



KONYA  
TEKNİK ÜNİVERSİTESİ

**T.C.**  
**KONYA TEKNİK ÜNİVERSİTESİ**  
**LİSANSÜSÜTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ**



**BETONARME BİNALARDA DAYANIM  
FAZLALIĞI KATSAYISI ÜZERİNE BİR  
İRDELEME**

**Talha Polat DOĞAN**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ**

**İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı**

**Temmuz – 2019**  
**KONYA**  
**Her Hakkı Saklıdır**

## TEZ KABUL VE ONAYI

Talha Polat DOĞAN tarafından hazırlanan “Betonarme Binalarda Dayanım Fazlalığı Katsayısı Üzerine Bir İrdeleme” adlı tez çalışması 12.07.19 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından oy birliği / ~~oy çokluğu~~ ile Konya Teknik Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı’nda YÜKSEK LİSANS/DOKTORA TEZİ olarak kabul edilmiştir.

### Jüri Üyeleri

#### Başkan

Doç. Dr. M. Tolga ÇÖĞÜRCÜ



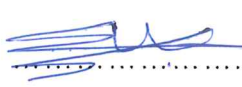
#### Danışman

Dr. Öğr. Üy. İbrahim Hakkı ERKAN

#### Üye

Doç. Dr. Serdar ÇARBAŞ

### İmza

  
.....  
  
.....  
  
.....

Yukarıdaki sonucu onaylarım.

Prof. Dr. Hakan KARABÖRK  
Enstitü Müdürü

## TEZ BİLDİRİMİ

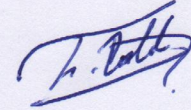
Bu tezdeki bütün bilgilerin etik davranış ve akademik kurallar çerçevesinde elde edildiğini ve tez yazım kurallarına uygun olarak hazırlanan bu çalışmada bana ait olmayan her türlü ifade ve bilginin kaynağına eksiksiz atıf yapıldığını bildiririm.

## DECLARATION PAGE

I hereby declare that all information in this document has been obtained and presented in accordance with academic rules and ethical conduct. I also declare that, as required by these rules and conduct, I have fully cited and referenced all material and results that are not original to this work.

Talha Polat DOĞAN

Tarih: 12.07.2019



## ÖZET

### YÜKSEK LİSANS TEZİ

## BETONARME BİNALARDA DAYANIM FAZLALIĞI KATSAYISI ÜZERİNE BİR İRDELEME

Talha Polat DOĞAN

Konya Teknik Üniversitesi  
Lisansüstü Eğitim Enstitüsü  
İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı

Danışman: Dr. Öğr. Üyesi İbrahim Hakkı ERKAN

2019 – 167 Sayfa

Jüri

Dr. Öğr. Üyesi İbrahim Hakkı ERKAN

Yapıların analiz ve tasarım hususları üzerinde yeni bir düzenleme getiren ve 1 Ocak 2019 tarihinde yürürlüğe giren TBDY 2018 'de belirtilen koşullara uygun olarak dayanım fazlalığı katsayısı üzerine bir irdeleme yapılmıştır. Bu doğrultuda literatür incelemesi yapılmış ve TBDY 2018 'de belirtilen tasarım esaslarına bağlı kalarak 18 tip yapı modeli hazırlanmıştır. Bu modeller 4 kat, 7 kat ve 10 katlı olmak üzere 3 farklı bina yüksekliğinde tasarlanmıştır. Her bina yüksekliği için referans model teşkil etmesi için çerçevesiz taşıyıcı sisteme sahip birer model, TBDY 2018 'in 7.6.1.3 Maddesi 'nde belirtilen tanıma uygun olacak şekilde taşıyıcı sistemlerinde % 0.5, % 1, % 1.4, % 1.7 ve % 2 oranlarında betonarme perde eleman bulunduran 6 model tanımlanmıştır. Hazırlanan bu 18 tip yapı modeli, TDY 2007 üzerine yürürlüğe giren TBDY 2018 ile gelen değişimlerin de incelenmesi adına doğrusal analizler için her iki yönetmeliğe uygun olarak Eşdeğer Deprem Yüklü Yöntemi ve Mod Birleştirme Yöntemi ile 36 adet doğrusal analize tabi tutulmuştur. Bu analizler sonucu iki çözüm yöntemi için de TBDY 2018 'deki koşullar ile yapıların periyotlarının arttığı, taban kesme kuvvetlerinin azaldığı, yani kısaca yapıların daha sünek davranış sergilediği görülmüştür. Bu tezin genel amacı olan dayanım fazlalığı değerlerini belirlemek için TBDY 2018 'e göre Mod Birleştirme Yöntemi ile elde edilen sonuçlar kullanılmıştır.

Dayanım fazlalığı katsayılarının belirlenmesi adına yapılan doğrusal ötesi analizlerde yığılı plastik davranış kabulü ile statik itme analizi tercih edilmiştir. Plastik mafsallı boyu değişiminin dayanım fazlalığı katsayısı üzerindeki etkisinin incelenmesi için her model için 6 farklı  $L_p$  kullanılmıştır. Bu bölüm için toplamda 108 adet doğrusal ötesi analiz yapılmıştır. Analizler sonucu mafsallı boyundaki değişimin push-over eğrisindeki akma sınırına kadar olan bölgede bir farklılık göstermediği, gözlemlenmiştir. Rijit diyafram kabul durumunun dayanım fazlalığı katsayısı üzerinde etkisini incelemek adına seçilen 6 tip model 3 farklı plastik mafsallı boyu ile analiz edilmiştir. Hazırlanan 18 tip yapı modeli için toplamda 162 adet analiz yapılmıştır. Elde edilen dayanım fazlalığı katsayıları TDY 2018 'de belirtilen değerlerin altında kalmış olmasına rağmen tamamı 1 'den büyüktür. Bu da yapıların yeterli dayanımı sağladığı anlamına gelmektedir. Bu durumda konut türünde inşa edilecek binalar için % 1 oranında betonarme perde içeren taşıyıcı sistem tasarımı, özenli yapılması halinde optimum çözüm olacağı sonucuna varılmıştır. Bina önemi artması ya da kat ötelenmelerinin önlenmesi durumlarında daha fazla perde oranı kullanılması önerilir.

**Anahtar Kelimeler:** Betonarme Perdeler, Dinamik Analiz, Mod Birleştirme Yöntemi, Perde Alanı Oranı, Plastik Mafsallı, Rijit Diyafram, Statik İtme Analizi

## ABSTRACT

### MS THESIS

# AN INVESTIGATION ON OVER STRENGTH FACTOR IN REINFORCED CONCRETE BUILDINGS

Talha Polat DOĞAN

Konya Technical University  
Institute of Graduate Studies  
Department of Civil Engineering

Advisor: Dr. İbrahim Hakkı ERKAN

2019 – 167 Pages

Jury  
Dr. İbrahim Hakkı ERKAN

An investigation was made on the over strength coefficient in accordance with the conditions specified in TSC 2018 which came into force on January 1, 2019 and introduced as a new regulation on the analysis and design of the buildings. In this context, necessary literature review has been made and 18 types of building models were prepared in line with the design principles stated in TSC2018. These models are designed in 3 different building heights including 4, 7 and 10 storeys. For each building height, a model with framed structural system was created to serve as a reference model for each building height. In addition to these models, models with 6 different reinforced concrete wall ratios of % 0.5, % 1, % 1.4, % 1.7 and % 2 were defined in accordance with the regulations stated in Article 7.6.1.3 of TSC 2018. These 18 types of structural models were subjected to 36 linear analyzes with Equivalent Seismic Load Method and Response Spectrum Method for linear analyzes in order to examine the changes between the old (TSC2007) and recent regulations. As a result of these analyzes, it was seen that the periods of the buildings increased with the conditions in TBDY 2018 and the shear forces decreased, that is, the structures exhibited more ductile behavior. The general purpose of this thesis is to determine the over strength coefficient values according to TBDY 2018, Response Spectrum Method is used.

In order to determine the over strength coefficients, static pushover analysis with lumped plastic behavior was preferred. In order to investigate the effect of varying in the plastic hinge length on the over strength coefficient, 6 different hinge lengths were used for each model. A total of 108 nonlinear analyzes were performed for this section. As a result of these analyzes, it was observed that the varying in the hinge length did not make a difference in the region up to the yield limit of the push-over curve. In order to examine the effect of rigid diaphragm acceptance on the over strength coefficient, 6 types of models desired were analyzed with 3 different plastic hinge lengths. A total of 162 analyzes were performed for the 18 types of building models prepared up to this point. Although the obtained over strength coefficients are below the values stated in TDY 2018, all of them are greater than 1. This means that the structures provide sufficient strength. In this case, it is concluded that the design of the structural system with RC wall area ratio of % 1 for the buildings to be constructed in residential type will be the optimum solution if done carefully. It is recommended to use more RC wall ratio if building importance increases or if storey displacements are desired to be restricted.

**Keywords:** Dynamic Analysis, Equivalent Seismic Load, Plastic Hinge, Push Over Analysis, RC Wall Area Ratio, Reinforced Concrete Walls, Response Spectrum, Rigid Diaphragm

## ÖNSÖZ

Yüksek lisans tez çalışması sürecinde değerli katkılarını ve desteklerini benden esirgemeyen gösterdiği sabır ve özveri ile hiç bir zaman desteğini ve engin bilgilerini benden eksik etmeyen, çalışmalarımın her aşamasında önerileri ile beni yönlendiren değerli hocam ve danışmanım Sayın Dr. Öğr. Üyesi İbrahim Hakkı ERKAN 'a, önerilerini ve bilgilerini benimle paylaşan değerli hocam Sayın Prof. Dr. Musa Hakan ARSLAN 'a, her konuda vakti bilgisi yardım ve desteği ile her zaman yanımda olan arkadaşım ve meslektaşım Zeynep YALNIZ 'a ve son olarak bugüne kadar her daim yanımda olan ve beni destekleyen anneme, babama ve kardeşime sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Talha Polat DOĞAN  
KONYA-2019

## İÇİNDEKİLER

ÖZET.....	iii
ABSTRACT .....	iv
ÖNSÖZ.....	v
İÇİNDEKİLER.....	vi
SİMGELER VE KISALTMALAR.....	ix
1.GİRİŞ.....	1
2. LİTERATÜR ÖZETİ.....	4
3. MATERYAL METOT.....	13
3.1. TBDY 2018 ‘de Belirtilen Tasarım Ve Analiz Şartları .....	14
3.1.1. Deprem Yer Hareketi Düzeyleri .....	14
3.1.2. Standart Deprem Yer Hareketi Spektrumları.....	14
3.1.3. Yerel Zemin Etki Katsayıları .....	15
3.1.4. Yatay Elastik Tasarım Spektrumu .....	16
3.1.5. Düşey Elastik Tasarım Spektrumu .....	18
3.1.6. Deprem Tasarım Sınıfları ve Bina Yükseklik Sınıfları.....	19
3.1.7. Bina Kullanım Sınıfları ve Bina Önem Katsayıları.....	19
3.1.8. Bina Performans Düzeyleri .....	21
3.1.9. Sismik Etkiler Altındaki Yapıların Performans Hedefleri.....	21
3.1.10. Sismik Etkiler Altındaki Binaların Planda Ve Düşeydeki Düzensizlik Durumları... ..	22
3.1.11. Taşıyıcı Sistem Davranış Katsayıları Ve Dayanım Fazlalığı Katsayıları .....	23
3.1.12. Betonarme Elemanların Etkin Kesit Rijitlik Çarpanları ve Hareketli Yük Katılım Katsayısı .....	24
3.1.13. TBDY 2018 ‘de Şekil Değiştirmeye Göre Değerlendirme ve Tasarım Yaklaşımı .....	25
3.1.14. Deprem Etkisinin Diğer Etkilerle Birleştirilmesi .....	25
3.1.15. Yığılı Plastik Davranış Modeli .....	26
3.1.16. Kiriş, Kolon ve Perdelerin Modellenmesi.....	27
3.2. Modellerin Ön Tasarım ve Boyutlandırılması.....	28
3.2.1. Kullanılacak Deprem Yüğü Belirleme Yöntemi ve Yük Değerlerinin Belirlenmesi ... ..	30
3.3. Hazırlanan Analiz Modelleri.....	30

3.3.1. Model 4.1 .....	33
3.3.2. Model 4.2 .....	34
3.3.3. Model 4.3 .....	35
3.3.4. Model 4.4 .....	36
3.3.5. Model 4.5 .....	37
3.3.6. Model 4.6 .....	38
3.3.7. Model 7.1 .....	39
3.3.8. Model 7.2 .....	40
3.3.9. Model 7.3 .....	41
3.3.10. Model 7.4 .....	42
3.3.11. Model 7.5 .....	43
3.3.12. Model 7.6 .....	44
3.3.13. Model 10.1 .....	45
3.3.14. Model 10.2 .....	46
3.3.15. Model 10.3 .....	47
3.3.16. Model 10.4 .....	48
3.3.17. Model 10.5 .....	49
3.3.18. Model 10.6 .....	50
3.4. Taşıyıcı Sistem Elemanlarının Tanımlanması .....	51
3.5. Analizlerde Kullanılan SAP2000 Programının Önemli Özellikleri .....	53
4. ANALİZ ÇALIŞMASI.....	55
4.1. Yüklerin Belirlenmesi .....	55
4.1.1. Modellere Servis Süresince Etkiyecek Düşey Yüklerin Belirlenmesi .....	55
4.2. Doğrusal Analizler.....	56
4.2.1. Eşdeğer Deprem Yükü Yöntemi ile Doğrusal Analiz.....	56
4.2.2. Mod Birleştirme Yöntemi ile Doğrusal Analiz Sonuçları .....	61
4.3. Statik İtme Analizi.....	65
4.4. Analizlerin Modeller Üzerinde Uygulanması .....	68
4.4.1. Model 4.1 .....	69



4.4.2. Model 4.2 .....	72
4.4.3. Model 4.3 .....	75
4.4.4. Model 4.4 .....	78
4.4.5. Model 4.5 .....	81
4.4.6. Model 4.6 .....	84
4.4.7. Model 7.1 .....	87
4.4.8. Model 7.2 .....	90
4.4.9. Model 7.3 .....	93
4.4.10. Model 7.4 .....	96
4.4.11. Model 7.5 .....	99
4.4.12. Model 7.6 .....	102
4.4.13. Model 10.1 .....	105
4.4.14. Model 10.2 .....	108
4.4.15. Model 10.3 .....	111
4.4.16. Model 10.4 .....	114
4.4.17. Model 10.5 .....	117
4.4.18. Model 10.6 .....	120
4.5. Dayanım Fazlalığı Katsayısı Üzerinde Rijit Diyafram Kabulünün Etkisi .....	123
5. SONUÇLAR.....	127
5.1. Doğrusal Analiz Sonuçları.....	128
5.2. Doğrusal Ötesi Analiz Sonuçları .....	133
5.2.1. Mafsal Boylarının Dayanım Fazlalığı Katsayısı Üzerindeki Etkisi .....	138
5.2.2. Farklı Perde Oranlarının Dayanım Fazlalığı Katsayısı Üzerindeki Etkisi .....	147
5.2.3. Rijit Diyafram Kabulünün Dayanım Fazlalığı Katsayısı Üzerindeki Etkisi.....	157
5.3. Dayanım Fazlalığı Katsayılarının Belirlenmesi.....	160
5.4. Sonuçların Değerlendirilmesi.....	161
KAYNAKÇA .....	168
ÖZGEÇMİŞ .....	170

## SİMGELER VE KISALTMALAR

$\Sigma A_e$	= Herhangi bir katta, gözönüne alınan deprem doğrultusunda etkili kesme alanı
$\Sigma A_g$	= Herhangi bir katta, gözönüne alınan deprem doğrultusuna paralel doğrultuda perde olarak çalışan taşıyıcı sistem elemanlarının enkesit alanlarının toplamı
$\Sigma A_p$	= Binanın tüm katlarının plan alanlarının toplamı
$A_{sh}$	= Enine donatı alanı (dikdörtgen kesit) [mm <sup>2</sup> ]
$A_{os}$	= Enine donatının alanı (dairesel kesit) [mm <sup>2</sup> ]
$a_i$	= Yatayda bir etriye kolu veya çiroz tarafından mesnetlenen boyuna donatıların eksenleri arasındaki uzaklık [mm]
$A_t$	= Ampirik doğal titreşim periyodu hesabında kullanılan eşdeğer alan [m <sup>2</sup> ]
$A_{wj}$	= j'inci perdenin gövde enkesit alanı [m <sup>2</sup> ]
<b>ASCE 41-13</b>	= American Society of Civil Engineers
$b_o$	= Göbek betonunu sargılayan etriyelerin eksenleri arasında kalan kesit [mm]
$b_k$	= Çekirdek boyutu (en dıştaki enine donatı eksenleri arasındaki uzaklık) [mm]
<b>BYS</b>	= Bina Yükseklik Sınıfı
<b>BKS</b>	= Bina Kullanım Sınıfı
$C_h$	= İkinci mertebe hesabında kullanılan ampirik katsayı
$C_t$	= Ampirik doğal titreşim periyodu hesabında kullanılan katsayı
$c$	= Bağ kirişli (boşluklu) perde parçalarının enkesit ağırlık merkezleri arasındaki uzaklık [m]
<b>D</b>	= Dayanım Fazlalığı Katsayısı
$d_b$	= Boyuna donatı çapı (çekmede ortalama) [m]
<b>DTS</b>	= Deprem Tasarım Sınıfı
<b>DD-1</b>	= 50 yılda aşılma olasılığı %2 (tekrarlanma periyodu 2475 yıl) olan deprem yer hareketi düzeyi
<b>DD-2</b>	= 50 yılda aşılma olasılığı %10 (tekrarlanma periyodu 475 yıl) olan deprem yer hareketi düzeyi
<b>DD-3</b>	= 50 yılda aşılma olasılığı %50 (tekrarlanma periyodu 72 yıl) olan deprem yer hareketi düzeyi
$D_{bi}$	= i'inci katta ek dışmerkezlik büyütme katsayısı
$d_{fi}^{(X)}$	= (X) deprem doğrultusunda binanın hakim doğal titreşim periyodunun hesabında i'inci kata etki ettirilen fiktif yükten oluşan yerdeğiştirme [m]

$E_d$	= Doğrultu birleştirmesi uygulanmış tasarımı esas toplam deprem etkisi
$E_d^{(H)}$	= Doğrultu birleştirmesi uygulanmış tasarımı esas yatay deprem etkisi
$E_d^{(X)}$	= (X) doğrultusundaki depremin etkisi altında tasarımı esas deprem etkisi
$E_d^{(Y)}$	= (Y) doğrultusundaki depremin etkisi altında tasarımı esas deprem etkisi
$E_d^{(Z)}$	= (Z) doğrultusundaki depremin etkisi altında tasarımı esas deprem etkisi
$(EI)_e$	= Yiğılı plastik davranışına göre modellenen kolon, kiriş, ba kirişi veya perdenin etkin kesit rijitliği
$F_{fi}^{(X)}$	= (X) deprem doğrultusunda binanın hakim doğal titreşim periyodunun hesabında i'inci kata etki ettirilen fiktif yük [kN]
$F_{ie}^{(X)}$	= (X) deprem doğrultusunda i'inci kat kütle merkezine etkiyen eşdeğer deprem yükü [kN]
$f_{ce}$	= Betonun ortalama (beklenen) basınç dayanımı [MPa]
$f_{ck}$	= Betonun karakteristik basınç dayanımı [MPa]
$f_{ctd}$	= Betonun tasarım çekme dayanımı [MPa]
$f_e$	= Taşıyıcı sistem için hesaplanan doğrusal (elastik) dayanım talebi
$f_y$	= Taşıyıcı sistemin akma dayanımı
$f_{ye}$	= Çeliğin ortalama (beklenen) akma dayanımı [MPa]
$f_{yk}$	= Çeliğin karakteristik akma dayanımı [MPa]
$f_{ywe}$	= Enine donatının ortalama (beklenen) akma dayanımı [MPa]
$G$	= Sabit yük etkisi
$g$	= Yerçekimi ivmesi [ $m/s^2$ ]
$H_{cr}$	= Kritik Perde Yüksekliği
$H_i$	= Binanın bodrum katlarının üstündeki üst bölüm'de i'inci katın üst bölümün tabanından itibaren ölçülen yüksekliği [m]
$H_N$	= Binanın bodrum katlarının üstündeki üst bölüm'ünün toplam yüksekliği [m]
$H_w$	= Perde yüksekliği [m]
$h$	= Kesit yüksekliği [m]
$h_o$	= Göbek betonunu sargılayan etriyelerin eksenleri arasında kalan kesit [mm]
$h_i$	= i'inci katın yüksekliği [m]
$I$	= Bina Önem Katsayısı
$L_p$	= Plastik mafsallık boyu [m]
$L_s$	= Kesme açıklığı [m]
$M_y$	= Etkin akma momenti [kNm]
$m_i$	= i'inci katın toplam kütlesi [t]

<b><math>m_t</math></b>	= Binanın bodrum katlarının üstündeki üst bölüm'ünün toplam kütlesi [t]
<b><math>N</math></b>	= Binanın bodrum katlarının üstündeki üst bölüm'deki toplam kat sayısı
<b><math>n</math></b>	= Hareketli yük katılım katsayısı
<b><math>Q</math></b>	= Hareketli yük etkisi
<b><math>R</math></b>	= Taşıyıcı Sistem Davranış Katsayısı
<b><math>R_a(T)</math></b>	= Öngörülen süneklik kapasitesi ve periyoda bağlı Deprem Yüğü Azaltma Katsayısı
<b><math>S_{ae}(T)</math></b>	= Yatay elastik tasarım spektral ivmesi [g]
<b><math>S_{aR}(T)</math></b>	= Azaltılmış tasarım spektral ivmesi [g]
<b><math>S_{DS}</math></b>	= Kısa periyot tasarım spektral ivme katsayısı [boyutsuz]
<b><math>T</math></b>	= Doğal titreşim periyodu [s]
<b>TBDY 2018</b>	= Türk Bina Deprem Yönetmeliğı 2018
<b>TDY 2007</b>	= Türk Deprem Yönetmeliğı 2007
<b>TS 498</b>	= Türk Standardı 498
<b><math>T_B</math></b>	= Yatay elastik tasarım ivme spektrumu köşe periyodu [s]
<b><math>T_n</math></b>	= n'inci moda ait doğal titreşim periyodu [s]
<b><math>T_{pA}</math></b>	= Amprik olarak hesaplanan hakim doğal titreşim periyodu [s]
<b><math>T_p^{(X)}</math></b>	= (X) deprem doğrultusunda binanın hakim doğal titreşim periyodu [s]
<b><math>V_{tE}^{(X)}</math></b>	= (X) deprem doğrultusunda binanın tümüne etkiyen toplam eşdeğer deprem yükü (taban kesme kuvveti) [kN]
<b><math>\phi_y</math></b>	= Akma eğriliğı [m-1]
<b><math>\phi_u</math></b>	= Göçme öncesi eğrilik [m-1]
<b><math>\theta_y</math></b>	= Akma durumu için yerdeğıştirmiş eksen dönmesi [rad]

## 1.GİRİŞ

Ülkemiz aktif bir fay haritası üzerinde yer almaktadır. Günümüzde nüfus yoğunluğu, genellikle bu fay kuşaklarına yakın kesimlerde bulunmaktadır. Tarih boyunca fay hareketleri sonucu yaşanan ağır can ve mal kayıpları, ülkemizin nüfusu ve ekonomisi üzerinde maddi ve manevi hasarlara sebep olmuştur. Bu nedenle ülkemizde hali hazırda bulunan mevcut binaların ve yeni yapılacak olan binaların sismik performanslarının gerçeğe yakın ve doğru biçimde belirlenmesi büyük önem arz etmektedir.

Bina performansı belirlenmiş ve sismik etkilere karşı güçlendirilmeye gerek duyan binaların yanı sıra yeni yapılacak binaların da yer hareketlerinden kaynaklanan yatay yük etkilerine karşı dayanabilecek elemanları bulundurmaları gerekmektedir. Bu elemanlar geçerli yönetmelik ve şartlara uygun olarak tasarlanmış betonarme perde elemanlardır.

Betonarme perdeler bir bina için yatay yüklere karşı adeta emniyet kemeri görevini üstlenir. Kesit alanı kolonlara göre çok daha büyük olan bu elemanlar yüksek düşey yük kapasitesine sahip olmalarının yanında yüksek eğilme momenti kapasitesi ve oldukça büyük kesme dayanımına sahip elemanlardır. Bu nedenle betonarme perdeler, gerek yeni tasarlanan yapıların projelerinde gerekse mevcut binaların güçlendirme projelerinde kullanımına sıklıkla başvuru olan tasarım öğeleridir.

Kendi başına aksel kuvvet, kesme kuvveti ve eğilme momenti gibi yüklemelere karşı yüksek dayanıma sahip olan perdelerin dağılımı, bir yapının projelendirme aşamasında özenle incelenmesi gereken bir başlıktır. Çünkü perde elemanların plandaki simetrik dağılımı hem yapının ağırlık merkezi ve rijitlik merkezinin birbirine yakın tutularak burulma düzensizliğinin önüne geçilmesine hem de kolon ve perdeler için hesaplanan binanın atalet momentinin artırılması açısından önem arz etmektedir. Perdelerin plandaki konumu, boyutları, simetrik yerleşimi ve şekli hem kendine hem de sistemdeki diğer taşıyıcı elemanlara gelen yükler üzerinde etkilidir. Dolayısıyla binanın sismik performansının belirlenmesinde büyük rol üstlenir.

İnşa edilecek olan yapıların denetim, kullanılabilirlik ve güvenlik başlıkları altında yeterliliği sağlayabilmeleri için dünya genelinde çeşitli yönetmelik ve standartlar mevcuttur. Bu yönetmelik ve standartlarda yapıların tasarım hususunda çeşitli çözüm yöntemleri ve bu çözüm yöntemlerinin etkin biçimde uygulanamayacağı istisnai durumlarda başvurulabilecek

alternatif çözümler de bulunmaktadır. Bu hesap ve analiz yöntemlerinin bazıları oldukça karmaşık ve doğrudan binanın gerçek performansını tahmin etme hedefi üzerine geliştirilmiş olmasına karşın bazı yöntemler de yapıların yeterli güvenliği sağlayabilmesi üzerine daha basit çözümler sunmaktadır. Bu çözümlerin basit yani daha az karmaşık olmasının sebebi hesaplarda bazı kabullere başvurulması ve güvenlik katsayılarının kullanılmasından kaynaklanır. Bu güvenlik katsayılarına örnek olarak kullanılan malzeme dayanımlarının azaltılması, etkiyeceği öngörülen yüklerin artırılması, taşıyıcı sistem elemanlarının etkin kesit rijitliklerinin azaltılması, zemin taşıma gücünün olduğundan düşük kabul edilmesi gibi durumlar gösterilebilir.

Gerçek bina performansını elde etmek amacı ile yapılan analizler ile bu yöntemlere kıyasla daha basit yapılan analizlerin kıyaslanması ile dayanım fazlalığı katsayıları elde edilebilir. Dayanım fazlalığı katsayısını yalnızca eleman ya da sistem bazındaki dayanım değerlerinin değil, bunların dışında birçok parametrenin de etkilediği bilinmektedir. Örneğin düşey doğrultudaki taşıyıcı sistem elemanlarının boyutları ve plandaki konum ve yönelimleri, yapının plandaki atalet momenti üzerinde büyük rol oynamaktadır. Bu durumun yanı sıra diyafram rijitlik kabulleri, kolonların kirişlerden daha yüksek kapasiteye sahip olması ve hatta eşit miktarda donatı bulunduran taşıyıcı sistem elemanları içerisindeki donatı dağılım farkları bile örnek olarak gösterilebilir.

Yapılacak olan çalışmada betonarme perdeler hakkında yönetmeliklerce sunulan tasarım şartları, literatürde yapılmış olan çalışmalar, elde edilen veri ve tecrübeler göz önünde bulundurularak 18 farklı yapı modeli hazırlanmıştır. Bu modellerde kirişli plak döşeme tercih edilmiş ve 3 farklı bina yüksekliğine sahip olacak şekilde tasarlanmıştır. Her bina yüksekliği için referans özellikleri belirlemesi amacıyla birer adet çerçevesiz sisteme sahip model, perde alanı TBDY 2018 'e göre; taşıyıcı sistemi perdeli çerçevelerden oluşan yapıların sahip olacağı miktarda değişkenlik gösteren her bina yüksekliği için 4 'er model ve son olarak yine her bina yüksekliği için taşıyıcı sistemi betonarme perdelerden oluşan yapılar tanımında istenen özellikleri sağlayacak oranda perde bulunduran birer model tercih edilmiştir. Oluşturulan 18 farklı yapı modeli üzerinde eleman boyutlarının ön tasarımı ve yeterlilik kontrollerinin TBDY 2018 'e uygun olarak yapılması için önce doğrusal analizler yapılmıştır. Daha sonra elemanlarda hasar oluşması öngörülen bölgelere analiz yapacak olan program üzerinden plastik mafsallar tanımlanmış ve ardından sargılanmış beton modeline (Mander) göre artırimsal statik itme analizi (Push-Over Analysis) uygulanmıştır. Yapılacak analizlerin sonucunda tasarımda

kullanılan perde alanının performans düzeyleri ve dayanım fazlalığı katsayıları üzerindeki etkileri incelenecektir. Bu inceleme sırasında modellerin yapmış oldukları deplasmanlar, mod periyotları, elemanların hasar düzeyleri, perdelerin karşılamış oldukları yüklerin değişimi gibi parametreler de takip edilecektir. (Öztürk, 2012) Ardından belirlenen doğrusal ve doğrusal ötesi davranışların incelendiği analiz sonuçları kıyaslanmış ve dayanım fazlalığı katsayıları üzerinde inceleme ve yorumlarda bulunulmuştur. Elde edilen veriler sonucunda bu yapıların farklı şekillerde tasarlanması ile imalat masrafı ve ekonomik karşılaştırmalar üzerine değerlendirmeler de yapılmıştır.



## 2. LİTERATÜR ÖZETİ

Maddela N. ve ark (2017) yapmış oldukları çalışmalarında; X ve Y doğrultularında eşit sayıda ve 5 'er tane açıklıktan oluşan, kat planları simetrik olan 10 ve 15 katlı iki model üzerinde push-over analiz yaparak yatay yükleri taşıyan betonarme perde elemanların performansları olan etkilerini incelemişlerdir. Bu iki modelin analiz sırasında bina yüksekliğinin %1 'i oranındaki itme mesafesi ile oluşan mafsallık durumlarını ve %2 'si oranındaki itme mesafesi ile oluşan mafsallaşmaları karşılaştırmalı olarak incelemişlerdir. 10 katlı ve 15 katlı bina modelinin toplam bina yüksekliğinin % 1 'i oranında uyguladıkları itme analizi sonucunda elde ettikleri deplasman indeksleri 0.00406 ve 0.00415, toplam bina yüksekliğinin % 2 'si oranında yaptıkları statik itme analizi sonucunda elde ettikleri deplasman indeksleri 0.00445 ve 0.00459 olarak belirtilmiştir. Bu indeks değerleri ATC-40 'da belirtilen 0.005 hasarsızlık değerinden daha düşük olduğu için ağır hasar görülmediği ve performans düzeylerini can güvenliği ve göçme öncesi durum olarak belirlemişlerdir. Ayrıca 10 katlı perdesiz binanın yapmış olduğu deplasman değeri 161 mm iken modele perde eklendiğinde 34.9 mm olarak; 15 katlı modelde ise perde yokken bu değer 271 mm, perde eklendikten sonra 72.5 mm olduğu da belirtilmiştir. Sonuç olarak kat sayısındaki artışın hasar seviyelerini ilerlettiğini, taban kesme kuvvetinin ve kat deplasmanlarının arttığını belirtmişlerdir.

Hassabala ve ark. (2014) yapmış oldukları bir çalışmada Sudan 'da mevcut olarak bulunan ve riskli bina olarak belirlenen 4 katlı betonarme bir binayı Sap2000 ve ETABS programlarında modellemişlerdir. Modelleme sonrasında hasar düzeylerini gözlemleyebilmek için taşıyıcı sistem elemanları üzerinde plastik mafsallar tanımlamışlardır. Bu mafsalların özelliklerini tanımlarken FEMA 356 ve ATC-40 'tan faydalanmışlardır. Yapılan analizler ve bu analizlerin sonuçlarının karşılaştırmaları ile ele alınan binanın sismik açıdan güvensiz olduğu kanısına varmışlardır. Bu karara varmalarının sebebi, Y doğrultusundaki taşıyıcı sistem elemanlarının çoğu henüz hemen kullanım performans düzeyine ulaşmamışken X doğrultusundaki itme analizi yüklemesinde çoğu taşıyıcı sistem elemanı can güvenliği ve göçme öncesi performans durumuna ulaşmıştır. Bu nedenle yapının sismik açıdan güvensiz olduğu belirtilmiştir.



Yılmaz C. (2008) yapmış olduğu çalışmada artırımsal Eşdeğer Deprem Yüğü ile itme analizi yöntemi üzerinde durmuş ve uygulama kısmında da TDY 2007 'nin ilgili bölümlerine uygun kalarak mevcut betonarme bir binanın statik itme analizini yaparak performans değerlendirmesinde bulunmuştur. Betonarme çerçeve taşıyıcı sisteme sahip 6 katlı ve kat yükseklikleri 2.8 m olan bu yapı modelini ETABS programı üzerine modellemiş ve Eşdeğer Deprem Yüğü hesabı ile katlara etkiyecek olan deprem yüklerini bulmuştur. Bu yükleri de rijit diyafram kabulü ile katlarda tanımladığı diyaframlara yüklemiştir. Doğrusal analiz ardından yaptığı statik itme analizinde elemanlara tanımlamış olduğu plastik mafsalların özelliklerini XTRACT programından faydalanarak elde etmiştir. XTRACT programında kullandığı eleman malzeme modellerinin TDY 2007 Ek 7B 'den elde etmiştir. Bu değerlerle yaptığı analizde X doğrultusunda 3211 kN taban kesme kuvveti ile 143.6 mm deplasman, Y doğrultusunda 3738 kN taban kesme kuvveti ile 130.8 mm deplasman gözlemiştir. Yapmış olduğu analiz sayesinde yapının elastik ötesi davranışını daha iyi gözlemleyebilmiş, 1975 Deprem Yönetmeliğine göre projelendirilmiş olan binada 'göçme durumu performans değerleri' elde edilmiştir. Ardından binaya güçlendirme işlemi uygulanmıştır. Yapılan güçlendirme ardından statik itme analizi tekrarlanmış ve güçlendirilmiş olan modelin performans düzeyi can güvenliği performans düzeyi koşullarını sağlamıştır.

Öztürk P. (2012) yapmış olduğu çalışmada üç boyutlu ve düzenli bir betonarme yapının deprem performansını incelemiştir. Bu kapsamda, push-over analizi anlatmış ve ardından tek katlı ve 3 katlı olmak üzere 2 farklı modelin DOC3B ve Sap2000 programları ile karşılaştırmalı olarak performans düzeylerini ve sonuçları incelemiştir. Bu programların doğrusal analiz sonuçlarını ele aldığında kesme kuvveti değerlerinde % 0.00032, normal kuvvet değerlerinde % 0.00016 ve moment değerlerinde % 0.00066 değerinde rölatif hata olduğunu belirtmiştir. Yaptığı modal analiz sonucunda elde ettiği periyot değerlerinin hesabında programların yapmış oldukları ortalama rölatif hata değerini % 0.29 olarak bulmuştur. Analiz sonuçlarında sargılı ve sargısız beton modelleri ile yapılan analizlerin karşılaştırmalı sonuçlarına değinmiştir. Yapılar sargısız beton modeli ile yapılmış olan analizlerde deprem talebine yanıt vermemiş, sargılı beton modeline göre yapılan çalışmada ise yapılar deprem talebine yanıt vermiş ve bunun devamındaki analiz sürecinde performans tayini yapılabilmüş ve eleman kesitlerinin hasar tahkikleri yapılabilmüşür.

Uzun D. (2014) yapmış olduğu tez çalışmasında otuz üç katlı simetrik betonarme bir bina modelinin; kirişli plak, tek doğrultuda dişli, kirişsiz plak ve zımbalamasız kirişsiz plak döşeme olmak üzere 4 farklı döşeme tipi kullanarak, düşey taşıyıcı sistemindeki hasar durumlarını incelemiştir. Kullanım amacı iş yeri olarak tasarlanan 33 katlı ve toplam bina yüksekliği 116.5 m olan bina modelini ETABS programı üzerinde oluşturmuş ve doğrusal analiz için yapılacak deprem yüklerini hesaplamıştır. Eşdeğer Deprem Yüğü Yöntemi ile bulmuş olduğu taban kesme kuvveti ve Mod Birleştirme Yöntemi ile bulduğu taban kesme kuvvetlerini oranlayarak büyütme katsayısı değeri elde etmiş ve mod birleştirme yöndeminden elde ettiği sonuçları bu büyütme katsayısı ile büyütüştür ve bu işlemi 4 farklı döşeme sistemi için oluşturulan 4 farklı modelde de tekrarlamıştır. Doğrusal analiz ardından tepki spektrumu analizi yapmak için gereken spektrum fonksiyonlarının programa girilişini gerçekleştirmiştir. Analiz sonuçlarında kat deplasmanları, katlara etkiyen kesme kuvvetleri, deprem modlarının periyotları gibi değerler karşılaştırılmıştır. Yapılan karşılaştırmalardan elde edilen sonuçlarda ; bina ağırlıkları tek doğrultuda dişli döşeme > zımbalamasız kirişsiz döşeme > kirişli plak döşeme > kirişsiz plak döşeme, yapı periyotları kirişsiz döşeme > zımbalamasız kirişsiz döşeme > tek doğrultuda dişli döşeme > kirişli plak döşeme, taban kesme kuvvetleri tek doğrultuda dişli döşeme > zımbalamasız kirişsiz döşeme > kirişli plak döşeme > kirişsiz plak döşeme, hesaplanan deplasman değerleri kirişsiz plask döşeme > zımbaamasız kirişsiz döşeme > tek doğrultuda dişli döşeme > kirişli plak döşeme şeklinde belirtilmiştir. Bu tez çalışmasından alınan analiz sonuçları göz önünde bulundurularak mevcut çalışmada oluşturulan modellerin döşeme tipi belirlenmiştir.

Ergun M. (2007) yapmış olduğu çalışmada Japon Sismik İndeks Yöntemini kullanarak 2 farklı okul binası modelini ele almıştır. Bu modellerden bir tanesi betonarme çerçeveden, diğeri de perdeli çerçeve sistemden oluşmaktadır. Bu bina modelleri üzerinde yapılan artırımsal Eşdeğer Deprem Yüğü analizi sonuçları ile farklı değerlendirme yöntemlerinden elde edilen sonuçlar karşılaştırılarak Japon Sismik İndeks Yöntemindeki bazı yapısal katsayıları Türkiye 'deki betonarme yapılar için uyarlamayı amaç edinmiştir. Sonuç olarak bu indeksin yaşlı yapı stoğunun pastada büyük bir dilime sahip olduğu ülkemizde kullanımı, indeksin 1. aşamada düşük beton dayanımının yaygın kullanılmış olmasına rağmen doğru değerler verdiği, 2. aşamada ise  $\beta_m$  katsayısının kullanımı ile doğru değerler verdiğini belirtmiştir.

Arslan M. Ve ark. (2008) yapmış oldukları çalışmada yeni yapılacak ve aynı zamanda mevcut olarak bulunan betonarme yapıların deprem performanslarının belirlenmesi üzerinde başvurulan non-lineer statik ve dinamik analizler üzerinde durmuşlardır. Yapılan değerlendirme sonucu bu analiz yöntemlerinin avantaj ve dezavantajları belirtilmiştir. Lineer ötesi davranışın gözlemlenebildiği statik itme analizinin çok fazla parametreye bağlı bir hesap yöntemi olmasından dolayı hesabın zor ve zaman alacağını belirtmişlerdir. Bu analizde plastik mafsallık özelliklerinin gerçeğe yakın olarak belirlenmesinin büyük önem arz ettiğini ve bu aşamada hata payını en aza indirmek için bilgisayar programlarına başvurulduğundan bahsetmişlerdir. Bu analiz yönteminde dinamik davranışın tek bir titreşim moduyla kısıtlı olması, düzenli ve kat sayısı az olan binalarda uygulanabilmesine rağmen kat sayısı fazla ve planda düzensiz olan binalarda uygulanmasının güvenli olmayacağını altını çizmiş ve bu nedenle yönetmeliklerce bu konularda açık ve kesin ibarelerin bulunması gerektiğini belirtmişlerdir.

Pakoğlu H. (2009) yapmış olduğu tez çalışmasında 33 katlı, bina yüksekliği 100 m olan betonarme tüp perdeli taşıyıcı sisteme sahip bir bina modelini Sap2000 programında oluşturmuş ve analiz işlemlerini gerçekleştirmiştir. Döşemeler üzerindeki yük değerlerinin büyük olması ve kat planındaki açıklıkların fazla geniş olması nedeniyle iki yönde dişli (kaset tipi) döşeme kullanmayı tercih etmiştir. Yaptığı analiz öncesinde taşıyıcı sistem elemanlarına etkiyecek düşey ve yatay yüklerin analiz ve hesaplarını yapıp değerlendirmiştir. Eşdeğer deprem yükü ve Mod Birleştirme Yöntemi ile yatay yüklerin hesaplayıp karşılaştırmıştır ve ardından betonarme hesaba geçmiştir. Betonarme hesabı farklı yük kombinasyonlarını karşılaştırıp tahkik edilen eleman için en kritik yükleme durumlarını göz önünde bulundurmıştır. Elde ettiği sonuçları hem TDY 2007 hem de IBC 2003 yönetmeliklerinde belirtilen şart ve durumlara göre kıyaslamıştır. Sonuçlarda değinilen hususlardan bazıları; malzeme seçiminde uygun ve optimum davranışa göre tercih yapılmalı, taşıyıcı sistem elemanları kat planına olabildiğince simetrik yerleştirilmeli ve her türlü düzensizlikten kaçınılmalı, ağırlık ve rijitlik merkezlerinin yakınlığı gözetilmeli, kat planında yeterli perde alanının kullanımına özen gösterilmeli, depremler göz önünde bulundurularak düşeyde de simetri koşulu sağlanmalı, donatı

aderans boyları bindirme boyları yeterli sargı miktarı ve kolon-kiriş birleşim bölgelerinin yeterli güvenliği sağlaması gibi durumlar kontrol altında tutulmalıdır.

Jakka R. ve ark. (2013) hazırlamış olduğu çalışmada ETABS programı üzerinde hazırlamış olduğu perdeli-çerçevesel ve yalnızca çerçevesel taşıyıcı sisteme sahip farklı yapı modelleri oluşturup analiz etmiştir. Analizlerde zemin + 6 kat olarak tasarlanmış olan bina, önce perdesiz model olarak modellenerek analiz edilmiştir. Daha sonra bu modele zemin kattan başlayarak sırasıyla yukarı doğru aşamalı olarak perde eklemek suretiyle 7 farklı model analiz etmiştir. Daha sonra bütün bu modellerdeki kolonlara mantolama ile güçlendirme işlemi uygulayarak perdesiz modelden başlayıp perdelerin katlar boyunca kademeli olarak arttığı modellerden 7 analiz daha yapmıştır. Toplamda yapmış olduğu 14 model analizinin sonucunda kolonları mantolanmamış modellerde perdesiz modele ait taban kesme kuvveti değeri 1301 kN ve deplasman değeri 161 mm 'den başlamış, her katta perdeli mantolamasız kolonlardan oluşan modeldeki taban kesme kuvveti 1875 kN ve deplasman değeri 170 mm 'ye kadar ulaşmıştır. Aynı şekilde mantolanmış kolonlara sahip modeller de karşılaştırılmış ve perdesiz modeldeki taban kesme kuvveti değeri 1421 kN ve deplasman değeri 178.9 mm 'den başlamış, her katta perdeli modelde ise taban kesme kuvveti 1934 kN ve deplasman değeri 153.8 mm 'ye düşmüştür. Analiz sonuçlarında çerçevesel taşıyıcı sistem elemanlarının yatay yükleri nasıl karşıladığı, puh-over eğrileri ve yapısal deplasmanlar karşılaştırılmıştır. Yapılan değerlendirmelerde statik itme analizi eğrisine bakılarak taşıyıcı sistemi betonarme perdeler ve çerçevelerden oluşan binaların, taşıyıcı sistemi çerçevesel olan binalardan daha fazla yatay yük taşıyabildiğini göstermişlerdir.

Kıran F. (2010) yapmış olduğu çalışmada Sap2000, Xtract ve Sta4CAD programlarını kullanarak yapıların performanslarının değerlendirilmesi için kullanılan lineer ve non-lineer analiz türlerinin karşılaştırmalı incelemesini yapmıştır. TDY 2007 'ye göre tasarlanmış mevcut bina olarak kabul ettiği 8 katlı bir bina modelini Sta4CAD programı üzerinde modelleyerek lineer elastik analiz yapmış ve yapı performansına ulaşmaya çalışmıştır. TDY 2007 'ye göre tasarladığı binanın zemin ve birinci kat taşıyıcı sistem elemanlarında ileri hasar düzeyine ulaşan elemanlar olduğunu gözlemlemiştir. Böyle elemanları olmasına rağmen TDY 2007 'ye göre yapılan değerlendirmede yapının can güvenliği performans düzeyini sağladığı kararına varmıştır. Daha sonra Sap2000 üzerinde 2 katlı bir bina modellemiş ve bu model üzerinde Eşdeğer Deprem Yüğü ile hesapladığı deprem yükleri altında lineer elastik analiz ve ardından

artırımsal Eşdeğer Deprem Yüğü Yöntemi ile performans analizi yapmıştır. Ama bu yöntemle de hiçbir kolonun ileri hasar bölgesine geçmediğini görmüştür. Çalışma sonucunda artırımsal Eşdeğer Deprem Yüğü Yöntemi ve statik itme analizi yönteminin doğruya en yakın sonuçlar verdiğini belirtmiştir.

Dinçer F. ve ark. (2014) yapmış oldukları çalışmada betonarme bir okul binasını ele almışlardır. TDY 2007 'de belirtilen performans düzeylerini ve bu düzeylerin belirlenmesindeki kriterleri göz önünde bulundurarak Sap2000 programı üzerinde doğrusal olmayan statik itme analizi yapmışlardır. Bilgisayar ortamında 4 katlı olarak modellenen bu okul binasının performans analizleri sonucunda yapıya ait kapasite eğrisi çizilmiş ve performans düzeyini belirlemişlerdir. Ele alınan okul binasının TDY 2007 'ye göre tasarım depremi için yeterli performans düzeyini sağlamadığı sonucuna ulaşmışlardır ve yapının güçlendirilmesine karar vermişlerdir. Yapılan güçlendirme sonucunda taban kesme kuvveti değeri % 67.16 artmış, deplasman değeri de % 38.55 oranında azalmıştır.

Köse D. (2008) yapmış olduğu tez çalışmasında 3 katlı bir betonarme yapı modelini örnek model olarak kabul etmiş ve bu model üzerinde TDY 2007 'ye göre yapının sismik performans düzeyinin belirlenmesini gözlemek amacıyla push-over analiz uygulamıştır. Kirişli plak döşeme sisteminin tercih edildiği, kat yüksekliklerinin 3 m ve toplamda 3 kattan oluşan bina modelinin doğrusal hesabında yapıya etkiyeceği ön görülen deprem yüklerini Eşdeğer Deprem Yüğü Yönteminden faydalanarak elde etmiştir. TDY 2007 'deki mafsalları göz önünde bulundurmuş ve XTRACT programında mafsalların modellenmesini gerçekleştirmiştir. Lineer ötesi elastik analiz sonucunda X ve Y doğrultularındaki taban kesme kuvveti değerlerini sırası ile 2250 kN ve 2080 kN olarak elde etmiştir. Buna karşın doğrusal analizde elde ettiği tasarım depremine ait taban kesme kuvveti değeri 838 kN 'dur. Bu değerlerin oranlandığı takdirde ortalama 2.58 gibi bir dayanım fazlalığı değeri elde etmiştir.

Öztürk M. (2018) yapmış olduğu çalışmada, deprem konusundaki veriler ve tecrübelerin artması ile birlikte belirli aralıklarla değişmekte olan afet tehditlerinin sınıflandırması ve yönetmelik değişikliklerine bağlı olarak yeni yayınlanan ve 1 Ocak 2019 tarihinde yürürlüğe girecek olan TBDY 2018 yönetmeliği ile gelen önemli değişiklikler üzerinde durarak İç Anadolu Bölgesi 'ndeki 4 ili ( Eskişehir, Kayseri, Kırşehir, Konya ) kapsayan bir değerlendirme

yapmıştır ve bu değerlendirmeleri yürürlükten kalkacak olan 2007 yönetmelik koşulları ile kıyaslamıştır.

Arias H. ve ark. (2019) çok serbestlik dereceli ve yapı zemin etkileşimi ile inceledikleri çalışmada FEMA P-1050 ve ASCE/SEI 7-10/2010 yönetmeliklerinde belirtilen şartları ele alarak Mod Birleştirme Yöntemi ile analizler gerçekleştirmiştir. Bu yönetmeliklere göre yapıların modellenmesinde temele mesnetlenen taşıyıcı sistem elemanlarının; çok serbestlik dereceli olarak (yatay ötelenmeler ve dönme) ve diğer titreşim modlarının ise sabit izole bir temele bağlanması şeklinde modellenmesinin önerildiğinden bahsetmişler ve bu durumun çözümü amacıyla çok serbestlik dereceli durum ve yapı zemin etkileşim durumunu bir nevi süperpoze ederek Mod Birleştirme Yöntemi ile yaptıkları analizlerle modellere etkiyebilecek taban kesme kuvvetlerini elde etmeyi amaçlamışlardır. Tüm titreşim modlarının birleştirildiği, zemin tepkisine maruz bırakılan sonsuz rijit plak kabulü ile modellenmiş temele bağlanan taşıyıcı sistem elemanlarına sahip ve kolay programlanabilir bir yapı modeli tanımlamışlardır. İlk olarak birleştirilmiş sistemin toplam tepki spektrumu belirlenmiş, daha sonra ise modal tepkileri birleştirmek için hali hazırda kullanılagelen prosedürleri uygulayarak bu birleştirilmiş sistemin toplam tepkisini elde etmek için basitleştirilmiş alternatif bir çözüm yöntemi önermişlerdir. Son olarak, parametrik çalışmadan, sadece yapının temel titreşim modunun etkileşimine dayanan mevcut yöntemlerin bazı durumlarda, özellikle yumuşak zeminlerde bulunan yüksek binalarda, binaların toplam taban kesme kuvveti üzerinde önemli bir etkisi olduğunu açıklamışlardır.

Barros J. Ve ark. (2019) yapmış oldukları çalışmada yapıların hizmet süresince sık meydana gelen depremlerin tek kat ve iki kat gibi düşük yüksekliğe sahip betonarme çerçevelerden oluşan taşıyıcı sisteme sahip binalarda uygun olmayan bir davranışı doğrulayan yapısal tasarım için uygulanabilecek farklı bir prosedürü değerlendirmişlerdir. Bina yüksekliği düşük olan betonarme çerçeveli taşıyıcı sisteme sahip binalara yönelik, sık görülen depremlerde hemen kullanım performans düzeyinin sağlanması hususunda özel hükümlerin mevcut olmadığına ya da ötelenme sınırlarının sağlanması ile bu düzeye ulaşıldığı inancının yaygın olduğunun altını çizmişlerdir. Çalışma örneği olarak, tipik bir okul mimarisine sahip iki katlı bir bina modeli kullanmışlardır. Tekrarlama ihtimali 43 yılda bir olan bir deprem için önerilen prosedür ile ek bir bina tasarlamışlardır. Yapıların performanslarını belirlemek için zaman tanım aralığında analiz ve statik itme analizleri uygulamışlardır. Sonuç olarak, mevcut düzenlemelerle

tasarlanan binalarda, sık görülmesi beklenen depremler için mevcut tasarım yönteminin, mevcut tasarım prosedüründe kesin bir değişiklik yapmadan, düzenlemelerin gerektirdiği davranış seviyelerini karşıladığını göstermektedir.

Zhi Q. ve ark. (2019) yazmış oldukları bu makalede, yatay yükler altındaki plastik mafsallı bölgelerinde sürekli veya bindirmeli donatı bağlantıları olan betonarme perdelerin, yük deformasyon davranışlarının gözlemlenerek değerlendirilmesi için deneysel bir analiz prosedürü sunmuşlardır. Plastik mafsallı bölgede sürekli donatı elemanları bulunduran perde duvarlarında; eğilme, kayma ve donatı sıyrılmalarının neden olduğu yanıl deformasyonların meydana getirdiği etkileşimleri dikkate alınarak değerlendirmişlerdir. Eğilme deformasyonu, geleneksel fiber modeli kullanılarak hesaplanmıştır. Kayma mekanizmasının belirlenmesinde, çatlamış kesit rijitliğinde betonarme membran elemanı ile idealleştirilmiş basınç kesiti teorisinden faydalanmışlardır. Eğilme ve kayma şekil değiştirmelerinin her ikisinin de belirlenmesi için plastik mafsallı ve akma sınırına ulaşmamış bölgelerde ayrı ayrı incelemelerde bulunmuşlardır. Ek olarak, malzemelerin kırılma enerjilerine dayanarak plastik mafsallı uzunluğunun analizi için de bir yaklaşım önermişlerdir. Plastik mafsallı bölgede bindirme uygulanarak ek yapılmış donatılara sahip perde duvarlar için, bu modellerin karmaşık davranışları ve sahip oldukları kompleks mekanizmaları nedeniyle, bindirme ile donatılarının birbirine ekleme işlemiyle analiz ve tahmin yapmanın basit bir yolunu önermişlerdir. Bindirme ile yapılan donatı çubuğu ekinin minimum eklenmiş uzunluğa sahip olan sıyrılmaması ile ilgili denklemler oluşturulmuştur ve farklı eklenme uzunluklarına sahip ekin bindirmelerin gerilme ve deformasyon durumları, ortalama bağ-gerilme modeli ile kuvvetlerin dengesi temelinde analizler gerçekleştirmişlerdir. Son olarak, önerilen analiz prosedürünün geçerliliğini, analitik sonuçlar ile çalışma kapsamında yapmış oldukları deneylerin sonucunda elde etmiş oldukları verileri karşılaştırarak çalışmanın doğruluğunu onaylamışlardır.

Koçer M. ve ark. (2018) yapmış oldukları bu çalışmalarında gerçeğe daha yakın sonuçlar veren fakat çok daha kompleks bir hesap yöntemini kullanmak yerine daha sade ve hesaplarda idealize edilmiş kabuller bulundurduğu için gerçek sonuçlarla daha az örtüşen bir statik analiz yöntemi tercih edilirken baş vurulan ve yönetmeliklerce kullanıma sunulan tepki spektrumları, özellikle 1 Ocak 2019 tarihinde yürürlüğe giren TBDY 2018 ve bu yönetmeliğin kullanıma başlanması ile geçerliliğini yitiren TDY 2007 yönetmeliklerinde, tasarım spektrumu olarak önerilmektedir. Bu çalışmada, Deprem Bölgelerinde Yapılacak Binalar Hakkında Yönetmelik

2007 (TDY 2007) ve Türkiye Bina Deprem Yönetmeliği 2018 (TBDY 2018) 'de tanımlanmış bulunan spektral ivme değerleri ve farklı zemin türlerine ait zemin hâkim periyotları, afet tehlike durumlarına göre dört farklı il ve bu illerde baz alınan koordinatlara ait zemin sınıfları için elde edilmiştir. TDY 2007 'de tanımlanan farklı deprem bölgeleri için seçilen iller Kocaeli, Eskişehir, Kayseri, Konya olarak belirlenmiştir ve bu bölgeler için TDY 2007 'de tanımlanan etkin yer ivme katsayıları kullanılmıştır. Öte yandan, TBDY 2018 için elde edilen etkin yer ivme değerleri, bu illerin merkezlerine ait seçilen noktaların koordinatları dikkate alınarak Afet ve Acil Durum Yönetim Başkanlığı (AFAD) kurumunun internet sitesinde yer alan deprem tehlike haritasından elde edilmiştir. Dört farklı il ve bu illerdeki farklı zemin sınıfları için TDY 2007 ve TBDY 2018'de yer alan tasarım ivme spektrumlarından elde edilen spektral ivme değerleri arasında bir karşılaştırma yapılmıştır. Elde etmiş oldukları sonuçlarda, bu bölgelerle sınırlı kalmakla beraber genel olarak zayıf zeminler için TBDY 2018'in TDY 2007'ye göre daha güvenli sonuçlar verdiği altını çizmişlerdir.



### 3. MATERYAL METOT

Bu bölümde yapıdaki perde alanının binalara ait dayanım fazlalığı katsayısı üzerindeki etkisi üzerine yapılacak olan çalışma kapsamında analize tabi tutulacak olan modellerin kesit özellikleri, elemanlara etkiyecek olan yükler, tanımlanan donatılar ve analiz gereksinimleri gibi tasarım öğeleri işlenmiştir. Kullanılacak olan hareketli ve zati yükler için TS498, deprem yükleri için ise TBDY 2018 referans alınmıştır. Eleman kesit boyutlandırmaları ve taşıma gücü tasarım koşulları için TS500-2000 ve TBDY 2018 'de belirtilen kurallar göz önünde bulundurulmuştur. Doğrusal ötesi malzeme özellikleri, beklenen ve ortalama malzeme dayanımları TBDY 2018 'den; plastik mafsalların tanımlanması için gereken sayısal değerler için ise ASCE 41-17 'den faydalanılmıştır.

Çalışma kapsamında 4, 7 ve 10 kat olmak üzere 3 farklı bina yüksekliğinde; her bina yüksekliği için 1 'er adet referans model ve 5 'er adet perdeli model tasarlanmıştır. Her kat yüksekliği için 6 model hazırlanmış ve 18 tip model oluşturulmuştur. Fakat bu modeller üzerinde yalnızca perde alanı oranlarının farklılıklarının değil, aynı zamanda taşıyıcı sistem elemanları üzerine tanımlanan 6 farklı boydaki plastik mafsalların da dayanım fazlalığı katsayısı üzerindeki etkileri incelenmiştir. Dolayısıyla 18 tip model üzerinde uygulanan 6 farklı mafsalsal boyu ile toplamda 108 adet doğrusal ötesi analiz yapılmıştır.

Hazırlanan bu 18 model üzerinde dayanım fazlalığı katsayılarının belirlenmesi aşamasında referans yük değerlerinin belirlenmesi amacıyla doğrusal analizler de uygulanmıştır. Bu analizlerde TBDY 2018 'de belirtilen tasarım ve yükleme durumlarının yanı sıra bir karşılaştırma yapabilmek adına TDY 2007 'deki tasarım ve yükleme durumları da işleme dahil edilmiştir. Söz konusu bu doğrusal analizlerde statik deprem yüklemesinin temsil edildiği Eşdeğer Deprem Yüğü Yöntemi ve dinamik yüklemenin temsil edildiği Mod Birleştirme Yöntemi ile analiz yapılmıştır. Kullanılan bilgisayar programında aynı anda bir yönetmeliğe bağlı statik ve dinamik yükleme analizleri yapılabilmektedir. Bu avantajdan faydalanılarak TBDY 2018 'dedi etkin kesit rijitlik katsayılarının kullanıldığı doğrusal analizler ve TDY 2007 'deki koşullar ayrı ayrı göz önünde bulundurularak oluşturulmuş 18 model üzerinde 36 adet doğrusal analiz yapılmıştır.

İlerleyen bölümlere yapılan 162 adet analizin hazırlık ve tanımlama aşamaları ile elde edilen sonuçların karşılaştırması ayrıntılı olarak incelenmiştir.

Analiz sürecinde davranışları incelenecek olan bina modelleri SAP2000 programı üzerinde hazırlanmıştır. Yapılan ön çalışma ile eleman en kesitleri, donatı oran ve alanları, doğrusal analizde tercih edilmiş olan deprem yükü hesap yöntemi, hazırlanan modellere uygun olarak hangi doğrusal ötesi analiz türünün kullanılacağı anlatılmıştır.

### **3.1. TBDY 2018 ‘de Belirtilen Tasarım Ve Analiz Şartları**

#### **3.1.1. Deprem Yer Hareketi Düzeyleri**

TBDY 2018 bölüm 2.2 ‘de dört farklı deprem yer hareketi düzeyinden bahsedilmektedir. Bunlar DD-1, DD-2, DD-3 ve DD-4 olarak adlandırılmıştır. (TBDY, 2018)

Deprem Yer Hareketi Düzeyi – 1: Çok nadir görülmesi beklenen, spektral büyüklüklerin 50 yılda aşılma olasılığının %2 olduğu ve buna karşılık gelen tekrarlanma periyodunun 2475 yıl olduğu ve göz önüne alınan en büyük ölçekli deprem olduğu belirtilmiştir.

Deprem Yer Hareketi Düzeyi – 2: Nadir görülmesi beklenen, spektral büyüklüklerin 50 yılda aşılma olasılığının %10 olduğu ve buna karşılık gelen tekrarlanma periyodunun 475 yıl olduğu ve göz önüne alınan standart tasarım depremi olduğu belirtilmiştir.

Deprem Yer Hareketi Düzeyi – 3: Sık görülen depremler olarak nitelendirilen, spektral büyüklüklerin 50 yılda aşılma olasılığının %50 olduğu ve buna karşılık gelen tekrarlanma periyodunun 72 yıl olduğu belirtilmiştir.

Deprem Yer Hareketi Düzeyi – 4: Oldukça sık görülen depremler olarak nitelendirilen, spektral büyüklüklerin 50 yılda aşılma olasılığının %68 olduğu ve buna karşılık gelen tekrarlanma periyodunun 43 yıl olduğu ve servis deprem hareketi olarak da adlandırıldığı belirtilmiştir.

#### **3.1.2. Standart Deprem Yer Hareketi Spektrumları**

Belirli bir deprem yer hareketi düzeyi esas alınıp %5 ‘lik sönüm oranı değeri için yerel zemin etki katsayılarına ve harita spektral ivme katsayılarına bağlı olarak deprem yer hareketi spektrumları özel olarak tanımlanır. Harita spektral ivme katsayıları, boyutsuz büyüklükler olup Türkiye Deprem Tehlike Haritaları üzerinde 4 farklı deprem yer hareketi düzeyi için; kısa periyot harita spektral ivme katsayısı ( $S_S$ ) ve 1.0 saniye periyot için harita spektral ivme katsayısı ( $S_1$ ) olarak tanımlanmıştır. (TBDY, 2018)

Harita spektral ivme katsayıları, birbirine dik yatay doğrultudaki iki farklı deprem etkisinin geometrik ortalamasına karşılık gelmektedir. Bu katsayılar, belirlenen deprem yer

hareketi düzeyi ve seçilen zemin şartı [  $(V_s)_{30} = 760 \text{ m/s}$  ] esas alınan %5 'lik sönüm oranı için harita spektral ivme değerlerinin yer çekim ivmesine bölünerek boyutsuz hale gelmişlerdir. Harita spektral ivme katsayıları olan  $S_s$  ve  $S_1$  şu şekilde tasarım spektral ivme katsayıları olan  $S_{DS}$  ve  $S_{D1}$  değerlerine dönüştürülür (TBDY, 2018):

$$S_{DS} = S_s \times F_s \quad S_{D1} = S_1 \times F_1$$

Burada  $F_s$  ve  $F_1$  olarak belirtilen kavramlar yerel zemin etki katsayılarını temsil etmektedirler.

### 3.1.3. Yerel Zemin Etki Katsayıları

Tabloda verilen yerel zemin sınıfları (Çizelge 3.1.1) ile ilişkili olarak yerel zemin etki katsayıları (  $F_s$  ve  $F_1$  ), kısa periyot ve 1.0 saniye periyot değerleri için ayrı ayrı Çizelge 3.1.2 ve Çizelge 3.1.3 'de verilmiştir.

Yönetmelikte verilmiş olan bu tablolar üzerinde harita spektral ivme katsayılarının ara değerleri, lineer interpolasyon yöntemi ile hesaplanabilir. Bu tablolarda belirtilen ZF sınıfı zeminler için sahaya özel zemin davranış analizleri yapılmalıdır.

**Çizelge 3.1.1:** Yerel Zemin Sınıfları (TBDY, 2018)

Yerel Zemin Sınıfı	Zemin Cinsi	Üst 30 metrede ortalama		
		$(V_s)_{30}$ [m/s]	$(N_{60})_{30}$ [darbe /30 cm]	$(c_u)_{30}$ [kPa]
ZA	Sağlam, sert kayalar	> 1500	–	–
ZB	Az ayrılmış, orta sağlam kayalar	760 – 1500	–	–
ZC	Çok sıkı kum, çakıl ve sert kil tabakaları veya ayrılmış, çok çatlaklı zayıf kayalar	360 – 760	> 50	> 250
ZD	Orta sıkı – sıkı kum, çakıl veya çok katı kil tabakaları	180 – 360	15 – 50	70 – 250
ZE	Gevşek kum, çakıl veya yumuşak – katı kil tabakaları veya $PI > 20$ ve $w > \% 40$ koşullarını sağlayan toplamda 3 metreden daha kalın yumuşak kil tabakası ( $c_u < 25 \text{ kPa}$ ) içeren profiller	< 180	< 15	< 70
ZF	Sahaya özel araştırma ve değerlendirme gerektiren zeminler: 1) Deprem etkisi altında çökme ve potansiyel göçme riskine sahip zeminler (sıvılaştırılabilir zeminler, yüksek derecede hassas killer, geçebilir zayıf çimentolu zeminler vb.), 2) Toplam kalınlığı 3 metreden fazla turba ve/veya organik içeriği yüksek killer, 3) Toplam kalınlığı 8 metreden fazla olan yüksek plastisiteli ( $PI > 50$ ) killer, 4) Çok kalın (> 35 m) yumuşak veya orta katı killer.			

**Çizelge 3.1.2:** Kısa Periyot Bölgesi İçin Yerel Zemin Etki Katsayısı Tablosu (TBDY, 2018)

Yerel Zemin Sınıfı	Kısa periyot bölgesi için Yerel Zemin Etki Katsayısı $F_S$					
	$S_S \leq 0.25$	$S_S = 0.50$	$S_S = 0.75$	$S_S = 1.00$	$S_S = 1.25$	$S_S \geq 1.50$
ZA	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8
ZB	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9
ZC	1.3	1.3	1.2	1.2	1.2	1.2
ZD	1.6	1.4	1.2	1.1	1.0	1.0
ZE	2.4	1.7	1.3	1.1	0.9	0.8
ZF	<i>Sahaya özel zemin davranış analizi yapılacaktır</i>					

**Çizelge 3.1.3:** 1.0 Saniye Periyot Bölgesi İçin Yerel Zemin Etki Katsayısı Tablosu (TBDY, 2018)

Yerel Zemin Sınıfı	1.0 saniye periyot için Yerel Zemin Etki Katsayısı $F_1$					
	$S_1 \leq 0.10$	$S_1 = 0.20$	$S_1 = 0.30$	$S_1 = 0.40$	$S_1 = 0.50$	$S_1 \geq 0.60$
ZA	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8
ZB	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8
ZC	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.4
ZD	2.4	2.2	2.0	1.9	1.8	1.7
ZE	4.2	3.3	2.8	2.4	2.2	2.0
ZF	<i>Sahaya özel zemin davranış analizi yapılacaktır</i>					

### 3.1.4. Yatay Elastik Tasarım Spektrumu

Belirlenen herhangi bir deprem yer hareketi düzeyi için yatay elastik tasarım ivme spektrumunun düşey ekseninde yer alan ve doğal titreşim periyotları kullanılarak belirlenen yatay elastik tasarım spektral ivmeleri ( $S_{ae}(T)$ ), yer çekimi ivmesi ( $g$ ) cinsinden denklemde hesaplanmıştır. Şekil 3.1.1 'de  $S_{ae}(T)$  spektrumu gösterilmiştir. (TBDY, 2018)

$$S_{ae}(T) = \left(0,4 + 0,6 \frac{T}{T_A}\right) S_{DS} \quad (0 \leq T \leq T_A)$$

$$S_{ae}(T) = S_{DS} \quad (T_A \leq T \leq T_B)$$

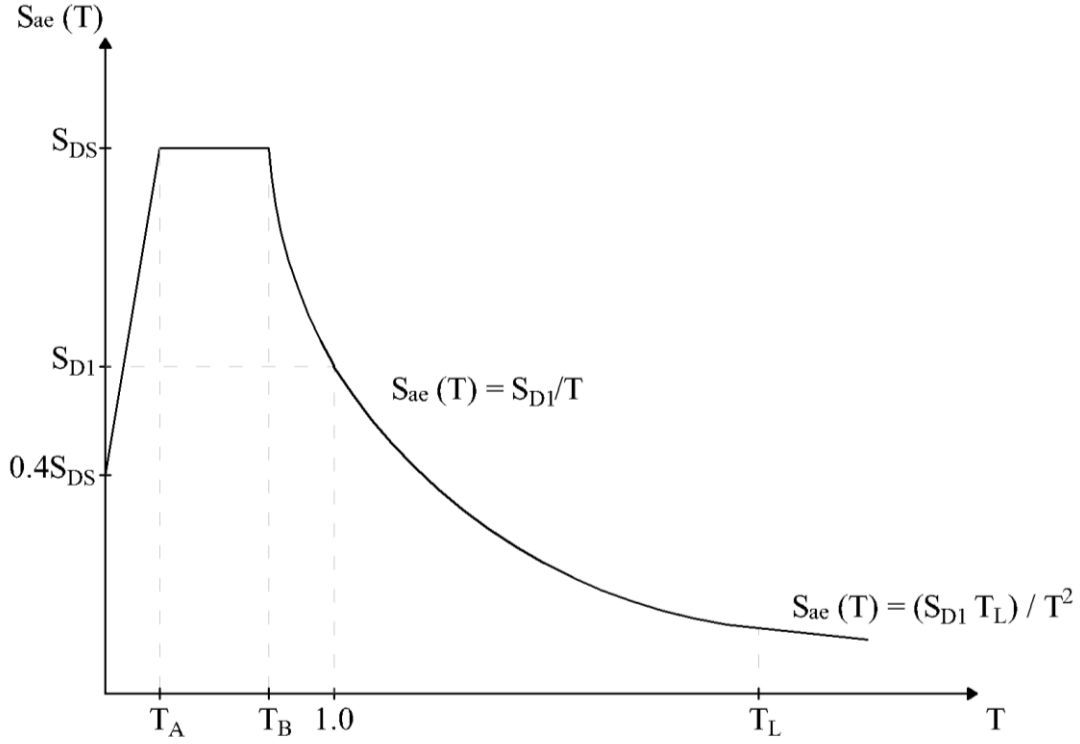
$$S_{ae}(T) = \frac{S_{D1}}{T} \quad (T_B \leq T \leq T_L)$$

$$S_{ae}(T) = \frac{S_{D1} T_L}{T^2} \quad (T_L \leq T)$$

Bu denklemlerde kullanılan  $T$ , doğal titreşim periyodunu temsil etmektedir.  $T_A$  ve  $T_B$  değerleri,  $S_{DS}$  ve  $S_{D1}$  değerlerine bağlı olarak hesaplanan yatay tasarım spektrumunun sınır periyotlarıdır.  $T_L$  değeri de spektrum üzerindeki sabit yer değiştirme bölgesine geçiş periyotudur ve sayısal değeri 6 saniye olarak belirtilmiştir. (TBDY, 2018)

$$T_A = 0,2 ( S_{D1} / S_{DS} )$$

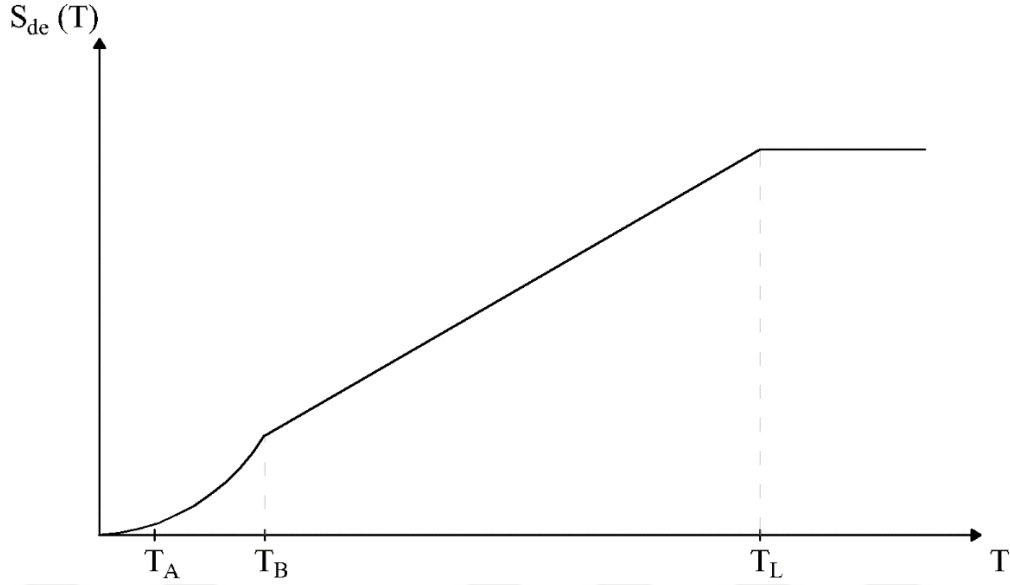
$$T_B = ( S_{D1} / S_{DS} )$$



Şekil 3.1.1: Yatay Elastik Tasarım İvme Spektrumu

Belirlenen herhangi bir deprem yer hareketi düzeyi için yatay elastik tasarım yer değiştirme spektrumunun dikey ekseninde yer alan ve doğal titreşim periyotları kullanılarak belirlenen yatay elastik tasarım spektral yer değiştirmeleri (  $S_{de}(T)$  ), metre ( m ) cinsinden denklemde hesaplanmıştır. Şekil 3.1.2 'de  $S_{de}(T)$  spektrumu gösterilmiştir. (TBDY, 2018)

$$S_{de}(T) = \frac{T^2}{4\pi^2} g S_{ae}(T)$$



Şekil 3.1.2: Yatay Elastik Tasarım Yer Değiştirme Spektrumu

### 3.1.5. Düşey Elastik Tasarım Spektrumu

Belirlenen herhangi bir deprem yer hareketi düzeyi için düşey elastik tasarım ivme spektrumunun düşey ekseninde yer alan ve doğal titreşim periyotları kullanılarak belirlenen düşey elastik tasarım spektral ivmeleri ( $S_{aeD}(T)$ ), yer çekimi ivmesi ( $g$ ) cinsinden denklemde hesaplanmıştır. Şekil 3.1.3 'de  $S_{aeD}(T)$  spektrumu gösterilmiştir. (TBDY, 2018)

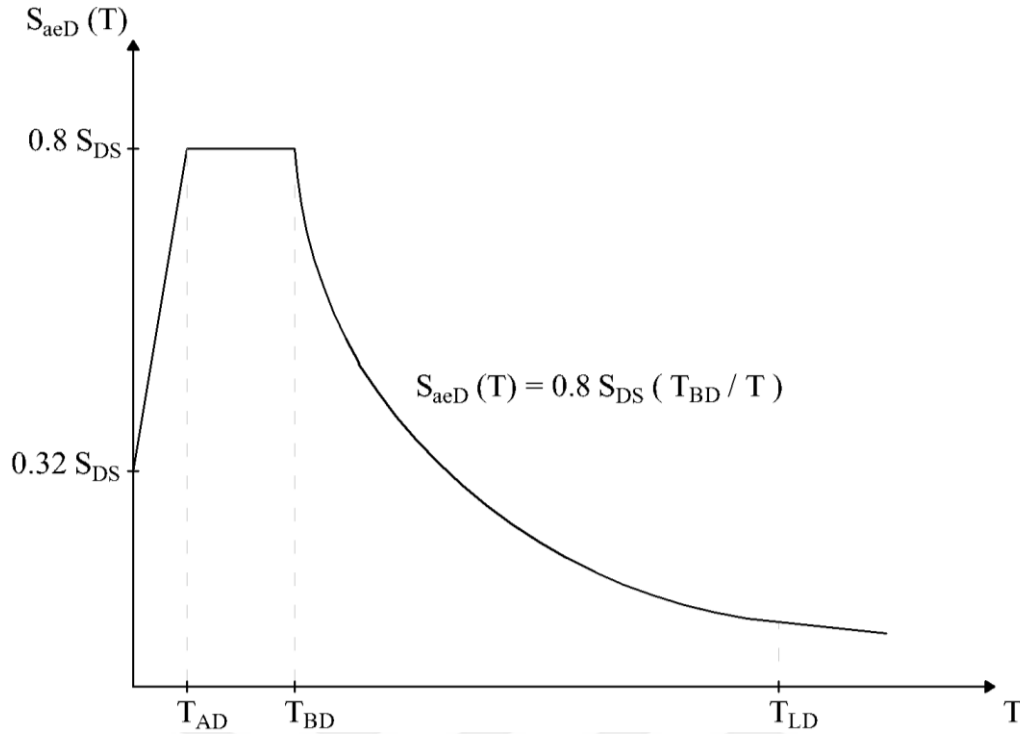
$$S_{aeD}(T) = \left( 0,32 + 0,48 \frac{T}{T_A} \right) S_{DS} \quad (0 \leq T \leq T_{AD})$$

$$S_{aeD}(T) = 0,8 S_{DS} \quad (T_{AD} \leq T \leq T_{BD})$$

$$S_{aeD}(T) = 0,8 S_{DS} \frac{T_{BD}}{T} \quad (T_{BD} \leq T \leq T_{LD})$$

Burada kullanılan  $T_{AD}$  ve  $T_{BD}$  değerleri spektruma ait sınır periyotlarını temsil etmektedir.  $T_{LD}$  periyodunun değeri ise aşağıdaki gibi tanımlanmıştır. (TBDY, 2018)

$$T_{AD} = T_A / 3 \quad ; \quad T_{BD} = T_B / 3 \quad ; \quad T_{LD} = T_L / 2$$



Şekil 3.1.3: Düşey Elastik Tasarım İvme Spektrumu

### 3.1.6. Deprem Tasarım Sınıfları ve Bina Yükseklik Sınıfları

Çizelge 3.1.4: Deprem Tasarım Sınıfları (TBDY, 2018)

DD-2 Deprem Yer Hareketi Düzeyinde Kısa Periyot Tasarım Spektral İvme Katsayısı ( $S_{DS}$ )	Bina Kullanım Sınıfı	
	BKS = 1	BKS = 2, 3
$S_{DS} < 0.33$	DTS = 4a	DTS = 4
$0.33 \leq S_{DS} < 0.50$	DTS = 3a	DTS = 3
$0.50 \leq S_{DS} < 0.75$	DTS = 2a	DTS = 2
$0.75 \leq S_{DS}$	DTS = 1a	DTS = 1

### 3.1.7. Bina Kullanım Sınıfları ve Bina Önem Katsayıları

TBDY 2018 'de belirtilen bina kullanım sınıfları ( BKS ), deprem tasarım sınıflarının ( DTS ) kararlaştırılmasında temel olarak kullanılmak üzere yapıların kullanım amaçlarına bağlı olarak Çizelge 3.1.5 'de verilmiştir. Deprem tasarım sınıflarına göre belirlenen bina yükseklik sınıfları ( BYS ) değerleri de Çizelge 3.1.6 'da verilmiştir. (TBDY, 2018)

Çizelge 3.1.5: Bina Kullanım Sınıflarına Göre Bina Önem Katsayıları (TBDY, 2018)

Bina Kullanım Sınıfı	Binanın Kullanım Amacı	Bina Önem Katsayısı (I)
BKS = 1	<p><b>Deprem sonrası kullanımı gereken binalar, insanların uzun süreli ve yoğun olarak bulunduğu binalar, değerli eşyanın saklandığı binalar ve tehlikeli madde içeren binalar</b></p> <p>a) Deprem sonrasında hemen kullanılması gerekli binalar (Hastaneler, dispanserler, sağlık ocakları, itfaiye bina ve tesisleri, PTT ve diğer haberleşme tesisleri, ulaşım istasyonları ve terminalleri, enerji üretim ve dağıtım tesisleri, vilayet, kaymakamlık ve belediye yönetim binaları, ilk yardım ve afet planlama istasyonları)</p> <p>b) Okullar, diğer eğitim bina ve tesisleri, yurt ve yatakhaneler, askeri kışlalar, cezaevleri, vb.</p> <p>c) Müzeler</p> <p>d) Toksik, patlayıcı, parlayıcı, vb. özellikleri olan maddelerin bulunduğu veya depolandığı binalar</p>	1.5
BKS = 2	<p><b>İnsanların kısa süreli ve yoğun olarak bulunduğu binalar</b></p> <p>Alışveriş merkezleri, spor tesisleri, sinema, tiyatro, konser salonları, ibadethaneler, vb.</p>	1.2
BKS = 3	<p><b>Diğer binalar</b></p> <p>BKS=1 ve BKS=2 için verilen tanımlara girmeyen diğer binalar (Konutlar, işyerleri, oteller, bina türü endüstri yapıları, vb.)</p>	1.0

Çizelge 3.1.6: Bina Yükseklik Sınıfları (TBDY, 2018)

Bina Yükseklik Sınıfı	Bina Yükseklik Sınıfları ve Deprem Tasarım Sınıflarına Göre Tanımlanan Bina Yükseklik Aralıkları [m]		
	DTS = 1, 1a, 2, 2a	DTS = 3, 3a	DTS = 4, 4a
BYS = 1	$H_N > 70$	$H_N > 91$	$H_N > 105$
BYS = 2	$56 < H_N \leq 70$	$70 < H_N \leq 91$	$91 < H_N \leq 105$
BYS = 3	$42 < H_N \leq 56$	$56 < H_N \leq 70$	$56 < H_N \leq 91$
BYS = 4	$28 < H_N \leq 42$	$42 < H_N \leq 56$	
BYS = 5	$17.5 < H_N \leq 28$	$28 < H_N \leq 42$	
BYS = 6	$10.5 < H_N \leq 17.5$	$17.5 < H_N \leq 28$	
BYS = 7	$7 < H_N \leq 10.5$	$10.5 < H_N \leq 17.5$	
BYS = 8	$H_N \leq 7$	$H_N \leq 10.5$	



### 3.1.8. Bina Performans Düzeyleri

Bina performans hedefleri tanımı üzerine temellendirilmiş, sismik etkiler altında yapıların taşıyıcı sistemleri için TBDY 2018 'de aşağıda açıklanmış olan dört adet bina performans düzeyi belirtilmiştir. (TBDY, 2018)

#### Kesintisiz Kullanım ( KK ) Performans Düzeyi

Bu düzeydeki performans değerlerinde, yapı taşıyıcı sistem elemanlarında yapısal hasara rastlanmamış veya oluşan hasar göz ardı edilebilir ölçüde kalmış olmalıdır.

#### Sınırlı Hasar ( SH ) Performans Düzeyi

Bu düzeydeki performans değerlerinde, yapı taşıyıcı sistem elemanlarında sınırlı düzeyde hasara rastlanmış yani hasar gören yapı taşıyıcı sistem elemanları doğrusal olmayan davranış bölgesine sınırlı ölçüde geçmiş olmalıdır.

#### Kontrollü Hasar ( KH ) Performans Düzeyi

Bu düzeydeki performans değerlerinde, bina içerisinde can güvenliğinin sağlanması üzerine yapıya ait taşıyıcı sistem elemanlarında onarılması mümkün olan hasarlar oluşabilir.

#### Göçmenin Önlenmesi ( GÖ ) Performans Düzeyi

Bu düzeydeki performans değerlerinde, yapının taşıyıcı sistem elemanları ağır hasar almış ve bina göçme öncesi durumuna gelmiş olmalı fakat kısmi veya tamamen göçmemelidir.

### 3.1.9. Sismik Etkiler Altındaki Yapıların Performans Hedefleri

Yeni yapılacak veya mevcut yapılar için deprem tasarım sınıflarına göre TBDY 2018 'de belirtilen performans hedefleri aşağıdaki Çizelge 3.1.7 'de belirtilmiştir.

