



**DÜŞÜK VE ORTA YÜKSEKLİKTEKİ BETONARME YAPILARIN  
SİSMİK DEPLASMAN TALEPLERİNİN DEĞERLENDİRİLMESİ**

**Emrah MERAL**

**Temmuz 2010  
DENİZLİ**

**DÜŞÜK VE ORTA YÜKSEKLİKTEKİ BETONARME YAPILARIN  
SİSMİK DEPLASMAN TALEPLERİNİN DEĞERLENDİRİLMESİ**

**Pamukkale Üniversitesi  
Fen Bilimleri Enstitüsü  
Yüksek Lisans Tezi  
İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı**

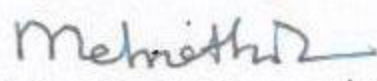
**Emrah MERAL**


**Danışman: Doç. Dr. Mehmet İNEL**


**Temmuz, 2010  
DENİZLİ**

## YÜKSEK LİSANS TEZİ ONAY FORMU

Emrah MERAL tarafından Doç. Dr. Mehmet İNEL yönetiminde hazırlanan “**Düşük ve Orta Yükseklikteki Betonarme Yapıların Sismik Deplasman Taleplerinin Değerlendirilmesi**” başlıklı tez tarafımızdan okunmuş, kapsamı ve niteliği açısından bir Yüksek Lisans Tezi olarak kabul edilmiştir.

  
Doç. Dr. Mehmet İNEL  
Jüri Başkanı(Danışman)

  
Yrd. Doç. Dr. Ş. Murat ŞENEL  
Jüri Üyesi

  
Doç. Dr. Fuat DEMİR  
Jüri Üyesi

Pamukkale Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Yönetim Kurulu'nun  
11.08/2010 tarih ve 2.1/17 sayılı kararıyla onaylanmıştır.

  
Prof. Dr. Halil KARAHAN  
Müdür

## TEŞEKKÜR

Öncelikle, engin bilgi birikimi ve deneyimleri ile bana yol gösteren, tez çalışmalarım esnasında karşılaştığım güçlüklerde değerli zamanını benimle paylaşan, bana sabır gösteren ve hiçbir konuda yardımlarını esirgemeyen tez danışmanım Sayın Doç. Dr. Mehmet İNEL'e rehberliği ve teşvik edici yönetimi için teşekkür ederim.

Lisans ve yüksek lisans eğitimim boyunca yapı alanında bilgi edinmemde büyük katkıları bulunan PAÜ Mühendislik Fakültesi İnşaat Mühendisliği Bölümü Öğretim Üyeleri değerli hocalarım, Yrd. Doç. Dr. Şevket Murat ŞENEL, Yrd. Doç. Dr. Ali Haydar KAYHAN, Yrd. Doç. Dr. Salih YILMAZ'a ve üzerimde emeği olan tüm öğretim üyelerine teşekkürü bir borç bilir, saygılarımı sunarım.

Yüksek lisans eğitimim süresince birlikte çalışabildiğim için kendimi şanslı hissettiğim, yapısal davranış bilgilerinden faydalandığım ve çalışmalarımın her aşamasında bana yardımcı olan değerli hocam Arş. Gör. Hayri Baytan ÖZMEN'e ve arkadaşım Mehmet PALANCI'ya teşekkürü borç bilirim.


Başta Burak YEŞİL arkadaşım olmak üzere burada ismini saymadığım her zaman yanımda olan ve bana yardımcı olmaya çalışan bütün arkadaşlarıma çok teşekkür ederim.

Bugünlere ulaşmamı sağlayan, hayatım boyunca benden maddi ve manevi desteklerini hiçbir zaman esirgemeyen sevgili aileme gösterdikleri hoşgörü ve anlayış için sonsuz teşekkür ederim.

**Emrah MERAL**

*Aileme...*

Bu tezin tasarımı, hazırlanması, yürütülmesi, araştırmalarının yapılması ve bulgularının analizlerinde bilimsel etiğe ve akademik kurallara özenle riayet edildiğini; bu çalışmanın doğrudan birincil ürünü olmayan bulguların, verilerin ve materyallerin bilimsel etiğe uygun olarak kaynak gösterildiğini ve alıntı yapılan çalışmalara atfedildiğini beyan ederim.

İmza :   
Öğrenci Adı Soyadı : Emrah MERAL

## ÖZET

### DÜŞÜK VE ORTA YÜKSEKLİKTEKİ BETONARME YAPILARIN SİSMİK DEPLASMAN TALEPLERİNİN DEĞERLENDİRİLMESİ

MERAL, Emrah  
Yüksek Lisans Tezi, İnşaat Mühendisliği ABD  
Tez Yöneticisi: Doç. Dr. Mehmet İNEL

Temmuz 2010, 111 Sayfa

Özellikle son birkaç on yılda ülkemizde yaşanan depremlerde mevcut yapı stoğunun büyük kısmını oluşturan orta ve düşük yükseklikteki binalar çok hasar almıştır. Yaşanan depremler mevcut binalarımızın yapım kalitesi ve yönetmeliklerin yetersizliklerinden dolayı büyük bir risk altında olduğunu göstermiştir. Meydana gelebilecek muhtemel depremler sonucunda çıkacak zararları azaltmak için mevcut binaların sismik performans seviyelerinin belirlenmesi gerekmektedir. Binaların performans seviyeleri bina yer değiştirme kapasitesi ile depremlerin yer değiştirme talebinin birlikte değerlendirilmesiyle elde edilir.

Çalışmanın amacı ülkemiz betonarme yapı stoğunu temsil eden düşük ve orta yükseklikteki betonarme binaların geçmiş depremlere ait ivme kayıtlarında oluşan yer değiştirme talepleri ile binaların kapasitelerini kıyaslayarak mevcut binaların performanslarını değerlendirmektir. Bu çalışmada 2, 4 ve 7 katlı binaların düşük ve orta yükseklikteki binaları temsil ettiği düşünülmüş ve bu binalar gerçeğe daha yakın sonuç veren doğrusal olmayan analiz yöntemleriyle modellenmiştir.

Çalışma kapsamında tasarım farklılıkları 1975 ve 1998 Afet Yönetmelikleri ile yansıtılmıştır. Malzemenin performans üzerindeki etkileri için her yönetmelikte düşük ve ortalama sayılabilecek iki farklı beton basınç dayanımı ve iki farklı etriye aralığı kullanılmıştır. Analizlerde yönetmeliklerle uyumlu olarak BÇ-I ve BÇ-III donatıları kullanılmıştır. Mevcut yapı stoğunu yansıtan özelliklere sahip referans binalar oluşturulduktan sonra bu binalara çalışma kapsamında düşünülen yumuşak kat ve kapalı çıkma gibi yapısal düzensizlikler eklenmiştir.

Tüm modeller artımsal statik itme analizine tabi tutularak, kapasite eğrileri belirlenmiştir. DBYYHY-2007 'deki kriterlere göre binaların performans seviyeleri ve yer değiştirme kapasiteleri bulunmuştur. Kapasite eğrileri eşdeğer tek serbestlik dereceli sisteme çevrilerek DBYYHY-2007 tepki spektrumuna göre binaların yer değiştirme talepleri hesaplanmıştır. Ayrıca olası depremler altında yer değiştirme taleplerini değerlendirmek için son 30 yılda ülkemizde yaşanan yıkıcı depremlerden seçilen ivme kayıtları kullanılarak zaman tanım alanında doğrusal olmayan dinamik analize tabi tutulmuş ve bu binalara ait yer değiştirme talepleri bulunmuştur.

Çalışma kapsamında düşünülen binaların yer değiştirme kapasiteleri ile DBYYHY-2007 tepki spektrumu ve geçmiş depremlerden seçili ivme kayıtları için bulunan yer değiştirme talepleri değerlendirilerek mevcut yapı stoğunun

performansı değerlendirilmiştir. Deprem yönetmeliklerinin, düzensizliklerin ve malzeme kalitesinin deprem performansı üzerindeki etkileri değerlendirilmiştir.

Çalışma bulgularına göre 1998 Afet Yönetmeliği'ne göre yapılan binaların performanslarının 1975 Afet Yönetmeliği'ne göre yapılan binalara kıyasla ciddi şekilde iyileştiği grlmştir. Düzensizlikler içinde en olumsuz düzensizliğin yumuşak kat düzensizliği olduğu sonucu çıkmaktadır. Beton dayanımı ve enine donatı miktarının iyi olmasının yer değiştirme talebi üzerinde çok etkili olmamasına rağmen yer değiştirme kapasitesini olumlu yönde etkilediği grlmştir.

**Anahtar Kelimeler:** Betonarme Yapı Stoğu; Doğrusal Olmayan Analiz; Düşük ve Orta Katlı Binalar; Sismik Yer Değiştirme istemleri

**Doç. Dr. Mehmet İNEL**

**Doç. Dr. Fuat DEMİR**

**Yard. Doç. Dr. şevket Murat şENEL**



## ABSTRACT

### EVALUATION OF SEISMIC DISPLACEMENT DEMANDS OF LOW AND MID-RISE REINFORCED CONCRETE BUILDINGS

MERAL, Emrah  
M. Sc. Thesis in Civil Engineering  
Supervisor: Assoc. Prof. Dr. Mehmet İNEL

July 2010, 111 Pages

Devastating earthquakes in Turkey during last few decades resulted in significant damages for low and mid-rise buildings that consist of major part of building stock. Damages experienced during those earthquakes has shown inadequate performance of existing building stock due to absence of construction quality and inadequacy of the codes. Such damages also emphasized necessity for determining seismic performance of existing buildings during probable earthquakes. Seismic performance evaluation requires knowledge of seismic displacement capacity and demands.

This study aims to evaluate seismic performance of low and mid-rise buildings representing most of building stock in Turkey by comparing their displacement capacity and displacement demands under selected ground motions. In this study, 2, 4 and 7 story buildings represents low and mid-rise buildings. Those buildings are modeled by non-linear methods.

1975 and 1998 Turkish Earthquakes Codes (TEC) are used to reflect design code differences. Poor and average concrete quality and transverse reinforcement amount are considered for each code to investigate the effect of material and quality on seismic performance. S220 and S420 reinforcement are used compatible with 1975 and 1998 TEC. After modeling reference buildings, structural irregularities such as soft storey and heavy overhangs are added.

Capacity curves of all models considered in the current study are determined by non-linear static analysis. Buildings performance levels and displacement capacities are obtained according to 2007 TEC. The “equivalent” Single-Degree-of-Freedom (SDOF) approach is used to obtain displacement demands according to 2007-TEC response spectrum. Furthermore, the “equivalent” SDOF models are subjected to non-linear time history analysis using selected ground motion records from destructive earthquakes experienced during last 30 years.

Seismic performance of existing building stock is evaluated by comparing displacement capacities of considered building models and their displacement demands for 2007 TEC response spectrum and selected ground motion records. Effects of seismic design codes, irregularities and material quality on seismic performance of the buildings are evaluated.

The outcomes of current study clearly show improved performance of buildings constructed per 1998 TEC compared to buildings constructed per 1975

**TEC. Soft story has the worst performance among irregularities. Although average concrete strength and transverse reinforcement amount do not have an significant influence on displacement demands, average material quality considerably improves displacement capacities.**

**Keywords: Low and Mid-Rise Buildings; Non-Linear Analysis; Reinforced Concrete Building Stock; Seismic displacement demands**

**Assoc. Prof. Dr. Mehmet İNEL**

**Assoc. Prof. Dr. Fuat DEMİR**

**Asst. Prof. Dr. Şevket Murat ŞENEL**

## İÇİNDEKİLER

<b>TEŞEKKÜR</b> .....	ii
<b>ÖZET</b> .....	v
<b>ABSTRACT</b> .....	vii
<b>İÇİNDEKİLER</b> .....	ix
<b>ŞEKİLLER DİZİNİ</b> .....	xi
<b>TABLolar DİZİNİ</b> .....	xiii
<b>SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ</b> .....	xv

1. GİRİŞ .....	1
1.1. Genel .....	1
1.2. Literatür Bilgisi ve Önceki Yapılan Çalışmalar .....	2
1.3. Çalışmanın Amacı .....	3
1.4. Çalışmanın Kapsamı .....	4
2. YAPISAL DÜZENSİZLİKLER .....	6
2.1. Yumuşak Kat .....	6
2.2. Kapalı Çıkma .....	10
3. TASARIM VE MODELLEME .....	12
3.1. Referans Binalar .....	12
3.2. Yumuşak Kat .....	20
3.3. Kapalı Çıkma .....	21
3.4. Dolgu Duvarlı Modellerin Oluşturulması .....	22
3.5. Modellerinin Özellikleri .....	24
4. ANALİZ YÖNTEMLERİ .....	27
4.1. Doğrusal Elastik Olmayan Analiz Yöntemleri .....	28
4.1.1. Doğrusal olmayan analiz yöntemleri kavramları .....	28
4.1.2. Artımsal eşdeğer deprem yükü yöntemi .....	29
4.1.3. Artımsal mod birleştirme yöntemi .....	31
4.1.4. Zaman tanım alanında doğrusal olmayan dinamik analiz hesap yöntemi .....	31
4.2. Doğrusal Elastik Olmayan Modelleme .....	32
4.2.1. Plastik Mafsallı Kavramı .....	32
4.2.2. Mafsallı bölgeleri .....	33
4.2.3. Eğilme Mafsallı .....	33
4.2.4. Eğrilik yoğunlaşması .....	34
4.2.5. Eğrilik-dönme ilişkisi .....	34
4.2.6. Plastik mafsallı boyu .....	36
4.2.7. Eğilme mafsallı kriterleri .....	36
4.2.8. Kolon eğilme mafsallı .....	39
4.2.9. Kiriş eğilme mafsallı .....	39
4.2.10. Kesme Mafsallı .....	40
4.2.11. Eksenel Yük Mafsallı .....	40
4.3. Kullanılan Malzeme Modelleri .....	40
4.3.1. Mander beton modeli .....	41
4.3.2. Donatı çeliği modeli .....	42
4.3.3. Sargılı beton davranış modelinin oluşturulması .....	43
4.4. Tanımlanan Plastik Mafsalların Analitik Model Üzerine Atanması .....	43

4.5. Artımsal Eşdeğer Deprem Yüğü Yöntemi'nde Kullanılan İtme Şekli.....	44
4.6. Zaman Tanım Alanında Doğrusal Olmayan Analiz.....	45
4.7. Modellerin Performanslarının Değerlendirilmesi .....	46
4.7.1. Kesit hasar sınırları .....	46
4.7.2. Kesit hasar bölgeleri.....	46
4.7.3. Deprem etki seviyeleri .....	47
4.7.4. Betonarme binaların deprem performansı.....	47
4.7.5. Performans hedefleri .....	48
5. YER DEğİŞTİRME TALEBİNİN BELİRLENMESİ .....	49
5.1. Kapasite Eğrisinin Modal Kapasite Diyagramına Dönüştürülmesi .....	49
5.2. Spektrum Eğrisinin Spektral Yer Değiştirme ( $S_{de}$ ) ve Spektral İvme ( $S_{ae}$ ) 'ye Çevrilmesi .....	51
6. ANALİZ SONUÇLARI .....	54
6.1. Artımsal Statik İtme (Pushover) Analiz Sonuçları.....	54
6.2. Kapasite Eğrilerinin Elde Edilmesi .....	54
6.2.1. Yer değiştirme talebi değerlerinin bulunması .....	59
6.2.2. Kapasite-talep ilişkisi .....	74
6.3. Zaman Tanım Alanında Doğrusal Olmayan Analiz ve Talep-Kapasite İlişkisi ..	88
6.3.1. Yer değiştirme taleplerinin bulunması .....	89
7. SONUÇLAR .....	104
7.1. Analiz Sonuçlarının Genel Değerlendirilmesi .....	105
7.2. Yapılabilecek Çalışmalarla İlgili Öneriler .....	106
8. KAYNAKLAR .....	108

## ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 2.1 Yumuşak kat oluşumu .....	7
Şekil 2.2 1999 Kocaeli depreminde Adapazarı'nda yumuşak kat .....	7
Şekil 2.3 1999 Düzce depreminde oluşan yumuşak kat.....	8
Şekil 2.4 1995 Kobe depreminde üst katlarda yumuşak kat mekanizması .....	8
Şekil 2.5 San Francisco'daki 1989 Loma Prieta depreminde zemin kattaki garajlardan dolayı oluşan yumuşak kat .....	9
Şekil 2.6 Yumuşak kat ve istenilen göçme mekanizması .....	9
Şekil 2.7 1999 Marmara depreminde çıkma hasarı.....	10
Şekil 2.8 2003 Bingöl depreminde hasar görmüş ağır çıkmalara sahip bir yapı.....	11
Şekil 2.9 Çavdar apt, Eskişehir, 1985 .....	11
Şekil 3.1 2 katlı referans binaya ait kalıp planı .....	13
Şekil 3.2 4 katlı referans binaya ait kalıp planı .....	14
Şekil 3.3 7 katlı referans binaya ait kalıp planı .....	14
Şekil 3.4 4 katlı referans binanın görünüşü.....	20
Şekil 3.5 4 katlı yumuşak kata sahip binanın görünüşü .....	20
Şekil 3.6 Kapalı çıkma kalıp planları .....	21
Şekil 3.7 4 katlı kapalı çıkmaya sahip binanın görünüşü.....	22
Şekil 3.8 Duvar davranışının eşdeğer basınç çubuklarıyla yansıtılması .....	23
Şekil 3.9 Duvarlı referans modellerin kalıp planları .....	24
Şekil 4.1 Analiz yöntemleri .....	28
Şekil 4.2 Yapıya ait kapasite eğrisinin elde edilmesi.....	30
Şekil 4.3 Kolon ve kiriş elemanlarda sargılama bölgeleri .....	33
Şekil 4.4 Konsol kolonda eğilme momenti ve eğrilik değişimi .....	34
Şekil 4.5 Eğrilik diyagramının idealleştirilmesi.....	35
Şekil 4.6 İdealleştirilmiş dayanım-deformasyon eğrisi.....	37
Şekil 4.7 Kriterlerin moment-eğrilik grafiği üzerinde belirtilmesi .....	39
Şekil 4.8 Basınç etkisi altındaki beton modeli .....	42
Şekil 4.9 Donatı çeliği davranış modeli .....	42
Şekil 4.10 Mafsalların eleman üzerine atanması.....	44
Şekil 4.11 Yüklerin katlara dağılımı .....	44
Şekil 4.12 Kesit hasar sınırları ve hasar bölgeleri.....	46
Şekil 5.1 MDOF sistemin ESDOF sisteme dönüştürülmesi .....	49
Şekil 5.2 Modal kapasite diyagramının elde edilmesi .....	51
Şekil 5.3 Periyot - Spektral İvme Katsayısı A(T) ilişkisi .....	51
Şekil 5.4 $T_1 \geq T_B$ durumunda elastik olmayan spektral yer değiştirme hesabı.....	52
Şekil 6.1 Kapasite Eğrisi .....	54
Şekil 6.2 2 katlı referans binaya ait X yönü kapasite eğrileri .....	55
Şekil 6.3 2 katlı referans binaya ait Y yönü kapasite eğrileri .....	55
Şekil 6.4 4 katlı referans binaya ait X yönü kapasite eğrileri .....	56
Şekil 6.5 4 katlı referans binaya ait Y yönü kapasite eğrileri .....	56
Şekil 6.6 7 katlı referans binaya ait X yönü kapasite eğrileri .....	56
Şekil 6.7 7 katlı referans binaya ait Y yönü kapasite eğrileri .....	57
Şekil 6.8 Farklı kat sayılarına ait kapasite eğrileri.....	57
Şekil 6.9 4 katlı 1975 Afet Yönetmeliği'ne göre yapılan referans, yumuşak kat ve kapalı çıkmalı binalara ait X yönü kapasite eğrileri .....	57

Şekil 6.10 4 katlı 1975 Afet Yönetmeliği'ne göre yapılan referans, yumuşak kat ve kapalı çıkmalı binalara ve bunların duvarlı modellerine ait X yönü kapasite eğrileri .....	58
Şekil 6.11 Referans (Ref) binaların Talep/Kapasite oranı-x yönü .....	82
Şekil 6.12 Referans (Ref) binaların Talep/Kapasite oranı-y yönü .....	82
Şekil 6.13 Duvarlı referans (Ref-dvar) binaların Talep/Kapasite oranı-x yönü .....	82
Şekil 6.14 Duvarlı referans (Ref-dvar) binaların Talep/Kapasite oranı-y yönü .....	83
Şekil 6.15 Duvarlı referans (Ref-dvar) binaların Talep/Kapasite oranlarının referans (Ref) binalara oranı-x yönü .....	83
Şekil 6.16 Duvarlı referans (Ref-dvar) binaların Talep/Kapasite oranlarının referans (Ref) binalara oranı-y yönü .....	83
Şekil 6.17 Yumuşak kat (YK) binaların Talep/Kapasite oranlarının referans (Ref) binalara oranı-x yönü .....	84
Şekil 6.18 Yumuşak kat (YK) binaların Talep/Kapasite oranlarının referans (Ref) binalara oranı-y yönü .....	84
Şekil 6.19 Duvarlı yumuşak kat (YK-Dvar) binaların Talep/Kapasite oranlarının duvarlı referans (Ref-Dvar) binalara oranı-x yönü .....	84
Şekil 6.20 Duvarlı yumuşak kat (YK-Dvar) binaların Talep/Kapasite oranlarının duvarlı referans (Ref-Dvar) binalara oranı-y yönü .....	85
Şekil 6.21 Kapalı çıkmalı (KC) binaların Talep/Kapasite oranlarının referans (Ref) binalara oranı-x yönü .....	85
Şekil 6.22 Kapalı çıkmalı (KC) binaların Talep/Kapasite oranlarının referans (Ref) binalara oranı-y yönü .....	85
Şekil 6.23 Duvarlı kapalı çıkmalı (KC-Dvar) binaların Talep/Kapasite oranlarının duvarlı referans (Ref-Dvar) binalara oranı-x yönü .....	86
Şekil 6.24 Duvarlı kapalı çıkmalı (KC-Dvar) binaların Talep/Kapasite oranlarının duvarlı referans (Ref-Dvar) binalara oranı-y yönü .....	86
Şekil 6.25 Depremlerin ivme kayıtları .....	89
Şekil 6.26 %5 sönüm oranı için deprem ivme kayıtlarına ait ortalama spektrum .....	89

## TABLOLAR DİZİNİ

Tablo 1.1 Kullanılan beton ve donatı bilgileri .....	4
Tablo 3.1 Referans binaların tasarımında kullanılan değerler .....	13
Tablo 3.2 Referans bina kiriş bilgileri .....	15
Tablo 3.3 2 katlı 1975 Yönetmeliği referans bina kolon bilgileri.....	15
Tablo 3.4 2 katlı 1998 Yönetmeliği referans bina kolon bilgileri.....	15
Tablo 3.5 4 katlı 1975 Yönetmeliği referans bina kolon bilgileri.....	16
Tablo 3.6 4 katlı 1998 Yönetmeliği referans bina kolon bilgileri.....	17
Tablo 3.7 7 katlı 1975 Yönetmeliği referans bina kolon bilgileri.....	18
Tablo 3.8 7 katlı 1998 Yönetmeliği referans bina kolon bilgileri.....	19
Tablo 3.9 Referans binalara ait bilgiler.....	25
Tablo 3.10 Duvarlı binalara ait bilgiler.....	25
Tablo 3.11 Yumuşak katlı binalara ait bilgiler.....	25
Tablo 3.12 Yumuşak kat duvarlı binalara ait bilgiler .....	26
Tablo 3.13 Kapalı çıkmalı binalara ait bilgiler .....	26
Tablo 3.14 Kapalı çıkmalı duvarlı binalara ait bilgiler .....	26
Tablo 4.1 Moment-eğrilik ilişkisinin tanımlanmasında kullanılan kriterler .....	38
Tablo 4.2 Türkiye’de son 20 yılda yaşanan yıkıcı deprem yer hareketi kayıtları.....	45
Tablo 4.3 Kesit hasar sınırlarına göre şekil değiştirme üst sınırları (kapasiteleri).....	47
Tablo 4.4 Deprem etki seviyeleri .....	47
Tablo 6.1 Referans (Ref) binaların ESDOF ve MDOF sistemlere ait yer değiştirme talebi değerleri.....	60
Tablo 6.2 Duvarlı Referans (Ref-Dvar) binaların ESDOF ve MDOF sistemlere ait yer değiştirme talebi değerleri.....	62
Tablo 6.3 Yumuşak kat (YK) binaların ESDOF ve MDOF sistemlere ait yer değiştirme talebi değerleri.....	64
Tablo 6.4 Duvarlı yumuşak kat (YK-Dvar) binaların ESDOF ve MDOF sistemlere ait yer değiştirme talebi değerleri.....	66
Tablo 6.5 Kapalı çıkmalı (KC) binaların ESDOF ve MDOF sistemlere ait yer değiştirme talebi değerleri.....	68
Tablo 6.6 Duvarlı kapalı çıkmalı (KC-Dvar) binaların ESDOF ve MDOF sistemlere ait yer değiştirme talebi değerleri.....	70
Tablo 6.7 Referans (Ref) binaların performans seviyesi .....	75
Tablo 6.8 Duvarlı referans (Ref-Dvar) binaların performans seviyesi .....	76
Tablo 6.9 Yumuşak katlı (YK) binaların performans seviyesi .....	77
Tablo 6.10 Duvarlı yumuşak katlı (YK-Dvar) binaların performans seviyesi.....	78
Tablo 6.11 Kapalı çıkmalı (KC) binaların performans seviyesi .....	79
Tablo 6.12 Duvarlı kapalı çıkmalı (KC-Dvar) binaların performans seviyesi.....	80
Tablo 6.13 Referans (Ref) binalara ait zaman tanım alanında analiz yer değiştirme talepleri.....	90
Tablo 6.14 Duvarlı referans (Ref-Dvar) binalara ait zaman tanım alanında analiz yer değiştirme talepleri.....	92
Tablo 6.15 Yumuşak katlı (YK) binalara ait zaman tanım alanında analiz yer değiştirme talepleri.....	94

Tablo 6.16 Duvarlı yumuşak katlı (YK-Dvar) binalara ait zaman tanım alanında analiz yer değiştirme talepleri.....	96
Tablo 6.17 Kapalı ıkmalı (KC) binalara ait zaman tanım alanında analiz yer değiştirme talepleri.....	98
Tablo 6.18 Duvarlı kapalı ıkmalı (KC-Dvar) binalara ait zaman tanım alanında analiz yer değiştirme talepleri.....	100
Tablo 6.19 Tüm binalara ait zaman tanım alanında analiz ortalama yer değiştirme talepleri.....	102



## SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ

$A_c$	Kolonun brüt kesit alanı
$A_{\text{duvar}}$	Dolgu duvarının yatay kesit alanı
$A(T)$	Spektral ivme katsayısı
$A_o$	Etkin yer ivmesi katsayısı
$a_1$	Birinci moda ait kütle katılım oranı
$a_1$	Birinci moda ait modal ivme
$a_{y1}$	Birinci moda ait akma noktası
$C_{R1}$	Spektral yer değiştirme oranı
$d_1$	Birinci moda ait modal yer değiştirme
$d_1^{(p)}$	Birinci moda ait maksimum modal yer değiştirme
$E_c$	Betonun elastisite modülü
$(EI)_e$	Çatlamış kesite ait etkin eğilme rijitliği
$(EI)_o$	Çatlamamış kesite ait eğilme rijitliği
ESDOF	Eşdeğer tek dereceli sistem
$f_c$	Sargılı betonda beton basınç gerilmesi
$f_{cc}$	Sargılı beton basınç dayanımı
$f_{cm}$	Mevcut beton dayanımı
$f_{co}$	Sargısız betonun basınç dayanımı
$f_{\text{duvar}}$	Dolgu duvarının basınç dayanımı
$f_e$	Etkili sargılama basıncı
$f_{yd}$	Hasır donatı çeliğinin tasarım akma dayanımı
$f_{yh}$	Donatı akma dayanımı
$G$	Ölü yük
$h$	Kesit boyutu
$H_{\text{kiriş}}$	Kiriş derinliği
$H_{\text{kolon}}$	Kolonun üzerine mafsalsız atanan kirişe dik boyutu
$I$	Yapı önem katsayısı
$I$	Atalet momenti
$L_p$	Plastik mafsalsız boyu
$M_{cr}$	Çatlama momenti
MDOF	Çok dereceli sistem
$M_n$	Nominal moment kapasitesi
$M_s$	Çekme donatısının aktığı noktadaki moment dayanımı
$M_u$	Nihai moment
$M_y$	Akma momenti
$N_D$	Kolonda oluşan aksenal kuvvet
$PF_1$	Birinci moda ait katkı çarpanı

PGA	Pik yer ivmesi
PGV	Pik yer hızı
Q	Hareketli yük
R	Taşıyıcı sistem davranış katsayısı
$R_{y1}$	Birinci moda ait dayanım azaltma katsayısı
$S(T)$	Spektrum katsayısı
$S_{ae}$	Elastik spektral İvme
$S_{de}$	Elastik spektral yer değiştirme
$S_{di}$	Elastik olmayan (nonlinear) spektral yer değiştirme talebi
$T_A, T_B$	Spektrum karakteristik periyotları
$T_1$	Binanın birinci doğal titreşim periyodu
$V_{duvar}$	Dolgu duvarının kesme kuvveti dayanımı
$V_T, V_x$	Taban kesme kuvveti
$V_{x1}$	Birinci moda (hâkim moda) ait taban kesme kuvveti
W	Bina sismik ağırlığı
$w_i$	i. kattaki kat ağırlığı
$\varepsilon$	Birim şekil değiştirme
$\varepsilon_c$	Beton basınç birim şekil değiştirmesi
$\varepsilon_{cc}$	Sargılanmış beton basınç dayanımına karşı gelen birim kısalma
$\varepsilon_{cu}$	En üst çekirdek beton lifi için izin verilen maksimum şekil değiştirme değeri
$\varepsilon_{su}$	Donatı kopma uzaması
$\Delta_i$	Binanın i'inci katındaki azaltılmış görelî kat ötelemesi
$(\Delta_i)_{ort}$	Binanın i'inci katındaki ortalama azaltılmış görelî kat ötelemesi
$\eta_{ki}$	i'inci katta tanımlanan rijitlik düzensizliği katsayısı
$\eta_{bi}$	Burulma düzensizliği katsayısı
$\delta_{maks}$	Tepe noktası yer değiştirmesi
$\phi$	Eğrilik, donatı çapı
$\phi_{i1}, u_i$	Birinci modun i. kattaki şekil genliği
$\phi_s$	Kesitte bulunan çekme donatısının ilk aktığı andaki eğrilik değeri
$\phi_u$	Nihai eğriliği
$\phi_y$	Akma eğriliği
$\theta_p$	Plastik mafsal bölgesinde dönme değerini
$\sigma$	Beton gerilmesi
$\rho_s$	Kesitte mevcut bulunan hacimsel yanıl donatı oranı
$\rho_{sm}$	Kesitte bulunması gereken enine donatının hacimsel oranı
$\tau_{duvar}$	Dolgu duvarının kayma dayanımı

## 1.GİRİŞ

### 1.1.Genel

Yer sarsıntılarını ani ve titreşimli hareketlerdir. Üzerinde bulunan yapılarda kuvvet oluşturmada ve yapılara enerji geçişi olmaktadır. Bu enerji yapıların kütleleriyle orantılı olarak zorlanmalarına sebep olmaktadır. Bu zorlanmalar neticesinde oluşan etkilerin yaklaşık olarak tahmin edilmesi çok önem taşımaktadır. Ülkemizde, geçmişte yapılan yapıların oluşturduğu mevcut yapı stoğunun çoğunda bu tahminin yeterince doğru yapılamadığının sıkıntısı vardır. Yaşanan depremlerin sonucunda ve teknolojinin desteğiyle bu tahminin, geçmişe göre daha doğruya yakın yapılabilmektedir.

Ülkemiz son otuz yıl içerisinde yaşam standartlarının yüksek olması ve iş bulma gibi nedenlerle kırsal kesimden kentlere yapılan göçlerle ve nüfusun artış hızının artmasıyla konut talebi yükselmiştir. Bunun sonucunda hızla yapılaşmaya gidilmiş o dönemin yönetmeliklerin uygunluğuna bakılmaksızın kaliteye önem vermeden yapılar inşa edilmiştir. Şimdiki mevcut bina stoğunun büyük bir bölümünü böyle yapılan yapılar oluşturmaktadır. Yapılan çalışmalarda ortak görüş orta veya büyük ölçekte olası depremlerde ciddi hasara uğraması muhtemel yüzbinlerce yapının bulunmasıdır (Scawthorn 2000, Adalier ve Aydingun 2001, Sezen H vd 2003, Dogangun 2004, Ozcebe 2004, Yakut vd 2005).

Yurdumuzda yaşanan büyük depremler nedeniyle meydana gelen ekonomik kayıplar ve can kayıpları mevcut yapı stoğunun deprem güvenilirliği ile ilgili endişeleri artırmıştır. Bunun sonucunda tasarımda deprem etkisinin önemi daha iyi anlaşılmış ve yapısal davranışın da gelişmesiyle mevcut yönetmeliklerdeki hükümler daha ağır hükümlerle değiştirilmiştir.

Ülkemiz betonarme yapı stoğunun büyük kısmını düşük ve orta yükseklikteki betonarme binalar oluşturmaktadır. Depremlerde en büyük risk grubuna bu binalar girmektedir. Bu binalar genellikle 8 ve daha az katlıdır. Ülkemiz aktif deprem kuşakları üzerinde olduğu için olası depremler sonucunda ortaya çıkacak zararları en aza

indirmek gerekir. Bunun için öncelikle mevcut binaların deprem performanslarının incelenmesi gereklidir. Binaların deprem performansları, binaların kapasitesi ile depremlerin talebinin birlikte değerlendirilmesinden elde edilecektir.

## 1.2.Literatür Bilgisi ve Önceki Yapılan Çalışmalar

Yapılan literatür taramasında Türkiye yapı stoğunun dayanım ve deformasyon özelliklerini; kat sayısı, malzeme kalitesi, yapısal düzensizlikler, yapıldığı yıla ait yönetmelik şartlarını dikkate alarak belirlemek amacıyla olan bir çalışmaya rastlanmamıştır. Bununla birlikte yapı stoğumuzun karakteristiği ile ilgili tespitlere yer veren bazı çalışmalar aşağıda verilmiştir:

1.Akkar vd., az ve orta katlı çerçeve taşıyıcı sisteme sahip betonarme yapılar için hasar görebilirlik bağıntıları önermişlerdir (Akkar vd 2005). Çalışma için 32 adet 2 ve 5 kat arası yapının doğrusal olmayan statik analiz ile kapasite eğrileri elde edilmiş, dayanım-deformasyon karakteristikleri ile ilgili değerlendirmeler yapılmıştır. Yapıların akma dayanımı, akma ve nihai görece ötelenmelerinin katlara bağlı olarak ve bütünü için ortalama değerleri verilmiştir.

Çalışmada 5 katlıdan yüksek yapılara yer verilmemiştir. Dikkate alınan esas parametre kat sayısı olup yapıların yapıldığı tarihte yürürlükte olan yönetmelik etkileri, malzeme durumu ve düzensizlik etkileri ayrıca ele alınmamıştır.

2.Kırçıl ve Polat 1975 Afet Yönetmeliği'ne göre tasarladıkları orta katlı betonarme yapılar için hasar görebilirlik analizi yapmışlardır (Kırçıl ve Polat 2006). Seçilen bir kalıp planı için 3, 5 ve 7 katlı üç adet yapı 1975 Afet Yönetmeliği'ne göre tasarlanmıştır. Bu yapılarda S420 ve S220 olmak üzere iki farklı donatı durumu dikkate alınarak iki asal ekseninde 12 adet kapasite eğrisi elde edilmiştir. Bu eğriler kullanılarak spektral ivme, spektral yer değiştirme ve maksimum yer ivmesi ile akma ve göçme durumları arasındaki ilişki belirlenmiştir.

Çalışmada yalnız 1975 Afet Yönetmeliği'ne göre yapılan binalar dikkate alınmıştır. Malzeme durumu ve düzensizlik etkileri ele alınmamıştır.

3.İnel vd., Türkiye'de geçmiş depremlerde yaşanan bina hasarlarında malzeme ve yapısal düzensizlik etkilerinin değerlendirildiği bir çalışma yapmışlardır (İnel vd

2007). Bu amaçla yapı stoğunu yansıtmak üzere 1975 Afet Yönetmeliği'ne göre tasarlanan 4 ve 7 katlı iki adet yapının farklı yanal donatı ve malzeme özelliklerini yansıtan, farklı düzensizliklere sahip (yumuşak kat, kısa kolon, kapalı çıkma) ve düzenli hallerinin doğrusal olmayan statik analiz ile kapasite eğrilerini elde etmişlerdir. Toplam 88 adet kapasite eğrisi ve bu eğriler kullanılarak 37 adet depremden elde edilen 1628 deprem talebi kullanılarak yapı stoğu üzerine değerlendirmeler yapılmıştır.

Çalışmada yalnız 1975 Afet Yönetmeliği'ne göre yapılan binalar dikkate alınmıştır. Farklı yanal donatı miktarı dikkate alınsa da yalnız tek bir beton dayanım değeri için modeller hazırlanmıştır. Malzeme durumu orta ve kötü kalite yapılar için ele alınmış sayılabilir, 1998 Afet Yönetmeliği'ne tamamıyla uygun iyi kalite yapılar dikkate alınmamıştır.

### **1.3.Çalışmanın Amacı**

Çalışmanın amacı ülkemiz betonarme yapı stoğunu temsil eden düşük ve orta yükseklikteki betonarme binaların geçmiş depremlere ait ivme kayıtlarında oluşan yer değiştirme talepleri ile binaların mevcut kapasitelerini kıyaslayarak mevcut binaların performanslarını değerlendirmektir. Bina performansları mevcut yapı stoğunun deprem güvenilirliği hakkında bizi bilgilendirecektir. Seçilen depremlerin mevcut binalar üzerinde ne gibi etkiler oluşturacağı belirlenerek elde edilen sonuçlar değerlendirilecektir. Bu değerlendirme sonrasında ne gibi önlemler alınmasını, yapılması gerekenleri ve bundan sonraki tasarımlarda dikkat edilecek hususlar hakkında fikir sahibi olunacaktır.

Ülkemiz betonarme yapı stoğunu temsil eden düşük ve orta yükseklikteki betonarme binalarda bazı düzensizlikler ele alınmıştır. Bunlar çoğu yapıda bulunan yumuşak kat, ağır kapalı çıkma gibi düzensizliklerdir. Her düzensizlik durumu için iki ayrı etriye aralığı seçildiği için yatay donatı miktarının yapı davranışı üzerindeki etkileri incelenecektir.

Bina kapasitelerinin elde edilmesinde doğrusal olmayan davranış modellerde yansıtılacaktır. Bunlar doğrusal olmayan statik analiz (itme analizi) ve zaman tanım alanında doğrusal olmayan dinamik analizdir.

Mevcut binaları temsil ederken 1975 ve 1998 Afet Yönetmelikleri dikkate alınacak ve dolayısıyla çalışma sonucunda yönetmelikler arasındaki farklılıklar üzerinde de durulacaktır. Bu yönetmeliklerin yeterliliği hakkında görüş bildirilecektir.

#### 1.4.Çalışmanın Kapsamı

Bu çalışmada ülkemiz yapı stoğunun büyük kısmını temsil eden düşük ve orta yükseklikteki betonarme binalar ele alınmıştır. Düşük ve orta yükseklikteki binalar 2,4 ve 7 katlı üç boyutlu betonarme binalar ile temsil edilmiştir. Üzerinde çalışılan yapılar ülkemiz yapı stoğunu oluşturması ve depremlerde en büyük risk grubunu oluşturması açısından 1975 ve 1998 Afet Yönetmelikleri'ne göre 1.derece deprem bölgesinde ve Z3 zemin sınıfı için tasarlanmıştır. Bu binalarda kullanılan beton ve donatı çeşitleri aşağıdaki Tablo 1.1 'de verilmiştir.

**Tablo 1.1** Kullanılan beton ve donatı bilgileri

1975 Afet Yönetmeliği				1998 Afet Yönetmeliği			
Beton Kalitesi= Kötü		Beton Kalitesi= Ortalama		Beton Kalitesi= Ortalama		Beton Kalitesi= İyi	
BS10		BS16		BS16		BS25	
Etriye= Uygun Değil	Etriye= Uygun	Etriye= Uygun Değil	Etriye= Uygun	Etriye= Uygun Değil	Etriye= Uygun	Etriye= Uygun Değil	Etriye= Uygun
s20	sYon	s20	sYon	s20	sYon	s20	sYon

Öncelikle hiçbir düzensizlik içermeyen 2,4 ve 7 katlı üç referans bina tasarlanmıştır. Yukarıdaki Tablo incelendiğinde sadece 2 katlı bina için düşünülecek olursa yönetmelik, beton ve etriye sınıfı göz önüne alındığında 8 adet bina bulunmaktadır. Bu üç binaya ait toplamda sadece referans bina grubu için 24 bina bulunmaktadır. Düzensizlik etkilerinin referans binalarla karşılaştırılmasına diğer etkenlerin etkisini azaltmak için binalar her iki yönde simetrik yapılmaya çalışılmıştır. Daha sonra bu referans binalara çeşitli düzensizlikler eklenerek düzensizliğe sahip binalar türetilmiştir. Yumuşak kat davranışı için zemin kat yüksekliği artırılmış, kapalı çıkma için binanın her iki yönüne kapalı çıkma ilave edilmiş ve ayrıca duvarın davranışını görebilmek için binalara duvar eklenmiştir.

Tüm binalarda enine donatının davranışa etkisinin incelenmesi için bir kesitte iyi derecede sargılanmayı temsilen yönetmelikçe gerekli donatı 10 cm donatı aralığı (sYon)

ve yeterli olmayan sargılanmayı temsilen 20 cm (s20) donatı aralığı olmak üzere iki değişik etriye aralığı seçilmiştir.

Hazırlanan referans, duvarlı referans ve düzensizlik içeren modellerin kapasite eğrilerinin elde edilebilmesi için binalara doğrusal olmayan statik analiz uygulanmıştır. Kapasite eğrileri kullanılarak DBYYHY-2007'ye göre buradaki tepki spektrumu için yer değiştirme talepleri bulunmuştur. Ayrıca depremlerin ortalamalarının kullanıldığı tepki spektrumunun yanında bazı önemli depremlerin yer değiştirme taleplerinin belirlenebilmesi için bu modeller üzerinde 20 farklı geçmiş depremlere ait ivme kayıtları kullanılarak zaman tanım alanında doğrusal olmayan dinamik analiz yapılmıştır.

## 2. YAPISAL DÜZENSİZLİKLER

Tez kapsamı içerisinde yumuşak kat ve kapalı çıkma düzensizliklerinin yapısal davranışa etkisi incelenecektir.

### 2.1.Yumuşak Kat

Binaların hasar görmesine neden olan etkenlerin başında yer alan yumuşak kat düzensizliği, DBYYHY–2007’de B2 düzensizliği olarak tanımlanmıştır. DBYYHY–2007’nin 2.3.2.1 nolu maddesinde yumuşak kat düzensizliği, birbirine dik iki deprem doğrultusunun herhangi biri için, herhangi bir i’inci kattaki ortalama görelî kat ötelemesi oranının bir üst veya bir alt kattaki ortalama görelî kat ötelemesi oranına bölünmesi ile tanımlanan (Rijitlik Düzensizliği Katsayısı )  $\eta_{ki}$  ’nin 2.0’den fazla olması durumu olarak tanımlanmıştır (Denklem 2.1-2.2).

$$\eta_{ki} = (\Delta_i / h_i)_{ort} / (\Delta_{i+1} / h_{i+1})_{ort} > 2.0 \quad 2.1$$

veya

$$\eta_{ki} = (\Delta_i / h_i)_{ort} / (\Delta_{i-1} / h_{i-1})_{ort} > 2.0 \quad 2.2$$

$\eta_{ki}$  : i’inci katta tanımlanan Rijitlik Düzensizliği Katsayısı

$\Delta_i$  : Binanın i’inci katındaki azaltılmış görelî kat ötelemesi

$(\Delta_i)_{ort}$  : Binanın i’inci katındaki ortalama azaltılmış görelî kat ötelemesi

Geçmiş depremlerde meydana gelen bina hasarları incelendiğinde, tipik olarak zemin katlardaki yığma dolgu duvarları, üst katlardaki yığma dolgu duvarlarına göre hiç veya çok az olan binaların, zemin katında büyük hasar oluştuğu görülmüştür. Çünkü yığma dolgu duvarlarından yoksun olan zemin katın yatay yer değiştirmelere karşı direnci, yığma dolgu duvarların bulunduğu üst katlara göre çok azdır. Bu da düşeyde rijitlik süreksizliğine yol açmaktadır. Zemin kat yüksekliğinin üst katlara nazaran daha



fazla olması da rijitlik süreksizliği yaratır. Şekil 2.1 a’da olduğu gibi otopark, mağaza olmak üzere çeşitli ticari amaçlarla geniş alanlar yaratmak için, dolgu duvar örülme-yen ve/veya Şekil 2.1 b’deki gibi kat yüksekliği fazla olan zemin katlar, çok katlı binalarda ciddi deprem hasarlarına yol açmaktadır.

Ülkemizde son yıllarda meydana gelen depremlerin oluşturduğu hasarlarda Şekil 2.2’de ve Şekil 2.3’de görüldüğü gibi yumuşak katın etkisi fazladır (Sezen vd 2003, Dogangun 2004).



a) Dolgu duvarın bulunmaması



b) Zemin kat yüksekliğinin fazla olması

**Şekil 2.1** Yumuşak kat oluşumu



**Şekil 2.2** 1999 Kocaeli depreminde Adapazarı’nda yumuşak kat



**Şekil 2.3** 1999 Düzce depreminde oluşan yumuşak kat

Yumuşak kat düzensizliği sık olarak zemin katta karşımıza çıkmasına rağmen ani yatay dayanım ve rijitliğin değiştiği üst katlarda da ortaya çıkabilmektedir. 17 Ocak 1995 tarihli Kobe depreminde üst katlarda yumuşak kat oluşumu ortaya çıkmıştır (Şekil 2.4).



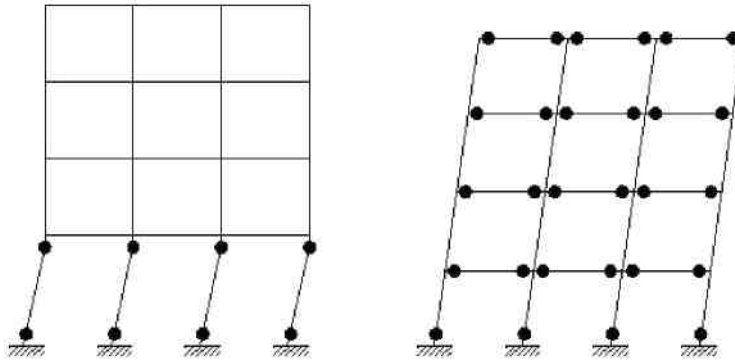
**Şekil 2.4** 1995 Kobe depreminde üst katlarda yumuşak kat mekanizması

Yumuşak kat nedeniyle deprem enerjisinin zemin katta birikmesine Şekil 2.5 iyi bir örnek teşkil etmektedir. Deprem etkisiyle binanın zemin katı çökmüş olmasına rağmen üst katların camlarına bir şey olmamıştır.



**Şekil 2.5** San Francisco'daki 1989 Loma Prieta depreminde zemin kattaki garajlardan dolayı oluşan yumuşak kat

Deprem yüklemesine maruz zemin katta rijitlik düzensizliğinden dolayı oldukça büyük yer değiştirme talepleri oluşmakta ve deprem enerjisini bir katta tüketmek istemektedir. Şekil 2.6 b'de görülen çerçevede deprem enerjisi katlara düzgün olarak dağılmış plastik mafsallar yoluyla tüketilmektedir bu sayede yapı stabilitesi bozulmadan elde edilebilecek en yüksek sayıda plastik mafsal kullanılarak büyük miktarda enerji sönmüleyebilmektedir. Fakat Şekil 2.6 a'da oluşan yumuşak kat mekanizması nedeniyle oluşan oldukça az sayıdaki plastik mafsal dahi yapı stabilitesinin kaybına sebep olmaktadır.



a) Yumuşak Kat

b) Düzenli çerçeve

**Şekil 2.6** Yumuşak kat ve istenilen göçme mekanizması

Yumuşak kat oluşumunun farklı nedenlerinin olmasına rağmen ani yanal dayanım ve rijitlik değişimleri sonucunda kendini gösterdiği ve bazı katlara odaklanarak depremin enerjisini sönmülemeye çalıştığı bilinmektedir.

## 2.2.Kapalı Çıkma

Ülkemizde imar mevzuatının müsaade etmesinden dolayı yapılan yapıların zemin katının üstündeki katlarda çıkmalar yapılmaktadır. Bu sayede üst katlarda daha fazla oturma alanı elde edilip faydalı alan olarak değerlendirilmektedir. Çıkmaların bulunduğu odalarda, çerçeve sistemi kirişlerin kolondan kolona doğrudan bağlanması sureti ile oluşturulması durumunda, oda içinde sarkık kirişlerin estetik olarak kötü bir görüntü oluşturacağı düşüncesiyle kirişler çıkmaların etrafını dolanarak kolonlara bağlanmaktadır. Bu çerçeve süreksizliğine neden olmakla birlikte konsol çerçeve olarak adlandırdığımız rijitlik kaybına yol açan çerçeve sistemler oluşmaktadır. Ayrıca kapalı çıkma yapılarının yanal rijitliğini azaltmakta ve yapının ağırlığını arttırmaktadır. Yapının ağırlığının artmasıyla ağırlık merkezi ve rijitlik merkezi arasındaki mesafe de artmaktadır. Bu da yapının deprem karşısındaki davranışını değiştirecektir. Çıkmanın bulunmadığı katların rijitlik ve ağırlık merkeziyle çıkmanın bulunduğu katların rijitlik ve ağırlık merkezleri birbirinden farklılık göstereceği için deprem yüklemeleri altında yapısal davranış farklılıkları ortaya çıkacaktır. Eski depremlerde bunun örnekleri görülmüştür (Dogangun 2004).

Geçmiş depremlerde ağır çıkmalara sahip yapıların çıkma olmayan yapılara nazaran daha fazla hasar aldıkları görülmüştür (Şekil 2.7-2.8) (Özcebe 2004).



Şekil 2.7 1999 Marmara depreminde çıkma hasarı



**Şekil 2.8** 2003 Bingöl depreminde hasar görmüş ağır çıkmalara sahip bir yapı

Deprem olmadan sadece binanın kendi yükü altında kapalı çıkmalardan dolayı binada bölgesel çökmeler olduğu da yaşanmıştır. Bunun bir örneğine Şekil 2.9’da rastlamak mümkündür. Binanın hasar almasında kapalı çıkmanın yanı sıra taşıyıcı sistem düzensizliği ve kötü malzeme kalitesinin de etkisi vardır (Unlubeton 2010).



**Şekil 2.9** Çavdar apt, Eskişehir, 1985

### 3.TASARIM VE MODELLEME

Çalışma kapsamında yer değiştirme isteminin belirlenmesi amacıyla hiçbir düzensizliği olmayan 24 adet bina kullanılmıştır. Referans binaların uygulamada sık rastlanan betonarme binaları yansıtması açısından binalar 2,4 ve 7 katlı olarak modellenmiştir. Referans binalar 1975 ve 1998 Afet Yönetmelikleri tasarımda esas alınmıştır.

