



T.C.
KONYA TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ



ÇIKMALI BETONARME BİNALARIN
DEPREM DAVRANIŞININ TBDY 2018'e
GÖRE ANALİTİK OLARAK İNCELENMESİ
ve UYGUN GÜÇLENDİRME
YÖNTEMLERİNİN BELİRLENMESİ

Burak Arda AKGÖBEK

YÜKSEK LİSANS TEZİ

İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı

Haziran-2021
KONYA
Her Hakkı Saklıdır

TEZ KABUL VE ONAYI

..... tarafından hazırlanan “.....”
adlı tez çalışması .../.../... tarihinde aşağıdaki jüri tarafından oy birliği / oy çokluğu ile
Konya Teknik Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü
..... Anabilim Dalı’nda YÜKSEK
LİSANS/DOKTORA TEZİ olarak kabul edilmiştir.

Jüri Üyeleri

İmza

Başkan

Unvanı Adı SOYADI

.....

Danışman

Unvanı Adı SOYADI

.....

Üye

Unvanı Adı SOYADI

.....

Üye

Unvanı Adı SOYADI

.....

Üye

Unvanı Adı SOYADI

.....

Yukarıdaki sonucu onaylarım.

Prof. Dr. Saadettin Erhan KESEN
Enstitü Müdürü

Bu tez çalışması tarafından nolu proje ile
desteklenmiştir.

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.

İmza

Burak Arda AKGÖBEK

Tarih:

ÖZET

YÜKSEK LİSANS

ÇIKMALI BETONARME BİNALARIN DEPREM DAVRANIŞININ TBDY 2018'e GÖRE ANALİTİK OLARAK İNCELENMESİ ve UYGUN GÜÇLENDİRME YÖNTEMLERİNİN BELİRLENMESİ

Burak Arda AKGÖBEK

**Konya Teknik Üniversitesi
Lisansüstü Eğitim Enstitüsü
İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı**

Danışman: Dr. Öğr. Üyesi Alptuğ ÜNAL

2021, 259 Sayfa

Jüri

**Dr. Öğr. Üyesi Alptuğ ÜNAL
Prof. Dr. Mehmet KAMANLI
Dr. Öğr. Üyesi Fatih BAHADIR**

Ülkemiz deprem yer hareketlerinin aktif olduğu, her yıl yüzlerce depremin meydana geldiği aktif bir deprem kuşağında yer almaktadır. Yaşanan depremler sebebiyle binalarda hasarlar ve göçmeler meydana gelmektedir. Ülkemiz stoklarında bulunan çoğu binanın depreme dayanıklı yapı tasarım felsefesine uygun olarak inşa edilmediği görüldüğünden bu binaların performans analizlerinin yapılması gerekmektedir. Ülkemizde mimari kaygılar ve ekonomik sebeplerden dolayı binaların birinci katlarında kapalı çıkma uygulaması ile alan kazanılmak istenilmektedir. Kapalı çıkma uygulamalarının deprem performans durumlarının incelenmesi gerekmektedir. Ayrıca ülkemizde inşa edilen binaların zemin katlarında ofis, mağaza, market veya depo gibi mekanların kullanımı yaygın bir durumdur. Bu şekilde inşa edilen binaların zemin katında bulunmayan dolgu duvarların deprem performanslarının da incelenmesi gerekmektedir. Zemin katında dolgu duvar bulunmayan binalarda özellikle zayıf kat ve yumuşak kat gibi düzensizlikler oluşmaktadır. Bu çalışmada beş farklı çıkma oranına sahip ve zemin katında dolgu duvar durumuna göre on beş adet betonarme bina modelinin; doğrusal analizi, zaman tanım alanında analizi ve statik itme analizi yapılmıştır. Elde edilen sonuçlar doğrultusunda zemin katında dolgu duvar bulunmayan bina modellerine çelik çapraz ve betonarme perde ile güçlendirme metotları uygulanmıştır. Analizleri yapılan bina modellerinde; taban kesme kuvveti, periyot, görelî kat ötelemesi, yumuşak kat durumu, yük - deplasman grafikleri ve zaman deplasman grafikleri elde edilmiştir. Bu sonuçlar birbirleriyle karşılaştırılıp, gerekli önerilerde bulunulmuştur.

Anahtar Kelimeler: Doğrusal analiz, Plastik mafsallı, Statik – İtme analizi, Yük – Deplasman grafiği, Zaman – Tanım alanında analiz,

ABSTRACT

MS THESIS

ANALYTICAL INVESTIGATION OF EARTHQUAKE BEHAVIOR OF REINFORCED CONCRETE BUILDINGS WITH OVERHANGS ACCORDING TO TBDY 2018 AND DETERMINATION OF SUITABLE STRENGTHENED METHODS

Burak Arda AKGÖBEK

**Konya Technical University
Institute of Graduate Studies
Department of Civil Engineering**

Advisor: Asst. Prof. Dr. Alptuğ ÜNAL

2021, 259 Pages

Jury

**Dr. Öğr. Üyesi Alptuğ ÜNAL
Prof. Dr. Mehmet KAMANLI
Dr. Öğr. Üyesi Fatih BAHADIR**

Our country is located in an active earthquake zone where earthquake ground movements are active and hundreds of earthquakes occur every year. Damages and collapses occur in buildings due to earthquakes. There are many buildings in which most of the buildings in our country's stocks are not built in accordance with the earthquake-resistant building design philosophy, and performance analyzes need to be made for these buildings. In our country, due to architectural concerns and economic reasons, it is desired to gain space on the first floors of the buildings with the application of closed overhangs. It is necessary to examine the seismic performance conditions of closed overhang applications. In addition, the use of places such as offices, shops, markets, or warehouses on the ground floors of the buildings is commonly constructed in our country. The earthquake performance of the infill walls, which are not located on the ground floor of the buildings constructed in this way, should also be examined. In buildings without infill walls on the ground floor, irregularities such as weak floors and soft floors occur. In this study, fifteen reinforced concrete building models with five different overhang rates and depending on the infill wall condition on the ground floor; linear analysis, time history analysis, and static pushover analysis were performed. In line with the results obtained, reinforcement methods with steel braces and shear walls were applied to the building models that do not have infill walls on the ground floor. In the analyzed building models; base shear force, period, relative story drift, soft-story condition, load-displacement graphs, and time displacement graphs were obtained. These results were compared with each other and necessary recommendations were made.

Keywords: Linear analysis, Load displacement graph, Plastic hinge, Pushover analysis, Time history analysis

ÖNSÖZ

Bu seminer çalışmasının her aşamasında yardımlarını esirgemeyen, çok değerli bilgi, tecrübe, görüşleriyle beni aydınlatan ilgi ve desteğini hiçbir zaman esirgemeyen, kullandığı her kelimenin hayatıma kattığı önemi asla unutmayacağım değerli hocam Sayın Dr. Öğr. Üyesi Alptuğ ÜNAL'a saygı, minnet ve şükranlarımı sunarım.

Lisans ve yüksek lisans eğitimimin tamamında desteklerini, bilgilerini, tecrübelerini esirgemeyerek, görüşleriyle geleceğime ışık tutan ve yetişmemi sağlayan değerli hocam Sayın Prof. Dr. Mehmet KAMANLI'ya saygı, minnet ve sonsuz şükranlarımı sunarım.

Hayatım boyunca bana destek olan ve bu desteklerini hiçbir zaman esirgemeyen değerli annem Rabia Gül AKGÖBEK'e, değerli babam Hamit AKGÖBEK'e ve değerli kardeşim Nisa Nur AKGÖBEK'e sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Çalışmalarım boyunca sabırla, anlayışla ve büyük bir özveri ile yanımda olan en değerli destekçim değerli eşim Betül Tuğçe AKGÖBEK'e sonsuz minnet ve teşekkürlerimi sunarım.

Bu çalışmada her zaman beraber olduğum değerli yol arkadaşlarım; Hüseyin Horzum, Ahmet Emin UĞUR ve Ahmet Burak ERGÜN'e teşekkür ederim.

Bu çalışmada, yardımlarını hep yanımda hissettiğim HA3 Yapı Laboratuvar LTD. ŞTİ çalışma arkadaşlarımıza sonsuz teşekkür ederim.

Bu çalışmada tecrübeleriyle bana yol gösteren değerli arkadaşım Salih CENGİZ'e sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Burak Arda AKGÖBEK
KONYA-2021

İÇİNDEKİLER

ÖZET	vii
ABSTRACT.....	viii
ÖNSÖZ	ix
İÇİNDEKİLER	x
SİMGELER VE KISALTMALAR	xiii
1. GİRİŞ	1
1.1. Deprem.....	2
1.1.1. Deprem türleri.....	2
1.1.2. Deprem parametreleri	3
1.1.3. Türkiye’de deprem.....	5
1.2. Türkiye’de Deprem Yönetmeliği.....	9
1.2.1. Deprem yer hareket düzeyleri.....	9
1.2.2. Harita spektral ivme katsayıları ve tasarım spektral ivme katsayıları	10
1.2.3. Bina önem katsayıları	11
1.2.4. Deprem tasarım sınıfları	12
1.2.5. Bina yükseklik sınıfları	13
1.3. Binalarda Görülen Düzensizlikler ve Hasar Çeşitleri.....	13
1.3.1. Binalarda görülen düzensizlikler	14
1.3.2. Binalarda görülen hasar çeşitleri.....	18
1.4. Depreme Dayanıklı Betonarme Binalarda Esaslar	26
1.4.1. Süneklik	27
1.4.2. Dayanım.....	28
1.4.3. Rijitlik	28
1.5. Betonarme Binalarda Kırılma Türleri.....	28
1.5.1. Gevrek kırılma	28
1.5.2. Sünek kırılma.....	29
1.5.3. Dengeli kırılma	29
1.6. Çalışmanın Amacı.....	29
1.7. Çalışmanın Önemi	31
2.KAYNAK ARAŞTIRMASI	33
3. MATERYAL VE YÖNTEM.....	42
3.1. Modellenen Binaların Analizinde Kullanılan Parametreler.....	44
3.1.1. Binaların bulunduğu konum	45
3.1.2. Yapıların deprem yer hareketi düzeyi.....	46
3.1.3. Bina önem katsayısı	46
3.1.4. Spektral ivme katsayıları	47
3.1.5. Deprem tasarım sınıfları	48
3.1.6. Bina yükseklik sınıfı	48
3.2. Bina Modelleri	49

3.2.1. Referans zemin kat dolgu duvar bulunmayan betonarme bina (RB-NW-0)	51
3.2.2. %11 çıkma oranlı ve zemin kat dolgu duvar bulunmayan bina modeli (B-NW-11)	51
3.2.3. %21 çıkma oranlı ve zemin kat dolgu duvar bulunmayan bina modeli (B-NW-21)	52
3.2.4. %28 çıkma oranlı ve zemin kat dolgu duvar bulunmayan bina modeli (B-NW-28)	53
3.2.5. %44 çıkma oranlı ve zemin kat dolgu duvar bulunmayan bina modeli (B-NW-44)	53
3.2.6. Zemin kat dolgu duvar bulunan referans bina modeli (RB-W-0)	54
3.2.7. %11 çıkma oranlı ve zemin kat dolgu duvar bulunan bina modeli (B-W-11)	55
3.2.8. %21 çıkma oranlı ve zemin kat dolgu duvar bulunan bina modeli (B-W-21)	55
3.2.9. %28 çıkma oranlı ve zemin kat dolgu duvar bulunan bina modeli (B-W-28)	56
3.2.10. %44 çıkma oranlı ve zemin kat dolgu duvar bulunan bina modeli (B-W-44)	57
3.2.11. Zemin kat optimum duvarlı referans bina modeli (RB-OW-0)	57
3.2.12. Zemin kat optimum duvarlı % 11 çıkma oranına sahip bina modeli (RB-OW-11)	58
3.2.13. Zemin kat optimum duvarlı % 21 çıkma oranına sahip bina modeli (RB-OW-21)	59
3.2.14. Zemin kat optimum duvarlı % 28 çıkma oranına sahip bina modeli (RB-OW-28)	59
3.2.15. Zemin kat optimum duvarlı % 44 çıkma oranına sahip bina modeli (B-OW-44)	60
3.3. Doğrusal Analiz	61
3.4. Zaman- Tanım Alanında Analiz	61
3.5. Statik İtme Analizi	62
3.6. Zemin Kat Duvarsız Olan Binaların Güçlendirilmesi	63
3.6.1. Betonarme Perde İle Güçlendirme	63
3.6.2. Çelik Çapraz İle Güçlendirme	67
4. ARAŞTIRMA SONUÇLARI VE TARTIŞMA	72
4.1. Doğrusal Analiz Sonuçları	72
4.1.1. Zemin kat duvarsız ve güçlendirme yapılmayan modellerde doğrusal analiz sonuçları	72
4.1.2. Zemin kat duvarsız ve güçlendirme yapılan modellerde doğrusal analiz sonuçları	77
4.1.3. Zemin kat duvarlı bina modellerinde doğrusal analiz sonuçları	86
4.1.3.4. Zemin kat duvarlı bina modelleri için yumuşak kat durumu	89
4.1.4. Zemin kat optimum duvarlı bina modellerinde doğrusal analiz sonuçları	90
4.1.4.2. Zemin kat optimum duvarlı bina modelleri için yumuşak kat durumu	91
4.2. Zaman Tanım Alanında Analiz Sonuçları	93
4.2.1. Zemin kat duvarsız ve güçlendirme yapılmayan bina modellerinde Zaman Tanım Alanında analiz sonuçları	93
4.2.2. Zemin kat duvarsız ve güçlendirme yapılan bina modellerinde Zaman Tanım Alanında analiz sonuçları	106

4.2.3. Zemin kat duvarlı bina modellerinde Zaman Tanım Alanında analiz sonuçları.....	129
4.2.4. Zemin kat optimum duvarlı bina modellerinde Zaman Tanım Alanında analiz sonuçları	140
4.3. Statik – İtme Analiz Sonuçları.....	144
4.3.1. Zemin katı duvarsız ve güçlendirme yapılmayan bina modelleri için statik-itme analizi plastik mafsal sonuçları.....	146
4.3.2. Zemin katı duvarsız ve çelik çapraz ile güçlendirme yapılan bina modelleri için statik-itme analizi plastik mafsal sonuçları.....	160
4.3.3. Zemin katı duvarsız ve betonarme perde ile güçlendirme yapılan bina modelleri için statik-itme analiz plastik mafsal sonuçları	175
4.3.4. Zemin katı dolgu duvarlı bina modelleri için statik-itme analizi plastik mafsal sonuçları	190
4.3.5. Zemin katı optimum duvarlı bina modelleri için statik-itme analizi plastik mafsal sonuçları	202
4.3.6. Zemin katı duvarsız ve güçlendirme yapılmayan bina modelleri için statik-itme analizi yük-deplasman grafiği sonuçları.....	217
4.3.7. Zemin katı duvarsız ve çelik çapraz ile güçlendirme yapılmış bina modelleri için statik-itme analizi yük-deplasman grafiği sonuçları.....	222
4.3.8. Zemin katı duvarsız ve betonarme perde ile güçlendirme yapılmış bina modelleri için statik-itme analizi yük-deplasman grafiği sonuçları.....	227
4.4. Sonuçların Karşılaştırılması.....	232
4.4.1. Bina modellerinde doğrusal analiz sonuçlarının karşılaştırılması	232
4.4.2. Bina modellerinde Zaman Tanım Alanında Analiz sonuçlarının karşılaştırılması.....	239
4.4.3. Bina modellerinde Statik İtme Analiz sonuçlarının karşılaştırılması	243
5. SONUÇLAR VE ÖNERİLER	250
5.1 Sonuçlar	250
5.2 Öneriler	256
KAYNAKLAR	257

SİMGELER VE KISALTMALAR

Simgeler

mm	: milimetre
cm	: santimetre
m	: metre
mm ²	: milimetrekaire
Mpa	: Megapascal (N/mm ²)
T	: Periyot
g	: İvme
sn	: Zaman
m	: Kütle
k	: Rijitlik Katsayısı
h _i	: i'inci kat yüksekliği
R	: Süneklik Katsayısı
I	: Bina Önem Katsayısı
S _s	: Kısa Periyot Harita spektral İvme Katsayısı
S ₁	: 1.0 Saniye Periyot İçin Harita spektral İvme Katsayısı
S _{DS}	: Kısa Periyot Tasarım Spektral İvme Katsayısı
S _{D1}	: 1.0 Saniye Periyot İçin Tasarım spektral İvme Katsayısı

Kısaltmalar

TBDY	: Türk Bina Deprem Yönetmeliği
TS 500	: Betonarme Yapıların Tasarım ve Yapım Kuralları
RB-NW-0	: Zemin Katında Dolgu Duvar Bulunmayan ve %0 Çıkma oranına sahip referans bina modeli
B-NW-11	: Zemin Katında Dolgu Duvar Bulunmayan ve %11 Çıkma oranına sahip bina modeli
B-NW-21	: Zemin Katında Dolgu Duvar Bulunmayan ve %21 Çıkma oranına sahip bina modeli
B-NW-28	: Zemin Katında Dolgu Duvar Bulunmayan ve %28 Çıkma oranına sahip bina modeli
B-NW-44	: Zemin Katında Dolgu Duvar Bulunmayan ve %44 Çıkma oranına sahip bina modeli
RB-W-0	: Zemin Katında Dolgu Duvar Bulunan ve %0 Çıkma oranına sahip referans bina modeli
B-W-11	: Zemin Katında Dolgu Duvar Bulunan ve %11 Çıkma oranına sahip bina modeli
B-W-21	: Zemin Katında Dolgu Duvar Bulunan ve %21 Çıkma oranına sahip bina modeli
B-W-28	: Zemin Katında Dolgu Duvar Bulunan ve %28 Çıkma oranına sahip bina modeli
B-W-44	: Zemin Katında Dolgu Duvar Bulunan ve %44 Çıkma oranına sahip bina modeli
RB-W-0-S1	: Zemin Katında Dolgu Duvar Bulunmayan, betonarme perde ile güçlendirilmiş ve %0 Çıkma oranına sahip referans bina modeli
B-W-11-S1	: Zemin Katında Dolgu Duvar Bulunmayan, betonarme perde ile güçlendirilmiş ve %11 Çıkma oranına sahip bina modeli

- B-W-21-S1 :Zemin Katında Dolgu Duvar Bulunmayan, betonarme perde ile güçlendirilmiş ve %21 Çıkma oranına sahip bina modeli
- B-W-28-S1 :Zemin Katında Dolgu Duvar Bulunmayan, betonarme perde ile güçlendirilmiş ve %28 Çıkma oranına sahip bina modeli
- B-W-44-S1 :Zemin Katında Dolgu Duvar Bulunmayan, betonarme perde ile güçlendirilmiş ve %44 Çıkma oranına sahip bina modeli
- RB-W-0-S2 :Zemin Katında Dolgu Duvar Bulunmayan, çelik çapraz ile güçlendirilmiş ve %0 Çıkma oranına sahip referans bina modeli
- B-W-11-S2 :Zemin Katında Dolgu Duvar Bulunmayan, çelik çapraz ile güçlendirilmiş ve %11 Çıkma oranına sahip bina modeli
- B-W-21-S2 :Zemin Katında Dolgu Duvar Bulunmayan, çelik çapraz ile güçlendirilmiş ve %21 Çıkma oranına sahip bina modeli
- B-W-28-S2 :Zemin Katında Dolgu Duvar Bulunmayan, çelik çapraz ile güçlendirilmiş ve %28 Çıkma oranına sahip bina modeli
- B-W-44-S2 :Zemin Katında Dolgu Duvar Bulunmayan, çelik çapraz ile güçlendirilmiş ve %44 Çıkma oranına sahip bina modeli

1. GİRİŞ

Ülkemiz, deprem fay hatlarının canlı olduğu, her yıl yüzlerce deprem olan bir kuşakta bulunmaktadır. Depremlerin yoğun olarak gözlemlendiği ülkemizde; gerek fay hatlarının tanınması ve ona göre tedbirlerin alınması, gerekse depreme dayanıklı yapı tasarım felsefesinin iyi bir şekilde benimsenmesi gerekmektedir. Ülkemizde depremler her yıl yüzlerce hatta binlerce can alabilmektedir, bu sebeple öncelikle yeni yapılacak olan yapılarda, daha sonra ise mevcut yapı stoğumuzda gerekli çalışmaların yapılması gerekmektedir. Depreme dayanıklı yapı tasarım felsefesinde; yapıların depremleri hiç hasar görmeden atlatması ekonomik açıdan neredeyse imkansızdır. Ekonomik durumlar İnşaat Mühendisliği'nin temel hususlarından biri olup, ekonominin sürekliliği için binaların hasar alması oldukça olağan bir durumdur. Ancak bu hasarlar deprem sonrasında içerisinde bulunan insanların sağlıklı bir şekilde dışarı çıkarabilecek seviyede olmalıdır.

Deprem durumunda binaların statüsünü belirlemek amacıyla, Türkiye Bina Deprem Yönetmeliği (TBDY 2018)'e göre bina performans düzeyleri belirlenmiştir. Bu düzeyler dört temel başlıkta toplanılabilir:

- Kesintisiz kullanım (KK) performans düzeyi
- Sınırlı hasar (SH) performans düzeyi
- Kontrollü hasar (KH) performans düzeyi
- Göçmenin önlenmesi (GÖ) performans düzeyi (TBDY,2018).

Yukarıda belirtilen dört temel performans düzeyi vardır. Deprem yer hareketlerine göre bu durumlardan olması gereken seçilerek bina statik tasarımı yapılmaya başlanılacaktır.

Ülkemizde depreme dayanıklı yapı tasarımı için 2018 yılında yayınlanan Türk Bina Deprem Yönetmeliği ile birlikte TS 500 kullanılmaktadır. TBDY 2018'de belirtilen ve yeni inşa edilecek binalarda hesaplamaların yapılmasına öncelik eden bazı tanımlamalar mevcuttur.

Mevcut yapı stoğumuzdaki çoğu yapı; oluşan depremlerde de gözlemlendiği gibi yukarıda bahsedilen dört temel hususa göre inşa edilememiştir. Gerek teknoloji durumları gerekse yapı malzemelerindeki olumsuzluklar mevcut yapı stoğumuzun olumsuz etkilenmesine sebep olmaktadır. Yaşanan depremler sebebiyle yaşadığımız

binaların yıkılması ve içerisinde bulunan insanların ölümlerinin gerçekleşmesinin temel hususu depreme dayanıklı inşa edilmeyen binalar olarak göze çarpmaktadır.

Günümüzde gelişen teknolojik çalışmalar sebebiyle mevcut yapı stoğumuzun depreme dayanıklılığını analiz etmek ve bu yapıların güçlendirilmesinin yapılması çok da zor değildir. Depremlerin ülkemiz için bir gerçek olarak kabul etmekte geç kalmadan, mevcut bina stoğumuzun tüm illerde analizlerinin yapılması ve bina performans sınıflarına ayrılması gerekmektedir. Asansörler için kullanılan performans seviyelerini belirten harflendirmeler binalar için de çok acil bir şekilde yapılmalı ve belirli bir seviyenin altında kabul edilen binalar acil bir şekilde dönüştürülmeli veya güçlendirilmelidir.

1.1. Deprem

Yer kabuğunun ani hareketlerle kırılmasına ve bu kırılma sonucunda ortaya çıkan enerjinin dalgalar halinde yeryüzüne ulaşması durumuna deprem denilmektedir. Depremler yer kabuğunda bulunan kırılmalar sebebiyle ortaya çıkmaktadır. Kırılan yer kabuğunun yeryüzüne yakın olması yeryüzünde oluşturduğu hasarın artmasına sebep olmaktadır. Kırılan yer kabuklarının oluşturdukları kırıklı yapıya fay hattı denilmekte ve bir düzlem boyunca uzanmaktadır (Unal, 2012).

Fay hatları ülkemizde genellikle çok sığ konumda bulunmaktadır. Fay hatlarının yeryüzüne yakın konumda olması ülkemizde yaşanan depremlerin, depremin olduğu noktadan çok daha uzak noktalarda hissedilmesine sebep olmaktadır. Ayrıca fay hatlarının bulunduğu kısmın yeryüzüne yakın olması merkez üssü olarak tanımlanan ve depremin meydana geldiği fay hattına yeryüzünde en yakın nokta olarak bilinen deprem merkezinde daha fazla hasara sebep olabilmektedir.

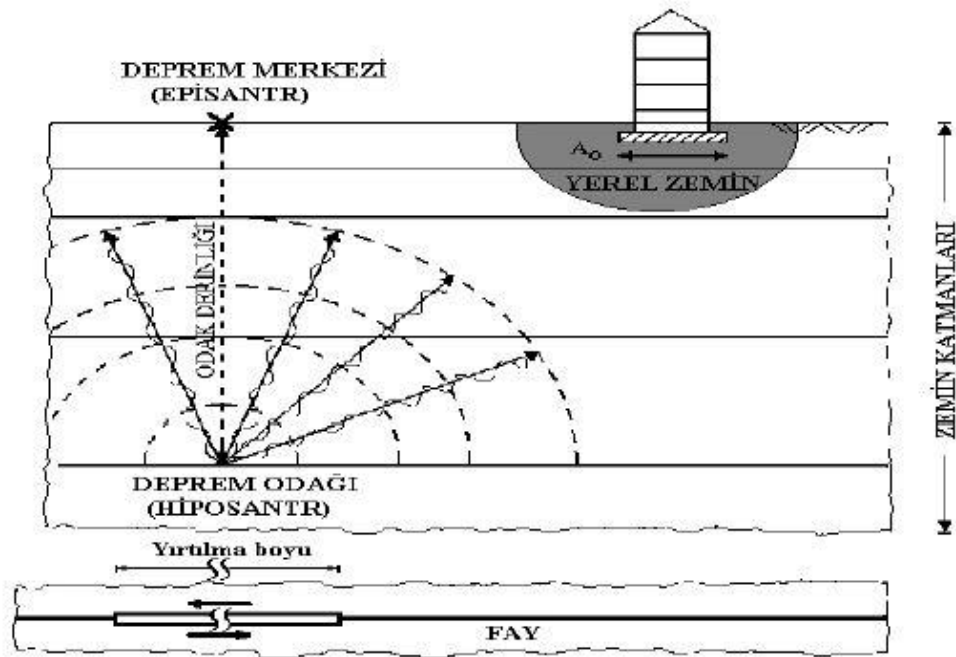
1.1.1. Deprem türleri

Depremler oluş nedenlerine göre birçok çeşitten oluşmaktadır. Genel olarak ülkemizde de gözlemlenen ve yer kabuğunun hareketi sonucu oluşan depremler tektonik depremler olarak tanımlanmaktadır (Unal, 2012). Tektonik depremler fayların kırılması sonucu ortaya çıkan enerjinin yeryüzüne dalgalar halinde ulaşması ve yeryüzünü sarsması ile oluşmaktadır (Unal, 2012). Diğer deprem türlerinden biri olan volkanik

depremler; volkan dağlarının içinde bulunan kızgın ergimiş maddenin püskürmesi ile oluşmaktadır. Bir diğer deprem türü ise çöküntü depremleridir (Unal, 2012).

1.1.2. Deprem parametreleri

Şekil 1.1’de görüldüğü gibi depremlerin uluslararası ortak bir dilde tanımlanabilmesi için belirli parametreler vardır.



Şekil 1.1. Deprem parametreleri (Kaltakçı, 2010)

1.1.2.1. Odak noktası (Hiposantr)

Depremi daha önceki kısımlarda yer kabuğunun hareketleri sonucunda ortaya çıkan enerjinin yeryüzüne dalgalar halinde ulaşması olarak tanımlanmıştı. Depremi meydana getiren bu fay hattının yeryüzünün altında tam olarak bulunduğu noktaya depremin odak noktası (hiposantr) olarak tanımlanmaktadır (Unal, 2012).

1.1.2.2. Dış merkez (Episantr)

Odak noktasından mesafe olarak yeryüzüne en yakın noktaya dış merkez (episantr) denilmektedir. Deprem üssü olarak da tanımlanır. Deprem en kuvvetli hissedildiği noktadır.

1.1.2.3. Odak derinliği

Deprem odak noktasından, dış merkeze olan en kısa mesafe odak derinliği olarak adlandırılmaktadır. Odak derinliği ülkemizde genellikle sığ derinliklerde bulunmaktadır. Sığ derinlik olarak tanımlanan depremlerde enerjileri taşıyan dalgalar daha şiddetli bir halde yeryüzüne ulaşarak daha ciddi hasarlara sebep olabilmektedir (Unal, 2012).

1.1.2.4. Depremin şiddeti

Depremin yeryüzünde bıraktığı etki olarak tanımlanabilmektedir. Birçok şiddet aralığı bulunmaktadır. Mercalli şiddet cetveline göre I'den XII'ye kadar on iki adet şiddet tanımı vardır. Bunlar ;

- Şiddet I, yalnızca duyarlı aletler tarafından algılanır.
- Şiddet II, özellikle üst katlarda, dinlenmekte olan kimseler tarafından hissedilir. Hassas bir biçimde asılı olan nesnelere sallanabilir
- Şiddet III, bina içinde hissedilir, fakat deprem olup olmadığı her zaman anlaşılmaz. Duran otomobiller yanından kamyon geçmiş gibi sallanırlar.
- Şiddet IV, bina içerisinde çoğunlukla ve dışarıda az kimse tarafından hissedilir. Gece bazı kimse uyanır, kap-kacak, kapı-pencere sallanır.
- Şiddet V, hemen herkes hisseder. Bazı tabaklar, sıvalar, pencereler kırılır, uzun cisimler oynar.
- Şiddet VI, herkes hisseder, birçoğu korkup dışarı fırlar. Bacalar, sıvalar düşer. Hafif hasarlar olur.
- Şiddet VII, herkes dışarı kaçır. Yapıda sağlamlığına bağlı olarak değişen hasarlar oluşur. Otomobil sürücüleri de algılar

- Şiddet VIII, duvarlar çerçevelerden ayrılıp dışarı fırlar. Anıtlar, bacalar, duvarlar devrilir. Kum ve çamur fişkirir.
- Şiddet IX, yapılar temilinden ayrılır çatlar ve eğilir. Zemin ve yer altı boruları çatlar.
- Şiddet X, kargir ve çerçeve yapıların çoğu tahrip olur. Zemin çatlar, raylar eğilir. Toprak kaymaları olur.
- Şiddet XI, yeni tip yapılar ayakta kalabilirler, köprüler tahrip olur. Yer altı boruları kırılır. Toprak kayar. Raylar bükülür.
- Şiddet XII, hemen her şey harabolur. Toprak yüzeyinde dalgalanma görülür. Cisimler havaya fırlar.

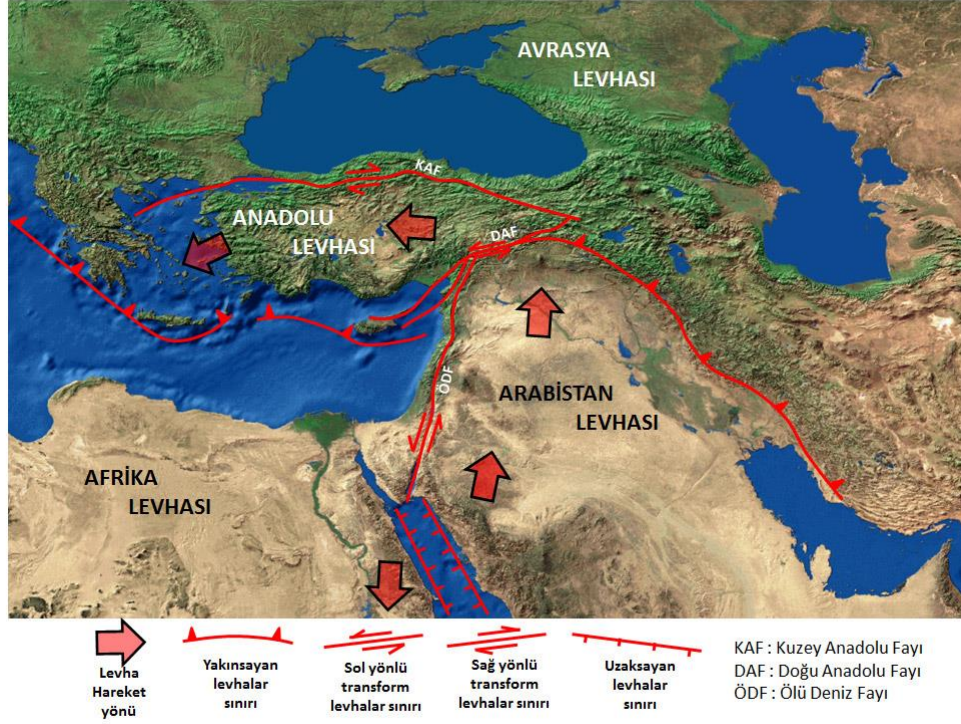
1.1.2.5. Depremin büyüklüğü

Yerkabuğunun alt kısmında bulunan fayların kırılmasının derecesi depremin büyüklüğünü de etkilemektedir. Dolayısıyla ortaya çıkan enerjinin de büyüklüğü buna bağlıdır.

Depremin büyüklüğü ve depremin şiddeti sürekli birbirine karıştırılmıştır. Depremin büyüklüğü yukarıda da bahsedildiği gibi deprem anında ortaya çıkan enerji olarak tanımlanırken, depremin şiddeti ise yer yüzünde bıraktığı etki durumu olarak tanımlanmaktadır.

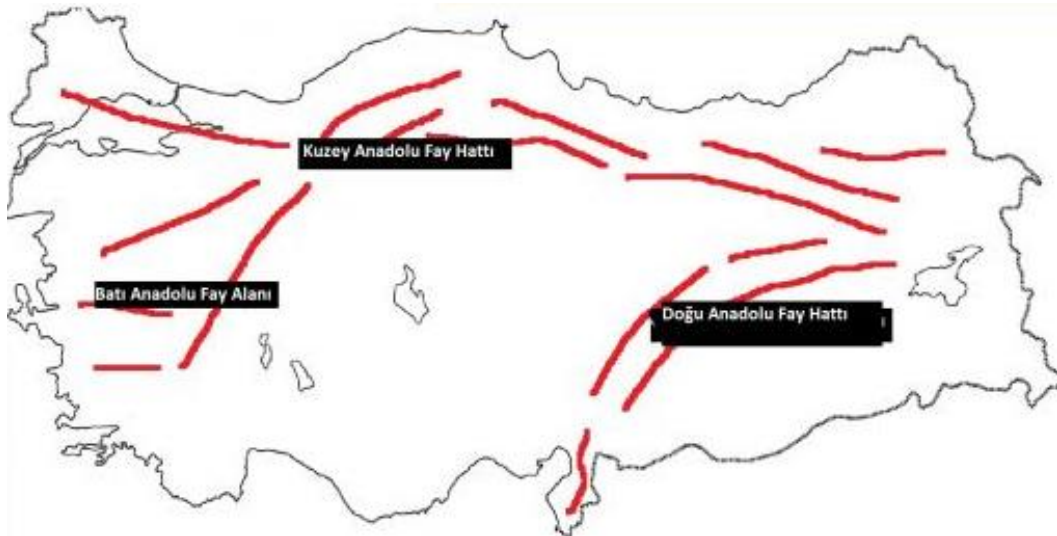
1.1.3. Türkiye’de deprem

Ülkemiz, Arabistan levhası, Avrasya levhası ve Afrika levhasının etkisi altında bulunan deprem yer hareketlerinin sık sık ve şiddetli olarak gerçekleştiği bir ülkedir. Şekil 1.2’de bu levhalar gösterilmiştir.



Şekil 1.2 Ülkemizi etkisi altında bırakan levhalar (Anonim, 2011)

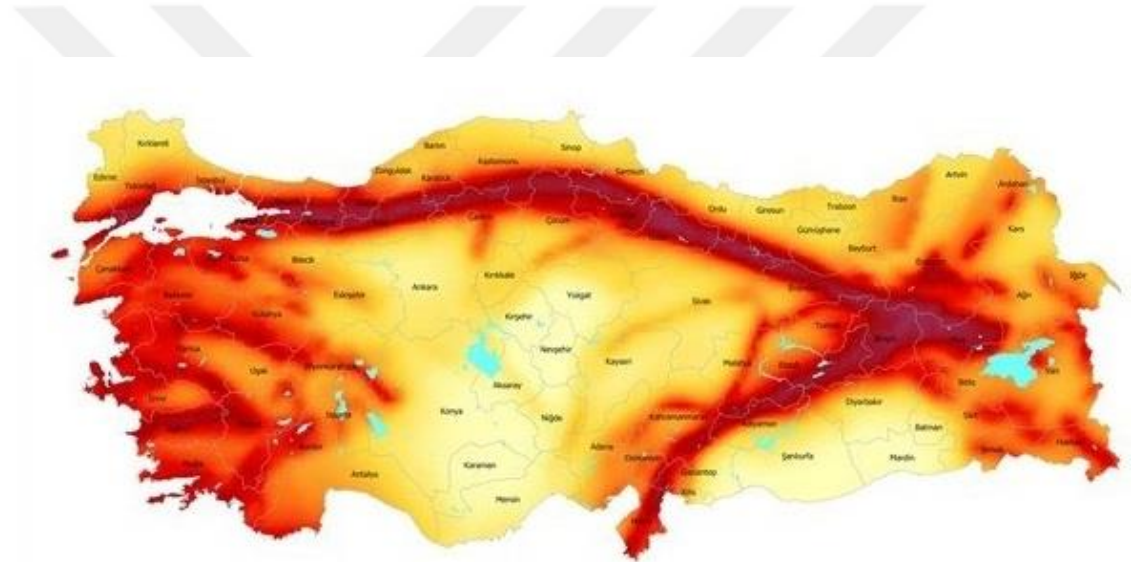
Ülkemiz deprem fay hatlarının aktif halde bulunduğu bir konumda bulunmaktadır. Şekil 1.3’de belirtilen haritada ülkemizde bulunan üç adet büyük fay hatlarının isimleri ile birlikte verilmiştir. Bu fay hatlarına ilaveten birçok fay hattı da bulunmaktadır. Ülkemiz aktif deprem kuşağında bulunan bir ülkedir.



Şekil 1.3 Ülkemizde bulunan fay hatları (Anonim,2012)

Ülkemiz yıllar boyunca şiddetli depremlere ve şiddetli yıkımlara şahit olmuştur. Ülkemiz kaya yapısının genç olması sebebiyle sürekli bir hareket içerisinde. 2018 yılında yürürlüğe giren Türk Bina Deprem Yönetmeliği daha önceki yönetmeliklere farklı olarak deprem hesabını bir bölge olarak değil, bir noktaya bağlı olarak hesaplamak istemiştir (TBDY, 2018). Bu noktanın tanımı faya yakınlık olarak belirlenmiştir.

2007 deprem yönetmeliğinde ülkemiz dört ayrı deprem bölgesi olarak belirlenmişken, 2018 deprem yönetmeliğinde fay hatlarına uzaklık esas alınmıştır (TBDY, 2018). Şekil 1.4’de belirtilen fay hatları haritası AFAD tarafından 2018 yılında hazırlanmış olup, bugün yeni yapılacak tüm bina inşaatlarında çok önemli bir yer tutmaktadır (Afad, 2018).



Şekil 1.4 Türkiye fay hatları (Afad,2018)

Ülkemizde yıllar boyunca çok büyük depremler olmuştur. 1939 yılında meydana gelen 7.9 büyüklüğünde Erzincan depremi Cumhuriyet tarihimizin en büyük depremi olarak da tarihe geçmiştir. 1930 yılında 7.6 büyüklüğünde Hakkari’de deprem meydana gelmiştir. 1976 yılında Van’ın Çaldıran ilçesinde meydana gelen deprem 7.5 büyüklüğündedir. Tarihimizin en çok hasara sebep olan depremlerinden biri olan 1999 Gölcük depremi 7.4 büyüklüğünde meydana gelmiştir. 7.2 büyüklüğünde meydana gelen Van depremi ciddi hasarlara sebep olan depremlerdendir. 2020 yılında meydana gelen ve günümüze en yakın ciddi depremlerden biri olan İzmir depremi 6.9 büyüklüğünde meydana gelmiştir.

Şekil 1.5 şekil 1.6' ve şekil 1.7'de ülkemizde meydana gelen depremler sonucu binalarda oluşan bazı hasarlar gösterilmiştir.



Şekil 1.5 2020 İzmir depremi sonucu yıkıma uğramış bir bina (Anonim, 2020a)



Şekil 1.6 1999 Gölçük depremi sonucu yıkıma uğramış bir çok bina (Anonim, 2019a)



Şekil 1.7 1939 Erzincan depremi sonucu yıkıma uğramış bir çok bina (Anonim, 2019b)

1.2. Türkiye’de Deprem Yönetmeliği

2018 yılına kadar Türk Deprem yönetmeliği 2007 ile yapıların statik analizleri yapılırken, daha sonraki yıllarda Türk Bina Deprem Yönetmeliği 2018 kullanılmaya başlanmıştır. İki yönetmelikte birçok fark olduğu gibi deprem kuvvetlerinin etki yönleriyle de ilgili eklemeler yapılmıştır.

1.2.1. Deprem yer hareket düzeyleri

2018 deprem yönetmeliğinde dört ayrı deprem yer hareket düzeyi tanımlanmıştır (TBDY, 2018). Bu dört ayrı deprem yer hareket düzeyini kısaca incelemek gerekirse;

1.2.1.1 Deprem yer hareket düzeyi 1 (DD-1)

DD-1 deprem yer hareketi, spektral büyüklüklerin 50 yılda aşılma olasılığının %2 ve buna karşı gelen tekrarlanma periyodunun 2475 yıl olduğu çok seyrek deprem yer hareketi olarak nitelendirilmektedir. Bu deprem yer hareketi, göz önüne alınan en büyük deprem yer hareketi olarak adlandırılmaktadır (TBDY, 2018).

1.2.1.2 Deprem yer hareket düzeyi 2 (DD-2)

DD-2 deprem yer hareketi, spektral büyüklüklerin 50 yılda aşılma olasılığının %10 ve buna karşı gelen tekrarlanma periyodunun 475 yıl olduğu seyrek deprem yer hareketi olarak nitelendirilmektedir. Bu deprem yer hareketi, standart tasarım deprem yer hareketi olarak da adlandırılmaktadır (TBDY, 2018).