Çizelge 3.1.7: Bina Performans Hedefleri (TBDY, 2018)

Deprem Yer H. Düzeyi	DTS = 1, 1a , 2, 2a , 3, 3a, 4, 4a		DTS = 1a , 2a	
	Normal Performans Hedefi	Değerlendirme/Tasarım Yaklaşımı	İleri Performans Hedefi	Değerlendirme/Tasarım Yaklaşımı
DD-3	—	—	SH	ŞGDT
DD-2	KH	DGT	KH	DGT
DD-1	—	—	KH	ŞGDT

### 3.1.10. Sismik Etkiler Altındaki Binaların Planda Ve Düşeydeki Düzensizlik Durumları

Çizelge 3.1.8: Bina Düzensizlikleri (TBDY, 2018)

A – PLANDA DÜZENSİZLİK DURUMLARI
<p><b>A1 – Burulma Düzensizliği:</b> Birbirine dik iki deprem doğrultusunun herhangi biri için, herhangi bir katta en büyük görelî kat ötelemesinin o katta aynı doğrultudaki ortalama görelî ötelemeye oranını ifade eden <i>Burulma Düzensizliği Katsayısı</i> <math>\eta_{bi}</math>'nin 1.2'den büyük olması durumu (<b>Şekil 3.1</b>).</p> <p><math>[\eta_{bi} = (\Delta_i^{(x)})_{max} / (\Delta_i^{(x)})_{ort} &gt; 1.2]</math>. <i>Görelî kat ötelemelerinin hesabı, <math>\pm</math> %5 ek dışmerkezlik etkileri de gözönüne alınarak, 4.7'ye göre yapılacaktır.</i></p>
<p><b>A2 – Döşeme Süreksizlikleri:</b> Herhangi bir kattaki döşemede (<b>Şekil 3.2</b>);</p> <p>I – Merdiven ve asansör boşlukları dahil, boşluk alanları toplamının kat brüt alanının 1/3'ünden fazla olması durumu,</p> <p>II – Deprem yüklerinin düşey taşıyıcı sistem elemanlarına güvenle aktarılabilmesini güçleştiren yerel döşeme boşluklarının bulunması durumu,</p> <p>III – Döşemenin düzlem içi rijitlik ve dayanımında ani azalmaların olması durumu</p>
<p><b>A3 – Planda Çıkıntılar Bulunması:</b> Bina kat planlarında çıkıntı yapan kısımların birbirine dik iki doğrultudaki boyutlarının her ikisinin de, binanın o katının aynı doğrultudaki toplam plan boyutlarının %20'sinden daha büyük olması durumu (<b>Şekil 3.3</b>).</p>
B – DÜŞEYDE DÜZENSİZLİK DURUMLARI
<p><b>B1 – Komşu Katlar Arası Dayanım Düzensizliği (Zayıf Kat):</b></p> <p>Betonarme binalarda, birbirine dik iki deprem doğrultusunun herhangi birinde, herhangi bir kattaki <i>toplam etkili kesme alanı</i>'nın, bir üst kattaki <i>toplam etkili kesme alanı</i>'na oranı olarak tanımlanan <i>Dayanım Düzensizliği Katsayısı</i> <math>\eta_{ci}</math>'nin 0.80'den küçük olması durumu.</p> <p><math>[\eta_{ci} = (\sum A_e)_i / (\sum A_e)_{i+1} &lt; 0.80]</math></p> <p><i>Herhangi bir katta etkili kesme alanının tanımı:</i></p> <p><math>(\sum A_e)_i = (\sum A_w)_i + (\sum A_g)_i + (0.15 \sum A_k)_i</math></p> <p>Not: <b>4.9.1.3(b)</b>'de tanımlanan duvarlar için <math>A_k = 0</math> alınacaktır.</p>
<p><b>B2 – Komşu Katlar Arası Rijitlik Düzensizliği (Yumuşak Kat):</b></p> <p>Birbirine dik iki deprem doğrultusunun herhangi biri için, bodrum katlar dışında, herhangi bir i'inci kattaki ortalama görelî kat ötelemesi oranının bir üst veya bir alt kattaki ortalama görelî kat ötelemesi oranına bölünmesi ile tanımlanan <i>Rijitlik Düzensizliği Katsayısı</i> <math>\eta_{ki}</math>'nin 2.0'den fazla olması durumu.</p> <p><math>[\eta_{ki} = (\Delta_i^{(x)} / h_i)_{ort} / (\Delta_{i+1}^{(x)} / h_{i+1})_{ort} &gt; 2.0</math> veya</p> <p><math>\eta_{ki} = (\Delta_i^{(x)} / h_i)_{ort} / (\Delta_{i-1}^{(x)} / h_{i-1})_{ort} &gt; 2.0]</math></p> <p><i>Görelî kat ötelemelerinin hesabı, <math>\pm</math> %5 ek dışmerkezlik etkileri de gözönüne alınarak 4.7'ye göre yapılacaktır.</i></p>
<p><b>B3 – Taşıyıcı Sistemin Düşey Elemanlarının Süreksizliği:</b></p> <p>Taşıyıcı sistemin düşey elemanlarının (kolon veya perdelerin) bazı katlarda kaldırılarak girişlerin veya guseli kolonların üstüne veya ucuna oturtulması, ya da üst kattaki perdelerin altta kolonlara oturtulması durumu (<b>Şekil 3.4</b>).</p>

### 3.1.11. Taşıyıcı Sistem Davranış Katsayıları Ve Dayanım Fazlalığı Katsayıları

Çizelge 3.1.9: Taşıyıcı Sistem Davranış Katsayıları Ve Dayanım Fazlalığı Katsayıları (TBDY, 2018)

Bina Taşıyıcı Sistemi	Taşıyıcı Sistem Davranış Katsayısı $R$	Dayanım Fazlalığı Katsayısı $D$	İzin Verilen Bina Yükseklik Sınıfları $BYS$
<b>A. YERİNDE DÖKME BETONARME BİNA TAŞIYICI SİSTEMLERİ</b>			
<b>A1. Süneklik Düzeyi Yüksek Taşıyıcı Sistemler</b>			
<b>A11.</b> Deprem etkilerinin tamamının moment aktaran <i>süneklik düzeyi yüksek</i> betonarme çerçevelerle karşılandığı binalar	8	3	$BYS \geq 3$
<b>A12.</b> Deprem etkilerinin tamamının <i>süneklik düzeyi yüksek</i> bağ kirişli (boşluklu) betonarme perdelerle karşılandığı binalar	7	2.5	$BYS \geq 2$
<b>A13.</b> Deprem etkilerinin tamamının <i>süneklik düzeyi yüksek</i> boşluksuz betonarme perdelerle karşılandığı binalar	6	2.5	$BYS \geq 2$
<b>A14.</b> Deprem etkilerinin moment aktaran <i>süneklik düzeyi yüksek</i> betonarme çerçeveler ile <i>süneklik düzeyi yüksek</i> bağ kirişli (boşluklu) betonarme perdeler tarafından birlikte karşılandığı binalar (Bkz.4.3.4.5)	8	2.5	$BYS \geq 2$
<b>A15.</b> Deprem etkilerinin moment aktaran <i>süneklik düzeyi yüksek</i> betonarme çerçeveler ile <i>süneklik düzeyi yüksek</i> boşluksuz betonarme perdeler tarafından birlikte karşılandığı binalar (Bkz.4.3.4.5)	7	2.5	$BYS \geq 2$
<b>A16.</b> Deprem etkilerinin tamamının çatı düzeyindeki bağlantıları mafsallı olan ve yüksekliği 12 m'yi geçmeyen <i>süneklik düzeyi yüksek</i> betonarme kolonlar tarafından karşılandığı tek katlı binalar	3	2	-
<b>A2. Süneklik Düzeyi Karma Taşıyıcı Sistemler (Bkz. 4.3.4.1, 4.3.4.6)</b>			
<b>A21.</b> Deprem etkilerinin moment aktaran <i>süneklik düzeyi sınırlı</i> betonarme çerçeveler ile <i>süneklik düzeyi yüksek</i> bağ kirişli (boşluklu) betonarme perdeler tarafından birlikte karşılandığı binalar (Bkz.4.3.1.2)	6	2.5	$BYS \geq 4$
<b>A22.</b> Deprem etkilerinin moment aktaran <i>süneklik düzeyi sınırlı</i> betonarme çerçeveler ile <i>süneklik düzeyi yüksek</i> boşluksuz betonarme perdeler tarafından birlikte karşılandığı binalar (Bkz.4.3.1.2)	5	2.5	$BYS \geq 4$
<b>A23.</b> Deprem etkilerinin moment aktaran <i>süneklik düzeyi sınırlı dolgulu (asmolen) veya dolgusuz tek doğrultulu dışli döşemeli</i> betonarme çerçeveler ile <i>süneklik düzeyi yüksek</i> bağ kirişli (boşluklu) betonarme perdeler tarafından birlikte karşılandığı binalar	6	2.5	$BYS \geq 6$
<b>A24.</b> Deprem etkilerinin moment aktaran <i>süneklik düzeyi sınırlı dolgulu (asmolen) veya dolgusuz tek doğrultulu dışli döşemeli</i> betonarme çerçeveler ile <i>süneklik düzeyi yüksek</i> boşluksuz betonarme perdeler tarafından birlikte karşılandığı binalar	5	2.5	$BYS \geq 6$
<b>A3. Süneklik Düzeyi Sınırlı Taşıyıcı Sistemler (Bkz. 4.3.4.1, 4.3.4.3, 4.3.4.7)</b>			
<b>A31.</b> Deprem etkilerinin tamamının moment aktaran <i>süneklik düzeyi sınırlı</i> betonarme çerçevelerle karşılandığı binalar	4	2.5	$BYS \geq 7$
<b>A32.</b> Deprem etkilerinin tamamının <i>süneklik düzeyi sınırlı</i> boşluksuz betonarme perdelerle karşılandığı binalar	4	2	$BYS \geq 6$
<b>A33.</b> Deprem etkilerinin moment aktaran <i>süneklik düzeyi sınırlı</i> betonarme çerçeveler ile <i>süneklik düzeyi sınırlı</i> boşluksuz betonarme perdeler tarafından birlikte karşılandığı binalar	4	2	$BYS \geq 6$

### 3.1.12. Betonarme Elemanların Etkin Kesit Rijitlik Çarpanları ve Hareketli Yük Katılım Katsayısı

Çizelge 3.1.10: Betonarme Elemanların Etkin Kesit Rijitlik Çarpanları (TBDY, 2018)

Betonarme Taşıyıcı Sistem Elemanı	Etkin Kesit Rijitliği Çarpanı	
	<i>Eksenel</i>	<i>Kayma</i>
<b><i>Perde – Döşeme (Düzlem İçi)</i></b>		
Perde	0.50	0.50
Bodrum perdesi	0.80	0.50
Döşeme	0.25	0.25
<b><i>Perde – Döşeme (Düzlem Dışı)</i></b>	<b><i>Eğilme</i></b>	<b><i>Kesme</i></b>
Perde	0.25	1.00
Bodrum perdesi	0.50	1.00
Döşeme	0.25	1.00
<b><i>Çubuk eleman</i></b>	<b><i>Eğilme</i></b>	<b><i>Kesme</i></b>
Bağ kirişi	0.15	1.00
Çerçeve kirişi	0.35	1.00
Çerçeve kolonu	0.70	1.00
Perde (eşdeğer çubuk)	0.50	0.50

Çizelge 3.1.11: Hareketli Yük Katılım Katsayısı (TBDY, 2018)

Binanın Kullanım Amacı	<i>n</i>
Depo, antrepo, vb.	0.80
Okul, öğrenci yurdu, spor tesisi, sinema, tiyatro, konser salonu, ibadethane, lokanta, mağaza, vb.	0.60
Konut, işyeri, otel, hastane, otopark, vb.	0.30

Çizelge 3.1.12: Eşdeğer Deprem Yüğü Yönteminin Uygulanabileceği Binalar (TBDY, 2018)

Bina Türü	İzin Verilen Bina Yükseklik Sınıfı	
	DTS = 1, 1a, 2, 2a	DTS = 3, 3a, 4, 4a
Her bir katta burulma düzensizliği katsayısının $\eta_{bi} \leq 2.0$ koşulunu sağladığı ve ayrıca <b>B2</b> türü düzensizliğinin olmadığı binalar	BYS $\geq 4$	BYS $\geq 5$
Diğer tüm binalar	BYS $\geq 5$	BYS $\geq 6$

### 3.1.13. TBDY 2018 ‘de Şekil Değiştirmeye Göre Değerlendirme ve Tasarım Yaklaşımı

Deprem etkisi altında bina taşıyıcı sistemlerinin tasarımı için iki ana yaklaşımdan biri olan Şekil değiştirmeye Göre Değerlendirme ve Tasarım (ŞGDT) yaklaşımında (TBDY, 2018):

- Mevcut veya daha önce ön tasarımı yapılmış taşıyıcı sistem elemanlarının doğrusal olmayan modelleme yaklaşımları ile uyumlu iç kuvvet – şekil değiştirme bağıntıları belirlenir.
- Öngörülen performans hedef (ler)i ile uyumlu olarak seçilen deprem yer hareket(ler)i altında, taşıyıcı sistemin statik veya zaman tanım alanında dinamik artımsal yöntemlerle hesabı yapılır, doğrusal olmayan sünek davranışa ilişkin şekil değiştirme talepleri ile gevrek davranışa ilişkin dayanım talepleri elde edilir.
- Elde edilen şekil değiştirme ve iç kuvvet talepleri, öngörülen performans hedef (ler)i ile uyumlu olarak tanımlanan şekil değiştirme ve dayanım kapasiteleri ile karşılaştırılır.
- Mevcut binalar için, şekil değiştirme ve dayanım taleplerinin bunlara karşı gelen şekil değiştirme ve dayanım kapasitelerinin altında olduğu veya onları aştığı gösterilerek şekil değiştirmeye göre değerlendirme tamamlanır.
- Yeni yapılacak veya güçlendirilecek mevcut binalar için şekil değiştirme ve dayanım talepleri, bunlara karşı gelen şekil değiştirme ve dayanım kapasitelerinin altında ise şekil değiştirmeye göre tasarım tamamlanır. Aksi durumda eleman kesitleri değiştirilir ve hesap tekrarlanarak yeniden değerlendirme yapılır ve bu şekilde şekil değiştirmeye göre tasarım sonuçlandırılır.

### 3.1.14. Deprem Etkisinin Diğer Etkilerle Birleştirilmesi

Taşıyıcı sistem elemanlarının değerlendirilmesinde esas alınmak üzere, deprem etkisinin, düşey yük etkisi ile birleşimi denklemde tanımlanmıştır (TBDY, 2018):

$$G + Q_e + 0.2 S + E_d^{(H)} + 0.3E_d^{(Z)}$$

Burada G sabit yük etkisini, S kar yükü etkisini,  $E_d^{(Z)}$  ise belirlenen düşey deprem etkisini göstermektedir. Etkin hareketli yük etkisi, Hareketli Yük Kütle Katılım Katsayısı n kullanılarak  $Q_e = nQ$  olarak hesaplanacaktır. Yatay deprem etkisi  $E_d^{(H)}$  aşağıda (a) ve (b)’de belirtildiği şekilde tanımlanır (TBDY, 2018):

- Doğrusal olmayan yatay deprem hesabının İtme Yöntemleri ile yapılması durumunda  $E_d^{(H)}$ , (X) ve (Y) deprem doğrultularında ayrı ayrı hesaplanan etkilerin birleştirilmesi ile elde edilen yatay deprem etkisine karşı gelmektedir.
- Doğrusal olmayan yatay deprem hesabının zaman tanım alanında yapılması durumunda, yatayda birbirine dik (X) ve (Y) doğrultularındaki deprem bileşenleri birlikte eş zamanlı olarak tanımlandığından, birleştirilmiş yatay deprem etkisi  $E_d^{(H)}$ , doğrudan elde edilmektedir.

Bu bölümde verilen doğrusal olmayan hesap yöntemleri ile yapılacak deprem hesabından önce,  $E_d^{(H)}$  dışındaki statik düşey yüklerin taşıyıcı sisteme artımsal olarak

uygulandığı doğrusal olmayan statik hesap yapılacaktır. Bu hesaptan elde edilen iç kuvvetler ve şekil değiştirmeler yatay deprem hesabında başlangıç değerleri olarak göz önüne alınacaktır. Yeni yapılan ve güçlendirilen binalarda bu aşamada doğrusal olmayan şekil değiştirmelere izin verilmez. Ancak mevcut binaların değerlendirilmesinde, (eğer varsa) doğrusal olmayan şekil değiştirmeler de başlangıç değerleri olarak göz önüne alınacaktır. (TBDY, 2018)

### 3.1.15. Yıgılı Plastik Davranış Modeli

Çerçeve (çubuk) sonlu elemanları olarak modellenebilen kolon, giriş ve betonarme perdelerde, doğrusal olmayan davranış modeli olarak Yıgılı Plastik Davranış (Plastik Mafsal) Modeli kullanılabilir. (TBDY, 2018)

Yıgılı Plastik Davranış Modelinde iç kuvvetlerin plastik kapasitelerine eriştiği sonlu uzunluktaki bölgeler boyunca, plastik şekil değiştirmelerin düzgün yayılı biçimde oluştuğu varsayılmaktadır. Plastik mafsal boyu olarak adlandırılan plastik şekil değiştirme bölgesinin uzunluğu ( $L_p$ ), çalışan doğrultudaki kesit boyutu ( $h$ ) nin yarısına eşit alınacaktır ( $L_p = 0.5h$ ).

Sadece eksenel kuvvet altında plastik şekil değiştirme yapan elemanların plastik şekil değiştirme bölgelerinin uzunluğu, ilgili elemanın serbest boyuna eşit alınacaktır. (TBDY, 2018)

Yıgılı plastik şekil değiştirmeyi temsil eden plastik mafsal'ın, teorik olarak plastik şekil değiştirme bölgesinin ortasına yerleştirilmesi gerekir. Betonarme plastik mafsal kesitlerinin etkin akma momentlerinin tanımlanmasına ilişkin koşullar aşağıda **(a)**, **(b)**, **(c)**'de verilmiştir (TBDY, 2018):

- a)** Malzeme dayanımları Yeni yapılacak binaların şekil değiştirmeye göre değerlendirilme ve tasarımında beton ve donatı çeliği ile yapı çeliğinin Çizelge 3.1.13 'de tanımlanan beklenen (ortalama) dayanımları esas alınacaktır. Tabloda  $f_{ce}$  ve  $f_{ck}$  betonun ortalama ve karakteristik basınç dayanımlarını,  $f_{ye}$  ve  $f_{yk}$  ise çeliğin ortalama ve karakteristik akma dayanımlarını göstermektedir.
- b)** Etkin akma momentinin hesabında betonun basınç birim şekil değiştirmesi 0.0035, donatı çeliğinin birim şekil değiştirmesi ise 0.01 alınabilir.
- c)** Etkin akma momentinin hesabında düşey yüklerden meydana gelen eksenel kuvvetler dikkate alınacaktır.

**Çizelge 3.1.13:** Beklenen (Ortalama) Malzeme Dayanımları (TBDY, 2018)

Beton	$f_{ce} = 1.3 f_{ck}$
Donatı çeliği	$f_{ye} = 1.2 f_{yk}$
Yapı çeliği (S235)	$f_{ye} = 1.5 f_{yk}$
Yapı çeliği (S275)	$f_{ye} = 1.3 f_{yk}$
Yapı çeliği (S355)	$f_{ye} = 1.1 f_{yk}$
Yapı çeliği (S460)	$f_{ye} = 1.1 f_{yk}$

Bu bölüme göre performans değerlendirmesi yapılacak süneklik düzeyi yüksek yeni betonarme taşıyıcı sistemlerde, kapasite tasarımı ilkeleri ve diğer sünek tasarım kurallarına göre yapılan ön tasarım nedeni ile, çevrim içi dayanım azalması, kesme hasarı, kolon-kiriş birleşim bölgesi hasarı, donatı bindirme boyu yetersizliği ve sargı donatısı yetersizliği etkileri taşıyıcı sistem ve çevrimsel davranış modellerinde dikkate alınmayabilir. (TBDY, 2018)

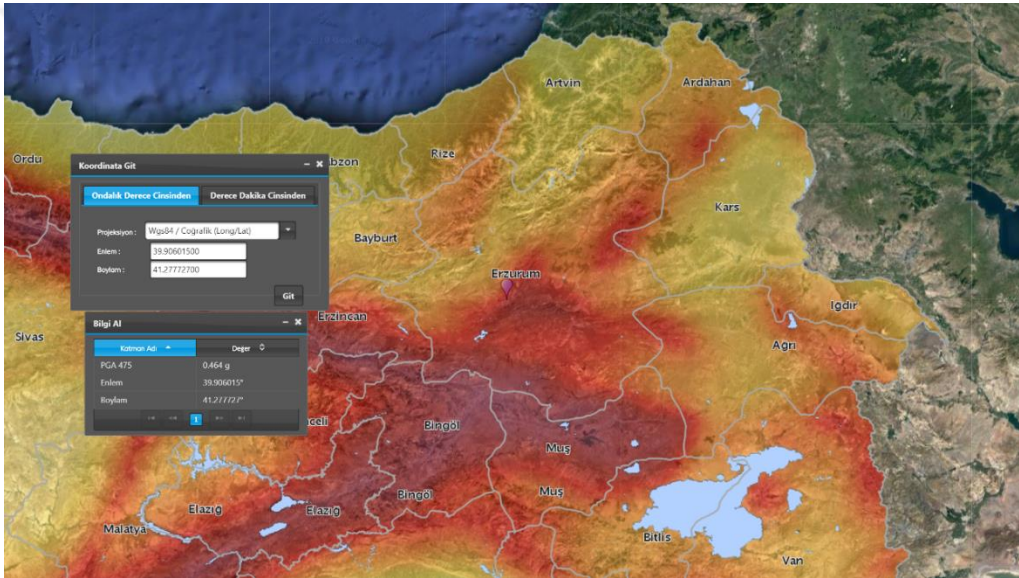
### 3.1.16. Kiriş, Kolon ve Perdelerin Modellenmesi

Kiriş ve kolonlar, çerçeve (çubuk) sonlu elemanları olarak modelleneceklerdir. Doğrusal olmayan davranış, elemanların uçlarında tanımlanan sonlu plastik şekil değiştirme bölgelerinde yığılı plastik davranış modeli ile veya yayılı plastik davranış modelleri ile modellenebilir. Uygulamada yığılı plastik mafsallı modelinin kullanımı genel olarak yeterli kabul edilebilir. Kolon ve kirişlerde plastik mafsallar, kolon-kiriş birleşim bölgesinin hemen dışına, diğer deyişle kolon veya kirişlerin net açıklıklarının uçlarına konulabilir. Ancak, düşey yüklerin etkisinden ötürü kiriş açıklıklarında da plastik mafsalların oluşabileceği göz önüne alınmalıdır. Deprem hesabını doğrusal olmayan İtme Yöntemleri ile yapılması durumunda, betonarme boşluksuz perdelerde veya bağ kirişli (boşluklu) perdeyi oluşturan perde parçalarının her birinde, doğrusal olmayan davranış modeli olarak Yığılı Plastik Davranış (Plastik Mafsallı) Modeli kullanılabilir. (TBDY, 2018)

Dayanıma Göre Tasarım yaklaşımı ile yapılan ön tasarımda belirlenen düşey taşıyıcı elemanların (perde ve kolon) ve temellerin boyut ve donatıları bu bölüme göre yapılan doğrusal olmayan hesap sonucunda azaltılmayacaktır. Azaltma yapılmak istenirse, kesitler değiştirilerek her iki tasarım da tekrarlanacaktır. Diğer taşıyıcı elemanlar (kiriş, bağ kirişi, vb) için, gerekli görülürse, azaltma yapılabilir. Ancak bu durumda, bu bölüme göre yapılan doğrusal olmayan hesap tekrarlanacaktır. (TBDY, 2018)

### 3.2. Modellerin Ön Tasarım ve Boyutlandırılması

Çalışma hakkında yapılan istişare, literatür araştırması ve değerlendirmeler üzerine 3 farklı bina yüksekliği için 6 adetten 1 tanesi perde eleman bulundurmeyen, diğer 5 tanesi ise farklı oranda perde alanına sahip modellerin oluşturulması kararına varılmıştır. Bu modellerin ortak özellikleri; kat yüksekliği 3m olmak üzere 4 kat, 7 kat ve 10 katlı olarak tasarlanmış; kat planlarında her biri 4m ‘den oluşmak üzere X ve Y doğrultularında 8 ‘er açıklıktan oluşacak şekilde belirlenmiştir. Deprem hesabında kullanılacak olan parametrelerin elde edilmesi için belirlenen bina lokasyonu Erzurum ili merkez Yakutiye ilçesi olup Şekil 3.2.1 ‘de Maden Tetkik Arama (MTA) tarafından düzenlenmiş olan Türkiye Deprem Tehlike Haritaları üzerinde gösterilen koordinatlar seçilmiştir. (Afet ve Acil Durum Yönetimi Başkanlığı, 2018)



**Şekil 3.2.1 :** Türkiye Deprem Tehlike Haritaları Üzerinde Seçilmiş Olan Koordinatlar (Afet ve Acil Durum Yönetimi Başkanlığı, 2018)

Yerel zemin sınıfı ZC (Çok sıkı kum, çakıl ve sert kil tabakaları ayrılmış, çok çatlaklı zayıf kayalar) ve göz önüne alınan deprem yer hareketi düzeyi DD-2 (50 yılda aşılma olasılığı %10 yani olan deprem yer hareketi düzeyi) olan bu koordinatlara ait deprem parametreleri ile yatay ve düşey elastik tasarım spektrumları Şekil 3.2.2 ve Şekil 3.2.3 ‘de verilmiştir:

$$\text{Enlem } 39.90601500^\circ$$

$$\text{Boylam } 41.27772700^\circ$$

$$S_S = 1.106$$

$$S_1 = 0.288$$

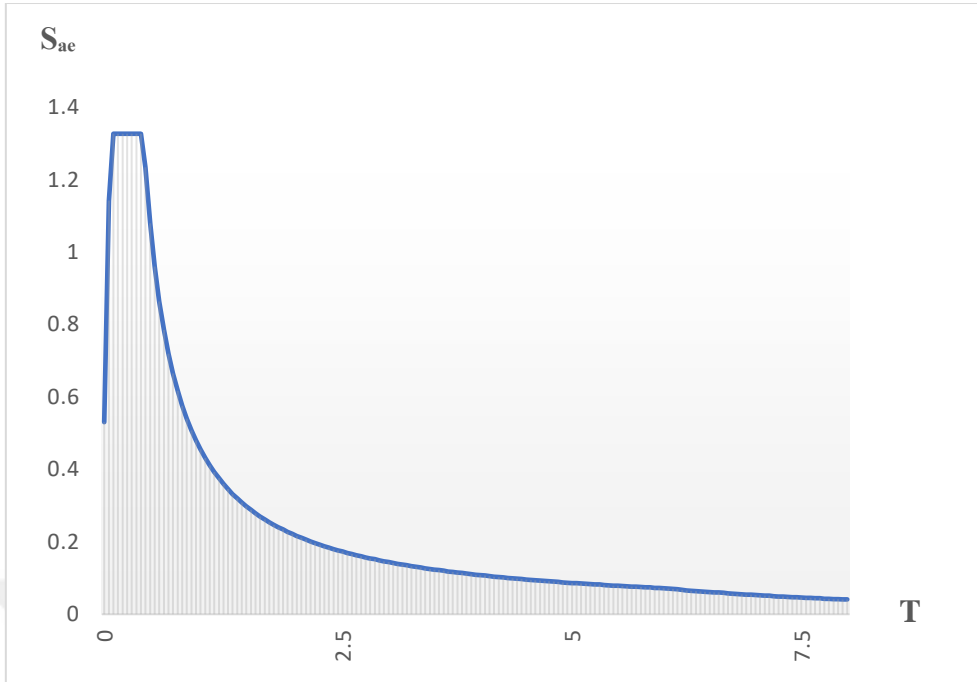
$$S_{DS} = 1.327$$

$$S_{D1} = 0.432$$

$$\text{PGA} = 0.464 \text{ g}$$

$$\text{PGV} = 28.055 \text{ cm/sn}$$



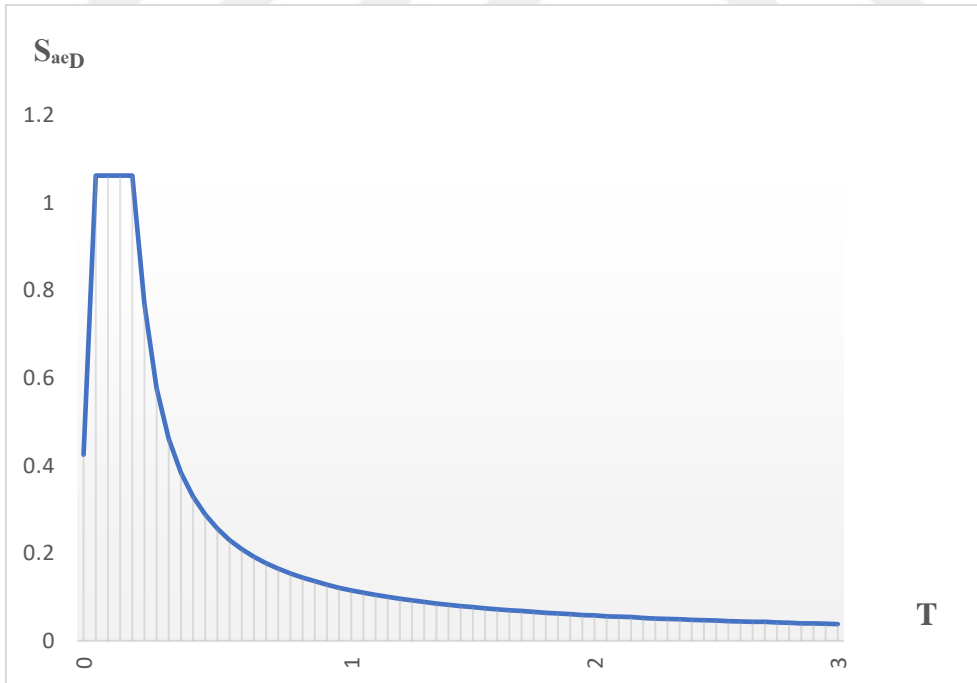


Şekil 3.2.2 : Yatay Elastik Tasarım Spektrumu (Afet ve Acil Durum Yönetimi Başkanlığı, 2018)

$$T_A = 0.065 \text{ sn}$$

$$T_B = 0.325 \text{ sn}$$

$$T_L = 6 \text{ sn}$$



Şekil 3.2.3 : Düşey Elastik Tasarım Spektrumu (Afet ve Acil Durum Yönetimi Başkanlığı, 2018)

$$T_{AD} = 0.022 \text{ sn}$$

$$T_{BD} = 0.108 \text{ sn}$$

$$T_{LD} = 3 \text{ sn}$$

### 3.2.1. Kullanılacak Deprem Yüğü Belirleme Yöntemi ve Yüğü Değerlerinin Belirlenmesi

Her katta 8 x 8 açıklıklı olarak 4 kat, 7 kat ve 10 katlı 6 ‘şar farklı model binanın kat yükseklikleri 3m olup toplam bina yüksekliği 4 katlı modellerde 12, 7 katlı modellerde 21 ve 10 katlı modellerde 30 metredir. Bu binaların analiz edilecekleri zemin türü ZC ve göz önüne alınan deprem düzeyi DD – 2 olarak belirlenmiştir. Bina kullanım sınıfı BKS – 3 olup bina önem katsayısı I = 1 olarak alınmıştır.  $S_{DS} = 1.327$  ve BKS – 3 olan binalar için TBDY 2018 ‘de belirtilen deprem tasarım sınıfı DTS = 1 şeklinde belirlenmiştir. DTS = 1 ve toplam bina yüksekliği değerleri göz önünde bulundurularak belirlenen bina yükseklik sınıfı 4 katlı modeller için BYS = 6, 7 katlı modeller için BYS = 5, 10 katlı modeller için BYS = 4 olarak bulunmuştur. Modelleme sırasında belirlenen bu değerler, 4 katlı ve 7 katlı modeller için TBDY 2018 ‘de belirtilen ‘Eşdeğer Deprem Yüğü Yöntemi ile Doğrusal Deprem Hesabı’ kullanılarak deprem yüklerinin hesaplanabileceğini fakat 10 katlı modeller için bu yöntemin uygun olmadığını göstermiştir. Bu nedenle dinamik hesap yöntemleri ile de deprem yüklerinin belirlenmesine karar verilmiştir. Bodrumsuz olarak modellenen binaların Eşdeğer Deprem Yüğü Yöntemi ile hesaplanmış deprem yükleri ilerleyen bölümlerde tablo halinde belirtilmiştir. (TBDY, 2018)

### 3.3. Hazırlanan Analiz Modelleri

Bu çalışmada 18 tip yapı modeli üzerinden toplamda 162 adet analiz yapılmıştır. Yapılan analizlerin 36 ‘sı doğrusal analiz, 108 ‘i doğrusal ötesi analizdir. Hazırlanan bu yapı modelleri bina yüksekliklerine göre 3 farklı grup halinde tasarlanmıştır. Bunlar 4 kat, 7 kat ve 10 katlı olacak şekilde sırasıyla 12m, 21m ve 30m ‘dir. Her kat yüksekliği için ise 6 farklı perde alanı oranı kullanılarak 18 tip model oluşturulmuştur. Bu 18 model için de 6 farklı plastik mafsalsal boyu kullanılarak 108 adet doğrusal ötesi analiz modeli tanımlanmıştır. Bu modellerin tez çalışması üzerindeki adlandırılması; (kat sayısı) . (perde oranı sırası) – (plastik mafsalsal boyu) şeklinde yapılması uygun görülmüştür. Örneğin; 7 katlı, dördüncü tip perde oranına sahip, mafsalsal boyu 0.5 olan yapı modeli 7.4-0.5 olarak adlandırılmıştır. Her kat yüksekliği grubunda 1 adet perde bulundurmayan çerçevesiz taşıyıcı sisteme sahip referans model oluşturulmuştur. TBDY 2018 ‘de ‘taşıyıcı sistemi betonarme perdelerden oluşan yapılar’ tanımı yapılırken şu şartlardan bahsedilmiştir:

$$\sum A_g / \sum A_p \geq 0.002$$

$$V_t / \sum A_g \leq 0.5 f_{ctd}$$

Burada; bir katta herhangi bir deprem doğrultusundaki toplam betonarme perdelerin kesit alanları toplamının ( $\sum A_g$ ), binanın tüm kat alanlarının toplamına ( $\sum A_p$ ) olan oranının %2 'ye eşit ya da büyük olması ve yapıya etkiyen toplam taban kesme kuvvetinin ( $Vt$ ), bu kuvvet doğrultusundaki bir katta bulunan toplam betonarme perde kesit alanlarına ( $\sum A_g$ ) olan oranının betonun tasarım çekme dayanımının ( $f_{ctd}$ ) yarısına eşit ya da küçük olması koşulları sağlanmalıdır. Hazırlanan analiz modellerinde TBDY 2018 'de belirtilen bu şartlar üzerinden 6 farklı perde oranı belirlenmiştir. Bu perde oranları Çizelge 3.3.1 'de belirtilmiştir.

**Çizelge 3.3.1 : Analiz Modelleri İçin Belirlenen Betonarme Perde Oranları**

Perde Oranı Numarası	4 Kat	7 Kat	10 Kat
1	0	0	0
2	0.512	0.512	0.512
3	1.007	1.011	1.007
4	1.416	1.416	1.416
5	1.700	1.702	1.709
6	2.016	2.023	2.014

Bu değerlere göre her bina yüksekliği için 1 numaralı perde oranına sahip bina modellerinin kat planlarında betonarme perde bulunmadığı için bu oran 0 olarak hesaplanmıştır. TBDY 2018 'e göre bu modellere ait taşıyıcı sistem davranış katsayıları  $R = 8$  ve dayanım fazlalığı katsayıları  $D = 3$  olarak alınmıştır. Perde oranı numarası 2 'den 5 'e kadar olan modeller TBDY 2018 'de taşıyıcı sistemi, süneklik düzeyi yüksek boşluksuz betonarme perdeler ve çerçevelerden oluşan yapılar tanımına uymaktadır. Bu modellere ait taşıyıcı sistem davranış katsayıları  $R = 7$  ve dayanım fazlalığı katsayıları  $D = 2.5$  olarak alınmıştır. Perde oranı numarası 6 olan modellerin ise taşıyıcı sistemi, süneklik düzeyi yüksek betonarme perdelerden oluşan yapılar tanımına uymaktadır. Bu modellere ait taşıyıcı sistem davranış katsayıları  $R = 6$  ve dayanım fazlalığı katsayıları  $D = 2.5$  olarak alınmıştır.

Modellerde X ve Y doğrultularında 4 'er metreden 8 'er açıklık bulunmaktadır. Rijit diyafram kabulü ile kirişli plak döşeme tipi ile tasarlanmış binalarda kullanılan döşeme kalınlığı 15 cm olarak belirlenmiştir. Tüm modellerde kolonlar 40 x40 cm, kirişler ise 25 x 50 cm olacak şekilde boyutlandırılmıştır. Betonarme perde elemanların boyutları tasarlanan yapı modeli tipine göre seçilen perde oranını karşılayacak şekilde farklılık göstermektedir. Modellerde kullanılan betonarme perdelerin boyutları Çizelge 3.3.2 'de belirtilmiştir.

Çizelge 3.3.2 : Analiz Modelleri İçin Belirlenen Betonarme Perde boyutları

Perde Oranı Numarası	4 Kat	7 Kat	10 Kat
1	0	0	0
2	210 x 25 cm	210 x 25 cm	210 x 25 cm
3	275 x 25 cm	290 x 25 cm	275 x 25 cm
4	290 x 25 cm	290 x 25 cm	290 x 25 cm
5	290 x 25 cm	305 x 25 cm	280 x 25 cm
6	295 x 25 cm	290 x 25 cm	275 x 25 cm

TBDY 2018 'de Dayanıma Göre Tasarım yapılacak olan binaların taşıyıcı sistem elemanları üzerine tanımlanacak olan etkin kesit rijitlik katsayıları Çizelge 3.1.10 'da belirtilmiştir. Fakat Şekil Değiştirmeye Göre Tasarım ile yapılacak olan binalarda yığılı plastik davranışa göre modellenen kolon kiriş ve perdelerin etkin kesit rijitlikleri şu şekilde hesaplanmıştır:

$$(EI)_e = \frac{M_y L_s}{\theta_y 3}$$

Bu denklemde kullanılan  $M_y$  ve  $\theta_y$  değerleri, çubuk eleman olarak tanımlanan kolon, kiriş ve perdelerin uçlarındaki plastik mafsalların etkin akma momenti ile akma dönmesidir.  $L_s$  kesme açıklığını tanımlamaktadır. Bu değer kesitteki moment değeri ve kesme kuvveti oranıdır. Bahsedilen bu oran, kolon ve kirişlerde yaklaşık olarak açıklığın yarısı, perdelerde ise her katın tabanından perdenin tepesine olan uzaklığın yarısına denk tutulabilir. Plastik mafsalların akma dönmesi olarak belirtilen  $\theta_y$  değeri ise şu şekilde hesaplanmıştır (TBDY, 2018):

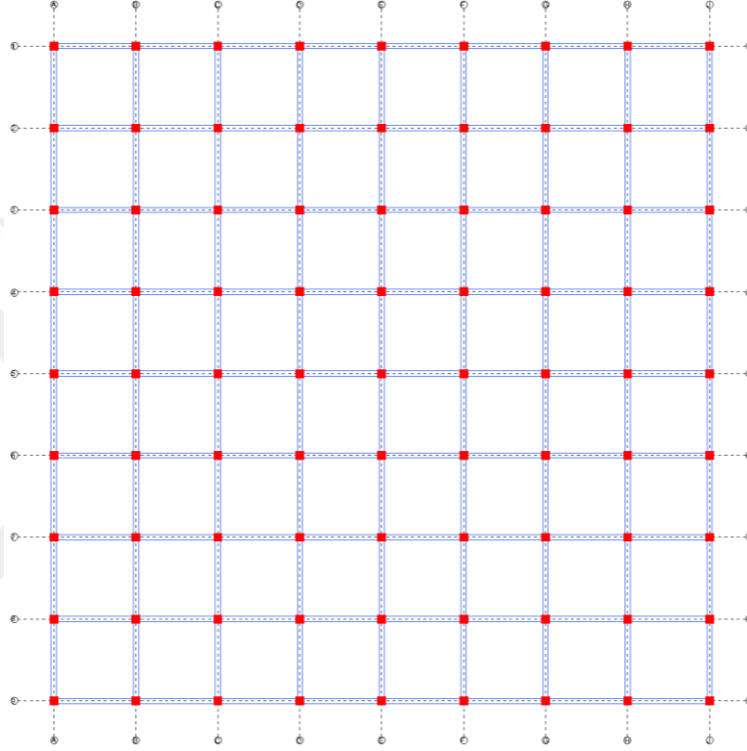
$$\theta_y = \frac{\phi_y L_s}{3} + 0.0015 \eta \left( 1 + 1.5 \frac{h}{L_s} \right) + \frac{\phi_y d_b f_{ye}}{8 \sqrt{f_{ce}}}$$

Bu formülde  $\phi_y$ , plastik mafsalsın etkin akma eğriliğini tanımlamaktadır. Perdeler için  $\eta = 0.5$  alınırken, kolonlar ve kirişler için bu değer 1 olarak alınmıştır.  $h$  değeri elemana ait kesit yüksekliğini göstermektedir.  $d_b$  olarak gösterilen değer, akma sırasında düğüm noktasına kenetlenen donatı sıyrılması ile oluşacak olan dönme değerini ifade eden son bölümdeki işlemde ortalama donatı çapını temsil etmektedir.  $f_{ce}$  ve  $f_{ye}$  değerleri de betonun beklenen basınç ve donatının beklenen akma dayanımlarını ifade etmektedir.

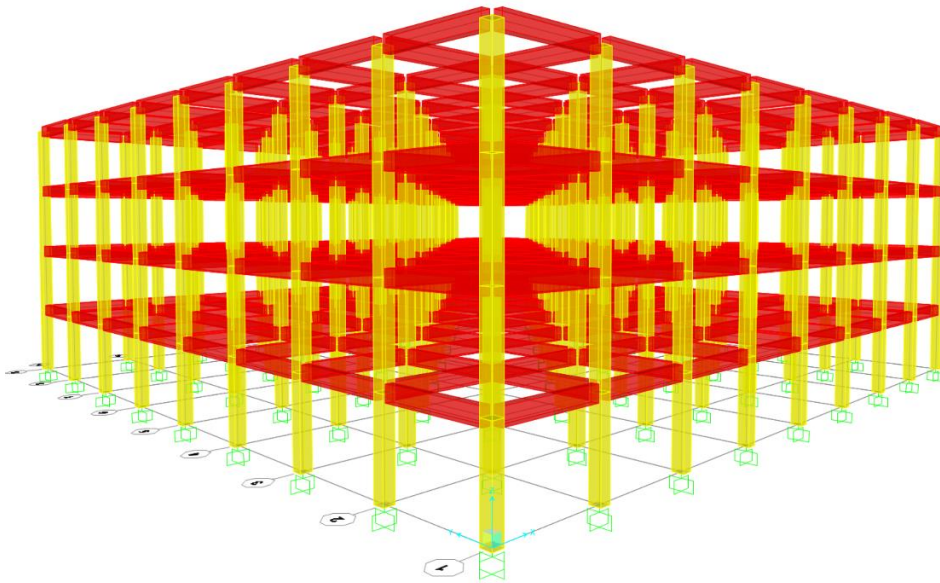
Hazırlanan yapı modellerinde kullanılan kolon, kiriş ve betonarme perde kesitlerine ait etkin kesit rijitlikleri Çizelge 3.1.10 'dan alınmıştır. Elde edilen etkin kesit rijitlik değerleri analiz programında oluşturulan modellerin taşıyıcı sistem elemanları üzerine tanımlanmıştır. Eleman kesitleri analiz modelleri üzerinde yüklerin, kütlelerin ve yapılara servis süresince etkiyebilecek durumların öngörülebilmesi amacıyla mevcut halleri ile korunmuştur.

### 3.3.1. Model 4.1

Bu model 4 katlı olarak tasarlanan 6 tip bina modeli için, kat planında betonarme perde eleman bulundurmayan, doğrusal ve doğrusal ötesi analizlerde kıyas yapabilmek adına tasarlanmış olan modeldir. Geometrik özellikleri 4 katlı tüm modellerle özdeştir. Şekil 3.3.1 'de bu modele ait kat planı, Şekil 3.3.2 'de bu modele ait Sap2000 modeli gösterilmiştir. Bu model için TBDY 2018 'de  $R = 8$  ve  $D = 3$  olarak belirtilmiştir.



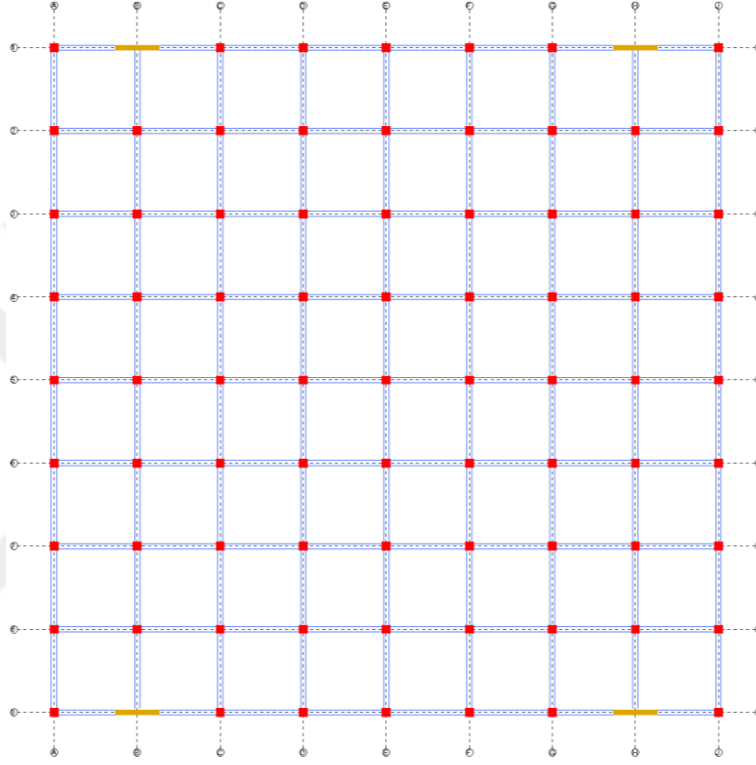
Şekil 3.3.1 : Model 4.1 'e Ait Kat Planı



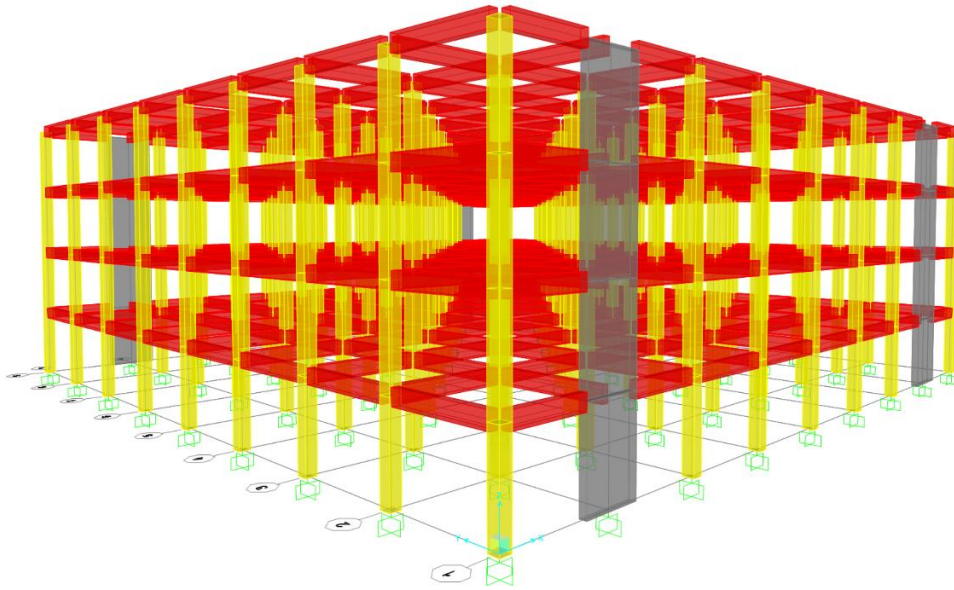
Şekil 3.3.1 : Model 4.1 'e Ait Sap2000 Modeli

### 3.3.2. Model 4.2

Bu model 4 katlı olarak tasarlanan perde oranı 0.512 ile en az olan modeldir. Bu modelde kullanılan perde boyutları 25 x 210 cm olarak belirlenmiştir ve her katta X doğrultusunda 4 adet betonarme perde bulunmaktadır. Şekil 3.3.3 'de bu modele ait kat planı, Şekil 3.3.4 'de bu modele ait Sap2000 modeli gösterilmiştir. Bu model için TBDY 2018 'de  $R = 7$  ve  $D = 2.5$  olarak belirtilmiştir.



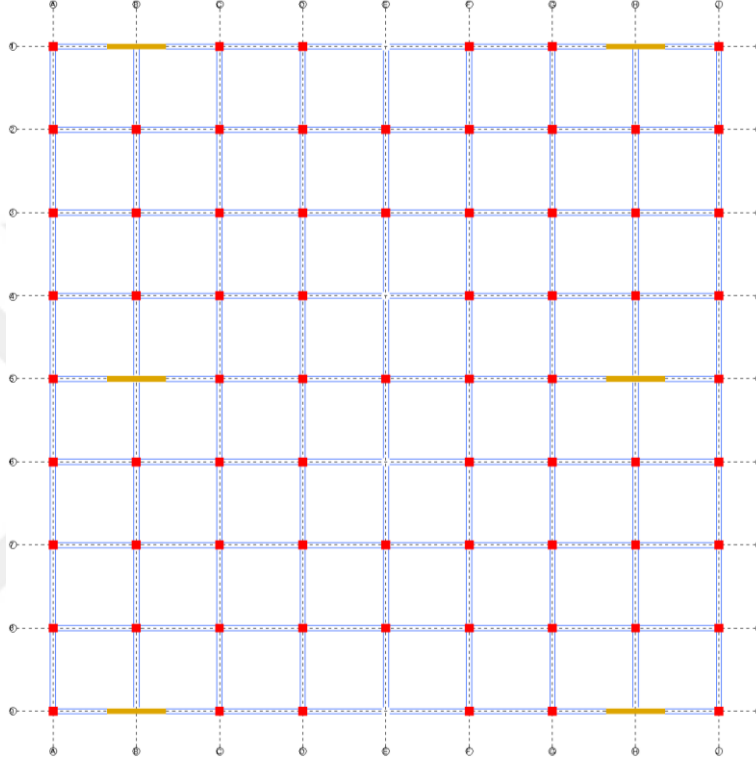
Şekil 3.3.3 : Model 4.2 'ye Ait Kat Planı



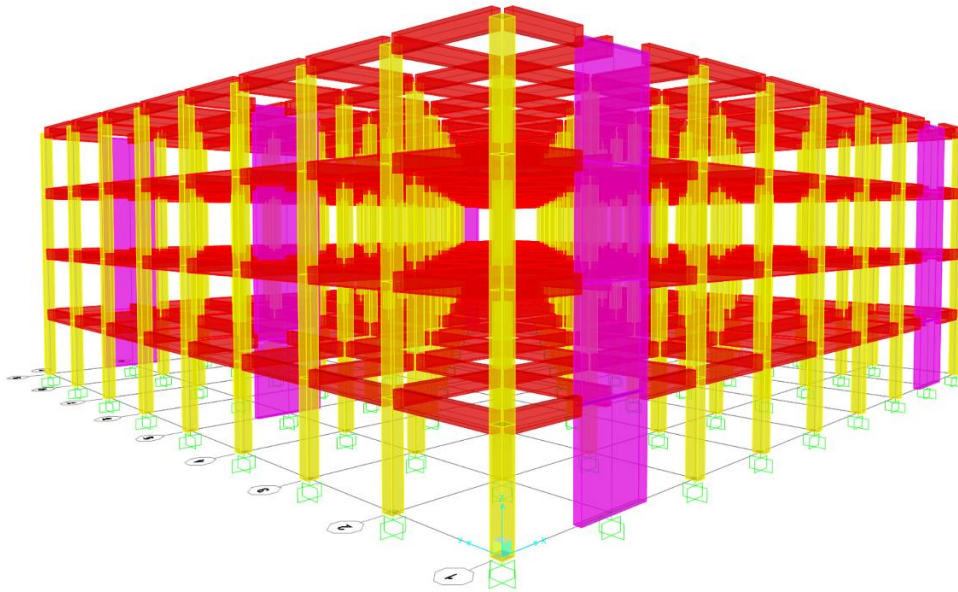
Şekil 3.3.4 : Model 4.2 'ye Ait Sap2000 Modeli

### 3.3.3. Model 4.3

Bu model 4 katlı olarak tasarlanan perde oranı 1.007 olan 3. tip modeldir. Bu modelde kullanılan perde boyutları 25 x 275 cm olarak belirlenmiştir ve her katta X doğrultusunda 6 adet betonarme perde bulunmaktadır. Şekil 3.3.5 'de bu modele ait kat planı, Şekil 3.3.6 'da bu modele ait Sap2000 modeli gösterilmiştir. Bu model için TBDY 2018 'de  $R = 7$  ve  $D = 2.5$  olarak belirtilmiştir.



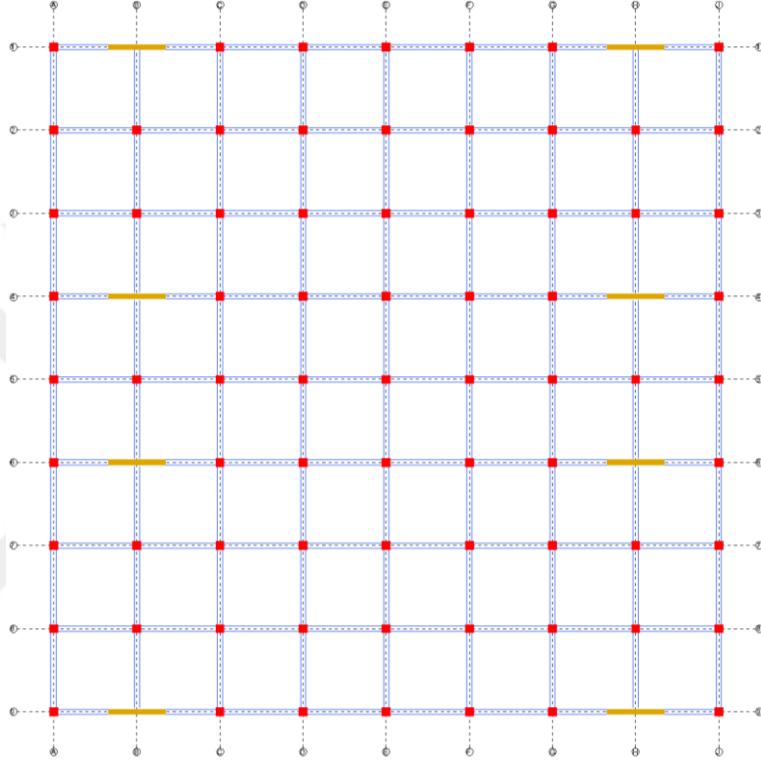
Şekil 3.3.5 : Model 4.3 'e Ait Kat Planı



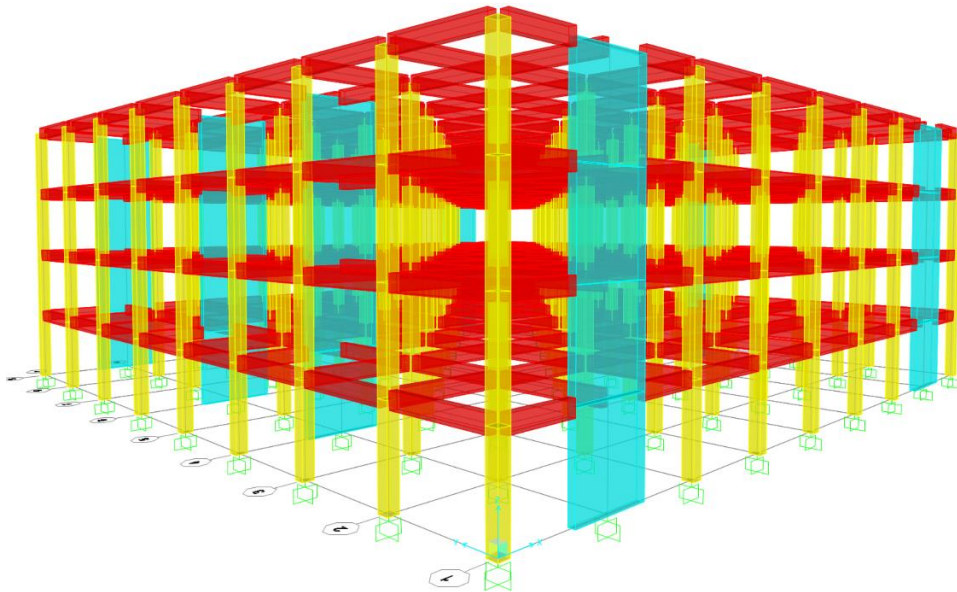
Şekil 3.3.6 : Model 4.3 'e Ait Sap2000 Modeli

### 3.3.4. Model 4.4

Bu model 4 katlı olarak tasarlanan perde oranı 1.416 olan 4. tip modeldir. Bu modelde kullanılan perde boyutları 25 x 290 cm olarak belirlenmiştir ve her katta X doğrultusunda 8 adet betonarme perde bulunmaktadır. Şekil 3.3.7 'de bu modele ait kat planı, Şekil 3.3.8 'de bu modele ait Sap2000 modeli gösterilmiştir. Bu model için TBDY 2018 'de  $R = 7$  ve  $D = 2.5$  olarak belirtilmiştir.



Şekil 3.3.7 : Model 4.4 'e Ait Kat Planı

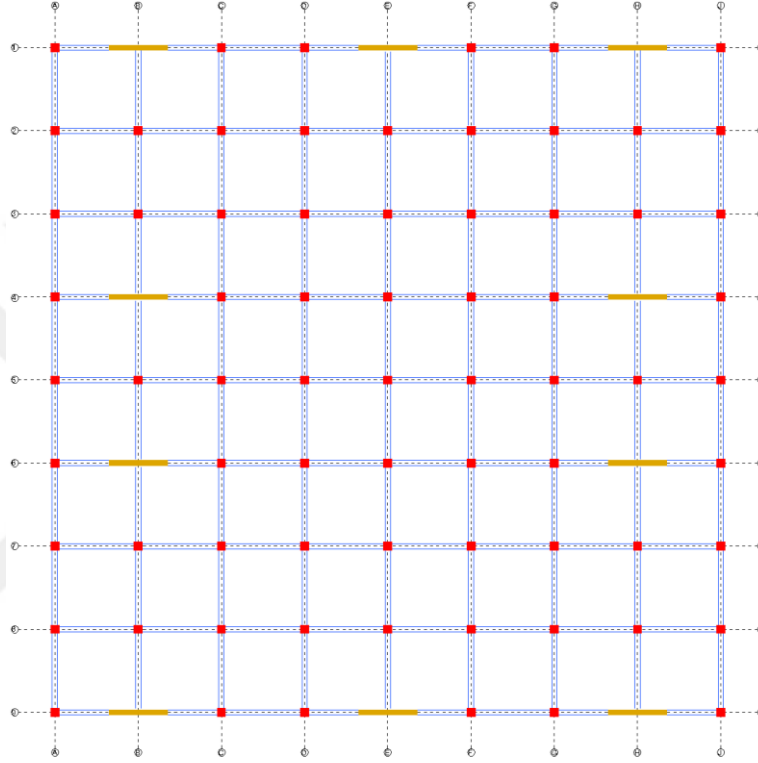


Şekil 3.3.8 : Model 4.4 'e Ait Sap2000 Modeli

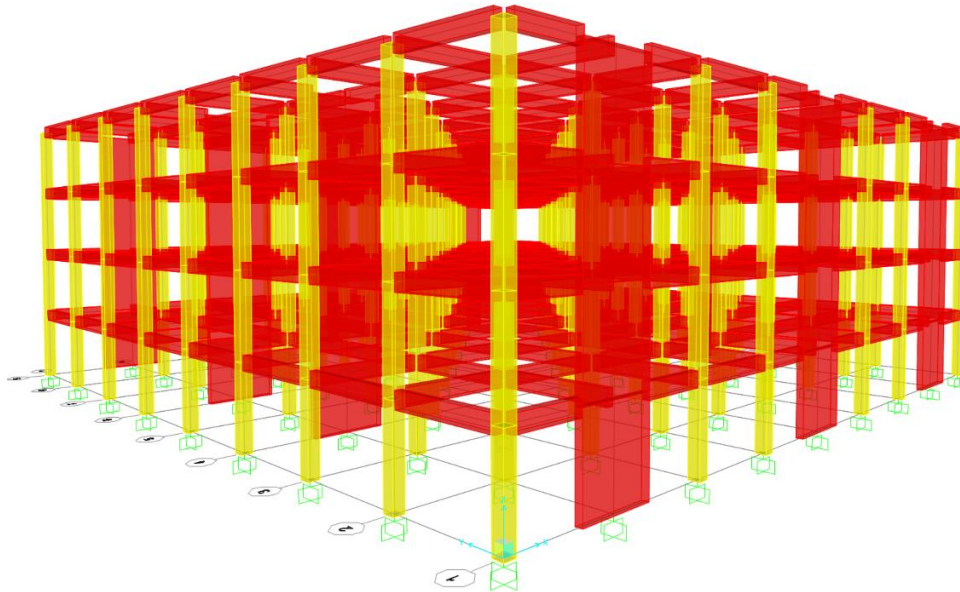


### 3.3.5. Model 4.5

Bu model 4 katlı olarak tasarlanan perde oranı 1.700 olan 5. tip modeldir. Bu modelde kullanılan perde boyutları 25 x 290 cm olarak belirlenmiştir ve her katta X doğrultusunda 10 adet betonarme perde bulunmaktadır. Şekil 3.3.9 'da bu modele ait kat planı, Şekil 3.3.10 'da bu modele ait Sap2000 modeli gösterilmiştir. Bu model için TBDY 2018 'de  $R = 7$  ve  $D = 2.5$  olarak belirtilmiştir.



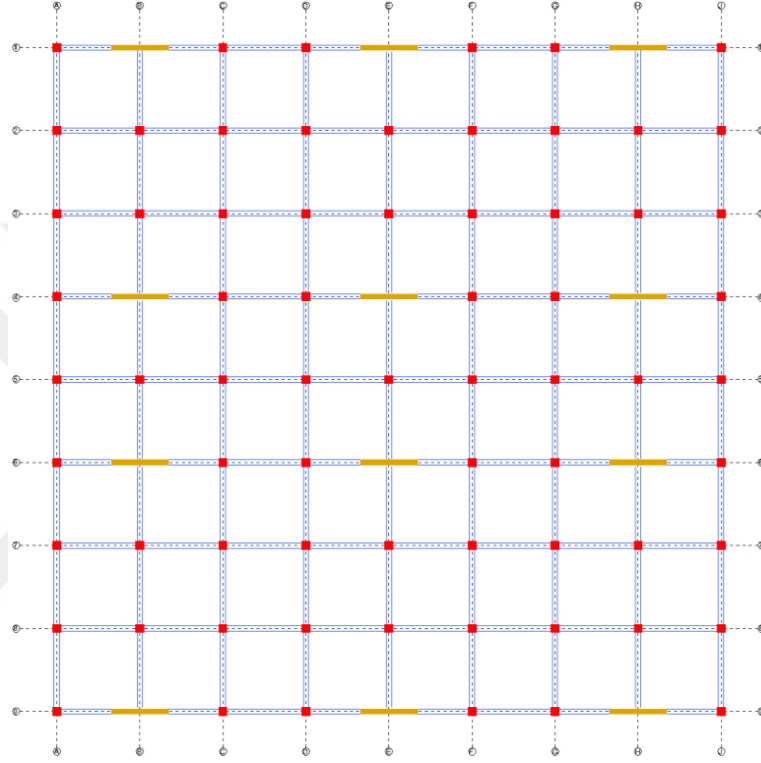
Şekil 3.3.9 : Model 4.5 'e Ait Kat Planı



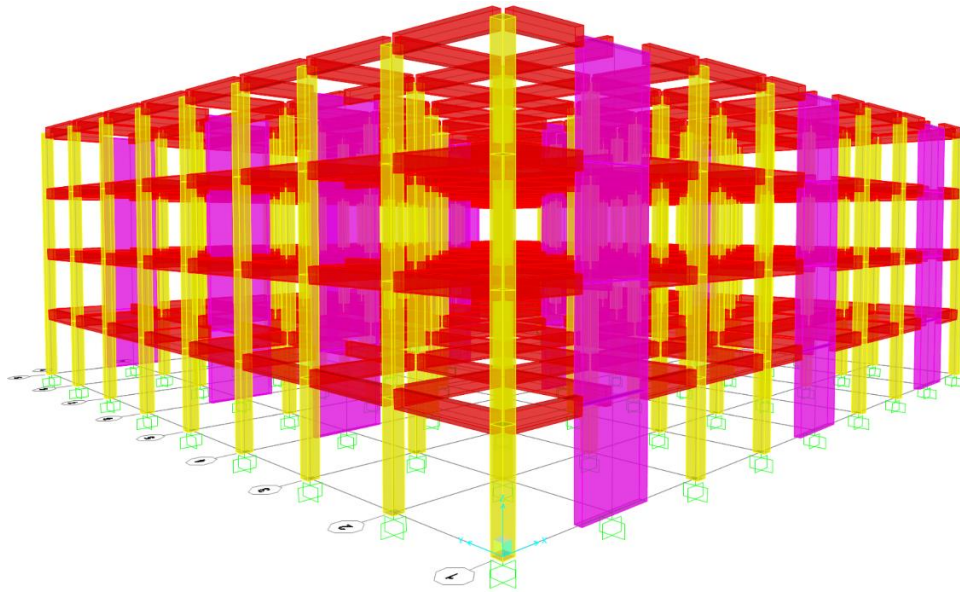
Şekil 3.3.10 : Model 4.5 'e Ait Sap2000 Modeli

### 3.3.6. Model 4.6

Bu model 4 katlı olarak tasarlanan perde oranı 2.016 olan 6. tip modeldir. Bu modelde kullanılan perde boyutları 25 x 295 cm olarak belirlenmiştir ve her katta X doğrultusunda 8 adet betonarme perde bulunmaktadır. Şekil 3.3.11 'de bu modele ait kat planı, Şekil 3.3.12 'de bu modele ait Sap2000 modeli gösterilmiştir. Bu model için TBDY 2018 'de  $R = 6$  ve  $D = 2.5$  olarak belirtilmiştir.



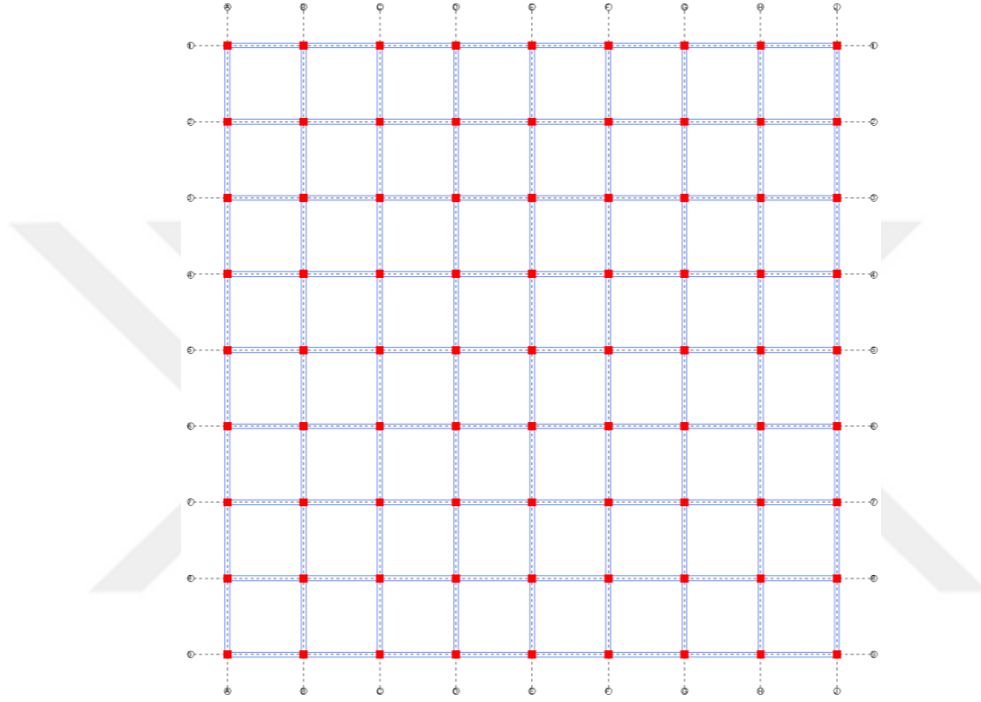
Şekil 3.3.11 : Model 4.6 'ya Ait Kat Planı



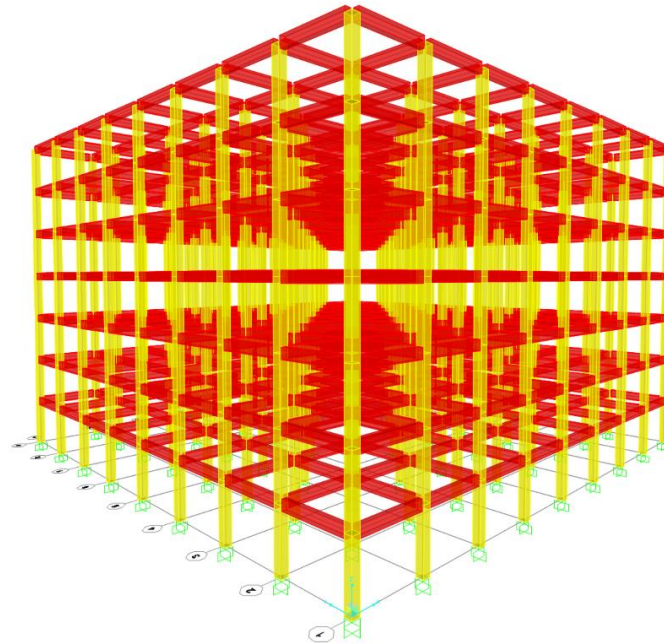
Şekil 3.3.12 : Model 4.6 'ya Ait Sap2000 Modeli

### 3.3.7. Model 7.1

Bu model 7 katlı olarak tasarlanan 6 tip bina modeli için, kat planında betonarme perde eleman bulundurmayan, doğrusal ve doğrusal ötesi analizlerde kıyas yapabilmek adına tasarlanmış olan modeldir. Geometrik özellikleri 7 katlı tüm modellerle özdeştir. Şekil 3.3.13 'de bu modele ait kat planı, Şekil 3.3.14 'de bu modele ait Sap2000 modeli gösterilmiştir. Bu model için TBDY 2018 'de  $R = 8$  ve  $D = 3$  olarak belirtilmiştir.



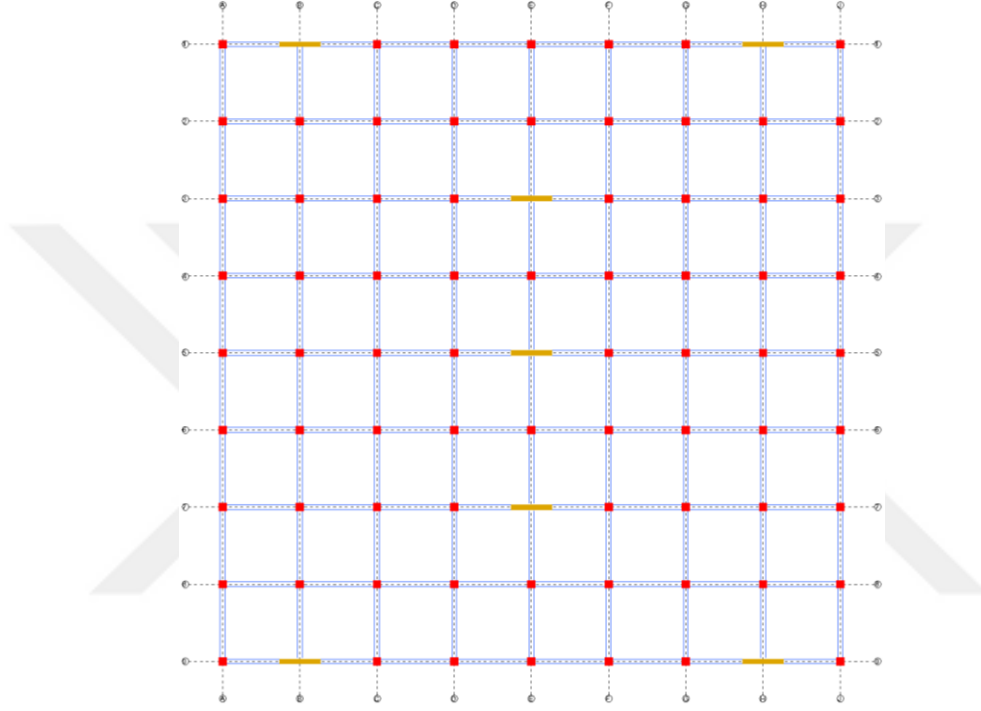
Şekil 3.3.13 : Model 7.1 'e Ait Kat Planı



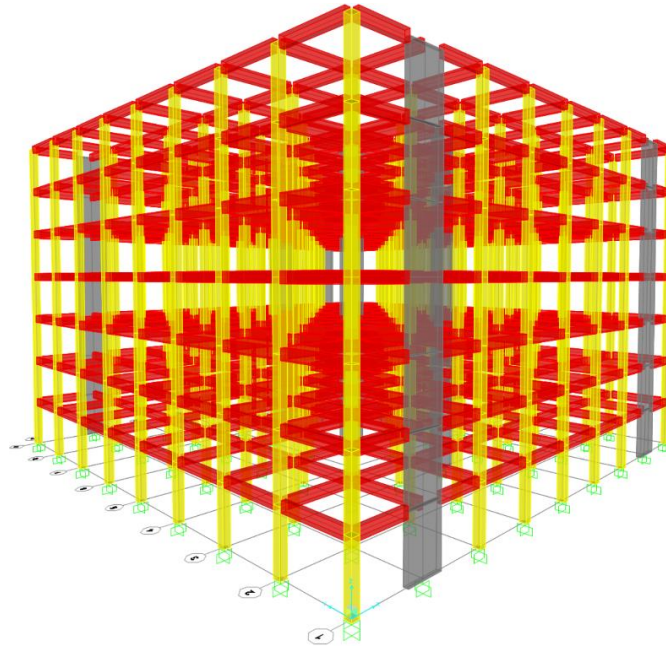
Şekil 3.3.14 : Model 7.1 'e Ait Sap2000 Modeli

### 3.3.8. Model 7.2

Bu model 7 katlı olarak tasarlanan perde oranı 0.512 ile en az olan modeldir. Bu modelde kullanılan perde boyutları 25 x 210 cm olarak belirlenmiştir ve her katta X doğrultusunda 7 adet betonarme perde bulunmaktadır. Şekil 3.3.15 'de bu modele ait kat planı, Şekil 3.3.16 'da bu modele ait Sap2000 modeli gösterilmiştir. Bu model için TBDY 2018 'de  $R = 7$  ve  $D = 2.5$  olarak belirtilmiştir.



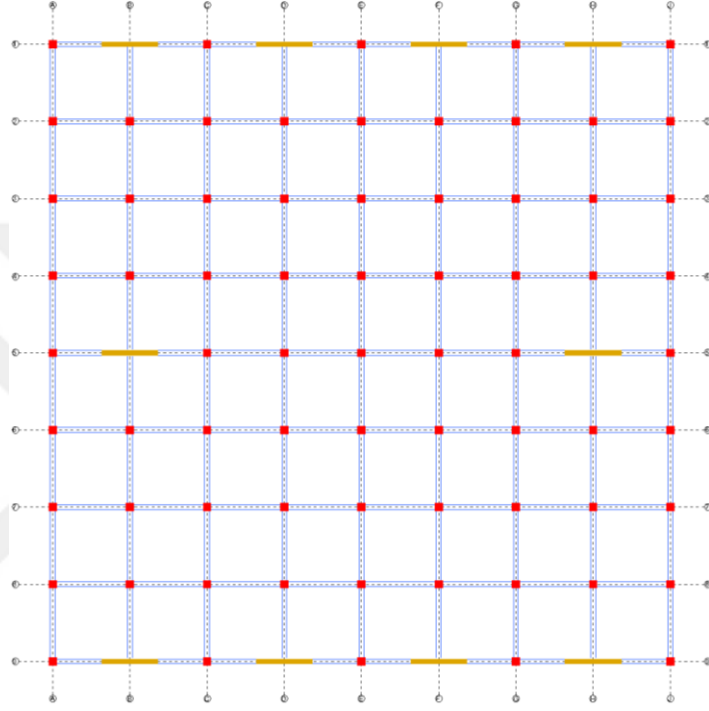
Şekil 3.3.15 : Model 7.2 'ye Ait Kat Planı



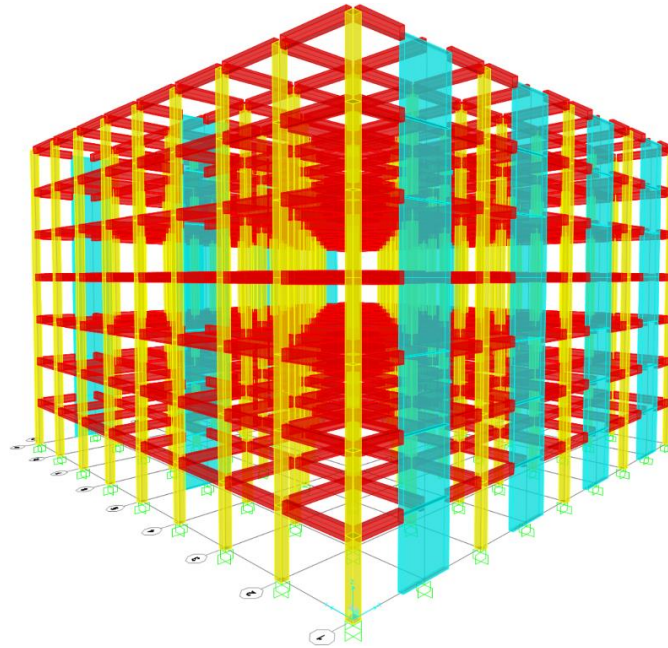
Şekil 3.3.16 : Model 7.2 'ye Ait Sap2000 Modeli

### 3.3.9. Model 7.3

Bu model 7 katlı olarak tasarlanan perde oranı 1.011 olan 3. tip modeldir. Bu modelde kullanılan perde boyutları 25 x 290 cm olarak belirlenmiştir ve her katta X doğrultusunda 10 adet betonarme perde bulunmaktadır. Şekil 3.3.17 'de bu modele ait kat planı, Şekil 3.3.18 'de bu modele ait Sap2000 modeli gösterilmiştir. Bu model için TBDY 2018 'de  $R = 7$  ve  $D = 2.5$  olarak belirtilmiştir.



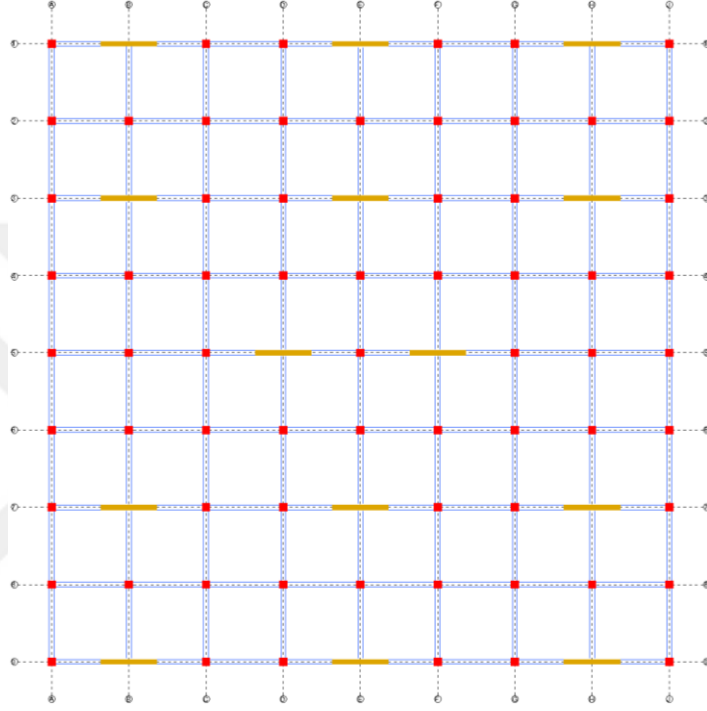
Şekil 3.3.17 : Model 7.3 'e Ait Kat Planı



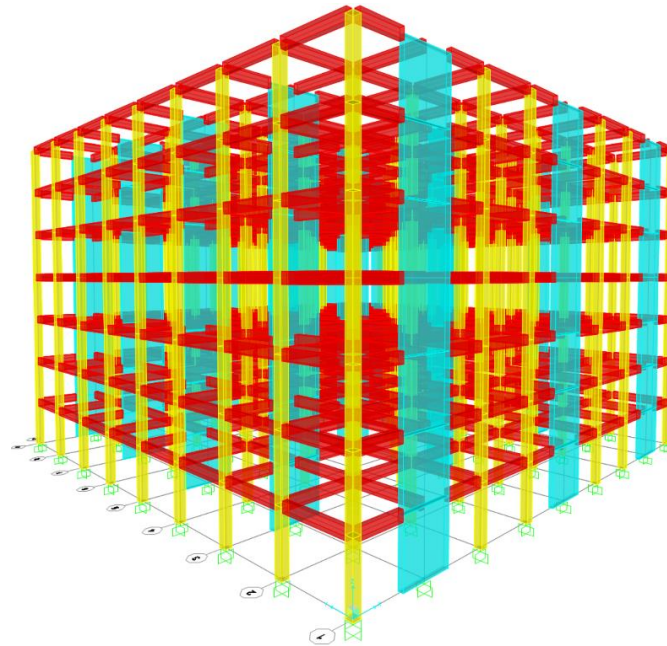
Şekil 3.3.18 : Model 7.3 'e Ait Sap2000 Modeli

### 3.3.10. Model 7.4

Bu model 7 katlı olarak tasarlanan perde oranı 1.416 olan 4. tip modeldir. Bu modelde kullanılan perde boyutları 25 x 290 cm olarak belirlenmiştir ve her katta X doğrultusunda 14 adet betonarme perde bulunmaktadır. Şekil 3.3.19 'da bu modele ait kat planı, Şekil 3.3.19 'da bu modele ait Sap2000 modeli gösterilmiştir. Bu model için TBDY 2018 'de  $R = 7$  ve  $D = 2.5$  olarak belirtilmiştir.



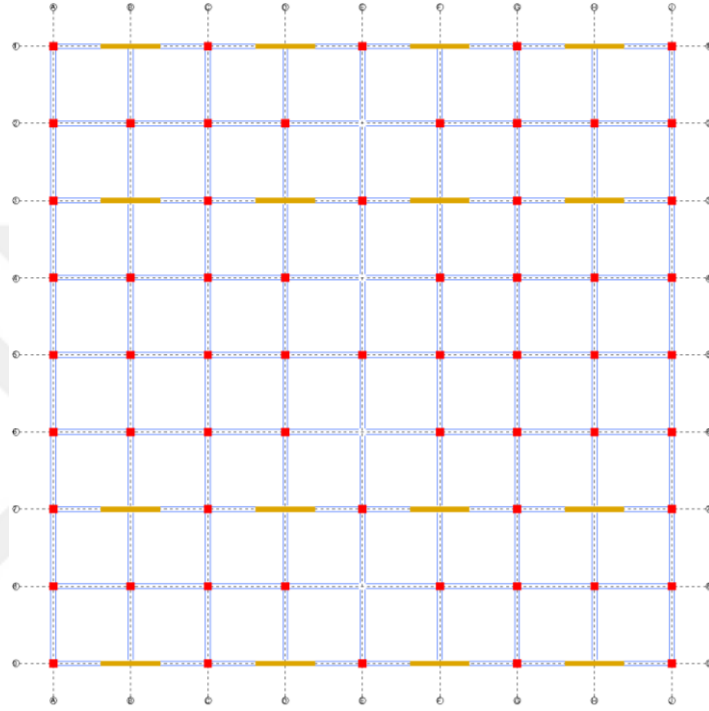
Şekil 3.3.19 : Model 7.4 'e Ait Kat Planı



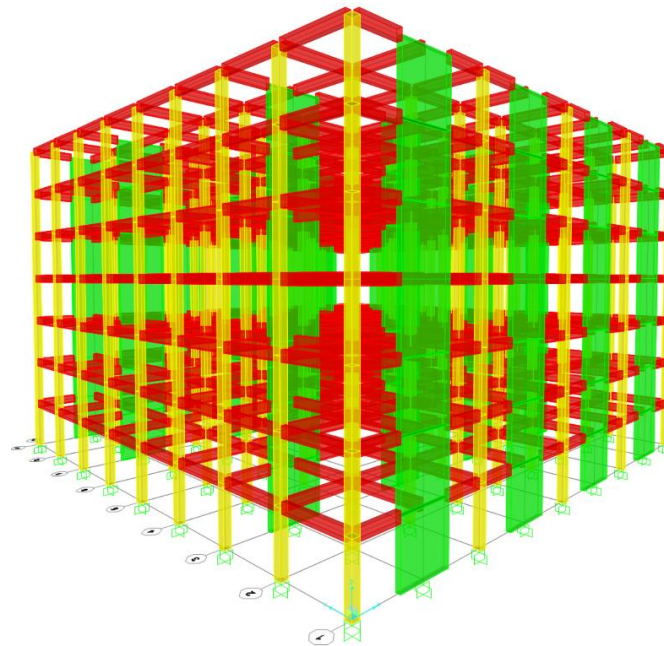
Şekil 3.3.20 : Model 7.4 'e Ait Sap2000 Modeli

### 3.3.11. Model 7.5

Bu model 7 katlı olarak tasarlanan perde oranı 1.702 olan 5. tip modeldir. Bu modelde kullanılan perde boyutları 25 x 305 cm olarak belirlenmiştir ve her katta X doğrultusunda 16 adet betonarme perde bulunmaktadır. Şekil 3.3.21 'de bu modele ait kat planı, Şekil 3.3.22 'de bu modele ait Sap2000 modeli gösterilmiştir. Bu model için TBDY 2018 'de  $R = 7$  ve  $D = 2.5$  olarak belirtilmiştir.



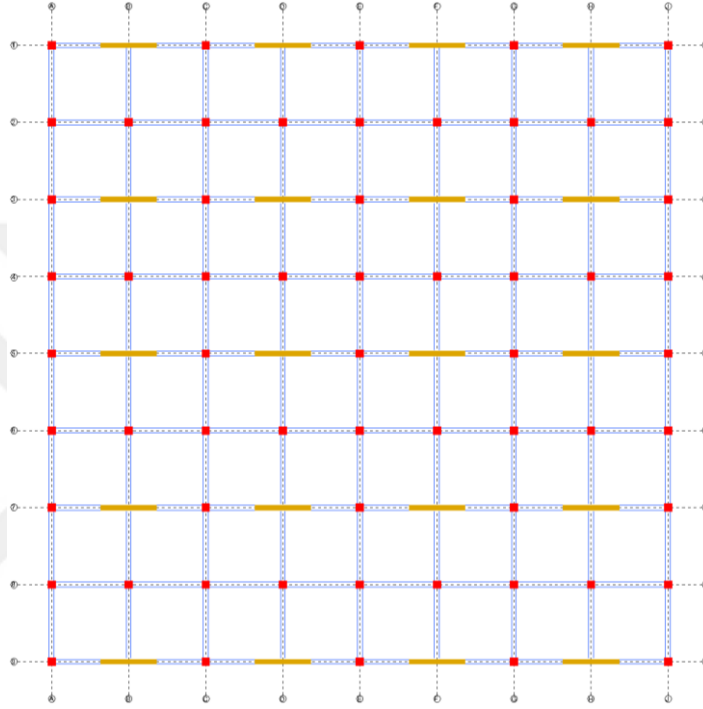
Şekil 3.3.21 : Model 7.5 'e Ait Kat Planı



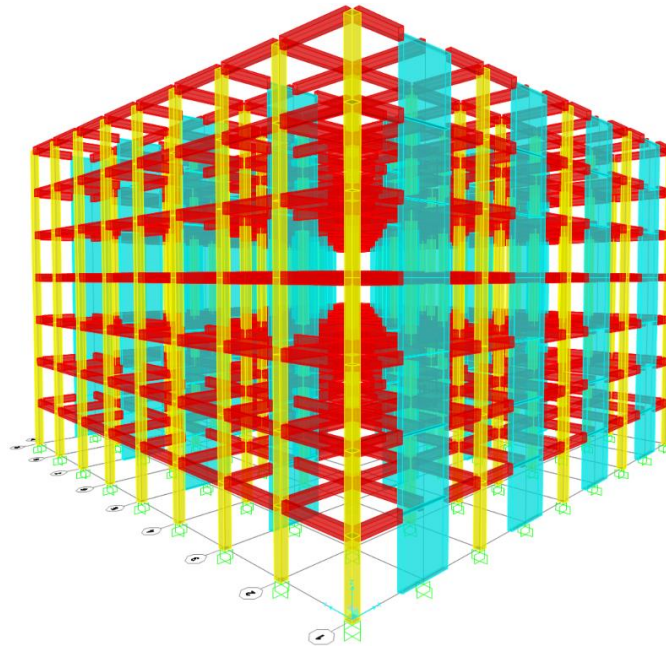
Şekil 3.3.22 : Model 7.5 'e Ait Sap2000 Modeli

### 3.3.12. Model 7.6

Bu model 7 katlı olarak tasarlanan perde oranı 2.023 olan 6. tip modeldir. Bu modelde kullanılan perde boyutları 25 x 290 cm olarak belirlenmiştir ve her katta X doğrultusunda 20 adet betonarme perde bulunmaktadır. Şekil 3.3.23 'de bu modele ait kat planı, Şekil 3.3.24 'de bu modele ait Sap2000 modeli gösterilmiştir. Bu model için TBDY 2018 'de  $R = 6$  ve  $D = 2.5$  olarak belirtilmiştir.