Mevcut yapıların düzensizlik özelliklerini yansıtması için referans binalar çeşitli düzenlemeler yapılarak düzensizlik içeren binalar elde edilmiştir. Bu binalar için yeniden modelleme yapılmamış referans binaların kesit özellikleri kullanılmıştır. Referans binalar ile düzensizlik içeren binalar yer değiştirme talebi açısından karşılaştırılarak değerlendirilmiştir.

#### 3.1.Referans Binalar

Döşeme kalınlığı olarak 8-10 cm olarak alınmış olup gerekli tesviye betonu ve kaplamalarla birlikte toplam 15-16 cm gibi değişen döşeme kalınlıkları kullanılmıştır. Çatı katında bulunan kirişler hariç diğer katlarda bulunan kirişlerin üstünde dolgu duvar olduğu varsayılmıştır. Hareketli yükler ve duvar yükleri TS 498'e göre alınmıştır. Binalarda bulunan döşemeler tasarımda oluşturulmamış, döşemelerin kendi ağırlıkları ve üzerine gelen yükler bu döşemelerin etrafında bulunan kirişlere yayılı yük olarak etkilmiştir. Rijit diyaframlar farklı kat seviyelerinde uygulanmıştır. Binaların tasarımında kullanılan değerler aşağıda Tablo 3.1'de verilmiştir. Bir deprem doğrultusunun diğer deprem doğrultusuna göre baskın olmaması için kolonların uzun boyutunun yerleşiminin her iki yönde orantılı dağıtılmasına çalışılmıştır. Eğilme etkisindeki betonarme elemanlarda çatlamış kesite ait etkin eğilme rijitlikleri  $(EI)_e$  kullanılmıştır. Etkin eğilme rijitlikleri için aşağıda verilen değerler kullanılmıştır:

a) Kirişlerde:  $(EI)_e = 0.40(EI)_o$

b) Kolonlarda,  $N_D / (A_c f_{cm}) \leq 0.10$  olması durumunda:  $(EI)_e = 0.40(EI)_o$

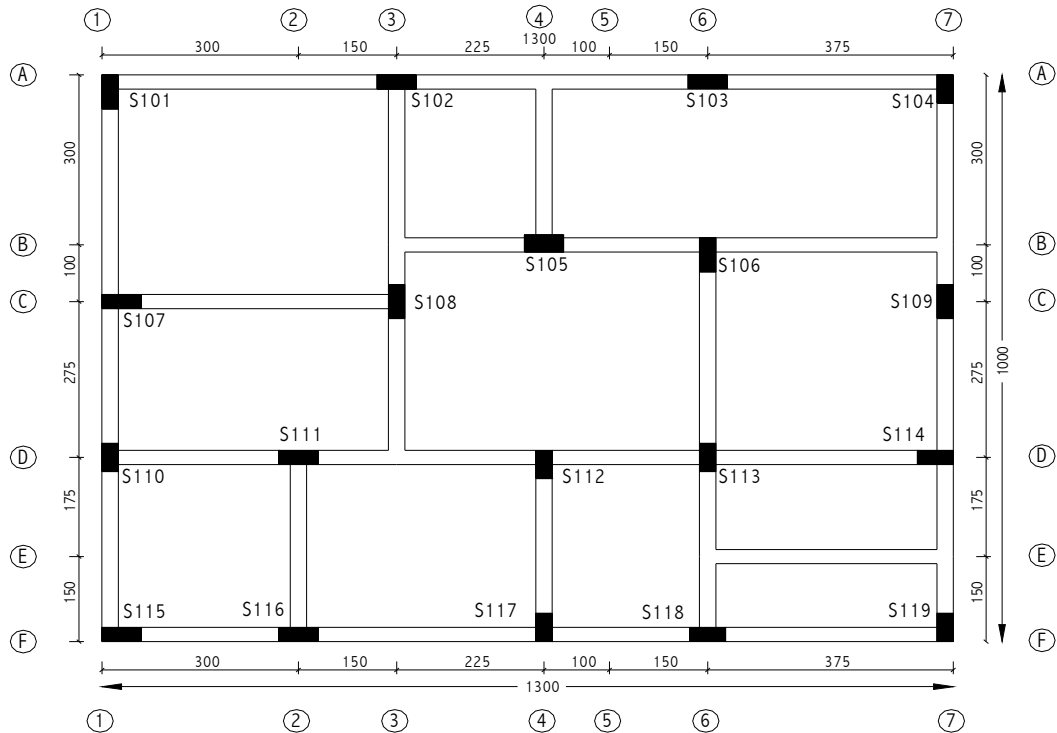
$N_D / (A_c f_{cm}) \geq 0.40$  olması durumunda:  $(EI)_e = 0.80(EI)_o$

Eksenel basınç kuvveti  $N_D$ 'nin ara değerleri için doğrusal enterpolasyon yapılarak kolonların etkin eğilme rijitlikleri bulunmuştur.

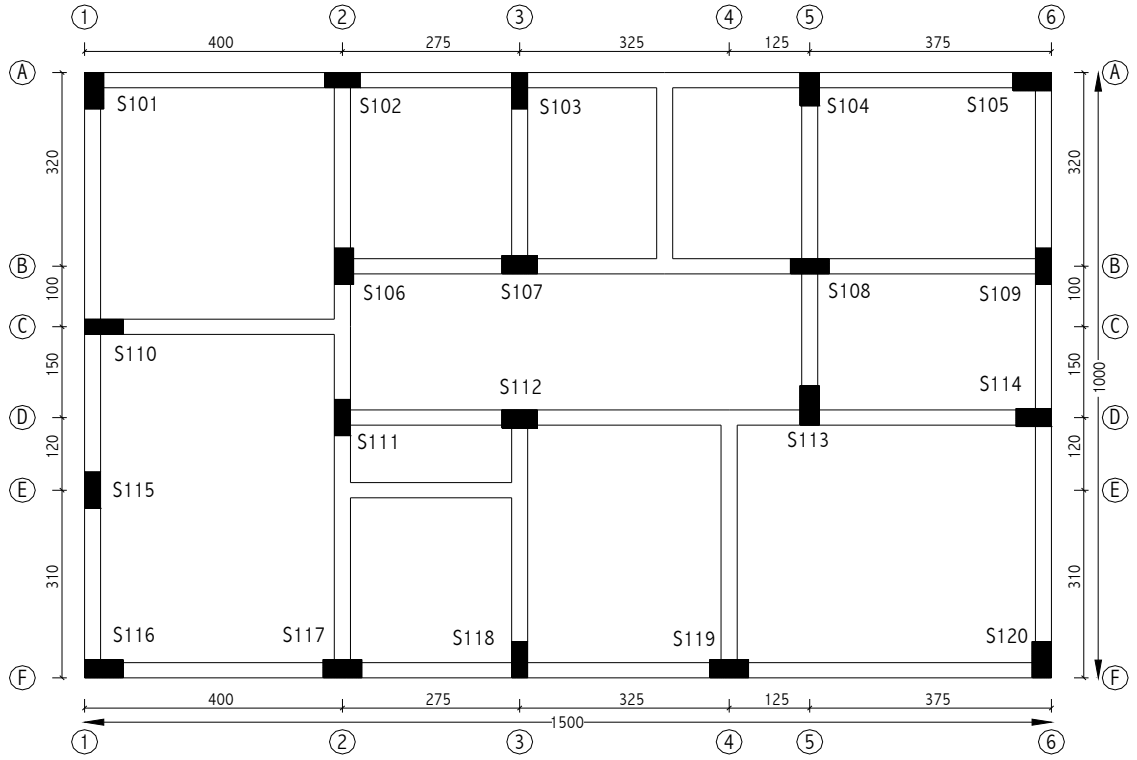
**Tablo 3.1** Referans binaların tasarımında kullanılan değerler

Özellik Türü	Özellik	Değerler		
		2 katlı	4 katlı	7 katlı
Kat Sayısı		2 katlı	4 katlı	7 katlı
Geometrik Özellikler	X-Boyut	13 m	15 m	19.5 m
	Y-Boyut	10 m	10 m	13 m
	Kat Yüksekliği	2.8 m	2.8 m	2.8 m
Malzeme Özellikleri	Beton Sınıfı	BS 10- BS 16- BS 25		
	Çelik Sınıfı	S220 (BÇI)- S420 (BÇIII)		
Yük Tanımları	Hareketli Yük (Normal Kat)	0.200 t/m <sup>2</sup>	0.200 t/m <sup>2</sup>	0.200 t/m <sup>2</sup>
	Hareketli Yük (Çatı Kat)	0.150 t/m <sup>2</sup>	0.150 t/m <sup>2</sup>	0.150 t/m <sup>2</sup>
	Ölü Yük (Normal Kat)	0.400 t/m <sup>2</sup>	0.375 t/m <sup>2</sup>	0.375 t/m <sup>2</sup>
	Ölü Yük (Çatı Kat)	0.337 t/m <sup>2</sup>	0.313 t/m <sup>2</sup>	0.314 t/m <sup>2</sup>
	Duvar Yükü	0.300 t/m <sup>2</sup>	0.300 t/m <sup>2</sup>	0.300 t/m <sup>2</sup>
	Hareketli Yük Azaltma Katsayısı (n)	0.3		
Zemin Özellikleri	Yerel Zemin Sınıfı	Z3		
Deprem Bölgesi	1. Derece	0.4g		

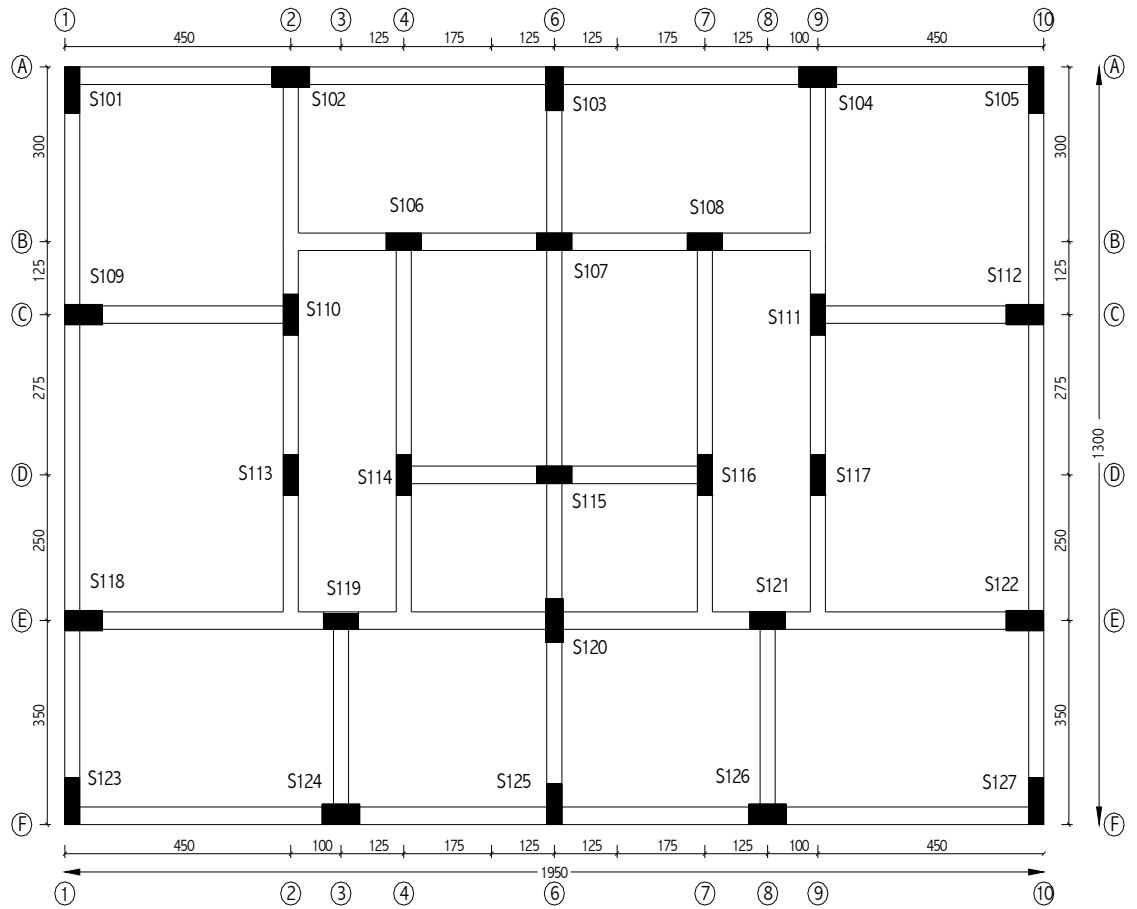
Mevcut binalarda üst katlara doğru kolon boyutları küçülmektedir. Bundan dolayı tasarım yaparken bu husus dikkate alınarak binalar modellenmiştir. Referans binalara ait kalıp planları ve kolon isimlendirmeleri Şekil 3.1-3.3'de verilmiştir.



**Şekil 3.1** 2 katlı referans binaya ait kalıp planı



Şekil 3.2 4 katlı referans binaya ait kalıp planı



Şekil 3.3 7 katlı referans binaya ait kalıp planı



Tasarım sonrasında referans binalar için elde edilen kolon donatı ve boyutları aşağıda Tablo 3.3-3.8’de verilmiştir. Binalar x ve y yönlerinde simetrik olarak tasarlanmaya çalışıldığı için simetrik kolonlardan birine ve farklı kolonlara ait bilgiler verilecektir. Binalarda kullanılan kiriş bilgileri Tablo 3.2’de verilmiştir.

**Tablo 3.2** Referans bina kiriş bilgileri

Yönetmelik	2 Kath	4 Kath	7Kath
1975	25x50cm	25x50cm	25x60cm
1998	25x50cm	25x60cm	30x70cm

**Tablo 3.3** 2 katlı 1975 Yönetmeliği referans bina kolon bilgileri

Kat No	Kolon No	Boyut	Donatı
		X/Y	Başlık+Gövde
ZEMİN	S01,S06,S09,S10,S13	25/50	2x4φ14+2x1φ14
	S02,S07,S15	50/25	2x4φ14+2x1φ14
	S04,S19,S12,S17	25/40	2x4φ14
	S05	50/25	2x4φ14+2x1φ14
	S14,S18	40/25	2x4φ14
1.NORMAL	S01,S06,S09,S10,S13	25/50	2x4φ14+2x1φ14
	S02,S07,S15	50/25	2x4φ14+2x1φ14
	S04,S19,S12,S17	25/40	2x4φ14
	S05	50/25	2x4φ14+2x1φ14
	S14,S18	40/25	2x4φ14

**Tablo 3.4** 2 katlı 1998 Yönetmeliği referans bina kolon bilgileri

Kat No	Kolon No	Boyut	Donatı
		X/Y	Başlık+Gövde
ZEMİN	S01,S06,S09,S10,S13	25/60	2x3φ14+2x2φ14
	S02,S07,S15	60/25	2x3φ14+2x2φ14
	S04,S19,S12,S17	25/50	2x4φ14+2x1φ14
	S05	60/30	2x4φ14+2x2φ14
	S14,S18	55/25	2x4φ14+2x1φ14
1.NORMAL	S01,S06,S09,S10,S13	25/50	2x4φ14+2x1φ14
	S02,S07,S15	50/25	2x4φ14+2x1φ14
	S04,S19,S12,S17	25/40	2x4φ14+2x1φ14
	S05	55/25	2x4φ14+2x1φ14
	S14,S18	50/25	2x4φ14+2x1φ14

**Tablo 3.5** 4 katlı 1975 Yönetmeliği referans bina kolon bilgileri

Kat No	Kolon No	Boyut	Donatı
		X/Y	Başlık+Gövde
<b>ZEMİN</b>	S01,S06	25/50	2x4φ14+2x1φ14
	S02	50/25	2x4φ14+2x1φ14
	S03,S09	25/60	2x4φ14+2x1φ14
	S05	50/25	2x4φ14+2x1φ14
	S10,S08	55/25	2x4φ14+2x1φ14
	S07,S14	60/25	2x4φ14+2x1φ14
	S13	25/55	2x4φ14+2x1φ14
<b>1.NORMAL</b>	S01,S06	25/50	2x4φ14+2x1φ14
	S02	50/25	2x4φ14+2x1φ14
	S03,S09	25/60	2x4φ14+2x1φ14
	S05	50/25	2x4φ14+2x1φ14
	S10,S08	55/25	2x4φ14+2x1φ14
	S07,S14	60/25	2x4φ14+2x1φ14
	S13	25/55	2x4φ14+2x1φ14
<b>2.NORMAL</b>	S01,S06	25/40	2x4φ14
	S02	50/25	2x4φ14+2x1φ14
	S03,S09	25/50	2x4φ14+2x1φ14
	S05	40/25	2x4φ14
	S10,S08	50/25	2x4φ14+2x1φ14
	S07,S14	50/25	2x4φ14+2x1φ14
	S13	25/50	2x4φ14+2x1φ14
<b>3.NORMAL</b>	S01,S06	25/40	2x4φ14
	S02	50/25	2x4φ14+2x1φ14
	S03,S09	25/50	2x4φ14+2x1φ14
	S05	40/25	2x4φ14
	S10,S08	50/25	2x4φ14+2x1φ14
	S07,S14	50/25	2x4φ14+2x1φ14
	S13	25/50	2x4φ14+2x1φ14

**Tablo 3.6** 4 katlı 1998 Yönetmeliği referans bina kolon bilgileri

Kat No	Kolon No	Boyut	Donatı
		X/Y	Başlık+Gövde
<b>ZEMİN</b>	S01,S06	30/60	2x4φ14+2x2φ14
	S02	55/25	2x4φ14+2x1φ14
	S03,S09	25/60	2x3φ14+2x2φ14
	S05	60/30	2x4φ14+2x2φ14
	S10,S08	60/25	2x3φ14+2x2φ14
	S07,S14	55/30	2x5φ14+2x1φ14
	S13	30/65	2x5φ14+2x2φ14
<b>1.NORMAL</b>	S01,S06	30/60	2x4φ14+2x2φ14
	S02	55/25	2x4φ14+2x1φ14
	S03,S09	25/60	2x3φ14+2x2φ14
	S05	60/30	2x4φ14+2x2φ14
	S10,S08	60/25	2x3φ14+2x2φ14
	S07,S14	55/30	2x5φ14+2x1φ14
	S13	30/65	2x5φ14+2x2φ14
<b>2.NORMAL</b>	S01,S06	25/55	2x4φ14+2x1φ14
	S02	55/25	2x4φ14+2x1φ14
	S03,S09	25/55	2x4φ14+2x1φ14
	S05	60/30	2x4φ14+2x1φ14
	S10,S08	55/25	2x4φ14+2x1φ14
	S07,S14	50/25	2x4φ14+2x1φ14
	S13	25/55	2x4φ14+2x1φ14
<b>3.NORMAL</b>	S01,S06	25/55	2x4φ14+2x1φ14
	S02	55/25	2x4φ14+2x1φ14
	S03,S09	25/55	2x4φ14+2x1φ14
	S05	60/30	2x4φ14+2x1φ14
	S10,S08	55/25	2x4φ14+2x1φ14
	S07,S14	50/25	2x4φ14+2x1φ14
	S13	25/55	2x4φ14+2x1φ14

**Tablo 3.7** 7 katlı 1975 Yönetmeliği referans bina kolon bilgileri

Kat No	Kolon No	Boyut	Donatı
		X/Y	Başlık+Gövde
<b>ZEMİN</b>	S01	30/65	2x5φ14+2x2φ14
	S02,S09,S24	70/30	2x5φ14+2x2φ14
	S03,S20	30/70	2x5φ14+2x2φ14
	S06,S07,S15,S19	75/30	2x6φ14+2x2φ14
	S10,S13,S14,S25	30/70	2x5φ14+2x2φ14
<b>1.NORMAL</b>	S01	30/65	2x5φ14+2x2φ14
	S02,S09,S24	70/30	2x5φ14+2x2φ14
	S03,S20	30/70	2x5φ14+2x2φ14
	S06,S07,S15,S19	75/30	2x6φ14+2x2φ14
	S10,S13,S14,S25	30/70	2x5φ14+2x2φ14
<b>2.NORMAL</b>	S01	25/60	2x4φ14+2x1φ14
	S02,S09,S24	60/25	2x4φ14+2x1φ14
	S03,S20	35/70	2x4φ14+2x2φ14
	S06,S07,S15,S19	70/30	2x5φ14+2x2φ14
	S10,S13,S14,S25	25/60	2x4φ14+2x1φ14
<b>3.NORMAL</b>	S01	25/60	2x4φ14+2x1φ14
	S02,S09,S24	60/25	2x4φ14+2x1φ14
	S03,S20	35/70	2x4φ14+2x2φ14
	S06,S07,S15,S19	70/30	2x5φ14+2x2φ14
	S10,S13,S14,S25	25/60	2x4φ14+2x1φ14
<b>4.NORMAL</b>	S01	25/60	2x4φ14+2x1φ14
	S02,S09,S24	60/25	2x4φ14+2x1φ14
	S03,S20	35/70	2x4φ14+2x2φ14
	S06,S07,S15,S19	70/30	2x5φ14+2x2φ14
	S10,S13,S14,S25	25/60	2x4φ14+2x1φ14
<b>5.NORMAL</b>	S01	25/50	2x4φ14+2x1φ14
	S02,S09,S24	50/25	2x4φ14+2x1φ14
	S03,S20	25/50	2x4φ14+2x1φ14
	S06,S07,S15,S19	60/30	2x4φ14+2x2φ14
	S10,S13,S14,S25	25/50	2x4φ14+2x1φ14
<b>6.NORMAL</b>	S01	25/50	2x4φ14+2x1φ14
	S02,S09,S24	50/25	2x4φ14+2x1φ14
	S03,S20	25/50	2x4φ14+2x1φ14
	S06,S07,S15,S19	60/30	2x4φ14+2x2φ14
	S10,S13,S14,S25	25/50	2x4φ14+2x1φ14

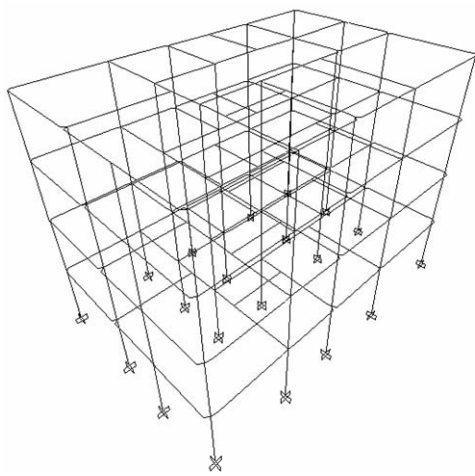
**Tablo 3.8** 7 katlı 1998 Yönetmeliği referans bina kolon bilgileri

Kat No	Kolon No	Boyut	Donatı
		X/Y	Başlık+Gövde
<b>ZEMİN</b>	S01	30/80	2x5φ14+2x3φ14
	S02,S09,S24	75/35	2x6φ14+2x3φ14
	S03,S20	35/75	2x6φ14+2x3φ14
	S06,S07,S15,S19	70/30	2x5φ14+2x2φ14
	S10,S13,S14,S25	30/70	2x5φ14+2x2φ14
<b>1.NORMAL</b>	S01	30/80	2x5φ14+2x3φ14
	S02,S09,S24	75/35	2x6φ14+2x3φ14
	S03,S20	35/75	2x6φ14+2x3φ14
	S06,S07,S15,S19	70/30	2x5φ14+2x2φ14
	S10,S13,S14,S25	30/70	2x5φ14+2x2φ14
<b>2.NORMAL</b>	S01	30/75	2x6φ14+2x2φ14
	S02,S09,S24	70/35	2x5φ14+2x3φ14
	S03,S20	35/70	2x5φ14+2x3φ14
	S06,S07,S15,S19	65/30	2x5φ14+2x2φ14
	S10,S13,S14,S25	30/65	2x5φ14+2x2φ14
<b>3.NORMAL</b>	S01	30/75	2x6φ14+2x2φ14
	S02,S09,S24	70/35	2x5φ14+2x3φ14
	S03,S20	35/70	2x5φ14+2x3φ14
	S06,S07,S15,S19	65/30	2x5φ14+2x2φ14
	S10,S13,S14,S25	30/65	2x5φ14+2x2φ14
<b>4.NORMAL</b>	S01	30/75	2x6φ14+2x2φ14
	S02,S09,S24	70/35	2x5φ14+2x3φ14
	S03,S20	35/70	2x5φ14+2x3φ14
	S06,S07,S15,S19	65/30	2x5φ14+2x2φ14
	S10,S13,S14,S25	30/65	2x5φ14+2x2φ14
<b>5.NORMAL</b>	S01	30/70	2x5φ14+2x2φ14
	S02,S09,S24	70/30	2x5φ14+2x2φ14
	S03,S20	30/70	2x5φ14+2x2φ14
	S06,S07,S15,S19	60/30	2x4φ14+2x2φ14
	S10,S13,S14,S25	30/60	2x4φ14+2x2φ14
<b>6.NORMAL</b>	S01	30/70	2x5φ14+2x2φ14
	S02,S09,S24	70/30	2x5φ14+2x2φ14
	S03,S20	30/70	2x5φ14+2x2φ14
	S06,S07,S15,S19	60/30	2x4φ14+2x2φ14
	S10,S13,S14,S25	30/60	2x4φ14+2x2φ14

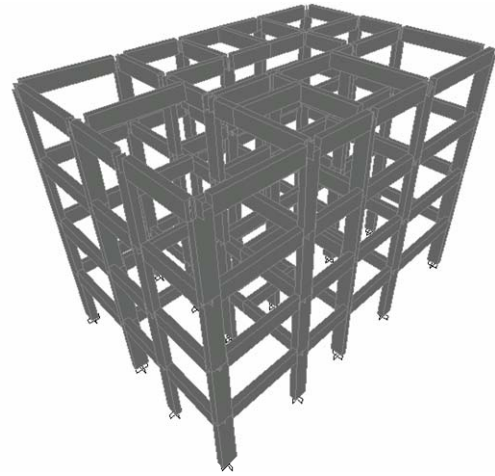
### 3.2.Yumuşak Kat

Geçmiş depremlerde zemin katın yanı sıra diğer katlarda da yumuşak kat oluşumu gözlemlenmiştir. Pratikte genellikle yumuşak kat zemin katın yeterli yanal dayanım ve rijitliğe sahip olmamasından dolayı meydana geldiği için tez kapsamında sadece zemin kat yumuşak kat olarak tasarlanıp diğer modellerle farklılıkları değerlendirilecektir.

Referans binalardan türetilerek elde edilen yumuşak katlı modellerin zemin kat yüksekliği % 30 oranında artırılarak 2.8 m den (Şekil 3.4) 3.65 m'ye (Şekil 3.5) çıkarılmıştır. Daha sonra bu modellerin doğrusal olmayan analizi yapılmıştır.

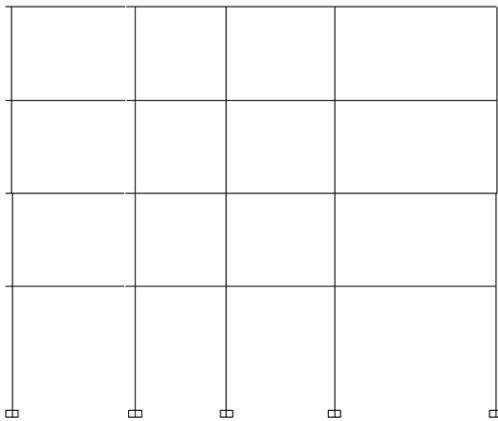


a) Çizgisel görünüş

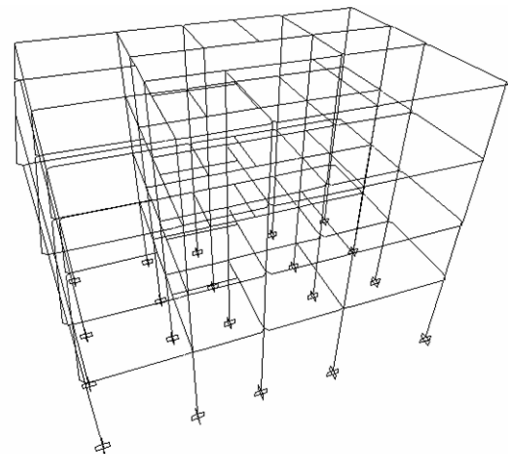


b) 3 Boyutlu görünüş

**Şekil 3.4** 4 katlı referans binanın görünüşü



a) 2 boyutlu x-z görünüşü



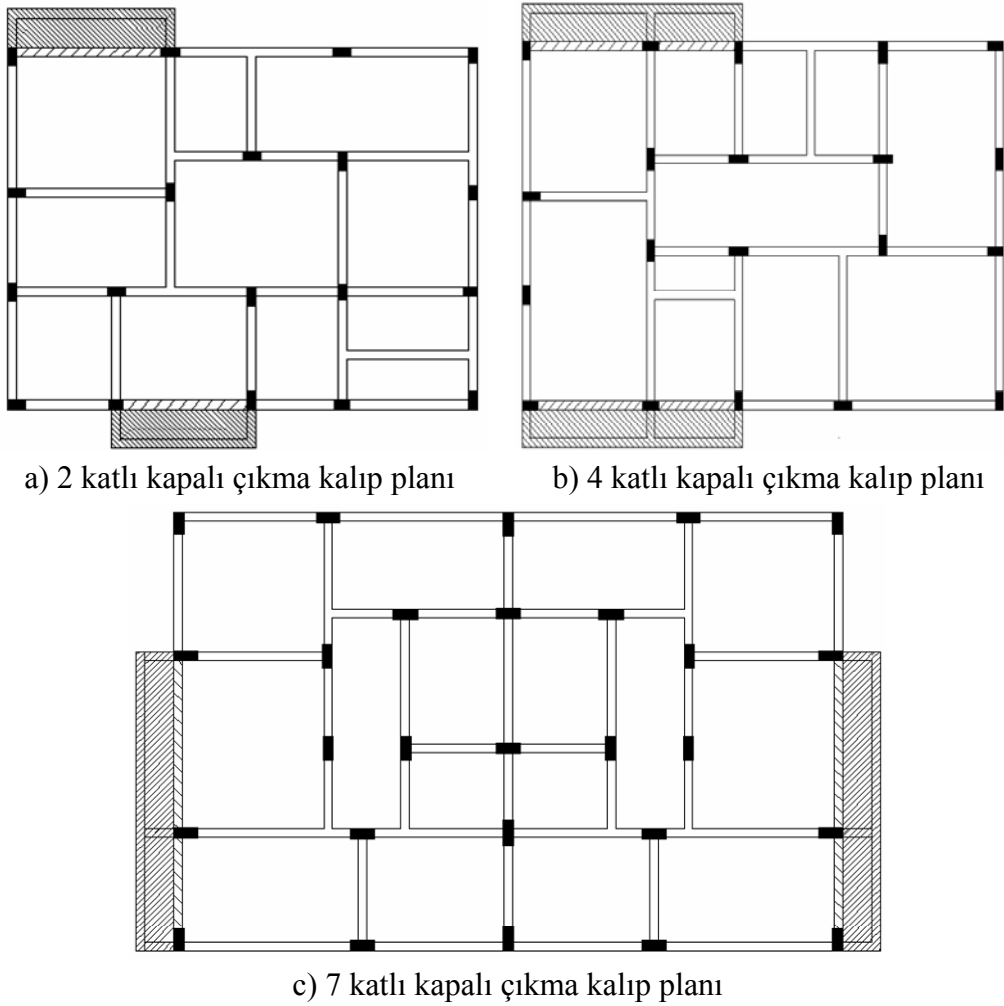
b) 3 Boyutlu görünüş

**Şekil 3.5** 4 katlı yumuşak kata sahip binanın görünüşü

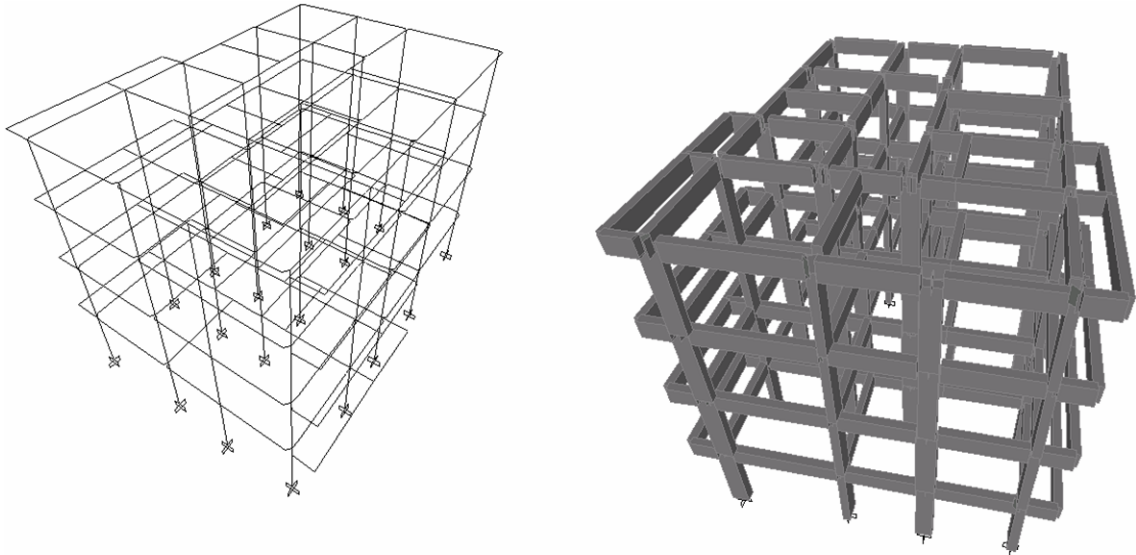
### 3.3. Kapalı Çıkma

Çıkmalar binada olumsuz yapısal davranışa yol açmasına rağmen ülkemizde imar mevzuatında bu düzensizliği kısıtlayıcı herhangi bir madde bulunmadığı için uygulamalarda sıkça karşımıza çıkmaktadır.

Tez kapsamında tek tarafta kapalı çıkma bulunan binalar oluşturularak bunun binanın davranışına etkisi incelenmiştir. Tek taraflı çıkmalar 2 ve 4 katlı binalarda x yönü doğrultusunda 7 katlı binalarda y yönü doğrultusunda 1m'lik bir kısım eklenerek elde edilmiştir. Çıkmaların bağlandığı kolonlar arasında kalan kirişler kaldırılarak bu kirişler üzerindeki döşemeler 1m uzatılmış ve bu döşeme parçalarını taşıyacak yeni kirişler tanımlanmıştır. Kolonlar arasında kalan kirişlerin üzerindeki duvar yükü kaldırılıp yeni tanımlanan kirişlere uygulanmıştır. Bu durum Şekil 3.6 ve Şekil 3.7'de görülmektedir.



Şekil 3.6 Kapalı çıkma kalıp planları



a) Çizgisel görünüş

b) 3 Boyutlu görünüş

**Şekil 3.7** 4 katlı kapalı çıkmaya sahip binanın görünüşü

### 3.4.Dolgu Duvarlı Modellerin Oluşturulması

Duvarların etkisi eşdeğer çapraz basınç çubukları kullanılarak yansıtılacaktır (Şekil 3.8). Basınç çubuklarının özellikleri FEMA-356 (2000) ve DBYYHY–2007 (2007) dikkate alınarak belirlenecektir.

Bir duvarın basınç çubuğu olarak modellemede dikkate alınabilmesi için köşegen uzunluğunun kalınlığına oranı 30'dan küçük olmalı, içerdiği boşluk oranı duvar alanının %10'unu geçmemeli ve boşluğun konumu diyagonal basınç çubuğu oluşumunu engellememelidir (DBYBHY–2007). Modellerde bu özelliklere sahip olduğu varsayılan duvarlar kalıp planlarında gösterilmiştir (Şekil 3.9). Duvar dayanımı FEMA-356'da (2000) belirtildiği ve DBYBHY-2007'de donatısız duvarlar ( $\rho_{sh}=0$ ) için Denklem 3.1'in uygulanması ile elde edileceği gibi duvar yatay kesit alanının, duvar kesme dayanımı ile çarpılması sonucu elde edilir. Duvarları temsil eden eşdeğer basınç çubuklarının rijitlikleri FEMA-356 (2000) ve DBYBHY-2007'de (2007) verilen bağıntılar kullanılarak hesaplanır.

$$V_{\text{duvar}} = A_{\text{duvar}} (\tau_{\text{duvar}} + f_{yd} \rho_{sh}) \leq 0.22 A_{\text{duvar}} f_{\text{duvar}} \quad 3.1$$

$V_{\text{duvar}}$  : Dolgu duvarının kesme kuvveti dayanımı



$A_{\text{duvar}}$  : Dolgu duvarının yatay kesit alanı

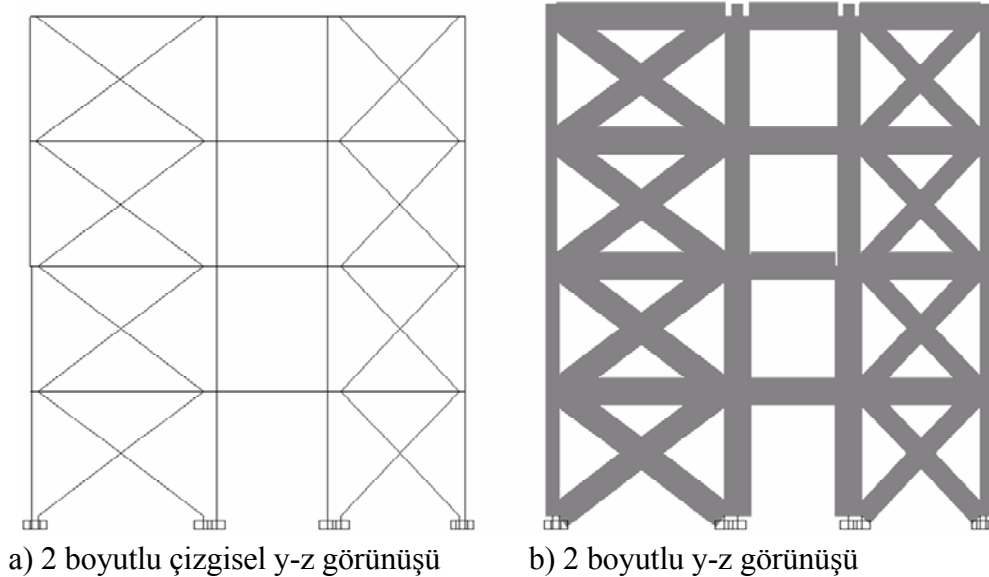
$\tau_{\text{duvar}}$  : Dolgu duvarının kayma dayanımı

$f_{\text{yd}}$  : Hasır donatı çeliğinin tasarım akma dayanımı

$\rho_{\text{sh}}$  : Perdede ve duvarda yatay gövde donatılarının perde gövdesi brüt enkesit alanına oranı

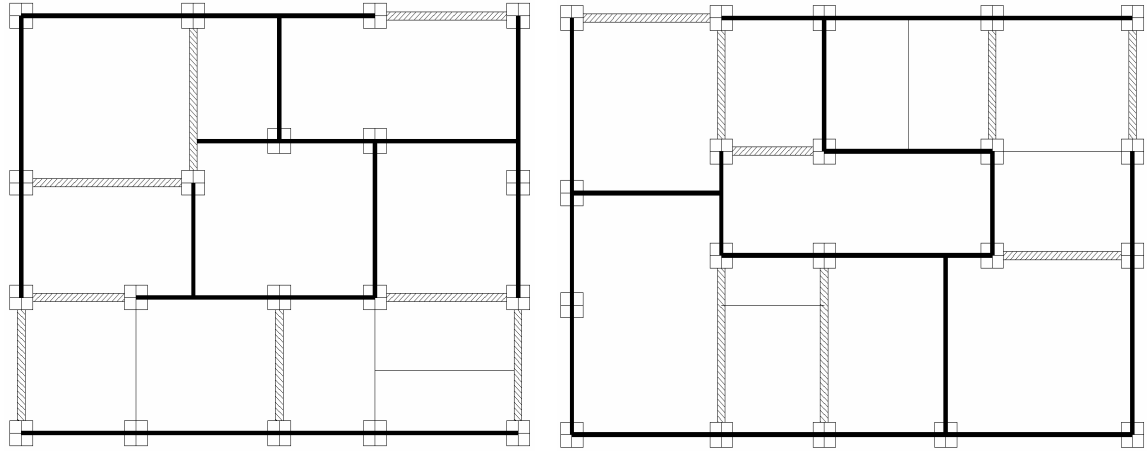
$f_{\text{duvar}}$  : Dolgu duvarının basınç dayanımı

Duvar malzemesi boşluklu harman tuğlası olarak öngörülmüştür. Duvar elastisite modülü 1000 MPa, basınç dayanımı 1.0 MPa, kesme dayanımı 0.15 MPa olarak dikkate alınır (DBYBHY–2007). Duvarların doğrusal olmayan davranışları FEMA-356 (2000) Bölüm 7 kullanılarak modellenir. Buna göre dolgu duvarların deformasyon kapasitesi duvarın yükseklik/genişlik oranına (narinlik) ve dolgu ile çevresindeki çerçeve elemanların dayanımlarının oranına bağlıdır. Dolgu elemanın narinlik oranı arttığı ve çevresindeki elemanların dayanımının duvar dayanımından yüksek olduğu oranda dolgu deformasyon kapasitesi artmakta; aksi durumda azalmaktadır (FEMA-356).



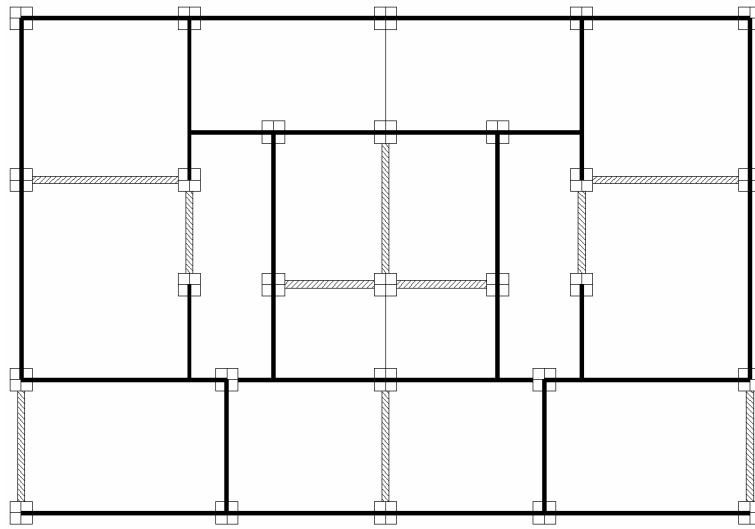
**Şekil 3.8** Duvar davranışının eşdeğer basınç çubuklarıyla yansıtılması

İnce çizgiler kirişleri, siyah kalın çizgiler üzerinde duvar olan kirişleri, taralı kalın çizgiler ise taşıyıcı özellikte boşluksuz duvarları belirtmektedir (Şekil 3.9).



a) 2 katlı duvarlı referans kalıp planı

b) 4 katlı duvarlı referans kalıp planı



c) 7 katlı duvarlı referans kalıp planı

**Şekil 3.9** Duvarlı referans modellerin kalıp planları

### 3.5. Modellerinin Özellikleri

Tasarımı yapılan 2,4 ve 7 katlı modellere ait bilgiler (Tablo 3.9-3.14) verilmiştir. Tablolarda yer alan  $W$  ifadesi ölü yükün tamamını ve hareketli yükün %30 'luk ( $G+0.3.Q$ ) kısmını,  $T$  binanın birinci doğal titreşim periyodunu ( hakim periyot),  $H$  bina yüksekliğini ifade etmektedir. Tablolarda görülen model adları bu noktadan sonra seri bölümünde gösterilen modeli temsil edecek şekilde kullanılacaktır.

**Tablo 3.9** Referans binalara ait bilgiler

SERİ	Model Adı	Açıklama	W (ton)	Periyot aralığı T (s)	H (m)
Ref	K2-75	2 katlı referans bina	248.8	0.26-0.28	5.6
	K2-98		249.9	0.24-0.26	
	K4-75	4 katlı referans bina	621.6	0.84-0.92	11.2
	K4-98		647.3	0.42-0.48	
	K7-75	7 katlı referans bina	1862.2	0.80-0.88	19.6
	K7-98		2006.6	0.62-0.67	

**Tablo 3.10** Duvarlı binalara ait bilgiler

SERİ	Model Adı	Açıklama	W (ton)	Periyot aralığı T (s)	H (m)
Ref-Dvar	K2-75	2 kat duvarlı bina	248.8	0.24-0.25	5.6
	K2-98		249.9	0.21-0.23	
	K4-75	4 kat duvarlı bina	621.6	0.58-0.75	11.2
	K4-98		647.3	0.37-0.45	
	K7-75	7 kat duvarlı bina	1862.2	0.72-0.76	19.6
	K7-98		2006.6	0.60-0.64	

**Tablo 3.11** Yumuşak katlı binalara ait bilgiler

SERİ	Model Adı	Açıklama	W (ton)	Periyot aralığı T (s)	H (m)
YK	K2-75	2 kat yumuşak katlı bina	253.6	0.35-0.38	6.45
	K2-98		255.7	0.31-0.34	
	K4-75	4 kat yumuşak katlı bina	627.5	0.97-1.06	12.05
	K4-98		654.3	0.48-0.57	
	K7-75	7 kat yumuşak katlı bina	1874.2	0.86-0.93	20.45
	K7-98		2020	0.67-0.73	

**Tablo 3.12** Yumuşak kat duvarlı binalara ait bilgiler

SERİ	Model Adı	Açıklama	W (ton)	Periyot aralığı T (s)	H (m)
YK-Dvar	K2-75	2 katlı yumuşak kat duvarlı bina	253.6	0.32-0.35	6.45
	K2-98		255.7	0.27-0.28	
	K4-75	4 katlı yumuşak kat duvarlı bina	627.5	0.67-0.82	12.05
	K4-98		654.3	0.43-0.54	
	K7-75	7 katlı yumuşak kat duvarlı bina	1874.2	0.72-0.76	20.45
	K7-98		2020	0.65-0.67	

**Tablo 3.13** Kapalı çıkmalı binalara ait bilgiler

SERİ	Model Adı	Açıklama	W (ton)	Periyot aralığı T (s)	H (m)
KC	K2-75	2 kat kapalı çıkmalı bina	261.6	0.30-0.32	5.6
	K2-98		262.8	0.26-0.27	
	K4-75	4 kat kapalı çıkmalı bina	691.5	0.93-1.11	11.2
	K4-98		705.0	0.43-0.59	
	K7-75	7 kat kapalı çıkmalı bina	1974.1	0.86-0.90	19.6
	K7-98		2128.6	0.66-0.70	

**Tablo 3.14** Kapalı çıkmalı duvarlı binalara ait bilgiler

SERİ	Model Adı	Açıklama	W (ton)	Periyot aralığı T (s)	H (m)
KC-Dvar	K2-75	2 kat kapalı çıkmalı duvarlı bina	261.6	0.26-0.27	5.6
	K2-98		262.8	0.22-0.24	
	K4-75	4 kat kapalı çıkmalı duvarlı bina	691.5	0.61-0.87	11.2
	K4-98		705.0	0.39-0.55	
	K7-75	7 kat kapalı çıkmalı duvarlı bina	1974.1	0.76-0.82	19.6
	K7-98		2128.6	0.63-0.69	

#### 4. ANALİZ YÖNTEMLERİ

Doğrusal ve doğrusal olmayan analiz türleri yapının eleman davranışlarını göz önüne alarak yapının değerlendirilmesini sağlayan yöntemler olarak iki gruba ayrılmaktadır.

Analiz yöntemleri yapıya uygulanan yükleme şekline göre de iki gruba ayrılabilir: statik ve dinamik analiz yöntemleri. Statik analizde yük analiz boyunca sabit kalabilir veya yapı kapasitesine göre belirli bir düzende artıp azalabilir (Artımsal İtme Analizi). Dinamik analizde ise deprem veya rüzgâr yükü altında yapı davranışının incelenmesi amaçlandığından yükleme zamana bağlı olarak değişken biçimdedir. Belirli zaman dilimlerinde pozitif veya negatif yönde farklı değerlerde olabilir (Şekil 4.1).

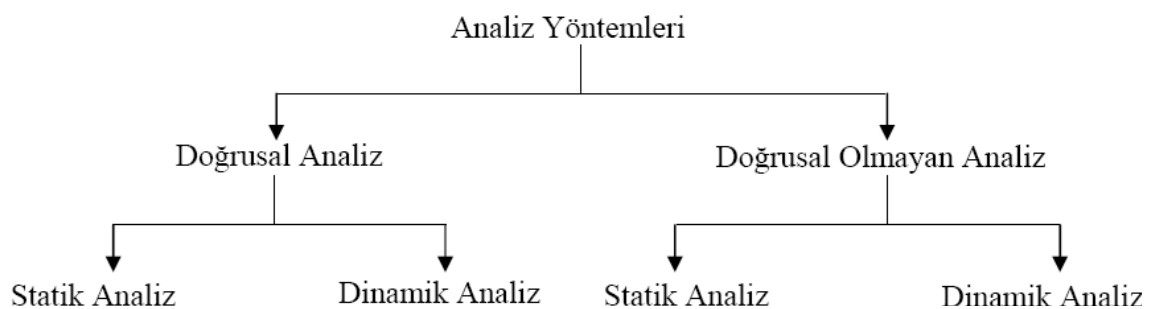
Doğrusal elastik analiz yöntemleriyle, yapının elastik kapasitesi belirlenebilir hatta ilk akmanın nerede oluşacağı tespit edilerek ilk elastik ötesi davranışın başlangıcı bulunabilir ancak yapının göçme mekanizmasının nasıl olacağı ve akma sırasında kuvvetlerin yeniden dağılım kuralı gereğince diğer elemanlara nasıl aktarılacağı tahmin edilemez.

Yapı sistemlerinin deprem etkilerine göre yapılan analizlerde, malzemenin doğrusal olmayan davranışını hesaba katmak için, DBYBHY–2007’de taşıyıcı sistem davranış katsayısına (  $R$  ) bağlı olarak elastik deprem yükleri azaltılmaktadır. Doğrusal elastik analiz yöntemleri bina taşıyıcı sistemine göre hesaplanan bu davranış katsayısına bağlı bir davranış göstermesi beklenmektedir. Ama pratikte deprem etkileri yapıyı bu davranış katsayısının olmadığı bir davranışa maruz bırakmaktadır.

Doğrusal elastik olmayan analiz yöntemlerinin mevcut binaların deprem etkisi altında yapısal performanslarının belirlenmesi ve güçlendirme analizleri için kullanılmasının amacı, deprem için sünek davranışa ilişkin plastik deformasyon talepleri ve gevrek davranışa ilişkin iç kuvvet taleplerinin hesaplanmasıdır. Daha sonra bu talep büyüklükleri, DBYBHY–2007 bölüm 7 ‘de tanımlanan şekil değiştirme ve iç kuvvet sınırları ile karşılaştırılarak, eleman ve sistem bazında yapısal performans

değerlendirilmesi yapılır. Böylece, binaların büyük bir depreme maruz kaldıklarında elastik sınırların aşılması durumunda nasıl davrandıkları ve göçme mekanizmalarının nasıl olduğu daha açık bir şekilde anlaşılır.

Doğrusal elastik olmayan analiz yönteminde, doğrusal elastik yöntemin aksine, taşıyıcı sisteme ait daha çok parametre kullanılmaktadır. Mevcut binalardaki belirsizlikler ve yapılan kabuller azaldığı için analiz sonucunda daha güvenilir sonuçlar elde edilir. Bu çalışmada doğrusal elastik olmayan analiz yöntemleri kullanılmış olup aşağıdaki bölümde bu analiz ele alınacaktır.



