımı olarak tanımlanmaktadır.



Şekil 3.5: Kapasite eğrisinin FEMA-440'a göre idealleştirilmesi [24].

YKY'nde binanın performans seviyesi kontrolünün yapılacağı δ_T hedef yerdeğiştirme, (3.10) bağıntısı ile hesaplanmaktadır,

$$\delta_T = C_0 C_1 C_2 S_a \frac{T_e^2}{4\pi^2} \quad (3.10)$$

C_0 : Eşdeğer tek serbestlik dereceli sistemin spektral yerdeğiştirmesini, çok serbestlik dereceli bir sistemin tepe yerdeğiştirmesi ile ilişkilendiren katsayıdır. Bu katsayı için aşağıda belirtilen değerlerden herhangi biri kullanılabilir [24].

- Yerdeğiştirme kontrol noktası seviyesindeki birinci modal katılım çarpanı değeri $\Gamma_1 = (PF1\Phi_{Tep e,1})$,
- Hedef yerdeğiştirmesine ulaşmış binanın deforme olmuş şekli kullanılarak belirlenmiş modal katılım çarpanı değeri,
- Bina taşıyıcı sistemi özelliğine ve kat adedine bağlı olarak belirlenmektedir.

Tablo 3.1: C_0 katsayısı için değerler [24].

Kat	Kayma Binaları		Diğer Binalar
	Üçgen yük	Üniform yük	Herhangi bir yük
1	1.00	1.00	1.00
2	1.20	1.15	1.20
3	1.20	1.20	1.30
5	1.30	1.20	1.40
>10	1.30	1.20	1.50

- C_1 : Bilindiği gibi C_1 katsayısı, *doğrusal-elastik* davranış için hesaplanmış yerdeğitirmeler ile beklenen maksimum elastik olmayan yerdeğitirmeleri ilişkilendiren katsayıdır.
- C_2 : Bilindiği gibi C_2 katsayısı, tekrarlı yükler altında histeretik yerdeğitirme davranışı üzerinde pinching (dinamik yükler altında çatlakların açılıp kapanmasının ve donatı sıyrılmasının *iç kuvvet-şekildeğitirme* bağıntısına olan etkisidir) etkisi, rijitlik azalması (stiffness degrading) ve dayanım kaybı (strength degrading) etkisini temsil eden değişiklik katsayısıdır [24].

4. DOLGU DUVARININ MODELLENMESİ

Betonarme çerçevelerde, iç mekanları bölmek amacıyla kullanılan duvarlarda genellikle boşluklu/boşluksuz tuğla malzemesi kullanılır. Dolgu duvarlar, çerçeve rijitliğini ve mukavemetini arttırmasına rağmen, çerçeve-dolgu duvar kompozit davranışı hakkında yeterli bilgi olmadığından, nümerik modelde göz önünde pek tutulmaz. Ancak, günümüzde dolgu duvar ile onu saran çerçeve arasında güçlü bir etkileşim olduğu geniş çaplı deneysel ve yarı-analitik araştırmalar yardımıyla ortaya konmuştur. Bu bulgular aşağıda özetlenmiştir [25].

Kompozit çerçeve davranışı sadece çerçevenin bağıl rijitliğine ve dolgu duvar ile çerçevenin geometrisine bağlı değildir; aynı zamanda tuğlanın mukavemet özelliklerinden önemli derecede etkilenir.

Kompozit çerçevenin toplam rijitliğinde ve düzlem içi atalet momentinde, dolayısıyla enerji dağılımında hatırı sayılır artma olur.

Çerçevenin yüksekliği boyunca oluşan kayma gerilmelerinin, dolgu duvar etkisi hesaba katılmadığı için, oldukça yüksek olduğu saptanmıştır. Yapılarda depremle oluşan hasar bedelinin yaklaşık %80'i dolgu duvarlar, kapı, pencere, elektrik ve sıhhi tesisat hasarlarından oluşur.

Geniş uygulama alanı ve ekonomik önemine rağmen, bu yapısal sistemin analitik olarak modellenememesi, aşağıdaki sebeplerle açıklanabilir [25]:

- Hesaplamaların Karmaşıklığı: dolgu malzemesi ve ara yüz boyunca değişken olan temas yüzeyleri analitik zorluk çıkarır. Smith, S. (1966)'e göre, dolgulu çerçevelerin kompozit davranışı gerçekte statik olarak belirsiz karmaşık bir problemdir.

- Yapısal Belirsizlikler: tuğlanın mekanik özellikleri kadar çerçeve-duvar temas yüzeylerindeki sınır koşulları yerel imalat koşullarına bağlıdır.

- Dolgulu çerçevelerin doğrusal olmayan davranışı dolgu duvar paneli ile onu çevreleyen çerçeve arasındaki temas yüzeyine bağlıdır.

Dolgu duvarları, binaların yatay rijitliğini arttırarak dinamik yükler altındaki davranışını önemli derecede etkilemektedirler. Yapının yatay rijitliğini arttırmaları nedeniyle, yapının mod şeklini ve periyodu gibi dinamik davranışlarını değiştirebilmekte bunun yanı sıra hesaba katılmayan normal kuvvetlerin ve kesme kuvvetlerinin ortaya çıkmasına neden olmaktadır.

4.1 Dolgu Çerçevelerin Nümerik Modelleme Teknikleri

1950'lerin ortalarından beri, dolgulu çerçevelerin bünyesel davranışı ile ilgili araştırmalar sonucu bir takım analitik modeller geliştirilmiştir. Modelleri, yaklaşımlarını daha iyi anlayabilmek için karmaşıklıklarına, model oluştururken ele alınan detaylara ve yapının davranışı ile ilgili araştırmacıya sağladığı bilgiye dayanarak, mikro ve makro model olarak sınıflandırmak mümkündür. Bir makro-modelin temel karakteristiği, bütün olası yerel göçme modları modellemeden yapısal elemanın genel davranışını kapsamaya çalışmaktır. Diğer yandan, mikro-modeller bütün olası göçme modlarını kapsayabilmesi açısından bir yapısal elemanın davranışını detaylı olarak modeller [4].

4.1.1 Mikro-Modeller

Mikro modeller, yatay yük altındaki dolgulu çerçevelerin davranışını temsil etmesi için üç farklı eleman kullanmış olup, sonlu elemanlar yöntemine dayanmaktadır. Bu modellere göre, çerçeve bir çubuk veya düzlem eleman olarak, tuğla düzlem eleman olarak, ve harç ise ara yüz elemanları ya da tek boyutlu düğüm elemanları ile modellenmektedir.

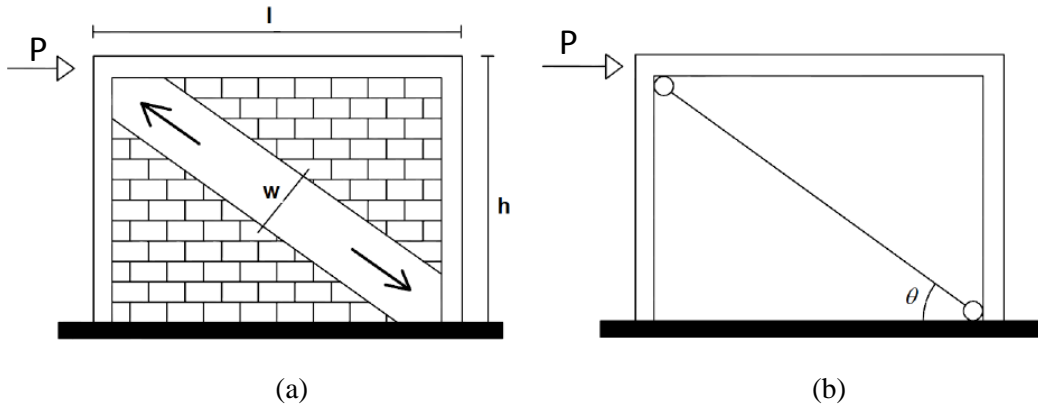
4.1.2 Makro-Modeller

Yatay yük etkisindeki bir dolgu duvarı, onu sınırlayan çerçeveden farklı davranış sergiler. Bu farklı davranışı ifade edebilmek için, iki karşılıklı basınç köşesinde diyagonal bir çubuğun göstereceği basınç mekanizması oluşarak, duvarın çerçeve ile teması sınırlandırmak yerinde olacaktır. Çerçeve – dolgu duvar arasında

böyle bir ilişki olduğundan, dolgulu çerçevenin göçme mekanizması tek başına bir çerçevenin ya da tek başına bir duvar panelinin göçme mekanizmasından çok farklı olabilir. Birçok durumda yanal rijitlik, bu iki bileşenin basit bir toplamı olarak kabul edilemez. Bu ilişkiyi modellemenin en yaygın ve kolay yaklaşımı, bir eşdeğer basınç çubuğu kullanmaktır.

4.1.3 Eşdeğer Basınç çubuğu modeli

Nümerik yapı modelinde dolgu duvarların katılımını sağlamak amacı ile eşdeğer basınç çubuğu olarak tanımlanmasını esas alan modelleme yapılmış ilk analitik çalışmalardandır. Yatay yük sebebiyle duvar paneli üzerinde oluşan basıncın oluşturduğu gerilme, yükün uygulandığı nokta ile ilintili olup yükün çaprazındaki köşeyi etkilemektedir (Şekil4.1). Diyagonal çapraz çubuk modellemesi durumun temsili için çok sayıda bilim insanı ve araştırmacılar tarafından kullanılmaktadır [5].

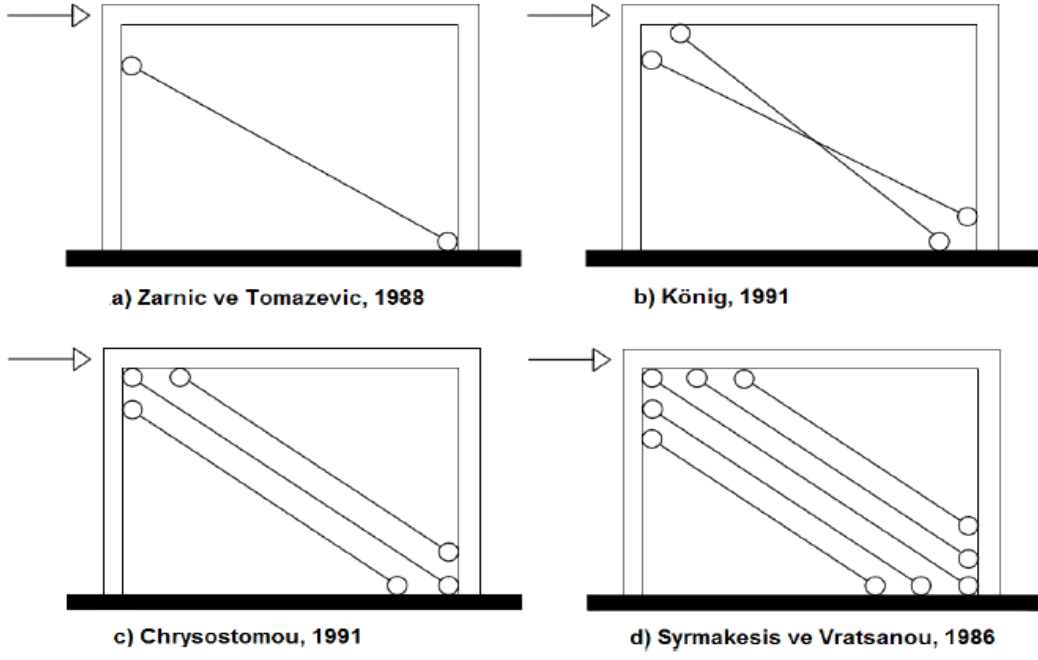


Şekil 4.1 : (a) Yatay yük sebebiyle duvar paneli üzerinde oluşan basıncın bölgesi ve (b) Diyagonal çapraz çubuk modellemesi [5].

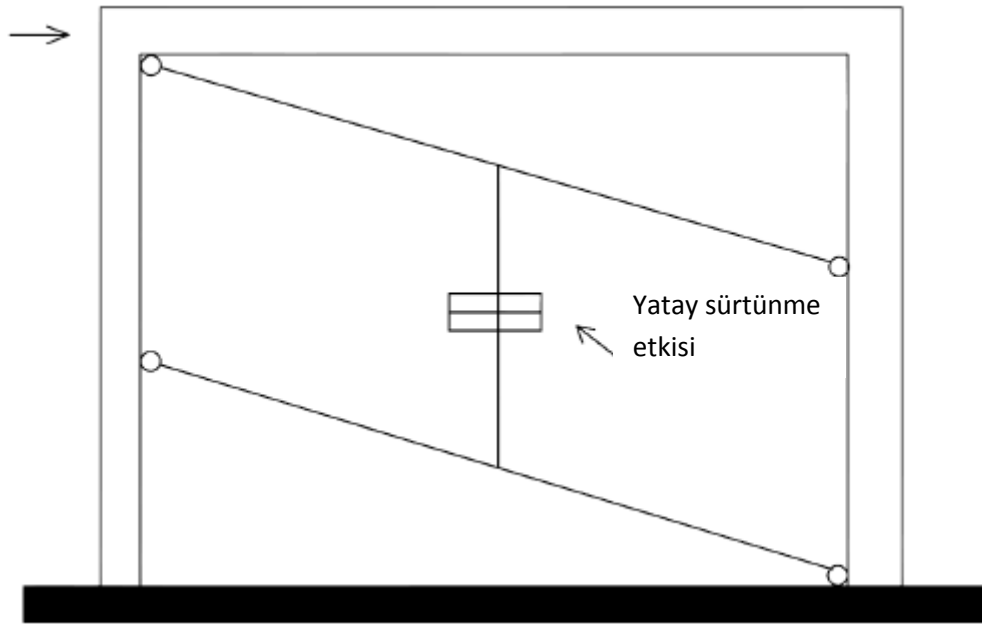
Araştırmacılar tarafından modelleme için kullanılan 'diyagonal çapraz çubuk modellemesi' kullanılan sistemlerde rijitlik açısından uygun görünse de yatay yükün etkisindeki iç kuvvetlerde yeterli hassasiyeti gösterememekte ve bu açıdan da yeterliliği tam karşılayamamaktadır. Araştırmacılar tarafından pek çok kez yapılmış çalışmalarda, çerçeve elemanlarda kesit tesirleri incelendiğinde uygulanabilir sonuçlara ulaşılamamakta ve plastik mafsallarda tam ifade gözlenememiştir. Karşılaşılan bu olumsuz sonuçlar sebebiyle farklı araştırmacılar '*diyagonal çoklu çapraz çubuk modelleri*' ile gerçekçi sonuçlar bulmaya çalışmış ve bu sonuçları 'tekil eşdeğer diyagonal çapraz çubuk modeli' ile karşılaştırmış ve çerçeve elemanlarda

meydana gelen etkinin daha doğru olduğu gösterilmiştir (şekil 4.2). Zarnic ve Tomazevic'in 1988 yılında sundukları model (şekil 4.2a) kayma kuvvetlerinin kolon üstü bölgelerde meydana gelen hasarlı durumlarda uygulanabilmekte ancak yapılan çalışmalarda araştırıcılar bu türde bir etkiyi tespit edememişlerdir. şekil 4.2 b, c, d' de gösterilen modellerde çerçeve elemanlardaki iç kuvvetlerin doğruya yakın tespitine yönelik olarak hazırlanmıştır.

Eşdeğer diyagonal çapraz modelleri incelendiğinde yatay yükün etkisi ile dolgu duvarlı çerçevelerde oluşan yatay kayma çatlağının da gerçeğe yakın ifade olmadığı gösterilmiştir. Leuchars ve Scrivener tarafından kolon ortasındaki iç kuvvetler ve dolgu duvarla harç arasında yatay sürtünme nedeniyle kayma gerilmelerinin sınır değere erişmesi ile oluşan yatay kayma çatlağı şekil 4.3'de temsili olarak modellenmiştir [5].



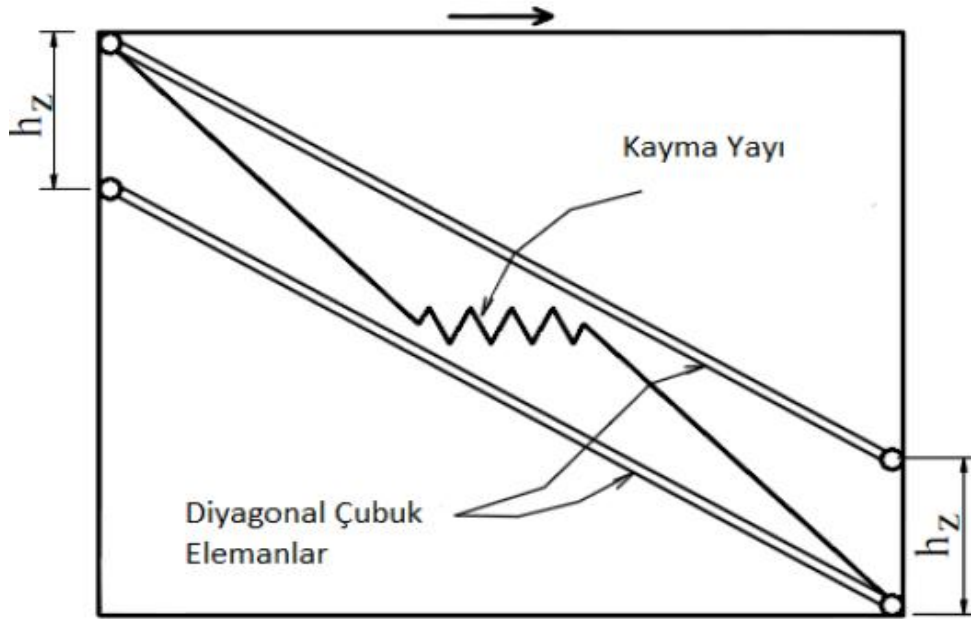
Şekil 4.2: Diyagonal çapraz çubuk modelinin düzenlenmiş durumu ve çoklu çubuk modelleri [5].



Şekil 4.3: Dolgu duvarlı çerçevelerin yatay kayma etkisi altındaki davranışının temsili için Leuchars, Scrivener (1976) tarafından önerilen model [5].

Karşılaşılan bir diğer hasar türü olan kayma göçmesi yine yatay yükün etkisi ile ortaya çıkmakta ve dolgu duvarlı çerçeveler için bu durumun çözüme ulaştırılması gerekmektedir. Bu tez kapsamında bu durum mercek altına alınmış ve 1997 yılında Crisafulli (Şekil 4.4). tarafından önerilen görüş kullanılarak özellikle bu göçme mekanizması etkilerini hesaba katan bir model geliştirilmeye çalışılmıştır.

1997 yılında Crisafulli'nin oluşturmuş olduğu model incelendiğinde görülmektedir ki dolgu duvar panelindeki kayma ve basınç etkileri ayrı ayrı hesaba katılmıştır. Modelde kayma yayı her iki yönde ve ikili çubuk kullanılmıştır. Eşdeğer diyagonal basınç çubuklarının paralel ve aralarında temas yüzeyininin de h_z düşey mesafesi olarak kabul edildiği görülmektedir. Ortaya çıkan değer, yatay yükün etkisi ile dolgu duvarlı çerçevede duvar ve çerçevenin temas boyu uzunluğunu ifade etmektedir. Bu da çerçevenin yükseklik değerinin yarısı yada üçte biri şeklinde kabul görmektedir [5].



Şekil 4.4: 1997 yılında Crisafulli tarafından kayma göçmesi beklenen dolgu duvarlı çerçeveler için önerilen model [5].

İncelenen bu modelde (Şekil 4.4) sistemin oluşturduğu ilk faz tepkisi genel anlamda kayma yayı tarafından kontrol edilmektedir. Dolgu duvarda kaymaya karşı oluşana dayanımın eşik değeri geçildiğinde panelin elemanlarında yatay kayma çatlağı oluşumunun başladığı gözlenir. Bu aşamadan sonra işleyiş mekanizması

değişmekte ve çerçeve elemanlardaki iç tesir değerlerinin de görece artış gösterdiği tespit edilmektedir. Crisafulli tarafından yine çerçevede oluşan kesme kuvvetleri ve bunlara ait eğilme momentlerinin Şekil 4.2d' de verilen üçlü diyagonal çubuk modeli ile hemen hemen aynı olduğu gösterilmiştir. Kayma yayının özellikleri mutlaka dolgu duvar panellerinin tam durumunu gösterecek şekilde hesaplanmalıdır. Eşdeğer diyagonal çapraz çubukların toplam rijitliğinin belli bir oranı(γ_s) kullanılarak kayma yay rijitliği (K_s) hesaplanmaktadır.

$$K_s = \gamma_s \frac{A_{ms} E_m}{d_s} \cos^2 \theta \quad (4.1)$$

Burada $A_{ms} E_m$: Eşdeğer diyagonal çapraz çubukların aksel rijitliği

d_m : Çerçevenin diyagonal uzunluğu

θ : Diyagonal çapraz çubuğun yatay ile yaptığı açı (derece)

γ_s : Dolgu duvar rijitliğinin kayma yayına aktarılacak oranı (0.50 - 0.75) olmaktadır.