1.2.1.3 Deprem yer hareket düzeyi 3 (DD-3)

DD-3 deprem yer hareketi, spektral büyüklüklerin 50 yılda aşılma olasılığının %50 ve buna karşı gelen tekrarlanma periyodunun 72 yıl olduğu sık deprem yer hareketi olarak nitelendirilmektedir (TBDY, 2018).

1.2.1.4 Deprem yer hareket düzeyi 4 (DD-4)

DD-4 deprem yer hareketi, spektral büyüklüklerin 50 yılda aşılma olasılığının %68 ve buna karşı gelen tekrarlanma periyodunun 43 yıl olduğu çok sık deprem yer hareketi olarak nitelendirilmektedir. Bu deprem yer hareketi, servis deprem yer hareketi olarak da adlandırılmaktadır (TBDY, 2018).

1.2.2. Harita spektral ivme katsayıları ve tasarım spektral ivme katsayıları

Harita spektral ivme katsayıları, yukarıda belirtilen dört ayrı deprem yer hareketi düzeyi için Türkiye Deprem Tehlike Haritaları kapsamında tanımlanmıştır.

- S_s kısa periyot harita spektral ivme katsayısı,
- S_1 1.0 saniye periyot için harita spektral ivme katsayısı olarak tanımlanmıştır.

Tanımlanan bu ivme katsayıları S_{DS} ve S_{D1} 'e dönüştürülmesi gerekmektedir.

$$S_{DS} = S_s F_s \quad (1.1)$$

$$S_{D1} = S_1 F_1 \quad (1.2)$$

Burada tanımlanan F_1 ve F_s yerel zemin sınıflarına bağlı olarak zemin etki katsayılarıdır. Çizelge 1.1 ve Çizelge 1.2'de yerel zemin katsayıları verilmiştir.

Çizelge 1.1 Yerel zemin etki katsayısı F_s (TBDY,2018)

YEREL ZEMİN SINIFI	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	1
ZE	2.4	1.7	1.3	1.1	0.9	0.8

Çizelge1.2 Yerel zemin etki katsayısı F_1 (TBDY, 2018)

YEREL ZEMİN SINIFI	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	1.9	1.8	1.7
ZE	4.2	3.3	2.8	2.4	2.2	2

1.2.3. Bina önem katsayıları

Türk Bina Deprem Yönetmeliği 2018’de binaların kullanım amaçlarına göre katsayılar belirlenmiştir. Çizelge 1.3’de bu katsayılar verilmiştir (TBDY, 2018).

Çizelge 1.3. Bina önem katsayısı (TBDY,2018)

Bina Kullanım Sınıfı	Binanın Kullanım Amacı	Bina Önem Katsayısı (I)
BKS = 1	<p>Deprem sonrası kullanımı gereken binalar, insanların uzun süreli ve yoğun olarak bulunduğu binalar, değerli eşyanın saklandığı binalar ve tehlikeli madde içeren binalar</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>İnsanların kısa süreli ve yoğun olarak bulunduğu binalar</p> <p>Alışveriş merkezleri, spor tesisleri, sinema, tiyatro, konser salonları, ibadethaneler, vb.</p>	1.2
BKS = 3	<p>Diğer binalar</p> <p>BKS=1 ve BKS=2 için verilen tanımlara girmeyen diğer binalar (Konutlar, işyerleri, oteller, bina türü endüstri yapıları, vb.)</p>	1

1.2.4. Deprem tasarım sınıfları

TBDY 2018' de yukarıda belirtilen bina kullanım sınıflarına ve DD-2 deprem yer hareketi düzeyi ve kısa periyot tasarım spektral ivme katsayısına bağlı kalarak deprem tasarım sınıfları (DTS) belirlenmiştir. Deprem tasarım sınıfları Çizelge 1.4'de verilmiştir (TBDY, 2018).

Çizelge 1.4. Deprem tasarım sınıfları (TBDY,2018)

DD-2 Deprem yer hareketi düzeyinde kısa periyot tasarım spektral ivme katsayısı (S_{DS})	Bina Kullanım Sınıfı	
	BKS = 1	BKS = 2, 3
$S_{DS} < 0.33$	DTS = 4a	DTS = 4
$0.33 < S_{DS} < 0.50$	DTS = 3a	DTS = 3
$0.50 < S_{DS} < 0.75$	DTS = 2a	DTS = 2
$0.75 \leq S_{DS}$	DTS = 1a	DTS = 1

1.2.5. Bina yükseklik sınıfları

TBDY 2018' de deprem tasarım sınıfı ve bina yüksekliğine bağlı olarak Bina yükseklik sınıfları oluşturulmuştur. Bina yükseklik sınıfları Çizelge 1.5'de verilmiştir (TBDY, 2018).

Çizelge 1.5. 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	$H > 70$	$H > 91$	$H > 105$
BYS = 2	$56 < H \leq 70$	$70 < H \leq 91$	$91 < H \leq 105$
BYS = 3	$42 < H \leq 56$	$56 < H \leq 70$	$56 < H \leq 91$
BYS = 4	$28 < H \leq 42$	$42 < H \leq 56$	
BYS = 5	$17.5 < H \leq 28$	$28 < H \leq 42$	
BYS = 6	$10.5 < H \leq 17.5$	$17.5 < H \leq 28$	
BYS = 7	$7 < H \leq 10.5$	$10.5 < H \leq 17.5$	
BYS = 8	$H \leq 7$	$H \leq 10.5$	

1.3. Binalarda Görülen Düzensizlikler ve Hasar Çeşitleri

Binalar statik açıdan taşıyıcı elemanlar tarafından ayakta kalmaktadır. Betonarme bir binada taşıyıcı sistemler başlıca; kolon, perde, kiriş ve temellerden oluşmaktadır. Binalar öncelikle kendi ağırlıkları ve üzerinde bulunan hareketli yükleri daha sonra deprem ve rüzgar yüklerini emniyetli bir şekilde taşımaları gerekmektedir.

Betonarme taşıyıcı elemanlar, üzerlerine gelen yükler sebebiyle iç kuvvetler oluşturmaktadır. Bu iç kuvvetler, elemanların taşıyabileceği yük kapasitesinin üzerine çıkması durumunda kesitlerde zorlanmalar hatta kırılmalar meydana gelmektedir.

Ülkemizde kendi ağırlığı ile deprem olmaksızın yıkılan birçok bina vardır. Bu durumun temeli birçok istenmeyen kusurun birleşmesi ile oluşmaktadır. Konya'da Zümrüt Apartmanı'nın yıkılması bu duruma verilebilecek örneklerden bir tanesidir. Zümrüt Apartmanı ile birlikte inşa edilen diğer iki blok şu an hali hazırda kullanılmaktadır. Zümrüt apartmanı faciası sonrası bu iki apartmanda gerekli çalışmalar yapılarak güçlendirme kararı alınmış ve güçlendirilmiştir. Şekil 1.8' de Zümrüt Apt. yıkılmış durumu gösterilmiştir.



Şekil 1.8. Konya’da kendi ağırlığı ile yıkılan bir bina (Anonim, 2020b)

1.3.1. Binalarda görülen düzensizlikler

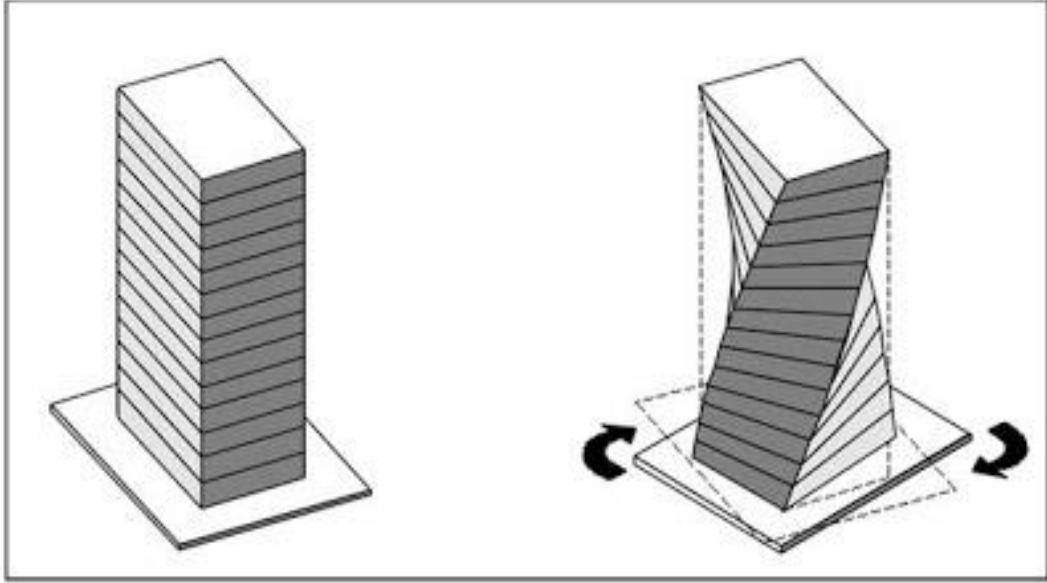
Binalarda gözlemlenen düzensizlikler betonarme taşıyıcı elemanların istenildiği gibi çalışmasına engel olmaktadır. Betonarme yapılarda düzensizlikler planda düzensizlik durumu ve düşey doğrultuda düzensizlik olmak üzere ikiye ayrılmaktadır.

1.3.1.1. Planda düzensizlik durumu (A türü düzensizlikler)

TBDY 2018’de planda düzensizlik durumu A1 burulma düzensizliği, A2 döşeme süreksizliği ve A3 planda çıkıntılarının bulunması olmak üzere üç ayrı şekilde ayrılmıştır (TBDY, 2018).

1.3.1.1.1. Burulma düzensizliği (A1 türü düzensizlik)

Birbirine dik iki deprem doğrultusunun herhangi biri için, herhangi bir katta en büyük görelî kat ötelemesinin o katta aynı doğrultudaki ortalama görelî ötelemeye oranını ifade eden burulma düzensizliği kat sayısının 1.2’den büyük olması durumunda oluşan düzensizlik burulma düzensizliğidir (TBDY,2018). Şekil 1.9’da burulma düzensizliği durumu gösterilmiştir.



Şekil 1.9. Burulma düzensizliği (Anonim, 2018a)

Burulma düzensizliği binalar için ciddi yıkımlara sebep olabilecek bir düzensizlik durumudur. Bu düzensizliğe sebep olabilecek bazı hususlar vardır. Bunlar;

- Rijitlik ve kütle merkezinin çakışması,
- Perde konumu,
- Bina kat sayısı gibi durumlar olabilmektedir.

Taşıyıcı elemanların doğru ve uygun şekilde hesaplanması depreme dayanıklı yapı tasarım felsefesi için çok önemlidir. Özellikle perdeler depremlerde ciddi yükler karşılamaktadır. Perdelerin özellikle her iki deprem doğrultusu yönünde de uygun bir şekilde yerleştirilmesi, büyük ebatlarda az perde yerine çok sayıda küçük ebatlara sahip perdelerin yerleştirilmesi gibi kombinasyonların karşılaştırılması ve en uygun kararın statik analizi yapan mühendis tarafından verilmesi gerekmektedir.

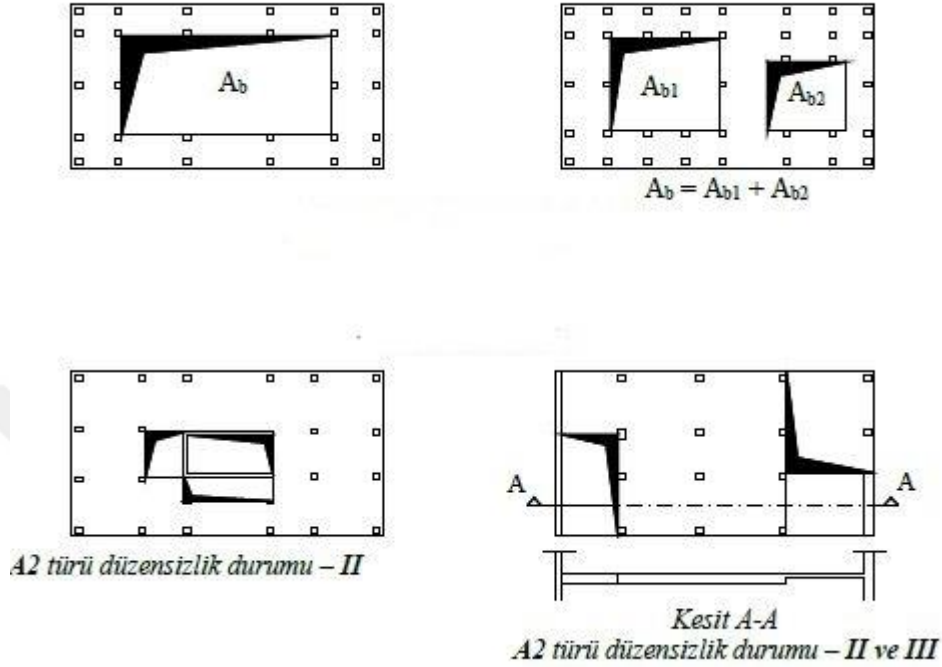
1.3.1.1.2. Döşeme süreksizliği (A2 türü düzensizlik)

Herhangi bir kattaki döşemede;

I- Merdiven ve asansör boşlukları dahil, boşluk alanları toplamının kat brüt alanının 1/3'ünden fazla olması durumu,

II- Deprem yüklerinin düşey taşıyıcı sistem elemanlarına güvenle aktarabilmesini güçleştiren yerel döşeme boşluklarının bulunması durumu,

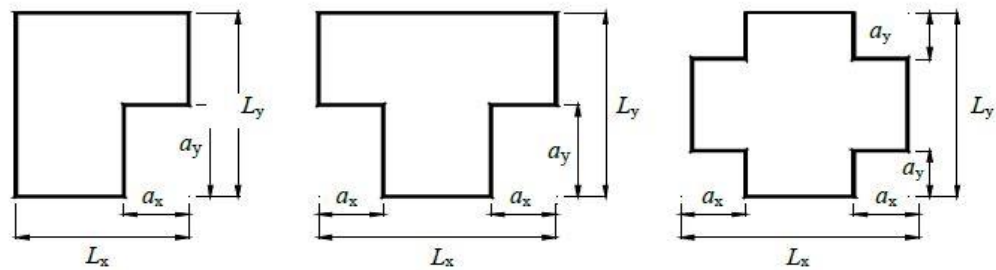
III- Döşemenin düzlem içi rijitlik ve dayanımında ani azalmaların olması durumu sonucunda oluşan düzensizlik durumuna döşeme süreksizliği denilmektedir (TBDY, 2018). Şekil 1.10'da bu durum gösterilmiştir.



Şekil 1.10 Döşeme süreksizliği (TBDY, 2018)

1.3.1.1.3. Planda çıkıntılarının bulunması (A3 türü düzensizlik)

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 olarak tanımlanmaktadır (TBDY, 2018). Şekil 1.11'de bu durum gösterilmiştir.



A3 türü düzensizlik durumu:
 $a_x > 0.2 L_x$ ve aynı zamanda $a_y > 0.2 L_y$

Şekil 1.11 Planda çıkıntılarının bulunması durumu (TBDY, 2018)

1.3.1.2. Düşeyde düzensizlik türleri (B türü düzensizlikler)

Düşey doğrultuda düzensizlik türleri kendi içinde; komşu katlar arası dayanım düzensizliği (Zayıf kat), komşu katlar arası rijitlik düzensizliği (yumuşak kat) ve taşıyıcı sistemin düşey elemanlarının süreksizliği olmak üzere üçe ayrılmaktadır (TBDY, 2018).

1.3.1.2.1. Komşu katlar arası dayanım düzensizliği (Zayıf kat)

Betonarme binalarda, birbirine dik iki deprem doğrultusunun herhangi birinde, herhangi bir kattaki toplam etkili kesme alanının bir üst kattaki toplam etkili kesme alanına oranı olarak tanımlanan katsayının 0.80'den küçük olma durumudur (TBDY, 2018).

1.3.1.2.2. Komşu katlar arası rijitlik düzensizliği (Yumuşak kat)

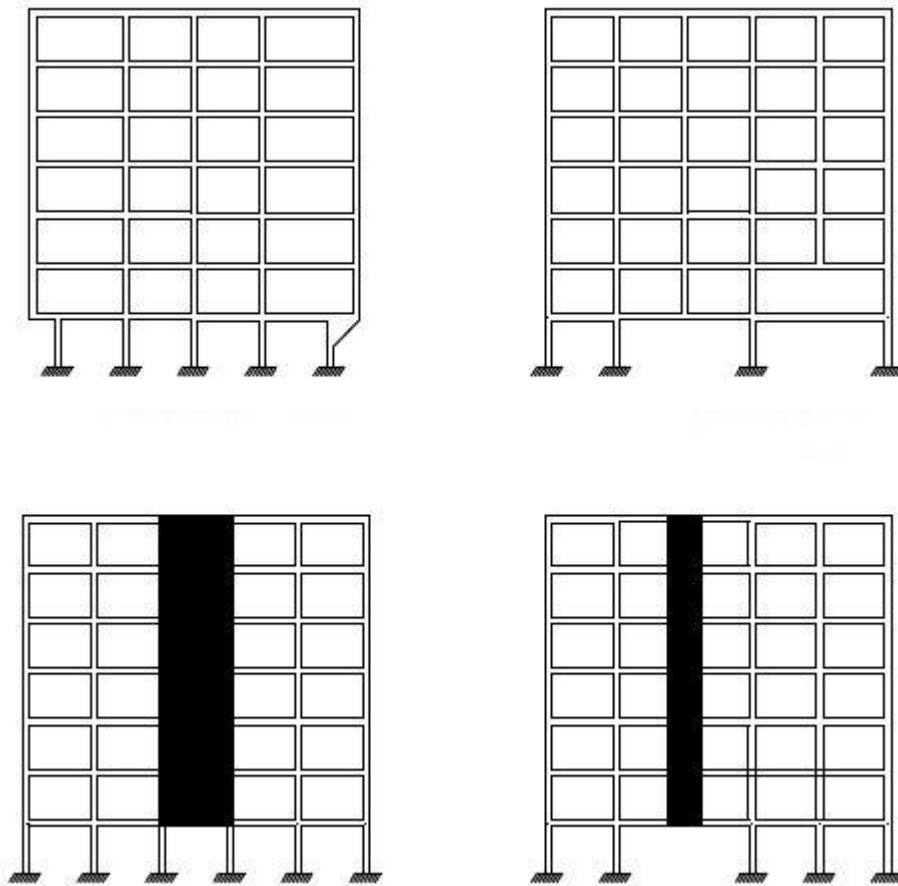
Yumuşak kat, genellikle zemin katın diğer katlara oranla daha az rijit davranması sonucu oluşmaktadır. En önemli kıstas dolgu duvarların bulunmaması olarak görülmektedir. Dolgu duvarların binaların zemin katında olmaması, zemin katın dükkan veya ofis gibi mekanlar olarak tanımlanması sonucunda zemin katın daha fazla deplasman yapmasına sebep olmaktadır. Yumuşak kat durumu binanın çok ciddi yıkımlarına sebep olabilecek bir düzensizlik türü olarak tanımlanmaktadır. Şekil 1.12'de yumuşak kat düzensizliğine bağlı olarak hasar almış olan bina gösterilmiştir (Unal, 2012).



Şekil 1.12. Binada yumuşak kat düzensizliği (Anonim, 2019c)

1.3.1.2.3. Taşıyıcı sistemin düşey elemanlarının süreksizliği

Taşıyıcı sistemin düşey elemanlarının (kolon veya perdelerin) bazı katlarda kaldırılarak kirişlerin veya güseli kolonların üstüne veya ucuna oturtulması ya da üst kattaki perdelerin altta kolonlara oturtulması durumudur. Şekil 1.13’de bundan bahsedilmiştir (TBDY, 2018).



Şekil 1.13. Düşey taşıyıcı eleman düzensizliği (TBDY, 2018)

1.3.2. Binalarda görülen hasar çeşitleri

Yapılarda deprem anında veya deprem olmaksızın bazı hasarlar oluşabilmektedir. Bu hasarlar genellikle malzeme kalitesizliği, mühendislik hataları, düzensizlikler gibi sebeplerden oluşmaktadır. Ülkemizde son dönemlerde mevcut binaların boşaltıldığı ve boşaltıldıktan sonra kendiliğinden yıkımların gerçekleştiği gözlemlenmektedir. Bu durumlar binalar için oldukça risklidir. İlerleyen aşamada

deprem olmaksızın yıkılan binalar hem maddi hem de manevi hasarlara yol açabilecektir. Bu sebeple çok ivedi şekilde mevcut yapı stoğumuzun kontrollerinin yapılması ve gerekli güçlendirme çalışmalarının yapılması gerekmektedir.

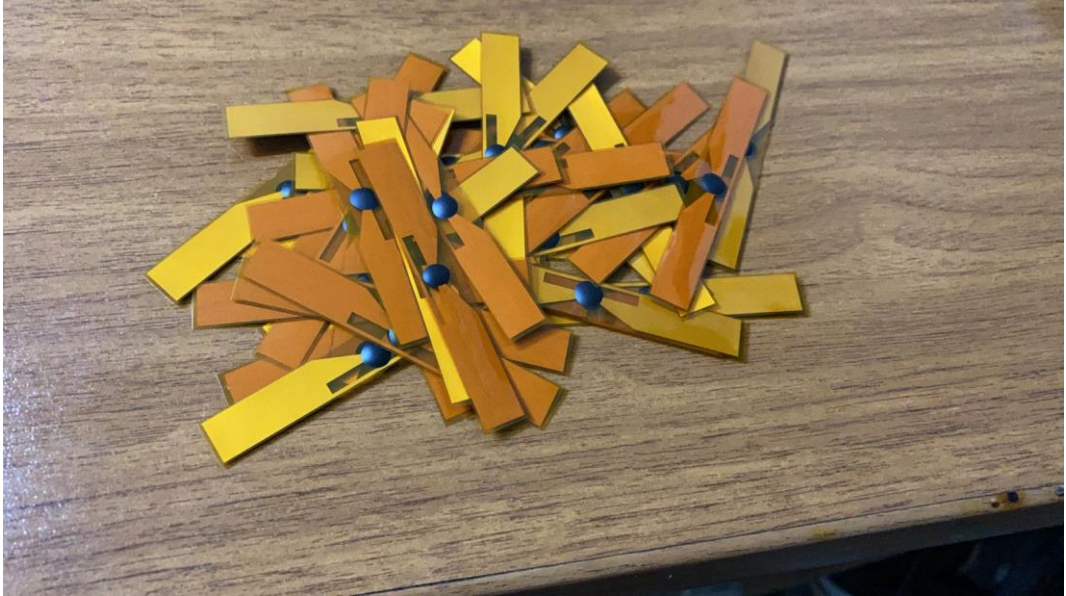
Yeni yapılan binalarda malzeme kalitesizliği hatalarını gidermek adına birçok yeni teknolojik çalışmalar yapılmıştır. Betonarme binalar beton ve inşaat demirinin mühendislik hesaplamalarının yapılması ile oluşmaktadır. Betonarme binalarda görülen en büyük problem malzemelerin yeterli kalitede kullanılmamasıdır. Özellikle beton kalitesi projede istenilen kalitede kullanılmayışı binaların günümüzde yıkılmasına sebep olmaktadır. Bu sebeple Çevre ve Şehircilik Bakanlığı beton kalitesi konusunda yeni gelişmeler sağlamıştır. İnşaatlarda kullanılan betonların deneylerinde kullanılan metot önceden yapılacak değişikliklere ve hatalara göz yumulmasına sebep olabilmekteydi. Ancak yeni yapılan düzenlemeyle birlikte beton numunelerinin içine atılan çip sayesinde sonuçlar Çevre ve Şehircilik Bakanlığının sistemine kayıt edilmektedir. Bu sayede yapılacak hataların veya göz yumulacak kısımların önüne tamamen geçilmektedir. Bu gelişmelerin düzgün kullanılmasında, bugün inşa edilen yapıların malzeme kalitesizliği konusunda bir sıkıntı yaşanmayacağı aşikardır. Şekil 1.14, Şekil 1.15 ve Şekil 1.16'da bu durumlar için örnekler verilmiştir.



Şekil 1.14. Beton numunelerin alınması



Şekil 1.15. Beton numunelerin alınması



Şekil 1.16. Beton numunelerin alınırken kullanılan çipler

1.3.2.1. Mimari tasarım hataları

Mimari tasarım binaların yapısını oluşturan en önemli durumdur. Ancak mimari projelerin çizilme aşamaları, bir inşaat mühendisi eşliğinde olmaz ve proje bu şekilde kabul edilip zorlanırsa büyük felaketlere yol açabilir. Mimari kaygılar, statik proje kaygılardan daha önemli kabul edilmemelidir. Optimum bir seviyede birleşmesi gerekmektedir. Özellikle ülkemizde yaygın olarak kullanılan binalarda çıkmaların bulunması binalarımıza ek yük getirdiği gibi, taşıyıcı elemanların iç kuvvet sınırlarını

zorlamaktadır. Özellikle son yaşadığımız 2020 İzmir depreminde çıkmalı binaların almış olduğu hasarlar gözlemlenmiştir. Şekil 1.17’de çıkmalı bir binanın konsol kısmında almış olduğu hasar gösterilmiştir. Şekil 1.18’de çıkmanın sehim yapması sonucunda, duvarın o bölgeden hasar aldığı gösterilmiştir.



Şekil 1.17. 2020 İzmir depreminde hasar oluşan çıkmalı bir bina (Afad, 2020)



Şekil 1.18. 2020 İzmir depreminde konsolun sehim yapması sebebiyle hasar oluşan bir bina (Afad, 2020)

1.3.2.2. Zemin sıvılaşması

Yapılar inşa edilirken üst yapı ve alt yapı hesaplamaları ayrı ayrı yapılmaktadır. Bir binanın inşa edilmesi birçok mühendislik alt yapısını birleştirir. Binanın yapılacak

konumunun arazi yapısı bir bina için çok önemlidir. Öyle ki inşa edilecek binanın üst yapı analizleri ve hesaplamaları ne kadar doğru yapılırsa yapılsın, zemin yapısının doğru tespit edilmemesi ve gerekli çalışmaların yapılmaması binanın yıkılmasına sebep olabilmektedir. Zemin sıvılaşması suya doymun olan zeminin yük alması sonucu zeminin taşıma gücünü kaybetmesidir. Böyle bir durumun yaşanması ile üzerinde bulunan binanın yıkılmasına sebep olmaktadır. Şekil 1.19 ve Şekil 1.20'de zemin sıvılaşması sonucu yıkılan binalar örnek olarak verilmiştir.



Şekil 1.19. Zemin sıvılaşması sonucu büyük hasara uğrayan bir bina (Anonim, 2020c)



Şekil 1.20. Zemin sıvılaşması sonucu büyük hasara uğrayan bir bina (Anonim, 2020d)

1.3.2.3. Yumuşak kat oluşumu

Yumuşak kat oluşumu zemin katta dolgu duvar olmayışı ve rijitliğin diğer katlara göre çok daha az olması sebebiyle meydana gelmektedir. Yumuşak kat oluşumuna sahip binalarda ciddi hasarlar oluşmaktadır. Betonarme binalarda, yükler döşemeden kirişlere daha sonra da kolonlara aktarılmaktadır. Yükler aktarılırken hasarların meydana gelmesi sırasında, kolonların hasar alması en son sırada bulunmaktadır. Kolonların hasar alması binanın yıkılmasına sebep olmaktadır. Yumuşak kat oluşumunda kolonlarda ciddi hasarlara sebep olmaktadır. Bu durumda binanın yıkılmasına ve kullanılamaz hale gelmesine sebep olur. Şekil 1.21’de yumuşak kat meydana gelen bir bina gözlemlenmektedir.



Şekil 1.21. Yumuşak kat meydana gelen bir bina (Anonim, 2021)

1.3.2.4. Zayıf kat oluşumu

Ülkemizde inşa edilen birçok yapının zemin katında dükkan, ofis ve fırın gibi dolgu duvar kullanımının az olmasına sebep olabilecek mekanlar oluşturmaktadır. Üst katlarda ise konut kullanımından dolayı dolgu duvarlar daha fazla olabilmektedir. Bu durumun olması; zemin katların üst katlara göre daha fazla hasar alması ve üst katların deprem enerjisini tüketmemesine sebep olmaktadır. Bir başka deyişle üst katlar zemin

kata göre daha rijit davranır ve hasarlar zemin kat bölgelerinde yoğunlaşır. Bu durum binada oldukça büyük hasarlara sebep olabilmektedir. Şekil 1.22’de zayıf kat oluşumuna örnek olarak bir bina verilmiştir.



Şekil 1.22. Zayıf kat meydana gelen bir bina (Anonim, 2018b)

1.3.2.5. Kısa kolon oluşumu

Diğer bir sistem zayıflığı ise kısa kolon oluşumudur. Kısa kolon genellikle bant pencereler sebebiyle oluşur. Kısa kolon etkisi kolon etkili yüksekliğini kısaltarak kolonlara deprem kuvvetinin daha fazla etkimesine sebep olur. Bu durumun oluşması yapı elemanı ve yapı için oldukça tehlikelidir. Yapı elemanında oluşan bu hasar yapının göçmesine veya kullanılamaz hale gelmesine sebep olmaktadır. Şekil 1.22’de görsel olarak verilen kısa kolon oluşumu gösterilmektedir.



Şekil 1.23. Kısa kolon meydana gelen bir bina (Anonim, 2009a)

1.3.2.6. Kirişlerin kolonlardan güçlü olması durumu

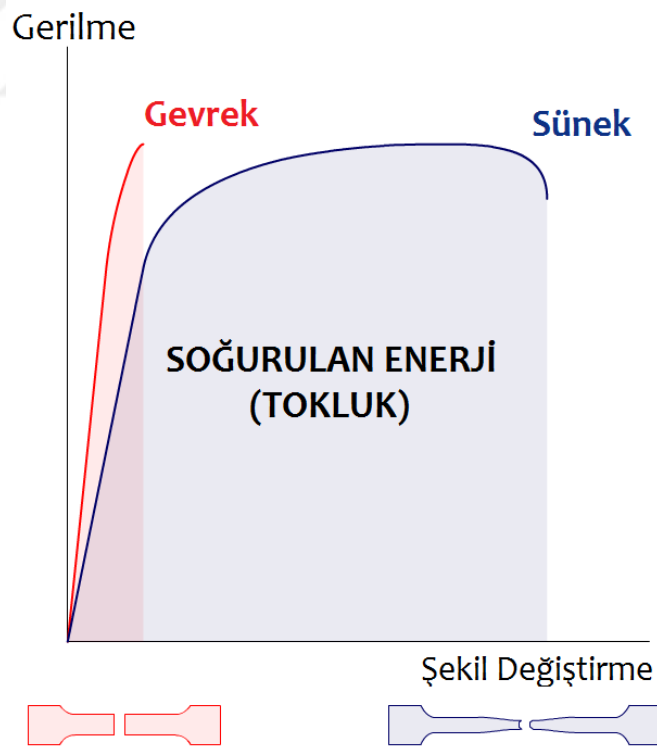
Betonarme binalarda bir kuvvet aktarımı vardır. Betonarme binalarda taşıyıcı sistemler döşemeler, kolonlar, temeller, kirişler ve perdeler olarak tanımlanabilmektedir. Döşemeler yükleri kirişlere aktarır. Kirişler ise alınan yükü kolonlara, kolonlar ise bu yükleri temel taşıyıcı sistemine aktarmaktadır. Taşıyıcı elemanlar kendi üzerine gelen kuvvetlere dayanabilecek kapasitede olmalıdır. Ancak kirişlerin kolonlara göre daha güçlü olması durumunda kolonlarda plastik mafsalların oluşumu gözlemlenecektir. Kolonlarda oluşan plastik mafsallar binalar için ciddi hasarlardır. Kolonlarda oluşan hasarlar binaların yıkılmasına sebep olabilmektedir.

1.4. Depreme Dayanıklı Betonarme Binalarda Esaslar

Depreme dayanıklı yapı tasarımı esaslarının ana amacı yapının göçmemesidir. Yapıda hasarların oluşması normal karşılanmakta ancak bu hasarların yapı sisteminin göçmesine sebep olmaması gerekmektedir. Yapının göçmemesi enerji tüketmesi ile doğru orantılıdır. Plastik mafsal oluşumu ile birlikte yapıda enerji tüketilmekte ve yapı bu enerjiyi sönmülemektedir. Depreme dayanıklı yapı tasarımında dayanım, süneklik ve rijitlik sağlanması gereken koşullardır.

1.4.1. Süneklik

Dayanımda önemli bir azalma olmadan şekil değiştirme yapabilme durumu süneklik olarak tanımlanır. Betonarmeyi oluşturan beton ve çelik donatı tek başlarına çekme veya basınç gerilmelerini karşılayamaz. Beton basınç gerilmelerini karşılarken gevrek bir davranış sergiler. Çelik donatı ise çekme gerilmelerini karşılarken sünek bir davranış sergiler. Depreme dayanıklı yapı tasarımında bütün yükleri deformasyon yapmadan karşılamak neredeyse imkansızdır. Bu nedenle yapı elemanlarının deformasyon yapmasına izin verilir, bu deformasyon yapabilme yeteneğine süneklik denir. Bu duruma dayanarak tahmin edilen deprem kuvvetleri yükü azaltma katsayısı (R) katsayıları ile azaltılmaktadır. Bu azaltma yapı elemanının deformasyon yapacağı kabulüdür. Sünekliği; kiriş ve kolon uçlarına sarılan etriyeler, bindirme boyları, yapı elemanlarında kapasite tasarımı yapılması ve kesme kırılmalarının önlenmesi etkiler. Şekil 1.24’de gevrek ve sünek davranış sergileyen iki binanın enerji soğurma miktarları sünekliğin önemini vurgulamaktadır (Cengiz, 2019)



Şekil 1.24. Sünek ve gevrek davranış (Anonim, 2019d)

1.4.2. Dayanım

Yapı elemanının yük taşıma kapasitesi dayanım olarak tanımlanır. Yapıya etkiyen yük ya da yük etkilerine karşı tüm elemanların karşı koyma gücüdür. Bir binanın performans analizinde yeterli dayanıma sahip olması gerekmektedir. Yeterli dayanım, taşıyıcı sistem elemanları, kendilerine etkiyen yük ya da yük etkileri gibi nedenlerle oluşan iç kuvvetleri taşıma gücü aşılmadan taşıyabilir olmalıdır. Bu ilke doğrultusunda deprem yönetmeliğine getirilen koşullardan biri kolonların kirişlerden daha güçlü olması durumudur (Çöğürçü, 2003).

1.4.3. Rijitlik

Yapı elemanının deplasmana karşı koyma direnci rijitlik olarak tanımlanabilir. Bir binanın performans analizinde yeterli rijitliğe sahip olması gerekmektedir. Yeterli rijitlik binanın şekil değiştirerek yapmış olduğu yer değiştirmeleri sınırlandırmaktır. Yeterli rijitlik yumuşak kat oluşumu gibi yapının hasar görmesi veya yıkılmasını engelleyebilmektedir. Yumuşak kat, katlar arasındaki rijitlik farkından oluşmaktadır. Türk Bina Deprem Yönetmeliği 2018 (TBDY 2018) bu durumu düzensizlikler içerisinde sınırlandırmıştır (Çöğürçü, 2003).

1.5. Betonarme Binalarda Kırılma Türleri

Betonarme binalarda deprem anında kesitlerin yetersiz kaldığı durumlarda kırılmalar meydana gelmektedir. Gevrek kırılma, sünek kırılma ve dengeli kırılma olmak üzere üç ayrı kırılma türü vardır (Çöğürçü, 2003).

1.5.1. Gevrek kırılma

Betonarme binalar, beton ve inşaat demirinin optimum bir seviyede birleşmesi ile oluşmaktadır. Donatı, betona göre çok daha sünek bir malzemedir. Deprem durumunda binada betonun donatıdan daha önce kırılması durumu oluşan kırılma türüne gevrek kırılma olarak tanımlanmaktadır. Gevrek kırılma binalar için oldukça ciddi bir hasardır ve binaların ani yıkılmasına sebep olmaktadır. Şekil 1.25'de gevrek kırılma sonucu ani yıkıma yol açmış bir bina gösterilmiştir (Çöğürçü, 2003).



Şekil 1.25. 2020 İzmir depremi sonucu yıkılan bir bina (Anonim, 2020e)

1.5.2. Sünek kırılma

Deprem durumunda binada donatının betondan daha önce akması durumu oluşan kırılma türüne sünek kırılma olarak tanımlanmaktadır. Sünek kırılma gevrek kırılmaya göre daha kabul edilebilir bir durum olarak nitelendirilir (Çöğürçü, 2003).

1.5.3. Dengeli kırılma

Deprem durumunda binada donatı ve betonun aynı anda kırılmasının meydana gelmesi durumuna dengeli kırılma olarak tanımlanmaktadır (Çöğürçü, 2003).

1.6. Çalışmanın Amacı

Binalarda gerek alanı daha fazla kullanmak için gerekse maddi kazançlar için kat alanlarını arttıracak yöntemlere başvurulmaktadır. Bu yöntemlerden zemin kat üstü katlarda çıkmalarla alanlar daha da arttırılmaktadır. Bu şekilde inşa edilen binalarda özellikle deprem bölgelerine göre gerekli araştırmalar yapılmalıdır. Yeni Türk Bina Deprem Yönetmeliği 2018 (TBDY, 2018) ile faya yakınlık ve buna göre elde edilen ivme değerleri göz önüne alınarak mevcut ve yeni binalarda statik analizler araştırılmalıdır.

Ülkemiz deprem fay hatlarının üzerinde bulunmaktadır. Özellikle yeni düzenlenen ve şu an kullanımda olan Türk Bina Deprem Yönetmeliği bu faylara yakınlık ve ivme değerleri ile düzenlenmiştir. Bu açıdan özellikle ülkemizde yapılan binaların; malzeme hataları, işçilik hataları, proje hataları ve maddi kazançlar için yapılan hatalar gibi birçok hata türü olabilmektedir. Bu hataları göz önünde bulundurarak ve deprem yönetmeliğinin değiştiğini düşünerek mevcut yapıların gerekli performans analizleri yapılmalıdır. Özellikle çıkma oranının fazla olduğu binalara gelecek deprem kuvvetinin çıkma oranı ile doğru orantılı şekilde arttığı düşünerek bu binaların performans analizleri ve gerekli güçlendirme çalışmaları acilen yapılmalıdır.

Ülkemizdeki mevcut yapıların birçoğunun zemin katlarında market, banka, depo, otopark ve lobi gibi kullanım yaygın olarak görülmektedir. Bu tür binaların zemin kat yükseklikleri diğer katlara göre daha yüksek ve duvar gibi bir rijit elemandan ziyade cam gibi bir elemanla dış cephenin kaplanması mimari açıdan daha uygun görülmektedir. Ancak bu tür durumların binanın yapısal davranışına olumsuz etki verdiği ve yumuşak kat düzensizliğini diğer katlara göre zayıfladığı unutulmamalıdır. Bu tür binaların performans analizleri ve güçlendirme çalışmalarının gün geçmeden yapılması gerektiğini vurgulayacak olan bir çalışma yapılması planlanmaktadır.

Bu sebeple bu çalışmanın önemi daha da artmaktadır. Bu çalışmada eski deprem yönetmeliğine göre 1. derece deprem bölgesinde bulunan, yeni yönetmelikle beraber aktif fay hatlarına oldukça yakın olan İzmir ilinde farklı özelliklere sahip binalar modellenerek gerekli çalışmalar yapılacaktır. Modellenen bu binalarda duvar sayısının optimum değeri ve çıkma oranının bina performansına etkisi araştırılmak istenmektedir.

Modellenen bu binalar ülkemizdeki binaların özelliğini yansıtarak, yapı mühendislerine ışık tutması, beklenen büyük depremler öncesinde gerekli çalışmaların yapılması ve tüm önerilerin sunulması amaçlanmaktadır.

Modellenen bu binalar İzmir’de 2020 yılında meydana gelen depremin ivme kayıtları elde edilerek, SAP 2000 V19 sürümünde Zaman-Tanım alanında analiz yapılması planlanmıştır. Gerçekçi ivme değerleri ile betonarme bir binanın deprem karşısında göstermiş olduğu davranışlar incelenmek istenmiştir. Çıkma oranı ve zemin kat duvar durumu bu analiz kapsamında da parametre olarak belirlenmiştir. Buradaki amaç ise, performans analizi yapılan betonarme bina ile gerçekçi ivme değerleriyle depreme tabi tutulan betonarme binanın birebir aynı olması ve kıyaslanabilmesidir.

Bu çalışmada binaların performans analizlerinden sonra riskli yapılar için gerekli çalışmalar yapılması amaçlanmaktadır. Riskli yapılar için güçlendirme metotları

değerlendirilerek, bu metotların uygunluğu tartışılacak ve şartlara göre uygun olan güçlendirme metodu uygulanarak binaların deprem performanslarının artırılması amaçlanmaktadır. Güçlendirme metodu olarak çelik çapraz ve betonarme perde kullanılmıştır. Bu iki metodun güçlendirmeye etkisi kıyaslanmıştır.

Bu tez çalışmasında ülkemizde uygulanan bu riskli binaların maddi kazançların aksine mühendisliğin birinci şartı olan gerekli can ve mal sağlığını sağlanması fikri ile yola çıkılmış olup bu tez çalışmasından sonra ülkemizde ki tüm binaların gerekli analizlerin ve gerekliyse güçlendirme çalışmalarının yapılmasına bu çalışma katkı sağlayacaktır.

Çalışmadaki değişkenler binaların çıkma oranı ve zemin kat duvar durumu olacaktır. Bu parametreler doğrultusunda; taban kesme kuvveti (deprem kuvveti), periyot, yumuşak kat düzensizliği durumu, kat deplasmanı, görelî kat ötelenmesi, oluşan plastik mafsallar ve gerekli güçlendirme çalışmaları incelenecektir. Gerekli öneriler ortaya konularak yapılması gereken çalışmalar belirtilecektir.