**Şekil 4.1** Analiz yöntemleri

#### **4.1.Doğrusal Elastik Olmayan Analiz Yöntemleri**

DBYBHY–2007 bölüm 7 kapsamında Artımsal Eşdeğer Deprem Yüğü Yöntemi, Artımsal Mod Birleştirme Yöntemi ve Zaman Tanım Alanında Doğrusal Olmayan Dinamik Analiz Hesap Yöntemi olmak üzere üç farklı analiz türü vardır. Tez kapsamında Artımsal Eşdeğer Deprem Yüğü Yöntemi ve Zaman Tanım Alanında Doğrusal Olmayan Dinamik Analiz Hesap Yöntemi türleri ayrıntılı bir şekilde ele alınacak, Artımsal Mod Birleştirme Yöntemi hakkında özet bilgi verilecektir. Analiz türlerini açıklamaya başlamadan önce doğrusal olmayan analizle ilgili bazı kavramlara değinilecektir.

##### **4.1.1.Doğrusal olmayan analiz yöntemleri kavramları**

Performansa dayalı tasarımın temelini talep, kapasite ve performans oluşturmaktadır. Talep, yer hareketinin bir ölçüsüdür. Kapasite ise, yapının sismik talebe karşılık verebilme yeteneğidir. Böylelikle performans, kapasitenin talebe cevap verebilme yeteneği ile ölçülür.

Kapasite: Yapının kapasitesi, taşıma gücüne ve yapı elemanlarının deformasyon yapabilme kapasitelerine bağlıdır. Yapının toplam kapasitesi, onu oluşturan elemanların kapasitesine bağlıdır. Deformasyon yapabilme kapasitesi elastik bölgede lineer analiz yöntemleri ile hesaplanabilir fakat elastik olmayan bölgede deformasyon yapabilme kapasitesini belirlemek için pushover gibi nonlineer analizler kullanmak gerekir. Bu analiz yönteminde yapıyı oluşturan bileşenlere akma noktasına ulaşıncaya dek sisteme giderek artan yatay yük uygulanır. Analize, yapının stabilitesi bozulana kadar devam edilir. Yapıların lineer olmayan davranışları ile bunlara ait kapasite eğrileri bilgisayar programları sayesinde kolaylıkla hesaplanabilmektedir.

Talep ( Yer değiştirme ): Yapının göz önüne alınan depreme karşılık yaptığı yer değiştirme, yer hareketi boyunca yapıda meydana gelmesi beklenen maksimum yer değiştirmedir.

Performans: Kapasite eğrisi ve talep yer değiştirmesi belirlendiği zaman, performans kontrolü yapılabilir. Performans kontrolü, sistemdeki elemanların, yapı için öngörülen performans seviyesinin kabul edilebilirlik sınırları içinde hasar görmelerini değerlendirmek amacıyla yapılır.

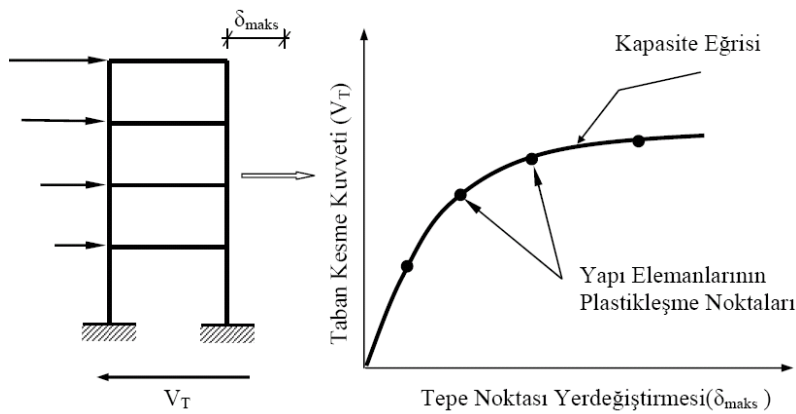
#### **4.1.2. Artımsal eşdeğer deprem yükü yöntemi**

Artımsal itme analizinin uygulanması DBYBHY–2007 bölüm 7.6’da verilmektedir. Tez kapsamında anlatılan artımsal eşdeğer deprem yükü yöntemi’nin kullanılabilmesi için, binanın kat sayısının bodrum hariç 8’den fazla olmaması ve herhangi bir katta ek dışmerkezlik göz önüne alınmaksızın doğrusal elastik davranışa göre hesaplanan burulma düzensizliği (A1 düzensizliği) katsayısının  $\eta_{bi} < 1,4$  koşulunu sağlaması gereklidir. Ayrıca göz önüne alınan deprem doğrultusunda, doğrusal elastik davranış esas alınarak hesaplanan birinci (hâkim) titreşim moduna ait etkin kütlelerin toplam bina kütesine (rijit perdelerle çevrelenen bodrum katlarının kütleleri hariç) oranının en az 0,70 olması zorunludur. Bu şartların sağlanamaması durumunda artımsal mod birleştirme yönteminin kullanılması gereklidir. Fakat yurdumuz yapı stoğu göz önüne alındığında binaların büyük çoğunluğu için artımsal eşdeğer deprem yükü yönteminin yeterli olacağı söylenebilir. Zaten artımsal mod birleştirme yöntemi de birden fazla mod şeklinin her biri için artımsal eşdeğer deprem yükü yönteminin uygulanarak etkilerinin birleştirilmesine benzer bir analizdir. Dolayısıyla aynı prensipler geçerlidir.

Artımsal itme analizinin yapılabilmesi için öncelikle yapının modelinin kullanılacak yazılımda oluşturulması gereklidir. Fakat doğrusal analizden farklı olarak doğrusal olmayan analizlerde elemanların dayanımlarının da girilmesi gereklidir. Bu bina modelinde tanımlanan plastik mafsallar yoluyla yapılmaktadır. Eleman üzerine tanımlanan mafsalda kesit dayanımına erişildiğinde akma denilen olay gerçekleşir ve kesit üzerindeki moment sabitlenir veya kesitte oluşan pekleşmeyle küçük bir artış gösterir. Bu kesitte artık moment kesitin elde edilen moment-eğrilik ilişkisine göre değişecektir. Bu şekilde her bir elemanın kesit tesirlerinin maksimum olduğu bölgelerine yerleştirilen mafsallar neticesinde yapının alabileceği maksimum deprem kuvveti ve bu kuvvet altında oluşan deformasyon istemlerinin belirlenmesi mümkün olmaktadır.

Doğrusal olmayan statik analizinin yapılmasında izlenen yol şöyle sıralanabilir;

- Öncelikle, yapıda plastik deformasyonun olacağı bölgeler (plastik mafsal yerleri) tespit edilir.
- Yapının yatay yükler altında göstereceği davranışı iyi bir şekilde yansıtabilecek bir yatay yük dağılımı (itme şekli) belirlenmelidir.
- İtme şekli belirlendikten sonra, yapının yatay yük taşıma kapasitesini ifade eden kapasite eğrisinin elde edilebilmesi için, yapı sabit düşey yükler ve aralarındaki oran sabit kalarak artan yatay yükler altında, adım adım itilir. Her yük değeri için, toplam taban kesme kuvveti ( $V_T$ ) ve buna karşılık gelen tepe noktası yer değiştirmesi ( $\delta_{maks}$ ) arasındaki ilişkinin belirlenmesi ile yapının kapasite eğrisi elde edilmektedir.



**Şekil 4.2** Yapıya ait kapasite eğrisinin elde edilmesi



#### **4.1.3. Artımsal mod birleştirme yöntemi**

Artımsal Eşdeğer Deprem Yüğü Yöntemi'nin aksine Artımsal Mod Birleştirme Yöntemi'nin uygulama alanları çok daha geniştir. Artımsal Eşdeğer Deprem Yüğü Yöntemi'nde, taşıyıcı sistem deprem davranışının sadece birinci (deprem doğrultusunda hâkim) doğal titreşim modundaki davranıştan ibaret olduğu varsayılır. Bu nedenle yöntemin uygulama alanı, çok katlı olmayan ve deprem doğrultusuna göre planda simetrik veya simetriğe yakın olan binalarla sınırlıdır.

Artımsal Mod Birleştirme Yöntemi ile itme analizinde her bir plastik kesitin oluşumunda tüm modların katkıları göz önüne alınabilmekte; plastik dönmeler ile iç kuvvet istemleri, itme analizi dışında ek analizlere gerek kalmaksızın doğrudan elde edilebilmektedir.

Artımsal mod birleştirme ile itme analizinde, ardışık iki plastik kesit oluşumu arasındaki her bir itme adımında adım adım doğrusal elastik davranış esas alınır. Modal ölçeklendirme ile monotonik olarak arttırılan modal yer değıştirmeler göz önüne alınarak, her adımda mod birleştirme kurallarının uygulandığı bir doğrusal davranış spektrum analizi gerçekleştirilir. Bu analizin sonuçlarından yararlanılarak, adım sonunda sistemde oluşan plastik kesit belirlenir; yer değıştirme, plastik şekil değıştirme, iç kuvvet artımları ile bunlara ait birikimli değerler ve sonuçta deprem istemine karşı gelen maksimum değerler hesaplanır (DBYBHY–2007).

#### **4.1.4. Zaman tanım alanında doğrusal olmayan dinamik analiz hesap yöntemi**

Analiz türleri içerisinde doğrusal olmayan dinamik analiz en karmaşık ve en gelişmiş analiz türüdür. Yapının yüklemeler altında davranış şeklini gerçeğe en yakın yansıtan doğrusal olmayan analiz türüdür. Çok fazla miktarda deprem kaydıyla analiz yapılması gerektiğinden çok zamana ihtiyaç duyar, ayrıca analiz sonrasında açığa çıkan çok büyük miktardaki verinin düzenlenip değerlendirilmesinin zor olması bu analiz türünün uygulanabilirliğini kısıtlamaktadır.

Bu yöntemin amacı, taşıyıcı sistemdeki doğrusal olmayan davranış göz önüne alınarak sistemin hareket denkleminin adım adım entegre edilmesidir. Analiz sırasında her bir zaman artımında sistemde meydana gelen yer değıştirme, plastik şekil değıştirme

ve iç kuvvetler ile bu büyüklüklerin deprem istemine karşı gelen maksimum değerleri hesaplanır (DBYBHY–2007).

## **4.2.Doğrusal Elastik Olmayan Modelleme**

Doğrusal olmayan yöntemlerde eleman kapasitelerinin de hesaba dâhil edilmesi için eleman dayanım ve deformasyonları arasında bir ilişkinin tanımlanması gereklidir. Tez çalışmasında bu işlem elemanların doğrusal olmayan davranış göstermesi beklenen bölgelerine tanımlanan plastik mafsallar yoluyla gerçekleştirilmiştir. Elemanların kesme ve eğilme altında hasar görebileceği öngörülerek her eleman için kesme ve eğilme mafsalları tanımlanmıştır.

### **4.2.1.Plastik Mafsal Kavramı**

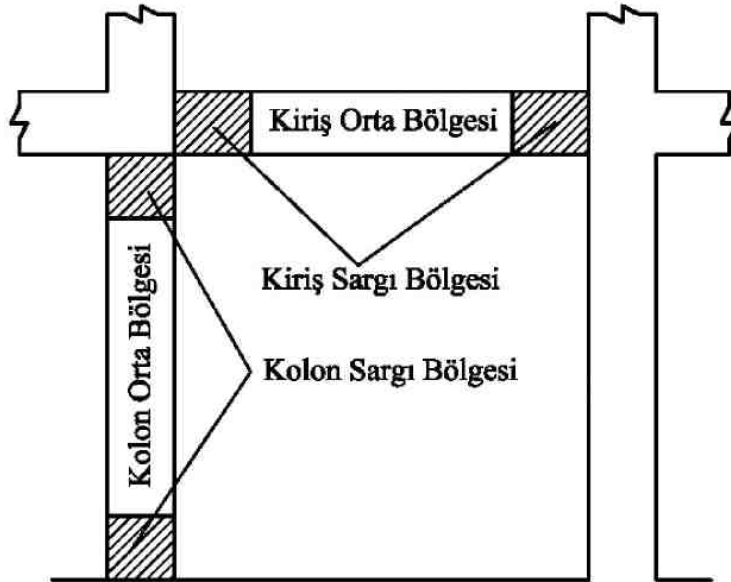
Plastik mafsal son yıllarda daha da sık duymaya başladığımız önemli bir kavramdır. Bu kavram yapı davranışının belirlenmesinde veya yapıya mühendisin istediği gibi davranmayı öğretmesinde anahtar bir rol üstlenmektedir. İyi tasarım ve detaylandırma yoluyla tasarımcı yapıya hangi sırayla hangi noktalarda hasar alacağını, hangi hasar durumundan sonra ancak göçme konumuna geleceğini söyleyebilir.

Plastik mafsal bir elemanda bir bölgenin taşıma gücüne ulaşarak daha fazla moment alamaması ile artan yük değerleri altında mafsal gibi davranmasıdır. Normal mafsal sıfır moment altında dönme yaparken plastik mafsal sabit (veya sabite yakın) moment altında dönme yapmaktadır. Bu bölge her ne kadar daha fazla moment almasa da henüz deformasyon yeteneğini kaybetmediğinden sabit moment altında dönme yapabilmektedir. Bu sebeple göçme deformasyonuna ulaşana kadar bir miktar daha dönme yaparak enerji sönümlene kapasitesine sahiptir. Yapılarda depremin yapı dayanımını (elastik sönüm) aşan enerji talepleri bu mafsallarda sönümlenmektedir.

Plastik mafsallar bir yapının göçme konumuna gelmesinde sıradan mafsallar gibi davranırlar. Oluşan belirli sayıda plastik mafsaldan sonra yapı labil hale gelerek stabilitesini kaybeder ve göçer. Plastik mafsalın, normal mafsaldan farkı bu olayın sıfır değil belirli bir kuvvet altında olmasıdır. Bunun sebebi de plastik mafsalın normal mafsal gibi sıfır moment değil belirli değerde moment taşıyabilmesidir.

#### 4.2.2.Mafsals bölgeleri

Betonarme elemanlarda hasar ve doğrusal elastik olmayan davranış en büyük kesit tesirlerinin bulunduğu uç bölgelerde oluşmaktadır. Bu sebeple plastik mafsallar, yönetmeliğimizde etriye sıklaştırması yapılması şartı bulunmasından dolayı sargı bölgesi olarak da adlandırılan bu bölgelerde tanımlanmaktadır (Şekil 4.3).



Şekil 4.3 Kolon ve kiriş elemanlarda sargılama bölgeleri

Plastik mafsalların tanımlanmasında sözü edilen etriye aralıkları bu bölgeler için göz önüne alınmaktadır. Betonarme elemanların orta bölgelerinin elastik kalacağı varsayıldığından bu bölgelerde bulunan yanal donatı miktarının analizlerde önemi yoktur. Bu bölgelerde hasar beklenmesi durumunda bu noktalara da plastik mafsal tanımlanmalıdır. Eksenel yük ve kesme hasarlarının kontrolü için tez kapsamında hem uç hem de orta bölgelere plastik mafsallar tanımlanmıştır.

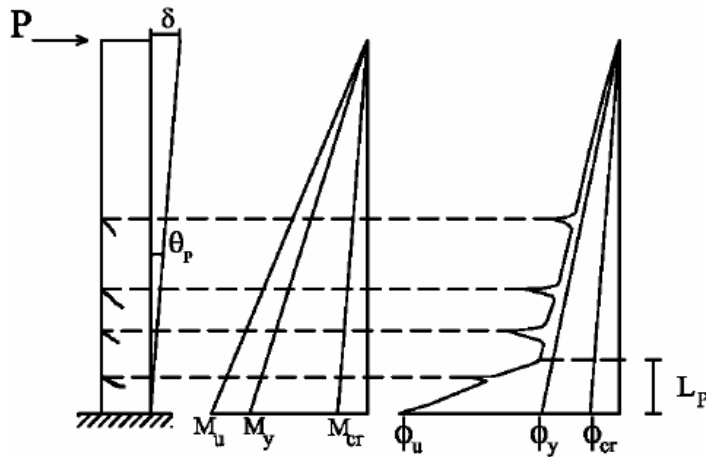
#### 4.2.3.Eğilme Mafsalı

Betonarme bir yapıda eleman bazında eksenel yük, kesme kuvveti ve eğilme etkisi altında olmak üzere üç çeşit göçme durumu vardır. Bunlardan yalnız eğilme davranışında belirli bir süneklikten bahsetmek mümkündür. Betonarme binalar eğilme davranışı altında göçmek üzere tasarlanırlar. Eksenel yük ve kesme hasarları için de plastik mafsal tanımlanabilmesine rağmen tek başına “plastik mafsal” dendiğinde “eğilme plastik mafsalı” anlaşılmaktadır. Bu nedenle bina davranışı üzerinde büyük etkisi olan eğilme mafsalının nasıl tanımlandığı oldukça önemlidir. Eğilme mafsalının

nasıl tanımlanacağına anlaşılması için betonarme bir elemanda eğilme hasarının nasıl oluştuğu incelenmelidir.

#### 4.2.4.Eğrilik yoğunlaşması

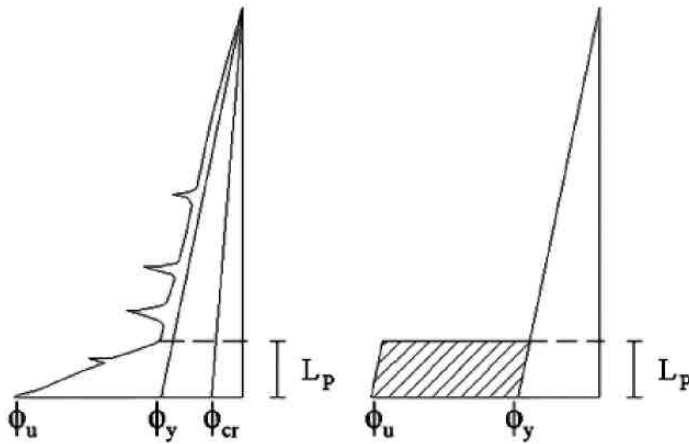
Çekme donatısına sahip konsol kolonda moment-eğrilik ilişkisi Şekil 4.4’de gösterilmiştir. Momentin düşük değerlerinde moment ile eğrilik arasında doğrusal bir ilişki vardır. Moment artarak kolonun mesnete yakın bölgelerinde  $M_{cr}$  (çatlama momenti) değerine ulaştığında bu bölgelerde çatlaklar oluşmaya başlar. Çatlakların kesit yüksekliğini azaltmasından dolayı kesitin atalet momenti ( $I$ ) azalır. Atalet momentinin ( $I$ ) azalmasıyla eğrilik ( $\phi=M/EI$ ) olduğundan eğrilikte ani bir artış olur. Moment mesnette  $M_y$  (akma momenti) değerine ulaşılan bu durum devam eder. Daha sonra moment artışı devam ederek  $M_u$  (nihai moment) değerine ulaşır. Momentin artması ve atalet momentinin azalması büyük eğrilik artışlarına neden olur, bu artışlar kesiti göçme konumuna ulaştırır. (Şekil 4.4)



Şekil 4.4 Konsol kolonda eğilme momenti ve eğrilik değişimi

#### 4.2.5.Eğrilik-dönme ilişkisi

Eğrilik yoğunlaşması Şekil 4.5’de görülen eğrilik grafiğiyle idealleştirilir. Grafik plastik mafsallara kadar eğrilik moment diyagramı gibi doğrusal olarak artarken, plastik mafsallarda ani olarak artış gösterir. Grafikteki taranmamış alan akma anına kadar, taralı kısım ise akmadan sonra plastik mafsalda oluşan eğrilik değerlerini gösterir.



**Şekil 4.5** Eğrilik diyagramının idealleştirilmesi

Moment kesit üzerinde eğilme deformasyonuna neden olurken, eleman üzerindeki etkisi dönme deformasyonu şeklindedir. Eğilme plastik mafsallığın dayanım-deformasyon bağıntısı karşılığı moment-dönme bağıntısıdır. Bu nedenle her bir eleman için moment-eğrilik ilişkisinin moment-dönme ilişkisine çevrilmesi gereklidir.

Elemanın plastik mafsallığın başı ve sonu arasındaki dönme miktarı, eğilmenin plastik mafsallık boyunca integre edilmesi ile bulunabilir (Denklem 4.1) . Fakat eğrilik değerinin Şekil 4.5’de görülen idealleştirmede olduğu gibi plastik mafsallık boyunca sabit kaldığı kabul edilirse, dönme değeri eğrilik değerinin plastik mafsallık boyuna çarpımına eşittir. (Denklem 4.1-4.2)

$$\theta_p = \int_0^{L_p} \phi dx = \int_0^{L_p} \frac{M}{EI} dx \quad 4.1$$

$$\theta_p = (\phi_u - \phi_y) L_p \quad 4.2$$

$\theta_p$  : Plastik mafsallık bölgesinde dönme değerini,

$\phi$  : Eğrilik değerini,

$\phi_u$  : Nihai eğriliği

$\phi_y$  : Akma eğriliği

$L_p$  : Plastik mafsallık boyunu ifade etmektedir.

#### 4.2.6. Plastik mafsal boyu

Plastik mafsal boyu için literatürde çeşitli bağıntılar mevcuttur (Park ve Paulay 1975, Park vd 1982, Paulay and Priestley 1992, Priestley vd 1996). Bu çalışma kapsamında plastik şekil değiştirme bölgesinin uzunluğu ( $L_p$ ) DBYBHY–2007 ile uyumlu olarak Denklem 4.3’de belirtildiği gibi çalışan doğrultudaki kesit boyutu ( $h$ )’nin yarısına eşit alınmıştır.

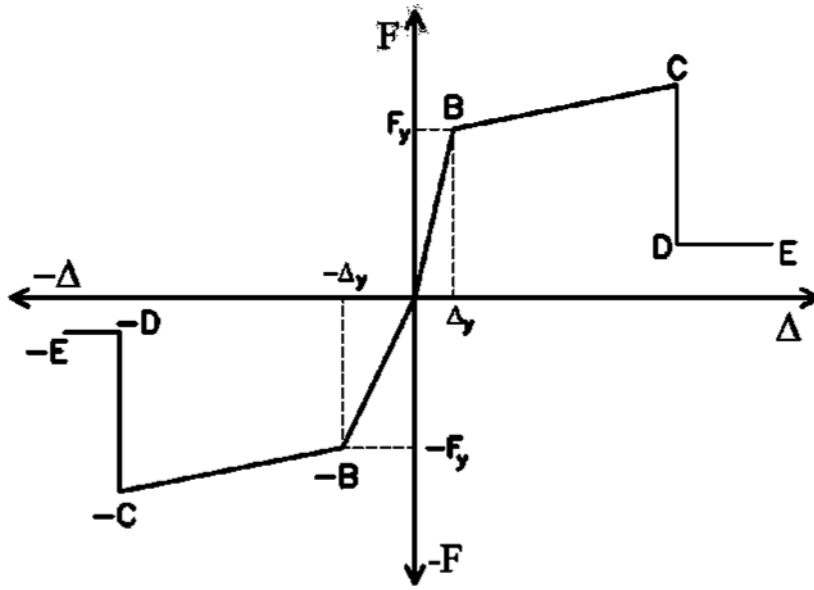
$$L_p = 0.5h \quad 4.3$$

#### 4.2.7. Eğilme mafsalı kriterleri

Moment-eğrilikten moment-dönme ilişkisine nasıl geçildiği belirlendikten sonra plastik mafsalın tanımlanabilmesi için kritik eğrilik değerlerinin bilinmesi gereklidir. Mafsallaşmanın oluşması beklenen bölgelerde tanımlanan plastik mafsallar yardımıyla elemanın o noktasının şekil değiştirme-dayanım ilişkisi tanımlanmaktadır. Bu tanımlama SAP2000, ETABS gibi programlarda Şekil 4.6’da görülen idealleştirilmiş dayanım- şekil değiştirme eğrileri ile yapılmaktadır.

Tez çalışmasında kritik eğrilik değerleri kullanılan yazılımın Şekil 4.6’da görülen moment-dönme ilişkisini belirlemek için kullandığı 4 noktanın (B, C, D, E) değerleridir. A orjin (0,0) noktasıdır.

“B” noktası, kesitin akma konumuna ulaştığı nokta olup, bu noktadan sonra doğrusal olmayan davranış hakim olmaya başlamaktadır. “B”-“C” noktaları arasında kesit kapasitesini korur veya pekleşirken, “C” noktasında göçme konumuna ulaşmaktadır. Bu noktadan sonra kapasitede belli bir oranda düşme meydana gelir ve “D” noktasına ulaşılır. “C”-“D” arasındaki kapasite kaybı için çeşitli kaynaklarda belirli oranlar verilmektedir. Bu çalışmada “D” noktasındaki dayanım değeri FEMA 356 (2000) ve ATC 40 (1996) dokümanlarında öngörüldüğü gibi akma dayanımının % 20’si olarak belirlenmiştir. “D”-“E” arasında düşen kapasitenin bir müddet daha korunduğu ve “E” noktasında kapasitenin tamamen kaybedilerek sıfır olduğu varsayılmaktadır.



Şekil 4.6 İdealleştirilmiş dayanım-deformasyon eğrisi

Tez kapsamında kolon ve kirişlerin mafsallık özellikleri moment-eğrilik ilişkileri esas alınarak, DBYBHY-2007’de belirtilen (Bkz. Denklem 4.3) bağıntı ile verilen plastik mafsallık boyu kullanılarak bulunmuştur.

“B” noktası Denklem 4.4’de tanımlandığı gibi kesitte bulunan çekme donatısının ilk aktığı andaki eğrilik değerinin, en dış beton lifinde basınç deformasyonunun 0.003 olduğu andaki moment dayanımı olan nominal moment dayanımının çekme donatısının aktığı noktadaki moment dayanımına oranı ile çarpılmasıyla bulunur. “B” noktasının dönme değerinin kullanılan yazılım yönüyle herhangi bir önemi yoktur çünkü yazılım kesitin akıp akmama durumunu moment dayanımına göre belirlemektedir (Denklem 4.4).

$$\phi_y = \frac{M_n}{M_s} \phi_s \quad 4.4$$

$\phi_y$  : Akma eğriliği,

$\phi_s$  : Kesitte bulunan çekme donatısının ilk aktığı andaki eğrilik değeri,

$M_n$  : Nominal moment kapasitesi,

$M_s$  : Çekme donatısının aktığı noktadaki moment dayanımıdır.

Diğer noktalar için kesitin zorlanmasına bağlı olarak çeşitli kriterler kullanılabilir. Bu çalışmada Tablo 4.1’de verilen kriterler ışığında “C, D ve E” noktaları tanımlanmıştır. “D” noktası eğrilik değeri “C” noktası ile aynı öngörüldüğünden ayrıca bir kriter belirlenmemiştir.

**Tablo 4.1** Moment-eğrilik ilişkisinin tanımlanmasında kullanılan kriterler

Sıra	Kriter	İlişki	“C” noktası	“E” noktası
1	$\epsilon_{cc}$	<	$0.7 \epsilon_{cu}$	$\epsilon_{cu}$
2	$\epsilon_{cc}$	<	0.02	0.03
3	$M_{maks}$	>	$0.7 M_{maks}$	$0.6 M_{maks}$
4	$\epsilon_{su}$	>	$0.5 \epsilon_{su}$	$\epsilon_{su}$

Göz önüne alınan ilk iki kriter beton basınç deformasyonu ( $\epsilon_{cc}$ ) ile ilgili olup, bu kritere göre “C” noktasında en üst çekirdek beton basınç deformasyon değeri  $0.7\epsilon_{cu}$  değerini ve “E” noktası için ise  $\epsilon_{cu}$  değerini geçemez. Burada  $\epsilon_{cu}$  ifadesi Priestley vd tarafından en üst çekirdek beton lifi şekil değiştirme değerinin hesaplanması için önerilen, Denklem 4.5’de verilen bağıntı ile hesaplanmaktadır (Priestley vd 1996).

$$\epsilon_{cu} = 0.004 + \frac{1.4\rho_s f_{yh} \epsilon_{su}}{f_{cc}} \quad 4.5$$

$\epsilon_{cu}$  : En üst çekirdek beton lifi için izin verilen maksimum şekil değiştirme değeri,

$\epsilon_{su}$  : Donatı kopma uzaması,

$\rho_s$  : Hacimsel yanal donatı oranı,

$f_{yh}$  : Donatı akma dayanımı,

$f_{cc}$  : Sargılı beton basınç dayanımıdır.

Diğer basınç deformasyonu ( $\epsilon_{cc}$ ) kriterine göre “C” noktasında, en üst çekirdek beton lifi hiçbir şekilde 0.02’den büyük olamaz. “E” noktasında da, 0.03 değerini aşamaz.

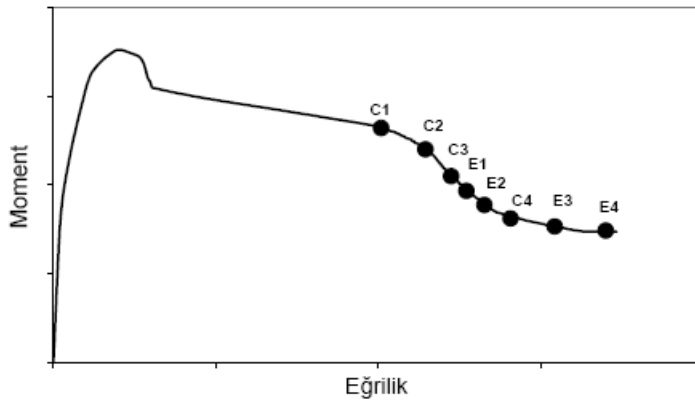
“C” noktasında kesit, taşıyabileceği maksimum moment kapasitesinin %30’undan fazlasını kaybetmiş olmamalıdır. Bu değer “E” noktasında %40’dan fazla olmamalıdır.



Kolon ve kiriş elemanlarda “C” noktasında en alt çekme donatısında maksimum şekil değiştirme kapasitesinin %50’sine ( $0.5\varepsilon_{su}$ ) kadar deformasyon yapmasına izin verilmiştir (Priestley 2000). Herhangi bir donatının kopması ( $\varepsilon_s = \varepsilon_{su}$ ) “E” noktası olarak kabul edilmiştir.

#### 4.2.8.Kolon eğilme mafsalı

Kolon eğilme mafsallarının tanımlanması için öncelikle deprem sırasında üzerinde oluşması beklenen aksel yük seviyesi altında ve öngörülen etriye aralığı için kolon kesitinin moment-eğrilik diyagramı elde edilir. Daha sonra Şekil 4.7’de görüldüğü gibi “C” ve “E” noktası kriterleri moment-eğrilik diyagramı üzerinde işaretlenerek en kritik olanlar (en küçük eğrilik değerine karşılık gelenler) belirlenir. Bu değerler kullanılarak bölüm 4.2.5’de açıklandığı şekilde idealleştirilmiş moment-dönme bağıntısı belirlenmiş olur. Bu işlem kolonun her iki doğrultusu için tekrarlanır. Aksel yük kolonlarda hesaplanırken TS500 (2000) kullanılmıştır.



Şekil 4.7 Kriterlerin moment-eğrilik grafiği üzerinde belirtilmesi

#### 4.2.9.Kiriş eğilme mafsalı

Kiriş kesitleri için, kolon kesitleri gibi yukarıda anlatılan şekilde moment-eğrilik ilişkisinden belirtilen kriterler kullanılarak moment-dönme bağıntısı hesaplanmıştır. Bu işlem esnasında kiriş kesitleri üzerinde aksel yük sıfır alınmıştır. Fakat kiriş kesitlerinin donatı yerleşimi kolonlar gibi simetrik olmadığından pozitif ve negatif moment altında basınç ve çekme donatıları yer değiştireceğinden simetrik bir moment-dönme ilişkisi yoktur. Bu nedenle her bir kiriş kesiti için pozitif ve negatif yönde yukarıdaki işlem tekrarlanmıştır.

#### 4.2.10.Kesme Mafsalı

Beton dayanımının düşük olduğu (BS10) ve sargılamanın yetersiz olduğu (20 cm) modellerde kesme dayanımlarının dikkate alınması oldukça önemlidir. Tez kapsamında, eğilme mafsalları yanında kesmenin kritik olabileceği durumlar da göz önüne alınarak kolon ve kiriş elemanlara kesme mafsalları tanımlanmıştır. Betonun gevrek bir malzeme olmasından dolayı kesme anında bu mafsallarda herhangi bir süneklik tanımlanmamıştır. Yani eleman kesme kapasitesine ulaştıktan hemen sonra herhangi bir süneklik olmaksızın göçmektedir. Kesme mafsalı tanımlarında elemanların kesme dayanımları malzeme faktörleri “1” alınarak TS 500 (2000)’e göre hesaplanmıştır.

#### 4.2.11.Eksenel Yük Mafsalı

Betonarme yapılarda betonun özelliğinden dolayı betonda sadece aksel basınç durumu söz konusudur. Aksel çekme altında bir eleman bulunmadığından dolayı yalnız aksel basınç altındaki elemanlardan söz edilecektir. Aksel yük altında kolonlar göçme konumuna betonun ezilmesi ve boyuna donatıların burkulması ile ulaşırlar. Beton dayanımının düşük olduğu (BS10) ve kolonlara gelen aksel yük miktarının fazla olduğu 7 katlı modellerde aksel yük altında hasar oluşma ihtimali yüksektir.

### 4.3.Kullanılan Malzeme Modelleri

Beton gerilme-birim şekil değiştirme ( $\sigma$ - $\epsilon$ ) eğrisini, birçok parametre etkilediği için her durumda tek bir eğrinin tanımlanması olanaksızdır. Davranışın anlaşılabilmesi için betonun ( $\sigma$ - $\epsilon$ ) ilişkisini belirleyen modellere ihtiyaç vardır. Bu ihtiyaç nedeniyle, bugüne kadar çeşitli araştırmacılar birçok beton modeli önermiştir. (Sheikh and Uzumeri 1982, Scott vd 1982, Mander vd 1988, Saatçioğlu and Razvi 1992).

Sargılı beton modellerinde betonun dayanımında ve bu dayanımın oluştuğu birim ve nihai birim şekil değiştirme değerinde sargı etkisiyle meydana gelen değişim, yanal donatı miktar ve özelliğine bağlı olarak hesaplanmaktadır. Amaç sargılı betonda meydana gelen dayanım ve süneklik artışını belirlemektir. Tez kapsamında, Şekil 4.8’de gösterilen basınç etkisi altındaki sargılı ve sargısız beton davranışı için yaygın olarak kullanılan ve DBYBHY–2007 (2007)’de yer alan Mander beton modeli kullanılmıştır (Mander vd 1988).

### 4.3.1.Mander beton modeli

Mander tarafından sargılı beton modeli için geliştirilen  $\sigma$ - $\varepsilon$ 'nin şekli için önerilen formüller aşağıdadır (Denklem 4.6- 4.15).

$$f_c = \frac{f_{cc} x^r}{r-1+x^r} \quad 4.6$$

$$f_{cc} = \lambda_c f_{co} \quad 4.7$$

$$\lambda_c = 2.254 \sqrt{1 + 7.94 \frac{f_e}{f_{co}}} - 2 \frac{f_e}{f_{co}} - 1.254 \quad 4.8$$

$$x = \frac{\varepsilon_c}{\varepsilon_{cc}} \quad 4.9$$

$$\varepsilon_{cc} = \varepsilon_{co} [1 + 5(\lambda_c - 1)] \quad 4.10$$

$$\varepsilon_{co} \cong 0.002 \quad 4.11$$

$$r = \frac{E_c}{E_c - E_{sec}} \quad 4.12$$

$$E_c \cong 5000 \sqrt{f_{co}} \quad (MPa) \quad 4.13$$

$$\varepsilon_{co} \cong 0.002 \quad 4.14$$

$$E_{sec} = \frac{f_{cc}}{\varepsilon_{cc}} \quad 4.15$$

$f_{cc}$  : Sargılı beton dayanımını,

$f_c$  : Sargılı betonda beton basınç gerilmesi,

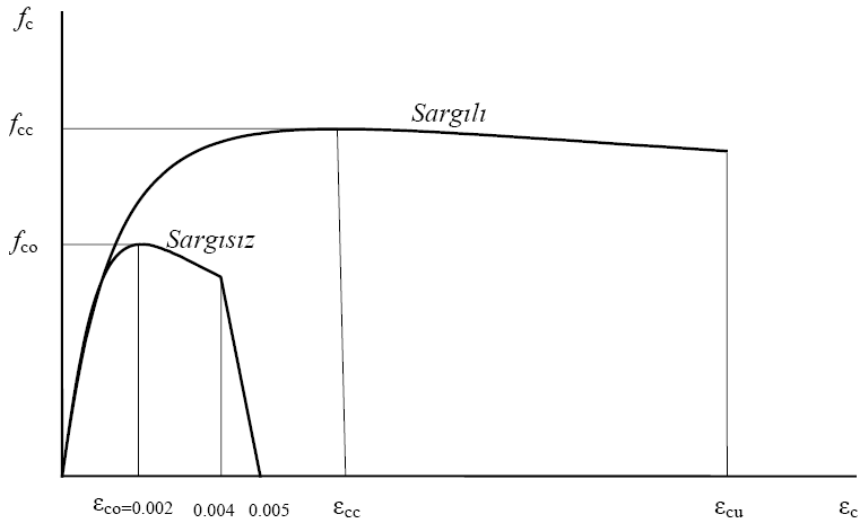
$f_e$  : Etkili sargılama basıncı,

$\varepsilon_c$  : Beton basınç birim şekil değiştirmesi,

$f_{co}$  : Sargısız betonun basınç dayanımı,

$\varepsilon_{cc}$  : Sargılanmış beton basınç dayanımına karşı gelen birim kısalma,

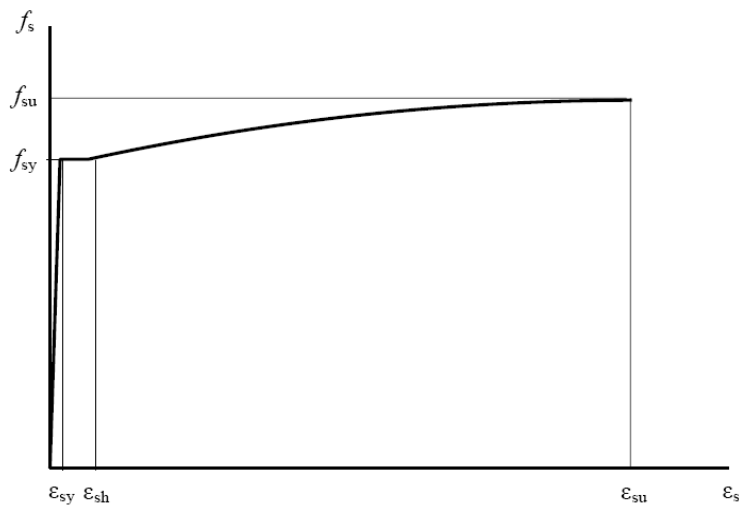
$E_c$  : Beton elastisite modülüne karşılık gelmektedir.



**Şekil 4.8** Basınç etkisi altındaki beton modeli

#### 4.3.2. Donatı çeliği modeli

Tez kapsamında 1975 Yönetmeliği için hazırlanan modellerde donatı çeliği S220, 1998 Yönetmeliği için hazırlanan modellerde donatı çeliği S420 kullanılmıştır. Kullanılan donatı çeliklerinin elastisite modülü  $2 \times 10^5$  MPa'dır. S220 donatı çeliğinin akma dayanımı 220 MPa, kopma dayanımı 330 MPa, akma uzaması 0.0011, pekleşmenin başladığı birim uzama 0.01 ve kopma uzaması 0.18 olarak kabul edilmiştir. S420 donatı çeliğinin akma dayanımı 420 MPa, kopma dayanımı 550 MPa, akma uzaması 0.0021, pekleşmenin başladığı birim uzama 0.01 ve kopma uzaması 0.10 olarak kabul edilmiştir (TS500, 2000). Kullanılan donatının gerilme-şekil değiştirme grafiği Şekil 4.9'da görülmektedir.



**Şekil 4.9** Donatı çeliği davranış modeli

### 4.3.3.Sargılı beton davranış modelinin oluşturulması

Taşıyıcı sistem elemanlarına ait boyut, donatı şekli ve düzeni, malzeme özellikleri, yukarıda tanımlanan Mander modeli ile elde edilen sargılı beton davranış modeli kullanılarak plastik mafsalların oluşturulması için bilgisayar ortamında 105M024 numaralı Tübitak projesi için hazırlanan (Özmen vd 2007) SEMAp yazılımı kullanılmıştır.

### 4.4.Tanımlanan Plastik Mafsalların Analitik Model Üzerine Atanması

Tez kapsamında yığılı plastik bölge kabulü yapılmış,  $L_p$  uzunluğu boyunca oluşan mafsal plastikleşme bölgesinin ortasında tek bir nokta olarak modellenmiştir. Bu nedenle tanımlanan her bir mafsal elemanların mafsallaşması beklenen uç noktalarına Şekil 4.10'da gösterilen ve Denklem 4.16-4.18'de tanımlanan uzaklıklara yerleştirilmiştir.

$$l_1 = \frac{L_p}{2} \quad 4.16$$

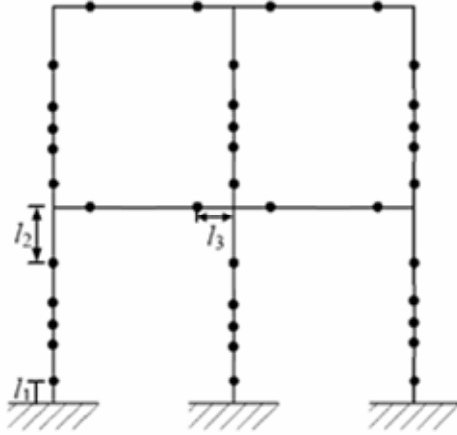
$$l_2 = H_{kiriş} + \frac{L_p}{2} \quad 4.17$$

$$l_3 = \frac{H_{kolon}}{2} + \frac{L_p}{2} \quad 4.18$$

$L_p$  : Plastik mafsal boyunu,

$H_{kiriş}$  : Kiriş derinliğini,

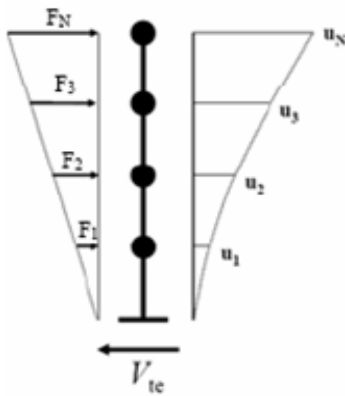
$H_{kolon}$  : Kolonun üzerine mafsal atanan kirişe dik boyutunu ifade etmektedir.



Şekil 4.10 Mafsalların eleman üzerine atanması

#### 4.5. Artımsal Eşdeğer Deprem Yüğü Yöntemi'nde Kullanılan İtme Şekli

Artımsal İtme Analizlerinde yatay yük dağılımı olarak “Modal Yük Deseni” kullanılmıştır. Modal yük deseninde binaların Artımsal İtme Analizi uygulanan yönlerinde en kritik mod şekli göz önüne alınarak hesaplanmıştır. Binanın her bir katına etki ettirilecek kuvvet, Denklem 4.19 'da olduğu gibi her katın kütesinin hakim moda ait yer değiştirme değeri ile çarpılmasıyla bulunur. Bu işlem tüm katlar için tekrarlandıktan sonra taban kesmesi; hesaplanan  $F_i$  değerleri oranında katlar arasında dağıtılır (Şekil 4.11).



Şekil 4.11 Yüklerin katlara dağılımı

$$F_i = m_i \times u_i \quad 4.19$$

$m_i$ : i'inci katın kütesi,

$u_i$ : i'inci kat modal yer değiştirmesidir.

Kapalı çıkmaya sahip olmayan modeller simetrik kat planına sahip olduğundan modeller simetri merkezlerinden itilmiştir. Simetrik olmayan tek yönden çıkmaya sahip olan yapıların her kat için kütle merkezleri hesaplanarak, yapılar bu noktalardan itilmiştir. Artımsal itme analizlerinde P- $\Delta$  etkileri dikkate alınmıştır.

#### 4.6.Zaman Tanım Alanında Doğrusal Olmayan Analiz

Tez kapsamında yumuşak kat ve kapalı çıkma gibi düzensizliklere sahip binaların referans binalara göre deprem talepleri farklılıklarının incelenmesi için zaman tanım alanında doğrusal olmayan dinamik analiz uygulanmıştır. Zaman tanım alanında analiz yönteminde farklı özellikte ivme kayıtlarının kullanılması güvenilir bir değerlendirme için önkoşuldur. Tez kapsamında özellikle son 20 yılda ülkemizde yaşanan yıkıcı depremlerden seçilen kayıtlar kullanılarak zaman tanım alanında doğrusal olmayan dinamik analiz gerçekleştirilmiştir. Analizlerde kullanılan depremlere ait açıklayıcı bilgiler Tablo 4.2’de verilmiştir. Bundan sonra depremler çizelgede verilen kısaltmalar ile anılacaktır.

**Tablo 4.2** Türkiye’de son 20 yılda yaşanan yıkıcı deprem yer hareketi kayıtları

Tanımlayıcı	Deprem	Tarih (gün/ay/yıl)	Büyüklik	İstasyon	Bileşen (°)	PGA (g)	PGV (m/s)	Uzaklık (km)
AF02AFYO.360	Afyon-S.Dağı	03.02.2002	$M_W = 6.5$	Afyon	North	0.114	0.110	73.92
AF02AFYO.090	Afyon-S.Dağı	03.02.2002	$M_W = 6.5$	Afyon	East	0.094	0.086	73.91
BN03BING.360	Bingöl	01.05.2003	$M_W = 6.4$	Bingöl	North	0.546	0.449	10.51
BN03BING.090	Bingöl	01.05.2003	$M_W = 6.4$	Bingöl	East	0.277	0.199	10.51
AD98CEYH.090	Adana-Ceyhan	27.06.1998	$M_S = 5.9$	Ceyhan	East	0.274	0.200	32.01
AD98CEYH.180	Adana-Ceyhan	27.06.1998	$M_S = 5.9$	Ceyhan	South	0.223	0.250	32.01
DN95DINA.090	Dinar	01.10.1995	$M_S = 5.9$	Dinar	East	0.330	0.360	10.81
DN95DINA.180	Dinar	01.10.1995	$M_S = 5.9$	Dinar	South	0.282	0.276	10.81
DZ99BOLU.360	Düzce	12.11.1999	$M_W = 7.2$	Bolu	360°	0.728	0.564	17.62
DZ99BOLU.090	Düzce	12.11.1999	$M_W = 7.2$	Bolu	090°	0.822	0.621	17.62
DZ99DUZC.180	Düzce	12.11.1999	$M_W = 7.2$	Düzce	180°	0.348	0.600	8.22
DZ99DUZC.270	Düzce	12.11.1999	$M_W = 7.2$	Düzce	270°	0.535	0.835	8.22
ER92ERZN.360	Erzincan	13.03.1992	$M_S = 6.8$	Erzincan	North	0.515	0.840	2.02
ER92ERZN.090	Erzincan	13.03.1992	$M_S = 6.8$	Erzincan	East	0.496	0.643	2.02
KC99DUZC.180	Kocaeli	17.08.1999	$M_S = 7.4$	Düzce	180°	0.312	0.589	12.72
KC99DUZC.270	Kocaeli	17.08.1999	$M_S = 7.4$	Düzce	270°	0.358	0.464	12.72
KC99GEBZ.180	Kocaeli	17.08.1999	$M_S = 7.4$	Gebze	180°	0.244	0.503	17.02
KC99IZMT.090	Kocaeli	17.08.1999	$M_S = 7.4$	İzmit	090°	0.220	0.298	4.82
KC99YARM.060	Kocaeli	17.08.1999	$M_S = 7.4$	Yarımca	060°	0.268	0.657	2.62
KC99YARM.330	Kocaeli	17.08.1999	$M_S = 7.4$	Yarımca	330°	0.349	0.622	2.62

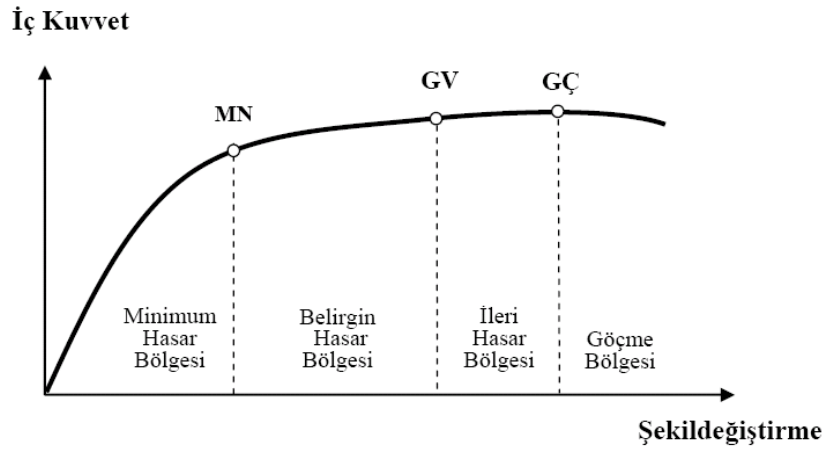
## 4.7.Modellerin Performanslarının Değerlendirilmesi

### 4.7.1.Kesit hasar sınırları

Sünek elemanlar için kesit düzeyinde üç sınır durum tanımlanmıştır. Bunlar *minimum hasar sınırı (MN)*, *güvenlik sınırı (GV)* ve *göçme sınırı (GÇ)*'dir. Minimum hasar sınırı ilgili kesitte elastik ötesi davranışın başlangıcını, güvenlik sınırı kesitin dayanımını güvenli olarak sağlayabileceği elastik ötesi davranışın sınırını, göçme sınırı ise kesitin göçme öncesi davranışının sınırını tanımlamaktadır. Gevrek olarak hasar gören elemanlarda bu sınıflandırma geçerli değildir.

### 4.7.2.Kesit hasar bölgeleri

Kritik kesitlerinin hasarı **MN**'ye ulaşmayan elemanlar *minimum hasar bölgesinde*, **MN** ile **GV** arasında kalan elemanlar *belirgin hasar bölgesinde*, **GV** ve **GÇ** arasında kalan elemanlar *ileri hasar bölgesinde*, **GÇ**'yi aşan elemanlar ise göçme bölgesinde yer alırlar (Şekil 4.12).



**Şekil 4.12** Kesit hasar sınırları ve hasar bölgeleri

Yukarıda tanımlanan, doğrusal veya doğrusal olmayan yöntemlerle hesaplanan iç kuvvetlerin ve şekil değiştirmelerin, aşağıda Tablo 4.3 'de verilen sınır değerler ile karşılaştırılması sonucunda kesitlerin hasar bölgelerine karar verilir. Eleman hasarları için de yukarıda tanımlanan bilgiler aynen geçerlidir.