Şekil 3.3.23 : Model 7.6 'ya Ait Kat Planı

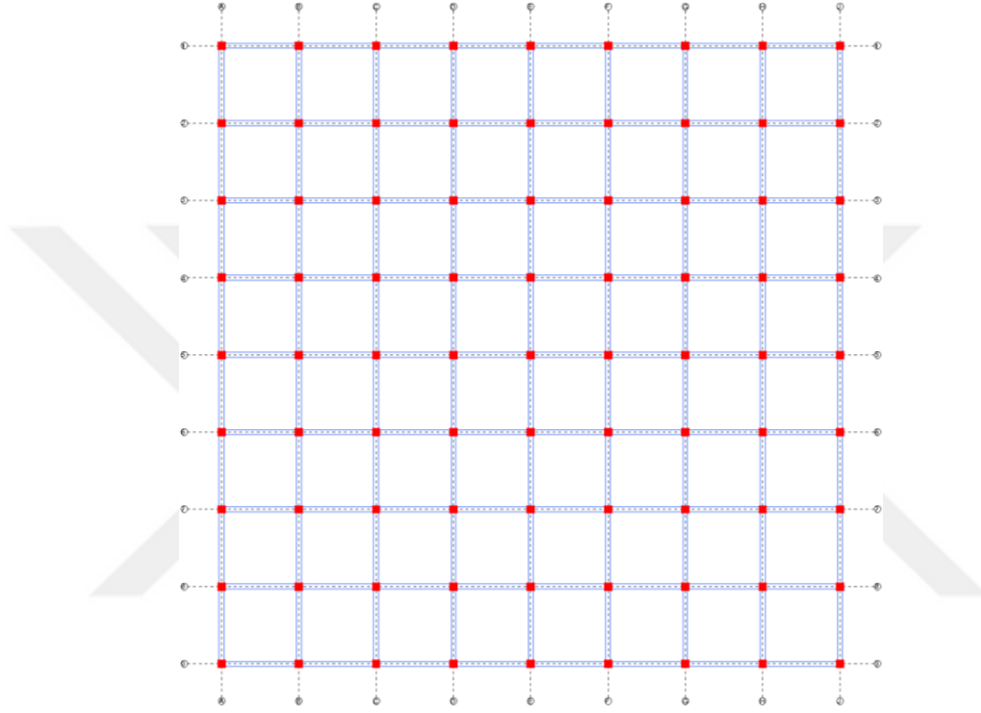


Şekil 3.3.24 : Model 7.6 'ya Ait Sap2000 Modeli

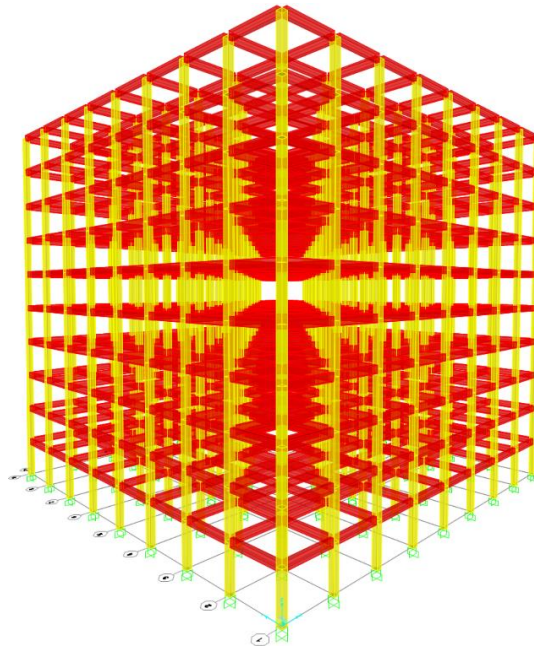


### 3.3.13. Model 10.1

Bu model 10 katlı olarak tasarlanan 6 tip bina modeli için, kat planında betonarme perde eleman bulundurmeyen, doğrusal ve doğrusal ötesi analizlerde kıyas yapabilmek adına tasarlanmış olan modeldir. Geometrik özellikleri 10 katlı tüm modellerle özdeştir. Şekil 3.3.25 'de bu modele ait kat planı, Şekil 3.3.26 'da bu modele ait Sap2000 modeli gösterilmiştir. Bu model için TBDY 2018 'de  $R = 8$  ve  $D = 3$  olarak belirtilmiştir.



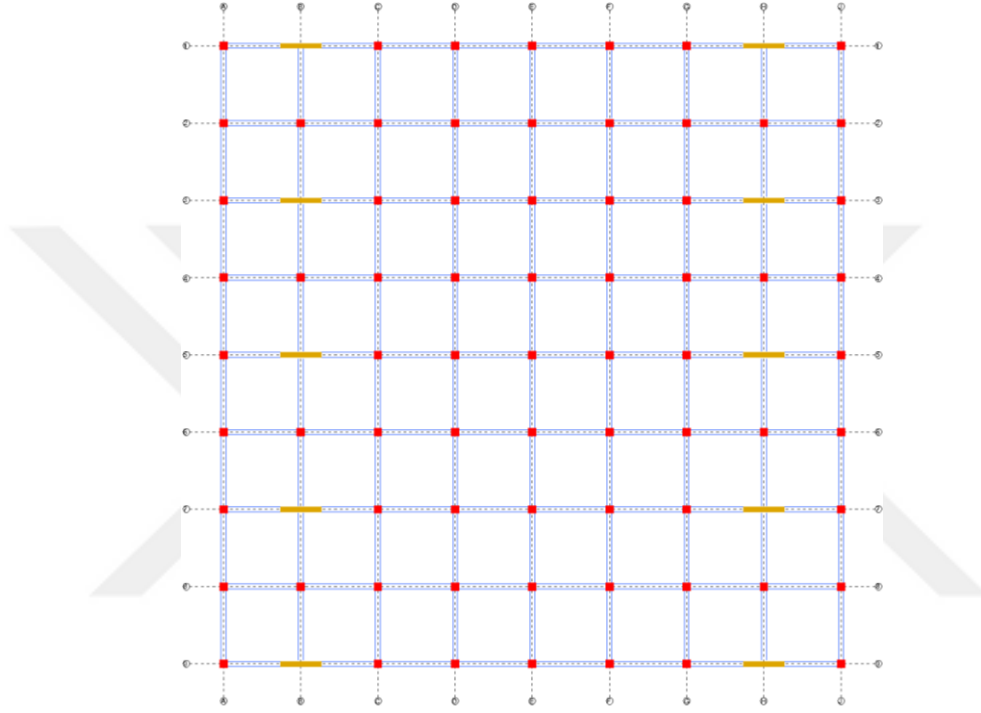
Şekil 3.3.25 : Model 10.1 'e Ait Kat Planı



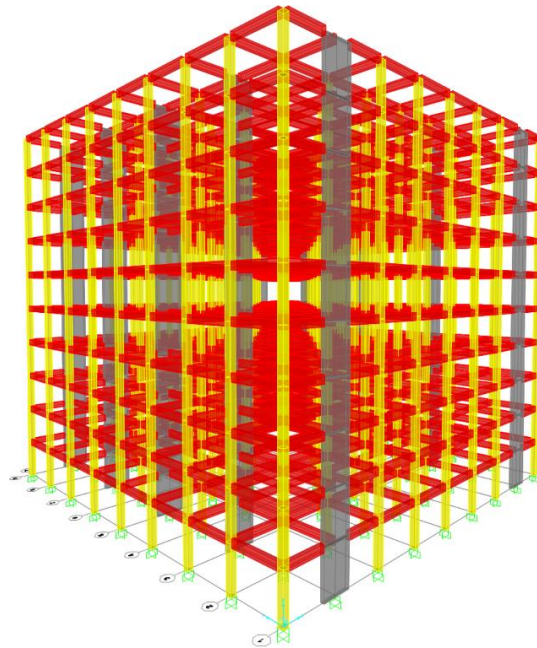
Şekil 3.3.26 : Model 10.1 'e Ait Sap2000 Modeli

### 3.3.14. Model 10.2

Bu model 10 katlı olarak tasarlanan perde oranı 0.512 ile en az olan modeldir. Bu modelde kullanılan perde boyutları 25 x 210 cm olarak belirlenmiştir ve her katta X doğrultusunda 10 adet betonarme perde bulunmaktadır. Şekil 3.3.27 'de bu modele ait kat planı, Şekil 3.3.28 'de bu modele ait Sap2000 modeli gösterilmiştir. Bu model için TBDY 2018 'de  $R = 7$  ve  $D = 2.5$  olarak belirtilmiştir.



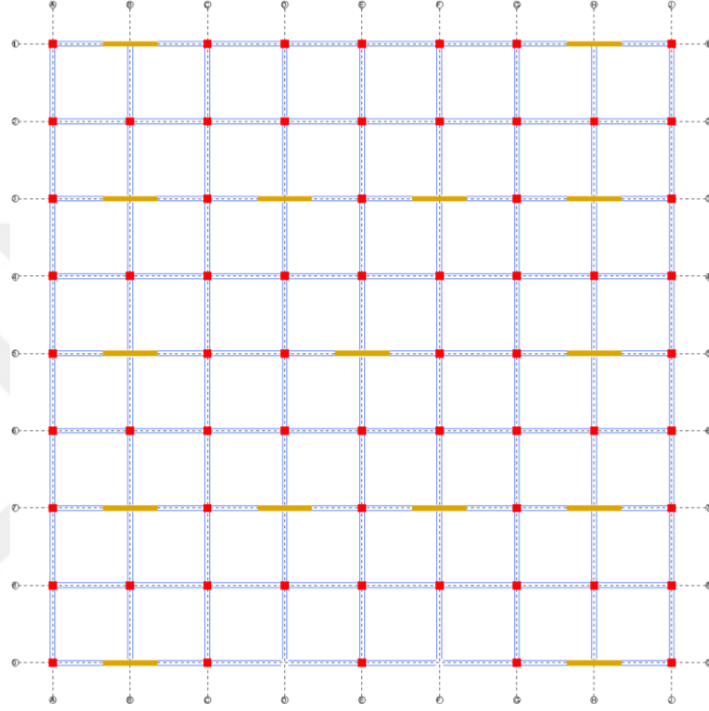
Şekil 3.3.27 : Model 10.2 'ye Ait Kat Planı



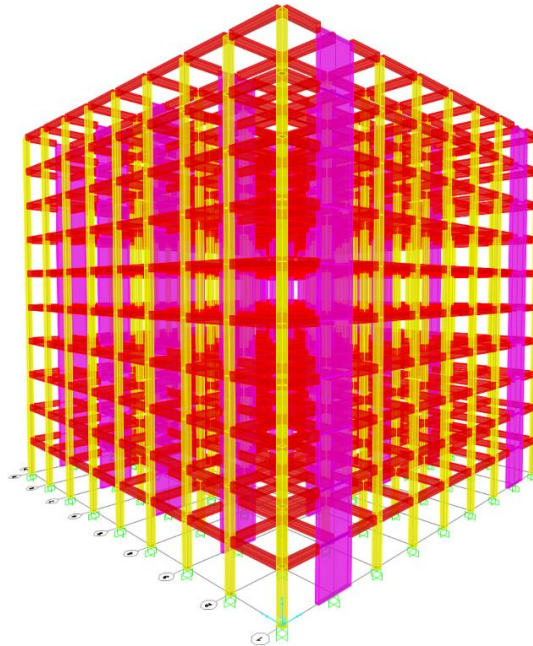
Şekil 3.3.28 : Model 10.2 'ye Ait Sap2000 Modeli

### 3.3.15. Model 10.3

Bu model 10 katlı olarak tasarlanan perde oranı 1.007 olan 3. tip modeldir. Bu modelde kullanılan perde boyutları 25 x 275 cm olarak belirlenmiştir ve her katta X doğrultusunda 15 adet betonarme perde bulunmaktadır. Şekil 3.3.29 'da bu modele ait kat planı, Şekil 3.3.30 'da bu modele ait Sap2000 modeli gösterilmiştir. Bu model için TBDY 2018 'de  $R = 7$  ve  $D = 2.5$  olarak belirtilmiştir.



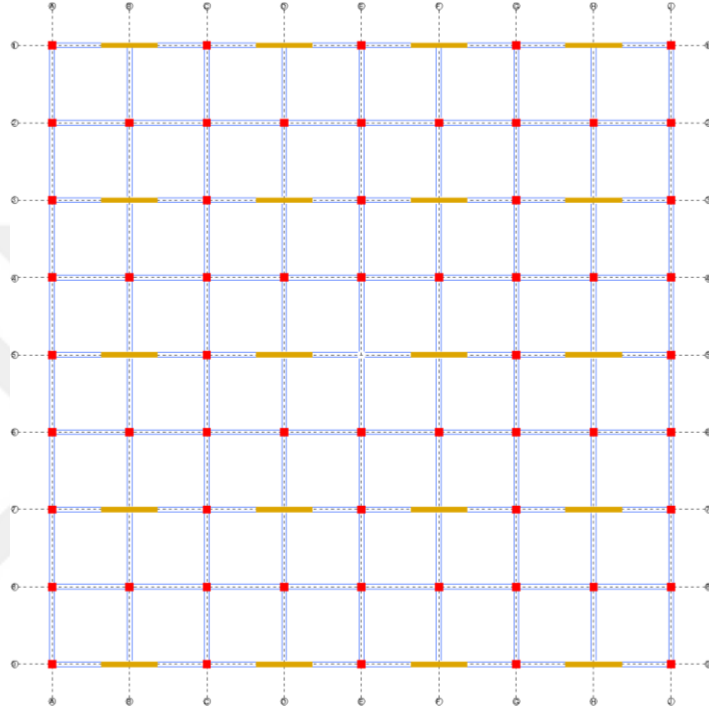
Şekil 3.3.29 : Model 10.3 'e Ait Kat Planı



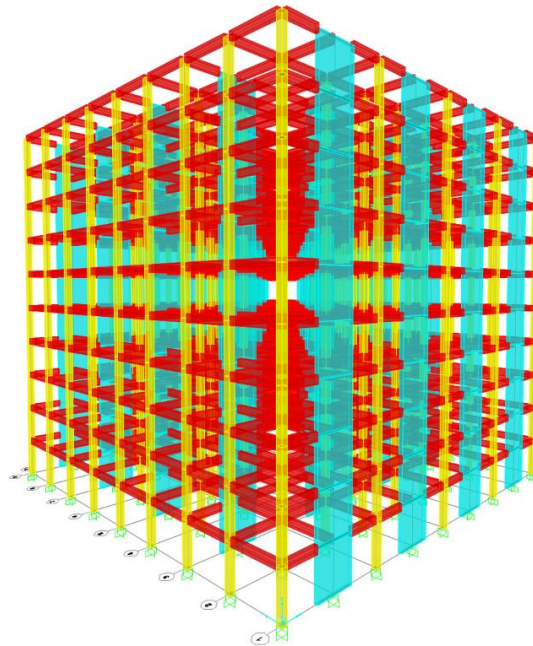
Şekil 3.3.30 : Model 10.3 'e Ait Sap2000 Modeli

### 3.3.16. Model 10.4

Bu model 10 katlı olarak tasarlanan perde oranı 1.416 olan 4. tip modeldir. Bu modelde kullanılan perde boyutları 25 x 290 cm olarak belirlenmiştir ve her katta X doğrultusunda 20 adet betonarme perde bulunmaktadır. Şekil 3.3.31 'de bu modele ait kat planı, Şekil 3.3.32 'de bu modele ait Sap2000 modeli gösterilmiştir. Bu model için TBDY 2018 'de  $R = 7$  ve  $D = 2.5$  olarak belirtilmiştir.



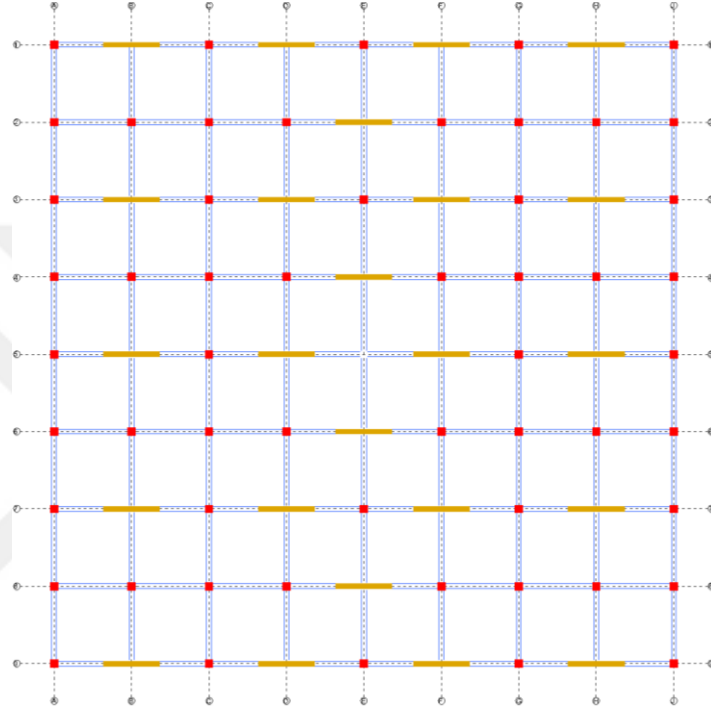
Şekil 3.3.31 : Model 10.4 'e Ait Kat Planı



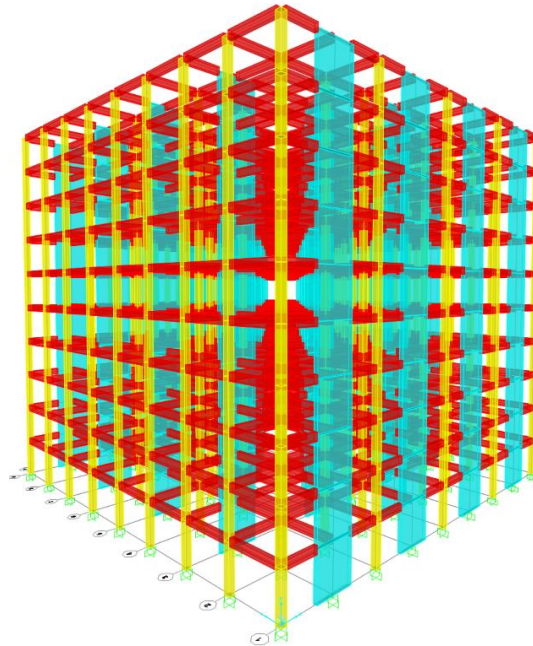
Şekil 3.3.32 : Model 10.4 'e Ait Sap2000 Modeli

### 3.3.17. Model 10.5

Bu model 10 katlı olarak tasarlanan perde oranı 1.709 olan 5. tip modeldir. Bu modelde kullanılan perde boyutları 25 x 280 cm olarak belirlenmiştir ve her katta X doğrultusunda 24 adet betonarme perde bulunmaktadır. Şekil 3.3.33 'de bu modele ait kat planı, Şekil 3.3.34 'de bu modele ait Sap2000 modeli gösterilmiştir. Bu model için TBDY 2018 'de  $R = 7$  ve  $D = 2.5$  olarak belirtilmiştir.



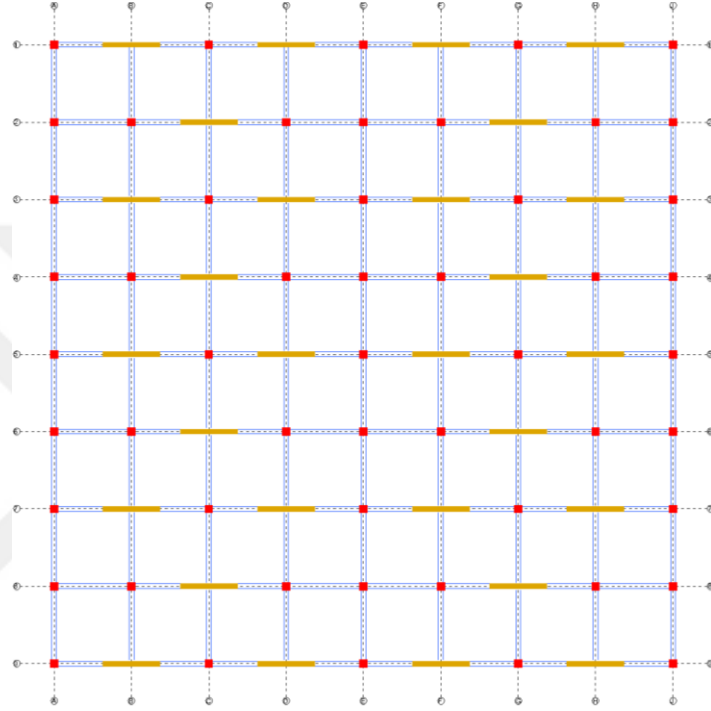
Şekil 3.3.33 : Model 10.5 'e Ait Kat Planı



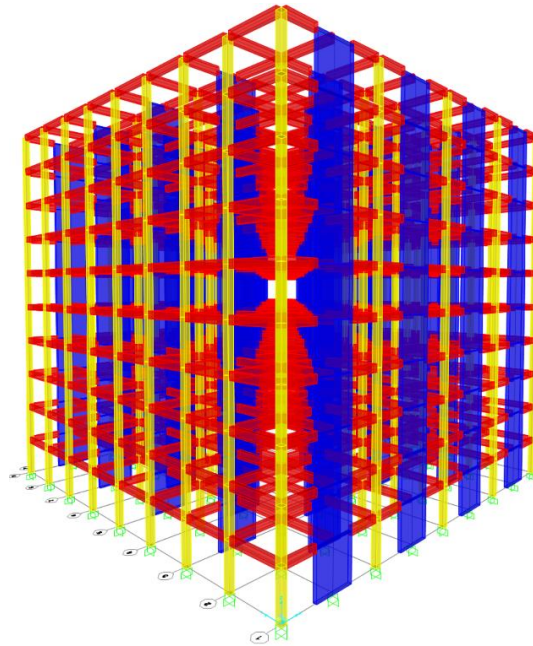
Şekil 3.3.34 : Model 10.5 'e Ait Sap2000 Modeli

### 3.3.18. Model 10.6

Bu model 10 katlı olarak tasarlanan perde oranı 2.014 olan 6. tip modeldir. Bu modelde kullanılan perde boyutları 25 x 275 cm olarak belirlenmiştir ve her katta X doğrultusunda 28 adet betonarme perde bulunmaktadır. Şekil 3.3.35 'de bu modele ait kat planı, Şekil 3.3.36 'de bu modele ait Sap2000 modeli gösterilmiştir. Bu model için TBDY 2018 'de  $R = 6$  ve  $D = 2.5$  olarak belirtilmiştir.



Şekil 3.3.35 : Model 10.6 'ya Ait Kat Planı



Şekil 3.3.36 : Model 10.6 'ya Ait Sap2000 Modeli

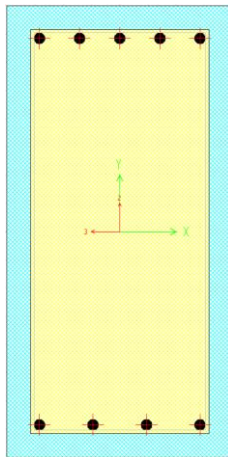
### 3.4. Taşıyıcı Sistem Elemanlarının Tanımlanması

Analizlere tabi tutulacak olan yapı modellerinde kullanılan kolon, kiriş ve perde elemanlar, Sap2000 programı üzerinde Section Designer menüsü kullanılarak tanımlanmıştır. Bu şekilde kesit tasarımının tercih edilmesinin en önemli sebebi Mander sargılı beton modeli kabulü ile tasarım yapılacak olmasıdır. Sap2000 programı dışında kesitlerde ihtiyaç duyulan donatı hesabının yapıldığı Sta4CAD yapısal analiz paket programı kullanılarak 3 farklı bina yüksekliğine sahip 18 model için kullanılan taşıyıcı sistem elemanlarının tasarımında ortak donatı miktarları belirlenmiştir. Kesitlere ait bu donatılar Çizelge 3.4.1 'de gösterilmiştir.

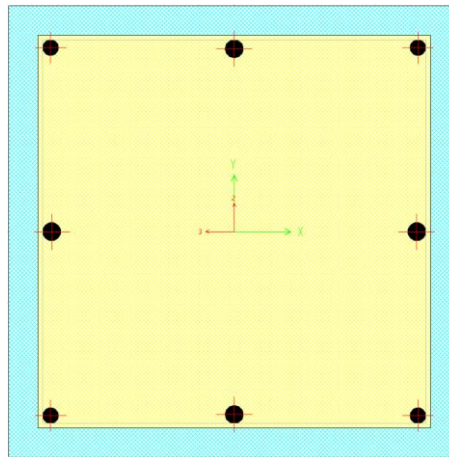
**Çizelge 3.4.1 : Taşıyıcı Sistem Elemanlarında Kullanılan Donatılar**

Eleman Türü	Donatı Türü		Donatı	Sargı Donatısı (etr.)
Kolon 40 x 40 cm	Boyuna		8 $\phi$ 16	$\phi$ 8 / 15
Kiriş 25 x 50 cm	Çekme		4 $\phi$ 12	$\phi$ 8 / 15
	Montaj		5 $\phi$ 12	
Perde 210 x 25 cm	B: 50cm G: 110 cm	$H_{CR}$	2 x 8 $\phi$ 16 + 10 $\phi$ 12	$\phi$ 8 / 15
	B: 30cm G: 150cm	$H > H_{CR}$	2 x 6 $\phi$ 16 + 14 $\phi$ 12	
Perde 275 x 25 cm	B: 55cm G: 165 cm	$H_{CR}$	2 x 8 $\phi$ 16 + 16 $\phi$ 12	$\phi$ 8 / 15
	B: 30cm G: 215cm	$H > H_{CR}$	2 x 6 $\phi$ 16 + 20 $\phi$ 12	
Perde 280 x 25 cm	B: 60cm G: 160cm	$H_{CR}$	2 x 8 $\phi$ 16 + 16 $\phi$ 12	$\phi$ 8 / 15
	B: 30cm G: 220cm	$H > H_{CR}$	2 x 6 $\phi$ 16 + 2 x 22 $\phi$ 12	
Perde 290 x 25 cm	B: 60cm G: 170 cm	$H_{CR}$	2 x 8 $\phi$ 16 + 16 $\phi$ 12	$\phi$ 8 / 15
	B: 30cm G: 230cm	$H > H_{CR}$	2 x 6 $\phi$ 16 + 22 $\phi$ 12	
Perde 295 x 25 cm	B: 60cm G: 175cm	$H_{CR}$	2 x 8 $\phi$ 16 + 16 $\phi$ 12	$\phi$ 8 / 15
	B: 30cm G: 235cm	$H > H_{CR}$	2 x 6 $\phi$ 16 + 22 $\phi$ 12	
Perde 305 x 25 cm	B: 65cm G: 175cm	$H_{CR}$	2 x 8 $\phi$ 16 + 16 $\phi$ 12	$\phi$ 8 / 15
	B: 35cm G: 235cm	$H > H_{CR}$	2 x 6 $\phi$ 16 + 22 $\phi$ 12	

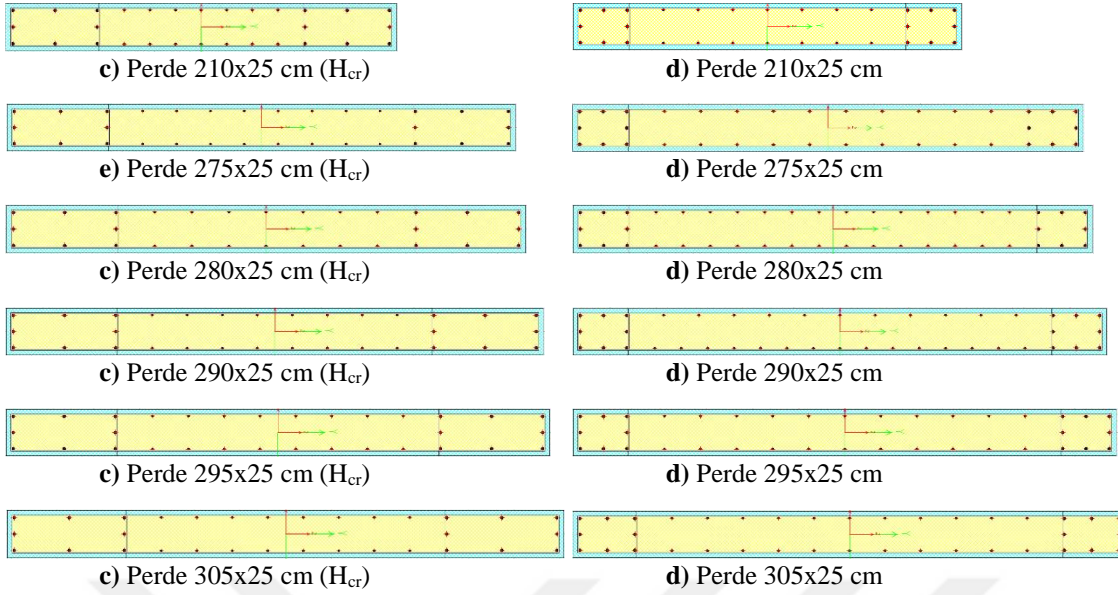
Yukarıdaki Çizelge 3.4.1 'de belirtilen elemanlara kesitler Şekil 3.4.1 'de gösterilmiştir. Aynı zamanda bu modellerde kullanılan betonarme perde elemanlara ait moment – eğrilik diyagramları da Şekil 3.4.2 'de karşılaştırmalı biçimde görülmektedir.



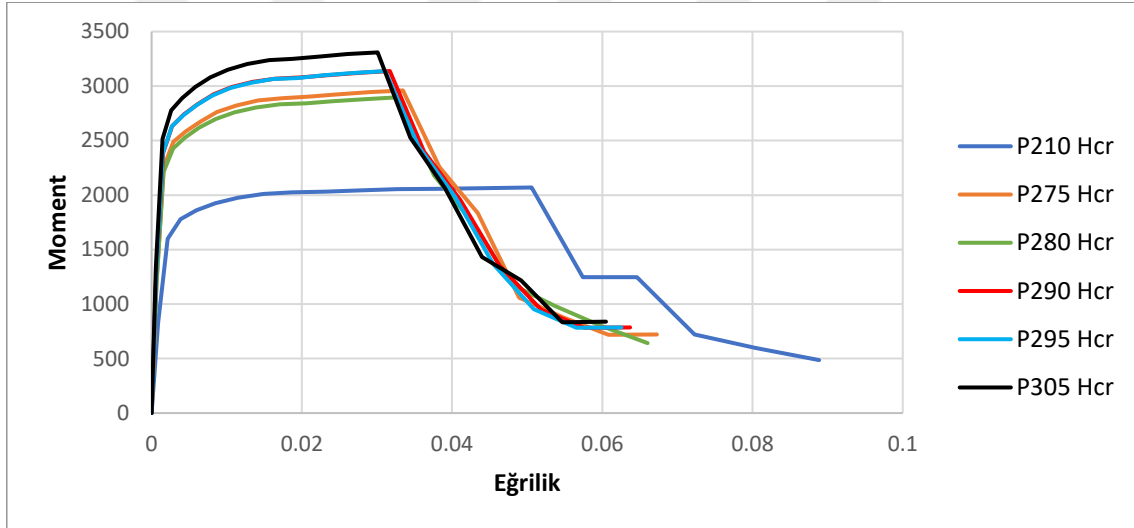
a) Kiriş 25x50 cm



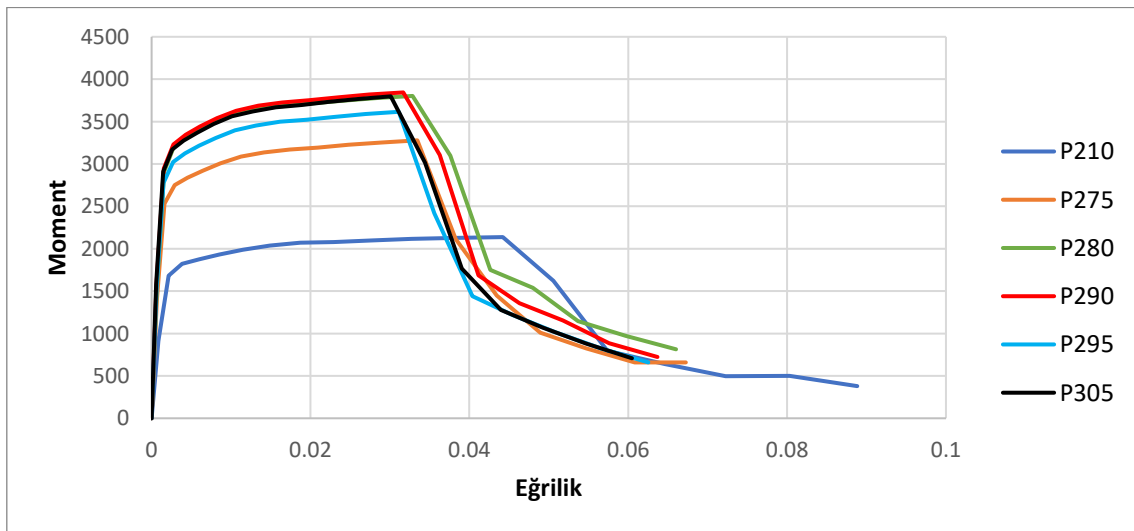
b) Kolon 40x40 cm



Şekil 3.4.1 : Taşıyıcı Sistem Eleman Kesitlerine Ait Donatı Şemaları



Şekil 3.4.2.a :  $H_{cr}$  Yüksekliğine Kadar Olan Perde Elemanlara Ait Moment – Eğrilik Diyagramları

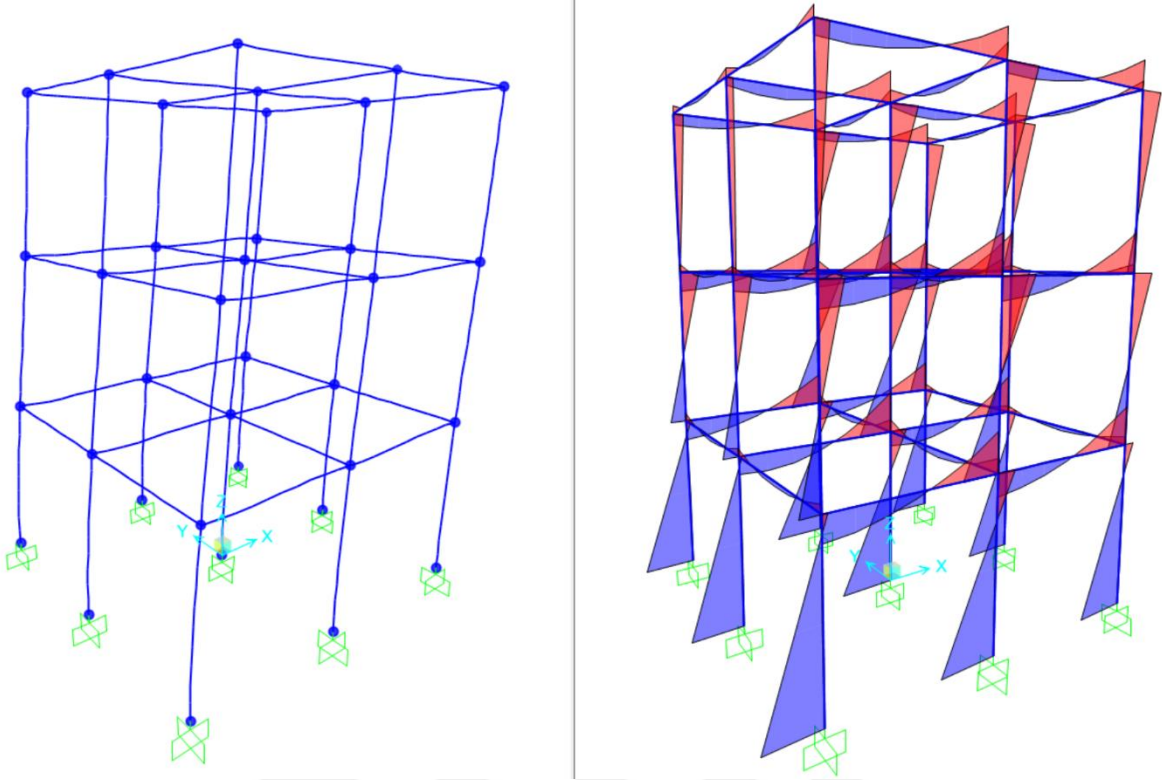


Şekil 3.4.2.b :  $H_{cr}$  Yüksekliğinin Üzerindeki Perde Elemanlara Ait Moment – Eğrilik Diyagramları



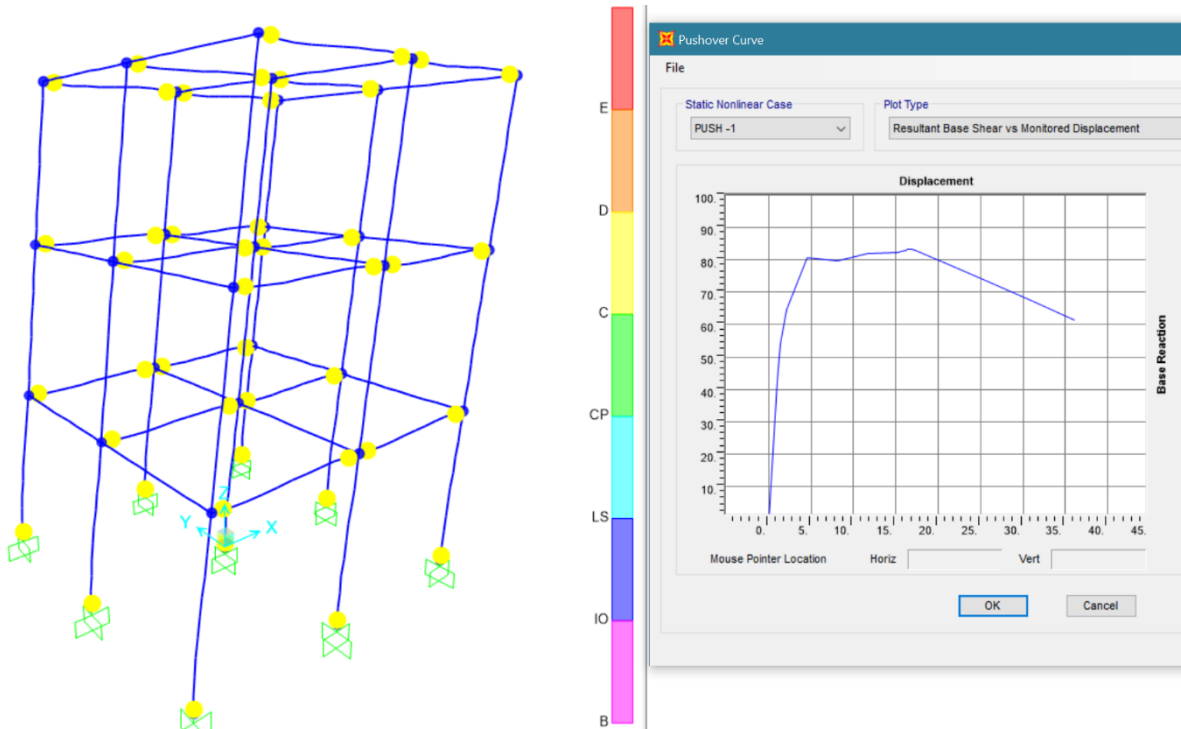
### 3.5. Analizlerde Kullanılan SAP2000 Programının Önemli Özellikleri

Benzer kullanım ara yüzüne sahip olan SAP2000 ve ETABS bilgisayar programları, yapıların taşıyıcı sistemlerinin lineer statik ve non-lineer statik analizlerinin yapılmasında dünya çapında çokça tercih edilmektedir. Tasarım aşamasında modellenen yapılara statik yüklerin yanı sıra deprem yükleri, taşıt yükleri veya rüzgar yükleri gibi dinamik yüklerin etki ettirilebildiği gibi elemanlara deplasman yüklemeleri tanımlanarak farklı etkiler altındaki davranışlar da incelenebilmektedir. Birçok ulusal ve uluslararası yönetmelik ve şartname de programların bünyesinde hizmete sunulmuştur. Bu yönetmelik ve şartnameler sayesinde yapısal elemanlar, yapıların tasarımı ve yüklemeler genel mühendislik kabullerine ve belirli güvenlik katsayıları kontrolünde uygulamaya geçirilmektedir. Yapılan bu tasarım ve analizlerin; betonarme ve çelik üst yapı sistemleri, temel tasarımları, kule, silo, özel çatı sistemleri, yer altı yapıları, köprüler, prefabrik betonarme elemanlar, kafes sistemler vb. projelerin hazırlanmasında kullanıldığı bilinmektedir. SAP2000 ve ETABS programları yapılan tasarımlar üzerinde sonlu eleman analizi yapmaktadır. Bu analizlerin sonucunda eleman kesit tesiri diyagramları, yük deplasman eğrileri, düğüm ve mesnet reaksiyonları gibi grafik ve değerler de alınabilmektedir. Analizi yapılacak elemanlar çubuk eleman, kabuk eleman ya da solid eleman olarak tanımlanabilmektedir. Tasarlanan sistemler altında birçok lineer yüklemeye altında analiz, Eigen ve Ritz kabulleri ile Modal analiz; statik itme, tepki spektrumu, zaman tanım aralığına analiz, çevrimsel yüklemeye analizleri gibi non-lineer analizler yapılabilmektedir. Aşağıda bu çalışma kapsamında kullanımı tercih edilen doğrusal analiz ve statik itme analizi SAP2000 programı üzerinde örneklenmiştir. Kat yüksekliği 3 m olmak üzere 3 kat, X ve Y doğrultularında eşit ve 2 açıklık şeklinde tasarlanan modelde 50x50 cm kolonlar ve 25x50 cm kirişler kullanılmıştır. Döşeme modellenmemiş, döşemelerden gelen ölü ve hareketli yükler hesaplanıp kirişlere çizgisel yük olarak aktarılmıştır. Çalışma kapsamında modellenen yapılar için kullanılan deprem parametrelerinin kullanılarak Eşdeğer Deprem Yüğü Yöntemi ile hesaplanan yatay yükler kat seviyelerine tanımlanan rijit diyaframların kütle merkezlerine yüklenmiştir. Zemin kat kolonları zemine ankastre mesnetlendirilmiş, kolon-kiriş düğümleri de rijit bölge olarak tanımlanmıştır. Ardından çubuk elemanların uçlarında belirlenen mafsal boylarının ortasına plastik mafsallar oluşturulmuştur. İtme analizi parametreleri de tanımlandıktan sonra model analiz edilmiştir. Örnekleme yapılan yapının SAP2000 modelinin lineer analiz sonucunda G+Q+Ex yüklemesi altında yapmış olduğu deplasmanlı şekli ve aynı yüklemeye altındaki moment diyagramları Şekil 3.5.1 'de gösterilmiştir. (Computers and Structures Incorporated Structural and Earthquake Engineering Software, 2018)



Şekil 3.5.1: Örnek SAP2000 Modelinin Deplasmanları ve Moment Diyagramları

Çalışmanın ilerleyen bölümlerinde ayrıntılı olarak anlatılacak olan statik itme analizi aynı örnek model üzerinde uygulanmıştır. Şekil 3.5.2 'de belirlenmiş deplasman ile yapılmış olan itme analizine ait son adıma ve statik itme eğrisine ait ekran görüntüleri gösterilmiştir.



Şekil 3.5.2: Örnek SAP2000 Modelinin Plastik Mafsalları Ve Analiz Sonuç Eğrisi

## 4. ANALİZ ÇALIŞMASI

Bu çalışma kapsamında toplam 162 adet analiz yapılmıştır. Bu analizlerin 126 tanesi doğrusal ötesi analiz olup yapının gerçek performansını belirlemek için yapılmış, kalan 36 adet analiz de dayanım fazlalığı katsayılarının belirlenmesi amacı ile doğrusal analiz olarak gerçekleştirilmiştir. Bu bölümde öncelikle modellere servis süresince etkiyeceği öngörülen yüklerin belirlenmesi, yine bu süreçte yapılara etkiyeceği öngörülen ve doğrusal yöntemlerle belirlenen deprem yüklerinin belirlenmesi, ardından kullanılan analiz yöntemlerinin modeller üzerinde uygulaması ve elde edilen sonuçlar ele alınmıştır.

### 4.1. Yüklerin Belirlenmesi

Burada öncelikle modellere etkiyecek olan düşey yüklerin nasıl hesaplandığı anlatılmıştır. Daha sonra Eşdeğer Deprem Yükü Yöntemi ve Mod Birleştirme Yöntemleri ile yapılara gelen yatay deprem yükleri belirlenmiştir.

#### 4.1.1. Modellere Servis Süresince Etkiyecek Düşey Yüklerin Belirlenmesi

Hazırlanmış olan 3 farklı bina yüksekliği ve her bina yüksekliği için 1 tanesi referans model olmak üzere betonarme perde eleman bulundurmayan 6 adet farklı oranda perdeli model üzerinde, doğrusal elastik ve elastik ötesi davranışların gözlenmesi için 2 adımlı analiz işlemi uygulanmıştır. Bu işlemin birinci adımında TS 498 ‘de belirtilen düşey yüklerin yanında TBDY 2018 ‘de ayrıntılı çözüm yöntemi belirtilen Eşdeğer Deprem Yükü ve Mod Birleştirme Yöntemleri ile hesaplanan deprem yükleri göz önünde bulundurularak doğrusal elastik analiz yapılmıştır. Modellere 15 cm kalınlığındaki döşemeler tanımlanmayıp döşemelerin zati ağırlıkları ile üzerine gelen sabit ve hareketli yükler döşemelerin bağlandığı kirişlere alan payından çizgisel yük olarak paylaştırılmıştır. Zemin kat kolon ve perdeleri zemine ankastre mesnetlendirilmiştir.

TBDY 2018 ‘de belirtilen tasarım ön boyutlandırmasının yapılması amacıyla yatay ve düşey yükler altında doğrusal elastik analiz yapılmıştır. Bu analizde modele yüklenen düşey yükler TS-498 ‘e uygun olarak şu şekilde hesaplanmıştır (TS498):

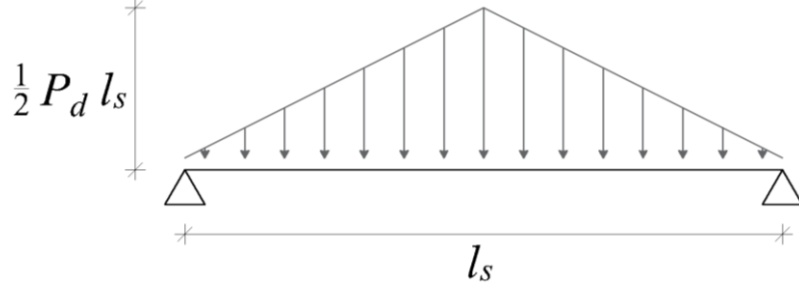
- Döşeme zati ağırlık :  $0.15 \text{ m} \times 2.5 \text{ t/m}^3 = 0.375 \text{ t/m}^2$
- Sıva + kaplama :  $0.200 \text{ t/m}^2$
- Duvar yükü :  $0.500 \text{ t/m}$
- Hareketli yük :  $0.350 \text{ t/m}^2$

$$\sum G_{\text{döşeme}} = 0.575 \text{ t/m}^2$$

$$\sum G_{\text{duvar}} = 0.500 \text{ t/m}$$

$$\sum Q_{\text{döşeme}} = 0.350 \text{ t/m}^2$$

Döşemeler Sap2000 programında modellenmediği için bu elemanlardan kirişlere alan payı ile aktarılan yükler üçgen yayılı yük şeklinde etkilmiştir. Üçgen yayılı yükleme durumuna ait tepe değeri Şekil 4.1.1 'de gösterildiği gibi hesaplanmıştır.



Şekil 4.1.1 : Üçgen Yayılı Yük Değerinin Tepe Noktası Değerinin Hesaplanması

Bu şemaya göre hesaplanan üçgen yayılı yük değerleri:

$$G = [ 4 \text{ m} \times 0.575 \text{ t/m}^2 ] / 2 = 1.15 \text{ t/m}$$

$$Q = [ (4 \text{ m} \times 0.35 \text{ t/m}^2) ] / 2 = 0.7 \text{ t/m}$$

Olarak bulunmuştur. Fakat elde edilen bu değerler dış kirişlere yüklenecek olan yük değerleridir. Çünkü dış kirişlere sadece bir döşemeden gelen yükler aktarılırken iç kirişlere iki döşemeden yük transferi olmaktadır. Bu nedenle elde edilen değerler ikiyle çarpılarak aşağıdaki yükler elde edilmiş ve iç kirişlere yüklenmiştir.

$$G = 1.15 \text{ t/m} \times 2 = 2.3 \text{ t/m}$$

$$Q = 0.7 \text{ t/m} \times 2 = 1.4 \text{ t/m}$$

Duvar yükü olarak belirlenen 0.5 t/m yük değeri ise ölü yük olarak iç ve dış kirişlere yüklenmiştir. Bu yükler dış aks kirişlerine ve iç aks kirişlerine duvar yükü hariç olmak üzere hesaplanan şekilde yüklenmiştir. Rijit diyafram kabulü ile çözüm yapılacağından her kat seviyesindeki düğüm noktalarına rijit diyaframlar tanımlanmıştır.

## 4.2. Doğrusal Analizler

### 4.2.1. Eşdeğer Deprem Yüğü Yöntemi ile Doğrusal Analiz

Göz önüne alınan deprem düzeyi DD-2 ve zemin sınıfı ZC olarak seçilmiştir. Bina kullanım sınıfı tüm modeller için BKS – 3 olup bina önem katsayısı (konut)  $I = 1$  olarak alınmıştır.  $S_{DS} = 1.327$  ve BKS – 3 olan binalar için TBDY 2018 'de belirtilen deprem tasarım sınıfı  $DTS = 1$  şeklinde belirlenmiştir. TBDY 2018 'e göre  $DTS = 1$  ve toplam bina yüksekliği 24 m değerleri göz önünde bulundurularak belirlenen bina yükseklik sınıfı 4 ve 7 katlı modeller

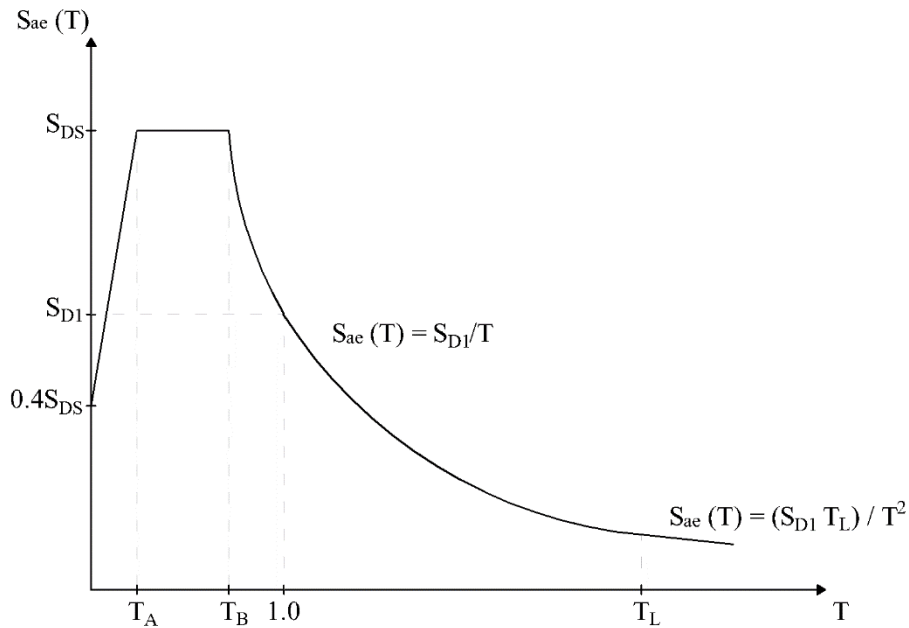
için  $BYS = 5$  olarak elde edilirken 10 katlı modeller için bu değer  $BYS = 4$  olarak bulunmuştur. Bu yapısal verilere sahip 4 ve 7 katlı binalara gelen deprem yükü TBDY 2018 'e göre Eşdeğer Deprem Yükü Yöntemi ile hesaplanabilmekte iken 10 katlı modeller için bu yöntem geçersiz kalmaktadır. Bunun sebebi 10 katlı modellere ait hakim titreşim periyot değerleri 4 ve 7 katlı modellere kıyasla daha büyük olacağından elde edilen taban kesme kuvvetleri güvenilir sonuçlar vermeyecektir ve bu nedenle bu modellerin de doğrusal yöntemle taban kesme kuvvetlerinin belirlenebilmesi için Mod Birleştirme Yöntemine baş vurulmuştur. Hesaplarda kullanılan taşıyıcı sistem davranış katsayıları (  $R$  ) ve dayanım fazlalığı katsayıları çerçevesel modeller için  $R = 8$   $D = 3$ , perdeli-çerçevesel taşıyıcı sisteme sahip modeller için  $R = 7$   $D = 2.5$  ve taşıyıcı sistemi perdelerden oluşan modeller için  $R = 6$   $D = 2.5$  olarak kullanılmıştır. Bu hesap esasları aşağıda verilmiştir.(TBDY, 2018)

- Bina ile ilgili deprem parametreleri elde edildikten sonra deprem yükü hesabına geçilmiştir ve ilk adımda bina ağırlıkları elde edilmiştir.

$$m_t = \sum_{i=1}^N m_i$$

Burada  $m_i$ ,  $i$ ' nci kat döşemesinin toplam kütlesidir.

- Sonraki adımda  $T_A$  ve  $T_B$  periyotları (Şekil 4.2.1) ile binanın doğal titreşim periyodu ( $T_P^{(X)}$ ) bulunmuştur.



Şekil 4.2.1 : Yatay Elastik Tasarım Spektrumu

Yönetmeliğe göre binanın doğal titreşim periyodu;  $DTS = 1, 1a, 2, 2a$  ve  $BYS < 6$  olan binalarda aşağıdaki formül ile hesaplanabilmektedir. (TBDY, 2018)

$$T_p^{(X)} = 2\pi \left[ \frac{\sum_{i=1}^N m_i d_{fi}^{(X)2}}{\sum_{i=1}^N F_{fi}^{(X)} d_{fi}^{(X)}} \right]^{1/2}$$

Bu işlemin yapılabilmesi için ise denklemde geçen  $F_{fi}$  ve  $d_{fi}$  değerleri bulunmalıdır. Bunun için ise ilk adımda  $F_{fi}$  (i'inci kata etkiyen fiktif yükü), aşağıdaki formülde parantez içinde belirtilen ( $V_{tE}^{(X)} - \Delta F_{NE}^{(X)}$ ) değerine örneğin 100 gibi bir değer kabulü ile işlem yapılarak hesaplanmıştır. (TBDY, 2018)

$$F_{iE}^{(X)} = \left( V_{tE}^{(X)} - \Delta F_{NE}^{(X)} \right) \frac{m_i h_i}{\sum_{j=1}^N m_j h_j}$$

- Daha sonra hesaplanan bu  $F_{iE}$  değerleri Sap2000 üzerinde tasarlanmış modellerin kat diyaframlarına yüklenerek yapılan analiz sonucu bu yükleme altındaki katların yapmış oldukları deplasman  $d_{fi}$  değerleri alınmıştır.
- Bu değerler alındıktan sonra  $T_p$  değeri hesaplanmış ve yapının yatay elastik spektrumu da bulunmuştur.
- Taban kesme kuvvetine eşit olan toplam Eşdeğer Deprem Yükünü bulmak için TBDY 2018 'de belirtilen şu formülden faydalanılmıştır (TBDY, 2018):

$$V_{tE}^{(X)} = m_t S_{aR} T_p^{(X)} \geq 0.04 m_t I S_{DS} g$$

- Bulunan bu taban kesme kuvvetlerinin katlara paylaşılması için yönetmelikte aşağıda verilen  $\Delta F_{NE}$  değeri hesaplanmıştır. (TBDY, 2018)

$$\Delta F_{NE}^{(X)} = 0.0075 N V_{tE}^{(X)}$$

Çalışma kapsamında tasarlanmış olan 3 farklı yükseklikteki binalara TBDY 2018 ve TDY 2007 yönetmeliklerine göre doğrusal analizler sonucunda etkiyeceği öngörülen taban kesme kuvvetlerinin belirlenmesi adına her yönetmelik için ikişer tür analiz yöntemine başvurulmuştur. Fakat 4 ve 7 katlı binaların yükseklikleri (sırasıyla 12 ve 21 m) Eşdeğer Deprem Yükü Yöntemi için uygun olmasına rağmen 10 katlı olan modellerin bina yükseklikleri (30 m) bu yöntemin uygulanması için uygun değildir. Bu nedenle yapılan bu yöntemin yanında

tüm bina yükseklikleri için yönetmeliklerce uygun olan Mod Birleştirme Yöntemi de kullanılmıştır. Eşdeğer deprem yükü Yöntemi 10 katlı modeller için uygun olmasa bile iki yönetmelik için seçilen ikişer yöntemin 18 model için de karşılaştırılabilmesi adına hazırlanan Excel tabloları üzerinde her model için kat diyaframlarına etkiyen yükler ve toplam taban kesme kuvveti değerleri hesaplanmıştır. Çizelge 4.2.1 ‘de TBDY 2018 ‘e göre, Çizelge 4.2.2 ‘de TDY 2007 ‘ye göre yapılmış Eşdeğer Deprem Yükü Yöntemi ile 4 katlı modeller için elde edilen kat kesme ve toplam taban kesme tablosu verilmiştir.

**Çizelge 4.2.1 :** TBDY 2018 ‘deki Eşdeğer Deprem Yükü Yöntemi Koşullarına Göre Hesaplanmış Taban Kesme Kuvveti Değerleri

<b>Katlara Etkiyecek Olan Eşdeğer Kesme Kuvveti Değerleri (ton)</b>						
<b>Kat No</b>	<b>Model 4.1</b>	<b>Model 4.2</b>	<b>Model 4.3</b>	<b>Model 4.4</b>	<b>Model 4.5</b>	<b>Model 4.6</b>
<b>1</b>	42.0285	51.1745	63.0487	70.9057	74.0943	90.5738
<b>2</b>	84.057	102.349	126.0974	141.8114	148.1886	181.1476
<b>3</b>	126.0855	153.5235	189.1461	212.7171	222.2829	271.7214
<b>4</b>	168.114	204.698	252.1948	283.6228	296.3772	362.2952
$\sum V_{IE}$	420.285	511.745	630.487	709.057	740.943	905.738

**Çizelge 4.2.2 :** TDY 2007 ‘deki Eşdeğer Deprem Yükü Yöntemi Koşullarına Göre Hesaplanmış Taban Kesme Kuvveti Değerleri

<b>Katlara Etkiyecek Olan Eşdeğer Kesme Kuvveti Değerleri (ton)</b>						
<b>Kat No</b>	<b>Model 4.1</b>	<b>Model 4.2</b>	<b>Model 4.3</b>	<b>Model 4.4</b>	<b>Model 4.5</b>	<b>Model 4.6</b>
<b>1</b>	49.7182	67.8089	72.8965	73.4148	73.7509	86.4575
<b>2</b>	99.4364	135.6178	145.793	146.8296	147.5018	172.915
<b>3</b>	149.1546	203.4267	218.6895	220.2444	221.2527	259.3725
<b>4</b>	198.8728	271.2356	291.586	293.6592	295.0036	345.83
$\sum V_{IE}$	497.182	678.089	728.965	734.148	737.509	864.575

Çizelge 4.2.3 ‘de TBDY 2018 ‘e göre, Çizelge 4.2.4 ‘de TDY 2007 ‘ye göre yapılmış Eşdeğer Deprem Yükü Yöntemi ile 7 katlı modeller için elde edilen kat kesme ve toplam taban kesme tablosu verilmiştir.

**Çizelge 4.2.3 :** TBDY 2018 ‘deki Eşdeğer Deprem Yükü Yöntemi Koşullarına Göre Hesaplanmış Taban Kesme Kuvveti Değerleri

<b>Katlara Etkiyecek Olan Eşdeğer Kesme Kuvveti Değerleri (ton)</b>						
<b>Kat No</b>	<b>Model 7.1</b>	<b>Model 7.2</b>	<b>Model 7.3</b>	<b>Model 7.4</b>	<b>Model 7.5</b>	<b>Model 7.6</b>
<b>1</b>	17.33721	20.09921	24.56607	27.8645	28.96675	36.46636
<b>2</b>	34.67443	40.19843	49.13214	55.729	57.9335	72.93271
<b>3</b>	52.01164	60.29764	73.69821	83.5935	86.90025	109.3991
<b>4</b>	69.34886	80.39686	98.26429	111.458	115.867	145.8654
<b>5</b>	86.68607	100.4961	122.8304	139.3225	144.8338	182.3318
<b>6</b>	104.0233	120.5953	147.3964	167.187	173.8005	218.7981
<b>7</b>	121.3605	140.6945	171.9625	195.0515	202.7673	255.2645
$\sum V_{IE}$	485.442	562.778	687.85	780.206	811.069	1021.058

**Çizelge 4.2.4 :** TDY 2007 'deki Eşdeğer Deprem Yüğü Yöntemi Koşullarına Göre Hesaplanmış Taban Kesme Kuvveti Değerleri

Kat No	Katlara Etkiyecek Olan Eşdeğer Kesme Kuvveti Değerleri (ton)					
	Model 7.1	Model 7.2	Model 7.3	Model 7.4	Model 7.5	Model 7.6
1	20.14329	28.25393	34.74464	38.26457	41.05482	49.71918
2	40.28657	56.50786	69.48929	76.52914	82.10964	99.43836
3	60.42986	84.76179	104.2339	114.7937	123.1645	149.1575
4	80.57314	113.0157	138.9786	153.0583	164.2193	198.8767
5	100.7164	141.2696	173.7232	191.3229	205.2741	248.5959
6	120.8597	169.5236	208.4679	229.5874	246.3289	298.3151
7	141.003	197.7775	243.2125	267.852	287.3838	348.0343
$\sum V_{IE}$	564.012	791.11	972.85	1071.408	1149.535	1392.137

Çizelge 4.2.5 'de TBDY 2018 'e göre, Çizelge 4.2.6 'da TDY 2007 'ye göre yapılmış Eşdeğer Deprem Yüğü Yöntemi ile 10 katlı modeller için elde edilen kat kesme ve toplam taban kesme tablosu verilmiştir.

**Çizelge 4.2.5 :** TBDY 2018 'deki Eşdeğer Deprem Yüğü Yöntemi Koşullarına Göre Hesaplanmış Taban Kesme Kuvveti Değerleri

Kat No	Katlara Etkiyecek Olan Eşdeğer Kesme Kuvveti Değerleri (ton)					
	Model 10.1	Model 10.2	Model 10.3	Model 10.4	Model 10.5	Model 10.6
1	12.18078	12.43667	12.80525	14.85984	15.9176	20.0522
2	24.36156	24.87335	25.61051	29.71967	31.8352	40.1044
3	36.54235	37.31002	38.41576	44.57951	47.7528	60.1566
4	48.72313	49.74669	51.22102	59.43935	63.6704	80.2088
5	60.90391	62.18336	64.02627	74.29918	79.588	100.261
6	73.08469	74.62004	76.83153	89.15902	95.5056	120.3132
7	85.26547	87.05671	89.63678	104.0189	111.4232	140.3654
8	97.44625	99.49338	102.442	118.8787	127.3408	160.4176
9	109.627	111.9301	115.2473	133.7385	143.2584	180.4698
10	121.8078	124.3667	128.0525	148.5984	159.176	200.522
$\sum V_{IE}$	669.943	684.017	704.289	817.291	875.468	1102.871

**Çizelge 4.2.6 :** TDY 2007 'deki Eşdeğer Deprem Yüğü Yöntemi Koşullarına Göre Hesaplanmış Taban Kesme Kuvveti Değerleri

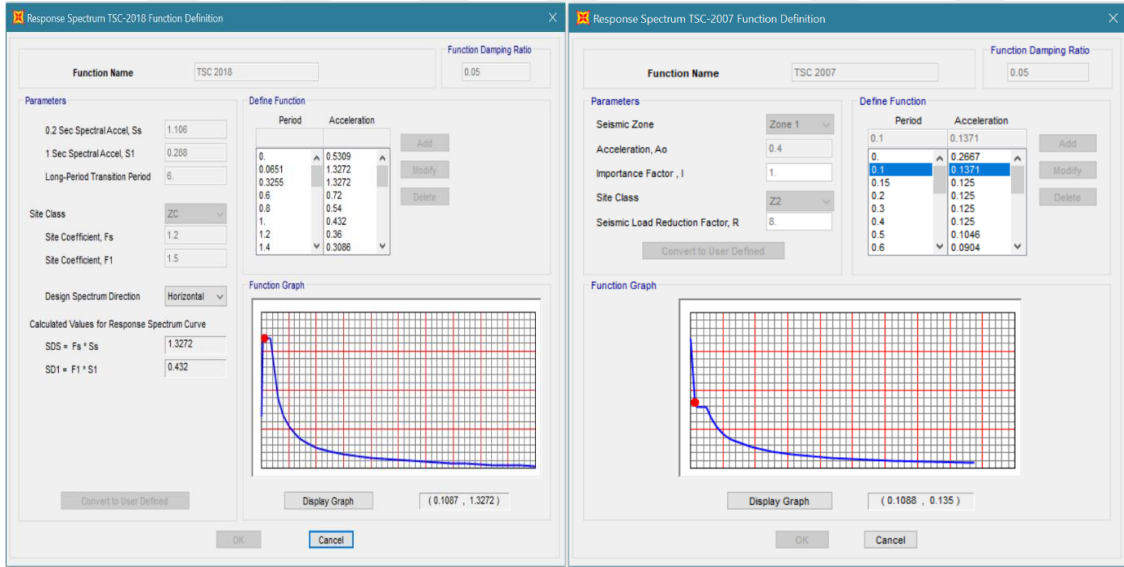
Kat No	Katlara Etkiyecek Olan Eşdeğer Kesme Kuvveti Değerleri (ton)					
	Model 10.1	Model 10.2	Model 10.3	Model 10.4	Model 10.5	Model 10.6
1	11.0348	15.77604	19.35325	22.02687	23.32218	28.9448
2	22.0696	31.55207	38.70651	44.05375	46.64436	57.8896
3	33.1044	47.32811	58.05976	66.08062	69.96655	86.8344
4	44.1392	63.10415	77.41302	88.10749	93.28873	115.7792
5	55.174	78.88018	96.76627	110.1344	116.6109	144.724
6	66.2088	94.65622	116.1195	132.1612	139.9331	173.6688
7	77.2436	110.4323	135.4728	154.1881	163.2553	202.6136
8	88.2784	126.2083	154.826	176.215	186.5775	231.5584
9	99.3132	141.9843	174.1793	198.2419	209.8996	260.5032
10	110.348	157.7604	193.5325	220.2687	233.2218	289.448
$\sum V_{IE}$	606.914	867.682	1064.429	1211.478	1282.72	1591.964



Bulunan bu deprem yükleri her model için ayrı ayrı modellere tanımlanan kat diyaframlarına tanımlanmıştır. Hesaplanan bu deprem yükleri; doğrusal analiz sonucu oluşan kesit tesirlerinin incelenmesinde, eleman en kesitlerinin yeterlilik kontrolleri, donatı hesabı ve Mod Birleştirme Yöntemi analizlerinin sonuçlarının karşılaştırmalı değerlendirilmesinde kullanılmıştır.

#### 4.2.2. Mod Birleştirme Yöntemi ile Doğrusal Analiz Sonuçları

Çalışma kapsamında tasarlanmış olan 3 farklı bina yükseklikteki binalara TBDY 2018 ve TDY 2007 yönetmeliklerine göre doğrusal analizler sonucunda etkiyeceği öngörülen taban kesme kuvvetlerinin belirlenmesi adına her yönetmelik için ikişer tür analiz yöntemine başvurulmuştur. Fakat 4 ve 7 katlı binaların yükseklikleri (sırasıyla 12 ve 21 m) Eşdeğer Deprem Yükü Yöntemi için uygun olmasına rağmen 10 katlı olan modellerin bina yükseklikleri (30m) bu yöntemin uygulanması için uygun değildir. Yapılan Eşdeğer Deprem Yükü Yöntemi ile doğrusal analizler sonucu elde edilen taban kesme kuvvetleri dayanım fazlalığı katsayıları hesabı yapılırken dikkate alınmamış, Mod Birleştirme Yöntemi ile elde edilen sonuçlar kullanılmıştır. Mod birleştirme yöntemi ile gerçekleştirilen analizler kullanılan SAP2000 programı üzerinde Şekil 4.2.1 'deki gibi tanımlanmıştır. Tanımlama sırasında kullanılan değerler Excel tablosunda  $T_A$  ve  $T_B$  periyotları dikkate alınarak oluşturulmuştur.



(a)

(b)

Şekil 4.2.1 : a) TBDY 2018 'e Göre Mod Birleştirme Analizi Tanımlaması, b) TDY 2007 'ye Göre Mod Birleştirme Analizi Tanımlaması

Çizelge 4.2.7 'de TBDY 2018 'e göre, Çizelge 4.2.8 'de TDY 2007 'ye göre yapılmış Mod Birleştirme Yöntemi ile Doğrusal Analiz sonucunda 4 katlı modeller için elde edilen kat kesme ve toplam taban kesme kuvvetleri tablosu verilmiştir.

**Çizelge 4.2.7 :** TBDY 2018 ‘deki Mod Birleştirme Yöntemi Koşullarına Göre Hesaplanmış Taban Kesme Kuvveti Değerleri

Kat No	Katlara Etkiyecek Olan Response Kesme Kuvveti Değerleri (ton)					
	Model 4.1	Model 4.2	Model 4.3	Model 4.4	Model 4.5	Model 4.6
1	33.2143	43.7108	56.0216	62.302	64.282	77.6503
2	66.4286	87.4216	112.0432	124.604	128.564	155.3006
3	99.6429	131.1324	168.0648	186.906	192.846	232.9509
4	132.8572	174.8432	224.0864	249.208	257.128	310.6012
$\sum V_{IE}$	332.143	437.108	560.216	623.02	642.82	776.503

**Çizelge 4.2.8 :** TDY 2007 ‘deki Mod Birleştirme Yöntemi Koşullarına Göre Hesaplanmış Taban Kesme Kuvveti Değerleri

Kat No	Katlara Etkiyecek Olan Response Kesme Kuvveti Değerleri (ton)					
	Model 4.1	Model 4.2	Model 4.3	Model 4.4	Model 4.5	Model 4.6
1	43.633	49.53544	58.38927	58.5641	58.7539	68.5264
2	87.266	99.07088	116.7785	117.1282	117.5078	137.0528
3	130.899	148.6063	175.1678	175.6923	176.2617	205.5792
4	174.532	198.1418	233.5571	234.2564	235.0156	274.1056
$\sum V_{IE}$	436.33	495.3544	583.8927	585.641	587.539	685.264

Çizelge 4.2.9 ‘da TBDY 2018 ‘e göre, Çizelge 4.2.10 ‘da TDY 2007 ‘ye göre yapılmış Mod Birleştirme Yöntemi ile Doğrusal Analiz sonucunda 7 katlı modeller için elde edilen kat kesme ve toplam taban kesme kuvvetleri tablosu verilmiştir.

**Çizelge 4.2.9 :** TBDY 2018 ‘deki Mod Birleştirme Yöntemi Koşullarına Göre Hesaplanmış Taban Kesme Kuvveti Değerleri

Kat No	Katlara Etkiyecek Olan Response Kesme Kuvveti Değerleri (ton)					
	Model 7.1	Model 7.2	Model 7.3	Model 7.4	Model 7.5	Model 7.6
1	11.77307	16.90375	20.81071	23.36646	23.82204	29.64068
2	23.54614	33.8075	41.62143	46.73293	47.64407	59.28136
3	35.31921	50.71125	62.43214	70.09939	71.46611	88.92204
4	47.09229	67.615	83.24286	93.46586	95.28814	118.5627
5	58.86536	84.51875	104.0536	116.8323	119.1102	148.2034
6	70.63843	101.4225	124.8643	140.1988	142.9322	177.8441
7	82.4115	118.3263	145.675	163.5653	166.7543	207.4848
$\sum V_{IE}$	329.646	473.305	582.7	654.261	667.017	829.939

**Çizelge 4.2.10 :** TDY 2007 ‘deki Mod Birleştirme Yöntemi Koşullarına Göre Hesaplanmış Taban Kesme Kuvveti Değerleri

Kat No	Katlara Etkiyecek Olan Response Kesme Kuvveti Değerleri (ton)					
	Model 7.1	Model 7.2	Model 7.3	Model 7.4	Model 7.5	Model 7.6
1	17.41686	23.03764	27.14732	29.374	31.58621	38.2451
2	34.83371	46.07529	54.29464	58.748	63.17243	76.49019
3	52.25057	69.11293	81.44196	88.122	94.75864	114.7353
4	69.66743	92.15057	108.5893	117.496	126.3449	152.9804
5	87.08429	115.1882	135.7366	146.87	157.9311	191.2255
6	104.5011	138.2259	162.8839	176.244	189.5173	229.4706
7	121.918	161.2635	190.0313	205.618	221.1035	267.7157
$\sum V_{IE}$	487.672	645.054	760.125	822.472	884.414	1070.863

Çizelge 4.2.11 ‘de TBDY 2018 ‘e göre, Çizelge 4.2.12 ‘de TDY 2007 ‘ye göre yapılmış Mod Birleştirme Yöntemi ile Doğrusal Analiz sonucunda 10 katlı modeller için elde edilen kat kesme ve toplam taban kesme kuvvetleri tablosu verilmiştir.

**Çizelge 4.2.11 : TBDY 2018 ‘deki Mod Birleştirme Yöntemi Koşullarına Göre Hesaplanmış Taban Kesme Kuvveti Değerleri**

Kat No	Katlara Etkiyecek Olan Response Kesme Kuvveti Değerleri (ton)					
	Model 10.1	Model 10.2	Model 10.3	Model 10.4	Model 10.5	Model 10.6
1	6.082455	8.9774	11.45367	12.8744	13.67071	17.04256
2	12.16491	17.9548	22.90735	25.7488	27.34142	34.08513
3	18.24736	26.9322	34.36102	38.6232	41.01213	51.12769
4	24.32982	35.9096	45.81469	51.4976	54.68284	68.17025
5	30.41227	44.887	57.26836	64.372	68.35355	85.21282
6	36.49473	53.8644	68.72204	77.2464	82.02425	102.2554
7	42.57718	62.8418	80.17571	90.1208	95.69496	119.2979
8	48.65964	71.8192	91.62938	102.9952	109.3657	136.3405
9	54.74209	80.7966	103.0831	115.8696	123.0364	153.3831
10	60.82455	89.774	114.5367	128.744	136.7071	170.4256
$\sum V_{IE}$	334.535	493.757	629.952	708.092	751.889	937.341

**Çizelge 4.2.12 : TDY 2007 ‘deki Mod Birleştirme Yöntemi Koşullarına Göre Hesaplanmış Taban Kesme Kuvveti Değerleri**

Kat No	Katlara Etkiyecek Olan Response Kesme Kuvveti Değerleri (ton)					
	Model 10.1	Model 10.2	Model 10.3	Model 10.4	Model 10.5	Model 10.6
1	9.815291	12.97651	15.31149	17.07305	17.99929	22.18973
2	19.63058	25.95302	30.62298	34.14611	35.99858	44.37945
3	29.44587	38.92953	45.93447	51.21916	53.99787	66.56918
4	39.26116	51.90604	61.24596	68.29222	71.99716	88.75891
5	49.07645	64.88255	76.55745	85.36527	89.99645	110.9486
6	58.89175	77.85905	91.86895	102.4383	107.9957	133.1384
7	68.70704	90.83556	107.1804	119.5114	125.995	155.3281
8	78.52233	103.8121	122.4919	136.5844	143.9943	177.5178
9	88.33762	116.7886	137.8034	153.6575	161.9936	199.7075
10	98.15291	129.7651	153.1149	170.7305	179.9929	221.8973
$\sum V_{IE}$	539.841	713.708	842.132	939.018	989.961	1220.435

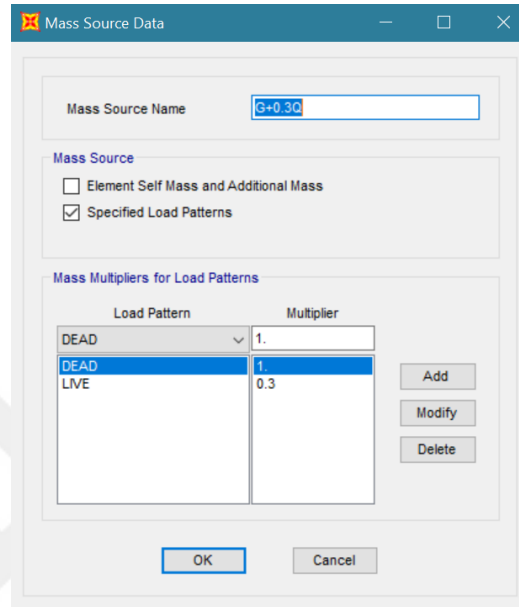
Bu noktaya kadar Bölüm 4.2 başlığı altında yapılan çalışmalar; bu tezin genel amacı doğrultusunun yanında 1 Ocak 2019 tarihinden itibaren yürürlüğe girmiş olan TBDY 2018 ve eski yapı yönetmeliği olan TDY 2007 arasında, bu yönetmeliklerce belirtilmiş olan doğrusal analiz yöntemlerinin tez modelleri üzerinde uygulanması ve kıyaslanması yapılmıştır. Yapılan bu karşılaştırmalı çalışmanın basit ve daha verimli olabilmesi adına Çizelge 4.2.13 ‘de 18 modele ait TBDY 2018 ve TDY 2007 ‘de belirtilmiş Eşdeğer Deprem Yüğü Yöntemi ve Mod Birleştirme Yöntemi ile belirlenmiş taban kesme kuvvetlerinin yanında her iki yönetmeliğe göre yapılan Modal Analiz sonucu elde edilen periyot değerleri verilmiştir. Analizler sırasında TBDY 2018 için eleman etkin kesit rijitlik katsayıları Çizelge 3.1.10 ‘dan alınmıştır.

Çizelge 4.2.13 : TBDY 2018 ve TDY 2007 'deki Doğrusal Analiz Sonuçlarının Karşılaştırılması

MODEL ADI	PERDE ORANI	EDY 2018	EDY 2007	MBY 2018	MBY 2007	MODAL 2018	MODAL 2007
4 KAT 1	0	420.285	497.182	332.143	436.33	0.735 X	0.535 Y
						0.735 Y	0.535 X
						0.680 B	0.496 B
4 KAT 2	0.512	511.745	678.089	437.108	495.3544	0.734 Y	0.535 Y
						0.609 X	0.432 X
						0.550 B	0.390 B
4 KAT 3	1.007	630.487	728.965	560.216	583.8927	0.731 Y	0.534 Y
						0.499 X	0.353 X
						0.488 B	0.347 B
4 KAT 4	1.416	709.057	734.148	623.020	585.641	0.729 Y	0.533 Y
						0.468 B	0.332 B
						0.447 X	0.316 X
4 KAT 5	1.709	740.923	737.509	642.820	587.539	0.729 Y	0.533 Y
						0.434 B	0.307 B
						0.429 X	0.303 X
4 KAT 6	2.014	905.738	864.575	776.503	685.264	0.727 Y	0.532 Y
						0.437 B	0.309 B
						0.412 X	0.290 X
7 KAT 1	0	485.442	564.012	329.646	487.672	1.287 Y	0.924 Y
						1.287 X	0.924 X
						1.189 B	0.856 B
7 KAT 2	0.512	562.778	791.11	473.305	645.054	1.287 Y	0.926 Y
						1.035 X	0.728 X
						0.996 B	0.703 B
7 KAT 3	1.011	687.850	972.85	582.700	760.125	1.287 Y	0.924 Y
						0.816 X	0.574 X
						0.766 B	0.536 B
7 KAT 4	1.416	780.206	1071.408	654.261	822.472	1.282 Y	0.921 Y
						0.785 B	0.556 B
						0.730 X	0.519 X
7 KAT 5	1.702	811.069	1149.535	667.017	884.414	1.363 Y	0.921 Y
						0.722 B	0.488 B
						0.707 X	0.479 X
7 KAT 6	2.023	1021.058	1392.137	829.939	1070.8627	1.281 Y	0.921 Y
						0.722 B	0.505 B
						0.661 X	0.462 X
10 KAT 1	0	669.943	606.914	334.535	539.841	1.844 Y	1.320 X
						1.844 X	1.320 Y
						1.701 B	1.218 B
10 KAT 2	0.512	684.017	867.682	493.757	713.708	1.854 Y	1.322 Y
						1.450 X	1.0241 B
						1.449 B	1.024 X
10 KAT 3	1.007	704.289	1064.429	629.952	842.132	1.841 Y	1.316 Y
						1.280 B	0.906 B
						1.156 X	0.817 X
10 KAT 4	1.416	817.291	1211.478	708.092	939.018	1.843 Y	1.315 Y
						1.095 B	0.765 B
						1.014 X	0.711 X
10 KAT 5	1.699	875.468	1282.720	751.899	989.961	1.841 Y	1.313 Y
						1.061 B	0.742 B
						0.959 X	0.672 X
10 KAT 6	2.016	1102.871	1591.964	937.341	1220.435	1.839 Y	1.311 Y
						1.022 B	0.716 B
						0.900 X	0.633 X

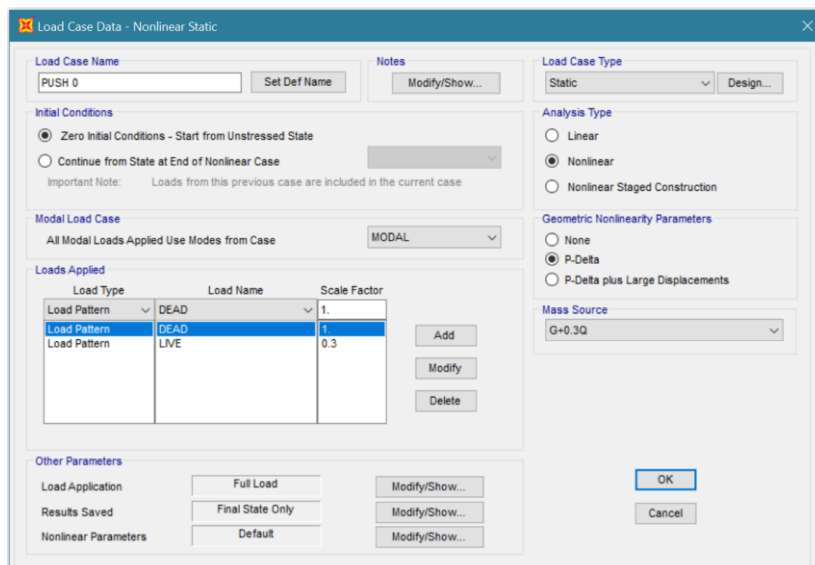
### 4.3. Statik İtme Analizi

Sap2000 programı üzerinden yapılan doğrusal elastik analiz ile elde edilen veriler incelendikten ve eleman donatıları tanımlandıktan sonra model kütleleri hareketli yük katılım katsayısı göz önünde bulundurularak bina kütleleri Şekil 4.3.1 'deki gibi tanımlanmıştır.



Şekil 4.3.1 : Bina Kütlelerinin Tanımlanması

Ardından önce statik itme analizinin başlangıç adımını nonlinear P-delta analizi şeklinde tam yükleme ve çoklu adım olarak Şekil 4.3.2 'deki gibi tanımlanmış, sonra da statik itme yükleme durumu Şekil 4.3.3 'de görüldüğü gibi bina yüksekliğinin % 4 'ü kadar deplasman tanımlanarak ile Eşdeğer Deprem Yüğü Yöntemi ile hesaplanmış bulunan yükleme durumu üzerinde çoklu adım yüklemesi halinde tanımlanmıştır.



**Şekil 4.3.2 :** Statik İtme Analizi Başlangıç Adımı Yüklemesinin Tanımlanması

The screenshot shows the 'Load Case Data - Nonlinear Static' dialog box. The 'Load Case Name' is 'PUSH 1'. The 'Load Case Type' is 'Static'. The 'Analysis Type' is 'Nonlinear'. The 'Modal Load Case' is 'MODAL'. The 'Loads Applied' table has the following data:

Load Type	Load Name	Scale Factor
Load Pattern	EX	1
Load Pattern	EX	1

The 'Other Parameters' section includes 'Load Application' (Displ Control), 'Results Saved' (Final State Only), and 'Nonlinear Parameters' (Default).

**Şekil 4.3.3 :** Statik İtme Analizi İtme Adımlarının Tasnımlanması

TBDY 2018 ‘de kolon, kiriş ve perdelerin modellenme durumuna özel olarak belirlenen eleman en kesit rijitlikleri, Bölüm 3.3 ‘de belirtilen yönetmelik şartlarına göre belirlenmiş ve taşıyıcı sistem elemanları üzerine tanımlanmıştır. Ayrıca Çizelge 3.1.13 ‘de belirtilen ortalama ve beklenen malzeme dayanım değerleri bu analiz gerekliliklerinden olduğu için bu çarpanlar da malzeme dayanımlarına uygulanmıştır.

Statik itme analizinin gerekliliklerinden biri olan ‘plastik mafsal’ terimine kısaca eleman üzerinde oluşabilecek ‘hasar’ denebilir. Yapı terimleri arasında sıklıkla kullanılan ‘mafsal’ terimi üzerinde momentin sıfır olduğu dönebilen noktalar için kullanılmaktadır. Fakat plastik mafsallar üzerinde moment değeri sıfır değildir. Plastik mafsallar kendi kapasitelerine kadar moment alırlar ve bu moment altında dönme gösterirler. Yani plastik mafsal sabit moment altında dönebilen eleman demektir. (Yılmaz, 2008)

Yapı eleman ya da modeline ait maksimum şekil değiştirmelerin, akma anındaki şekil değiştirmeler ile oranı olarak bilinen süneklik katsayısının büyük olduğu ve doğrusal ötesi şekil değiştirmelerin dar bir bölgede kısıtlandığı eleman ya da sistemlerde, doğrusal ötesi eğilme deformasyonlarının plastik mafsal olarak bilinen belirli bölgelerde toplandığı, bu bölgeler dışındaki sistem ya da eleman kesitlerinin doğrusal-elastik olarak davranış gösterdiği varsayılabilir. Bu kabule de plastik mafsal kabulü denir. (Karaçöp, 2010)

Taşıyıcı sistem elemanları üzerinde deprem etkisi altında plastik mafsallar oluşur. Bu mafsallaşmanın ardından eleman dönme ve yer değiştirme yaparak deprem enerjisini tüketir.

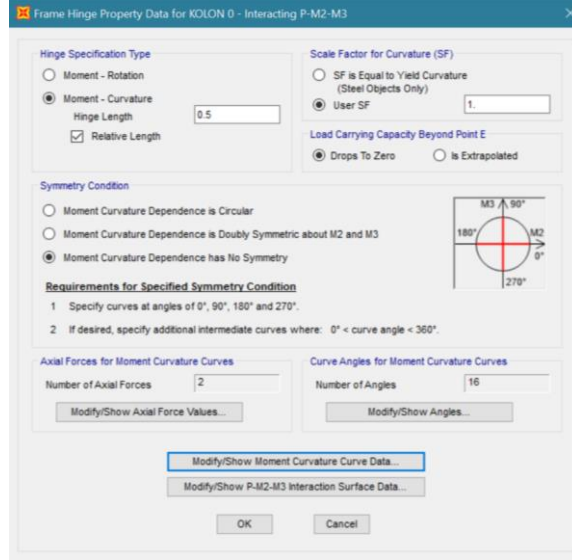
İşte bu nedenle plastik mafsalları kabulü doğrusal ötesi davranışın gözlemlenmesi hususunda büyük önem taşır.

Gerçeğe en yakın davranışın analitik olarak öngörülüp hesaplanması için plastik mafsalları özellikleri; plastik mafsalları konumu, plastik mafsalları boyu, plastik mafsalları türü, plastik mafsalları göçme kapasitesi gibi parametreler titizlikle ele alınmalıdır. Bu çalışmanın da zahmetli sayılabilecek kısımlarından biri de mafsalları özelliklerinin belirlenmesi ve tanımlanmasıdır.

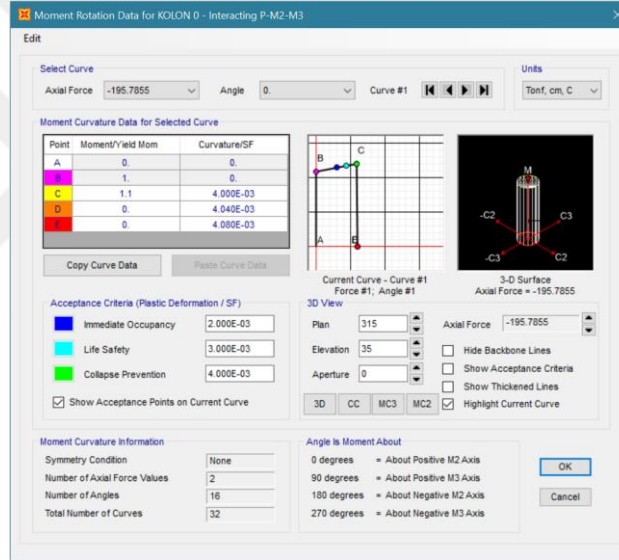
TBDY 2018 'de plastik davranışın gözlemlenebilmesi için elemanlara tanımlanması gereken plastik mafsalları özel durumların göz önünde bulundurulması şartları ile elemanların uç noktalarına mafsalları boyu  $L_p = 0.5 h$  ile kabul edilen değerin ortasına da tanımlanabileceği belirtilmiştir. Bu çalışma kapsamında; kolon elemanları üzerinde tanımlanan plastik mafsalları eleman net açıklıklarının alt ve üst uçlarına ( P – M22 – M33 ), kiriş elemanları üzerinde eleman net açıklıklarının sağ ve sol uçlarına ( M33 ), perde elemanları üzerine ise elemanların alt uçlarına ( P – M22 – M33 ) plastik mafsalları modelleri tanımlanmıştır. Ayrıca plastik mafsalları boyundaki değişimin, dayanım fazlalığı katsayısı üzerindeki etkisinin incelenebilmesi adına 6 farklı mafsalları boyu tanımlanmış ve söz konusu 18 model bu 6 farklı mafsalları boyu değeri (0.2 – 0.4 – 0.5 – 0.6 – 0.8 – 1) uygulanarak analiz edilmiştir. Bu kapsamda 108 adet statik itme analizi uygulanmıştır. Mafsalları özellikleri Sap2000 programı üzerinde tanımlanmış olan ASCE 41-13 'deki Tablo 10-7 ( Betonarme Kirişler ), Tablo10-8 ( Betonarme Kolonlar ) üzerindeki değerlerden alınmıştır (ASCE41-13). Plastik mafsalları tanımlanması işlemi Şekil 4.3.4 'de gösterilmiştir.