4.2 Dolgu Duvarların Deprem Yükleri Etkisinde Taşıyıcı Sisteme etkileri

Yatay yüklerin dolgu duvar ve çerçeveler üzerindeki etkilerini göz önüne almamak güvensiz sonuçlar vermektedir. Yapıdaki dolgu duvarlar yapının yataydaki rijitlik artışını sağlamakta böylece periyodunun azalmasına neden olmaktadır. Ayrıca bu etki deprem talebinin artması ile de sonuçlanabilmektedir. Dolgu duvarları ve çerçeveler arasında meydana gelen değişimler yapının mod şekillerinde ilave değişimlere yol açmaktadır. Dolgu duvarlar planda veya kesitte yerleşim açısından incelendiğinde görülmektedir ki bu yerleşimler yapısal davranışlar açısından bu türde değişimler oluşturabilmektedir [4].

Binadaki duvarlar nedeniyle oluşan ve DBYBHY-2007' de tanımlanan düzensizlik durumları, aşağıda özetlenmiştir.

a) Burulma Düzensizliği: Burulma düzensizliği taşıyıcı sistem elemanlarının planda simetrik yerleştirilmemesi sonucu oluşmaktadır. Dolgu duvarların etkisi

incelendiğinde yapının yatay rijitliğine katkıda bulunduğu görülmektedir. Bu etki ihmal edilemeyecek düzeyde olup planda rastgele yerleştirilmesi sistemin rijitlik merkezi ve kütle merkezi arasında bulunan uzaklık ile dışmerkezliğin artmasına sebep olabilir. Bu durum da yapının beklenmedik şekilde burulması ile sonuçlanabilmektedir [4].

b) B1-Komşu Katlar Arası Dayanım Düzensizliği (Zayıf Kat): Betonarme bir binada birbirine dik geçen iki deprem doğrultusunun birinde, katlardan birinde etkili kesme alanının, bir üst katındaki etkili kesme alanına oranı olarak tanımlanmakta olan dayanım düzensizliği katsayısının η_{ci} 'nin 0.80'den küçük olması ile ifade olmaktadır. Bu tipte düzensizliğin vuku bulunduğu binalarda, incelenen i 'inci kattaki dolgu duvar alanlarının toplamı bir üst katta oranla yüksek ise

$$\eta_{ci} = (\Sigma A_e)_i / (\Sigma A_e)_{i+1} < 0.80 \quad (4.2)$$

$$\Sigma A_e = \Sigma A_w + \Sigma A_g + 0.15 \Sigma A_k \quad (4.3)$$

Yukarıdaki ifadelerde;

η_{ci} : Dayanım düzensizliği katsayısı,

ΣA_e : Herhangi bir katta etkili kesme alanı,

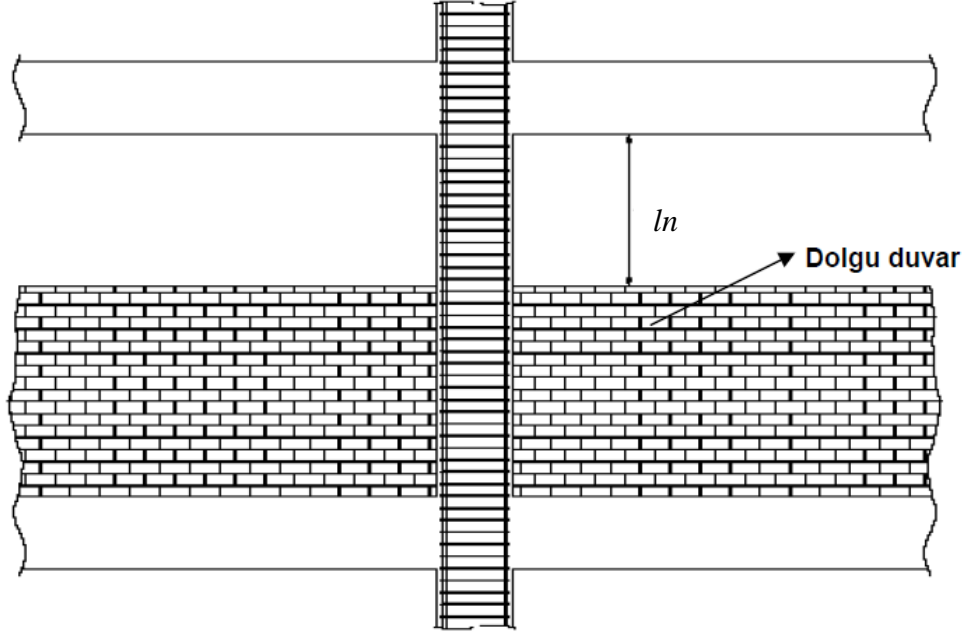
Herhangi bir katta, gözönüne alınan deprem doğrultusuna paralel doğrultuda bulunan perde olarak seçilen taşıyıcı sistem elemanlarının enkesit alanları toplamı,

ΣA_k : Herhangi bir katta, gözönüne alınan deprem doğrultusuna paralel kagir dolgu duvar alanlarının (kapı ve pencere boşlukları hariç) toplamıdır.

Oluşan düzensizlik dolgu duvarları ile yapının kesme kuvvetleri arasındaki dayanımın durumunu dikkate almaktadır.

c) Kısa kolan etkisi, farklı nedenlerle ile dolgu duvarların kolon boyunca devamlılık sürdürmez ise oluşmaktadır. Şekil 4.5 incelendiğinde görülmektedirki meydana gelen bu durum ln kolon etkili boyu kısaltmaktadır. Boyun kısalması ile kısa kolonlarda rijitlik artmakta, çerçevelerde daha fazla yük istemi oluşmaktadır. Sonuç olarak oluşan bu durum kolonlarda oluşacak kesme kuvvetlerinde göz ardı

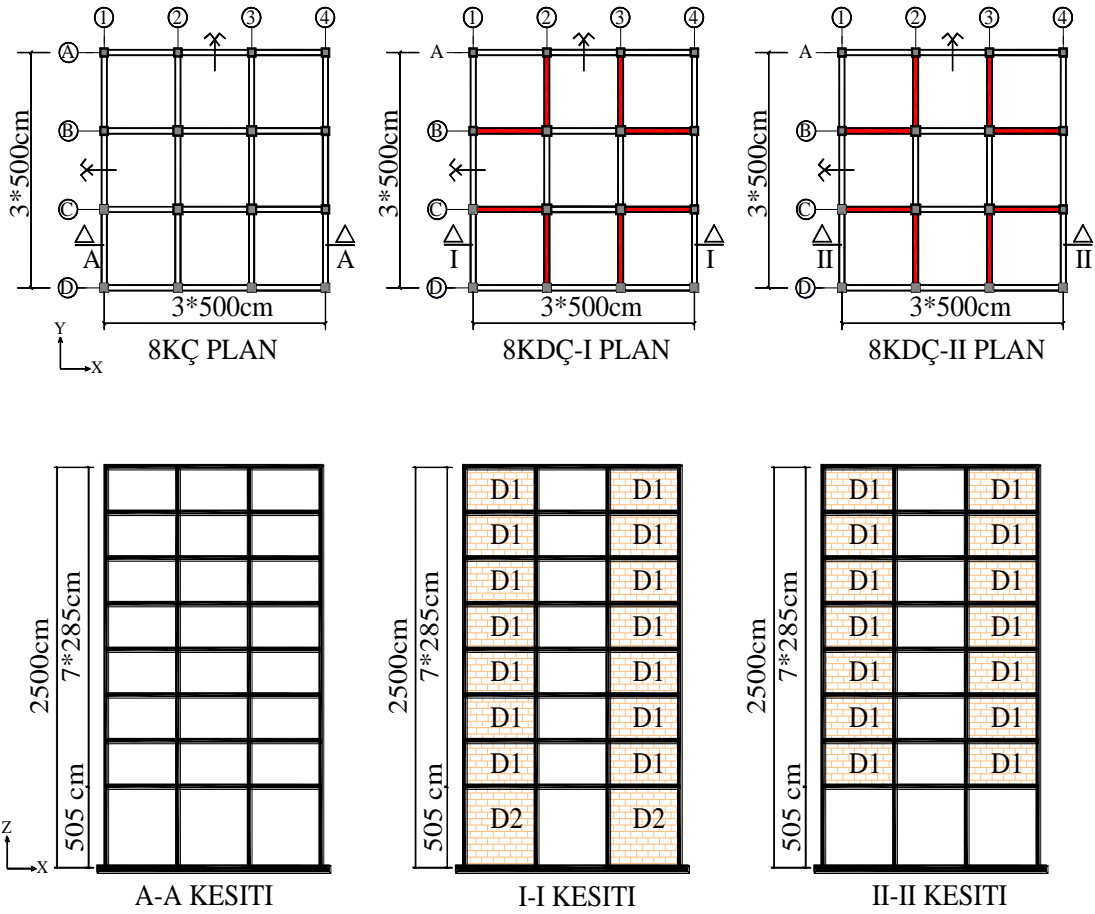
edilemeyecek düzeyde artışlara sebep olmaktadır. Dolgu duvarlar kirişte meydana gelen mafsallaşmanın oluşumuna engel olarak, plastik mafsalların kolon üst ucunda ya da dolgu duvarın üste yakın bir yerde meydana gelmesini sağlar. Depremlerde hasar görmüş yapılar incelendiğinde kısa kolon oluşumunun bu yapılarda da çokça bulunduğu görülmektedir [4].



Şekil 4.5: Kısa kolon etkisi [3].

5. SAYISAL İNCELEMELER

Bu bölümde DBYBHY-2007'deki eşdeğer deprem yükü yönteminin 1. ve 2. derece deprem bölgelerinde uygulama sınırı olan 25 m. yükseklik koşulunu sağlayan 8 katlı betonarme çerçeve bir bina örnek olarak seçilmiştir. Bunun için öncelikle DBYBHY-2007 ve TS-500 ve yürürlükteki standartlara göre binanın en ekonomik olacak şekilde boyutlandırılması yapılmış ve dolgu duvarı taşıma kapasitesinin, bina performansına etkisini belirlemek amacıyla, Şekil 5.1'de tipik plan ve kesitleri verilen 8 Katlı Çerçevenin dolgusuz (8KÇ) ve 8 Katlı Dolgulu Çerçevenin (8KDC-I) dolgu duvarı taşıma kapasitesinin her katta dikkate alındığı ve (8KDC-II) en alt kat dışındaki diğer katlarda dikkate alındığı üç farklı durum için betonarme binanın performans değerlendirmesi yapılmıştır.



Şekil 5.1: Dolgusuz 8KÇ ve dolgu duvarlı (8KDC-I, 8KDC-II) binaların tipik plan ve kesitleri.

5.1 Bina Özellikleri

Sayısal incelemeler kapsamında ele alınacak ve geometrik özellikleri Şekil 5.1'de belirtilen betonarme çerçeve binaya ait tasarım parametreleri Tablo 5.1'de verilmiştir. Bina x-y doğrultusunda simetrik, planda ve düşeyde düzensizliği bulunmamaktadır.

Tablo 5.1: 8KÇ Binaya ait tasarım parametreleri.

Deprem Bölgesi		1.derece	
Etkin Yer Ivme Katsayısı	A_0	0.40	
Bina Önem Katsayısı	I	1	
Spektrum Karakteristik Periyotları	T_A-T_B	0.15-0.60	
Taşıyıcı Sistem Davranış Katsayısı	R	8	
Beton ve Beton Çeliği Sınıfı		C20	S420
Döşemeler İçin Sabit ve Hareketli Yük	kN/m^2	4.5	2
Betonun Elastisite Modülü ve Beton Çeliğinin Akma Dayanımı	N/mm^2	28500	420
Hareketli Yük Katılım Katsayısı	n	0.30	

Betonarme bina boyutlandırılmasında 1.derece deprem bölgesinde ($A_0=0.40$), $I=1$, yerel zemin sınıfı olarak Z3 ($T_A=0.15$ s., $T_B=0.60$ s.), Süneklilik düzeyi yüksek çerçeve binalar için taşıyıcı sistem davranış katsayısı olarak $R=8$, beton sınıfı C20, beton çeliği sınıfı S420 olarak alınmıştır. Gerçekçi bir yaklaşımla döşeme sabit ve hareketli yükleri için $G=4.5 \text{ kN/m}^2$, $Q=2.0 \text{ kN/m}^2$ ve boşluklu tuğla duvar yükleri için 2.50 kN/m^2 alınmıştır. Binanın boyutlandırma analizi sonucunda elastik hakim doğal titreşim periyodu $T_1=0.876$ s olarak bulunmuş ve katlara etkiyen eşdeğer deprem yükleri Tablo 5.2'de verilmiştir.

Tablo 5.2: Binaya etkiyen eşdeğer deprem yükleri.

Kat	Kot (m)	H _i (m)	m _i (kN s ² /m)	w _i (kN)	w _i *H _i (kN*m)	F _{x_i} (kN)	F _{x_i} + ΔFn (kN)
8	25	25.00	240.000	2354.4	58860.00	345.63	452.79
7	22.15	22.15	240.000	2354.4	52149.96	306.23	306.23
6	19.3	19.30	240.000	2354.4	45439.92	266.82	266.82
5	16.45	16.45	240.000	2354.4	38729.88	227.42	227.42
4	13.6	13.60	242.170	2375.69	32309.35	189.72	189.72
3	10.75	10.75	242.170	2375.69	25538.64	149.96	149.96
2	7.9	7.90	242.170	2375.69	18767.93	110.21	110.21
1	5.05	5.05	285.000	2795.85	14119.04	82.91	82.91

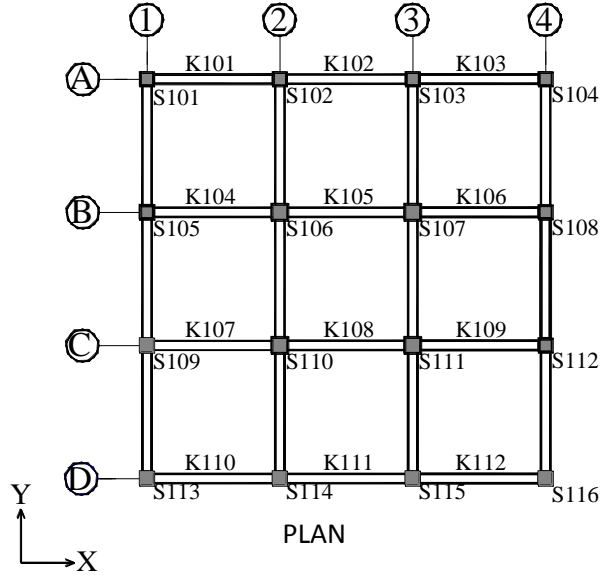
Yukarıda belirtilen özelliklere göre betonarme çerçeve bina STA4CAD v.13 [26] paket programı ile boyutlandırılmıştır. Bu boyutlandırma DBYBHY-2007 ve TS-500 ve yürürlükteki standartlara göre binanın en ekonomik olacak şekilde olması hedeflenmiştir. Aksi takdirde elde edilecek gereğinden fazla kesitler performans kriterlerinin karşılaştırılması bakımından yanıltıcı sonuçlar verebilir. Bu doğrultuda elde edilen kolon kesitlerine ait özellikler Tablo 5.3'de kiriş kesitlerine ait özellikler ise Tablo 5.4'de verilmiştir.

Tablo 5.3: Kolon enkesit özellikleri.

KOLON ENKESİT ÖZELLİKLERİ					
Tip No	Kolon	Kat	Kolon Boyutları (cm*cm)	Düşey Donatı	Sargı Donatısı
S1	KÖŞE A1-A4-D1-D4	1	45*45	12Ø16	Ø8/10/15
S4		2-3-4-5-6-7-8	40*40	12Ø14	Ø8/10/15
S2	KENAR B1-C1-B4-C4- A2-A3-D2-D3	1-2-3-4	50*50	16Ø16	Ø8/10/15
S5		5-6-7-8	45*45	16Ø14	Ø8/10/15
S3	ORTA B2-B3-C2-C3	1	60*60	20Ø16	Ø8/10/15
S6		2	55*55	16Ø16	Ø8/10/15
S2		3-4-5-6-7-8	50*50	16Ø16	Ø8/10/15

Tablo 5.4: Kiriş enkesit özellikleri.

KİRİŞ ENKESİT ÖZELLİKLERİ					
AKS	KİRİŞ BOYUTLARI		KAT	DONATI ADET VE ÇAPLARI	
	b (cm)	h(cm)			
A-A D-D 1-1 4-4	30	50	8	ØÜst	2Ø14 + 1Ø16
				ØAlt	3Ø12
			7	ØÜst	2Ø14 + 3Ø14
				ØAlt	4Ø12
			6	ØÜst	2Ø14 + 1Ø16 + 2Ø20
				ØAlt	3Ø12 + 1Ø20
			5	ØÜst	2Ø14 + 1Ø16 + 2Ø20
				ØAlt	3Ø12 + 1Ø20
			4	ØÜst	3Ø14 + 3Ø20
				ØAlt	3Ø14 + 2Ø16
			3	ØÜst	2Ø16 + 1Ø18 + 3Ø20
				ØAlt	3Ø14 + 2Ø20
	2	ØÜst	2Ø16 + 1Ø18 + 3Ø20		
		ØAlt	3Ø14 + 2Ø20		
35	60	1	ØÜst	2Ø16 + 3Ø22	
			ØAlt	3Ø14 + 1Ø16 + 2Ø18	
B-B C-C 2-2 3-3	30	50	8	ØÜst	2Ø14 + 1Ø22
				ØAlt	3Ø12
			7	ØÜst	3Ø14 + 2Ø18
				ØAlt	3Ø12 + 1Ø14
			6	ØÜst	2Ø14 + 1Ø18 + 3Ø20
				ØAlt	3Ø14 + 2Ø14
			5	ØÜst	2Ø14 + 1Ø18 + 3Ø20
				ØAlt	3Ø14 + 2Ø14
			4	ØÜst	2Ø16 + 2Ø20 + 2Ø22
				ØAlt	3Ø14 + 2Ø20
			3	ØÜst	2Ø16 + 2Ø20 + 2Ø22
				ØAlt	3Ø14 + 2Ø20
	2	ØÜst	2Ø16 + 2Ø20 + 2Ø22		
		ØAlt	3Ø14+2Ø20		
35	60	1	ØÜst	2Ø18 + 1Ø22 + 4Ø20	
			ØAlt	3Ø14 + 4Ø18	



Şekil 5.2: 8KÇ binanın kolon ve kiriş aplikasyon planları.

K801	K802	K803	S804
S801	S802	S803	
K701	K702	K703	S704
S701	S702	S703	
K601	K602	K603	S604
S601	S602	S603	
K501	K502	K503	S504
S501	S502	S503	
K401	K402	K403	S404
S401	S402	S403	
K301	K302	K303	S304
S301	S302	S303	
K201	K202	K203	S204
S201	S202	S203	
K101	K102	K103	S104
S101	S102	S103	

A-A ve D-D AKSI

K804	K805	K806	S808
S805	S806	S807	
K704	K705	K706	S708
S705	S706	S707	
K604	K605	K606	S608
S605	S606	S607	
K504	K505	K506	S508
S505	S506	S507	
K404	K405	K406	S408
S405	S406	S407	
K304	K305	K306	S308
S305	S306	S307	
K204	K205	K206	S208
S205	S206	S207	
K104	K105	K106	S108
S105	S106	S107	

B-B ve C-C AKSI

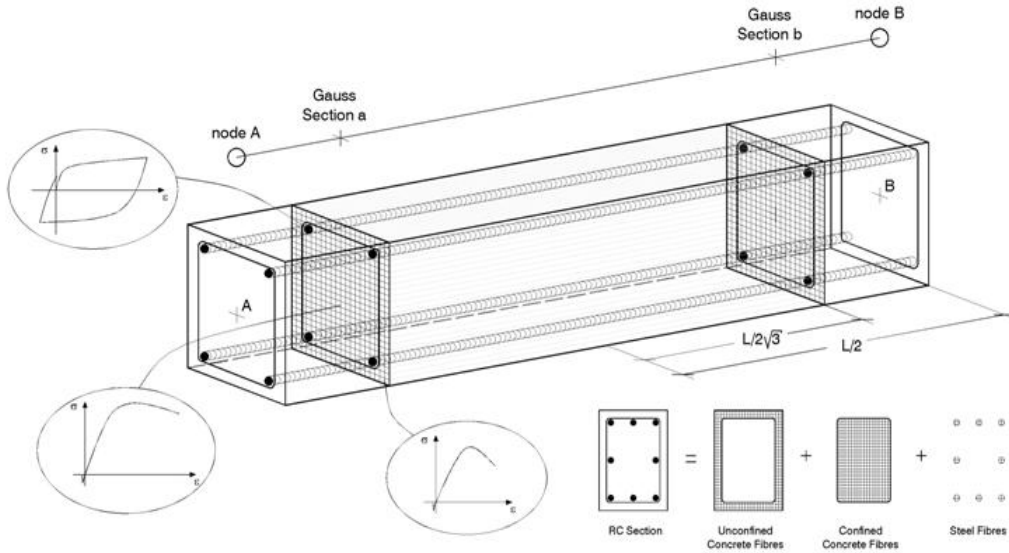
Şekil 5.3: 8KÇ binadaki kolon ve kiriş tanımları.