**Tablo 4.3** Kesit hasar sınırlarına göre şekil değiştirme üst sınırları (kapasiteleri)

Kesit Hasar Sınırı	Beton	Donatı
Kesit Minimum Hasar Sınırı (MN)	$(\varepsilon_{cu})_{MN} = 0.0035$	$(\varepsilon_s)_{MN} = 0.01$
Kesit Güvenlik Sınırı (GV)	$(\varepsilon_{cu})_{GV} = 0.0035 + 0.01\left(\frac{\rho_s}{\rho_{sm}}\right) \leq 0.0135$	$(\varepsilon_s)_{GV} = 0.04$
Kesit Göçme Sınırı (GÇ)	$(\varepsilon_{cu})_{GÇ} = 0.004 + 0.014\left(\frac{\rho_s}{\rho_{sm}}\right) \leq 0.018$	$(\varepsilon_s)_{GÇ} = 0.06$

#### 4.7.3. Deprem etki seviyeleri

Yapıların performansa dayalı değerlendirilmesinde öncelikli olarak öngörülen performans hedefinin hangi deprem etki seviyesine karşı geldiği belirlenmelidir. Performansa dayalı değerlendirilmenin yapılabilmesi için farklı seviyede deprem hareketleri belirlenmiştir. Genel olarak deprem etki seviyeleri 50 yıl içerisinde aşılma olasılıkları ve benzer büyüklükte depremlerin oluşumu göz önüne alınarak dönüş periyoduna göre ifade edilmektedir (Tablo 4.4). 50 yıl içinde aşılma olasılığı %50, %10 ve %2 olan depremleri sırasıyla servis, tasarım ve en büyük deprem olarak isimlendirilir.

**Tablo 4.4** Deprem etki seviyeleri

Deprem Etki Seviyeleri	Esas Alınan Zaman Aralığı (yıl)	Ortalama Dönüş Periyodu (yıl)
%50	50	75
%10	50	475
%2	50	2475

#### 4.7.4. Betonarme binaların deprem performansı

Binaların deprem performansı, uygulanan deprem etkisi altında binada oluşması beklenen hasarların durumu ile ilişkilidir ve dört farklı hasar durumu esas alınarak tanımlanmıştır. Yer değiştirme talebi değerleri ile aşağıdaki performans kriterleri karşılaştırılıp modellerin hangi performans düzeyinde olduklarına karar verilecektir.

#### 4.7.4.1.Hemen kullanım performans düzeyi

Herhangi bir katta, uygulanan her bir deprem doğrultusu için yapılan hesap sonucunda kirişlerin en fazla %10'u *belirgin hasar bölgesine* geçebilir, ancak diğer taşıyıcı elemanlarının tümü *minimum hasar bölgesindedir*. Eğer varsa, gevrek olarak hasar gören elemanların güçlendirilmeleri kaydı ile, bu durumdaki binaların *hemen kullanım performans düzeyinde* olduğu kabul edilir.

#### 4.7.4.2.Can güvenliği performans düzeyi

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

#### 4.7.4.3.Göçme öncesi performans düzeyi

*Göçme öncesi bölgesindeki* kolonların, her bir katta kolonlar tarafından taşınan kesme kuvvetine toplam katkısı %20'nin altında olmalıdır.

#### 4.7.4.4.Göçme durumu

Bina *göçme öncesi performans düzeyini* sağlayamıyorsa *göçme (GÇ) durumundadır*. Binanın kullanımı can güvenliği bakımından sakıncalıdır.

#### 4.7.5.Performans hedefleri

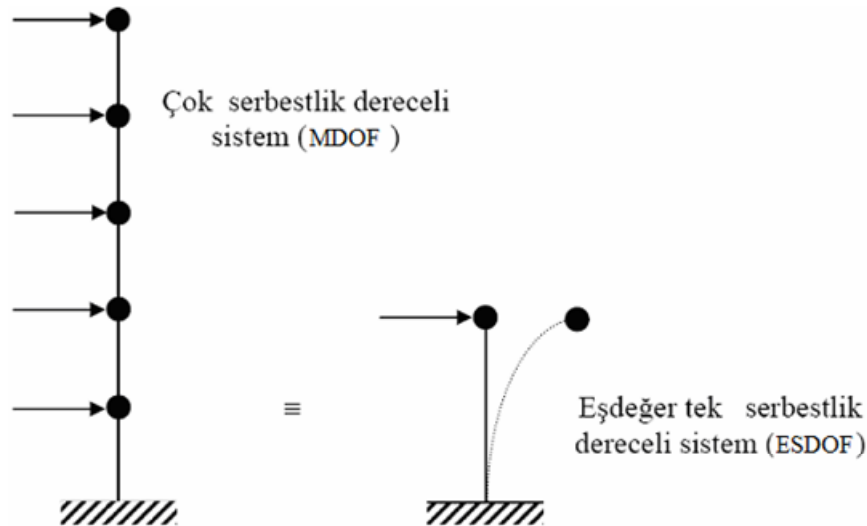
Belirli bir yer hareketine maruz kalan bir binanın, bu yer hareketinin etkisini hangi hasar seviyesi ile karşıladığının belirlenmesi performans hedefi ile ifade edilmektedir. Bir bina için, birden fazla yer hareketi altında farklı performans hedefleri öngörülebilir. Buna çok seviyeli performans hedefi denir. Tez kapsamında, hazırlanan modeller konut olarak tasarlandığı için 50 yıl içinde aşılma olasılığı %10 olan deprem (tasarım depremi) etkisi altında performanslarının **CG** performans düzeyini sağlayıp sağlamadığına bakılacaktır.

## 5.YER DEĞİŞTİRME TALEBİNİN BELİRLENMESİ

Deprem talebi, Spektrum Eğrisi ve yapı kapasitesini temsil eden kapasite eğrisi yatay ekseninde Spektral Yer Değiştirme ( $S_{de}$ ) düşey ekseninde Spektral İvme ( $S_{ae}$ ) olacak şekilde aynı grafik üzerinde çizilmesiyle elde edilecektir.

### 5.1.Kapasite Eğrisinin Modal Kapasite Diyagramına Dönüştürülmesi

Talep spektrumu tek serbestlik dereceli sisteme ait olduğu için, çok serbestlik dereceli sisteme ait kapasite eğrisinin eşdeğer tek serbestlik dereceli sisteme dönüştürülmesi gerekir. Yani taban kesme kuvveti ( $V_x$ ) – çatı (tepe) yer değiştirmesi ( $U_{xN}$ ) formatındaki kapasite eğrisi modal ivme ( $\alpha_1$ ) – modal yer değiştirme ( $d_1$ ) formatına dönüştürülür (Şekil 5.1). Bu işlem, birinci doğal moda ait kütle katılım oranı ( $a_1$ ) ve modal katılım çarpanı ( $PF_1$ ) kullanılarak yapılabilmektedir. Bu dönüştürme işlemi için Denklem 5.1-5.5 kullanılır.



Şekil 5.1 MDOF sistemin ESDOF sisteme dönüştürülmesi

$$PF_1 = \left[ \frac{\sum_{i=1}^n \frac{(w_i \phi_{i1})}{g}}{\sum_{i=1}^n \frac{(w_i \phi_{i1}^2)}{g}} \right] \quad 5.1$$

$$a_1 = \frac{\left[ \sum_{i=1}^n \frac{(w_i \phi_{i1})}{g} \right]^2}{\left[ \sum_{i=1}^n \frac{w_i}{g} \right] \left[ \sum_{i=1}^n \frac{(w_i \phi_{i1}^2)}{g} \right]} \quad 5.2$$

$$a_1 = \frac{V_{x1}}{W a_1} \quad 5.3$$

$$d_1 = \frac{U_{xN1}^{(i)}}{\phi_{xN1} PF_1} \quad 5.4$$

$$U_{xN1}^{(p)} = \phi_{xN1} PF_1 d_1 \quad 5.5$$

$PF_1$  : Birinci moda ait katkı çarpanı

$\phi_{i1}$  : Birinci modun i. kattaki şekil genliği

$w_i$  : i. kattaki kat ağırlığı

$a_1$  : Birinci moda ait kütle katılım oranı

$a_1$  : Birinci moda ait modal ivme

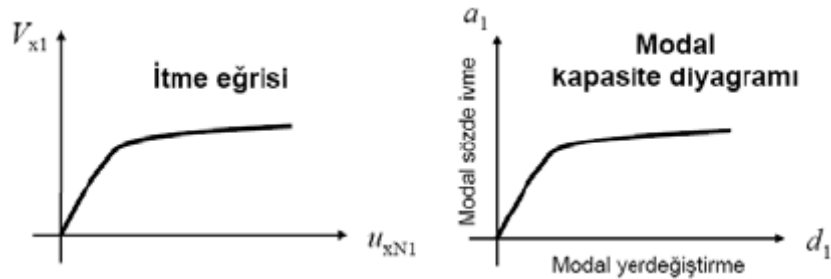
$V_{x1}$  : Birinci moda (hâkim moda) ait taban kesme kuvveti

$W$  : Toplam bina ağırlığı

$d_1$  : Birinci moda ait modal yer değiştirme

$U_{xN1}^{(i)}$  : Binanın tepesinde (N'inci katında) x deprem doğrultusunda (i)'inci itme adımı sonunda elde edilen birinci moda ait yer değiştirme

$U_{xN1}^{(p)}$  : Binanın tepesinde (N'inci katında) x deprem doğrultusunda tepe yer değiştirme istemi

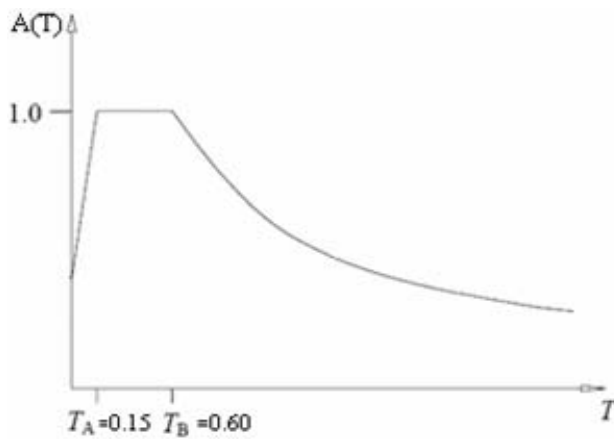


**Şekil 5.2** Modal kapasite diyagramının elde edilmesi

Kapasite eğrisinde yatay eksen de bulunan çatı (tepe) yer değiştirmesinin ( $d_1$ ) modal yer değiştirmeye ( $\alpha_1$ ) çevrilmesiyle Spektral Yer Değiştirme ( $S_{de}$ ), dişey eksen de bulunan taban kesme kuvvetinin ( $V_x$ ) modal ivmeye ( $\alpha_1$ ) çevrilmesiyle Spektral İvme ( $S_{ae}$ ) formatı elde edilmiştir ( Şekil 5.2).

### 5.2. Spektrum Eğrisinin Spektral Yer Değiştirme ( $S_{de}$ ) ve Spektral İvme ( $S_{ae}$ ) 'ye Çevrilmesi

Yerel zemin sınıfı Z3 ve 1.derece deprem bölgesi için  $A_0$  (etkin yer ivme katsayısı) 0.4 alınarak DBYBHY–2007 tasarım spektrumu yardımıyla bina doğal periyodu  $T$ 'ye bağlı Spektral İvme Katsayısı  $A(T)$  değerleri hesaplanmıştır (Şekil 5.3).



**Şekil 5.3** Periyot - Spektral İvme Katsayısı  $A(T)$  ilişkisi

%5 sönüm oranı için tanımlanan Elastik İvme Spektrumu'nun ordinatı olan Elastik Spektral İvme,  $S_{ae}(T)$ , Spektral İvme Katsayısı  $A(T)$  ile yerçekimi ivmesi  $g$ 'nin çarpımına karşı gelmektedir (Denklem 5.6).

$$S_{ae}(T) = A(T) g \quad 5.6$$

Doğrusal elastik (linear) spektral yer değiştirme  $S_{del}$ , itme analizinin ilk adımında birinci moda ait elastik spektral ivme  $S_{ae1}$  'den hesaplanır (Denklem 5.7).

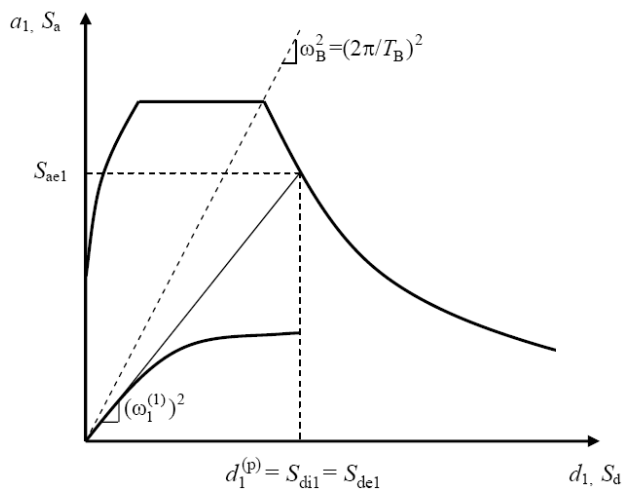
$$S_{del} = \frac{S_{ae1}}{(\omega_1^{(1)})^2} \quad 5.7$$

Doğrusal elastik olmayan (nonlinear) spektral yer değiştirme,  $S_{di1}$ , itme analizinin ilk adımında, doğrusal elastik davranış esas alınarak hesaplanan birinci (hâkim) moda ait  $T_1$  başlangıç periyoduna karşı gelen doğrusal elastik (linear) spektral yer değiştirme  $S_{del}$  'e bağlı olarak Denklem 5.8 ile elde edilir.

$$S_{di1} = C_{R1} S_{del} \quad 5.8$$

Spektral yer değiştirme oranı ( $C_{R1}$ ) , başlangıç periyodu  $T_1$  'in değerinin ( $T_1 = 2\pi / \omega_1$ ) ivme spektrumundaki karakteristik periyod  $T_B$  ile olan  $T_1 \geq T_B$  ve  $T_1 < T_B$  durumlarına göre iki şekilde bulunur.

$T_1$  başlangıç periyodunun,  $T_B$ 'ye eşit veya daha uzun olması durumunda ( $T_1 \geq T_B$ ) elastik olmayan (nonlinear) spektral yer değiştirme  $S_{di1}$ , eşit yer değiştirme kuralı uyarınca  $C_{R1}=1$  alınarak lineer elastik spektral yer değiştirme  $S_{del}$  'e eşit olur (Şekil 5.4).



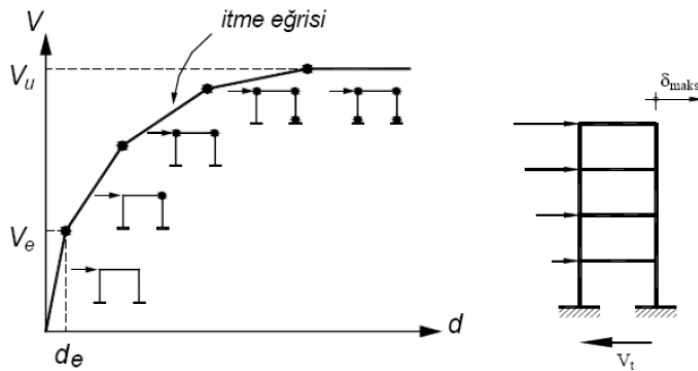
**Şekil 5.4**  $T_1 \geq T_B$  durumunda elastik olmayan spektral yer değiştirme hesabı

$T_1$  başlangıç periyodunun,  $T_B$ 'den kısa olması ( $T_1 < T_B$ ) durumunda Spektral yer değiştirme oranı  $C_{R1}$  ardışık yaklaşımla (iterasyonla) DBYBHY–2007'deki hesap yöntemlerine göre bulunacaktır.

## 6. ANALİZ SONUÇLARI

### 6.1. Artımsal Statik İtme (Pushover) Analiz Sonuçları

Yapıların deprem yükleri altındaki doğrusal olmayan davranışlarının ve deprem performans seviyelerinin belirlenmesi amacıyla yapılan artımsal itme analizleri, yapının deprem yükleri altındaki dayanımını temsil eden yatay dayanım-çatı yer değiştirme ilişkisinin, malzeme-geometri ve dayanım-rijitlik değişimleri bakımından doğrusal olmayan teoriye göre elde edilmesi ve değerlendirilmesi esasına dayanmaktadır. Buna göre yapının davranışı yatay dayanım-çatı yer değiştirme ilişkisini gösteren kapasite eğrisi ile ifade edilir (Şekil 6.1).



Şekil 6.1 Kapasite Eğrisi

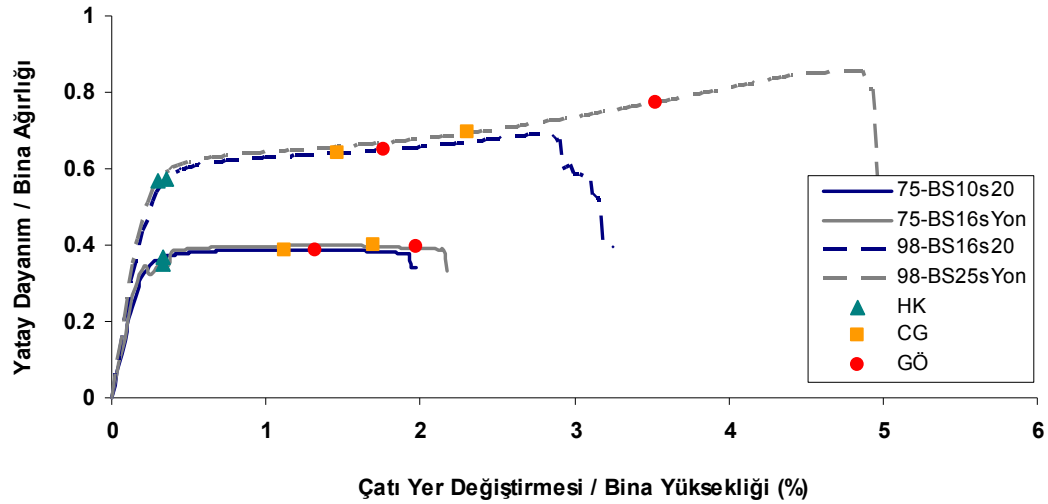
Kapasite eğrisinde bulunan yatay dayanım değeri bina ağırlığına, çatı yer değiştirmesi ise bina yüksekliğine bölünerek yapılacak karşılaştırmaların kolay ve anlaşılır olması için normalize edilerek birimsiz hale getirilmiştir.

### 6.2. Kapasite Eğrilerinin Elde Edilmesi

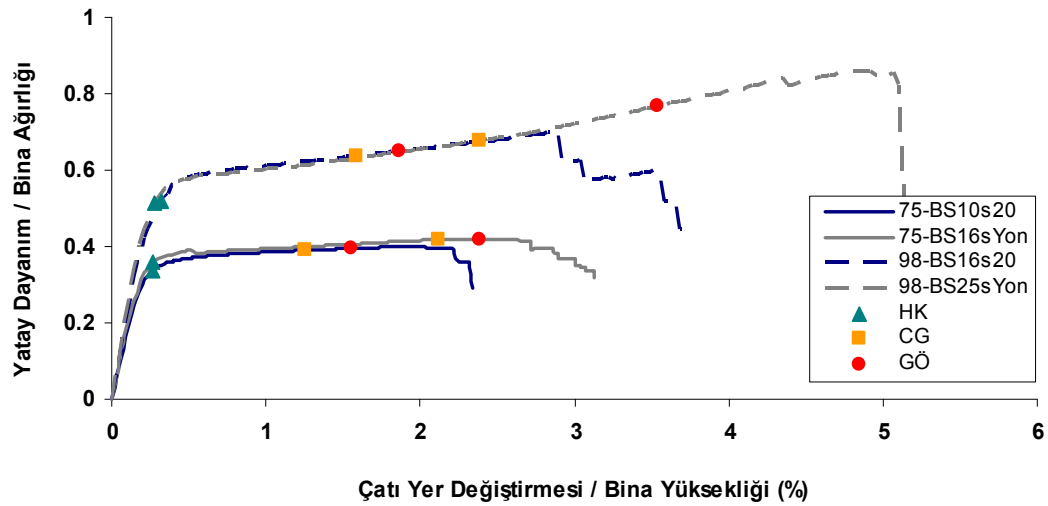
Hazırlanan tüm modellere ait kapasite eğrileri artımsal itme analizi sonucunda elde edilmiştir. Burada sadece referans binalara ait kapasite eğrileri 1975 Yönetmeliği için kötü beton-kötü etriye (BS10s20), ortalama beton-iyi etriye (BS16sYon) ve 1998 Yönetmeliği için ortalama beton-kötü etriye (BS16s20), iyi beton-iyi etriye (BS25sYon) durumları kat sayılarına ve yönlere göre verilmiştir. Diğer düzensizlik ve duvar içeren modellerin kapasite eğrileri yerine bu modellere ait kapasite eğrilerinin gerekli



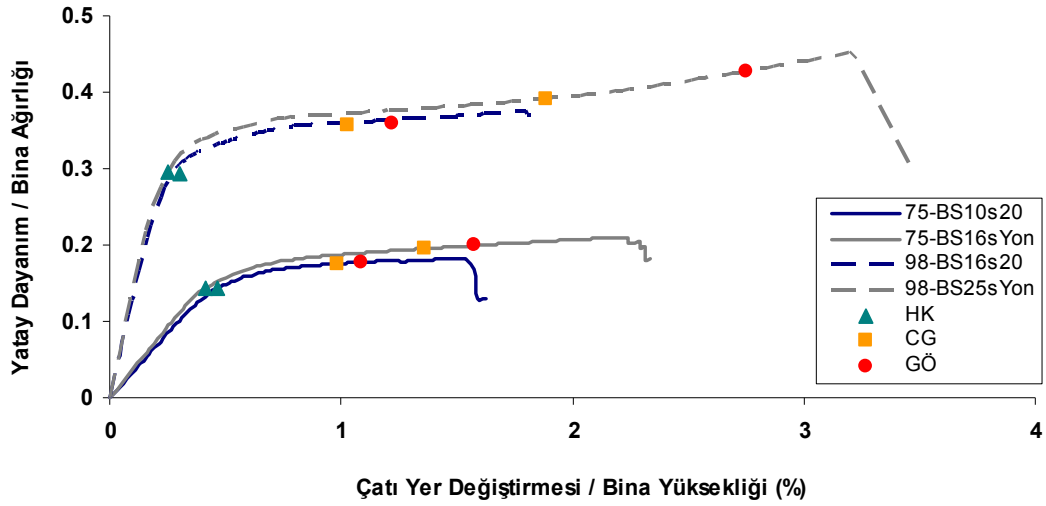
performans seviyelerine karşılık gelen sayısal değerleri verilmiştir. Referansa ait kapasite eğrileri üzerinde **HK**, **CG** ve **GÖ** performans seviyelerine ait sınırlar belirtilerek beton ve yanal donatının etkisi incelenmiştir (Şekil 6.2-6.9). Kat sayısı, düzensizlik ve duvar gibi parametrelerin kapasite üzerine etkisine bakılmıştır (Şekil 6.8-6.10).



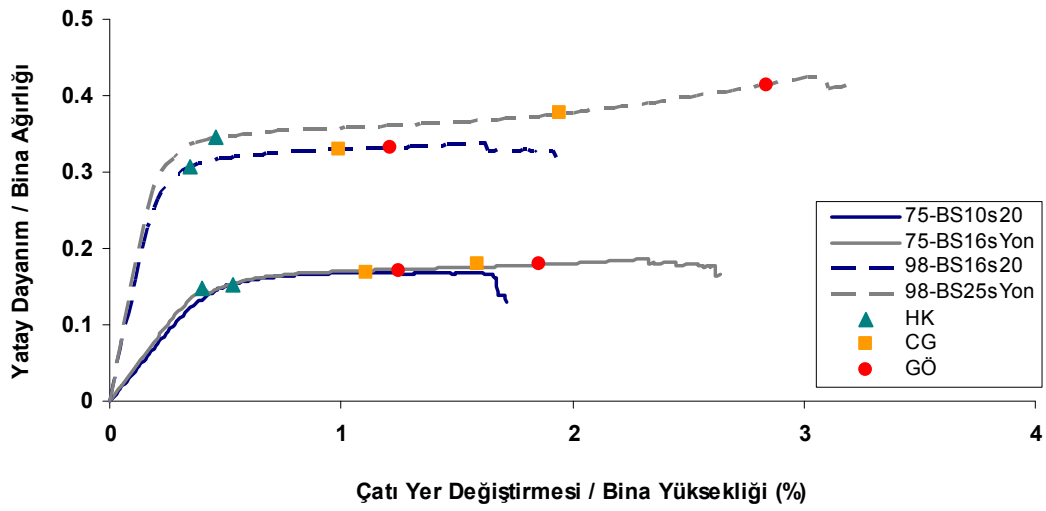
Şekil 6.2 2 katlı referans binaya ait X yönü kapasite eğrileri



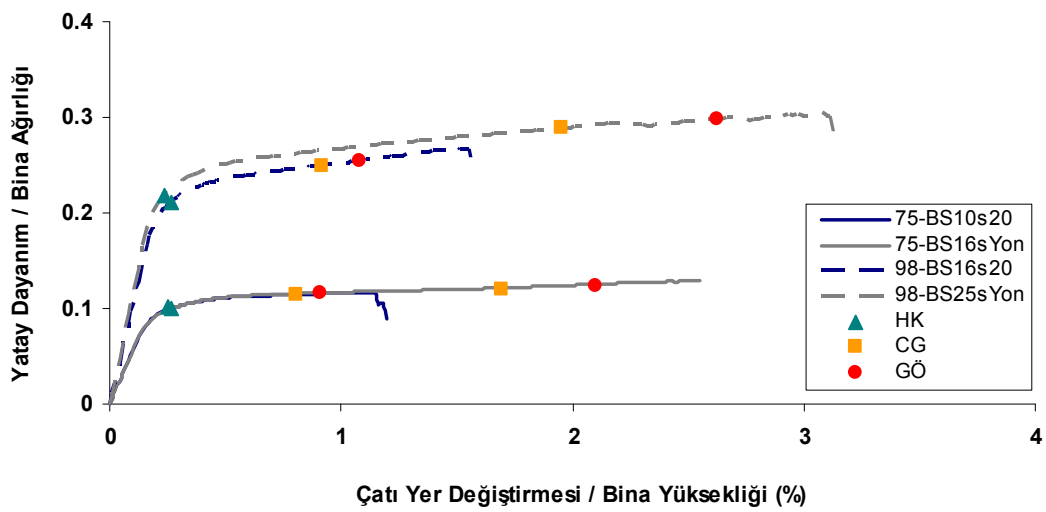
Şekil 6.3 2 katlı referans binaya ait Y yönü kapasite eğrileri



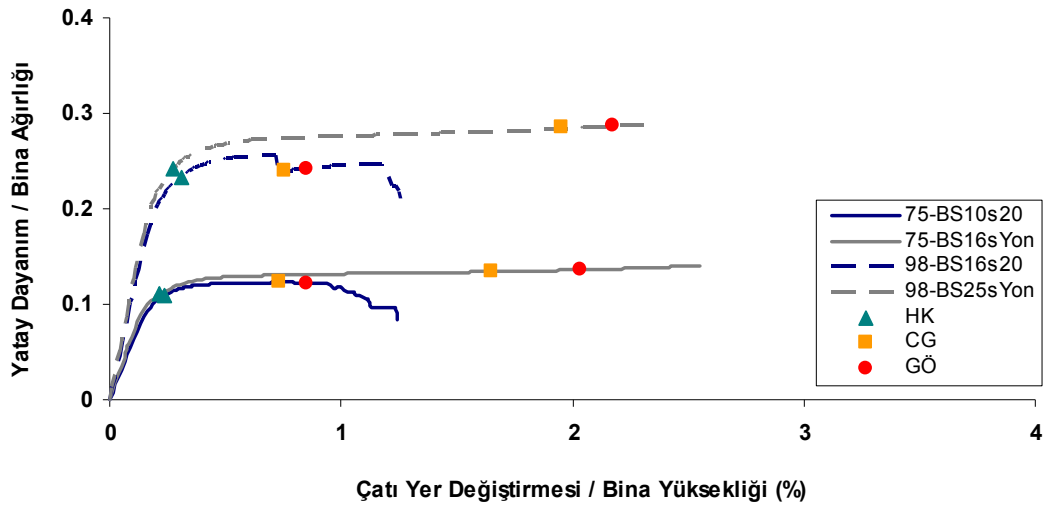
Şekil 6.4 4 katlı referans binaya ait X yönü kapasite eğrileri



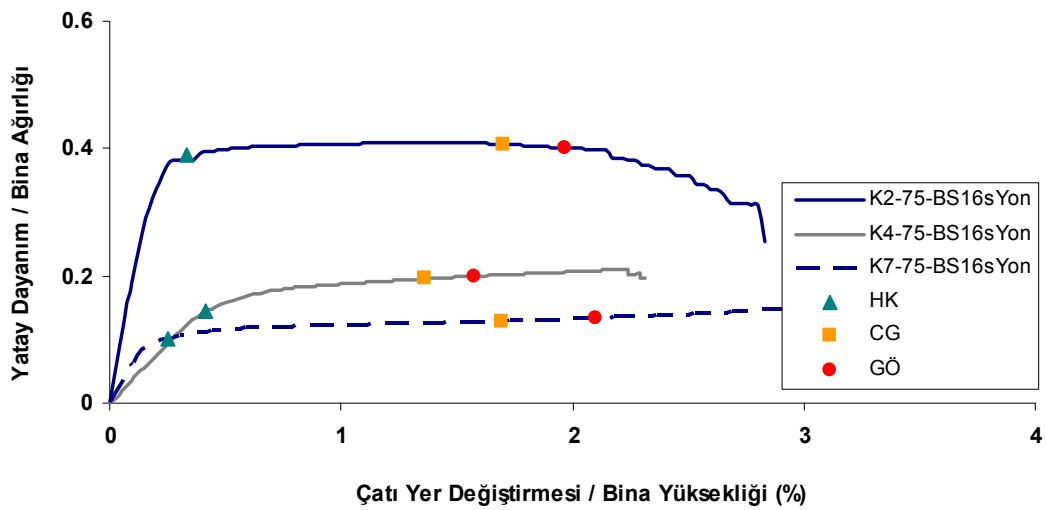
Şekil 6.5 4 katlı referans binaya ait Y yönü kapasite eğrileri



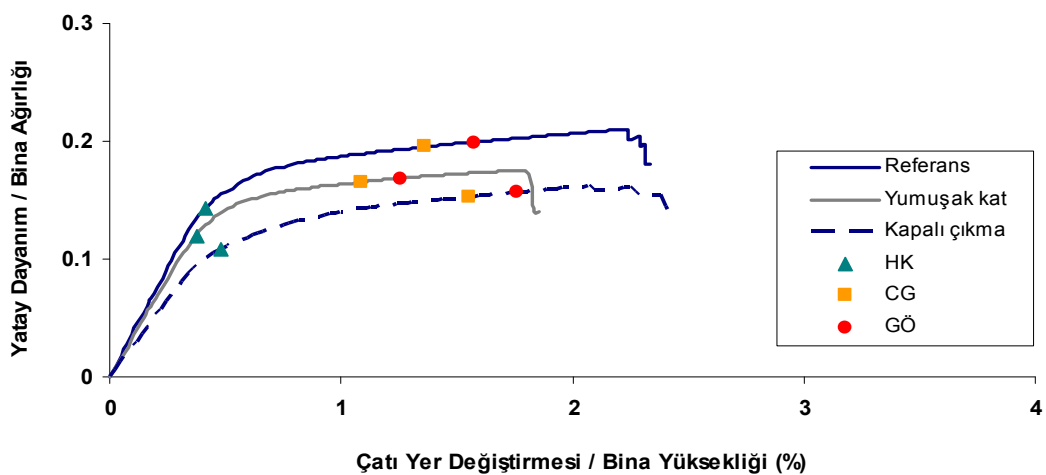
Şekil 6.6 7 katlı referans binaya ait X yönü kapasite eğrileri



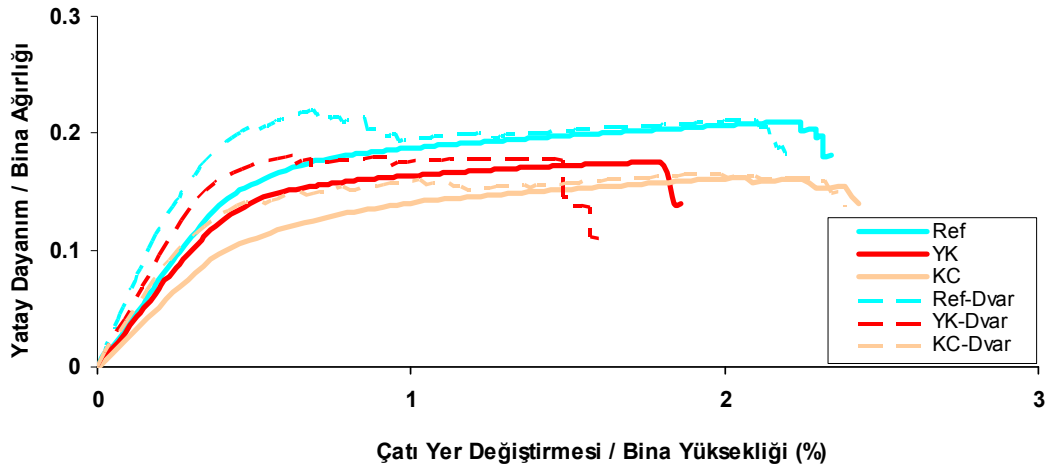
Şekil 6.7 7 katlı referans binaya ait Y yönü kapasite eğrileri



Şekil 6.8 Farklı kat sayılarına ait kapasite eğrileri



Şekil 6.9 4 katlı 1975 Afet Yönetmeliği'ne göre yapılan referans, yumuşak kat ve kapalı çıkmalı binalara ait X yönü kapasite eğrileri



**Şekil 6.10** 4 katlı 1975 Afet Yönetmeliği'ne göre yapılan referans, yumuşak kat ve kapalı çıkmalı binalara ve bunların duvarlı modellerine ait X yönü kapasite eğrileri

Kapasite eğrileri incelendiğinde;

- Yanal donatı miktarının yatay dayanım üzerinde fazla etkisi olmamasına rağmen yer değiştirme kapasitesini önemli ölçüde etkilediği,
- Beton dayanımındaki artışın, yatay dayanım üzerinde büyük bir artış yapmadığı,
- 1998 Yönetmeliğine göre yapılan binaların hem yatay dayanım hem de yer değiştirme kapasitesi 1975 Yönetmeliğine göre yapılan binalara oranla daha iyi olduğu,
- Kat sayısı arttıkça yatay dayanım/ağırlık oranı düştüğünden kat sayısı ile kapasitenin ters orantılı olduğu,
- Duvar dayanımının artması yatay dayanımı artırırken buna bağlı olarak binanın rijitliği arttığı için yer değiştirme kapasitesinde azalmanın olduğu,
- İncelenen yöne bağlı olarak yumuşak kat düzensizliğe sahip binanın referans ve kapalı çıkmalı binalara göre yer değiştirme kapasitesinin düşük olduğu,
- Ağırlık artışına bağlı olarak kapalı çıkmaya sahip binanın yatay dayanım/bina ağırlığı oranının referans ve yumuşak katlı binalara göre düşük çıktığı,

- Genel olarak **HK** performans seviyesinin beton dayanımı ve yanal donatı miktarından çok etkilenmediği,
- Ortalama beton-iyi etriye (BS16sYon) ve iyi beton-iyi etriyeye (BS25sYon) sahip modellerin **CG** ve **GÖ** performans seviyelerinin kötü beton-kötü etriye (BS10s20) olan modellere göre daha ileride çıktığı,
- Binalar tasarlanırken kolonların uzun boyutlarının tek bir asal eksen yönünde yoğunlaşması sonucu binanın diğer yönde olumsuz davranış göstermemesine önem verilmiştir. Düzensizlik benzeri bu durumdan kaçınmak için kolonların uzun boyutlarının yapıda her iki asal yönde dengeli dağılımı sağlanmıştır. Bu sebeple, X ve Y yönü kapasite eğrileri incelenirse modellerin her iki yöndeki kapasite eğrileri birbirlerine paralellik gösterdiği gözlemlenir.

#### **6.2.1.Yer değiştirme talebi değerlerinin bulunması**

Bina kapasite eğrilerinin eşdeğer tek dereceli modal kapasite diyagramına çevrilmesi ve talep spektrumuyla aynı grafik üzerinde değerlendirilmesi sonucunda tek dereceli sisteme (ESDOF) ait yer değiştirme talepleri hesaplanmıştır. Bu yer değiştirme taleplerinin birbirleriyle karşılaştırılıp performans değerlendirmeleri yapmak için tekrar çok dereceli sisteme (MDOF) dönüştürülmesi gerekmektedir. Mod katkı çarpanı (PF) ile tek dereceli sisteme (ESDOF) ait yer değiştirme taleplerinin çarpımı sonucunda çok dereceli sisteme (MDOF) ait yer değiştirme talepleri bulunmuş olur. Bu yer değiştirme talepleri bina yüksekliğine bölünüp yüzdesinin alınmasıyla birimsiz hale getirilmiş yapılacak kıyaslamalarda kolaylık sağlanması amaçlanmıştır. Tüm serilere ait yer değiştirme talebi değerleri ve bu taleplerin bulunmasında kullanılan diğer parametrelerin değerleri modellere ve yönlere göre Tablo 6.1-6.6 'da verilmiştir.

**Tablo 6.1** Referans (Ref) binaların ESDOF ve MDOF sistemlere ait yer değiştirme talebi değerleri

SERİ	Model Adı	Yön	W	T	Pf	a	d1	$\alpha_1$	Sai	Ry	Cr	Sde	Sdi	ESDOF	MDOF	MDOF
			<i>Ton</i>	<i>sn</i>			<i>m</i>	<i>g</i>	<i>G</i>			<i>m</i>	<i>M</i>	<i>m</i>	<i>m</i>	(%)
Ref	K2-75BS10s20	X	248.8	0.301	1.263	0.925	0.009	0.384	0.417	2.602	1.610	0.023	0.036	0.036	0.046	0.819
	K2-75BS10s20	Y		0.304	1.269	0.919	0.008	0.369	0.415	2.708	1.614	0.023	0.037	0.037	0.047	0.839
	K2-75BS10sYon	X		0.301	1.263	0.925	0.009	0.383	0.416	2.613	1.612	0.023	0.036	0.036	0.046	0.819
	K2-75BS10sYon	Y		0.304	1.269	0.919	0.009	0.371	0.417	2.698	1.613	0.023	0.037	0.037	0.047	0.838
	K2-75BS16s20	X		0.287	1.263	0.925	0.008	0.399	0.433	2.505	1.657	0.020	0.034	0.034	0.043	0.762
	K2-75BS16s20	Y		0.287	1.269	0.919	0.008	0.380	0.429	2.635	1.678	0.020	0.034	0.034	0.043	0.776
	K2-75BS16sYon	X		0.287	1.263	0.925	0.009	0.419	0.480	2.384	1.635	0.020	0.033	0.033	0.042	0.752
	K2-75BS16sYon	Y		0.291	1.269	0.919	0.008	0.387	0.434	2.582	1.653	0.021	0.035	0.035	0.044	0.785
	K2-98BS16s20	X	249.9	0.253	1.175	0.808	0.010	0.655	0.700	1.526	1.474	0.016	0.023	0.023	0.027	0.490
	K2-98BS16s20	Y		0.260	1.217	0.849	0.010	0.604	0.640	1.656	1.517	0.017	0.026	0.026	0.031	0.555
	K2-98BS16sYon	X		0.252	1.175	0.808	0.010	0.614	0.743	1.630	1.534	0.016	0.024	0.024	0.028	0.507
	K2-98BS16sYon	Y		0.262	1.217	0.849	0.010	0.590	0.630	1.696	1.528	0.017	0.026	0.026	0.032	0.568
	K2-98BS25s20	X		0.239	1.175	0.808	0.010	0.674	0.720	1.483	1.492	0.014	0.021	0.021	0.025	0.444
	K2-98BS25s20	Y		0.245	1.217	0.849	0.009	0.611	0.650	1.637	1.562	0.015	0.023	0.023	0.028	0.508
	K2-98BS25sYon	X		0.243	1.175	0.808	0.010	0.675	0.720	1.481	1.477	0.015	0.022	0.022	0.025	0.454
	K2-98BS25sYon	Y		0.247	1.217	0.849	0.009	0.593	0.650	1.685	1.582	0.015	0.024	0.024	0.029	0.520
	K4-75BS10s20	X	621.6	0.923	1.309	0.831	0.043	0.203	0.213	3.499	1.000	0.150	0.150	0.150	0.196	1.751
	K4-75BS10s20	Y		0.889	1.261	0.799	0.039	0.199	0.210	3.675	1.000	0.143	0.143	0.143	0.181	1.612
	K4-75BS10sYon	X		0.923	1.309	0.831	0.041	0.196	0.227	3.621	1.000	0.150	0.150	0.150	0.196	1.752
	K4-75BS10sYon	Y		0.889	1.261	0.799	0.039	0.200	0.220	3.651	1.000	0.143	0.143	0.143	0.180	1.611
	K4-75BS16s20	X		0.874	1.309	0.831	0.039	0.206	0.236	3.585	1.000	0.140	0.140	0.140	0.184	1.640
	K4-75BS16s20	Y		0.841	1.261	0.799	0.036	0.207	0.230	3.685	1.000	0.134	0.134	0.134	0.169	1.508
	K4-75BS16sYon	X		0.874	1.309	0.831	0.038	0.202	0.241	3.662	1.000	0.140	0.140	0.140	0.184	1.640
	K4-75BS16sYon	Y		0.841	1.261	0.799	0.036	0.208	0.231	3.672	1.000	0.134	0.134	0.134	0.169	1.508

Tablo 6.1'in devamı...

Ref	K4-98BS16s20	X	647.3	0.482	1.296	0.851	0.020	0.338	0.400	2.955	1.161	0.058	0.067	0.067	0.087	0.776
	K4-98BS16s20	Y		0.437	1.330	0.825	0.017	0.351	0.394	2.848	1.241	0.047	0.059	0.059	0.078	0.700
	K4-98BS16sYon	X		0.486	1.296	0.851	0.020	0.348	0.405	2.875	1.153	0.059	0.068	0.068	0.088	0.782
	K4-98BS16sYon	Y		0.438	1.330	0.825	0.017	0.361	0.402	2.774	1.236	0.048	0.059	0.059	0.078	0.700
	K4-98BS25s20	X		0.459	1.296	0.851	0.019	0.365	0.430	2.740	1.196	0.052	0.062	0.062	0.081	0.722
	K4-98BS25s20	Y		0.415	1.330	0.825	0.016	0.380	0.426	2.629	1.277	0.043	0.055	0.055	0.073	0.648
	K4-98BS25sYon	X		0.459	1.296	0.851	0.019	0.365	0.428	2.740	1.196	0.052	0.062	0.062	0.081	0.722
	K4-98BS25sYon	Y		0.416	1.330	0.825	0.016	0.382	0.426	2.620	1.273	0.043	0.055	0.055	0.073	0.650
	K7-75BS10s20	X	1862.2	0.877	1.388	0.767	0.026	0.134	0.151	5.493	1.000	0.141	0.141	0.141	0.195	0.997
	K7-75BS10s20	Y		0.837	1.393	0.761	0.027	0.152	0.161	5.030	1.000	0.133	0.133	0.133	0.186	0.948
	K7-75BS10sYon	X		0.877	1.388	0.767	0.026	0.135	0.152	5.483	1.000	0.141	0.141	0.141	0.195	0.997
	K7-75BS10sYon	Y		0.837	1.393	0.761	0.026	0.152	0.163	5.047	1.000	0.133	0.133	0.133	0.186	0.948
	K7-75BS16s20	X		0.830	1.388	0.767	0.023	0.137	0.159	5.625	1.000	0.132	0.132	0.132	0.183	0.933
	K7-75BS16s20	Y		0.794	1.393	0.761	0.024	0.156	0.171	5.134	1.000	0.125	0.125	0.125	0.174	0.888
	K7-75BS16sYon	X		0.829	1.388	0.767	0.023	0.137	0.160	5.624	1.000	0.132	0.132	0.132	0.183	0.933
	K7-75BS16sYon	Y		0.794	1.393	0.761	0.024	0.156	0.172	5.125	1.000	0.125	0.125	0.125	0.174	0.888
	K7-98BS16s20	X	2006.6	0.671	1.343	0.800	0.030	0.267	0.303	3.428	1.000	0.102	0.102	0.102	0.137	0.700
	K7-98BS16s20	Y		0.648	1.360	0.793	0.030	0.288	0.323	3.264	1.000	0.098	0.098	0.098	0.133	0.680
	K7-98BS16sYon	X		0.671	1.343	0.800	0.030	0.269	0.306	3.400	1.000	0.102	0.102	0.102	0.137	0.700
	K7-98BS16sYon	Y		0.651	1.360	0.793	0.031	0.293	0.327	3.196	1.000	0.099	0.099	0.099	0.134	0.684
	K7-98BS25s20	X		0.637	1.343	0.800	0.028	0.277	0.318	3.448	1.000	0.096	0.096	0.096	0.129	0.657
	K7-98BS25s20	Y		0.618	1.360	0.793	0.029	0.301	0.341	3.239	1.000	0.093	0.093	0.093	0.126	0.643
	K7-98BS25sYon	X		0.639	1.343	0.800	0.028	0.281	0.322	3.384	1.000	0.096	0.096	0.096	0.129	0.660
	K7-98BS25sYon	Y		0.620	1.360	0.793	0.029	0.305	0.344	3.194	1.000	0.093	0.093	0.093	0.126	0.645

**Tablo 6.2** Duvarlı Referans (Ref-Dvar) binaların ESDOF ve MDOF sistemlere ait yer değiştirme talebi değerleri

SERİ	Model Adı	Yön	W	T	Pf	a	d1	$\alpha_1$	Sai	Ry	Cr	Sde	Sdi	ESDOF	MDOF	MDOF	
			<i>ton</i>	<i>sn</i>			<i>M</i>	<i>g</i>	<i>G</i>			<i>m</i>	<i>m</i>	<i>m</i>	<i>m</i>	(%)	
Ref-Dvar	K2-75BS10s20	X	248.8	0.251	1.245	0.940	0.008	0.519	0.553	1.927	1.670	0.016	0.026	0.026	0.032	0.579	
	K2-75BS10s20	Y		0.259	1.251	0.934	0.007	0.448	0.569	2.230	1.724	0.017	0.029	0.029	0.029	0.036	0.644
	K2-75BS10sYon	X		0.239	1.245	0.940	0.008	0.562	0.591	1.780	1.664	0.014	0.024	0.024	0.024	0.029	0.523
	K2-75BS10sYon	Y		0.259	1.251	0.934	0.008	0.457	0.578	2.188	1.717	0.017	0.029	0.029	0.029	0.036	0.637
	K2-75BS16s20	X		0.240	1.245	0.940	0.008	0.551	0.573	1.816	1.675	0.014	0.024	0.024	0.024	0.030	0.531
	K2-75BS16s20	Y		0.253	1.251	0.934	0.008	0.488	0.595	2.048	1.702	0.016	0.027	0.027	0.027	0.034	0.604
	K2-75BS16sYon	X		0.238	1.245	0.940	0.008	0.543	0.590	1.843	1.694	0.014	0.024	0.024	0.024	0.030	0.531
	K2-75BS16sYon	Y		0.246	1.251	0.934	0.007	0.466	0.590	2.146	1.770	0.015	0.027	0.027	0.027	0.033	0.593
	K2-98BS16s20	X	250.0	0.232	1.265	0.905	0.010	0.740	0.832	1.352	1.413	0.013	0.019	0.019	0.019	0.024	0.426
	K2-98BS16s20	Y		0.239	1.268	0.915	0.009	0.647	0.680	1.545	1.533	0.014	0.022	0.022	0.022	0.028	0.492
	K2-98BS16sYon	X		0.219	1.265	0.905	0.009	0.747	0.770	1.339	1.440	0.012	0.017	0.017	0.017	0.022	0.388
	K2-98BS16sYon	Y		0.229	1.268	0.915	0.008	0.619	0.660	1.614	1.617	0.013	0.021	0.021	0.021	0.027	0.476
	K2-98BS25s20	X		0.217	1.265	0.905	0.009	0.793	0.830	1.261	1.367	0.012	0.016	0.016	0.016	0.020	0.360
	K2-98BS25s20	Y		0.227	1.268	0.915	0.008	0.653	0.690	1.531	1.569	0.013	0.020	0.020	0.020	0.025	0.455
	K2-98BS25sYon	X		0.215	1.265	0.905	0.009	0.752	0.760	1.329	1.443	0.011	0.017	0.017	0.017	0.021	0.374
	K2-98BS25sYon	Y		0.223	1.268	0.915	0.008	0.646	0.665	1.548	1.600	0.012	0.020	0.020	0.020	0.025	0.445
	K4-75BS10s20	X	621.6	0.752	1.162	0.858	0.031	0.223	0.223	3.743	1.000	0.117	0.117	0.117	0.117	0.136	1.216
	K4-75BS10s20	Y		0.582	1.307	0.863	0.020	0.233	0.234	4.298	1.023	0.084	0.086	0.086	0.086	0.113	1.005
	K4-75BS10sYon	X		0.752	1.162	0.858	0.031	0.223	0.224	3.736	1.000	0.117	0.117	0.117	0.117	0.136	1.216
	K4-75BS10sYon	Y		0.602	1.307	0.863	0.021	0.238	0.238	4.197	1.000	0.090	0.090	0.090	0.090	0.117	1.047
	K4-75BS16s20	X		0.742	1.162	0.858	0.029	0.212	0.257	3.976	1.000	0.115	0.115	0.115	0.115	0.134	1.196
	K4-75BS16s20	Y		0.585	1.307	0.863	0.021	0.245	0.247	4.081	1.019	0.085	0.087	0.087	0.087	0.113	1.012
	K4-75BS16sYon	X		0.738	1.162	0.858	0.028	0.210	0.256	4.038	1.000	0.115	0.115	0.115	0.115	0.133	1.189
	K4-75BS16sYon	Y		0.584	1.307	0.863	0.021	0.246	0.247	4.060	1.020	0.085	0.086	0.086	0.086	0.113	1.009



Tablo 6.2'nin devamı...