Point	Moment/SF	Curvature/SF
E	-0.2	-0.0487
D	-0.2	-0.0249
C	-1.1	-0.0247
B	-1.	0.
A	0.	0.
B	1.	0.
C	1.1	0.025
D	0.2	0.0253
E	0.2	0.05

(a)



(b)



(c)

**Şekil 4.3.4 :** a) Kiriş Elemanlara Plastik Mafsıl Özelliklerinin Tanımlanması, b) Kolon ve Perde Elemanlara Plastik Mafsıl Özelliklerinin Tanımlanması c) Kolon ve Perde Elemanlara Plastik Mafsıl Moment – Eğrilik İlişkilerinin Tanımlanması

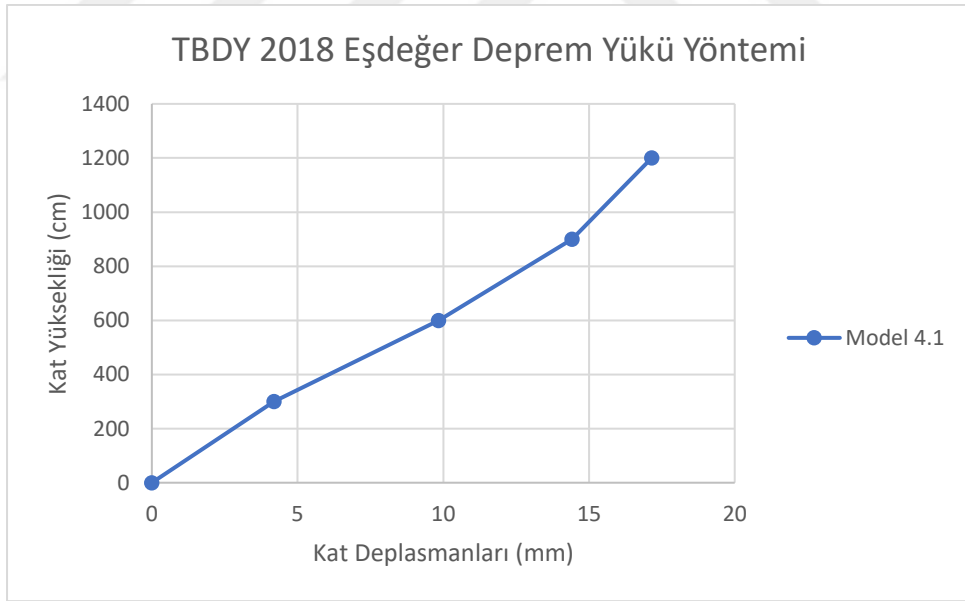
#### 4.4. Analizlerin Modeller Üzerinde Uygulanması

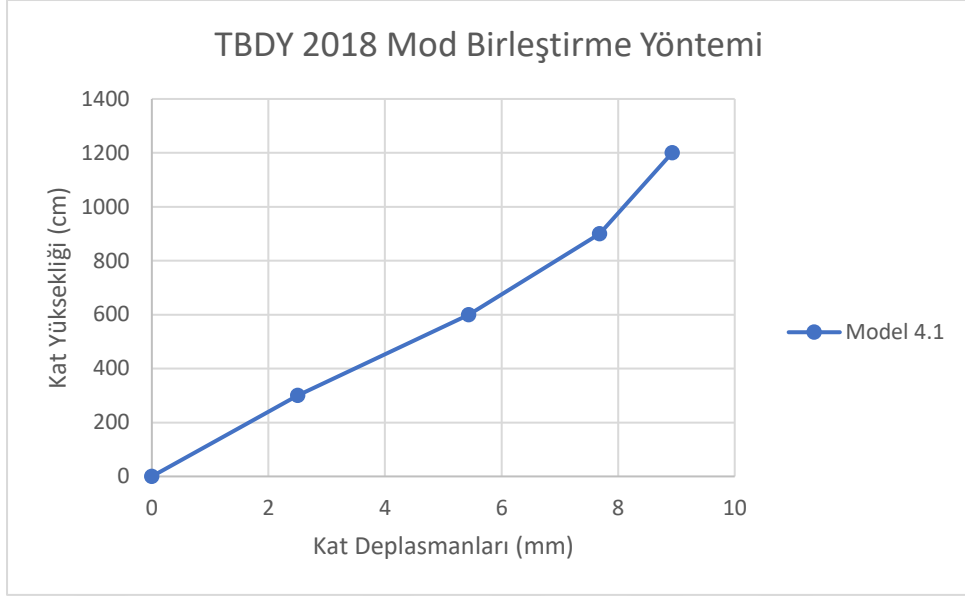
Yapılan doğrusal hesaplarla elde edilen kat kesme kuvvetleri rijit diyafram kabulü ile kat seviyelerindeki diyaframlara tanımlanmıştır. Daha sonra statik itme analizi yükleme durumları ve taşıyıcı sistem elemanlarının plastik mafsallarının tanımlanması ve atanması ile 18 tip yapı modeli yapılacak analizler için hazır hale getirilmiştir. Bu bölümde her tip analiz modeli için yapılan analizlerin sonuçlarında elde edilen veriler incelenmiştir.



#### 4.4.1. Model 4.1

Bu model 4 katlı olarak tasarlanan 6 tip bina modeli için, kat planında betonarme perde eleman bulundurmeyen, doğrusal ve doğrusal ötesi analizlerde kıyas yapabilmek adına tasarlanmış olan modeldir. Geometrik özellikleri 4 katlı tüm modellerle özdeştir. Bu modele ait kat planı ve SAP2000’de hazırlanmış 3 boyutlu gösterimi Bölüm 3.3.1 ’de verilmiştir. Bu model için TBDY 2018 ‘de  $R = 8$  ve  $D = 3$  olarak belirtilmiştir. Bu modelin zemin kat kolonları temele ankastre mesnetli kabul edilmiş, kat hizalarında döşeme plakları oluşturulmayıp onun yerine döşeme yükleri üçgen yayılı yük olarak kirişlere aktarılmış ve rijit diyafram kabulü ile analiz işlemleri gerçekleştirilmiştir. Elemana ait tüm kolonlar 40 x 40 cm, tüm kirişler 25 x 50 cm olarak tasarlanmıştır. Kat yüksekliği 3 m olup toplam bina yüksekliği 12 m’dir ve deplasman kontrollü statik itme analizi yüklemesi 12 m kotunda seçilen bir düğüm noktasına yüklenmiştir. Şekil 4.4.1 ‘de bu modele ait Eşdeğer Deprem Yükü Yöntemine göre ve Mod Birleştirme Yöntemine göre elde edilmiş kat deplasman değerleri grafikleri verilmiştir. Bu analizler TBDY 2018 yönetmeliğinde belirtilen koşullara uygun olarak yapılmıştır.

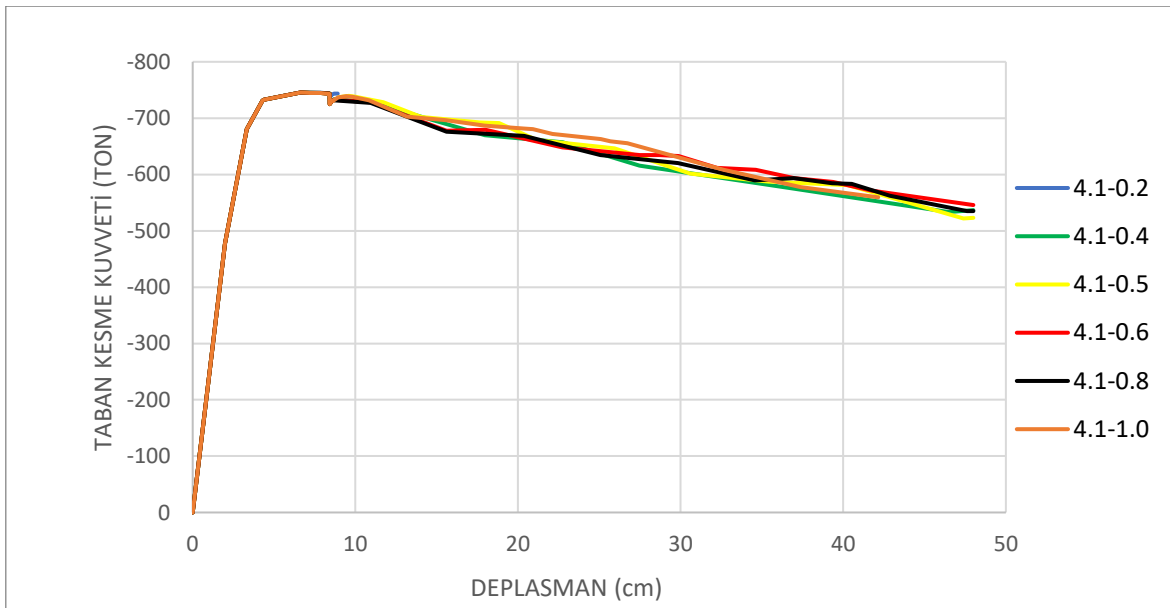




(b)

**Şekil 4.4.1:** a) Eşdeğer Deprem Yüğü Yöntemine Göre Elde Edilmiş Kat Deplasman Değerleri, b) Mod Birleştirme Yöntemine Elde Edilmiş Kat Deplasman Değerleri

Model 4.1 'in bina yüksekliği 12 m olarak belirlendiği için bu binaya uygulanacak doğrusal ötesi analizde tepe noktasından bina yüksekliğinin %4 'ü kadar, yani 48 cm deplasman uygulanmıştır. Bu çalışma kapsamında taşıyıcı elemanlar üzerindeki plastik mafsal boylarının dayanım fazlalığı katsayısı üzerindeki etkisi de inceleneceği için 6 farklı mafsal boyu ile bu model üzerinde statik itme analizleri tekrarlanmıştır. Doğrusal ötesi analizler sonucunda Şekil 4.4.2 'de farklı mafsal boyları için elde edilen taban kesme – tepe deplasman değeri grafiği verilmiştir.



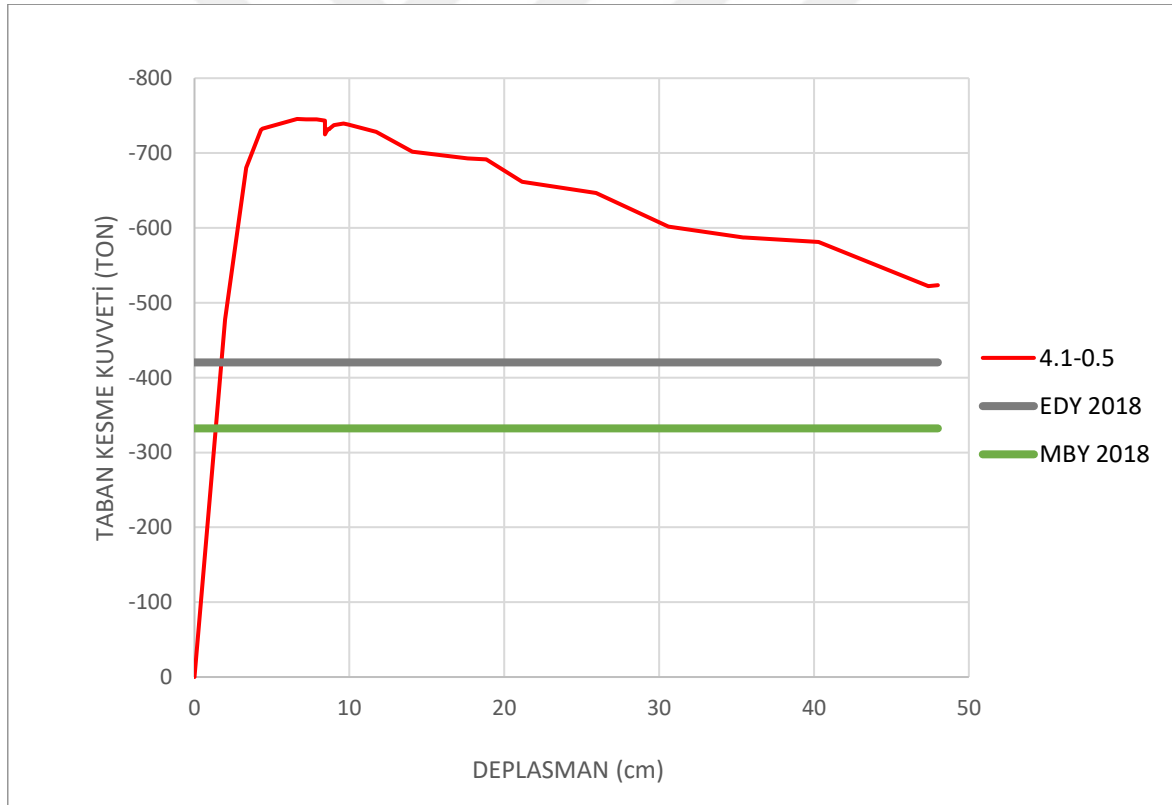
**Şekil 4.4.2:** Farklı Mafsal Boyları İçin Elde Edilen Taban Kesme – Tepe Deplasman Değerleri

Çizelge 4.4.1 'de Model 4.1 'in farklı mafsalsal boyları ile elde edilmiş olan taban kesme kuvvetleri ve bu kuvvetler altında oluşan deplasman değerleri verilmiştir.

**Çizelge 4.4.1 :** Model 4.1 'in Farklı Mafsalsal Boylarında Elde Edilen Taban Kesme Kuvveti ve Bu Kuvvetlerin Modelde Oluşturduğu Tepe Deplasman Değerleri

Mafsalsal Boyları	Tepe Deplasmanı (cm)	Taban Kesme Kuvveti (ton)
0.2	6.627 cm	-745.6882
0.4	6.627 cm	-745.5674
0.5	6.627 cm	-745.5433
0.6	6.627 cm	-745.5272
0.8	6.627 cm	-745.507
1.0	6.628 cm	-745.4949

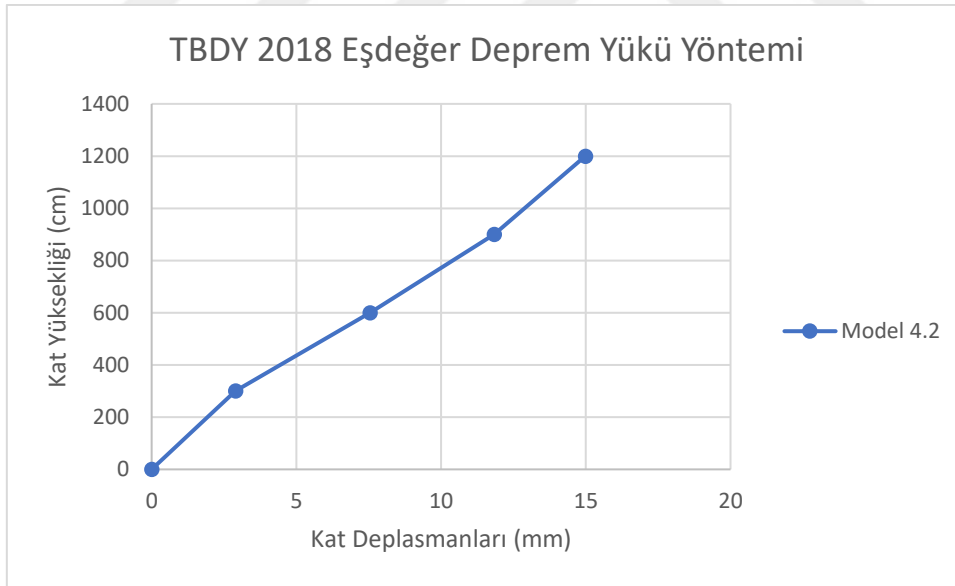
Bu modele ait Eşdeğer Deprem Yükü Yöntemi ile elde edilen taban kesme kuvveti değeri (EDY 2018), Mod Birleştirme Yöntemi ile elde edilen taban kesme kuvveti değeri (MBY 2018) ve statik itme analizi ile elde edilen taban kesme kuvveti değerleri Şekil 4.4.3 'de kıyaslanmıştır.



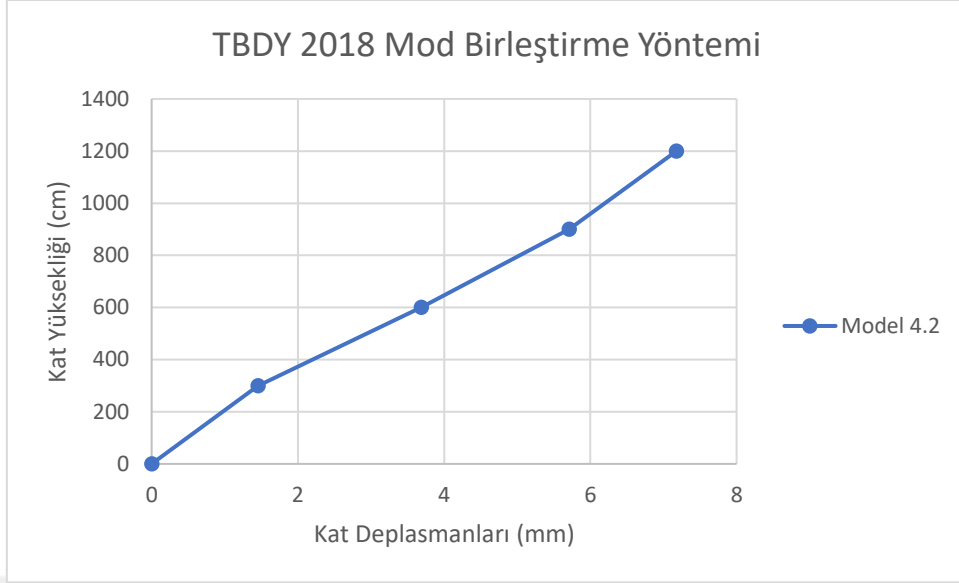
**Şekil 4.4.3:** Doğrusal ve Doğrusal Ötesi Yöntemlerle Elde Edilen Taban Kesme Kuvveti Değerlerinin Kıyaslanması

#### 4.4.2. Model 4.2

Bu model 4 katlı olarak tasarlanan perde oranı 0.512 ile en az olan modeldir. Bu modelde kullanılan perde boyutları 25 x 210 cm olarak belirlenmiştir ve her katta X doğrultusunda 4 adet betonarme perde bulunmaktadır. Bu modele ait kat planı ve SAP2000 'de hazırlanmış 3 boyutlu gösterimi, Bölüm 3.3.2 'de verilmiştir. Bu model için TBDY 2018 'de  $R = 7$  ve  $D = 2.5$  olarak belirtilmiştir. Bu modelin zemin kat kolonları temele ankastre mesnetli kabul edilmiş, kat hizalarında döşeme plakları oluşturulmayıp onun yerine döşeme yükleri üçgen yayılı yük olarak kirişlere aktarılmış ve rijit diyafram kabulü ile analiz işlemleri gerçekleştirilmiştir. Elemana ait tüm kolonlar 40 x 40 cm, tüm kirişler 25 x 50 cm olarak tasarlanmıştır. Kat yüksekliği 3 m olup toplam bina yüksekliği 12 metredir ve deplasman kontrollü statik itme analizi yüklemesi 12 m kotunda seçilen bir düğüm noktasına yüklenmiştir. Şekil 4.4.4 'de bu modele ait Eşdeğer Deprem Yüğü Yöntemine göre ve Mod Birleştirme Yöntemine göre elde edilmiş kat deplasman değerleri grafikleri verilmiştir. Bu analizler TBDY 2018 yönetmeliğinde belirtilen koşullara uygun olarak yapılmıştır.



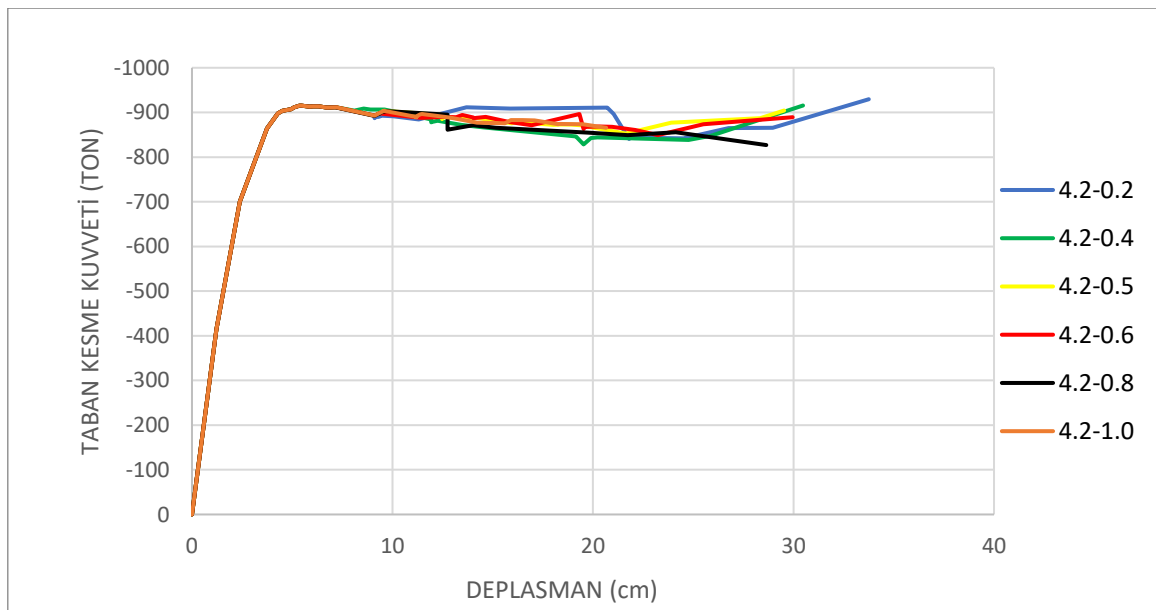
(a)



(b)

**Şekil 4.4.4 :** a) Eşdeğer Deprem Yüğü Yöntemine Göre Elde Edilmiş Kat Deplasman Değerleri, b) Mod Birleştirme Yöntemine Göre Elde Edilmiş Kat Deplasman Değerleri

Model 4.2 'nin bina yüksekliği 12 m olarak belirlendiği için bu binaya uygulanacak doğrusal ötesi analizde tepe noktasından bina yüksekliğinin %4 'ü kadar, yani 48 cm deplasman uygulanmıştır. Bu çalışma kapsamında taşıyıcı elemanlar üzerindeki plastik mafsalları boyalarının dayanım fazlalığı katsayısı üzerindeki etkisi de inceleneceği için 6 farklı mafsalları boyu ile bu model üzerinde statik itme analizleri tekrarlanmıştır. Doğrusal ötesi analizler sonucunda Şekil 4.4.5 'te farklı mafsalları boyları için elde edilen taban kesme – tepe deplasman değeri grafiği verilmiştir.



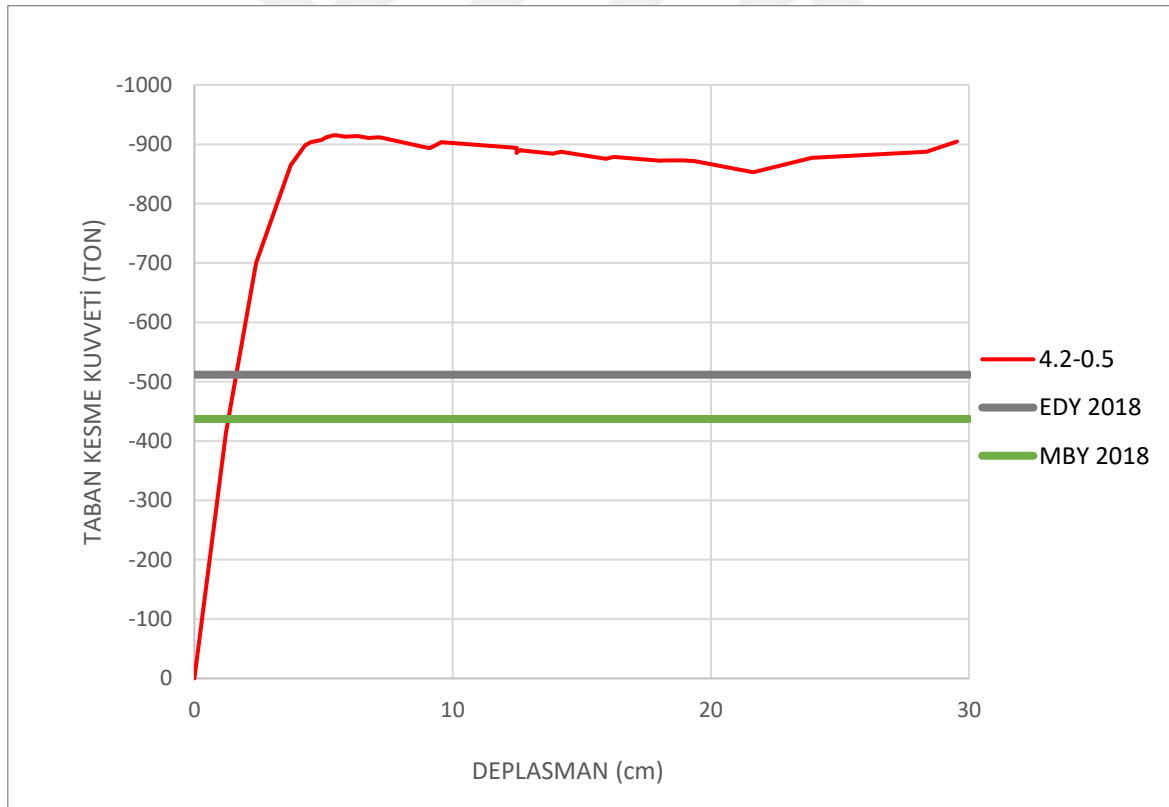
**Şekil 4.4.5 :** Farklı Mafsalları Boyları İçin Elde Edilen Taban Kesme – Tepe Deplasman Değerleri

Çizelge 4.4.2 'de Model 4.2 'nin farklı mafsal boyları ile elde edilmiş olan taban kesme kuvvetleri ve bu kuvvetler altında oluşan deplasman değerleri verilmiştir.

**Çizelge 4.4.2 :** Model 4.2 'nin Farklı Mafsal Boylarında Elde Edilen Taban Kesme Kuvveti ve Bu Kuvvetlerin Modelde Oluşturduğu Tepe Deplasman Değerleri

Mafsal Boyları	Tepe Deplasmanı (cm)	Taban Kesme Kuvveti (ton)
0.2	5.467 cm	-915.361
0.4	5.462 cm	-915.262
0.5	5.467 cm	-915.25
0.6	5.468 cm	-915.238
0.8	5.468 cm	-915.222
1.0	5.468 cm	-915.213

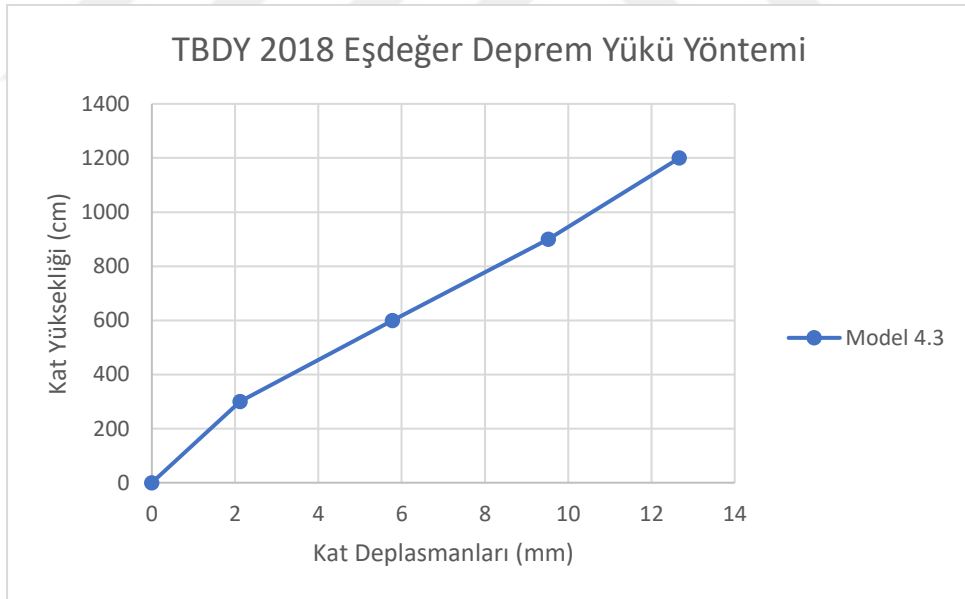
Bu modele ait Eşdeğer Deprem Yüğü Yöntemi ile elde edilen taban kesme kuvveti değeri (EDY 2018), Mod Birleştirme Yöntemi ile elde edilen taban kesme kuvveti değeri (MBY2018) ve statik itme analizi ile elde edilen taban kesme kuvveti değerleri Şekil 4.4.6 'da kıyaslanmıştır.



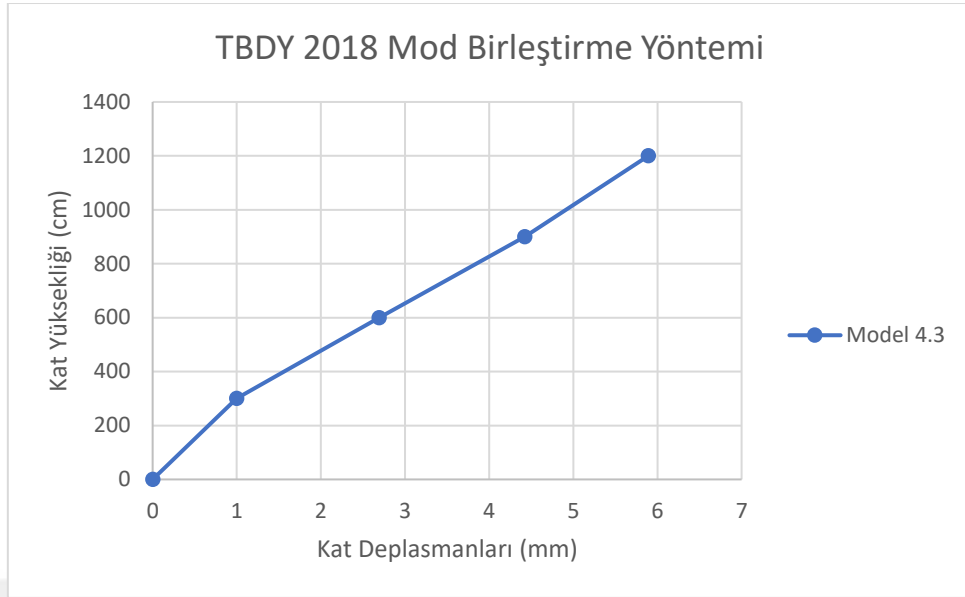
**Şekil 4.4.6 :** Doğrusal ve Doğrusal Ötesi Yöntemlerle Elde Edilen Taban Kesme Kuvveti Değerlerinin Kıyaslanması

#### 4.4.3. Model 4.3

Bu model 4 katlı olarak tasarlanan perde oranı 1.007 olan 3. tip modeldir. Bu modelde kullanılan perde boyutları 25 x 275 cm olarak belirlenmiştir ve her katta X doğrultusunda 6 adet betonarme perde bulunmaktadır. Geometrik özellikleri 4 katlı tüm modellerle özdeştir. Bu modele ait kat planı ve SAP2000’de hazırlanmış 3 boyutlu gösterimi Bölüm 3.3.3 ’de verilmiştir. Bu model için TBDY 2018 ‘de  $R = 7$  ve  $D = 2.5$  olarak belirtilmiştir. Bu modelin zemin kat kolonları temele ankastre mesnetli kabul edilmiş, kat hizalarında döşeme plakları oluşturulmayıp onun yerine döşeme yükleri üçgen yayılı yük olarak kirişlere aktarılmış ve rijit diyafram kabulü ile analiz işlemleri gerçekleştirilmiştir. Elemana ait tüm kolonlar 40 x 40 cm, tüm kirişler 25 x 50 cm olarak tasarlanmıştır. Kat yüksekliği 3 m olup toplam bina yüksekliği 12 m’dir ve deplasman kontrollü statik itme analizi yüklemesi 12 m kotunda seçilen bir düğüm noktasına yüklenmiştir. Şekil 4.4.7 ‘de bu modele ait Eşdeğer Deprem Yüğü Yöntemine göre ve Mod Birleştirme Yöntemine göre elde edilmiş kat deplasman değerleri grafikleri verilmiştir. Bu analizler TBDY 2018 yönetmeliğinde belirtilen koşullara uygun olarak yapılmıştır.



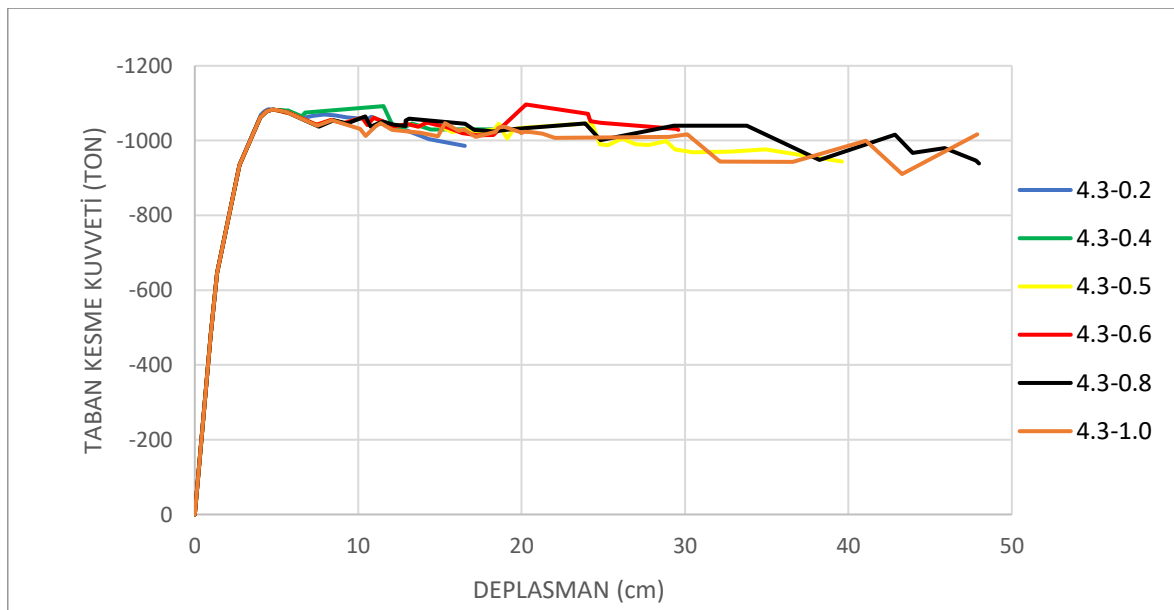
(a)



(b)

**Şekil 4.4.7 :** a) Eşdeğer Deprem Yüğü Yöntemine Göre Elde Edilmiş Kat Deplasman Değerleri, b) Mod Birleştirme Yöntemine Elde Edilmiş Kat Deplasman Değerleri

Model 4.3 'ün bina yüksekliği 12 m olarak belirlendiği için bu binaya uygulanacak doğrusal ötesi analizde tepe noktasından bina yüksekliğinin %4 'ü kadar, yani 48 cm deplasman uygulanmıştır. Bu çalışma kapsamında taşıyıcı elemanlar üzerindeki plastik mafsalları boylarının dayanım fazlalığı katsayısı üzerindeki etkisi de inceleneceği için 6 farklı mafsalları boyu ile bu model üzerinde statik itme analizleri tekrarlanmıştır. Doğrusal ötesi analizler sonucunda Şekil 4.4.8 'de farklı mafsalları boyları için elde edilen taban kesme – tepe deplasman değeri grafiği verilmiştir.



**Şekil 4.4.8:** Farklı Mafsalları Boyları İçin Elde Edilen Taban Kesme – Tepe Deplasman Değerleri

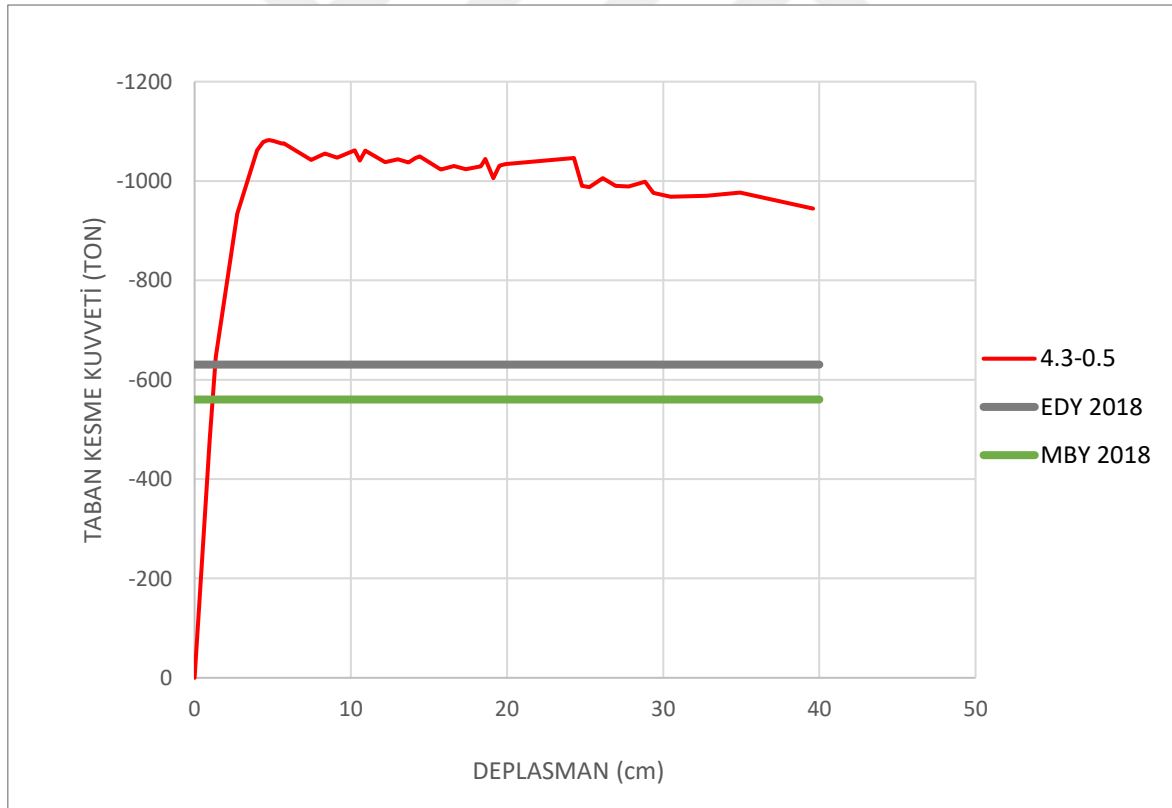


Çizelge 4.4.3 'de Model 4.3 'ün farklı mafsalları ile elde edilmiş olan taban kesme kuvvetleri ve bu kuvvetler altında oluşan deplasman değerleri verilmiştir.

**Çizelge 4.4.3 :** Model 4.3 'ün Farklı Mafsallarıyla Elde Edilen Taban Kesme Kuvveti ve Bu Kuvvetlerin Modelde Oluşturduğu Tepe Deplasman Değerleri

Mafsalları	Tepe Deplasmanı (cm)	Taban Kesme Kuvveti (ton)
0.2	4.558 cm	-1083.84
0.4	4.789 cm	-1082.26
0.5	4.789 cm	-1082.49
0.6	4.789 cm	-1082.47
0.8	4.792 cm	-1082.32
1.0	4.792 cm	-1082.3

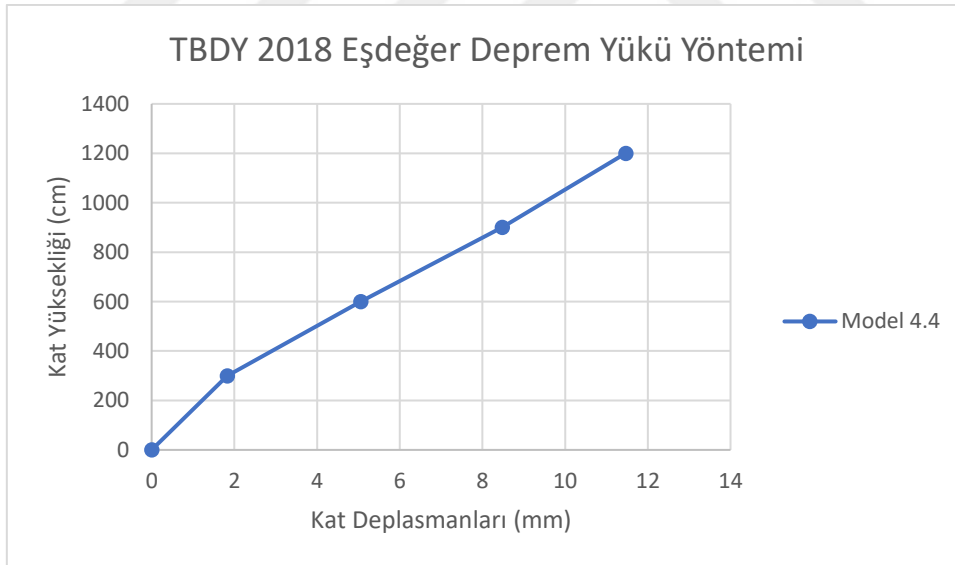
Bu modele ait Eşdeğer Deprem Yüğü Yöntemi ile elde edilen taban kesme kuvveti değeri (EDY 2018), Mod Birleştirme Yöntemi ile elde edilen taban kesme kuvveti değeri (MBY 2018) ve statik itme analizi ile elde edilen taban kesme kuvveti değerleri Şekil 4.4.9 'da kıyaslanmıştır.

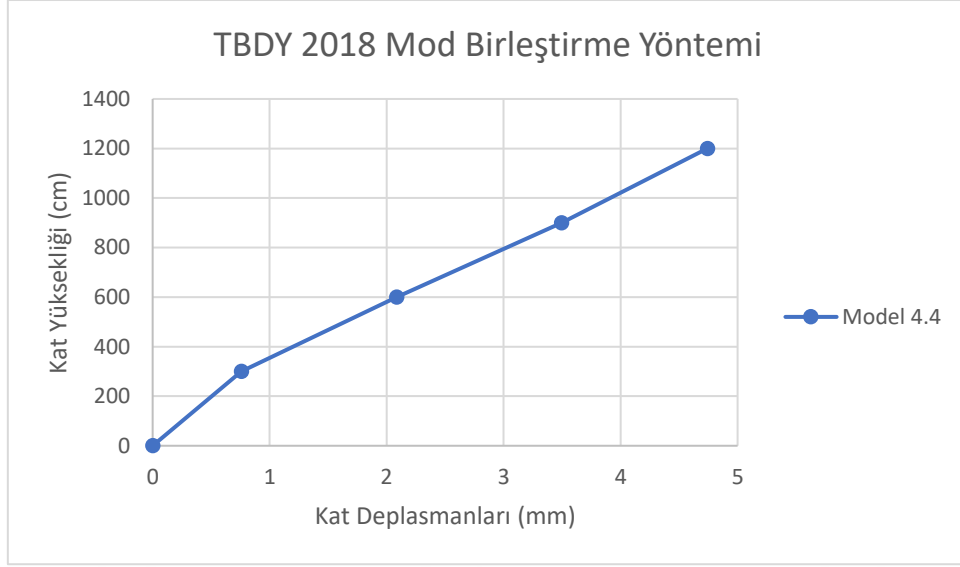


**Şekil 4.4.9:** Doğrusal ve Doğrusal Ötesi Yöntemlerle Elde Edilen Taban Kesme Kuvveti Değerlerinin Kıyaslanması

#### 4.4.4. Model 4.4

Bu model 4 katlı olarak tasarlanan perde oranı 1.416 olan 4. tip modeldir. Bu modelde kullanılan perde boyutları 25 x 290 cm olarak belirlenmiştir ve her katta X doğrultusunda 8 adet betonarme perde bulunmaktadır. Bu modele ait kat planı ve SAP2000 'de hazırlanmış 3 boyutlu gösterimi, Bölüm 3.3.4 'de verilmiştir. Bu model için TBDY 2018 'de  $R = 7$  ve  $D = 2.5$  olarak belirtilmiştir. Bu modelin zemin kat kolonları temele ankastre mesnetli kabul edilmiş, kat hizalarında döşeme plakları oluşturulmayıp onun yerine döşeme yükleri üçgen yayılı yük olarak kirişlere aktarılmış ve rijit diyafram kabulü ile analiz işlemleri gerçekleştirilmiştir. Elemana ait tüm kolonlar 40 x 40 cm, tüm kirişler 25 x 50 cm olarak tasarlanmıştır. Kat yüksekliği 3 m olup toplam bina yüksekliği 12 metredir ve deplasman kontrollü statik itme analizi yüklemesi 12 m kotunda seçilen bir düğüm noktasına yüklenmiştir. Şekil 4.4.10 'da bu modele ait Eşdeğer Deprem Yüğü Yöntemine göre ve Mod Birleştirme Yöntemine göre elde edilmiş kat deplasman değerleri grafikleri verilmiştir. Bu analizler TBDY 2018 yönetmeliğinde belirtilen koşullara uygun olarak yapılmıştır.

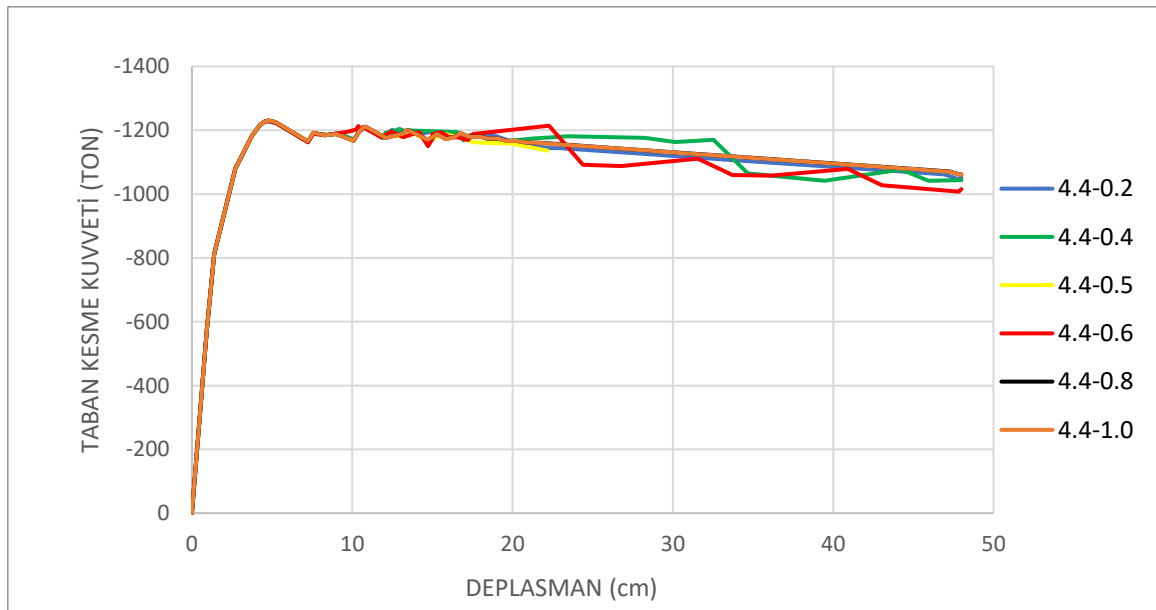




(b)

**Şekil 4.4.10 :** a) Eşdeğer Deprem Yüğü Yöntemine Göre Elde Edilmiş Kat Deplasman Değerleri, b) Mod Birleştirme Yöntemine Göre Elde Edilmiş Kat Deplasman Değerleri

Model 4.4 'nin bina yüksekliği 12 m olarak belirlendiği için bu binaya uygulanacak doğrusal ötesi analizde tepe noktasından bina yüksekliğinin %4 'ü kadar, yani 48 cm deplasman uygulanmıştır. Bu çalışma kapsamında taşıyıcı elemanlar üzerindeki plastik mafsal boylarının dayanım fazlalığı katsayısı üzerindeki etkisi de inceleneceği için 6 farklı mafsal boyu ile bu model üzerinde statik itme analizleri tekrarlanmıştır. Doğrusal ötesi analizler sonucunda Şekil 4.4.11 'de farklı mafsal boyları için elde edilen taban kesme – tepe deplasman değeri grafiği verilmiştir.



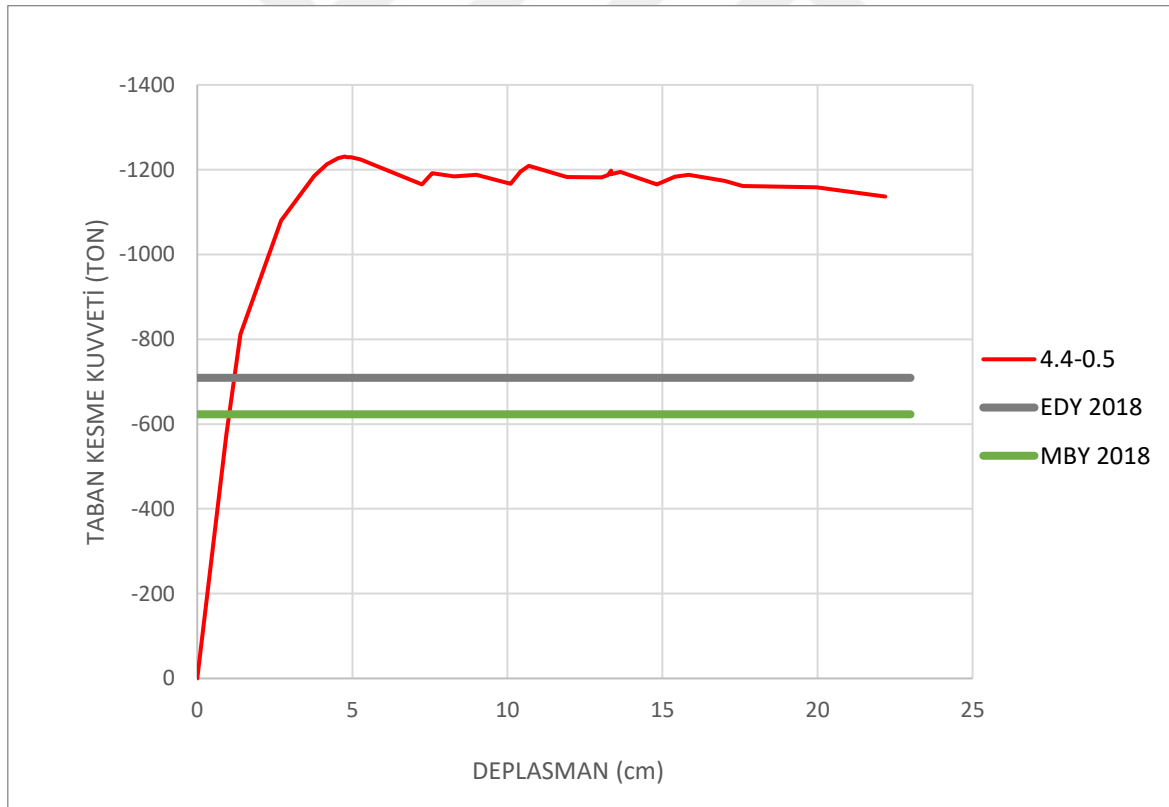
**Şekil 4.4.11 :** Farklı Mafsal Boyları İçin Elde Edilen Taban Kesme – Tepe Deplasman Değerleri

Çizelge 4.4.4 'de Model 4.4 'ün farklı mafsalsal boyları ile elde edilmiş olan taban kesme kuvvetleri ve bu kuvvetler altında oluşan deplasman değerleri verilmiştir.

**Çizelge 4.4.4 :** Model 4.4 'ün Farklı Mafsalsal Boylarında Elde Edilen Taban Kesme Kuvveti ve Bu Kuvvetlerin Modelde Oluşturduğu Tepe Deplasman Değerleri

Mafsalsal Boyları	Tepe Deplasmanı (cm)	Taban Kesme Kuvveti (ton)
0.2	4.609 cm	-1228.65
0.4	4.610 cm	-1228.74
0.5	4.762 cm	-1231.01
0.6	4.609 cm	-1228.48
0.8	4.762 cm	-1230.97
1.0	4.762 cm	-1230.96

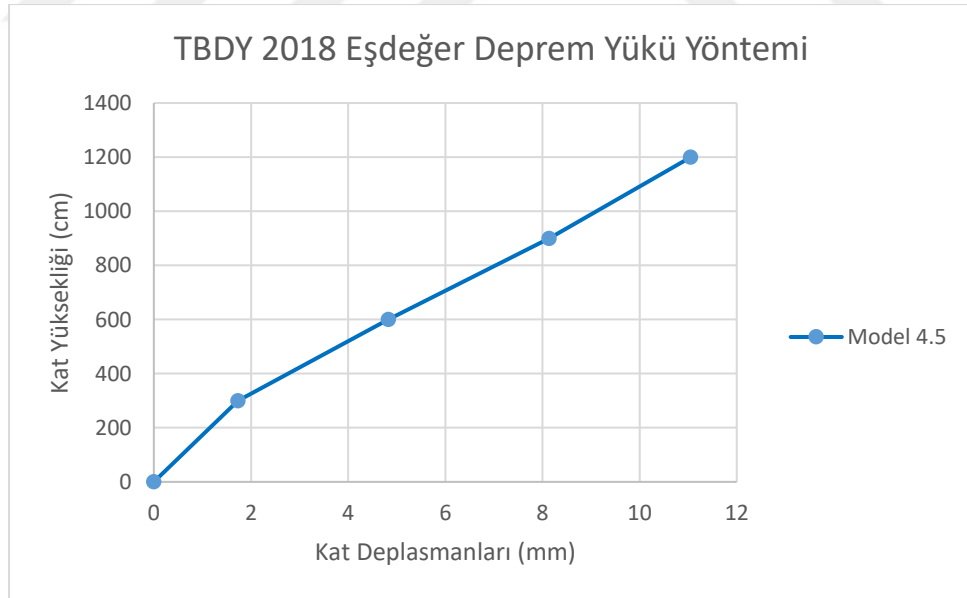
Bu modele ait Eşdeğer Deprem Yüğü Yöntemi ile elde edilen taban kesme kuvveti değeri (EDY 2018), Mod Birleştirme Yöntemi ile elde edilen taban kesme kuvveti değeri (MBY2018) ve statik itme analizi ile elde edilen taban kesme kuvveti değerleri Şekil 4.4.12 'de kıyaslanmıştır.



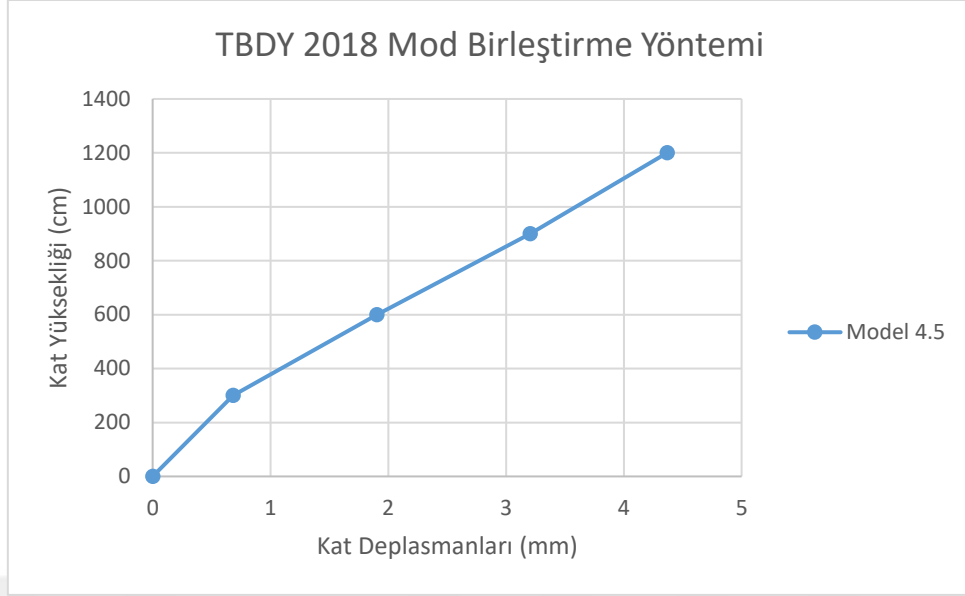
**Şekil 4.4.12 :** Doğrusal ve Doğrusal Ötesi Yöntemlerle Elde Edilen Taban Kesme Kuvveti Değerlerinin Kıyaslanması

#### 4.4.5. Model 4.5

Bu model 4 katlı olarak tasarlanan perde oranı 1.700 olan 5. tip modeldir. Bu modelde kullanılan perde boyutları 25 x 290 cm olarak belirlenmiştir ve her katta X doğrultusunda 10 adet betonarme perde bulunmaktadır. Geometrik özellikleri 4 katlı tüm modellerle özdeştir. Bu modele ait kat planı ve SAP2000’de hazırlanmış 3 boyutlu gösterimi Bölüm 3.3.5 ’de verilmiştir. Bu model için TBDY 2018 ‘de  $R = 7$  ve  $D = 2.5$  olarak belirtilmiştir. Bu modelin zemin kat kolonları temele ankastre mesnetli kabul edilmiş, kat hizalarında döşeme plakları oluşturulmayıp onun yerine döşeme yükleri üçgen yayılı yük olarak kirişlere aktarılmış ve rijit diyafram kabulü ile analiz işlemleri gerçekleştirilmiştir. Elemana ait tüm kolonlar 40 x 40 cm, tüm kirişler 25 x 50 cm olarak tasarlanmıştır. Kat yüksekliği 3 m olup toplam bina yüksekliği 12 m’dir ve deplasman kontrollü statik itme analizi yüklemesi 12 m kotunda seçilen bir düğüm noktasına yüklenmiştir. Şekil 4.4.13 ‘de bu modele ait Eşdeğer Deprem Yükü Yöntemine göre ve Mod Birleştirme Yöntemine göre elde edilmiş kat deplasman değerleri grafikleri verilmiştir. Bu analizler TBDY 2018 yönetmeliğinde belirtilen koşullara uygun olarak yapılmıştır.



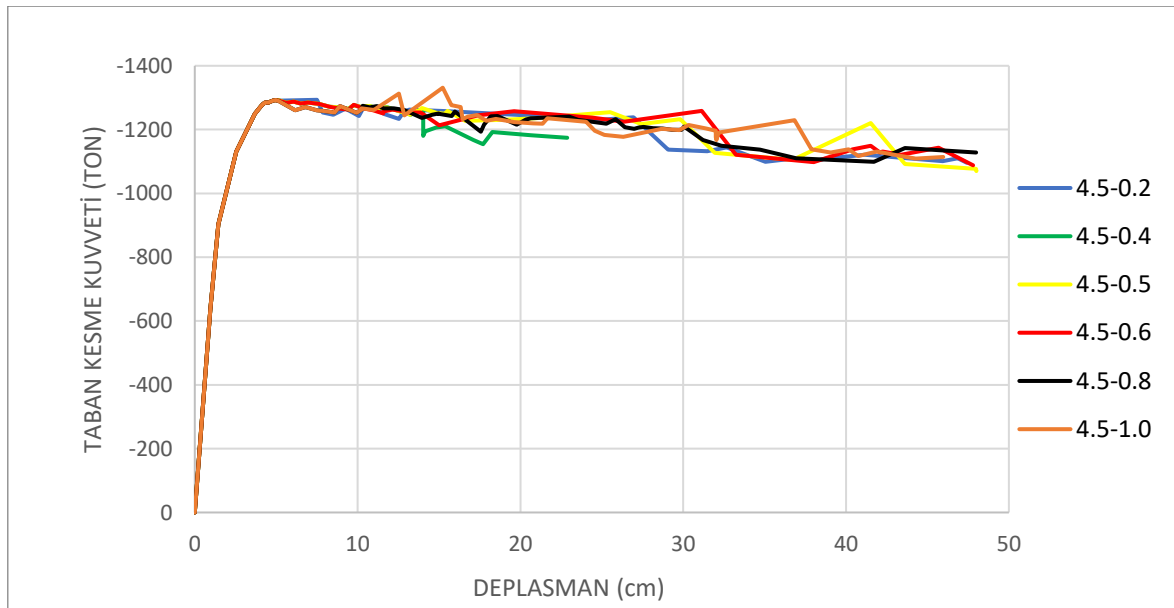
(a)



(b)

**Şekil 4.4.13: a) Eşdeğer Deprem Yükü Yöntemine Göre Elde Edilmiş Kat Deplasman Değerleri, b) Mod Birleştirme Yöntemine Elde Edilmiş Kat Deplasman Değerleri**

Model 4.5 'in bina yüksekliği 12 m olarak belirlendiği için bu binaya uygulanacak doğrusal ötesi analizde tepe noktasından bina yüksekliğinin %4 'ü kadar, yani 48 cm deplasman uygulanmıştır. Bu çalışma kapsamında taşıyıcı elemanlar üzerindeki plastik mafsalları boylarının dayanım fazlalığı katsayısı üzerindeki etkisi de inceleneceği için 6 farklı mafsalları boyu ile bu model üzerinde statik itme analizleri tekrarlanmıştır. Doğrusal ötesi analizler sonucunda Şekil 4.4.14 'de farklı mafsalları boyları için elde edilen taban kesme – tepe deplasman değeri grafiği verilmiştir.



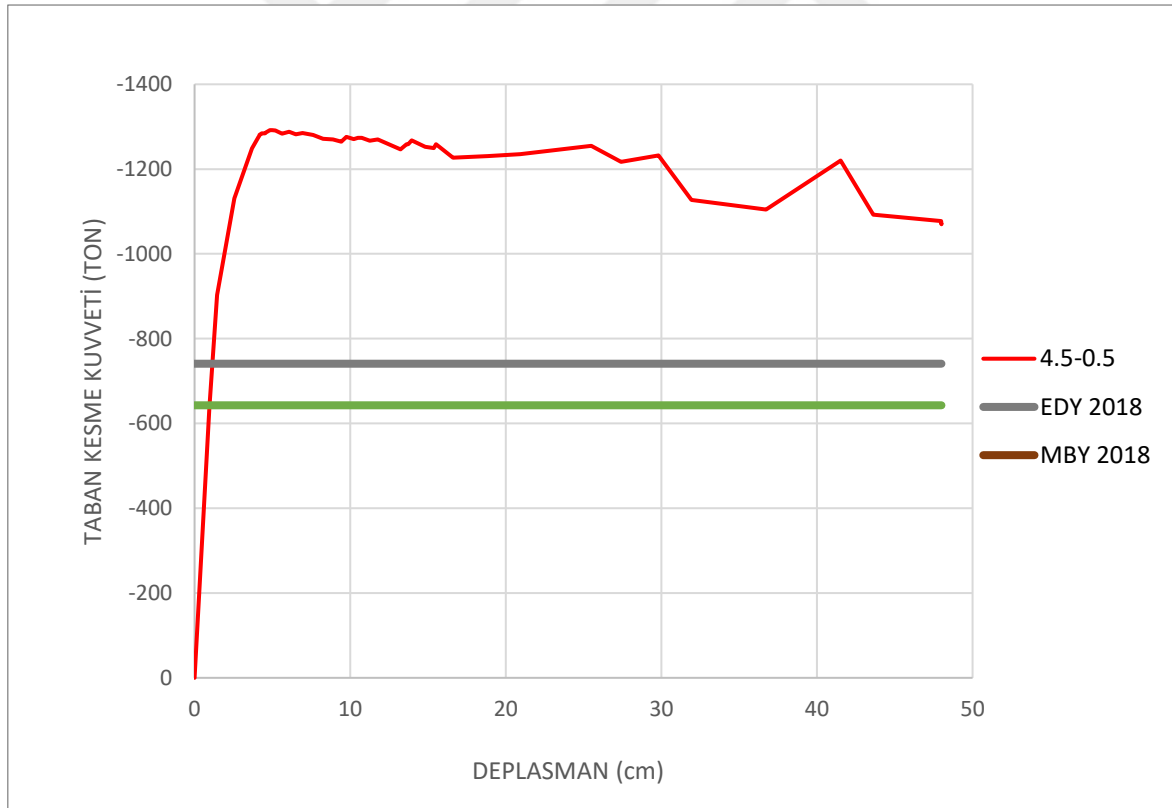
**Şekil 4.4.14: Farklı Mafsalları Boyları İçin Elde Edilen Taban Kesme – Tepe Deplasman Değerleri**

Çizelge 4.4.5 'de Model 4.5 'in farklı mafsalsal boyları ile elde edilmiş olan taban kesme kuvvetleri ve bu kuvvetler altında oluşan deplasman değerleri verilmiştir.

**Çizelge 4.4.5 :** Model 4.5 'in Farklı Mafsalsal Boylarında Elde Edilen Taban Kesme Kuvveti ve Bu Kuvvetlerin Modelde Oluşturduğu Tepe Deplasman Değerleri

Mafsalsal Boyları	Tepe Deplasmanı (cm)	Taban Kesme Kuvveti (ton)
0.2	4.979 cm	-1291.82
0.4	4.975 cm	-1291.88
0.5	4.975 cm	-1291.85
0.6	4.975 cm	-1291.83
0.8	4.979 cm	-1292.88
1.0	4.979 cm	-1292.86

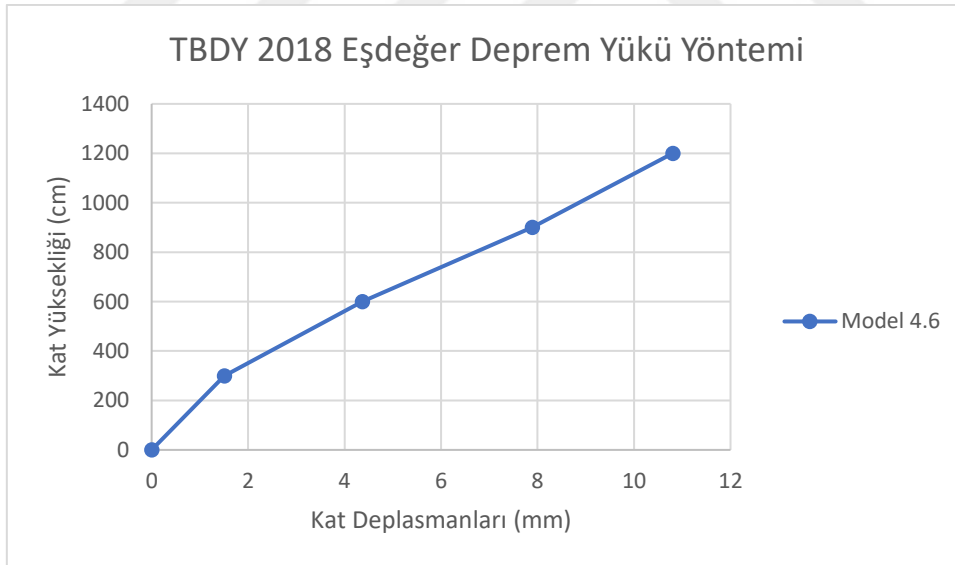
Bu modele ait Eşdeğer Deprem Yüğü Yöntemi ile elde edilen taban kesme kuvveti değeri (EDY 2018), Mod Birleştirme Yöntemi ile elde edilen taban kesme kuvveti değeri (MBY 2018) ve statik itme analizi ile elde edilen taban kesme kuvveti değerleri Şekil 4.4.15 'de kıyaslanmıştır.



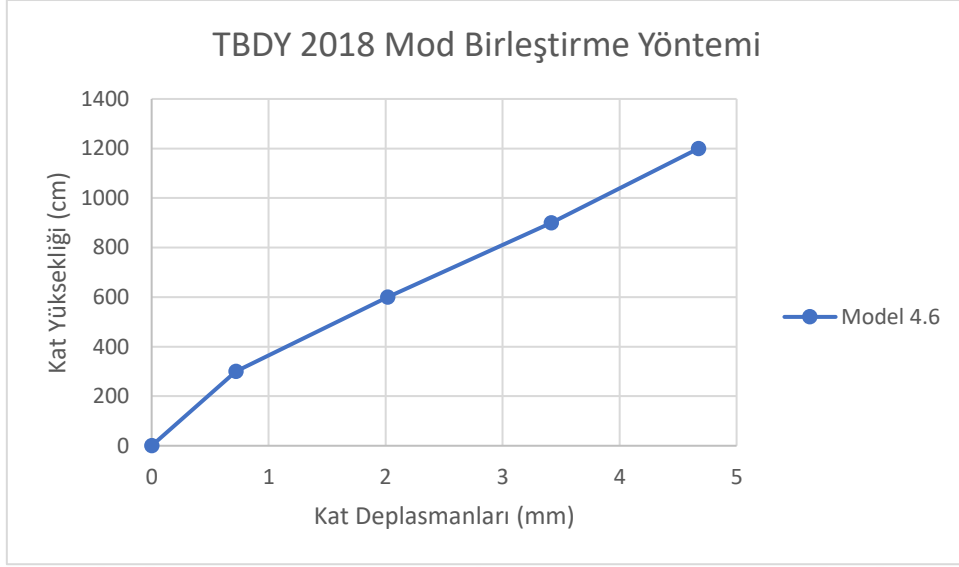
**Şekil 4.4.15:** Doğrusal ve Doğrusal Ötesi Yöntemlerle Elde Edilen Taban Kesme Kuvveti Değerlerinin Kıyaslanması

#### 4.4.6. Model 4.6

Bu model 4 katlı olarak tasarlanan perde oranı 2.016 olan 6. tip modeldir. Bu modelde kullanılan perde boyutları 25 x 295 cm olarak belirlenmiştir ve her katta X doğrultusunda 8 adet betonarme perde bulunmaktadır. Bu modele ait kat planı ve SAP2000 'de hazırlanmış 3 boyutlu gösterimi, Bölüm 3.3.6 'de verilmiştir. Bu model için TBDY 2018 'de  $R = 6$  ve  $D = 2.5$  olarak belirtilmiştir. Bu modelin zemin kat kolonları temele ankastre mesnetli kabul edilmiş, kat hizalarında döşeme plakları oluşturulmayıp onun yerine döşeme yükleri üçgen yayılı yük olarak kirişlere aktarılmış ve rijit diyafram kabulü ile analiz işlemleri gerçekleştirilmiştir. Elemana ait tüm kolonlar 40 x 40 cm, tüm kirişler 25 x 50 cm olarak tasarlanmıştır. Kat yüksekliği 3 m olup toplam bina yüksekliği 12 metredir ve deplasman kontrollü statik itme analizi yüklemesi 12 m kotunda seçilen bir düğüm noktasına yüklenmiştir. Şekil 4.4.16 'da bu modele ait Eşdeğer Deprem Yüğü Yöntemine göre ve Mod Birleştirme Yöntemine göre elde edilmiş kat deplasman değerleri grafikleri verilmiştir. Bu analizler TBDY 2018 yönetmeliğinde belirtilen koşullara uygun olarak yapılmıştır.



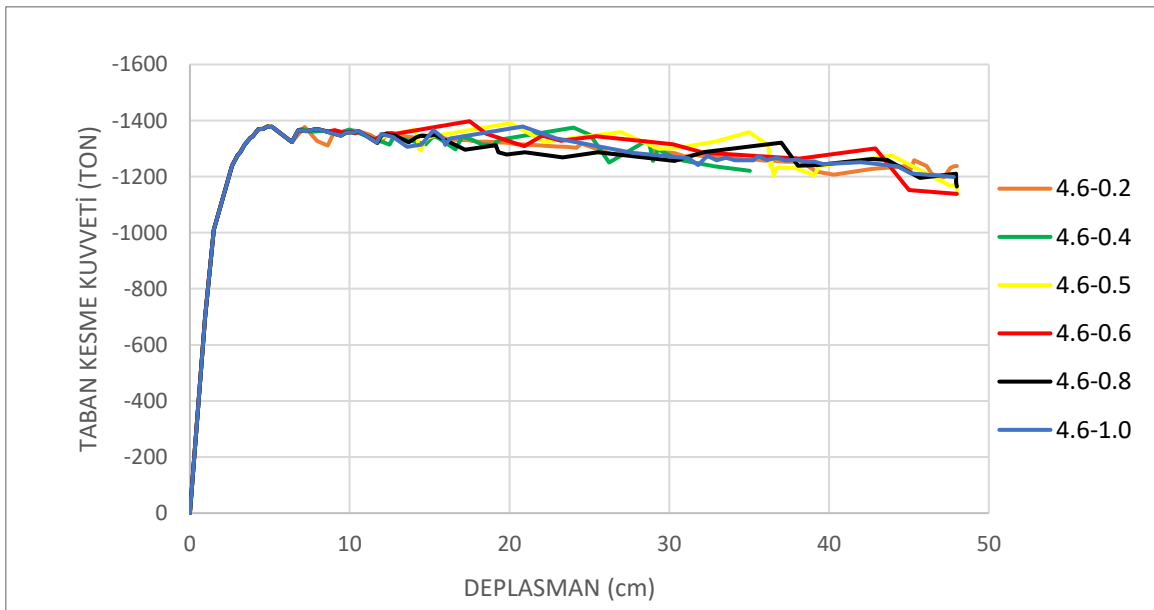




(b)

**Şekil 4.4.16 :** a) Eşdeğer Deprem Yüğü Yöntemine Göre Elde Edilmiş Kat Deplasman Değerleri, b) Mod Birleştirme Yöntemine Göre Elde Edilmiş Kat Deplasman Değerleri

Model 4.6 'nin bina yüksekliği 12 m olarak belirlendiği için bu binaya uygulanacak doğrusal ötesi analizde tepe noktasından bina yüksekliğinin %4 'ü kadar, yani 48 cm deplasman uygulanmıştır. Bu çalışma kapsamında taşıyıcı elemanlar üzerindeki plastik mafsal boylarının dayanım fazlalığı katsayısı üzerindeki etkisi de inceleneceği için 6 farklı mafsal boyu ile bu model üzerinde statik itme analizleri tekrarlanmıştır. Doğrusal ötesi analizler sonucunda Şekil 4.4.17 'de farklı mafsal boyları için elde edilen taban kesme – tepe deplasman değeri grafiği verilmiştir.



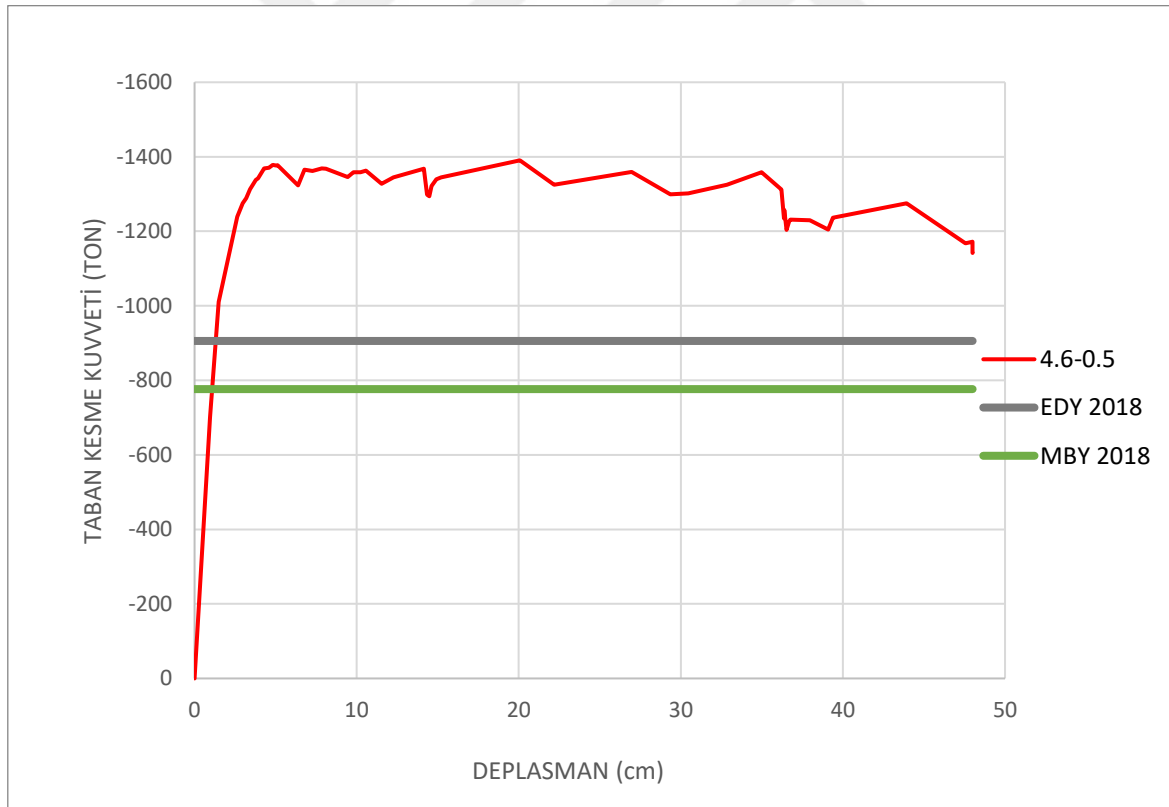
**Şekil 4.4.17 :** Farklı Mafsal Boyları İçin Elde Edilen Taban Kesme – Tepe Deplasman Değerleri

Çizelge 4.4.6 'da Model 4.6 'nın farklı mafsal boyları ile elde edilmiş olan taban kesme kuvvetleri ve bu kuvvetler altında oluşan deplasman değerleri verilmiştir.

**Çizelge 4.4.6 :** Model 4.6 'nın Farklı Mafsal Boylarında Elde Edilen Taban Kesme Kuvveti ve Bu Kuvvetlerin Modelde Oluşturduğu Tepe Deplasman Değerleri

Mafsal Boyları	Tepe Deplasmanı (cm)	Taban Kesme Kuvveti (ton)
0.2	4.835 cm	-1378.57
0.4	4.834 cm	-1378.37
0.5	4.834 cm	-1378.33
0.6	4.834 cm	-1378.3
0.8	4.834 cm	-1378.27
1.0	4.834 cm	-1378.25

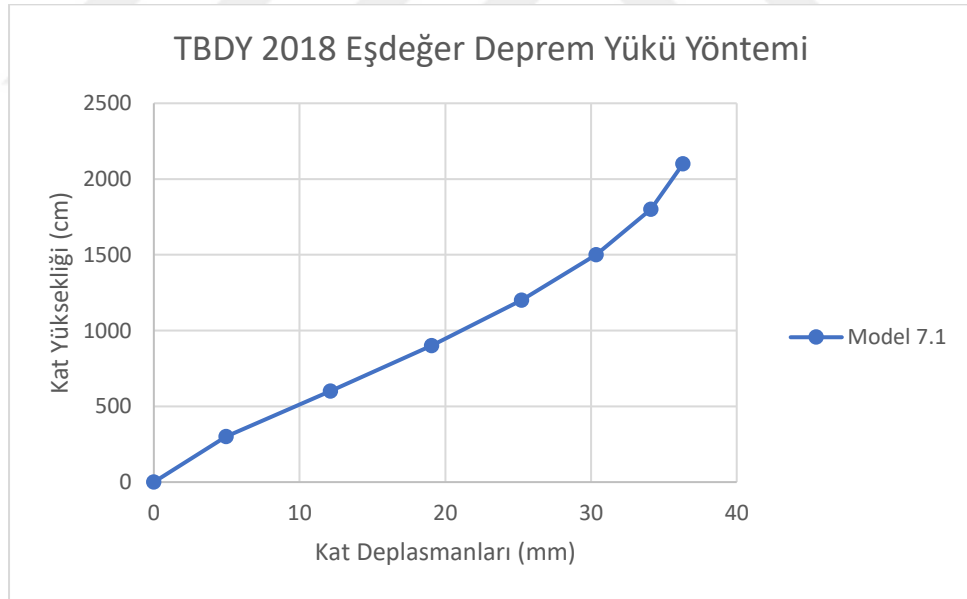
Bu modele ait Eşdeğer Deprem Yüğü Yöntemi ile elde edilen taban kesme kuvveti değeri (EDY 2018), Mod Birleştirme Yöntemi ile elde edilen taban kesme kuvveti değeri (MBY2018) ve statik itme analizi ile elde edilen taban kesme kuvveti değerleri Şekil 4.4.18 'de kıyaslanmıştır.



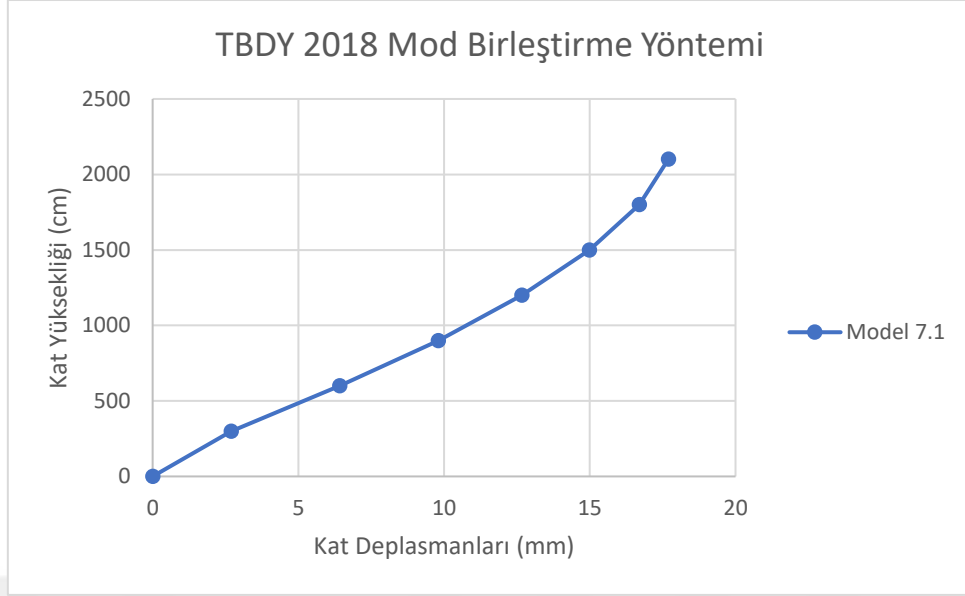
**Şekil 4.4.18 :** Doğrusal ve Doğrusal Ötesi Yöntemlerle Elde Edilen Taban Kesme Kuvveti Değerlerinin Kıyaslanması

#### 4.4.7. Model 7.1

Bu model 7 katlı olarak tasarlanan 6 tip bina modeli için, kat planında betonarme perde eleman bulundurmayan, doğrusal ve doğrusal ötesi analizlerde kıyas yapabilmek adına tasarlanmış olan modeldir. Geometrik özellikleri 7 katlı tüm modellerle özdeştir. Bu modele ait kat planı ve SAP2000’de hazırlanmış 3 boyutlu gösterimi Bölüm 3.3.7 ’de verilmiştir. Bu model için TBDY 2018 ‘de  $R = 8$  ve  $D = 3$  olarak belirtilmiştir. Bu modelin zemin kat kolonları temele ankastre mesnetli kabul edilmiş, kat hizalarında döşeme plakları oluşturulmayıp onun yerine döşeme yükleri üçgen yayılı yük olarak kirişlere aktarılmış ve rijit diyafram kabulü ile analiz işlemleri gerçekleştirilmiştir. Elemana ait tüm kolonlar 40 x 40 cm, tüm kirişler 25 x 50 cm olarak tasarlanmıştır. Kat yüksekliği 3 m olup toplam bina yüksekliği 21 m’dir ve deplasman kontrollü statik itme analizi yüklemesi 21 m kotunda seçilen bir düğüm noktasına yüklenmiştir. Şekil 4.4.19 ‘da bu modele ait Eşdeğer Deprem Yüğü Yöntemine göre ve Mod Birleştirme Yöntemine göre elde edilmiş kat deplasman değerleri grafikleri verilmiştir. Bu analizler TBDY 2018 yönetmeliğinde belirtilen koşullara uygun olarak yapılmıştır.



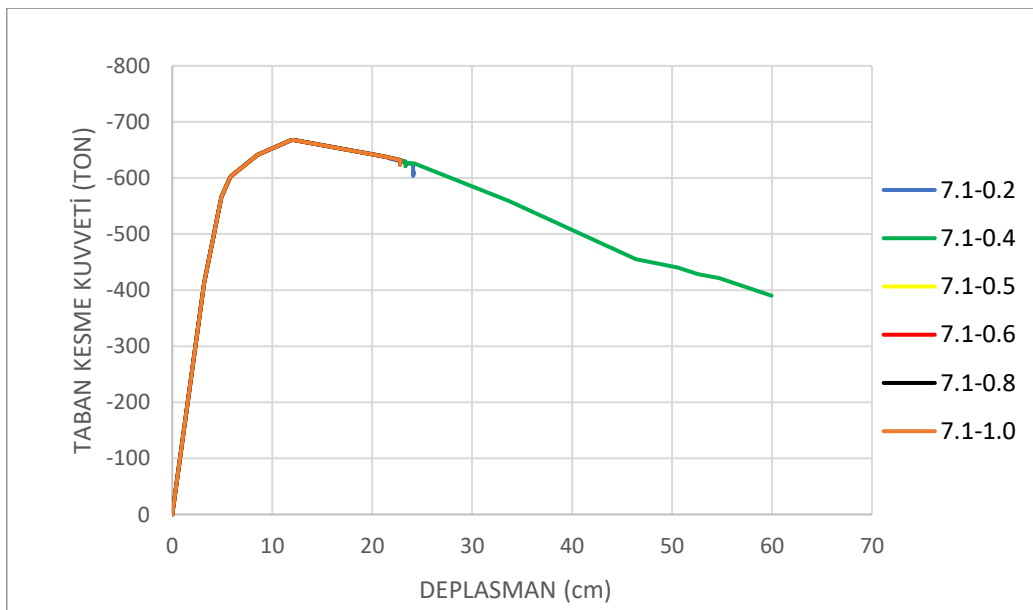
(a)



(b)

Şekil 4.4.19 : a) Eşdeğer Deprem Yüğü Yöntemine Göre Elde Edilmiş Kat Deplasman Değerleri, b) Mod Birleştirme Yöntemine Elde Edilmiş Kat Deplasman Değerleri

Model 7.1 'in bina yüksekliği 21 m olarak belirlendiği için bu binaya uygulanacak doğrusal ötesi analizde tepe noktasından bina yüksekliğinin %4 'ü kadar, yani 84 cm deplasman uygulanmıştır. Bu çalışma kapsamında taşıyıcı elemanlar üzerindeki plastik mafsalları boylarının dayanım fazlalığı katsayısı üzerindeki etkisi de inceleneceği için 6 farklı mafsalları boyu ile bu model üzerinde statik itme analizleri tekrarlanmıştır. Doğrusal ötesi analizler sonucunda Şekil 4.4.20 'de farklı mafsalları boyları için elde edilen taban kesme – tepe deplasman değeri grafiği verilmiştir.