1.7. Çalışmanın Önemi

Depreme dayanıklı yapı tasarım felsefesine göre bir binanın; belirli bir yüke karşı gerekli dayanım özelliklerini göstererek direnç göstermesi ve bu yüke karşı koyabilmesi gerekmektedir. Bu durumda, verilen dış kuvvetler altında iç kuvvet dağılımları oluşur ve yapı elemanları bu iç kuvvetleri karşılayacak dayanıma sahip olması gereklidir. Gevrek davranışa hakim olan durumlar, betonarme binalar için oldukça tehlikelidir. Böyle durumlara karşı gerekli tedbirlerin acilen alınması gereklidir.

Taşıyıcı sistem; yeterli dayanıma, yeterli rijitliğe, yeterli kararlılığa, yeterli sünekliğe, yeterli uyuma ve yeterli sönüme sahip olmalıdır (Unal, 2012). Bina tasarımı için bu ilkelerin hepsi bir arada düşünülmelidir. Kolonlar bilindiği üzere eksenel yük taşıyan önemli yapı elemanlarıdır. Bu yapı elemanlarında plastik mafsal oluşumu son derece tehlikelidir. Büyük depremlerde plastik mafsalların kolonlar yerine kirişlerde oluşmasını sağlamak yapı mühendisinin yapması gereken bir görevdir. Kolonların eksenel yük taşıma kapasitesinin de aşılmaması gerekmektedir.

Bu ve buna benzer birçok görev yapı mühendisinin görevidir. Bu davranıştan uzak olan binalar ülkemizde sık sık gözlenmektedir. Deprem olmaksızın kendi ağırlığı ile çöken can ve mal hasarı veren birçok bina gözlenmektedir. Bu binaların ekonomik kaygılarla veya işçilik hatalarıyla bu duruma gelmesi üzerinde düşünülmesi gereken

konulardandır. Özellikle ülkemizin deprem kuşakları ile çevrili olduğu düşünöldüğü zaman bu felaket öncesinde gerekli çalışmaların yapılmasını gerektirmektedir.

Bu sebepler bir araya geldiği zaman ölkemizde bulunan binaların gerekli performans analizlerinin yapılmasının önemi bir kez daha kanıtlanmış olacaktır. Bu sebeple yapılacak olan performans analizi, Zaman-tanım alanında gerçekçi deprem ivme kayıtları ile analiz ve bu analizlerden sonra yapılacak olan güçlendirme çalışmaları ölkemiz için oldukça önemlidir. Depremin değil binaların öldürdüğünü unutmayarak mevcut binaların herhangi can ve mal sağlığına zarar verecek davranıştan uzaklaştırılması gereklidir ve gereklilik ancak riskli binaların tespiti ve gerekli güçlendirme çalışmaları ile mümkündür.



2.KAYNAK ARAŞTIRMASI

Ünal (2019) yayınlanan makalesinde, yumuşak kat düzensizliği bulunan bir binanın çelik çapraz ile güçlendirilmesinin analitik olarak incelemiştir. İncelenen binanın 10 katlı bir bina ele alınmıştır. Güçlendirme metodu olarak 5 farklı merkezi çelik çapraz çeşidi ile güçlendirilmiştir. Çelik çapraz ile güçlendirme yapılan bina modeline ait sonuçlar incelendiğinde;

- Modellenen binaların rijitliklerinin önemli ölçüde arttığı belirtilmiştir.
- Modellenen binaların kesme kuvvetleri incelendiğinde; referans bina modeli için 62.119 kN, V çelik çapraz ile güçlendirme yapılan bina modelinde 117.78 kN, ters V çelik çapraz ile güçlendirme yapılan bina modelinde 121 kN ve X çelik çapraz ile güçlendirme yapılan bina modelinde ise 127 kN olarak hesaplanmıştır.
- Güçlendirme yapılan modellerde, referans modele göre periyot değerinin ciddi oranda azaldığı belirtilmiştir.
- Güçlendirme yapılan modellerde, referans modele göre deplasman değerlerinin ciddi oranda azaldığı belirtilmiştir.
- Güçlendirme yapılan modellerde, referans modelde bulunan yumuşak kat düzensizliğinin ortadan kalktığı belirtilmiştir (Ünal, 2019).

Şahin 2(019) yaptığı tez çalışmasında İstanbul'un Beşiktaş ilçesinde bulunan Z+7 katlı mevcut bir betonarme binanın SAP 2000 programında analizi yapılarak bina performansı belirlenmiştir. Yapıya Ağustos 1999 tarihinde yaşanan Kocaeli deprem yer kayıtları etkilenmiştir. Yapı analizinden sonra güçlendirme çalışmaları yapılmıştır.

- Yapıda toplamda 256 adet kolon bulunduğu belirtilmiş olup, yapılan analizler sonucunda bu kolonların 189 tanesi Sınırlı Hasar Bölgesinde, 45 tanesi Belirgin Hasar bölgesinde, 22 tanesi ise Göçme bölgesinde kalmıştır.
- Yapıda oluşan hasarlar sonucunda; güçlendirme önerilerinden bahsedilmiştir. Bu güçlendirme önerileri; kolonların güçlendirilmesi, kirişlerin güçlendirilmesi, kolon-kiriş birleşim bölgelerinin güçlendirilmesi ve sistem bazında güçlendirme metodlarıdır (Şahin, 2019).

Yıldız (2019) yaptığı tez çalışmasında Van Depremi'nde hasar gören betonarme bir yapının, performans değerlendirme yöntemleriyle hasarının tahmini yapılmıştır. Performans değerlendirme yöntemleriyle hasarın yakalanması amaçlanmıştır. Tez çalışmasında incelenen yapı 6 katlıdır. Van'da yaşanan 7.2 büyüklüğündeki depremde bazı bodrum katlarında kısa kolon etkisinden dolayı kesme hasarı meydana gelmiştir. Doğrusal olmayan ve doğrusal olan analiz olarak iki ayrı analiz yapılmıştır. Doğrusal olan analiz türünde dolgu duvarların hesaba katılmadığı model-1 ve hesaba katıldığı model-2'nin yanı sıra doğrusal olmayan analiz türünde dolgu duvarlar dikkate alınmıştır. Mevcut beton dayanımı yapıdan alınan karot sonuçlarının ortalaması olarak alınmıştır

- Zaman tanım alanında analiz sonuçları incelenmiştir. Bu analiz sonuçları incelendiğinde, Van'da yaşanan deprem gerçek sonuçlarıyla hemen hemen benzer olduğu belirtilmiştir.
- Doğrusal elastik yöntemle yapılan analizde iki ayrı model uygulanmıştır. Dolgu duvarların dikkate alınmadığı model-1 ve dikkate alındığı model-2 analiz sonuçlarında; model-1'in periyot değerinin model-2'ye göre kıyasla büyük değer çıktığı belirtilmiştir. Kirişlerde içerisinde göçmenin de olduğu eğilmeden kaynaklanan hasarların bulunduğu belirtilmiştir (Yıldız, 2019).

Özgeldi (2013) yaptığı tez çalışmasında mevcut 25 katlı betonarme bir yapının deprem performansının incelenmesini incelemiştir. Ülkemizde yüksek katlı binaların artışı gözle görülür bir şekilde arttığı gözlemlenmiştir. Seçilen bu yapının zaman tanım alanında doğrusal olmayana analizi için yapılan SAP 2000 ve Perform-3D programlarında modellenmiştir.

- Analiz sonuçlarında; ilk kat toplam kesme kuvveti dağılımı belirtilmiştir. Bu dağılımında kesme kuvvetinin %90'ından fazlası perdeler tarafından karşılandığı belirtilmiştir.
- Yapılan analiz sonuçlarında; kolon ve kiriş elemanları hedeflenen % 10 toptan ve bölgesel göçme limitini aşmadığı belirtilmiştir.
- Ülkemizde yüksek katlı yapı tasarımında performansa dayalı tasarımın kullanılması gerektiği belirtilmiştir (Özgeldi, 2013).

Suci 2(016) yaptığı tez çalışmasında burulma düzensizliği bulunan betonarme yapıların statik itme analizi yapı performansının belirlenmesi hedeflenmiştir. 6 adeti X

yönünde, diğer 6 adeti ise Yönünde farklı burulma düzensizlikleri içeren binaların doğrusal olmayan statik itme analizleri ve zaman tanım alanında analizleri yapılmıştır. Perde duvarların yapı içerisinde yerleştirilme şekliyle burulma düzensizliği önlenmesi amaçlanmıştır. Yapılan analiz sonuçlarında;

- Perde duvarların, planda yerleşim konumu olarak en iyi sonucun bina kenar akslarında olması durumunun en iyi sonuçları verdiğiinden bahsedilmiştir.
- Burulma düzensizliğinin sünek yapılarda olması gereken plastik mafsal oluşma sırasını etkilediği ve yapı kapasitesini düşürdüğünden bahsedilmiştir.
- Binalarda burulma düzensizliğinden daha çok perdelerin konumu bina performansını daha olumlu veya olumsuz etkilediği gösterilmiştir (Suci, 2016).

Çöğürçü (2003) yaptığı tez çalışmasında Konya’da bulunan bazı haberleşme binalarının deprem güvenliğini araştırmıştır. Yapıların mevcut mimari ve statik projeleri ile uygulamada yapılan binanın birbirleriyle uyumlu olup olmadığı incelenmiştir. Malzeme dayanımları kontrol edilmiş ve güncel statik çözümleri iki ayrı programda yapılmıştır.

- Konya’da bulunan haberleşme binalarının depreme karşı dayanıklılığının yeterli güvenilirlikte olmadığı belirtilmiştir.
- Binalarda inceleme sonucunda kirişlerinin kolonlara göre daha güçlü olduğu hatta kolonlarda bulunması gereken donatının yarısı kadar donatının dahi bulunmadığı belirtilmiştir.
- Konya’da bulunan haberleşme binalarının en kısa zamanda güçlendirilmesi gerektiği belirtilmiştir (Çöğürçü, 2003).

Öz (2014) yaptığı tez çalışmasında zayıf kat düzensizliğinin betonarme binaların deprem davranışına ve kaba inşaat maliyetine etkilerini incelemiştir. Mimari tasarımın, statik açıdan büyük etkileri olduğu belirtilmiştir. Ülkemizde sıkça rastlanan problemlerden biri olan zayıf kat düzensizliği deprem davranışına etkisi incelenmiştir.

- Zayıf kat düzensizliği olan modellerin periyot değerlerinin, zayıf kat düzensizliği olmayan modellere göre arttığı ve taban kesme kuvvetinin azaldığı gözlemlenmiştir.
- Zayıf kat düzensizliğinin betonarme binaların performansını azalttığı belirtilmiştir.

- Zayıf kat düzensizliği bulunan bina modellerinin deplasman değerinin, zayıf kat düzensizliği bulunmayan bina modellerine göre arttığı belirtilmiştir (Öz, 2014).
- Betonarme binaların özellikle ticari amaçla kullanılan zemin katlarında görülen zayıf ve yumuşak kat düzensizlikleri için betonarme perde duvarlar ya da eğik elemanların kullanılması önerilmiştir (Öz, 2014).

Tekdemir (2020) yaptığı tez çalışmasında, betonarme binaların deprem performanslarının Türkiye Bina Deprem Yönetmeliği 2018'e göre değerlendirmiştir. Bina modellerinde doğrusal hesap yöntemi kullanılarak 4 katlı betonarme bir binanın deprem analizi Eşdeğer Deprem Yüğü Yöntemi ve Mod birleştirme yöntemi ile yapılmış ve sonuçlar karşılaştırılmıştır. Yapılan analizlerde diğer katlara göre 2. Katın kat yüksekliğinin farklı olduğu belirtilmiştir. Doğrusal olan hesap yönteminin ikinci kısmında ise biri konsolsuz diğer üç modelin farklı konsol boylarına sahip olan dört adet 5 katlı betonarme binaların kat görelî ötelemeleri karşılaştırılmıştır. Bu sonuçlar incelendiğinde;

- Eşdeğer deprem yükü ve mod birleştirme yöntemleriyle yapılan analizlerde, görelî kat ötelemelerin sınır değerinin altında kaldığı gözlemlenmiştir.
- İki yöntem arasında yapılan karşılaştırmada; Eşdeğer deprem yükü yönteminden elde edilen kat görelî ötelemeleri, mod birleştirme yöntemine göre daha yüksek çıkmıştır.
- Kat yüksekliğinden kaynaklanarak her iki yöntemde de kat görelî ötelemenin en yüksek değeri 2. Katta çıktığı belirtilmiştir.
- Konsol boyunun uzamasının periyot değerlerini arttırdığı belirtilmiştir (Tekdemir, 2020).

Hava (2019) yaptığı tez çalışmasında, TBDY 2018 ve TDY 2007 yönetmelikleri arasındaki farklılıklar ve benzerlikler karşılaştırılmıştır. Çalışmada deprem ve depremde meydana gelen hasarlar incelenmiştir. TDY 2007 ve TBDY 2018 yönetmelikleri deprem hesabı açısından da kıyaslanmıştır.

- TBDY 2018 TDY 2007'e göre kat deplasmanlarında artış olduğu gözlemlenmiştir.
- TBDY 2018 TDY 2007'e göre kat kesme kuvvetlerinde genellikle bir azalmanın meydana geldiği belirtilmiştir. (Hava, 2019).

Ferlibaş (2020) yaptığı tez çalışmasında, betonarme bir yapının statik ve dinamik analiz sonuçlarının TDY 2007 ve TBDY 2018 yönetmeliklerine göre karşılaştırılmıştır. Yapılan analiz sonuçları;

- TDY 2007 ve TBDY 2018'e göre analizleri yapılan betonarme binanın maliyet analizleri karşılaştırılmıştır. TBDY 2018'de toplam maliyet, TDY 2007'e göre daha fazla olduğu belirtilmiştir.
- X-Y yönünde etkin görelî kat ötelenmesinin TBDY 2018'de daha fazla olduğu belirtilmiştir.
- X-Y yönünde normal kuvvetlerin TDY 2007'de daha fazla olduğu belirtilmiştir.
- Dinamik analiz sonuçları incelendiğinde; her iki yönde de kesme kuvveti değerinin TDY 2007'de daha fazla olduğu belirtilmiştir (Ferlibaş, 2020).

Döndüren (2003) yaptığı tez çalışmasında, planda değişik geometriye sahip çok katlı betonarme yapıların zaman-tanım aralığında dinamik analizi incelenmiştir. Değişik geometri sırasıyla; L, T, üçgen, daire, dikdörtgen ve kare şeklinde geometri olarak belirlenmiştir. Zemin kat yüksekliği değiştirilerek yumuşak kat ve zayıf kat düzensizliği incelenmiştir. Elde edilen sonuçlar incelendiğinde;

- Yer değiştirme, periyot, taban kesme kuvveti ve taban devrilme momentinin en düşük olduğu geometrik şeklin daire olarak modellenen binada bulunduğundan bahsedilmiştir.
- Yer değiştirme, periyot, taban kesme kuvveti ve taban devrilme momentinin en yüksek olduğu geometrik şeklin elips olarak modellenen binada bulunduğundan bahsedilmiştir.
- Çerçeve sistemle modellenen binaların yer değiştirmeleri, perdeli sistemle modellenen binalara göre daha yüksek çıktığı belirtilmiştir (Döndüren, 2003).

Aşık (2018) yaptığı tez çalışmasında, tarihi yapılarda taşıyıcı sistem özellikleri, hasarlar için onarım ve güçlendirme teknikleri, Zenburi Mescidi'nin model analizini incelemiştir. Çalışmada model analizi yapılan Zenburi Mescidi'nin taşıyıcı sistemin durumu, kullanılan malzemelerin özellikleri, oluşan hasarların değerlendirilmesi, mevcut durumun tespiti ve uygun onarım – güçlendirme önerisi yapılmıştır.

- Yapının kesitlerinin büyük olması sebebiyle düşey ve kesme gerilmelerine karşı dayanımda bir sorun olmadığı belirtilmiştir.

- Yapının kesitlerinde çekme gerilmeleri altında çatlaklarının oluştuğu hem modelde hem kendisinde gösterilmiştir.
- Kubbe, pencere ve kapı boşlukları gibi kesit değişiminin olduğu yerlerde çatlakların oluştuğu belirtilmiştir.
- Çatlakların onarımı için; birden çok yöntem belirtilmiştir. Bu yöntemler; enjeksiyon yöntemi, çatlakların dikim metodu ve ankrajlı gergi metodudur (Aşık,2018).

Ezel Kefeli yaptığı tez çalışmasında, planda düzensizliği bulunan betonarme binaların Türkiye Bina Deprem Yönetmeliği 2018'e göre performansları incelenmiştir. Mimari sebepler veya bilinçsiz yapılaşma nedeniyle ülkemizdeki yapılarda düzensizlikler bulunmaktadır. Bu düzensizliklerin deprem durumunda oluşturacağı hasardan bahsedilmiştir. Bu çalışmada; 5 ve 7 katlı, farklı burulma düzensizliğine sahip betonarme binaların TBDY 2018'e göre itme yöntemi ve zaman tanım alanında hesap yöntemi uygulanmıştır. Ayrıca DBYBHY 2007'e göre performans değerlendirilmesi yapılmıştır. Elde edilen sonuçlar;

- Taşıyıcı sistem modellerinde burulma düzensizliğinin artması kesit hasarlarını olumsuz etkilemiştir.
- Burulma düzensizliğinin artması sonucunda, ileri hasar bölgesi ve göçme bölgesine geçen kiriş ve kolon elemanların sayısında artış görülmüştür.

İcralar (2009) yaptığı tez çalışmasında, betonarme binaların deprem performans düzeylerini analitik olarak incelemiştir. Çalışmada 4 ve 7 katlı betonarme binaların SAP 2000 programında statik itme analizleri yapılmıştır. Analizleri yapılan betonarme bina modellerinin kapasite eğrileri elde edilmiştir.

- 7 katlı bina modelinde, 4 katlı bina modeline göre daha yüksek periyot değerlerinin elde edildiği gösterilmiştir.
- 7 katlı bina modelinde, 4 katlı bina modeline göre daha yüksek taban kesme kuvveti elde edildiği gösterilmiştir.
- Kapasite eğrisi performansları incelendiğinde; 7 katlı bina modellerinin toplam hasar bölgesi sayısının 4 katlı bina modeline göre yaklaşık 2 kat fazla olduğu belirtilmiştir.
- İlk plastik mafsall oluşumu açısından modeller incelendiğinde, 4 katlı bina modelinde ilk hasarın kirişlerde oluştuğu, 7 katlı bina modelinde ise

ilk plastik mafsalların kolonlarda oluştuğu gözlemlenmiştir (İcralar, 2009).

Öztürk (2016) yaptığı tez çalışmasında, betonarme binalarda kat yüksekliğinin yapı deprem performansına etkisini incelemiştir. Bu çalışmada 5 ve 7 katlı bina modelleri kat yükseklikleri; 2.5m, 2.75m, 3m, 3.25m ve 3.5m olması durumuyla tasarlanmıştır.

- 5 katlı yapılarda kat yüksekliği arttıkça yapıya gelen taban kesme kuvveti düşüş göstermiştir. Bu düşüşe ters orantılı olarak yapının yapmış olduğu deplasman miktarının artmış olduğu elde edilmiştir.
- 5 ve 7 katlı betonarme binalar incelendiğinde, taban kesme kuvvetinin 5 katlı betonarme binaya daha fazla geldiğinden bahsedilmiştir.
- Hasar durumları incelenen 5 ve 7 katlı betonarme binanın, hasar benzerlikleri gösterdiğinden bahsedilmiştir.
- Hasarlar sıklıkla 1. ve 2. Katta bulunan kolon ve kirişlerde yoğunlaşmıştır (Öztürk, 2016).

Özşahin (1995) bu çalışmada deprem yükleri altında çok katlı binalardaki çıkma etkileri incelenmiştir. Çıkma oranları ile birlikte üç boyutlu analizler yapılmıştır.

- Yer değiştirmeler, çıkma uzunluğu ve kat adeti arttıkça arttığı bahsedilmiştir.
- Duvarlı ve duvarsız sistemlerin deplasman değerleri karşılaştırıldığında duvarsız modellerin deplasman değerlerinin daha fazla olduğu ortaya konulmuştur.
- Karşılaştırılan durumlarda çıkma uzunluğunun artması üst kat deplasmanlarındaki farkın da arttığı elde edilmiştir (Özşahin, 1995).

Gümüşbaş (2010) bu tez çalışmasında altı katlı bir binayı çıkmalı ve çıkmaz olarak tasarlamıştır. Türk Deprem Yönetmeliği 2007 kullanılarak hesaplamalar yapmıştır. Elde edilen sonuçlar ; (Gümüşbaş, 2010).

- Çıkmalı bina analizler sonucunda; göçme durumunda olarak hesaplanırken, çıkmaz bina ise can güvenliği performans düzeyini sağlamıştır.
- Çıkmanın oluşturduğu olumsuzluktan dolayı çıkmalı bina şüpheli risk bölgesinde olarak tanımlanmıştır.

- Konsol uzunluğunun simetrik olmadığı durumlarda binaya getireceği burulma düzensizliği doğuracağı elde edilmiştir.

Tuncer (2007) yaptığı çalışmada konsol çıkmaların bina rijitliğe etkisi incelenmiştir. Bu çalışmada SAP 2000 ve STA4CAD programlarından binalar modellenmiş ve karşılaştırılmıştır. Deprem yönetmeliğine göre yapı düzensizlikleri incelenmiştir. Toplamda yedi farklı model farklı konsol boylarında oluşturulup karşılaştırılmıştır (Tuncer, 2007).

Adak (2017) mevcut yapıların yeni yönetmelik şartlarını sağlayıp sağlamadığı kontrol edilerek sağlamayan yapıların güçlendirilmesi amacıyla yola çıkan bu çalışmada mevcut yapıların lineer olmayan analizler sonucunda yalın durum ve güçlendirilmiş durum için elde edilen yer değiştirme, kat ötelemeleri ve taban kat kesme kuvvetleri karşılaştırılmıştır. Yapı modeli için kırılma eğrileri oluşturulmuştur. Kırılma eğrilerinde eğrileri yalın ve güçlendirilmiş durum için karşılaştırılmıştır (Adak, 2017).

Şensoy (2018) bu çalışmada dört, altı ve sekiz katlı betonarme binalarda yumuşak kat düzensizliği incelenmiştir. Bu yapılar ilk kat yüksekliği açısından 2.8, 3.5, 4.5 ve 5.5 metre olmak üzere on iki çeşit bina türü X ve Y yönü olarak iki yönde incelenmiştir. Oluşturulan modellerde taban kesme kuvveti, yumuşak kat ve tepe noktası ötelenme oranları araştırılmış ve kıyaslanmıştır (Şensoy, 2018).

Biol (2010) bu çalışmada komşu katlar arası rijitlik düzensizliğini doğrusal elastik analiz yöntemiyle betonarme binaların performanslarının belirlenmesinde etkisi incelenmiştir. Üç, beş ve yedi katlı toplam üç adet bina Türk Deprem Yönetmeliği 2007 (TDY 2007) ve TS 500'e göre boyutlandırılmış ve orta aksa ait çerçeveler ele alınmıştır. Eşdeğer deprem yüküyle analizler yapılarak kiriş ve kolon elemanlarının uç kesitlerinde oluşan etki/kapasite oranları incelenmiştir (Biol, 2010).

Akkaya (2013) bu çalışmasında betonarme yüksek binaların deprem performanslarını farklı metodlarla incelemiştir. 20 katlı betonarme bina hedeflenen performans seviyesini zaman tanım alanında çözümlendiği sürece sağlamıştır. Çok modlu statik-itme çözümünde betonarme taşıyıcı elemanlarda daha az hasar sonuçları elde edilmiştir. Her iki çözüm metodunda da mutlak ve göreceli kat yer değiştirmeleri yaklaşık olarak yakın değerler verdiği gözlemlenmiştir. Taban kesme kuvveti kıyaslandığı zaman tek modlu statik itme çözümünde % 30 daha az bulunmuştur (Akkaya,2013).

Yılmaz (2010) çalışmasında statik analizi yöntemiyle betonarme yapıları incelemiştir. Kat planları ve yükseklikleri aynı olan üç katlı betonarme çerçeveli bir

yapı örnek alınmıştır. Statik itme analizi kullanularak SAP 2000 programında taban kesme kuvveti deplasman değerleri incelenmiştir. Deplasman değerleri sonuçlar kısmında belirtilmiştir (Yılmaz, 2010).



3. MATERYAL VE YÖNTEM

Ülkemizde birçok binada çıkmalar bulunmaktadır. Gerek mimari kaygılar gerekse ekonomik kaygılar sebebiyle yapılan bu çıkmalar bina performanslarını olumsuz anlamda etkileyebilmektedir. Özellikle yaşadığımız depremlerde çıkmalarda oluşan hasarlar bunu kanıtlar niteliktedir. Şekil 3.1 ve Şekil 3.2 İzmir’de meydana gelen deprem sonucunda çıkmalarda meydana gelen hasarı göz önüne sermektedir.



Şekil 3.1. İzmir depreminde meydana gelen deprem sonucu çıkmalarda meydana gelen hasar



Şekil 3.2. İzmir depreminde meydana gelen deprem sonucu çıkmalarda meydana gelen hasar

Mimari olarak kat alanını genişletmek için uygulanan çıkmaların, statik açıdan çok elverişli olduğu söylenemez. Çıkma uzunluklarının deprem etkisi altında incelenmesi ve deprem güvenliği yetersiz olan binaların güçlendirilmesi gerekmektedir. Bu gereklilikler doğrultusunda performans analizleri yaparak binanın ayakta kalması, dünyanın en etkin deprem kuşaklarından birinde yer alan ülkemizde insan sağlığının ön plana alınması gerekmektedir.

Çıkmaların uzunluğu arttıkça binanın depreme karşı davranışı olumsuz yönde etkilenmektedir. Eksantrisitenin artması ve taşıyıcı elamanlara fazla yük gelmesi, ikinci mertebe momentlerinin oluşmasına yol açmaktadır. Ayrıca çıkmaların uzunluklarının artması binaların ağırlıklarını da arttırmaktadır. Eş değer deprem yükü hesabı yapılırken binaların ağırlıklarının artması, bu binanın alacağı deprem kuvvetini de arttıracaktır. Bu şekilde binalara daha fazla deprem kuvveti geleceğinden dolayı binalarda hasarlar daha ciddi olacaktır.

Mevcut binaların performans analizleri depreme karşı direncinin belirlenebilmesi için çok önemlidir. Özellikle çıkma uzunlukları büyük olan binalarda bu analiz yapılmalı ve sonuçları derhal uzmanlar tarafından yorumlanmalıdır.

Bu gerekçeler doğrultusunda, çalışma kapsamında on beş adet bina TBDY 2018’de yer alan Statik-İtme analizine göre bir lineer olmayan analiz programında (ETABS V19) analiz edilmiştir (ETABS, 2019). Bu binalar beş adet farklı çıkma oranına sahiptir. Bu binalardan biri çıkma olmayan referans binadır. Diğer dört binada ise çıkma uzunluklarının binanın deprem davranışına etkisinin araştırılabilmesi amacıyla farklı uzunluklarda çıkmalar oluşturulmuş ve binalar test edilmiştir. Ayrıca yumuşak kat düzensizliği açısından kritik duvar miktarı için beş adet bina analizi daha yapılmıştır.

Bu on beş adet binanın ayrıca İzmir 2020 deprem ivme kayıtları ile Zaman-Tanım alanında analizleri yapılmıştır. Bu analizler sonucunda oluşan plastik mafsallar incelenmiş ve güçlendirme metotları ile plastik mafsal, taban kesme kuvveti, deplasman değerleri ve görel kat ötelemeleri irdelenmiştir. Bu on beş adet binaya güçlendirme çalışmaları yapılarak ayrıca değerlendirmeleri yapılmıştır. Yaşanan İzmir depremi ile birlikte bina stoğumuzun çok acil bir şekilde analizlerinin ve güçlendirme çalışmalarının yapılması gerektiği ortaya çıkmıştır.

3.1. Modellenen Binaların Analizinde Kullanılan Parametreler

Modellenen binalar öncelikle SAP 2000 V20 programında lineer analizleri yapılmıştır. Lineer analiz sonucunda modellenen binaların periyotları, kat ötelemeleri ve taban kesme kuvvetleri elde edilmiştir.

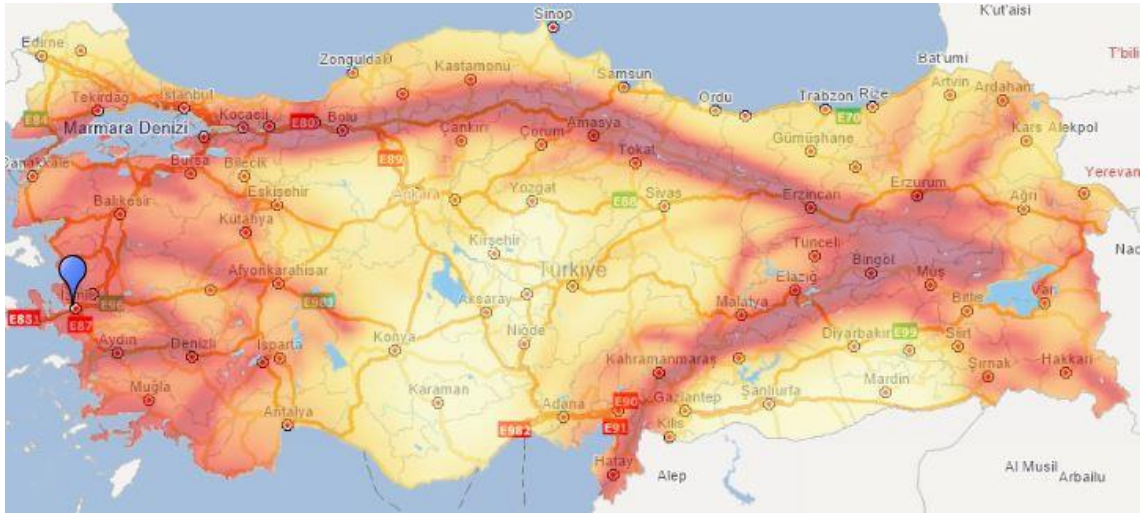
Zaman tanım alanında analiz yaşanan bir depremin gerçekçi sonuçlarını inceleyebilmek için yapılmıştır. Zaman tanım alanında analiz İzmir’de meydana gelen depremin ivme kayıtları ile yapılmıştır. Modellenen binalar lineer olmayan analiz programında (SAP2000 V20) analiz edilmesi amaçlanmıştır. Zaman–Tanım alanında analiz gerçek bir deprem ivme kayıtlarının programa işlenmesi sonucu gerçekçi bir deprem durumunda betonarme binaların nasıl davrandığını incelemek üzerine tasarlanmıştır. Zaman–Tanım analiz sonucunda binadaki noktaların zamanla yer değiştirme grafikleri, taban kesme kuvvetleri, periyot ve gerilme dağılımları elde edilebilecektir. Gerçek ivme değerleri üç farklı yönden oluşmuş olup, bu yönler Kuzey–Güney deprem yönü, Doğu-Batı deprem yönü ve düşey deprem yönüdür. Gerçek deprem ivme kayıtları ile modellenen binaların analiz sonuçlarında; deplasman–zaman grafikleri ve taban kesme kuvvetleri karşılaştırılmıştır.

Statik-İtme analizi betonarme binaların performans durumuna bağlı, kontrollü bir şekilde lineer olmayan analiz yöntemidir. Modellenen binalar ayrıca Statik – İtme analizinde de analizleri yapılmıştır. Statik – İtme analizinde Plastik mafsalların oluşum durumları ve sayılarının yanı sıra yük – deplasman grafikleri incelenmiştir.

İzmir’de 2020 yılında 6,9 M_w büyüklüğünde meydana gelen ve deprem toplamda 16 saniye sürmüştür. TBDY 2018’e göre binaların modellenmesi ve deprem hesabının yapılması için, binanın bulunduğu konum seçilmesi gerekmektedir. Bu konum üzerinde fay hattına yakınlık başta olmak üzere spektral ivmeler belirlenecektir. Bu sebeple binanın konumunun İzmir 2020 depreminde büyük hasarlar bırakan Bayraklı ilçesi seçilmiştir.

3.1.1. Binaların bulunduğu konum

Modellenen binalar Türk Deprem Yönetmeliği 2007 (TDY 2007)’e göre 1. deprem kuşağı olan İzmir’in Bayraklı ilçesinde bulunmaktadır. Konum olarak Şekil 3.3’de belirtilen harita üzerinde işaretlenmiştir. Bu konumun seçilmesinin sebebi İzmir’de 2020 yılında yaşanan şiddetli deprem ile lineer olmayan analiz programında sonuçların karşılaştırabilmesi olarak kabul edilmiştir. Ayrıca daha önce de bahsedildiği gibi İzmir depremi sonuçları incelenirken elde edilen çıkma oranları yüksek olan ve zemin katında dolgu duvar bulunmayan binaların büyük hasar alması önemli bir durum olarak göze çarpmıştır. Bu sebeple on beş adet binanın; beş adeti zemin katında dolgu duvar bulunmayan, beş adeti dolgu duvar bulunan ve kalan beş adeti optimum duvar bulunan bina örneği esas alınarak modellenmiştir. Her beş adet binada farklı çıkma oranları bulunmaktadır. Ülkemizde mevcut yapı stoklarının büyük bir bölümünü depreme karşı dayanıklı olmadığı tahmin edilmektedir. Bu sebeple sadece İzmir değil tüm Türkiye’nin yapı stoklarının acil bir şekilde kontrolü yapılmalıdır ve bu mevcut binaların yukarıda bahsedildiği gibi performans analizinin önemi hakkında bilgilendirmelerin yapılması gerekmektedir.



Şekil 3.3. Binaların bulunduğu konum (AFAD, 2020)

3.1.2. Yapıların deprem yer hareketi düzeyi

İncelenen binaların spektral büyüklükleri elli yılda aşılma olasılığının %10 ve buna karşı gelen tekrarlanma periyodunun 475 yıl olduğu seyrek deprem yer hareketini (DD-2) nitelemektedir. Bu deprem yer hareketi, standart tasarım deprem yer hareketi olarak da adlandırılmaktadır (TBDY, 2018). İncelenen binaların deprem yer hareketi düzeyi yukarıda bahsedildiği gibi DD-2 seçilmiştir.

3.1.3. Bina önem katsayısı

Bina Kullanım Sınıflarına bağlı olarak bina önem katsayıları Çizelge 3.1’de tanımlanmıştır.

Çizelge 3.1. Bina Kullanım Sınıfı (TBDY, 2018)

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

Ele alınan binalar konut olarak tasarlandığı için BKS=3 ve buna bağlı olarak bina önem katsayısı (I) "1" seçilmiştir.

3.1.4. Spektral ivme katsayıları

TBDY 2018'de deprem haritası ve spektral ivme katsayıları AFAD'ın internet sitesinden alınmıştır. (AFAD, 2019) Değerler şu şekildedir;

- $S_s = 0,888$ (S_s : Kısa periyot harita spektral ivme katsayısı [boyutsuz])
- $S_1 = 0.247$ (S_1 : 1.0 saniye periyot için harita spektral ivme katsayısının [boyutsuz])
- $S_{DS} = 1.066$ (S_{DS} : Kısa periyot tasarım spektral ivme katsayısı [boyutsuz])
- $S_{D1} = 0.370$ (S_{D1} : 1.0 saniye periyot için tasarım spektral ivme katsayısı [boyutsuz])

- $PGA = 0.365$ (PGA: En büyük yer ivmesi [g])
 $PGV = 22.628$ (PGV: En büyük yer hızı [cm/sn])

3.1.5. Deprem tasarım sınıfları

Bina kullanım sınıfı DD-2 deprem yer hareketi düzeyi ve kısa periyot tasarım spektrum katsayısına bağlı olarak; deprem tasarım sınıfı (DTS) “1a” seçilmiştir. Çizelge 3.2’de seçilen uygun sınıf TBDY 2018’den referans olarak alınan çizelgeden seçilmiştir.

Çizelge 3.2. Deprem tasarım sınıfı (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

3.1.6. Bina yükseklik sınıfı

İzmir depremi sonucunda gerek yıkılan binalar gerekse büyük hasar alan binalar incelendiğinde binaların yüksek kat sayılarına sahip binalar olduğu ve bu binaların zemin kat yükseklikleri ofis, mağaza vb. mekan olması sebebiyle diğer katlara göre daha yüksek olduğu gözlemlenmiştir. Bu sebeple İzmir Depremi’nin referansıyla modellenen binaların her biri 31 metre yükseklikte ve zemin artı dokuz kat olup zemin kat yüksekliği dört metre diğer katlar üçer metreden oluşmaktadır. Bunlara bağlı olarak Bina Yükseklik Sınıfı (BYS) “4” seçilmiştir. Çizelge 3.3’te de seçilen uygun sınıf TBDY 2018’den referans olarak alınan çizelgeden seçilmiştir.

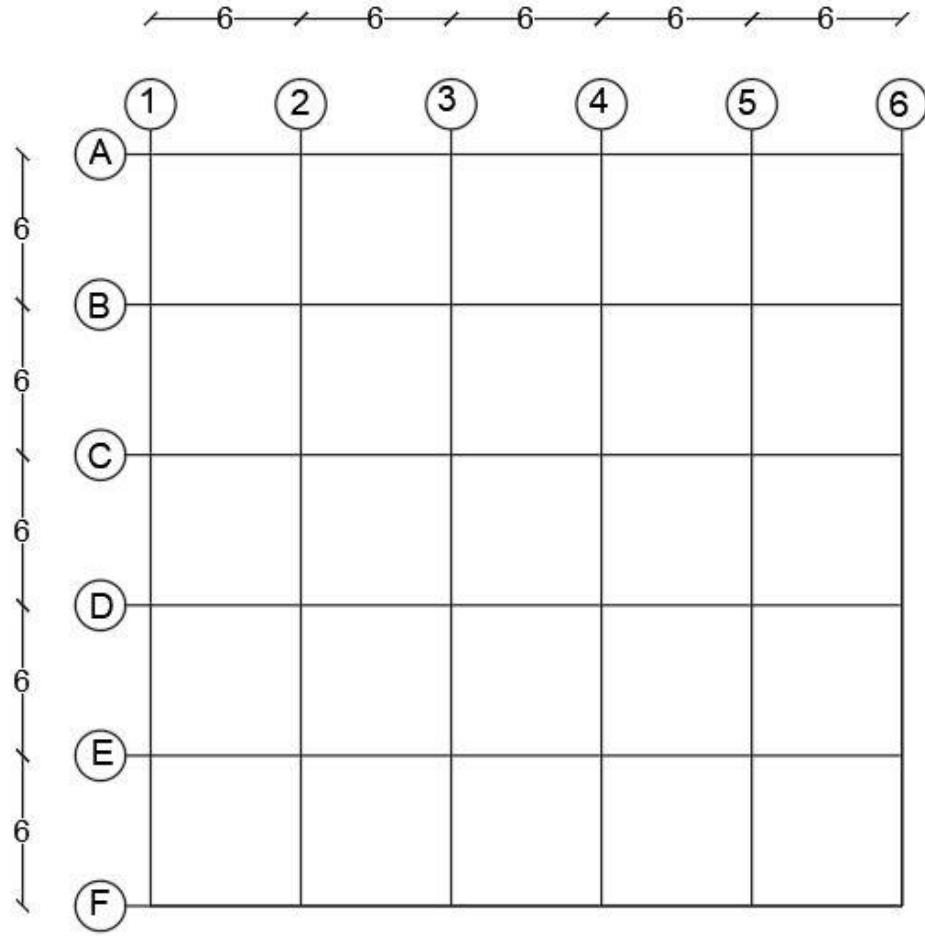
Çizelge 3.3. Bina yükseklik sınıfı (TBDY, 2018)

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	$H_N > 70$	$H_N \leq 91$	$H_N > 105$
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	$H_N \leq 7$	$H_N \leq 10.5$	

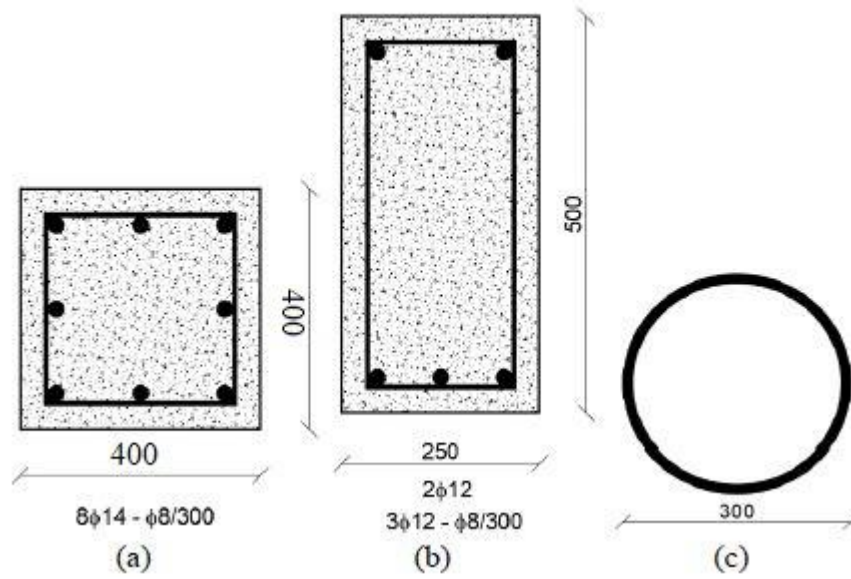
3.2. Bina Modelleri

Modellenen binaların oturma planı X ve Y düzleminde altışar tane aks ve her aks arası beş metre olmak üzere $30 \times 30 \text{ m}^2$ (900 m^2)'dir. On beş farklı bina modellenmesi yapılmıştır. Bu binaların çıkma uzunlukları birbirinden farklıdır. Zemin katı duvarsız ve duvarlı olarak çıkmalarla beraber oluşan yeni kat alanlarının, bina oturma alanına oranı %0 (Referans model), %11, %21, %28 ve %44 olup on farklı bina modellenmiştir. Ayrıca yumuşak kat düzensizliği açısından kritik duvar miktarı hesabı için de beş farklı bina modeli olmak üzere toplamda on beş bina modellenmiştir. Modellenen binalardan referans olarak modellenen binanın aks planı Şekil 3.4'de verilmiştir. Ayrıca Şekil 3.5'de de referans olarak modellenen binanın zemin kat kolon ve kiriş elemanları görülmektedir.