Ref-Dvar	K4-98BS16s20	X	647.3	0.452	1.268	0.840	0.021	0.416	0.440	2.401	1.192	0.051	0.060	0.060	0.077	0.683
	K4-98BS16s20	Y		0.390	1.319	0.844	0.017	0.443	0.445	2.258	1.301	0.038	0.049	0.049	0.065	0.578
	K4-98BS16sYon	X		0.447	1.268	0.840	0.021	0.427	0.430	2.341	1.196	0.050	0.059	0.059	0.075	0.672
	K4-98BS16sYon	Y		0.389	1.319	0.844	0.017	0.447	0.455	2.236	1.299	0.038	0.049	0.049	0.064	0.576
	K4-98BS25s20	X		0.431	1.268	0.840	0.021	0.449	0.450	2.228	1.216	0.046	0.056	0.056	0.071	0.635
	K4-98BS25s20	Y		0.373	1.319	0.844	0.016	0.464	0.465	2.155	1.327	0.034	0.046	0.046	0.060	0.539
	K4-98BS25sYon	X		0.426	1.268	0.840	0.019	0.431	0.460	2.318	1.233	0.045	0.055	0.055	0.070	0.628
	K4-98BS25sYon	Y		0.373	1.319	0.844	0.016	0.465	0.465	2.151	1.326	0.035	0.046	0.046	0.060	0.539
	K7-75BS10s20	X	1862.2	0.764	1.370	0.783	0.024	0.164	0.164	5.036	1.000	0.119	0.119	0.119	0.164	0.835
	K7-75BS10s20	Y		0.750	1.386	0.777	0.026	0.187	0.189	4.470	1.000	0.117	0.117	0.117	0.162	0.826
	K7-75BS10sYon	X		0.764	1.370	0.783	0.024	0.165	0.165	4.998	1.000	0.119	0.119	0.119	0.164	0.835
	K7-75BS10sYon	Y		0.750	1.386	0.777	0.026	0.189	0.190	4.419	1.000	0.117	0.117	0.117	0.162	0.826
	K7-75BS16s20	X		0.735	1.370	0.783	0.023	0.169	0.171	5.023	1.000	0.114	0.114	0.114	0.156	0.797
	K7-75BS16s20	Y		0.719	1.386	0.777	0.025	0.192	0.197	4.507	1.000	0.111	0.111	0.111	0.154	0.785
	K7-75BS16sYon	X		0.735	1.370	0.783	0.023	0.170	0.171	5.014	1.000	0.114	0.114	0.114	0.156	0.797
	K7-75BS16sYon	Y		0.719	1.386	0.777	0.024	0.191	0.200	4.543	1.000	0.111	0.111	0.111	0.154	0.785
	K7-98BS16s20	X	2006.6	0.638	1.338	0.806	0.030	0.296	0.322	3.219	1.000	0.096	0.096	0.096	0.129	0.657
	K7-98BS16s20	Y		0.630	1.357	0.797	0.030	0.309	0.343	3.117	1.000	0.095	0.095	0.095	0.129	0.656
	K7-98BS16sYon	X		0.639	1.338	0.806	0.031	0.304	0.322	3.125	1.000	0.096	0.096	0.096	0.129	0.658
	K7-98BS16sYon	Y		0.627	1.357	0.797	0.030	0.310	0.349	3.113	1.000	0.094	0.094	0.094	0.128	0.653
	K7-98BS25s20	X		0.609	1.338	0.806	0.028	0.304	0.339	3.251	1.000	0.091	0.091	0.091	0.122	0.621
	K7-98BS25s20	Y		0.600	1.357	0.797	0.028	0.314	0.357	3.183	1.000	0.089	0.089	0.089	0.121	0.619
	K7-98BS25sYon	X		0.608	1.338	0.806	0.028	0.308	0.343	3.211	1.000	0.091	0.091	0.091	0.121	0.619
	K7-98BS25sYon	Y		0.601	1.357	0.797	0.029	0.319	0.362	3.126	1.000	0.090	0.090	0.090	0.122	0.620

**Tablo 6.3** Yumuşak kat (YK) binaların ESDOF ve MDOF sistemlere ait yer değiştirme talebi değerleri

SERİ	Model Adı	Yön	W	T	Pf	a	d1	$\alpha_1$	Sai	Ry	Cr	Sde	Sdi	ESDOF	MDOF	MDOF
			<i>ton</i>	<i>sn</i>			<i>m</i>	<i>g</i>	<i>g</i>			<i>m</i>	<i>m</i>	<i>m</i>	<i>m</i>	(%)
YK	K2-75BS10s20	X	253.6	0.375	1.359	0.974	0.010	0.296	0.297	3.378	1.422	0.035	0.050	0.050	0.067	1.046
	K2-75BS10s20	Y		0.375	1.370	0.970	0.010	0.290	0.331	3.445	1.425	0.035	0.050	0.050	0.068	1.058
	K2-75BS10sYon	X		0.375	1.359	0.974	0.010	0.293	0.294	3.417	1.424	0.035	0.050	0.050	0.068	1.047
	K2-75BS10sYon	Y		0.375	1.370	0.970	0.010	0.289	0.332	3.461	1.426	0.035	0.050	0.050	0.068	1.059
	K2-75BS16s20	X		0.355	1.359	0.974	0.010	0.308	0.314	3.242	1.476	0.031	0.046	0.046	0.063	0.975
	K2-75BS16s20	Y		0.354	1.370	0.970	0.009	0.296	0.348	3.375	1.490	0.031	0.046	0.046	0.063	0.983
	K2-75BS16sYon	X		0.356	1.359	0.974	0.010	0.305	0.313	3.277	1.477	0.031	0.046	0.046	0.063	0.978
	K2-75BS16sYon	Y		0.354	1.370	0.970	0.009	0.296	0.347	3.382	1.490	0.031	0.046	0.046	0.063	0.983
	K2-98BS16s20	X	255.7	0.326	1.124	0.880	0.013	0.503	0.550	1.987	1.419	0.026	0.037	0.037	0.042	0.650
	K2-98BS16s20	Y		0.339	1.147	0.907	0.014	0.474	0.515	2.110	1.405	0.029	0.040	0.040	0.046	0.712
	K2-98BS16sYon	X		0.323	1.124	0.880	0.013	0.504	0.540	1.985	1.426	0.026	0.037	0.037	0.042	0.643
	K2-98BS16sYon	Y		0.341	1.147	0.907	0.013	0.465	0.500	2.151	1.408	0.029	0.041	0.041	0.046	0.721
	K2-98BS25s20	X		0.310	1.124	0.880	0.013	0.528	0.560	1.896	1.441	0.024	0.034	0.034	0.039	0.600
	K2-98BS25s20	Y		0.320	1.147	0.907	0.011	0.446	0.544	2.244	1.485	0.025	0.038	0.038	0.043	0.671
	K2-98BS25sYon	X		0.309	1.124	0.880	0.012	0.525	0.550	1.905	1.448	0.024	0.034	0.034	0.039	0.598
	K2-98BS25sYon	Y		0.322	1.147	0.907	0.012	0.477	0.510	2.097	1.452	0.026	0.037	0.037	0.043	0.664
	K4-75BS10s20	X	627.6	1.064	1.272	0.900	0.045	0.161	0.169	3.925	1.000	0.178	0.178	0.178	0.226	1.876
	K4-75BS10s20	Y		1.025	1.231	0.870	0.042	0.162	0.165	4.017	1.000	0.170	0.170	0.170	0.209	1.736
	K4-75BS10sYon	X		1.064	1.272	0.900	0.046	0.163	0.163	3.888	1.000	0.178	0.178	0.178	0.226	1.876
	K4-75BS10sYon	Y		1.025	1.231	0.870	0.042	0.160	0.173	4.068	1.000	0.170	0.170	0.170	0.209	1.736
	K4-75BS16s20	X		1.007	1.272	0.900	0.043	0.172	0.172	3.854	1.000	0.166	0.166	0.166	0.212	1.756
	K4-75BS16s20	Y		0.969	1.231	0.870	0.041	0.175	0.176	3.903	1.000	0.159	0.159	0.159	0.196	1.623
	K4-75BS16sYon	X		1.007	1.272	0.900	0.042	0.166	0.194	3.976	1.000	0.166	0.166	0.166	0.212	1.756
	K4-75BS16sYon	Y		0.969	1.231	0.870	0.039	0.168	0.186	4.051	1.000	0.159	0.159	0.159	0.196	1.623

Tablo 6.3'ün devamı...

YK	K4-98BS16s20	X	654.3	0.569	1.251	0.915	0.023	0.283	0.336	3.530	1.040	0.080	0.083	0.083	0.104	0.866
	K4-98BS16s20	Y		0.503	1.296	0.898	0.018	0.290	0.325	3.453	1.137	0.063	0.071	0.071	0.093	0.768
	K4-98BS16sYon	X		0.566	1.251	0.915	0.022	0.280	0.335	3.571	1.043	0.080	0.083	0.083	0.104	0.862
	K4-98BS16sYon	Y		0.509	1.296	0.898	0.019	0.301	0.333	3.327	1.125	0.064	0.072	0.072	0.094	0.778
	K4-98BS25s20	X		0.539	1.251	0.915	0.021	0.298	0.353	3.359	1.079	0.072	0.078	0.078	0.097	0.808
	K4-98BS25s20	Y		0.477	1.296	0.898	0.017	0.307	0.346	3.255	1.178	0.057	0.067	0.067	0.086	0.716
	K4-98BS25sYon	X		0.539	1.251	0.915	0.021	0.297	0.354	3.364	1.079	0.072	0.078	0.078	0.097	0.809
	K4-98BS25sYon	Y		0.478	1.296	0.898	0.017	0.307	0.346	3.254	1.177	0.057	0.067	0.067	0.086	0.718
	K7-75BS10s20	X	1874.2	0.931	1.378	0.817	0.027	0.125	0.125	5.646	1.000	0.151	0.151	0.151	0.208	1.020
	K7-75BS10s20	Y		0.905	1.386	0.812	0.027	0.130	0.131	5.524	1.000	0.146	0.146	0.146	0.203	0.992
	K7-75BS10sYon	X		0.931	1.378	0.817	0.026	0.122	0.135	5.760	1.000	0.151	0.151	0.151	0.208	1.020
	K7-75BS10sYon	Y		0.905	1.386	0.812	0.027	0.135	0.141	5.339	1.000	0.146	0.146	0.146	0.203	0.992
	K7-75BS16s20	X		0.881	1.378	0.817	0.024	0.125	0.141	5.862	1.000	0.142	0.142	0.142	0.195	0.955
	K7-75BS16s20	Y		0.858	1.386	0.812	0.025	0.139	0.150	5.418	1.000	0.137	0.137	0.137	0.190	0.930
	K7-75BS16sYon	X		0.881	1.378	0.817	0.024	0.126	0.142	5.853	1.000	0.142	0.142	0.142	0.195	0.955
	K7-75BS16sYon	Y		0.858	1.386	0.812	0.025	0.138	0.149	5.427	1.000	0.137	0.137	0.137	0.190	0.930
	K7-98BS16s20	X	2020.0	0.726	1.328	0.852	0.031	0.237	0.268	3.616	1.000	0.112	0.112	0.112	0.149	0.730
	K7-98BS16s20	Y		0.705	1.347	0.846	0.031	0.255	0.281	3.453	1.000	0.108	0.108	0.108	0.146	0.714
	K7-98BS16sYon	X		0.726	1.328	0.852	0.031	0.239	0.270	3.586	1.000	0.112	0.112	0.112	0.149	0.730
	K7-98BS16sYon	Y		0.704	1.347	0.846	0.032	0.257	0.285	3.425	1.000	0.108	0.108	0.108	0.146	0.713
	K7-98BS25s20	X		0.689	1.328	0.852	0.029	0.248	0.281	3.605	1.000	0.105	0.105	0.105	0.140	0.685
	K7-98BS25s20	Y		0.670	1.347	0.846	0.030	0.268	0.297	3.420	1.000	0.102	0.102	0.102	0.137	0.671
	K7-98BS25sYon	X		0.691	1.328	0.852	0.030	0.251	0.282	3.560	1.000	0.106	0.106	0.106	0.141	0.687
	K7-98BS25sYon	Y		0.671	1.347	0.846	0.030	0.270	0.299	3.390	1.000	0.102	0.102	0.102	0.138	0.672

**Tablo 6.4** Duvarlı yumuşak kat (YK-Dvar) binaların ESDOF ve MDOF sistemlere ait yer değiştirme talebi değerleri

SERİ	Model Adı	Yön	W	T	Pf	a	d1	$\alpha_1$	Sai	Ry	Cr	Sde	Sdi	ESDOF	MDOF	MDOF
			<i>ton</i>	<i>sn</i>			<i>m</i>	<i>g</i>	<i>g</i>			<i>m</i>	<i>m</i>	<i>m</i>	<i>m</i>	(%)
YK-Dvar	K2-75BS10s20	X	248.8	0.334	1.162	0.980	0.010	0.371	0.375	2.692	1.500	0.028	0.042	0.042	0.048	0.749
	K2-75BS10s20	Y		0.347	1.167	0.978	0.012	0.395	0.396	2.533	1.442	0.030	0.043	0.043	0.050	0.778
	K2-75BS10sYon	X		0.324	1.162	0.980	0.010	0.389	0.390	2.568	1.521	0.026	0.040	0.040	0.046	0.713
	K2-75BS10sYon	Y		0.343	1.167	0.978	0.012	0.412	0.413	2.425	1.440	0.029	0.042	0.042	0.049	0.761
	K2-75BS16s20	X		0.319	1.162	0.980	0.010	0.395	0.396	2.533	1.533	0.025	0.039	0.039	0.045	0.698
	K2-75BS16s20	Y		0.328	1.167	0.978	0.011	0.415	0.421	2.412	1.484	0.027	0.040	0.040	0.046	0.718
	K2-75BS16sYon	X		0.319	1.162	0.980	0.010	0.390	0.400	2.562	1.537	0.025	0.039	0.039	0.045	0.700
	K2-75BS16sYon	Y		0.328	1.167	0.978	0.011	0.426	0.426	2.350	1.475	0.027	0.039	0.039	0.046	0.714
	K2-98BS16s20	X	249.9	0.279	1.134	0.918	0.012	0.636	0.645	1.573	1.420	0.019	0.027	0.027	0.031	0.481
	K2-98BS16s20	Y		0.302	1.187	0.969	0.012	0.523	0.540	1.910	1.472	0.023	0.033	0.033	0.039	0.611
	K2-98BS16sYon	X		0.279	1.134	0.918	0.012	0.631	0.631	1.585	1.426	0.019	0.027	0.027	0.031	0.483
	K2-98BS16sYon	Y		0.300	1.187	0.969	0.011	0.512	0.530	1.952	1.488	0.022	0.033	0.033	0.039	0.611
	K2-98BS25s20	X		0.268	1.134	0.918	0.012	0.647	0.670	1.546	1.438	0.018	0.026	0.026	0.029	0.451
	K2-98BS25s20	Y		0.280	1.187	0.969	0.010	0.519	0.550	1.927	1.549	0.019	0.030	0.030	0.036	0.556
	K2-98BS25sYon	X		0.268	1.134	0.918	0.011	0.644	0.650	1.553	1.441	0.018	0.026	0.026	0.029	0.452
	K2-98BS25sYon	Y		0.280	1.187	0.969	0.010	0.512	0.545	1.954	1.557	0.020	0.030	0.030	0.036	0.559
	K4-75BS10s20	X	621.6	0.831	1.270	0.917	0.029	0.169	0.169	4.568	1.000	0.132	0.132	0.132	0.168	1.393
	K4-75BS10s20	Y		0.687	1.164	0.840	0.023	0.196	0.196	4.587	1.000	0.105	0.105	0.105	0.122	1.016
	K4-75BS10sYon	X		0.831	1.270	0.917	0.029	0.169	0.170	4.568	1.000	0.132	0.132	0.132	0.168	1.393
	K4-75BS10sYon	Y		0.690	1.164	0.840	0.023	0.195	0.196	4.592	1.000	0.106	0.106	0.106	0.123	1.021
	K4-75BS16s20	X		0.799	1.270	0.917	0.028	0.178	0.180	4.480	1.000	0.126	0.126	0.126	0.160	1.328
	K4-75BS16s20	Y		0.669	1.164	0.840	0.023	0.209	0.209	4.390	1.000	0.102	0.102	0.102	0.119	0.984
	K4-75BS16sYon	X		0.799	1.270	0.917	0.028	0.177	0.188	4.483	1.000	0.126	0.126	0.126	0.160	1.328
	K4-75BS16sYon	Y		0.669	1.164	0.840	0.023	0.209	0.209	4.389	1.000	0.102	0.102	0.102	0.119	0.984

<b>Tablo 6.4'ün devamı...</b>																
<b>YK-Dvar</b>	K4-98BS16s20	X	654.3	0.536	1.223	0.905	0.024	0.330	0.357	3.027	1.080	0.071	0.077	0.077	0.094	0.782
	K4-98BS16s20	Y		0.452	1.253	0.895	0.019	0.367	0.368	2.725	1.208	0.051	0.061	0.061	0.077	0.636
	K4-98BS16sYon	X		0.535	1.223	0.905	0.023	0.324	0.358	3.084	1.083	0.071	0.077	0.077	0.094	0.779
	K4-98BS16sYon	Y		0.453	1.253	0.895	0.019	0.377	0.377	2.654	1.202	0.051	0.061	0.061	0.077	0.637
	K4-98BS25s20	X		0.509	1.223	0.905	0.022	0.343	0.372	2.920	1.118	0.064	0.072	0.072	0.088	0.729
	K4-98BS25s20	Y		0.433	1.253	0.895	0.018	0.394	0.395	2.539	1.233	0.047	0.057	0.057	0.072	0.598
	K4-98BS25sYon	X		0.511	1.223	0.905	0.022	0.346	0.374	2.889	1.114	0.065	0.072	0.072	0.088	0.732
	K4-98BS25sYon	Y		0.436	1.253	0.895	0.018	0.392	0.393	2.554	1.230	0.047	0.058	0.058	0.073	0.602
	K7-75BS10s20	X	1874.2	0.821	1.359	0.834	0.023	0.136	0.137	5.722	1.000	0.130	0.130	0.130	0.177	0.865
	K7-75BS10s20	Y		0.831	1.325	0.799	0.028	0.163	0.164	4.719	1.000	0.132	0.132	0.132	0.175	0.856
	K7-75BS10sYon	X		0.821	1.359	0.834	0.024	0.144	0.144	5.418	1.000	0.130	0.130	0.130	0.177	0.865
	K7-75BS10sYon	Y		0.823	1.325	0.799	0.028	0.165	0.166	4.700	1.000	0.131	0.131	0.131	0.173	0.846
	K7-75BS16s20	X		0.786	1.359	0.834	0.023	0.150	0.152	5.359	1.000	0.124	0.124	0.124	0.168	0.821
	K7-75BS16s20	Y		0.771	1.325	0.799	0.026	0.177	0.178	4.616	1.000	0.121	0.121	0.121	0.160	0.782
	K7-75BS16sYon	X		0.786	1.359	0.834	0.023	0.151	0.152	5.333	1.000	0.124	0.124	0.124	0.168	0.821
	K7-75BS16sYon	Y		0.787	1.325	0.799	0.027	0.175	0.176	4.591	1.000	0.124	0.124	0.124	0.164	0.802
	K7-98BS16s20	X	2020.0	0.695	1.321	0.862	0.033	0.272	0.273	3.271	1.000	0.107	0.107	0.107	0.141	0.689
	K7-98BS16s20	Y		0.670	1.325	0.799	0.033	0.294	0.316	3.111	1.000	0.102	0.102	0.102	0.135	0.661
	K7-98BS16sYon	X		0.696	1.321	0.862	0.033	0.275	0.276	3.230	1.000	0.107	0.107	0.107	0.141	0.690
	K7-98BS16sYon	Y		0.682	1.342	0.855	0.032	0.280	0.304	3.222	1.000	0.104	0.104	0.104	0.140	0.684
	K7-98BS25s20	X		0.663	1.321	0.862	0.031	0.280	0.290	3.300	1.000	0.101	0.101	0.101	0.133	0.651
	K7-98BS25s20	Y		0.650	1.342	0.855	0.030	0.286	0.317	3.275	1.000	0.098	0.098	0.098	0.132	0.646
	K7-98BS25sYon	X		0.664	1.321	0.862	0.031	0.279	0.295	3.302	1.000	0.101	0.101	0.101	0.133	0.652
	K7-98BS25sYon	Y		0.648	1.342	0.855	0.031	0.296	0.317	3.177	1.000	0.098	0.098	0.098	0.131	0.643

**Tablo 6.5** Kapalı çikmalı (KC) binaların ESDOF ve MDOF sistemlere ait yer değiştirme talebi değerleri

SERİ	Model Adı	Yön	W	T	Pf	a	d1	$\alpha_1$	Sai	Ry	Cr	Sde	Sdi	ESDOF	MDOF	MDOF
			<i>ton</i>	<i>sn</i>			<i>m</i>	<i>g</i>	<i>g</i>			<i>m</i>	<i>m</i>	<i>m</i>	<i>m</i>	(%)
KC	K2-75BS10s20	X	261.6	0.324	1.190	0.862	0.009	0.358	0.393	2.794	1.547	0.026	0.040	0.040	0.048	0.856
	K2-75BS10s20	Y		0.316	1.255	0.908	0.009	0.353	0.408	2.831	1.583	0.025	0.039	0.039	0.049	0.877
	K2-75BS10sYon	X		0.324	1.190	0.862	0.010	0.366	0.401	2.729	1.539	0.026	0.040	0.040	0.048	0.853
	K2-75BS10sYon	Y		0.316	1.255	0.908	0.009	0.361	0.419	2.767	1.575	0.025	0.039	0.039	0.049	0.873
	K2-75BS16s20	X		0.305	1.190	0.862	0.009	0.370	0.409	2.703	1.609	0.023	0.037	0.037	0.044	0.790
	K2-75BS16s20	Y		0.297	1.255	0.908	0.008	0.365	0.425	2.740	1.649	0.022	0.036	0.036	0.045	0.808
	K2-75BS16sYon	X		0.305	1.190	0.862	0.008	0.367	0.406	2.724	1.611	0.023	0.037	0.037	0.044	0.791
	K2-75BS16sYon	Y		0.299	1.255	0.908	0.008	0.379	0.437	2.639	1.624	0.022	0.036	0.036	0.045	0.809
	K2-98BS16s20	X	262.8	0.267	1.293	0.885	0.009	0.512	0.616	1.955	1.607	0.018	0.029	0.029	0.037	0.659
	K2-98BS16s20	Y		0.270	1.281	0.893	0.009	0.519	0.615	1.928	1.587	0.018	0.029	0.029	0.037	0.659
	K2-98BS16sYon	X		0.268	1.293	0.885	0.009	0.509	0.611	1.964	1.610	0.018	0.029	0.029	0.037	0.660
	K2-98BS16sYon	Y		0.270	1.281	0.893	0.009	0.515	0.605	1.943	1.592	0.018	0.029	0.029	0.037	0.661
	K2-98BS25s20	X		0.255	1.293	0.885	0.009	0.532	0.640	1.881	1.635	0.016	0.026	0.026	0.034	0.608
	K2-98BS25s20	Y		0.256	1.281	0.893	0.009	0.528	0.658	1.894	1.633	0.016	0.027	0.027	0.034	0.609
	K2-98BS25sYon	X		0.255	1.293	0.885	0.008	0.525	0.626	1.903	1.643	0.016	0.026	0.026	0.034	0.611
	K2-98BS25sYon	Y		0.256	1.281	0.893	0.009	0.526	0.628	1.901	1.635	0.016	0.027	0.027	0.034	0.610
	K4-75BS10s20	X	691.5	1.109	1.318	0.825	0.037	0.121	0.171	5.039	1.000	0.187	0.187	0.187	0.246	2.197
	K4-75BS10s20	Y		0.985	1.281	0.893	0.035	0.143	0.173	4.690	1.000	0.162	0.162	0.162	0.207	1.852
	K4-75BS10sYon	X		1.098	1.318	0.825	0.043	0.144	0.177	4.285	1.000	0.185	0.185	0.185	0.243	2.171
	K4-75BS10sYon	Y		0.985	1.281	0.893	0.038	0.160	0.175	4.213	1.000	0.162	0.162	0.162	0.207	1.852
	K4-75BS16s20	X		1.039	1.318	0.825	0.039	0.144	0.191	4.464	1.000	0.173	0.173	0.173	0.228	2.032
	K4-75BS16s20	Y		0.932	1.281	0.893	0.037	0.171	0.184	4.123	1.000	0.152	0.152	0.152	0.194	1.734
	K4-75BS16sYon	X		1.039	1.318	0.825	0.040	0.150	0.196	4.292	1.000	0.173	0.173	0.173	0.228	2.032
	K4-75BS16sYon	Y		0.932	1.281	0.893	0.036	0.165	0.190	4.265	1.000	0.152	0.152	0.152	0.194	1.734

Tablo 6.5'in devamı...

KC	K4-98BS16s20	X	705.0	0.590	1.307	0.846	0.023	0.268	0.325	3.734	1.013	0.086	0.087	0.087	0.114	1.020
	K4-98BS16s20	Y		0.457	1.332	0.828	0.017	0.326	0.367	3.067	1.211	0.052	0.063	0.063	0.084	0.746
	K4-98BS16sYon	X		0.590	1.307	0.846	0.023	0.267	0.320	3.740	1.013	0.086	0.087	0.087	0.114	1.020
	K4-98BS16sYon	Y		0.457	1.332	0.828	0.017	0.328	0.367	3.051	1.211	0.052	0.063	0.063	0.083	0.745
	K4-98BS25s20	X		0.560	1.307	0.846	0.022	0.281	0.335	3.562	1.051	0.078	0.082	0.082	0.107	0.955
	K4-98BS25s20	Y		0.433	1.332	0.828	0.016	0.346	0.388	2.887	1.252	0.047	0.058	0.058	0.078	0.693
	K4-98BS25sYon	X		0.560	1.307	0.846	0.022	0.281	0.335	3.562	1.052	0.078	0.082	0.082	0.107	0.955
	K4-98BS25sYon	Y		0.435	1.332	0.828	0.016	0.342	0.384	2.922	1.250	0.047	0.059	0.059	0.078	0.697
	K7-75BS10s20	X	1974.0	0.901	1.386	0.766	0.027	0.134	0.135	5.380	1.000	0.146	0.146	0.146	0.202	1.030
	K7-75BS10s20	Y		0.920	1.399	0.761	0.027	0.126	0.135	5.628	1.000	0.149	0.149	0.149	0.209	1.065
	K7-75BS10sYon	X		0.901	1.386	0.766	0.026	0.128	0.145	5.657	1.000	0.146	0.146	0.146	0.202	1.030
	K7-75BS10sYon	Y		0.920	1.399	0.761	0.027	0.127	0.136	5.605	1.000	0.149	0.149	0.149	0.209	1.065
	K7-75BS16s20	X		0.854	1.386	0.766	0.024	0.130	0.152	5.793	1.000	0.137	0.137	0.137	0.189	0.965
	K7-75BS16s20	Y		0.872	1.399	0.761	0.024	0.129	0.142	5.755	1.000	0.140	0.140	0.140	0.196	0.998
	K7-75BS16sYon	X		0.854	1.386	0.766	0.024	0.130	0.152	5.789	1.000	0.137	0.137	0.137	0.189	0.965
	K7-75BS16sYon	Y		0.872	1.399	0.761	0.024	0.129	0.143	5.744	1.000	0.140	0.140	0.140	0.196	0.998
	K7-98BS16s20	X	2128.6	0.695	1.341	0.799	0.030	0.253	0.288	3.511	1.000	0.107	0.107	0.107	0.143	0.729
	K7-98BS16s20	Y		0.726	1.359	0.790	0.031	0.237	0.265	3.623	1.000	0.112	0.112	0.112	0.153	0.778
	K7-98BS16sYon	X		0.694	1.341	0.799	0.030	0.255	0.291	3.493	1.000	0.106	0.106	0.106	0.143	0.728
	K7-98BS16sYon	Y		0.727	1.359	0.790	0.031	0.240	0.269	3.575	1.000	0.112	0.112	0.112	0.153	0.780
	K7-98BS25s20	X		0.658	1.341	0.799	0.028	0.262	0.302	3.543	1.000	0.100	0.100	0.100	0.134	0.683
	K7-98BS25s20	Y		0.689	1.359	0.790	0.029	0.248	0.281	3.601	1.000	0.106	0.106	0.106	0.143	0.732
	K7-98BS25sYon	X		0.658	1.341	0.799	0.028	0.265	0.305	3.506	1.000	0.100	0.100	0.100	0.134	0.683
	K7-98BS25sYon	Y		0.689	1.359	0.790	0.030	0.251	0.285	3.572	1.000	0.106	0.106	0.106	0.143	0.731

**Tablo 6.6** Duvarlı kapalı çikmalı (KC-Dvar) binaların ESDOF ve MDOF sistemlere ait yer değiştirme talebi değerleri

SERİ	Model Adı	Yön	W	T	Pf	a	d1	$\alpha_1$	Sai	Ry	Cr	Sde	Sdi	ESDOF	MDOF	MDOF
			<i>ton</i>	<i>sn</i>			<i>m</i>	<i>g</i>	<i>g</i>			<i>m</i>	<i>m</i>	<i>m</i>	<i>m</i>	(%)
KC-Dvar	K2-75BS10s20	X	261.6	0.265	1.247	0.938	0.008	0.465	0.528	2.152	1.677	0.017	0.029	0.029	0.036	0.651
	K2-75BS10s20	Y		0.271	1.248	0.931	0.009	0.467	0.475	2.141	1.647	0.018	0.030	0.030	0.037	0.669
	K2-75BS10sYon	X		0.264	1.247	0.938	0.008	0.460	0.525	2.176	1.688	0.017	0.029	0.029	0.036	0.651
	K2-75BS10sYon	Y		0.271	1.248	0.931	0.008	0.456	0.478	2.192	1.659	0.018	0.030	0.030	0.038	0.676
	K2-75BS16s20	X		0.259	1.247	0.938	0.008	0.487	0.495	2.054	1.676	0.017	0.028	0.028	0.035	0.621
	K2-75BS16s20	Y		0.258	1.248	0.931	0.008	0.477	0.481	2.095	1.691	0.017	0.028	0.028	0.035	0.625
	K2-75BS16sYon	X		0.261	1.247	0.938	0.008	0.485	0.487	2.061	1.670	0.017	0.028	0.028	0.035	0.627
	K2-75BS16sYon	Y		0.256	1.248	0.931	0.008	0.486	0.492	2.058	1.689	0.016	0.028	0.028	0.034	0.614
	K2-98BS16s20	X	262.8	0.235	1.268	0.905	0.009	0.663	0.690	1.509	1.523	0.014	0.021	0.021	0.027	0.474
	K2-98BS16s20	Y		0.240	1.234	0.892	0.009	0.614	0.650	1.628	1.579	0.014	0.023	0.023	0.028	0.497
	K2-98BS16sYon	X		0.229	1.268	0.905	0.009	0.667	0.690	1.499	1.540	0.013	0.020	0.020	0.025	0.453
	K2-98BS16sYon	Y		0.240	1.234	0.892	0.009	0.608	0.650	1.646	1.589	0.014	0.023	0.023	0.028	0.500
	K2-98BS25s20	X		0.225	1.268	0.905	0.009	0.687	0.700	1.456	1.522	0.013	0.019	0.019	0.024	0.433
	K2-98BS25s20	Y		0.233	1.234	0.892	0.009	0.641	0.660	1.561	1.564	0.014	0.021	0.021	0.026	0.466
	K2-98BS25sYon	X		0.221	1.268	0.905	0.008	0.685	0.710	1.460	1.542	0.012	0.019	0.019	0.024	0.422
	K2-98BS25sYon	Y		0.233	1.234	0.892	0.008	0.625	0.660	1.600	1.589	0.014	0.021	0.021	0.027	0.474
	K4-75BS10s20	X	691.6	0.874	1.299	0.839	0.030	0.160	0.174	4.627	1.000	0.140	0.140	0.140	0.182	1.628
	K4-75BS10s20	Y		0.630	1.248	0.825	0.022	0.223	0.224	4.320	1.000	0.095	0.095	0.095	0.118	1.056
	K4-75BS10sYon	X		0.874	1.299	0.839	0.031	0.163	0.173	4.551	1.000	0.140	0.140	0.140	0.182	1.628
	K4-75BS10sYon	Y		0.630	1.248	0.825	0.022	0.223	0.224	4.321	1.000	0.095	0.095	0.095	0.118	1.056
	K4-75BS16s20	X		0.842	1.299	0.839	0.030	0.168	0.189	4.525	1.000	0.134	0.134	0.134	0.174	1.557
	K4-75BS16s20	Y		0.614	1.248	0.825	0.022	0.234	0.236	4.192	1.000	0.092	0.092	0.092	0.115	1.025
	K4-75BS16sYon	X		0.842	1.299	0.839	0.030	0.169	0.188	4.513	1.000	0.134	0.134	0.134	0.174	1.557
	K4-75BS16sYon	Y		0.614	1.248	0.825	0.022	0.234	0.235	4.199	1.000	0.092	0.092	0.092	0.115	1.025



Tablo 6.6'nin devamı...

KC-Dvar	K4-98BS16s20	X	705.0	0.550	1.302	0.851	0.023	0.306	0.329	3.272	1.063	0.075	0.080	0.080	0.104	0.927
	K4-98BS16s20	Y		0.406	1.320	0.843	0.016	0.399	0.441	2.508	1.287	0.041	0.053	0.053	0.070	0.621
	K4-98BS16sYon	X		0.550	1.302	0.851	0.023	0.311	0.332	3.216	1.063	0.075	0.080	0.080	0.104	0.927
	K4-98BS16sYon	Y		0.406	1.320	0.843	0.017	0.403	0.446	2.480	1.285	0.041	0.053	0.053	0.069	0.620
	K4-98BS25s20	X		0.523	1.302	0.851	0.022	0.317	0.353	3.150	1.100	0.068	0.075	0.075	0.097	0.869
	K4-98BS25s20	Y		0.390	1.320	0.843	0.016	0.424	0.470	2.356	1.311	0.038	0.049	0.049	0.065	0.582
	K4-98BS25sYon	X		0.525	1.302	0.851	0.022	0.326	0.353	3.068	1.096	0.069	0.075	0.075	0.098	0.872
	K4-98BS25sYon	Y		0.390	1.320	0.843	0.016	0.422	0.467	2.369	1.311	0.038	0.050	0.050	0.065	0.583
	K7-75BS10s20	X	1974.0	0.797	1.305	0.744	0.025	0.160	0.162	4.975	1.000	0.126	0.126	0.126	0.164	0.836
	K7-75BS10s20	Y		0.823	1.381	0.778	0.025	0.147	0.148	5.293	1.000	0.131	0.131	0.131	0.180	0.920
	K7-75BS10sYon	X		0.797	1.305	0.744	0.026	0.162	0.164	4.920	1.000	0.126	0.126	0.126	0.164	0.836
	K7-75BS10sYon	Y		0.823	1.381	0.778	0.025	0.148	0.150	5.246	1.000	0.131	0.131	0.131	0.180	0.920
	K7-75BS16s20	X		0.763	1.305	0.744	0.024	0.167	0.170	4.932	1.000	0.119	0.119	0.119	0.156	0.793
	K7-75BS16s20	Y		0.788	1.381	0.778	0.024	0.154	0.156	5.214	1.000	0.124	0.124	0.124	0.171	0.873
	K7-75BS16sYon	X		0.763	1.305	0.744	0.024	0.166	0.171	4.958	1.000	0.119	0.119	0.119	0.156	0.793
	K7-75BS16sYon	Y		0.788	1.381	0.778	0.024	0.155	0.156	5.175	1.000	0.124	0.124	0.124	0.171	0.873
	K7-98BS16s20	X	2128.6	0.660	1.261	0.757	0.032	0.299	0.321	3.105	1.000	0.100	0.100	0.100	0.126	0.644
	K7-98BS16s20	Y		0.689	1.354	0.796	0.030	0.256	0.270	3.493	1.000	0.106	0.106	0.106	0.143	0.729
	K7-98BS16sYon	X		0.660	1.261	0.757	0.032	0.297	0.329	3.121	1.000	0.100	0.100	0.100	0.126	0.644
	K7-98BS16sYon	Y		0.696	1.354	0.796	0.031	0.261	0.286	3.403	1.000	0.107	0.107	0.107	0.145	0.738
	K7-98BS25s20	X		0.629	1.261	0.757	0.030	0.306	0.342	3.145	1.000	0.095	0.095	0.095	0.119	0.609
	K7-98BS25s20	Y		0.662	1.354	0.796	0.029	0.270	0.294	3.423	1.000	0.101	0.101	0.101	0.136	0.695
	K7-98BS25sYon	X		0.627	1.261	0.757	0.030	0.310	0.345	3.117	1.000	0.094	0.094	0.094	0.119	0.606
	K7-98BS25sYon	Y		0.664	1.354	0.796	0.030	0.273	0.303	3.373	1.000	0.101	0.101	0.101	0.137	0.697

Çalışma kapsamında ele alınan binaların DBYBHY–2007 (2007) de verilen 50 yılda aşılma olasılığı %10 olan tasarım depremi altında yer değiştirme talepleri (Tablo 6.1-6.12) değerlendirildiğinde aşağıdaki sonuçlar göze çarpmaktadır:

- 1975 Afet Yönetmeliği'ne göre yapılan 4 katlı binaların yer değiştirme talepleri 2 ve 7 katlı binalara oranla oldukça yüksektir. Mevcut yapı stoğunu yansıtması için 1975 yönetmeliğine göre yapılan 4 katlı binaların eleman boyutları 2 ve 7 katlı binalara oranla küçüktür. Özellikle kolon boyutlarının küçük olması binanın dayanımını dolayısıyla binanın rijitliğini olumsuz yönde etkilemektedir. Rijitlik ile periyot ters orantılı olduğu için rijitliğin düşmesi ile periyot artacaktır. Depremin binadan talep ettiği elastik spektral yer değiştirme ( $S_{de}$ ) periyodun karesi ( $T^2$ ) ile orantılı olarak artacaktır (Denklem 6.1).

$$S_{de1} = \frac{S_{ae1}}{(\omega_1^{(1)})^2} = \frac{S_{ae1}}{\left(\frac{2\pi}{T_1}\right)^2} = \frac{S_{ae1} T_1^2}{4\pi^2} \quad 6.1$$

- En düşük yer değiştirme talebi 1998 Afet Yönetmeliği'ne göre yapılan 2 katlı binalarda görülmektedir. Bunun sebebi ise yönetmelikteki minimum kesit boyutlarından dolayı 2 katlı 1998 Afet Yönetmeliği'ne göre yapılan binalardaki kolonların kesitlerinin gereken boyutlardan daha fazla olmasıdır. 4 ve 7 katlı binalarda kullanılacak eleman boyutları minimum kesit boyutları aşıldığı için gereken kadar kesit miktarı kullanılır. Donatı oranı olarak tüm modellerde %1 civarında kullanıldığı düşünülürse 2 katlı 1998 Afet Yönetmeliği'ne göre yapılan binaların dayanımı diğer katlı modellere göre fazladır. Dayanımın artmasına, kat sayısının azlığına bağlı olarak rijitlik artacak binanın periyodu düşecektir. Buna bağlı olarak yer değiştirme talebi azalacaktır.
- 1998 Afet Yönetmeliği'ne göre yapılan binaların yer değiştirme talepleri, 1975 Afet Yönetmeliği'ne göre yapılan binaların yer değiştirme taleplerine kıyasla daha düşük çıkmaktadır.

- Duvar dayanımı, yer değiştirme taleplerini oldukça azalttığı görülmektedir. Duvar dayanımlarının dikkate alındığı binalarda dayanım artışı dolayısıyla binaların rijitliği artmıştır. Rijitlik ile periyot ters orantılı olduğu için rijitliğin artması ile periyot düşmekte ve bundan dolayı duvarlı modellerin yer değiştirme talepleri duvarsız modellere göre düşük çıkmaktadır.
- Yumuşak katlı binaların benzer özellikteki referans binalara oranla yer değiştirme talepleri fazla çıkmaktadır. Yumuşak katlı modellerde zemin kat yüksekliğinin fazla olması nedeniyle zemin kat kolonlarının net boyu fazladır. Kolonların rijitliği kolonların net boyu ile ters orantılı olmasından dolayı kolonların net boyunun artması bina rijitliğini düşürecektir. Rijitliğin düşmesiyle periyot ve yer değiştirme talebi artacaktır.
- Kapalı çıkmalı binaların yer değiştirme talepleri çıkma yönüne ve diğer yöne bağlı olarak referans binalara göre düşük veya yüksek çıkmaktadır. 2 ve 4 katlı binalarda x yönünde, 7 katlı binalarda y yönünde çıkmalar eklenerek ve bu çıkmaların bağlandığı kolonlar arasındaki kirişlerin kaldırılarak kapalı çıkmalı modellerin oluşturulduğu belirtilmiştir.

Çıkmaların eklendiği dış kolonlarda aksenal yük arttığı için bu kolonların dayanım ve çatlama kesit rijitliği artar. Ağırlık artışına rağmen kiriş kaldırılmayan yönde rijitlik artışı olabilir. Rijitlik artışı periyodu düşüreceğinden yer değiştirme talebi düşürür.

Düğümelerde denge gereği toplam kolon momenti, toplam kiriş momentine eşittir. Kiriş kaldırılan yönde kolon ucu serbest hale geleceğinden periyot artacağı için yer değiştirme talebi değerleri referans binalara göre fazla olacaktır.

- Malzemenin yer değiştirme talebine etkisine bakacak olursak;

Beton dayanımının elastisite modülüne bağlı olarak rijitlik ve periyot üzerinde etkisi olmakla birlikte bu miktar oldukça düşüktür. Rijitlik betonun elastisite modülüyle doğru orantılı değişmektedir. Beton dayanımının artmasıyla betonun elastisite modülü artacak ve buna bağlı olarak rijitlikte

artış olacaktır. Rijitliğin artmasıyla periyot düşecek ve yer değiştirme talebinde azalma görülecektir.

Enine donatı aralığının kapasite üzerine etkisi oldukça fazla iken talep üzerinde hissedebilir düzeyde bir etkisi yoktur. Yer değiştirme talebi açısından enine donatı aralığının yönetmelik şartlarına uygun (sYon) olduğu modellerin enine donatı aralığının yönetmelik şartlarına uygun olmadığı (s20) modellere göre çok farklı olmamasına rağmen yer değiştirme kapasitesi daha fazladır.

## 6.2.2.Kapasite-talep ilişkisi

### 6.2.2.1.Binaların performans seviyelerinin belirlenmesi

Bölüm 4.7.4'deki performans kriterleri göz önüne alınarak modellerin hemen kullanım performans düzeyi (**HK**), can güvenliği performans düzeyi (**CG**) ve göçme öncesi performans düzeyi (**GÖ**) sınırları bulundu. Daha önce MDOF sisteme ait hesaplanan yer değiştirme talepleri ile bu performans sınırları karşılaştırılarak modellerin performans seviyeleri (hasar durumları) belirlendi. Modellerin yer değiştirme talebi değerlerinin **HK**'yı aşmaması durumunda modellerin **HK**, **HK** ile **CG** arasında olması modellerin **CG**, **CG** ile **GÖ** arasında olması modellerin **GÖ**, **GÖ** sınırını aşması durumunda modellerin **GÇ** (Göçme) performans seviyesinde olduğunu ifade etmektedir.

Modeller konut olarak tasarlandığı için DBYBHY-2007'ye göre 50 yıl içinde aşılma olasılığı %10 olan deprem (tasarım depremi) etkisi altında bu modellerin performanslarının **CG** performans düzeyini sağlaması gerekmektedir. Bu performans seviyesi gerekli yer değiştirme kapasitesi seviyesi olarak alınarak kapasitenin yer değiştirme talebini karşılamasını ifade eden talep/kapasite oranı tüm modeller için bulunmuştur.

Yumuşak kat, kapalı çıkma gibi yapısal düzensizliklerin ve bunların duvarlı binaların referans binalara göre performans seviyelerinin durumu kat seviyesi, yönetmelik, malzeme özellikleri ve yön göz önünde alınarak sayısal değerlerle ifade edilmiştir (Tablo 6.7-6.12).

**Tablo 6.7** Referans (Ref) binaların performans seviyesi

SERİ	Model Adı	Yön	TALEP	KAPASİTE			HASAR DURUMU	TALEP / KAPASİTE
				HK	CG	GÖ		
			MDOF	$\Delta_{\text{çatı}}/H_{\text{bina}}$				
Ref	K2-75BS10s20	X	0.819	0.336	1.121	1.318	CG	0.73
	K2-75BS10s20	Y	0.839	0.270	1.252	1.555	CG	0.67
	K2-75BS10sYon	X	0.819	0.342	1.396	1.628	CG	0.59
	K2-75BS10sYon	Y	0.838	0.574	1.216	1.556	CG	0.69
	K2-75BS16s20	X	0.762	0.347	1.669	1.865	CG	0.46
	K2-75BS16s20	Y	0.776	0.281	1.745	2.031	CG	0.44
	K2-75BS16sYon	X	0.752	0.332	1.701	1.969	CG	0.44
	K2-75BS16sYon	Y	0.785	0.271	2.117	2.385	CG	0.37
	K2-98BS16s20	X	0.490	0.353	1.467	1.767	CG	0.33
	K2-98BS16s20	Y	0.555	0.322	1.586	1.865	CG	0.35
	K2-98BS16sYon	X	0.507	0.304	2.473	3.705	CG	0.20
	K2-98BS16sYon	Y	0.568	0.307	2.533	3.815	CG	0.22
	K2-98BS25s20	X	0.444	0.320	2.061	2.374	CG	0.22
	K2-98BS25s20	Y	0.508	0.333	2.230	2.565	CG	0.23
	K2-98BS25sYon	X	0.454	0.304	2.311	3.530	CG	0.20
	K2-98BS25sYon	Y	0.520	0.279	2.380	3.537	CG	0.22
	K4-75BS10s20	X	1.751	0.465	0.983	1.090	GÇ	1.78
	K4-75BS10s20	Y	1.612	0.530	1.110	1.253	GÇ	1.45
	K4-75BS10sYon	X	1.752	0.476	1.071	1.214	GÇ	1.63
	K4-75BS10sYon	Y	1.611	0.238	1.265	1.432	GÇ	1.27
	K4-75BS16s20	X	1.640	0.428	1.192	1.311	GÇ	1.38
	K4-75BS16s20	Y	1.508	0.401	1.402	1.544	GÖ	1.08
	K4-75BS16sYon	X	1.640	0.413	1.362	1.576	GÇ	1.20
	K4-75BS16sYon	Y	1.508	0.402	1.593	1.855	CG	0.95
	K4-98BS16s20	X	0.776	0.307	1.030	1.217	CG	0.75
	K4-98BS16s20	Y	0.700	0.350	0.991	1.210	CG	0.71
	K4-98BS16sYon	X	0.782	0.303	1.928	2.607	CG	0.41
	K4-98BS16sYon	Y	0.700	0.276	1.901	2.436	CG	0.37
	K4-98BS25s20	X	0.722	0.271	1.312	1.521	CG	0.55
	K4-98BS25s20	Y	0.648	0.090	1.200	1.378	CG	0.54
	K4-98BS25sYon	X	0.722	0.251	1.888	2.751	CG	0.38
	K4-98BS25sYon	Y	0.650	0.456	1.944	2.837	CG	0.33
	K7-75BS10s20	X	0.997	0.264	0.803	0.913	GÇ	1.24
	K7-75BS10s20	Y	0.948	0.238	0.735	0.850	GÇ	1.29
	K7-75BS10sYon	X	0.997	0.262	1.346	1.678	CG	0.74
	K7-75BS10sYon	Y	0.948	0.232	1.138	1.763	CG	0.83
	K7-75BS16s20	X	0.933	0.252	1.145	1.332	CG	0.82
	K7-75BS16s20	Y	0.888	0.234	1.000	1.170	CG	0.89
	K7-75BS16sYon	X	0.933	0.252	1.690	2.098	CG	0.55
	K7-75BS16sYon	Y	0.888	0.215	1.652	2.035	CG	0.54
	K7-98BS16s20	X	0.700	0.263	0.916	1.080	CG	0.76
	K7-98BS16s20	Y	0.680	0.309	0.758	0.850	CG	0.90
	K7-98BS16sYon	X	0.700	0.249	1.681	2.171	CG	0.42
	K7-98BS16sYon	Y	0.684	0.281	1.677	****	CG	0.41
	K7-98BS25s20	X	0.657	0.244	1.126	1.334	CG	0.58
	K7-98BS25s20	Y	0.643	0.284	1.214	1.422	CG	0.53
	K7-98BS25sYon	X	0.660	0.238	1.952	2.626	CG	0.34
	K7-98BS25sYon	Y	0.645	0.274	2.009	****	CG	0.32

**Tablo 6.8** Duvarlı referans (Ref-Dvar) binaların performans seviyesi

SERİ	Model Adı	Yön	TALEP MDOF	KAPASİTE			HASAR DURUMU	TALEP / KAPASİTE
				HK	CG	GÖ		
				$\Delta_{\text{çatı}}/H_{\text{bina}}$				
Ref-Dvar	K2-75BS10s20	X	0.579	0.387	0.905	1.030	CG	0.64
	K2-75BS10s20	Y	0.644	0.341	1.270	1.520	CG	0.51
	K2-75BS10sYon	X	0.523	0.392	1.089	1.250	CG	0.48
	K2-75BS10sYon	Y	0.637	0.320	1.548	1.927	CG	0.41
	K2-75BS16s20	X	0.531	0.512	0.940	1.069	CG	0.56
	K2-75BS16s20	Y	0.604	0.330	1.795	2.081	CG	0.34
	K2-75BS16sYon	X	0.531	0.367	1.680	1.921	CG	0.32
	K2-75BS16sYon	Y	0.593	0.322	2.116	2.491	CG	0.28
	K2-98BS16s20	X	0.426	0.343	1.522	1.772	CG	0.28
	K2-98BS16s20	Y	0.492	0.331	1.652	1.938	CG	0.30
	K2-98BS16sYon	X	0.388	0.313	2.551	3.869	CG	0.15
	K2-98BS16sYon	Y	0.476	0.335	2.557	3.767	CG	0.19
	K2-98BS25s20	X	0.360	0.293	2.007	2.257	CG	0.18
	K2-98BS25s20	Y	0.455	0.293	2.150	2.472	CG	0.21
	K2-98BS25sYon	X	0.374	0.316	2.368	3.600	CG	0.16
	K2-98BS25sYon	Y	0.445	0.317	2.412	3.520	CG	0.18
	K4-75BS10s20	X	1.216	0.473	0.875	0.942	GÇ	1.39
	K4-75BS10s20	Y	1.005	0.227	0.858	0.958	CG	1.17
	K4-75BS10sYon	X	1.216	0.455	0.969	1.036	GÇ	1.26
	K4-75BS10sYon	Y	1.047	0.204	0.960	1.116	CG	1.09
	K4-75BS16s20	X	1.196	0.425	1.043	1.168	GÇ	1.15
	K4-75BS16s20	Y	1.012	0.360	1.285	1.446	CG	0.79
	K4-75BS16sYon	X	1.189	0.433	1.217	1.458	CG	0.98
	K4-75BS16sYon	Y	1.009	0.379	1.513	1.754	CG	0.67
	K4-98BS16s20	X	0.683	0.325	0.921	1.111	CG	0.74
	K4-98BS16s20	Y	0.578	0.313	0.849	1.000	CG	0.68
	K4-98BS16sYon	X	0.672	0.279	1.904	2.565	CG	0.35
	K4-98BS16sYon	Y	0.576	0.285	1.517	2.214	CG	0.38
	K4-98BS25s20	X	0.635	0.263	1.287	1.478	CG	0.49
	K4-98BS25s20	Y	0.539	0.281	1.022	1.183	CG	0.53
	K4-98BS25sYon	X	0.628	0.252	1.842	2.699	CG	0.34
	K4-98BS25sYon	Y	0.539	0.264	1.764	2.684	CG	0.31
	K7-75BS10s20	X	0.835	0.245	0.674	0.857	GÖ	1.24
	K7-75BS10s20	Y	0.826	0.255	0.683	0.765	GÖ	1.09
	K7-75BS10sYon	X	0.835	0.247	1.166	1.574	CG	0.72
	K7-75BS10sYon	Y	0.826	0.261	0.914	1.078	CG	0.82
	K7-75BS16s20	X	0.797	0.250	1.011	1.256	CG	0.79
	K7-75BS16s20	Y	0.785	0.248	0.876	0.983	CG	0.81
	K7-75BS16sYon	X	0.797	0.250	1.624	2.037	CG	0.49
	K7-75BS16sYon	Y	0.785	0.250	1.322	1.582	CG	0.54
	K7-98BS16s20	X	0.657	0.268	0.819	1.003	CG	0.80
	K7-98BS16s20	Y	0.656	0.334	0.934	0.959	CG	0.70
	K7-98BS16sYon	X	0.658	0.254	1.504	2.076	CG	0.44
	K7-98BS16sYon	Y	0.653	0.367	1.949	****	CG	0.33
	K7-98BS25s20	X	0.621	0.248	1.054	1.217	CG	0.59
	K7-98BS25s20	Y	0.619	0.299	1.294	1.513	CG	0.48
	K7-98BS25sYon	X	0.619	0.231	1.930	2.698	CG	0.32
	K7-98BS25sYon	Y	0.620	0.486	2.058	2.549	CG	0.30