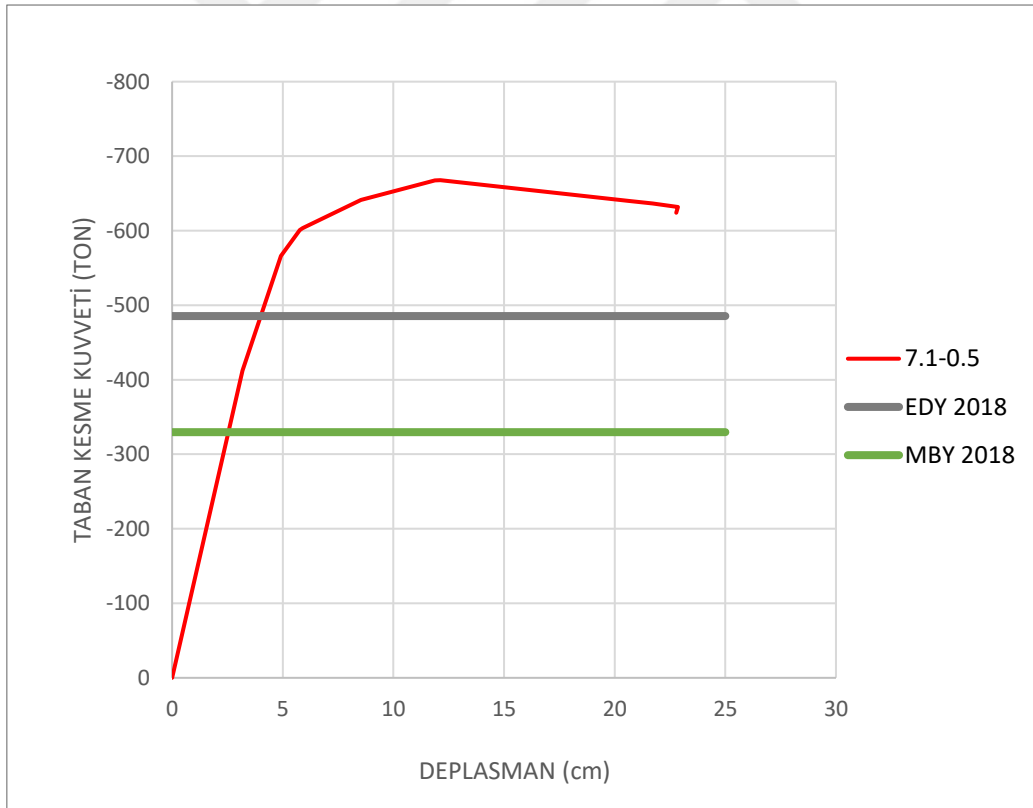
Şekil 4.4.20: Farklı Mafsalları Boyları İçin Elde Edilen Taban Kesme – Tepe Deplasman Değerleri

Çizelge 4.4.7 'de Model 7.1 'in farklı mafsalsal boyları ile elde edilmiş olan taban kesme kuvvetleri ve bu kuvvetler altında oluşan deplasman değerleri verilmiştir.

**Çizelge 4.4.7 :** Model 7.1 'in Farklı Mafsalsal Boylarında Elde Edilen Taban Kesme Kuvveti ve Bu Kuvvetlerin Modelde Oluşturduğu Tepe Deplasman Değerleri

Mafsalsal Boyları	Tepe Deplasmanı (cm)	Taban Kesme Kuvveti (ton)
0.2	12.116 cm	-667.92
0.4	12.117 cm	-667.823
0.5	12.117 cm	-667.804
0.6	12.117 cm	-667.791
0.8	12.118 cm	-667.775
1.0	12.118 cm	-667.765

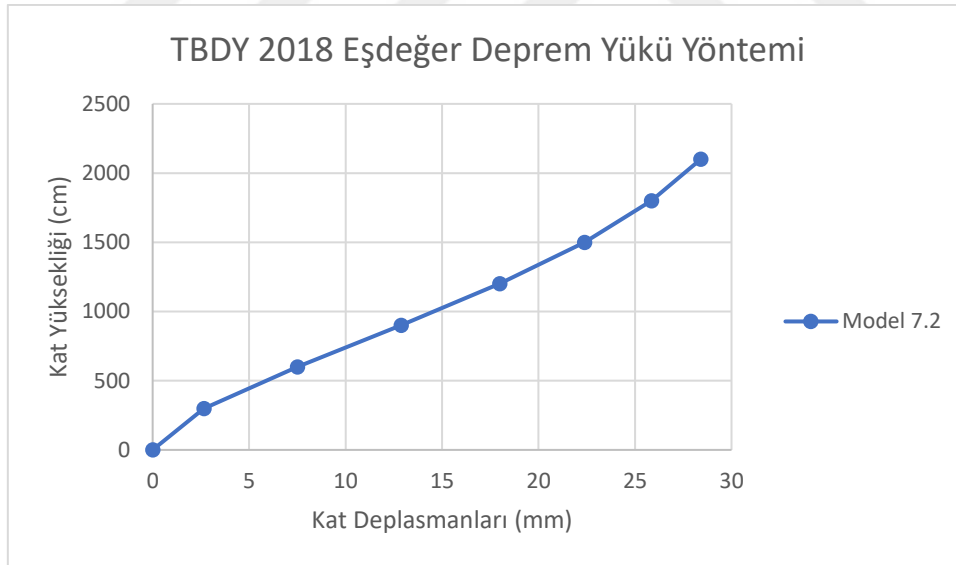
Bu modele ait Eşdeğer Deprem Yüğü Yöntemi ile elde edilen taban kesme kuvveti değeri (EDY 2018), Mod Birleştirme Yöntemi ile elde edilen taban kesme kuvveti değeri (MBY 2018) ve statik itme analizi ile elde edilen taban kesme kuvveti değerleri Şekil 4.4.21 'de kıyaslanmıştır.

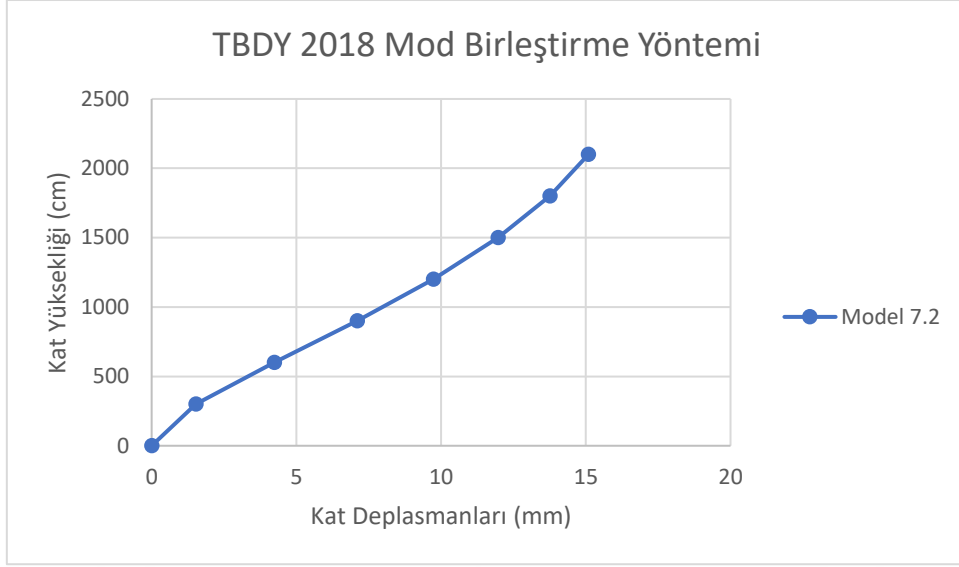


**Şekil 4.4.21 :** Doğrusal ve Doğrusal Ötesi Yöntemlerle Elde Edilen Taban Kesme Kuvveti Değerlerinin Kıyaslanması

#### 4.4.8. Model 7.2

Bu model 7 katlı olarak tasarlanan perde oranı 0.512 ile en az olan modeldir. Bu modelde kullanılan perde boyutları 25 x 210 cm olarak belirlenmiştir ve her katta X doğrultusunda 7 adet betonarme perde bulunmaktadır. Bu modele ait kat planı ve SAP2000 'de hazırlanmış 3 boyutlu gösterimi, Bölüm 3.3.8 'de verilmiştir. Bu model için TBDY 2018 'de  $R = 7$  ve  $D = 2.5$  olarak belirtilmiştir. Bu modelin zemin kat kolonları temele ankastre mesnetli kabul edilmiş, kat hizalarında döşeme plakları oluşturulmayıp onun yerine döşeme yükleri üçgen yayılı yük olarak kirişlere aktarılmış ve rijit diyafram kabulü ile analiz işlemleri gerçekleştirilmiştir. Elemana ait tüm kolonlar 40 x 40 cm, tüm kirişler 25 x 50 cm olarak tasarlanmıştır. Kat yüksekliği 3 m olup toplam bina yüksekliği 21 metredir ve deplasman kontrollü statik itme analizi yüklemesi 21 m kotunda seçilen bir düğüm noktasına yüklenmiştir. Şekil 4.4.22 'de bu modele ait Eşdeğer Deprem Yüğü Yöntemine göre ve Mod Birleştirme Yöntemine göre elde edilmiş kat deplasman değerleri grafikleri verilmiştir. Bu analizler TBDY 2018 yönetmeliğinde belirtilen koşullara uygun olarak yapılmıştır.

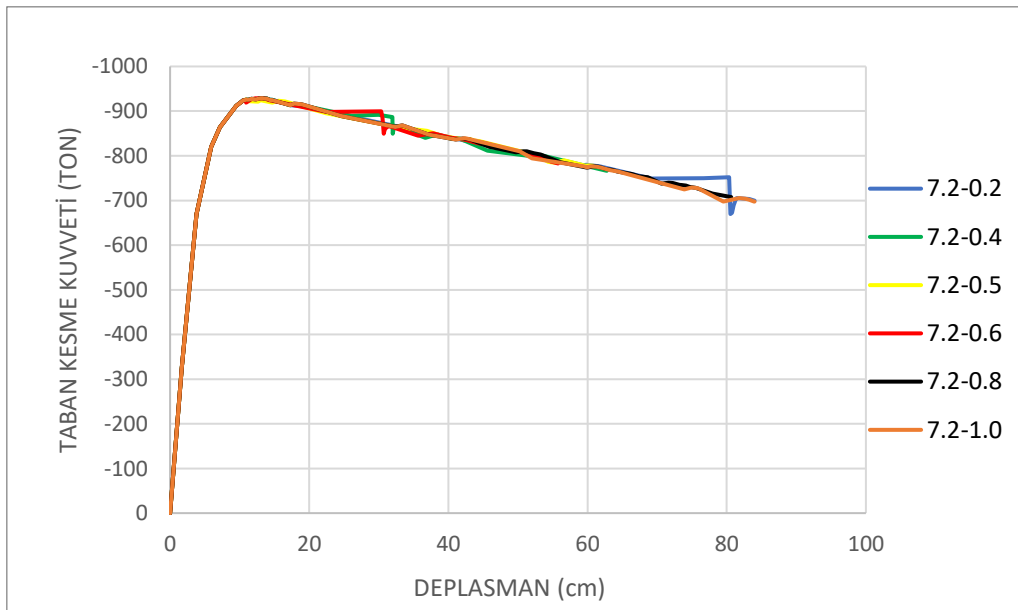




(b)

**Şekil 4.4.22 :** a) Eşdeğer Deprem Yüğü Yöntemine Göre Elde Edilmiş Kat Deplasman Değerleri, b) Mod Birleştirme Yöntemine Göre Elde Edilmiş Kat Deplasman Değerleri

Model 7.2 'nin bina yüksekliği 21 m olarak belirlendiği için bu binaya uygulanacak doğrusal ötesi analizde tepe noktasından bina yüksekliğinin %4 'ü kadar, yani 84 cm deplasman uygulanmıştır. Bu çalışma kapsamında taşıyıcı elemanlar üzerindeki plastik mafsal boylarının dayanım fazlalığı katsayısı üzerindeki etkisi de inceleneceği için 6 farklı mafsal boyu ile bu model üzerinde statik itme analizleri tekrarlanmıştır. Doğrusal ötesi analizler sonucunda Şekil 4.4.23 'de farklı mafsal boyları için elde edilen taban kesme – tepe deplasman değeri grafiği verilmiştir.



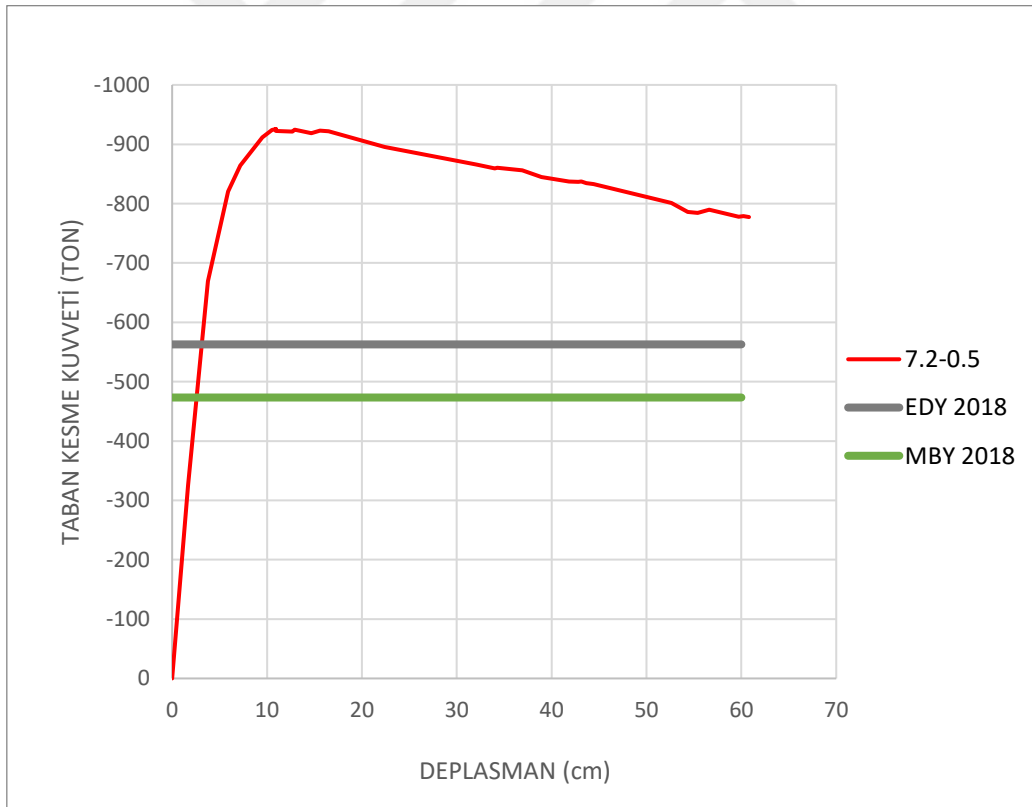
**Şekil 4.4.23 :** Farklı Mafsal Boyları İçin Elde Edilen Taban Kesme – Tepe Deplasman Değerleri

Çizelge 4.4.8 'de Model 7.2 'nin farklı mafsal boyları ile elde edilmiş olan taban kesme kuvvetleri ve bu kuvvetler altında oluşan deplasman değerleri verilmiştir.

**Çizelge 4.4.8 :** Model 7.2 'nin Farklı Mafsal Boylarında Elde Edilen Taban Kesme Kuvveti ve Bu Kuvvetlerin Modelde Oluşturduğu Tepe Deplasman Değerleri

Mafsal Boyları	Tepe Deplasmanı (cm)	Taban Kesme Kuvveti (ton)
0.2	13.277 cm	-929.387
0.4	13.279 cm	-929.236
0.5	13.278 cm	-929.254
0.6	13.571 cm	-928.739
0.8	13.279 cm	-929.081
1.0	13.279 cm	-929.064

Bu modele ait Eşdeğer Deprem Yüğü Yöntemi ile elde edilen taban kesme kuvveti değeri (EDY 2018), Mod Birleştirme Yöntemi ile elde edilen taban kesme kuvveti değeri (MBY2018) ve statik itme analizi ile elde edilen taban kesme kuvveti değerleri Şekil 4.4.24 'de kıyaslanmıştır.

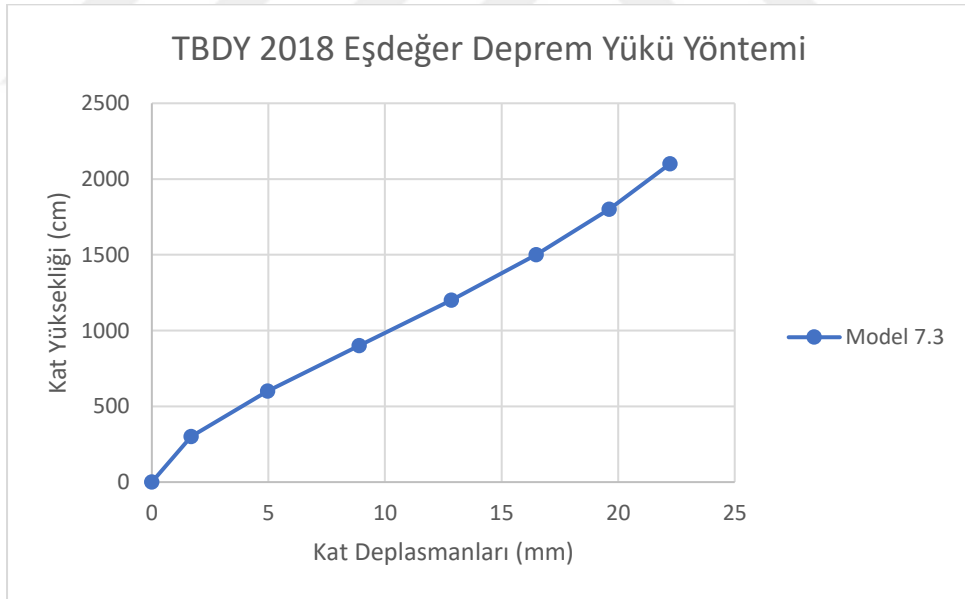


**Şekil 4.4.24 :** Doğrusal ve Doğrusal Ötesi Yöntemlerle Elde Edilen Taban Kesme Kuvveti Değerlerinin Kıyaslanması

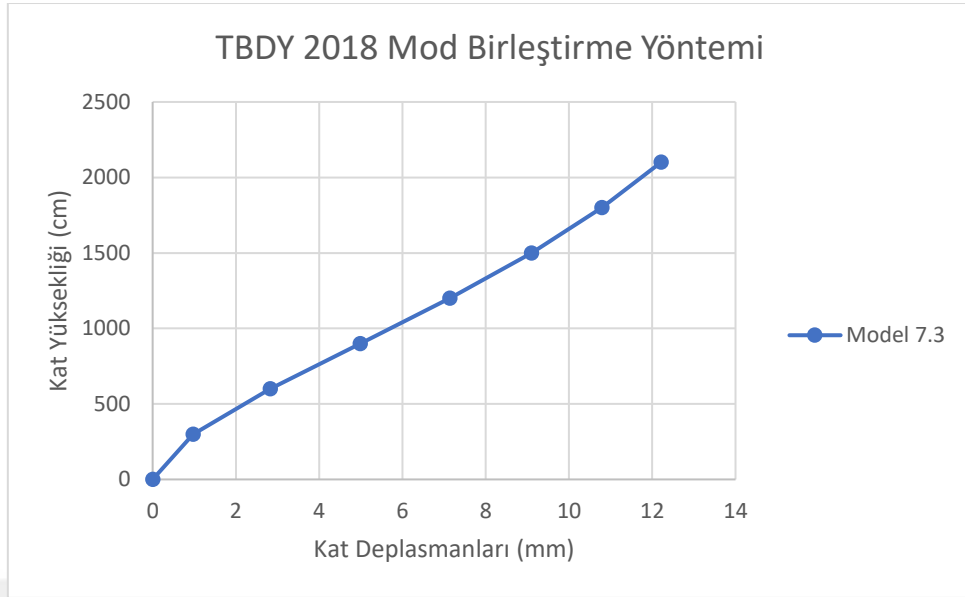


#### 4.4.9. Model 7.3

Bu model 7 katlı olarak tasarlanan perde oranı 1.011 olan 3. tip modeldir. Bu modelde kullanılan perde boyutları 25 x 290 cm olarak belirlenmiştir ve her katta X doğrultusunda 10 adet betonarme perde bulunmaktadır. Geometrik özellikleri 7 katlı tüm modellerle özdeştir. Bu modele ait kat planı ve SAP2000’de hazırlanmış 3 boyutlu gösterimi Bölüm 3.3.9 ’de verilmiştir. Bu model için TBDY 2018 ‘de  $R = 7$  ve  $D = 2.5$  olarak belirtilmiştir. Bu modelin zemin kat kolonları temele ankastre mesnetli kabul edilmiş, kat hizalarında döşeme plakları oluşturulmayıp onun yerine döşeme yükleri üçgen yayılı yük olarak kirişlere aktarılmış ve rijit diyafram kabulü ile analiz işlemleri gerçekleştirilmiştir. Elemana ait tüm kolonlar 40 x 40 cm, tüm kirişler 25 x 50 cm olarak tasarlanmıştır. Kat yüksekliği 3 m olup toplam bina yüksekliği 21 m’dir ve deplasman kontrollü statik itme analizi yüklemesi 21 m kotunda seçilen bir düğüm noktasına yüklenmiştir. Şekil 4.4.25 ‘de bu modele ait Eşdeğer Deprem Yüğü Yöntemine göre ve Mod Birleştirme Yöntemine göre elde edilmiş kat deplasman değerleri grafikleri verilmiştir. Bu analizler TBDY 2018 yönetmeliğinde belirtilen koşullara uygun olarak yapılmıştır.



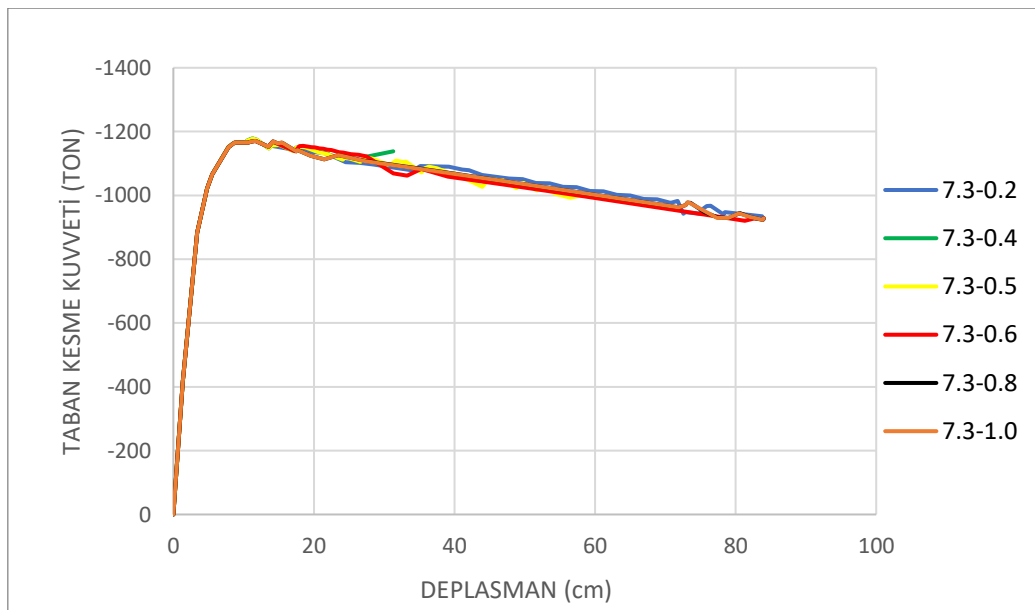
(a)



(b)

Şekil 4.4.25 : a) Eşdeğer Deprem Yüğü Yöntemine Göre Elde Edilmiş Kat Deplasman Değerleri, b) Mod Birleştirme Yöntemine Elde Edilmiş Kat Deplasman Değerleri

Model 7.1 'in bina yüksekliği 21 m olarak belirlendiği için bu binaya uygulanacak doğrusal ötesi analizde tepe noktasından bina yüksekliğinin %4 'ü kadar, yani 84 cm deplasman uygulanmıştır. Bu çalışma kapsamında taşıyıcı elemanlar üzerindeki plastik mafsalları boylarının dayanım fazlalığı katsayısı üzerindeki etkisi de inceleneceği için 6 farklı mafsalları boyu ile bu model üzerinde statik itme analizleri tekrarlanmıştır. Doğrusal ötesi analizler sonucunda Şekil 4.4.26 'da farklı mafsalları boyları için elde edilen taban kesme – tepe deplasman değeri grafiği verilmiştir.



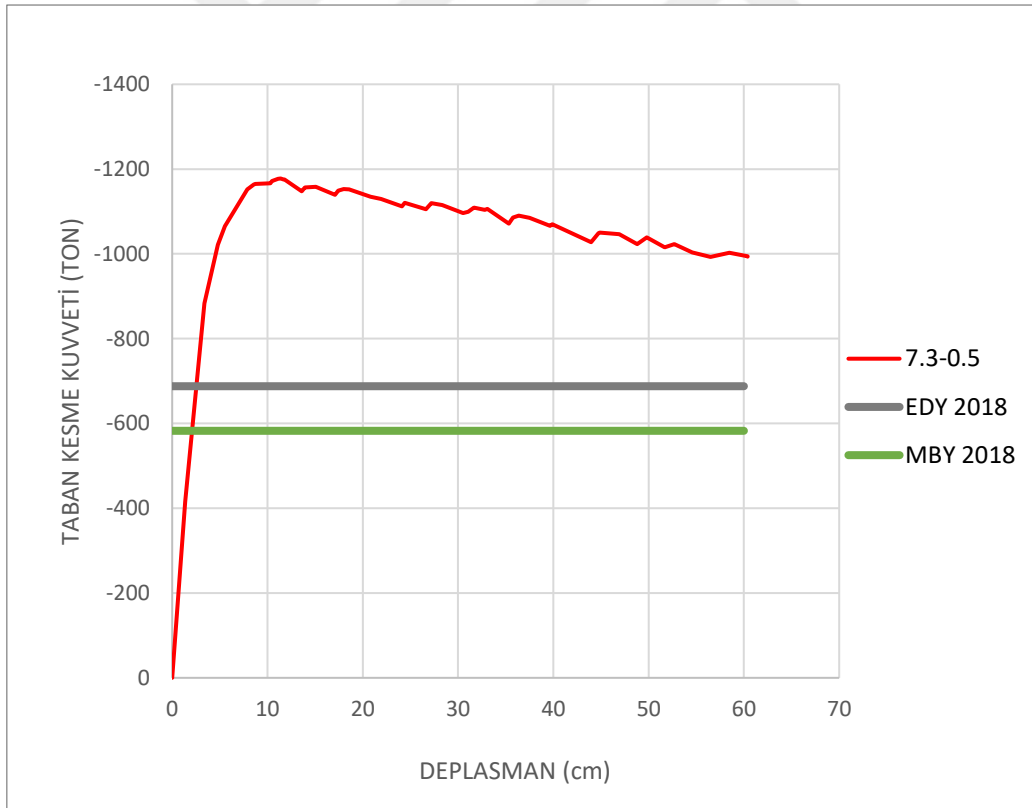
Şekil 4.4.26: Farklı Mafsalları Boyları İçin Elde Edilen Taban Kesme – Tepe Deplasman Değerleri

Çizelge 4.4.9 'da Model 7.3 'ün farklı mafsalsal boyları ile elde edilmiş olan taban kesme kuvvetleri ve bu kuvvetler altında oluşan deplasman değerleri verilmiştir.

**Çizelge 4.4.9 :** Model 7.3 'ün Farklı Mafsalsal Boylarında Elde Edilen Taban Kesme Kuvveti ve Bu Kuvvetlerin Modelde Oluşturduğu Tepe Deplasman Değerleri

Mafsalsal Boyları	Tepe Deplasmanı (cm)	Taban Kesme Kuvveti (ton)
0.2	11.374 cm	-1178.05
0.4	11.374 cm	-1177.84
0.5	11.374 cm	-1177.8
0.6	11.695 cm	-1170.67
0.8	11.697 cm	-1170.73
1.0	11.697 cm	-1170.71

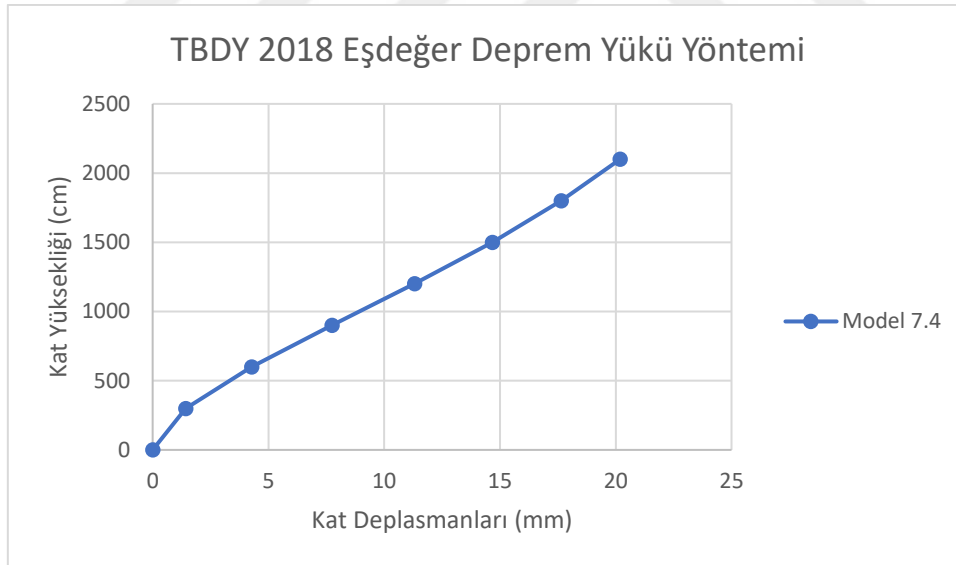
Bu modele ait Eşdeğer Deprem Yüğü Yöntemi ile elde edilen taban kesme kuvveti değeri (EDY 2018), Mod Birleştirme Yöntemi ile elde edilen taban kesme kuvveti değeri (MBY 2018) ve statik itme analizi ile elde edilen taban kesme kuvveti değerleri Şekil 4.4.27 'de kıyaslanmıştır.

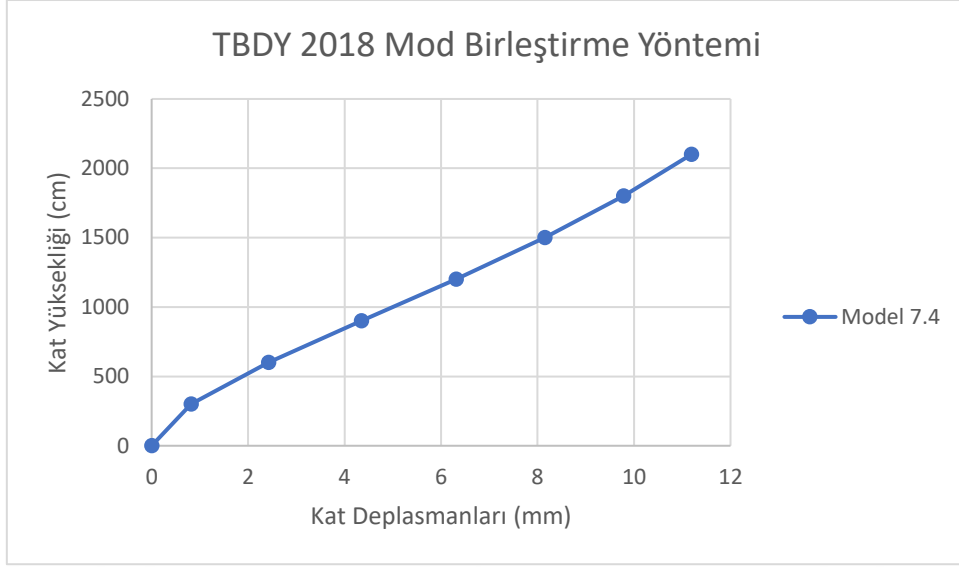


**Şekil 4.4.27 :** Doğrusal ve Doğrusal Ötesi Yöntemlerle Elde Edilen Taban Kesme Kuvveti Değerlerinin Kıyaslanması

#### 4.4.10. Model 7.4

Bu model 7 katlı olarak tasarlanan perde oranı 1.416 olan 4. tip modeldir. Bu modelde kullanılan perde boyutları 25 x 290 cm olarak belirlenmiştir ve her katta X doğrultusunda 14 adet betonarme perde bulunmaktadır. Bu modele ait kat planı ve SAP2000 'de hazırlanmış 3 boyutlu gösterimi, Bölüm 3.3.10 'de verilmiştir. Bu model için TBDY2018 'de  $R = 7$  ve  $D = 2.5$  olarak belirtilmiştir. Bu modelin zemin kat kolonları temele ankastre mesnetli kabul edilmiş, kat hizalarında döşeme plakları oluşturulmayıp onun yerine döşeme yükleri üçgen yayılı yük olarak kirişlere aktarılmış ve rijit diyafram kabulü ile analiz işlemleri gerçekleştirilmiştir. Elemana ait tüm kolonlar 40 x 40 cm, tüm kirişler 25 x 50 cm olarak tasarlanmıştır. Kat yüksekliği 3 m olup toplam bina yüksekliği 12 metredir ve deplasman kontrollü statik itme analizi yüklemesi 12 m kotunda seçilen bir düğüm noktasına yüklenmiştir. Şekil 4.4.28 'de bu modele ait Eşdeğer Deprem Yüğü Yöntemine göre ve Mod Birleştirme Yöntemine göre elde edilmiş kat deplasman değerleri grafikleri verilmiştir. Bu analizler TBDY 2018 yönetmeliğinde belirtilen koşullara uygun olarak yapılmıştır.

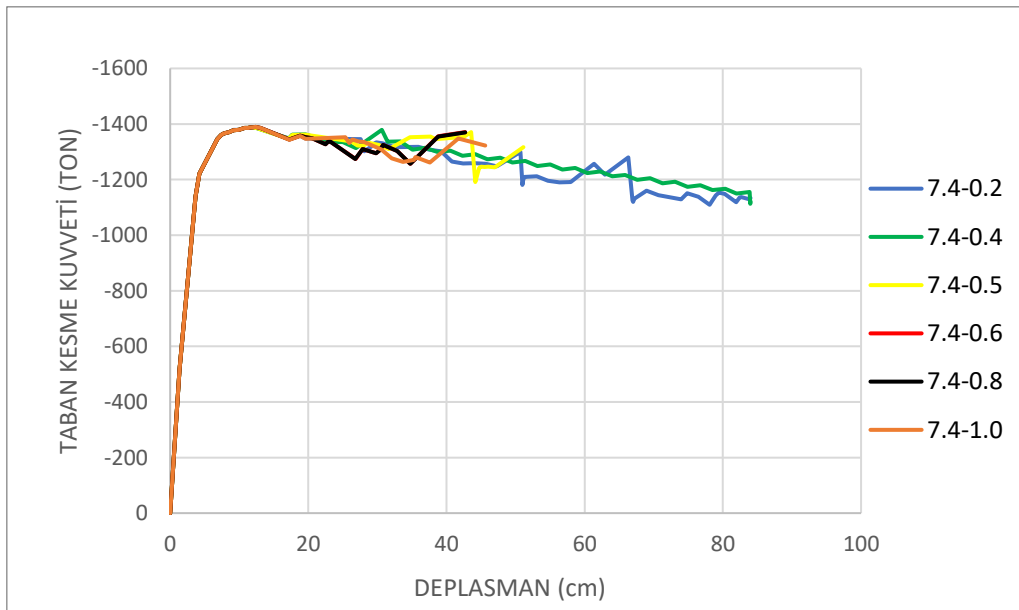




(b)

**Şekil 4.4.28 :** a) Eşdeğer Deprem Yüğü Yöntemine Göre Elde Edilmiş Kat Deplasman Değerleri, b) Mod Birleştirme Yöntemine Göre Elde Edilmiş Kat Deplasman Değerleri

Model 7.4 'ün bina yüksekliği 21 m olarak belirlendiği için bu binaya uygulanacak doğrusal ötesi analizde tepe noktasından bina yüksekliğinin %4 'ü kadar, yani 84 cm deplasman uygulanmıştır. Bu çalışma kapsamında taşıyıcı elemanlar üzerindeki plastik mafsal boylarının dayanım fazlalığı katsayısı üzerindeki etkisi de inceleneceği için 6 farklı mafsal boyu ile bu model üzerinde statik itme analizleri tekrarlanmıştır. Doğrusal ötesi analizler sonucunda Şekil 4.4.29 'da farklı mafsal boyları için elde edilen taban kesme – tepe deplasman değeri grafiği verilmiştir.



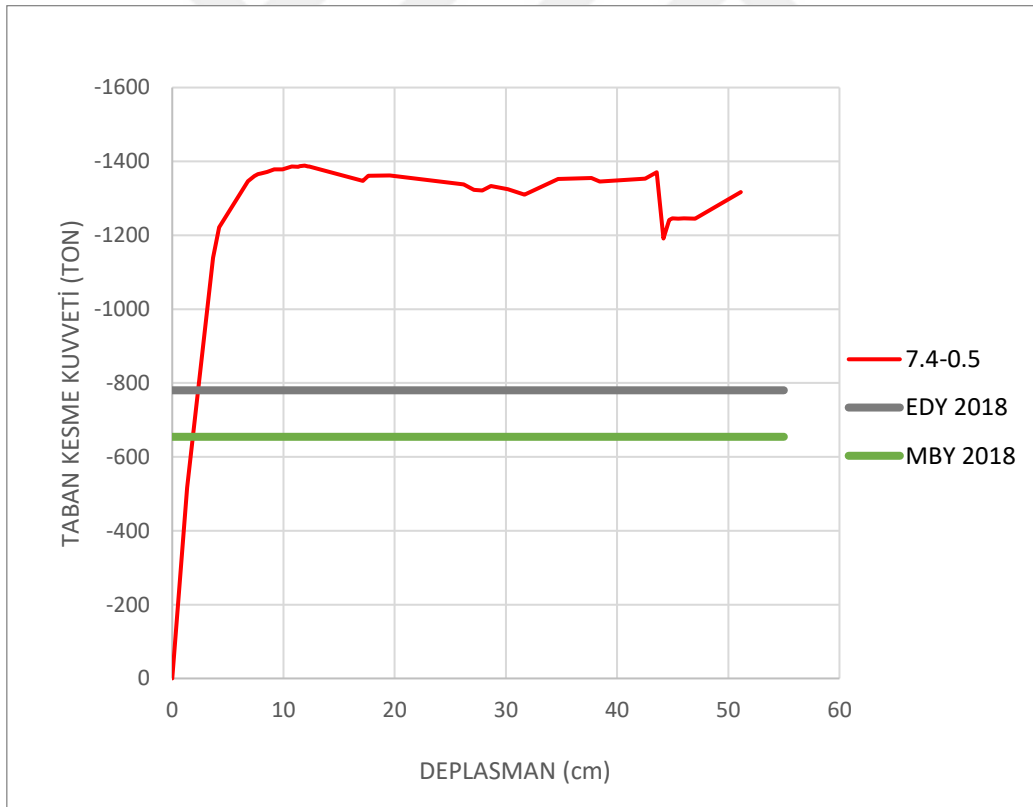
**Şekil 4.4.29 :** Farklı Mafsal Boyları İçin Elde Edilen Taban Kesme – Tepe Deplasman Değerleri

Çizelge 4.4.10 'da Model 7.4 'ün farklı mafsalsal boyları ile elde edilmiş olan taban kesme kuvvetleri ve bu kuvvetler altında oluşan deplasman değerleri verilmiştir.

**Çizelge 4.4.10 :** Model 7.4 'ün Farklı Mafsalsal Boylarında Elde Edilen Taban Kesme Kuvveti ve Bu Kuvvetlerin Modelde Oluşturduğu Tepe Deplasman Değerleri

Mafsalsal Boyları	Tepe Deplasmanı (cm)	Taban Kesme Kuvveti (ton)
0.2	11.335 cm	-1388.91
0.4	11.334 cm	-1388.65
0.5	11.335 cm	-1388.6
0.6	11.333 cm	-1389.64
0.8	11.334 cm	-1389.59
1.0	11.336 cm	-1389.56

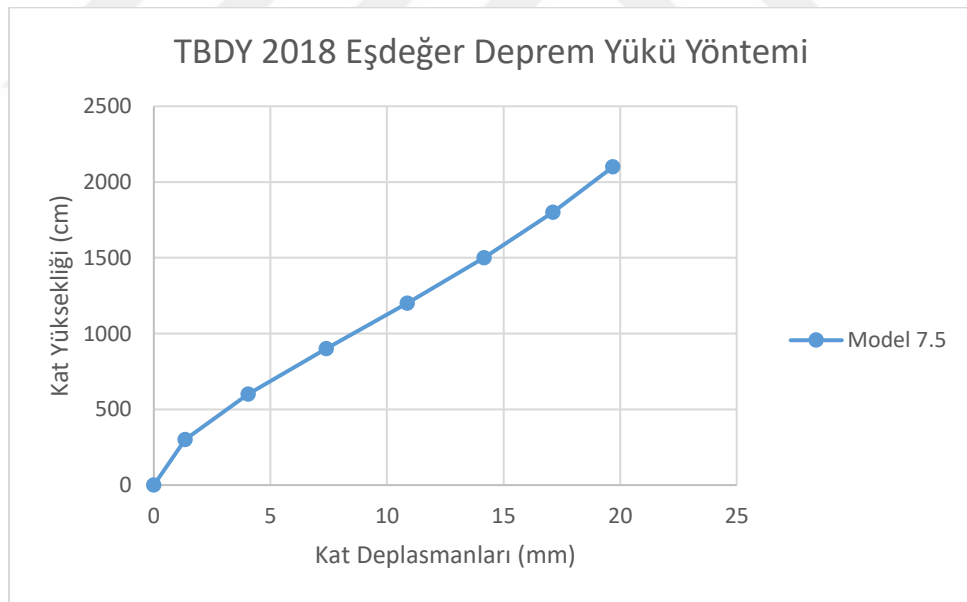
Bu modele ait Eşdeğer Deprem Yüğü Yöntemi ile elde edilen taban kesme kuvveti değeri (EDY 2018), Mod Birleştirme Yöntemi ile elde edilen taban kesme kuvveti değeri (MBY2018) ve statik itme analizi ile elde edilen taban kesme kuvveti değerleri Şekil 4.4.30 'da kıyaslanmıştır.

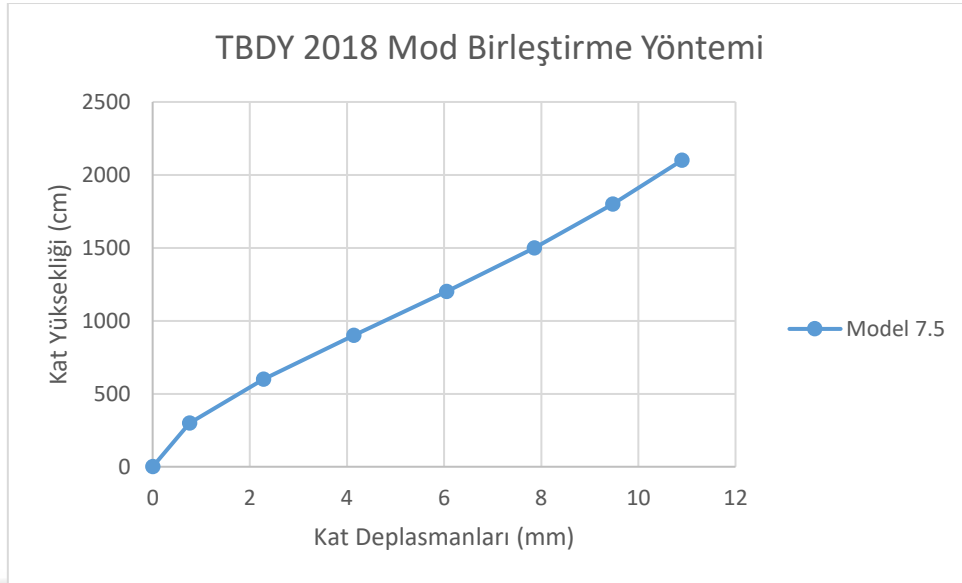


**Şekil 4.4.30 :** Doğrusal ve Doğrusal Ötesi Yöntemlerle Elde Edilen Taban Kesme Kuvveti Değerlerinin Kıyaslanması

#### 4.4.11. Model 7.5

Bu model 7 katlı olarak tasarlanan perde oranı 1.702 olan 5. tip modeldir. Bu modelde kullanılan perde boyutları 25 x 305 cm olarak belirlenmiştir ve her katta X doğrultusunda 16 adet betonarme perde bulunmaktadır. Geometrik özellikleri 7 katlı tüm modellerle özdeştir. Bu modele ait kat planı ve SAP2000’de hazırlanmış 3 boyutlu gösterimi Bölüm 3.3.11 ’de verilmiştir. Bu model için TBDY 2018 ‘de  $R = 7$  ve  $D = 2.5$  olarak belirtilmiştir. Bu modelin zemin kat kolonları temele ankastre mesnetli kabul edilmiş, kat hizalarında döşeme plakları oluşturulmayıp onun yerine döşeme yükleri üçgen yayılı yük olarak kirişlere aktarılmış ve rijit diyafram kabulü ile analiz işlemleri gerçekleştirilmiştir. Elemana ait tüm kolonlar 40 x 40 cm, tüm kirişler 25 x 50 cm olarak tasarlanmıştır. Kat yüksekliği 3 m olup toplam bina yüksekliği 21 m’dir ve deplasman kontrollü statik itme analizi yüklemesi 21 m kotunda seçilen bir düğüm noktasına yüklenmiştir. Şekil 4.4.31 ‘de bu modele ait Eşdeğer Deprem Yüğü Yöntemine göre ve Mod Birleştirme Yöntemine göre elde edilmiş kat deplasman değerleri grafikleri verilmiştir. Bu analizler TBDY 2018 yönetmeliğinde belirtilen koşullara uygun olarak yapılmıştır.

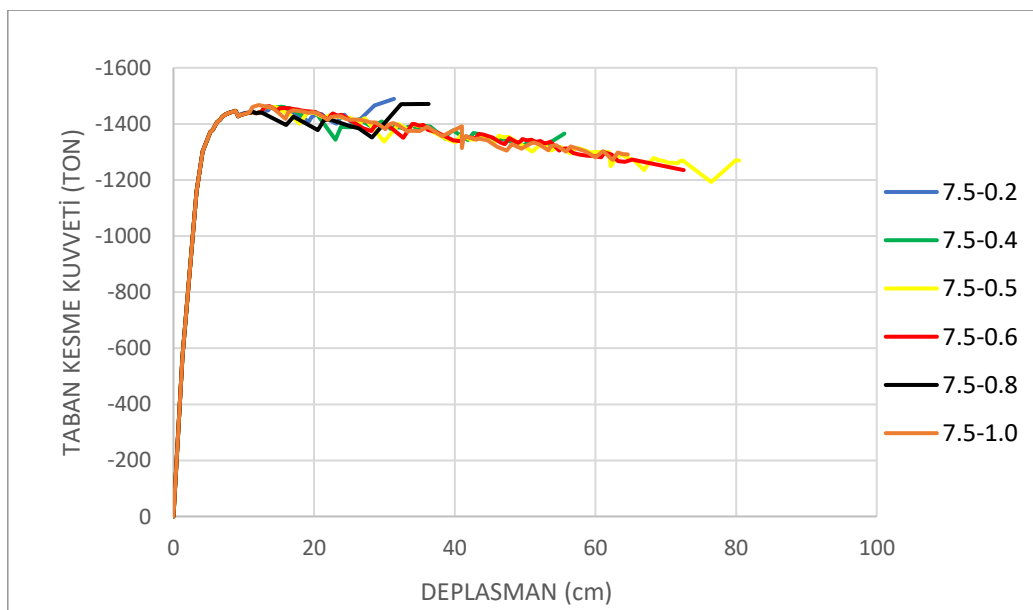




(b)

**Şekil 4.4.31 : a)** Eşdeğer Deprem Yüğü Yöntemine Göre Elde Edilmiş Kat Deplasman Değerleri, **b)** Mod Birleştirme Yöntemine Elde Edilmiş Kat Deplasman Değerleri

Model 7.1 'in bina yüksekliği 21 m olarak belirlendiği için bu binaya uygulanacak doğrusal ötesi analizde tepe noktasından bina yüksekliğinin %4 'ü kadar, yani 84 cm deplasman uygulanmıştır. Bu çalışma kapsamında taşıyıcı elemanlar üzerindeki plastik mafsalları boylarının dayanım fazlalığı katsayısı üzerindeki etkisi de inceleneceği için 6 farklı mafsalları boyu ile bu model üzerinde statik itme analizleri tekrarlanmıştır. Doğrusal ötesi analizler sonucunda Şekil 4.4.32 'de farklı mafsalları boyları için elde edilen taban kesme – tepe deplasman değeri grafiği verilmiştir.



**Şekil 4.4.32 :** Farklı Mafsalları Boyları İçin Elde Edilen Taban Kesme – Tepe Deplasman Değerleri

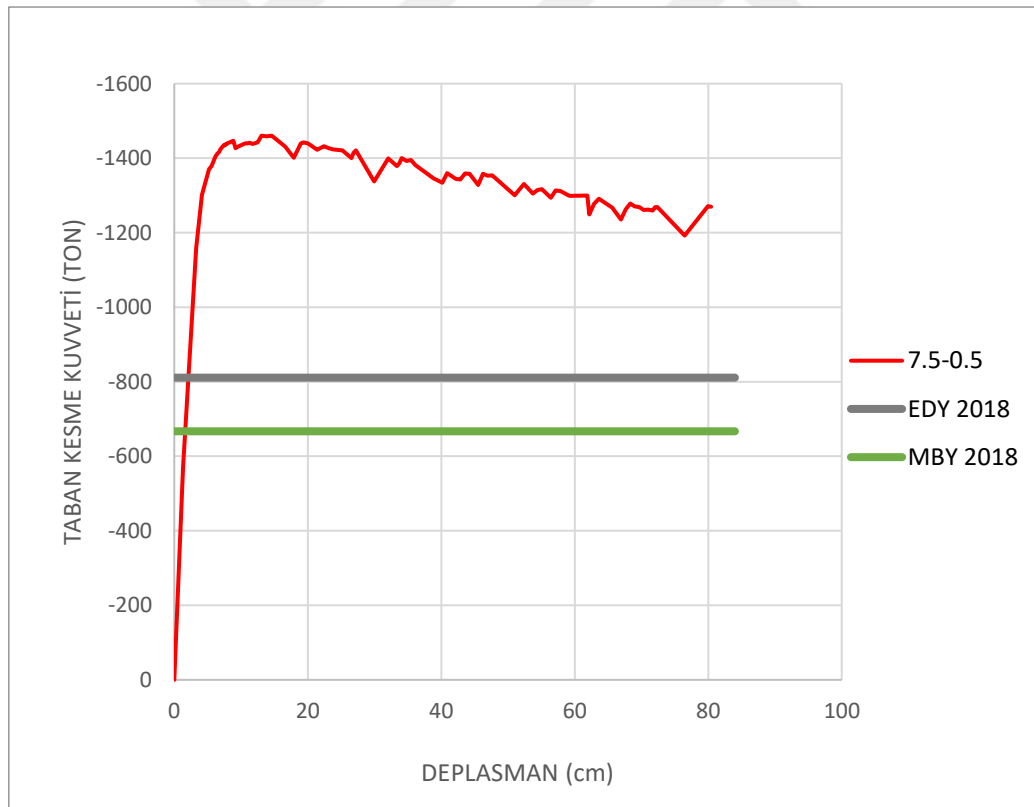


Çizelge 4.4.11 'de Model 7.5 'in farklı mafsal boyları ile elde edilmiş olan taban kesme kuvvetleri ve bu kuvvetler altında oluşan deplasman değerleri verilmiştir.

**Çizelge 4.4.11 :** Model 7.5 'in Farklı Mafsal Boylarında Elde Edilen Taban Kesme Kuvveti ve Bu Kuvvetlerin Modelde Oluşturduğu Tepe Deplasman Değerleri

Mafsal Boyları	Tepe Deplasmanı (cm)	Taban Kesme Kuvveti (ton)
0.2	8.825 cm	-1444.98
0.4	8.822 cm	-1446.91
0.5	8.822 cm	-1446.89
0.6	8.822 cm	-1446.88
0.8	8.822 cm	-1446.86
1.0	8.822 cm	-1446.83

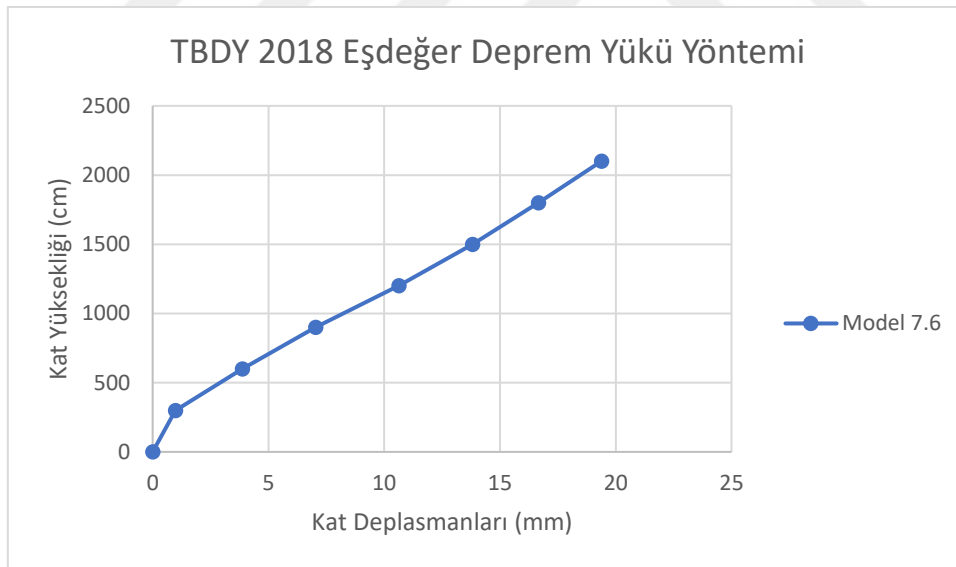
Bu modele ait Eşdeğer Deprem Yüğü Yöntemi ile elde edilen taban kesme kuvveti değeri (EDY 2018), Mod Birleştirme Yöntemi ile elde edilen taban kesme kuvveti değeri (MBY 2018) ve statik itme analizi ile elde edilen taban kesme kuvveti değerleri Şekil 4.4.33 'de kıyaslanmıştır.

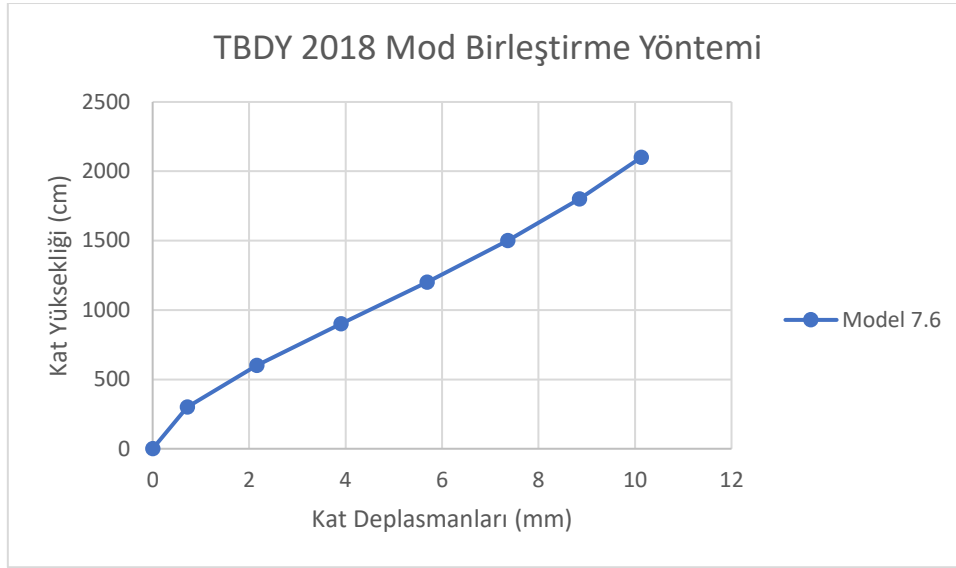


**Şekil 4.4.33 :** Doğrusal ve Doğrusal Ötesi Yöntemlerle Elde Edilen Taban Kesme Kuvveti Değerlerinin Kıyaslanması

#### 4.4.12. Model 7.6

Bu model 7 katlı olarak tasarlanan perde oranı 2.023 olan 6. tip modeldir. Bu modelde kullanılan perde boyutları 25 x 290 cm olarak belirlenmiştir ve her katta X doğrultusunda 20 adet betonarme perde bulunmaktadır. Bu modele ait kat planı ve SAP2000 'de hazırlanmış 3 boyutlu gösterimi, Bölüm 3.3.12 'de verilmiştir. Bu model için TBDY2018 'de  $R = 6$  ve  $D = 2.5$  olarak belirtilmiştir. Bu modelin zemin kat kolonları temele ankastre mesnetli kabul edilmiş, kat hizalarında döşeme plakları oluşturulmayıp onun yerine döşeme yükleri üçgen yayılı yük olarak kirişlere aktarılmış ve rijit diyafram kabulü ile analiz işlemleri gerçekleştirilmiştir. Elemana ait tüm kolonlar 40 x 40 cm, tüm kirişler 25 x 50 cm olarak tasarlanmıştır. Kat yüksekliği 3 m olup toplam bina yüksekliği 12 metredir ve deplasman kontrollü statik itme analizi yüklemesi 12 m kotunda seçilen bir düğüm noktasına yüklenmiştir. Şekil 4.4.34 'de bu modele ait Eşdeğer Deprem Yüğü Yöntemine göre ve Mod Birleştirme Yöntemine göre elde edilmiş kat deplasman değerleri grafikleri verilmiştir. Bu analizler TBDY 2018 yönetmeliğinde belirtilen koşullara uygun olarak yapılmıştır.

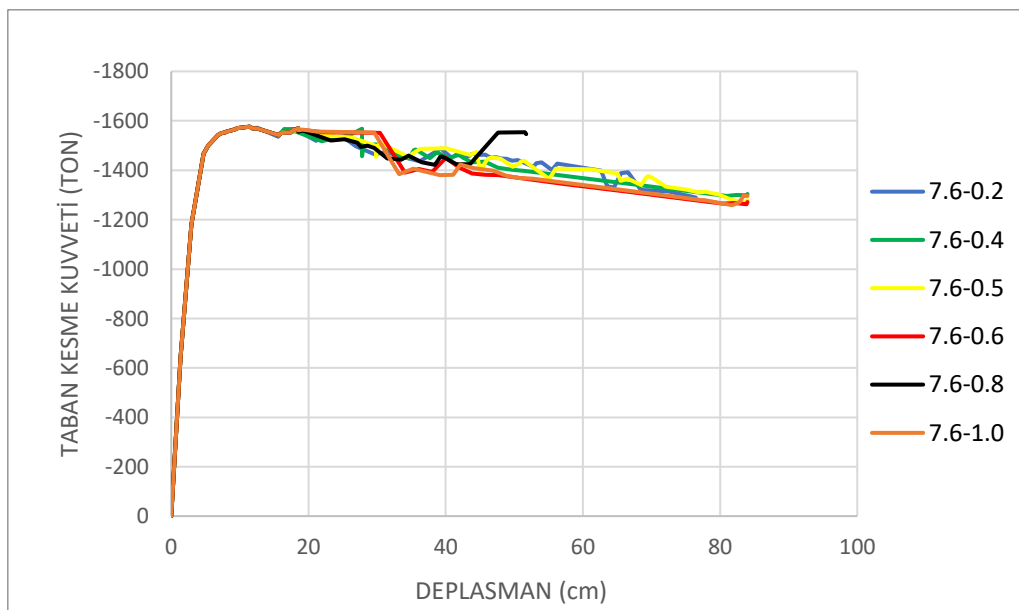




(b)

**Şekil 4.4.34 :** a) Eşdeğer Deprem Yüğü Yöntemine Göre Elde Edilmiş Kat Deplasman Değerleri, b) Mod Birleştirme Yöntemine Göre Elde Edilmiş Kat Deplasman Değerleri

Model 7. 'nın bina yüksekliği 21 m olarak belirlendiği için bu binaya uygulanacak doğrusal ötesi analizde tepe noktasından bina yüksekliğinin %4 'ü kadar, yani 84 cm deplasman uygulanmıştır. Bu çalışma kapsamında taşıyıcı elemanlar üzerindeki plastik mafsal boylarının dayanım fazlalığı katsayısı üzerindeki etkisi de inceleneceği için 6 farklı mafsal boyu ile bu model üzerinde statik itme analizleri tekrarlanmıştır. Doğrusal ötesi analizler sonucunda Şekil 4.4.35 'de farklı mafsal boyları için elde edilen taban kesme – tepe deplasman değeri grafiği verilmiştir.



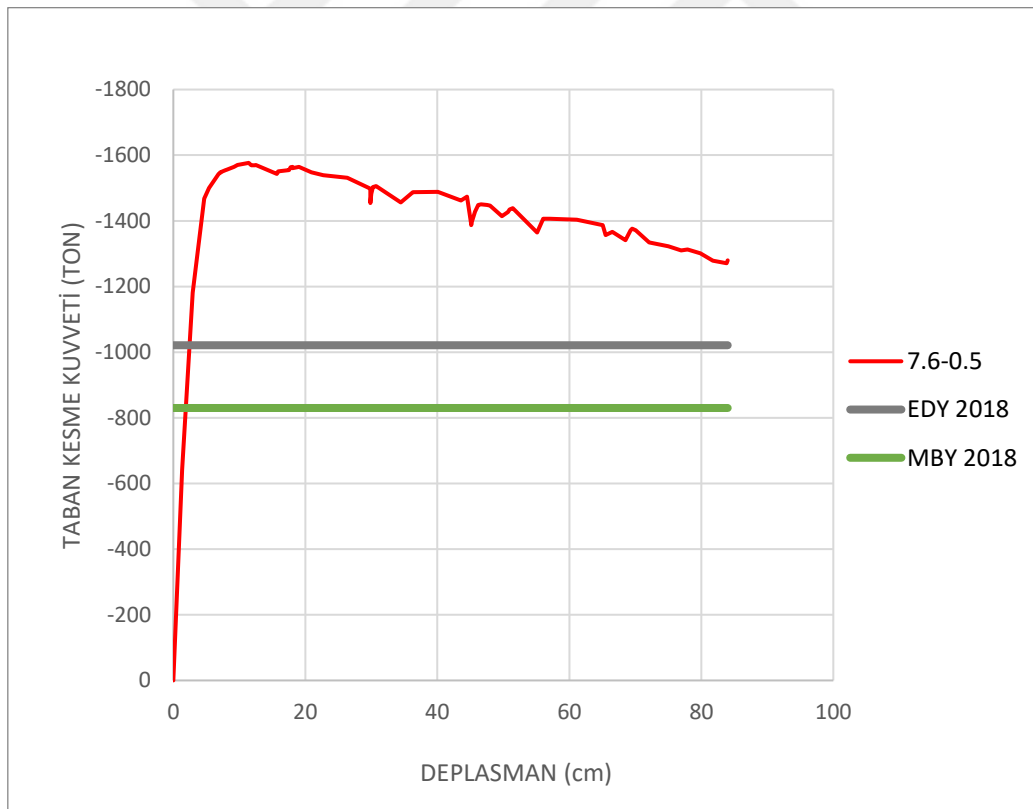
**Şekil 4.4.35 :** Farklı Mafsal Boyları İçin Elde Edilen Taban Kesme – Tepe Deplasman Değerleri

Çizelge 4.4.12 'de Model 7.6 'nın farklı mafsalsal boyları ile elde edilmiş olan taban kesme kuvvetleri ve bu kuvvetler altında oluşan deplasman değerleri verilmiştir.

**Çizelge 4.4.12 :** Model 7.6 'nın Farklı Mafsalsal Boylarında Elde Edilen Taban Kesme Kuvveti ve Bu Kuvvetlerin Modelde Oluşturduğu Tepe Deplasman Değerleri

Mafsalsal Boyları	Tepe Deplasmanı (cm)	Taban Kesme Kuvveti (ton)
0.2	8.051 cm	-1576.25
0.4	8.061 cm	-1576.25
0.5	8.060 cm	-1576.57
0.6	8.060 cm	-1576.53
0.8	8.060 cm	-1576.47
1.0	8.060 cm	-1576.44

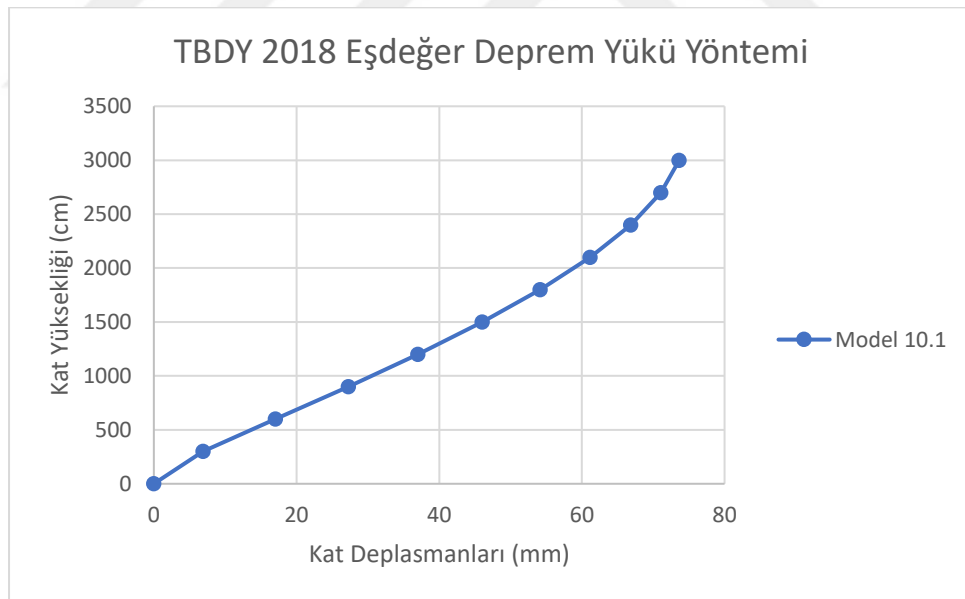
Bu modele ait Eşdeğer Deprem Yüklü Yöntemi ile elde edilen taban kesme kuvveti değeri (EDY 2018), Mod Birleştirme Yöntemi ile elde edilen taban kesme kuvveti değeri (MBY2018) ve statik itme analizi ile elde edilen taban kesme kuvveti değerleri Şekil 4.4.36 'da kıyaslanmıştır.



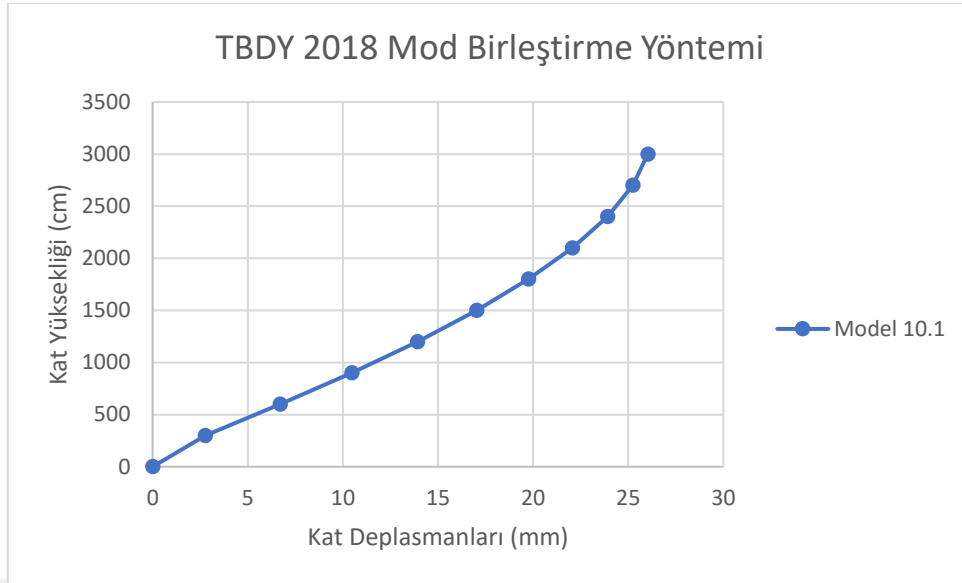
**Şekil 4.4.36 :** Doğrusal ve Doğrusal Ötesi Yöntemlerle Elde Edilen Taban Kesme Kuvveti Değerlerinin Kıyaslanması

#### 4.4.13. Model 10.1

Bu model 10 katlı olarak tasarlanan 6 tip bina modeli için, kat planında betonarme perde eleman bulundurmeyen, doğrusal ve doğrusal ötesi analizlerde kıyas yapabilmek adına tasarlanmış olan modeldir. Geometrik özellikleri 10 katlı tüm modellerle özdeştir. Bu modele ait kat planı ve SAP2000’de hazırlanmış 3 boyutlu gösterimi Bölüm 3.3.13 ’de verilmiştir. Bu model için TBDY 2018 ‘de  $R = 8$  ve  $D = 3$  olarak belirtilmiştir. Bu modelin zemin kat kolonları temele ankastre mesnetli kabul edilmiş, kat hizalarında döşeme plakları oluşturulmayıp onun yerine döşeme yükleri üçgen yayılı yük olarak kirişlere aktarılmış ve rijit diyafram kabulü ile analiz işlemleri gerçekleştirilmiştir. Elemana ait tüm kolonlar 40 x 40 cm, tüm kirişler 25 x 50 cm olarak tasarlanmıştır. Kat yüksekliği 3 m olup toplam bina yüksekliği 30 m’dir ve deplasman kontrollü statik itme analizi yüklemesi 30 m kotunda seçilen bir düğüm noktasına yüklenmiştir. Şekil 4.4.37 ‘de bu modele ait Eşdeğer Deprem Yüğü Yöntemine göre ve Mod Birleştirme Yöntemine göre elde edilmiş kat deplasman değerleri grafikleri verilmiştir. Bu analizler TBDY 2018 yönetmeliğinde belirtilen koşullara uygun olarak yapılmıştır.



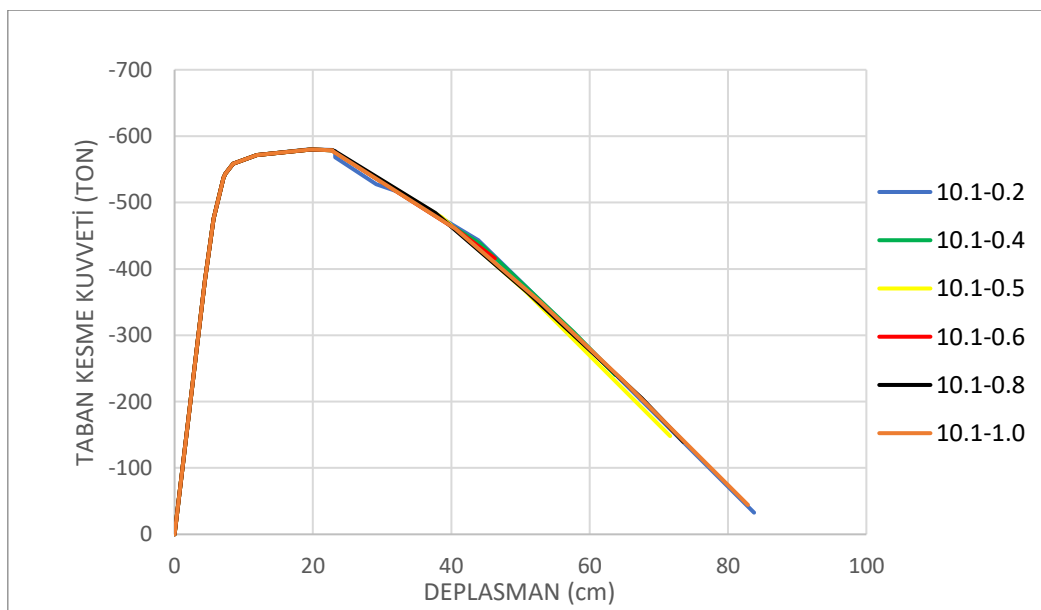
(a)



(b)

**Şekil 4.4.37 : a)** Eşdeğer Deprem Yüğü Yöntemine Göre Elde Edilmiş Kat Deplasman Değerleri, **b)** Mod Birleştirme Yöntemine Elde Edilmiş Kat Deplasman Değerleri

Model 10.1 'in bina yüksekliği 30 m olarak belirlendiği için bu binaya uygulanacak doğrusal ötesi analizde tepe noktasından bina yüksekliğinin %4 'ü kadar, yani 120 cm deplasman uygulanmıştır. Bu çalışma kapsamında taşıyıcı elemanlar üzerindeki plastik mafsalları boylarının dayanım fazlalığı katsayısı üzerindeki etkisi de inceleneceği için 6 farklı mafsalları boyu ile bu model üzerinde statik itme analizleri tekrarlanmıştır. Doğrusal ötesi analizler sonucunda Şekil 4.4.38 'de farklı mafsalları boyları için elde edilen taban kesme – tepe deplasman değeri grafiği verilmiştir.



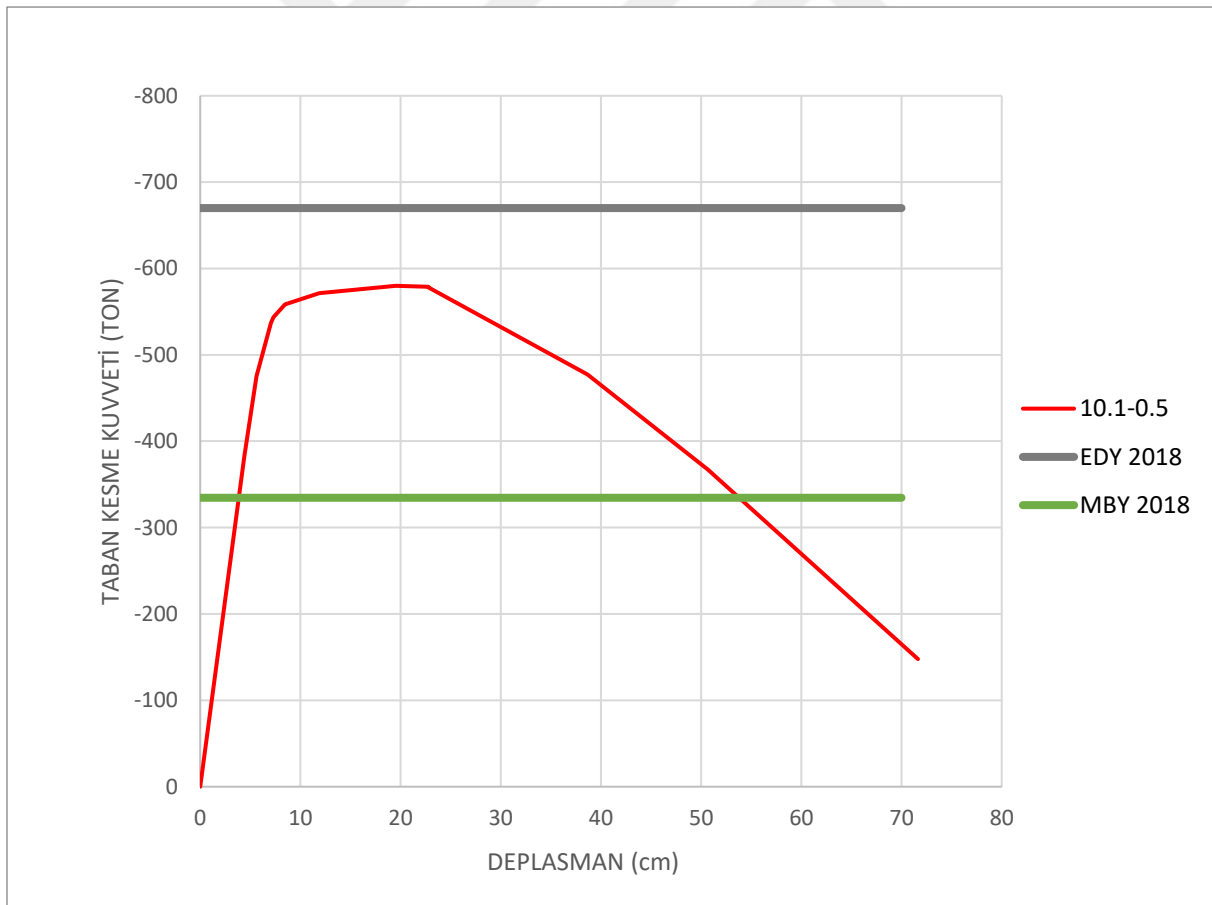
**Şekil 4.4.38 :** Farklı Mafsalları Boyları İçin Elde Edilen Taban Kesme – Tepe Deplasman Değerleri

Çizelge 4.4.13 'de Model 10.1 'in farklı mafsalsal boyları ile elde edilmiş olan taban kesme kuvvetleri ve bu kuvvetler altında oluşan deplasman değerleri verilmiştir.

**Çizelge 4.4.13 :** Model 10.1 'in Farklı Mafsalsal Boylarında Elde Edilen Taban Kesme Kuvveti ve Bu Kuvvetlerin Modelde Oluşturduğu Tepe Deplasman Değerleri

Mafsalsal Boyları	Tepe Deplasmanı (cm)	Taban Kesme Kuvveti (ton)
0.2	19.909 cm	-580
0.4	19.915 cm	-579.851
0.5	19.914 cm	-579.815
0.6	19.915 cm	-579.795
0.8	19.915 cm	-579.77
1.0	19.916 cm	-579.756

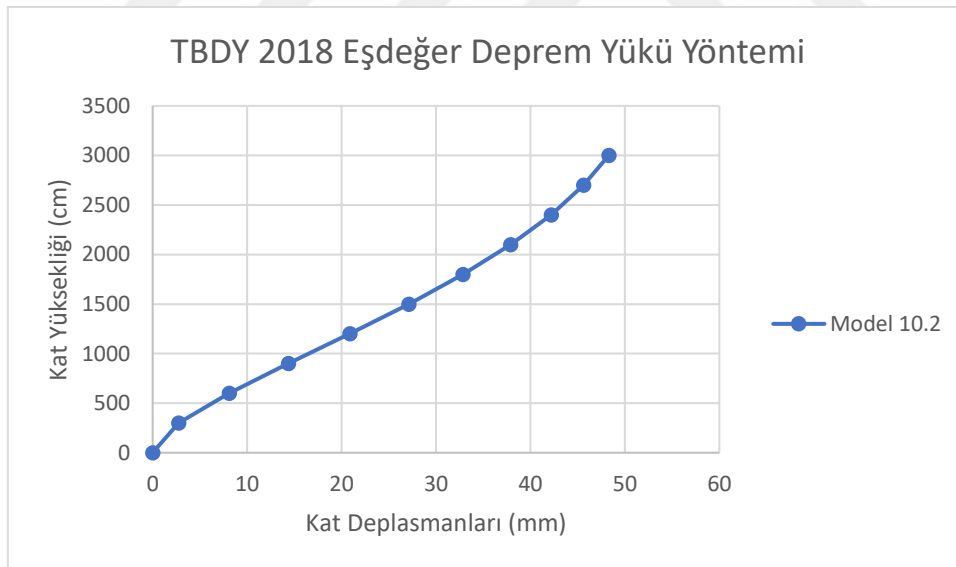
Bu modele ait Eşdeğer Deprem Yüğü Yöntemi ile elde edilen taban kesme kuvveti değeri (EDY 2018), Mod Birleştirme Yöntemi ile elde edilen taban kesme kuvveti değeri (MBY 2018) ve statik itme analizi ile elde edilen taban kesme kuvveti değerleri Şekil 4.4.39 'da kıyaslanmıştır.



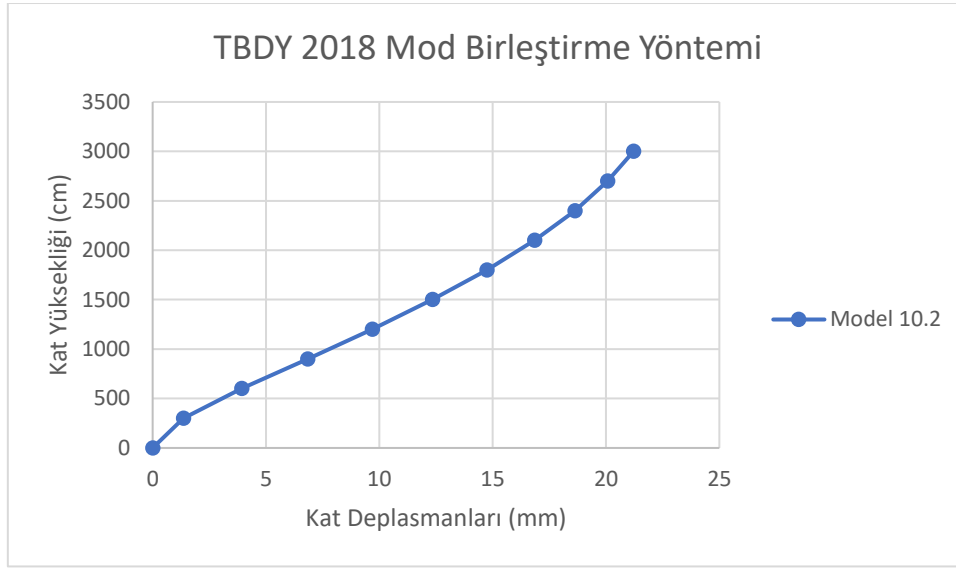
**Şekil 4.4.39:** Doğrusal ve Doğrusal Ötesi Yöntemlerle Elde Edilen Taban Kesme Kuvveti Değerlerinin Kıyaslanması

#### 4.4.14. Model 10.2

Bu model 10 katlı olarak tasarlanan perde oranı 0.512 ile en az olan modeldir. Bu modelde kullanılan perde boyutları 25 x 210 cm olarak belirlenmiştir ve her katta X doğrultusunda 10 adet betonarme perde bulunmaktadır. Bu modele ait kat planı ve SAP2000 'de hazırlanmış 3 boyutlu gösterimi, Bölüm 3.3.14 'de verilmiştir. Bu model için TBDY2018 'de  $R = 7$  ve  $D = 2.5$  olarak belirtilmiştir. Bu modelin zemin kat kolonları temele ankastre mesnetli kabul edilmiş, kat hizalarında döşeme plakları oluşturulmayıp onun yerine döşeme yükleri üçgen yayılı yük olarak kirişlere aktarılmış ve rijit diyafram kabulü ile analiz işlemleri gerçekleştirilmiştir. Elemana ait tüm kolonlar 40 x 40 cm, tüm kirişler 25 x 50 cm olarak tasarlanmıştır. Kat yüksekliği 3 m olup toplam bina yüksekliği 30 metredir ve deplasman kontrollü statik itme analizi yüklemesi 30 m kotunda seçilen bir düğüm noktasına yüklenmiştir. Şekil 4.4.40 'da bu modele ait Eşdeğer Deprem Yüğü Yöntemine göre ve Mod Birleştirme Yöntemine göre elde edilmiş kat deplasman değerleri grafikleri verilmiştir. Bu analizler TBDY 2018 yönetmeliğinde belirtilen koşullara uygun olarak yapılmıştır.



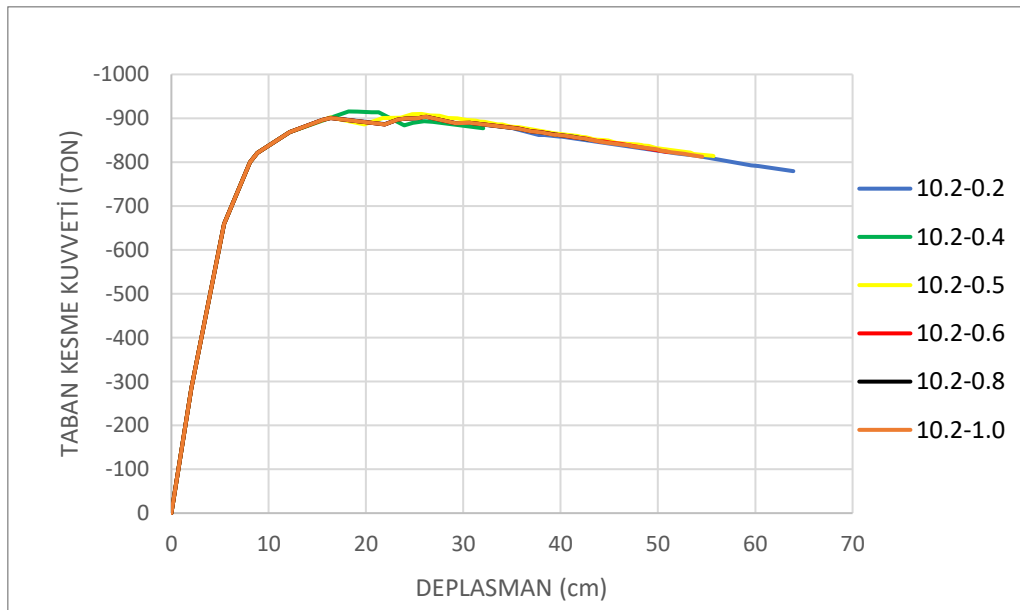




(b)

**Şekil 4.4.40 :** a) Eşdeğer Deprem Yüğü Yöntemine Göre Elde Edilmiş Kat Deplasman Değerleri, b) Mod Birleştirme Yöntemine Göre Elde Edilmiş Kat Deplasman Değerleri

Model 10.2 'nın bina yüksekliği 30 m olarak belirlendiği için bu binaya uygulanacak doğrusal ötesi analizde tepe noktasından bina yüksekliğinin %4 'ü kadar, yani 120 cm deplasman uygulanmıştır. Bu çalışma kapsamında taşıyıcı elemanlar üzerindeki plastik mafsallı boylarının dayanım fazlalığı katsayısı üzerindeki etkisi de inceleneceği için 6 farklı mafsallı boyu ile bu model üzerinde statik itme analizleri tekrarlanmıştır. Doğrusal ötesi analizler sonucunda Şekil 4.4.41 'de farklı mafsallı boyları için elde edilen taban kesme – tepe deplasman değeri grafiği verilmiştir.



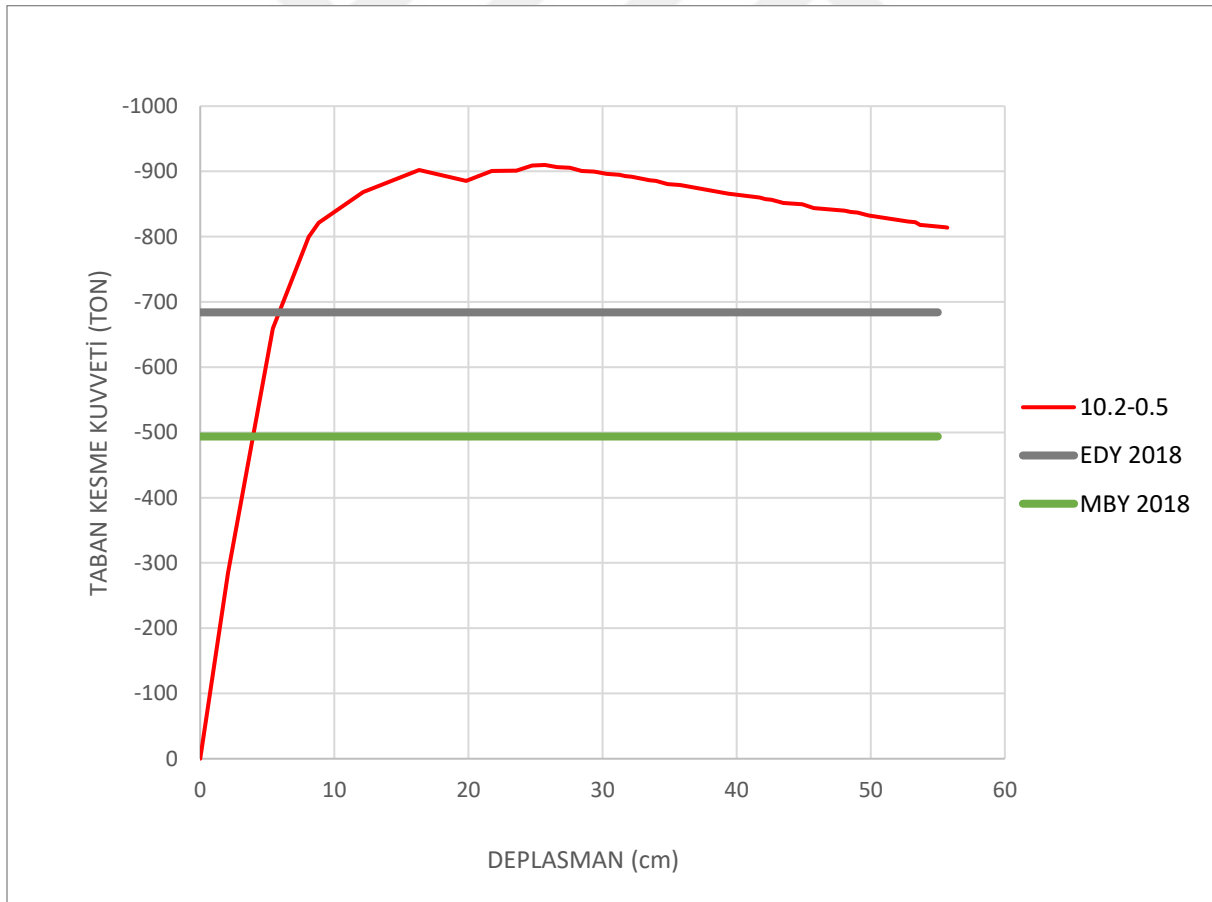
**Şekil 4.4.41 :** Farklı Mafsallı Boyları İçin Elde Edilen Taban Kesme – Tepe Deplasman Değerleri

Çizelge 4.4.14 'de Model 10.2 'nin farklı mafsalsal boyları ile elde edilmiş olan taban kesme kuvvetleri ve bu kuvvetler altında oluşan deplasman değerleri verilmiştir.