5.2 Kabuller ve Bina Matematik Modeli

Analizlerde kullanılmak üzere boyutlandırmada elde edilen betonarme kesitlere ait elemanların kapasiteleri hesaplanırken beton ve donatı çeliği için DBYBHY-2007 Bilgilendirme Eki 7B'de belirtilen malzeme modelleri esas alınmıştır. Beton malzeme modeli olarak Mander modeli esas alınmış olup, betonarme kiriş ve kolonların kabuk bölgelerinde sargısız, çekirdek bölgelerinde ise sargılı olarak dikkate alınmıştır.

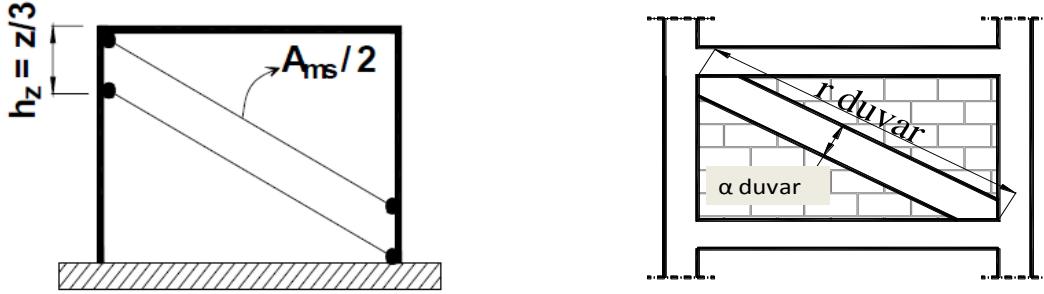
Hesaplarda, sistem üzerinde plastik şekil değiştirmelerin tanımlanan belirli sayıda integrasyon kesiti içerisinde yayılı olarak gerçekleştiği ve kirişlerde tek eksenli eğilme momenti etkisiyle, kolonlarda ise bileşik eğik eğilme etkisiyle meydana geldiği kabul edilmiştir.

Betonarme kiriş ve kolon kesit ve eleman davranışı fiber elemanlar ile modellenmiştir. Her fiber eleman için tek eksenli gerilme-birim şekil değiştirme ilişkisi tanımlanmıştır. Daha sonra kesitlerdeki gerilme-birim şekil değiştirme davranışlarının toplanmasıyla elde edilmiştir. Örnek bir betonarme kiriş kesiti ve içerdiği fiber elemanlar Şekil 5.4'de gösterilmiştir.



Şekil 5.4: Betonarme kesitteki yayılı plastik davranış modeli [28].

0Binadaki dolgu duvarlar; iki ucu mafsallı çift basınç çubuğu olarak modellenmiştir (Şekil 5.5). Bu yaklaşımda dolgu duvarının düzlem dışı davranışı ihmal edilmiştir.



Şekil 5.5: Dolgu duvar idealleştirilmesi ve matematik modeli.

5.3 Dolgu Duvarının Mekanik Özellikleri ve Hesap Modeli

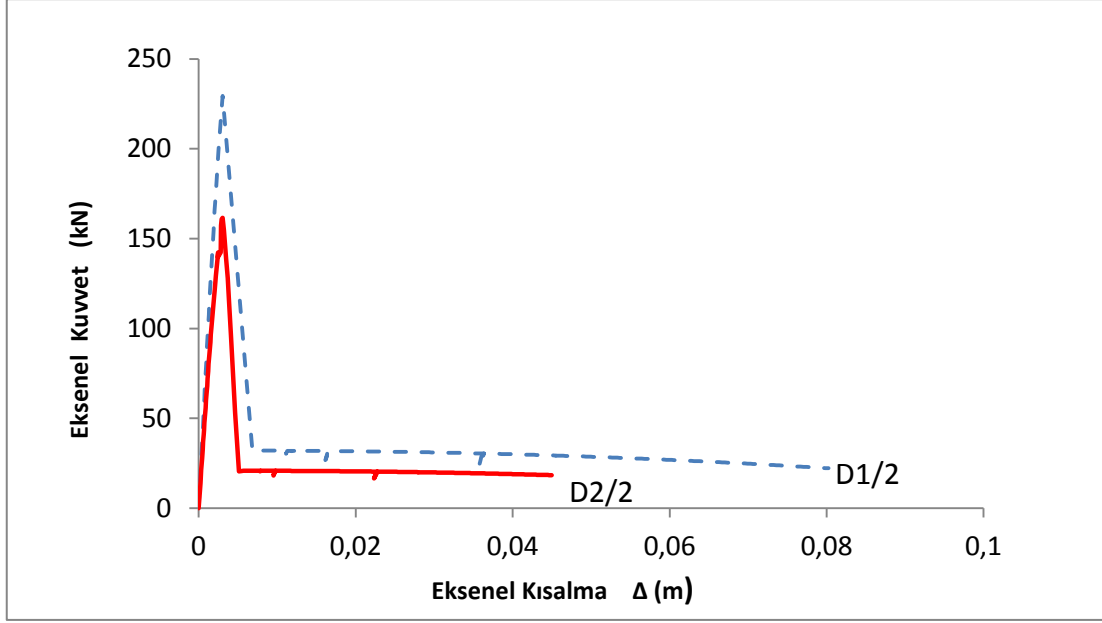
Dolgu duvarlarına ait mekanik özelliklerinin (basınç dayanımları, elastisite modülleri vb.) belirlenmesinde Erol, vd. 2004'deki [27] deneysel verilerden yararlanılmıştır. Üst katlarda 13.5cm kalınlığında (D1), zemin katta ise 20cm kalınlığında (D2) olmak üzere iki farklı duvar tipi alınmıştır (Şekil 5.6). Dolgu duvarların aksenal yük taşıma kapasiteleri ve rijitlikleri DBYBHY-2007'deki Bilgilendirme Eki.7F'ye göre elde edilmiş ve modelleme parametreleri Tablo 5.5'de verilmiştir.

$$\alpha_{duvar} = 0.175(\lambda_{duvar} h_k)^{-0.4} r_{duvar} \quad (5.1)$$

$$\lambda_{duvar} = \frac{E_{duvar} t_{duvar} \sin 2\theta}{4E_k I_k h_{duvar}} \quad (5.2)$$

Tablo 5.5: Boşluklu Tuğla Duvar için matematik modelleme parametreleri.

Matematik Modelleme Parametreleri			
Dolgu Duvar Tipleri		D1	D2
Dolgu duvar malzeme cinsi		Boşluklu Tuğla	
Dolgu duvar kalınlığı ve harç	t_{duvar} (mm)	175	240
Elastisite modülü	E_{duvar} (Mpa)	5000	
Basınç dayanımı	f_{duvar} (Mpa)	3.2	
Diyagonal boy	r_{duvar} (mm)	5077	6329
Eşdeğer genişliği	a_{duvar} (mm)	628	627
Uzama rijitliği	k (N/mm)	108195	118900
Basınç kuvveti maks. değeri	N_{maks} (kN)	351.55	481.61
Basınç kuvveti min. değeri	N_{min} (kN)	38.670	52.977



Şekil 5.6: Dolgu duvarının Aksenal Kuvvet – Aksenal Kısılma davranışı.

5.4 İncelenen Binanın Kapasite Eğrilerinin ve Yerdeğiştirme Taleplerinin Belirlenmesi

Yapının yatay kuvvet taşıma kapasitesini ifade eden kapasite eğrisini (taban kesme kuvveti(V_T)-tepe yerdeğiştirmesi (δ_{maks}) grafiği) elde etmek için, sabit düşey yükler ve monoton artan yatay deprem yükleri altında, malzeme ve geometri değişimi bakımından doğrusal olmayan teoriye göre binaların analizleri *Seismostruct* programından yararlanılarak yapılmıştır [28]. Analiz sonuçlarının doğruluğu kontrol edilmiştir.

Binaların performans hedeflerinin belirlenmesi ve sonuçların karşılaştırılması amacıyla DBYBHY-2007 Bölüm-7'deki Artımsal Eşdeğer Deprem Yükü Yöntemi (AEDYY) ve FEMA-440 raporundaki Yerdeğiştirme Katsayıları Yöntemi (YKY) olmak üzere iki farklı performans değerlendirme yöntemi kullanılmıştır.

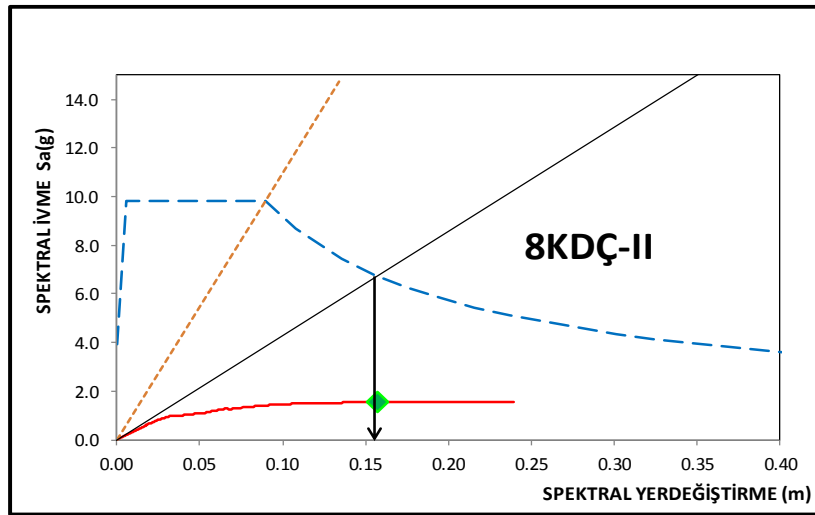
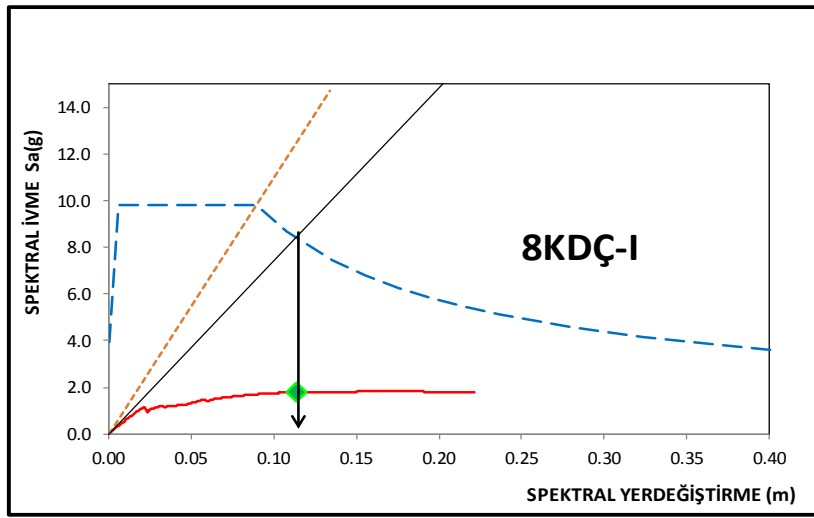
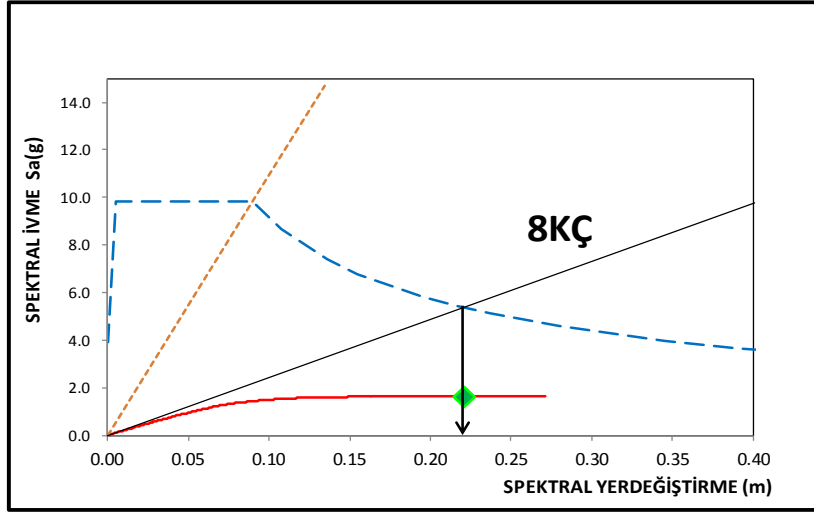
5.5 DBYBHY-2007'ye Göre Performans Noktasının Belirlenmesi

DBYBHY-2007'ye göre performans noktasının belirlenmesi için kapasite eğrisi spektral formata dönüştürülmüş ve bina önem kat sayısı $I=1$ olan binalar için tanımlanan tasarım depremine ait elastik spektrum eğrisi ile birlikte Şekil 5.7'de

gösterilmiştir. Modal kapasite eğrisinin başlangıç teğetinden geçen doğru ile talep spektrumu kesiştirilerek incelenen betonarme binanın her üç durumu için performans noktalarına ait hesaplamalar Bölüm 3.1'de verilen bağıntılar belirlenerek spektral ve gerçek yerdeğiştirme talepleri Tablo 5.6'de verilmiştir.

Tablo 5.6: : DBYBHY-2007-AEDYY'ye göre yerdeğiştirme talepleri ve ilgili parametreler.

BİNA	T_{1Ç} (s)	1. Mod Kütle Katılım oranı (%)	M_{xn} (kNs ² /m)	Γ_{x1} (1/m)	S_{ae1} (m/s ²)	S_{di1} (m)	u_{xN1}^(p) (m)
8KÇ	1.272	87.70	1694	13.13	1.64	0.22	0.284
8KDC-I	0.736	83.24	1607	12.81	1.78	0.11	0.153
8KDC-II	0.964	95.00	1835	13.70	1.55	0.16	0.196



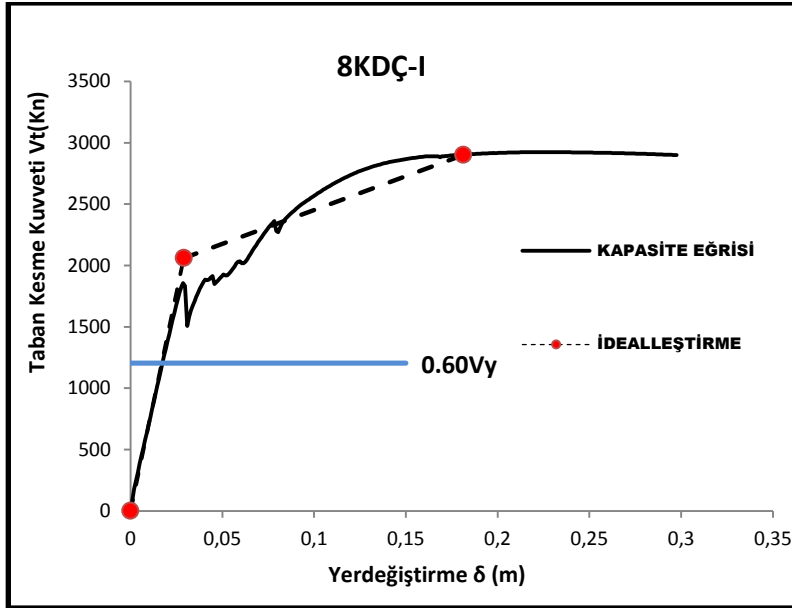
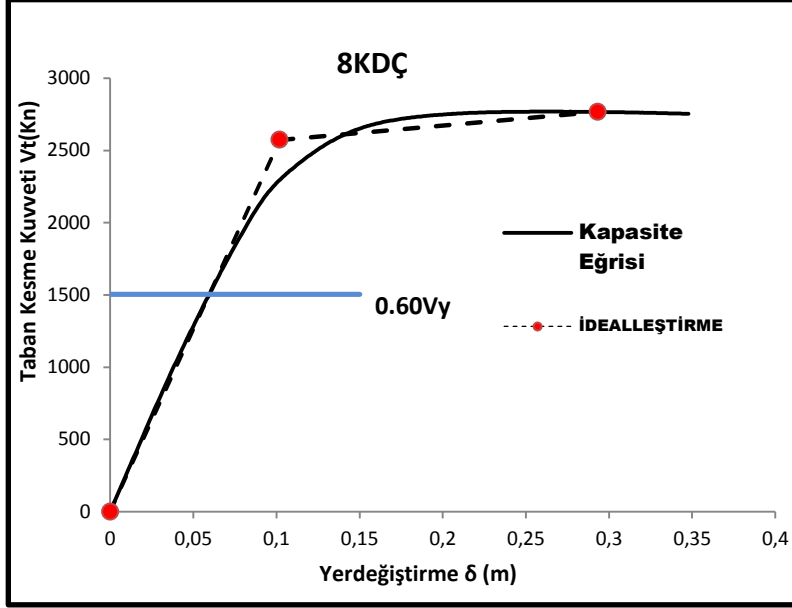
— %5 Sönümlü Elastik Spektrum — KAPASİTE SPEKTRUMU — PERFORMANS NOKTASI — Tb — To

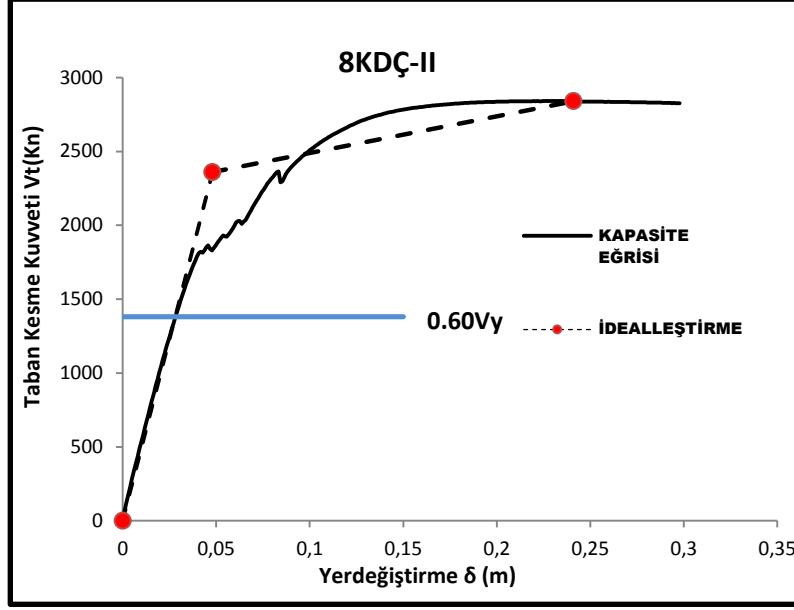
Şekil 5.7: DBYBHY-2007-AEDYY'ye göre modal kapasite diyagramları ve spektral talepleri.