Modellenen binadaki kolonlar $40 \times 40 \text{ cm}^2$ (1600 cm^2), kirişler $25 \times 50 \text{ cm}^2$ (1250 cm^2), döşeme 15 cm kalınlığında, duvar 19 cm kalınlığındadır. Beton sınıfı 30 Mpa, donatı sınıfı S420 olarak belirlenmiştir. Pas payı olarak 3 cm seçilmiştir. Güçlendirme olarak boru profil 30 cm çapında seçilmiştir. Boru profilin et kalınlığı 2 cm seçilmiştir. Kolonlarda; $8\Phi 14$ boyuna donatı, $\Phi 8/300$ enine donatı kullanılmıştır. Kirişlerde ise $2\Phi 12$ basınç donatısı, $3\Phi 12$ çekme donatısı ve $\Phi 8/300$ enine donatı kullanılmıştır. Ayrıca çelik çaprazlar brace mafsalları ile birleşimleri sağlanmıştır.



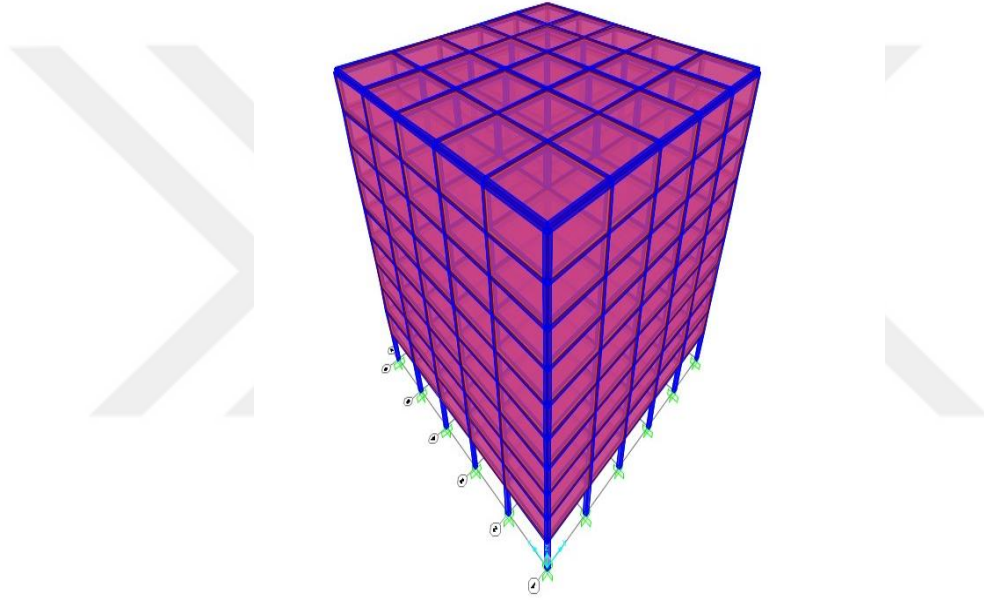
Şekil 3.4. Referans modelleme aks planı (Ölçüler m cinsindedir.)



Şekil 3.5. (a) kolon (b) kiriş (c) çelik güçlendirme

3.2.1. Referans zemin kat dolgu duvar bulunmayan betonarme bina (RB-NW-0)

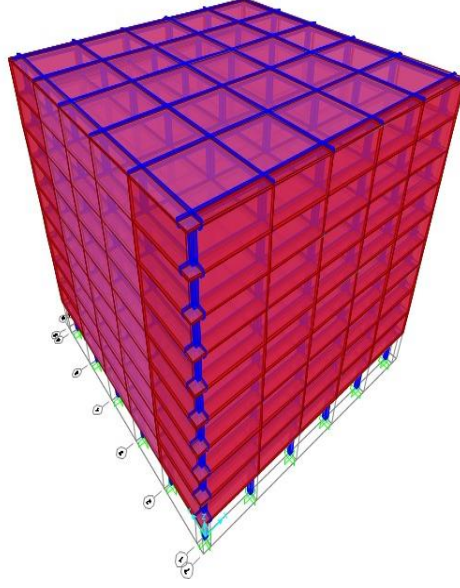
Referans bina olarak modellenen bu binanın çıkma oranı % 0 ve zemin katında duvar bulunmamaktadır. Bu sebeple referans binanın baş harflerinden RB, zemin katında duvar olmaması sebebiyle NW ve çıkma oranının % 0 olması sebebiyle 0 kısaltmaları birleştirilerek RB-NW-0 olarak kısaltılmıştır. Zemin kat oturumu ile diğer katların alanları aynı olan binadır. Herhangi bir çıkma uzunluğu bulunmamaktadır. Zemin katında duvar bulunmamaktadır. Şekil 3.6'da görüldüğü üzere bu bina referans bina olarak modellenmiştir.



Şekil 3.6. Referans olarak modellenen bina

3.2.2. %11 çıkma oranlı ve zemin kat dolgu duvar bulunmayan bina modeli (B-NW-11)

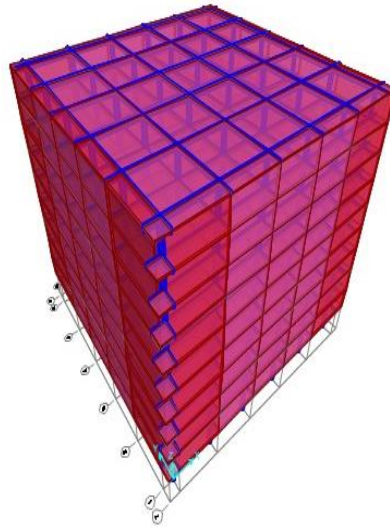
Modellenen bu binada çıkma oranı % 11 ve zemin katında duvar bulunmamaktadır. Bu sebeple binanın baş harfinden B, zemin katında duvar olmaması sebebiyle NW ve çıkma oranının % 11 olması sebebiyle 11 kısaltmaları birleştirilerek RB-NW-11 olarak kısaltılmıştır. Şekil 3.7' de görüldüğü üzere X ve Y'nin her iki yönünde birer metre çıkma uzunluğu eklenerek toplamda $32 \times 32 \text{ m}^2$ (1024 m^2) kat alanına sahip bina modellemesidir. Zemin katında duvar bulunmamaktadır. Taban alanı referans modelle aynı olarak 900 m^2 'dir. Diğer dokuz katın her biri 1024 m^2 'dir.



Şekil 3.7. %11 çıkma oranı ile modellenen bina

3.2.3. %21 çıkma oranlı ve zemin kat dolgu duvar bulunmayan bina modeli (B-NW-21)

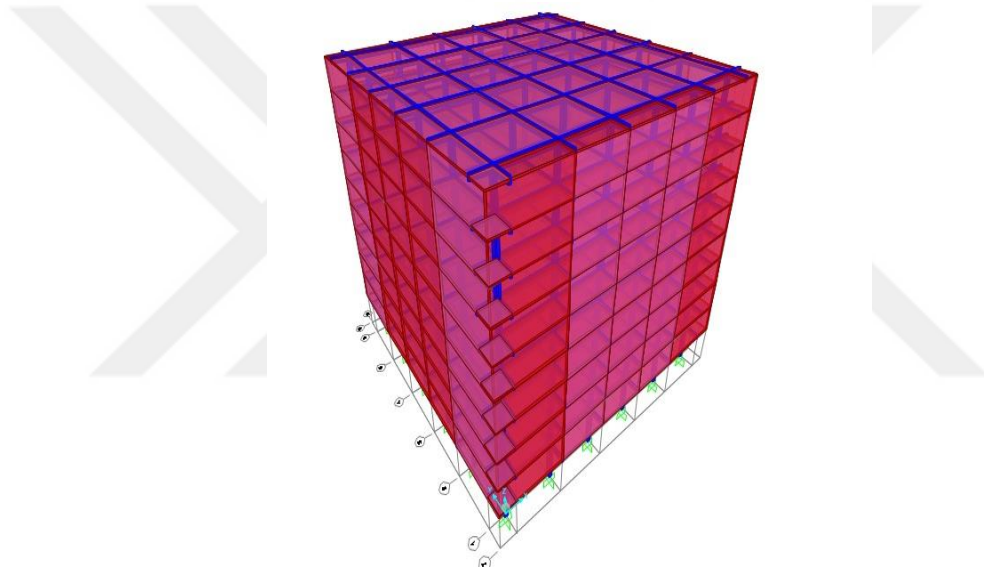
Modellenen bu binada çıkma oranı % 21 ve zemin katında duvar bulunmamaktadır. Bu sebeple binanın baş harfinden B, zemin katında duvar olmaması sebebiyle NW ve çıkma oranının % 21 olması sebebiyle 21 kısaltmaları birleştirilerek RB-NW-21 olarak kısaltılmıştır. Şekil 3.8' de görüldüğü üzere X ve Y'nin her iki yönünde bir buçukar metre çıkma uzunluğu eklenerek toplamda $33 \times 33 \text{ m}^2$ (1089 m^2) kat alanına sahip bina modellemesidir. Zemin katında duvar bulunmamaktadır. Taban alanı referans modelle aynı olarak 900 m^2 'dir. Diğer dokuz katın her biri 1089 m^2 'dir.



Şekil 3.8. %21 çıkma oranı ile modellenen bina

3.2.4. %28 çıkma oranlı ve zemin kat dolgu duvar bulunmayan bina modeli (B-NW-28)

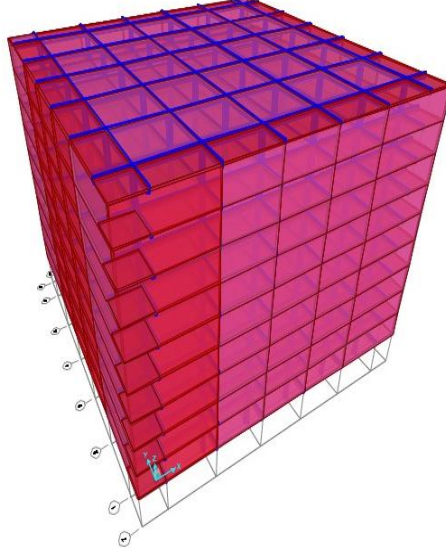
Modellenen bu binada çıkma oranı % 28 ve zemin katında duvar bulunmamaktadır. Bu sebeple binanın baş harfinden B, zemin katında duvar olmaması sebebiyle NW ve çıkma oranının % 28 olması sebebiyle 28 kısaltmaları birleştirilerek RB-NW-28 olarak kısaltılmıştır. Şekil 3.9' da görüldüğü üzere X ve Y'nin her iki yönünde ikişer metre çıkma uzunluğu eklenerek toplamda $34 \times 34 \text{ m}^2$ (1156 m^2) kat alanına sahip bina modellemesidir. Zemin katında duvar bulunmamaktadır. Taban alanı referans modelle aynı olarak 900 m^2 'dir. Diğer dokuz katın her biri 1156 m^2 'dir.



Şekil 3.9. %28 çıkma oranı ile modellenen bina

3.2.5. %44 çıkma oranlı ve zemin kat dolgu duvar bulunmayan bina modeli (B-NW-44)

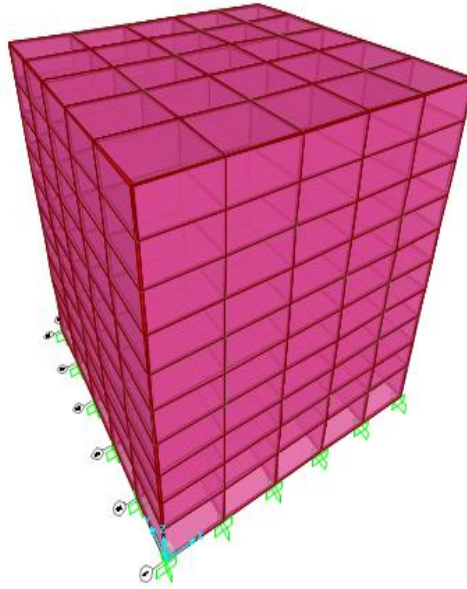
Modellenen bu binada çıkma oranı % 44 ve zemin katında duvar bulunmamaktadır. Bu sebeple binanın baş harfinden B, zemin katında duvar olmaması sebebiyle NW ve çıkma oranının % 44 olması sebebiyle 44 kısaltmaları birleştirilerek RB-NW-44 olarak kısaltılmıştır. Şekil 3.10'da görüldüğü üzere X ve Y'nin her iki yönünde üçer metre çıkma uzunluğu eklenerek toplamda $36 \times 36 \text{ m}^2$ (1296 m^2) kat alanına sahip bina modellemesidir. Zemin katında duvar bulunmamaktadır. Taban alanı referans modelle aynı olarak 900 m^2 'dir. Diğer dokuz katın her biri 1296 m^2 'dir.



Şekil 3.10. %44 çıkma oranı ile modellenen bina

3.2.6. Zemin kat dolgu duvar bulunan referans bina modeli (RB-W-0)

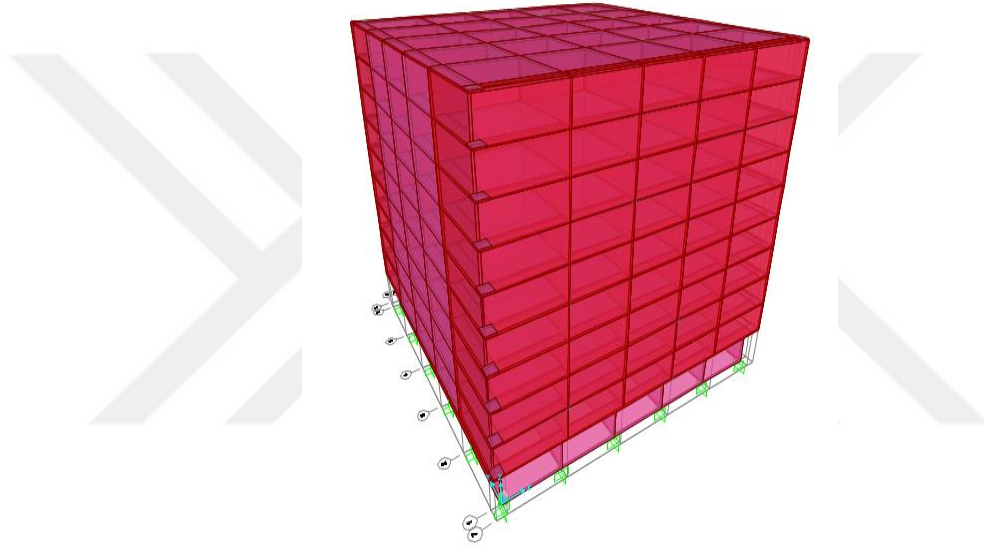
Referans bina olarak modellenen bu binanın çıkma oranı % 0 ve zemin katında duvar bulunmaktadır. Bu sebeple referans binanın baş harflerinden RB, zemin katında duvar olması sebebiyle W ve çıkma oranının % 0 olması sebebiyle 0 kısaltmaları birleştirilerek RB-W-0 olarak kısaltılmıştır. Zemin kat oturumu ile diğer katların alanları aynı olan binadır. Herhangi bir çıkma uzunluğu bulunmaktadır. Zemin katında duvarlarla örülü bir şekilde modellenmiştir. Şekil 3.11’de görüldüğü üzere bu bina zemin katı duvarlı olan referans bina olarak modellenmiştir.



Şekil 3.11. Zemin kat dolgu duvar bulunan referans bina

3.2.7. %11 çıkma oranlı ve zemin kat dolgu duvar bulunan bina modeli (B-W-11)

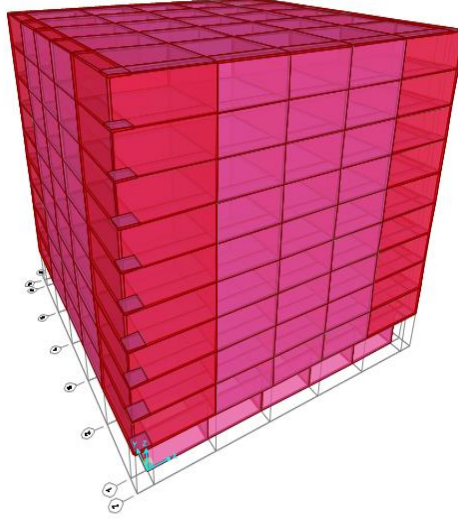
Modellenen bu binada çıkma oranı % 11 ve zemin katında duvar bulunmaktadır. Bu sebeple binanın baş harfinden B, zemin katında duvar olması sebebiyle W ve çıkma oranının % 11 olması sebebiyle 11 kısaltmaları birleştirilerek B-W-11 olarak kısaltılmıştır. Şekil 3.12’de görüldüğü üzere X ve Y’nin her iki yönünde birer metre çıkma uzunluğu eklenerek toplamda $32 \times 32 \text{ m}^2$ (1024 m^2) kat alanına sahip bina modellenmiştir. Zemin katında duvar bulunmaktadır. Taban alanı referans modelle aynı olarak 900 m^2 ’dir. Diğer dokuz katın her biri 1024 m^2 ’dir.



Şekil 3.12. Zemin kat dolgu duvar bulunan % 11 çıkma oranlı bina

3.2.8 %21 çıkma oranlı ve zemin kat dolgu duvar bulunan bina modeli (B-W-21)

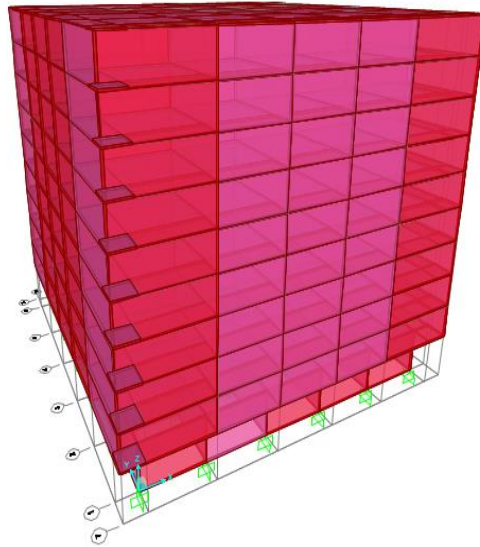
Modellenen bu binada çıkma oranı % 21 ve zemin katında duvar bulunmaktadır. Bu sebeple binanın baş harfinden B, zemin katında duvar olması sebebiyle W ve çıkma oranının % 21 olması sebebiyle 21 kısaltmaları birleştirilerek B-W-21 olarak kısaltılmıştır. Şekil 3.13’de görüldüğü üzere X ve Y’nin her iki yönünde bir buçukar metre çıkma uzunluğu eklenerek toplamda $33 \times 33 \text{ m}^2$ (1089 m^2) kat alanına sahip bina modellenmiştir. Zemin katında duvar bulunmaktadır. Taban alanı referans modelle aynı olarak 900 m^2 ’dir. Diğer dokuz katın her biri 1089 m^2 ’dir.



Şekil 3.13. Zemin katı duvarlı %21 çıkma oranlı bina modeli

3.2.9. %28 çıkma oranlı ve zemin kat dolgu duvar bulunan bina modeli (B-W-28)

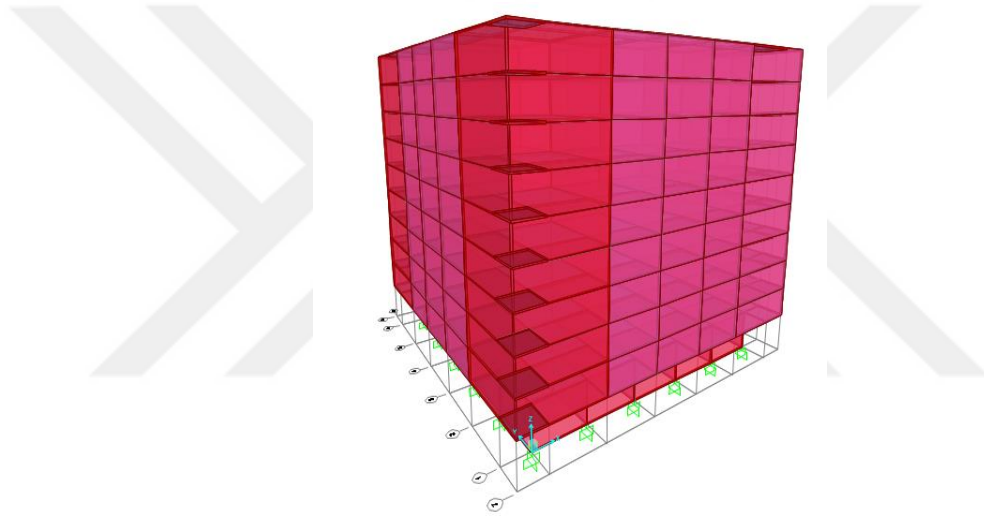
Modellenen bu binada çıkma oranı % 28 ve zemin katında duvar bulunmaktadır. Bu sebeple binanın baş harfinden B, zemin katında duvar olması sebebiyle W ve çıkma oranının % 28 olması sebebiyle 28 kısaltmaları birleştirilerek B-W-28 olarak kısaltılmıştır. Şekil 3.14'de görüldüğü üzere X ve Y'nin her iki yönünde ikişer metre çıkma uzunluğu eklenerek toplamda $34 \times 34 \text{ m}^2$ (1156 m^2) kat alanına sahip bina modellenmiştir. Zemin katında duvar bulunmaktadır. Taban alanı referans modelle aynı olarak 900 m^2 'dir. Diğer dokuz katın her biri 1156 m^2 'dir.



Şekil 3.14. Zemin katı duvarlı %28 çıkma oranlı bina modeli

3.2.10. %44 çıkma oranlı ve zemin kat dolgu duvar bulunan bina modeli (B-W-44)

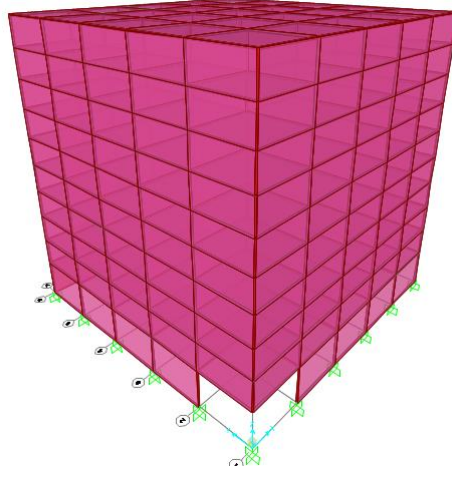
Modellenen bu binada çıkma oranı % 44 ve zemin katında duvar bulunmaktadır. Bu sebeple binanın baş harfinden B, zemin katında duvar olması sebebiyle W ve çıkma oranının % 44 olması sebebiyle 44 kısaltmaları birleştirilerek B-W-44 olarak kısaltılmıştır. Şekil 3.15’de görüldüğü üzere X ve Y’nin her iki yönünde üçer metre çıkma uzunluğu eklenerek toplamda $36 \times 36 \text{ m}^2$ (1296 m^2) kat alanına sahip bina modellenmiştir. Zemin katında duvar bulunmaktadır. Taban alanı referans modelle aynı olarak 900 m^2 ’dir. Diğer dokuz katın her biri 1296 m^2 ’dir.



Şekil 3.15. Zemin katı duvarlı %44 çıkma oranlı bina modeli

3.2.11. Zemin kat optimum duvarlı referans bina modeli (RB-OW-0)

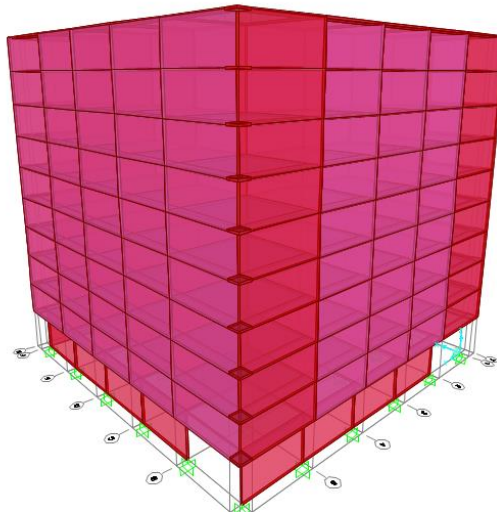
Referans bina olarak modellenen bu binanın çıkma oranı % 0 ve zemin katında optimum duvar bulunmaktadır. Bu sebeple referans binanın baş harflerinden RB, zemin katında optimum duvar olması sebebiyle OW ve çıkma oranının % 0 olması sebebiyle 0 kısaltmaları birleştirilerek RB-OW-0 olarak kısaltılmıştır. Zemin kat oturumu ile diğer katların alanları aynı olan binadır. Herhangi bir çıkma uzunluğu bulunmamaktadır. Zemin katında optimum duvarlarla örülü bir şekilde modellenmiştir. Şekil 3.16’da görüldüğü üzere bu bina zemin katı optimum duvarlı olan referans bina olarak modellenmiştir.



Şekil 3.16. Zemin kat optimum dolgu duvar bulunan referans bina

3.2.12. Zemin kat optimum duvarlı % 11 çıkma oranına sahip bina modeli (RB-OW-11)

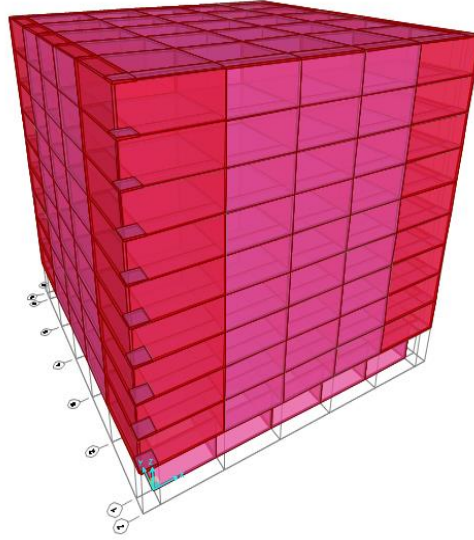
Modellenen bu binanın çıkma oranı % 11 ve zemin katında optimum duvar bulunmaktadır. Bu sebeple binanın baş harfinden B, zemin katında optimum duvar olması sebebiyle OW ve çıkma oranının % 11 olması sebebiyle 11 kısaltmaları birleştirilerek B-OW-11 olarak kısaltılmıştır. Zemin kat oturumu ile diğer katların alanları aynı olan binadır. Herhangi bir çıkma uzunluğu bulunmamaktadır. Zemin katında optimum duvarlarla örülü bir şekilde modellenmiştir. Şekil 3.17’de görüldüğü üzere bu bina % 11 çıkma oranına sahip ve zemin katı optimum duvarlı olan bina olarak modellenmiştir.



Şekil 3.17. Zemin kat optimum dolgu duvar bulunan % 11 çıkma oranlı bina

3.2.13. Zemin kat optimum duvarlı % 21 çıkma oranına sahip bina modeli (RB-OW-21)

Modellenen bu binanın çıkma oranı % 21 ve zemin katında optimum duvar bulunmaktadır. Bu sebeple binanın baş harfinden B, zemin katında optimum duvar olması sebebiyle OW ve çıkma oranının % 21 olması sebebiyle 21 kısaltmaları birleştirilerek B-OW-21 olarak kısaltılmıştır. Zemin kat oturumu ile diğer katların alanları aynı olan binadır. Herhangi bir çıkma uzunluğu bulunmamaktadır. Zemin katında optimum duvarlarla örülü bir şekilde modellenmiştir. Şekil 3.18'de görüldüğü üzere bu bina % 21 çıkma oranına sahip ve zemin katı optimum duvarlı olan bina olarak modellenmiştir.

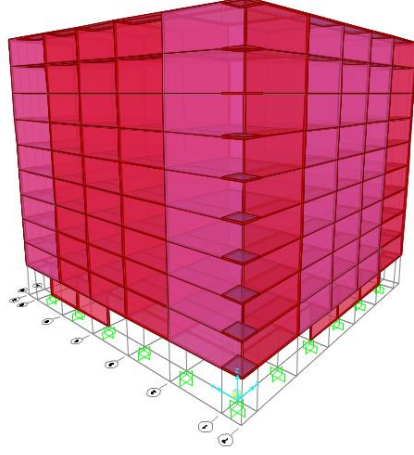


Şekil 3.18. Zemin katı optimum duvarlı %21 çıkma oranlı bina modeli

3.2.14. Zemin kat optimum duvarlı% 28 çıkma oranına sahip bina modeli (RB-OW-28)

Modellenen bu binanın çıkma oranı % 28 ve zemin katında optimum duvar bulunmaktadır. Bu sebeple binanın baş harfinden B, zemin katında optimum duvar olması sebebiyle OW ve çıkma oranının % 28 olması sebebiyle 28 kısaltmaları birleştirilerek B-OW-28 olarak kısaltılmıştır. Zemin kat oturumu ile diğer katların alanları aynı olan binadır. Herhangi bir çıkma uzunluğu bulunmamaktadır. Zemin katında optimum duvarlarla örülü bir şekilde modellenmiştir. Şekil 3.19'da görüldüğü

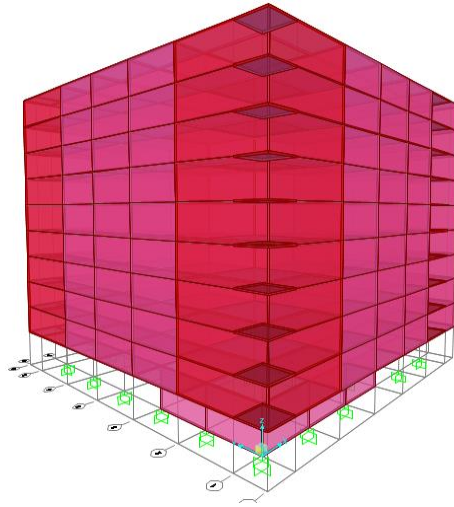
üzere bu bina % 28 çıkma oranına sahip ve zemin katı optimum duvarlı olan bina olarak modellenmiştir.



Şekil 3.19. Zemin katı optimum duvarlı %28 çıkma oranlı bina modeli

3.2.15. Zemin kat optimum duvarlı % 44 çıkma oranına sahip bina modeli (B-OW-44)

Modellenen bu binanın çıkma oranı % 44 ve zemin katında optimum duvar bulunmaktadır. Bu sebeple binanın baş harfinden B, zemin katında optimum duvar olması sebebiyle OW ve çıkma oranının % 44 olması sebebiyle 44 kısaltmaları birleştirilerek B-OW-44 olarak kısaltılmıştır. Zemin kat oturumu ile diğer katların alanları aynı olan binadır. Herhangi bir çıkma uzunluğu bulunmamaktadır. Zemin katında optimum duvarlarla örülü bir şekilde modellenmiştir. Şekil 3.20’de görüldüğü üzere bu bina % 44 çıkma oranına sahip ve zemin katı optimum duvarlı olan bina olarak modellenmiştir.



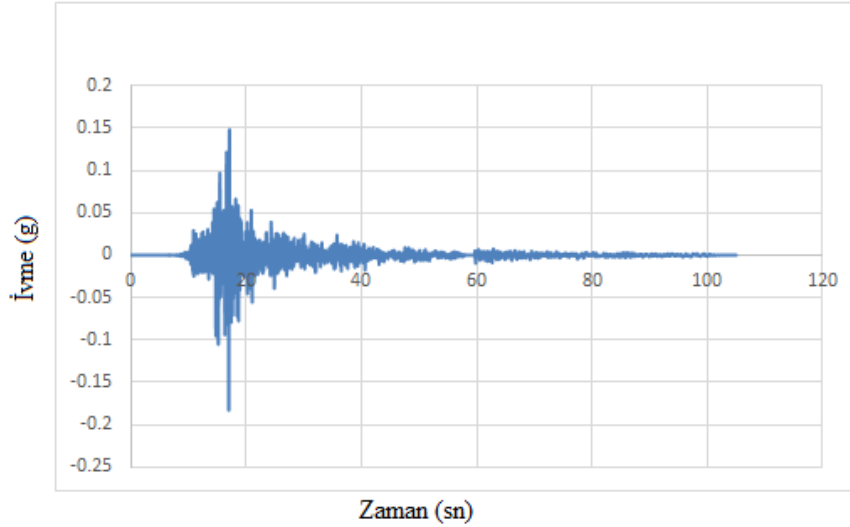
Şekil 3.20. Zemin katı optimum duvarlı %44 çıkma oranlı bina modeli

3.3. Doğrusal Analiz

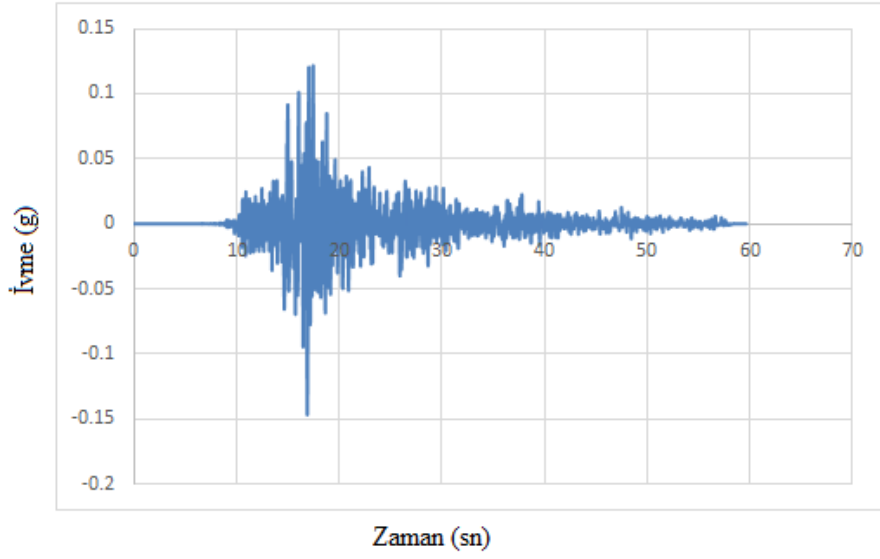
Bu araştırmada on beş adet betonarme bina modelinin doğrusal analizi yapılacaktır. Bu analiz sonucunda betonarme binaların; periyotları, taban kesme kuvvetleri, kat ötelemeleri ve yumuşak kat düzensizliği durumları incelenecek ve bu durumlar karşılaştırılacaktır.

3.4. Zaman- Tanım Alanında Analiz

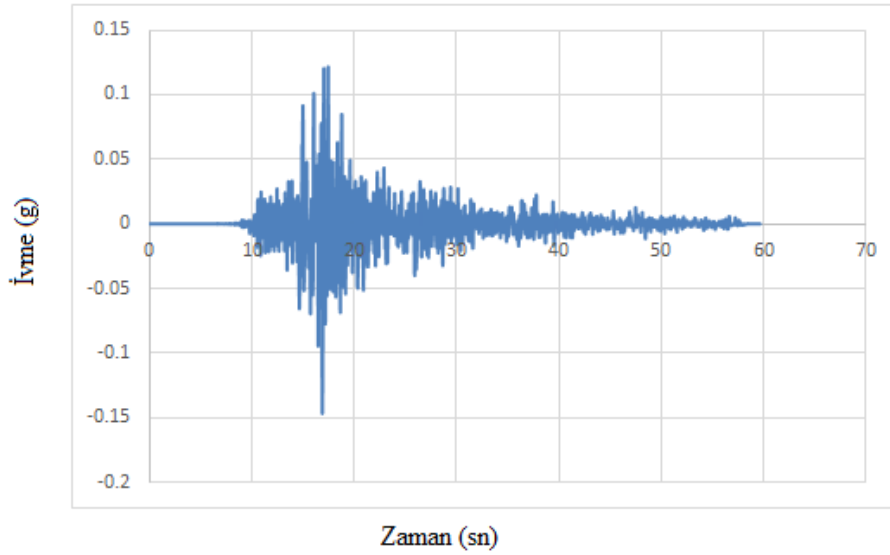
Bu araştırmada on beş farklı betonarme bina modellenerek analize tabi tutulmuştur. 2020 yılında meydana gelen İzmir depremi ivme değerleri SAP 2000 programında işlenerek analiz sonuçları elde edilmiştir. Üç yöndeki ivme değerleri programa işlenmiştir. Şekil 3.16'da X yönü, Şekil 3.17'de Y yönü ve Şekil 3.18'de dikey yön ivme değerleri SAP 2000 programında işlenmiştir.



Şekil 3.21. Kuzey-Güney yönü ivme kayıtları



Şekil 3.22. Y yönü ivme kayıtları



Şekil 3.23. Düşey deprem yönü ivme kayıtları

3.5. Statik İtme Analizi

Bu araştırmada on beş farklı betonarme bina performans durumları Statik – İtme analizi ile incelenmiştir. Statik - itme analizi betonarme binaların performans durumlarına bağlı olarak, adım adım lineer olmayan şekilde analizinin yapılmasıdır. Statik – İtme analizinde Plastik mafsalların oluşum durumları ve sayılarının yanı sıra yük – Deplasman grafikleri incelenmiştir. Yük – Deplasman grafiklerine; zemin kat duvar durumu ve çıkma oranının etkisi karşılaştırılmıştır.

3.6. Zemin Kat Duvarsız Olan Binaların Güçlendirilmesi

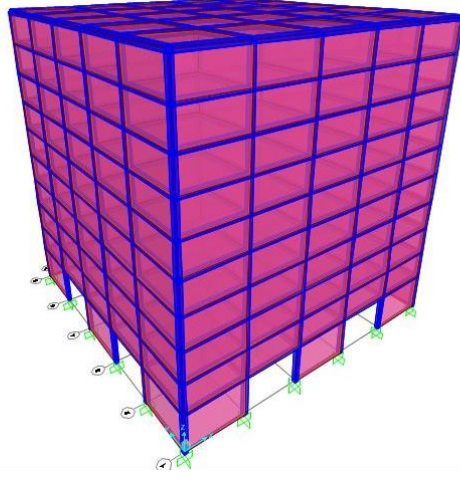
Zemin katında dolgu duvar bulunmayan betonarme binaların, depreme karşı davranışının olumsuz olduğu daha önce yaşadığımız depremler tarafından gözlemlenmiştir. Özellikle son dönemde yaşadığımız İzmir Depremi'nde hasar alan hatta yıkılan binalar incelendiğinde, zemin katında ofis, market ve dükkan gibi mekanların olması sebebiyle dolgu duvarların olmadığı gözlemlenmiştir. Ülkemizde bulunan mevcut yapı stoğunun bir kısmının bu şekilde inşa edildiği ortadadır. Ülkemizde fay hatlarının aktif olduğu ve sürekli şiddetli depremlerin yaşandığı bilinmektedir. Bu sebeple mevcut yapı stoğumuzun acil bir şekilde güçlendirilme çalışmaları yapılmalıdır. Bu çalışmada güçlendirme için, çelik çapraz ve betonarme perde ile güçlendirme olmak üzere iki ayrı metot kullanılacaktır.

3.6.1. Betonarme Perde İle Güçlendirme

Zemin katında dolgu duvar bulunmayan ve beş farklı çıkma oranına sahip betonarme binaların güçlendirme çalışması için 25 cm genişliğinde ve 600 cm uzunluğunda olmak üzere betonarme perdeler kullanılmıştır. Zemin katta kullanılan betonarme perdeler, X ve Y yönü boyunca üçer adet kullanılmıştır.

3.6.1.1. Zemin katında duvar bulunmayan % 0 çıkma oranına sahip betonarme perde ile güçlendirme çalışması yapılan referans betonarme bina (RB-NW-0-S1)

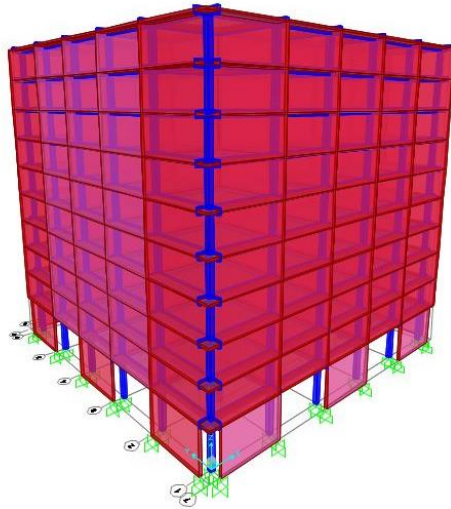
Referans bina olarak modellenen bu binanın çıkma oranı % 0 ve zemin katında duvar bulunmamaktadır. Bu sebeple referans binanın baş harflerinden RB, zemin katında duvar olmaması sebebiyle NW, çıkma oranının % 0 olması sebebiyle 0 ve betonarme perde ile güçlendirme sebebiyle S1 kısaltmaları birleştirilerek RB-NW-0-S1 olarak kısaltılmıştır. Zemin kat oturumu ile diğer katların alanları aynı olan binadır. Herhangi bir çıkma uzunluğu bulunmamaktadır. Zemin katında duvar bulunmamaktadır. Şekil 3.24'de görüldüğü üzere bu bina referans bina olarak modellenmiştir.