**Çizelge 4.4.14 :** Model 10.2 'nin Farklı Mafsalsal Boylarında Elde Edilen Taban Kesme Kuvveti ve Bu Kuvvetlerin Modelde Oluşturduğu Tepe Deplasman Değerleri

Mafsalsal Boyları	Tepe Deplasmanı (cm)	Taban Kesme Kuvveti (ton)
0.2	16.352 cm	-901.075
0.4	16.328 cm	-915.532
0.5	16.328 cm	-902.345
0.6	16.354 cm	-900.912
0.8	16.355 cm	-900.891
1.0	16.355 cm	-900.879

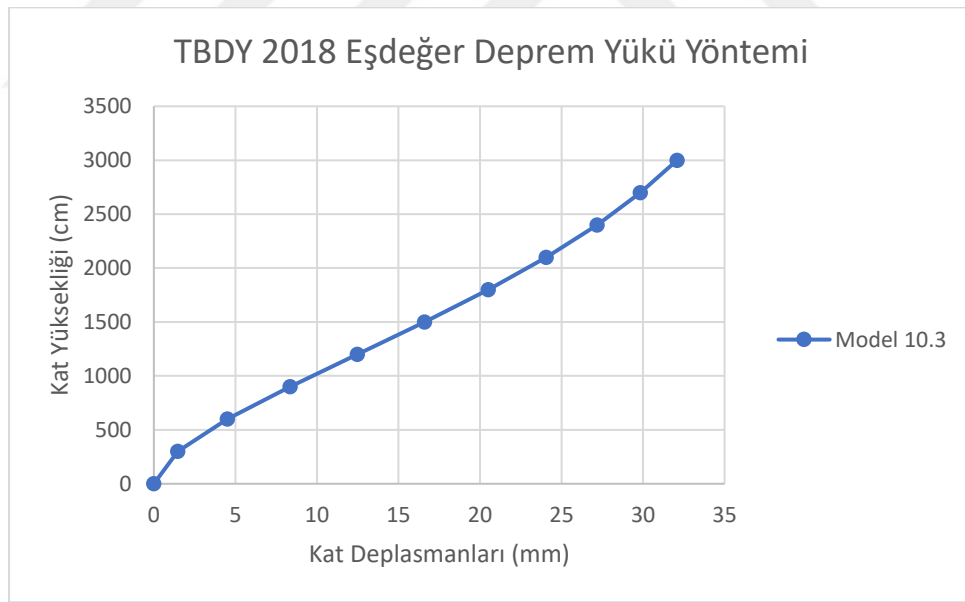
Bu modele ait Eşdeğer Deprem Yüğü Yöntemi ile elde edilen taban kesme kuvveti değeri (EDY 2018), Mod Birleştirme Yöntemi ile elde edilen taban kesme kuvveti değeri (MBY2018) ve statik itme analizi ile elde edilen taban kesme kuvveti değerleri Şekil 4.4.42 'de kıyaslanmıştır.



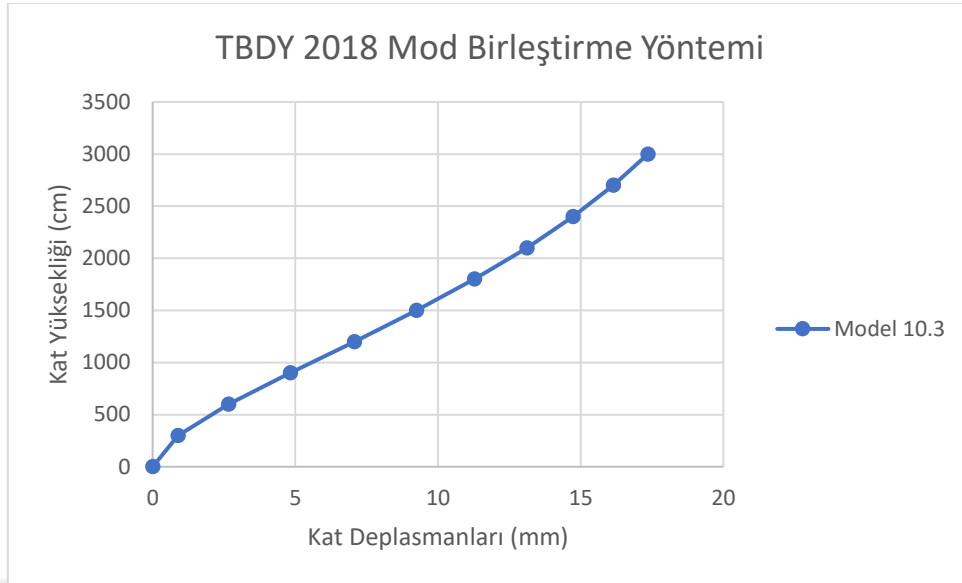
**Şekil 4.4.42 :** Doğrusal ve Doğrusal Ötesi Yöntemlerle Elde Edilen Taban Kesme Kuvveti Değerlerinin Kıyaslanması

#### 4.4.15. Model 10.3

Bu model 10 katlı olarak tasarlanan perde oranı 1.007 olan 3. tip modeldir. Bu modelde kullanılan perde boyutları 25 x 275 cm olarak belirlenmiştir ve her katta X doğrultusunda 15 adet betonarme perde bulunmaktadır. Geometrik özellikleri 10 katlı tüm modellerle özdeştir. Bu modele ait kat planı ve SAP2000’de hazırlanmış 3 boyutlu gösterimi Bölüm 3.3.15 ’de verilmiştir. Bu model için TBDY 2018 ‘de  $R = 7$  ve  $D = 2.5$  olarak belirtilmiştir. Bu modelin zemin kat kolonları temele ankastre mesnetli kabul edilmiş, kat hizalarında döşeme plakları oluşturulmayıp onun yerine döşeme yükleri üçgen yayılı yük olarak kirişlere aktarılmış ve rijit diyafram kabulü ile analiz işlemleri gerçekleştirilmiştir. Elemana ait tüm kolonlar 40 x 40 cm, tüm kirişler 25 x 50 cm olarak tasarlanmıştır. Kat yüksekliği 3 m olup toplam bina yüksekliği 30 m’dir ve deplasman kontrollü statik itme analizi yüklemesi 30 m kotunda seçilen bir düğüm noktasına yüklenmiştir. Şekil 4.4.43 ‘de bu modele ait Eşdeğer Deprem Yüğü Yöntemine göre ve Mod Birleştirme Yöntemine göre elde edilmiş kat deplasman değerleri grafikleri verilmiştir. Bu analizler TBDY 2018 yönetmeliğinde belirtilen koşullara uygun olarak yapılmıştır.



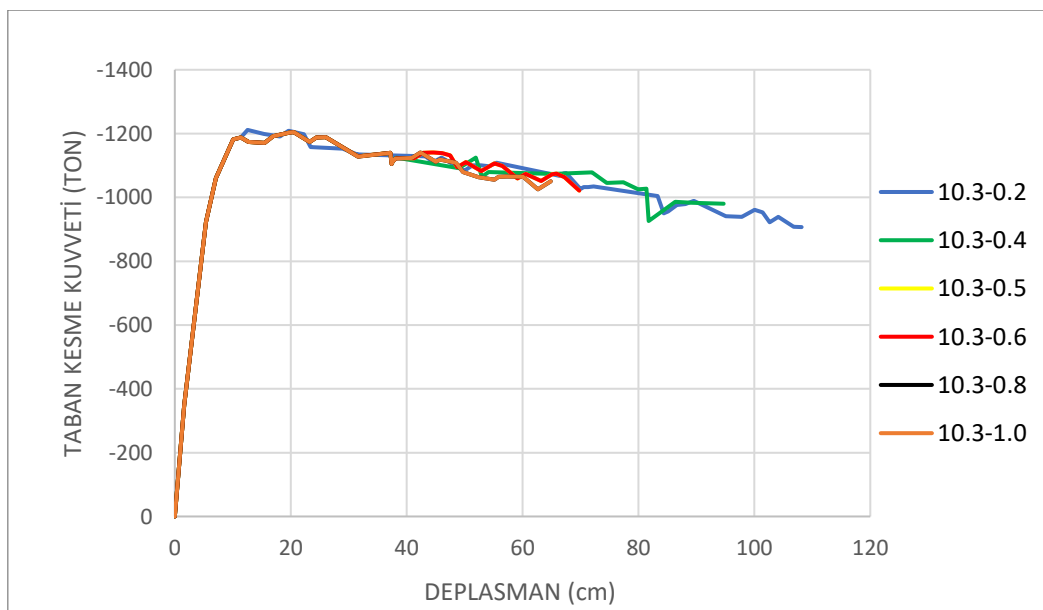
(a)



(b)

**Şekil 4.4.43 : a) Eşdeğer Deprem Yüğü Yöntemine Göre Elde Edilmiş Kat Deplasman Değerleri, b) Mod Birleştirme Yöntemine Elde Edilmiş Kat Deplasman Değerleri**

Model 10.3 'ün bina yüksekliği 30 m olarak belirlendiği için bu binaya uygulanacak doğrusal ötesi analizde tepe noktasından bina yüksekliğinin %4 'ü kadar, yani 120 cm deplasman uygulanmıştır. Bu çalışma kapsamında taşıyıcı elemanlar üzerindeki plastik mafsal boylarının dayanım fazlalığı katsayısı üzerindeki etkisi de inceleneceği için 6 farklı mafsal boyu ile bu model üzerinde statik itme analizleri tekrarlanmıştır. Doğrusal ötesi analizler sonucunda Şekil 4.4.44 'de farklı mafsal boyları için elde edilen taban kesme – tepe deplasman değeri grafiği verilmiştir.



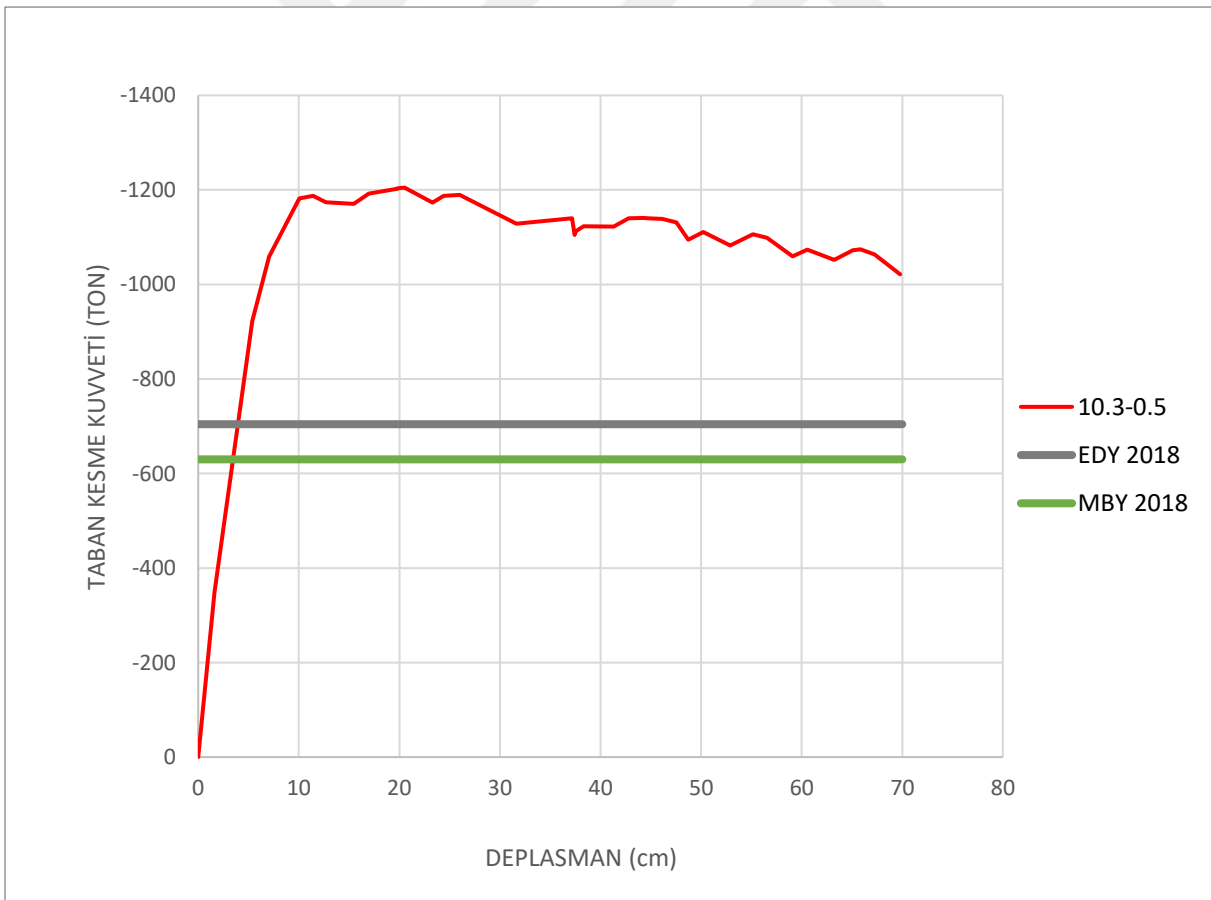
**Şekil 4.4.44 : Farklı Mafsal Boyları İçin Elde Edilen Taban Kesme – Tepe Deplasman Değerleri**

Çizelge 4.4.15 'de Model 10.3 'ün farklı mafsal boyları ile elde edilmiş olan taban kesme kuvvetleri ve bu kuvvetler altında oluşan deplasman değerleri verilmiştir.

**Çizelge 4.4.15 :** Model 10.3 'ün Farklı Mafsal Boylarında Elde Edilen Taban Kesme Kuvveti ve Bu Kuvvetlerin Modelde Oluşturduğu Tepe Deplasman Değerleri

Mafsal Boyları	Tepe Deplasmanı (cm)	Taban Kesme Kuvveti (ton)
0.2	12.546 cm	-1211.55
0.4	12.707 cm	-1210.99
0.5	12.707 cm	-1211.47
0.6	12.707 cm	1211.328
0.8	12.707 cm	1210.997
1.0	12.707 cm	1211.326

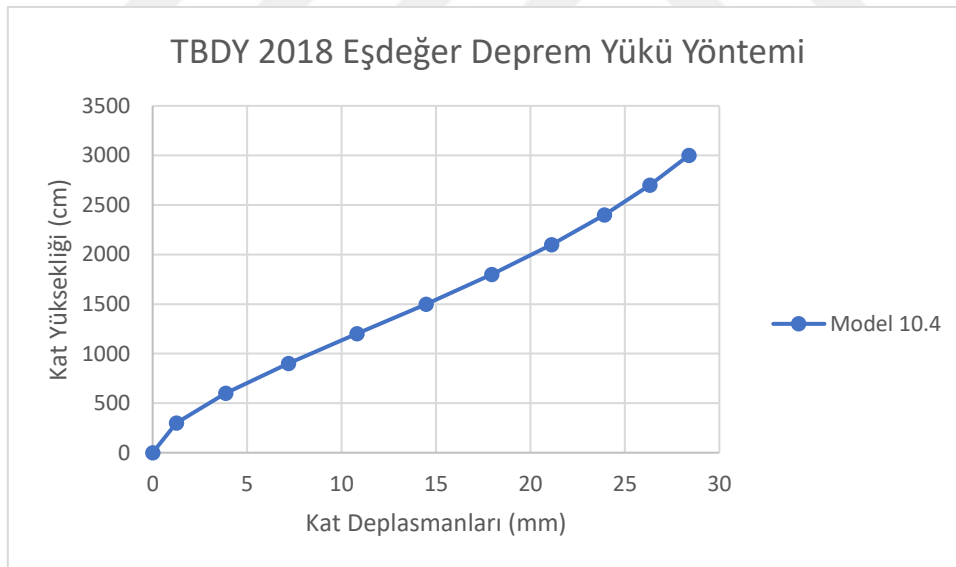
Bu modele ait Eşdeğer Deprem Yüğü Yöntemi ile elde edilen taban kesme kuvveti değeri (EDY 2018), Mod Birleştirme Yöntemi ile elde edilen taban kesme kuvveti değeri (MBY 2018) ve statik itme analizi ile elde edilen taban kesme kuvveti değerleri Şekil 4.4.45 'de kıyaslanmıştır.



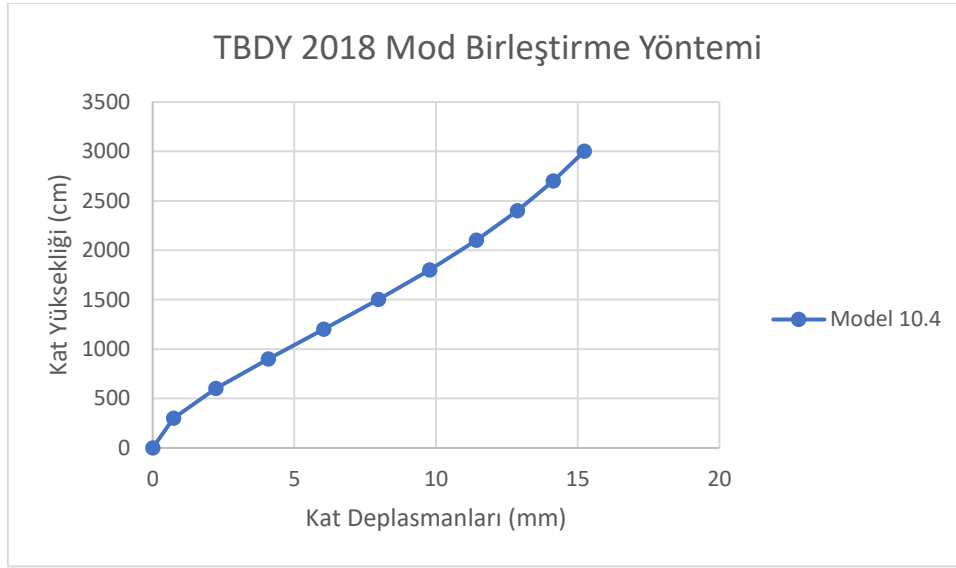
**Şekil 4.4.45 :** Doğrusal ve Doğrusal Ötesi Yöntemlerle Elde Edilen Taban Kesme Kuvveti Değerlerinin Kıyaslanması

#### 4.4.16. Model 10.4

Bu model 10 katlı olarak tasarlanan perde oranı 1.416 olan 4. tip modeldir. Bu modelde kullanılan perde boyutları 25 x 290 cm olarak belirlenmiştir ve her katta X doğrultusunda 20 adet betonarme perde bulunmaktadır. Bu modele ait kat planı ve SAP2000 'de hazırlanmış 3 boyutlu gösterimi, Bölüm 3.3.16 'de verilmiştir. Bu model için TBDY 2018 'de  $R = 7$  ve  $D = 2.5$  olarak belirtilmiştir. Bu modelin zemin kat kolonları temele ankastre mesnetli kabul edilmiş, kat hizalarında döşeme plakları oluşturulmayıp onun yerine döşeme yükleri üçgen yayılı yük olarak kirişlere aktarılmış ve rijit diyafram kabulü ile analiz işlemleri gerçekleştirilmiştir. Elemana ait tüm kolonlar 40 x 40 cm, tüm kirişler 25 x 50 cm olarak tasarlanmıştır. Kat yüksekliği 3 m olup toplam bina yüksekliği 30 metredir ve deplasman kontrollü statik itme analizi yüklemesi 30 m kotunda seçilen bir düğüm noktasına yüklenmiştir. Şekil 4.4.46 'da bu modele ait Eşdeğer Deprem Yüğü Yöntemine göre ve Mod Birleştirme Yöntemine göre elde edilmiş kat deplasman değerleri grafikleri verilmiştir. Bu analizler TBDY 2018 yönetmeliğinde belirtilen koşullara uygun olarak yapılmıştır.



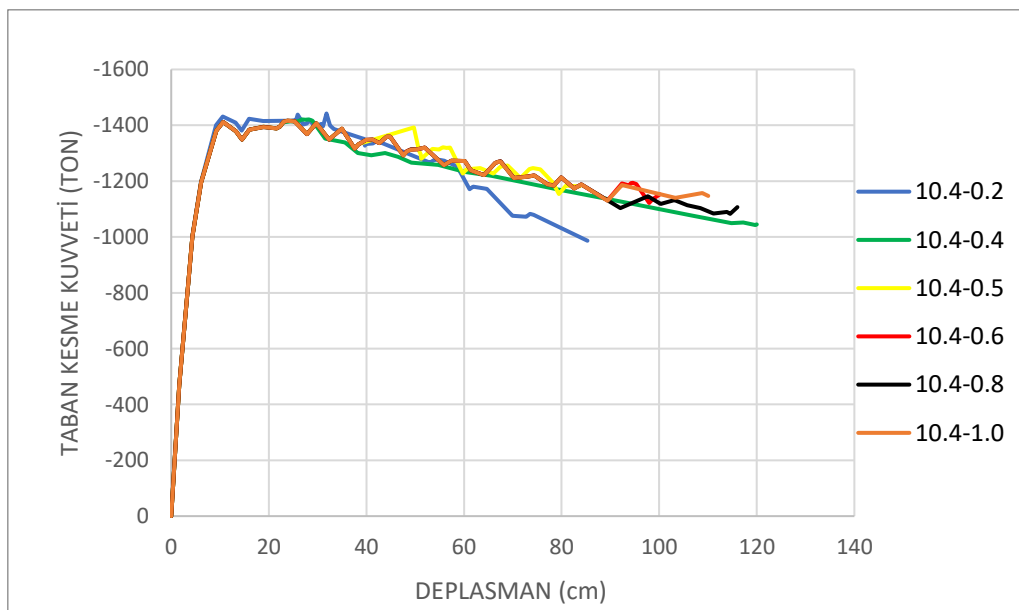
(a)



(b)

**Şekil 4.4.46 :** a) Eşdeğer Deprem Yüğü Yöntemine Göre Elde Edilmiş Kat Deplasman Değerleri, b) Mod Birleştirme Yöntemine Göre Elde Edilmiş Kat Deplasman Değerleri

Model 10.4 'ün bina yüksekliği 30 m olarak belirlendiği için bu binaya uygulanacak doğrusal ötesi analizde tepe noktasından bina yüksekliğinin %4 'ü kadar, yani 120 cm deplasman uygulanmıştır. Bu çalışma kapsamında taşıyıcı elemanlar üzerindeki plastik mafsalları boylarının dayanım fazlalığı katsayısı üzerindeki etkisi de inceleneceği için 6 farklı mafsalları boyu ile bu model üzerinde statik itme analizleri tekrarlanmıştır. Doğrusal ötesi analizler sonucunda Şekil 4.4.47 'de farklı mafsalları boyları için elde edilen taban kesme – tepe deplasman değeri grafiği verilmiştir.



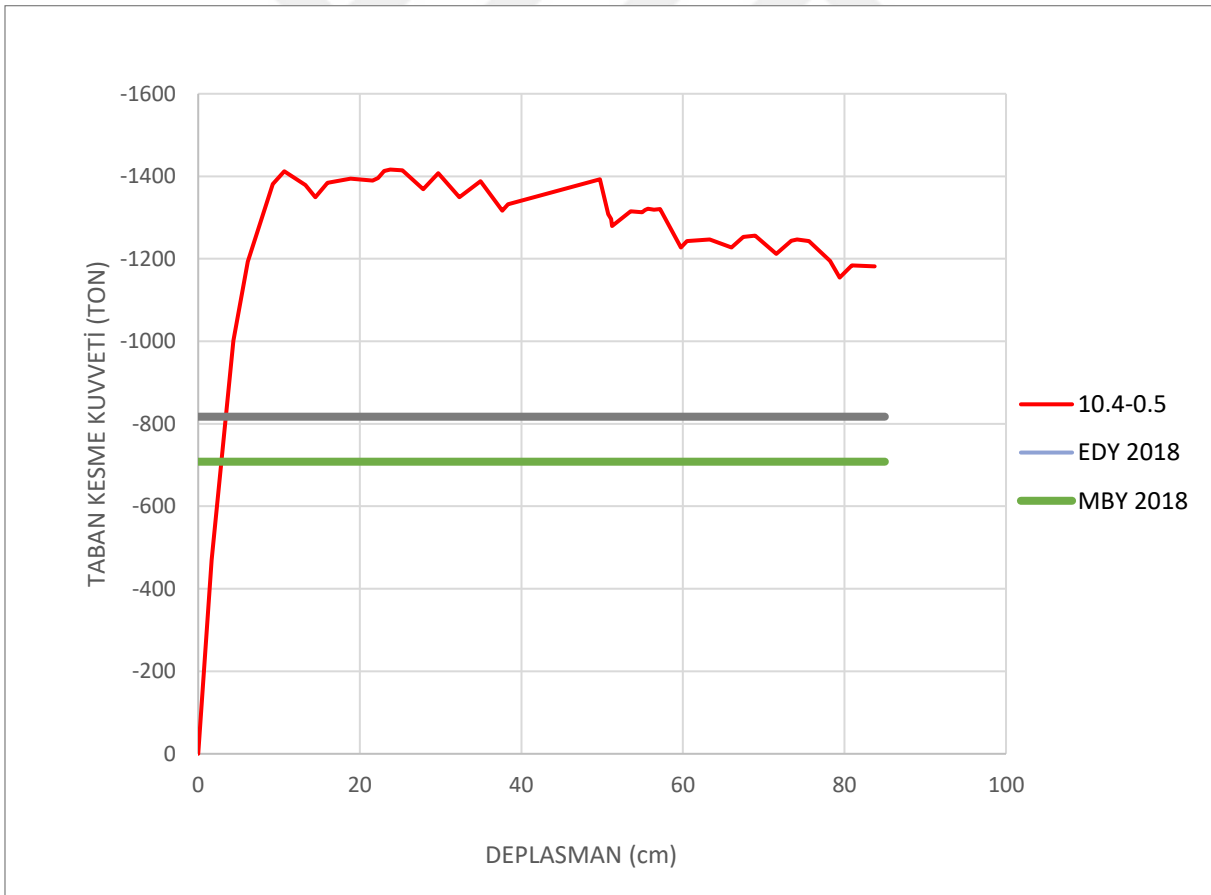
**Şekil 4.4.47 :** Farklı Mafsalları Boyları İçin Elde Edilen Taban Kesme – Tepe Deplasman Değerleri

Çizelge 4.4.16 'da Model 10.4 'ün farklı mafsalsal boyları ile elde edilmiş olan taban kesme kuvvetleri ve bu kuvvetler altında oluşan deplasman değerleri verilmiştir.

**Çizelge 4.4.16 :** Model 10.4 'ün Farklı Mafsalsal Boylarında Elde Edilen Taban Kesme Kuvveti ve Bu Kuvvetlerin Modelde Oluşturduğu Tepe Deplasman Değerleri

Mafsalsal Boyları	Tepe Deplasmanı (cm)	Taban Kesme Kuvveti (ton)
0.2	10.592 cm	-1431.41
0.4	10.653 cm	-1412.12
0.5	10.653 cm	-1412.08
0.6	10.653 cm	-1412.07
0.8	10.653 cm	-1412.05
1.0	10.653 cm	-1412.04

Bu modele ait Eşdeğer Deprem Yüklü Yöntemi ile elde edilen taban kesme kuvveti değeri (EDY 2018), Mod Birleştirme Yöntemi ile elde edilen taban kesme kuvveti değeri (MBY2018) ve statik itme analizi ile elde edilen taban kesme kuvveti değerleri Şekil 4.4.48 'de kıyaslanmıştır.

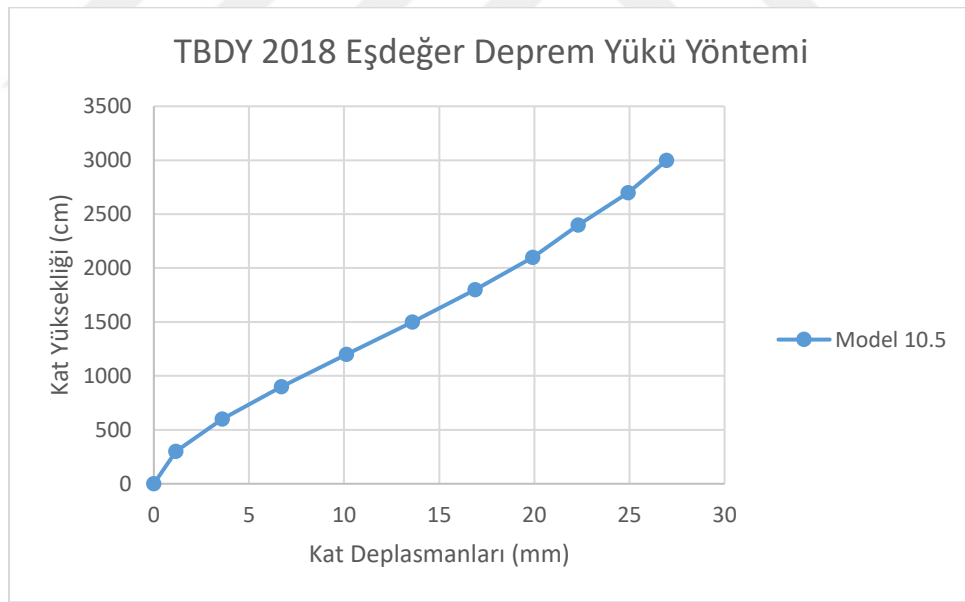


**Şekil 4.4.48 :** Doğrusal ve Doğrusal Ötesi Yöntemlerle Elde Edilen Taban Kesme Kuvveti Değerlerinin Kıyaslanması

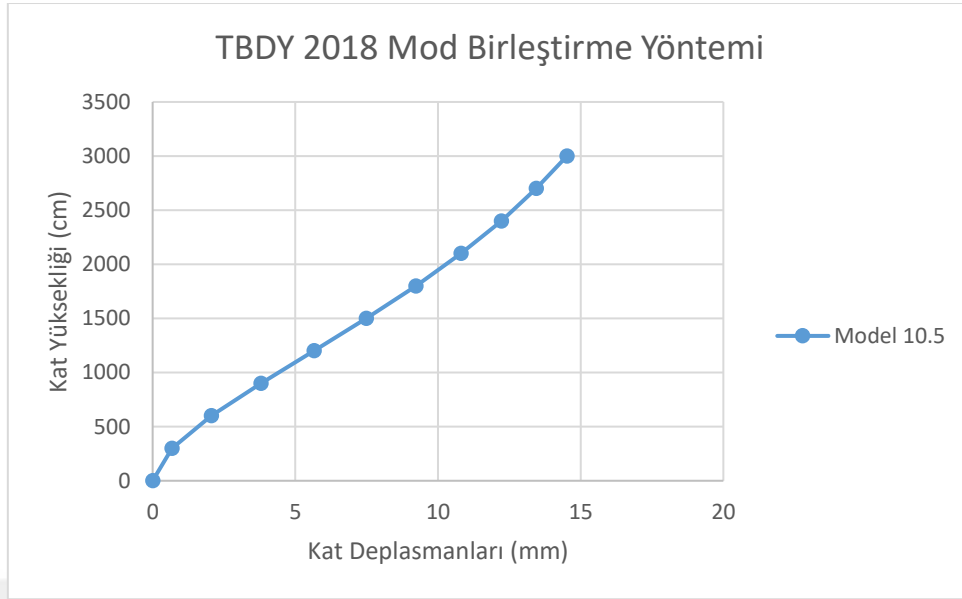


#### 4.4.17. Model 10.5

Bu model 10 katlı olarak tasarlanan perde oranı 1.709 olan 5. tip modeldir. Bu modelde kullanılan perde boyutları 25 x 280 cm olarak belirlenmiştir ve her katta X doğrultusunda 24 adet betonarme perde bulunmaktadır. Geometrik özellikleri 10 katlı tüm modellerle özdeştir. Bu modele ait kat planı ve SAP2000’de hazırlanmış 3 boyutlu gösterimi Bölüm 3.3.17 ’de verilmiştir. Bu model için TBDY 2018 ‘de  $R = 7$  ve  $D = 2.5$  olarak belirtilmiştir. Bu modelin zemin kat kolonları temele ankastre mesnetli kabul edilmiş, kat hizalarında döşeme plakları oluşturulmayıp onun yerine döşeme yükleri üçgen yayılı yük olarak kirişlere aktarılmış ve rijit diyafram kabulü ile analiz işlemleri gerçekleştirilmiştir. Elemana ait tüm kolonlar 40 x 40 cm, tüm kirişler 25 x 50 cm olarak tasarlanmıştır. Kat yüksekliği 3 m olup toplam bina yüksekliği 30 m’dir ve deplasman kontrollü statik itme analizi yüklemesi 30 m kotunda seçilen bir düğüm noktasına yüklenmiştir. Şekil 4.4.49 ‘da bu modele ait Eşdeğer Deprem Yüğü Yöntemine göre ve Mod Birleştirme Yöntemine göre elde edilmiş kat deplasman değerleri grafikleri verilmiştir. Bu analizler TBDY 2018 yönetmeliğinde belirtilen koşullara uygun olarak yapılmıştır.



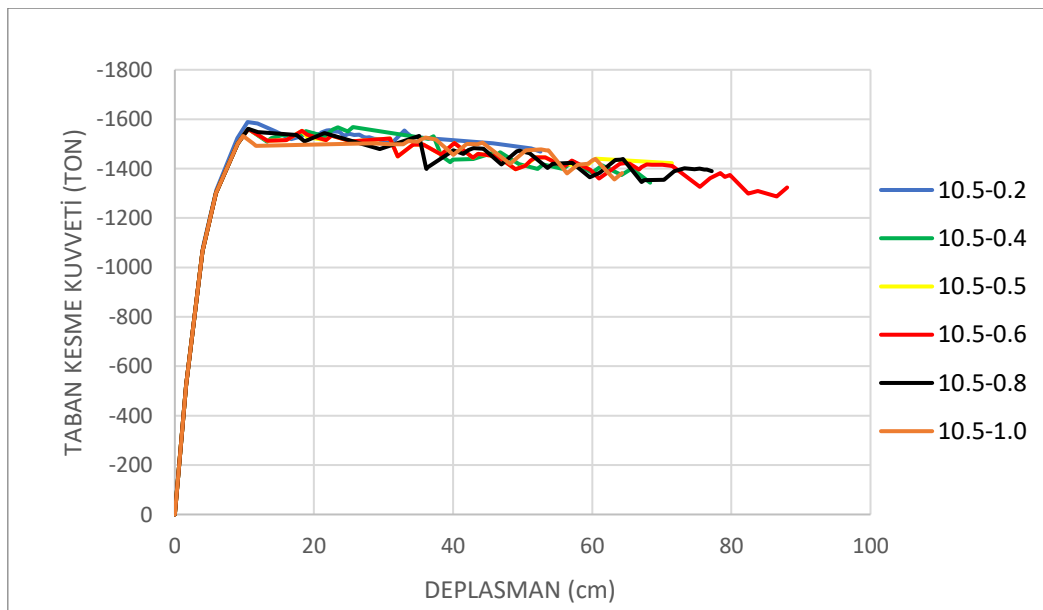
(a)



(b)

Şekil 4.4.49: a) Eşdeğer Deprem Yüğü Yöntemine Göre Elde Edilmiş Kat Deplasman Değerleri, b) Mod Birleştirme Yöntemine Elde Edilmiş Kat Deplasman Değerleri

Model 10.5 'in bina yüksekliği 30 m olarak belirlendiği için bu binaya uygulanacak doğrusal ötesi analizde tepe noktasından bina yüksekliğinin %4 'ü kadar, yani 120 cm deplasman uygulanmıştır. Bu çalışma kapsamında taşıyıcı elemanlar üzerindeki plastik mafsalları boylarının dayanım fazlalığı katsayısı üzerindeki etkisi de inceleneceği için 6 farklı mafsalları boyu ile bu model üzerinde statik itme analizleri tekrarlanmıştır. Doğrusal ötesi analizler sonucunda Şekil 4.4.50 'de farklı mafsalları boyları için elde edilen taban kesme – tepe deplasman değeri grafiği verilmiştir.



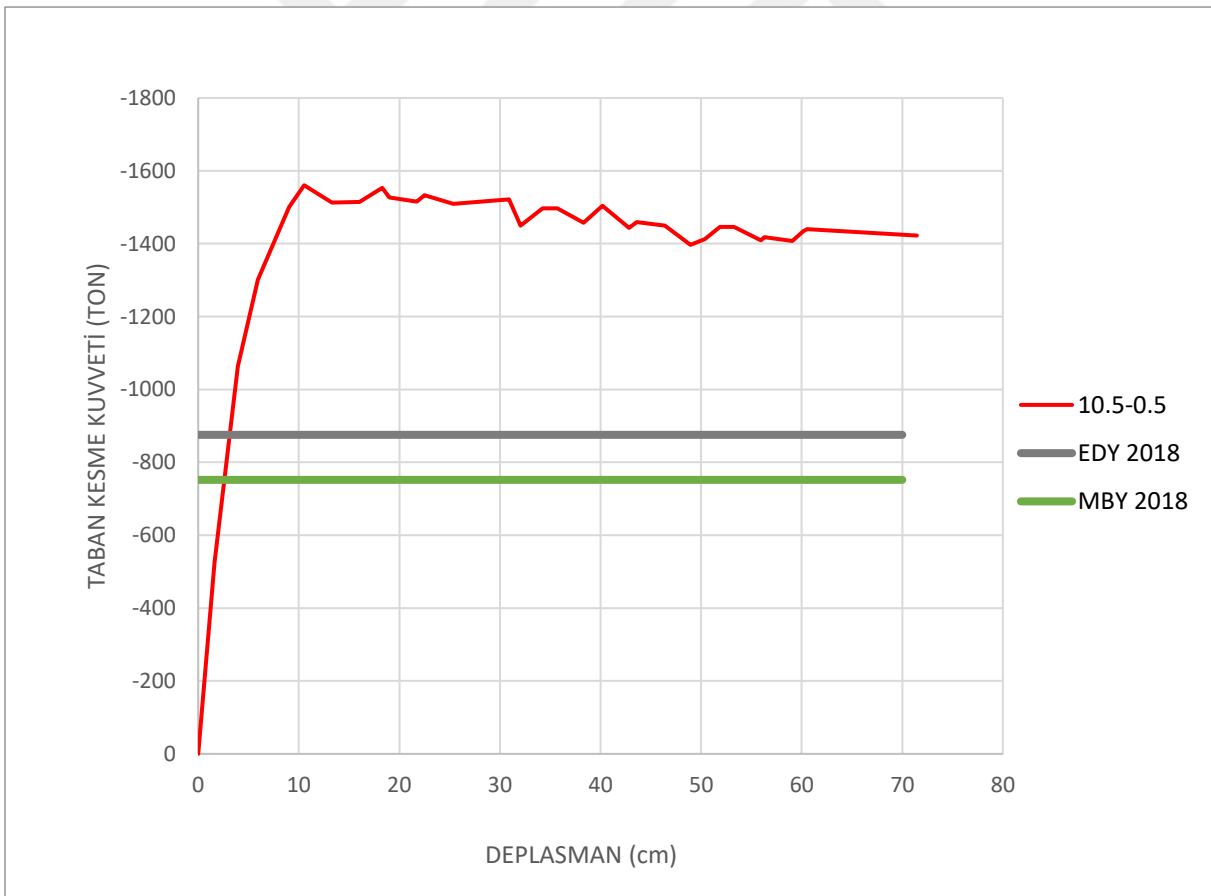
Şekil 4.4.50: Farklı Mafsalları Boyları İçin Elde Edilen Taban Kesme – Tepe Deplasman Değerleri

Çizelge 4.4.17 'de Model 10.5 'in farklı mafsalsal boyları ile elde edilmiş olan taban kesme kuvvetleri ve bu kuvvetler altında oluşan deplasman değerleri verilmiştir.

**Çizelge 4.4.17 :** Model 10.5 'in Farklı Mafsalsal Boylarında Elde Edilen Taban Kesme Kuvveti ve Bu Kuvvetlerin Modelde Oluşturduğu Tepe Deplasman Değerleri

Mafsalsal Boyları	Tepe Deplasmanı (cm)	Taban Kesme Kuvveti (ton)
0.2	10.468	-1588.49
0.4	10.545 cm	-1561.06
0.5	10.544 cm	-1560.39
0.6	10.544 cm	-1560.36
0.8	10.545 cm	-1560.97
1.0	9.793 cm	-1532.06

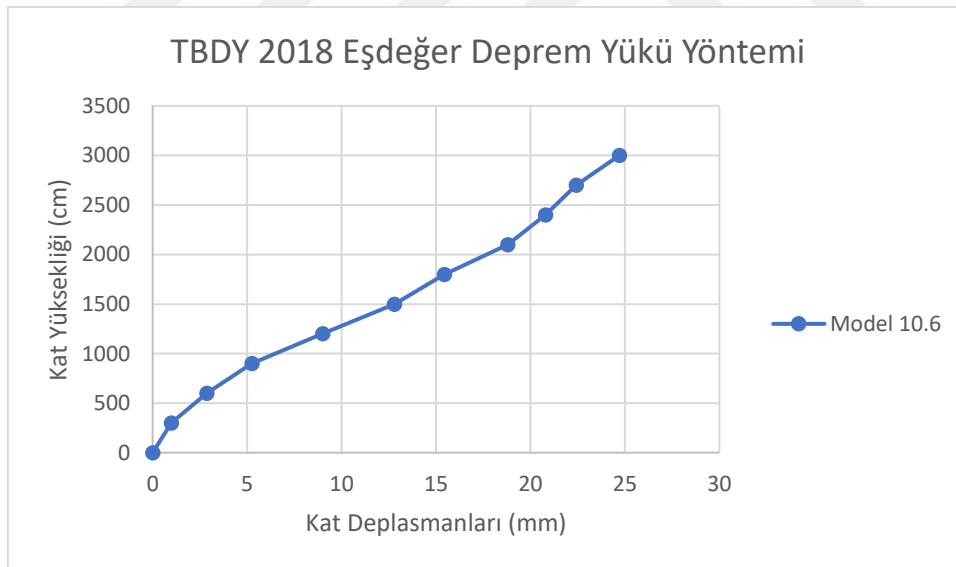
Bu modele ait Eşdeğer Deprem Yüğü Yöntemi ile elde edilen taban kesme kuvveti değeri (EDY 2018), Mod Birleştirme Yöntemi ile elde edilen taban kesme kuvveti değeri (MBY 2018) ve statik itme analizi ile elde edilen taban kesme kuvveti değerleri Şekil 4.4.51 'de kıyaslanmıştır.



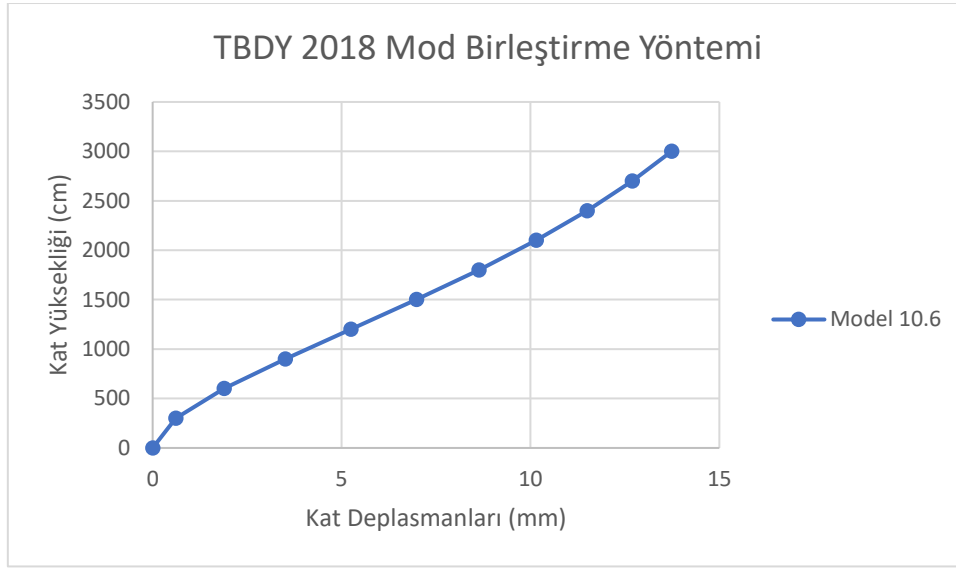
**Şekil 4.4.51 :** Doğrusal ve Doğrusal Ötesi Yöntemlerle Elde Edilen Taban Kesme Kuvveti Değerlerinin Kıyaslanması

#### 4.4.18. Model 10.6

Bu model 10 katlı olarak tasarlanan perde oranı 2.014 olan 6. tip modeldir. Bu modelde kullanılan perde boyutları 25 x 275 cm olarak belirlenmiştir ve her katta X doğrultusunda 28 adet betonarme perde bulunmaktadır. Bu modele ait kat planı ve SAP2000 'de hazırlanmış 3 boyutlu gösterimi, Bölüm 3.3.18 'de verilmiştir. Bu model için TBDY 2018 'de  $R = 6$  ve  $D = 2.5$  olarak belirtilmiştir. Bu modelin zemin kat kolonları temele ankastre mesnetli kabul edilmiş, kat hizalarında döşeme plakları oluşturulmayıp onun yerine döşeme yükleri üçgen yayılı yük olarak kirişlere aktarılmış ve rijit diyafram kabulü ile analiz işlemleri gerçekleştirilmiştir. Elemana ait tüm kolonlar 40 x 40 cm, tüm kirişler 25 x 50 cm olarak tasarlanmıştır. Kat yüksekliği 3 m olup toplam bina yüksekliği 30 metredir ve deplasman kontrollü statik itme analizi yüklemesi 30 m kotunda seçilen bir düğüm noktasına yüklenmiştir. Şekil 4.4.52 'de bu modele ait Eşdeğer Deprem Yüğü Yöntemine göre ve Mod Birleştirme Yöntemine göre elde edilmiş kat deplasman değerleri grafikleri verilmiştir. Bu analizler TBDY 2018 yönetmeliğinde belirtilen koşullara uygun olarak yapılmıştır.



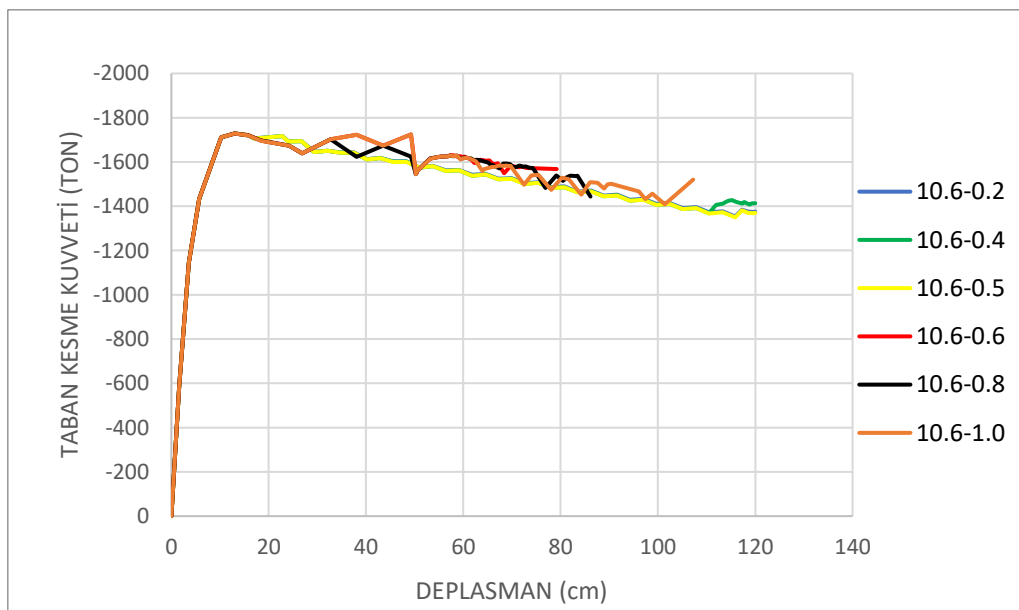
(a)



(b)

Şekil 4.4.52 : a) Eşdeğer Deprem Yüğü Yöntemine Göre Elde Edilmiş Kat Deplasman Değerleri, b) Mod Birleştirme Yöntemine Göre Elde Edilmiş Kat Deplasman Değerleri

Model 10.6 'ün bina yüksekliği 30 m olarak belirlendiği için bu binaya uygulanacak doğrusal ötesi analizde tepe noktasından bina yüksekliğinin %4 'ü kadar, yani 120 cm deplasman uygulanmıştır. Bu çalışma kapsamında taşıyıcı elemanlar üzerindeki plastik mafsalları boylarının dayanım fazlalığı katsayısı üzerindeki etkisi de inceleneceği için 6 farklı mafsalları boyu ile bu model üzerinde statik itme analizleri tekrarlanmıştır. Doğrusal ötesi analizler sonucunda Şekil 4.4.53 'de farklı mafsalları boyları için elde edilen taban kesme – tepe deplasman değeri grafiği verilmiştir.



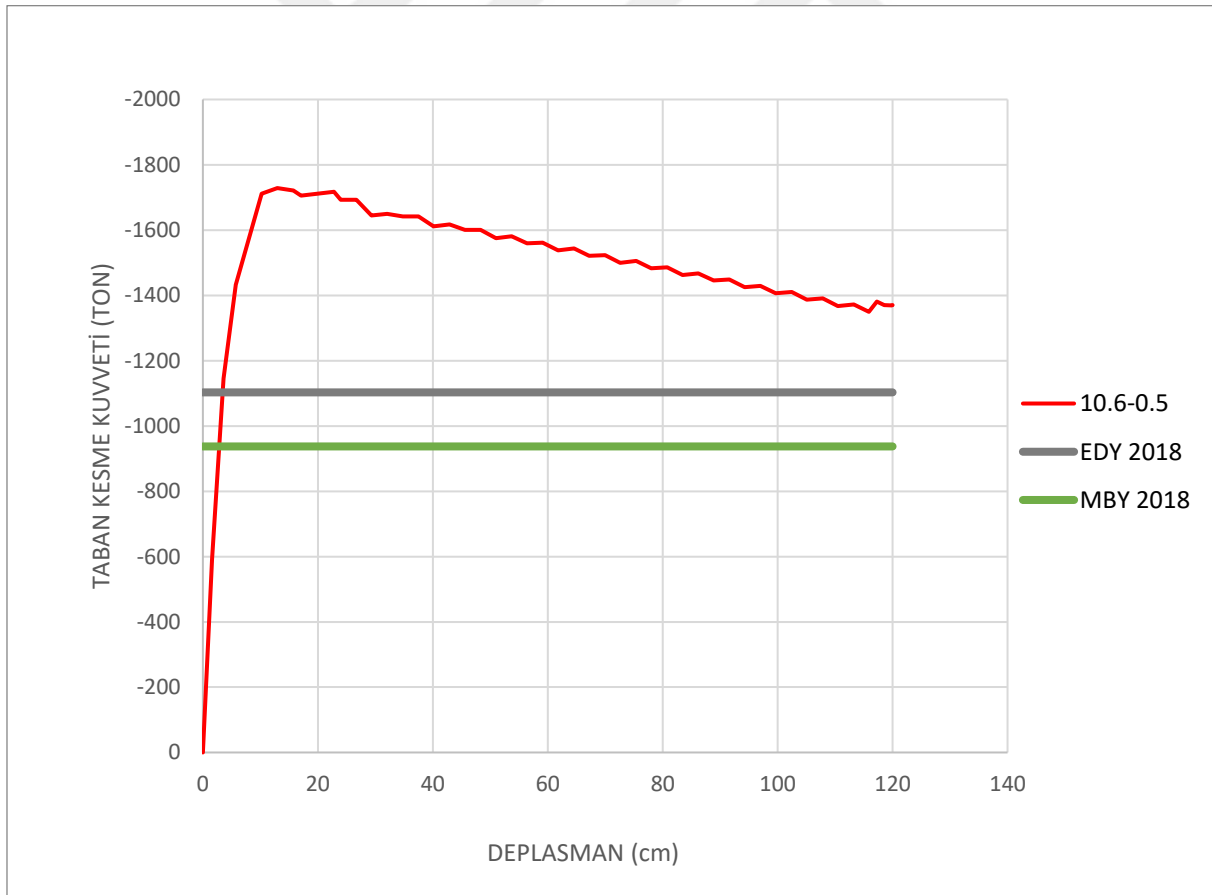
Şekil 4.4.53 : Farklı Mafsalları Boyları İçin Elde Edilen Taban Kesme – Tepe Deplasman Değerleri

Çizelge 4.4.18 'de Model 10.6 'nın farklı mafsal boyları ile elde edilmiş olan taban kesme kuvvetleri ve bu kuvvetler altında oluşan deplasman değerleri verilmiştir.

**Çizelge 4.4.18 :** Model 10.6 'nın Farklı Mafsal Boylarında Elde Edilen Taban Kesme Kuvveti ve Bu Kuvvetlerin Modelde Oluşturduğu Tepe Deplasman Değerleri

Mafsal Boyları	Tepe Deplasmanı (cm)	Taban Kesme Kuvveti (ton)
0.2	10.245 cm	-1728.98
0.4	10.247 cm	-1728.71
0.5	10.247 cm	-1728.67
0.6	10.248 cm	-1728.57
0.8	10.248 cm	-1728.54
1.0	10.248 cm	-1728.51

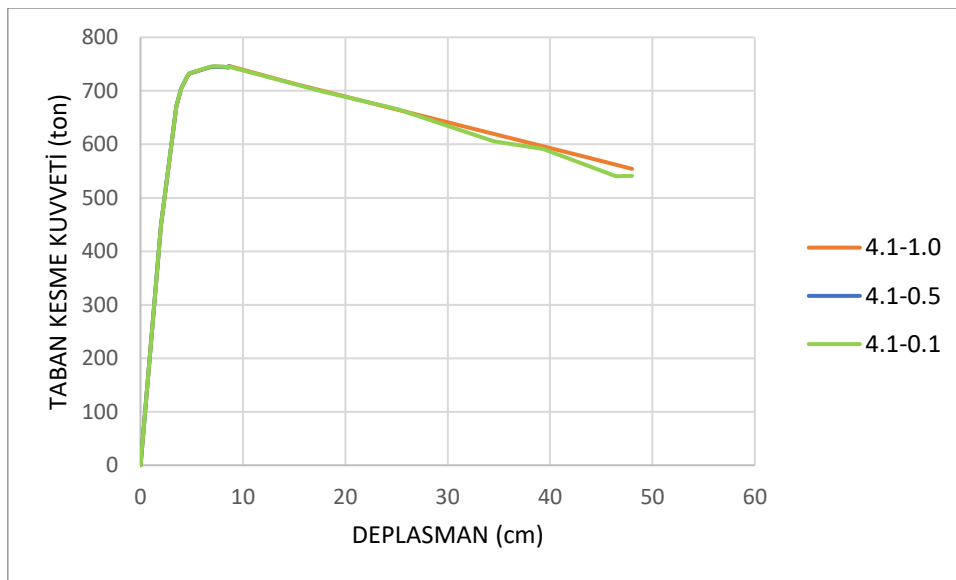
Bu modele ait Eşdeğer Deprem Yüğü Yöntemi ile elde edilen taban kesme kuvveti değeri (EDY 2018), Mod Birleştirme Yöntemi ile elde edilen taban kesme kuvveti değeri (MBY2018) ve statik itme analizi ile elde edilen taban kesme kuvveti değerleri Şekil 4.4.54 'de kıyaslanmıştır.



**Şekil 4.4.54 :** Doğrusal ve Doğrusal Ötesi Yöntemlerle Elde Edilen Taban Kesme Kuvveti Değerlerinin Kıyaslanması

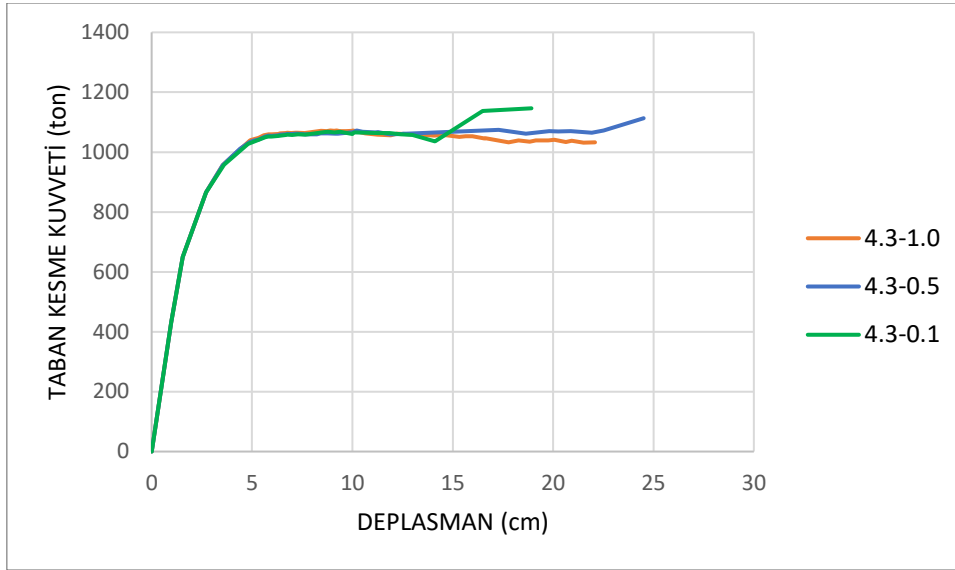
#### 4.5. Dayanım Fazlalığı Katsayısı Üzerinde Rijit Diyafram Kabulünün Etkisi

Bu noktaya kadar olan kısımda taşıyıcı sistem elemanları arasında perde elemanların miktar ve boyutlarının değişiminin yanında plastik mafsallı boyu kavramının da dayanım fazlalığı katsayısı üzerindeki etkisinin incelenebilmesi adına çeşitli analizler yürütülmüştür. Yapılan analizlerin işlem kolaylığını sağlamak, analiz süresini kısaltma ve daha verimli sonuçlar alabilmek adına tasarlanan modellere döşeme plakları oluşturulmamıştır. Bunun yerine döşemelerden kirişlere aktarılacak olan düşey yükler kirişlere Bölüm 4.4.1 'de verilen Şekil 4.4.1 'deki şemada belirtildiği gibi yüklenmiştir. Yapılan bu tasarım üzerine yapıların her kat seviyesindeki düğümlere rijit diyaframlar tanımlanmıştır. Doğrusal analizler haricinde yapılan 108 adet doğrusal ötesi analiz ardından rijit diyafram kabulü yapılmadan tasarlanan modellerin statik itme analizi altındaki davranışlarını gözlemleyerek dayanım fazlalığı katsayısında ne tür bir değişiklik ile karşılaşılacağını incelemek için seçilen 6 model 3 farklı mafsallı boyu seçilerek 18 adet doğrusal ötesi analiz yapılmıştır. Bu analizler için her bina yüksekliği için perde oranları Bölüm 3.3 'deki tanıma göre 0 ve %1 olan; plastik mafsallı boyları  $0.1 L_P$ ,  $0.5 L_P$  ve  $1 L_P$  olan modeller düzenlenmiş ve analizler gerçekleştirilmiştir. Şekil 4.5.1 'de Model 4.1 için 3 farklı plastik mafsallı boyu kullanılarak rijit diyafram kabulü yapılmaksızın statik itme analizi ile elde edilen taban kesme – tepe deplasman grafiği verilmiştir.



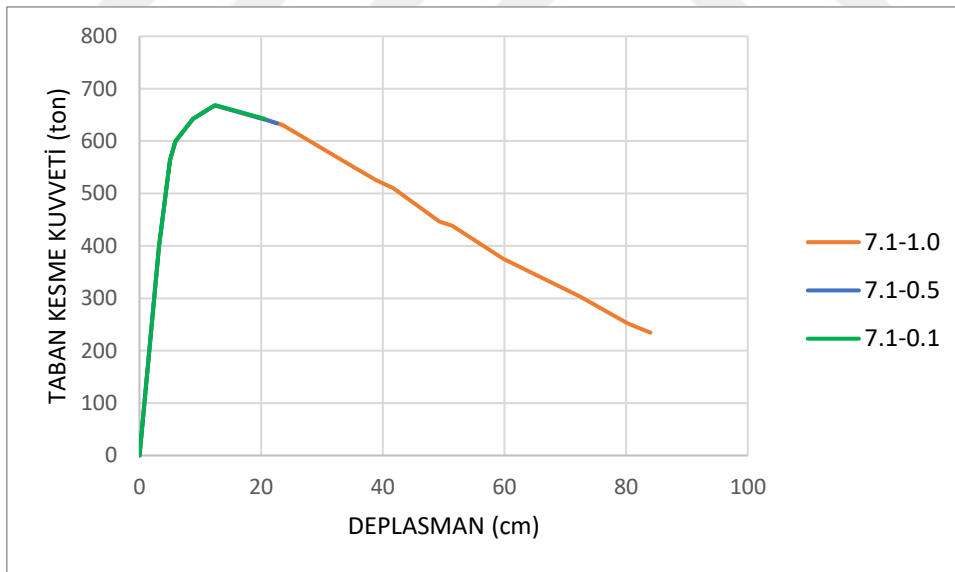
Şekil 4.5.1 : Rijit Diyafram Kabulü Yapılmadan Elde Edilen Taban Kesme – Deplasman Grafiği

Şekil 4.5.2 'de Model 4.3 için 3 farklı plastik mafsallı boyu kullanılarak rijit diyafram kabulü yapılmaksızın statik itme analizi ile elde edilen taban kesme – tepe deplasman grafiği verilmiştir.



Şekil 4.5.2 : Rijit Diyafram Kabulü Yapılmadan Elde Edilen Taban Kesme – Deplasman Grafiği

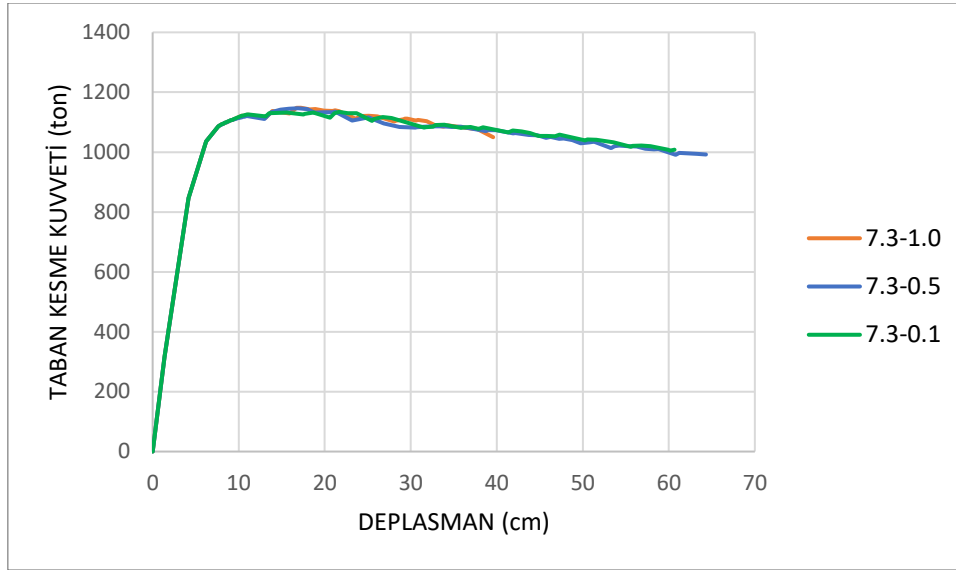
Şekil 4.5.3 'de Model 7.1 için 3 farklı plastik mafsallı boyu kullanılarak rijit diyafram kabulü yapılmaksızın statik itme analizi ile elde edilen taban kesme – tepe deplasman grafiği verilmiştir.



Şekil 4.5.3 : Rijit Diyafram Kabulü Yapılmadan Elde Edilen Taban Kesme – Deplasman Grafiği

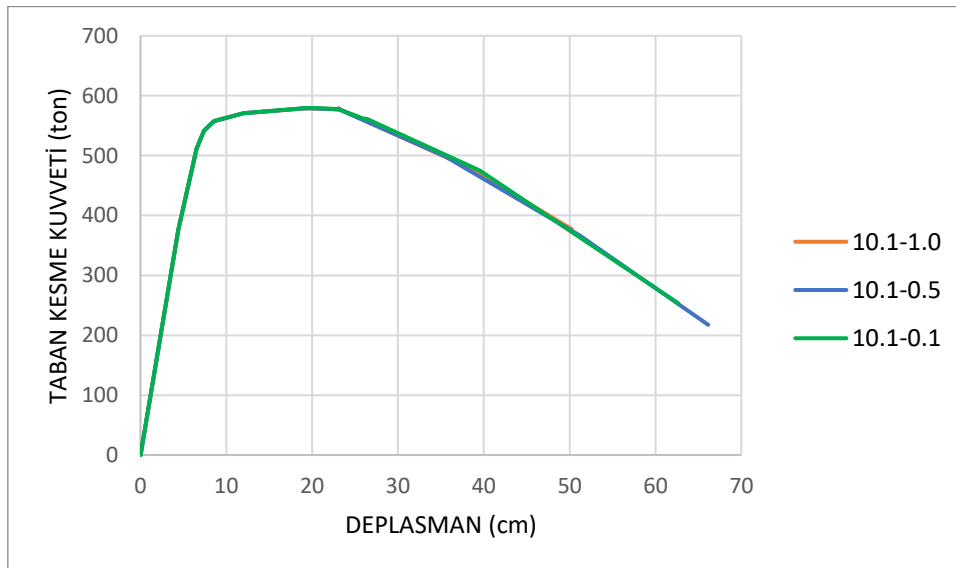
Şekil 4.5.4 'de Model 7.3 için 3 farklı plastik mafsallı boyu kullanılarak rijit diyafram kabulü yapılmaksızın statik itme analizi ile elde edilen taban kesme – tepe deplasman grafiği verilmiştir.





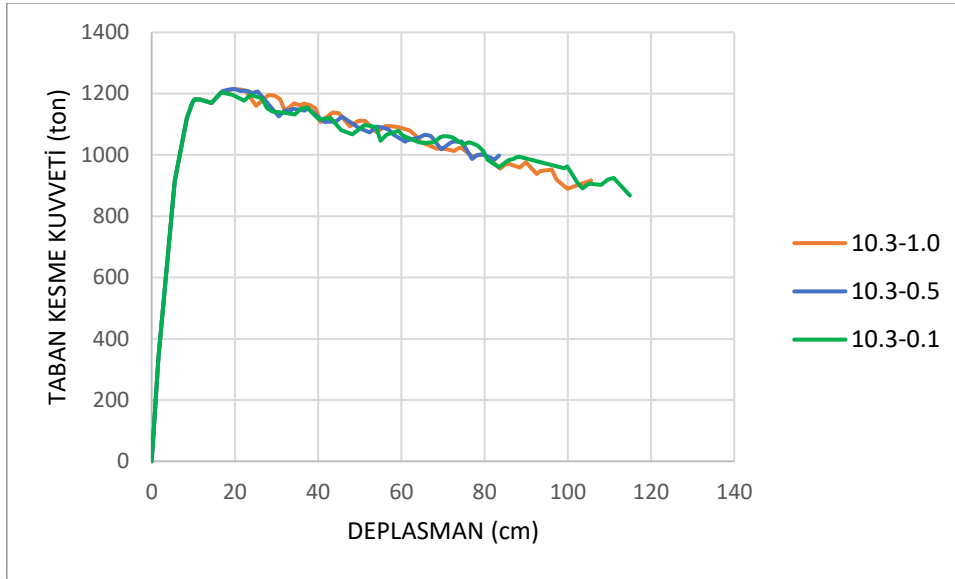
Şekil 4.5.4 : Rijit Diyafram Kabulü Yapılmadan Elde Edilen Taban Kesme – Deplasman Grafiği

Şekil 4.5.5 'de Model 10.1 için 3 farklı plastik mafsallı boyu kullanılarak rijit diyafram kabulü yapılmaksızın statik itme analizi ile elde edilen taban kesme – tepe deplasman grafiği verilmiştir.



Şekil 4.5.5 : Rijit Diyafram Kabulü Yapılmadan Elde Edilen Taban Kesme – Deplasman Grafiği

Şekil 4.5.6 'da Model 10.3 için 3 farklı plastik mafsallı boyu kullanılarak rijit diyafram kabulü yapılmaksızın statik itme analizi ile elde edilen taban kesme – tepe deplasman grafiği verilmiştir.



Şekil 4.5.6 : Rijit Diyafram Kabulü Yapılmadan Elde Edilen Taban Kesme – Deplasman Grafiği

## 5. SONUÇLAR

Dayanım fazlalığı katsayısının belirlenmesi üzerine bu değerin etkileneceği farklı parametrelerin toplamda 18 tip yapı modeli üzerinde farklı kombinasyonlarla uygulanarak doğrusal ve doğrusal ötesi analizlerin gerçekleştirildiği bu tez çalışmasında toplamda 18 tane doğrusal elastik, 144 tane doğrusal ötesi elastik analiz ile elde edilen dayanım değerlerinin oranlanmasıyla TBDY 2018 ‘de yapıların taşıyıcı sistemlerine göre belirlenen taşıyıcı sistem davranış katsayıları ve dayanım fazlalığı katsayıları karşılaştırılmıştır.

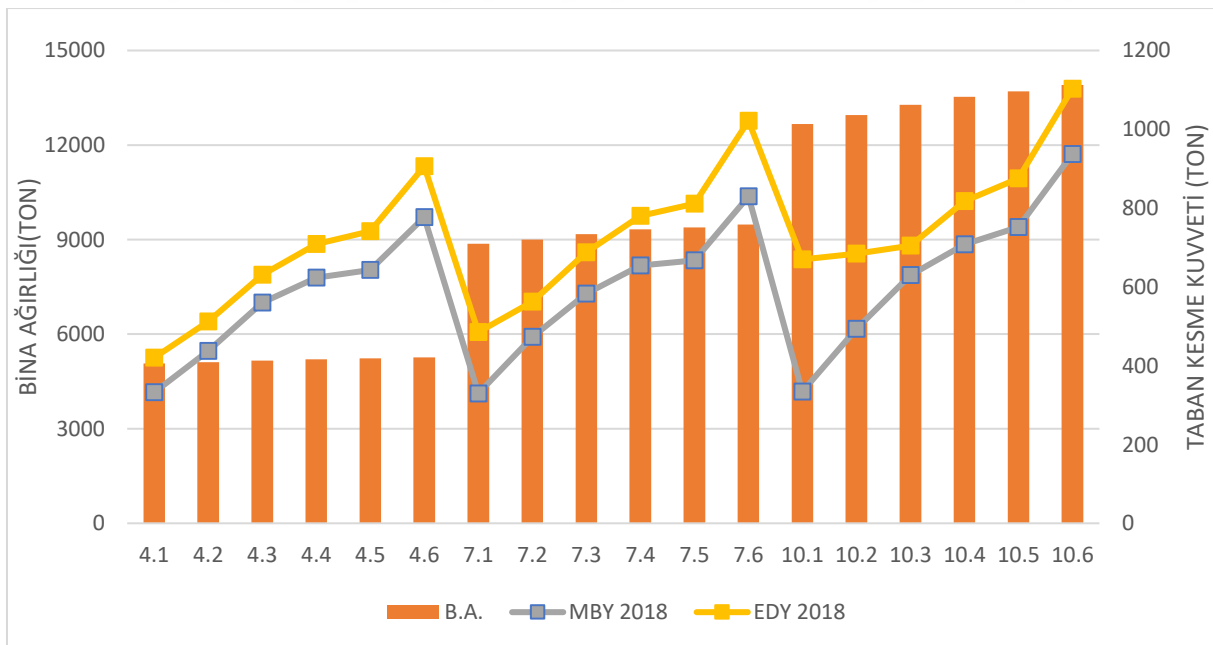
Doğrusal analizler için ilk önce Eşdeğer Deprem Yüğü Yöntemi ile hesap yapılmış fakat 10 katlı modellerin bina yükseklikleri bu yöntem için uygun olmadığından doğrusal analiz yöntemi olarak Mod Birleştirme Yöntemi tercih edilmiştir. Eşdeğer Deprem Yüğü Yöntemi yapıların periyot ve kat deplasmanları başta olmak üzere sabit katsayı ve formüller ile yapılan bir hesap esasına dayanırken Mod Birleştirme Yöntemi yapının ivme spektrumuna ve eleman rijitliklerine bağlı istatistiksel bir çözüm yöntemi olduğu için bu tez çalışmasında doğrusal hesap bölümünde bu iki yöntem TDY 2007 ve TBDY 2018 ‘e göre analiz edilmiş ve sonuçları ayrıca değerlendirilmiştir.

Bu tez çalışmasından önce ön hazırlık çalışması olarak yapılan seminer sunumunda ve literatürde yapılan araştırmalara bakılarak yapıların doğrusal ötesi performansını belirlemek için yığılı plastik davranış kabulü ile statik itme analizi uygulanmasına karar verilmiştir. Bu analizin TBDY 2018 ‘e uygun bir şekilde gerçekleştirilebilmesi için ilk adım olan taşıyıcı sistem elemanlarının etkin kesit rijitlikleri bir Excel tablosu oluşturularak hesaplanmış, eleman kesit tanımlama işleminde kesitler mevcut haliyle korunmuş ve bu rijitlik değerleri çarpan olarak etkilmiştir. Doğrusal ötesi analiz aşamasının ikinci önemli başlığı olan plastik mafsallar analizin yapılacağı program üzerinde tanımlanmış, mafsal özellikleri ve moment – eğrilik diyagramları oluşturulmuş ve taşıyıcı sistem elemanları üzerinde tanımlanmıştır. Bu iki uygulama, tez çalışmasının en dikkatle üzerinde durulması gereken noktalardır.

Bu bölümde yapılan analiz çalışmalarından öncelikle doğrusal analizlerin sonuçları incelenmiş, daha sonra her model için statik itme analizleri ile elde edilen taban kesme – tepe deplasman eğrileri belirlenen durumlarda karşılaştırılmıştır. Daha sonra farklı perde alanlarının, farklı mafsal boylarının ve rijit diyafram kabulü durumlarının karşılaştırılması yapılmıştır. Son olarak elde edilen veriler incelenerek yorumlama ve önerilerde bulunulmuştur.

### 5.1. Doğrusal Analiz Sonuçları

Dayanım fazlalığı katsayılarının her model için hesaplanabilmesi amacıyla analiz çalışmasının ilk adımı olarak doğrusal elastik analizler gerçekleştirilmiştir. Bu analizler sonucu elde edilecek olan taban kesme kuvvetleri Çizelge 4.2.13 'de verilmiştir. Bu tabloda aynı zamanda TDY 2007 'e göre de doğrusal analiz sonuçları mevcuttur. Bunun sebebi TBDY 2018 ile gelen dayanıma göre tasarım ilkelerinde kullanılan etkin kesit rijitlikleri çarpanlarının yapılara etkileyeceği öngörülen doğrusal taban kesme kuvvetleri üzerindeki etkilerini incelemektir. 4 ve 7 katlı modellerde Eşdeğer Deprem Yüğü Yöntemi ile hesap yapılabılırken 10 katlı modellerin bina yüksekliği bu yöntemin kullanılabilmesi için elverişli değildir. Bu nedenle daha karmaşık fakat daha karakteristik sonuçlar veren Mod Birleştirme Yöntemi kullanılarak tüm modeller analiz edilmiş ve dayanım fazlalığı katsayılarının hesabı için gereken doğrusal analiz sonuçları bu yöntem ile elde edilmiştir. Bina ağırlıkları ve bu iki yöntem kullanılarak elde edilen taban kesme kuvvetleri Şekil 5.1.1 'de verilmiştir. Bu grafikteki özellikle taban kesme kuvveti eğrilerinin eğimlerinin her bina yüksekliği için birinci modelden ikinci modele ve beşinci modelden altıncı modele geçiş bölgelerinde artış göstermesinin sebebi yapıların taşıyıcı sistemlerindeki farklılıklar ile yönetmeliklerde belirlenen taşıyıcı sistem davranış katsayılarının büyümesidir.



Şekil 5.1.1: Doğrusal Taban Kesme Kuvvetleri ve Bina Ağırlıklarının Karşılaştırılması.

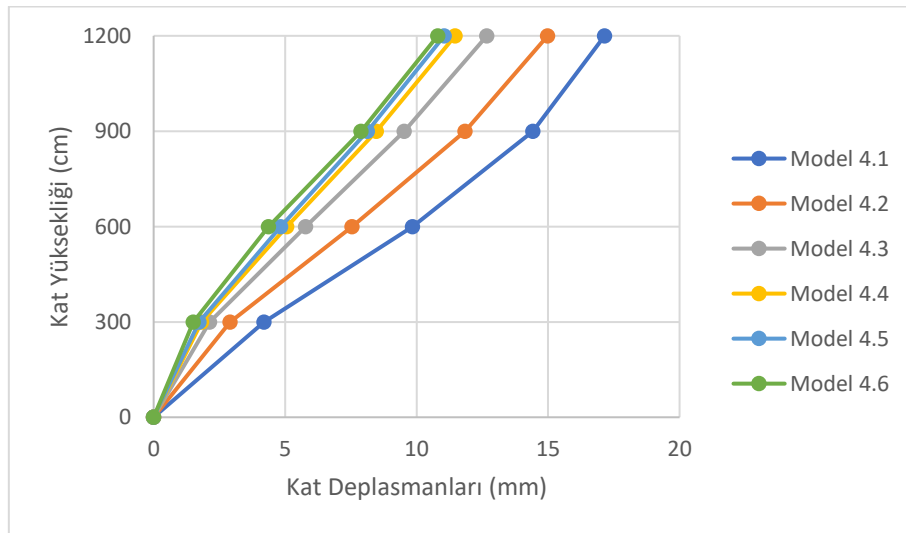
Modellerin tasarım ve analiz aşamalarında her bina yüksekliği için birer adet betonarme perde bulandırmayan çerçevesiz taşıyıcı sisteme sahip referans model oluşturulduğu ve bunların dışında yine her bina yüksekliği değeri için 5 'er adet farklı oranda betonarme perde eleman

içeren yapı modelleri oluşturulduğu belirtilmiştir. Bu modellerin tümünde kullanılan perde alanı oranları Çizelge 3.3.1 'de görülmektedir. Aynı geometrik özelliklere sahip bu yapı modellerinde artan perde alanı oranları ile birlikte doğrusal hesapla elde edilen taban kesme kuvvetleri kayda değer düzeyde artmış, kat ötelenmeleri ve nihai tepe deplasman değerleri önemli ölçüde sınırlandırılmış yani yapılar deprem etkilerine karşı daha rijit davranış gösterebilir hale gelmiştir. Verilen Çizelge 5.1.1 'de tüm modellerin TBDY 2018 'de belirtilen Eşdeğer Deprem Yüğü Yöntemi ile analiz koşullarına göre elde edilen taban kesme kuvveti değerlerinin, her bina yüksekliği için referans modellere kıyasla perde oranındaki artışa bağlı yüzdelik artış değerlerini göstermektedir.

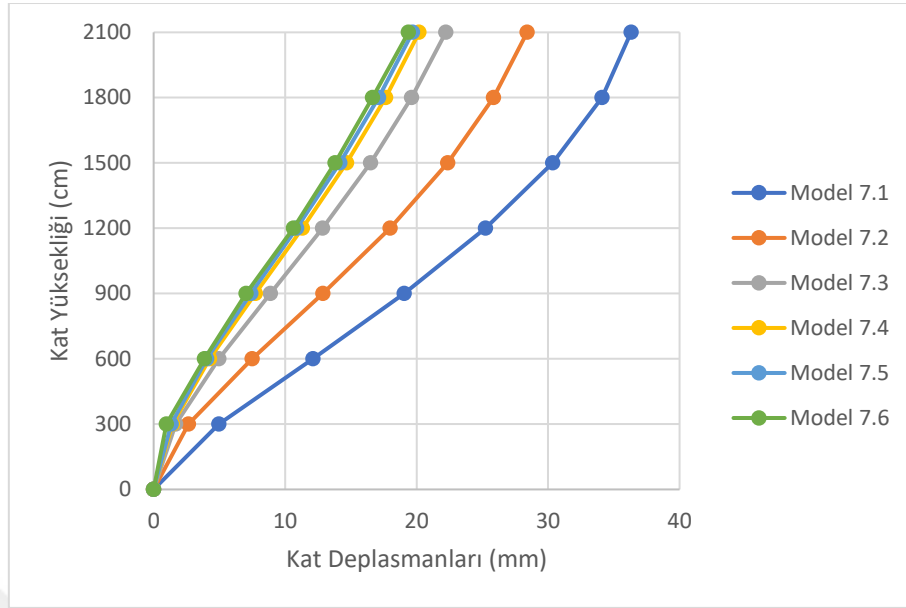
**Çizelge 5.1.1 : Referans Modellere Kıyasla Taban Kesme Kuvvetlerindeki Yüzdelik Artış Değerleri**

Perde Oranı (%)	Perde Oranına Bağlı Taban Kesme Kuvvetlerinde Görülen Yüzdelik Artış (%)					
	0	0.5	1	1.4	1.7	2
4 Kat	0	21.76	50	68.71	76.29	115.5
7 Kat	0	15.93	41.69	60.73	67.08	110.34
10 Kat	0	2.1	5.12	21.99	30.68	64.62

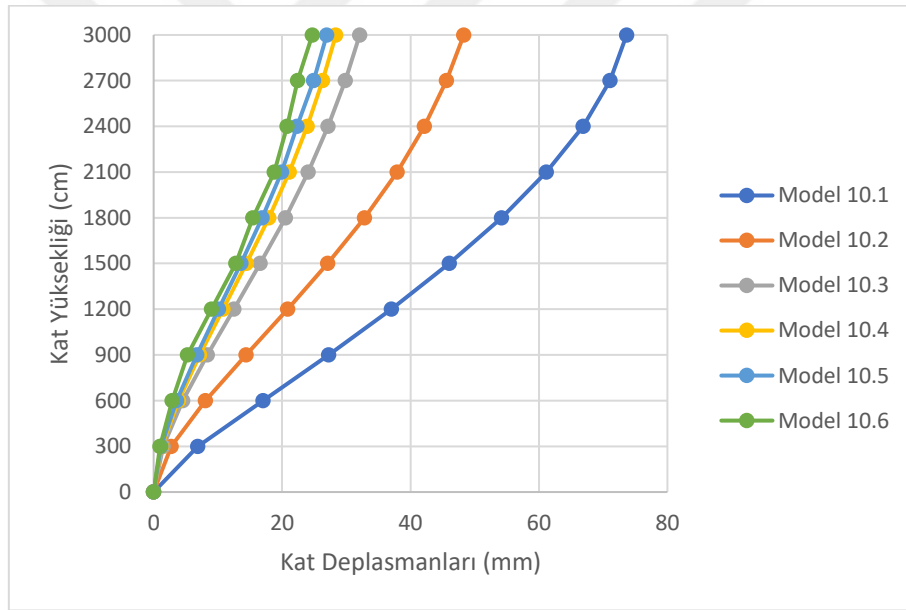
Aynı şekilde yine TBDY 2018 'e göre yapılan Eşdeğer Deprem Yüğü Yöntemi ile analiz sonucu elde edilen kat deplasmanları Şekil 5.1.2 'de verilmiştir. Bu modellere ait tepe deplasman değerlerinin referans modellere kıyasla yüzdelik kısıtlanma oranları da Çizelge 5.1.2 'de görülmektedir.



(a)



(b)



(c)

**Şekil 5.1.2 :** TBDY 2018 'e Göre Eşdeğer Deprem Yüğü Yöntemi ile Analiz Sonucunda Elde Edilen Kat Deplasman Değerleri

**Çizelge 5.1.2 :** Referans Modellere Kıyasla Tepe Deplasman Değerlerindeki Yüzdelerdeki Düşüş Değerleri

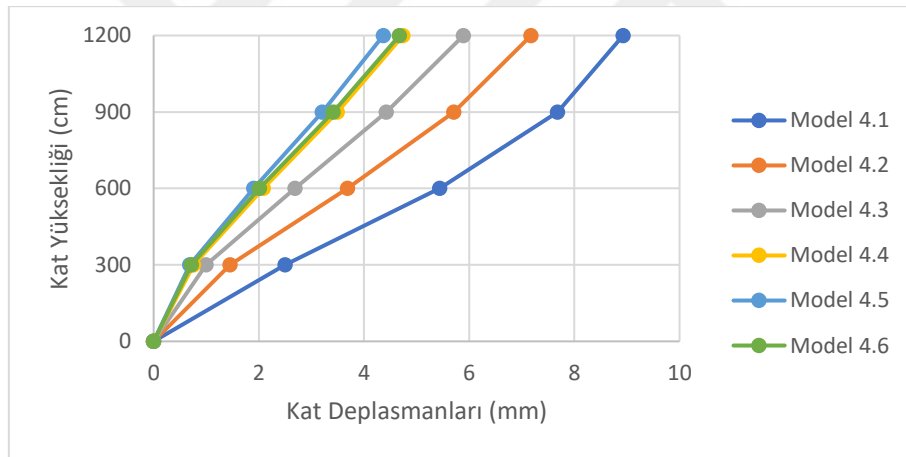
Perde Oranı (%)	Perde Oranına Bağlı Tepe Deplasman Değerlerinde Görülen Yüzdelerdeki Düşüş (%)					
	0	0.5	1	1.4	1.7	2
4 Kat	0	12.63	26.12	33.16	35.54	37
7 Kat	0	21.76	38.8	44.39	45.77	46.62
10 Kat	0	34.42	56.43	61.46	63.39	66.45

Eşdeğer Deprem Yüğü Yöntemi ile elde edilen sonuçların ardından verilen Çizelge 5.1.3 'de tüm modellerin TBDY 2018 'de belirtilen Mod Birleştirme Yöntemi ile analiz koşullarına göre elde edilen taban kesme kuvveti değerlerinin, her bina yüksekliği için referans modellere kıyasla perde oranındaki artışa bağlı yüzdelerik artış değerlerini göstermektedir.