5.6 FEMA-440-YKY' ye Göre Performans Noktasının Belirlenmesi

FEMA-440-YKY [24] yöntemine göre binalara ait performans noktaları Bölüm 3.2.1'de belirtilen hesap adımları doğrultusunda kapasite eğrileri iki doğru parçasıyla idealleştirilmiş ve T_e etkin periyot ve Tablo 5.7' deki ilgili düzeltme katsayıları kullanılarak hedef yerdeğiştirme (δ_{maks}) hesaplanmıştır.

$$\delta_{maks} = C_0 C_1 C_2 S_a \frac{T_e^2}{4\pi^2} \quad (5.4)$$



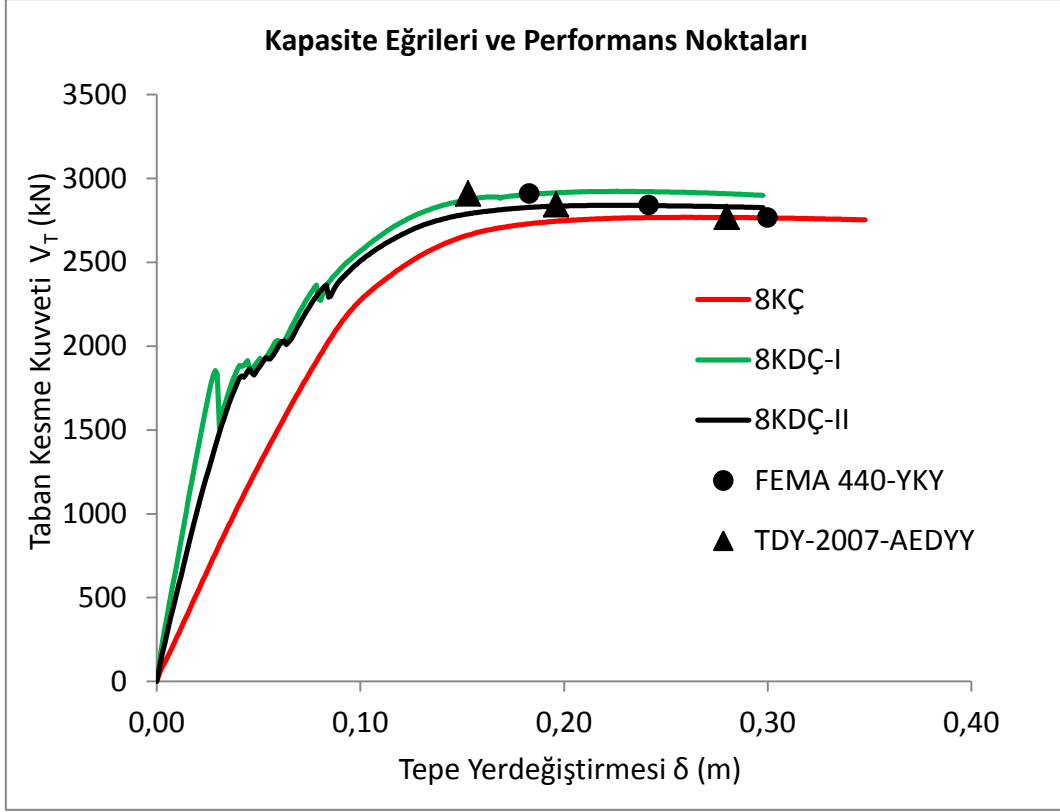


Şekil 5.8: FEMA 440 YKY 'ye göre performans taleplerinin belirlenmesi.

Tablo 5.7: FEMA 440 YKY için analiz sonuçları.

FEMA 440-YKY Analiz Sonuçları										
BİNA	Etkin Periyot	Dayanım Oranı	İdealleştirme		Katsayılar				Kapasite Eğrisi Koordinatları	
	T_e (s)	R	V_Y (kN)	δ_Y (m)	C_0	C_1	C_2	S_a (g)	V_T (kN)	δ_t (m)
8KÇ	1,30	3,64	2753	0,102	1,284	1	1,08	0,548	2766	0,301
8KDC-I	0,73	7,09	2060	0,029	1,346	1,09	1,09	0,855	2900	0,183
8KDC-II	1,04	4,97	2360	0,048	1,243	1,03	1,02	0,687	2840	0,241

İncelenen betonarme binanın (8KÇ, 8KDC-I, 8KDC-II) yerdeğiştirme taleplerine kadar statik itme analizi yapılmış, performans noktasındaki taban kesme kuvvetleri ve yerdeğiştirme taleplerinin sonuçları her bir durum için kendi içerisinde ve her iki yöntem için tablo 5.8'de karşılaştırılmıştır. Taşıyıcı elemanlarda (kirişler, kolonlar) oluşan plastik kesitlerdeki ve dolgu duvarlarda oluşan hasarların sistem üzerindeki dağılımı Şekil 5.12'de verilmiştir.



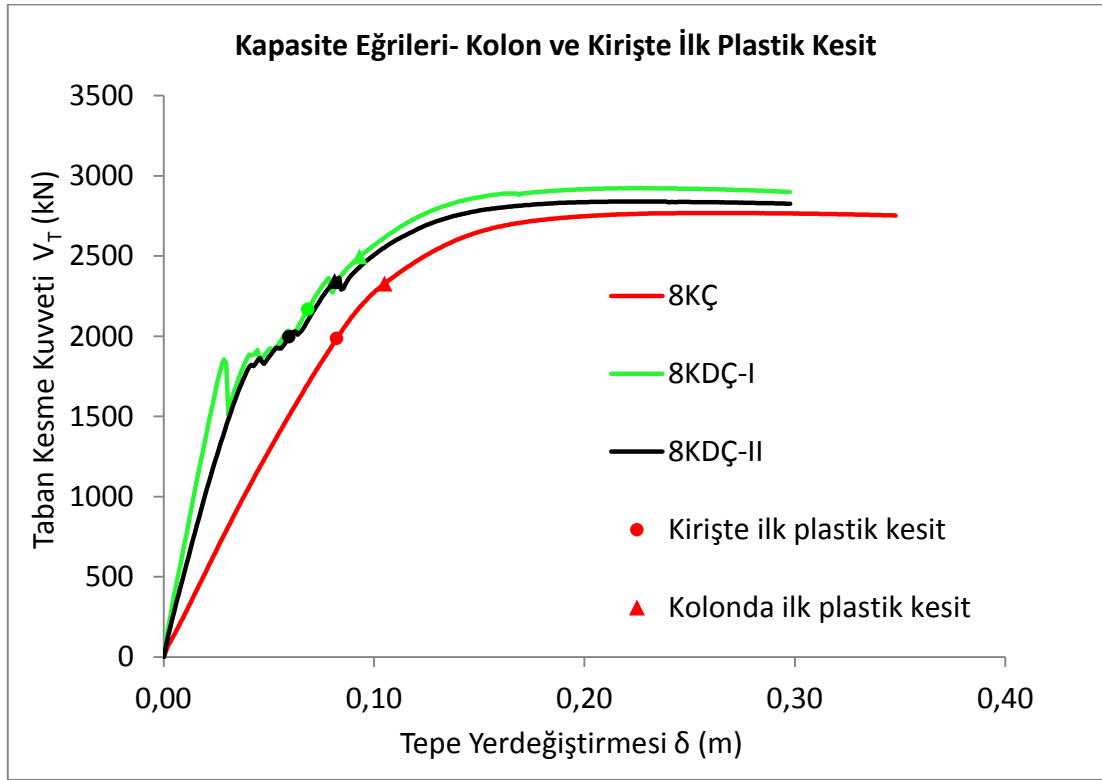
Şekil 5.9: Kapasite eğrileri ve performans noktaları.

Tablo 5.8: Binalara ait Taban Kesme Kuvveti - Yerdeğiştirme talepleri ve karşılaştırmalar.

Binalara ait Taban Kesme Kuvveti - Yerdeğiştirme Talepleri ve karşılaştırmalar										
Bina	DBYBHY-2007 (AEDYY)		AEDYY için 8 KÇ'ye göre Rölatif Fark		FEMA-440 (YKY)		YKY için 8 KÇ'ye göre Rölatif Fark		AEDYY'ye göre YKY'nin Rölatif Farkı	
	V_t (kN)	δ (m)	% V_t	% δ	V_t (kN)	δ (m)	% V_t	% δ	% V_t	% δ
8KÇ	2770	0.280	0	0	2766	0.300	0	0	-0.14	7.14
8KDÇ-I	2910	0.153	5.05	-45.36	2900	0.183	4.84	-39.00	-0.34	19.61
8KDÇ-II	2844	0.196	2.67	-30.00	2840	0.241	2.68	-19.67	-0.14	22.96

8KDÇ-I' de performans noktasındaki yerdeğiştirme talebi (δ) değerinin 8KÇ'ye göre değişim yüzdesinin hesabı (5.5) ile gösterilmiştir. Tablo 5.8'deki diğer % δ ve % V_t değerleri benzer şekilde hesaplanmıştır.

$$\frac{\delta_{8KDÇI} - \delta_{8KÇ}}{\delta_{8KÇ}} = \frac{0.153 - 0.280}{0.280} = - \% 45.36 \quad (5.5)$$



Şekil 5.10: Kiriş ve kolonda ilk plastik kesitin oluştuğu noktanın kapasite eğrisi üzerinde gösterimi.

Tablo 5.9: Kiriş ve kolondaki ilk plastikleşmeye ait talepler ve 8KÇ ile karşılaştırılması.

Bina	İlk Plastik Kesit							
	Kiriş				Kolon			
	V _t (kN)	δ (m)	% V _t	% δ	V _t (kN)	δ (m)	% V _t	% δ
8KÇ	1987	0.082	-	-	2329	0.105	-	-
8KDÇ-I	2168	0.069	9.08	-15.85	2497	0.093	7.24	-11.43
8KDÇ-II	1997	0.06	0.48	-26.83	2343	0.081	0.62	-22.86

8KDÇ-I' de Kirişte ilk plastik kesit oluştuğu durumdaki yerdeğiştirme talebi (δ) değerinin 8KÇ'ye göre değişim yüzdesinin hesabı (5.6) ile gösterilmiştir. Tablo 5.9'deki diğer % δ ve % V_t değerleri benzer şekilde hesaplanmıştır.

$$\frac{\delta_{8KDÇI}-\delta_{8KÇ}}{\delta_{8KÇ}} = \frac{0.069-0.082}{0.082} = - \% 15.85 \quad (5.6)$$

5.7 Bina Performans Seviyelerinin Belirlenmesi

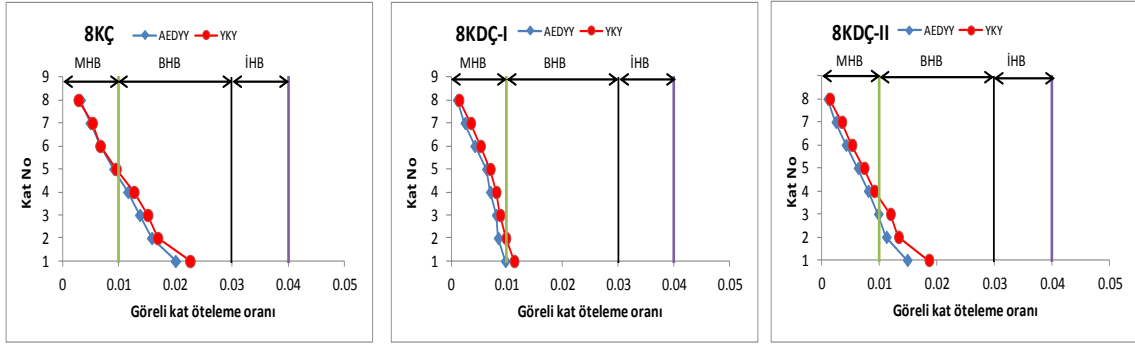
İncelen betonarme binanın üç ayrı durumu Tasarım Depremi için yerdeğiştirme talebine kadar itilmiş ve plastik kesitlerdeki hasar bölgeleri belirlenmiştir. DBYBHY-2007-AEDYY için plastikleşen her bir kesitte beton ve donatıdaki şekildeğiştirme değerleri, FEMA-440-YKY için ise plastik dönme değerleri ve görelî kat ötelemeleri elde edilerek performans seviyeleri belirlenmiştir. Bina planda birbirine dik her iki eksene (X ve Y) göre simetrik olduğundan sadece X veya Y doğrultusunda statik itme analizi yapılarak performans değerlendirmesinin yapılması yeterli olacaktır. İncelenen betonarme binanın performans değerlendirmesi için gerekli olan plastik kesit oluşma potansiyeline sahip kesit sayısı; X ve Y doğrultularının her birinde ve her katta 12 adet kirişin her iki ucunda 24 adet ve 16 adet kolonun her iki ucunda 32 adettir. Bina performans seviyelerinin belirlenmesi amacıyla DBYBHY-2007-AEDYY'e ve FEMA440-YKY'e göre tanımlanan kesit hasar bölgeleri ve plastik kesit sayıları X doğrultusunda ve kat bazında Tablo 5.11'de verilmiştir. Katların kiriş ve kolonlarında oluşan plastik kesitlerin hasar bölgelerine göre 8KÇ'nin performansı DBYBHY2007-AEDYY için Can Güvenliğı (CG) Performans Düzeyinde olduğu ve FEMA440-YKY için ise Can Güvenliğı (LS) ile Göçme Öncesi (CP) Performans Düzeyleri Sınırlı Güvenlik Yapısal Performans Bölgesinde (SP-4) olduğu belirlenmiştir. 8KDÇ-I'in performansı DBYBHY-2007-AEDYY için (CG) Performans Düzeyinde olduğu ve FEMA 440-YKY için ise (IO-LS) Performans Düzeyleri arasındaki temel güvenlik sınırı (SP-2) bölgesinde olduğu belirlenmiştir. 8KDÇ-II'in performansı DBYBHY-2007-AEDYY (CG) Performans Düzeyinde olduğu ve FEMA440-YKY için ise (LS-CP) Performans Düzeyleri arasındaki (SP-4) bölgesinde olduğu belirlenmiştir (Tablo 5.10).

Tablo 5.10: Binalara ait performans seviyeleri

Performans Düzeyleri			
Yönetmelik	8KÇ	8KDÇ-I	8KDÇ-II
DBYBHY-2007 AEDYY	CG	CG	CG
FEMA-440 YKY	LS-CP	IO-LS	LS-CP

DBYBHY-2007-AEDYY ve FEMA-440-YKY'ye göre belirlenen performans noktalarındaki görelî kat öteleme oranları Şekil 5.11 'de verilerek karşılaştırılmıştır. Bu sonuçlara göre; binanın 8KÇ, 8KDÇ-I ve 8KDÇ-II durumlarının her biri için ayrı ayrı olmak üzere her iki performans değerlendirme

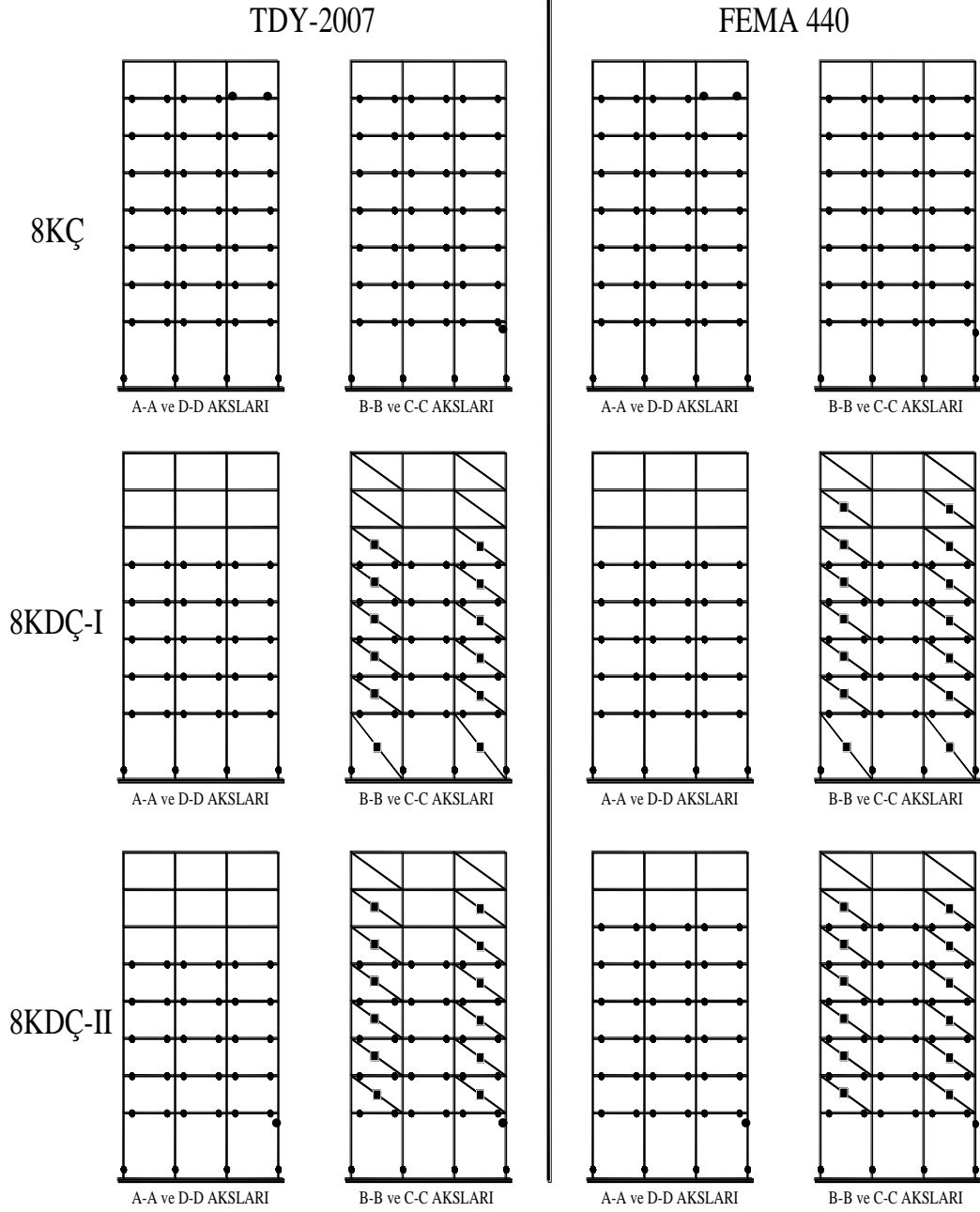
yöntemine göre karşılaştırması yapıldığında birbirine yakın sonuçlar verdiği, yani benzer davranış gösterdiği görülmektedir.



Şekil 5.11: Görel kat öteleme oranları.

Tablo 5.11: Katlardaki kiriş ve kolonlarda hasar bölgelerine göre plastik kesit sayıları.