**Tablo 6.9** Yumuşak katlı (YK) binaların performans seviyesi

SERİ	Model Adı	Yön	TALEP	KAPASİTE			HASAR DURUMU	TALEP / KAPASİTE
				HK	CG	GÖ		
			MDOF	$\Delta_{\text{çatı}}/H_{\text{bina}}$				
YK	K2-75BS10s20	X	1.046	0.383	0.864	1.003	GÇ	1.21
	K2-75BS10s20	Y	1.058	0.287	1.000	1.217	GÖ	1.06
	K2-75BS10sYon	X	1.047	0.362	1.013	1.215	GÖ	1.03
	K2-75BS10sYon	Y	1.059	0.290	1.204	1.421	CG	0.88
	K2-75BS16s20	X	0.975	0.359	1.149	1.320	CG	0.85
	K2-75BS16s20	Y	0.983	0.478	1.640	1.873	CG	0.60
	K2-75BS16sYon	X	0.978	0.378	1.347	1.637	CG	0.73
	K2-75BS16sYon	Y	0.983	0.311	1.687	2.055	CG	0.58
	K2-98BS16s20	X	0.650	0.348	1.395	1.697	CG	0.47
	K2-98BS16s20	Y	0.712	0.320	1.553	1.832	CG	0.46
	K2-98BS16sYon	X	0.643	0.295	2.380	3.435	CG	0.27
	K2-98BS16sYon	Y	0.721	0.527	2.419	3.473	CG	0.30
	K2-98BS25s20	X	0.600	0.311	1.985	2.287	CG	0.30
	K2-98BS25s20	Y	0.671	0.305	2.188	2.514	CG	0.31
	K2-98BS25sYon	X	0.598	0.301	2.237	3.323	CG	0.27
	K2-98BS25sYon	Y	0.664	0.259	2.300	3.413	CG	0.29
	K4-75BS10s20	X	1.876	0.406	0.800	0.883	GÇ	2.35
	K4-75BS10s20	Y	1.736	0.697	0.946	1.050	GÇ	1.84
	K4-75BS10sYon	X	1.876	0.410	0.887	0.970	GÇ	2.12
	K4-75BS10sYon	Y	1.736	0.209	1.031	1.217	GÇ	1.68
	K4-75BS16s20	X	1.756	0.377	0.942	1.046	GÇ	1.86
	K4-75BS16s20	Y	1.623	0.355	1.143	1.309	GÇ	1.42
	K4-75BS16sYon	X	1.756	0.374	1.090	1.256	GÇ	1.61
	K4-75BS16sYon	Y	1.623	0.356	1.310	1.517	GÇ	1.24
	K4-98BS16s20	X	0.866	0.248	0.849	0.994	GÖ	1.02
	K4-98BS16s20	Y	0.768	0.084	0.843	1.030	CG	0.91
	K4-98BS16sYon	X	0.862	0.243	1.610	2.191	CG	0.54
	K4-98BS16sYon	Y	0.778	0.221	1.591	2.068	CG	0.49
	K4-98BS25s20	X	0.808	0.255	1.064	1.251	CG	0.76
	K4-98BS25s20	Y	0.716	0.084	1.027	1.213	CG	0.70
	K4-98BS25sYon	X	0.809	0.213	1.548	2.336	CG	0.52
	K4-98BS25sYon	Y	0.718	0.218	1.608	2.396	CG	0.45
	K7-75BS10s20	X	1.020	0.223	0.611	0.696	GÇ	1.67
	K7-75BS10s20	Y	0.992	0.232	0.574	0.677	GÇ	1.73
	K7-75BS10sYon	X	1.020	0.223	1.060	1.317	CG	0.96
	K7-75BS10sYon	Y	0.992	0.239	0.906	1.300	GÖ	1.09
	K7-75BS16s20	X	0.955	0.236	0.884	1.038	GÖ	1.08
	K7-75BS16s20	Y	0.930	0.227	0.809	0.946	GÖ	1.15
	K7-75BS16sYon	X	0.955	0.236	1.387	1.763	CG	0.69
	K7-75BS16sYon	Y	0.930	0.237	1.389	1.697	CG	0.67
	K7-98BS16s20	X	0.730	0.231	0.710	0.847	GÖ	1.03
	K7-98BS16s20	Y	0.714	0.276	0.687	0.807	GÖ	1.04
K7-98BS16sYon	X	0.730	0.220	1.311	1.687	CG	0.56	
K7-98BS16sYon	Y	0.713	0.245	1.289	1.649	CG	0.55	
K7-98BS25s20	X	0.685	0.195	0.894	1.048	CG	0.77	
K7-98BS25s20	Y	0.671	0.245	0.878	1.049	CG	0.76	
K7-98BS25sYon	X	0.687	0.198	1.526	2.057	CG	0.45	
K7-98BS25sYon	Y	0.672	0.232	1.444	2.070	CG	0.47	

**Tablo 6.10** Duvarlı yumuşak katlı (YK-Dvar) binaların performans seviyesi

SERİ	Model Adı	Yön	TALEP	KAPASİTE			HASAR DURUMU	TALEP / KAPASİTE
				HK	CG	GÖ		
			MDOF	$\Delta_{\text{çatı}}/H_{\text{bina}}$				
YK-Dvar	K2-75BS10s20	X	0.749	0.421	0.824	0.979	CG	0.91
	K2-75BS10s20	Y	0.778	0.362	1.246	1.572	CG	0.62
	K2-75BS10sYon	X	0.713	0.410	0.968	1.186	CG	0.74
	K2-75BS10sYon	Y	0.761	0.367	1.080	1.266	CG	0.70
	K2-75BS16s20	X	0.698	0.396	1.093	1.295	CG	0.64
	K2-75BS16s20	Y	0.718	0.357	1.164	1.288	CG	0.62
	K2-75BS16sYon	X	0.700	0.417	1.332	1.580	CG	0.53
	K2-75BS16sYon	Y	0.714	0.355	1.285	1.502	CG	0.56
	K2-98BS16s20	X	0.481	0.367	1.391	1.670	CG	0.35
	K2-98BS16s20	Y	0.611	0.330	1.664	1.943	CG	0.37
	K2-98BS16sYon	X	0.483	0.309	2.460	3.706	CG	0.20
	K2-98BS16sYon	Y	0.611	0.358	2.542	3.426	CG	0.24
	K2-98BS25s20	X	0.451	0.323	1.904	2.183	CG	0.24
	K2-98BS25s20	Y	0.556	0.320	2.305	2.584	CG	0.24
	K2-98BS25sYon	X	0.452	0.304	2.266	3.470	CG	0.20
	K2-98BS25sYon	Y	0.559	0.334	2.367	3.359	CG	0.24
	K4-75BS10s20	X	1.393	0.384	0.522	0.605	GÇ	2.67
	K4-75BS10s20	Y	1.016	0.384	0.522	0.577	GÇ	1.95
	K4-75BS10sYon	X	1.393	0.429	0.705	0.816	GÇ	1.97
	K4-75BS10sYon	Y	1.021	0.227	0.771	0.887	GÇ	1.33
	K4-75BS16s20	X	1.328	0.414	0.777	0.860	GÇ	1.71
	K4-75BS16s20	Y	0.984	0.320	0.873	1.067	GÖ	1.13
	K4-75BS16sYon	X	1.328	0.416	0.914	1.108	GÇ	1.45
	K4-75BS16sYon	Y	0.984	0.321	1.068	1.234	CG	0.92
	K4-98BS16s20	X	0.782	0.302	0.734	0.900	GÖ	1.07
	K4-98BS16s20	Y	0.636	0.083	0.682	0.799	CG	0.93
	K4-98BS16sYon	X	0.779	0.238	1.366	1.753	CG	0.57
	K4-98BS16sYon	Y	0.637	0.260	1.289	1.688	CG	0.49
	K4-98BS25s20	X	0.729	0.260	0.941	1.090	CG	0.77
	K4-98BS25s20	Y	0.598	0.100	0.821	1.020	CG	0.73
	K4-98BS25sYon	X	0.732	0.241	1.347	1.845	CG	0.54
	K4-98BS25sYon	Y	0.602	0.240	1.336	1.900	CG	0.45
	K7-75BS10s20	X	0.865	0.231	0.505	0.551	GÇ	1.71
	K7-75BS10s20	Y	0.856	0.255	0.510	0.598	GÇ	1.68
	K7-75BS10sYon	X	0.865	0.212	0.790	0.972	GÖ	1.10
	K7-75BS10sYon	Y	0.846	0.245	0.746	0.942	GÖ	1.13
	K7-75BS16s20	X	0.821	0.232	0.736	0.850	GÖ	1.12
	K7-75BS16s20	Y	0.782	0.233	0.689	0.781	GÇ	1.14
	K7-75BS16sYon	X	0.821	0.232	1.128	1.402	CG	0.73
	K7-75BS16sYon	Y	0.802	0.239	1.002	1.188	CG	0.80
	K7-98BS16s20	X	0.689	0.232	0.643	0.757	GÖ	1.07
	K7-98BS16s20	Y	0.661	0.301	0.655	0.777	GÖ	1.01
	K7-98BS16sYon	X	0.690	0.203	1.141	1.533	CG	0.60
	K7-98BS16sYon	Y	0.684	0.270	1.157	1.444	CG	0.59
	K7-98BS25s20	X	0.651	0.192	0.793	0.930	CG	0.82
	K7-98BS25s20	Y	0.646	0.275	0.884	1.012	CG	0.73
	K7-98BS25sYon	X	0.652	0.200	1.419	2.053	CG	0.46
	K7-98BS25sYon	Y	0.643	0.242	1.312	1.964	CG	0.49



Tablo 6.11 Kapalı çıkmalı (KC) binaların performans seviyesi

SERİ	Model Adı	Yön	TALEP	KAPASİTE			HASAR DURUMU	TALEP / KAPASİTE
				HK	CG	GÖ		
				$\Delta_{\text{çatı}}/H_{\text{bina}}$				
			MDOF					
KC	K2-75BS10s20	X	0.856	0.409	1.502	1.837	CG	0.57
	K2-75BS10s20	Y	0.877	0.255	1.147	1.362	CG	0.76
	K2-75BS10sYon	X	0.853	0.342	1.480	1.882	CG	0.58
	K2-75BS10sYon	Y	0.873	0.247	1.319	1.613	CG	0.66
	K2-75BS16s20	X	0.790	0.352	1.727	2.067	CG	0.46
	K2-75BS16s20	Y	0.808	0.268	1.465	1.715	CG	0.55
	K2-75BS16sYon	X	0.791	0.224	1.421	1.778	CG	0.56
	K2-75BS16sYon	Y	0.809	0.277	1.804	2.018	CG	0.45
	K2-98BS16s20	X	0.659	0.357	1.509	1.804	CG	0.44
	K2-98BS16s20	Y	0.659	0.313	1.492	1.786	CG	0.44
	K2-98BS16sYon	X	0.660	0.320	2.559	3.818	CG	0.26
	K2-98BS16sYon	Y	0.661	0.291	2.547	3.779	CG	0.26
	K2-98BS25s20	X	0.608	0.315	2.110	2.431	CG	0.29
	K2-98BS25s20	Y	0.609	0.305	2.073	2.367	CG	0.29
	K2-98BS25sYon	X	0.611	0.299	2.406	3.638	CG	0.25
	K2-98BS25sYon	Y	0.610	0.283	2.357	3.508	CG	0.26
	K4-75BS10s20	X	2.197	0.491	1.094	1.227	GÇ	2.01
	K4-75BS10s20	Y	1.852	0.270	1.073	1.207	GÇ	1.73
	K4-75BS10sYon	X	2.171	0.470	1.211	1.367	GÇ	1.79
	K4-75BS10sYon	Y	1.852	0.271	1.231	1.387	GÇ	1.50
	K4-75BS16s20	X	2.032	0.456	1.374	1.485	GÇ	1.48
	K4-75BS16s20	Y	1.734	0.328	1.400	1.578	GÇ	1.24
	K4-75BS16sYon	X	2.032	0.484	1.556	1.756	GÇ	1.31
	K4-75BS16sYon	Y	1.734	0.329	1.624	1.847	GÖ	1.07
	K4-98BS16s20	X	1.020	0.348	1.129	1.352	CG	0.90
	K4-98BS16s20	Y	0.746	0.090	0.968	1.169	CG	0.77
	K4-98BS16sYon	X	1.020	0.326	2.246	2.916	CG	0.45
	K4-98BS16sYon	Y	0.745	0.277	1.871	2.393	CG	0.40
	K4-98BS25s20	X	0.955	0.299	1.325	1.549	CG	0.72
	K4-98BS25s20	Y	0.693	0.090	1.187	1.388	CG	0.58
	K4-98BS25sYon	X	0.955	0.277	2.085	3.112	CG	0.46
	K4-98BS25sYon	Y	0.697	0.253	1.873	2.753	CG	0.37
	K7-75BS10s20	X	1.030	0.266	0.786	0.878	GÇ	1.31
	K7-75BS10s20	Y	1.065	0.234	0.823	0.953	GÇ	1.29
	K7-75BS10sYon	X	1.030	0.265	1.321	1.627	CG	0.78
	K7-75BS10sYon	Y	1.065	0.232	1.304	1.595	CG	0.82
	K7-75BS16s20	X	0.965	0.245	1.129	1.206	CG	0.85
	K7-75BS16s20	Y	0.998	0.221	1.152	1.315	CG	0.87
	K7-75BS16sYon	X	0.965	0.258	1.668	2.079	CG	0.58
	K7-75BS16sYon	Y	0.998	0.226	1.754	2.111	CG	0.57
	K7-98BS16s20	X	0.729	0.271	0.922	1.075	CG	0.79
	K7-98BS16s20	Y	0.778	0.290	0.983	1.055	CG	0.79
	K7-98BS16sYon	X	0.728	0.253	1.631	2.121	CG	0.45
	K7-98BS16sYon	Y	0.780	0.283	1.737	2.242	CG	0.45
	K7-98BS25s20	X	0.683	0.243	1.136	1.315	CG	0.60
	K7-98BS25s20	Y	0.732	0.259	1.208	1.391	CG	0.61
	K7-98BS25sYon	X	0.683	0.475	1.975	2.480	CG	0.35
	K7-98BS25sYon	Y	0.731	0.263	1.962	2.804	CG	0.37

**Tablo 6.12** Duvarlı kapalı çıkmalı (KC-Dvar) binaların performans seviyesi

SERİ	Model Adı	Yön	TALEP	KAPASİTE			HASAR DURUMU	TALEP / KAPASİTE
				HK	CG	GÖ		
			MDOF	$\Delta_{\text{çatı}}/H_{\text{bina}}$				
KC-Dvar	K2-75BS10s20	X	0.651	0.342	1.256	1.528	CG	0.52
	K2-75BS10s20	Y	0.669	0.266	1.248	1.516	CG	0.54
	K2-75BS10sYon	X	0.651	0.335	1.514	1.907	CG	0.43
	K2-75BS10sYon	Y	0.676	0.260	1.443	1.822	CG	0.47
	K2-75BS16s20	X	0.621	0.328	1.739	2.061	CG	0.36
	K2-75BS16s20	Y	0.625	0.268	1.655	1.943	CG	0.38
	K2-75BS16sYon	X	0.627	0.330	2.143	2.652	CG	0.29
	K2-75BS16sYon	Y	0.614	0.088	0.678	0.768	CG	0.91
	K2-98BS16s20	X	0.474	0.328	1.739	2.061	CG	0.27
	K2-98BS16s20	Y	0.497	0.308	1.594	1.861	CG	0.31
	K2-98BS16sYon	X	0.453	0.251	2.612	3.958	CG	0.17
	K2-98BS16sYon	Y	0.500	0.312	2.640	3.796	CG	0.19
	K2-98BS25s20	X	0.433	0.279	2.052	2.363	CG	0.21
	K2-98BS25s20	Y	0.466	0.315	2.137	2.423	CG	0.22
	K2-98BS25sYon	X	0.422	0.279	2.392	3.570	CG	0.18
	K2-98BS25sYon	Y	0.474	0.283	2.435	3.507	CG	0.19
	K4-75BS10s20	X	1.628	0.458	1.069	1.136	GÇ	1.52
	K4-75BS10s20	Y	1.056	0.263	1.034	1.123	GÖ	1.02
	K4-75BS10sYon	X	1.628	0.463	1.136	1.270	GÇ	1.43
	K4-75BS10sYon	Y	1.056	0.242	1.146	1.303	CG	0.92
	K4-75BS16s20	X	1.557	0.449	1.289	1.445	GÇ	1.21
	K4-75BS16s20	Y	1.025	0.326	1.282	1.460	CG	0.80
	K4-75BS16sYon	X	1.557	0.446	1.493	1.694	GÖ	1.04
	K4-75BS16sYon	Y	1.025	0.327	1.509	1.733	CG	0.68
	K4-98BS16s20	X	0.927	0.348	1.062	1.308	CG	0.87
	K4-98BS16s20	Y	0.621	0.081	0.824	0.972	CG	0.75
	K4-98BS16sYon	X	0.927	0.326	2.068	2.715	CG	0.45
	K4-98BS16sYon	Y	0.620	0.269	1.734	2.270	CG	0.36
	K4-98BS25s20	X	0.869	0.299	1.281	1.504	CG	0.68
	K4-98BS25s20	Y	0.582	0.090	1.002	1.248	CG	0.58
	K4-98BS25sYon	X	0.872	0.277	2.019	3.024	CG	0.43
	K4-98BS25sYon	Y	0.583	0.239	1.793	2.686	CG	0.33
	K7-75BS10s20	X	0.836	0.250	0.663	0.740	GÇ	1.26
	K7-75BS10s20	Y	0.920	0.253	0.697	0.774	GÇ	1.32
	K7-75BS10sYon	X	0.836	0.252	1.140	1.569	CG	0.73
	K7-75BS10sYon	Y	0.920	0.243	1.024	1.269	CG	0.90
	K7-75BS16s20	X	0.793	0.247	1.021	1.159	CG	0.78
	K7-75BS16s20	Y	0.873	0.231	0.968	1.060	CG	0.90
	K7-75BS16sYon	X	0.793	0.245	1.632	2.007	CG	0.49
	K7-75BS16sYon	Y	0.873	0.224	1.396	1.664	CG	0.63
	K7-98BS16s20	X	0.644	0.272	0.838	1.002	CG	0.77
	K7-98BS16s20	Y	0.729	0.180	0.876	0.983	CG	0.83
	K7-98BS16sYon	X	0.644	0.239	1.503	2.039	CG	0.43
	K7-98BS16sYon	Y	0.738	0.285	1.525	1.924	CG	0.48
	K7-98BS25s20	X	0.609	0.239	1.045	1.208	CG	0.58
	K7-98BS25s20	Y	0.695	0.206	1.081	1.234	CG	0.64
	K7-98BS25sYon	X	0.606	0.231	1.967	2.620	CG	0.31
	K7-98BS25sYon	Y	0.697	0.264	1.734	2.531	CG	0.40

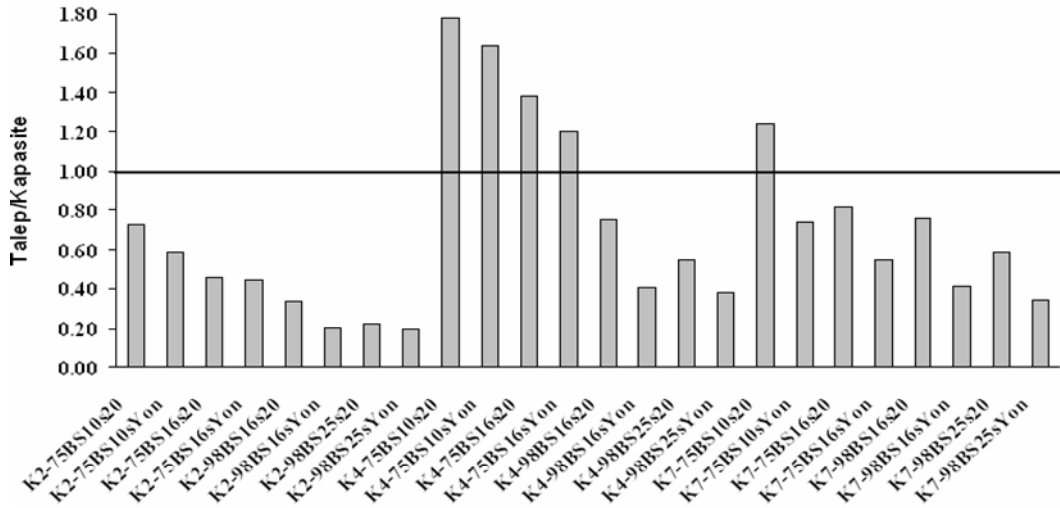
Not: \*\*\*\* işaretli olan yerler yapılan analiz sonucu elde edilememiştir.

Elde edilen yer değiştirme talepleri ve yer değiştirme kapasiteleri karşılaştırılarak binaların hasar durumlarına karar verilmiş ve aşağıdaki sonuçlar elde edilmiştir (Tablo 6.7-6.12);

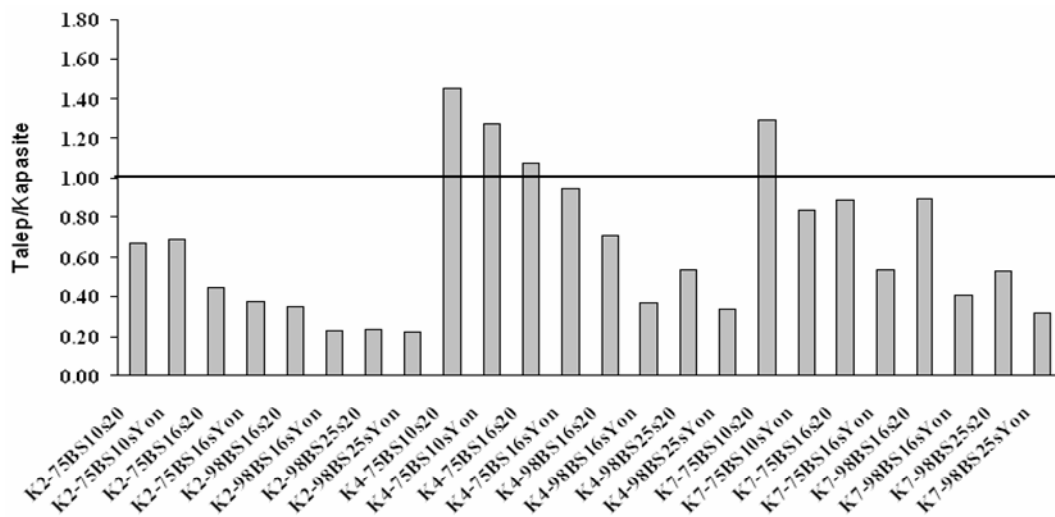
- Genel olarak bakıldığında 4 katlı 1975 yönetmeliğine göre yapılan referans binalarla, yumuşak kat ve kapalı çıkma düzensizliklere sahip binaların çoğu CG performans düzeyini sağlamamaktadır. Ayrıca 7 katlı 1975 yönetmeliğine göre yapılan bu binaların kötü beton (BS10)- kötü etriye (s20) olduğu modellerde de gerekli CG performans seviyesi sağlanamamıştır.
- 4 katlı 1975 yönetmeliğine göre yapılan binaların yetersiz eleman boyutlarına dolayısıyla düşük rijitliğe sahip olması bir yandan talebi artırırken diğer yandan kapasiteyi düşürmektedir. Aynı anda yer değiştirme talebinin artıp yer değiştirme kapasitesinin düşmesi binaların performans seviyesinin oldukça kötüleşmesine neden olmaktadır.
- 7 katlı 1975 yönetmeliğine göre yapılan binalarda kötü etriyenin (s20) yer değiştirme kapasitesinin düşük olmasına, kötü betonun (BS10) yer değiştirme talebinin artmasına sebep olması performans seviyesini olumsuz yönde etkilemektedir. Bu malzemenin performans seviyesi üzerindeki önemini göstermektedir.

#### **6.2.2.2.Binaların talep/kapasite oranının değerlendirilmesi**

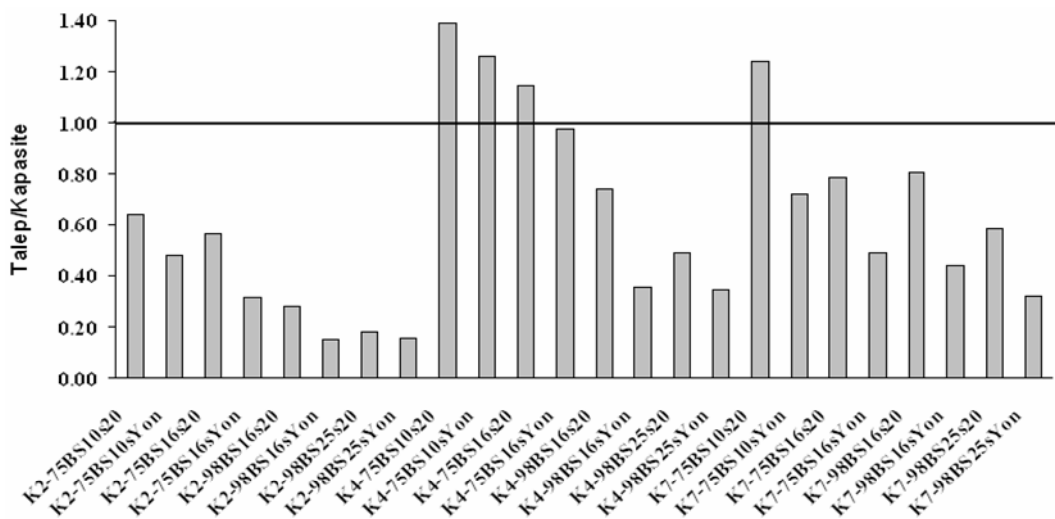
Referans ve duvarlı referans binalara ait talep/kapasite oranları ayrı ayrı verilmiştir. Yumuşak kat, kapalı çıkma gibi düzensizlik içeren binaların talep/kapasite oranları referans binalara ait talep/kapasite oranlarına bölünerek referans binalar ile düzensizlik içeren binalar arasındaki farkların değerlendirilmesi amaçlanmıştır. Yine aynı şekilde düzensizlik içeren binaların duvarlı modellerinin talep/kapasite oranları duvarlı referans binalara ait talep/kapasite oranlarına bölünerek duvarlı referans binalar ile duvarlı düzensizlik içeren binalar arasında kıyaslama yoluna gidilmiştir. Talep/kapasite oranlarının daha iyi anlaşılabilmesi için bu değerler sütun grafiklerle ifade edilmiş ve yönere göre ayrılmıştır (Şekil 6.11-6.24).



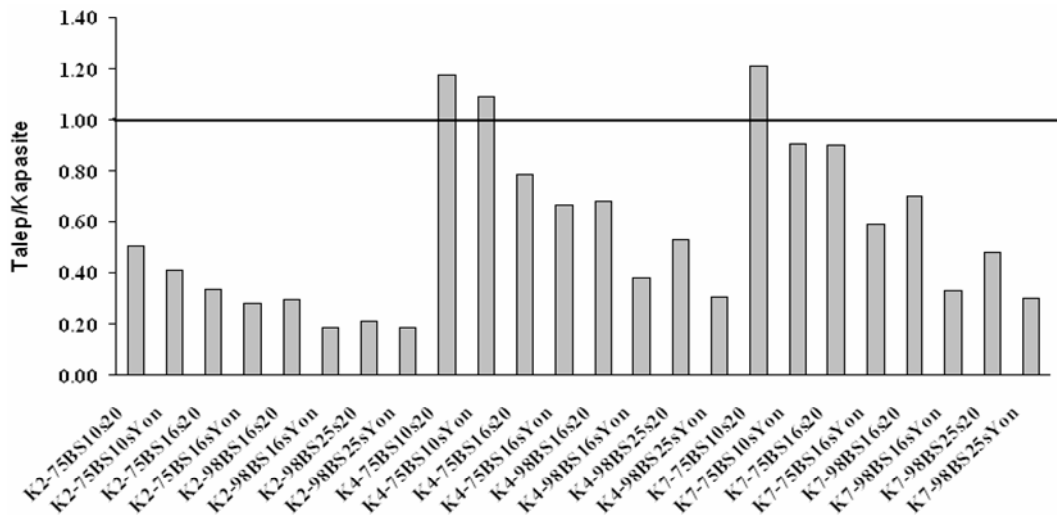
Şekil 6.11 Referans (Ref) binaların Talep/Kapasite oranı-x yönü



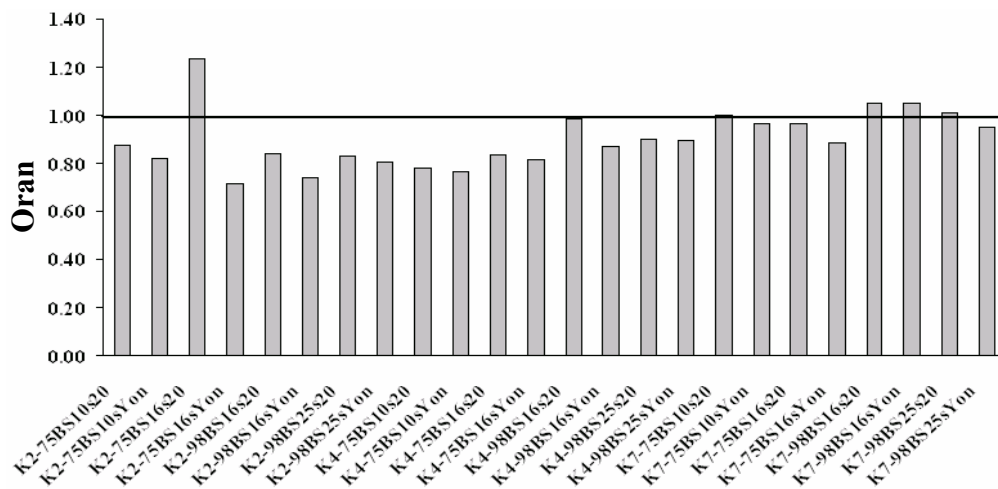
Şekil 6.12 Referans (Ref) binaların Talep/Kapasite oranı-y yönü



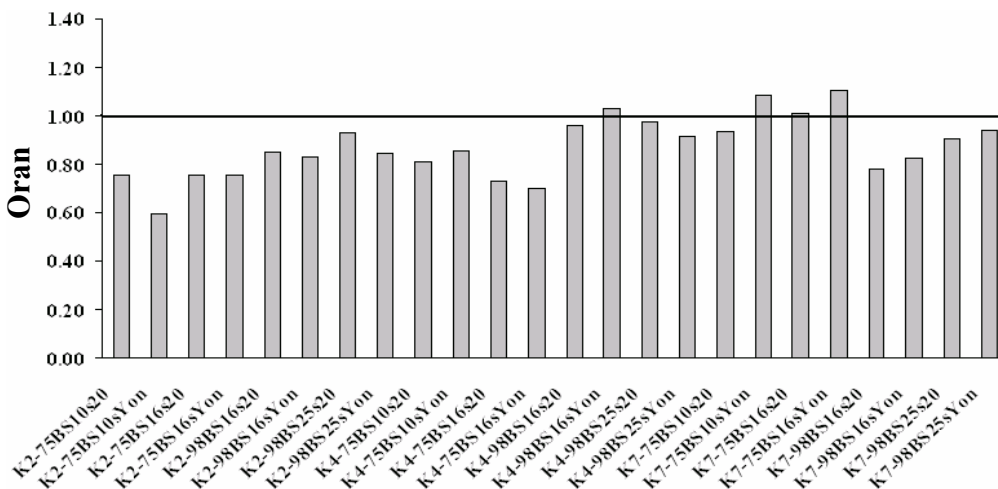
Şekil 6.13 Duvarlı referans (Ref-dvar) binaların Talep/Kapasite oranı-x yönü



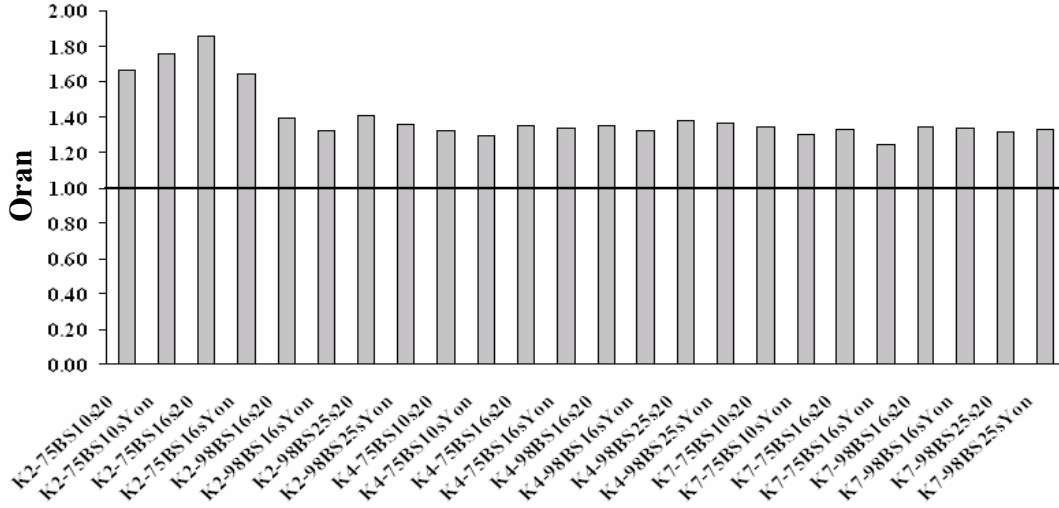
Şekil 6.14 Duvarlı referans (Ref-dvar) binaların Talep/Kapasite oranı-y yönü



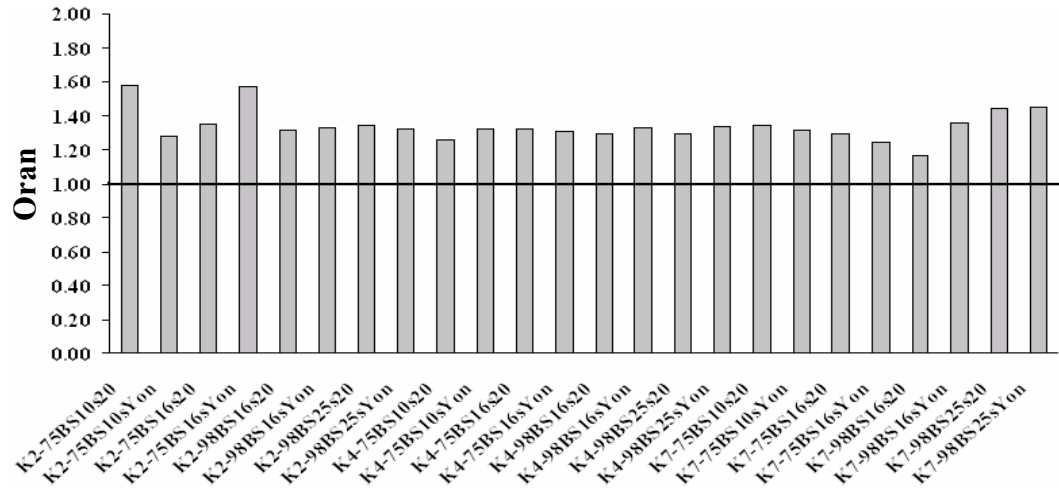
Şekil 6.15 Duvarlı referans (Ref-dvar) binaların Talep/Kapasite oranlarının referans (Ref) binalara oranı-x yönü



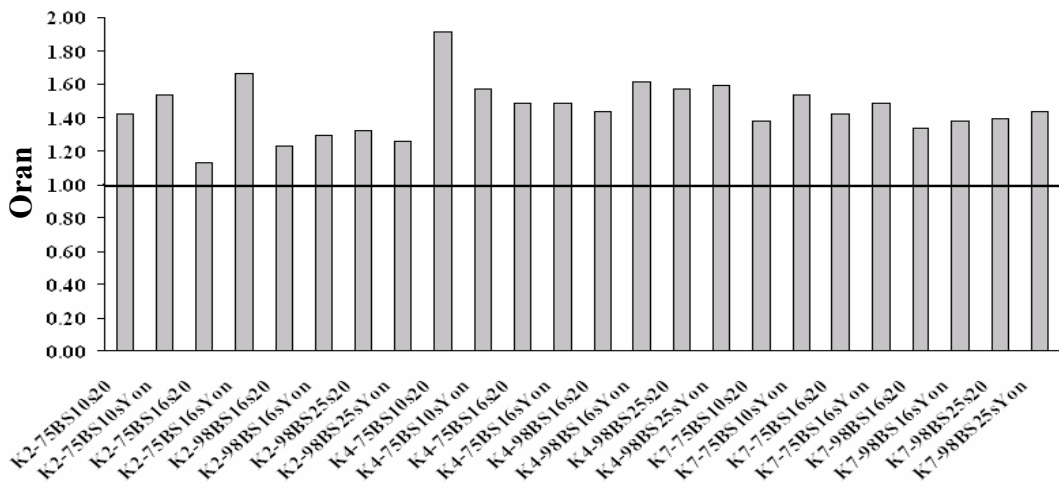
Şekil 6.16 Duvarlı referans (Ref-dvar) binaların Talep/Kapasite oranlarının referans (Ref) binalara oranı-y yönü



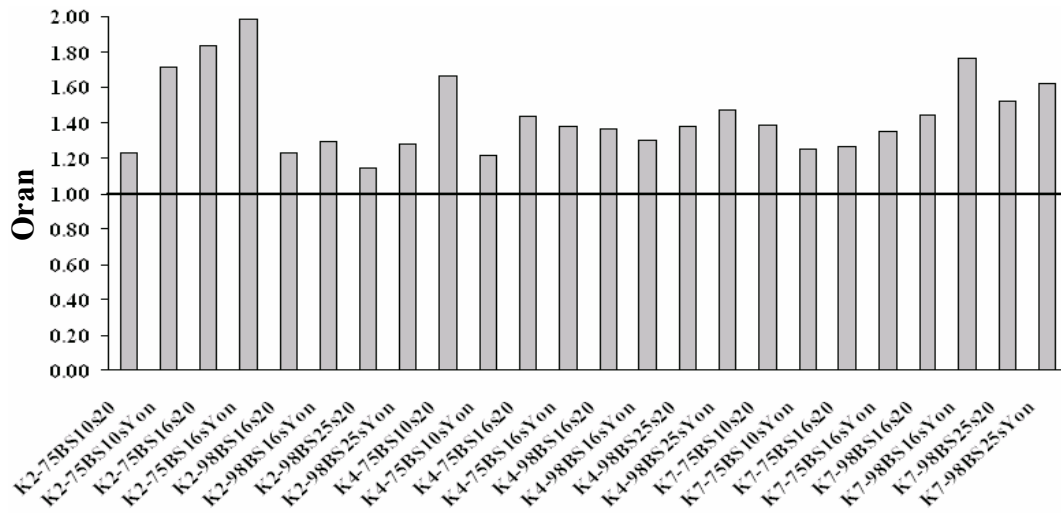
**Şekil 6.17** Yumuşak kat (YK) binaların Talep/Kapasite oranlarının referans (Ref) binalara oranı-x yönü



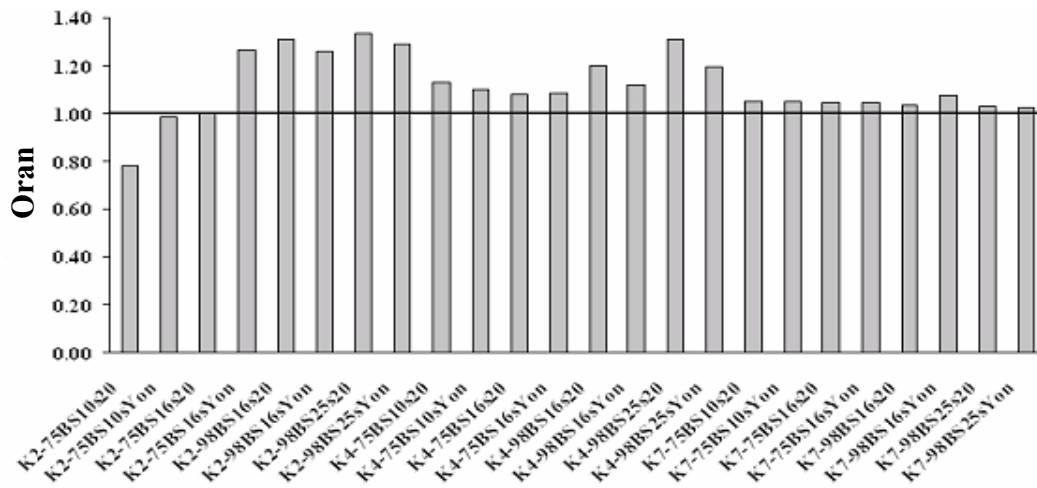
**Şekil 6.18** Yumuşak kat (YK) binaların Talep/Kapasite oranlarının referans (Ref) binalara oranı-y yönü



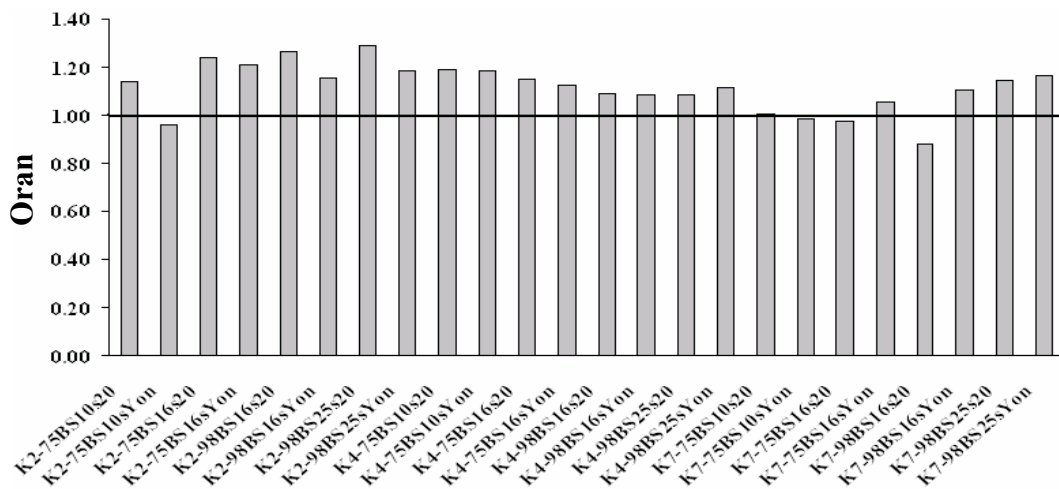
**Şekil 6.19** Duvarlı yumuşak kat (YK-Dvar) binaların Talep/Kapasite oranlarının duvarlı referans (Ref-Dvar) binalara oranı-x yönü



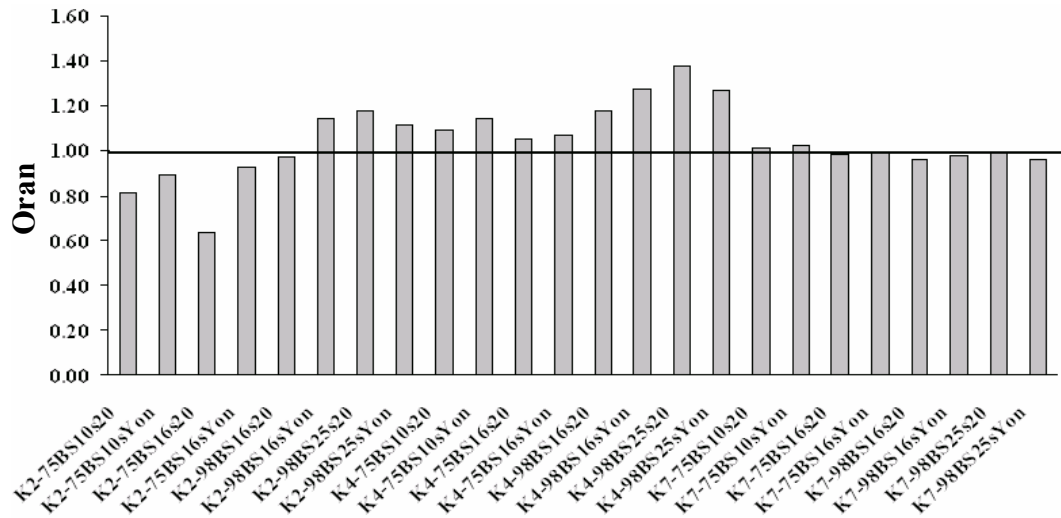
Şekil 6.20 Duvarlı yumuşak kat (YK-Dvar) binaların Talep/Kapasite oranlarının duvarlı referans (Ref-Dvar) binalara oranı-y yönü



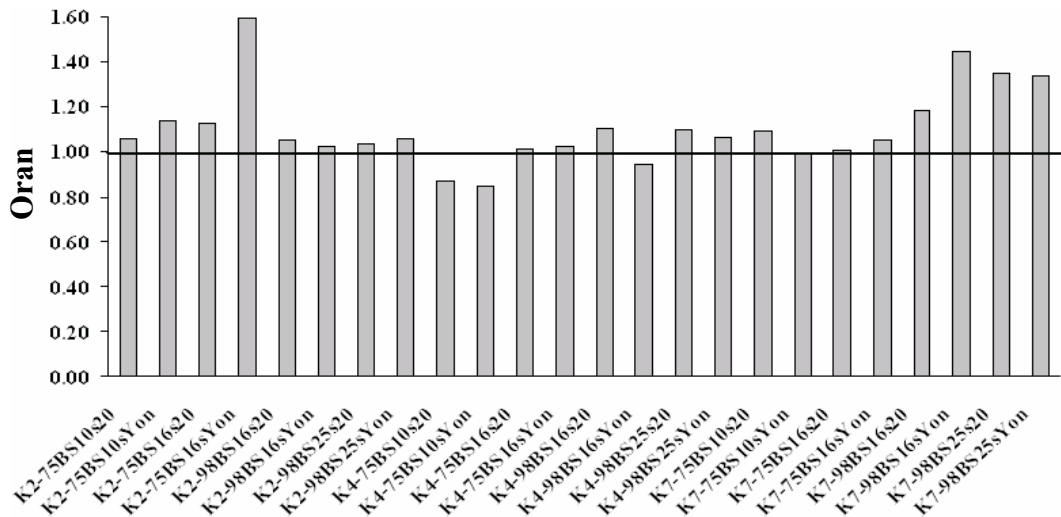
Şekil 6.21 Kapalı çıkmalı (KC) binaların Talep/Kapasite oranlarının referans (Ref) binalara oranı-x yönü



Şekil 6.22 Kapalı çıkmalı (KC) binaların Talep/Kapasite oranlarının referans (Ref) binalara oranı-y yönü



**Şekil 6.23** Duvarlı kapalı çıkmalı (KC-Dvar) binaların Talep/Kapasite oranlarının duvarlı referans (Ref-Dvar) binalara oranı-x yönü



**Şekil 6.24** Duvarlı kapalı çıkmalı (KC-Dvar) binaların Talep/Kapasite oranlarının duvarlı referans (Ref-Dvar) binalara oranı-y yönü

Binaların yer değiştirme taleplerinin yer değiştirme kapasitelerine bölünmesiyle Talep/Kapasite oranları elde edilmiş ve referans binalara göre durumları incelenerek aşağıdaki sonuçlara ulaşılmıştır (Şekil 6.11-6.24);

- Duvar dayanımının dikkate alındığı binaların duvar dayanımının dikkate alınmadığı binalara göre dayanımı yüksek olduğu için yer değiştirme talepleri düşüktür, yer değiştirme kapasiteleri ise artıp azalabilmektedir. Yer değiştirme talebindeki azalma yer değiştirme kapasitesinin değişiminden fazla olduğu için duvar dayanımının dikkate alındığı binalarda talep/kapasite



oranları düşük çıkmaktadır. Duvarlı referans binaların talep/kapasite oranları referans binalara göre %12 daha az çıkmaktadır.

2 katlı binalar 4 ve 7 katlı binalara göre daha küçük boyutlu elemanlara sahip olması ve her kata aynı oranda duvar yapılmasından dolayı duvarın yapısal davranışa etkisi 2 katlı binalarda daha fazla görülür.

- Aynı moment kapasitesine sahip iki kolondan net boyu daha uzun olan statik denge kuralları gereği daha küçük kesme kuvvetleri altında moment kapasitesine ulaşacaktır. Bu sebeple yumuşak katlı binaların yatay yük taşıma kapasitesi referans binalara göre düşüktür. Zemin kat kolonlarının dayanımının düşük olması sebebiyle yer değiştirme kapasitesi için göz önüne alınan CG seviyesine referans binalara göre daha düşük yer değiştirme değerlerinde ulaşılmaktadır. Bu da yumuşak katlı binaların yer değiştirme kapasitelerinin referans binalara göre düşük çıkması anlamına gelmektedir. Ayrıca yumuşak katlı binalarda periyodun fazla olması yer değiştirme talebini artırıcı yönde etkilemektedir. Yumuşak katlı binaların yer değiştirme kapasitelerinin düşük yer değiştirme taleplerinin yüksek olması referans binalara göre talep/kapasite oranlarının yüksek çıkması anlamına gelmektedir. Bu da deprem açısından yapı için istenilen bir durum değildir. Yumuşak katlı binaların talep/kapasite oranları referans binalara göre %37 daha fazla çıkmaktadır. Duvarlı yumuşak katlı binaların talep/kapasite oranları ise duvarlı referans binalara göre %45 daha fazla çıkmaktadır.
- Dış kolonlara eklenen çıkmalar sebebiyle düşey yükten kolonlara gelen moment payı düşeceği için depremlili yüklem durumu için kalan moment payı artacaktır. Bu da kiriş kaldırılmayan yönde yer değiştirme kapasitesinin artmasına sebep olacaktır.

Eksenel yükün artmasıyla çıkmaların eklendiği dış kolonların dayanımındaki artış güçlü kolon-zayıf kiriş davranışına olan eğilimi artıracaktır. Böylece önce kirişler hasar görecektir daha sonra kolonlar akacağı için yer değiştirme kapasitesi artacaktır.

Etrafındaki kirişleri kaldırılan kolonlara karşı koyacak elemanlar azalacağı için yer değiştirme kapasitesi için göz önüne alınan CG seviyesine referans

binalara göre daha yüksek yer değiştirme değerlerinde ulaşılacaktır. Bu da kiriş kaldırılan yönde kapalı çıkmalı binaların yer değiştirme kapasitesinin referans binalara göre daha yüksek çıkacağı anlamına gelmektedir.

Yukarıda üç durumda yer değiştirme kapasitesinin artması talep/kapasite oranının düşmesi yönünde olacağına işaret etmektedir. Kapalı çıkmaya sahip binaların talep/kapasite oranları referans binalara göre %12 daha fazla çıkmaktadır. Duvarlı kapalı çıkmaya sahip binaların talep/kapasite oranları ise duvarlı referans binalara göre %7 daha fazla çıkmaktadır.

ıkmaların eklendiği kolonların eksenel yükü arttığı için sünekliği azalacaktır ve dolayısıyla yer değiştirme kapasitesi düşecektir. Bu da talep/kapasite oranının artması anlamına gelmektedir.