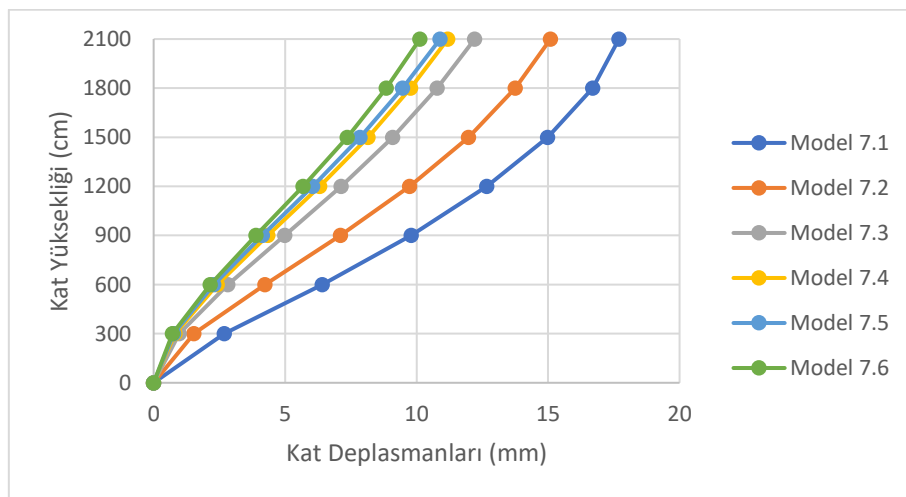
**Çizelge 5.1.3 : Referans Modellere Kıyasla Taban Kesme Kuvvetlerindeki Yüzdelerik Artış Değerleri**

Perde Oranı (%)	Perde Oranına Bağlı Taban Kesme Kuvvetlerinde Görülen Yüzdelerik Artış (%)					
	0	0.5	1	1.4	1.7	2
4 Kat	0	31.6	68.67	87.57	93.53	133.78
7 Kat	0	43.58	76.76	98.47	102.34	151.76
10 Kat	0	47.59	88.31	111.66	124.76	180.19

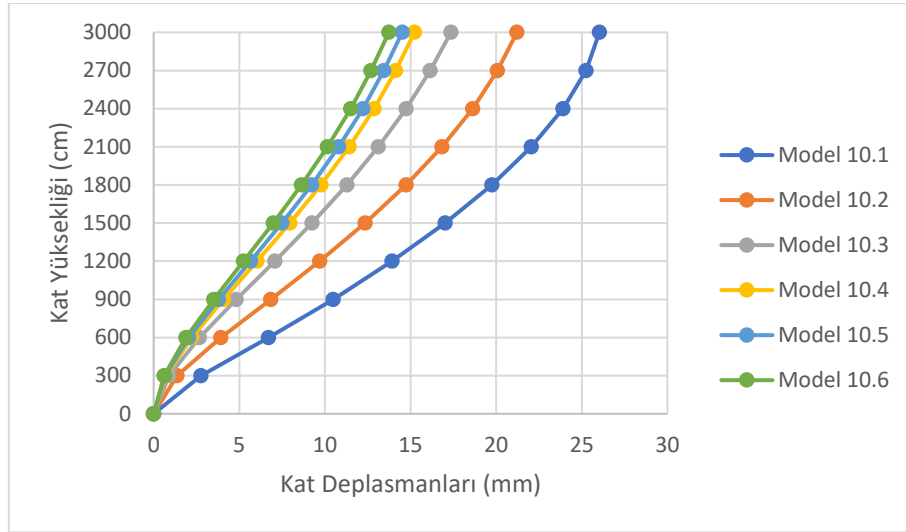
Aynı şekilde yine TBDY 2018 'e göre yapılan Mod Birleştirme Yöntemi ile analiz sonucu elde edilen kat deplasmanları Şekil 5.1.3 'de verilmiştir. Bu modellere ait tepe deplasman değerlerinin referans modellere kıyasla yüzdelerik kısıtlanma oranları da Çizelge 5.1.4 'de görülmektedir.



(a)



(b)



(c)

Şekil 5.1.3 : TBDY 2018 'e Göre Mod Birleştirme Yöntemi ile Analiz Sonucunda Elde Edilen Kat Deplasman Değerleri

Çizelge 5.1.4 : Referans Modellere Kıyasla Tepe Deplasman Değerlerindeki Yüzdelerdeki Düşüş Değerleri

Perde Oranı (%)	Perde Oranına Bağlı Tepe Deplasman Değerlerinde Görülen Yüzdelerdeki Düşüş (%)					
	0	0.5	1	1.4	1.7	2
4 Kat	0	19.59	34	46.88	51.07	55.79
7 Kat	0	14.71	30.99	36.77	38.41	42.76
10 Kat	0	18.49	33.31	41.47	44.22	47.23

Bu durumda Eşdeğer Deprem Yüğü Yöntemi ile yapılan analizlere bakıldığında artan perde oranı ile birlikte yapı modellerine etkimesi öngörülen taban kesme kuvvetleri perde oranlarındaki artışla beraber önemli ölçüde artış göstermiştir. Fakat aynı durumu kat deplasmanları için söylemek doğru değildir. Çünkü bina yüksekliğinin artması ile birlikte artan kat kesme kuvvetleri, yapıların taşıyıcı sistemlerinde bulunan perde elemanlar tarafından belirli bir sınıra kadar taşınabilmektedir. Dolayısıyla kat deplasman ve tepe deplasman değerleri de belirli bir noktaya kadar sınırlandırılabilir. Bu deplasman değerleri perde oranı % 1 olan modellere kadar doğrusala yakın bir artış gösterirken, perde oranı % 1 'den büyük olan modellerde azalan bir artış göstermiştir. Tabi Eşdeğer Deprem Yüğü Yöntemi, TBDY 2018 'de belirtilen sınır koşullarına göre bu çalışmadaki 10 katlı modeller üzerinde uygulanamayacağından dolayı bu genellemeleri henüz tüm modeller üzerinde yapmak doğru değildir.



Aynı yorumlamanın yapılabilmesi için Mod Birleştirme Yöntemi ile analiz sonuçlarına bakılırsa elde edilen taban kesme kuvvetleri tüm modeller için Eşdeğer Deprem Yüğü Yöntemi ile analizler sonucu elde edilen değerlerin altında kalmıştır. Bunun sebebi Eşdeğer Deprem Yüğü Yöntemi ile yapılan hesapların belirli koşullara bağlı sabit formül ve katsayılarla yapılmasına karşın Mod Birleştirme Yönteminin, tepki spektrum değerleri ile elde edilen değerlerin istatistiksel olarak bir araya getirilmesi ile sonuçların elde edilmesidir. Buradan yola çıkarak Eşdeğer Deprem Yüğü Yöntemi ile elde edilen taban kesme kuvveti hesabı sonuçların, yapıların kat deplasmanları ve periyotlarına bağlı olduğu için daha düşük oranlarla artış gösterdiği ama totalde elde edilen yüklerin daha büyük olduğu; Mod Birleştirme Yöntemi ile elde edilen taban kesme kuvveti sonuçlarının ise totalde daha düşük olduğu fakat bu yöntemin yapıların artan rijitliklerine karşı daha duyarlı olduğu sonucuna varılabilir. Mod Birleştirme Yöntemi ile analiz sonucunda elde edilen deplasman değerleri için yapılabilecek yorumlar da Eşdeğer Deprem Yüğü Yöntemi Sonucunda elde edilen deplasman değerleri üzerine yapılabilecek yorumlarla benzerlik gösterebilir. Çünkü yapı yüksekliğinin artması ile kat kesme kuvvetleri artacak ve düşey taşıyıcı sistem elemanları, dik doğrultuda etkiyen bu yüklemenin temel kotunda oluşturduğu moment sonucu ortaya çıkan dönmeyi belirli noktalara kadar sınırlandırabilecektir. Bu deplasmanların sınırlandırılabilmesi için uygulanabilecek en ergonomik çözüm; belirlenecek olan optimum betonarme perde alanı oranının, mümkün olduğunca kat planında simetrik ve binanın dış kenarlarına yakın olacak biçimde yerleştirilmesi şeklinde tavsiye edilir. Bu sayede bu elemanların alanlarının, eleman ağırlık merkezi ile kat ağırlık merkezi arasındaki mesafesinin çarpılması sonucunda elde edilecek olan binanın plandaki eğilmeye karşı atalet momenti, dolayısıyla yapının eğilme rijitliği artacak ve yapı yatay etkilere karşı daha dirençli hale gelecektir.

## 5.2. Doğrusal Ötesi Analiz Sonuçları

Farklı bina yükseklikleri ile tasarlanan 18 tip yapı modelinin farklı yönetmelik koşulları ve analiz yöntemleri ile yapılan doğrusal hesapların ardından yapı performansının belirleneceği ve analiz çalışmasının ikinci adımı olan doğrusal ötesi analiz aşamasına geçilmiştir. Çalışmanın bu bölümü önce TBDY 2018 'de belirtilmiş olan etkin kesit rijitliklerinin hesaplanması, ardından taşıyıcı sistem elemanlarının üzerine tanımlanmış olan plastik mafsallık özelliklerinin belirlenmesi ve elemanlar üzerindeki atamasının yapılması iş kalemlerinin çok fazla zaman alması ve hatta analizlerin kendi başına uzun sürede tamamlanması nedeniyle en yorucu ve en zahmetli kısım olmuştur. Bu bölümde bu analizlerden elde edilen sonuçlar incelenecektir.

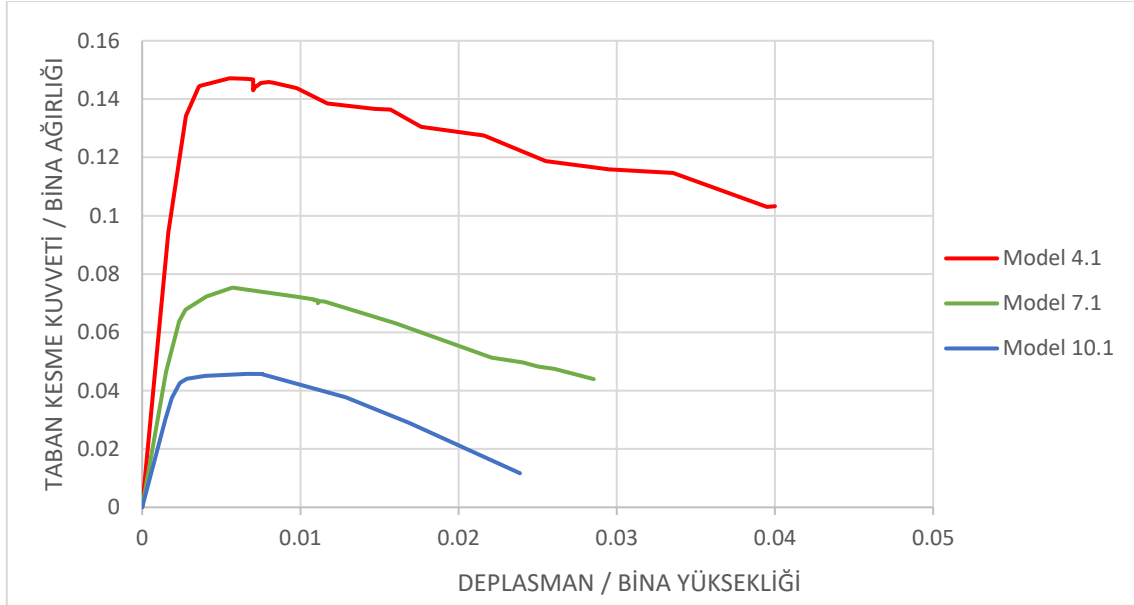
Modellerin tasarım ve analiz aşamalarında her bina yüksekliği için birer adet betonarme perde bulundurmayan çerçeveli taşıyıcı sisteme sahip referans model oluşturulduğu ve bunların dışında yine her bina yüksekliği değeri için 5 'er adet farklı oranda betonarme perde eleman içeren yapı modelleri oluşturulduğu belirtilmiştir. Bu modellerin tümünde kullanılan perde alanı oranları Çizelge 3.3.1 'de görülmektedir. Aynı geometrik özelliklere sahip bu yapı modellerinde artan perde alanı oranları ile birlikte doğrusal hesapla elde edilen taban kesme kuvvetleri kayda değer düzeyde artmış, kat ötelenmeleri ve nihai tepe deplasman değerleri önemli ölçüde sınırlandırılmış yani yapılar deprem etkilerine karşı daha rijit davranış gösterebilir hale gelmiştir. Verilen Çizelge 5.2.1 'de tüm modellerin TBDY 2018 'de belirtilen statik itme analizi koşullarına göre  $L_p = 0.5$  h değeri için elde edilen taban kesme kuvveti değerlerinin, her bina yüksekliği için referans modellere kıyasla perde oranındaki artışa bağlı yüzdelik artış değerlerini göstermektedir.

**Çizelge 5.2.1 : Referans Modellere Kıyasla Taban Kesme Kuvvetlerindeki Yüzdelik Artış Değerleri**

Perde Oranı (%)	Perde Oranına Bağlı Taban Kesme Kuvvetlerinde Görülen Yüzdelik Artış (%)					
	0	0.5	1	1.4	1.7	2
4 Kat	0	22.76	45.19	65.11	73.27	84.87
7 Kat	0	39.15	76.37	107.93	116.66	136.08
10 Kat	0	55.62	108.94	143.54	169.12	198.14

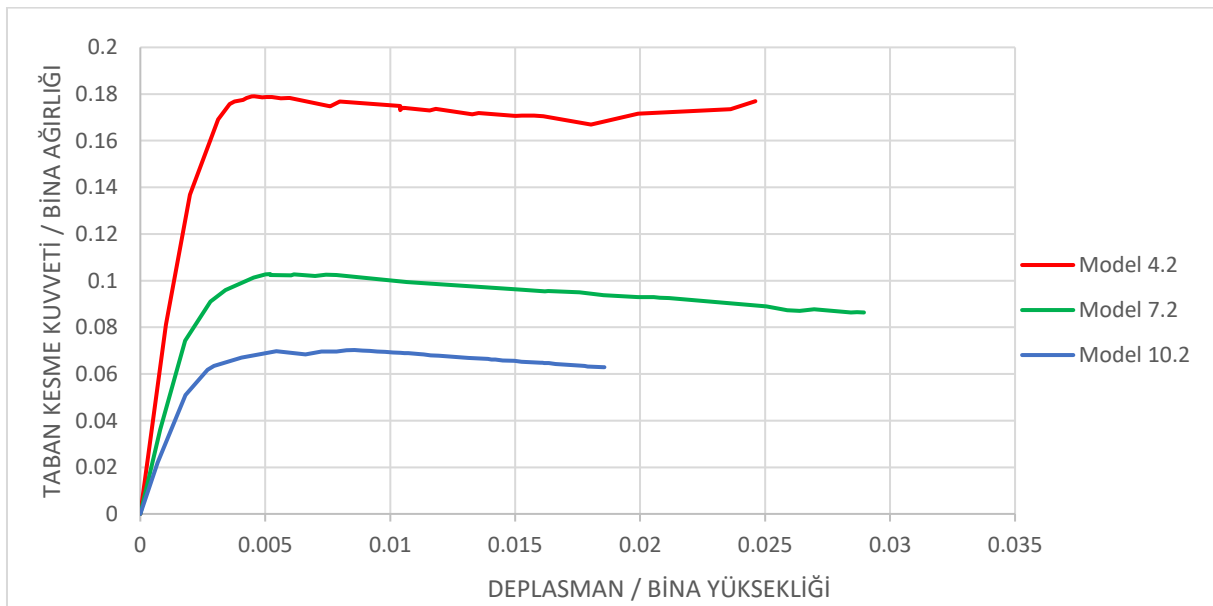
Bu sonuçlar incelendiğinde, bina yüksekliğinin artması ile yapıya etkiyecek olan taban kesme kuvvetinin de bu artışla doğrusala yakın bir oran ile arttığı söylenebilir. Örneğin perde oranı % 2 olan 4 farklı yapı yüksekliğine sahip model ele alınacak olursa 4 katlı modeldeki referans modele kıyasla taban kesme kuvveti kapasitesindeki % 84.87 'lik artış, bina yüksekliğinin 2.5 katına çıkması ile 2.35 kat artmış ve 10 katlı modeldeki referans modele kıyasla taban kesme kuvveti kapasitesindeki %198.14 'lük artış değerlerine ulaşmıştır. Yani bu noktada belirtmek istenen durum; perde oranı tanımına bakıldığında oran paydasında bulunan 'binanın tüm kat alanları toplamı' nın artması durumunda istenen oranın sabit kalması için kat planındaki perde alanı da artacağından, bina yüksekliğinin artması ile doğru orantılı olarak taban kesme kuvvetinin de artacağıdır. Bu durumda tasarlanacak yapıların kullanım amacı ve bina önem katsayısına göre optimum bir perde oranı seçilerek ekonomik çözümler sunulabilir. Optimum perde oranının farklı bina yüksekliklerine göre belirlenebilmesi için taban kesme kuvvetlerinin toplam bina ağırlıklarına oranı ile tepe deplasman değerlerinin bina yüksekliklerine olan oranlarını göreceli olarak gösteren grafikler oluşturulmuştur.

Şekil 5.2.1 'de her bina yüksekliği için aynı perde bulundurmayan modellere ait taban kesme kuvvetlerinin toplam bina ağırlıklarına oranı ile tepe deplasman değerlerinin bina yüksekliklerine olan oranları göreceli olarak gösterilmiştir.



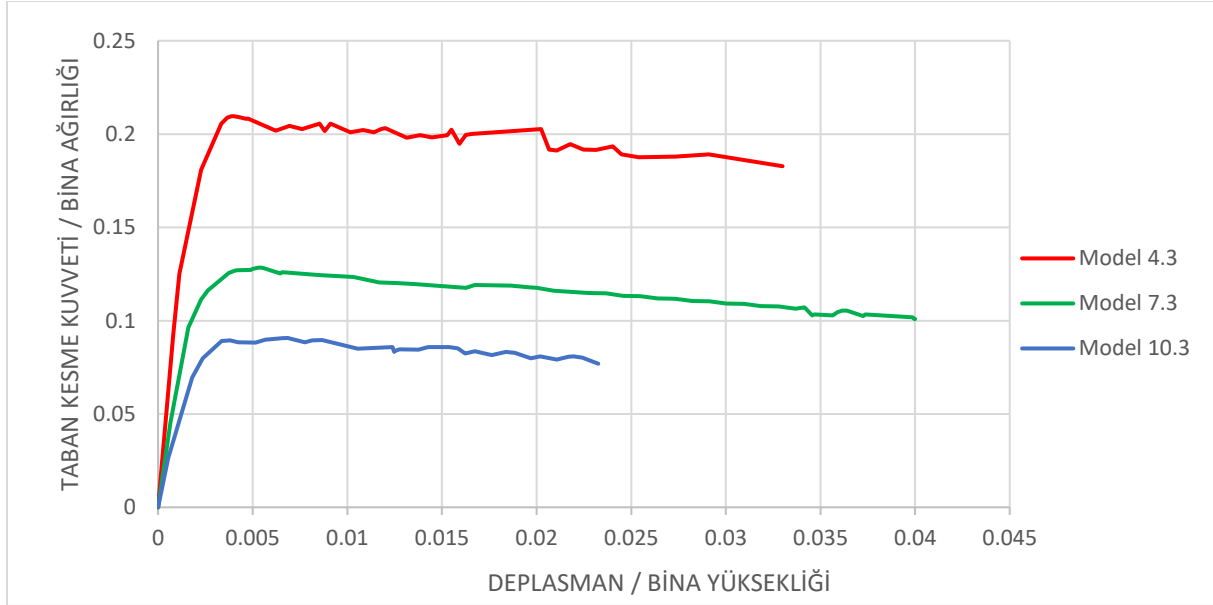
Şekil 5.2.1 : Taban Kesme Kuvveti / Bina Ağırlığı ve Tepe deplasman / Bina Yüksekliği Eğrisi

Şekil 5.2.2 'de her bina yüksekliği için aynı perde oranı % 0.5 olan modellere ait taban kesme kuvvetlerinin toplam bina ağırlıklarına oranı ile tepe deplasman değerlerinin bina yüksekliklerine olan oranları göreceli olarak gösterilmiştir.



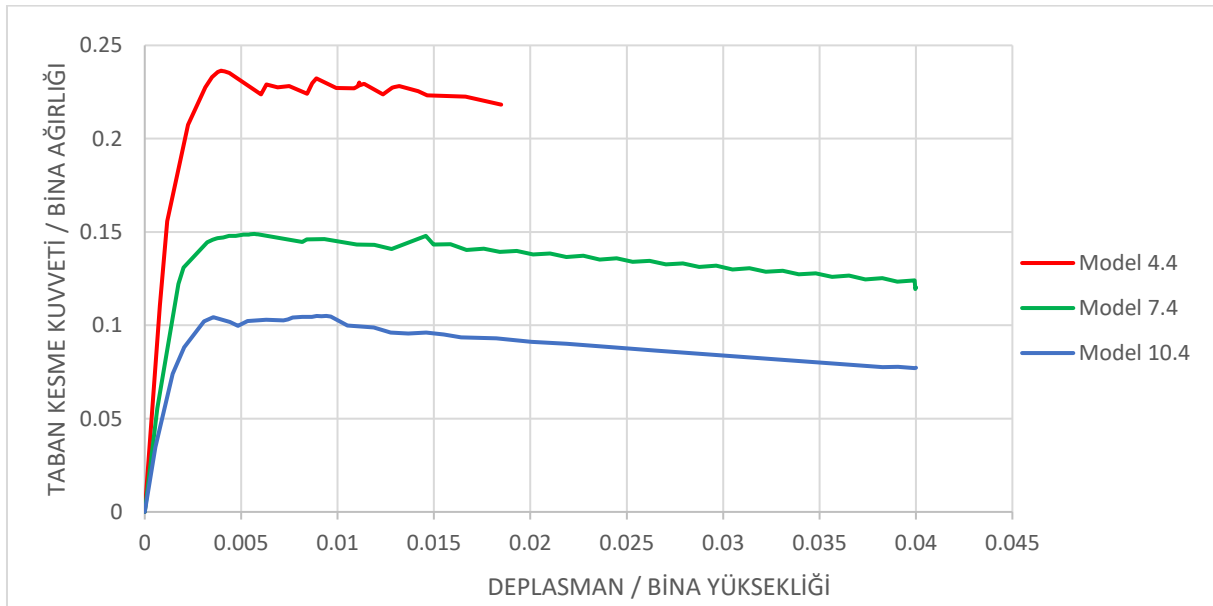
Şekil 5.2.2 : Taban Kesme Kuvveti / Bina Ağırlığı ve Tepe deplasman / Bina Yüksekliği Eğrisi

Şekil 5.2.3 'de her bina yüksekliği için aynı perde oranı % 1 olan modellere ait taban kesme kuvvetlerinin toplam bina ağırlıklarına oranı ile tepe deplasman değerlerinin bina yüksekliklerine olan oranları göreceli olarak gösterilmiştir.



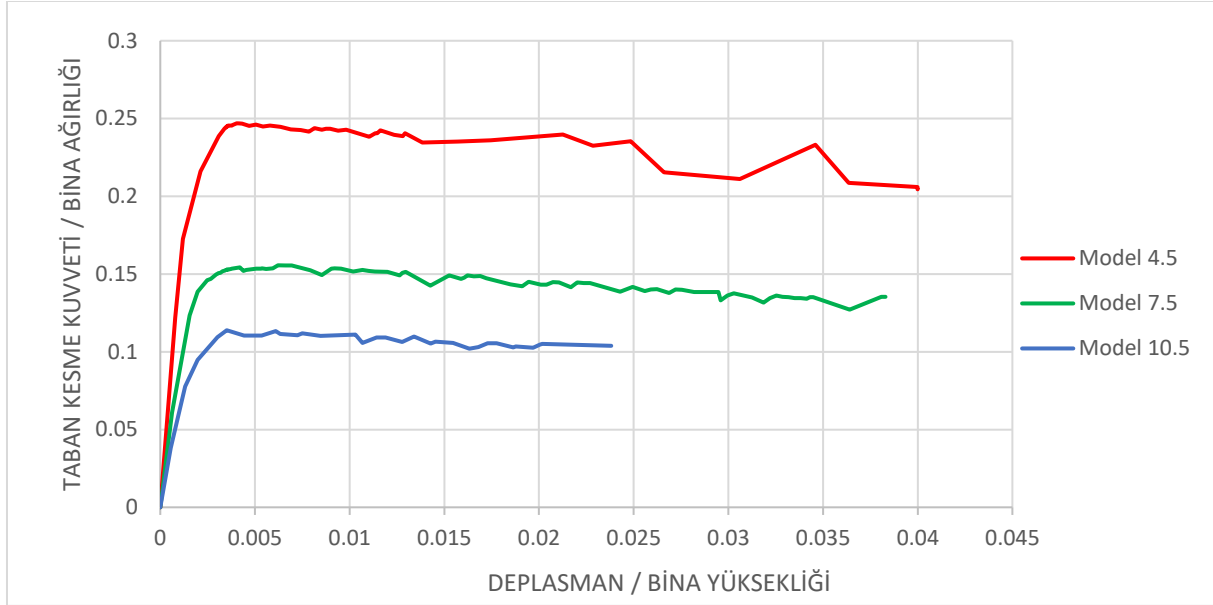
Şekil 5.2.3 : Taban Kesme Kuvveti / Bina Ağırlığı ve Tepe deplasman / Bina Yüksekliği Eğrisi

Şekil 5.2.4 'de her bina yüksekliği için aynı perde oranı % 1.4 olan modellere ait taban kesme kuvvetlerinin toplam bina ağırlıklarına oranı ile tepe deplasman değerlerinin bina yüksekliklerine olan oranları göreceli olarak gösterilmiştir.



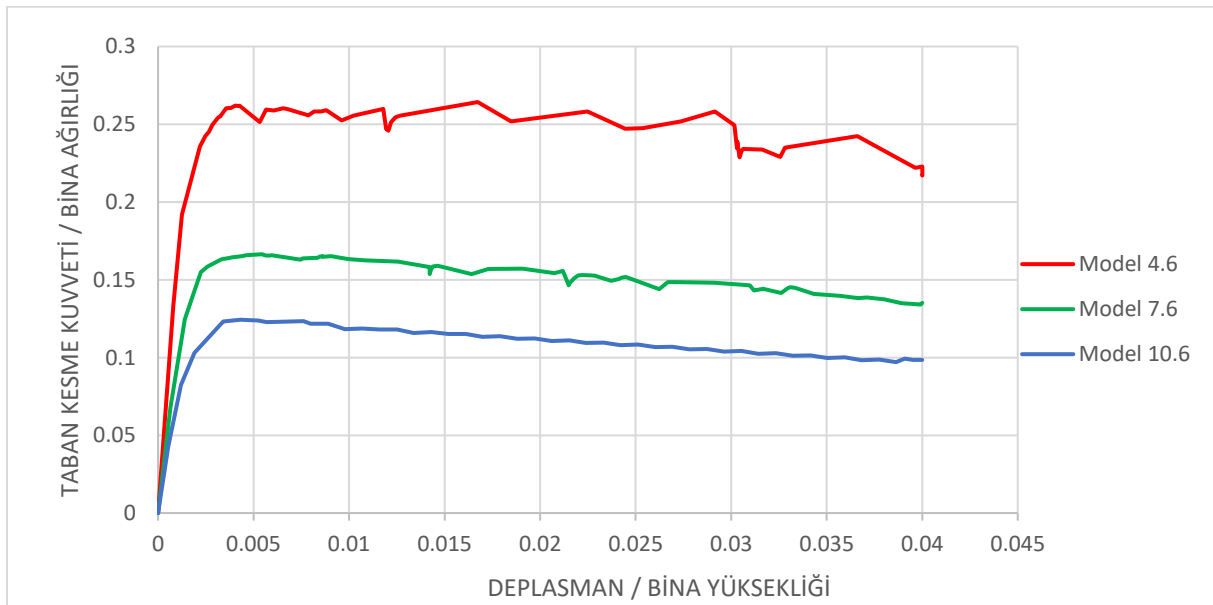
Şekil 5.2.4 : Taban Kesme Kuvveti / Bina Ağırlığı ve Tepe deplasman / Bina Yüksekliği Eğrisi

Şekil 5.2.5 'de her bina yüksekliği için aynı perde oranı % 1.7 olan modellere ait taban kesme kuvvetlerinin toplam bina ağırlıklarına oranı ile tepe deplasman değerlerinin bina yüksekliklerine olan oranları göreceli olarak gösterilmiştir.



Şekil 5.2.5 : Taban Kesme Kuvveti / Bina Ağırlığı ve Tepe deplasman / Bina Yüksekliği Eğrisi

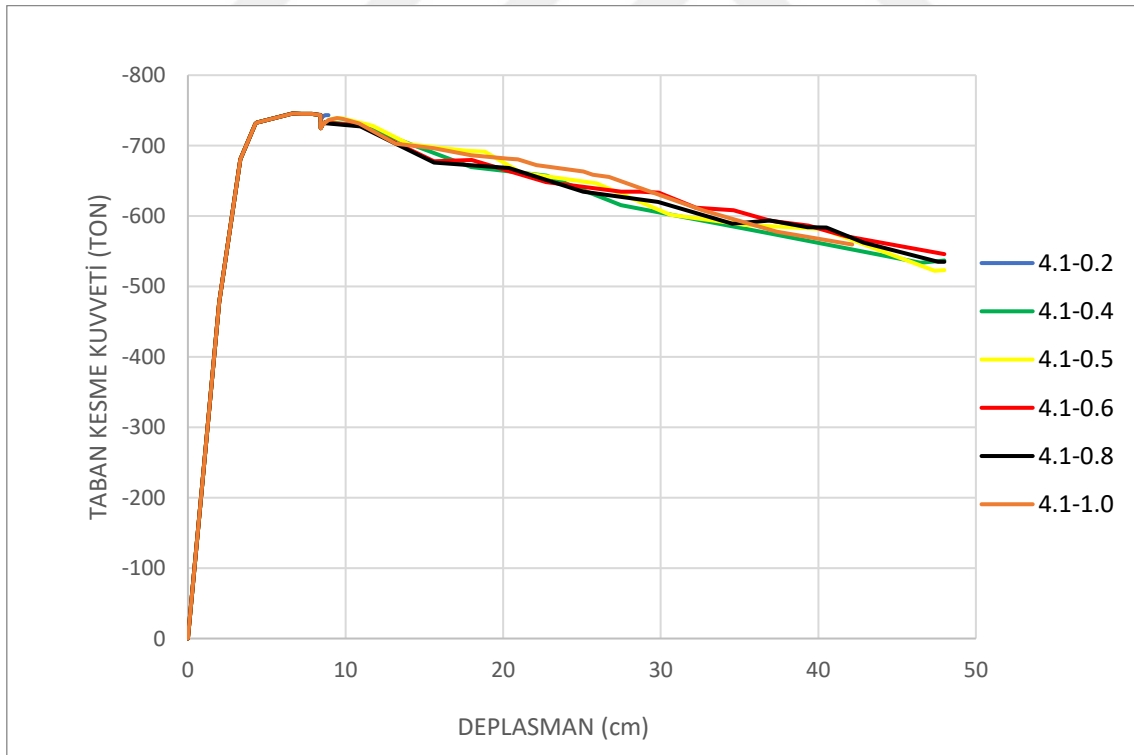
Şekil 5.2.6 'da her bina yüksekliği için aynı perde oranı % 2 olan modellere ait taban kesme kuvvetlerinin toplam bina ağırlıklarına oranı ile tepe deplasman değerlerinin bina yüksekliklerine olan oranları göreceli olarak gösterilmiştir.



Şekil 5.2.6 : Taban Kesme Kuvveti / Bina Ağırlığı ve Tepe deplasman / Bina Yüksekliği Eğrisi

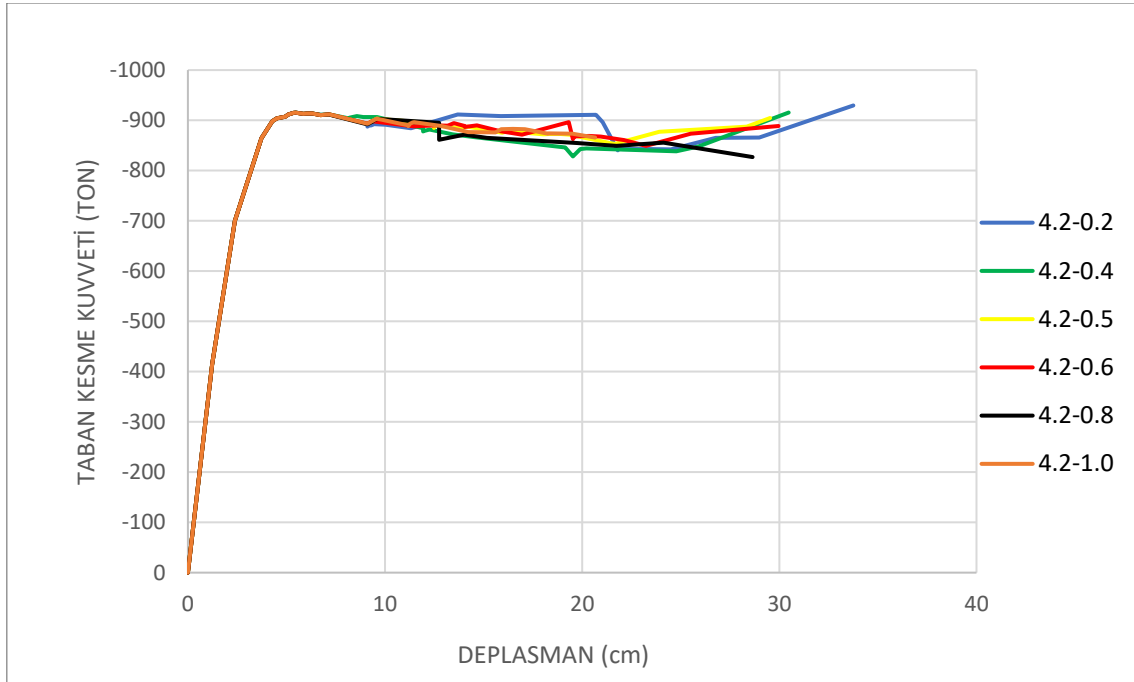
### 5.2.1. Mafsal Boylarının Dayanım Fazlalığı Katsayısı Üzerindeki Etkisi

Tezin amacı doğrultusunda dayanım fazlalığı katsayısının belirlenmesi üzerine TBDY 2018 'de belirtilen  $L_p = 0,5$  h mafsal boyunun yanında daha önce de belirtilen  $0.2$  h –  $0.4$  h –  $0.6$  h –  $0.8$  h –  $1.0$  h olmak üzere farklı mafsal boyları tanımlanmıştır. Plastik mafsal boylarındaki bu değişim tüm modeller için binanın akma sınırına kadar bir farklılık göstermemiş ancak bu sınırdan sonra ihmal edilebilir düzeyde farklı deplasmanlar ve taban kesme kuvvetleri gözlemlenmiştir. Bu durumun açıklaması mahiyetinde şu şekilde bir tahmin yürütülebilir; plastik mafsal boyu olan  $L_p$  değerinin  $0.2$  h ile  $1.0$  h arasında bu sınırlar da dahil olmak üzere farklı değerler alması halinde yapıların statik itme analizlerindeki taban kesme – tepe deplasman eğrilerinde bir değişiklik görülmemesi, aslında bu yapıların taşıyıcı sistem elemanları üzerindeki plastik mafsal bölgelerinde oluşması öngörülen hasarların, plastik mafsal boyu en küçük olan  $L_p = 0,2$  h değerinden bile daha kısa bir bölgede oluştuğu düşünülebilir. Bu analizler sonucu elde edilen verilerin ayrıntıları çalışmanın devamında mevcuttur. Şekil 5.2.7 'de Model 4.1 'e ait 6 farklı mafsal boyunda yapılmış olan analizler sonucunda elde edilen taban kesme – tepe deplasman eğrileri verilmiştir.



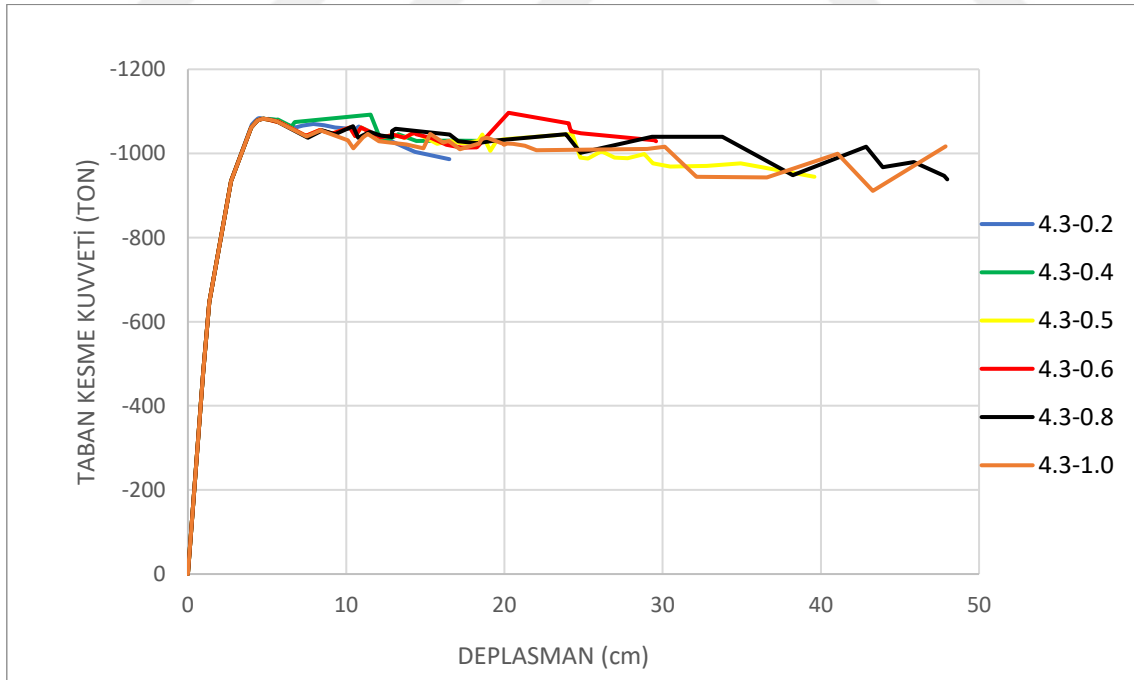
Şekil 5.2.7 : Farklı Mafsal Boyları İçin Elde Edilen Taban Kesme – Tepe Deplasman Eğrisi.

Şekil 5.2.8 'de Model 4.2 'ye ait 6 farklı mafsal boyunda yapılmış olan analizler sonucunda elde edilen taban kesme – tepe deplasman eğrileri verilmiştir.



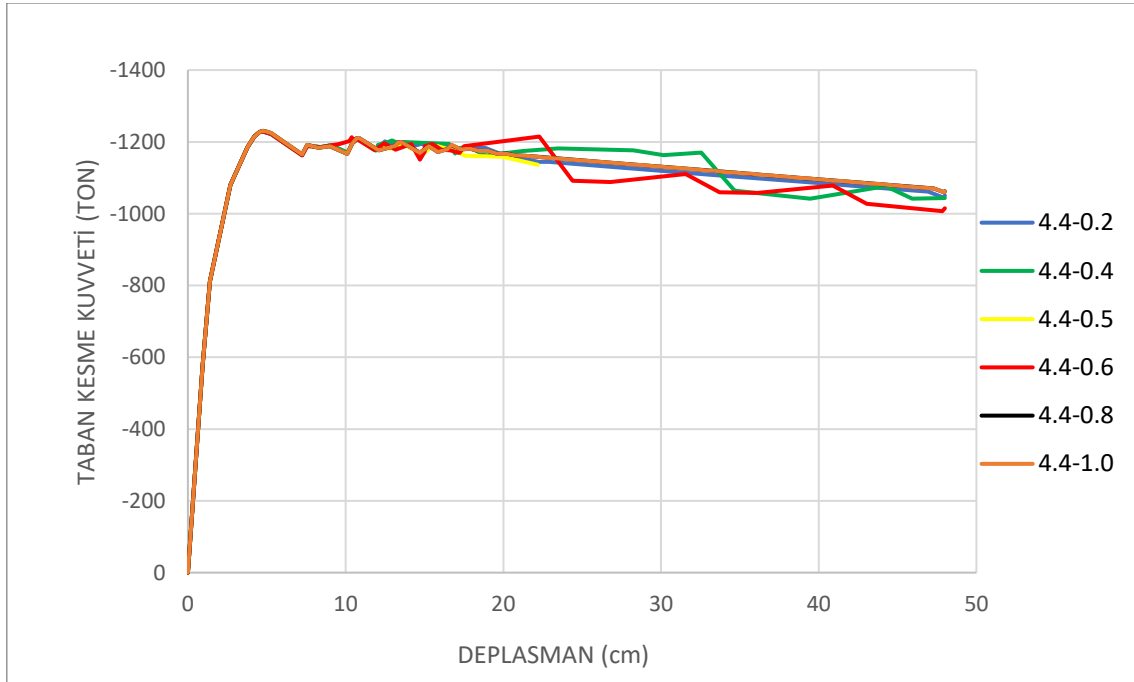
Şekil 5.2.8 : Farklı Mafsal Boyları İçin Elde Edilen Taban Kesme – Tepe Deplasman Eğrisi.

Şekil 5.2.9 ‘da Model 4.3 ‘e ait 6 farklı mafsal boyunda yapılmış olan analizler sonucunda elde edilen taban kesme – tepe deplasman eğrileri verilmiştir.



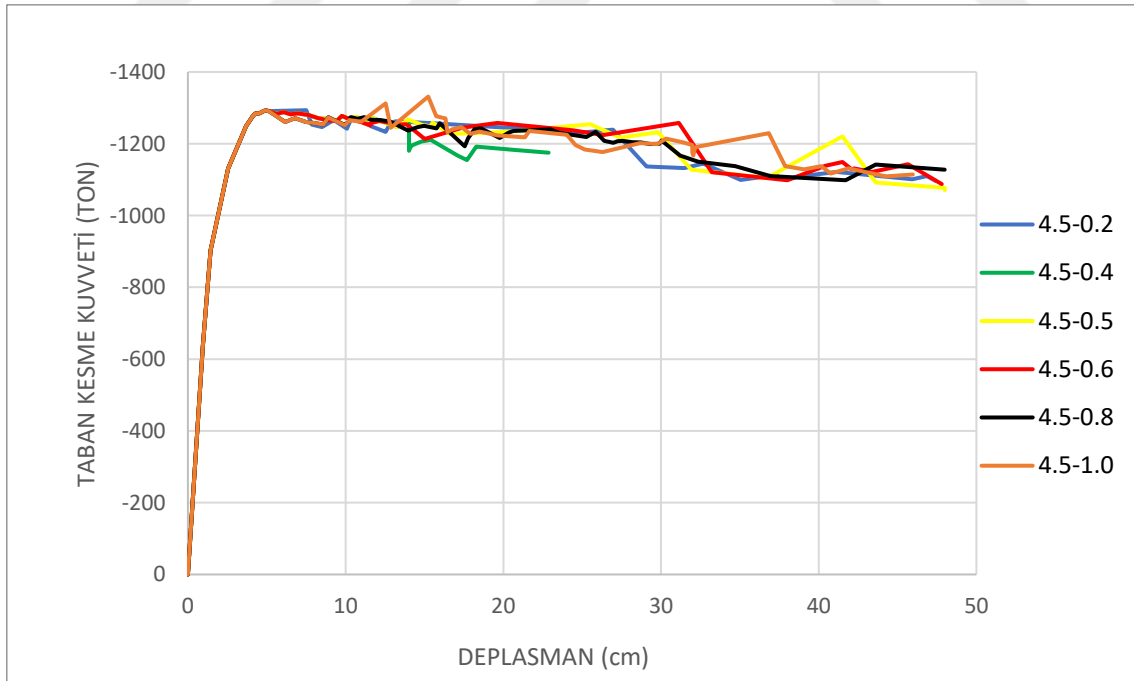
Şekil 5.2.9 : Farklı Mafsal Boyları İçin Elde Edilen Taban Kesme – Tepe Deplasman Eğrisi.

Şekil 5.2.10 ‘da Model 4.4 ‘e ait 6 farklı mafsal boyunda yapılmış olan analizler sonucunda elde edilen taban kesme – tepe deplasman eğrileri verilmiştir.



Şekil 5.2.10 : Farklı Mafsal Boyları İçin Elde Edilen Taban Kesme – Tepe Deplasman Eğrisi.

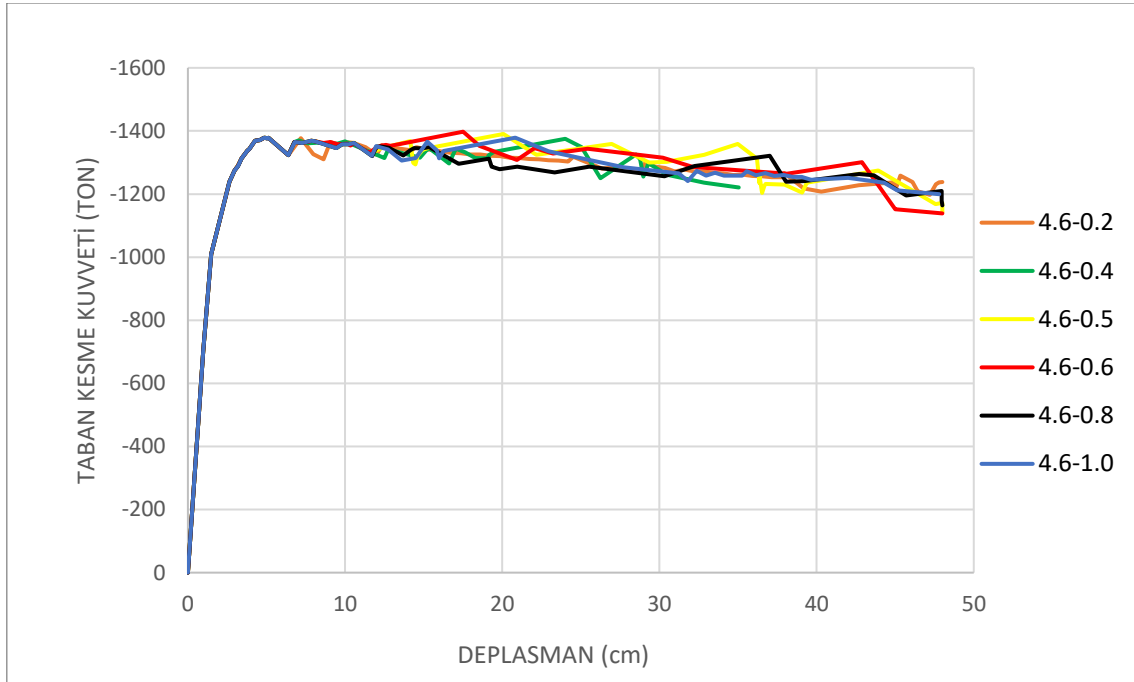
Şekil 5.2.11 'de Model 4.5 'e ait 6 farklı mafsal boyunda yapılmış olan analizler sonucunda elde edilen taban kesme – tepe deplasman eğrileri verilmiştir.



Şekil 5.2.11 : Farklı Mafsal Boyları İçin Elde Edilen Taban Kesme – Tepe Deplasman Eğrisi.

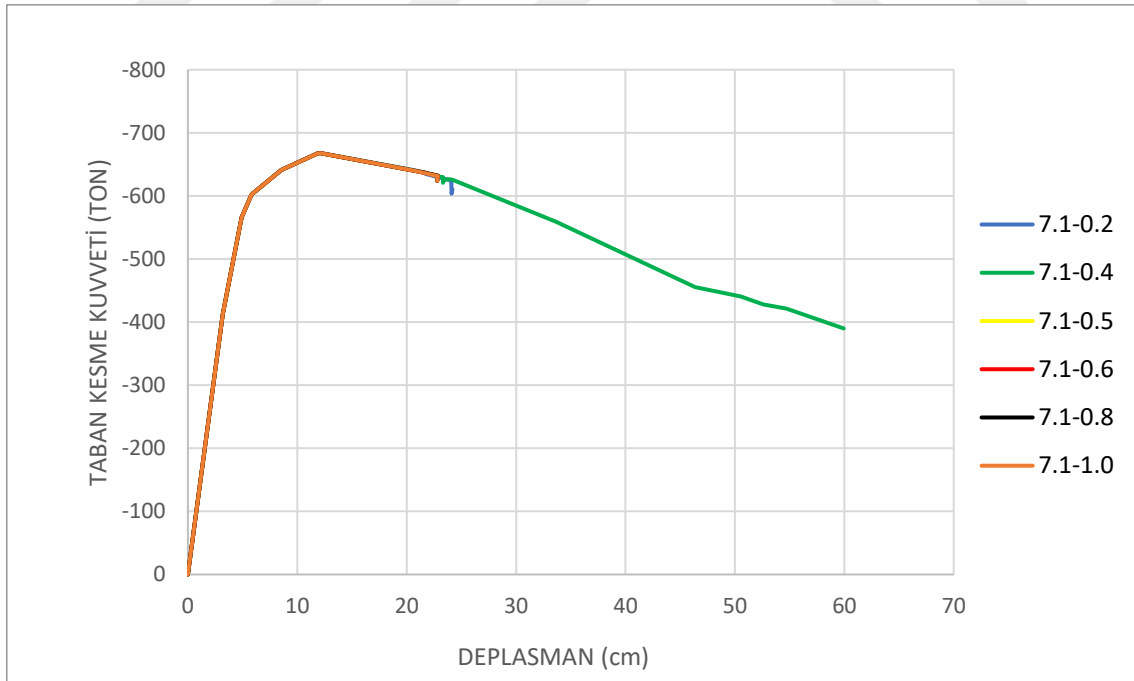
Şekil 5.2.12 'de Model 4.6 'ya ait 6 farklı mafsal boyunda yapılmış olan analizler sonucunda elde edilen taban kesme – tepe deplasman eğrileri verilmiştir.





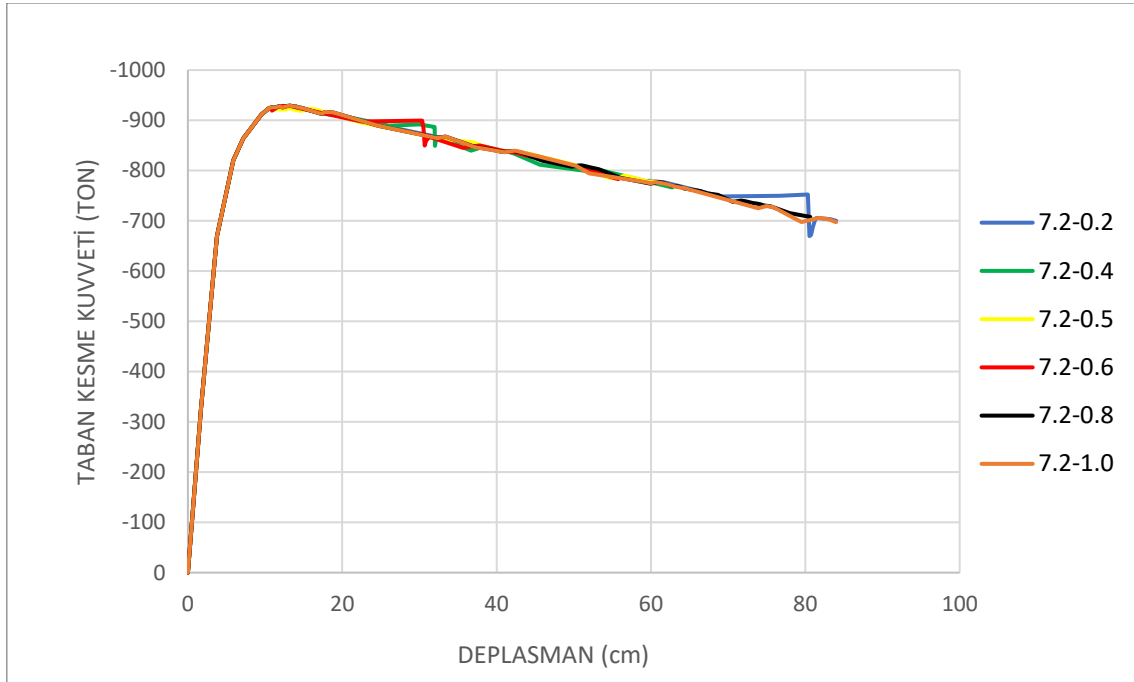
Şekil 5.2.12 : Farklı Mafsal Boyları İçin Elde Edilen Taban Kesme – Tepe Deplasman Eğrisi.

Şekil 5.2.13 'de Model 7.1 'e ait 6 farklı mafsal boyunda yapılmış olan analizler sonucunda elde edilen taban kesme – tepe deplasman eğrileri verilmiştir.



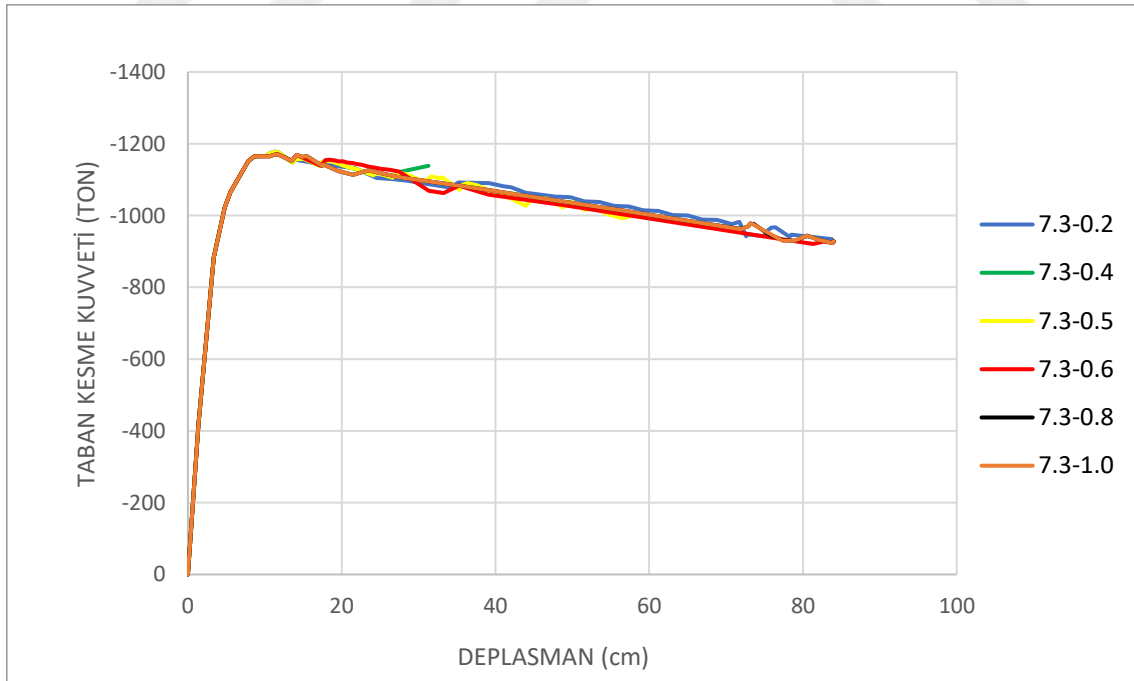
Şekil 5.2.13 : Farklı Mafsal Boyları İçin Elde Edilen Taban Kesme – Tepe Deplasman Eğrisi.

Şekil 5.2.14 'de Model 7.2 'ye ait 6 farklı mafsal boyunda yapılmış olan analizler sonucunda elde edilen taban kesme – tepe deplasman eğrileri verilmiştir.



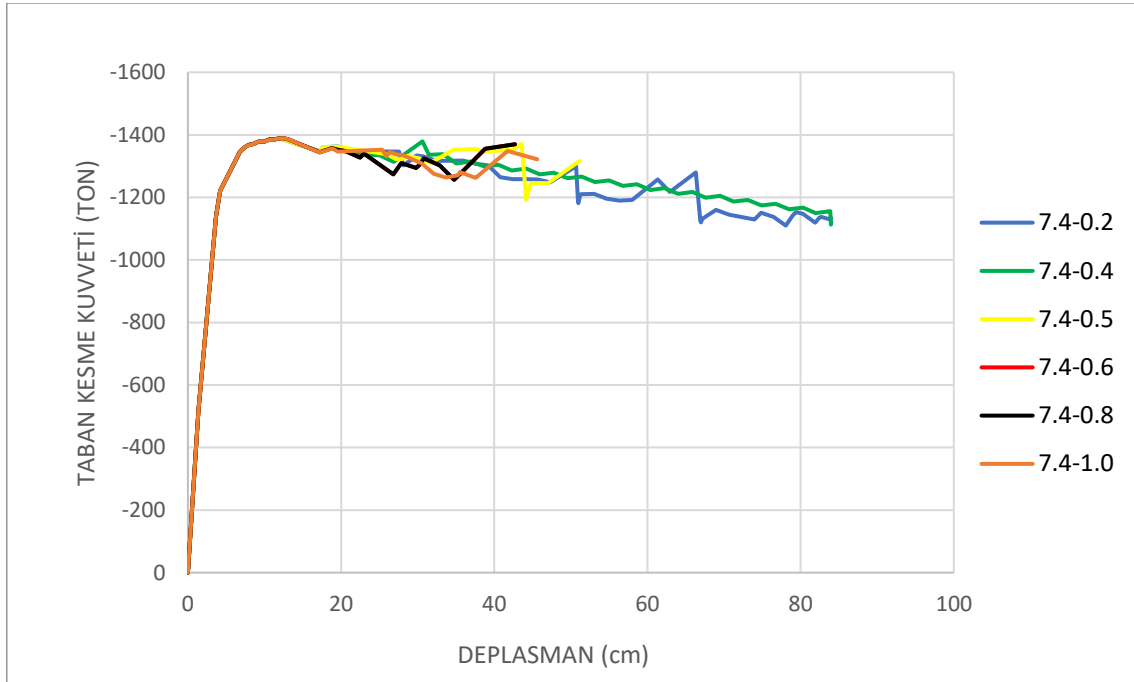
Şekil 5.2.14 : Farklı Mafsal Boyları İçin Elde Edilen Taban Kesme – Tepe Deplasman Eğrisi.

Şekil 5.2.15 'de Model 7.3 'e ait 6 farklı mafsal boyunda yapılmış olan analizler sonucunda elde edilen taban kesme – tepe deplasman eğrileri verilmiştir.



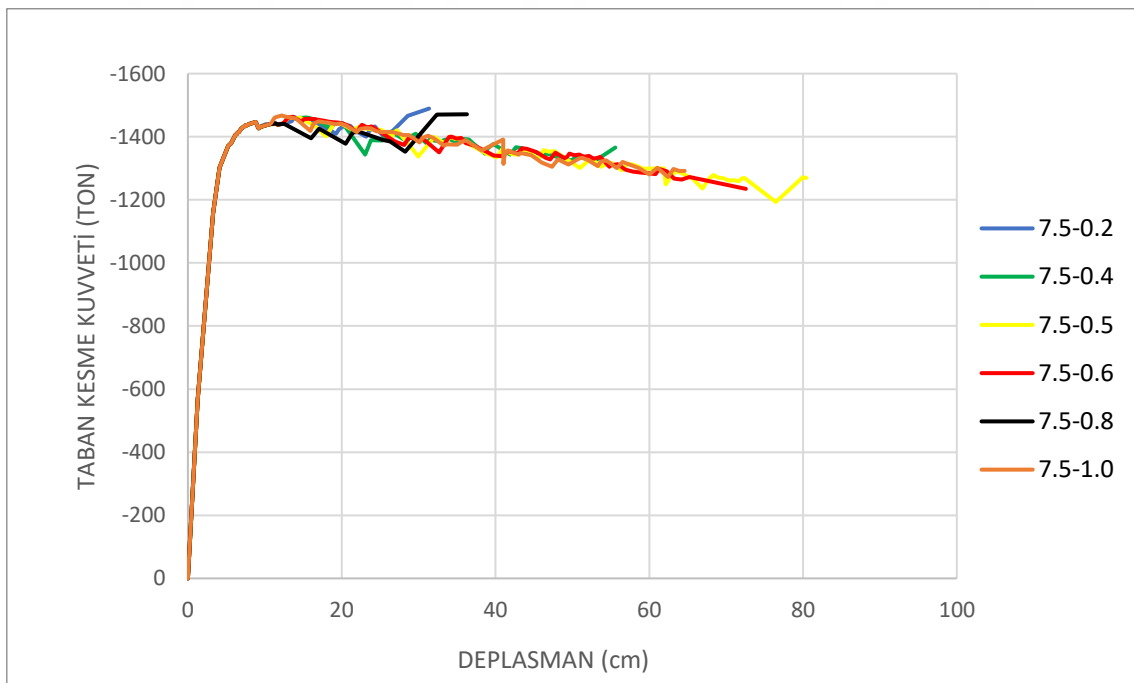
Şekil 5.2.15 : Farklı Mafsal Boyları İçin Elde Edilen Taban Kesme – Tepe Deplasman Eğrisi.

Şekil 5.2.16 'da Model 7.4 'e ait 6 farklı mafsal boyunda yapılmış olan analizler sonucunda elde edilen taban kesme – tepe deplasman eğrileri verilmiştir.



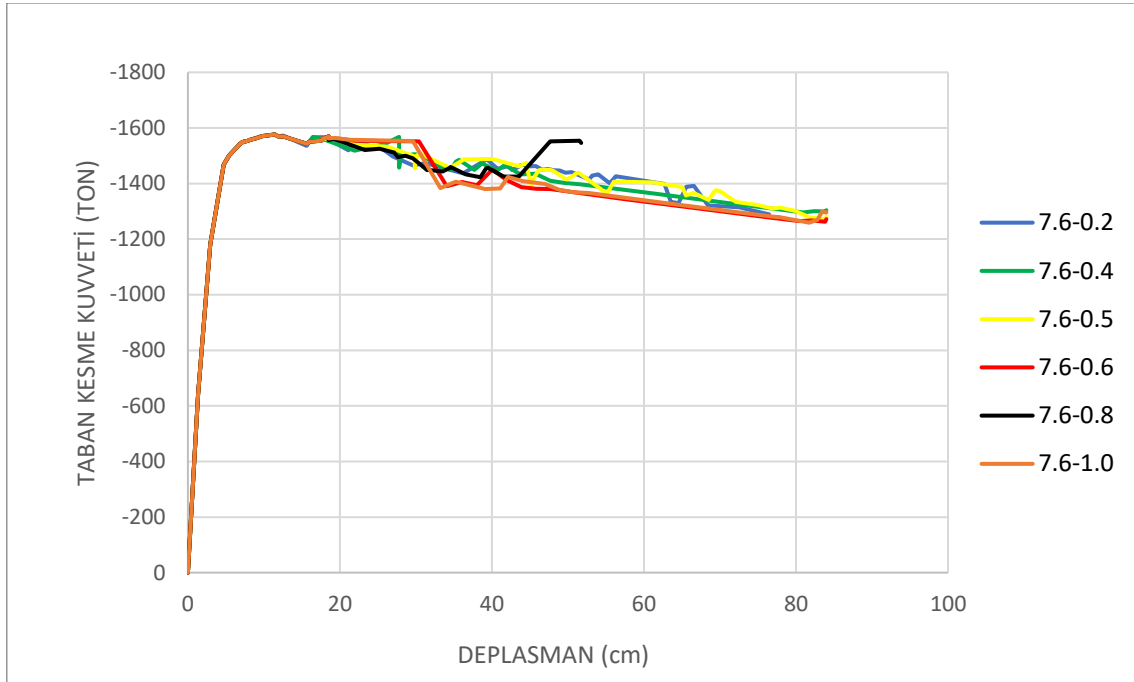
Şekil 5.2.16 : Farklı Mafsallı Boyları İçin Elde Edilen Taban Kesme – Tepe Deplasman Eğrisi.

Şekil 5.2.17 'de Model 7.5 'e ait 6 farklı mafsallı boyunda yapılmış olan analizler sonucunda elde edilen taban kesme – tepe deplasman eğrileri verilmiştir.



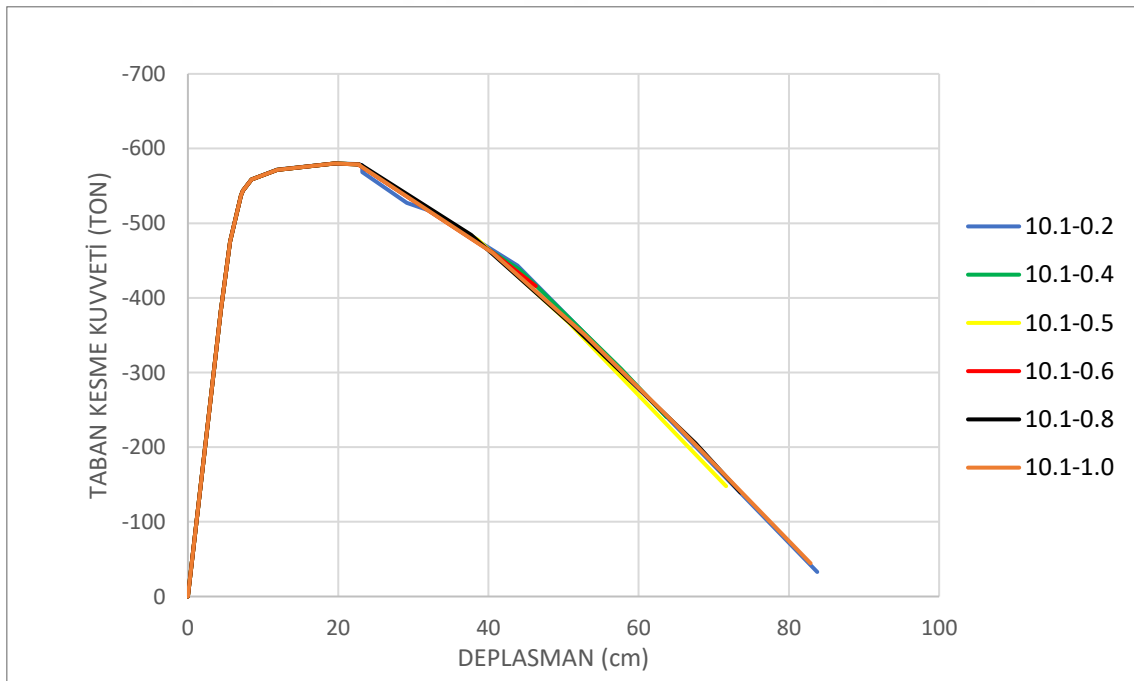
Şekil 5.2.17 : Farklı Mafsallı Boyları İçin Elde Edilen Taban Kesme – Tepe Deplasman Eğrisi.

Şekil 5.2.18 'de Model 7.6 'ya ait 6 farklı mafsallı boyunda yapılmış olan analizler sonucunda elde edilen taban kesme – tepe deplasman eğrileri verilmiştir.



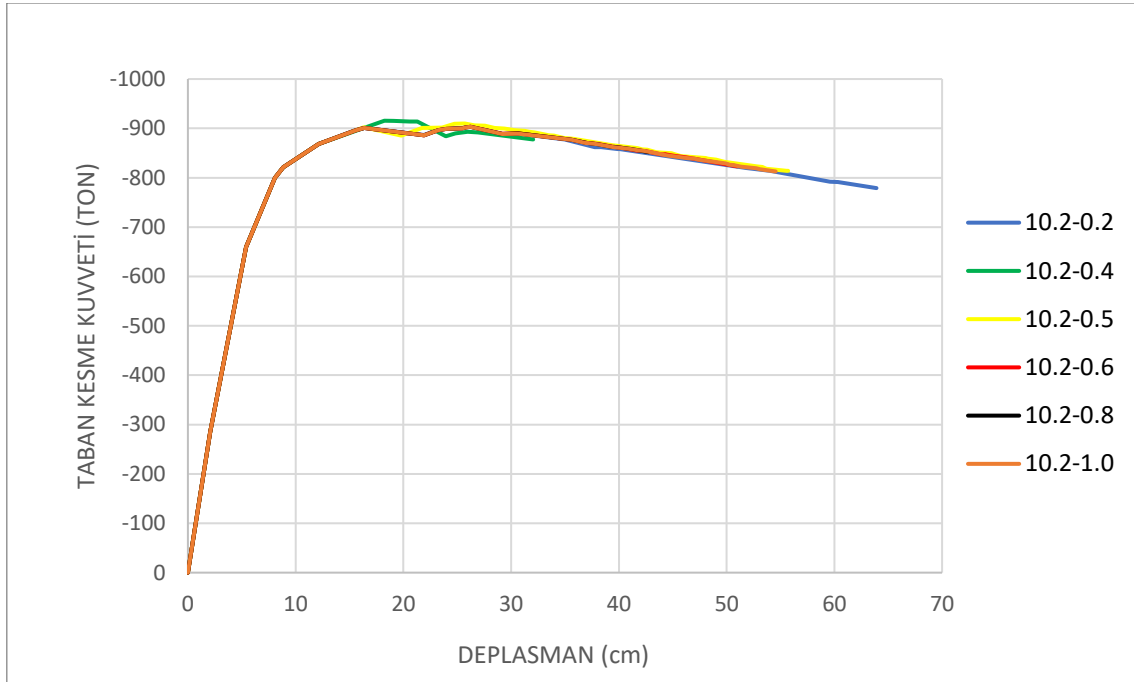
Şekil 5.2.18 : Farklı Mafsal Boyları İçin Elde Edilen Taban Kesme – Tepe Deplasman Eğrisi.

Şekil 5.2.19 'da Model 10.1 'e ait 6 farklı mafsal boyunda yapılmış olan analizler sonucunda elde edilen taban kesme – tepe deplasman eğrileri verilmiştir.



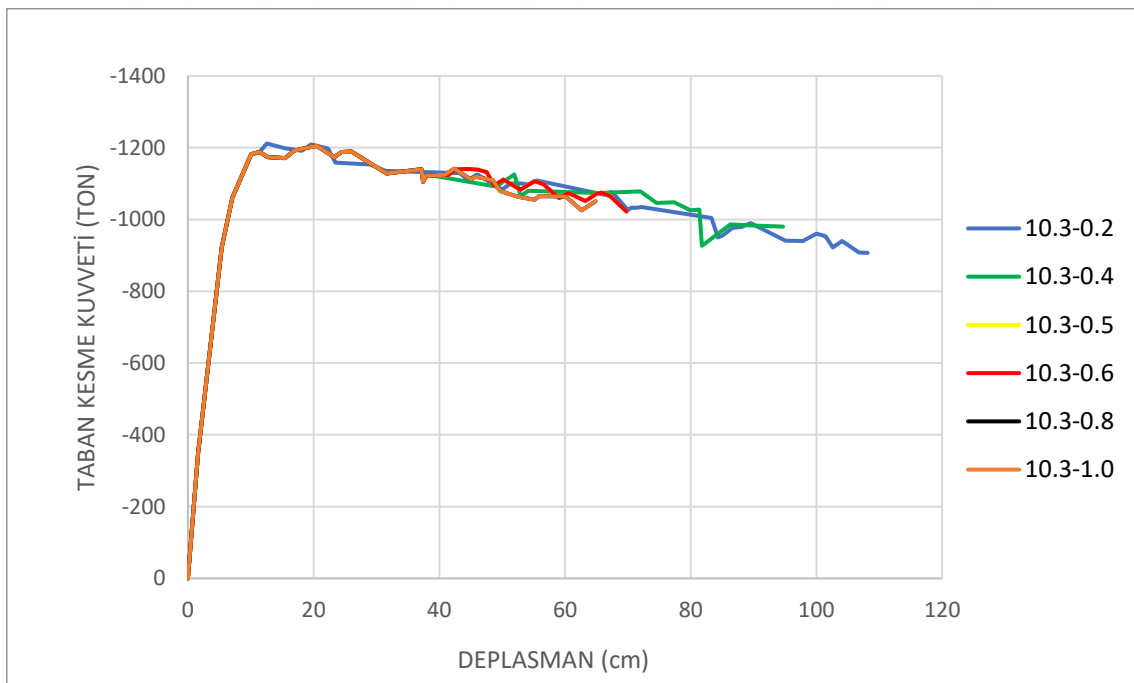
Şekil 5.2.19 : Farklı Mafsal Boyları İçin Elde Edilen Taban Kesme – Tepe Deplasman Eğrisi.

Şekil 5.2.20 'de Model 10.2 'ye ait 6 farklı mafsal boyunda yapılmış olan analizler sonucunda elde edilen taban kesme – tepe deplasman eğrileri verilmiştir.



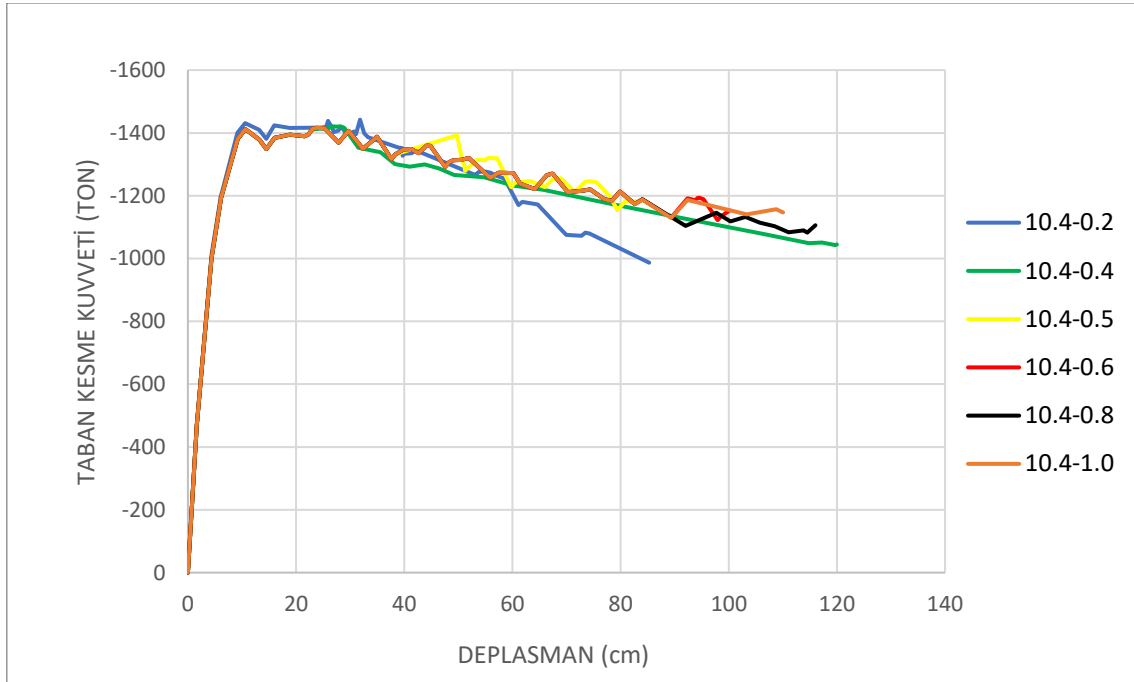
Şekil 5.2.20 : Farklı Mafsal Boyları İçin Elde Edilen Taban Kesme – Tepe Deplasman Eğrisi.

Şekil 5.2.21 'de Model 10.3 'e ait 6 farklı mafsal boyunda yapılmış olan analizler sonucunda elde edilen taban kesme – tepe deplasman eğrileri verilmiştir.



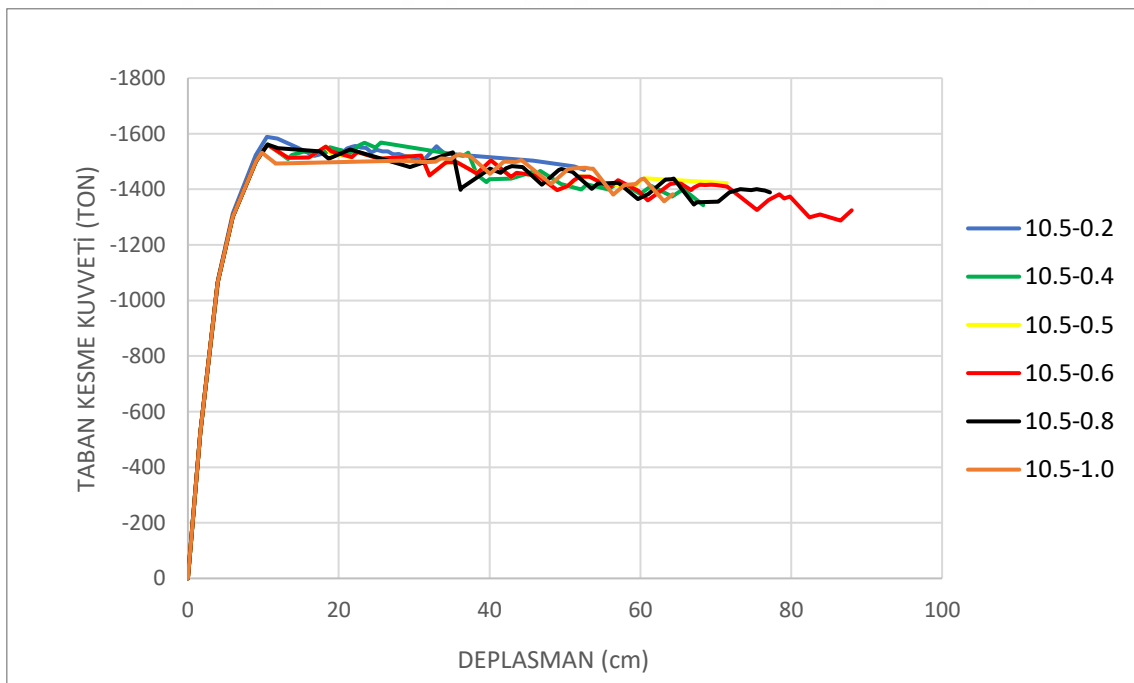
Şekil 5.2.21 : Farklı Mafsal Boyları İçin Elde Edilen Taban Kesme – Tepe Deplasman Eğrisi.

Şekil 5.2.22 'de Model 10.4 'e ait 6 farklı mafsal boyunda yapılmış olan analizler sonucunda elde edilen taban kesme – tepe deplasman eğrileri verilmiştir.



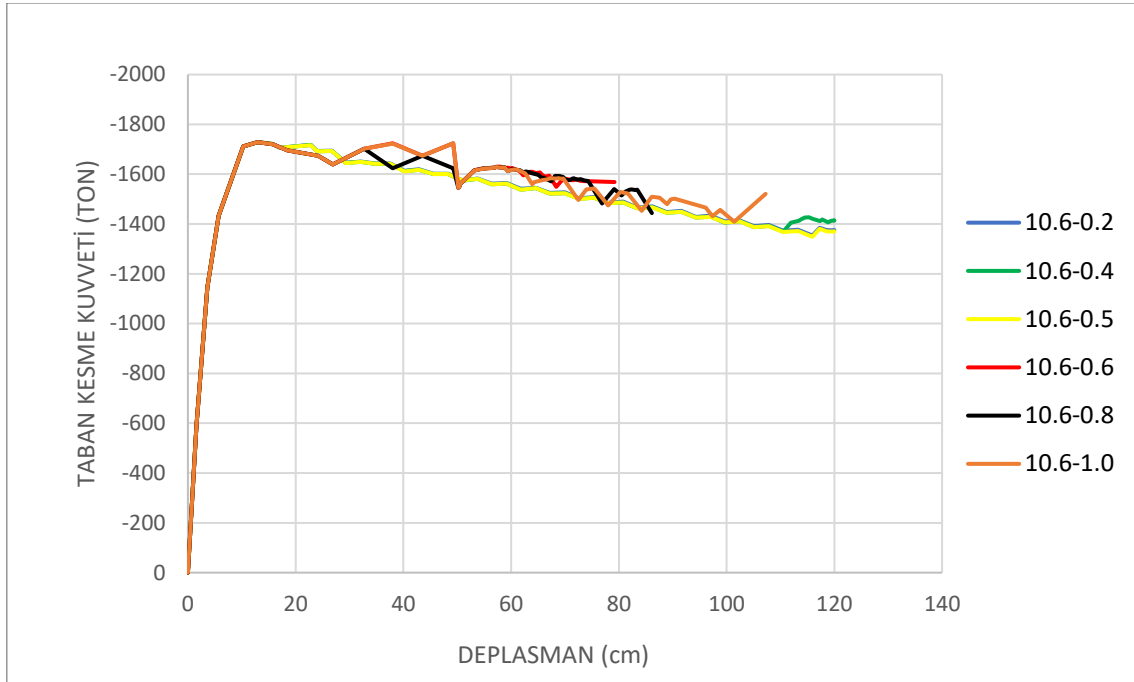
Şekil 5.2.22 : Farklı Mafsal Boyları İçin Elde Edilen Taban Kesme – Tepe Deplasman Eğrisi.

Şekil 5.2.23 'de Model 10.5 'e ait 6 farklı mafsal boyunda yapılmış olan analizler sonucunda elde edilen taban kesme – tepe deplasman eğrileri verilmiştir.



Şekil 5.2.23 : Farklı Mafsal Boyları İçin Elde Edilen Taban Kesme – Tepe Deplasman Eğrisi.

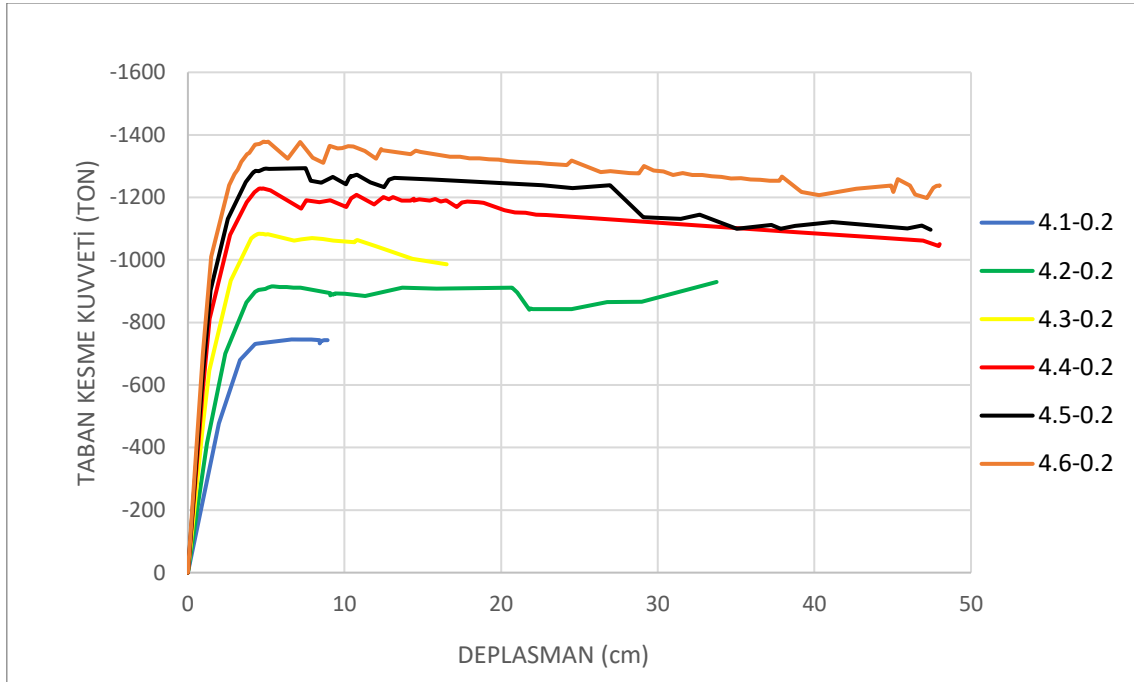
Şekil 5.2.24 'de Model 10.6 'ya ait 6 farklı mafsal boyunda yapılmış olan analizler sonucunda elde edilen taban kesme – tepe deplasman eğrileri verilmiştir.



Şekil 5.2.24 : Farklı Mafsallı Boyları İçin Elde Edilen Taban Kesme – Tepe Deplasman Eğrisi.

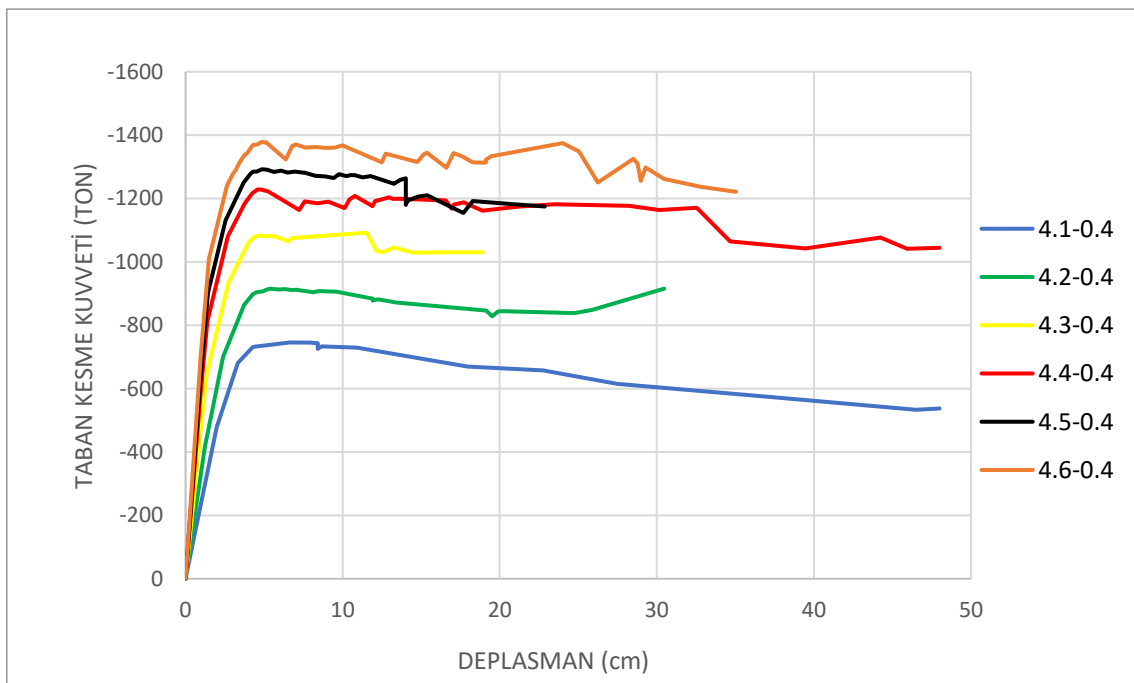
### 5.2.2. Farklı Perde Oranlarının Dayanım Fazlalığı Katsayısı Üzerindeki Etkisi

TBDY 2018, kısa kenarı uzun kenarının  $1/6$  'sı kadar olan düşey taşıyıcı sistem elemanları betonarme perdeler olarak tanımlamıştır. Bu çalışmada tasarlanan 18 tip yapı modelinde 6 farklı boyutta perde elman kullanılarak farklı perde oranlarına sahip bina modelleri oluşturulmuştur. Perde oranları yalnızca X doğrultusundaki perde elemanların alanları göz önünde bulundurularak hesaplanmıştır. Ve yapılan bu hesap herhangi bir kattaki toplam perde alanının binadaki tüm kat alanlarının toplamına bölünmesiyle elde edilmiştir. Her bina yüksekliği için 6 farklı perde oranı eşit şekilde oluşturulmuştur. Bölüm 5.1 'de verilmiş olan doğrusal analizlerin sonucunda elde edilen taban kesme kuvvetleriyle doğrusal ötesi analizlerin sonucunda elde edilen taban kesme kuvvetlerinin oranlanmasıyla dayanım fazlalığı katsayısı değerleri her model için hesaplanmıştır. Şekil 5.2.25 'de  $L_p = 0,2 h$  için farklı perde oranlarına sahip 4 katlı modellerin taban kesme – tepe deplasman eğrileri verilmiştir.



Şekil 5.2.25 : 4 Katlı Modeller İçin  $L_p = 0,2$  h Mafsal Boyunda Yapılan Analizle Elde Edilen Taban Kesme – Tepe Deplasman Eğrisi.

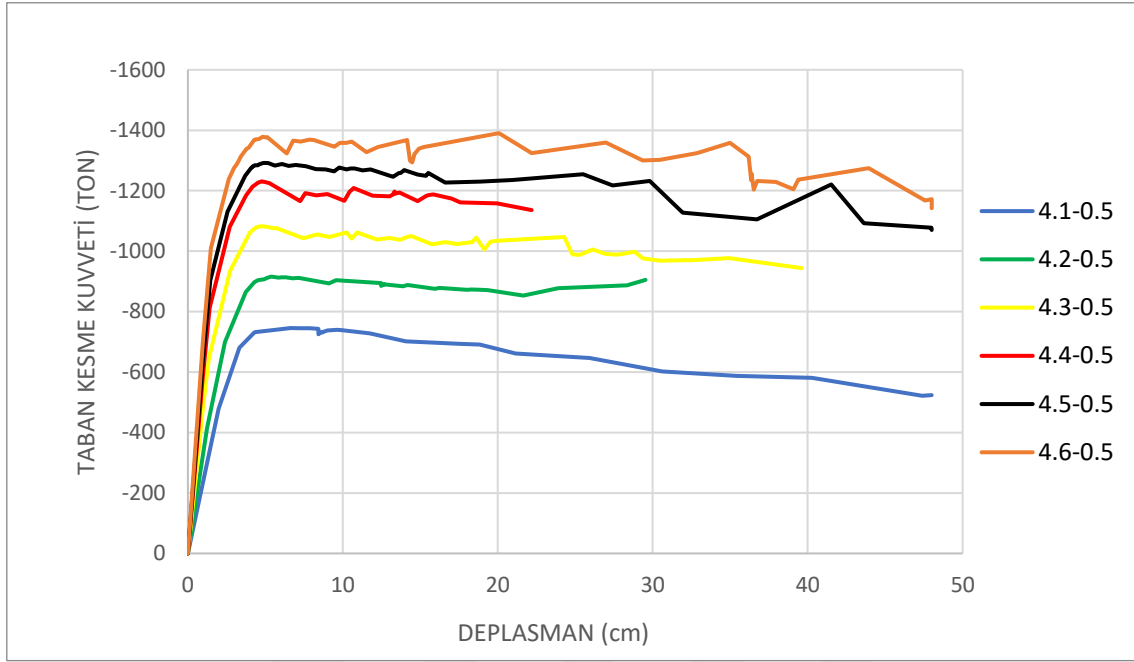
Şekil 5.2.26 ‘da  $L_p = 0,4$  h için farklı perde oranlarına sahip 4 katlı modellerin taban kesme – tepe deplasman eğrileri verilmiştir.