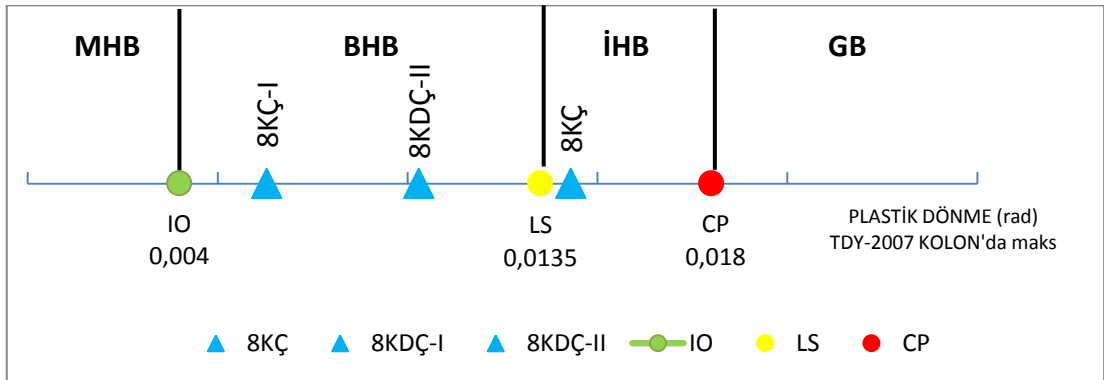
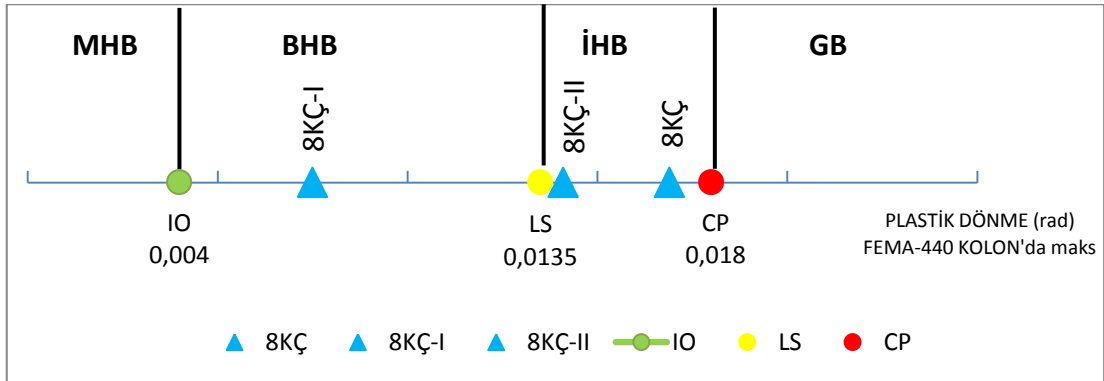
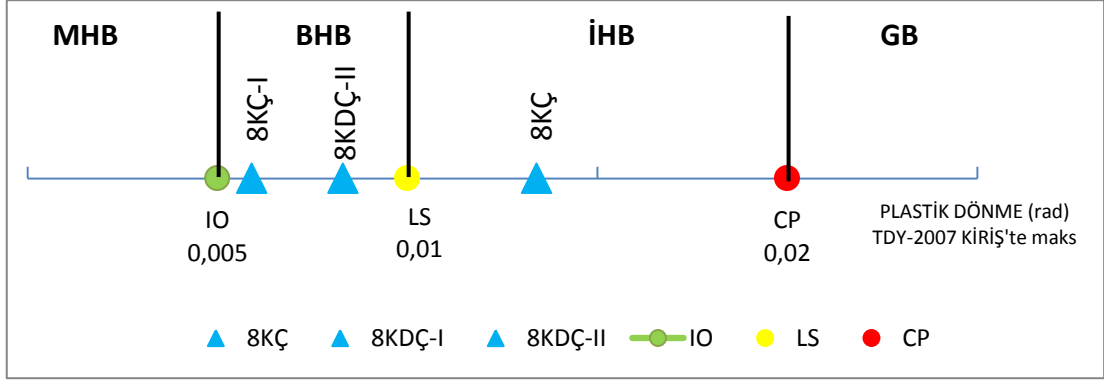
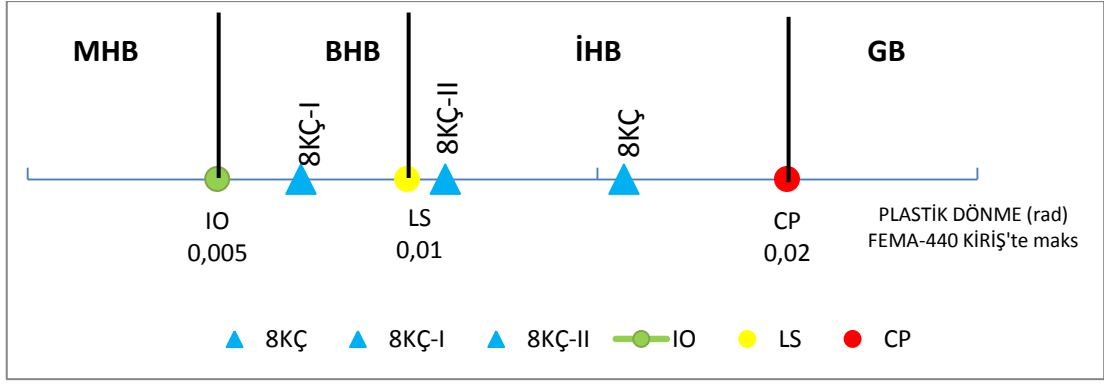
KAT No	BİNA	TDY2007-AEDYY Hasar Bölgelerine göre Plastik Kesit Sayısı						FEMA440-YKY Hasar Bölgelerine göre Plastik Kesit Sayısı					
		KİRİŞ			KOLON			KİRİŞ			KOLON		
		MHB	BHB	İHB	MHB	BHB	İHB	<IO (MHB)	IO-LS (BHB)	LS-CP (İHB)	<IO (MHB)	IO-LS (BHB)	LS-CP (İHB)
8. Kat	8KÇ	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	8KDÇ-I	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	8KDÇ-II	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
7. Kat	8KÇ	24	-	-	-	-	-	24	-	-	-	-	-
	8KDÇ-I	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	8KDÇ-II	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
6. Kat	8KÇ	24	-	-	-	-	-	24	-	-	-	-	-
	8KDÇ-I	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	8KDÇ-II	-	-	-	-	-	-	24	-	-	-	-	-
5. Kat	8KÇ	12	12	-	-	-	-	8	16	-	-	-	-
	8KDÇ-I	24	-	-	-	-	-	24	-	-	-	-	-
	8KDÇ-II	22	2	-	-	-	-	24	-	-	-	-	-
4. Kat	8KÇ	-	24	-	-	-	-	-	24	-	-	-	-
	8KDÇ-I	16	8	-	-	-	-	4	20	-	-	-	-
	8KDÇ-II	12	12	-	-	-	-	24	-	-	-	-	-
3. Kat	8KÇ	-	24	-	-	-	-	-	24	-	-	-	-
	8KDÇ-I	8	16	-	-	-	-	-	24	-	-	-	-
	8KDÇ-II	-	24	-	-	-	-	-	24	-	-	-	-
2. Kat	8KÇ	-	24	-	-	-	-	-	-	24	-	-	-
	8KDÇ-I	-	24	-	-	-	-	-	24	-	-	-	-
	8KDÇ-II	-	24	-	-	-	-	-	20	4	-	-	-
1. Kat	8KÇ	-	20	4	2	14	2	-	-	24	2	12	4
	8KDÇ-I	-	24	-	6	10	-	-	24	-	4	12	-
	8KDÇ-II	-	24	-	10	12	-	-	6	18	6	14	2



Şekil 5.12: 8KÇ, 8KDC-I ve 8KDC-II için plastik kesit dağılımları.

Tablo 5.12: Performans noktasında max. plastik dönmeler.

BİNA	Kirişlerde plastik dönme θ_p max			Kolonlarda plastik dönme θ_p max		
	FEMA-440	TDY-2007	% θ_p Rölatif fark	FEMA-440	TDY-2007	% θ_p Rölatif fark
8KÇ	0.0157	0.0134	-14.65	0.0169	0.0143	-15.38
8KÇ-I	0.0072	0.0059	-18.06	0.0075	0.0063	-16.00
8KÇ-II	0.011	0.0083	-24.55	0.0141	0.0103	-26.95



Şekil 5.13: Kolon ve Kirişte max. plastik dönmeler.

6. SONUÇ VE ÖNERİLER

Bu çalışmada DBYBHY-2007'deki Bölüm 2'deki eşdeğer deprem yükü yönteminin 1. ve 2. derece deprem bölgeleri için uygulama sınırı olan 25m yükseklik koşulunu sağlayan ve Bölüm7'de 7.6.5.2'de Artımsal Eşdeğer Deprem Yükü Yöntemi'ndeki 8 kat koşulunu sağlayan betonarme çerçeve bir bina belirlenmiştir. Tasarım aşamasında DBYBHY-2007'deki düzensizlik durumlarının oluşmadığı belirlenen binada deprem performansına dolgu duvarının etkisi irdelenmiştir. Bu amaçla konut türü betonarme binada dolgu duvarının kapasitesinin tüm katlarda dikkate alındığı ve alınmadığı ve ayrıca sadece en alt katta alınmadığı üç farklı durum için tasarım depremine göre DBYBHY-2007'deki Artımsal Eşdeğer Deprem Yükü Yöntemi (AEDYY) ve FEMA-440 raporundaki Yerdeğiştirme Katsayıları Yöntemi'ne (YKY) göre performans düzeyleri ayrı ayrı elde edilmiştir.

Buna göre elde edilen sonuçlar aşağıda verilmiştir.

- Bina en alt kat yüksekliğinin üst katlara göre daha fazla olduğundan özellikle en alt kat kolonlarında oluşan hasar miktarlarının (plastik şekildeğiştirmelerin) performans düzeyini önemli ölçüde etkilediği belirlenmiştir.
- Bilindiği gibi, DBYBHY-2007-AEDYY için konut türü betonarme binaların tasarım depremi için hedeflenen minimum performans sınırı olan Can Güvenliği (CG) Sınırını sağlaması gerekmektedir. İncelenen betonarme binanın her üç durumu için değerlendirilmesi yapıldığında dolgu duvarı taşıma kapasitesinin; ihmal edildiği 8KÇ'nin, tüm katlarda dikkate alındığı 8KDC-I'in ve en alt dışındaki katlarda dikkate alındığı 8KDC-II'nin her birinin CG performans düzeyini sağladığı belirlenmiştir.
- FEMA440-YKY için ise temel güvenlik sınırı (BSE-1) olarak tanımlanan ve tasarım depremine göre hedeflenen minimum performans sınırı olan Can Güvenliği (CG) Performans Sınırını; 8KDC-I'nin sağladığı, ancak 8KÇ'nin ve 8KDC-II'nin hedeflenen CG sınırını aştığı ve Sınırlı Güvenlik Bölgesi (LS-CP) olarak tanımlanan performans bölgesinde olduğu belirlenmiştir.

- DBYBHY-2007-AEDYY ve FEMA440-YKY performans düzeyleri karşılaştırıldığında;
8KÇ ve 8KDC-II durumunda; DBYBHY-2007-AEDYY için CG performans düzeyini sağladığı belirlenmiştir. FEMA440-YKY için yerdeğiştirme talebi daha fazla olduğu için hasar miktarları da daha fazla olmakta ve Can Güvenliği (CG) performans düzeyini sağlamayıp Sınırlı Güvenlik Bölgesine geçtiği belirlenmiştir.
8KDC-I durumunda; DBYBHY-2007-AEDYY ve FEMA440-YKY için CG performans düzeyini sağladığı belirlenmiştir.
- Kapasite Eğrileri incelendiğinde; kiriş ve kolonlardan önce dolgu duvarlarının büyük bir bölümünün taşıma kapasitelerine ulaştıkları belirlenmiştir.
- Özellikle alt katlardaki dolgu duvarı taşıma kapasitesinin bina kapasite eğrisinin başlangıç rijitliğini önemli ölçüde artırdığı, buna bağlı olarak yerdeğiştirme talebini azalttığı ve ayrıca bina performansını artırdığı belirlenmiştir. Bu nedenle bina performans değerlendirmesinde dolgu duvarı taşıma kapasitesinin dikkate alınmasının gerektiği ve özellikle alt katlarda dolgu duvarı olmadığı durumda bina performansının önemli oranda etkilenecek şekilde azaldığı belirlenmiştir. Bu durum mevcut yapılarda dolgu duvarlarının yatay yük taşıma kapasitelerinin Bina Performans değerlendirilmesinde dikkate alınmasının gerektiğini göstermektedir.
- Dolgu duvarlarının mekanik özellikleri belli bir yatay yük taşıma kapasitesine sahip duruma getirilebilirse ve ayrıca sünek olması sağlanabilirse sistem tasarımında ihmal edilse dahi yapıya kazandırdığı yatay rijitlik artışından dolayı mevcut yapıların depreme karşı güçlendirilmesi dolgu duvarlarını güçlendirilerek de sağlanabileceğini göstermektedir. Ancak, güçlendirilen dolgu duvarlarının her katta olması ve düşeyde sürekliliğinin sağlanması ve ayrıca çerçevelerin mümkün olduğunca tam dolu olması gerektiği önerilmektedir.
- Bu çalışmanın perde çerçeve sistemleri de içeren çok katlı binalar üzerinde de yapılması önerilmektedir.

7. KAYNAKLAR

- [1] İrtem, E., Türker, K., Hasgöl, U., "Dolgu Duvarının Betonarme Bina Davranışına Etkisi", *İTÜ Dergisi D/Mühendislik*, 4(4), 3-13,(2005).
- [2] İrtem, E., Türker, K., Hasgöl, U., "Causes of Collapse and Damage to Low-Rise RC Buildingsins Recent Turkish Earthquakes", *Journal of Performance of Constructed Facilities*, 21(5), 351–360, (2007).
- [3] Bayındırlık ve İskan Bakanlığı, Deprem Bölgelerinde Yapılacak Binalar Hakkında Yönetmelik (DBYBHY), Ankara, (2007).
- [4] Toker, A., "Betonarme Bir Yapıda Dolgu Duvar Etkisinin Doğrusal Olmayan Dinamik Hesap Yöntemiyle İncelenmesi", Yüksek Lisans Tezi, *İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü*, İnşaat Mühendisliği Ana Bilim Dalı, İstanbul,(2007)
- [5] Durmazgezer, E., "Dolgu Duvarlı Betonarme Çerçevelerin Deprem Etkileri Altındaki Davranışının İncelenmesi", Yüksek Lisans Tezi *Dokuz Eylül Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, İnşaat Mühendisliği Ana Bilim Dalı, İzmir,(2013).
- [6] Al-Chaar, G. and Lamb, G. "Design of Fiber-Reinforced Polymer Materials for Seismic Rehabilitation of Infilled Concrete Structures", US Army Corps of Engineers, ERDC/CERL TR-02-33, (2002).
- [7] Stafford Smith, B. "Lateral Stiffness of Infilled Frames," *Proceedings of the American Society of Civil Engineering, Journal of Structural Division*, 88, 183-199, (1962).
- [8] Liauw, T.C and Kwan, K.H., "Non-Linear Behaviour of Non-Integral Infilled Frames". *Computer and Structures*,18(3),551-60, (1984)
- [9] Brokken, S.T., and Bertero, V.V. ,"Studies on effects of infills in seismic resistance R/C construction", *Earthquake engineering Research Centre, University of California at Berkeley*, Report No. EERC. 81-12, (1981)
- [10] Karshoğlu, Ö., "Çok Katlı Binalarda Bulunan Tuğla Dolgu Duvarların Yapı Davranışına Etkileri", Yüksek Lisans Tezi, Kahramanmaraş *Sütçü İmam Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, İnşaat Mühendisliği Ana Bilim Dalı, Kahramanmaraş, (2005).
- [11] Crisafulli, F.J., "Seismic Behaviour of Reinforced Concrete Structures with Masonry Infills". PhD Thesis, *University of Canterbury*, New Zealand, (1997).

- [12] Tomazevic, M., "Earthquake-Resistant Design of Masonry Buildings", *Imperial College Press*, London, (1999).
- [13] Chrysostomou, C.Z., "Effects of Degrading Infill Walls on the Nonlinear Seismic Response of Two-Dimensional Steel Frames", Doktora Tezi, Cornell Üniversitesi, (1991).
- [14] İrtəm, E., Türker, K., Hasgöl, U., "Türk Deprem Yönetmeliğine Göre Tasarlanmış Betonarme Yapıların Performansının Değerlendirilmesi", *Altıncı Uluslararası İnşaat Mühendisliğinde Gelişmeler Kongresi*, (2004).
- [15] Korkmaz, A., Uçar T., "Yumuşak Kat Düzensizliğinin Betonarme Binaların Deprem Davranışında Etkisi", *Uludağ Üniversitesi Mühendislik-Mimarlık Fakültesi Dergisi*, 11(2), 65-76, (2006).
- [16] Papia, M., Cavaleri, L., Fossetti, M. ve Amato, G. (2009). "An Updated Model of Equivalent Diagonal Strut for Infill Panels", Palermo Üniversitesi.
- [17] Sönmez, E. "Effect Of Infill Wall Stiffness Variations On The Behavior Of Reinforced Concrete Frames Under Earthquake Demands", *İzmir Yüksek Teknoloji Enstitüsü*, Yüksek Lisans Tezi, İzmir, (2013)
- [18] Özkaynak, H., Yüksel, E., Büyüköztürk, O., Yalçın, C., Dındar, A.A. "Masonry infill walls in reinforced concrete frames as a source of structural damping", *Earthquake Engng Struct. Dyn.*, 43, 949–968, (2014)
- [19] Saatcioglu, M. Serrato, F., and Foo, S., "Seismic Performance of Masonry Infill Walls Retrofitted with CFRP Sheets," *ACI Special Publication SP-230*, *American Concrete Institute*, 230, 341-354, (2005).
- [20] Kadysiewski, S. and Mosalam, K.M. "Modelling Of Unreinforced Masonry Infill Walls Considering In-Plane And Out-Of-Plane Interaction" *11th Canadian Masonry Symposium*, Toronto, Ontario, (2009)
- [21] Güler K., Yüksel E., Koçak A., "Estimation of the fundamental vibration period of existing RC buildings in Turkey utilizing ambient vibration records", *Journal of Earthquake Engineering*, 12, 140-150, (2008)
- [22] Özer, E., Yapı Sistemlerinin Lineer Olmayan Analizi, İTÜ, Ders Notları,(2008).
- [23] Yön, B. ve Calayır, Y. (2013). "Betonarme Binalarda Sargı Donatısı Etkisinin Yayılı Plastik Mafsal Modeliyle İncelenmesi", *2. Türkiye Deprem Mühendisliği ve Sismoloji Konferansı* ,MKÜ , (2013).
- [24] Federal Emergency Management Agency, Improvement of nonlinear static seismic analysis procedures, FEMA 440, Washington, D.C., (2005).

- [25] Asteris, P.G (2008). Finite Element Micro Modeling of Infilled Frames, *Electronic Journal of Structural Engineering*, 8(8), 1-11, (2008).
- [26] Sta4Cad V.13, Sta Bilgisayar Mühendislik Ltd.Şti., İstanbul.
- [27] Erol, G., Yüksel, E., Saruhan, H., Sağbaş, G., Tuğba, P.T., Karadoğan, H.F.A., "Complementary Experimental Work on Brittle Partitioning Walls Andstrengthening by Carbon Fibers". *Proceedings Of The 13th Worldconference on Earthquake Engineering*, Vancouver, Canada, (2004).
- [28] SeismoStruct, v6.5, A Computer Program for Static and Dynamic Nonlinear Analysis of Framed Structures, Pavia, Italy.
- [29] Türk Standartları Enstitüsü, Betonarme yapıların tasarım ve yapım kuralları, TS 500, Ankara, (2000).

EKLER

8. EKLER

EK A : 8KÇ-8KDÇ-I 8KDÇ-II BİNALARININ HASAR MİKTARLARI

Sıra No	8KÇ KİRİŞ HASAR MİKTARLARI						
	Kesit İsmi	Kesit Tipi	FEMA 440'a Göre Hasar Miktarı		TDY 2007'ye Göre Hasar Miktarı		
			θ_p (rad)	Hasar Sınırı	ϵ_b	ϵ_s	Hasar Sınırı
1	K101 - Uç(A)	TK6	0.0149	LS-CP	0.0041	0.0394	-BHB
2	K101 - Uç(B)	TK6	0.0129	LS-CP	0.0031	0.0343	-BHB
3	K102 - Uç(A)	TK6	0.0144	LS-CP	0.0036	0.0393	-BHB
4	K102 - Uç(B)	TK6	0.0143	LS-CP	0.0027	0.0348	-BHB
5	K103 - Uç(A)	TK6	0.0143	LS-CP	0.0034	0.0373	-BHB
6	K103 - Uç(B)	TK6	0.0157	LS-CP	0.0025	0.0338	-BHB
7	K104 - Uç(A)	TK1	0.0154	LS-CP	0.0065	0.0436	-İHB
8	K104 - Uç(B)	TK1	0.0149	LS-CP	0.0030	0.0344	-BHB
9	K105 - Uç(A)	TK1	0.0155	LS-CP	0.0055	0.0435	-İHB
10	K105 - Uç(B)	TK1	0.0156	LS-CP	0.0029	0.0357	-BHB
11	K106 - Uç(A)	TK1	0.0149	LS-CP	0.0042	0.0396	-BHB
12	K106 - Uç(B)	TK1	0.0149	LS-CP	0.0024	0.0331	-BHB
13	K107 - Uç(A)	TK1	0.0154	LS-CP	0.0065	0.0436	-İHB
14	K107 - Uç(B)	TK1	0.0149	LS-CP	0.0030	0.0344	-BHB
15	K108 - Uç(A)	TK1	0.0155	LS-CP	0.0055	0.0436	İHB
16	K108 - Uç(B)	TK1	0.0156	LS-CP	0.0029	0.0357	-BHB
17	K109 - Uç(A)	TK1	0.0149	LS-CP	0.0042	0.0396	-BHB
18	K109 - Uç(B)	TK1	0.0149	LS-CP	0.0024	0.0331	-BHB
19	K110 - Uç(A)	TK6	0.0149	LS-CP	0.0041	0.0394	-BHB
20	K110 - Uç(B)	TK6	0.0139	LS-CP	0.0031	0.0343	-BHB
21	K111 - Uç(A)	TK6	0.0144	LS-CP	0.0036	0.0393	-BHB
22	K111 - Uç(B)	TK6	0.0143	LS-CP	0.0027	0.0348	-BHB
23	K112 - Uç(A)	TK6	0.0143	LS-CP	0.0034	0.0373	-BHB
24	K112 - Uç(B)	TK6	0.0157	LS-CP	0.0025	0.0338	-BHB

Sıra No	8KÇ KİRİŞ HASAR MİKTARLARI						
	Kesit İsmi	Kesit Tipi	FEMA 440'a Göre Hasar Miktarı		TDY 2007'ye Göre Hasar Miktarı		
			$\theta_p(\text{rad})$	Hasar Sınırı	ϵ_b	ϵ_s	Hasar Sınırı
25	K201 - Uç(A)	TK7	0.0136	LS-CP	0.0038	0.0347	-BHB
26	K201 - Uç(B)	TK7	0.0129	LS-CP	0.0025	0.0277	-BHB
27	K202 - Uç(A)	TK7	0.0136	LS-CP	0.0031	0.0345	-BHB
28	K202 - Uç(B)	TK7	0.0130	LS-CP	0.0021	0.0286	-BHB
29	K203 - Uç(A)	TK7	0.0127	LS-CP	-	0.0320	-BHB
30	K203 - Uç(B)	TK7	0.0117	LS-CP	0.0049	0.0264	-BHB
31	K204 - Uç(A)	TK2	0.0146	LS-CP	0.0049	0.0373	-BHB
32	K204 - Uç(B)	TK2	0.0136	LS-CP	0.0023	0.0279	-BHB
33	K205 - Uç(A)	TK2	0.0141	LS-CP	-	0.0365	-BHB
34	K205 - Uç(B)	TK2	0.0133	LS-CP	0.0031	0.0286	-BHB
35	K206 - Uç(A)	TK2	0.0127	LS-CP	-	0.0333	-BHB
36	K206 - Uç(B)	TK2	0.0120	LS-CP	0.0049	0.0264	-BHB
37	K207 - Uç(A)	TK2	0.0146	LS-CP	0.0049	0.0372	-BHB
38	K207 - Uç(B)	TK2	0.0136	LS-CP	0.0023	0.0279	-BHB
39	K208 - Uç(A)	TK2	0.0141	LS-CP	-	0.0365	-BHB
40	K208 - Uç(B)	TK2	0.0133	LS-CP	0.0031	0.0286	-BHB
41	K209 - Uç(A)	TK2	0.0127	LS-CP	-	0.0333	-BHB
42	K209 - Uç(B)	TK2	0.0120	LS-CP	0.0049	0.0264	-BHB
43	K210 - Uç(A)	TK7	0.0135	LS-CP	0.0038	0.0346	-BHB
44	K210 - Uç(B)	TK7	0.0129	LS-CP	0.0025	0.0277	-BHB
45	K211 - Uç(A)	TK7	0.0136	LS-CP	0.0031	0.0344	-BHB
46	K211 - Uç(B)	TK7	0.0130	LS-CP	0.0021	0.0286	-BHB
47	K212 - Uç(A)	TK7	0.0126	LS-CP	-	0.0319	-BHB
48	K212 - Uç(B)	TK7	0.0116	LS-CP	0.0049	0.0263	-BHB
49	K301 - Uç(A)	TK7	0.0101	LS-CP	0.0029	0.0265	-BHB
50	K301 - Uç(B)	TK7	0.0093	IO-LS	0.0020	0.0200	-BHB
51	K302 - Uç(A)	TK7	0.0100	IO-LS	-	0.0257	-BHB
52	K302 - Uç(B)	TK7	0.0095	IO-LS	0.0025	0.0205	-BHB
53	K303 - Uç(A)	TK7	0.0092	IO-LS	-	0.0242	-BHB