Şekil 3.24. Zemin katı duvarsız, betonarme perde ile güçlendirilmiş %0 çıkma oranlı bina modeli

3.6.1.2. Zemin katında duvar bulunmayan % 11 çıkma oranına sahip betonarme perde ile güçlendirme çalışması yapılan referans betonarme bina (B-NW-11-S1)

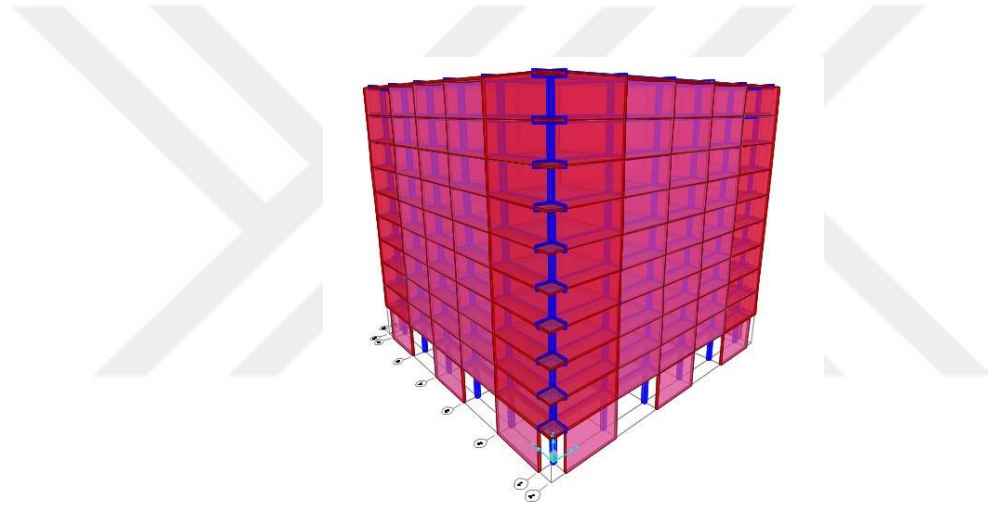
Modellenen bu binada çıkma oranı % 11 ve zemin katında duvar bulunmamaktadır. Bu sebeple binanın baş harfinden B, zemin katında duvar olmaması sebebiyle NW, çıkma oranının % 11 olması sebebiyle 11 ve betonarme perde ile güçlendirme sebebiyle S1 kısaltmaları birleştirilerek B-NW-11-S1 olarak kısaltılmıştır. Şekil 3.25' de görüldüğü üzere X ve Y'nin her iki yönünde birer metre çıkma uzunluğu eklenerek toplamda $32 \times 32 \text{ m}^2$ (1024 m^2) kat alanına sahip bina modellemesidir. Zemin katında duvar bulunmamaktadır. Taban alanı referans modelle aynı olarak 900 m^2 'dir. Diğer dokuz katın her biri 1024 m^2 'dir.



Şekil 3.25. Zemin katı duvarsız, betonarme perde ile güçlendirilmiş %11 çıkma oranlı bina modeli

3.6.1.3. Zemin katında duvar bulunmayan % 21 çıkma oranına sahip betonarme perde ile güçlendirme çalışması yapılan referans betonarme bina (B-NW-21-S1)

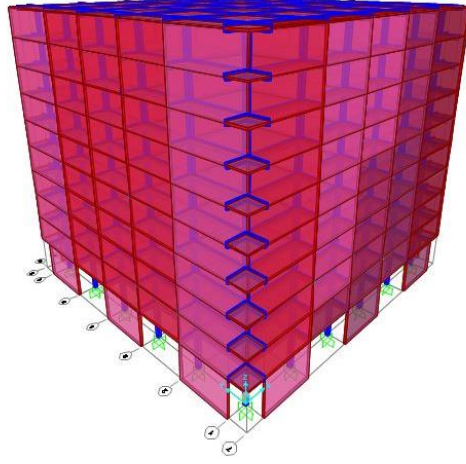
Modellenen bu binada çıkma oranı % 21 ve zemin katında duvar bulunmamaktadır. Bu sebeple binanın baş harfinden B, zemin katında duvar olmaması sebebiyle NW, çıkma oranının % 21 olması sebebiyle 21 ve betonarme perde ile güçlendirme sebebiyle S1 kısaltmaları birleştirilerek B-NW-21-S1 olarak kısaltılmıştır. Şekil 3.26' da görüldüğü üzere X ve Y'nin her iki yönünde bir buçuk metre çıkma uzunluğu eklenerek toplamda $33 \times 33 \text{ m}^2$ (1089 m^2) kat alanına sahip bina modellemesidir. Zemin katında duvar bulunmamaktadır. Taban alanı referans modelle aynı olarak 900 m^2 'dir. Diğer dokuz katın her biri 1089 m^2 'dir.



Şekil 3.26. Zemin katı duvarsız, betonarme perde ile güçlendirilmiş %21 çıkma oranlı bina modeli

3.6.1.4. Zemin katında duvar bulunmayan % 28 çıkma oranına sahip betonarme perde ile güçlendirme çalışması yapılan referans betonarme bina (B-NW-28-S1)

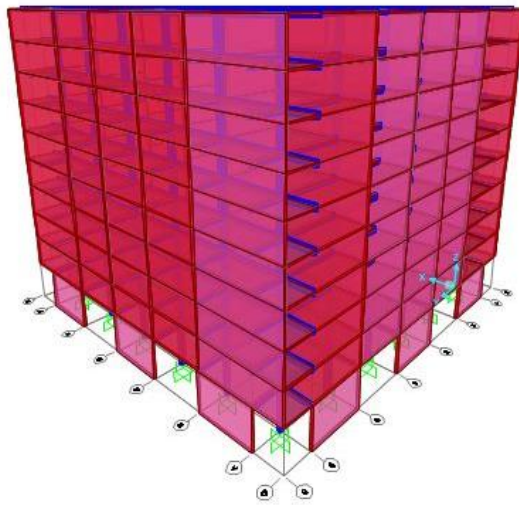
Modellenen bu binada çıkma oranı % 28 ve zemin katında duvar bulunmamaktadır. Bu sebeple binanın baş harfinden B, zemin katında duvar olmaması sebebiyle NW, çıkma oranının % 28 olması sebebiyle 28 ve betonarme perde ile güçlendirme için S1 kısaltmaları birleştirilerek B-NW-28-S1 olarak kısaltılmıştır. Şekil 3.27' de görüldüğü üzere X ve Y'nin her iki yönünde ikişer metre çıkma uzunluğu eklenerek toplamda $34 \times 34 \text{ m}^2$ (1156 m^2) kat alanına sahip bina modellemesidir. Zemin katında duvar bulunmamaktadır. Taban alanı referans modelle aynı olarak 900 m^2 'dir. Diğer dokuz katın her biri 1156 m^2 'dir.



Şekil 3.27. Zemin katı duvarsız, betonarme perde ile güçlendirilmiş %28 çıkma oranlı bina modeli

3.6.1.5. Zemin katında duvar bulunmayan % 44 çıkma oranına sahip betonarme perde ile güçlendirme çalışması yapılan referans betonarme bina (B-NW-44-S1)

Modellenen bu binada çıkma oranı % 44 ve zemin katında duvar bulunmamaktadır. Bu sebeple binanın baş harfinden B, zemin katında duvar olmaması sebebiyle NW, çıkma oranının % 44 olması sebebiyle 44 ve betonarme perde ile güçlendirme için S1 kısaltmaları birleştirilerek B-NW-44-S1 olarak kısaltılmıştır. Şekil 3.28'de görüldüğü üzere X ve Y'nin her iki yönünde üçer metre çıkma uzunluğu eklenerek toplamda $36 \times 36 \text{ m}^2$ (1296 m^2) kat alanına sahip bina modellemesidir. Zemin katında duvar bulunmamaktadır. Taban alanı referans modelle aynı olarak 900 m^2 'dir. Diğer dokuz katın her biri 1296 m^2 'dir.



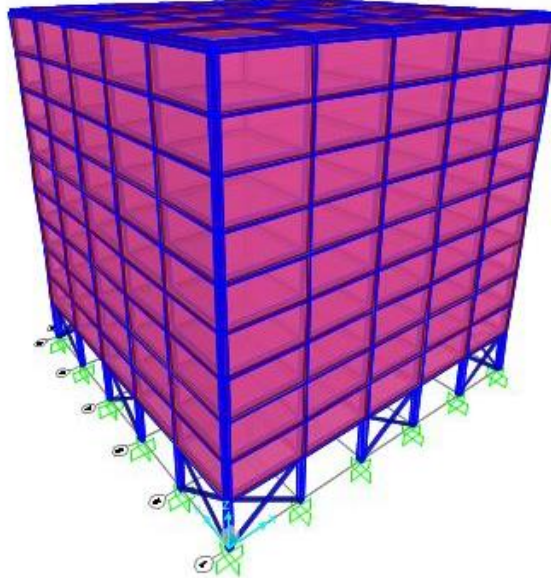
Şekil 3.28. Zemin katı duvarsız, betonarme perde ile güçlendirilmiş %44 çıkma oranlı bina modeli

3.6.2. Çelik Çapraz İle Güçlendirme

Zemin katında dolgu duvar bulunmayan ve beş farklı çıkma oranına sahip betonarme binaların güçlendirme çalışması için 30 cm çapında ve 2 cm et kalınlığına sahip olmak üzere çelik çaprazlar kullanılmıştır. Zemin katta çelik çaprazlar, X ve Y yönü boyunca üçer adet kullanılmıştır.

3.6.2.1. Zemin katında duvar bulunmayan % 0 çıkma oranına sahip çelik çapraz ile güçlendirme çalışması yapılan referans betonarme bina (RB-NW-0-S2)

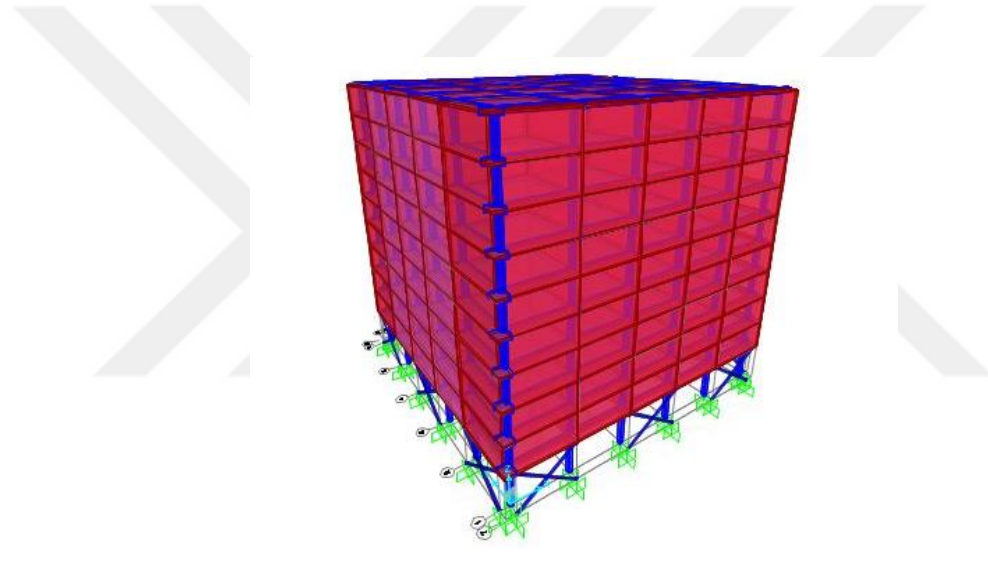
Referans bina olarak modellenen bu binanın çıkma oranı % 0 ve zemin katında duvar bulunmamaktadır. Bu sebeple referans binanın baş harflerinden RB, zemin katında duvar olmaması sebebiyle NW, çıkma oranının % 0 olması sebebiyle 0 ve çelik çapraz ile güçlendirme sebebiyle S2 kısaltmaları birleştirilerek RB-NW-0-S2 olarak kısaltılmıştır. Zemin kat oturumu ile diğer katların alanları aynı olan binadır. Herhangi bir çıkma uzunluğu bulunmamaktadır. Zemin katında duvar bulunmamaktadır. Şekil 3.29'da görüldüğü üzere bu bina referans bina olarak modellenmiştir.



Şekil 3.29. Zemin katı duvarsız, çelik çapraz ile güçlendirilmiş %0 çıkma oranlı bina modeli

3.6.2.2. Zemin katında duvar bulunmayan % 11 çıkma oranına sahip çelik çapraz ile güçlendirme çalışması yapılan referans betonarme bina (B-NW-11-S2)

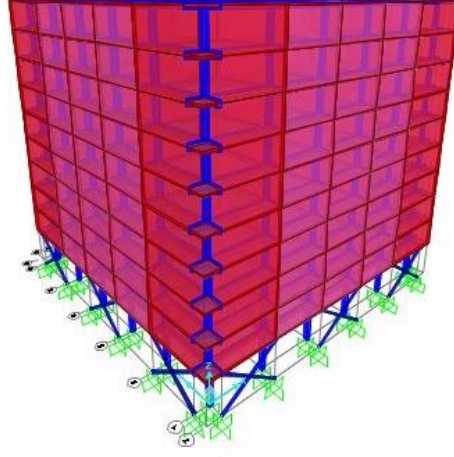
Modellenen bu binada çıkma oranı % 11 ve zemin katında duvar bulunmamaktadır. Bu sebeple binanın baş harfinden B, zemin katında duvar olmaması sebebiyle NW, çıkma oranının % 11 olması sebebiyle 11 ve çelik çapraz ile güçlendirme sebebiyle S2 kısaltmaları birleştirilerek B-NW-11-S2 olarak kısaltılmıştır. Şekil 3.30' da görüldüğü üzere X ve Y'nin her iki yönünde birer metre çıkma uzunluğu eklenerek toplamda 32x32 m² (1024 m²) kat alanına sahip bina modellemesidir. Zemin katında duvar bulunmamaktadır. Taban alanı referans modelle aynı olarak 900 m²'dir. Diğer dokuz katın her biri 1024 m²'dir.



Şekil 3.30. Zemin katı duvarsız, çelik çapraz ile güçlendirilmiş % 11 çıkma oranlı bina modeli

3.6.2.3. Zemin katında duvar bulunmayan % 21 çıkma oranına sahip çelik çapraz ile güçlendirme çalışması yapılan referans betonarme bina (B-NW-21-S2)

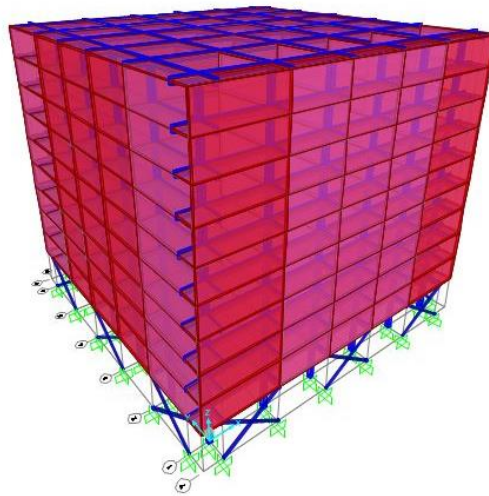
Modellenen bu binada çıkma oranı % 21 ve zemin katında duvar bulunmamaktadır. Bu sebeple binanın baş harfinden B, zemin katında duvar olmaması sebebiyle NW, çıkma oranının % 21 olması sebebiyle 21 ve çelik çapraz ile güçlendirme sebebiyle S2 kısaltmaları birleştirilerek B-NW-11-S2 olarak kısaltılmıştır. Şekil 3.31' de görüldüğü üzere X ve Y'nin her iki yönünde bir buçuk metre çıkma uzunluğu eklenerek toplamda 33x33 m² (1089 m²) kat alanına sahip bina modellemesidir. Zemin katında duvar bulunmamaktadır. Taban alanı referans modelle aynı olarak 900 m²'dir. Diğer dokuz katın her biri 1089 m²'dir.



Şekil 3.31. Zemin katı duvarsız, çelik çapraz ile güçlendirilmiş % 21 çıkma oranlı bina modeli

3.6.2.4. Zemin katında duvar bulunmayan % 28 çıkma oranına sahip betonarme perde ile güçlendirme çalışması yapılan referans betonarme bina (B-NW-28-S2)

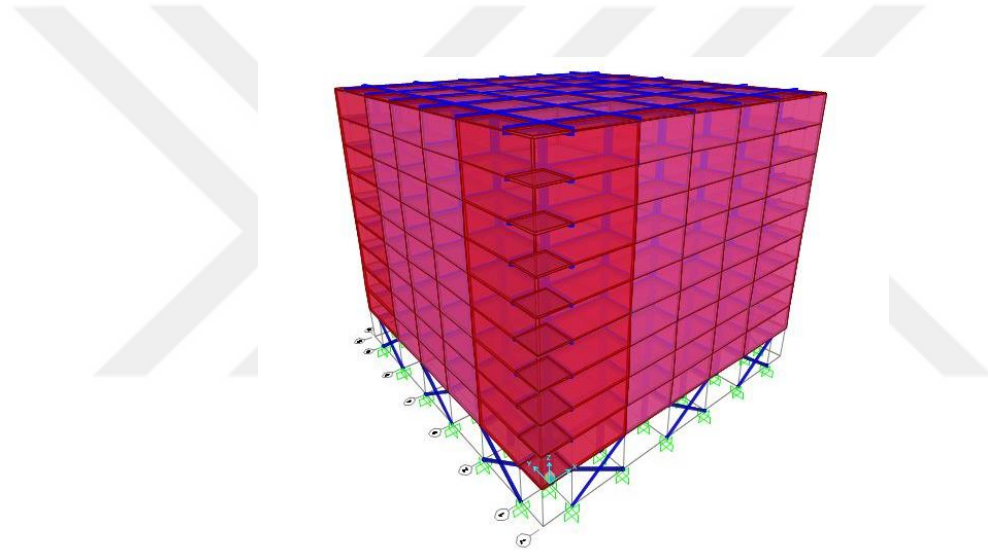
Modellenen bu binada çıkma oranı % 28 ve zemin katında duvar bulunmamaktadır. Bu sebeple binanın baş harfinden B, zemin katında duvar olmaması sebebiyle NW, çıkma oranının % 28 olması sebebiyle 28 ve çelik çapraz ile güçlendirme için S2 kısaltmaları birleştirilerek B-NW-28-S2 olarak kısaltılmıştır. Şekil 3.32' de görüldüğü üzere X ve Y'nin her iki yönünde ikişer metre çıkma uzunluğu eklenerek toplamda $34 \times 34 \text{ m}^2$ (1156 m^2) kat alanına sahip bina modellemesidir. Zemin katında duvar bulunmamaktadır. Taban alanı referans modelle aynı olarak 900 m^2 'dir. Diğer dokuz katın her biri 1156 m^2 'dir.



Şekil 3.32. Zemin katı duvarsız, çelik çapraz ile güçlendirilmiş % 28 çıkma oranlı bina modeli

3.6.2.5. Zemin katında duvar bulunmayan % 44 çıkma oranına sahip betonarme perde ile güçlendirme çalışması yapılan referans betonarme bina (B-NW-44-S2)

Modellenen bu binada çıkma oranı % 44 ve zemin katında duvar bulunmamaktadır. Bu sebeple binanın baş harfinden B, zemin katında duvar olmaması sebebiyle NW, çıkma oranının % 44 olması sebebiyle 44 ve çelik çapraz ile güçlendirme için S2 kısaltmaları birleştirilerek B-NW-44-S2 olarak kısaltılmıştır. Şekil 3.33'de görüldüğü üzere X ve Y'nin her iki yönünde üçer metre çıkma uzunluğu eklenerek toplamda $36 \times 36 \text{ m}^2$ (1296 m^2) kat alanına sahip bina modellemesidir. Zemin katında duvar bulunmamaktadır. Taban alanı referans modelle aynı olarak 900 m^2 'dir. Diğer dokuz katın her biri 1296 m^2 'dir.



Şekil 3.33. Zemin katı duvarsız, çelik çapraz ile güçlendirilmiş % 28 çıkma oranlı bina modeli

Çizelge 3.4'de belirtilen tüm bina isimleri, çıkma oranları, zemin kat durumları ve güçlendirme metotları belirtilmiştir.

Çizelge 3.4. Modellenmiş binalar hakkında bilgiler

Bina Adı	Çıkma Oranı	Zemin Kat Duvar Durumu	Betonarme Perde İle Güçlendirme	Çelik Çapraz İle Güçlendirme
RB-NW-0	0%	Duvarsız		
RB-NW-11	11%	Duvarsız		
RB-NW-21	21%	Duvarsız		
RB-NW-28	28%	Duvarsız		
RB-NW-44	44%	Duvarsız		
RB-W-0	0%	Tam Duvarlı		
RB-W-11	11%	Tam Duvarlı		
RB-W-21	21%	Tam Duvarlı		
RB-W-28	28%	Tam Duvarlı		
RB-W-44	44%	Tam Duvarlı		
RB-OW-0	0%	Optimum Duvarlı		
RB-OW-11	11%	Optimum Duvarlı		
RB-OW-21	21%	Optimum Duvarlı		
RB-OW-28	28%	Optimum Duvarlı		
RB-OW-44	44%	Optimum Duvarlı		
RB-NW-0-S1	0%	Duvarsız	√	
RB-NW-0-S2	0%	Duvarsız		√
RB-NW-11-S1	11%	Duvarsız	√	
RB-NW-11-S2	11%	Duvarsız		√
RB-NW-21-S1	21%	Duvarsız	√	
RB-NW-21-S2	21%	Duvarsız		√
RB-NW-28-S1	28%	Duvarsız	√	
RB-NW-28-S2	28%	Duvarsız		√
RB-NW-44-S1	44%	Duvarsız	√	
RB-NW-44-S2	44%	Duvarsız		√

4. ARAŞTIRMA SONUÇLARI VE TARTIŞMA

4.1. Doğrusal Analiz Sonuçları

Zemin kat dolgu duvar durumuna göre; zemin kat duvarsız, optimum duvarlı ve zemin kat duvarlı bina modelleri beş farklı çıkma oranına göre doğrusal analizleri yapılmış ve sonuçları karşılaştırılmıştır. Ayrıca zemin katta duvar olmayan modellerde güçlendirme çalışması yapılmıştır.

4.1.1. Zemin kat duvarsız ve güçlendirme yapılmayan modellerde doğrusal analiz sonuçları

Zemin katında duvar bulunmayan ve beş farklı çıkma oranına sahip betonarme binanın analizleri sonucunda; deplasman değerleri, görelî kat ötelenmesi, periyotları ve yumuşak kat durumları incelenmiştir.

4.1.1.1. Zemin kat duvarsız ve güçlendirme yapılmayan modellerde kat deplasman ve periyot sonuçları

Zemin katında duvar bulunmayan ve güçlendirme yapılmayan modellerde kat deplasman değerleri için 1.kat ve 10. kat değerlerine bakılmıştır. Ayrıca çıkma oranlarına göre periyotlar da karşılaştırılmıştır.

Çizelge 4.1. X yönü zemin kat duvarsız modeller için kat deplasman ve periyot değerleri

KAT NO	RB-NW-0 (m)	B-NW-11 (m)	B-NW-21 (m)	B-NW-28 (m)	B-NW-44 (m)
1	0,025	0,029	0,03	0,032	0,034
10	0,032	0,037	0,039	0,041	0,046
PERİYOT	1,56	1,66	1,71	1,76	1,87

Çizelge 4.2. Y yönü zemin kat duvarsız modeller için kat deplasman ve periyot değerleri

KAT NO	RB-NW-0 (m)	B-NW-11 (m)	B-NW-21 (m)	B-NW-28 (m)	B-NW-44 (m)
1	0,020	0,022	0,023	0,024	0,025
10	0,026	0,029	0,032	0,033	0,036
PERİYOT	1,56	1,66	1,71	1,76	1,87

Çizelge 4.1’de X yönü deplasmanlar verilmiştir. Çizelge 4.2’de ise Y yönü deplasmanlar verilmiştir. Kat deplasmanlarının, çıkma uzunluklarıyla doğru orantılı bir şekilde arttığı görülmektedir.

Çizelge 4.1’de X yönü deplasmanlar için onuncu katta; referans ve %11 çıkma oranlı bina modeli arasında deplasman değeri açısından yaklaşık %12 oranında bir artış meydana gelmiştir.

Çizelge 4.1’de X yönü deplasmanlar için onuncu katta; referans ve %21 çıkma oranlı bina modeli arasında deplasman değeri açısından yaklaşık %22 oranında bir artış meydana gelmiştir.

Çizelge 4.1’de X yönü deplasmanlar için onuncu katta; referans ve %28 çıkma oranlı bina modeli arasında deplasman değeri açısından yaklaşık %28 oranında bir artış meydana gelmiştir.

Çizelge 4.1’de X yönü deplasmanlar için onuncu katta; referans ve %44 çıkma oranlı bina modeli arasında deplasman değeri açısından yaklaşık %44 oranında bir artış meydana gelmiştir.

Çizelge 4.2’de Y yönü deplasmanlar için onuncu katta; referans ve %11 çıkma oranlı bina modeli arasında deplasman değeri açısından yaklaşık %11 oranında bir artış meydana gelmiştir.

Çizelge 4.2’de Y yönü deplasmanlar için onuncu katta; referans ve %21 çıkma oranlı bina modeli arasında deplasman değeri açısından yaklaşık %23 oranında bir artış meydana gelmiştir.

Çizelge 4.2’de Y yönü deplasmanlar için onuncu katta; referans ve %28 çıkma oranlı bina modeli arasında deplasman değeri açısından yaklaşık %27 oranında bir artış meydana gelmiştir.

Çizelge 4.2’de Y yönü deplasmanlar için onuncu katta; referans ve %44 çıkma oranlı bina modeli arasında deplasman değeri açısından yaklaşık %38 oranında bir artış meydana gelmiştir.

4.1.1.2. Zemin kat duvarsız ve güçlendirme yapılmayan modellerde görelî kat öteleme sonuçları

Maksimum görelî kat ötelemeleri binalar için sınırlandırılan temel parametrelerden biridir. Çizelge 4.3 ve Çizelge 4.4’de görüldüğü gibi depremlî durumlarda görelî kat ötelemeleri hesaplanmıştır. Zemin katında dolgu duvar

bulunmayan ve güçlendirme çalışması yapılmamış modellerde görelî kat ötelemesi kontrolü yapılmıştır. Görelî kat ötelemesi kontrolü için formül aşağıda belirtilmiştir (TBDY,2018). Türk Bina Deprem Yönetmeliği 2018’de (TBDY 2018) kısıtlandığı üzere iki farklı durum vardır. Bunlardan ilki binanın herhangi bir esnek derz veya bağlantısı olmaksızın, tamamen bitişik olma durumudur. Diğeri ise binanın esnek bağlantılar ile bağlanması durumudur. Bu hesapları yaparken bu durumlardan birincisi olan esnek bağlantıların olmaması durumu göze alınmıştır.

$$\Delta_i^{(X)} = v_i^{(x)} - v_{i-1}^{(x)} \quad (4.1)$$

$$\delta_i^{(X)} = (R/I) \Delta_i^{(X)} \quad (4.2)$$

$$\lambda \delta_{i\max}^{(X)}/h_i \leq 0.008 \quad (4.3)$$

Çizelge 4.3 Zemin katı duvarsız bina modelleri için X yönü görelî kat ötelemesi değerleri

KAT NO	RB-NW-0 (m)	B-NW-11 (m)	B-NW-21 (m)	B-NW-28 (m)	B-NW-44 (m)
1	0,0204632	0,0232032	0,0241584	0,0253112	0,0274776
2	0,00111406	0,0013727	0,00152216	0,001607	0,0018465
3	0,00083104	0,00110346	0,00124974	0,0013483	0,0015879
4	0,00087132	0,00108544	0,00122854	0,0013229	0,0015646
5	0,0008268	0,00102396	0,00116282	0,0012529	0,0014925
6	0,00077592	0,00095824	0,00109286	0,0011755	0,0014119
7	0,00070596	0,00087662	0,001007	0,0010844	0,0013186
8	0,00061692	0,0007791	0,00090842	0,0009805	0,0012126
9	0,0005141	0,00066992	0,00079606	0,000866	0,001095
10	0,00039856	0,00055014	0,00067628	0,0007431	0,0009699

Çizelge 4.4. Zemin katı duvarsız bina modelleri için Y yönü görelî kat ötelemesi değerleri

KAT NO	RB-NW-0 (m)	B-NW-11 (m)	B-NW-21 (m)	B-NW-28 (m)	B-NW-44 (m)
1	0,0165232	0,0180992	0,0188992	0,0191472	0,0201168
2	0,00092538	0,00117978	0,0012985	0,0014109	0,0016441
3	0,00070384	0,00096248	0,00113844	0,001201	0,0014374
4	0,000742	0,00094976	0,00111618	0,0011808	0,0014172
5	0,0007102	0,00089994	0,00106318	0,0011236	0,0013579
6	0,00067204	0,00084906	0,00100382	0,0010611	0,0012943
7	0,00061692	0,00078334	0,00093492	0,0009879	0,0012179
8	0,00054696	0,00070596	0,00085436	0,0009042	0,0011331
9	0,00046534	0,00061798	0,0007632	0,000812	0,0010388
10	0,00037206	0,00052152	0,00066462	0,0007134	0,0009402

Yukarıda (1), (2) ve (3) numaralı denklemler verilmiş olup, bu denklemler ile birlikte modellemelerin kat görelî öteleme kontrolü gerçekleşmiştir. Zemin katında dolgu duvar bulunmayan tüm bina modellerinin 1.katlarında bu denklemi sağlamadığı ortaya çıkmıştır.

Görelî kat ötelemesi, çıkma uzunluğu ile artmış olup bu ötelemelerin TBDY-2018'e göre kontrolleri olumsuz sonuçlanmıştır. Bu sonuçları olumlu hale getirebilmek için gerekli güçlendirme çalışmaları yapılacaktır.

Çizelge 4.3'den alınan değerler doğrultusunda zemin katı duvarsız bina modeli için X yönü için %0 çıkma ile %11 çıkma oranlı iki bina modeli sonuçları karşılaştırıldığında görelî kat ötelenmeleri arasındaki fark yaklaşık %13 kadar daha fazla çıkmıştır.

Çizelge 4.3'den alınan değerler doğrultusunda zemin katı duvarsız bina modeli için X yönü için %0 çıkma ile %21 çıkma oranlı iki bina modeli sonuçları karşılaştırıldığında görelî kat ötelenmeleri arasındaki fark yaklaşık %18 kadar daha fazla çıkmıştır.

Çizelge 4.3'den alınan değerler doğrultusunda zemin katı duvarsız bina modeli için X yönü için %0 çıkma ile %28 çıkma oranlı iki bina modeli sonuçları karşılaştırıldığında görelî kat ötelenmeleri arasındaki fark yaklaşık %24 kadar daha fazla çıkmıştır.

Çizelge 4.3'den alınan değerler doğrultusunda zemin katı duvarsız bina modeli için X yönü için %0 çıkma ile %44 çıkma oranlı iki bina modeli sonuçları karşılaştırıldığında görelî kat ötelenmeleri arasındaki fark yaklaşık %34 kadar daha fazla çıkmıştır.

Çizelge 4.4'den alınan değerler doğrultusunda zemin katı duvarsız bina modeli için Y yönü için %0 çıkma ile %11 çıkma oranlı iki bina modeli sonuçları karşılaştırıldığında görelî kat ötelenmeleri arasındaki fark yaklaşık %10 kadar daha fazla çıkmıştır.

Çizelge 4.4'den alınan değerler doğrultusunda zemin katı duvarsız bina modeli için Y yönü için %0 çıkma ile %21 çıkma oranlı iki bina modeli sonuçları karşılaştırıldığında görelî kat ötelenmeleri arasındaki fark yaklaşık %14 kadar daha fazla çıkmıştır.

Çizelge 4.4'den alınan değerler doğrultusunda zemin katı duvarsız bina modeli için Y yönü için %0 çıkma ile %28 çıkma oranlı iki bina modeli sonuçları

karşılaştırıldığında görelî kat ötelenmeleri arasındaki fark yaklaşık %16 kadar daha fazla çıkmıştır.

Çizelge 4.4'den alınan değerler doğrultusunda zemin katı duvarsız bina modeli için Y yönü için %0 çıkma ile %44 çıkma oranlı iki bina modeli sonuçları karşılaştırıldığında görelî kat ötelenmeleri arasındaki fark yaklaşık %22 kadar daha fazla çıkmıştır.

Bu parametreler depremlî durumlarda çıkma uzunluğunun binanın ayakta kalması, göçmemesi ve deprem sonrası kullanılabilir olma açısından riskli bir durumdur. Binanın ağırlığını arttırmakla beraber binanın deplasman değerlerini de arttırmıştır. Böyle bir bina projelendirilmeden önce bu parametrelere dikkat edilmelidir.

4.1.1.3. Zemin kat duvarsız ve güçlendirme yapılmayan modellerde yumuşak kat durumu

Yumuşak kat düzensizliği TBDY 2018'de düzensizlikler içerisinde bulunan B2 düzensizliği olarak adlandırılmaktadır. Aşağıdaki formüller yumuşak kat düzensizliğine aittir. Bu hesaplamalar sonucu Çizelge 4.5 ve Çizelge 4.6'da görülebileceği üzere yumuşak kat açısından birinci katlar bu düzensizliğe sahiptir.

$$\dot{\eta}_{ki} = (\Delta_i^{(X)}/h_i)_{ort}/(\Delta_{i+1}^{(X)}/h_{i+1})_{ort} > 2.0 \quad (4.4)$$

Çizelge 4.5 Zemin katı duvarsız bina modelleri için X yönü yumuşak kat durumu

KAT NO	RB-NW-0 (m)	B-NW-11 (m)	B-NW-21 (m)	B-NW-28 (m)	B-NW-44 (m)
1	13,77609824	12,6774969	11,90334787	11,81323742	11,16056149
2	1,340561224	1,243996158	1,21798134	1,191823899	1,162883845
3	0,95377129	1,016601563	1,017256255	1,019230769	1,014905149
4	1,053846154	1,060041408	1,056517776	1,055837563	1,048295455
5	1,06557377	1,068584071	1,064015519	1,065825068	1,057057057
6	1,099099099	1,093107618	1,085263158	1,084066471	1,07073955
7	1,144329897	1,125170068	1,108518086	1,105945946	1,087412587
8	1,2	1,162974684	1,14114514	1,132190942	1,107454017
9	1,289893617	1,217726397	1,177115987	1,165477889	1,128961749
10	0,775257732	0,821202532	0,849533955	0,858017136	0,885769603

Çizelge 4.6 Zemin katı duvarsız bina modelleri için Y yönü yumuşak kat durumu

KAT NO	RB-NW-0 (m)	B-NW-11 (m)	B-NW-21 (m)	B-NW-28 (m)	B-NW-44 (m)
1	13,39168774	11,50587398	10,91597998	10,1784727	9,177037334
2	1,314759036	1,225770925	1,140595903	1,174757282	1,14380531
3	0,948571429	1,013392857	1,01994302	1,017055655	1,01421092
4	1,044776119	1,055359246	1,049850449	1,050943396	1,043715847
5	1,056782334	1,059925094	1,059134108	1,058941059	1,049140049
6	1,089347079	1,083897158	1,073696145	1,074034335	1,062663185
7	1,127906977	1,10960961	1,094292804	1,092614302	1,074836296
8	1,175398633	1,142367067	1,119444444	1,113577023	1,090816327
9	1,250712251	1,18495935	1,148325359	1,138187221	1,104847802
10	0,799544419	0,843910806	0,870833333	0,878590078	0,905102041

4.1.2. Zemin kat duvarsız ve güçlendirme yapılan modellerde doğrusal analiz sonuçları

Zemin katında duvar bulunmayan bina modellerinde; deplasman değerleri oldukça yüksek, yumuşak kat durumu olumsuz ve kat görelî öteleme sonuçları sınırın üstünde çıktığı gözlemlenmiştir. bu sebeple zemin kat duvar bulunmayan bina modellerinde çelik çapraz ile güçlendirme ve betonarme perde ile güçlendirme olmak üzere iki ayrı güçlendirme metodu uygulanmıştır.

4.1.2.1 Zemin kat duvarsız ve çelik çapraz ile güçlendirme yapılan modellerde kat deplasman ve periyot sonuçları

Çizelge 4.7. X yönü zemin kat duvarsız çelik çapraz ile güçlendirilmiş modeller için kat deplasman ve periyot değerleri

KAT NO	RB-NW-0-S2 (m)	B-NW-11-S2 (m)	B-NW-21-S2 (m)	B-NW-28-S2 (m)	B-NW-44-S2 (m)
1	0,019	0,0226	0,0231	0,0258	0,034
10	0,024	0,0297	0,0313	0,027	0,046
PERİYOT	1,56	1,66	1,71	1,76	1,87

Çizelge 4.8. Y yönü zemin kat duvarsız çelik çapraz ile güçlendirilmiş modeller için kat deplasman ve periyot değerleri

KAT NO	RB-NW-0-S2 (m)	B-NW-11-S2 (m)	B-NW-21-S2 (m)	B-NW-28-S2 (m)	B-NW-44-S2 (m)
1	0,012	0,0154	0,0161	0,018	0,023
10	0,014	0,0157	0,0192	0,020	0,033
PERİYOT	1,56	1,66	1,71	1,76	1,87

Çizelge 4.7’de X yönü deplasmanlar verilmiştir. Çizelge 4.8’de ise Y yönü deplasmanlar verilmiştir. Kat deplasmanlarının, çıkma uzunluklarıyla doğru orantılı bir şekilde arttığı görülmektedir.

Çizelge 4.7’de X yönü deplasmanlar için onuncu katta; referans ve %11 çıkma oranlı bina modeli arasında deplasman değeri açısından yaklaşık % 24 oranında bir artış meydana gelmiştir.

Çizelge 4.7’de X yönü deplasmanlar için onuncu katta; referans ve %21 çıkma oranlı bina modeli arasında deplasman değeri açısından yaklaşık %30 oranında bir artış meydana gelmiştir.

Çizelge 4.7’de X yönü deplasmanlar için onuncu katta; referans ve %28 çıkma oranlı bina modeli arasında deplasman değeri açısından yaklaşık %47 oranında bir artış meydana gelmiştir.

Çizelge 4.7’de X yönü deplasmanlar için onuncu katta; referans ve %44 çıkma oranlı bina modeli arasında deplasman değeri açısından yaklaşık % 111 oranında bir artış meydana gelmiştir.

Çizelge 4.8’de Y yönü deplasmanlar için onuncu katta; referans ve %11 çıkma oranlı bina modeli arasında deplasman değeri açısından yaklaşık %12 oranında bir artış meydana gelmiştir.

Çizelge 4.8’de Y yönü deplasmanlar için onuncu katta; referans ve %21 çıkma oranlı bina modeli arasında deplasman değeri açısından yaklaşık %26 oranında bir artış meydana gelmiştir.

Çizelge 4.8’de Y yönü deplasmanlar için onuncu katta; referans ve %28 çıkma oranlı bina modeli arasında deplasman değeri açısından yaklaşık % 34 oranında bir artış meydana gelmiştir.

Çizelge 4.8’de Y yönü deplasmanlar için onuncu katta; referans ve %44 çıkma oranlı bina modeli arasında deplasman değeri açısından yaklaşık % 108 oranında bir artış meydana gelmiştir.

4.1.2.2. Zemin kat duvarsız ve çelik çapraz ile güçlendirme yapılan modellerde görelî kat öteleme sonuçları

Zemin katında dolgu duvar bulunmayan ve beş farklı çıkma oranına sahip betonarme modellerin kat görelî ötelemelerinin TBDY 2018’de belirtilen sınır değerleri

sağlamadığı gözlemlenmiştir. Bu sebeple kat görelî öteleme açısından çelik çapraz ile güçlendirmenin sonuçlara etkisi bu bölümde incelenmiştir.

$$\Delta_i^{(X)} = v_i^{(x)} - v_{i-1}^{(x)} \quad (4.5)$$

$$\delta_i^{(X)} = (R/I) \Delta_i^{(X)} \quad (4.6)$$

$$\lambda \delta_{i_{\max}}^{(X)} / h_i \leq 0.008 \quad (4.7)$$

Çizelge 4.9. Zemin katı duvarsız çelik çapraz ile güçlendirme yapılmış bina modelleri için X yönü görelî kat ötelemesi değerleri

KAT NO	RB-NW-0-S2 (m)	B-NW-11-S2 (m)	B-NW-21-S2 (m)	B-NW-28-S2 (m)	B-NW-44-S2 (m)
1	0,0059	0,039	0,040	0,041	0,044
2	0,002497	0,0026	0,0029	0,0031	0,0036
3	0,002471	0,0025	0,0024	0,0026	0,0031
4	0,002462	0,0020	0,0023	0,0026	0,0031
5	0,002378	0,0019	0,0022	0,0024	0,0029
6	0,002242	0,0018	0,0021	0,0023	0,0028
7	0,002053	0,0017	0,0020	0,0021	0,0026
8	0,001818	0,0015	0,0018	0,0019	0,0024
9	0,001533	0,0013	0,0016	0,0017	0,0022
10	0,000317	0,0011	0,0014	0,0015	0,0020

Çizelge 4.10. Zemin katı duvarsız çelik çapraz ile güçlendirme yapılmış bina modelleri için Y yönü görelî kat ötelemesi değerleri

KAT NO	RB-NW-0-S2 (m)	B-NW-11-S2 (m)	B-NW-21-S2 (m)	B-NW-28-S2 (m)	B-NW-44-S2 (m)
1	0,0065	0,05	0,05	0,05	0,06
2	0,0029	0,0030	0,003	0,0035	0,0040
3	0,0029	0,0024	0,0028	0,0029	0,0035
4	0,0028	0,0023	0,0027	0,0029	0,0034
5	0,0027	0,0022	0,0026	0,0027	0,0032
6	0,0025	0,0021	0,0024	0,0025	0,0031
7	0,0023	0,0019	0,0022	0,0023	0,0029
8	0,0020	0,0017	0,0020	0,0021	0,0026
9	0,0017	0,0014	0,0017	0,0019	0,0024
10	0,0012	0,0012	0,0015	0,0016	0,0021

Çizelge 4.9'dan alınan değerler doğrultusunda zemin katı duvarsız bina modeli için X yönü için %0 çıkma ile %11 çıkma oranlı iki bina modeli sonuçları karşılaştırıldığında görelî kat ötelemeleri arasındaki fark yaklaşık %600 kadar daha fazla çıkmıştır.

Çizelge 4.9'dan alınan değerler doğrultusunda zemin katı duvarsız bina modeli için X yönü için %0 çıkma ile %21 çıkma oranlı iki bina modeli sonuçları karşılaştırıldığında görelî kat ötelenmeleri arasındaki fark yaklaşık %641 kadar daha fazla çıkmıştır.

Çizelge 4.9'dan alınan değerler doğrultusunda zemin katı duvarsız bina modeli için X yönü için %0 çıkma ile %28 çıkma oranlı iki bina modeli sonuçları karşılaştırıldığında görelî kat ötelenmeleri arasındaki fark yaklaşık %694 kadar daha fazla çıkmıştır.