### **6.3.Zaman Tanım Alanında Doğrusal Olmayan Analiz ve Talep-Kapasite İlişkisi**

Performansa dayalı yapı tasarımında esas olan temel yaklaşım, yapısal ve yapısal olmayan elemanlardaki yatay yer değiştirmelerin sınırlandırılıp deprem hasarlarını kontrol edilmesidir. Son yıllarda yayımlanan uluslararası yönergelerden ATC-40 (1996), FEMA-356 (2000), FEMA-440 (2005) deprem etkisi altındaki yapılarda maksimum yer değiştirme taleplerinin hesaplaması için farklı doğrusal olmayan (nonlinear) yöntemler geliştirilmiştir. Bu yöntemlerde, bir yapıdaki doğrusal olmayan yer değiştirme talebi, Eşdeğer Tek Serbestlik Dereceli (ESDOF) sistem davranışı kullanılarak elde edilmektedir.

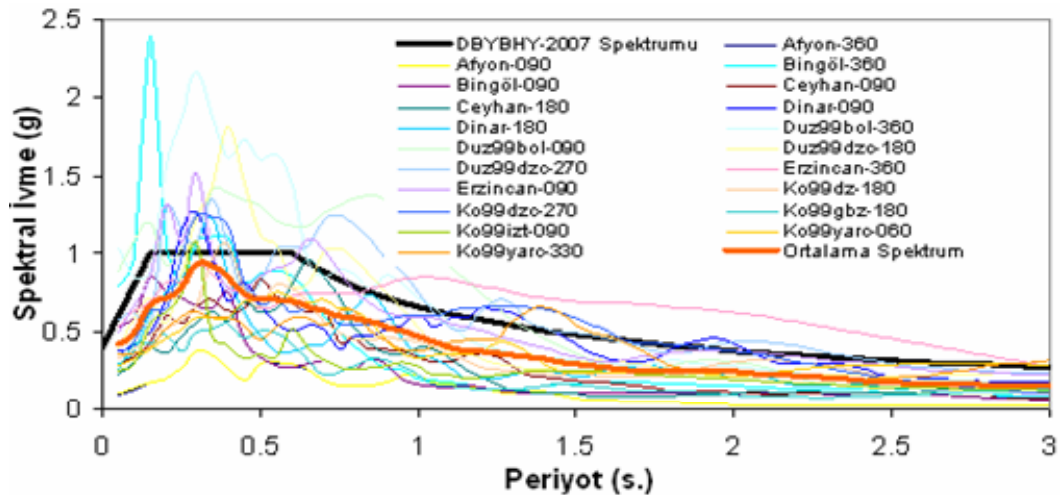
ATC-40 (1996) ve FEMA-356 (2000) dokümanlarında, artımsal statik itme analizinden elde edilen kapasite eğrilerinin mühendislik yaklaşımları kullanılarak iki doğrulu (bi-lineer) bir eğri haline getirilebileceğinden bahsedilmektedir. Her iki yönergede akma yer değiştirmesi benzer şekilde ifade edilirken, akma dayanım katsayıları farklılık göstermektedir. FEMA-440 (2005), önerilen bu yöntemlerinin performanslarını karşılaştırmış ve ATC-40 da verilen metodu önermiştir.

ATC-40 ile DBYBHY–2007'nin MDOF sistemin ESDOF sisteme dönüştürme işlemleri benzerlik göstermektedir. Bundan dolayı göz önüne alınan depremlerin zaman tanım alanında doğrusal olmayan analiz yöntemini kullanarak yer değiştirme

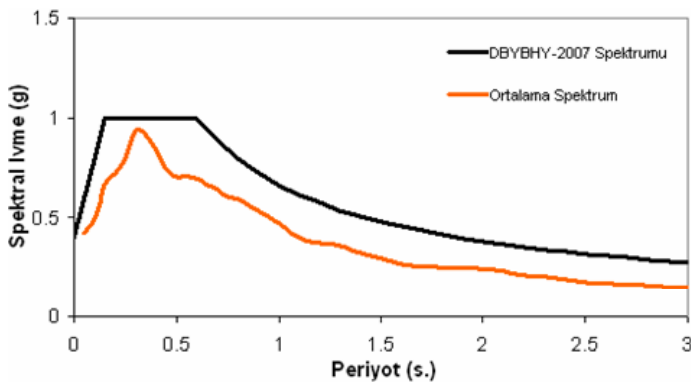
taleplerinin hesabında, DBYBHY-2007'deki yöntemler kullanılarak tüm modellere ait kapasite eğrileri ESDOF sistem olarak idealize edilmiştir.

### 6.3.1.Yer değiştirme taleplerinin bulunması

Hazırlanan tüm binalar son 20 yılda ülkemizde yaşanan yıkıcı depremlerden seçilen ivme kayıtları kullanılarak Bispec programı ile zaman tanım alanında doğrusal olmayan dinamik analize tabi tutulmuş ve bu binalara ait yer değiştirme talepleri bulunmuştur. Tüm binalara ait yer değiştirme taleplerinin değerleri her bir deprem kaydı için ayrı ayrı hesaplanıp Tablo 6.13-6.18'de verilmiştir. Daha sonra bu modellerin her bir deprem kaydı için hesaplanan yer değiştirme talepleri değerlerinin ortalaması verilmiştir. (Tablo 6.19). Bu yer değiştirme talepleri bina yüksekliğine bölünüp yüzdesi alınarak ifade edilmiştir. İvme kayıtları deprem seviyesine göre ayrılmasına rağmen, göz önüne alınan ivme kayıtlarının ortalama spektrumları, DBYBHY-2007 (2007) de tanımlanan talep spektrumundan daha düşüktür (Şekil 6.25-6.26).



Şekil 6.25 Depremlerin ivme kayıtları



Şekil 6.26 %5 sönüm oranı için deprem ivme kayıtlarına ait ortalama spektrum

**Tablo 6.13** Referans (Ref) binalara ait zaman tanım alanında analiz yer değiştirme talepleri

Model Adı	Yön	AFYON 000	AFYON 090	BNG000	BNG090	CEYHAN 090	CEYHAN 180	DINAR 090	DINAR 180	DU99BoI 000	DU99BoI 090
K2-75BS10s20	X	0.162	0.129	0.468	0.340	0.304	0.494	0.498	0.540	1.343	1.561
K2-75BS10s20	Y	0.165	0.138	0.496	0.378	0.345	0.516	0.468	0.554	1.276	1.653
K2-75BS10sYon	X	0.162	0.129	0.470	0.341	0.305	0.495	0.497	0.541	1.339	1.568
K2-75BS10sYon	Y	0.165	0.138	0.495	0.376	0.344	0.515	0.468	0.553	1.277	1.644
K2-75BS16s20	X	0.156	0.097	0.578	0.363	0.301	0.365	0.568	0.496	1.395	1.318
K2-75BS16s20	Y	0.157	0.098	0.576	0.360	0.298	0.368	0.538	0.505	1.341	1.415
K2-75BS16sYon	X	0.156	0.097	0.543	0.351	0.302	0.334	0.514	0.484	1.246	1.192
K2-75BS16sYon	Y	0.162	0.102	0.521	0.354	0.297	0.409	0.533	0.509	1.347	1.415
K2-98BS16s20	X	0.109	0.085	0.257	0.254	0.164	0.184	0.266	0.351	0.674	0.346
K2-98BS16s20	Y	0.118	0.097	0.274	0.290	0.195	0.216	0.263	0.372	0.822	0.358
K2-98BS16sYon	X	0.108	0.084	0.263	0.256	0.163	0.182	0.240	0.356	0.634	0.341
K2-98BS16sYon	Y	0.119	0.097	0.284	0.288	0.203	0.222	0.262	0.375	0.849	0.388
K2-98BS25s20	X	0.100	0.090	0.325	0.198	0.147	0.179	0.311	0.329	0.482	0.327
K2-98BS25s20	Y	0.107	0.091	0.304	0.233	0.160	0.183	0.308	0.359	0.664	0.393
K2-98BS25sYon	X	0.102	0.089	0.297	0.211	0.152	0.177	0.293	0.339	0.541	0.341
K2-98BS25sYon	Y	0.108	0.091	0.296	0.248	0.162	0.183	0.290	0.363	0.676	0.394
K4-75BS10s20	X	0.327	0.235	0.675	0.538	0.992	0.751	1.121	1.528	1.773	1.955
K4-75BS10s20	Y	0.316	0.254	0.713	0.518	0.900	0.763	1.089	1.525	1.609	1.940
K4-75BS10sYon	X	0.327	0.235	0.701	0.535	0.962	0.756	1.012	1.443	1.720	2.034
K4-75BS10sYon	Y	0.316	0.255	0.708	0.525	0.902	0.755	1.030	1.408	1.593	1.983
K4-75BS16s20	X	0.323	0.262	0.733	0.575	0.923	0.789	0.942	1.399	1.602	2.156
K4-75BS16s20	Y	0.291	0.222	0.728	0.669	0.779	0.929	0.798	1.270	1.480	2.096
K4-75BS16sYon	X	0.323	0.262	0.736	0.569	0.908	0.782	0.882	1.368	1.583	2.177
K4-75BS16sYon	Y	0.291	0.222	0.727	0.670	0.781	0.929	0.799	1.267	1.480	2.098
K4-98BS16s20	X	0.061	0.099	0.366	0.239	0.313	0.373	0.317	0.409	0.812	1.490
K4-98BS16s20	Y	0.065	0.115	0.318	0.277	0.267	0.418	0.364	0.446	0.676	1.443
K4-98BS16sYon	X	0.062	0.099	0.364	0.236	0.334	0.382	0.296	0.435	0.822	1.499
K4-98BS16sYon	Y	0.065	0.114	0.307	0.290	0.265	0.415	0.359	0.456	0.663	1.431
K4-98BS25s20	X	0.060	0.100	0.367	0.236	0.280	0.423	0.312	0.470	0.688	1.371
K4-98BS25s20	Y	0.067	0.130	0.356	0.282	0.242	0.435	0.370	0.452	0.480	1.277
K4-98BS25sYon	X	0.060	0.100	0.367	0.237	0.281	0.423	0.313	0.472	0.691	1.378
K4-98BS25sYon	Y	0.067	0.129	0.356	0.285	0.243	0.443	0.371	0.458	0.477	1.285
K7-75BS10s20	X	0.197	0.159	0.618	0.264	0.422	0.428	0.677	1.170	0.962	1.108
K7-75BS10s20	Y	0.182	0.138	0.572	0.310	0.349	0.493	0.628	1.080	0.934	1.150
K7-75BS10sYon	X	0.197	0.159	0.615	0.264	0.422	0.428	0.669	1.153	0.962	1.108
K7-75BS10sYon	Y	0.182	0.138	0.569	0.308	0.348	0.483	0.602	1.031	0.932	1.151
K7-75BS16s20	X	0.178	0.133	0.585	0.263	0.361	0.417	0.524	0.961	0.913	1.122
K7-75BS16s20	Y	0.173	0.133	0.540	0.323	0.372	0.519	0.497	0.992	0.889	1.165
K7-75BS16sYon	X	0.177	0.133	0.584	0.264	0.361	0.417	0.524	0.959	0.913	1.122
K7-75BS16sYon	Y	0.173	0.133	0.539	0.323	0.372	0.516	0.496	0.979	0.888	1.168
K7-98BS16s20	X	0.121	0.136	0.578	0.251	0.400	0.327	0.279	0.531	0.631	1.384
K7-98BS16s20	Y	0.107	0.151	0.585	0.207	0.428	0.340	0.267	0.510	0.583	1.225
K7-98BS16sYon	X	0.120	0.136	0.580	0.250	0.403	0.328	0.282	0.527	0.624	1.372
K7-98BS16sYon	Y	0.109	0.149	0.584	0.213	0.432	0.336	0.275	0.505	0.593	1.218
K7-98BS25s20	X	0.098	0.153	0.578	0.184	0.411	0.336	0.241	0.512	0.546	1.205
K7-98BS25s20	Y	0.089	0.150	0.551	0.166	0.412	0.305	0.227	0.496	0.601	1.059
K7-98BS25sYon	X	0.099	0.152	0.576	0.188	0.415	0.335	0.240	0.507	0.554	1.191
K7-98BS25sYon	Y	0.088	0.151	0.550	0.167	0.416	0.309	0.225	0.487	0.606	1.052

Tablo 6.13'ün devamı...

Model Adı	Yön	DU99DZC 180	DU99DZC 270	ERZ000	ERZ090	KO99DZC 180	KO99DZC 270	KO99Gbz 180	KO99Izm 090	KO99Yrm 060	KO99Yrm 330
K2-75BS10s20	X	0.649	0.954	0.977	1.196	0.412	0.756	0.274	0.325	0.406	0.547
K2-75BS10s20	Y	0.662	1.002	0.990	1.228	0.463	0.804	0.282	0.313	0.400	0.575
K2-75BS10sYon	X	0.650	0.958	0.978	1.202	0.414	0.760	0.275	0.323	0.405	0.548
K2-75BS10sYon	Y	0.663	0.996	0.985	1.218	0.460	0.798	0.281	0.313	0.402	0.572
K2-75BS16s20	X	0.663	0.852	0.870	1.081	0.351	0.701	0.261	0.307	0.331	0.465
K2-75BS16s20	Y	0.641	0.880	0.911	1.135	0.370	0.726	0.256	0.305	0.342	0.482
K2-75BS16sYon	X	0.609	0.763	0.788	0.940	0.333	0.644	0.266	0.331	0.316	0.435
K2-75BS16sYon	Y	0.647	0.874	0.911	1.132	0.353	0.711	0.269	0.310	0.345	0.495
K2-98BS16s20	X	0.327	0.419	0.448	0.293	0.201	0.313	0.119	0.241	0.169	0.204
K2-98BS16s20	Y	0.397	0.469	0.440	0.338	0.246	0.379	0.138	0.288	0.200	0.226
K2-98BS16sYon	X	0.312	0.385	0.416	0.300	0.197	0.315	0.119	0.238	0.168	0.201
K2-98BS16sYon	Y	0.407	0.458	0.428	0.352	0.255	0.394	0.146	0.288	0.210	0.226
K2-98BS25s20	X	0.278	0.443	0.420	0.249	0.151	0.222	0.128	0.176	0.162	0.167
K2-98BS25s20	Y	0.301	0.437	0.461	0.303	0.175	0.291	0.130	0.212	0.174	0.190
K2-98BS25sYon	X	0.288	0.435	0.440	0.263	0.161	0.251	0.127	0.191	0.167	0.177
K2-98BS25sYon	Y	0.310	0.434	0.448	0.314	0.181	0.306	0.128	0.220	0.174	0.194
K4-75BS10s20	X	0.910	1.476	2.754	4.193	0.905	1.448	0.817	0.811	1.436	0.944
K4-75BS10s20	Y	0.841	1.441	2.489	3.947	0.882	1.252	0.795	0.702	1.450	1.007
K4-75BS10sYon	X	0.919	1.321	2.355	3.957	0.878	1.452	0.822	0.791	1.302	0.914
K4-75BS10sYon	Y	0.838	1.387	2.346	3.796	0.877	1.222	0.791	0.694	1.337	1.015
K4-75BS16s20	X	0.866	1.423	2.218	3.650	0.867	1.145	0.797	0.622	1.220	1.102
K4-75BS16s20	Y	0.851	1.334	2.107	3.432	0.813	0.982	0.704	0.487	1.112	1.140
K4-75BS16sYon	X	0.869	1.345	2.209	3.578	0.858	1.154	0.801	0.625	1.169	1.101
K4-75BS16sYon	Y	0.850	1.333	2.104	3.426	0.815	0.980	0.702	0.488	1.112	1.140
K4-98BS16s20	X	0.798	0.895	0.728	0.726	0.532	0.489	0.275	0.236	0.408	0.297
K4-98BS16s20	Y	0.667	0.760	0.674	0.743	0.601	0.525	0.277	0.187	0.452	0.301
K4-98BS16sYon	X	0.805	0.892	0.715	0.704	0.549	0.495	0.279	0.241	0.411	0.296
K4-98BS16sYon	Y	0.673	0.732	0.659	0.714	0.614	0.512	0.284	0.188	0.452	0.298
K4-98BS25s20	X	0.733	0.715	0.659	0.655	0.618	0.468	0.279	0.203	0.442	0.342
K4-98BS25s20	Y	0.500	0.652	0.555	0.627	0.480	0.608	0.226	0.201	0.338	0.304
K4-98BS25sYon	X	0.738	0.719	0.661	0.658	0.621	0.468	0.279	0.203	0.444	0.343
K4-98BS25sYon	Y	0.507	0.650	0.557	0.627	0.491	0.613	0.230	0.201	0.347	0.303
K7-75BS10s20	X	0.561	0.919	1.309	2.734	0.574	1.121	0.583	0.430	0.982	0.742
K7-75BS10s20	Y	0.473	0.888	1.363	2.674	0.424	0.945	0.511	0.291	0.983	0.737
K7-75BS10sYon	X	0.559	0.913	1.309	2.724	0.572	1.119	0.582	0.430	0.970	0.738
K7-75BS10sYon	Y	0.472	0.873	1.356	2.639	0.424	0.943	0.510	0.293	0.944	0.736
K7-75BS16s20	X	0.493	0.865	1.291	2.568	0.451	1.011	0.512	0.292	0.834	0.726
K7-75BS16s20	Y	0.459	0.859	1.330	2.454	0.472	0.814	0.388	0.302	0.752	0.831
K7-75BS16sYon	X	0.493	0.864	1.291	2.566	0.450	1.009	0.511	0.291	0.832	0.727
K7-75BS16sYon	Y	0.459	0.857	1.329	2.443	0.474	0.810	0.387	0.301	0.741	0.829
K7-98BS16s20	X	0.854	0.799	0.852	1.204	0.448	0.462	0.194	0.283	0.361	0.436
K7-98BS16s20	Y	0.852	0.796	0.765	1.089	0.439	0.509	0.229	0.314	0.394	0.422
K7-98BS16sYon	X	0.858	0.798	0.845	1.192	0.446	0.465	0.194	0.284	0.367	0.433
K7-98BS16sYon	Y	0.858	0.798	0.760	1.078	0.439	0.515	0.227	0.314	0.409	0.426
K7-98BS25s20	X	0.814	0.768	0.750	1.073	0.429	0.489	0.234	0.274	0.351	0.402
K7-98BS25s20	Y	0.749	0.757	0.668	0.948	0.425	0.512	0.249	0.253	0.358	0.378
K7-98BS25sYon	X	0.816	0.769	0.745	1.064	0.426	0.494	0.233	0.291	0.363	0.406
K7-98BS25sYon	Y	0.749	0.759	0.666	0.943	0.423	0.516	0.248	0.249	0.368	0.381

**Tablo 6.14** Duvarlı referans (Ref-Dvar) binalara ait zaman tanım alanında analiz yer değiştirme talepleri

Model Adı	Yön	AFYON 000	AFYON 090	BNG000	BNG090	CEYHAN 090	CEYHAN 180	DINAR 090	DINAR 180	DU99BoI 000	DU99BoI 090
K2-75BS10s20	X	0.090	0.071	0.233	0.231	0.135	0.151	0.220	0.309	0.636	0.282
K2-75BS10s20	Y	0.094	0.077	0.254	0.227	0.168	0.155	0.203	0.305	0.592	0.424
K2-75BS10sYon	X	0.084	0.075	0.284	0.157	0.122	0.151	0.308	0.283	0.532	0.327
K2-75BS10sYon	Y	0.093	0.076	0.244	0.227	0.161	0.150	0.202	0.304	0.594	0.388
K2-75BS16s20	X	0.085	0.075	0.277	0.156	0.124	0.151	0.308	0.287	0.558	0.342
K2-75BS16s20	Y	0.090	0.071	0.225	0.223	0.136	0.154	0.206	0.297	0.580	0.272
K2-75BS16sYon	X	0.084	0.075	0.283	0.158	0.122	0.152	0.310	0.282	0.537	0.337
K2-75BS16sYon	Y	0.086	0.073	0.241	0.179	0.128	0.148	0.238	0.289	0.545	0.328
K2-98BS16s20	X	0.105	0.097	0.396	0.203	0.140	0.191	0.297	0.314	0.542	0.300
K2-98BS16s20	Y	0.108	0.097	0.358	0.212	0.158	0.194	0.348	0.362	0.545	0.366
K2-98BS16sYon	X	0.094	0.096	0.483	0.187	0.112	0.161	0.221	0.285	0.449	0.255
K2-98BS16sYon	Y	0.104	0.097	0.439	0.203	0.129	0.187	0.348	0.324	0.495	0.329
K2-98BS25s20	X	0.090	0.097	0.481	0.182	0.109	0.156	0.210	0.269	0.441	0.244
K2-98BS25s20	Y	0.103	0.097	0.447	0.201	0.123	0.183	0.308	0.322	0.502	0.306
K2-98BS25sYon	X	0.088	0.097	0.508	0.178	0.107	0.153	0.205	0.267	0.482	0.246
K2-98BS25sYon	Y	0.099	0.097	0.477	0.195	0.115	0.170	0.266	0.311	0.492	0.293
K4-75BS10s20	X	0.228	0.205	0.728	0.394	0.671	0.563	0.630	1.197	1.252	2.043
K4-75BS10s20	Y	0.116	0.145	0.740	0.201	0.659	0.384	0.316	0.855	0.852	2.038
K4-75BS10sYon	X	0.228	0.205	0.728	0.394	0.667	0.564	0.628	1.186	1.251	2.048
K4-75BS10sYon	Y	0.122	0.181	0.785	0.212	0.653	0.423	0.389	0.928	0.926	2.062
K4-75BS16s20	X	0.217	0.203	0.746	0.389	0.603	0.463	0.587	0.867	1.163	2.130
K4-75BS16s20	Y	0.117	0.150	0.745	0.201	0.665	0.370	0.337	0.822	0.865	2.013
K4-75BS16sYon	X	0.212	0.203	0.749	0.393	0.594	0.447	0.577	0.869	1.157	2.125
K4-75BS16sYon	Y	0.117	0.148	0.744	0.201	0.674	0.366	0.333	0.820	0.885	2.017
K4-98BS16s20	X	0.060	0.100	0.406	0.263	0.290	0.432	0.322	0.492	0.622	1.368
K4-98BS16s20	Y	0.068	0.131	0.413	0.250	0.280	0.381	0.356	0.397	0.596	1.186
K4-98BS16sYon	X	0.061	0.103	0.405	0.278	0.290	0.441	0.331	0.493	0.616	1.425
K4-98BS16sYon	Y	0.068	0.130	0.409	0.255	0.282	0.375	0.349	0.384	0.596	1.154
K4-98BS25s20	X	0.063	0.114	0.365	0.306	0.308	0.412	0.348	0.461	0.478	1.347
K4-98BS25s20	Y	0.078	0.116	0.495	0.305	0.233	0.355	0.291	0.305	0.528	1.037
K4-98BS25sYon	X	0.064	0.118	0.328	0.311	0.295	0.416	0.339	0.438	0.490	1.238
K4-98BS25sYon	Y	0.078	0.117	0.494	0.304	0.234	0.354	0.293	0.306	0.529	1.042
K7-75BS10s20	X	0.161	0.137	0.541	0.243	0.390	0.491	0.518	1.136	0.863	1.115
K7-75BS10s20	Y	0.139	0.126	0.468	0.228	0.385	0.341	0.432	0.906	0.776	1.112
K7-75BS10sYon	X	0.161	0.137	0.539	0.244	0.392	0.491	0.515	1.130	0.863	1.118
K7-75BS10sYon	Y	0.139	0.126	0.467	0.230	0.388	0.338	0.431	0.908	0.777	1.117
K7-75BS16s20	X	0.140	0.136	0.550	0.249	0.393	0.319	0.513	1.098	0.853	1.137
K7-75BS16s20	Y	0.115	0.123	0.476	0.256	0.375	0.264	0.390	0.861	0.762	1.164
K7-75BS16sYon	X	0.140	0.136	0.549	0.250	0.394	0.318	0.513	1.100	0.853	1.138
K7-75BS16sYon	Y	0.115	0.123	0.476	0.254	0.370	0.264	0.388	0.831	0.758	1.170
K7-98BS16s20	X	0.099	0.152	0.566	0.187	0.424	0.326	0.241	0.505	0.609	1.161
K7-98BS16s20	Y	0.093	0.155	0.556	0.177	0.430	0.316	0.232	0.491	0.622	1.074
K7-98BS16sYon	X	0.099	0.152	0.562	0.188	0.432	0.322	0.244	0.502	0.650	1.153
K7-98BS16sYon	Y	0.091	0.154	0.552	0.174	0.426	0.315	0.228	0.480	0.613	1.052
K7-98BS25s20	X	0.087	0.137	0.534	0.156	0.410	0.294	0.218	0.463	0.609	1.028
K7-98BS25s20	Y	0.088	0.128	0.524	0.153	0.411	0.291	0.222	0.435	0.616	0.981
K7-98BS25sYon	X	0.087	0.136	0.530	0.156	0.415	0.295	0.213	0.451	0.616	1.010
K7-98BS25sYon	Y	0.088	0.130	0.521	0.154	0.414	0.297	0.227	0.426	0.621	0.965

Tablo 6.14'ün devamı...

Model Adı	Yön	DU99DZC 180	DU99DZC 270	ERZ000	ERZ090	KO99DZC 180	KO99DZC 270	KO99Gbz 180	KO99Izm 090	KO99Yrm 060	KO99Yrm 330
K2-75BS10s20	X	0.271	0.433	0.333	0.311	0.163	0.272	0.101	0.173	0.141	0.169
K2-75BS10s20	Y	0.269	0.403	0.350	0.367	0.220	0.319	0.108	0.185	0.156	0.205
K2-75BS10sYon	X	0.194	0.404	0.370	0.246	0.126	0.195	0.107	0.148	0.135	0.140
K2-75BS10sYon	Y	0.270	0.395	0.342	0.355	0.213	0.315	0.105	0.186	0.152	0.197
K2-75BS16s20	X	0.197	0.420	0.368	0.257	0.128	0.207	0.107	0.149	0.136	0.142
K2-75BS16s20	Y	0.259	0.381	0.311	0.320	0.174	0.288	0.098	0.175	0.139	0.174
K2-75BS16sYon	X	0.189	0.408	0.357	0.254	0.125	0.195	0.107	0.147	0.135	0.139
K2-75BS16sYon	Y	0.214	0.381	0.306	0.323	0.143	0.280	0.103	0.155	0.140	0.158
K2-98BS16s20	X	0.263	0.489	0.361	0.236	0.145	0.201	0.127	0.168	0.160	0.157
K2-98BS16s20	Y	0.287	0.485	0.478	0.275	0.162	0.240	0.138	0.190	0.174	0.180
K2-98BS16sYon	X	0.199	0.499	0.381	0.215	0.140	0.192	0.097	0.140	0.126	0.125
K2-98BS16sYon	Y	0.218	0.524	0.469	0.249	0.135	0.197	0.118	0.155	0.152	0.144
K2-98BS25s20	X	0.186	0.485	0.366	0.211	0.137	0.189	0.101	0.136	0.124	0.122
K2-98BS25s20	Y	0.222	0.518	0.432	0.236	0.137	0.195	0.112	0.154	0.146	0.139
K2-98BS25sYon	X	0.178	0.530	0.390	0.210	0.134	0.187	0.103	0.133	0.123	0.120
K2-98BS25sYon	Y	0.198	0.553	0.444	0.232	0.141	0.195	0.099	0.148	0.133	0.130
K4-75BS10s20	X	1.049	1.236	1.888	2.850	0.794	0.617	0.356	0.398	0.729	1.025
K4-75BS10s20	Y	1.341	1.577	1.170	1.844	0.596	0.694	0.400	0.401	0.362	0.443
K4-75BS10sYon	X	1.050	1.235	1.884	2.836	0.790	0.616	0.355	0.398	0.725	1.023
K4-75BS10sYon	Y	1.316	1.641	1.214	1.929	0.668	0.707	0.410	0.324	0.451	0.502
K4-75BS16s20	X	0.919	1.232	1.687	2.406	0.712	0.608	0.344	0.404	0.577	0.875
K4-75BS16s20	Y	1.284	1.515	1.117	1.739	0.592	0.694	0.377	0.398	0.356	0.450
K4-75BS16sYon	X	0.912	1.233	1.685	2.396	0.714	0.603	0.339	0.405	0.565	0.858
K4-75BS16sYon	Y	1.284	1.548	1.112	1.732	0.589	0.695	0.376	0.405	0.358	0.447
K4-98BS16s20	X	0.777	0.592	0.583	0.572	0.630	0.427	0.265	0.192	0.504	0.331
K4-98BS16s20	Y	0.428	0.645	0.603	0.514	0.300	0.465	0.217	0.192	0.230	0.297
K4-98BS16sYon	X	0.845	0.579	0.571	0.567	0.638	0.410	0.261	0.188	0.530	0.318
K4-98BS16sYon	Y	0.424	0.627	0.592	0.503	0.295	0.460	0.217	0.192	0.230	0.288
K4-98BS25s20	X	0.681	0.526	0.590	0.525	0.592	0.503	0.268	0.180	0.416	0.285
K4-98BS25s20	Y	0.405	0.688	0.631	0.479	0.370	0.392	0.194	0.181	0.216	0.257
K4-98BS25sYon	X	0.564	0.536	0.536	0.530	0.546	0.534	0.261	0.186	0.361	0.278
K4-98BS25sYon	Y	0.407	0.691	0.632	0.479	0.370	0.394	0.195	0.182	0.216	0.257
K7-75BS10s20	X	0.529	0.893	1.343	2.484	0.583	0.712	0.286	0.309	0.793	0.851
K7-75BS10s20	Y	0.546	0.789	1.238	2.011	0.578	0.460	0.206	0.260	0.485	0.706
K7-75BS10sYon	X	0.532	0.891	1.345	2.478	0.585	0.703	0.283	0.306	0.785	0.850
K7-75BS10sYon	Y	0.552	0.789	1.240	2.005	0.577	0.448	0.213	0.259	0.485	0.701
K7-75BS16s20	X	0.588	0.913	1.355	2.334	0.657	0.599	0.194	0.307	0.544	0.824
K7-75BS16s20	Y	0.603	0.813	1.225	1.853	0.573	0.415	0.177	0.263	0.341	0.642
K7-75BS16sYon	X	0.589	0.913	1.356	2.334	0.657	0.597	0.195	0.306	0.543	0.823
K7-75BS16sYon	Y	0.595	0.805	1.210	1.827	0.564	0.421	0.177	0.264	0.337	0.632
K7-98BS16s20	X	0.813	0.798	0.727	1.046	0.434	0.513	0.234	0.311	0.385	0.406
K7-98BS16s20	Y	0.774	0.778	0.682	0.967	0.420	0.526	0.243	0.279	0.394	0.395
K7-98BS16sYon	X	0.820	0.824	0.720	1.043	0.441	0.526	0.235	0.322	0.398	0.405
K7-98BS16sYon	Y	0.760	0.763	0.670	0.944	0.420	0.524	0.243	0.267	0.391	0.390
K7-98BS25s20	X	0.720	0.751	0.638	0.907	0.415	0.497	0.249	0.247	0.335	0.353
K7-98BS25s20	Y	0.689	0.726	0.604	0.837	0.411	0.463	0.251	0.272	0.334	0.338
K7-98BS25sYon	X	0.712	0.750	0.627	0.890	0.413	0.491	0.249	0.249	0.339	0.349
K7-98BS25sYon	Y	0.682	0.725	0.597	0.825	0.409	0.457	0.251	0.273	0.342	0.340

**Tablo 6.15** Yumuşak katlı (YK) binalara ait zaman tanım alanında analiz yer değiştirme talepleri

Model Adı	Yön	AFYON 000	AFYON 090	BNG000	BNG090	CEYHAN 090	CEYHAN 180	DINAR 090	DINAR 180	DU99BoI 000	DU99BoI 090
K2-75BS10s20	X	0.104	0.161	0.807	0.263	0.371	0.395	0.410	0.478	0.754	1.984
K2-75BS10s20	Y	0.106	0.164	0.650	0.266	0.354	0.382	0.408	0.393	0.711	1.809
K2-75BS10sYon	X	0.104	0.161	0.800	0.269	0.373	0.389	0.416	0.475	0.772	1.997
K2-75BS10sYon	Y	0.106	0.164	0.649	0.266	0.353	0.383	0.410	0.393	0.713	1.805
K2-75BS16s20	X	0.114	0.137	0.723	0.295	0.370	0.459	0.420	0.512	0.605	1.716
K2-75BS16s20	Y	0.116	0.143	0.632	0.285	0.363	0.402	0.371	0.400	0.604	1.597
K2-75BS16sYon	X	0.113	0.136	0.701	0.295	0.371	0.447	0.421	0.501	0.610	1.721
K2-75BS16sYon	Y	0.116	0.143	0.632	0.284	0.363	0.400	0.371	0.400	0.605	1.598
K2-98BS16s20	X	0.119	0.141	0.493	0.357	0.271	0.325	0.357	0.344	0.842	0.928
K2-98BS16s20	Y	0.126	0.170	0.578	0.453	0.274	0.374	0.409	0.363	0.802	1.119
K2-98BS16sYon	X	0.118	0.135	0.485	0.340	0.272	0.323	0.361	0.345	0.879	0.910
K2-98BS16sYon	Y	0.126	0.171	0.601	0.451	0.275	0.383	0.410	0.367	0.803	1.159
K2-98BS25s20	X	0.113	0.105	0.470	0.268	0.269	0.316	0.370	0.337	0.888	0.748
K2-98BS25s20	Y	0.120	0.131	0.432	0.282	0.265	0.345	0.341	0.362	0.764	0.977
K2-98BS25sYon	X	0.112	0.102	0.469	0.260	0.260	0.314	0.369	0.337	0.900	0.742
K2-98BS25sYon	Y	0.120	0.135	0.482	0.318	0.265	0.337	0.350	0.358	0.918	0.975
K4-75BS10s20	X	0.244	0.148	0.543	0.463	1.044	0.678	0.753	2.098	1.883	1.427
K4-75BS10s20	Y	0.255	0.146	0.525	0.437	1.019	0.615	0.686	2.542	1.764	1.417
K4-75BS10sYon	X	0.244	0.148	0.543	0.463	1.062	0.681	0.772	2.610	1.905	1.407
K4-75BS10sYon	Y	0.255	0.146	0.519	0.437	1.002	0.612	0.680	1.974	1.737	1.444
K4-75BS16s20	X	0.271	0.154	0.563	0.443	0.970	0.730	0.700	2.594	1.804	1.492
K4-75BS16s20	Y	0.274	0.162	0.618	0.417	0.706	0.612	0.855	1.895	1.657	1.517
K4-75BS16sYon	X	0.271	0.154	0.574	0.443	0.953	0.631	0.691	1.633	1.733	1.580
K4-75BS16sYon	Y	0.274	0.162	0.635	0.417	0.730	0.618	0.838	1.508	1.615	1.559
K4-98BS16s20	X	0.116	0.139	0.743	0.214	0.549	0.364	0.329	0.605	0.854	1.626
K4-98BS16s20	Y	0.065	0.099	0.534	0.225	0.358	0.337	0.302	0.504	0.874	1.643
K4-98BS16sYon	X	0.114	0.136	0.732	0.214	0.540	0.356	0.321	0.599	0.845	1.639
K4-98BS16sYon	Y	0.069	0.101	0.536	0.233	0.361	0.353	0.279	0.539	0.905	1.649
K4-98BS25s20	X	0.090	0.112	0.625	0.252	0.468	0.375	0.320	0.524	0.857	1.619
K4-98BS25s20	Y	0.056	0.092	0.389	0.220	0.283	0.329	0.322	0.389	0.813	1.507
K4-98BS25sYon	X	0.091	0.112	0.626	0.252	0.469	0.374	0.320	0.524	0.854	1.616
K4-98BS25sYon	Y	0.056	0.092	0.392	0.219	0.284	0.331	0.323	0.391	0.814	1.509
K7-75BS10s20	X	0.184	0.131	0.591	0.280	0.495	0.450	1.094	1.956	0.982	1.042
K7-75BS10s20	Y	0.190	0.148	0.636	0.290	0.462	0.433	0.955	1.836	1.029	1.063
K7-75BS10sYon	X	0.182	0.131	0.538	0.272	0.481	0.444	0.805	1.242	0.975	1.018
K7-75BS10sYon	Y	0.191	0.148	0.611	0.295	0.452	0.442	0.834	1.463	0.960	1.054
K7-75BS16s20	X	0.173	0.152	0.586	0.240	0.384	0.396	0.672	1.126	0.915	1.043
K7-75BS16s20	Y	0.183	0.144	0.601	0.239	0.357	0.412	0.665	1.123	0.904	1.073
K7-75BS16sYon	X	0.173	0.152	0.587	0.240	0.385	0.396	0.673	1.130	0.915	1.043
K7-75BS16sYon	Y	0.183	0.144	0.602	0.239	0.356	0.411	0.669	1.133	0.904	1.073
K7-98BS16s20	X	0.102	0.104	0.407	0.201	0.319	0.254	0.307	0.457	0.594	1.146
K7-98BS16s20	Y	0.123	0.126	0.532	0.264	0.373	0.316	0.293	0.555	0.702	1.442
K7-98BS16sYon	X	0.102	0.104	0.409	0.200	0.319	0.255	0.303	0.454	0.593	1.150
K7-98BS16sYon	Y	0.123	0.126	0.535	0.262	0.371	0.312	0.290	0.551	0.698	1.444
K7-98BS25s20	X	0.100	0.103	0.435	0.223	0.293	0.257	0.224	0.447	0.555	1.146
K7-98BS25s20	Y	0.115	0.131	0.560	0.238	0.381	0.311	0.269	0.518	0.610	1.346
K7-98BS25sYon	X	0.100	0.103	0.437	0.221	0.293	0.261	0.224	0.445	0.557	1.154
K7-98BS25sYon	Y	0.116	0.131	0.561	0.240	0.383	0.313	0.271	0.515	0.606	1.341



Tablo 6.15'in devamı...

Model Adı	Yön	DU99DZC 180	DU99DZC 270	ERZ000	ERZ090	KO99DZC 180	KO99DZC 270	KO99Gbz 180	KO99lzm 090	KO99Yrm 060	KO99Yrm 330
K2-75BS10s20	X	0.563	1.535	1.065	1.494	0.368	0.595	0.250	0.255	0.296	0.698
K2-75BS10s20	Y	0.545	1.236	0.987	1.294	0.377	0.613	0.250	0.253	0.330	0.564
K2-75BS10sYon	X	0.568	1.558	1.081	1.521	0.371	0.597	0.252	0.252	0.297	0.706
K2-75BS10sYon	Y	0.547	1.236	0.988	1.293	0.379	0.614	0.251	0.251	0.332	0.560
K2-75BS16s20	X	0.482	1.381	0.996	1.361	0.445	0.411	0.231	0.262	0.328	0.636
K2-75BS16s20	Y	0.509	1.149	0.932	1.181	0.450	0.452	0.238	0.245	0.297	0.563
K2-75BS16sYon	X	0.487	1.331	1.003	1.369	0.438	0.424	0.231	0.261	0.324	0.637
K2-75BS16sYon	Y	0.509	1.150	0.934	1.184	0.449	0.453	0.238	0.246	0.297	0.564
K2-98BS16s20	X	0.521	0.651	0.540	0.526	0.354	0.510	0.210	0.298	0.255	0.301
K2-98BS16s20	Y	0.519	0.831	0.680	0.616	0.459	0.494	0.282	0.283	0.287	0.373
K2-98BS16sYon	X	0.516	0.635	0.542	0.526	0.341	0.501	0.199	0.302	0.251	0.298
K2-98BS16sYon	Y	0.520	0.872	0.714	0.641	0.476	0.477	0.287	0.280	0.293	0.386
K2-98BS25s20	X	0.451	0.503	0.463	0.499	0.276	0.487	0.179	0.283	0.259	0.299
K2-98BS25s20	Y	0.504	0.622	0.542	0.579	0.357	0.469	0.193	0.268	0.282	0.344
K2-98BS25sYon	X	0.455	0.495	0.470	0.506	0.270	0.476	0.179	0.277	0.257	0.300
K2-98BS25sYon	Y	0.514	0.668	0.585	0.573	0.356	0.466	0.199	0.286	0.267	0.332
K4-75BS10s20	X	1.208	2.224	2.457	4.488	1.286	2.080	0.452	0.614	1.092	1.328
K4-75BS10s20	Y	1.214	1.900	2.504	4.370	1.220	1.896	0.536	0.615	1.041	1.203
K4-75BS10sYon	X	1.258	2.322	2.664	4.622	1.346	2.091	0.452	0.621	1.120	1.335
K4-75BS10sYon	Y	1.260	1.817	2.283	4.188	1.100	1.886	0.537	0.604	1.008	1.194
K4-75BS16s20	X	1.105	1.809	2.720	4.482	1.042	1.862	0.602	0.633	1.004	1.227
K4-75BS16s20	Y	0.891	1.440	2.596	4.220	0.913	1.644	0.676	0.610	1.197	1.084
K4-75BS16sYon	X	1.185	1.668	2.103	4.037	1.039	1.832	0.604	0.636	0.962	1.111
K4-75BS16sYon	Y	0.893	1.411	2.124	3.965	0.927	1.649	0.682	0.592	1.094	1.000
K4-98BS16s20	X	1.045	1.008	0.883	1.199	0.534	0.666	0.349	0.365	0.435	0.422
K4-98BS16s20	Y	0.999	1.014	0.821	0.932	0.358	0.496	0.262	0.232	0.470	0.306
K4-98BS16sYon	X	1.046	0.996	0.882	1.193	0.525	0.661	0.345	0.355	0.436	0.416
K4-98BS16sYon	Y	1.002	1.041	0.794	0.899	0.367	0.467	0.266	0.235	0.475	0.287
K4-98BS25s20	X	0.949	0.919	0.773	0.943	0.415	0.533	0.293	0.258	0.475	0.370
K4-98BS25s20	Y	0.868	0.928	0.770	0.834	0.431	0.437	0.264	0.204	0.385	0.325
K4-98BS25sYon	X	0.947	0.914	0.773	0.944	0.416	0.535	0.293	0.258	0.474	0.370
K4-98BS25sYon	Y	0.869	0.928	0.770	0.833	0.430	0.436	0.263	0.204	0.384	0.323
K7-75BS10s20	X	0.569	1.117	1.223	2.938	0.790	1.164	0.565	0.323	1.335	0.936
K7-75BS10s20	Y	0.597	1.047	1.257	2.898	0.645	1.141	0.573	0.396	1.324	0.844
K7-75BS10sYon	X	0.612	1.012	1.206	2.758	0.710	1.183	0.564	0.310	1.018	0.913
K7-75BS10sYon	Y	0.569	0.963	1.271	2.786	0.625	1.122	0.562	0.400	1.142	0.789
K7-75BS16s20	X	0.604	0.921	1.215	2.654	0.588	1.122	0.573	0.386	0.947	0.785
K7-75BS16s20	Y	0.481	0.889	1.268	2.637	0.497	1.025	0.544	0.370	1.003	0.656
K7-75BS16sYon	X	0.603	0.921	1.216	2.655	0.588	1.121	0.572	0.387	0.949	0.784
K7-75BS16sYon	Y	0.483	0.892	1.268	2.642	0.498	1.027	0.545	0.371	1.008	0.658
K7-98BS16s20	X	0.559	0.640	0.820	1.168	0.353	0.275	0.166	0.203	0.281	0.431
K7-98BS16s20	Y	0.763	0.787	0.928	1.315	0.436	0.394	0.186	0.244	0.325	0.489
K7-98BS16sYon	X	0.564	0.640	0.816	1.161	0.351	0.278	0.166	0.202	0.278	0.431
K7-98BS16sYon	Y	0.768	0.786	0.919	1.299	0.434	0.398	0.186	0.246	0.332	0.486
K7-98BS25s20	X	0.622	0.640	0.742	1.053	0.362	0.331	0.142	0.205	0.269	0.374
K7-98BS25s20	Y	0.842	0.781	0.826	1.178	0.441	0.449	0.189	0.274	0.346	0.418
K7-98BS25sYon	X	0.626	0.641	0.741	1.051	0.361	0.332	0.143	0.205	0.265	0.378
K7-98BS25sYon	Y	0.844	0.780	0.822	1.170	0.439	0.451	0.187	0.273	0.352	0.419

**Tablo 6.16** Duvarlı yumuşak katlı (YK-Dvar) binalara ait zaman tanım alanında analiz yer değiştirme talepleri

Model Adı	Yön	AFYON 000	AFYON 090	BNG000	BNG090	CEYHAN 090	CEYHAN 180	DINAR 090	DINAR 180	DU99BoI 000	DU99BoI 090
K2-75BS10s20	X	0.126	0.165	0.737	0.300	0.305	0.458	0.372	0.430	0.789	1.463
K2-75BS10s20	Y	0.129	0.172	0.847	0.425	0.308	0.484	0.362	0.460	0.722	1.504
K2-75BS10sYon	X	0.122	0.142	0.609	0.290	0.299	0.410	0.372	0.386	0.908	1.300
K2-75BS10sYon	Y	0.129	0.174	0.832	0.438	0.297	0.443	0.370	0.415	0.790	1.407
K2-75BS16s20	X	0.121	0.130	0.523	0.309	0.291	0.404	0.343	0.385	0.925	1.231
K2-75BS16s20	Y	0.124	0.154	0.619	0.317	0.288	0.394	0.395	0.380	0.933	1.246
K2-75BS16sYon	X	0.121	0.130	0.502	0.305	0.293	0.405	0.339	0.386	0.910	1.232
K2-75BS16sYon	Y	0.124	0.154	0.628	0.329	0.284	0.386	0.395	0.378	0.960	1.222
K2-98BS16s20	X	0.101	0.068	0.282	0.242	0.202	0.180	0.255	0.299	0.741	0.392
K2-98BS16s20	Y	0.115	0.092	0.453	0.261	0.240	0.300	0.366	0.343	0.987	0.715
K2-98BS16sYon	X	0.101	0.068	0.285	0.242	0.202	0.180	0.256	0.295	0.774	0.388
K2-98BS16sYon	Y	0.114	0.089	0.425	0.264	0.238	0.296	0.368	0.342	0.990	0.725
K2-98BS25s20	X	0.098	0.076	0.235	0.238	0.179	0.184	0.220	0.290	0.715	0.358
K2-98BS25s20	Y	0.106	0.070	0.377	0.251	0.217	0.189	0.256	0.316	0.870	0.488
K2-98BS25sYon	X	0.098	0.076	0.235	0.238	0.179	0.184	0.220	0.291	0.735	0.364
K2-98BS25sYon	Y	0.107	0.070	0.380	0.249	0.217	0.189	0.258	0.318	0.868	0.509
K4-75BS10s20	X	0.206	0.155	0.609	0.453	0.436	0.676	0.736	1.339	1.080	1.350
K4-75BS10s20	Y	0.179	0.186	0.746	0.437	0.549	0.436	0.524	1.336	1.152	1.781
K4-75BS10sYon	X	0.206	0.155	0.607	0.452	0.436	0.669	0.722	1.310	1.078	1.349
K4-75BS10sYon	Y	0.180	0.185	0.745	0.432	0.551	0.431	0.535	1.332	1.153	1.777
K4-75BS16s20	X	0.199	0.151	0.585	0.409	0.471	0.706	0.568	1.216	1.040	1.373
K4-75BS16s20	Y	0.169	0.192	0.740	0.408	0.528	0.461	0.454	1.253	1.114	1.879
K4-75BS16sYon	X	0.199	0.151	0.581	0.406	0.466	0.654	0.543	1.077	1.031	1.401
K4-75BS16sYon	Y	0.169	0.192	0.740	0.408	0.529	0.461	0.454	1.255	1.114	1.879
K4-98BS16s20	X	0.086	0.107	0.592	0.248	0.405	0.369	0.326	0.538	0.928	1.610
K4-98BS16s20	Y	0.055	0.091	0.306	0.240	0.254	0.400	0.308	0.448	0.777	1.441
K4-98BS16sYon	X	0.085	0.105	0.591	0.250	0.409	0.377	0.314	0.517	0.900	1.589
K4-98BS16sYon	Y	0.055	0.091	0.327	0.239	0.253	0.404	0.307	0.450	0.763	1.425
K4-98BS25s20	X	0.065	0.095	0.440	0.218	0.325	0.379	0.256	0.502	0.848	1.474
K4-98BS25s20	Y	0.058	0.103	0.283	0.279	0.235	0.401	0.315	0.434	0.620	1.335
K4-98BS25sYon	X	0.066	0.096	0.449	0.224	0.327	0.385	0.264	0.508	0.858	1.479
K4-98BS25sYon	Y	0.057	0.101	0.289	0.279	0.227	0.392	0.313	0.437	0.649	1.345
K7-75BS10s20	X	0.162	0.122	0.582	0.251	0.338	0.454	0.708	1.351	0.866	1.055
K7-75BS10s20	Y	0.163	0.123	0.496	0.340	0.339	0.519	0.595	1.082	0.853	1.060
K7-75BS10sYon	X	0.161	0.122	0.566	0.287	0.321	0.481	0.676	1.284	0.857	1.061
K7-75BS10sYon	Y	0.159	0.120	0.489	0.363	0.346	0.534	0.564	1.084	0.846	1.062
K7-75BS16s20	X	0.161	0.126	0.535	0.276	0.346	0.522	0.548	1.183	0.829	1.049
K7-75BS16s20	Y	0.152	0.126	0.476	0.241	0.381	0.477	0.446	0.964	0.803	1.078
K7-75BS16sYon	X	0.161	0.126	0.535	0.276	0.348	0.526	0.553	1.191	0.830	1.049
K7-75BS16sYon	Y	0.157	0.123	0.472	0.282	0.382	0.534	0.449	0.987	0.816	1.076
K7-98BS16s20	X	0.121	0.124	0.552	0.254	0.368	0.278	0.308	0.600	0.710	1.483
K7-98BS16s20	Y	0.113	0.129	0.558	0.232	0.400	0.319	0.270	0.497	0.590	1.235
K7-98BS16sYon	X	0.121	0.124	0.555	0.254	0.367	0.283	0.315	0.598	0.713	1.471
K7-98BS16sYon	Y	0.120	0.127	0.567	0.252	0.385	0.318	0.272	0.539	0.607	1.344
K7-98BS25s20	X	0.110	0.132	0.567	0.222	0.376	0.302	0.262	0.509	0.619	1.310
K7-98BS25s20	Y	0.102	0.141	0.558	0.199	0.403	0.322	0.256	0.488	0.557	1.186
K7-98BS25sYon	X	0.110	0.131	0.565	0.222	0.379	0.301	0.263	0.505	0.589	1.297
K7-98BS25sYon	Y	0.101	0.143	0.551	0.195	0.410	0.318	0.252	0.482	0.601	1.164

Tablo 6.16'nin devamı...