Sıra No	8KÇ KİRİŞ HASAR MİKTARLARI						
	Kesit İsmi	Kesit Tipi	FEMA 440'a Göre Hasar Miktarı		TDY 2007'ye Göre Hasar Miktarı		
			θ_p (rad)	Hasar Sınırı	ϵ_b	ϵ_s	Hasar Sınırı
54	K303 - Uç(B)	TK7	0.0090	IO-LS	0.0037	0.0194	-BHB
55	K304 - Uç(A)	TK2	0.0098	IO-LS	-	0.0285	-BHB
56	K304 - Uç(B)	TK2	0.0096	IO-LS	0.0034	0.0198	-BHB
57	K305 - Uç(A)	TK2	0.0091	IO-LS	-	0.0271	-BHB
58	K305 - Uç(B)	TK2	0.0097	IO-LS	0.0028	0.0201	-BHB
59	K306 - Uç(A)	TK2	0.0092	IO-LS	-	0.0251	-BHB
60	K306 - Uç(B)	TK2	0.0092	IO-LS	0.0037	0.0193	-BHB
61	K307 - Uç(A)	TK2	0.0098	IO-LS	-	0.0284	-BHB
62	K307 - Uç(B)	TK2	0.0096	IO-LS	0.0034	0.0198	-BHB
63	K308 - Uç(A)	TK2	0.0091	IO-LS	-	0.0271	-BHB
64	K308 - Uç(B)	TK2	0.0097	IO-LS	0.0028	0.0201	-BHB
65	K309 - Uç(A)	TK2	0.0092	IO-LS	-	0.0250	-BHB
66	K309 - Uç(B)	TK2	0.0092	IO-LS	0.0037	0.0193	-BHB
67	K310 - Uç(A)	TK7	0.0091	IO-LS	0.0029	0.0264	-BHB
68	K310 - Uç(B)	TK7	0.0093	IO-LS	0.0020	0.0199	-BHB
69	K311 - Uç(A)	TK7	0.0090	IO-LS	-	0.0259	-BHB
70	K311 - Uç(B)	TK7	0.0095	IO-LS	0.0025	0.0206	-BHB
71	K312 - Uç(A)	TK7	0.0092	IO-LS	-	0.0241	-BHB
72	K312 - Uç(B)	TK7	0.0090	IO-LS	0.0037	0.0194	-BHB
73	K401 - Uç(A)	TK8	0.0077	IO-LS	-	0.0195	-BHB
74	K401 - Uç(B)	TK8	0.0071	IO-LS	0.0025	0.0132	-BHB
75	K402 - Uç(A)	TK8	0.0080	IO-LS	-	0.0197	-BHB
76	K402 - Uç(B)	TK8	0.0076	IO-LS	0.0027	0.0142	-BHB
77	K403 - Uç(A)	TK8	0.0072	IO-LS	-	0.0178	-BHB
78	K403 - Uç(B)	TK8	0.0065	IO-LS	-	0.0121	-BHB
79	K404 - Uç(A)	TK2	0.0083	IO-LS	-	0.0212	-BHB
80	K404 - Uç(B)	TK2	0.0073	IO-LS	0.0026	0.0131	-BHB
81	K405 - Uç(A)	TK2	0.0079	IO-LS	-	0.0198	-BHB
82	K405 - Uç(B)	TK2	0.0075	IO-LS	0.0022	0.0137	-BHB

Sıra No	8KÇ KİRİŞ HASAR MİKTARLARI						
	Kesit İsmi	Kesit Tipi	FEMA 440'a Göre Hasar Miktarı		TDY 2007'ye Göre Hasar Miktarı		
			$\theta_p(\text{rad})$	Hasar Sınırı	ϵ_b	ϵ_s	Hasar Sınırı
83	K406 - Uç(A)	TK2	0.0070	IO-LS	-	0.0180	-BHB
84	K406 - Uç(B)	TK2	0.0070	IO-LS	0.0027	0.0128	-BHB
85	K407 - Uç(A)	TK2	0.0083	IO-LS	-	0.0212	-BHB
86	K407 - Uç(B)	TK2	0.0073	IO-LS	0.0025	0.0131	-BHB
87	K408 - Uç(A)	TK2	0.0079	IO-LS	-	0.0198	-BHB
88	K408 - Uç(B)	TK2	0.0074	IO-LS	0.0022	0.0136	-BHB
89	K409 - Uç(A)	TK2	0.0070	IO-LS	-	0.0178	-BHB
90	K409 - Uç(B)	TK2	0.0070	IO-LS	0.0025	0.0128	-BHB
91	K410 - Uç(A)	TK8	0.0077	IO-LS	-	0.0195	-BHB
92	K410 - Uç(B)	TK8	0.0071	IO-LS	0.0025	0.0132	-BHB
93	K411 - Uç(A)	TK8	0.0080	IO-LS	-	0.0198	-BHB
94	K411 - Uç(B)	TK8	0.0076	IO-LS	0.0027	0.0142	-BHB
95	K412 - Uç(A)	TK8	0.0072	IO-LS	-	0.0178	-BHB
96	K412 - Uç(B)	TK8	0.0065	IO-LS	-	0.0121	-BHB
97	K501 - Uç(A)	TK9	0.0070	IO-LS	-	0.0142	-BHB
98	K501 - Uç(B)	TK9	0.0045	<IO	-	0.0054	-MHB
99	K502 - Uç(A)	TK9	0.0062	IO-LS	-	0.0125	-BHB
100	K502 - Uç(B)	TK9	0.0048	<IO	-	0.0063	MHB
101	K503 - Uç(A)	TK9	0.0055	IO-LS	-	0.0112	-BHB
102	K503 - Uç(B)	TK9	0.0043	<IO	-	0.0051	-MHB
103	K504 - Uç(A)	TK3	0.0073	IO-LS	-	0.0143	-BHB
104	K504 - Uç(B)	TK3	0.0054	IO-LS	-	0.0069	MHB
105	K505 - Uç(A)	TK3	0.0070	IO-LS	-	0.0139	-BHB
106	K505 - Uç(B)	TK3	0.0056	IO-LS	-	0.0073	-MHB
107	K506 - Uç(A)	TK3	0.0061	IO-LS	-	0.0119	-BHB
108	K506 - Uç(B)	TK3	0.0045	<IO	-	0.0057	-MHB
109	K507 - Uç(A)	TK3	0.0073	IO-LS	-	0.0144	-BHB
110	K507 - Uç(B)	TK3	0.0055	IO-LS	-	0.0070	MHB
111	K508 - Uç(A)	TK3	0.0063	IO-LS	-	0.0119	-BHB

Sıra No	8KÇ KİRİŞ HASAR MİKTARLARI						
	Kesit İsmi	Kesit Tipi	FEMA 440'a Göre Hasar Miktarı		TDY 2007'ye Göre Hasar Miktarı		
			θ_p (rad)	Hasar Sınırı	ϵ_b	ϵ_s	Hasar Sınırı
112	K508 - Uç(B)	TK3	0.0050	IO-LS	-	0.0061	MHB
113	K509 - Uç(A)	TK3	0.0064	IO-LS	-	0.0125	-BHB
114	K509 - Uç(B)	TK3	0.0045	<IO	-	0.0057	-MHB
115	K510 - Uç(A)	TK9	0.0071	IO-LS	-	0.0143	-BHB
116	K510 - Uç(B)	TK9	0.0046	<IO	-	0.0055	MHB
117	K511 - Uç(A)	TK9	0.0063	IO-LS	-	0.0126	-BHB
118	K511 - Uç(B)	TK9	0.0049	<IO	-	0.0064	-MHB
119	K512 - Uç(A)	TK9	0.0055	IO-LS	-	0.0113	-BHB
120	K512 - Uç(B)	TK9	0.0043	<IO	-	0.0051	-MHB
121	K601 - Uç(A)	TK9	0.0045	<IO	-	0.0065	-MHB
122	K601 - Uç(B)	TK9	0.0032	<IO	-	0.0031	-MHB
123	K602 - Uç(A)	TK9	0.0044	<IO	-	0.0064	-MHB
124	K602 - Uç(B)	TK9	0.0041	<IO	-	0.0032	-MHB
125	K603 - Uç(A)	TK9	0.0042	<IO	-	0.0056	-MHB
126	K603 - Uç(B)	TK9	0.0039	<IO	-	0.0034	-MHB
127	K604 - Uç(A)	TK3	0.0048	<IO	-	0.0072	-MHB
128	K604 - Uç(B)	TK3	0.0042	<IO	-	0.0044	-MHB
129	K605 - Uç(A)	TK3	0.0048	<IO	-	0.0073	-MHB
130	K605 - Uç(B)	TK3	0.0046	<IO	-	0.0042	-MHB
131	K606 - Uç(A)	TK3	0.0041	<IO	-	0.0061	-MHB
132	K606 - Uç(B)	TK3	0.0039	<IO	-	0.0049	-MHB
133	K607 - Uç(A)	TK3	0.0048	<IO	-	0.0072	-MHB
134	K607 - Uç(B)	TK3	0.0041	<IO	-	0.0044	-MHB
135	K608 - Uç(A)	TK3	0.0048	<IO	-	0.0073	-MHB
136	K608 - Uç(B)	TK3	0.0046	<IO	-	0.0042	-MHB
137	K609 - Uç(A)	TK3	0.0040	<IO	-	0.0061	-MHB
138	K609 - Uç(B)	TK3	0.0039	<IO	-	0.0049	-MHB
139	K610 - Uç(A)	TK9	0.0046	<IO	-	0.0065	-MHB
140	K610 - Uç(B)	TK9	0.0032	<IO	-	0.0031	-MHB

Sıra No	8KÇ KİRİŞ HASAR MİKTARLARI						
	Kesit İsmi	Kesit Tipi	FEMA 440'a Göre Hasar Miktarı		TDY 2007'ye Göre Hasar Miktarı		
			$\theta_p(\text{rad})$	Hasar Sınırı	ϵ_b	ϵ_s	Hasar Sınırı
141	K611 - Uç(A)	TK9	0.0044	<IO	-	0.0064	-MHB
142	K611 - Uç(B)	TK9	0.0042	<IO	-	0.0032	-MHB
143	K612 - Uç(A)	TK9	0.0042	<IO	-	0.0056	-MHB
144	K612 - Uç(B)	TK9	0.0039	<IO	-	0.0034	-MHB
145	K701 - Uç(A)	TK10	0.0035	<IO	-	0.0037	-MHB
146	K701 - Uç(B)	TK10	0.0027	<IO	-	0.0022	-MHB
147	K702 - Uç(A)	TK10	0.0034	<IO	-	0.0037	-MHB
148	K702 - Uç(B)	TK10	0.0021	<IO	-	0.0022	-MHB
149	K703 - Uç(A)	TK10	0.0033	<IO	-	0.0022	-MHB
150	K704 - Uç(A)	TK4	0.0039	<IO	-	0.0033	-MHB
151	K704 - Uç(B)	TK4	0.0029	<IO	-	0.0025	-MHB
152	K705 - Uç(A)	TK4	0.0037	<IO	-	0.0047	-MHB
153	K705 - Uç(B)	TK4	0.0022	<IO	-	0.0034	-MHB
154	K706 - Uç(A)	TK4	0.0036	<IO	-	0.0038	-MHB
155	K706 - Uç(B)	TK4	0.0022	<IO	-	0.0021	-MHB
156	K707 - Uç(A)	TK4	0.0039	<IO	-	0.0033	-MHB
157	K707 - Uç(B)	TK4	0.0029	<IO	-	0.0025	-MHB
158	K708 - Uç(A)	TK4	0.0037	<IO	-	0.0047	-MHB
159	K708 - Uç(B)	TK4	0.0022	<IO	-	0.0034	-MHB
160	K709 - Uç(A)	TK4	0.0036	<IO	-	0.0038	-MHB
161	K709 - Uç(B)	TK4	0.0022	<IO	-	0.0021	-MHB
162	K710 - Uç(A)	TK10	0.0035	<IO	-	0.0037	-MHB
163	K710 - Uç(B)	TK10	0.0027	<IO	-	0.0022	-MHB
164	K711 - Uç(A)	TK10	0.0034	<IO	-	0.0037	-MHB
165	K711 - Uç(B)	TK10	0.0021	<IO	-	0.0022	-MHB
166	K712 - Uç(A)	TK10	0.0033	<IO	-	0.0022	-MHB

Sıra No	8KÇ KOLON HASAR MİKTARLARI						
	Kesit İsmi	Kesit Tipi	FEMA 440'a Göre Hasar Miktarı		TDY 2007'ye Göre Hasar Miktarı		
			$\theta_p(\text{rad})$	Hasar Sınırı	ϵ_b	ϵ_s	Hasar Sınırı
1	S101 - Uç(A)	S1	0.0109	IO-LS	0.0021	0.0140	-BHB
2	S102 - Uç(A)	S2	0.0130	IO-LS	0.0055	0.0141	-BHB
3	S103 - Uç(A)	S2	0.0150	IO-LS	0.0062	0.0152	-BHB
4	S104 - Uç(A)	S1	0.0169	LS-CP	0.0076	0.0130	-BHB
5	S105 - Uç(A)	S2	0.0110	IO-LS	0.0028	0.0149	-BHB
6	S106 - Uç(A)	S3	0.0130	IO-LS	0.0070	0.0169	-BHB
7	S107 - Uç(A)	S3	0.0149	IO-LS	0.0077	0.0183	-BHB
8	S108 - Uç(A)	S2	0.0169	LS-CP	0.0172	0.0142	-İHB
9	S108 - Uç(B)	S2	0.0027	<IO	0.0031	0.0056	-MHB
10	S109 - Uç(A)	S2	0.0110	IO-LS	0.0028	0.0149	-BHB
11	S110 - Uç(A)	S3	0.0130	IO-LS	0.0070	0.0170	-BHB
12	S111 - Uç(A)	S3	0.0150	IO-LS	0.0077	0.0183	-BHB
13	S112 - Uç(A)	S2	0.0169	LS-CP	0.0172	0.0142	-İHB
14	S112 - Uç(B)	S3	0.0027	<IO	0.0031	0.0056	-MHB
15	S113 - Uç(A)	S1	0.0110	IO-LS	0.0021	0.0140	-BHB
16	S114 - Uç(A)	S2	0.0131	IO-LS	0.0056	0.0142	-BHB
17	S115 - Uç(A)	S2	0.0149	IO-LS	0.0062	0.0152	-BHB
18	S116 - Uç(A)	S1	0.0169	LS-CP	0.0076	0.0131	-BHB

Sıra No	8KDÇ-I KİRİŞ HASAR MİKTARLARI						
	Kesit İsmi	Kesit Tipi	FEMA 440'a Göre Hasar Miktarı		TDY 2007'ye Göre Hasar Miktarı		
			$\theta_p(\text{rad})$	Hasar Sınırı	ϵ_b	ϵ_s	Hasar Sınırı
1	K101 - Uç(A)	TK6	0.0066	IO-LS	-	0.0261	-BHB
2	K101 - Uç(B)	TK6	0.0060	IO-LS	0.0024	0.0228	-BHB
3	K102 - Uç(A)	TK6	0.0064	IO-LS	-	0.0262	-BHB
4	K102 - Uç(B)	TK6	0.0062	IO-LS	0.0024	0.0228	-BHB
5	K103 - Uç(A)	TK6	0.0062	IO-LS	-	0.0252	-BHB
6	K103 - Uç(B)	TK6	0.0076	IO-LS	0.0025	0.0232	-BHB

Sıra No	8KDÇ-I KIRIŞ HASAR MİKTARLARI						
	Kesit İsmi	Kesit Tipi	FEMA 440'a Göre Hasar Miktarı		TDY 2007'ye Göre Hasar Miktarı		
			$\theta p(\text{rad})$	Hasar Sınırı	ϵ_b	ϵ_s	Hasar Sınırı
7	K104 - UÇ(A)	TK1	0.0065	IO-LS	-	0.0277	-BHB
8	K104 - UÇ(B)	TK1	0.0067	IO-LS	0.0031	0.0232	-BHB
9	K105 - UÇ(A)	TK1	0.0072	IO-LS	-	0.0292	-BHB
10	K105 - UÇ(B)	TK1	0.0071	IO-LS	0.0034	0.0235	-BHB
11	K106 - UÇ(A)	TK1	0.0066	IO-LS	-	0.0268	-BHB
12	K106 - UÇ(B)	TK1	0.0071	IO-LS	0.0028	0.0228	-BHB
13	K107 - UÇ(A)	TK1	0.0065	IO-LS	-	0.0277	-BHB
14	K107 - UÇ(B)	TK1	0.0067	IO-LS	0.0031	0.0232	-BHB
15	K108 - UÇ(A)	TK1	0.0072	IO-LS	-	0.0292	-BHB
16	K108 - UÇ(B)	TK1	0.0071	IO-LS	0.0034	0.0235	-BHB
17	K109 - UÇ(A)	TK1	0.0066	IO-LS	-	0.0268	-BHB
18	K109 - UÇ(B)	TK1	0.0071	IO-LS	0.0028	0.0228	-BHB
19	K110 - UÇ(A)	TK6	0.0066	IO-LS	-	0.0261	-BHB
20	K110 - UÇ(B)	TK6	0.0060	IO-LS	0.0024	0.0228	-BHB
21	K111 - UÇ(A)	TK6	0.0064	IO-LS	-	0.0262	-BHB
22	K111 - UÇ(B)	TK6	0.0062	IO-LS	0.0024	0.0228	-BHB
23	K112 - UÇ(A)	TK6	0.0062	IO-LS	-	0.0251	-BHB
24	K112 - UÇ(B)	TK6	0.0076	IO-LS	0.0025	0.0232	-BHB
25	K201 - UÇ(A)	TK7	0.0072	IO-LS	-	0.0212	-BHB
26	K201 - UÇ(B)	TK7	0.0069	IO-LS	0.0024	0.0155	-BHB
27	K202 - UÇ(A)	TK7	0.0074	IO-LS	-	0.0207	-BHB
28	K202 - UÇ(B)	TK7	0.0072	IO-LS	0.0023	0.0158	-BHB
29	K203 - UÇ(A)	TK7	0.0069	IO-LS	-	0.0192	-BHB
30	K203 - UÇ(B)	TK7	0.0064	IO-LS	-	0.0145	-BHB
31	K204 - UÇ(A)	TK2	0.0078	IO-LS	-	0.0229	-BHB
32	K204 - UÇ(B)	TK2	0.0073	IO-LS	0.0028	0.0156	-BHB
33	K205 - UÇ(A)	TK2	0.0078	IO-LS	-	0.0224	-BHB
34	K205 - UÇ(B)	TK2	0.0075	IO-LS	0.0028	0.0158	-BHB
35	K206 - UÇ(A)	TK2	0.0069	IO-LS	-	0.0201	-BHB