Çizelge 4.9'dan alınan değerler doğrultusunda zemin katı duvarsız bina modeli için X yönü için %0 çıkma ile %44 çıkma oranlı iki bina modeli sonuçları karşılaştırıldığında görelî kat ötelenmeleri arasındaki fark yaklaşık %745 kadar daha fazla çıkmıştır.

Çizelge 4.10'dan alınan değerler doğrultusunda zemin katı duvarsız bina modeli için Y yönü için %0 çıkma ile %11 çıkma oranlı iki bina modeli sonuçları karşılaştırıldığında görelî kat ötelenmeleri arasındaki fark yaklaşık %769 kadar daha fazla çıkmıştır.

Çizelge 4.10'dan alınan değerler doğrultusunda zemin katı duvarsız bina modeli için Y yönü için %0 çıkma ile %21 çıkma oranlı iki bina modeli sonuçları karşılaştırıldığında görelî kat ötelenmeleri arasındaki fark yaklaşık %769 kadar daha fazla çıkmıştır.

Çizelge 4.10'dan alınan değerler doğrultusunda zemin katı duvarsız bina modeli için Y yönü için %0 çıkma ile %28 çıkma oranlı iki bina modeli sonuçları karşılaştırıldığında görelî kat ötelenmeleri arasındaki fark yaklaşık %769 kadar daha fazla çıkmıştır.

Çizelge 4.10'dan alınan değerler doğrultusunda zemin katı duvarsız bina modeli için Y yönü için %0 çıkma ile %44 çıkma oranlı iki bina modeli sonuçları karşılaştırıldığında görelî kat ötelenmeleri arasındaki fark yaklaşık %923 kadar daha fazla çıkmıştır.

Çizelge 4.9 ve Çizelge 4.10 incelendiği zaman; zemin katında duvar olmayan ve çelik çapraz ile güçlendirme yapılmış olan modellerde kat görelî öteleme açısından güçlendirmenin etkisi gözlemlenmiştir. Güçlendirmenin etkisi % 0 çıkma oranına sahip betonarme model karşısında görelî kat ötelenmesi sınır değerini sağlamıştır. Ancak diğer çıkma oranlarında bu değerlerin sağlamadığı gözlemlenmiştir. Çıkma oranının

artması güçlendirmenin etkisini azalttığı için referans bina ile karşılaştırmalarda görelî kat öteleme artış oranları bir hayli fazla olmuştur.

4.1.2.3. Zemin kat duvarsız ve çelik çapraz ile güçlendirme yapılmayan modellerde yumuşak kat durumu

Zemin katında dolgu duvar bulunmayan ve beş farklı çıkma oranına sahip betonarme modellerde yapılan analiz sonuçlarında 1.katlarda yumuşak kat düzensizliği olduğu daha önce belirtilmişti. Bu sebeple yapılan çelik çapraz ile güçlendirme sonuçları Çizelge 4.11 ve Çizelge 4.12’de belirtilmiştir.

$$\dot{\eta}_{ki} = (\Delta_i^{(X)}/h_i)_{ort}/(\Delta_{i+1}^{(X)}/h_{i+1})_{ort} > 2.0 \quad (4.8)$$

Çizelge 4.11. Zemin katı duvarsız ve çelik çapraz ile güçlendirme yapılmış bina modelleri için X yönü yumuşak kat durumu

KAT NO	RB-NW-0-S2 (m)	B-NW-11-S2 (m)	B-NW-21-S2 (m)	B-NW-28 – S2 (m)	B-NW-44 – S2 (m)
1	0.56	0.71	0.71	0.72	0.74
2	0.80	0.96	0.95	0.96	0.98
3	0.83	0.96	0.96	0.97	0.98
4	0.86	0.96	0.96	0.97	0.99
5	0.88	0.97	0.96	0.98	0.99
6	0.90	0.97	0.97	0.98	1.01
7	0.92	0.97	0.97	0.99	1.02
8	0.93	0.98	0.97	0.99	1.04
9	0.95	0.98	0.98	0.99	1.06
10	0.99	1.01	1.01	1.01	1.07

Çizelge 4.12. Zemin katı duvarsız ve çelik çapraz ile güçlendirme yapılmış bina modelleri için Y yönü yumuşak kat durumu

KAT NO	RB-NW-0 – S2 (m)	B-NW-11 – S2 (m)	B-NW-21 – S2 (m)	B-NW-28 – S2 (m)	B-NW-44 – S2 (m)
1	0.56	0.71	0.71	0.72	0.74
2	0.80	0.96	0.95	0.96	0.98
3	0.83	0.96	0.96	0.97	0.98
4	0.86	0.96	0.96	0.97	0.99
5	0.88	0.97	0.96	0.98	0.99
6	0.90	0.97	0.97	0.98	1.01
7	0.92	0.97	0.97	0.99	1.02
8	0.93	0.98	0.97	0.99	1.04
9	0.95	0.98	0.98	0.99	1.06
10	0.99	1.01	1.01	1.01	1.07

4.1.2.4 Zemin kat duvarsız ve betonarme perde ile güçlendirme yapılan modellerde kat deplasman ve periyot sonuçları

Çizelge 4.13. X yönü zemin kat duvarsız ve betonarme perde ile güçlendirme yapılmış modeller için kat deplasman ve periyot değerleri

KAT NO	RB-NW-0-S1 (m)	B-NW-11 –S1 (m)	B-NW-21 –S1 (m)	B-NW-28 – S1 (m)	B-NW-44 – S1 (m)
1	0,018	0,022	0,023	0,032	0,024
10	0,020	0,029	0,032	0,041	0,042
PERİYOT	1,56	1,66	1,71	1,76	1,87

Çizelge 4.14. Y yönü zemin kat duvarsız ve betonarme perde ile güçlendirme yapılmış modeller için kat deplasman ve periyot değerleri

KAT NO	RB-NW-0-S1 (m)	B-NW-11 –S1 (m)	B-NW-21 –S1 (m)	B-NW-28 – S1 (m)	B-NW-44 – S1 (m)
1	0,020	0,029	0,030	0,024	0,0318
10	0,026	0,037	0,040	0,033	0,041
PERİYOT	1,56	1,66	1,71	1,76	1,87

Çizelge 4.13’de X yönü deplasmanlar verilmiştir. Çizelge 4.14’de ise Y yönü deplasmanlar verilmiştir. Kat deplasmanlarının, çıkma uzunluklarıyla doğru orantılı bir şekilde arttığı görülmektedir.

Çizelge 4.13’de X yönü deplasmanlar için onuncu katta; referans ve %11 çıkma oranlı bina modeli arasında deplasman değeri açısından yaklaşık %22 oranında bir artış meydana gelmiştir.

Çizelge 4.13’de X yönü deplasmanlar için onuncu katta; referans ve %21 çıkma oranlı bina modeli arasında deplasman değeri açısından yaklaşık %28 oranında bir artış meydana gelmiştir.

Çizelge 4.13’de X yönü deplasmanlar için onuncu katta; referans ve %28 çıkma oranlı bina modeli arasında deplasman değeri açısından yaklaşık %44 oranında bir artış meydana gelmiştir.

Çizelge 4.13’de X yönü deplasmanlar için onuncu katta; referans ve %44 çıkma oranlı bina modeli arasında deplasman değeri açısından yaklaşık %48 oranında bir artış meydana gelmiştir.

Çizelge 4.14’de Y yönü deplasmanlar için onuncu katta; referans ve %11 çıkma oranlı bina modeli arasında deplasman değeri açısından yaklaşık %11 oranında bir artış meydana gelmiştir.

Çizelge 4.14’de Y yönü deplasmanlar için onuncu katta; referans ve %21 çıkma oranlı bina modeli arasında deplasman değeri açısından yaklaşık %23 oranında bir artış meydana gelmiştir.

Çizelge 4.14’de Y yönü deplasmanlar için onuncu katta; referans ve %28 çıkma oranlı bina modeli arasında deplasman değeri açısından yaklaşık %27 oranında bir artış meydana gelmiştir.

Çizelge 4.14’de Y yönü deplasmanlar için onuncu katta; referans ve %44 çıkma oranlı bina modeli arasında deplasman değeri açısından yaklaşık %38 oranında bir artış meydana gelmiştir.

4.1.2.5. Zemin kat duvarsız ve çelik çapraz ile güçlendirme yapılan modellerde görelî kat öteleme sonuçları

Zemin katında dolgu duvar bulunmayan ve beş farklı çıkma oranına sahip betonarme modellerin kat görelî ötelemelerinin TBDY 2018’de belirtilen sınır değerleri sağlamadığı gözlemlenmiştir. Bu sebeple kat görelî öteleme açısından betonarme perde ile güçlendirmenin sonuçlara etkisi bu bölümde incelenmiştir.

$$\Delta_i^{(X)} = v_i^{(X)} - v_{i-1}^{(X)} \quad (4.9)$$

$$\delta_i^{(X)} = (R/I) \Delta_i^{(X)} \quad (4.10)$$

$$\lambda \delta_{i\max}^{(X)}/h_i \leq 0.008 \quad (4.11)$$

Çizelge 4.15. Zemin katı duvarsız ve betonarme perde ile güçlendirme yapılmış bina modelleri için X yönü görelî kat ötelemesi değerleri

KAT NO	RB-NW-0-S1 (m)	B-NW-11-S1 (m)	B-NW-21-S1 (m)	B-NW-28-S1 (m)	B-NW-44-S1 (m)
1	0,0050	0,027	0,033	0,036	0,038
2	0,0024	0,0024	0,0029	0,0031	0,0036
3	0,0024	0,0023	0,0024	0,0026	0,0031
4	0,0024	0,0020	0,0023	0,0026	0,0031
5	0,0023	0,0018	0,0022	0,0024	0,0029
6	0,0022	0,0018	0,0021	0,0023	0,0028
7	0,0020	0,0017	0,0020	0,0021	0,0026
8	0,0018	0,0014	0,0018	0,0019	0,0024
9	0,0015	0,0013	0,0016	0,0017	0,0022
10	0,00028	0,0010	0,0014	0,0015	0,0020

Çizelge 4.16. Zemin katı duvarsız ve betonarme perde ile güçlendirme yapılmış bina modelleri için Y yönü göreli kat ötelemesi değerleri

KAT NO	RB-NW-0-S1 (m)	B-NW-11-S1 (m)	B-NW-21-S1 (m)	B-NW-28-S1 (m)	B-NW-44-S1 (m)
1	0,0052	0,054	0,055	0,055	0,057
2	0,0027	0,0029	0,003	0,0035	0,0045
3	0,0026	0,0028	0,0028	0,0029	0,0044
4	0,0026	0,0027	0,0027	0,0029	0,0042
5	0,0026	0,0025	0,0026	0,0027	0,0032
6	0,0025	0,0021	0,0024	0,0025	0,0031
7	0,0023	0,0019	0,0022	0,0023	0,0029
8	0,0020	0,0017	0,0020	0,0021	0,0026
9	0,0017	0,0014	0,0017	0,0019	0,0024
10	0,0012	0,0012	0,0015	0,0016	0,0021

Çizelge 4.15’den alınan değerler doğrultusunda zemin katı duvarsız bina modeli için X yönü için %0 çıkma ile %11 çıkma oranlı iki bina modeli sonuçları karşılaştırıldığında görelî kat ötelenmeleri arasındaki fark yaklaşık %540 kadar daha fazla çıkmıştır.

Çizelge 4.15’den alınan değerler doğrultusunda zemin katı duvarsız bina modeli için X yönü için %0 çıkma ile %21 çıkma oranlı iki bina modeli sonuçları karşılaştırıldığında görelî kat ötelenmeleri arasındaki fark yaklaşık %660 kadar daha fazla çıkmıştır.

Çizelge 4.15’den alınan değerler doğrultusunda zemin katı duvarsız bina modeli için X yönü için %0 çıkma ile %28 çıkma oranlı iki bina modeli sonuçları karşılaştırıldığında görelî kat ötelenmeleri arasındaki fark yaklaşık %720 kadar daha fazla çıkmıştır.

Çizelge 4.15’den alınan değerler doğrultusunda zemin katı duvarsız bina modeli için X yönü için %0 çıkma ile %44 çıkma oranlı iki bina modeli sonuçları karşılaştırıldığında görelî kat ötelenmeleri arasındaki fark yaklaşık %740 kadar daha fazla çıkmıştır.

Çizelge 4.16’dan alınan değerler doğrultusunda zemin katı duvarsız bina modeli için Y yönü için %0 çıkma ile %11 çıkma oranlı iki bina modeli sonuçları karşılaştırıldığında görelî kat ötelenmeleri arasındaki fark yaklaşık %1000 kadar daha fazla çıkmıştır.

Çizelge 4.16’dan alınan değerler doğrultusunda zemin katı duvarsız bina modeli için Y yönü için %0 çıkma ile %21 çıkma oranlı iki bina modeli sonuçları

karşılaştırıldığında görelî kat ötelenmeleri arasındaki fark yaklaşık %1050 kadar daha fazla çıkmıştır.

Çizelge 4.16'dan alınan değerler doğrultusunda zemin katı duvarsız bina modeli için Y yönü için %0 çıkma ile %28 çıkma oranlı iki bina modeli sonuçları karşılaştırıldığında görelî kat ötelenmeleri arasındaki fark yaklaşık %1080 kadar daha fazla çıkmıştır.

Çizelge 4.16'dan alınan değerler doğrultusunda zemin katı duvarsız bina modeli için Y yönü için %0 çıkma ile %44 çıkma oranlı iki bina modeli sonuçları karşılaştırıldığında görelî kat ötelenmeleri arasındaki fark yaklaşık %1097 kadar daha fazla çıkmıştır.

4.1.2.3. Zemin kat duvarsız ve betonarme perde ile güçlendirme yapılan modellerde yumuşak kat durumu

Zemin katında dolgu duvar bulunmayan ve beş farklı çıkma oranına sahip betonarme modellerde yapılan analiz sonuçlarında 1.katlarda yumuşak kat düzensizliği olduğu daha önce belirtilmişti. Bu sebeple yapılan betonarme perde ile güçlendirme sonuçları Çizelge 4.17 ve Çizelge 4.18'de belirtilmiştir.

Çizelge 4.17. Zemin katı duvarsız ve betonarme perde ile güçlendirme yapılmış bina modelleri için X yönü yumuşak kat durumu

KAT NO	RB-NW-0-S2 (m)	B-NW-11-S2 (m)	B-NW-21-S2 (m)	B-NW-28-S2 (m)	B-NW-44-S2 (m)
1	0.52	0.68	0.71	0.72	0.73
2	0.79	0.80	0.81	0.82	0.84
3	0.80	0.81	0.81	0.83	0.86
4	0.81	0.82	0.82	0.84	0.87
5	0.82	0.82	0.82	0.84	0.88
6	0.82	0.82	0.82	0.85	0.89
7	0.84	0.85	0.86	0.87	0.91
8	0.85	0.86	0.86	0.88	0.97
9	0.85	0.86	0.86	0.88	1.01
10	0.87	0.78	0.98	0.90	1.02

Çizelge 4.18. Zemin katı duvarsız ve betonarme perde ile güçlendirme yapılmış bina modelleri için Y yönü yumuşak kat durumu

KAT NO	RB-NW-0 – S2 (m)	B-NW-11 –S2 (m)	B-NW-21 –S2 (m)	B-NW-28 –S2 (m)	B-NW-44 – S2 (m)
1	0.50	0.64	0.70	0.71	0.72
2	0.78	0.80	0.81	0.82	0.84
3	0.79	0.81	0.81	0.83	0.86
4	0.80	0.82	0.82	0.84	0.87
5	0.81	0.82	0.82	0.84	0.88
6	0.81	0.82	0.82	0.85	0.89
7	0.81	0.85	0.86	0.87	0.91
8	0.82	0.86	0.86	0.88	0.97
9	0.83	0.86	0.86	0.88	1.01
10	0.84	0.78	0.98	0.90	1.02

4.1.3. Zemin kat duvarlı bina modellerinde doğrusal analiz sonuçları

Zemin katında duvar bulunan ve beş farklı çıkma oranına sahip betonarme binanın analizleri sonucunda; deplasman değerleri, görelî kat ötelenmesi, periyotları ve yumuşak kat durumları incelenmiştir.

4.1.3.1 Zemin katı duvarlı bina modelleri için kat deplasman ve periyot sonuçları

Zemin katında duvar bulunan modellerde kat deplasman değerleri için 1.kat ve 10. kat değerlerine bakılmıştır. Ayrıca çıkma oranlarına göre periyotlar da karşılaştırılmıştır.

Çizelge 4.19 X yönü zemin katı duvarlı modeller için kat deplasman ve periyot değerleri

KAT NO	RB-W-0 (m)	B-W-11 (m)	B-W-21 (m)	B-W-28 (m)	B-W-44 (m)
1	0,0017	0,00172	0,00174	0,00175	0,00176
10	0,0124	0,0134	0,014	0,0146	0,0158
PERİYOT	0,58	0,64	0,7	0,71	0,79

Çizelge 4.20. Y yönü zemin katı duvarlı modeller için kat deplasman ve periyot değerleri

KAT NO	RB-W-0 (m)	B-W-11 (m)	B-W-21 (m)	B-W-28 (m)	B-W-44 (m)
1	0,0014	0,00143	0,0015	0,00153	0,00156
10	0,01	0,0115	0,0124	0,0128	0,014
PERİYOT	0,58	0,64	0,7	0,71	0,79

Çizelge 4.19’da X yönü zemin katı duvarlı bir şekilde modellenen binalar için deplasmanlar verilmiştir. Çizelge 4.20’de ise Y yönü zemin katı duvarlı bir şekilde modellenen binalar için deplasmanlar verilmiştir. Kat deplasmanlarının, çıkma uzunluklarıyla doğru orantılı bir şekilde arttığı görülmektedir.

Çizelge 4.19’da X yönü deplasmanlar için onuncu katta; referans ve %11 çıkma oranlı bina modeli arasında deplasman değeri açısından yaklaşık %8 oranında bir artış meydana gelmiştir.

Çizelge 4.19’da X yönü deplasmanlar için onuncu katta; referans ve %21 çıkma oranlı bina modeli arasında deplasman değeri açısından yaklaşık %13 oranında bir artış meydana gelmiştir.

Çizelge 4.19’da X yönü deplasmanlar için onuncu katta; referans ve %28 çıkma oranlı bina modeli arasında deplasman değeri açısından yaklaşık %18 oranında bir artış meydana gelmiştir.

Çizelge 4.19’da X yönü deplasmanlar için onuncu katta; referans ve %44 çıkma oranlı bina modeli arasında deplasman değeri açısından yaklaşık %28 oranında bir artış meydana gelmiştir.

Çizelge 4.20’de Y yönü deplasmanlar için onuncu katta; referans ve %11 çıkma oranlı bina modeli arasında deplasman değeri açısından yaklaşık %15 oranında bir artış meydana gelmiştir.

Çizelge 4.20’de Y yönü deplasmanlar için onuncu katta; referans ve %21 çıkma oranlı bina modeli arasında deplasman değeri açısından yaklaşık %24 oranında bir artış meydana gelmiştir.

Çizelge 4.20’de Y yönü deplasmanlar için onuncu katta; referans ve %28 çıkma oranlı bina modeli arasında deplasman değeri açısından yaklaşık %28 oranında bir artış meydana gelmiştir.

Çizelge 4.20’de Y yönü deplasmanlar için onuncu katta; referans ve %44 çıkma oranlı bina modeli arasında deplasman değeri açısından yaklaşık %40 oranında bir artış meydana gelmiştir.

Modellenmiş olan binaların periyot değerleri çıkma uzunluğuyla orantılı artmıştır. Modellenen binaların kütlesi arttıkça artan periyotlar (1) bağıntısıyla açıklanabilir.

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{m}{k}} \quad (4.12)$$

4.1.3.2. Zemin kat duvarsız ve çelik çapraz ile güçlendirme yapılan modellerde görelî kat öteleme sonuçları

Maksimum görelî kat ötelemeleri binalar için sınırlandırılan temel parametrelerden biridir. Çizelge 4.21 ve Çizelge 4.22’de görüldüğü gibi depremlî durumlarda görelî kat ötelemeleri hesaplanmıştır. Görelî kat ötelemesi kontrolü için formül aşağıda belirtilmiştir (TBDY,2018). Türk Bina Deprem Yönetmeliği 2018’de (TBDY 2018) kısıtlandığı üzere iki farklı durum vardır. Bunlardan ilki binanın herhangi bir esnek derz veya bağlantısı olmaksızın, tamamen bitişik olma durumudur. Diğer ise binanın esnek bağlantılar ile bağlanması durumudur. Bu hesapları yaparken bu durumlardan birincisi olan esnek bağlantıların olmaması durumu göze alınmıştır.

$$\Delta_i^{(X)} = v_i^{(x)} - v_{i-1}^{(x)} \quad (4.13)$$

$$\delta_i^{(X)} = (R/I) \Delta_i^{(X)} \quad (4.14)$$

$$\lambda \delta_{i\max}^{(X)}/h_i \leq 0.008 \quad (4.15)$$

4.1.3.3. Zemin katı duvarlı bina modelleri için görelî kat ötelemeleri

Çizelge 3.20 ve Çizelge 3.21’de görülebileceği gibi zemin katları duvarla çevrilmîş binalarda görelî kat ötelemesine rastlanmamıştır. Bu binalar görelî kat ötelemesi bakımından, zemin katları duvarlarla çevrilmemiş binalara göre çok daha olumlu sonuçlar vermiştir. Duvarların, kat ötelenmesini açıkça azalttığı görülmektedir.

Çizelge 4.21. Zemin katı duvarlı bina modelleri için X yönü görelî kat ötelemesi değerleri

KAT NO	RB-W-0	B-W-11	B-W-21	B-W-28	B-W-44
1	0,001436	0,0014424	0,0014032	0,0014	0,0013648
2	0,00155608	0,00176066	0,001855	0,0019186	0,002032
3	0,0015582	0,00170872	0,00180306	0,00186878	0,0019917
4	0,00153488	0,00165148	0,00173946	0,00179988	0,0019228
5	0,00147022	0,00156774	0,0016536	0,00170766	0,0018349
6	0,00136846	0,0014575	0,00154442	0,00159424	0,0017267
7	0,00123384	0,00131864	0,00140874	0,0014575	0,0015974
8	0,00106424	0,00115328	0,00125186	0,00129956	0,0014511
9	0,0008639	0,00096036	0,00106848	0,00111936	0,0012858
10	0,0006413	0,00075048	0,00087344	0,00092856	0,0011098

Çizelge 4.22. Zemin katı duvarlı bina modelleri için Y yönü görel kat ötelemesi değerleri

KAT NO	RB-W-0	B-W-11	B-W-21	B-W-28	B-W-44
1	0,0011688	0,0011456	0,001092	0,0010792	0,0010192
2	0,00128366	0,00149778	0,00161756	0,00167162	0,0017999
3	0,00129744	0,0014575	0,00157198	0,00163452	0,0017713
4	0,00128896	0,0014151	0,0015264	0,00157834	0,0017161
5	0,00124444	0,0013515	0,00145856	0,00150626	0,0016462
6	0,00116812	0,0012667	0,00137164	0,0014151	0,0015582
7	0,00106318	0,00115646	0,00126458	0,00130592	0,0014564
8	0,00092962	0,00102396	0,00113738	0,00117872	0,0013377
9	0,00076956	0,00087026	0,00099004	0,00103456	0,0012063
10	0,00058936	0,00070172	0,00083104	0,00088192	0,0010664

4.1.3.4. Zemin kat duvarlı bina modelleri için yumuşak kat durumu

Bir binada komşu katlar arasındaki rijitlik düzensizliğine yumuşak kat düzensizliği adı verilir. Türk Bina Deprem Yönetmeliği 2018'e (TBDY 2018) göre B2 düzensizliği olarak adlandırılır.

Yumuşak kat düzensizliği katlar arası rijitlik farkından oluştuğu için aşağıdaki çizelgelerden de görüleceği üzere bu düzensizliğe birinci katlarda rastlanmaktadır. Bunun temel sebeplerinden biri zemin katın duvar gibi rijitliği artıracak ve kat ötelemelerini azaltacak yapı elemanına sahip olmaması örnek gösterilebilir.

Yumuşak kat düzensizliği TBDY 2018'de düzensizlikler içerisinde bulunan B2 düzensizliği olarak adlandırılmaktadır. Aşağıdaki formüller yumuşak kat düzensizliğine aittir. Bu hesaplamalar sonucu Çizelge 4.23 ve Çizelge 4.24'de görülebileceği üzere yumuşak kat açısından birinci katlar bu düzensizliğe sahiptir.

$$\dot{\eta}_{ki} = (\Delta_i^{(X)}/h_i)_{ort}/(\Delta_{i+1}^{(X)}/h_{i+1})_{ort} > 2.0 \quad (4.16)$$

Çizelge 4.23. Zemin katı duvarlı bina modelleri için X yönü yumuşak kat durumu

KAT NO	RB-W-0	B-W-11	B-W-21	B-W-28	B-W-44
1	0,692123798	0,61442868	0,567331536	0,547274054	0,503735199
2	0,998639456	1,030397022	1,028806584	1,026659104	1,020223523
3	1,01519337	1,03465982	1,036563071	1,03828033	1,035832415
4	1,043979813	1,053414469	1,051923077	1,054003724	1,047949162
5	1,07436096	1,075636364	1,070693205	1,071143617	1,062615101
6	1,109106529	1,105305466	1,096313017	1,093818182	1,080955541
7	1,15936255	1,143382353	1,125317528	1,121533442	1,100803506
8	1,23190184	1,200883002	1,171626984	1,160984848	1,12860676
9	1,347107438	1,279661017	1,223300971	1,205479452	1,158548233
10	0,742331288	0,781456954	0,817460317	0,829545455	0,863149217

Çizelge 4.24. Zemin katı duvarlı bina modelleri için Y yönü yumuşak kat durumu

KAT NO	RB-W-0	B-W-11	B-W-21	B-W-28	B-W-44
1	0,682891108	0,573649001	0,506318158	0,484200955	0,42469498
2	0,989379085	1,027636364	1,02899528	1,022697795	1,016157989
3	1,006578947	1,029962547	1,029861111	1,035594359	1,032118592
4	1,035775128	1,047058824	1,046511628	1,047853624	1,04249839
5	1,065335753	1,066945607	1,063369397	1,064419476	1,056462585
6	1,098703888	1,09532539	1,08466052	1,083603896	1,069868996
7	1,143671608	1,129399586	1,111835974	1,107913669	1,088748019
8	1,207988981	1,176613886	1,14882227	1,139344262	1,108963093
9	1,305755396	1,240181269	1,191326531	1,173076923	1,131212724
10	0,76584022	0,806333739	0,839400428	0,852459016	0,88400703

4.1.4. Zemin kat optimum duvarlı bina modellerinde doğrusal analiz sonuçları

Zemin katında optimum duvar bulunan ve beş farklı çıkma oranına sahip betonarme binanın analizleri sonucunda; deplasman değerleri, görelî kat ötelenmesi, periyotları ve yumuşak kat durumları incelenmiştir.

4.1.4.1 Zemin katı optimum duvarlı bina modelleri için kat deplasman ve periyot sonuçları

Çizelge 4.25 X yönü zemin katı optimum duvarlı modeller için kat deplasman ve periyot değerleri

KAT NO	RB-OW-0 (m)	B-OW-11 (m)	B-OW-21 (m)	B-OW-28 (m)	B-OW-44 (m)
1	0,020	0,022	0,025	0,028	0,030
10	0,018	0,025	0,026	0,029	0,032
PERİYOT	0,58	0,64	0,7	0,71	0,79

Çizelge 4.26. Y yönü zemin katı duvarlı modeller için kat deplasman ve periyot değerleri

KAT NO	RB-OW-0 (m)	B-OW-11 (m)	B-OW-21 (m)	B-OW-28 (m)	B-OW-44 (m)
1	0,021	0,023	0,015	0,020	0,024
10	0,019	0,025	0,027	0,029	0,030
PERİYOT	0,58	0,64	0,7	0,71	0,79

Çizelge 4.25’de X yönü zemin katı duvarlı bir şekilde modellenen binalar için deplasmanlar verilmiştir. Çizelge 4.26’da ise Y yönü zemin katı duvarlı bir şekilde modellenen binalar için deplasmanlar verilmiştir. Kat deplasmanlarının, çıkma uzunluklarıyla doğru orantılı bir şekilde arttığı görülmektedir.

Çizelge 4.25’de X yönü deplasmanlar için onuncu katta; referans ve %11 çıkma oranlı bina modeli arasında deplasman değeri açısından yaklaşık %38 oranında bir artış meydana gelmiştir.

Çizelge 4.25’de X yönü deplasmanlar için onuncu katta; referans ve %21 çıkma oranlı bina modeli arasında deplasman değeri açısından yaklaşık %41 oranında bir artış meydana gelmiştir.

Çizelge 4.25’de X yönü deplasmanlar için onuncu katta; referans ve %28 çıkma oranlı bina modeli arasında deplasman değeri açısından yaklaşık %48 oranında bir artış meydana gelmiştir.

Çizelge 4.25’de X yönü deplasmanlar için onuncu katta; referans ve %44 çıkma oranlı bina modeli arasında deplasman değeri açısından yaklaşık %51 oranında bir artış meydana gelmiştir.

Çizelge 4.26’da Y yönü deplasmanlar için onuncu katta; referans ve %11 çıkma oranlı bina modeli arasında deplasman değeri açısından yaklaşık %31 oranında bir artış meydana gelmiştir.

Çizelge 4.26’da Y yönü deplasmanlar için onuncu katta; referans ve %21 çıkma oranlı bina modeli arasında deplasman değeri açısından yaklaşık %42 oranında bir artış meydana gelmiştir.

Çizelge 4.26’da Y yönü deplasmanlar için onuncu katta; referans ve %28 çıkma oranlı bina modeli arasında deplasman değeri açısından yaklaşık %52 oranında bir artış meydana gelmiştir.

Çizelge 4.26’da Y yönü deplasmanlar için onuncu katta; referans ve %44 çıkma oranlı bina modeli arasında deplasman değeri açısından yaklaşık %57 oranında bir artış meydana gelmiştir.

4.1.4.2. Zemin kat optimum duvarlı bina modelleri için yumuşak kat durumu

Türk Bina Deprem Yönetmeliği 2018 (TBDY 2018) yumuşak kat düzensizliğini, 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 bölünmesiyle tanımlamıştır(TBDY 2018).

Bu oranın 2’den fazla olması durumunda görelî kat ötelemesi hesabı $\pm\%5$ ek dış merkezlik etkileri göz önüne alınmalıdır.

Çizelge 4.27, 4.28, 4.29, 4.30 ve 4.31’de görüldüğü üzere zemin katın akslarının tamamının duvarlı olması ve zemin katın duvarsız olması durumunda çok büyük farklar oluşmuştur. Bu değerlerin 2’den çok büyük veya 2’den çok düşük olduğu için ideal bir duvar sayısının araştırılması gerekmektedir. Bu gerekçe doğrultusunda beş farklı çıkma uzunluğuna sahip olarak modellenen binalar, farklı duvar sayılarıyla lineer olmayan bir analiz programında (SAP2000 V20) analizleri yapılmıştır. Bu analizler sonucunda Çizelge 4.27, Çizelge 4.28, Çizelge 4.29, Çizelge 4.30 ve Çizelge 4.31’de ideal duvar sayıları belirlenmiştir.

Çizelge 4.27. %0 çıkma oranlı bina modeli için zemin kat ideal duvar sayısı

%0 ÇIKMA ORANI	DUVAR UZUNLUĞU (m)	DUVAR YÜKSEKLİĞİ (m)	DUVAR ADETİ	YUMUŞAK KAT DÜZENSİZLİĞİ DURUMU
ZEMİN KAT TAMAMI DUVARLI	6	4	60	0,69
ZEMİN KAT DUVARSIZ	6	4	0	13,77
EN İDEAL DUVARLI DURUM	6	4	17	1,83

Çizelge 4.28. %11 çıkma oranlı bina modeli için zemin kat ideal duvar sayısı

%11 ÇIKMA ORANI	DUVAR UZUNLUĞU (m)	DUVAR YÜKSEKLİĞİ (m)	DUVAR ADETİ	YUMUŞAK KAT DÜZENSİZLİĞİ DURUMU
ZEMİN KAT TAMAMI DUVARLI	6	4	60	0,61
ZEMİN KAT DUVARSIZ	6	4	0	12,677
EN İDEAL DUVARLI DURUM	6	4	16	1,78

Çizelge 4.29. %21 çıkma oranlı bina modeli için zemin kat ideal duvar sayısı

%21 ÇIKMA ORANI	DUVAR UZUNLUĞU (m)	DUVAR YÜKSEKLİĞİ (m)	DUVAR ADETİ	YUMUŞAK KAT DÜZENSİZLİĞİ DURUMU
ZEMİN KAT TAMAMI DUVARLI	6	4	60	0,567
ZEMİN KAT DUVARSIZ	6	4	0	11,9
EN İDEAL DUVARLI DURUM	6	4	12	1,97

Çizelge 4.30. %28 çıkma oranlı bina modeli için zemin kat ideal duvar sayısı

%28 ÇIKMA ORANI	DUVAR UZUNLUĞU (m)	DUVAR YÜKSEKLİĞİ (m)	DUVAR ADETİ	YUMUŞAK KAT DÜZENSİZLİĞİ DURUMU
ZEMİN KAT TAMAMI DUVARLI	6	4	60	0,547
ZEMİN KAT DUVARSIZ	6	4	0	11,813
EN İDEAL DUVARLI DURUM	6	4	11	1,98

Çizelge 4.31. %44 çıkma oranlı bina modeli için zemin kat ideal duvar sayısı

%44 ÇIKMA ORANI	DUVAR UZUNLUĞU (m)	DUVAR YÜKSEKLİĞİ (m)	DUVAR ADETİ	YUMUŞAK KAT DÜZENSİZLİĞİ DURUMU
ZEMİN KAT TAMAMI DUVARLI	6	4	60	0,503
ZEMİN KAT DUVARSIZ	6	4	0	11,16
EN İDEAL DUVARLI DURUM	6	4	10	1,958

4.2. Zaman Tanım Alanında Analiz Sonuçları

Zemin kat duvarsız, zemin katında duvar bulunan ve zemin katında optimum duvar bulunan beş farklı çıkma oranına sahip betonarme bina modelleri Zaman Tanım Alanında Analiz uygulanmıştır. Bu analiz sonucunda taban kesme kuvveti, gerilme dağılımı ve deformasyon grafikleri elde edilmiş ve yorumlanmıştır.

Zaman Tanım Alanında Analiz ayrıca zemin katında duvar bulunmayan bina modellerine iki ayrı güçlendirme metodu uygulanarak aynı sonuçların değerlendirilmesi yapılmıştır.

4.2.1. Zemin kat duvarsız ve güçlendirme yapılmayan bina modellerinde Zaman Tanım Alanında analiz sonuçları

Zemin katında duvar bulunmayan ve beş farklı çıkma oranına sahip betonarme bina modellerine Zaman Tanım Alanında analiz uygulanmıştır. Çizelge 4.32, Çizelge 4.33, Çizelge 4.34, Çizelge 4.35 ve Çizelge 4.36'da taban kesme kuvvetleri üç farklı yönde elde edilmiştir.

Çizelge 4.32. RB-NW-0 modeline ait taban kesme kuvvetleri

YÜKLEME	YÖN	TONF(X)	TONF(Y)
İzmir Bayraklı Deprem	D-B	1032.7	0
İzmir Bayraklı Deprem	K-G	0	749.7
İzmir Bayraklı Deprem	D	749.7	749.7

Çizelge 4.33. RB-NW-11 modeline ait taban kesme kuvvetleri

YÜKLEME	YÖN	TONF(X)	TONF(Y)
İzmir Bayraklı Deprem	D-B	1156.8	0
İzmir Bayraklı Deprem	K-G	0	858.7
İzmir Bayraklı Deprem	D	972.6	972.6

Çizelge 4.34 RB-NW-21 modeline ait taban kesme kuvvetleri

YÜKLEME	YÖN	TONF(X)	TONF(Y)
İzmir Bayraklı Deprem	D-B	1215,56	0
İzmir Bayraklı Deprem	K-G	0	-987,56
İzmir Bayraklı Deprem	D	1094.5	1094.5

Çizelge 4.35 RB-NW-28 modeline ait taban kesme kuvvetleri

YÜKLEME	YÖN	TONF(X)	TONF(Y)
İzmir Bayraklı Deprem	D-B	1352.4	0
İzmir Bayraklı Deprem	K-G	0	1145,5
İzmir Bayraklı Deprem	D	1294.5	1294.5

Çizelge 4.36. RB-NW-44 modeline ait taban kesme kuvvetleri

YÜKLEME	YÖN	TONF(X)	TONF(Y)
İzmir Bayraklı Deprem	D-B	1412.3	0
İzmir Bayraklı Deprem	K-G	0	1214,7
İzmir Bayraklı Deprem	D	1332.7	1332.7

Çizelge 4.32, Çizelge 4.33, Çizelge 4.34, Çizelge 4.35 ve Çizelge 4.36’de görüldüğü üzere depremlili yüklemelerde çıkma uzunlukları arttıkça taban kesme kuvvetleri artmıştır. Bu durum deprem bölgelerinde inşa edilmiş binalar için çok önemli olup, çıkmalı binalardaki taban kesme kuvveti incelenmelidir.

Çizelge 4.32 ve Çizelge 4.36’dan alınan sonuçlar doğrultusunda %0 ile %44 çıkma oranlı zemin katı duvarsız olarak modellenen bina modelleri arasında yaklaşık 380 ton taban kesme kuvveti farkı olup, çıkmaların uzunluğundan dolayı meydana gelen sehimler düşünüldüğünde bu değer bir bina için son derece önemlidir.

Çizelge 4.32 ve Çizelge 4.33’den alınan sonuçlar doğrultusunda %0 ile %11 çıkma oranlı zemin katı duvarsız olarak modellenen bina modelleri arasında 124 ton taban kesme kuvveti farkı olup bu değer normal çıkmasız binaya gelen kesme kuvvetinin %12’si kadar fazladır.

Çizelge 4.32 ve Çizelge 4.34’den alınan sonuçlar doğrultusunda %0 ile %21 çıkma oranlı zemin katı duvarsız olarak modellenen bina modelleri arasında 183 ton taban kesme kuvveti farkı olup bu değer normal çıkmasız binaya gelen kesme kuvvetinin %17’si kadar fazladır.

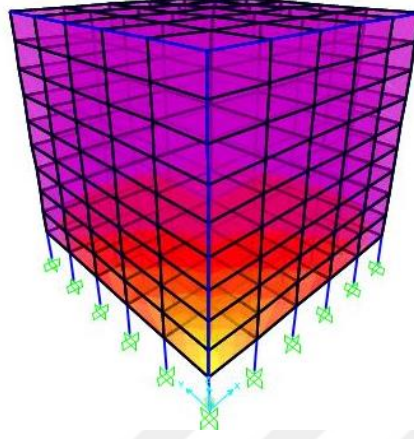
Çizelge 4.32 ve Çizelge 4.35’den alınan sonuçlar doğrultusunda %0 ile %28 çıkma oranlı zemin katı duvarsız olarak modellenen bina modelleri arasında 320 ton taban kesme kuvveti farkı olup bu değer normal çıkmasız binaya gelen kesme kuvvetinin %31’i kadar fazladır.

Çizelge 4.32 ve Çizelge 3.36’dan alınan sonuçlar doğrultusunda %0 ile %44 çıkma oranlı zemin katı duvarsız olarak modellenen bina modelleri arasındaki 380 ton taban kesme kuvveti farkı normal çıkmasız binaya gelen kesme kuvvetinin %36’sı kadar fazladır.

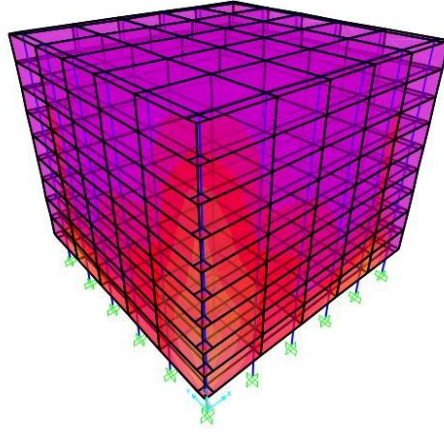
Çizelge 4.32, Çizelge 4.33, Çizelge 4.34, Çizelge 4.35 ve Çizelge 4.36’da binaya etki eden düşey deprem hesabında diğer hesaplamalara göre, çıkma oranı arttıkça deprem kuvvetinin arttığı gözlemlenmiştir. Ülkemizde bulunan binalarda çıkma oranlarının fazla olması düşey deprem kuvveti doğrultusu boyunca ciddi hasarlara yol açabileceği yukarıdaki çizelgelerde gösterilmiştir.

Şekil 4.1, Şekil 4.2, Şekil 4.3, Şekil 4.4 ve Şekil 4.5’de sırasıyla; RB-NW-0, B-NW-11, B-NW-21, B-NW-28 ve B-NW-44 olan binanın gerilme dağılımları gösterilmiştir. Düşey deprem etkisi sebebiyle depremlerde meydana gelen hasarlar incelendiğinde çıkma bölgelerinde hasarların meydana geldiği gözlemlenmektedir. SAP

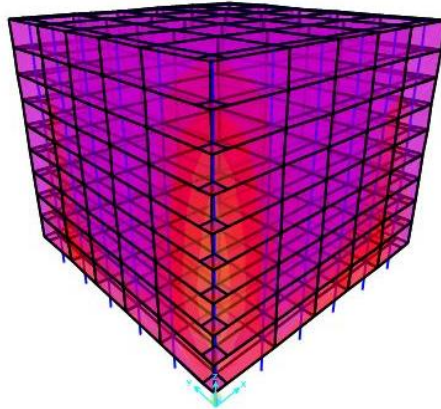
2000 programında modellenen binalardaki gerilme dağılımları incelendiğinde aynı bölgelerde gerilmenin yoğunlaştığı gözlemlenmiştir.