Model Adı	Yön	DU99DZC 180	DU99DZC 270	ERZ000	ERZ090	KO99DZC 180	KO99DZC 270	KO99Gbz 180	KO99Izm 090	KO99Yrm 060	KO99Yrm 330
K2-75BS10s20	X	0.512	1.186	0.909	0.981	0.506	0.592	0.256	0.261	0.367	0.521
K2-75BS10s20	Y	0.524	1.345	0.933	0.921	0.546	0.514	0.299	0.254	0.363	0.498
K2-75BS10sYon	X	0.469	0.943	0.871	0.860	0.446	0.590	0.203	0.252	0.347	0.460
K2-75BS10sYon	Y	0.510	1.193	0.914	0.837	0.534	0.515	0.305	0.246	0.343	0.473
K2-75BS16s20	X	0.484	0.864	0.836	0.830	0.412	0.573	0.195	0.238	0.350	0.449
K2-75BS16s20	Y	0.495	0.920	0.823	0.763	0.459	0.532	0.233	0.275	0.326	0.439
K2-75BS16sYon	X	0.469	0.854	0.812	0.827	0.413	0.576	0.195	0.236	0.354	0.446
K2-75BS16sYon	Y	0.507	0.911	0.821	0.738	0.451	0.515	0.235	0.279	0.317	0.424
K2-98BS16s20	X	0.358	0.367	0.370	0.350	0.231	0.349	0.151	0.300	0.205	0.197
K2-98BS16s20	Y	0.443	0.488	0.487	0.546	0.266	0.451	0.199	0.282	0.260	0.300
K2-98BS16sYon	X	0.360	0.369	0.373	0.354	0.232	0.351	0.151	0.297	0.205	0.197
K2-98BS16sYon	Y	0.444	0.483	0.493	0.561	0.263	0.429	0.201	0.275	0.247	0.301
K2-98BS25s20	X	0.340	0.382	0.367	0.284	0.213	0.320	0.131	0.270	0.189	0.188
K2-98BS25s20	Y	0.354	0.432	0.426	0.470	0.223	0.411	0.163	0.271	0.210	0.237
K2-98BS25sYon	X	0.344	0.397	0.369	0.286	0.213	0.322	0.130	0.270	0.188	0.188
K2-98BS25sYon	Y	0.350	0.439	0.432	0.478	0.225	0.417	0.163	0.272	0.207	0.241
K4-75BS10s20	X	0.568	1.019	1.662	3.086	0.486	0.954	0.548	0.308	1.193	0.881
K4-75BS10s20	Y	1.034	1.319	1.813	2.741	0.919	0.598	0.261	0.401	0.519	0.845
K4-75BS10sYon	X	0.568	1.009	1.641	3.063	0.488	0.951	0.548	0.308	1.161	0.880
K4-75BS10sYon	Y	1.019	1.307	1.817	2.746	0.919	0.605	0.258	0.402	0.512	0.856
K4-75BS16s20	X	0.600	0.972	1.601	2.877	0.596	0.785	0.429	0.349	0.955	0.964
K4-75BS16s20	Y	1.135	1.336	1.627	2.531	0.856	0.562	0.279	0.380	0.581	0.744
K4-75BS16sYon	X	0.587	0.960	1.574	2.752	0.595	0.771	0.424	0.347	0.835	0.944
K4-75BS16sYon	Y	1.136	1.337	1.628	2.532	0.856	0.562	0.279	0.380	0.582	0.744
K4-98BS16s20	X	0.877	1.053	0.707	0.834	0.380	0.415	0.315	0.247	0.484	0.376
K4-98BS16s20	Y	0.803	0.710	0.630	0.687	0.624	0.418	0.256	0.177	0.478	0.323
K4-98BS16sYon	X	0.881	0.997	0.711	0.835	0.375	0.429	0.306	0.245	0.484	0.368
K4-98BS16sYon	Y	0.822	0.683	0.614	0.649	0.639	0.421	0.249	0.178	0.481	0.325
K4-98BS25s20	X	0.814	0.936	0.659	0.686	0.423	0.431	0.265	0.220	0.423	0.305
K4-98BS25s20	Y	0.629	0.596	0.539	0.587	0.598	0.442	0.250	0.162	0.436	0.256
K4-98BS25sYon	X	0.807	0.942	0.654	0.680	0.425	0.434	0.272	0.221	0.435	0.312
K4-98BS25sYon	Y	0.652	0.604	0.549	0.595	0.611	0.429	0.257	0.162	0.443	0.257
K7-75BS10s20	X	0.491	0.958	1.234	2.681	0.419	0.982	0.485	0.273	1.199	0.665
K7-75BS10s20	Y	0.440	0.834	1.289	2.466	0.359	0.789	0.441	0.246	0.965	0.695
K7-75BS10sYon	X	0.469	0.927	1.260	2.638	0.389	0.929	0.466	0.267	1.145	0.727
K7-75BS10sYon	Y	0.435	0.808	1.278	2.435	0.388	0.760	0.421	0.248	0.933	0.718
K7-75BS16s20	X	0.443	0.859	1.258	2.493	0.422	0.817	0.366	0.301	0.947	0.798
K7-75BS16s20	Y	0.508	0.795	1.259	2.213	0.539	0.574	0.259	0.264	0.649	0.765
K7-75BS16sYon	X	0.445	0.860	1.262	2.498	0.428	0.813	0.365	0.302	0.956	0.799
K7-75BS16sYon	Y	0.483	0.785	1.266	2.284	0.499	0.617	0.311	0.275	0.749	0.772
K7-98BS16s20	X	0.859	0.812	0.895	1.312	0.457	0.421	0.175	0.253	0.355	0.471
K7-98BS16s20	Y	0.882	0.777	0.760	1.079	0.429	0.472	0.185	0.275	0.405	0.411
K7-98BS16sYon	X	0.866	0.810	0.888	1.298	0.454	0.422	0.176	0.254	0.365	0.470
K7-98BS16sYon	Y	0.859	0.786	0.824	1.166	0.438	0.451	0.170	0.267	0.384	0.435
K7-98BS25s20	X	0.882	0.809	0.798	1.166	0.451	0.466	0.194	0.279	0.360	0.404
K7-98BS25s20	Y	0.820	0.764	0.737	1.054	0.422	0.481	0.214	0.297	0.372	0.401
K7-98BS25sYon	X	0.877	0.795	0.792	1.149	0.444	0.463	0.194	0.278	0.361	0.404
K7-98BS25sYon	Y	0.818	0.787	0.723	1.044	0.429	0.496	0.217	0.304	0.385	0.402

**Tablo 6.17** Kapalı çıkmalı (KC) binalara ait zaman tanım alanında analiz yer değiştirme talepleri

Model Adı	Yön	AFYON 000	AFYON 090	BNG000	BNG090	CEYHAN 090	CEYHAN 180	DINAR 090	DINAR 180	DU99BoI 000	DU99BoI 090
K2-75BS10s20	X	0.144	0.168	0.672	0.343	0.373	0.496	0.411	0.463	0.932	1.593
K2-75BS10s20	Y	0.148	0.150	0.596	0.368	0.385	0.490	0.376	0.489	0.986	1.579
K2-75BS10sYon	X	0.144	0.168	0.677	0.341	0.366	0.486	0.413	0.460	0.954	1.553
K2-75BS10sYon	Y	0.148	0.150	0.562	0.368	0.376	0.484	0.374	0.486	1.005	1.534
K2-75BS16s20	X	0.135	0.115	0.410	0.318	0.289	0.427	0.377	0.453	1.052	1.363
K2-75BS16s20	Y	0.138	0.101	0.425	0.297	0.246	0.414	0.420	0.458	1.091	1.358
K2-75BS16sYon	X	0.135	0.115	0.414	0.321	0.292	0.430	0.376	0.454	1.047	1.377
K2-75BS16sYon	Y	0.139	0.107	0.410	0.294	0.251	0.415	0.417	0.460	1.102	1.318
K2-98BS16s20	X	0.129	0.101	0.320	0.303	0.235	0.241	0.276	0.414	0.880	0.433
K2-98BS16s20	Y	0.129	0.097	0.334	0.301	0.243	0.242	0.282	0.405	0.893	0.450
K2-98BS16sYon	X	0.129	0.101	0.321	0.303	0.236	0.241	0.277	0.414	0.883	0.443
K2-98BS16sYon	Y	0.129	0.097	0.339	0.301	0.243	0.242	0.283	0.407	0.900	0.464
K2-98BS25s20	X	0.121	0.097	0.285	0.296	0.184	0.210	0.258	0.395	0.779	0.347
K2-98BS25s20	Y	0.121	0.099	0.282	0.292	0.188	0.214	0.255	0.391	0.764	0.362
K2-98BS25sYon	X	0.121	0.097	0.286	0.298	0.184	0.210	0.260	0.397	0.788	0.347
K2-98BS25sYon	Y	0.121	0.099	0.283	0.297	0.188	0.214	0.256	0.395	0.792	0.359
K4-75BS10s20	X	0.247	0.166	0.545	0.534	0.823	0.889	0.635	1.436	1.984	1.578
K4-75BS10s20	Y	0.302	0.174	0.680	0.514	0.959	0.695	0.944	1.633	1.793	1.686
K4-75BS10sYon	X	0.252	0.166	0.612	0.522	0.986	0.805	0.714	1.521	2.056	1.600
K4-75BS10sYon	Y	0.302	0.174	0.678	0.472	0.953	0.671	0.883	2.100	1.842	1.690
K4-75BS16s20	X	0.286	0.166	0.605	0.511	1.029	0.679	0.729	1.437	1.932	1.705
K4-75BS16s20	Y	0.317	0.221	0.810	0.495	0.835	0.769	1.195	1.533	1.718	1.809
K4-75BS16sYon	X	0.286	0.166	0.602	0.509	1.055	0.705	0.750	1.447	1.941	1.723
K4-75BS16sYon	Y	0.317	0.221	0.826	0.497	0.810	0.777	1.088	1.476	1.692	1.824
K4-98BS16s20	X	0.145	0.192	0.901	0.246	0.603	0.424	0.400	0.762	0.910	1.911
K4-98BS16s20	Y	0.062	0.102	0.343	0.235	0.299	0.403	0.332	0.436	0.806	1.568
K4-98BS16sYon	X	0.145	0.191	0.902	0.246	0.606	0.424	0.402	0.771	0.918	1.936
K4-98BS16sYon	Y	0.062	0.102	0.340	0.235	0.299	0.405	0.332	0.441	0.807	1.572
K4-98BS25s20	X	0.121	0.148	0.798	0.238	0.599	0.387	0.345	0.659	0.951	1.849
K4-98BS25s20	Y	0.066	0.118	0.331	0.269	0.263	0.431	0.369	0.438	0.668	1.439
K4-98BS25sYon	X	0.121	0.147	0.796	0.238	0.596	0.386	0.347	0.657	0.950	1.848
K4-98BS25sYon	Y	0.066	0.117	0.332	0.264	0.265	0.426	0.367	0.444	0.684	1.458
K7-75BS10s20	X	0.182	0.143	0.609	0.284	0.429	0.416	0.885	1.654	0.997	1.015
K7-75BS10s20	Y	0.195	0.146	0.612	0.291	0.508	0.465	0.895	1.510	1.023	1.094
K7-75BS10sYon	X	0.174	0.143	0.549	0.263	0.424	0.403	0.665	1.067	0.900	0.990
K7-75BS10sYon	Y	0.197	0.146	0.610	0.292	0.507	0.466	0.881	1.476	1.023	1.092
K7-75BS16s20	X	0.168	0.135	0.550	0.236	0.346	0.360	0.537	0.965	0.852	1.007
K7-75BS16s20	Y	0.187	0.159	0.640	0.242	0.388	0.414	0.717	1.265	0.961	1.115
K7-75BS16sYon	X	0.168	0.135	0.549	0.236	0.346	0.360	0.534	0.959	0.852	1.007
K7-75BS16sYon	Y	0.187	0.159	0.638	0.243	0.389	0.415	0.710	1.249	0.961	1.114
K7-98BS16s20	X	0.116	0.119	0.502	0.253	0.341	0.296	0.260	0.509	0.639	1.329
K7-98BS16s20	Y	0.131	0.134	0.523	0.260	0.413	0.328	0.395	0.597	0.768	1.475
K7-98BS16sYon	X	0.116	0.119	0.503	0.252	0.345	0.295	0.260	0.505	0.635	1.327
K7-98BS16sYon	Y	0.132	0.134	0.527	0.256	0.412	0.331	0.391	0.588	0.766	1.483
K7-98BS25s20	X	0.102	0.129	0.520	0.205	0.362	0.284	0.251	0.479	0.554	1.222
K7-98BS25s20	Y	0.129	0.133	0.560	0.287	0.377	0.331	0.288	0.575	0.715	1.476
K7-98BS25sYon	X	0.102	0.129	0.522	0.205	0.364	0.286	0.254	0.475	0.547	1.209
K7-98BS25sYon	Y	0.129	0.133	0.562	0.285	0.379	0.333	0.288	0.569	0.711	1.477

Tablo 6.17'nin devamı...

Model Adı	Yön	DU99DZC 180	DU99DZC 270	ERZ000	ERZ090	KO99DZC 180	KO99DZC 270	KO99Gbz 180	KO99Izm 090	KO99Yrm 060	KO99Yrm 330
K2-75BS10s20	X	0.600	1.092	0.929	1.067	0.547	0.701	0.242	0.280	0.415	0.558
K2-75BS10s20	Y	0.615	0.999	0.904	1.077	0.520	0.726	0.239	0.279	0.387	0.549
K2-75BS10sYon	X	0.594	1.066	0.922	1.023	0.539	0.703	0.242	0.286	0.417	0.546
K2-75BS10sYon	Y	0.610	0.967	0.875	1.032	0.507	0.727	0.237	0.278	0.391	0.536
K2-75BS16s20	X	0.537	0.836	0.822	1.013	0.387	0.666	0.231	0.257	0.334	0.479
K2-75BS16s20	Y	0.563	0.803	0.838	1.043	0.344	0.658	0.232	0.275	0.304	0.463
K2-75BS16sYon	X	0.536	0.844	0.829	1.026	0.391	0.676	0.231	0.257	0.330	0.483
K2-75BS16sYon	Y	0.562	0.784	0.805	0.989	0.342	0.629	0.234	0.282	0.329	0.460
K2-98BS16s20	X	0.417	0.500	0.442	0.453	0.300	0.456	0.170	0.305	0.221	0.260
K2-98BS16s20	Y	0.421	0.498	0.450	0.465	0.296	0.470	0.175	0.314	0.231	0.272
K2-98BS16sYon	X	0.417	0.503	0.445	0.457	0.301	0.456	0.170	0.304	0.221	0.263
K2-98BS16sYon	Y	0.421	0.504	0.454	0.472	0.298	0.470	0.175	0.314	0.229	0.275
K2-98BS25s20	X	0.368	0.469	0.414	0.387	0.238	0.382	0.131	0.256	0.191	0.233
K2-98BS25s20	Y	0.369	0.452	0.404	0.385	0.246	0.386	0.134	0.261	0.195	0.235
K2-98BS25sYon	X	0.370	0.481	0.411	0.393	0.238	0.381	0.131	0.253	0.191	0.234
K2-98BS25sYon	Y	0.378	0.476	0.406	0.392	0.247	0.388	0.134	0.259	0.195	0.236
K4-75BS10s20	X	1.343	2.123	2.070	4.572	1.467	2.485	0.533	0.759	1.361	1.875
K4-75BS10s20	Y	1.224	1.669	2.171	4.398	1.208	2.036	0.777	0.583	1.248	1.354
K4-75BS10sYon	X	1.360	2.416	2.226	4.707	1.361	2.423	0.523	0.697	1.426	1.665
K4-75BS10sYon	Y	1.178	1.716	2.362	4.567	1.130	1.964	0.732	0.665	1.233	1.238
K4-75BS16s20	X	1.481	1.964	2.223	4.399	1.303	2.235	0.608	0.605	1.180	1.463
K4-75BS16s20	Y	0.887	1.391	2.406	4.396	0.916	1.687	0.835	0.746	1.544	1.018
K4-75BS16sYon	X	1.484	1.975	2.252	4.386	1.271	2.206	0.589	0.639	1.140	1.411
K4-75BS16sYon	Y	0.901	1.363	2.252	4.231	0.934	1.706	0.840	0.727	1.403	1.039
K4-98BS16s20	X	1.249	1.173	1.109	1.564	0.677	0.776	0.430	0.426	0.483	0.556
K4-98BS16s20	Y	0.817	0.906	0.780	0.846	0.586	0.483	0.297	0.207	0.449	0.365
K4-98BS16sYon	X	1.265	1.194	1.120	1.588	0.677	0.778	0.430	0.430	0.479	0.556
K4-98BS16sYon	Y	0.821	0.903	0.778	0.844	0.592	0.483	0.296	0.207	0.453	0.366
K4-98BS25s20	X	1.167	1.108	0.972	1.298	0.567	0.730	0.376	0.364	0.491	0.456
K4-98BS25s20	Y	0.638	0.771	0.673	0.758	0.582	0.548	0.268	0.186	0.466	0.306
K4-98BS25sYon	X	1.163	1.103	0.970	1.293	0.566	0.729	0.375	0.361	0.492	0.455
K4-98BS25sYon	Y	0.653	0.789	0.687	0.776	0.586	0.544	0.273	0.184	0.462	0.306
K7-75BS10s20	X	0.542	0.972	1.213	2.737	0.594	1.069	0.540	0.394	1.233	0.765
K7-75BS10s20	Y	0.641	1.053	1.299	2.955	0.719	1.231	0.599	0.366	1.166	0.926
K7-75BS10sYon	X	0.583	0.886	1.175	2.546	0.596	1.088	0.543	0.353	0.899	0.769
K7-75BS10sYon	Y	0.643	1.047	1.301	2.943	0.716	1.230	0.598	0.368	1.146	0.919
K7-75BS16s20	X	0.518	0.811	1.167	2.425	0.488	1.007	0.519	0.350	0.813	0.652
K7-75BS16s20	Y	0.606	0.972	1.301	2.816	0.591	1.159	0.599	0.427	1.047	0.790
K7-75BS16sYon	X	0.517	0.811	1.167	2.421	0.487	1.005	0.518	0.350	0.808	0.650
K7-75BS16sYon	Y	0.604	0.966	1.301	2.808	0.589	1.157	0.598	0.427	1.037	0.787
K7-98BS16s20	X	0.714	0.732	0.847	1.191	0.408	0.381	0.167	0.235	0.299	0.436
K7-98BS16s20	Y	0.725	0.825	1.062	1.521	0.459	0.354	0.214	0.261	0.362	0.560
K7-98BS16sYon	X	0.714	0.730	0.840	1.178	0.405	0.382	0.167	0.236	0.304	0.433
K7-98BS16sYon	Y	0.730	0.824	1.053	1.502	0.453	0.358	0.215	0.260	0.358	0.559
K7-98BS25s20	X	0.763	0.713	0.753	1.071	0.402	0.419	0.191	0.266	0.310	0.380
K7-98BS25s20	Y	0.800	0.824	0.957	1.357	0.466	0.426	0.183	0.263	0.346	0.483
K7-98BS25sYon	X	0.767	0.712	0.746	1.060	0.400	0.422	0.192	0.266	0.317	0.380
K7-98BS25sYon	Y	0.803	0.821	0.947	1.338	0.462	0.429	0.183	0.265	0.341	0.480

**Tablo 6.18** Duvarlı kapalı çıkmalı (KC-Dvar) binalara ait zaman tanım alanında analiz yer değiştirme talepleri

Model Adı	Yön	AFYON 000	AFYON 090	BNG000	BNG090	CEYHAN 090	CEYHAN 180	DINAR 090	DINAR 180	DU99BoI 000	DU99BoI 090
K2-75BS10s20	X	0.123	0.099	0.334	0.300	0.229	0.234	0.277	0.408	0.881	0.569
K2-75BS10s20	Y	0.126	0.094	0.477	0.302	0.248	0.254	0.298	0.419	1.235	0.658
K2-75BS10sYon	X	0.123	0.099	0.339	0.301	0.228	0.230	0.277	0.407	0.871	0.578
K2-75BS10sYon	Y	0.126	0.094	0.473	0.298	0.254	0.260	0.304	0.421	1.135	0.706
K2-75BS16s20	X	0.120	0.098	0.312	0.313	0.197	0.201	0.264	0.410	1.013	0.395
K2-75BS16s20	Y	0.120	0.098	0.323	0.318	0.199	0.197	0.269	0.414	1.078	0.433
K2-75BS16sYon	X	0.121	0.099	0.318	0.317	0.205	0.203	0.265	0.413	1.122	0.428
K2-75BS16sYon	Y	0.118	0.096	0.312	0.315	0.187	0.210	0.267	0.411	0.986	0.371
K2-98BS16s20	X	0.107	0.097	0.388	0.202	0.150	0.194	0.353	0.346	0.526	0.344
K2-98BS16s20	Y	0.106	0.094	0.347	0.210	0.155	0.188	0.349	0.350	0.599	0.376
K2-98BS16sYon	X	0.104	0.097	0.452	0.202	0.128	0.186	0.321	0.324	0.511	0.309
K2-98BS16sYon	Y	0.106	0.094	0.346	0.208	0.155	0.188	0.351	0.350	0.605	0.378
K2-98BS25s20	X	0.101	0.097	0.468	0.198	0.116	0.177	0.268	0.312	0.471	0.286
K2-98BS25s20	Y	0.103	0.095	0.407	0.198	0.141	0.188	0.361	0.336	0.500	0.334
K2-98BS25sYon	X	0.097	0.096	0.474	0.191	0.114	0.165	0.231	0.302	0.480	0.274
K2-98BS25sYon	Y	0.103	0.095	0.407	0.198	0.141	0.188	0.360	0.332	0.493	0.340
K4-75BS10s20	X	0.321	0.260	0.914	0.541	0.654	0.891	1.098	1.542	1.594	1.885
K4-75BS10s20	Y	0.150	0.249	0.896	0.309	0.607	0.468	0.506	1.291	1.173	2.331
K4-75BS10sYon	X	0.321	0.260	0.906	0.557	0.665	0.905	1.136	1.556	1.600	1.889
K4-75BS10sYon	Y	0.150	0.249	0.896	0.309	0.607	0.468	0.506	1.291	1.173	2.331
K4-75BS16s20	X	0.301	0.230	0.829	0.589	0.613	0.888	0.868	1.462	1.527	1.961
K4-75BS16s20	Y	0.142	0.234	0.920	0.268	0.691	0.521	0.494	1.157	1.106	2.396
K4-75BS16sYon	X	0.301	0.230	0.828	0.592	0.613	0.894	0.873	1.465	1.528	1.961
K4-75BS16sYon	Y	0.142	0.234	0.920	0.268	0.693	0.520	0.496	1.165	1.109	2.398
K4-98BS16s20	X	0.108	0.137	0.770	0.256	0.610	0.381	0.396	0.660	1.076	1.920
K4-98BS16s20	Y	0.060	0.118	0.320	0.249	0.217	0.355	0.308	0.376	0.465	1.075
K4-98BS16sYon	X	0.108	0.137	0.767	0.256	0.603	0.384	0.392	0.660	1.091	1.910
K4-98BS16sYon	Y	0.060	0.118	0.318	0.252	0.219	0.353	0.309	0.373	0.470	1.067
K4-98BS25s20	X	0.085	0.113	0.620	0.285	0.421	0.435	0.307	0.591	1.005	1.785
K4-98BS25s20	Y	0.061	0.116	0.349	0.219	0.252	0.345	0.292	0.331	0.516	0.963
K4-98BS25sYon	X	0.087	0.114	0.628	0.287	0.417	0.454	0.319	0.610	1.040	1.811
K4-98BS25sYon	Y	0.061	0.117	0.349	0.215	0.253	0.347	0.294	0.334	0.514	0.970
K7-75BS10s20	X	0.162	0.124	0.512	0.316	0.359	0.555	0.523	1.115	0.842	1.075
K7-75BS10s20	Y	0.173	0.130	0.589	0.313	0.348	0.515	0.692	1.302	0.911	1.129
K7-75BS10sYon	X	0.162	0.124	0.507	0.317	0.362	0.556	0.514	1.098	0.842	1.079
K7-75BS10sYon	Y	0.173	0.130	0.584	0.319	0.353	0.517	0.675	1.272	0.912	1.131
K7-75BS16s20	X	0.153	0.131	0.507	0.232	0.375	0.453	0.478	1.017	0.819	1.082
K7-75BS16s20	Y	0.171	0.133	0.557	0.299	0.374	0.562	0.564	1.217	0.882	1.120
K7-75BS16sYon	X	0.153	0.131	0.507	0.231	0.373	0.448	0.474	0.993	0.818	1.086
K7-75BS16sYon	Y	0.171	0.133	0.555	0.299	0.376	0.568	0.571	1.230	0.883	1.120
K7-98BS16s20	X	0.107	0.133	0.546	0.213	0.404	0.303	0.270	0.485	0.589	1.170
K7-98BS16s20	Y	0.128	0.133	0.571	0.280	0.380	0.336	0.283	0.617	0.736	1.519
K7-98BS16sYon	X	0.107	0.133	0.544	0.213	0.405	0.306	0.271	0.479	0.558	1.149
K7-98BS16sYon	Y	0.129	0.132	0.571	0.276	0.378	0.323	0.287	0.577	0.724	1.514
K7-98BS25s20	X	0.086	0.144	0.518	0.164	0.397	0.292	0.214	0.463	0.571	1.003
K7-98BS25s20	Y	0.117	0.141	0.593	0.236	0.400	0.316	0.287	0.543	0.625	1.396
K7-98BS25sYon	X	0.084	0.143	0.514	0.161	0.397	0.294	0.212	0.448	0.577	0.985
K7-98BS25sYon	Y	0.118	0.140	0.593	0.239	0.407	0.319	0.289	0.530	0.612	1.365

Tablo 6.18'in devamı...

Model Adı	Yön	DU99DZC 180	DU99DZC 270	ERZ000	ERZ090	KO99DZC 180	KO99DZC 270	KO99Gbz 180	KO99Izm 090	KO99Yrm 060	KO99Yrm 330
K2-75BS10s20	X	0.384	0.568	0.471	0.498	0.307	0.427	0.157	0.260	0.216	0.292
K2-75BS10s20	Y	0.422	0.636	0.523	0.582	0.316	0.472	0.172	0.279	0.222	0.317
K2-75BS10sYon	X	0.377	0.571	0.472	0.500	0.306	0.421	0.154	0.254	0.214	0.292
K2-75BS10sYon	Y	0.397	0.635	0.535	0.599	0.322	0.481	0.173	0.274	0.223	0.323
K2-75BS16s20	X	0.405	0.627	0.444	0.461	0.268	0.397	0.136	0.236	0.193	0.247
K2-75BS16s20	Y	0.396	0.655	0.456	0.479	0.269	0.392	0.135	0.227	0.193	0.252
K2-75BS16sYon	X	0.418	0.637	0.453	0.473	0.280	0.408	0.143	0.241	0.199	0.261
K2-75BS16sYon	Y	0.389	0.637	0.439	0.459	0.252	0.381	0.130	0.224	0.185	0.235
K2-98BS16s20	X	0.271	0.509	0.451	0.257	0.154	0.214	0.135	0.181	0.168	0.170
K2-98BS16s20	Y	0.271	0.473	0.467	0.284	0.160	0.247	0.135	0.187	0.171	0.178
K2-98BS16sYon	X	0.236	0.526	0.427	0.237	0.135	0.196	0.118	0.155	0.151	0.143
K2-98BS16sYon	Y	0.269	0.474	0.464	0.286	0.160	0.247	0.135	0.187	0.171	0.178
K2-98BS25s20	X	0.227	0.528	0.411	0.227	0.139	0.195	0.105	0.152	0.140	0.133
K2-98BS25s20	Y	0.244	0.524	0.459	0.249	0.145	0.202	0.128	0.169	0.160	0.159
K2-98BS25sYon	X	0.207	0.515	0.412	0.223	0.141	0.194	0.096	0.144	0.128	0.128
K2-98BS25sYon	Y	0.238	0.501	0.463	0.253	0.145	0.200	0.128	0.169	0.160	0.159
K4-75BS10s20	X	0.846	1.401	2.263	4.323	0.798	1.574	0.886	0.692	1.606	1.045
K4-75BS10s20	Y	1.528	1.891	1.605	2.570	0.903	0.774	0.493	0.414	0.610	0.691
K4-75BS10sYon	X	0.855	1.404	2.281	4.363	0.785	1.555	0.881	0.693	1.666	1.040
K4-75BS10sYon	Y	1.528	1.891	1.605	2.571	0.902	0.774	0.493	0.414	0.610	0.691
K4-75BS16s20	X	0.823	1.351	2.232	4.011	0.693	1.340	0.804	0.482	1.324	1.173
K4-75BS16s20	Y	1.542	1.876	1.474	2.342	0.829	0.802	0.491	0.368	0.545	0.620
K4-75BS16sYon	X	0.825	1.351	2.236	4.019	0.696	1.337	0.804	0.481	1.332	1.174
K4-75BS16sYon	Y	1.546	1.897	1.479	2.354	0.832	0.803	0.493	0.369	0.546	0.620
K4-98BS16s20	X	1.208	1.292	0.910	1.190	0.513	0.601	0.347	0.299	0.542	0.444
K4-98BS16s20	Y	0.404	0.551	0.455	0.512	0.369	0.488	0.194	0.177	0.235	0.274
K4-98BS16sYon	X	1.177	1.305	0.896	1.164	0.512	0.580	0.346	0.298	0.546	0.448
K4-98BS16sYon	Y	0.403	0.544	0.458	0.504	0.367	0.487	0.197	0.177	0.233	0.273
K4-98BS25s20	X	1.011	1.113	0.816	0.930	0.405	0.482	0.317	0.269	0.554	0.382
K4-98BS25s20	Y	0.367	0.545	0.480	0.458	0.271	0.395	0.186	0.171	0.200	0.274
K4-98BS25sYon	X	1.015	1.186	0.806	0.920	0.410	0.466	0.332	0.271	0.565	0.400
K4-98BS25sYon	Y	0.368	0.547	0.480	0.462	0.274	0.398	0.185	0.171	0.200	0.278
K7-75BS10s20	X	0.451	0.829	1.286	2.451	0.455	0.760	0.373	0.288	0.893	0.797
K7-75BS10s20	Y	0.487	0.964	1.345	2.765	0.406	0.964	0.492	0.280	1.160	0.767
K7-75BS10sYon	X	0.455	0.825	1.289	2.437	0.465	0.747	0.369	0.289	0.876	0.797
K7-75BS10sYon	Y	0.483	0.952	1.347	2.744	0.401	0.953	0.489	0.279	1.127	0.768
K7-75BS16s20	X	0.510	0.836	1.277	2.305	0.562	0.644	0.259	0.285	0.683	0.802
K7-75BS16s20	Y	0.476	0.899	1.345	2.616	0.472	0.836	0.382	0.318	0.967	0.848
K7-75BS16sYon	X	0.506	0.832	1.270	2.285	0.561	0.647	0.260	0.286	0.667	0.800
K7-75BS16sYon	Y	0.480	0.900	1.350	2.626	0.480	0.829	0.382	0.319	0.981	0.850
K7-98BS16s20	X	0.839	0.768	0.725	1.034	0.421	0.480	0.199	0.286	0.391	0.403
K7-98BS16s20	Y	0.857	0.852	0.967	1.406	0.487	0.439	0.182	0.264	0.331	0.506
K7-98BS16sYon	X	0.824	0.746	0.716	1.010	0.410	0.477	0.199	0.286	0.391	0.402
K7-98BS16sYon	Y	0.834	0.827	0.943	1.337	0.463	0.434	0.188	0.265	0.354	0.500
K7-98BS25s20	X	0.719	0.721	0.636	0.903	0.392	0.486	0.226	0.254	0.361	0.367
K7-98BS25s20	Y	0.907	0.830	0.855	1.232	0.468	0.481	0.209	0.297	0.362	0.429
K7-98BS25sYon	X	0.710	0.718	0.626	0.887	0.390	0.488	0.227	0.247	0.362	0.363
K7-98BS25sYon	Y	0.900	0.816	0.839	1.198	0.458	0.482	0.207	0.296	0.375	0.430

**Tablo 6.19** Tüm binalara ait zaman tanım alanında analiz ortalama yer değiştirme talepleri

Model Adı	Yön	SERİLER					
		Ref	Ref-Dvar	YK	YK-Dvar	KC	KC-Dvar
K2-75BS10s20	X	0.669	0.254	0.699	0.608	0.651	0.378
K2-75BS10s20	Y	0.689	0.273	0.635	0.628	0.643	0.435
K2-75BS10sYon	X	0.670	0.235	0.705	0.556	0.644	0.377
K2-75BS10sYon	Y	0.687	0.267	0.635	0.603	0.631	0.434
K2-75BS16s20	X	0.626	0.240	0.646	0.536	0.570	0.362
K2-75BS16s20	Y	0.636	0.245	0.593	0.546	0.569	0.371
K2-75BS16sYon	X	0.577	0.235	0.643	0.531	0.573	0.377
K2-75BS16sYon	Y	0.635	0.239	0.593	0.543	0.560	0.355
K2-98BS16s20	X	0.291	0.261	0.449	0.304	0.368	0.279
K2-98BS16s20	Y	0.328	0.286	0.511	0.410	0.375	0.286
K2-98BS16sYon	X	0.283	0.237	0.446	0.306	0.370	0.264
K2-98BS16sYon	Y	0.335	0.267	0.522	0.408	0.377	0.286
K2-98BS25s20	X	0.261	0.230	0.409	0.283	0.323	0.253
K2-98BS25s20	Y	0.293	0.260	0.440	0.342	0.323	0.272
K2-98BS25sYon	X	0.269	0.236	0.408	0.286	0.325	0.245
K2-98BS25sYon	Y	0.296	0.255	0.458	0.345	0.327	0.271
K4-75BS10s20	X	1.390	1.023	1.451	0.966	1.501	1.364
K4-75BS10s20	Y	1.326	0.826	1.417	0.967	1.421	1.059
K4-75BS10sYon	X	1.326	1.021	1.515	0.958	1.534	1.374
K4-75BS10sYon	Y	1.289	0.863	1.349	0.966	1.449	1.059
K4-75BS16s20	X	1.279	0.928	1.432	0.916	1.449	1.276
K4-75BS16s20	Y	1.206	0.808	1.308	0.937	1.388	1.025
K4-75BS16sYon	X	1.262	0.923	1.301	0.886	1.449	1.278
K4-75BS16sYon	Y	1.206	0.810	1.237	0.938	1.355	1.028
K4-98BS16s20	X	0.539	0.504	0.677	0.595	0.811	0.745
K4-98BS16s20	Y	0.522	0.431	0.593	0.516	0.564	0.390
K4-98BS16sYon	X	0.542	0.510	0.672	0.588	0.818	0.741
K4-98BS16sYon	Y	0.517	0.424	0.594	0.513	0.565	0.389
K4-98BS25s20	X	0.515	0.477	0.609	0.534	0.742	0.652
K4-98BS25s20	Y	0.466	0.409	0.539	0.467	0.522	0.368
K4-98BS25sYon	X	0.516	0.455	0.609	0.538	0.740	0.663
K4-98BS25sYon	Y	0.469	0.410	0.539	0.472	0.528	0.369
K7-75BS10s20	X	0.867	0.782	0.992	0.833	0.908	0.771
K7-75BS10s20	Y	0.822	0.663	0.968	0.767	0.964	0.857
K7-75BS10sYon	X	0.863	0.781	0.892	0.819	0.817	0.768
K7-75BS10sYon	Y	0.812	0.663	0.908	0.762	0.959	0.850
K7-75BS16s20	X	0.788	0.746	0.842	0.777	0.756	0.729
K7-75BS16s20	Y	0.775	0.636	0.819	0.705	0.892	0.818
K7-75BS16sYon	X	0.788	0.746	0.843	0.780	0.754	0.725
K7-75BS16sYon	Y	0.773	0.630	0.821	0.724	0.888	0.822
K7-98BS16s20	X	0.571	0.538	0.477	0.587	0.530	0.529
K7-98BS16s20	Y	0.553	0.520	0.575	0.543	0.617	0.612
K7-98BS16sYon	X	0.569	0.544	0.476	0.587	0.528	0.521
K7-98BS16sYon	Y	0.554	0.512	0.573	0.559	0.615	0.600
K7-98BS25s20	X	0.533	0.490	0.462	0.554	0.508	0.483
K7-98BS25s20	Y	0.506	0.475	0.554	0.530	0.595	0.581
K7-98BS25sYon	X	0.534	0.486	0.463	0.549	0.507	0.478
K7-98BS25sYon	Y	0.506	0.474	0.554	0.532	0.593	0.575



DU99Bol000,DU99Bol090, DU99DZC180, DU99DZC270, ERZ000, ERZ090 ve KO99DZC270 deprem ivme kayıtlarıyla 2 katlı binalar için elde edilen yer değiştirme talepleri fazladır.

DU99Bol090, DU99DZC270, ERZ000 ve ERZ090 deprem ivme kayıtlarıyla 4 ve 7 katlı binalar için elde edilen yer değiştirme talepleri fazladır.

DINAR180, DU99Bol000,DU99Bol090, DU99DZC180, DU99DZC270, ERZ000, ERZ090 ve KO99DZC270 deprem ivme kayıtlarıyla tüm binalar için elde edilen yer değiştirme talepleri fazladır (Tablo 6.13-6.18).

AFYON000, AFYON090, BNG 000, BNG 090, CEYHAN090, CEYHAN180, DINAR090, KO99DZC180, KO99Gbz180, KO99Izm090, KO99Yrm060 ve KO99Yrm330 deprem ivme kayıtlarının düşük yer değiştirme talepleri göze çarpmaktadır.

1998 Afet Yönetmeliği'ne göre yapılan binaların deprem ivme kayıtlarıyla elde edilen yer değiştirme talepleri, 1975 Afet Yönetmeliği'ne göre yapılan binaların yer değiştirme taleplerine kıyasla daha düşük çıkmaktadır.

Tablo 6.19 incelendiğinde 20 depremin ortalaması alındığında düzensizliğe sahip binaların yer değiştirme istemlerinin arttığı görülmektedir. Bazı depremlerde talebin referans binadan daha az olduğu durumlar mevcuttur fakat bu durum o depremin karakteristik özellikleri ile ilgilidir. Deprem periyodunun incelenen binaya yakın olduğu ivme kayıtlarında rezonans nedeniyle yer değiştirme istemi oldukça büyük olmaktadır. Fakat değişik depremlere ait ivme kayıtlarının ortalaması olan yönetmelik spektrumlarında olduğu gibi, ortalama değerler göz önüne alındığında daha büyük periyoda sahip olan yumuşak katlı ve çıkmalı binaların yer değiştirmelerinin artması beklenen bir durumdur.

## 7.SONUÇLAR

Mevcut yapı stoğunun büyük kısmını oluşturan orta ve düşük yükseklikteki binaları yansıtması amacıyla bu çalışmada 2,4 ve 7 katlı binalar doğrusal olmayan analiz yöntemleriyle modellenmiştir. İlk önce referans binalar oluşturulmuş ve daha sonra yumuşak kat ve kapalı çıkma gibi düzensizlik içeren modeller elde edilerek düzensizliklerin binadaki etkileri incelenmiştir. Malzeme özelliklerinin binanın davranışına etkisinin belirlenebilmesi için farklı beton sınıfı ve etriye aralığı seçilerek modellere yansıtılmıştır. Modellemeler yapılırken 1975 ve 1998 Afet Yönetmelikleri göz önüne alınarak bunların yeterliliği hakkında fikir sahibi olunmuştur.

Çalışma kapsamında hazırlanan tüm modellere artımsal statik itme analizi uygulanmış ve bunlara ait kapasite eğrileri elde edilmiştir. Modeller konut olarak tasarlandığı için binaların kapasitesi olarak 50 yıl içinde aşılma olasılığı %10 olan deprem (tasarım depremi) etkisi altında CG performans düzeyine karşılık gelen yer değiştirme kapasiteleri bulunmuştur. Kapasite eğrileri eşdeğer tek serbestlik dereceli sisteme (ESDOF) çevrilerek DBYYHY–2007 tepki spektrumuna göre binaların yer değiştirme talepleri hesaplanmıştır. Bulunan bu yer değiştirme kapasiteleri ve yer değiştirme taleplerinin birbirleriyle karşılaştırılmasıyla binaların performans seviyelerine karar verilmiştir. Ayrıca tüm binalara son 20 yılda ülkemizde yaşanan yıkıcı depremlerden seçilen ivme kayıtları kullanılarak zaman tanım alanında doğrusal olmayan dinamik analiz uygulanmış ve bu binalara ait yer değiştirme talepleri bulunmuştur. DBYYHY–2007 tepki spektrumuna göre hesaplanan yer değiştirme talepleri ile ivme kayıtları kullanılarak bulunan yer değiştirme talepleri birbirine göre durumları değerlendirilmiştir. Yapılan tüm bu işlemler neticesinde elde edilen sonuçların değerlendirilmesi aşağıda açıklanmıştır.

### 7.1. Analiz Sonuçlarının Genel Değerlendirilmesi

- ✓ Yanal donatı miktarının artması yani etriye aralığının azalması dayanımda büyük bir artışa sebep olmamıştır.
- ✓ Yanal donatı miktarının artması binaların yer değiştirme kapasitelerinin artışını sağlarken bu binaların yer değiştirme taleplerini çok fazla etkilememiştir.
- ✓ Beton dayanımının artması binaların yatay dayanımında fazla bir artış göstermemesine rağmen yer değiştirme kapasitelerini artırırken aynı zamanda binaların yer değiştirme taleplerini azaltarak binaların performansının iyileşmesine neden olmaktadır.
- ✓ 1998 Afet Yönetmeliği'ne göre yapılan binaların 1975 Afet Yönetmeliği'ne göre yapılan binalara göre yer değiştirme kapasitesinin ve yatay dayanımının fazla olması dolayısıyla yer değiştirme talepleri daha düşük çıkmaktadır.
- ✓ Rijitliği azaltan tüm etkilerin bina ağırlığının değişmediği durumda bina periyodunu artıracığından yer değiştirme talepleri de artmıştır.
- ✓ Binaların göze alınan kriterlere göre hesaplanan performans seviyeleri incelendiğinde genel olarak 1975 Afet Yönetmeliği'ne göre yapılan 4 katlı modeller ile 7 katlı kötü beton (BS10) ve kötü etriyeye (s20) sahip modeller konutlar için olması gereken CG performans seviyesini sağlamamaktadır.
- ✓ Kapalı çıkmaya sahip binalarda ağırlık artışına rağmen kiriş kaldırılan yönde periyot arttığı için yer değiştirme talebi artarken kiriş kaldırılmayan yönde bir miktar rijitlik artışı olacağından yer değiştirme talebinde düşüş görülebilir.
- ✓ Yumuşak katlı binaların yer değiştirme kapasitelerinin düşük olması ve ayrıca yer değiştirme taleplerinin yüksek olması referans binalara göre talep/kapasite oranlarının yüksek olması deprem davranışı açısından olumsuz bir durum teşkil etmektedir.
- ✓ Duvar dayanımının dikkate alındığı binaların talep/kapasite oranları duvar dayanımının dikkate alınmadığı binalara göre düşük çıkmaktadır.

- ✓ Artımsal statik itme analiziyle bulunan kapasite eğrilerinin bi-linear (iki doğrusal) hale getirilmesiyle elde edilen yer değiştirme talepleri zaman tanım alanında doğrusal olmayan analizle hesaplanan yer değiştirme taleplerinden fazladır. Çünkü göz önüne alınan ivme kayıtlarının ortalama spektrumlarının, DBYBHY–2007 (2007) de tanımlanan talep spektrumundan daha düşük olması yer değiştirme taleplerinin düşük çıkmasına neden olmaktadır. Tasarım aşamasında DBYBHY–2007 talep spektrumunun göz önüne alınması binaların kapasitelerinin fazla olmasına neden olacağından binaların deprem davranışı açısından güvenli tarafta kalınacağına işaret eder.
- ✓ Artımsal statik itme analizi sonucunda yer değiştirme talebi açısından bakıldığında referans binalara göre duvarlı referans binalar % 21 az, yumuşak katlı binalar %12 fazla, kapalı çıkmalı binalar %14 fazla çıkmaktadır. Duvarlı referans binalara göre ise duvarlı yumuşak katlı binalar %11 fazla, duvarlı kapalı çıkmalı binalar %13 fazla çıkmaktadır.
- ✓ Zaman tanım alanında doğrusal olmayan dinamik analiz sonucunda yer değiştirme talebi açısından bakıldığında referans binalara göre duvarlı referans binalar % 25 az, yumuşak katlı binalar %10 fazla, kapalı çıkmalı binalar %10 fazla çıkmaktadır. Duvarlı referans binalara göre ise duvarlı yumuşak katlı binalar %21 fazla, duvarlı kapalı çıkmalı binalar %21 fazla çıkmaktadır.

## 7.2.Yapılabilecek Çalışmalarla İlgili Öneriler

- ❖ Düzensizliklerin daha ayrıntılı incelenebilmesi için sadece hakim modun değil de birden fazla modun hesaba katıldığı Artımsal Mod Birleştirme Yöntemi kullanılabilir.
- ❖ Kat sayısı, plan şekli, eleman boyut ve yerleşimleri bakımından değişiklikler yapılarak belirtilen düzensizliklerin etkileri daha geniş bir şekilde araştırılabilir.
- ❖ Farklı beton dayanımlarına ve etriye aralığına sahip modeller kullanılabilir.
- ❖ Belirtilen düzensizlikleri farklı oranlarda taşıyan modeller incelenerek hangi oranda düzensizliğin, hangi oranda olumsuzluğa neden olduğu araştırılabilir.

- ❖ Literatürde farklı araştırmacılarca önerilen değişik plastik mafsal boyları vardır. Eleman tipleri arasında farklılık gösterebilen formülasyonlar kullanılarak, hazırlanan modellerde plastik mafsal boylarının etkinliği araştırılabilir.
- ❖ Betonarme elemanlarda sargılı beton davranışını yansıtmak üzere çeşitli araştırmacılar tarafından beton modelleri önerilmiştir. Farklı beton modellerinin hazırlanan binaların doğrusal olmayan sismik performanslarının değerlendirilmesindeki etkinliklerinin karşılaştırılması yapılabilir.

## 8.KAYNAKLAR

- ABYYHY-1975, (1975). “Afet Bölgelerinde Yapılacak Yapılar Hakkında Yönetmelik”, *Bayındırlık ve İskân Bakanlığı*, Ankara.
- ABYYHY-1998, (1998). “Afet Bölgelerinde Yapılacak Yapılar Hakkında Yönetmelik”, *Bayındırlık ve İskân Bakanlığı*, Ankara.
- Adalier, K. and Aydingun, O. (2001). Structural Engineering Aspects of the June 27, 1998 Adana-Ceyhan (Turkey) Earthquake, *Engineering Structures*, (23):343–355.
- Akkar S, Sucuoglu H, Yakut A. (2005), Displacement based fragility functions for low- and mid-rise ordinary concrete buildings, *Earthquake Spectra*, 21(4):901-927.
- ATC-40, (1996). Seismic Evaluation and Retrofit of Concrete Buildings, *Applied Technology Council*, Redwood City, California.
- Chopra, A. K., (2000). Dynamics of Structures: Theory and Applications to Earthquake Engineering (2nd Edition), *Pearson Education*, ISBN: 0130869732, 844 pages.
- DBYBHY-2007, (2007) Deprem Bölgelerinde Yapılacak Yapılar Hakkında Yönetmelik, *Bayındırlık ve İskân Bakanlığı*, Ankara.
- Dogangun, A., (2004), Performance Of Reinforced Concrete Buildings During The May 1 2003 Bingöl Earthquake In Turkey, *Engineering Structures*, (26):841-856.
- FEMA 356, (2000). Prestandard and Commentary for the Seismic Rehabilitation of Buildings. *Federal Emergency Management Agency*. Washington DC, USA.
- FEMA 440, (2005). Improvement of Nonlinear Static Seismic Analysis Procedures, prepared by *ATC for American Society of Civil Engineers for the Federal Emergency, Washington, D.C.*.

- İnel M, Özmen HB, Bilgin H (2007), Re-evaluation of building damage during recent earthquakes in Turkey, *Engineering Structures*, Article in Press.
- Kırçıl MS, Polat Z (2006), Fragility Analysis of Mid-rise R/C Frame Buildings, *Engineering Structures*, 28:1335-1345.
- Mander, J.B., Priestley, M.J.N. and Park, R., (1988). Theoretical Stress-Strain Model for Confined Concrete, *ASCE Journal of Structural Engineering*, 114:1804-1826.
- Ozcebe, G., Ramirez, J., Wasti T.S., and Yakut A., (2004). 1 May 2003 Bingöl *Earthquake Engineering Report*, Publication No:2004/1.
- Özmen H.B., M. İnel ve H. Bilgin “Betonarme Elemanların Doğrusal Ötesi Davranışlarının Modellenmesi”, *6. Ulusal Deprem Mühendisliği Konferansı*, Cilt II:207-216, 16-20 Ekim 2007, İstanbul.
- Park, R. and Paulay, T. (1975). Reinforced Concrete Structures, New York. *John Wiley & Sons*; 769 pp.
- Park, R., Priestley, M.J.N. and Gill, W.D. (1982) “Ductility of Square-Confined Concrete Columns,” *Journal of Structural Division, ASCE*, 108, No. ST4, Apr., pp. 929-950.
- Paulay, T., and M. J. N. Priestley, (1992). Seismic Design of Reinforced Concrete and Masonary Buildings, *John Willey & Sons*, New York, NY, USA, 744p.
- Priestley, M.J.N., Seible, F. and Calvi G.M.S. (1996) Seismic Design and Retrofit of Bridges, New York, *John Wiley & Sons*.
- Priestley, M.J. (2000) Performance Based Seismic Design, *Proc. 12 th World Conf. Earthquake Engineering*.
- Saatcioglu, M. and Razvi, S. (1992), “Strength and ductility of confinde concrete,” *J. of Struct. Engrg., ASCE*, 118(6), pp.1590-1607.

- SAP2000 Manual (2010), Computers and Structures, [www.csiberkeley.com](http://www.csiberkeley.com), (08.06.2010).
- Scawthorn C, Johnson GS. (2000), Preliminary report: Kocaeli (Izmit) earthquake of 17 August 1999, *Engineering Structures*, 22(7),727-745.
- Scott, B.D., Park, R. and Priestley M.J.N. (1982) Stress-Strain Behavior of Concrete Confined by Overlapping Hoops at Low and High Strain Rates, *ACI Structural Journal*, 76: pp. 13-27.
- Sheikh, S. A. and Uzumeri, S. M., (1982), “Analytical model for concrete confinement in tied columns,” *J.Struct. Div., ASCE*, No. ST12, 108, 2703-2722.
- Sezen. H., Whittaker A.S., Elwood K.J. and Mosalam, K.M. (2003) Performance Of Reinforced Concrete Buildings During The August 17 1999 Kocaeli, Turkey Earthquake, And Seismic Design and Construction Practice in Turkey, *Engineering Structures*, 25:103–114.
- TS498, (1987). Yapı Elemanlarının Boyutlandırılmasında Alınacak Yüklerin Hesap Değerleri, *TSE*, Ankara.
- TS500, (2000) Betonarme Yapıların Tasarım ve Yapım Kuralları, *Türk Standartları Enstitüsü*, Ankara.
- Unlubeton (2010), unlubeton web site, [http://unlubeton.com.tr/FileUpload/bs17677/File/b\\_duzensizlikler.pdf](http://unlubeton.com.tr/FileUpload/bs17677/File/b_duzensizlikler.pdf) (08.06.2010).
- Yakut A, Gulkan P, Bakır BS, Yılmaz MT.(2005), Re-examination of damage distribution in Adapazari: structural considerations, *Engineering Structures*, 27(7): 990-1001.



**ÖZGEÇMİŞ**

**Adı Soyadı** : Emrah MERAL

**Doğum Yeri** : ERZİNCAN

**Doğum Tarihi** : 13.08.1984

**2008- ...** : Yüksek Lisans, Pamukkale Üniversitesi, İnşaat Mühendisliği

**2004-2008** : Lisans,Pamukkale Üniversitesi, İnşaat Mühendisliği

**1998-2002** : Erzincan Anadolu Lisesi

**1995-1998** : Erzincan Cumhuriyet Orta Okulu

**1995-1990** : Org. Selahattin Demircioğlu İlkokulu