Sıra No	8KDÇ-I KIRIŞ HASAR MİKTARLARI						
	Kesit İsmi	Kesit Tipi	FEMA 440'a Göre Hasar Miktarı		TDY 2007'ye Göre Hasar Miktarı		
			$\theta p(\text{rad})$	Hasar Sınırı	ϵb	ϵs	Hasar Sınırı
36	K206 - UÇ(B)	TK2	0.0066	IO-LS	0.0022	0.0145	-BHB
37	K207 - UÇ(A)	TK2	0.0078	IO-LS	-	0.0228	-BHB
38	K207 - UÇ(B)	TK2	0.0072	IO-LS	0.0028	0.0156	-BHB
39	K208 - UÇ(A)	TK2	0.0078	IO-LS	-	0.0224	-BHB
40	K208 - UÇ(B)	TK2	0.0075	IO-LS	0.0028	0.0158	-BHB
41	K209 - UÇ(A)	TK2	0.0069	IO-LS	-	0.0201	-BHB
42	K209 - UÇ(B)	TK2	0.0066	IO-LS	0.0022	0.0145	-BHB
43	K210 - UÇ(A)	TK7	0.0071	IO-LS	-	0.0212	-BHB
44	K210 - UÇ(B)	TK7	0.0069	IO-LS	0.0024	0.0155	-BHB
45	K211 - UÇ(A)	TK7	0.0074	IO-LS	-	0.0206	-BHB
46	K211 - UÇ(B)	TK7	0.0071	IO-LS	0.0023	0.0158	-BHB
47	K212 - UÇ(A)	TK7	0.0069	IO-LS	-	0.0192	-BHB
48	K212 - UÇ(B)	TK7	0.0064	IO-LS	-	0.0145	-BHB
49	K301 - UÇ(A)	TK7	0.0057	IO-LS	-	0.0157	-BHB
50	K301 - UÇ(B)	TK7	0.0053	IO-LS	0.0023	0.0101	-BHB
51	K302 - UÇ(A)	TK7	0.0088	IO-LS	-	0.0150	-BHB
52	K302 - UÇ(B)	TK7	0.0055	IO-LS	0.0021	0.0103	-BHB
53	K303 - UÇ(A)	TK7	0.0063	IO-LS	-	0.0138	-BHB
54	K303 - UÇ(B)	TK7	0.0063	IO-LS	-	0.0095	-MHB
55	K304 - UÇ(A)	TK2	0.0072	IO-LS		0.0168	-BHB
56	K304 - UÇ(B)	TK2	0.0065	IO-LS	0.0022	0.0099	-MHB
57	K305 - UÇ(A)	TK2	0.0070	IO-LS	-	0.0161	-BHB
58	K305 - UÇ(B)	TK2	0.0067	IO-LS	0.0023	0.0099	-MHB
59	K306 - UÇ(A)	TK2	0.0062	IO-LS	-	0.0142	-BHB
60	K306 - UÇ(B)	TK2	0.0066	IO-LS	-	0.0097	-MHB
61	K307 - UÇ(A)	TK2	0.0072	IO-LS	-	0.0168	-BHB
62	K307 - UÇ(B)	TK2	0.0065	IO-LS	0.0022	0.0099	-MHB
63	K308 - UÇ(A)	TK2	0.0070	IO-LS	-	0.0161	-BHB
64	K308 - UÇ(B)	TK2	0.0067	IO-LS	0.0023	0.0099	-MHB

Sıra No	8KDÇ-I KİRİŞ HASAR MİKTARLARI						
	Kesit İsmi	Kesit Tipi	FEMA 440'a Göre Hasar Miktarı		TDY 2007'ye Göre Hasar Miktarı		
			$\theta p(\text{rad})$	Hasar Sınırı	ϵb	ϵs	Hasar Sınırı
65	K309 - Uç(A)	TK2	0.0062	IO-LS	-	0.0141	-BHB
66	K309 - Uç(B)	TK2	0.0066	IO-LS	-	0.0096	-MHB
67	K310 - Uç(A)	TK7	0.0067	IO-LS	-	0.0156	-BHB
68	K310 - Uç(B)	TK7	0.0063	IO-LS	-	0.0101	-BHB
69	K311 - Uç(A)	TK7	0.0068	IO-LS	-	0.0151	-BHB
70	K311 - Uç(B)	TK7	0.0065	IO-LS	-	0.0103	-BHB
71	K312 - Uç(A)	TK7	0.0062	IO-LS	-	0.0137	-BHB
72	K312 - Uç(B)	TK7	0.0062	IO-LS	-	0.0095	-MHB
73	K401 - Uç(A)	TK8	0.0053	IO-LS	-	0.0108	-BHB
74	K401 - Uç(B)	TK8	0.0059	IO-LS	-	0.0053	-MHB
75	K402 - Uç(A)	TK8	0.0055	IO-LS	-	0.0104	-BHB
76	K402 - Uç(B)	TK8	0.0054	IO-LS	-	0.0058	-MHB
77	K403 - Uç(A)	TK8	0.0050	IO-LS	-	0.0093	-MHB
78	K403 - Uç(B)	TK8	0.0057	IO-LS	-	0.0044	-MHB
79	K404 - Uç(A)	TK2	0.0056	IO-LS	-	0.0115	-BHB
80	K404 - Uç(B)	TK2	0.0050	IO-LS	-	0.0052	-MHB
81	K405 - Uç(A)	TK2	0.0057	IO-LS	-	0.0110	-BHB
82	K405 - Uç(B)	TK2	0.0054	IO-LS	-	0.0054	-MHB
83	K406 - Uç(A)	TK2	0.0049	<IO	-	0.0091	-MHB
84	K406 - Uç(B)	TK2	0.0052	IO-LS	-	0.0050	-MHB
85	K407 - Uç(A)	TK2	0.0056	IO-LS	-	0.0115	-BHB
86	K407 - Uç(B)	TK2	0.0050	IO-LS	-	0.0052	-MHB
87	K408 - Uç(A)	TK2	0.0057	IO-LS	-	0.0110	-BHB
88	K408 - Uç(B)	TK2	0.0054	IO-LS	-	0.0054	-MHB
89	K409 - Uç(A)	TK2	0.0048	<IO	-	0.0090	-MHB
90	K409 - Uç(B)	TK2	0.0052	IO-LS	-	0.0051	-MHB
91	K410 - Uç(A)	TK8	0.0053	IO-LS	-	0.0107	-BHB
92	K410 - Uç(B)	TK8	0.0049	<IO	-	0.0053	-MHB
93	K411 - Uç(A)	TK8	0.0055	IO-LS	-	0.0104	-BHB

Sıra No	8KDÇ-I KİRİŞ HASAR MİKTARLARI						
	Kesit İsmi	Kesit Tipi	FEMA 440'a Göre Hasar Miktarı		TDY 2007'ye Göre Hasar Miktarı		
			$\theta p(\text{rad})$	Hasar Sınırı	ϵb	ϵs	Hasar Sınırı
94	K411 - Uç(B)	TK8	0.0054	IO-LS	-	0.0059	-MHB
95	K412 - Uç(A)	TK8	0.0050	IO-LS	-	0.0093	-MHB
96	K412 - Uç(B)	TK8	0.0047	<IO	-	0.0044	-MHB
97	K501 - Uç(A)	TK9	0.0045	<IO	-	0.0031	-MHB
98	K501 - Uç(B)	TK9	0.0035	<IO	-	0.0055	-MHB
99	K502 - Uç(A)	TK9	0.0041	<IO	-	0.0024	-MHB
100	K502 - Uç(B)	TK9	0.0038	<IO	-	0.0049	-MHB
101	K503 - Uç(A)	TK9	0.0035	<IO	-	0.0025	-MHB
102	K503 - Uç(B)	TK9	0.0034	<IO	-	0.0037	-MHB
103	K504 - Uç(A)	TK3	0.0047	<IO	-	0.0021	-MHB
104	K504 - Uç(B)	TK3	0.0040	<IO	-	0.0060	-MHB
105	K505 - Uç(A)	TK3	0.0048	<IO	-	0.0035	-MHB
106	K505 - Uç(B)	TK3	0.0045	<IO	-	0.0063	-MHB
107	K506 - Uç(A)	TK3	0.0039	<IO	-	0.0036	-MHB
108	K506 - Uç(B)	TK3	0.0037	<IO	-	0.0041	-MHB
109	K507 - Uç(A)	TK3	0.0047	<IO	-	0.0022	-MHB
110	K507 - Uç(B)	TK3	0.0041	<IO	-	0.0060	-MHB
111	K508 - Uç(A)	TK3	0.0042	<IO	-	0.0037	-MHB
112	K508 - Uç(B)	TK3	0.0041	<IO	-	0.0053	-MHB
113	K509 - Uç(A)	TK3	0.0042	<IO	-	0.0028	-MHB
114	K509 - Uç(B)	TK3	0.0037	<IO	-	0.0046	-MHB
115	K510 - Uç(A)	TK9	0.0046	<IO	-	0.0022	-MHB
116	K510 - Uç(B)	TK9	0.0036	<IO	-	0.0056	-MHB
117	K511 - Uç(A)	TK9	0.0041	<IO	-	0.0025	-MHB
118	K511 - Uç(B)	TK9	0.0039	<IO	-	0.0050	-MHB
119	K512 - Uç(A)	TK9	0.0035	<IO	-	0.0021	-MHB
120	K512 - Uç(B)	TK9	0.0035	<IO	-	0.0038	-MHB

Sıra No	8KDÇ-I KOLON HASAR MİKTARLARI						
	Kesit İsmi	Kesit Tipi	FEMA 440'a Göre Hasar Miktarı		TDY 2007'ye Göre Hasar Miktarı		
			$\theta p(\text{rad})$	Hasar Sınırı	ϵb	ϵs	Hasar Sınırı
1	S101 - Uç(A)	S1	0.0045	<IO	0.0000	0.0068	-MHB
2	S102 - Uç(A)	S2	0.0056	IO-LS	0.0033	0.0071	-MHB
3	S103 - Uç(A)	S2	0.0066	IO-LS	0.0037	0.0078	-BHB
4	S104 - Uç(A)	S1	0.0075	IO-LS	0.0042	0.0069	-BHB
5	S105 - Uç(A)	S2	0.0046	<IO	0.0000	0.0075	-MHB
6	S106 - Uç(A)	S3	0.0056	IO-LS	0.0041	0.0087	-BHB
7	S107 - Uç(A)	S3	0.0066	IO-LS	0.0043	0.0098	-BHB
8	S108 - Uç(A)	S2	0.0075	IO-LS	0.0052	0.0073	-BHB
9	S109 - Uç(A)	S2	0.0046	<IO	0.0000	0.0075	-MHB
10	S110 - Uç(A)	S3	0.0056	IO-LS	0.0041	0.0087	-BHB
11	S111 - Uç(A)	S3	0.0066	IO-LS	0.0043	0.0098	-BHB
12	S112 - Uç(A)	S2	0.0075	IO-LS	0.0052	0.0073	-BHB
13	S113 - Uç(A)	S1	0.0046	<IO	0.0000	0.0068	-MHB
14	S114 - Uç(A)	S2	0.0056	IO-LS	0.0033	0.0072	-MHB
15	S115 - Uç(A)	S2	0.0056	IO-LS	0.0037	0.0079	-BHB
16	S116 - Uç(A)	S1	0.0065	IO-LS	0.0042	0.0070	-BHB

Sıra No	8KDÇ-II KİRİŞ HASAR MİKTARLARI						
	Kesit İsmi	Kesit Tipi	FEMA 440'a Göre Hasar Miktarı		TDY 2007'ye Göre Hasar Miktarı		
			$\theta p(\text{rad})$	Hasar Sınırı	ϵb	ϵs	Hasar Sınırı
1	K101 - Uç(A)	TK6	0.0106	LS-CP	0.0021	0.0280	-BHB
2	K101 - Uç(B)	TK6	0.0096	IO-LS	0.0026	0.0240	-BHB
3	K102 - Uç(A)	TK6	0.0100	LS-CP	-	0.0273	-BHB
4	K102 - Uç(B)	TK6	0.0097	IO-LS	0.0025	0.0241	-BHB

Sıra No	8KDÇ-II KİRİŞ HASAR MİKTARLARI						
	Kesit İsmi	Kesit Tipi	FEMA 440'a Göre Hasar Miktarı		TDY 2007'ye Göre Hasar Miktarı		
			θ (rad)	Hasar Sınırı	ϵ_b	ϵ_s	Hasar Sınırı
5	K103 - Uç(A)	TK6	0.0096	IO-LS	-	0.0261	-BHB
6	K103 - Uç(B)	TK6	0.0109	LS-CP	0.0025	0.0237	-BHB
7	K104 - Uç(A)	TK1	0.0108	LS-CP	0.0022	0.0301	-BHB
8	K104 - Uç(B)	TK1	0.0104	LS-CP	0.0037	0.0243	-BHB
9	K105 - Uç(A)	TK1	0.0110	LS-CP	0.0021	0.0303	-BHB
10	K105 - Uç(B)	TK1	0.0109	LS-CP	0.0035	0.0249	-BHB
11	K106 - Uç(A)	TK1	0.0102	LS-CP	0.0037	0.0276	-BHB
12	K106 - Uç(B)	TK1	0.0101	LS-CP	0.0028	0.0232	-BHB
13	K107 - Uç(A)	TK1	0.0108	LS-CP	0.0022	0.0301	-BHB
14	K107 - Uç(B)	TK1	0.0104	LS-CP	0.0037	0.0243	-BHB
15	K108 - Uç(A)	TK1	0.0110	LS-CP	0.0021	0.0304	-BHB
16	K108 - Uç(B)	TK1	0.0109	LS-CP	0.0035	0.0249	-BHB
17	K109 - Uç(A)	TK1	0.0102	LS-CP	0.0026	0.0276	-BHB
18	K109 - Uç(B)	TK1	0.0101	LS-CP	0.0028	0.0232	-BHB
19	K110 - Uç(A)	TK6	0.0106	LS-CP	0.0021	0.0280	-BHB
20	K110 - Uç(B)	TK6	0.0096	IO-LS	0.0026	0.0239	-BHB
21	K111 - Uç(A)	TK6	0.0100	LS-CP	-	0.0273	-BHB
22	K111 - Uç(B)	TK6	0.0097	IO-LS	0.0025	0.0241	-BHB
23	K112 - Uç(A)	TK6	0.0096	IO-LS	0.0025	0.0261	-BHB
24	K112 - Uç(B)	TK6	0.0109	LS-CP	0.0024	0.0237	-BHB
25	K201 - Uç(A)	TK7	0.0098	IO-LS	-	0.0204	-BHB
26	K201 - Uç(B)	TK7	0.0091	IO-LS	-	0.0150	-BHB
27	K202 - Uç(A)	TK7	0.0097	IO-LS	-	0.0197	-BHB
28	K202 - Uç(B)	TK7	0.0090	IO-LS	0.0022	0.0153	-BHB
29	K203 - Uç(A)	TK7	0.0087	IO-LS	-	0.0181	-BHB
30	K203 - Uç(B)	TK7	0.0078	IO-LS	-	0.0139	-BHB
31	K204 - Uç(A)	TK2	0.0104	LS-CP	-	0.0218	-BHB

Sıra No	8KDC-II KİRİŞ HASAR MİKTARLARI						
	Kesit İsmi	Kesit Tipi	FEMA 440'a Göre Hasar Miktarı		TDY 2007'ye Göre Hasar Miktarı		
			θ (rad)	Hasar Sınırı	ϵ_b	ϵ_s	Hasar Sınırı
32	K204 - Uç(B)	TK2	0.0095	IO-LS	0.0030	0.0151	-BHB
33	K205 - Uç(A)	TK2	0.0101	LS-CP	-	0.0213	-BHB
34	K205 - Uç(B)	TK2	0.0094	IO-LS	0.0027	0.0154	-BHB
35	K206 - Uç(A)	TK2	0.0086	IO-LS	-	0.0188	-BHB
36	K206 - Uç(B)	TK2	0.0080	IO-LS	0.0021	0.0138	-BHB
37	K207 - Uç(A)	TK2	0.0104	LS-CP	-	0.0218	-BHB
38	K207 - Uç(B)	TK2	0.0095	IO-LS	0.0030	0.0151	-BHB
39	K208 - Uç(A)	TK2	0.0101	LS-CP	-	0.0213	-BHB
40	K208 - Uç(B)	TK2	0.0094	IO-LS	0.0027	0.0154	-BHB
41	K209 - Uç(A)	TK2	0.0086	IO-LS	-	0.0188	-BHB
42	K209 - Uç(B)	TK2	0.0080	IO-LS	-	0.0138	-BHB
43	K210 - Uç(A)	TK7	0.0097	IO-LS	-	0.0204	-BHB
44	K210 - Uç(B)	TK7	0.0090	IO-LS	0.0025	0.0150	-BHB
45	K211 - Uç(A)	TK7	0.0096	IO-LS	-	0.0197	-BHB
46	K211 - Uç(B)	TK7	0.0090	IO-LS	0.0022	0.0152	-BHB
47	K212 - Uç(A)	TK7	0.0086	IO-LS	-	0.0180	-BHB
48	K212 - Uç(B)	TK7	0.0077	IO-LS	-	0.0138	-BHB
49	K301 - Uç(A)	TK7	0.0064	IO-LS	-	0.0141	-BHB
50	K301 - Uç(B)	TK7	0.0056	IO-LS	0.0020	0.0089	-MHB
51	K302 - Uç(A)	TK7	0.0062	IO-LS	-	0.0132	-BHB
52	K302 - Uç(B)	TK7	0.0057	IO-LS	-	0.0091	-MHB
53	K303 - Uç(A)	TK7	0.0054	IO-LS	-	0.0120	-BHB
54	K303 - Uç(B)	TK7	0.0053	IO-LS	-	0.0083	-MHB
55	K304 - Uç(A)	TK2	0.0068	IO-LS	-	0.0151	-BHB
56	K304 - Uç(B)	TK2	0.0058	IO-LS	0.0022	0.0087	-MHB
57	K305 - Uç(A)	TK2	0.0064	IO-LS	-	0.0142	-BHB
58	K305 - Uç(B)	TK2	0.0059	IO-LS	0.0022	0.0088	-MHB

Sıra No	8KDÇ-II KİRİŞ HASAR MİKTARLARI						
	Kesit İsmi	Kesit Tipi	FEMA 440'a Göre Hasar Miktarı		TDY 2007'ye Göre Hasar Miktarı		
			θ (rad)	Hasar Sınırı	ϵ_b	ϵ_s	Hasar Sınırı
59	K306 - Uç(A)	TK2	0.0053	IO-LS	-	0.0122	-BHB
60	K306 - Uç(B)	TK2	0.0054	IO-LS	-	0.0084	-MHB
61	K307 - Uç(A)	TK2	0.0068	IO-LS	-	0.0150	-BHB
62	K307 - Uç(B)	TK2	0.0058	IO-LS	0.0021	0.0087	-MHB
63	K308 - Uç(A)	TK2	0.0064	IO-LS	-	0.0142	-BHB
64	K308 - Uç(B)	TK2	0.0059	IO-LS	0.0022	0.0088	-MHB
65	K309 - Uç(A)	TK2	0.0053	IO-LS	-	0.0122	-BHB
66	K309 - Uç(B)	TK2	0.0054	IO-LS	-	0.0084	-MHB
67	K310 - Uç(A)	TK7	0.0063	IO-LS	-	0.0140	-BHB
68	K310 - Uç(B)	TK7	0.0056	IO-LS	0.0020	0.0089	-MHB
69	K311 - Uç(A)	TK7	0.0062	IO-LS	-	0.0133	-BHB
70	K311 - Uç(B)	TK7	0.0057	IO-LS	-	0.0092	-MHB
71	K312 - Uç(A)	TK7	0.0054	IO-LS	-	0.0119	-BHB
72	K312 - Uç(B)	TK7	0.0052	IO-LS	-	0.0083	-MHB
73	K401 - Uç(A)	TK8	0.0034	<IO	-	0.0089	-MHB
74	K401 - Uç(B)	TK8	0.0029	<IO	-	0.0042	-MHB
75	K402 - Uç(A)	TK8	0.0037	<IO	-	0.0085	-MHB
76	K402 - Uç(B)	TK8	0.0034	<IO	-	0.0048	-MHB
77	K403 - Uç(A)	TK8	0.0030	<IO	-	0.0075	-MHB
78	K403 - Uç(B)	TK8	0.0024	<IO	-	0.0034	-MHB
79	K404 - Uç(A)	TK2	0.0037	<IO	-	0.0096	-MHB
80	K404 - Uç(B)	TK2	0.0030	<IO	-	0.0041	-MHB
81	K405 - Uç(A)	TK2	0.0037	<IO	-	0.0090	-MHB
82	K405 - Uç(B)	TK2	0.0034	<IO	-	0.0044	-MHB
83	K406 - Uç(A)	TK2	0.0028	<IO	-	0.0072	-MHB
84	K406 - Uç(B)	TK2	0.0029	<IO	-	0.0040	-MHB
85	K407 - Uç(A)	TK2	0.0037	<IO	-	0.0096	-MHB