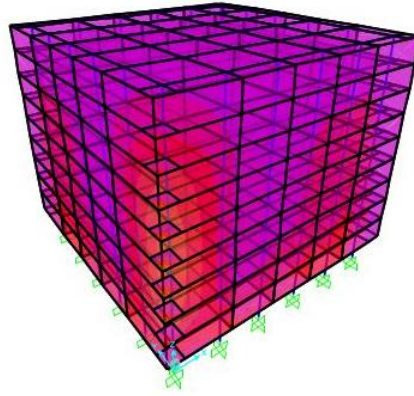
Şekil 4.1. RB-NW-0 modeline ait gerilme dağılımı



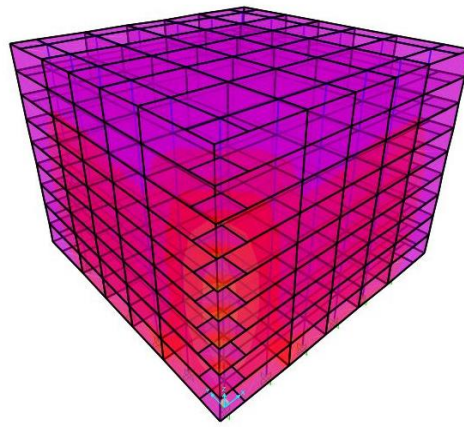
Şekil 4.2. B-NW-11 modeline ait gerilme dağılımı



Şekil 4.3. B-NW-21 modeline ait gerilme dağılımı

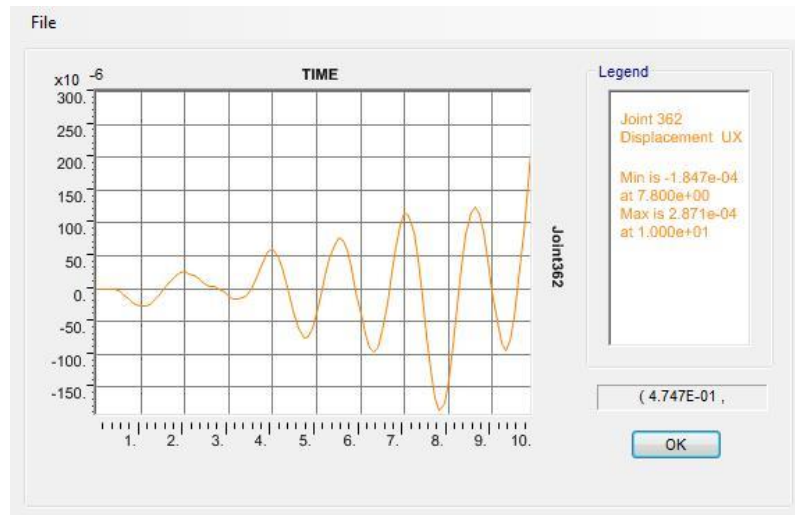


Şekil 4.4. B-NW-28 modeline ait gerilme dağılımı

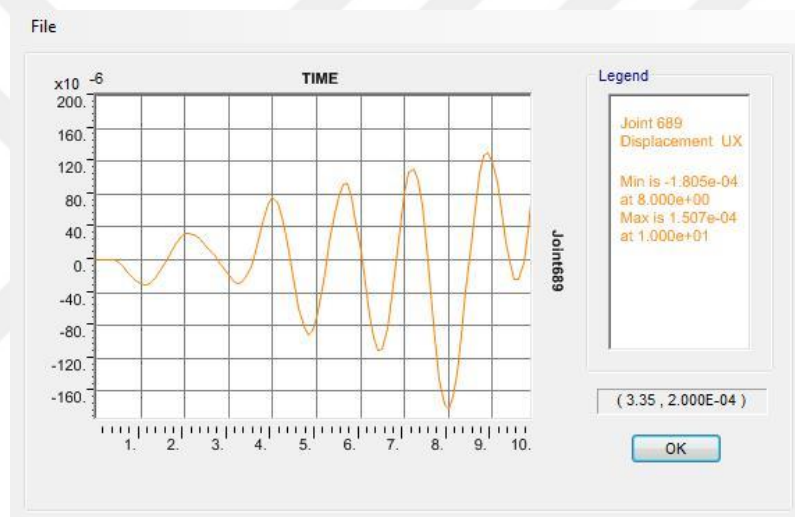


Şekil 4.5. B-NW-44 modeline ait gerilme dağılımı

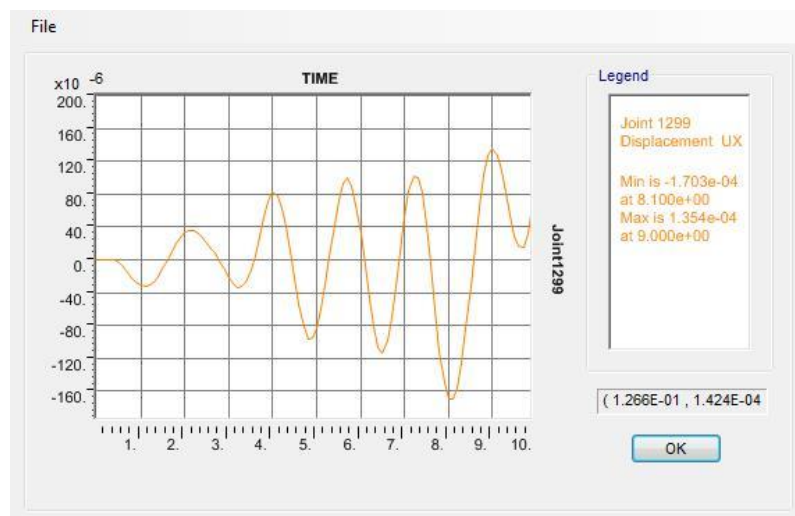
Zaman – tanım analizi sonucunda binaları oluşturan noktaların zamanla yer değiştirmelerinin değişimi arasında kıyaslamaların yapılması binalardaki çıkma oranlarının etkisini araştırmak için çok önemlidir. Üç ayrı deprem ivme kaydı olduğu için bu üç deprem kaydının grafikleri de ayrı ayrı verilmiştir. Bu sebeple şekil 4.6, şekil 4.7, şekil 4.8, şekil 4.9 ve şekil 4.10 ‘da sırasıyla RB-NW-0, B-NW-11, B-NW-21, B-NW-28 ve B-NW-44’ün zaman tanım alanında en uç noktalarında oluşan deformasyonun zamanla değişimi D-B yönü olarak tanımlanan doğu –batı yönü deprem ivme değerleri için verilmiştir. Çıkma noktalarının en uç noktaları depremin çıkma üzerindeki etkisini anlayabilmek için seçilmiştir.



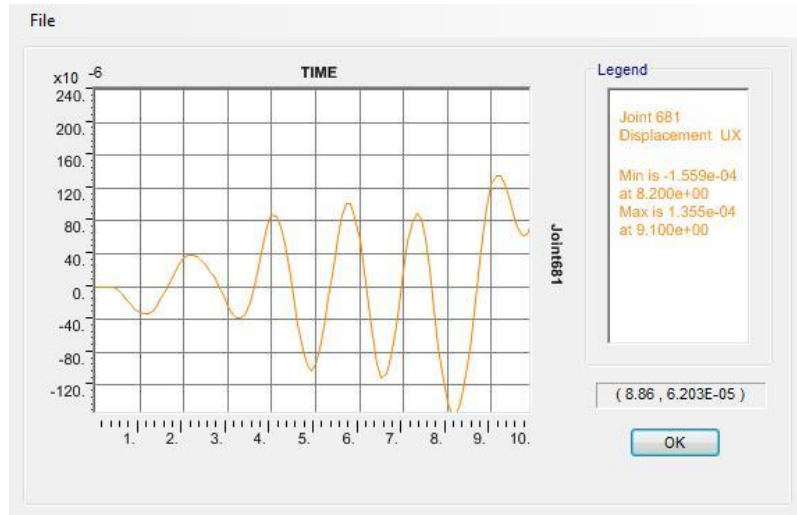
Şekil 4.6. RB-NW-0 zaman-tanım alanında deformasyon grafikleri



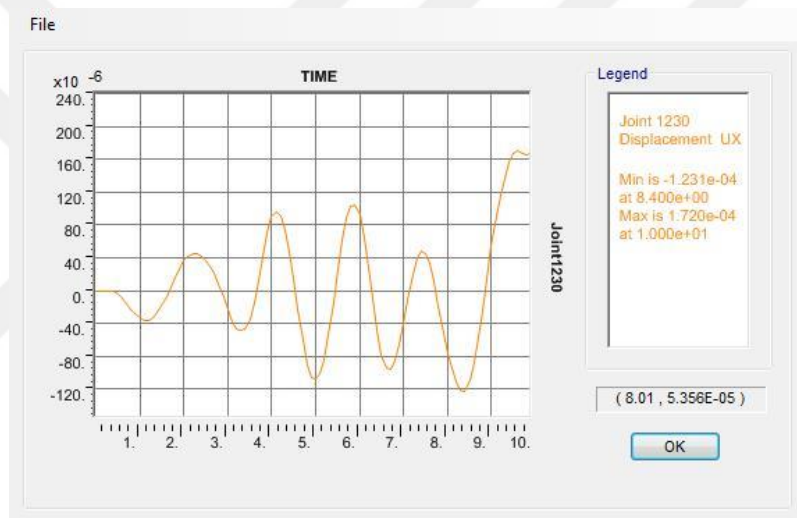
Şekil 4.7. B-NW-11 zaman-tanım alanında deformasyon grafikleri



Şekil 4.8. B-NW-21 zaman-tanım alanında deformasyon grafikleri



Şekil 4.9. B-NW-28 zaman-tanım alanında deformasyon grafikleri



Şekil 4.10. B-NW-44 zaman-tanım alanında deformasyon grafikleri

Yukarıda verilen grafiklerden de görüldüğü üzere çıkma oranının artması zaman- tanım aralığında oluşan deformasyonların daha da fazla olmasına sebep olmaktadır. Deformasyonların artması betonarme binaların daha fazla çatlakların oluşmasına hatta binalarda göçme bölgelerinin artmasına sebep olabilmektedir.

Betonarme binalarda bulunan çıkma oranlarının artışı deprem kuvvetlerinin artmasına ve oluşturulan betonarme taşıyıcı elemanların boyutlarının artmasına sebep olmaktadır. Mimarlar veya yapım işlevini yürüten firmalar tarafından alan kazanılması amacıyla yapılan çıkmalı binalar aslında statik açıdan uyumsuz olduğu ve çok da ekonomik olmadığı görülmektedir.

Ülkemizin deprem kuşakları içerisinde olduğu bilindiği üzere böyle riskli durumlardan kaçınılması gerekmektedir. İzmir’de 2020 yılında yaşanan depremde meydana gelen can kayıplarının birçoğu bu şekilde inşa edilmiş binalarda oluşmuştur. Ayakta kalan ancak artık kullanılamayacak durumda olan binaların büyük bir kısmında da çıkma oranının fazla olduğu ve zemin katlarda duvarların bulunmadığı görülmüştür.

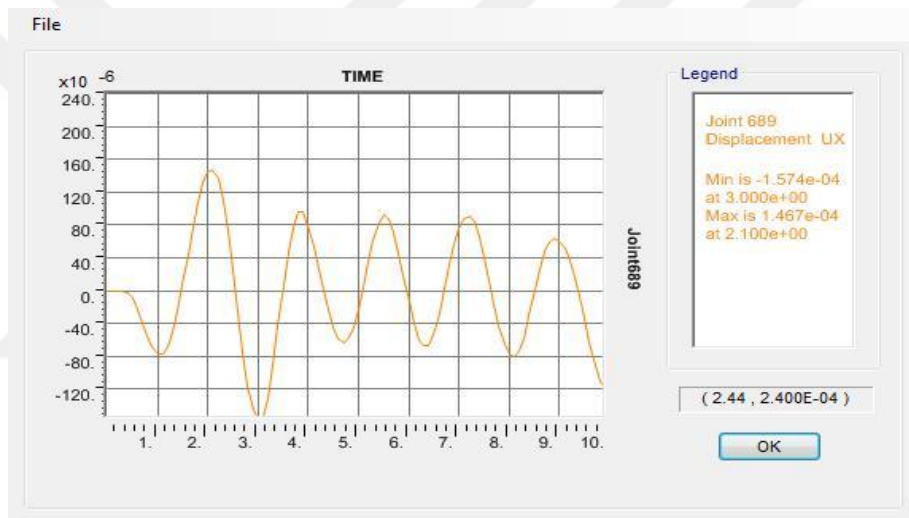
Zemin katında dolgu duvar bulunmayan beş adet farklı çıkma oranlarına sahip binalar için yukarıda ki çizelgede zaman tanım alanında D-B yönünde grafikler verilmiştir. Grafikler incelendiği zaman, zaman tanım alanında en yüksek deformasyon anı olarak alınırsa;

- B-NW-11 betonarme binada deformasyon 160×10^{-6} metre iken, RB-NW-0’da deformasyon 140×10^{-6} metre olduğu hesaplanmıştır. Bu iki çıkma oranı farklı olan binaya göre deformasyon olarak % 13 oranında artış göstermiştir.
- B-NW-21 betonarme binada deformasyon 170×10^{-6} metre iken, RB-NW-0’da deformasyon, 140×10^{-6} metre olduğu hesaplanmıştır. Bu iki çıkma oranı farklı olan binaya göre deformasyon olarak % 15 oranında artış göstermiştir.
- B-NW-28 betonarme binada deformasyon 175×10^{-6} metre iken, RB-NW-0’da deformasyon, 140×10^{-6} metre olduğu hesaplanmıştır. Bu iki çıkma oranı farklı olan binaya göre deformasyon olarak % 21 oranında artış göstermiştir.
- B-NW-44 betonarme binada deformasyon 185×10^{-6} metre iken, RB-NW-0’da deformasyon, 140×10^{-6} metre olduğu hesaplanmıştır. Bu iki çıkma oranı farklı olan binaya göre deformasyon olarak % 26 oranında artış göstermiştir.

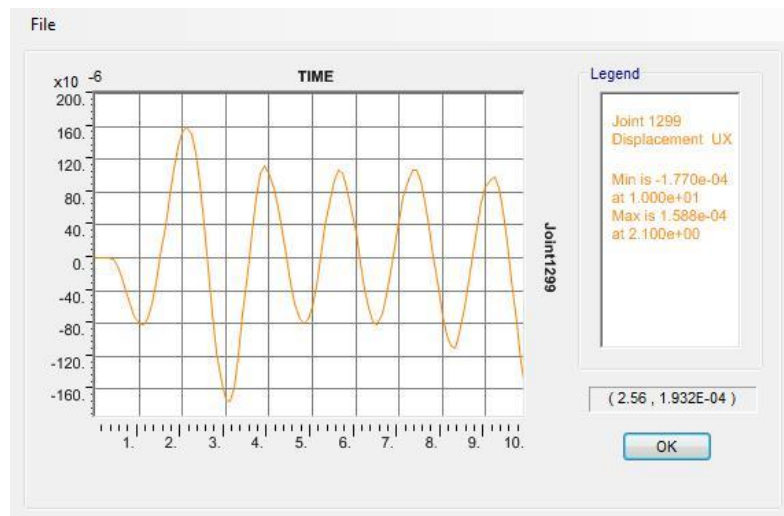
Şekil 4.11, Şekil 4.12, Şekil 4.13, Şekil 4.14 ve Şekil 4.15 ‘da sırasıyla RB-NW-0, B-NW-11, B-NW-21, B-NW-28 ve B-NW-44’ün zaman tanım alanında en uç noktalarında oluşan deformasyonun zamanla değişimi K-G yönü olarak tanımlanan kuzey yönü deprem ivme değerleri için verilmiştir. Çıkma noktalarının en uç noktaları depremin çıkma üzerindeki etkisini anlayabilmek için seçilmiştir.



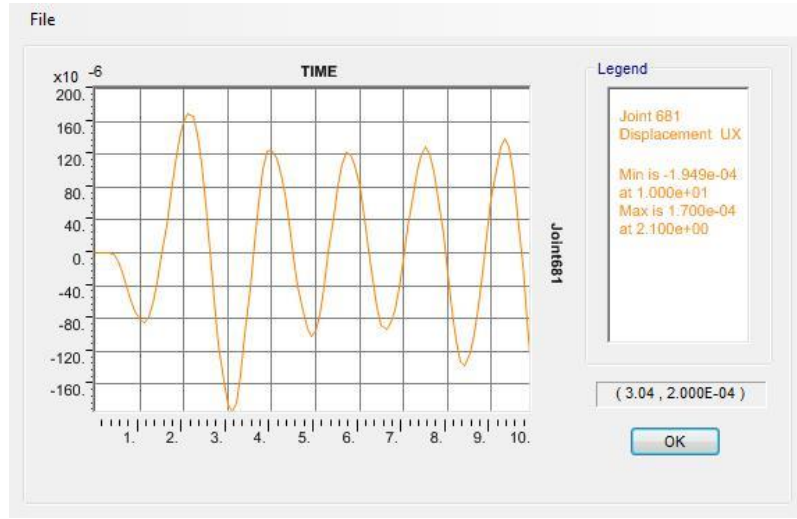
Şekil 4.11. RB-NW-0 zaman-tanım alanında deformasyon grafikleri



Şekil 4.12. B-NW-11 zaman-tanım alanında deformasyon grafikleri



Şekil 4.13. B-NW-21 zaman-tanım alanında deformasyon grafikleri



Şekil 4.14. B-NW-28 zaman-tanım alanında deformasyon grafikleri



Şekil 4.15. B-NW-44 zaman-tanım alanında deformasyon grafikleri

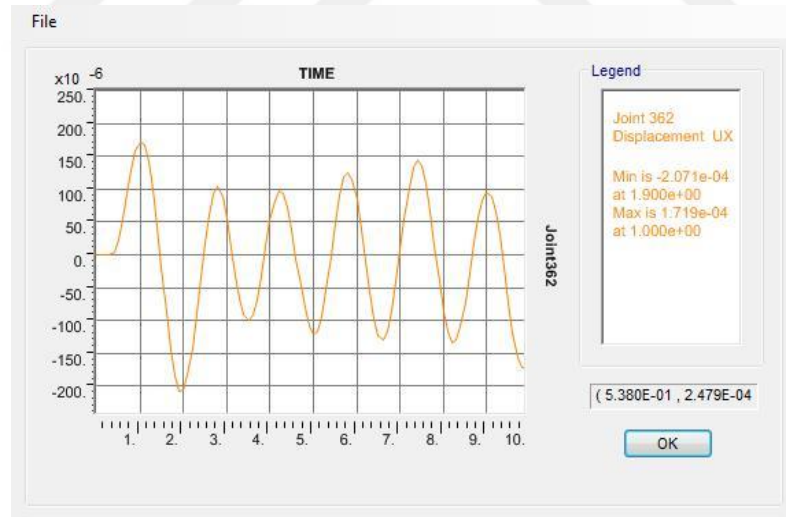
Zemin katında dolgu duvar bulunmayan beş adet farklı çıkma oranlarına sahip binalar için yukarıda ki çizelgede K-G yönünde zaman tanım alanında grafikler verilmiştir. Grafikler incelendiği zaman, zaman tanım alanında en yüksek deformasyon anı olarak alınırsa;

- B-NW-11 betonarme binada deformasyon 150×10^{-6} metre iken, RB-NW-0'da deformasyon 140×10^{-6} metre olduğu hesaplanmıştır. Bu iki çıkma oranı farklı olan binaya göre deformasyon olarak % 8 oranında artış göstermiştir.
- B-NW-21 betonarme binada deformasyon 160×10^{-6} metre iken, RB-NW-0'da deformasyon, 140×10^{-6} metre olduğu hesaplanmıştır. Bu iki çıkma

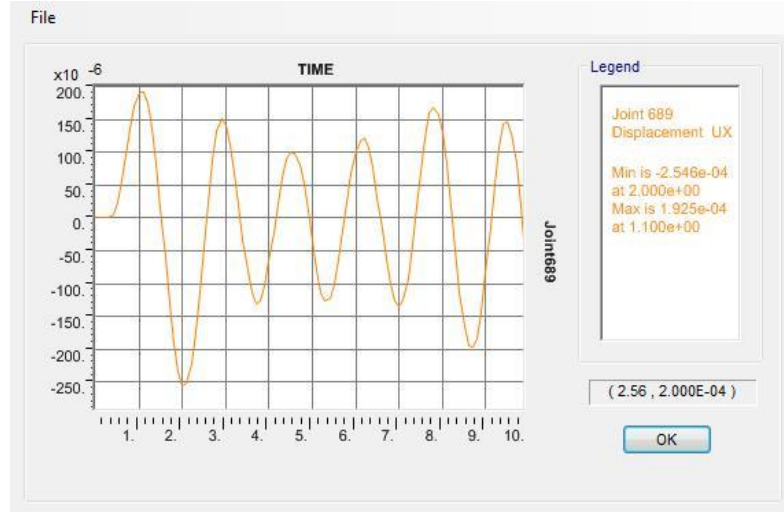
oranı farklı olan binaya göre deformasyon olarak % 13 oranında artış göstermiştir.

- B-NW-28 betonarme binada deformasyon 165×10^{-6} metre iken, RB-NW-0'da deformasyon, 140×10^{-6} metre olduğu hesaplanmıştır. Bu iki çıkma oranı farklı olan binaya göre deformasyon olarak % 17 oranında artış göstermiştir.
- B-NW-44 betonarme binada deformasyon 170×10^{-6} metre iken, RB-NW-0'da deformasyon, 140×10^{-6} metre olduğu hesaplanmıştır. Bu iki çıkma oranı farklı olan binaya göre deformasyon olarak % 19 oranında artış göstermiştir.

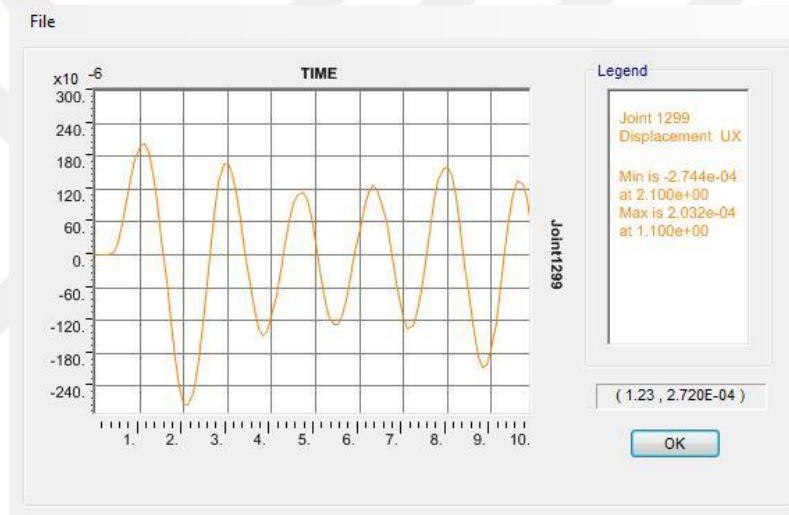
Şekil 4.16, Şekil 4.17, Şekil 4.18, Şekil 4.19 ve Şekil 4.20 'de sırasıyla RB-NW-0, B-NW-11, B-NW-21, B-NW-28 ve B-NW-44'ün zaman tanım alanında en uç noktalarında oluşan deformasyonun zamanla değişimi U yönü olarak tanımlanan düşey deprem yönü ivme değerleri için verilmiştir. Çıkma noktalarının en uç noktaları depremin çıkma üzerindeki etkisini anlayabilmek için seçilmiştir.



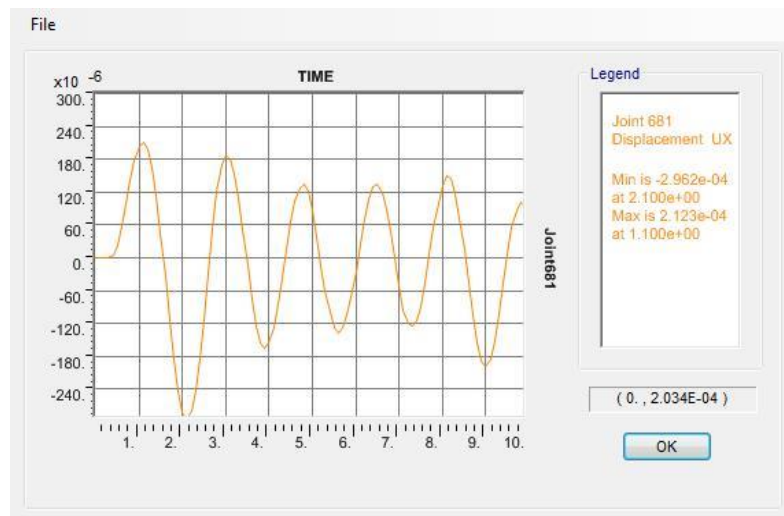
Şekil 4.16. RB-NW-0 zaman-tanım alanında deformasyon grafikleri



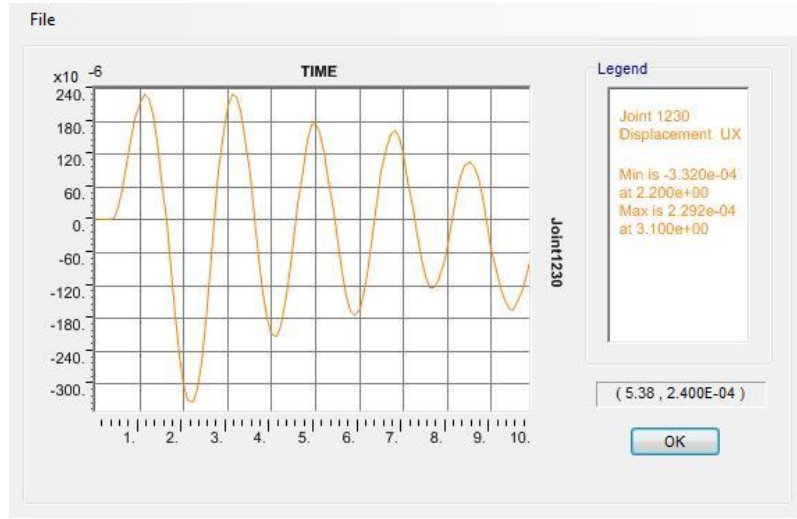
Şekil 4.17. B-NW-11 zaman-tanım alanında deformasyon grafikleri



Şekil 4.18. B-NW-21 zaman-tanım alanında deformasyon grafikleri



Şekil 4.19. B-NW-28 zaman-tanım alanında deformasyon grafikleri



Şekil 4.20. B-NW-44 zaman-tanım alanında deformasyon grafikleri

Zemin katında dolgu duvar bulunmayan beş adet farklı çıkma oranlarına sahip binalar için yukarıda ki çizelgede U yönünde zaman tanım alanında grafikler verilmiştir. Grafikler incelendiği zaman, zaman tanım alanında en yüksek deformasyon anı olarak alınır;

- B-NW-11 betonarme binada deformasyon 230×10^{-6} metre iken, RB-NW-0'da deformasyon 200×10^{-6} metre olduğu hesaplanmıştır. Bu iki çıkma oranı farklı olan binaya göre deformasyon olarak % 18 oranında artış göstermiştir.
- B-NW-21 betonarme binada deformasyon 250×10^{-6} metre iken, RB-NW-0'da deformasyon, 200×10^{-6} metre olduğu hesaplanmıştır. Bu iki çıkma oranı farklı olan binaya göre deformasyon olarak % 20 oranında artış göstermiştir.
- B-NW-28 betonarme binada deformasyon 250×10^{-6} metre iken, RB-NW-0'da deformasyon, 200×10^{-6} metre olduğu hesaplanmıştır. Bu iki çıkma oranı farklı olan binaya göre deformasyon olarak % 20 oranında artış göstermiştir.
- B-NW-44 betonarme binada deformasyon 340×10^{-6} metre iken, RB-NW-0'da deformasyon, 200×10^{-6} metre olduğu hesaplanmıştır. Bu iki çıkma oranı farklı olan binaya göre deformasyon olarak % 40 oranında artış göstermiştir.

4.2.2. Zemin kat duvarsız ve güçlendirme yapılan bina modellerinde Zaman Tanım Alanında analiz sonuçları

Zemin katında duvar bulunmayan bina modellerinde, betonarme perde ve çelik çapraz olmak üzere iki ayrı güçlendirme metodu uygulanmıştır.

4.2.2.1. Zemin kat duvarsız ve çelik çapraz ile güçlendirme yapılan bina modellerinde Zaman Tanım Alanında analiz sonuçları

Beş farklı çıkma oranına sahip ve zemin katında duvar bulunmayan bina modelleri çelik çapraz ile güçlendirilerek; taban kesme kuvveti, gerilme dağılımı ve deformasyon grafikleri elde edilmiştir.

Zemin katında duvar bulunmayan ve beş farklı çıkma oranına sahip betonarme bina modellerine Zaman Tanım Alanında analiz uygulanmıştır. Çizelge 4.37, Çizelge 4.38, Çizelge 4.39, Çizelge 4.40 ve Çizelge 4.41’de taban kesme kuvvetleri üç farklı yönde elde edilmiştir.

Çizelge 4.37. RB-NW-0 modeline ait taban kesme kuvvetleri

YÜKLEME	YÖN	TONF(X)	TONF(Y)
İzmir Bayraklı	D-B	779,8	0
İzmir Bayraklı	K-G	0	652.7
İzmir Bayraklı	D	652.7	652.7

Çizelge 4.38. RB-NW-11 modeline ait taban kesme kuvvetleri

YÜKLEME	YÖN	TONF(X)	TONF(Y)
İzmir Bayraklı	D-B	852.4	0
İzmir Bayraklı	K-G	0	821.6
İzmir Bayraklı	D	821.6	821.6

Çizelge 4.39 RB-NW-21 modeline ait taban kesme kuvvetleri

YÜKLEME	YÖN	TONF(X)	TONF(Y)
İzmir Bayraklı	D-B	921.3	0
İzmir Bayraklı	K-G	0	897.7
İzmir Bayraklı	D	897.7	897.7

Çizelge 4.40 RB-NW-28 modeline ait taban kesme kuvvetleri

YÜKLEME	YÖN	TONF(X)	TONF(Y)
İzmir Bayraklı	D-B	1056.4	0
İzmir Bayraklı	K-G	0	984.6
İzmir Bayraklı	D	984.6	984.6

Çizelge 4.41. RB-NW-44 modeline ait taban kesme kuvvetleri

YÜKLEME	YÖN	TONF(X)	TONF(Y)
İzmir Bayraklı	D-B	1184.3	0
İzmir Bayraklı	K-G	0	1035.4
İzmir Bayraklı	D	1035.4	1035.4

Çizelge 4.37, Çizelge 4.38, Çizelge 4.39, Çizelge 4.40 ve Çizelge 4.41’de görüldüğü üzere depremlili yüklemelerde çıkma uzunlukları arttıkça taban kesme kuvvetleri artmıştır. Bu durum deprem bölgelerinde inşa edilmiş binalar için çok önemli olup, çıkmalı binalardaki taban kesme kuvveti incelenmelidir.

Çizelge 4.37 ve Çizelge 4.41’den alınan sonuçlar doğrultusunda RB-NW-0-S2 ile B-NW-44-S2 olarak modellenen bina modelleri arasında yaklaşık 256 ton taban kesme kuvveti farkı olup, çıkmaların uzunluğundan dolayı meydana gelen sehimler düşünüldüğünde bu değer bir bina için son derece önemlidir.

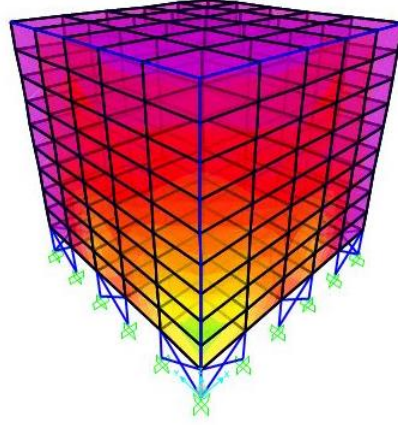
Çizelge 4.37 ve Çizelge 4.38’den alınan sonuçlar doğrultusunda RB-NW-0-S2 ile B-NW-11-S2 olarak modellenen bina modelleri arasında 141 ton taban kesme kuvveti farkı olup bu değer normal çıkmasız binaya gelen kesme kuvvetinin %9’u kadar fazladır.

Çizelge 4.37 ve Çizelge 4.39’den alınan sonuçlar doğrultusunda RB-NW-0-S2 ile B-NW-21-S2 olarak modellenen bina modelleri arasında 183 ton taban kesme kuvveti farkı olup bu değer normal çıkmasız binaya gelen kesme kuvvetinin %15’i kadar fazladır.

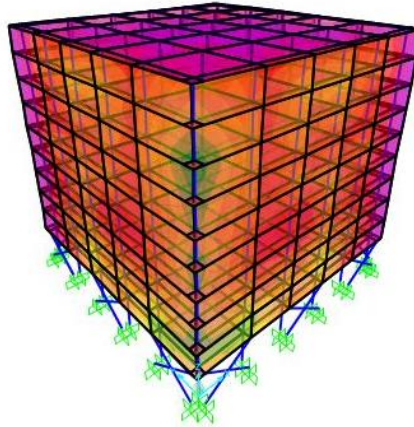
Çizelge 4.37 ve Çizelge 4.40’dan alınan sonuçlar doğrultusunda RB-NW-0-S2 ile B-NW-28-S2 olarak modellenen bina modelleri arasında 280 ton taban kesme kuvveti farkı olup bu değer normal çıkmasız binaya gelen kesme kuvvetinin %27’si kadar fazladır.

Şekil 4.21, Şekil 4.22, Şekil 4.23, Şekil 4.24 ve Şekil 4.25’de sırasıyla; RB-NW-0-S2, B-NW-11-S2, B-NW-21-S2, B-NW-28-S2 ve B-NW-44-S2 olan binanın gerilme dağılımları gösterilmiştir. Düşey deprem etkisi sebebiyle depremlerde meydana gelen hasarlar incelendiğinde çıkma bölgelerinde hasarların meydana geldiği

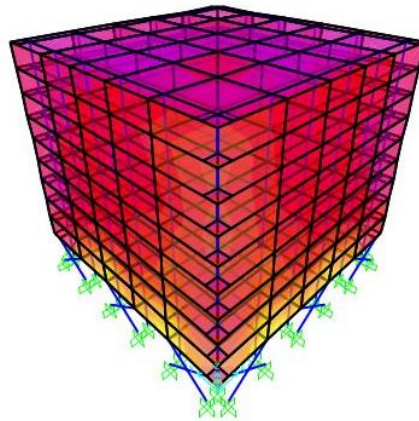
gözlemlenmektedir. SAP 2000 programında modellenen binalardaki gerilme dağılımları incelendiğinde aynı bölgelerde gerilmenin yoğunlaştığı gözlemlenmiştir.



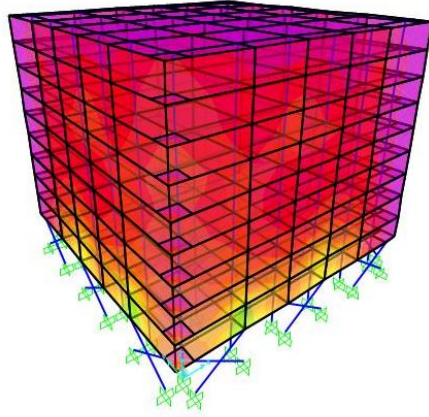
Şekil 4.21. RB-NW-0-S2 modeline ait gerilme dağılımı



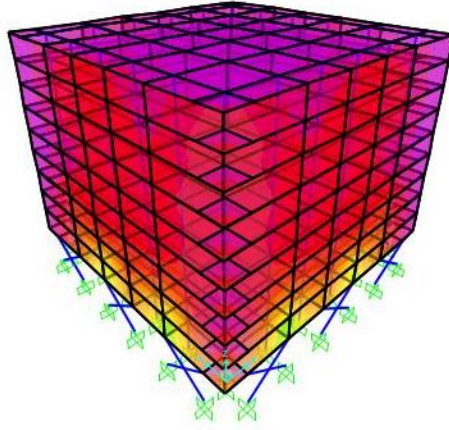
Şekil 4.22. B-NW-11-S2 modeline ait gerilme dağılımı



Şekil 4.23. B-NW-21-S2 modeline ait gerilme dağılımı

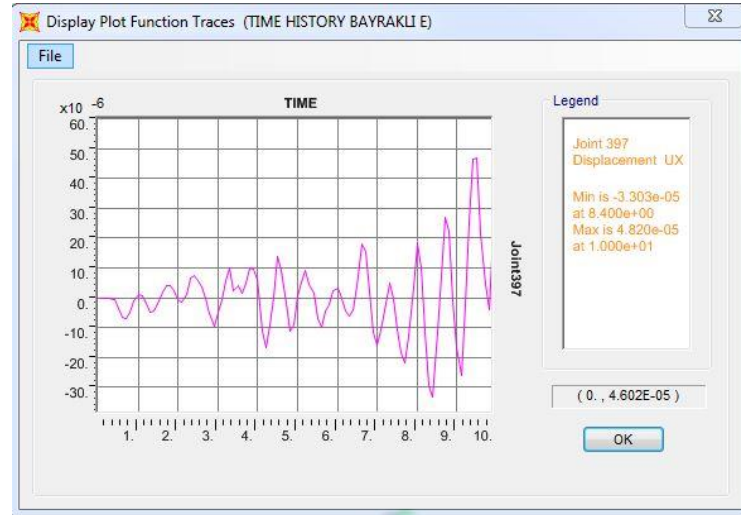


Şekil 4.24. B-NW-28-S2 modeline ait gerilme dağılımı

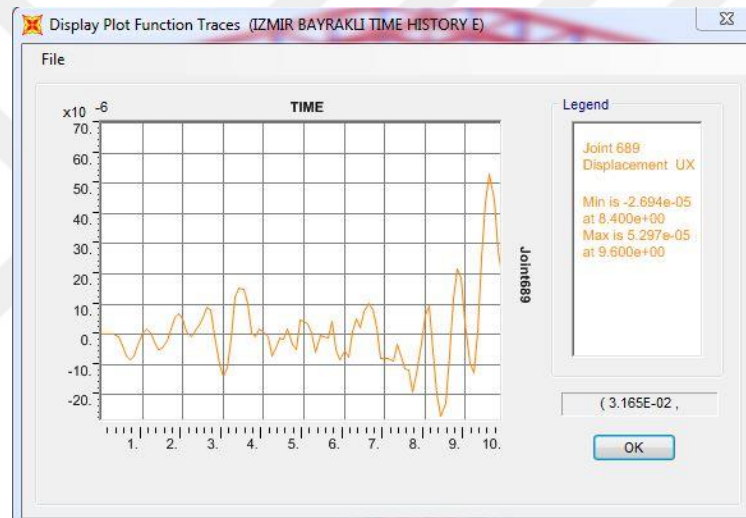


Şekil 4.25. B-NW-44-S2 modeline ait gerilme dağılımı

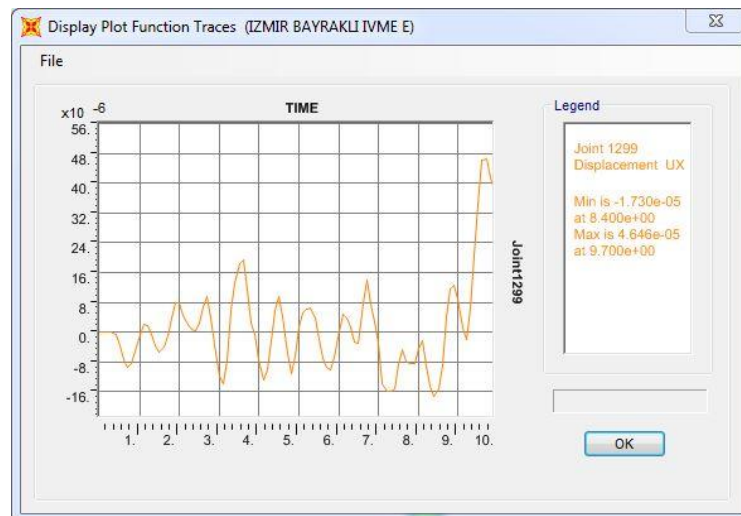
Zaman – tanım analizi sonucunda binaları oluşturan noktaların zamanla yer değiştirmelerinin değişimi arasında kıyaslamaların yapılması binalardaki çıkma oranlarının etkisini araştırmak için çok önemlidir. Üç ayrı deprem ivme kaydı olduğu için bu üç deprem kaydının grafikleri de ayrı ayrı verilmiştir. Bu sebeple şekil 4.26, şekil 4.27, şekil 4.28, şekil 4.29 ve şekil 4.30 ‘da sırasıyla RB-NW-0-S2, B-NW-11-S2, B-NW-21-S2, B-NW-28-S2 ve B-NW-44-S2’nin zaman tanım alanında en uç noktalarında oluşan deformasyonun zamanla değişimi D-B yönü olarak tanımlanan doğu –batı yönü deprem ivme değerleri için verilmiştir. Çıkma noktalarının en uç noktaları depremin çıkma üzerindeki etkisini anlayabilmek için seçilmiştir.