Şekil 5.2.26 : 4 Katlı Modeller İçin  $L_p = 0,4$  h Mafsal Boyunda Yapılan Analizle Elde Edilen Taban Kesme – Tepe Deplasman Eğrisi.

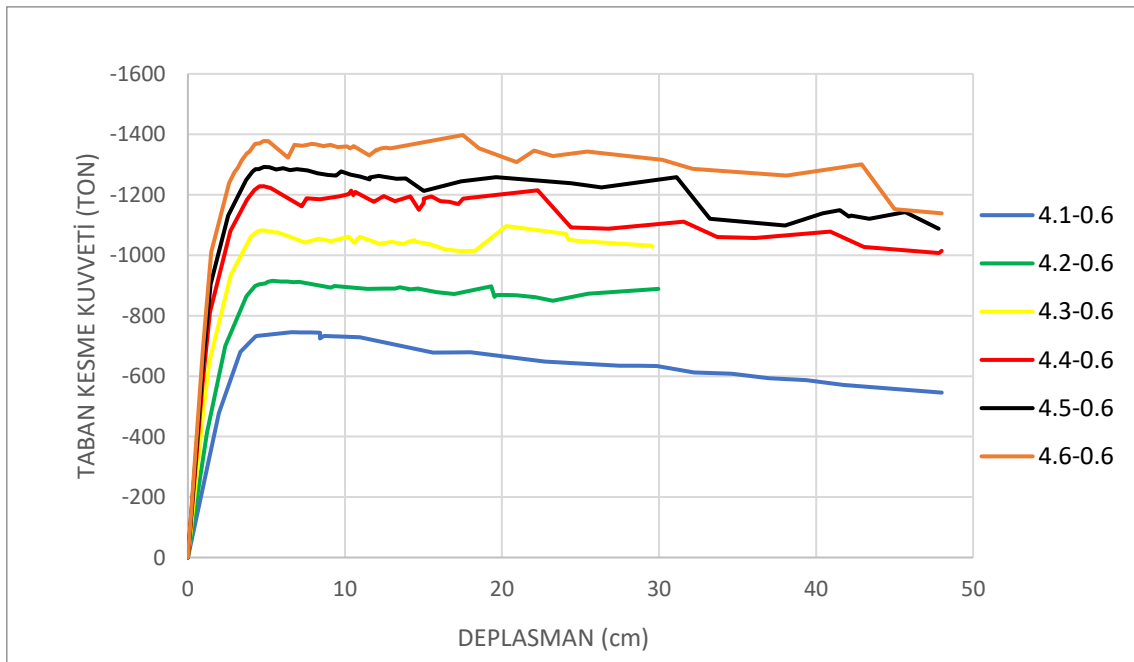


Şekil 5.2.27 'de  $L_p = 0,5$  h için farklı perde oranlarına sahip 4 katlı modellerin taban kesme – tepe deplasman eğrileri verilmiştir.



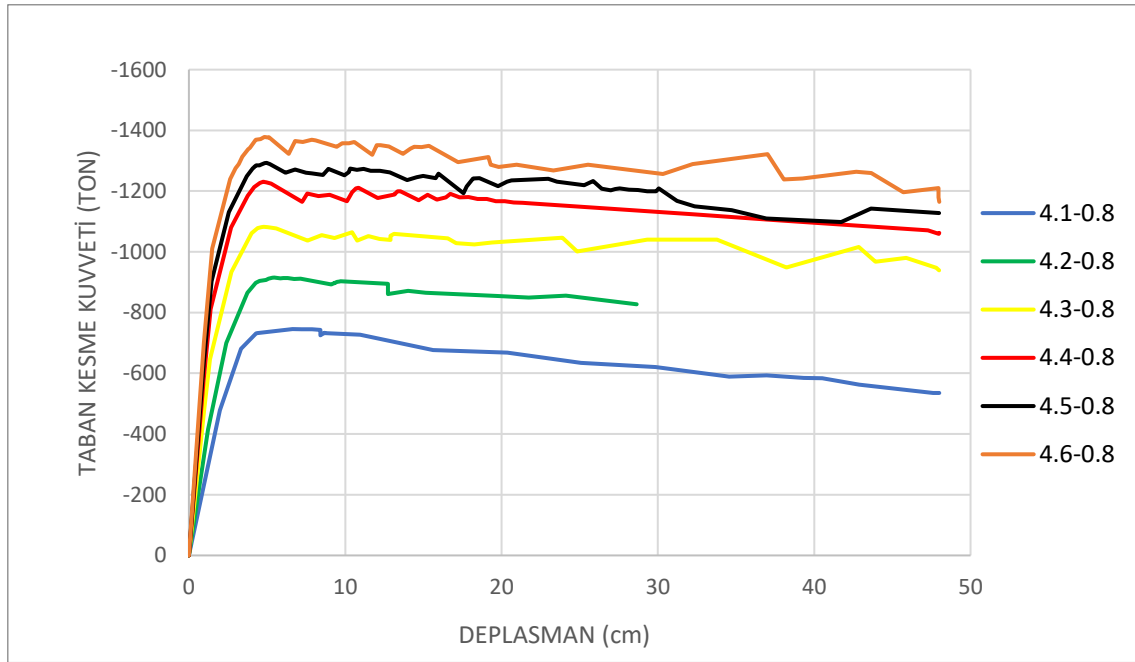
Şekil 5.2.27 : 4 Katlı Modeller İçin  $L_p = 0,5$  h Mafsal Boyunda Yapılan Analizle Elde Edilen Taban Kesme – Tepe Deplasman Eğrisi.

Şekil 5.2.28 'de  $L_p = 0,6$  h için farklı perde oranlarına sahip 4 katlı modellerin taban kesme – tepe deplasman eğrileri verilmiştir.



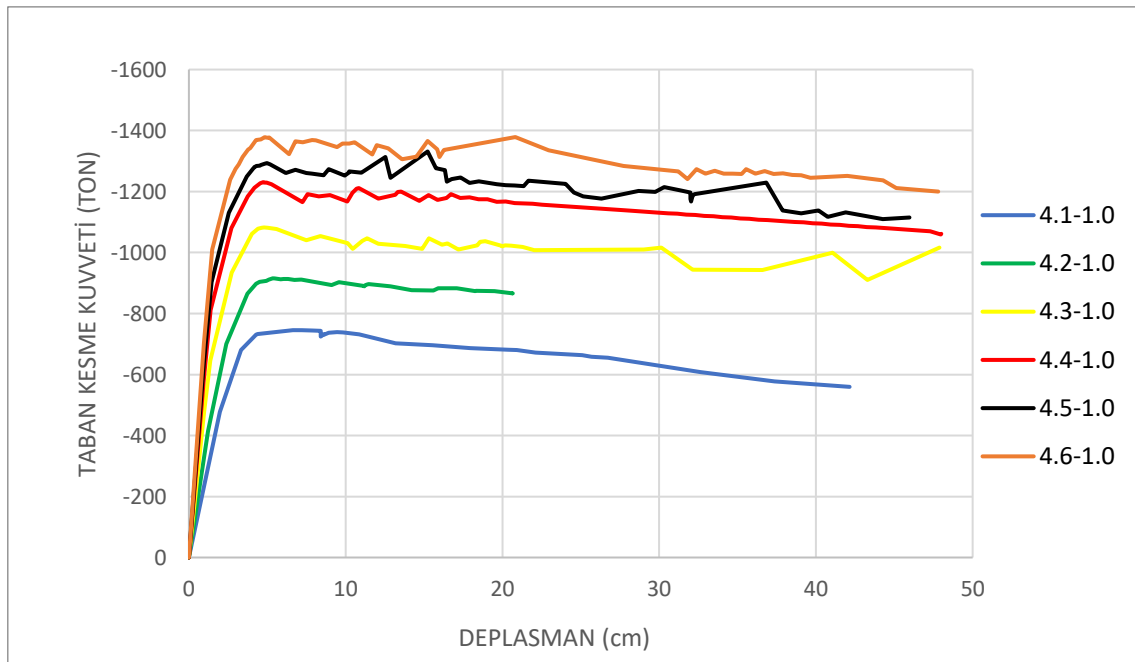
Şekil 5.2.28 : 4 Katlı Modeller İçin  $L_p = 0,6$  h Mafsal Boyunda Yapılan Analizle Elde Edilen Taban Kesme – Tepe Deplasman Eğrisi.

Şekil 5.2.29 'da  $L_p = 0,8$  h için farklı perde oranlarına sahip 4 katlı modellerin taban kesme – tepe deplasman eğrileri verilmiştir.



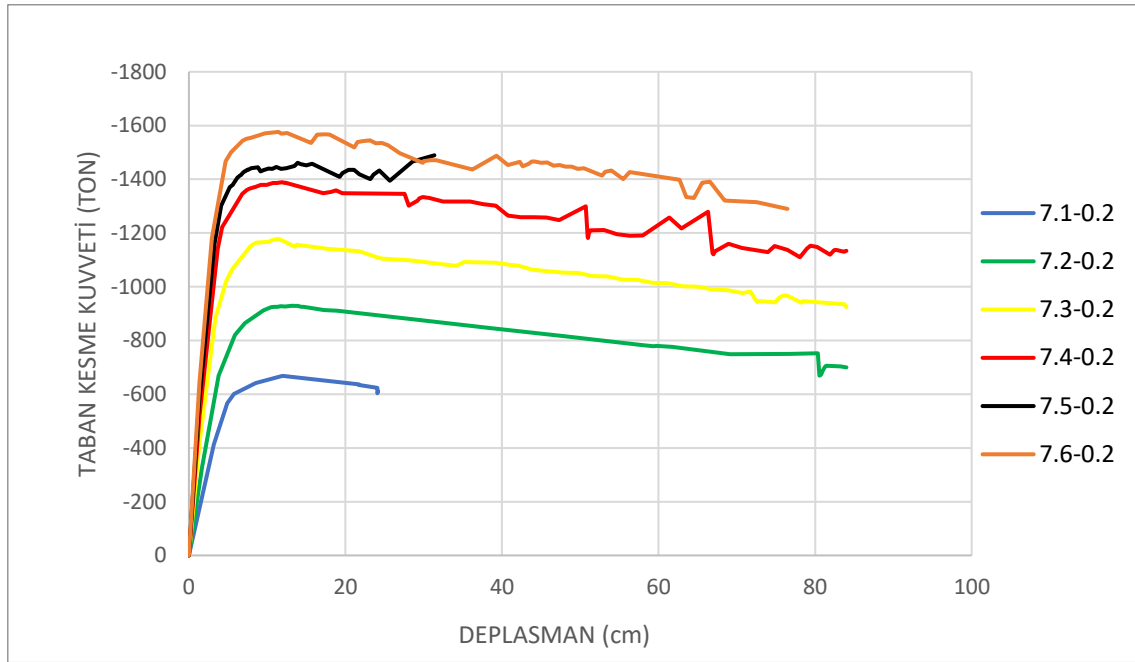
Şekil 5.2.29 : 4 Katlı Modeller İçin  $L_p = 0,8$  h Mafsals Boyunda Yapılan Analizle Elde Edilen Taban Kesme – Tepe Deplasman Eğrisi.

Şekil 5.2.30 'da  $L_p = 1,0$  h için farklı perde oranlarına sahip 4 katlı modellerin taban kesme – tepe deplasman eğrileri verilmiştir.



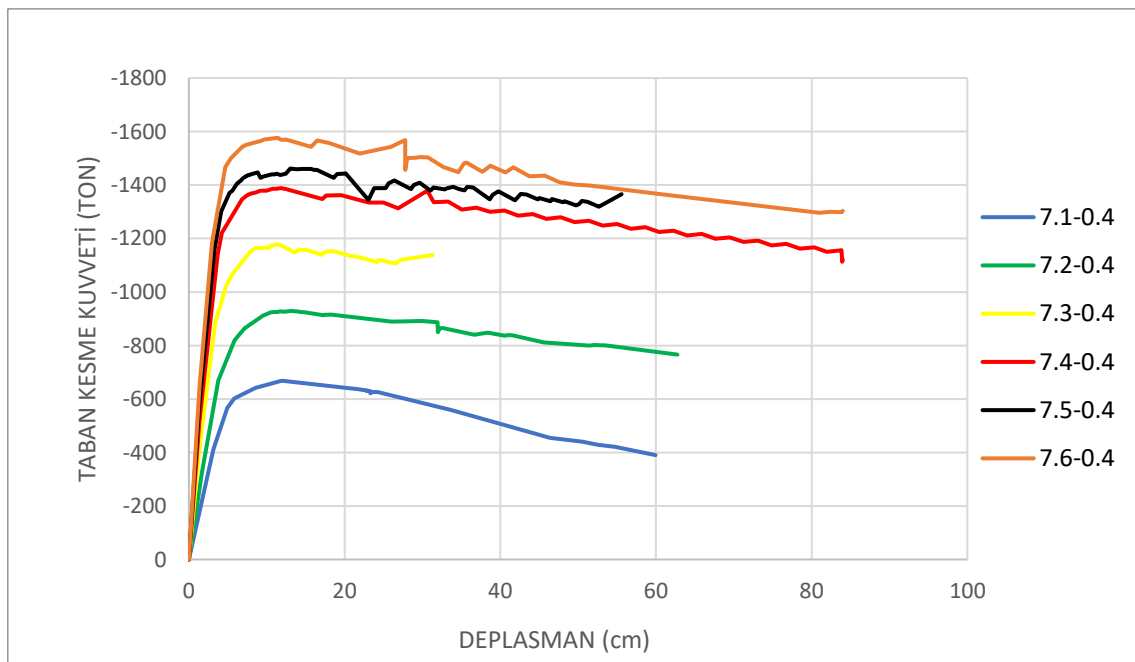
Şekil 5.2.30 : 4 Katlı Modeller İçin  $L_p = 1,0$  h Mafsals Boyunda Yapılan Analizle Elde Edilen Taban Kesme – Tepe Deplasman Eğrisi.

Şekil 5.2.31 'de  $L_p = 0,2$  h için farklı perde oranlarına sahip 7 katlı modellerin taban kesme – tepe deplasman eğrileri verilmiştir.



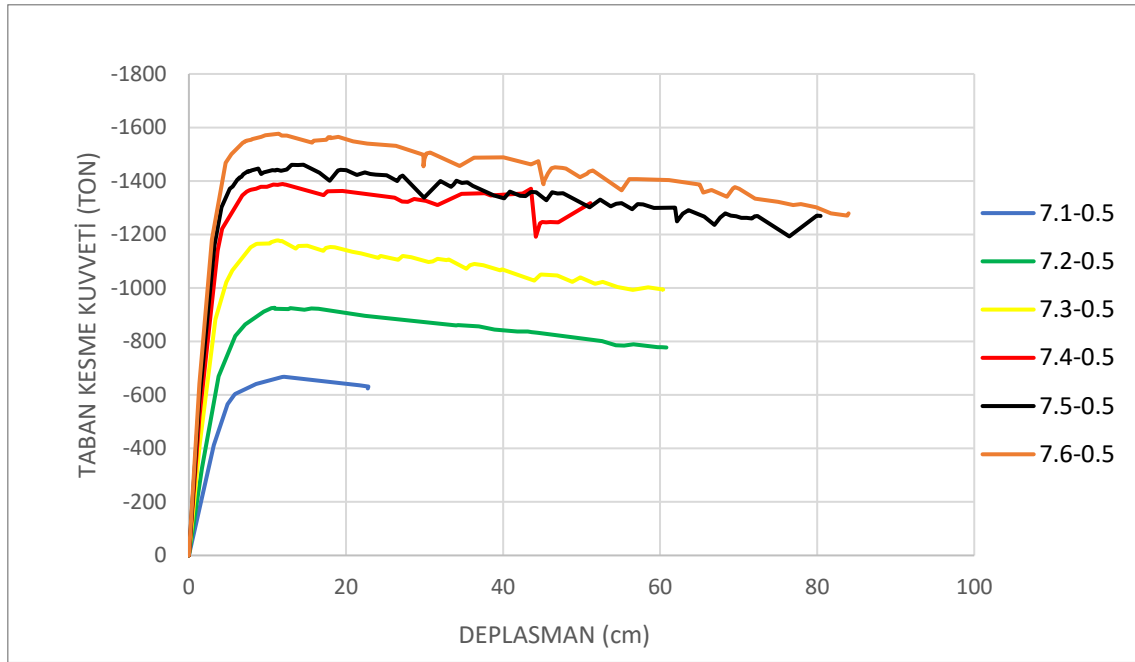
Şekil 5.2.31 : 7 Katlı Modeller İçin  $L_p = 0,2$  h Mafsal Boyunda Yapılan Analizle Elde Edilen Taban Kesme – Tepe Deplasman Eğrisi.

Şekil 5.2.32 'de  $L_p = 0,4$  h için farklı perde oranlarına sahip 7 katlı modellerin taban kesme – tepe deplasman eğrileri verilmiştir.



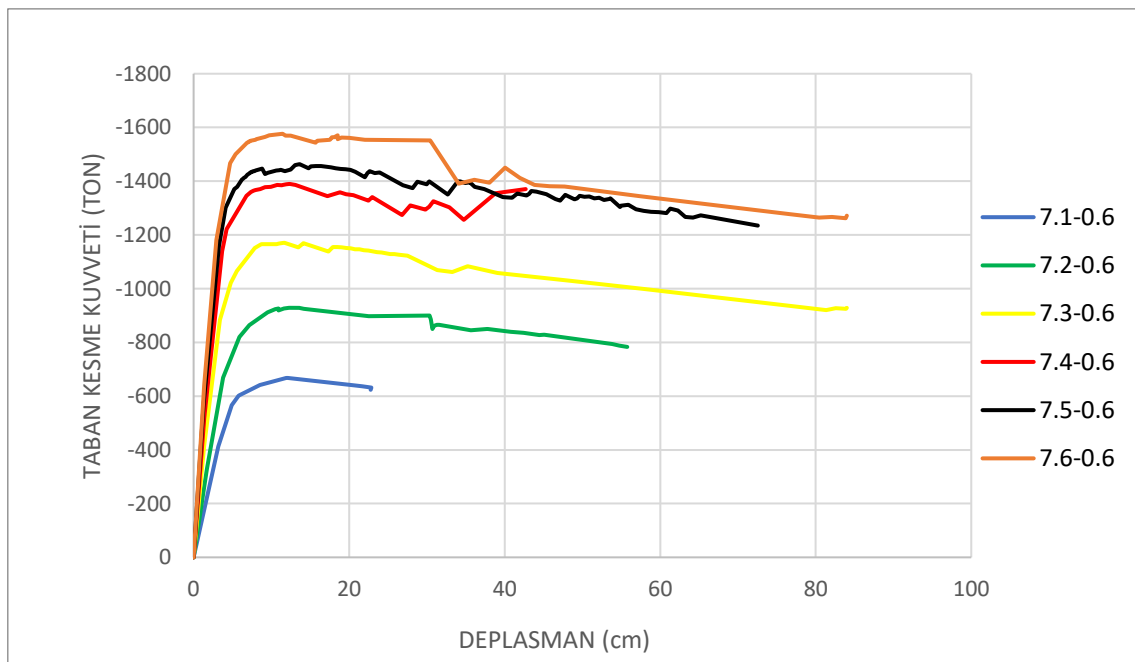
Şekil 5.2.32 : 7 Katlı Modeller İçin  $L_p = 0,4$  h Mafsal Boyunda Yapılan Analizle Elde Edilen Taban Kesme – Tepe Deplasman Eğrisi.

Şekil 5.2.33 'de  $L_p = 0,5$  h için farklı perde oranlarına sahip 7 katlı modellerin taban kesme – tepe deplasman eğrileri verilmiştir.



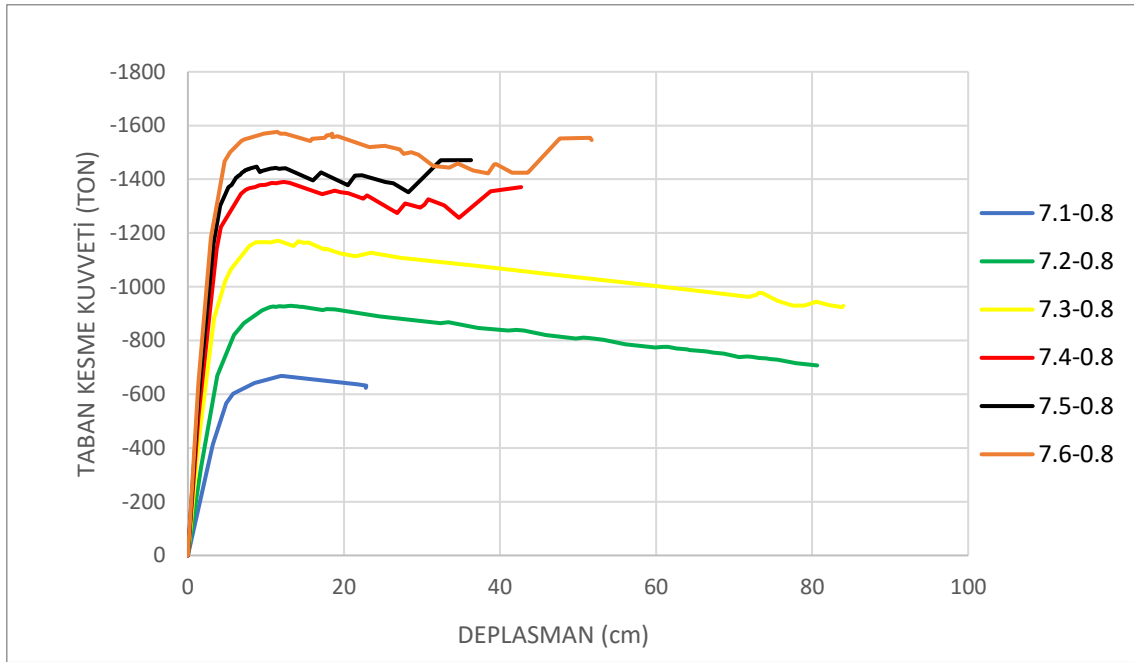
Şekil 5.2.33 : 7 Katlı Modeller İçin  $L_p = 0,5$  h Mafsal Boyunda Yapılan Analizle Elde Edilen Taban Kesme – Tepe Deplasman Eğrisi.

Şekil 5.2.34 'de  $L_p = 0.6$  h için farklı perde oranlarına sahip 7 katlı modellerin taban kesme – tepe deplasman eğrileri verilmiştir.



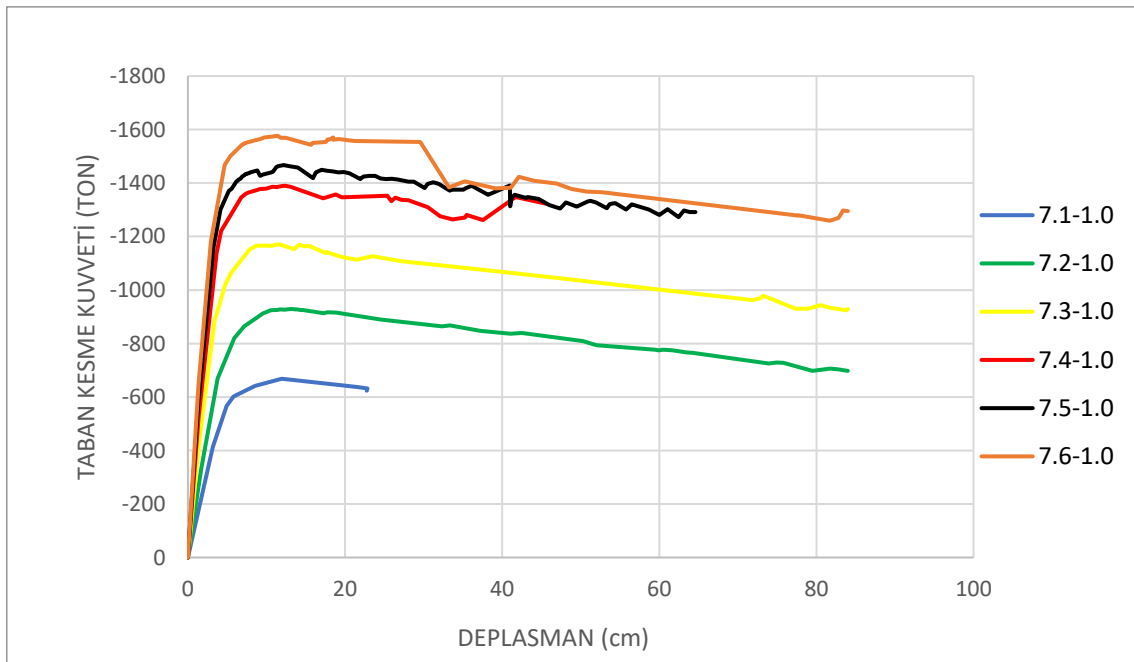
Şekil 5.2.34 : 7 Katlı Modeller İçin  $L_p = 0.6$  h Mafsal Boyunda Yapılan Analizle Elde Edilen Taban Kesme – Tepe Deplasman Eğrisi.

Şekil 5.2.35 'de  $L_p = 0.8$  h için farklı perde oranlarına sahip 7 katlı modellerin taban kesme – tepe deplasman eğrileri verilmiştir.



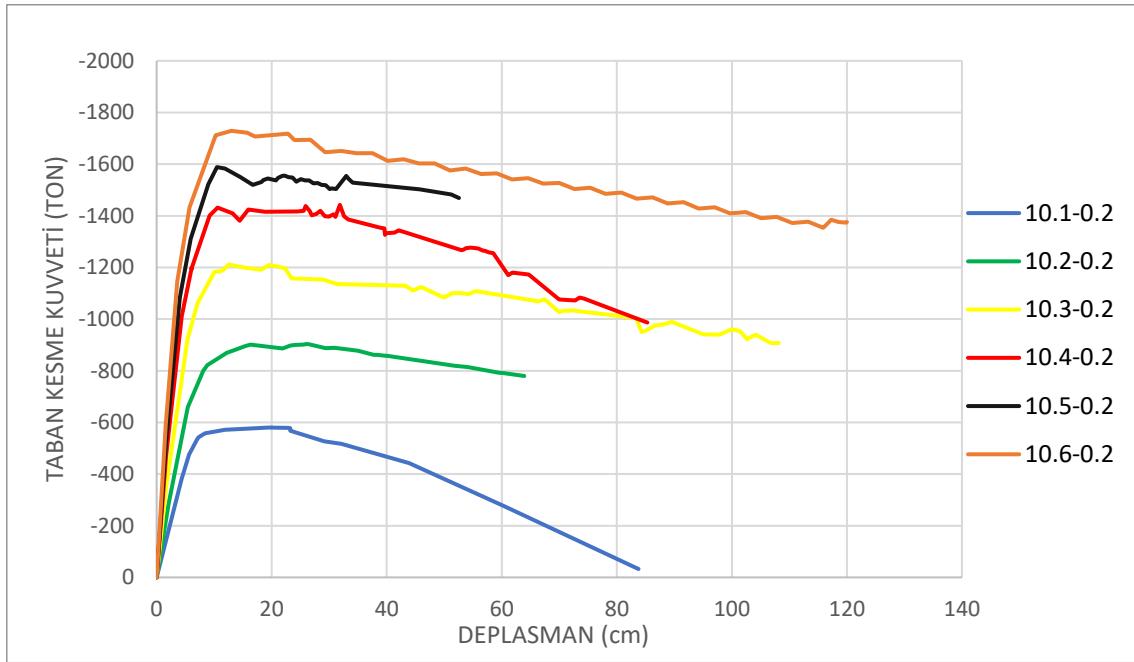
Şekil 5.2.35 : 7 Katlı Modeller İçin  $L_p = 0.8$  h Mafsal Boyunda Yapılan Analizle Elde Edilen Taban Kesme – Tepe Deplasman Eğrisi.

Şekil 5.2.36 'da  $L_p = 1.0$  h için farklı perde oranlarına sahip 7 katlı modellerin taban kesme – tepe deplasman eğrileri verilmiştir.



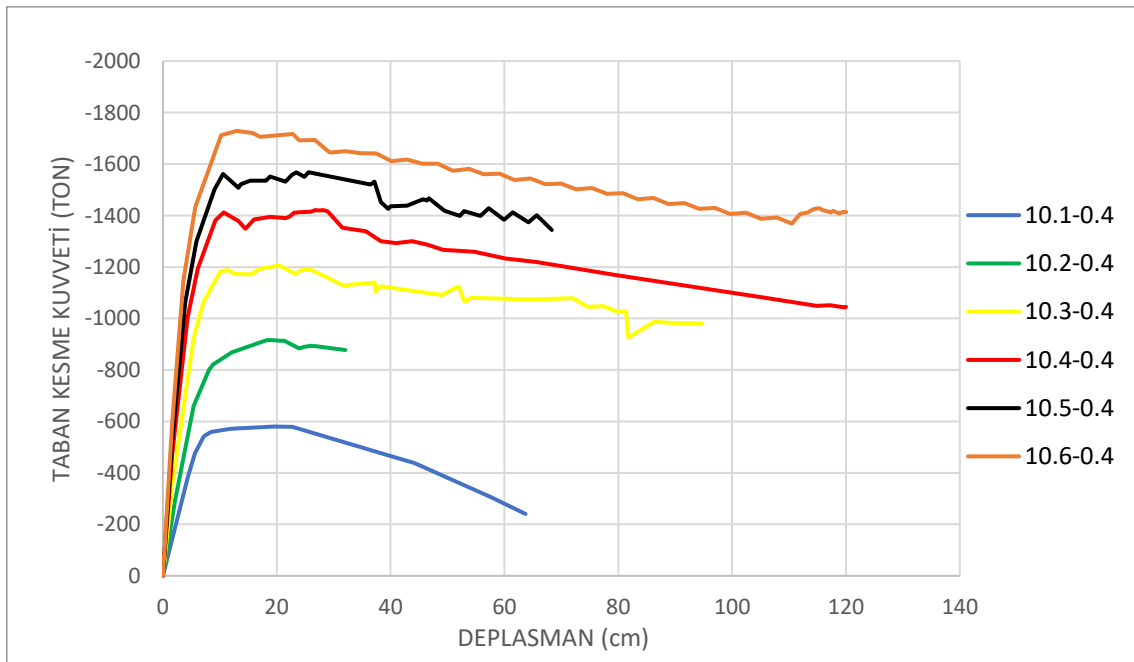
Şekil 5.2.36 : 7 Katlı Modeller İçin  $L_p = 1.0$  h Mafsal Boyunda Yapılan Analizle Elde Edilen Taban Kesme – Tepe Deplasman Eğrisi.

Şekil 5.2.37 'de  $L_p = 0.2$  h için farklı perde oranlarına sahip 10 katlı modellerin taban kesme – tepe deplasman eğrileri verilmiştir.



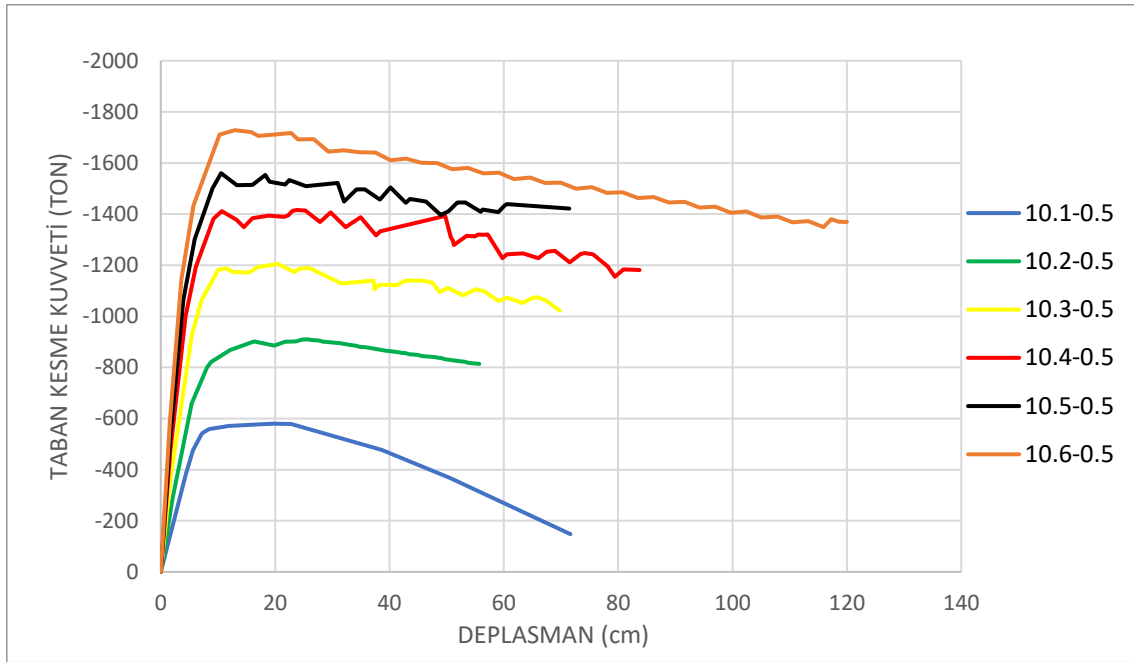
Şekil 5.2.37 : 10 Katlı Modeller İçin  $L_p = 0.2$  h Mafsals Boyunda Yapılan Analizle Elde Edilen Taban Kesme – Tepe Deplasman Eğrisi.

Şekil 5.2.38 'de  $L_p = 0.4$  h için farklı perde oranlarına sahip 10 katlı modellerin taban kesme – tepe deplasman eğrileri verilmiştir.



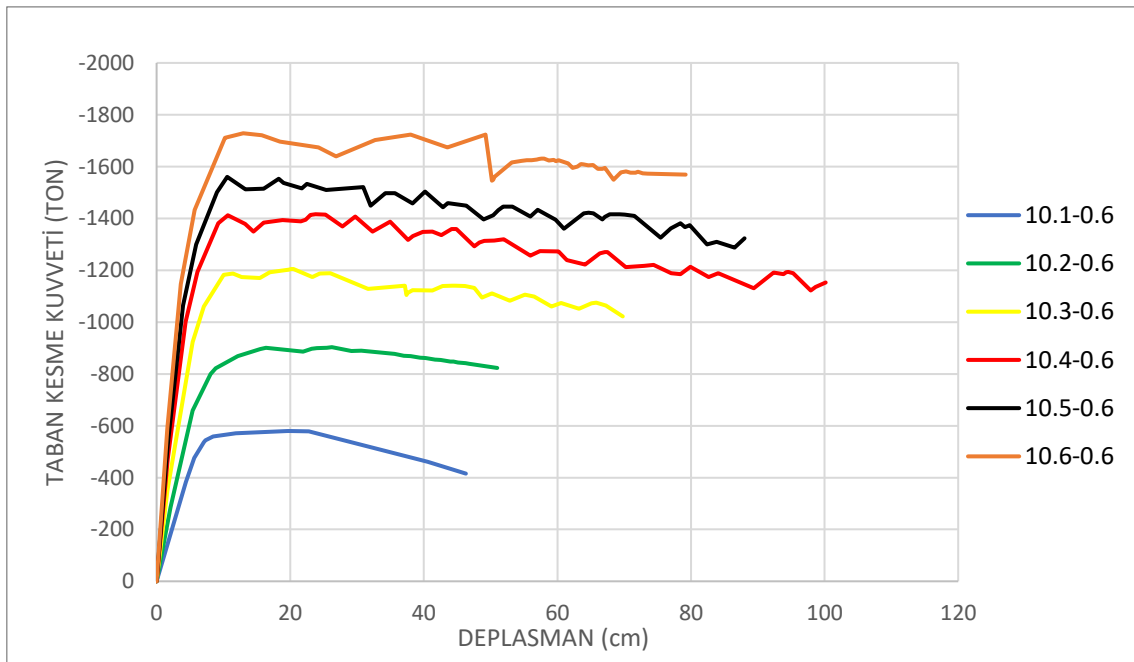
Şekil 5.2.38 : 10 Katlı Modeller İçin  $L_p = 0.4$  h Mafsals Boyunda Yapılan Analizle Elde Edilen Taban Kesme – Tepe Deplasman Eğrisi.

Şekil 5.2.39 'da  $L_p = 0.5$  h için farklı perde oranlarına sahip 10 katlı modellerin taban kesme – tepe deplasman eğrileri verilmiştir.



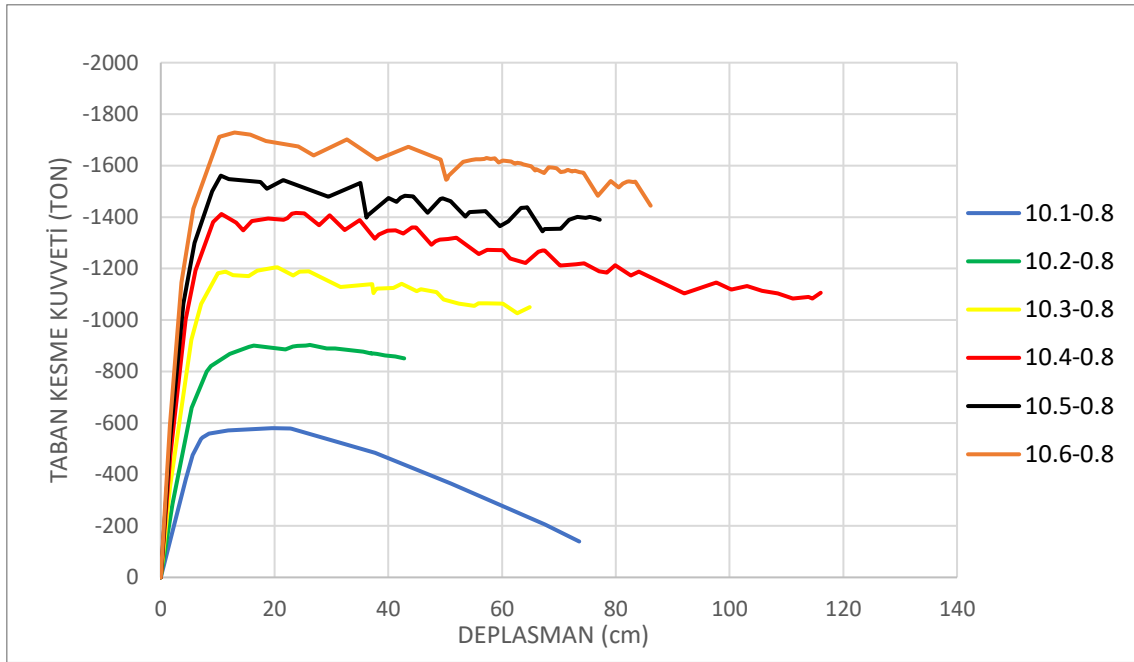
Şekil 5.2.39 : 10 Katlı Modeller İçin  $L_p = 0.5$  h Mafsıl Boyunda Yapılan Analizle Elde Edilen Taban Kesme – Tepe Deplasman Eğrisi.

Şekil 5.2.40 'da  $L_p = 0.6$  h için farklı perde oranlarına sahip 10 katlı modellerin taban kesme – tepe deplasman eğrileri verilmiştir.



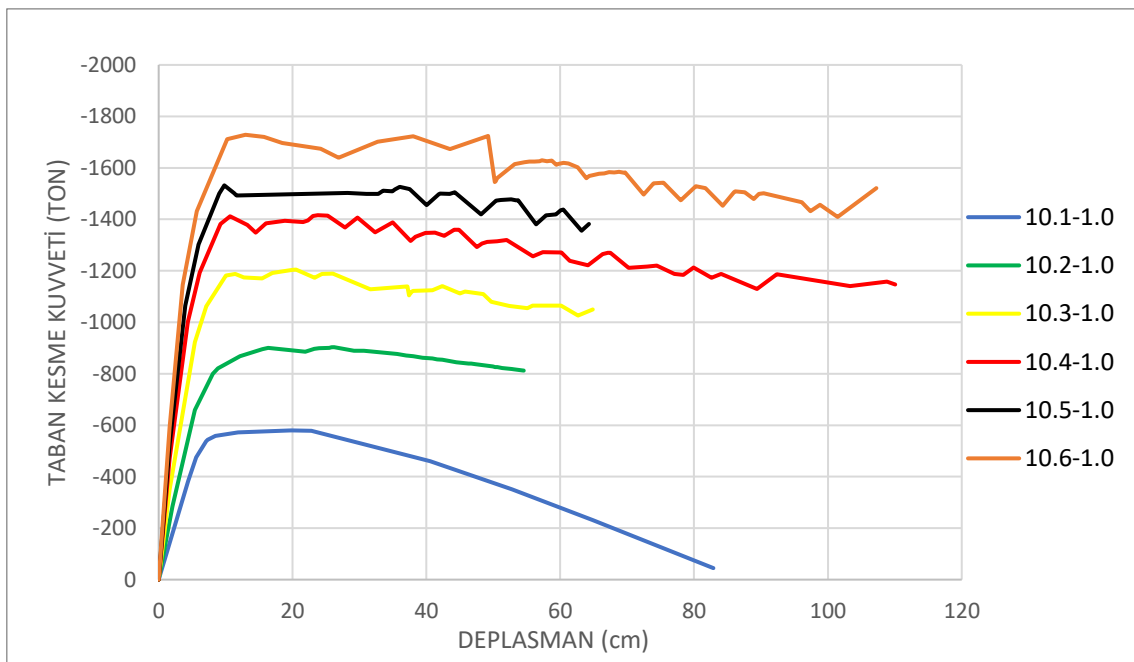
Şekil 5.2.40 : 10 Katlı Modeller İçin  $L_p = 0.6$  h Mafsıl Boyunda Yapılan Analizle Elde Edilen Taban Kesme – Tepe Deplasman Eğrisi.

Şekil 5.2.41 'de  $L_p = 0.8$  h için farklı perde oranlarına sahip 10 katlı modellerin taban kesme – tepe deplasman eğrileri verilmiştir.



Şekil 5.2.41 : 10 Katlı Modeller İçin  $L_p = 0.8$  h Mafsals Boyunda Yapılan Analizle Elde Edilen Taban Kesme – Tepe Deplasman Eğrisi.

Şekil 5.2.42 'de  $L_p = 1.0$  h için farklı perde oranlarına sahip 10 katlı modellerin taban kesme – tepe deplasman eğrileri verilmiştir.

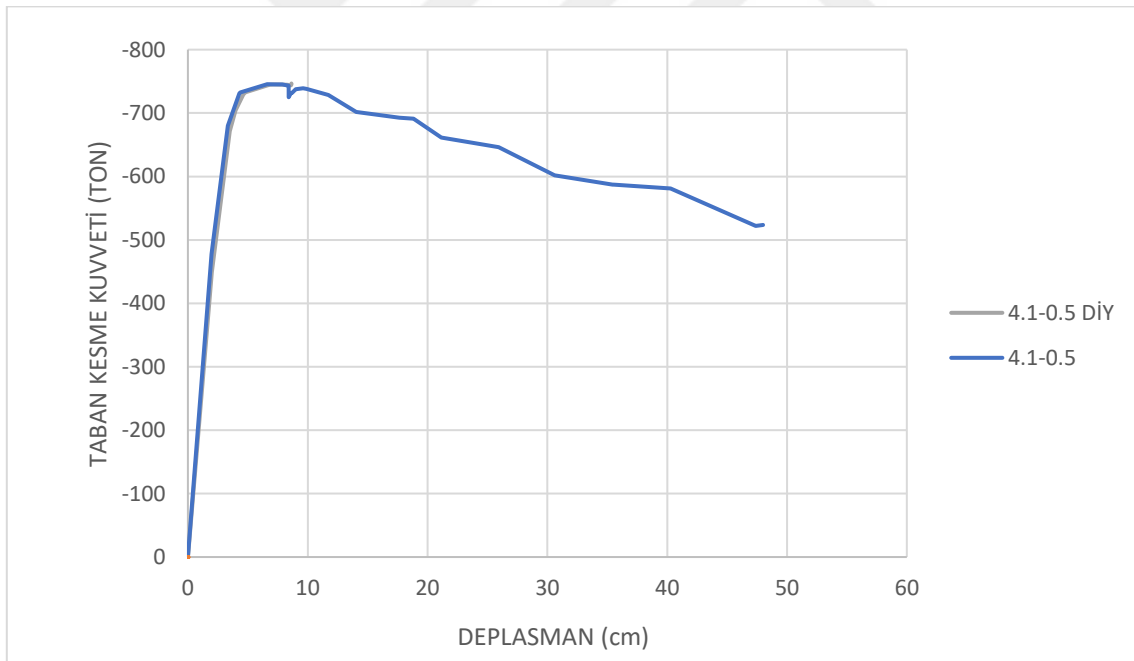


Şekil 5.2.42 : 10 Katlı Modeller İçin  $L_p = 1.0$  h Mafsals Boyunda Yapılan Analizle Elde Edilen Taban Kesme – Tepe Deplasman Eğrisi.



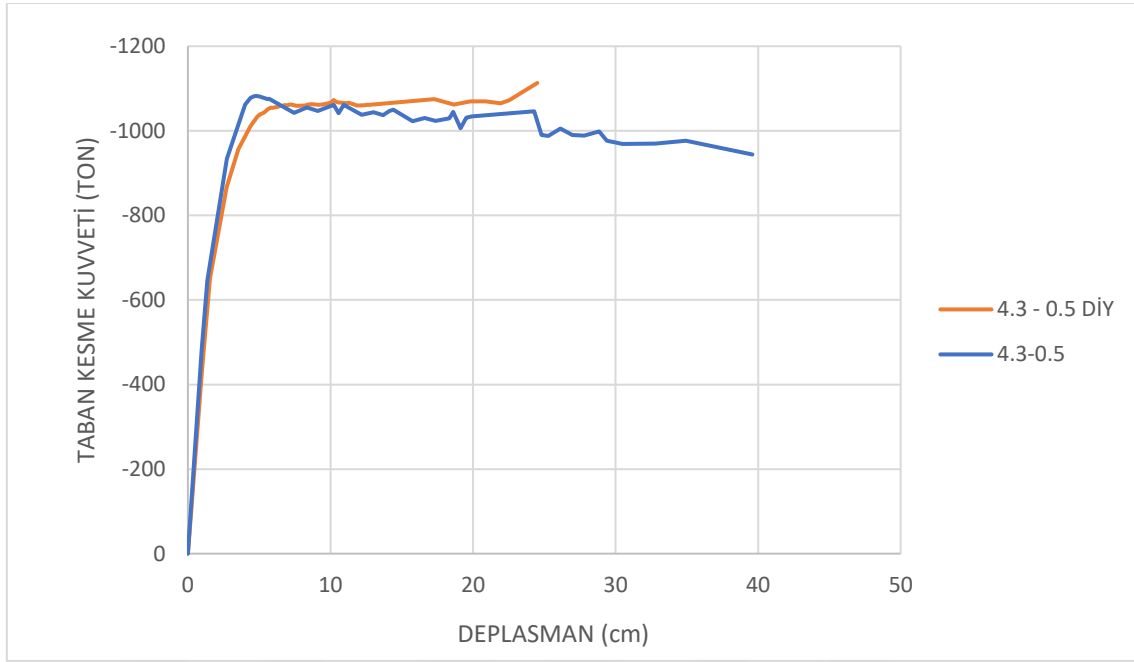
### 5.2.3. Rijit Diyafram Kabulünün Dayanım Fazlalığı Katsayısı Üzerindeki Etkisi

Doğrusal analizler haricinde yapılan 108 adet doğrusal ötesi analiz ardından rijit diyafram kabulü yapılmadan tasarlanan modellerin statik itme analizi altındaki davranışlarını gözlemleyerek dayanım fazlalığı katsayısında ne tür bir değişiklik ile karşılaşılacağını incelemek için seçilen 6 model 3 farklı mafsal boyu seçilerek 18 adet doğrusal ötesi analiz yapılmıştır. Bu analizler için her bina yüksekliği için perde oranları Bölüm 3.3 'deki tanıma göre 0 ve %1 olan; plastik mafsal boyları  $L_P = 0.1 h$ ,  $L_P = 0.5 h$  ve  $L_P = 1 h$  olan modeller düzenlenmiş ve analizler gerçekleştirilmiştir. Bu analizler sonucunda elde edilen veriler Bölüm 4.5 'de mevcuttur. Bu veriler incelendiğinde rijit diyafram kabulü yapılmadığı zaman akma sınırına kadar doğrusal bir yönelim gösteren eğrinin eğimi bazı modeller için ihmal edilebilir düzeyde, rijit diyafram kabulü yapılan modellere göre daha düşüktür. Göçme deplasmanları da bu kabul ile bağlantılı olmaksızın değişiklik göstermektedir. Şekil 5.2.43 'de Model 4.1 için rijit diyafram kabulü yapılarak ve yapılmayarak elde edilen taban kesme – tepe deplasman eğrileri verilmiştir.



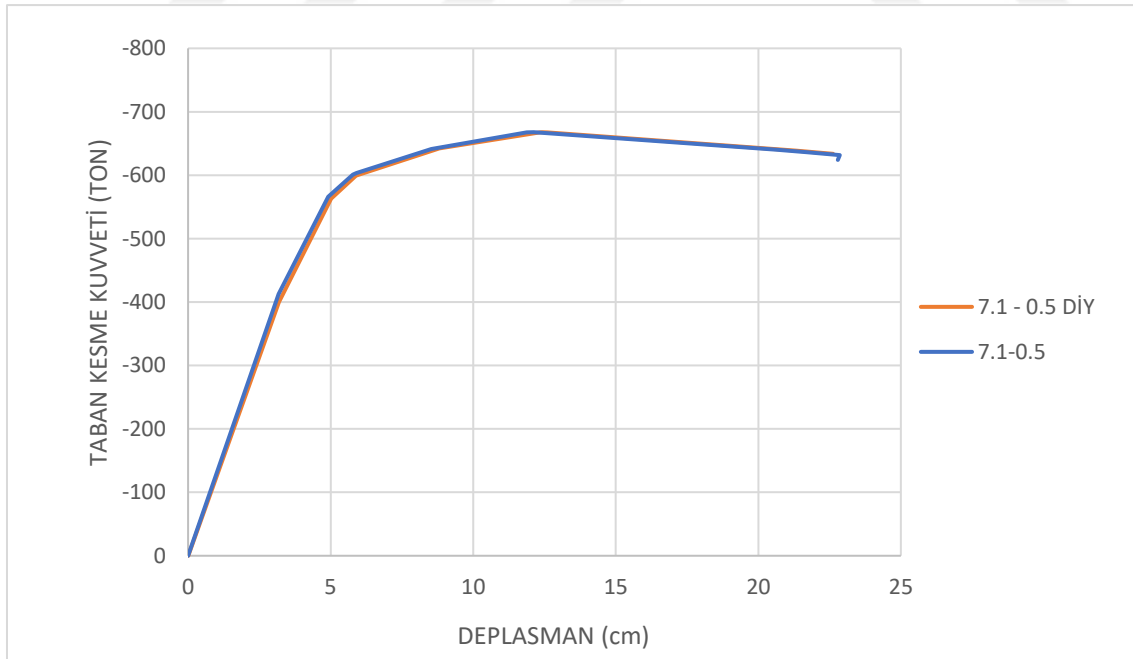
Şekil 5.2.43: Rijit diyafram kabulü durumuna göre elde edilen taban kesme – tepe deplasman eğrileri karşılaştırması.

Şekil 5.2.44 'de Model 4.3 için rijit diyafram kabulü yapılarak ve yapılmayarak elde edilen taban kesme – tepe deplasman eğrileri verilmiştir.



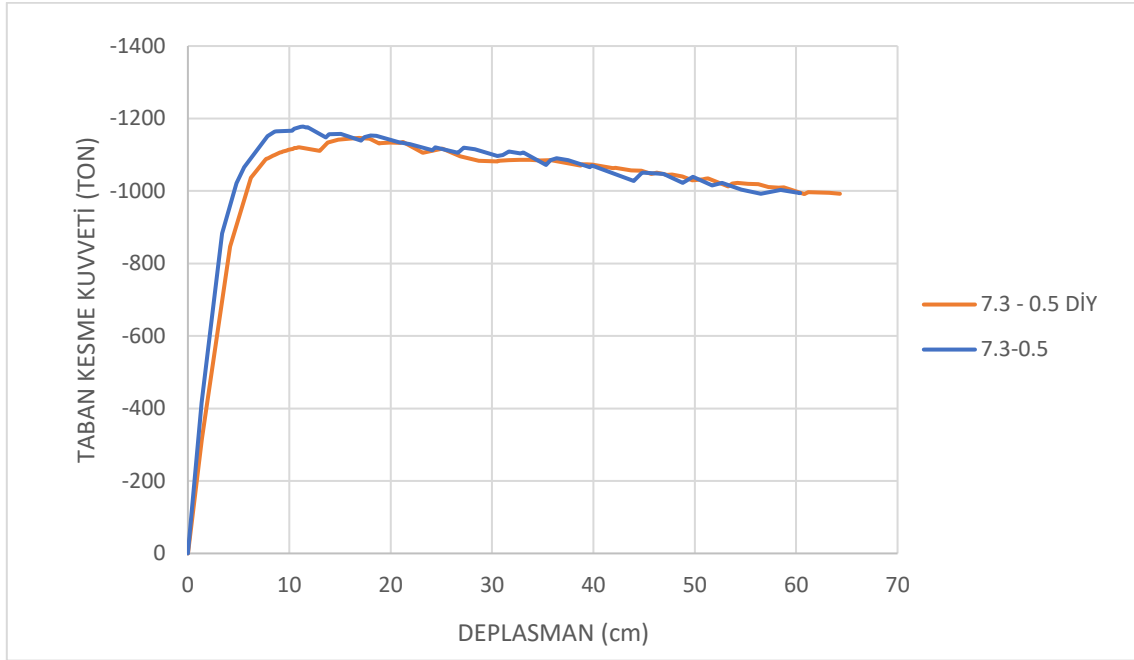
Şekil 5.2.44 : Rijit diyafram kabulü durumuna göre elde edilen taban kesme – tepe deplasman eğrileri karşılaştırması.

Şekil 5.2.45 'de Model 7.1 için rijit diyafram kabulü yapılarak ve yapılmayarak elde edilen taban kesme – tepe deplasman eğrileri verilmiştir.



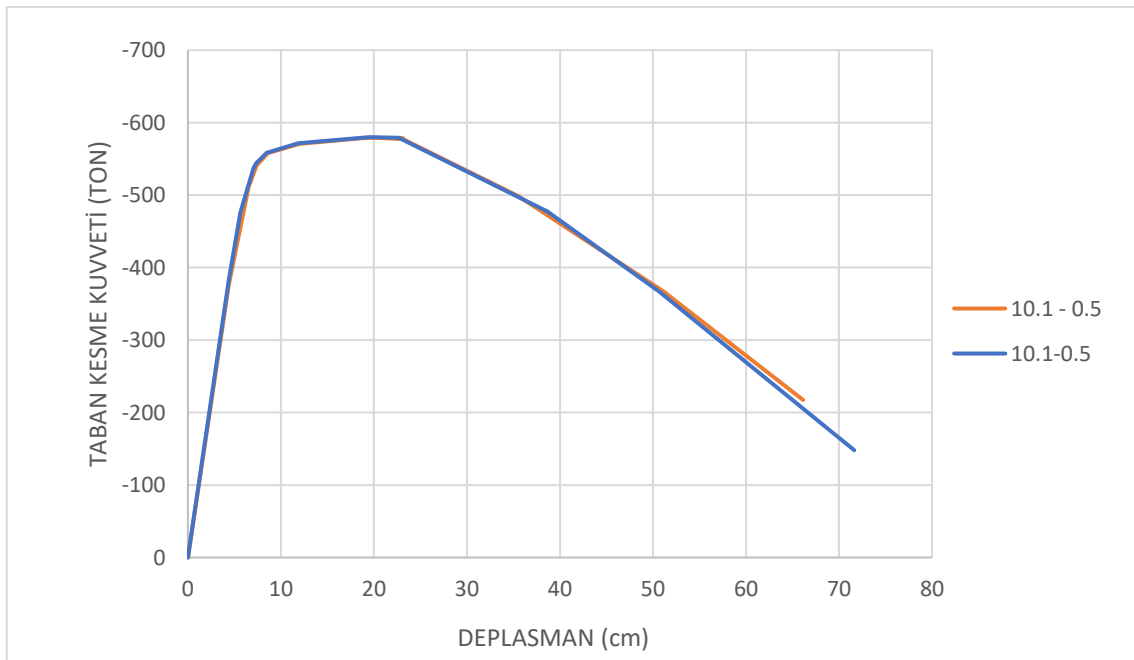
Şekil 5.2.45 : Rijit diyafram kabulü durumuna göre elde edilen taban kesme – tepe deplasman eğrileri karşılaştırması.

Şekil 5.2.46 'da Model 7.3 için rijit diyafram kabulü yapılarak ve yapılmayarak elde edilen taban kesme – tepe deplasman eğrileri verilmiştir.



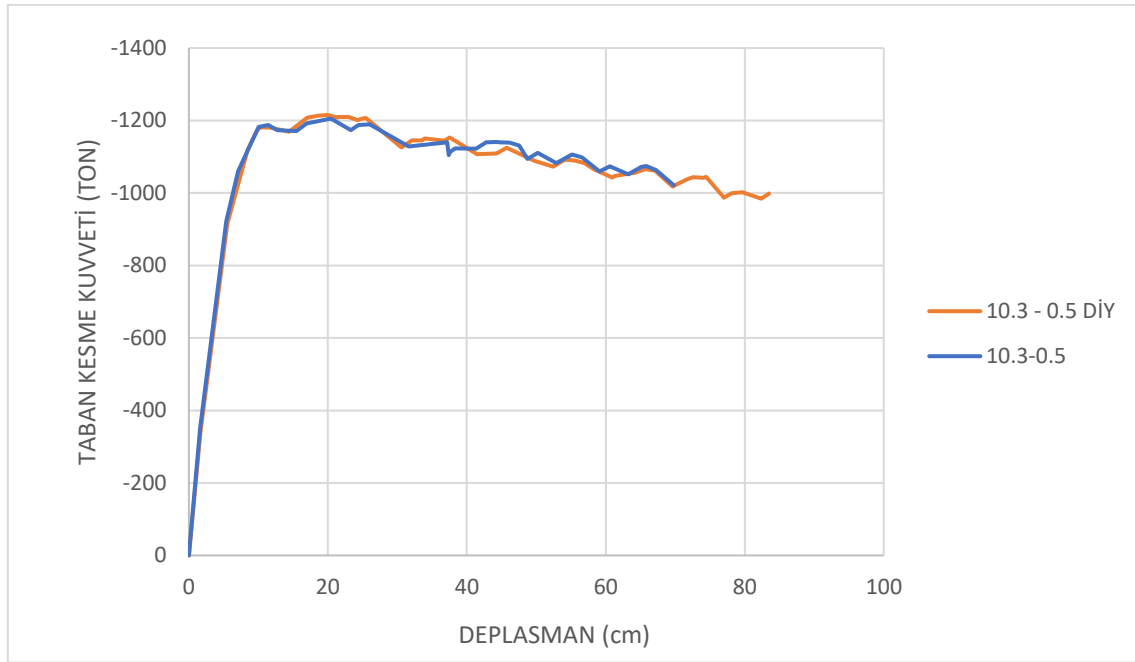
Şekil 5.2.46 : Rijit diyafram kabulü durumuna göre elde edilen taban kesme – tepe deplasman eğrileri karşılaştırması.

Şekil 5.2.47 'de Model 10.1 için rijit diyafram kabulü yapılarak ve yapılmayarak elde edilen taban kesme – tepe deplasman eğrileri verilmiştir.



Şekil 5.2.47 : Rijit diyafram kabulü durumuna göre elde edilen taban kesme – tepe deplasman eğrileri karşılaştırması.

Şekil 5.2.48 'de Model 10.3 için rijit diyafram kabulü yapılarak ve yapılmayarak elde edilen taban kesme – tepe deplasman eğrileri verilmiştir.



Şekil 5.2.48 : Rijit diyafram kabulü durumuna göre elde edilen taban kesme – tepe deplasman eğrileri karşılaştırması.

### 5.3. Dayanım Fazlalığı Katsayılarının Belirlenmesi

Çalışma kapsamında tasarlanmış olan her biri 6 farklı betonarme perde oranına sahip 3 farklı bina yüksekliğindeki 18 tip yapı modeli önce TBDY 2018 'de belirtilen koşullara uygun olarak Mod Birleştirme Yöntemi ile analiz edilmiş, daha sonra da yığılı plastik davranış kabulü ile statik itme analizlerine tabi tutulmuştur. Toplamda 18 adet Mod Birleştirme Yöntemi ile analiz, 144 adet statik itme analizi tez kapsamında tamamlanmıştır. Yapılan analizler sonucundaki temel amaç bu yapı modellerine ait dayanım fazlalığı katsayılarını belirlemek ve TBDY 2018 'de belirtilen değerlerle kıyaslamaktır. Dayanım fazlalığı katsayısını hesaplamak amacıyla yapılan statik itme analizlerinde yapıların taşıyabileceği maksimum taban kesme kuvveti değerleri, yapıların itme yüklemesi altında modellerin doğrusal davranışı kaybettiği adımdaki yük ve deplasman değerleri dikkate alınmıştır. Bu veri ve bilgiler ışığında dayanım fazlalığı katsayıları her model için Çizelge 5.3.1 'de verildiği şekilde hesaplanmıştır.

**Çizelge 5.3.1 : Yapı Modelleri İçin Hesaplanan Dayanım Fazlalığı Katsayısı Değerleri**

	MBY 2018	Statik İtme	D'	D	R
Model 4.1	332.143	745.5433	2.244646	3	8
Model 4.2	437.108	915.25	2.093876	2.5	7
Model 4.3	560.216	1082.49	1.932273	2.5	7
Model 4.4	623.02	1231.01	1.975876	2.5	7
Model 4.5	642.82	1291.85	2.009661	2.5	7
Model 4.6	776.503	1378.33	1.775048	2.5	6
Model 7.1	329.646	667.804	2.025822	3	8
Model 7.2	473.305	929.254	1.96333	2.5	7
Model 7.3	582.7	1177.8	2.02128	2.5	7
Model 7.4	654.261	1388.6	2.122395	2.5	7
Model 7.5	667.017	1446.89	2.169195	2.5	7
Model 7.6	829.939	1576.57	1.899622	2.5	6
Model 10.1	334.535	579.815	1.733197	3	8
Model 10.2	493.757	902.345	1.827508	2.5	7
Model 10.3	629.952	1211.47	1.923115	2.5	7
Model 10.4	708.092	1412.08	1.994204	2.5	7
Model 10.5	751.899	1560.39	2.075265	2.5	7
Model 10.6	937.341	1728.67	1.844227	2.5	6

#### 5.4. Sonuçların Değerlendirilmesi

Başlangıç olarak doğrusal analizlere bakılacak olursa;

- Eşdeğer Deprem Yüğü Yöntemi ile yapılan analizlerde artan perde oranı ile birlikte yapı modellerine etkimesi öngörülen taban kesme kuvvetleri perde oranlarındaki artışla orantılı olarak artış göstermiştir. Bu durumun görülmesinde ayrıca taşıyıcı sistem davranış katsayılarının da etkisi oldukça önemlidir. Fakat aynı durumu kat deplasmanları için söylemek doğru değildir. Bina yüksekliğinin artması ile birlikte artan kat kesme kuvvetleri, yapıların taşıyıcı sistemlerinde bulunan perde elemanlar tarafından belirli bir sınıra kadar taşınabilmektedir. Düşey taşıyıcı sistem elemanlarının temele mesnetlendiği kabul edilen noktalara yatay yükler etkisi ile oluşan eğilme momentleri bina yüksekliği arttıkça artacağında kat deplasman ve tepe deplasman değerleri de belirli bir noktaya kadar sınırlandırılabilir. Bu deplasman değerleri perde oranı % 1 olan modellere kadar doğrusala yakın bir artış gösterirken, perde oranı % 1 'den büyük olan modellerde azalan bir artış göstermiştir.
- Eşdeğer Deprem Yüğü Yöntemi, TBDY 2018 'de belirtilen sınır koşullarına göre bu çalışmadaki 10 katlı modeller üzerinde uygulanamayacağından dolayı bu genellemeleri henüz tüm modeller üzerinde yapmak doğru değildir. 10 katlı modellerin perde buldurmeyen modelleri için yapılan doğrusal ötesi analizlerde de Eşdeğer Deprem Yüğü Yöntemi ile elde edilen taban kesme kuvveti değerleri, yapıların statik itme analizi

eğrileri ile elde edilen maksimum taban kesme kuvveti değerlerini aştığı gözlemlenmiştir.

- Mod Birleştirme Yöntemi ile analiz sonuçlarına bakılırsa elde edilen taban kesme kuvvetleri tüm modeller için Eşdeğer Deprem Yüğü Yöntemi ile analizler sonucu elde edilen değerlerden daha düşük olduğu gözlemlenmiştir. Bunun sebebi Eşdeğer Deprem Yüğü Yöntemi ile yapılan hesapların temel olarak yapıların hakim modlarının periyot değerleri ve kat deplasmanlarına bağlı olmasının yanında ivme spektrumundan alınan değerler, koşullu formüller ve yapıların inşa edileceği bölgeye göre belirli deprem parametreleri ile yapılmasına karşın Mod Birleştirme Yönteminin, tepki spektrum değerleri ile elde edilen değerlerin istatistiksel olarak bir araya getirilmesi ile sonuçların elde edilmesidir.
- Eşdeğer Deprem Yüğü Yöntemi ile elde edilen taban kesme kuvveti hesabı sonuçların, yapıların kat deplasmanları ve periyotlarına bağlı olduğu için daha düşük oranlarla artış gösterdiği ama totalde elde edilen yüklerin daha büyük olduğu; Mod Birleştirme Yöntemi ile elde edilen taban kesme kuvveti sonuçlarının ise totalde daha düşük olduğu fakat bu yöntemin yapıların artan rijitliklerine karşı daha duyarlı olduğu sonucuna varılabilir. Bu duyarlılık durumu Çizelge 5.1.1 ve Çizelge 5.1.3 'de verilen değerlerdeki perde miktarının artması ile orantılı olarak artış gösteren taban kesme kuvveti değerlerinin referans modellere kıyasla yüzdelerle değişimi ile gözlemlenmiştir.
- Mod Birleştirme Yöntemi ile analiz sonucunda elde edilen deplasman değerleri için yapılabilecek yorumlar da Eşdeğer Deprem Yüğü Yöntemi Sonucunda elde edilen deplasman değerleri üzerine yapılabilecek yorumlarla benzerlik gösterebilir. Çünkü yapı yüksekliğinin artması ile kat kesme kuvvetleri artacak ve düşey taşıyıcı sistem elemanları, dik doğrultuda etkileyen bu yüklemenin temel kotunda oluşturduğu moment sonucu ortaya çıkan dönmeyi belirli noktalara kadar sınırlandırabilecektir.
- Deplasmanların sınırlandırılabilmesi için uygulanabilecek en ergonomik çözüm; belirlenecek olan optimum betonarme perde alanı oranının, mümkün olduğunca kat planında simetrik ve binanın dış kenarlarına yakın olacak biçimde yerleştirilmesi şeklinde tavsiye edilir. Bu sayede bu elemanların alanlarının, eleman ağırlık merkezi ile kat ağırlık merkezi arasındaki mesafesinin çarpılması sonucunda elde edilecek olan binanın plandaki eğilmeye karşı atalet momenti, dolayısıyla yapının eğilme rijitliği artacak ve yapı yatay etkilere karşı daha dirençli hale gelecektir.

- TBDY 2018 ve TDY 2007 'de belirtilen Eşdeğer Deprem Yüğü Yöntemi ve Mod Birleştirme Yöntemi ile yapılan analizlerde, Çizelge 4.2.13 'de görüldüğü üzere TBDY 2018 koşullarını sağlayarak yapılan hesaplarda elde edilen taban kesme kuvveti değerleri iki yöntem için de TDY 2007 'ye göre yapılan analizlerin sonuçlarından düşük çıkmış, kat deplasmanı değerleri de yine TBDY 2018 'e uygun modellerde TDY 2007 'ye uygun sonuçlara kıyasla daha fazla çıkmıştır. Bu durumun başlıca sebebi Çizelge 3.1.10 'da belirtilmiş olan ve dayanıma göre tasarım ilkelerine uygun modellenecek yapıların taşıyıcı sistemleri üzerinde tanımlanması gereken etkin kesit rijitlik çarpanlarının kullanılmasıdır.

Doğrusal ötesi analizlere geçilirse 3 farklı bina yüksekliği için 6 farklı perde oranı kullanılarak tasarlanan 18 tip analiz modeli üzerinde her model için 6 farklı mafsallık boyu ile toplamda 108 adet statik itme analizi gerçekleştirilmiştir. Bu analizler ardından rijit diyafram kabul durumuna göre 18 adet daha doğrusal ötesi analiz gerçekleştirilmiştir. Bu analizler sonucunda:

- İlk olarak bina yüksekliklerinin artması ile statik itme analizi sonucunda elde edilen taban kesme- tepe deplasman eğrilerinin başlangıç kısımlarındaki doğrusal bölgenin eğimi azalmış; yani yapılar, yükseklikleri arttıkça rijitliklerini yitirmişlerdir. Şekil 5.2.1 ile Şekil 5.2.6 arasındaki 'taban kesme / bina ağırlığı – tepe deplasman / bina yüksekliği' grafikleri incelendiğinde bu durum rahatlıkla fark edilmektedir.
- Çalışma kapsamında taşıyıcı sistem elemanları üzerine tanımlanan plastik mafsalların tanımlama aşamasında 6 farklı mafsallık boyu seçilmiş ve bu farkın dayanım fazlalığı katsayısını nasıl etkileyeceği gözlemlenmek istenmiştir. Fakat Bölüm 5.2.1 'de verilen 'taban kesme – tepe deplasman' eğrileri incelendiğinde yapıların akma sınırına kadar olan ve doğrusal kabul edilen bölgelere kadar her bina yüksekliği ve her perde oranı için aynı davranışı gösterdiği, doğrusal kabul edilen bu sınır aşıldıktan sonra ise ihmal edilebilir düzeyde taban kesme kuvvetleri ve tepe deplasman değerleri görülmüştür. Bu durumun açıklaması mahiyetinde şöyle bir fikir sunulabilir: Plastik mafsallık bölgesinde oluşması öngörülen, eleman bazındaki akma sınırına ulaşılması ile meydana gelecek olan hasar; aslında analizlerde kabul edilen  $L_p = 0.2 h$  değerinden dahi daha kısa bir bölgede gerçekleşmiş ve eğer henüz bina tepe noktasına uygulanan bina yüksekliğinin % 4 'ü kadar deplasman yüklemesine ulaşılmamışsa bu yükleme değerine kadar belirli bir dayanıma sahiptir.

- 3 farklı bina yüksekliği için her birinde birer adet referans model olarak kabul edilmesi amacıyla çerçevesel taşıyıcı sisteme sahip olarak tasarlanmış modellerin yanında 5 'er adet de farklı perde oranlarına sahip yapı modelleri oluşturulmuştur. Bunun amacı, TBDY 2018 'de belirtilen; herhangi bir deprem doğrultusunda bir kattaki perde alanları toplamının yapının tüm kat alanları toplamına olan oranının % 2 'ye eşit ya da büyük olma şartı ile belirlenen ve taşıyıcı sistemi betonarme perdelerden oluşan yapıları tanımlayan bu duruma kadar farklı perde oranlarının kullanılması ile oluşturulan modellerin dayanım fazlalığı katsayılarının nasıl değişeceğini gözlemlemektir. Çizelge 3.3.1 'de belirtilen ve her bina yüksekliği için yaklaşık eşit miktarda perde oranları kullanılarak 18 tip yapı modeli oluşturulmuştur. Bu modeller daha önce de belirtildiği gibi 6 farklı plastik mafsallık boyu ile analiz edilmiş olmasına rağmen, perde oranlarının değişmesi ile elde edilen sonuçlarda yalnızca  $L_p = 0.5$  h mafsallık boyu dikkate alınmıştır. Çizelge 5.2.1 incelendiğinde perde oranının artması ile yapıların gerçeğe yakın olarak kabul edilebilecek taban kesme kuvveti değerlerinin referans model ile elde edilen değer ile yüzdelerdeki artış görülmektedir. Bu artışların Çizelge 5.1.1 'deki Eşdeğer Deprem Yüğü Yöntemi ve Çizelge 5.1.3 'deki Mod Birleştirme Yöntemi ile elde edilen değerlerin yüzdelerdeki kıyaslamalardan oldukça yüksek olduğu gayet açıktır. Çünkü bu taban kesme kuvveti değerleri tamamen yapı taşıyıcı sistemlerinin etkin kesit rijitlikleri ile belirlenen asıl dayanımları kullanılarak belirlenmiştir.
- Çizelge 5.2.1 'de bina yükseklikleri arttıkça aynı perde oranları için başlangıçta yüzdelerdeki artışların eşit kalması düşünülebilir. Fakat bu noktada şu durum hatırlatılmalıdır: Bir önceki maddede TBDY 2018 tarafından belirlenen betonarme perde oranı tanımına göre binanın toplam kat alanlarının sayı değeri arttıkça oran değerinin sabit tutulması için bir kattaki herhangi bir deprem doğrultusunda seçilen betonarme perdelerin toplam kesit alanları da artmalıdır. Bu nedenle örneğin 4 katlı bir yapı için % 2 olarak belirlenen betonarme perde oranına sahip bir modelin çerçevesel taşıyıcı sisteme sahip referans modelinin taban kesme kuvvetleri ile yapılan yüzdelerdeki kıyaslama, 10 katlı modelde aynı oranı sağlayan modelin çok daha fazla betonarme perde alanına sahip olması ve bina yüksekliğinin artması ile kat kesme kuvvetlerinin de artması etkileri göz önünde bulundurulduğunda, referans model ile kıyaslama yapılarak elde edilen bu yüzdelerdeki artışın çok daha büyük olduğu anlaşılacaktır.
- Yapı modellerinin statik itme analizleri ile daha verimli sonuçlar elde edilebilmesi ve analize tabi tutulacak model sayısının fazla olması nedeniyle zaman tasarrufu sağlamak



amacıyla süresinin kısaltılması için zaten rijit diyafram kabulü yapılacağı düşünülerek döşeme plakları model oluşturma aşamasında tanımlanmamıştır. Fakat ilerleyen bölümlerde rijit diyafram kabul durumunun dayanım fazlalığı katsayılarını nasıl etkileyeceğini gözlemlemek için diyafram bulundurmeyen modeller de analiz edilmiştir. Bu durumu incelemek amacıyla yapılan analiz sonuçları Bölüm 4.5 'de verilmiştir. Buradan görüleceği üzere diyafram bulundurmeyen modeller ile bulunduran modellerin doğrusal ötesi davranışları üzerinde herhangi bir davranış farklılığı bulunmamaktadır.

- Aynı özelliklere sahip rijit diyafram bulunduran ve bulundurmeyen modellerin doğrusal ötesi analiz sonuçlarının karşılaştırıldığı Bölüm 5.2.3 'de, çerçeve taşıyıcı sisteme sahip modellerde rijit diyafram kabulünün sonucu etkilemediği, perdeli – çerçeve taşıyıcı sisteme sahip modellerin ise ihmal edilebilecek düzeyde daha sünük davrandığından bahsedilebilir.
- Bölüm 5.3 'de çalışmanın en genel konusunu oluşturan dayanım fazlalığı katsayıları 18 tip bina modeli için her perde oranında ve plastik mafsallık boyu  $L_p = 0.5 h$  olarak analizleri yapılmış modellerin doğrusal hesaplarla ve doğrusal ötesi analizlerle elde edilen dayanım fazlalığı katsayıları Çizelge 5.3.1 'de D' olarak hesaplanmış ve TBDY 2018 'de her yapı modeli için verilen taşıyıcı sistem davranış katsayısı ( R ) ve dayanım fazlalığı katsayısı ( D ) değerleri ile kıyaslanmıştır. Buradaki değerlerin yönetmelikte belirtilen değerlerden düşük olması aslında bu yapıların yeterli dayanıma sahip olmadığı düşüncesini akıllara getirmemelidir. Çünkü bu değer gerçek dayanım olarak kabul edilen doğrusal ötesi analiz sonuçlarının, güvenlik katsayıları ile hesaplanan doğrusal analiz sonuçları ile oranlanması sonucu elde edilen değerlerdir. Eğer bu sonuçlar 1 'den küçük değerler olsaydı, bu yapı modellerinin yatay etkilere karşı yetersiz dayanıma sahip olduğu sonucuna kesin olarak ulaşılabilirdi.
- Tez çalışması sırasında hazırlanan ve yayınlanan bir bildiri (Erkan H. ve ark. 2019) bu tez çalışmasına paralel fakat daha küçük çaplı bir analiz çalışması yürütülmüştür. Bu bildiri bir tanesi çerçeve taşıyıcı sisteme sahip olan referans model, bir tanesi perde oranı tanımına göre % 1 oranında betonarme perde bulunduran ve perdeli – çerçeve taşıyıcı sisteme sahip bir model ve son olarak perde oranı % 2 olan perdeli taşıyıcı sisteme sahip olan bir model benzer analiz işlemlerine tabi tutulmuştur. Elde edilen sonuçlarda ise referans modelin dayanım fazlalığı katsayısı TBDY 2018 'de belirtilen değerlerin altında ama 1 'den büyük bir değerde kalırken taşıyıcı sisteminde betonarme

perde bulunduran diğer iki modelin dayanım fazlalığı katsayıları yönetmelikte belirtilen değerleri aşmıştır. Bahsedilen çalışmada oluşturulan modeller bu tez çalışmasındaki modellerden çok daha küçük olarak tasarlanmış bina modelleridir. Bu nedenle dayanım fazlalığı katsayıları bu tez kapsamında analizleri gerçekleştirilen modellerin her biri için yönetmelikte belirtilen değerlerin altında kalması yapıların oldukça büyük kat alanlarına sahip olmasından dolayı taşıyıcı sistem elemanlarına etkiyen düşey yüklerin artması ile özellikle kolon ve perdelerde narinlik etkisi artmış ve moment taşıyabilme kapasiteleri düşmüştür. Bu nedenle doğrusal hesaplarla elde edilen taban kesme kuvvetleri ile kıyaslandığında doğrusal ötesi analizler sonucu elde edilen taban kesme kuvvetleri yönetmelikte belirtilen dayanım fazlalığı katsayısı oranında bir artış gözlemlenememiştir. Fakat tekrar edilmesinde fayda vardır ki bu yapı modelleri yatay etkilere karşı yetersiz dayanıma sahip değildir.

- Dayanım fazlalığı katsayılarının hesaplandığı Çizelge 5.3.1 incelendiğinde; 4 ve 7 katlı modellerde çerçevesiz modellerden betonarme perde eleman bulunduran modellere geçişte hesaplanan dayanım fazlalığı katsayısının düştüğü görülmektedir. Bu durumu etkileyen en önemli husus, taşıyıcı sistemlerde bulunan perde eleman miktarının değişmesi ile değişiklik gösteren R katsayısındaki değişimdir. 4 ve 7 katlı çerçevesiz taşıyıcı sisteme sahip modellerin doğrusal analiz yöntemleri ile hesaplanan periyotları, 10 katlı modellerden düşük olduğu için doğrusal hesap yöntemleri ile hesaplanan periyotlardan daha küçük olduğu için katlara etkiyen kesme kuvvetleri 4 ve 7 katlı modeller için daha büyük değerler alabilmektedir. Aynı sebeple 10 katlı çerçevesiz taşıyıcı sisteme sahip modelin doğrusal hesapla elde edilen kat kesme kuvvetleri ve dolayısıyla taban kesme kuvveti değeri eşit koşullarda diğer bina yüksekliklerine uyarlandığında daha düşük seviyelerde kaldığı için 10 katlı % 0.5 oranında perde içeren modele geçişte dayanım fazlalığı katsayısında bir artış görülmektedir.
- Yine taşıyıcı sistem davranış katsayısı R değerinin değişmesi ile tüm bina yükseklikleri için % 2 'lik perde oranına sahip modellere geçişte yine hesaplanan dayanım fazlalığı katsayısının düştüğü Çizelge 5.3.1 'de görülmektedir. Bu durumun nedeni doğrusal hesaplarda deprem yükünün bu perde oranına kadar 7 ile azaltılırken bu modelde 6 ile azaltılmış olması sonucu doğrusal ötesi hesaplarla oranlanarak elde edilen değerlerin altında kalmasıdır.
- Aynı bina yüksekliğine sahip farklı oranda betonarme perde eleman alanına sahip modellerin aynı R katsayısı kullanılarak belirlenen dayanım fazlalığı katsayılarında

düzenli ya da her yükseklik için aynı oranda bir artış olmaması; yapı modellerinde kullanılan betonarme perde elemanların kat planındaki dağılımları ve perde elemanların kendi başlarına eğilme ve kesme kapasitelerindeki değişkenlikleri ile açıklanabilir.

- Kullanım amacı konut olarak inşa edilecek olan binalar için elde edilen sonuçlar ve yapılan literatür incelemeleri gölgesinde % 1 oranında betonarme perde içeren taşıyıcı sistemlerin, özenli bir tasarım yapılması halinde optimum çözüm sağlayabileceği sonucuna varılmıştır. Bina öneminin artması, kat ötelenmelerinin daha fazla sınırlandırılması talebinin oluşması ya da daha yüksek performans hedeflerinin istenmesi gibi durumlarda daha büyük betonarme perde oranına sahip taşıyıcı sistem tasarımı yapılabilir.



## KAYNAKÇA

- Arias, H. ve Jaramillo, J. D., 2019, Base shear determination using response-spectrum modal analysis of multi-degree-of-freedom systems with soil–structure interaction, *Bulletin of Earthquake Engineering*, 1-14.
- ARSLAN, M. H., KÖROĞLU, M. A. ve KÖKEN, A., 2008, Binaların Yapısal Performansının Statik İtme Analizi İle Belirlenmesi, *Yapı Teknolojileri Elektronik Dergisi*, 4 (2), 71-84.
- ASCE41-13, 2012, TS 498. Seismic Evaluation and Retrofit Rehabilitation of Existing Buildings, Structural Engineers Association California.
- Barros, J. ve Santa-Maria, H., 2019, Seismic design of low-rise buildings based on frequent earthquake response spectrum, *Journal of Building Engineering*, 21, 366-372.
- Dinçer, F. ve Mert, N., 2014, Betonarme okul binasının TDY 2007'ye göre nonlinear statik analizi, *Sakarya Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 18 (1), 1-9.
- Ergun, M., 2007, Binaların Deprem Performanslarının Belirlenmesinde Japon Sismik İndeks Yöntemi İle Doğrusal Olmayan Artımsal İtme Analizi Sonuçlarının Karşılaştırılması, *İstanbul Teknik Üniversitesi*.
- Hassaballa, A., Ismaeil, M., Alzead, A. ve M Adam, F., 2014, Pushover Analysis of Existing 4 Storey RC Flat Slab Building, *International Journal of Sciences: Basic and Applied Research (IJSBAR)*, 16 (2), 242-257.
- Jakka, R., 2013, Pushover Analysis of A Multi-Storied Frame With Shear Wall and Jacketed Columns, *International Journal of Sciences: Basic and Applied Research (IJSBAR)*, 16 (2), 242-257.
- Karaçöp, A., 2010, Betonarme Bir Yüksek Binanın İstanbul Yüksek Binalar Deprem Yönetmeliğine Göre İncelenmesi, *İstanbul Teknik Üniversitesi*.
- Kıran, F., 2010, Binaların Performans Aanalizi İçin Kullanılan Doğrusal ve Doğrusal Olmayan Analiz Yöntemlerinin İncelenmesi, *Çukurova Üniversitesi*.
- KOÇER, M., NAKİPOĞLU, A., ÖZTÜRK, B., AL-HAGRİ, M. G. ve ARSLAN, M. H., 2018, DEPREM KUVVETİNE ESAS SPEKTRAL İVME DEĞERLERİNİN TBDY 2018 ve TDY 2007'ye GÖRE KARŞILAŞTIRILMASI, *Selçuk-Teknik Dergisi*, 17 (2), 43-58.
- Köse, D., 2008, Artımsal Eşdeğer Deprem Yüğü Yöntemiyle Betonarme Bir Yapının Performans Seviyesinin Belirlenmesi, *İstanbul Teknik Üniversitesi*.
- Maddela, N., Bollini, P. ve Dindi, V. N., 2017, Pushover Analysis For 5 X 5 Bays Concrete Building With and Without Shear Wall, *International Journal of Civil Engineering and Technology*, 8 (10).
- ÖZTÜRK, M., 2018, 2018 Türkiye Bina Deprem Yönetmeliği ve Türkiye Deprem Tehlike Haritası ile İlgili İç Anadolu Bölgesi Bazında Bir Değerlendirme, *Selçuk-Teknik Dergisi*, 17 (2), 31-42.

- Öztürk, P. S., 2012, Üç Boyutlu Düzenli Bir Betonarme Yapı Sisteminin Deprem Performansının İrdelenmesi, *İstanbul Teknik Üniversitesi*.
- Pakoğlu, H., 2009, Çok Katlı Bir Yapının Dbybhy 2007'ye Göre Tasarımı Ve Dbybhy 2007 İle İbc'un Teorik Olarak Karşılaştırılması, *İstanbul Teknik Üniversitesi*.
- TBDY, 2018, Türkiye Bina Deprem Yönetmeliği 2018, Afet ve Acil Durum Yönetimi Başkanlığı, Ankara
- TS498, 1997, TS 498. Yapı Elemanlarının Boyutlandırılmasında Alınacak Yüklerin Hesap Değerleri, Türk Standartları Enstitüsü.
- Uzun, D., 2014, 33 Katlı Betonarme Yüksek Bir Binanın Deprem Davranışına Farklı Döşeme Sistemlerinin Etkisi, *İstanbul Teknik Üniversitesi*.
- Yılmaz, C., 2008, Statik İtme Analiziyle Mevcut Bir Betonarme Yapının Performans Değerlendirmesi, *İstanbul Teknik Üniversitesi*.
- Zhi, Q., Zhou, B., Zhu, Z. ve Guo, Z., 2019, Evaluation of load–deformation behavior of reinforced concrete shear walls with continuous or lap-spliced bars in plastic hinge zone, *Advances in Structural Engineering*, 22 (3), 722-736.
- Afet ve Acil Durum Yönetimi Başkanlığı, AFAD, 2018, Türkiye Deprem Tehlike Haritaları İnteraktif Web Uygulaması, <https://tdth.afad.gov.tr/>
- Computers and Structures Incorporated Structural and Earthquake Engineering Software, U.S., 2018, CSI America, <https://www.csiamerica.com/>

## ÖZGEÇMİŞ

### KİŞİSEL BİLGİLER

**Adı Soyadı** : Talha Polat DOĞAN  
**Uyruğu** : T.C.  
**Doğum Yeri ve Tarihi** : Konya / 09.01.1995  
**Telefon** : 0554 6574075  
**e-mail** : talhapolatdogan@gmail.com

### EĞİTİM

Derece	Adı, İlçe, İl	Bitirme Yılı
Lise	: Karatay TOKİ Anadolu Lisesi	2012
Üniversite	: Necmettin Erbakan Üniversitesi	2017

### İŞ DENEYİMLERİ

Yıl	Kurum	Görevi
-----	-------	--------

### UZMANLIK ALANI

Yapı Mühendisliği

### YABANCI DİLLER

İngilizce ( Yabancı Dil Sınav Puanı: 90 )