Sıra No	8KDC-II KİRİŞ HASAR MİKTARLARI						
	Kesit İsmi	Kesit Tipi	FEMA 440'a Göre Hasar Miktarı		TDY 2007'ye Göre Hasar Miktarı		
			θ (rad)	Hasar Sınırı	ϵ_b	ϵ_s	Hasar Sınırı
86	K407 - Uç(B)	TK2	0.0030	<IO	-	0.0041	-MHB
87	K408 - Uç(A)	TK2	0.0038	<IO	-	0.0091	-MHB
88	K408 - Uç(B)	TK2	0.0033	<IO	-	0.0044	-MHB
89	K409 - Uç(A)	TK2	0.0027	<IO	-	0.0071	-MHB
90	K409 - Uç(B)	TK2	0.0029	<IO	-	0.0040	-MHB
91	K410 - Uç(A)	TK8	0.0034	<IO	-	0.0089	-MHB
92	K410 - Uç(B)	TK8	0.0029	<IO	-	0.0042	-MHB
93	K411 - Uç(A)	TK8	0.0037	<IO	-	0.0086	-MHB
94	K411 - Uç(B)	TK8	0.0034	<IO	-	0.0048	-MHB
95	K412 - Uç(A)	TK8	0.0030	<IO	-	0.0075	-MHB
96	K412 - Uç(B)	TK8	0.0024	<IO	-	0.0034	-MHB
97	K501 - Uç(A)	TK9	0.0028	<IO	-	0.0051	-MHB
98	K501 - Uç(B)	TK9	0.0016	<IO	-	0.0050	-MHB
99	K502 - Uç(A)	TK9	0.0023	<IO	-	0.0048	-MHB
100	K502 - Uç(B)	TK9	0.0020	<IO	-	0.0029	-MHB
101	K503 - Uç(A)	TK9	0.0016	<IO	-	0.0037	-MHB
102	K503 - Uç(B)	TK9	0.0015	<IO	-	0.0018	-MHB
103	K504 - Uç(A)	TK3	0.0029	<IO	-	0.0134	-BHB
104	K504 - Uç(B)	TK3	0.0022	<IO	-	0.0036	-MHB
105	K505 - Uç(A)	TK3	0.0030	<IO	-	0.0149	-BHB
106	K505 - Uç(B)	TK3	0.0026	<IO	-	0.0041	-MHB
107	K506 - Uç(A)	TK3	0.0019	<IO	-	0.0040	-MHB
108	K506 - Uç(B)	TK3	0.0016	<IO	-	0.0021	-MHB
109	K507 - Uç(A)	TK3	0.0029	<IO	-	0.0055	-MHB
110	K507 - Uç(B)	TK3	0.0022	<IO	-	0.0036	-MHB
111	K508 - Uç(A)	TK3	0.0024	<IO	-	0.0052	-MHB
112	K508 - Uç(B)	TK3	0.0023	<IO	-	0.0033	-MHB

Sıra No	8KDÇ-II KİRİŞ HASAR MİKTARLARI						
	Kesit İsmi	Kesit Tipi	FEMA 440'a Göre Hasar Miktarı		TDY 2007'ye Göre Hasar Miktarı		
			θ (rad)	Hasar Sınırı	ϵ_b	ϵ_s	Hasar Sınırı
113	K509 - Uç(A)	TK3	0.0022	<IO	-	0.0043	-MHB
114	K509 - Uç(B)	TK3	0.0016	<IO	-	0.0025	-MHB
115	K510 - Uç(A)	TK9	0.0028	<IO	-	0.0052	-MHB
116	K510 - Uç(B)	TK9	0.0017	<IO	-	0.0034	-MHB
117	K511 - Uç(A)	TK9	0.0024	<IO	-	0.0049	-MHB
118	K511 - Uç(B)	TK9	0.0020	<IO	-	0.0030	-MHB
119	K512 - Uç(A)	TK9	0.0016	<IO	-	0.0038	-MHB
120	K512 - Uç(B)	TK9	0.0015	<IO	-	0.0019	-MHB
121	K601 - Uç(A)	TK9	0.0010	<IO	-	-	-
122	K601 - Uç(B)	TK9	0.0005	<IO	-	-	-
123	K602 - Uç(A)	TK9	0.0012	<IO	-	-	-
124	K602 - Uç(B)	TK9	0.0009	<IO	-	-	-
125	K603 - Uç(A)	TK9	0.0005	<IO	-	-	-
126	K603 - Uç(B)	TK9	0.0004	<IO	-	-	-
127	K604 - Uç(A)	TK3	0.0009	<IO	-	-	-
128	K604 - Uç(B)	TK3	0.0009	<IO	-	-	-
129	K605 - Uç(A)	TK3	0.0018	<IO	-	-	-
130	K605 - Uç(B)	TK3	0.0013	<IO	-	-	-
131	K606 - Uç(A)	TK3	0.0006	<IO	-	-	-
132	K606 - Uç(B)	TK3	0.0006	<IO	-	-	-
133	K607 - Uç(A)	TK3	0.0009	<IO	-	-	-
134	K607 - Uç(B)	TK3	0.0008	<IO	-	-	-
135	K608 - Uç(A)	TK3	0.0018	<IO	-	-	-
136	K608 - Uç(B)	TK3	0.0012	<IO	-	-	-
137	K609 - Uç(A)	TK3	0.0005	<IO	-	-	-
138	K609 - Uç(B)	TK3	0.0006	<IO	-	-	-
139	K610 - Uç(A)	TK9	0.0010	<IO	-	-	-

Sıra No	8KDÇ-II KİRİŞ HASAR MİKTARLARI						
	Kesit İsmi	Kesit Tipi	FEMA 440'a Göre Hasar Miktarı		TDY 2007'ye Göre Hasar Miktarı		
			$\theta_p(\text{rad})$	Hasar Sınırı	ϵ_b	ϵ_s	Hasar Sınırı
140	K610 - Uç(B)	TK9	0.0005	<IO	-	-	-
141	K611 - Uç(A)	TK9	0.0012	<IO	-	-	-
142	K611 - Uç(B)	TK9	0.0009	<IO	-	-	-
143	K612 - Uç(A)	TK9	0.0005	<IO	-	-	-
144	K612 - Uç(B)	TK9	0.0004	<IO	-	-	-

Sıra No	8KDÇ-II KOLON HASAR MİKTARLARI						
	Kesit İsmi	Kesit Tipi	FEMA 440'a Göre Hasar Miktarı		TDY 2007'ye Göre Hasar Miktarı		
			$\theta_p(\text{rad})$	Hasar Sınırı	ϵ_b	ϵ_s	Hasar Sınırı
1	S101 - Uç(A)	S1	0.0092	IO-LS	-	0.0084	-MHB
2	S102 - Uç(A)	S2	0.0109	IO-LS	0.0038	0.0086	-BHB
3	S103 - Uç(A)	S2	0.0125	IO-LS	0.0041	0.0093	-BHB
4	S103 - Uç(B)	S2	0.0023	<IO	0.0021	0.0037	-MHB
5	S104 - Uç(A)	S1	0.0140	IO-LS	0.0047	0.0081	-BHB
6	S104 - Uç(B)	S1	0.0025	<IO	0.0025	0.0035	-MHB
7	S105 - Uç(A)	S2	0.0092	IO-LS	0.0021	0.0092	-MHB
8	S106 - Uç(A)	S3	0.0109	IO-LS	0.0047	0.0103	-BHB
9	S107 - Uç(A)	S3	0.0125	IO-LS	0.0049	0.0113	-BHB
10	S108 - Uç(A)	S2	0.0141	LS-CP	0.0058	0.0085	-BHB
11	S108 - Uç(B)	S2	0.00032	<IO	0.0030	0.0035	-MHB
12	S109 - Uç(A)	S2	0.0092	IO-LS	0.0021	0.0092	-MHB
13	S110 - Uç(A)	S3	0.0109	IO-LS	0.0048	0.0103	-BHB
14	S111 - Uç(A)	S3	0.0125	IO-LS	0.0049	0.0114	-BHB
15	S112 - Uç(A)	S2	0.0141	LS-CP	0.0058	0.0086	-BHB
16	S112 - Uç(B)	S2	0.00032	<IO	0.0030	0.0036	-MHB
17	S113 - Uç(A)	S1	0.0092	IO-LS	-	0.0084	-MHB
18	S114 - Uç(A)	S2	0.0109	IO-LS	0.0038	0.0086	-BHB
19	S115 - Uç(A)	S2	0.0125	IO-LS	0.0041	0.0093	-BHB
20	S115 - Uç(B)	S2	0.0023	<IO	0.0022	0.0037	-MHB

Sıra No	8KDÇ-II KOLON HASAR MİKTARLARI						
	Kesit İsmi	Kesit Tipi	FEMA 440'a Göre Hasar Miktarı		TDY 2007'ye Göre Hasar Miktarı		
			$\theta p(\text{rad})$	Hasar Sınırı	ϵb	ϵs	Hasar Sınırı
21	S116 - Uç(A)	S1	0.0140	IO-LS	0.0047	0.0081	-BHB
22	S116 - Uç(B)	S1	0.0025	<IO	0.0025	0.0035	-MHB

TDY 2007'ye göre Kirişlerde Hasar Karşılaştırmaları				
Kesit İsmi	Kesit Tipi	8KÇ	8KDÇ-I	8KDÇ-II
K101 - Uç(A)	TK6	-BHB	-BHB	-BHB
K101 - Uç(B)	TK6	-BHB	-BHB	-BHB
K102 - Uç(A)	TK6	-BHB	-BHB	-BHB
K102 - Uç(B)	TK6	-BHB	-BHB	-BHB
K103 - Uç(A)	TK6	-BHB	-BHB	-BHB
K103 - Uç(B)	TK6	-BHB	-BHB	-BHB
K104 - Uç(A)	TK1	-İHB	-BHB	-BHB
K104 - Uç(B)	TK1	-BHB	-BHB	-BHB
K105 - Uç(A)	TK1	-İHB	-BHB	-BHB
K105 - Uç(B)	TK1	-BHB	-BHB	-BHB
K106 - Uç(A)	TK1	-BHB	-BHB	-BHB
K106 - Uç(B)	TK1	-BHB	-BHB	-BHB
K107 - Uç(A)	TK1	-İHB	-BHB	-BHB
K107 - Uç(B)	TK1	-BHB	-BHB	-BHB
K108 - Uç(A)	TK1	-İHB	-BHB	-BHB
K108 - Uç(B)	TK1	-BHB	-BHB	-BHB
K109 - Uç(A)	TK1	-BHB	-BHB	-BHB
K109 - Uç(B)	TK1	-BHB	-BHB	-BHB
K110 - Uç(A)	TK6	-BHB	-BHB	-BHB
K110 - Uç(B)	TK6	-BHB	-BHB	-BHB
K111 - Uç(A)	TK6	-BHB	-BHB	-BHB
K111 - Uç(B)	TK6	-BHB	-BHB	-BHB
K112 - Uç(A)	TK6	-BHB	-BHB	-BHB
K112 - Uç(B)	TK6	-BHB	-BHB	-BHB
K201 - Uç(A)	TK7	-BHB	-BHB	-BHB
K201 - Uç(B)	TK7	-BHB	-BHB	-BHB
K202 - Uç(A)	TK7	-BHB	-BHB	-BHB
K202 - Uç(B)	TK7	-BHB	-BHB	-BHB
K203 - Uç(A)	TK7	-BHB	-BHB	-BHB
K203 - Uç(B)	TK7	-BHB	-BHB	-BHB
K204 - Uç(A)	TK2	-BHB	-BHB	-BHB
K204 - Uç(B)	TK2	-BHB	-BHB	-BHB
K205 - Uç(A)	TK2	-BHB	-BHB	-BHB
K205 - Uç(B)	TK2	-BHB	-BHB	-BHB
K206 - Uç(A)	TK2	-BHB	-BHB	-BHB
K206 - Uç(B)	TK2	-BHB	-BHB	-BHB
K207 - Uç(A)	TK2	-BHB	-BHB	-BHB
K207 - Uç(B)	TK2	-BHB	-BHB	-BHB
K208 - Uç(A)	TK2	-BHB	-BHB	-BHB
K208 - Uç(B)	TK2	-BHB	-BHB	-BHB
K209 - Uç(A)	TK2	-BHB	-BHB	-BHB

TDY 2007'ye göre Kirişlerde Hasar Karşılaştırmaları				
Kesit İsmi	Kesit Tipi	8KÇ	8KDÇ-I	8KDÇ-II
K209 - Uç(B)	TK2	-BHB	-BHB	-BHB
K210 - Uç(A)	TK7	-BHB	-BHB	-BHB
K210 - Uç(B)	TK7	-BHB	-BHB	-BHB
K211 - Uç(A)	TK7	-BHB	-BHB	-BHB
K211 - Uç(B)	TK7	-BHB	-BHB	-BHB
K212 - Uç(A)	TK7	-BHB	-BHB	-BHB
K212 - Uç(B)	TK7	-BHB	-BHB	-BHB
K301 - Uç(A)	TK7	-BHB	-BHB	-BHB
K301 - Uç(B)	TK7	-BHB	-MHB	-BHB
K302 - Uç(A)	TK7	-BHB	-BHB	-BHB
K302 - Uç(B)	TK7	-BHB	-MHB	-BHB
K303 - Uç(A)	TK7	-BHB	-BHB	-BHB
K303 - Uç(B)	TK7	-BHB	-MHB	-MHB
K304 - Uç(A)	TK2	-BHB	-BHB	-BHB
K304 - Uç(B)	TK2	-BHB	-MHB	-MHB
K305 - Uç(A)	TK2	-BHB	-BHB	-BHB
K305 - Uç(B)	TK2	-BHB	-MHB	-MHB
K306 - Uç(A)	TK2	-BHB	-BHB	-BHB
K306 - Uç(B)	TK2	-BHB	-MHB	-MHB
K307 - Uç(A)	TK2	-BHB	-BHB	-BHB
K307 - Uç(B)	TK2	-BHB	-MHB	-MHB
K308 - Uç(A)	TK2	-BHB	-BHB	-BHB
K308 - Uç(B)	TK2	-BHB	-MHB	-MHB
K309 - Uç(A)	TK2	-BHB	-BHB	-BHB
K309 - Uç(B)	TK2	-BHB	-MHB	-MHB
K310 - Uç(A)	TK7	-BHB	-BHB	-BHB
K310 - Uç(B)	TK7	-BHB	-MHB	-BHB
K311 - Uç(A)	TK7	-BHB	-BHB	-BHB
K311 - Uç(B)	TK7	-BHB	-MHB	-BHB
K312 - Uç(A)	TK7	-BHB	-BHB	-BHB
K312 - Uç(B)	TK7	-BHB	-MHB	-MHB
K401 - Uç(A)	TK8	-BHB	-MHB	-BHB
K401 - Uç(B)	TK8	-BHB	-MHB	-MHB
K402 - Uç(A)	TK8	-BHB	-MHB	-BHB
K402 - Uç(B)	TK8	-BHB	-MHB	-MHB
K403 - Uç(A)	TK8	-BHB	-MHB	-MHB
K403 - Uç(B)	TK8	-BHB	-MHB	-MHB
K404 - Uç(A)	TK2	-BHB	-MHB	-BHB
K404 - Uç(B)	TK2	-BHB	-MHB	-MHB
K405 - Uç(A)	TK2	-BHB	-MHB	-BHB
K405 - Uç(B)	TK2	-BHB	-MHB	-MHB
K406 - Uç(A)	TK2	-BHB	-MHB	-MHB
K406 - Uç(B)	TK2	-BHB	-MHB	-MHB
K407 - Uç(A)	TK2	-BHB	-MHB	-BHB
K407 - Uç(B)	TK2	-BHB	-MHB	-MHB
K408 - Uç(A)	TK2	-BHB	-MHB	-BHB
K408 - Uç(B)	TK2	-BHB	-MHB	-MHB
K409 - Uç(A)	TK2	-BHB	-MHB	-MHB
K409 - Uç(B)	TK2	-BHB	-MHB	-MHB
K410 - Uç(A)	TK8	-BHB	-MHB	-BHB
K410 - Uç(B)	TK8	-BHB	-MHB	-MHB

TDY 2007'ye göre Kirişlerde Hasar Karşılaştırmaları				
Kesit İsmi	Kesit Tipi	8KÇ	8KDÇ-I	8KDÇ-II
K411 - Uç(A)	TK8	-BHB	-MHB	-BHB
K411 - Uç(B)	TK8	-BHB	-MHB	-MHB
K412 - Uç(A)	TK8	-BHB	-MHB	-MHB
K412 - Uç(B)	TK8	-BHB	-MHB	-MHB
K501 - Uç(A)	TK9	-BHB	-MHB	-MHB
K501 - Uç(B)	TK9	-MHB	-MHB	-MHB
K502 - Uç(A)	TK9	-BHB	-MHB	-MHB
K502 - Uç(B)	TK9	-MHB	-MHB	-MHB
K503 - Uç(A)	TK9	-BHB	-MHB	-MHB
K503 - Uç(B)	TK9	-MHB	-MHB	-MHB
K504 - Uç(A)	TK3	-BHB	-BHB	-MHB
K504 - Uç(B)	TK3	-MHB	-MHB	-MHB
K505 - Uç(A)	TK3	-BHB	-BHB	-MHB
K505 - Uç(B)	TK3	-MHB	-MHB	-MHB
K506 - Uç(A)	TK3	-BHB	-MHB	-MHB
K506 - Uç(B)	TK3	-MHB	-MHB	-MHB
K507 - Uç(A)	TK3	-BHB	-MHB	-MHB
K507 - Uç(B)	TK3	-MHB	-MHB	-MHB
K508 - Uç(A)	TK3	-BHB	-MHB	-MHB
K508 - Uç(B)	TK3	-MHB	-MHB	-MHB
K509 - Uç(A)	TK3	-BHB	-MHB	-MHB
K509 - Uç(B)	TK3	-MHB	-MHB	-MHB
K510 - Uç(A)	TK9	-BHB	-MHB	-MHB
K510 - Uç(B)	TK9	-MHB	-MHB	-MHB
K511 - Uç(A)	TK9	-BHB	-MHB	-MHB
K511 - Uç(B)	TK9	-MHB	-MHB	-MHB
K512 - Uç(A)	TK9	-BHB	-MHB	-MHB
K512 - Uç(B)	TK9	-MHB	-MHB	-MHB
K601 - Uç(A)	TK9	-MHB	-	-
K601 - Uç(B)	TK9	-MHB	-	-
K602 - Uç(A)	TK9	-MHB	-	-
K602 - Uç(B)	TK9	-MHB	-	-
K603 - Uç(A)	TK9	-MHB	-	-
K603 - Uç(B)	TK9	-MHB	-	-
K604 - Uç(A)	TK3	-MHB	-	-
K604 - Uç(B)	TK3	-MHB	-	-
K605 - Uç(A)	TK3	-MHB	-	-
K605 - Uç(B)	TK3	-MHB	-	-
K606 - Uç(A)	TK3	-MHB	-	-
K606 - Uç(B)	TK3	-MHB	-	-
K607 - Uç(A)	TK3	-MHB	-	-
K607 - Uç(B)	TK3	-MHB	-	-
K608 - Uç(A)	TK3	-MHB	-	-
K608 - Uç(B)	TK3	-MHB	-	-
K609 - Uç(A)	TK3	-MHB	-	-
K609 - Uç(B)	TK3	-MHB	-	-
K610 - Uç(A)	TK9	-MHB	-	-
K610 - Uç(B)	TK9	-MHB	-	-
K611 - Uç(A)	TK9	-MHB	-	-
K611 - Uç(B)	TK9	-MHB	-	-
K612 - Uç(A)	TK9	-MHB	-	-

TDY 2007'ye göre Kirişlerde Hasar Karşılaştırmaları				
Kesit İsmi	Kesit Tipi	8KÇ	8KDÇ-I	8KDÇ-II
K612 - Uç(B)	TK9	-MHB	-	-
K701 - Uç(A)	TK10	-MHB	-	-
K701 - Uç(B)	TK10	-MHB	-	-
K702 - Uç(A)	TK10	-MHB	-	-
K702 - Uç(B)	TK10	-MHB	-	-
K703 - Uç(A)	TK10	-MHB	-	-
K704 - Uç(A)	TK4	-MHB	-	-
K704 - Uç(B)	TK4	-MHB	-	-
K705 - Uç(A)	TK4	-MHB	-	-
K705 - Uç(B)	TK4	-MHB	-	-
K706 - Uç(A)	TK4	-MHB	-	-
K706 - Uç(B)	TK4	-MHB	-	-
K707 - Uç(A)	TK4	-MHB	-	-
K707 - Uç(B)	TK4	-MHB	-	-
K708 - Uç(A)	TK4	-MHB	-	-
K708 - Uç(B)	TK4	-MHB	-	-
K709 - Uç(A)	TK4	-MHB	-	-
K709 - Uç(B)	TK4	-MHB	-	-
K710 - Uç(A)	TK10	-MHB	-	-
K710 - Uç(B)	TK10	-MHB	-	-
K711 - Uç(A)	TK10	-MHB	-	-
K711 - Uç(B)	TK10	-MHB	-	-
K712 - Uç(A)	TK10	-MHB	-	-