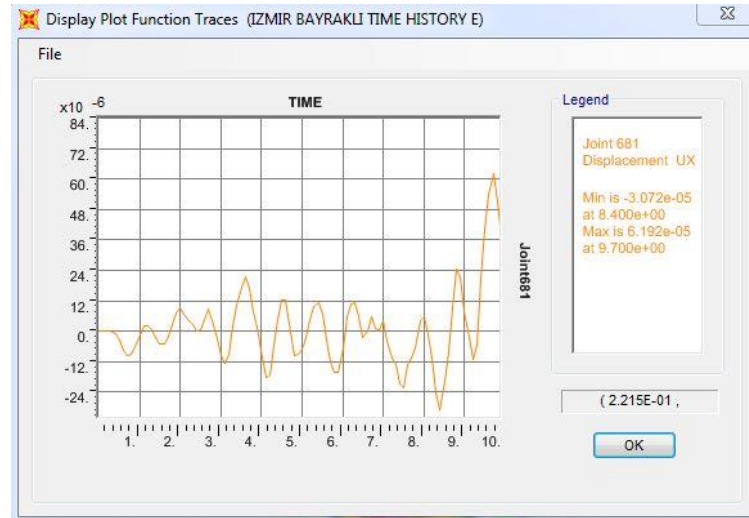
Şekil 4.26. RB-NW-0-S2 zaman-tanım alanında deformasyon grafikleri



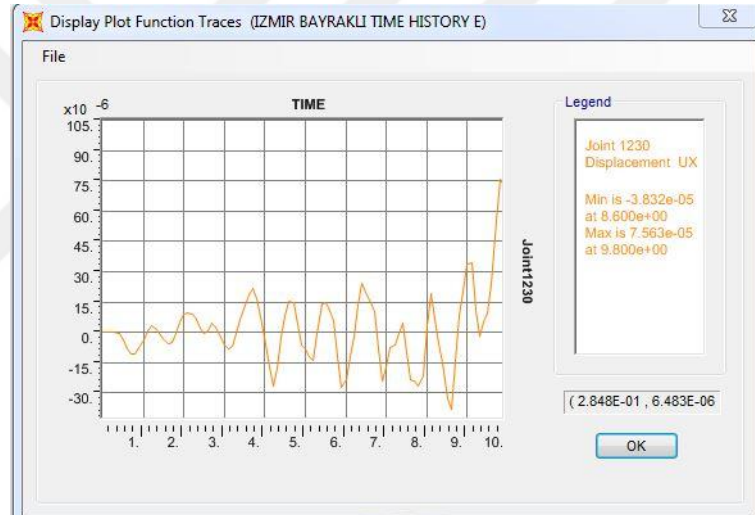
Şekil 4.27. B-NW-11-S2 zaman-tanım alanında deformasyon grafikleri



Şekil 4.28. B-NW-21-S2 zaman-tanım alanında deformasyon grafikleri



Şekil 4.29. B-NW-28-S2 zaman-tanım alanında deformasyon grafikleri



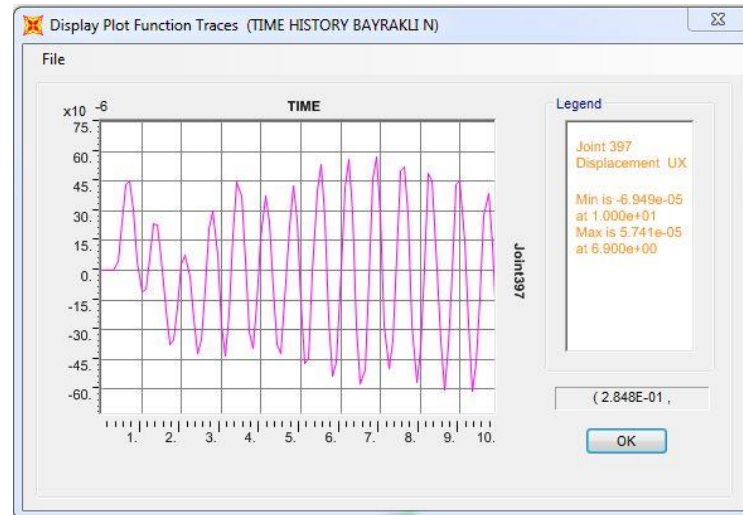
Şekil 4.30. B-NW-44-S2 zaman-tanım alanında deformasyon grafikleri

Zemin katında dolgu duvar bulunmayan beş adet farklı çıkma oranlarına sahip binalar için çelik çapraz ile güçlendirme yapıldığı durum için; yukarıda ki çizelgede zaman tanım alanında D-B yönünde grafikler verilmiştir. Grafikler incelendiği zaman, zaman tanım alanında en yüksek deformasyon anı olarak alınırsa;

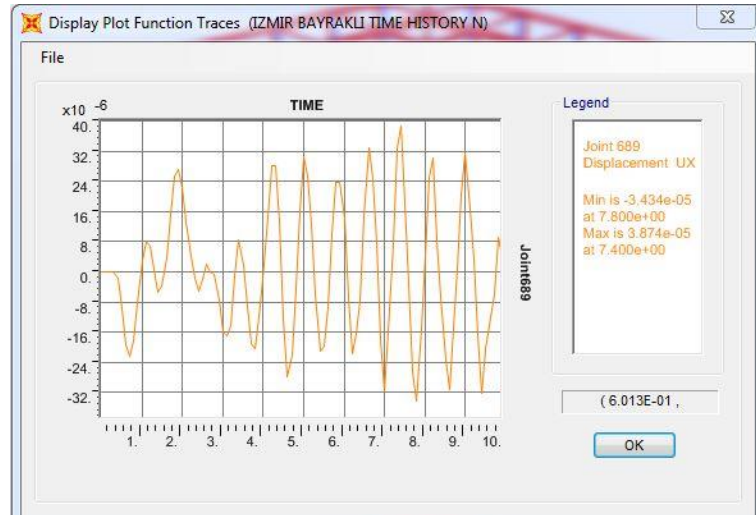
- B-NW-11-S2 betonarme binada deformasyon 50×10^{-6} metre iken, RB-NW-0-S2'de deformasyon 45×10^{-6} metre olduğu hesaplanmıştır. Bu iki çıkma oranı farklı olan binaya göre deformasyon olarak % 15 oranında artış göstermiştir.

- B-NW-21-S2 betonarme binada deformasyon 50×10^{-6} metre iken, RB-NW-0-S2’ de deformasyon, 45×10^{-6} metre olduğu hesaplanmıştır. Bu iki çıkma oranı farklı olan binaya göre deformasyon olarak % 15 oranında artış göstermiştir.
- B-NW-28-S2 betonarme binada deformasyon 62×10^{-6} metre iken, RB-NW-0-S2’de deformasyon, 45×10^{-6} metre olduğu hesaplanmıştır. Bu iki çıkma oranı farklı olan binaya göre deformasyon olarak % 38 oranında artış göstermiştir.
- B-NW-44-S2 betonarme binada deformasyon 75×10^{-6} metre iken, RB-NW-0-S2’de deformasyon, 45×10^{-6} metre olduğu hesaplanmıştır. Bu iki çıkma oranı farklı olan binaya göre deformasyon olarak % 60 oranında artış göstermiştir.

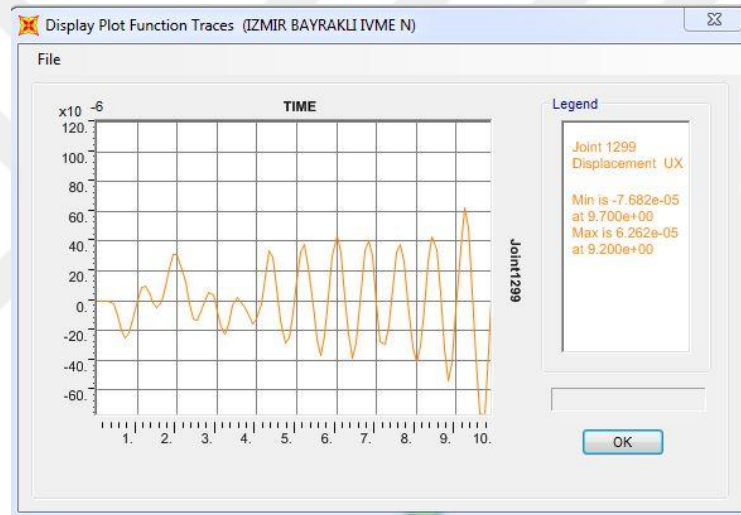
Şekil 4.31, Şekil 4.32, Şekil 4.33, Şekil 4.34 ve Şekil 4.35 ‘de sırasıyla RB-NW-0-S2, B-NW-11-S2, B-NW-21-S2, B-NW-28-S2 ve B-NW-44-S2’nin zaman tanım alanında en uç noktalarında oluşan deformasyonun zamanla değişimi K-G yönü olarak tanımlanan kuzey yönü deprem ivme değerleri için verilmiştir. Çıkma noktalarının en uç noktaları depremin çıkma üzerindeki etkisini anlayabilmek için seçilmiştir.



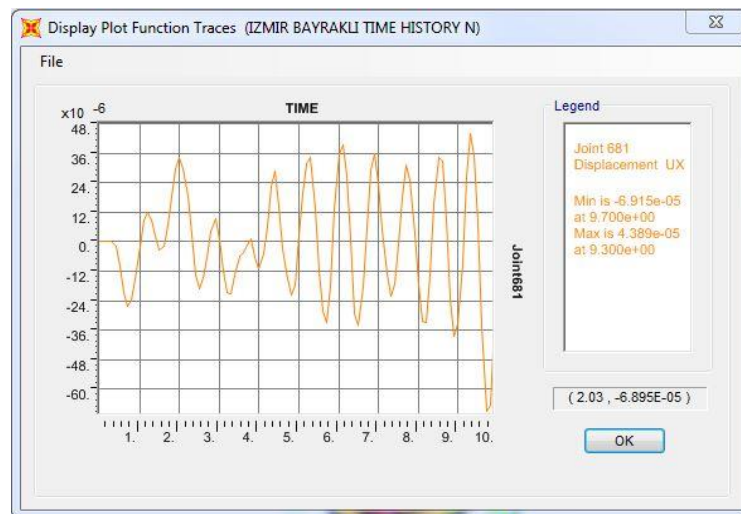
Şekil 4.31. RB-NW-0-S2 zaman-tanım alanında deformasyon grafikleri



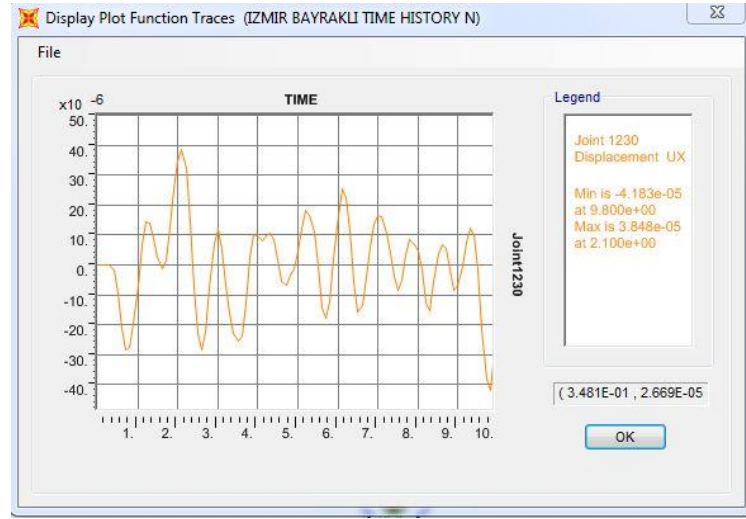
Şekil 4.32. B-NW-11-S2 zaman-tanım alanında deformasyon grafikleri



Şekil 4.33. B-NW-21-S2 zaman-tanım alanında deformasyon grafikleri



Şekil 4.34. B-NW-28-S2 zaman-tanım alanında deformasyon grafikleri

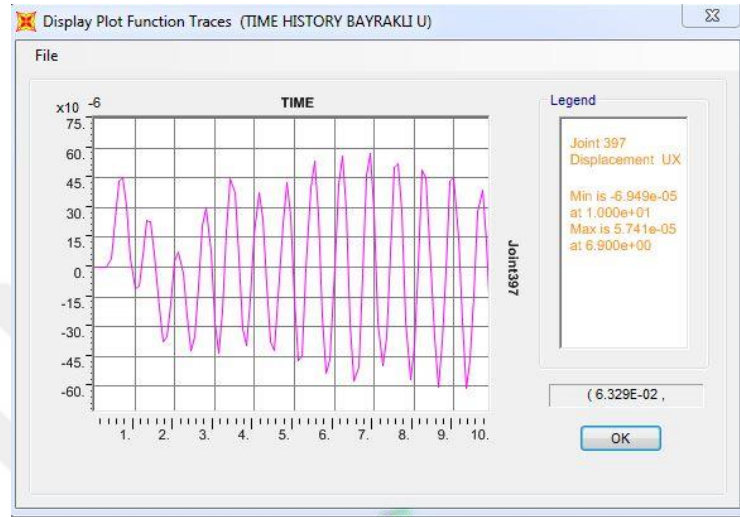


Şekil 4.35. B-NW-44-S2 zaman-tanım alanında deformasyon grafikleri

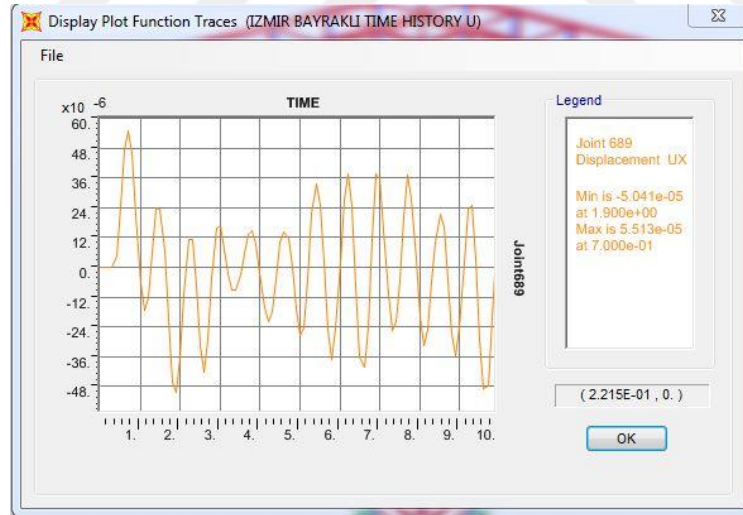
Zemin katında dolgu duvar bulunmayan beş adet farklı çıkma oranlarına sahip binalar için çelik çapraz ile güçlendirme yapıldığı durum için; yukarıda ki çizelgede zaman tanım alanında K-G yönünde grafikler verilmiştir. Grafikler incelendiği zaman, zaman tanım alanında en yüksek deformasyon anı olarak alınırsa;

- B-NW-11-S2 betonarme binada deformasyon 50×10^{-6} metre iken, RB-NW-0-S2'de deformasyon 45×10^{-6} metre olduğu hesaplanmıştır. Bu iki çıkma oranı farklı olan binaya göre deformasyon olarak % 15 oranında artış göstermiştir.
- B-NW-21-S2 betonarme binada deformasyon 60×10^{-6} metre iken, RB-NW-0-S2' de deformasyon, 45×10^{-6} metre olduğu hesaplanmıştır. Bu iki çıkma oranı farklı olan binaya göre deformasyon olarak % 25 oranında artış göstermiştir.
- B-NW-28-S2 betonarme binada deformasyon 70×10^{-6} metre iken, RB-NW-0-S2'de deformasyon, 45×10^{-6} metre olduğu hesaplanmıştır. Bu iki çıkma oranı farklı olan binaya göre deformasyon olarak % 40 oranında artış göstermiştir.
- B-NW-44-S2 betonarme binada deformasyon 75×10^{-6} metre iken, RB-NW-0-S2'de deformasyon, 45×10^{-6} metre olduğu hesaplanmıştır. Bu iki çıkma oranı farklı olan binaya göre deformasyon olarak % 60 oranında artış göstermiştir.

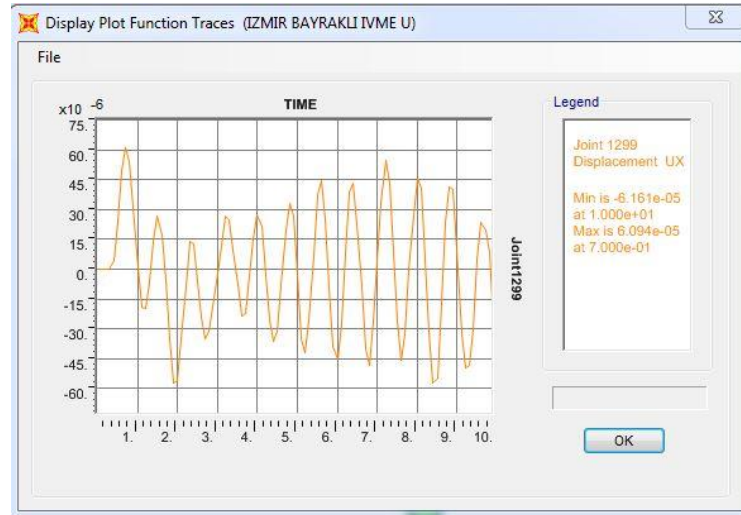
Şekil 4.36, Şekil 4.37, Şekil 4.38, Şekil 4.39 ve Şekil 4.40 'da sırasıyla RB-NW-0-S2, B-NW-11-S2, B-NW-21-S2, B-NW-28-S2 ve B-NW-44-S2'nin zaman tanım alanında en uç noktalarında oluşan deformasyonun zamanla değişimi düşey yön olarak tanımlanan, düşey deprem yönü ivme değerleri için verilmiştir. Çıkma noktalarının en uç noktaları depremin çıkma üzerindeki etkisini anlayabilmek için seçilmiştir.



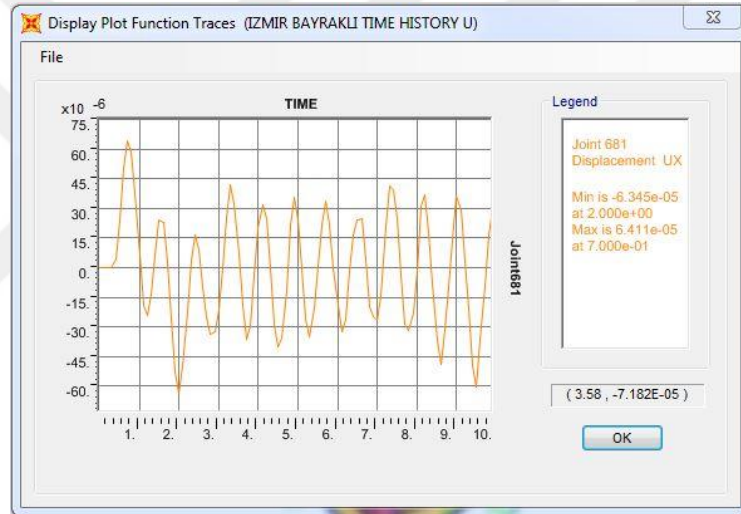
Şekil 4.36. RB-NW-0-S2 zaman-tanım alanında deformasyon grafikleri



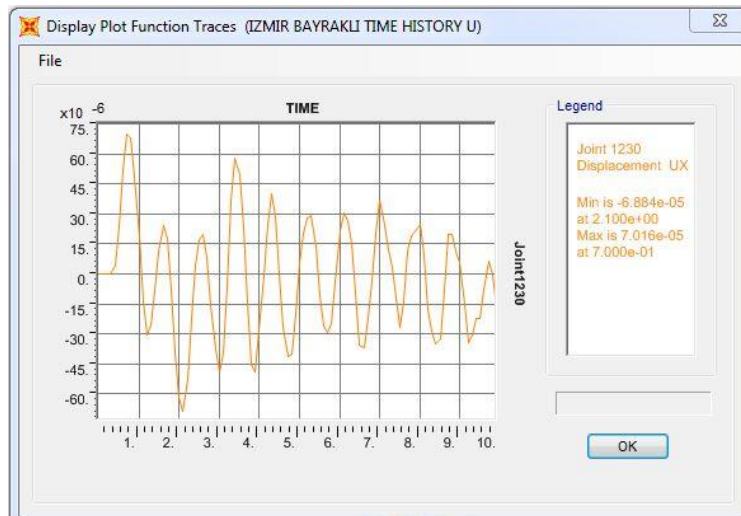
Şekil 4.37. B-NW-11-S2 zaman-tanım alanında deformasyon grafikleri



Şekil 4.38. B-NW-21-S2 zaman-tanım alanında deformasyon grafikleri



Şekil 4.39. B-NW-28-S2 zaman-tanım alanında deformasyon grafikleri



Şekil 4.40. B-NW-44-S2 zaman-tanım alanında deformasyon grafikleri

Zemin katında dolgu duvar bulunmayan beş adet farklı çıkma oranlarına sahip binalar için çelik çapraz ile güçlendirme yapıldığı durum için; yukarıda ki çizelgede zaman tanım alanında düşey deprem yönünde grafikler verilmiştir. Grafikler incelendiği zaman, zaman tanım alanında en yüksek deformasyon anı olarak alınırsa;

- B-NW-11-S2 betonarme binada deformasyon 55×10^{-6} metre iken, RB-NW-0-S2'de deformasyon 45×10^{-6} metre olduğu hesaplanmıştır. Bu iki çıkma oranı farklı olan binaya göre deformasyon olarak % 19 oranında artış göstermiştir.
- B-NW-21-S2 betonarme binada deformasyon 64×10^{-6} metre iken, RB-NW-0-S2' de deformasyon, 45×10^{-6} metre olduğu hesaplanmıştır. Bu iki çıkma oranı farklı olan binaya göre deformasyon olarak % 30 oranında artış göstermiştir.
- B-NW-28-S2 betonarme binada deformasyon 68×10^{-6} metre iken, RB-NW-0-S2'de deformasyon, 45×10^{-6} metre olduğu hesaplanmıştır. Bu iki çıkma oranı farklı olan binaya göre deformasyon olarak % 36 oranında artış göstermiştir.
- B-NW-44-S2 betonarme binada deformasyon 75×10^{-6} metre iken, RB-NW-0-S2'de deformasyon, 45×10^{-6} metre olduğu hesaplanmıştır. Bu iki çıkma oranı farklı olan binaya göre deformasyon olarak % 60 oranında artış göstermiştir.

4.2.2.2. Zemin kat duvarsız ve betonarme perde ile güçlendirme yapılan bina modellerinde Zaman Tanım Alanında analiz sonuçları

Beş farklı çıkma oranına sahip ve zemin katında duvar bulunmayan bina modelleri betonarme perde ile güçlendirilerek; taban kesme kuvveti, gerilme dağılımı ve deformasyon grafikleri elde edilmiştir.

Zemin katında duvar bulunmayan ve beş farklı çıkma oranına sahip betonarme bina modellerine Zaman Tanım Alanında analiz uygulanmıştır. Çizelge 4.37, Çizelge 4.38, Çizelge 4.39, Çizelge 4.40 ve Çizelge 4.41'de taban kesme kuvvetleri üç farklı yönde elde edilmiştir.

Çizelge 4.42. RB-NW-0 –S1 modeline ait taban kesme kuvvetleri

YÜKLEME	YÖN	TONF(X)	TONF(Y)
İzmir Bayraklı	D-B	791,2	0
İzmir Bayraklı	K-G	0	712,7
İzmir Bayraklı	D	712,7	712,7

Çizelge 4.43. RB-NW-11-S1 modeline ait taban kesme kuvvetleri

YÜKLEME	YÖN	TONF(X)	TONF(Y)
İzmir Bayraklı	D-B	832,5	0
İzmir Bayraklı	K-G	0	802,9
İzmir Bayraklı	D	802,9	802,9

Çizelge 4.44 RB-NW-21-S1 modeline ait taban kesme kuvvetleri

YÜKLEME	YÖN	TONF(X)	TONF(Y)
İzmir Bayraklı	D-B	898,1	0
İzmir Bayraklı	K-G	0	832,2
İzmir Bayraklı	D	832,2	832,2

Çizelge 4.45 RB-NW-28-S1 modeline ait taban kesme kuvvetleri

YÜKLEME	YÖN	TONF(X)	TONF(Y)
İzmir Bayraklı	D-B	916,4	0
İzmir Bayraklı	K-G	0	875,5
İzmir Bayraklı	D	875,5	875,5

Çizelge 4.46.-S1 RB-NW-44-S1 modeline ait taban kesme kuvvetleri

YÜKLEME	YÖN	TONF(X)	TONF(Y)
İzmir Bayraklı	D-B	932,4	0
İzmir Bayraklı	K-G	0	898,2
İzmir Bayraklı	D	898,2	898,2

Çizelge 4.42 ve Çizelge 4.46'dan alınan sonuçlar doğrultusunda RB-NW-0-S1 ile B-NW-44-S1 olarak modellenen bina modelleri arasında yaklaşık 156 ton taban kesme kuvveti farkı olup, çıkmaların uzunluğundan dolayı meydana gelen sehimler düşünüldüğünde bu değer bir bina için son derece önemlidir.

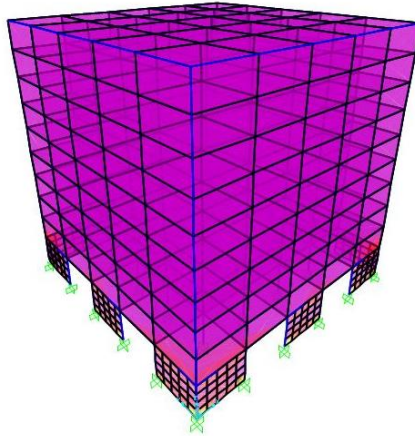
Çizelge 4.42 ve Çizelge 4.43'den alınan sonuçlar doğrultusunda RB-NW-0-S2 ile B-NW-11-S2 olarak modellenen bina modelleri arasında 41 ton taban kesme kuvveti farkı olup bu değer normal çıkmasız binaya gelen kesme kuvvetinin %5'i kadar fazladır.

Çizelge 4.42 ve Çizelge 4.44'den alınan sonuçlar doğrultusunda RB-NW-0-S2 ile B-NW-21-S2 olarak modellenen bina modelleri arasında 101 ton taban kesme

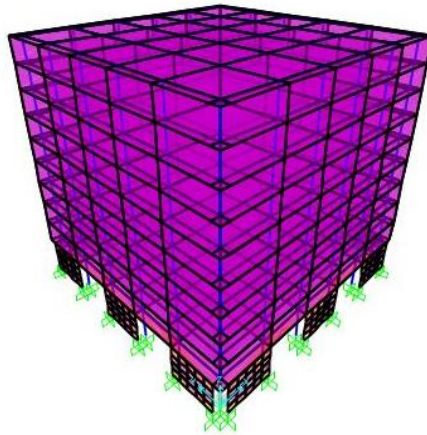
kuvveti farkı olup bu değer normal çıkmasız binaya gelen kesme kuvvetinin %13'ü kadar fazladır.

Çizelge 4.42 ve Çizelge 4.43'dan alınan sonuçlar doğrultusunda RB-NW-0-S2 ile B-NW-28-S2 olarak modellenen bina modelleri arasında 125 ton taban kesme kuvveti farkı olup bu değer normal çıkmasız binaya gelen kesme kuvvetinin %16'sı kadar fazladır.

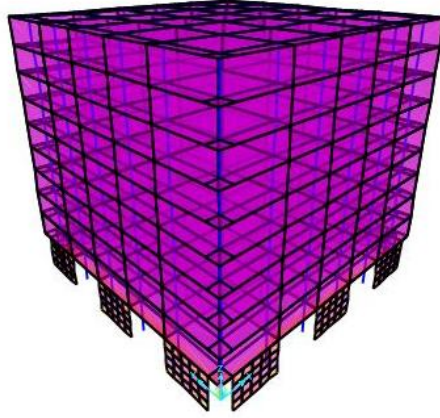
Şekil 4.41, Şekil 4.42, Şekil 4.43, Şekil 4.44 ve Şekil 4.45'de sırasıyla; RB-NW-0-S1, B-NW-11-S1, B-NW-21-S1, B-NW-28-S1 ve B-NW-44-S1 olan binanın gerilme dağılımları gösterilmiştir. Düşey deprem etkisi sebebiyle depremlerde meydana gelen hasarlar incelendiğinde çıkma bölgelerinde hasarların meydana geldiği gözlemlenmektedir. SAP 2000 programında modellenen binalardaki gerilme dağılımları incelendiğinde aynı bölgelerde gerilmenin yoğunlaştığı gözlemlenmiştir.



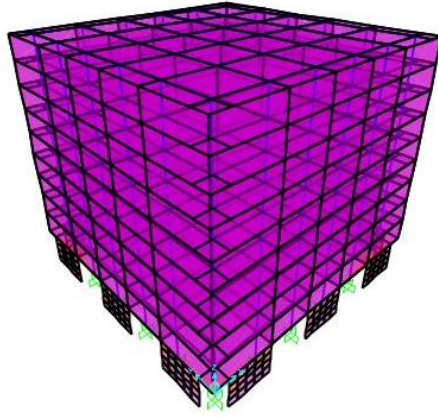
Şekil 4.41. RB-NW-0-S1 modeline ait gerilme dağılımı



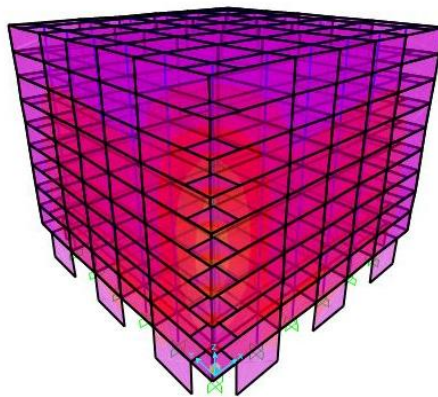
Şekil 4.42. RB-NW-11-S1 modeline ait gerilme dağılımı



Şekil 4.43. RB-NW-21-S1 modeline ait gerilme dağılımı



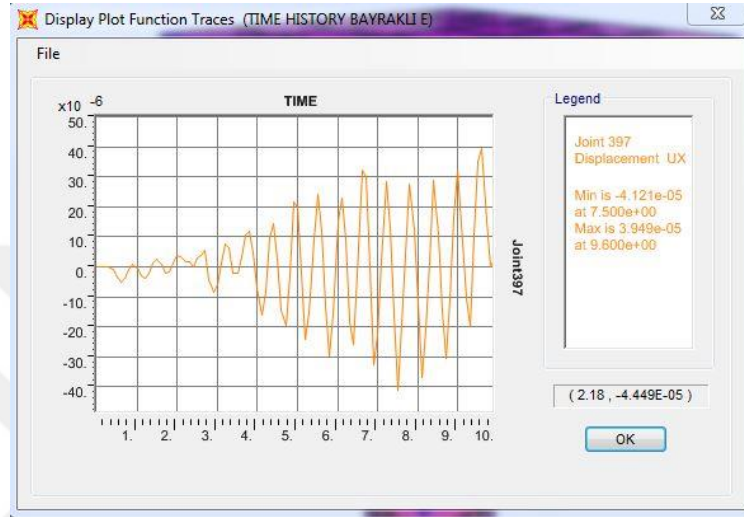
Şekil 4.44. RB-NW-28-S1 modeline ait gerilme dağılımı



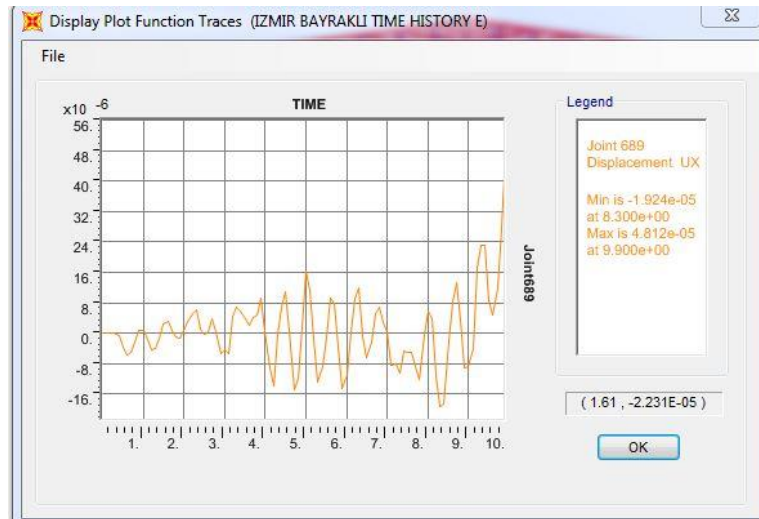
Şekil 4.45. RB-NW-44-S1 modeline ait gerilme dağılımı

Zaman – tanım analizi sonucunda binaları oluşturan noktaların zamanla yer değiştirmelerinin değişimi arasında kıyaslamaların yapılması binalardaki çıkma oranlarının etkisini araştırmak için çok önemlidir. Üç ayrı deprem ivme kaydı olduğu

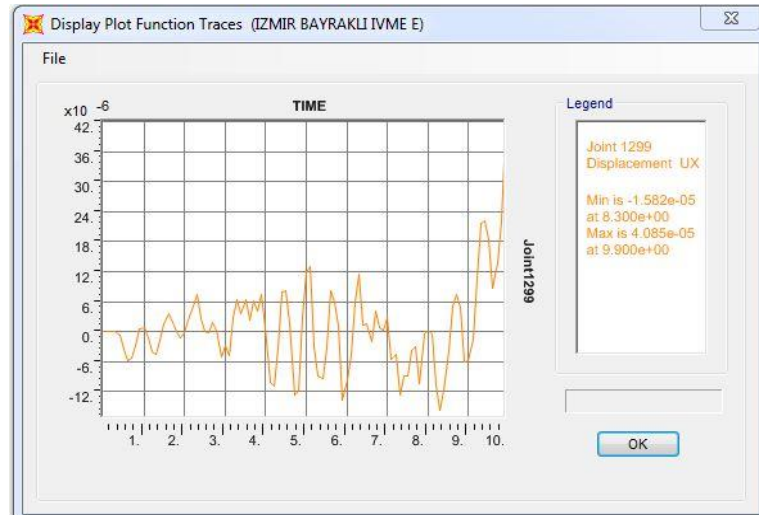
için bu üç deprem kaydının grafikleri de ayrı ayrı verilmiştir. Bu sebeple şekil 4.46, şekil 4.47, şekil 4.48, şekil 4.49 ve şekil 4.50 'de sırasıyla RB-NW-0-S1, B-NW-11-S1, B-NW-21-S1, B-NW-28-S1 ve B-NW-44-S1'in zaman tanım alanında en uç noktalarında oluşan deformasyonun zamanla değişimi D-B yönü olarak tanımlanan doğu -batı yönü deprem ivme değerleri için verilmiştir. Çıkma noktalarının en uç noktaları depremin çıkma üzerindeki etkisini anlayabilmek için seçilmiştir.



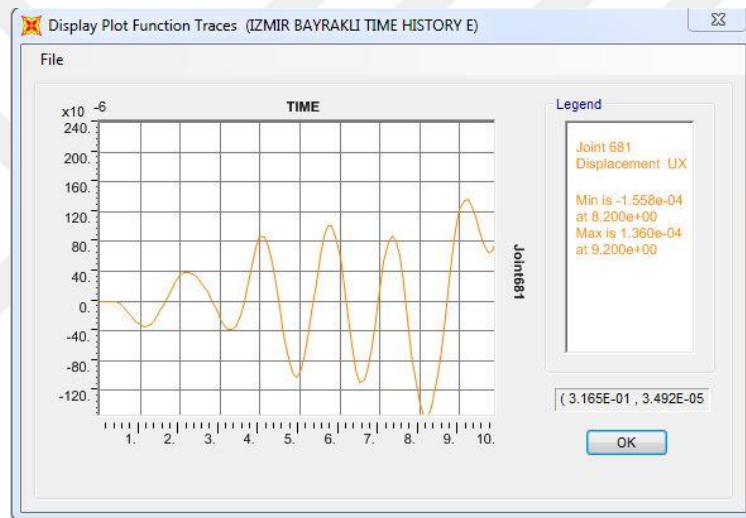
Şekil 4.46. RB-NW-0-S1 zaman-tanım alanında deformasyon grafikleri



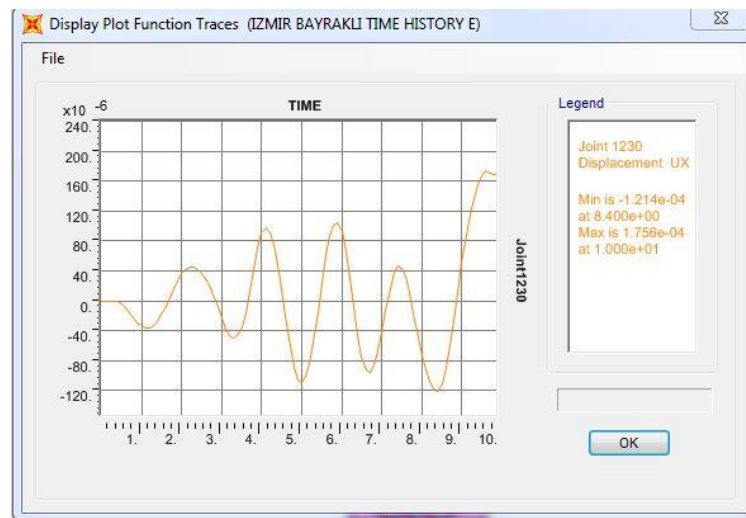
Şekil 4.47. B-NW-11-S1 zaman-tanım alanında deformasyon grafikleri



Şekil 4.28. B-NW-21-S1 zaman-tanım alanında deformasyon grafikleri



Şekil 4.49. B-NW-28-S1 zaman-tanım alanında deformasyon grafikleri

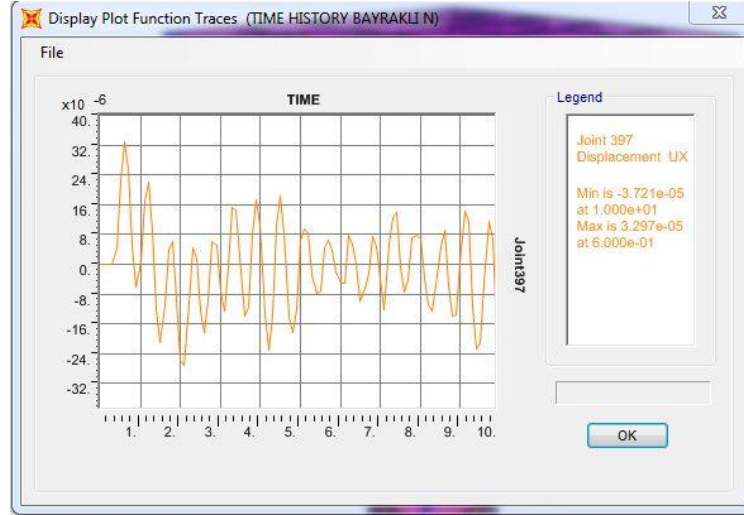


Şekil 4.50. B-NW-44-S2 zaman-tanım alanında deformasyon grafikleri

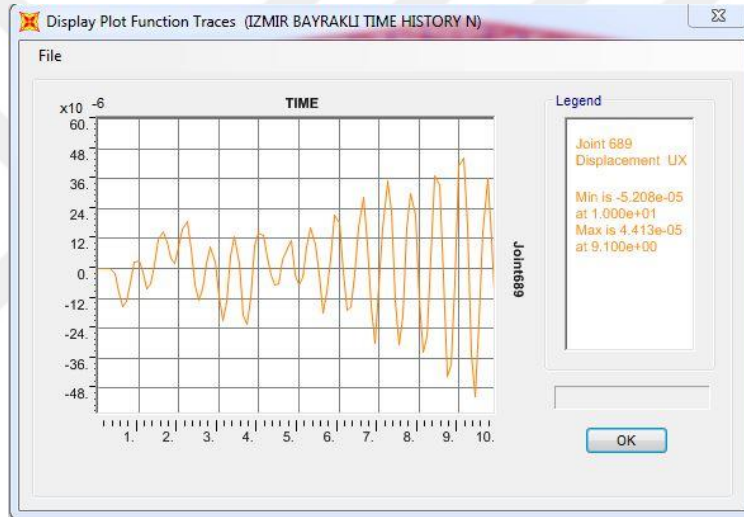
Zemin katında dolgu duvar bulunmayan beş adet farklı çıkma oranlarına sahip binalar için betonarme perde ile güçlendirme yapıldığı durum için; yukarıda ki çizelgede zaman tanım alanında D-B yönünde grafikler verilmiştir. Grafikler incelendiği zaman, zaman tanım alanında en yüksek deformasyon anı olarak alınır;

- B-NW-11-S1 betonarme binada deformasyon 44×10^{-6} metre iken, RB-NW-0-S1’de deformasyon 44×10^{-6} metre olduğu hesaplanmıştır. Bu iki çıkma oranı farklı olan binaya göre deformasyon olarak % 10 oranında artış göstermiştir.
- B-NW-21-S1 betonarme binada deformasyon 46×10^{-6} metre iken, RB-NW-0-S1’ de deformasyon, 40×10^{-6} metre olduğu hesaplanmıştır. Bu iki çıkma oranı farklı olan binaya göre deformasyon olarak % 12 oranında artış göstermiştir.
- B-NW-28-S1 betonarme binada deformasyon 120×10^{-6} metre iken, RB-NW-0-S1’de deformasyon, 40×10^{-6} metre olduğu hesaplanmıştır. Bu iki çıkma oranı farklı olan binaya göre deformasyon olarak 3 kat artış göstermiştir.
- B-NW-44-S1 betonarme binada deformasyon 160×10^{-6} metre iken, RB-NW-0-S1’de deformasyon, 40×10^{-6} metre olduğu hesaplanmıştır. Bu iki çıkma oranı farklı olan binaya göre deformasyon olarak 4 kat artış göstermiştir.

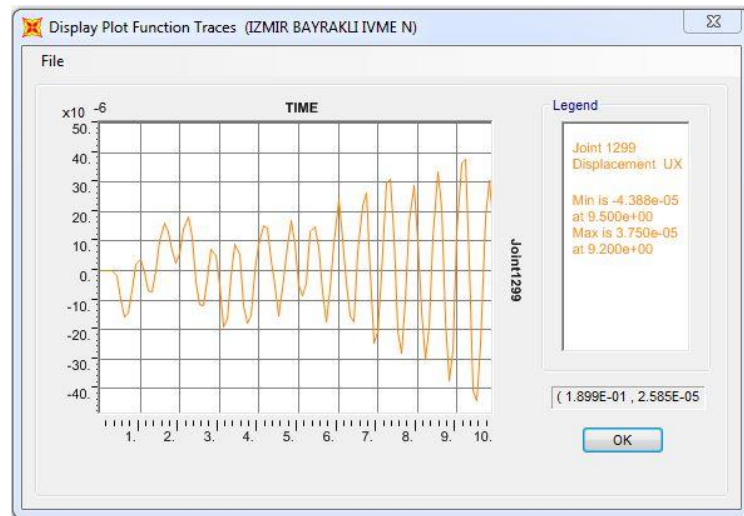
Şekil 4.51, Şekil 4.52, Şekil 4.53, Şekil 4.54 ve Şekil 4.55 ‘de sırasıyla RB-NW-0-S1, B-NW-11-S1, B-NW-21-S1, B-NW-28-S1 ve B-NW-44-S1’in zaman tanım alanında en uç noktalarında oluşan deformasyonun zamanla değişimi K-G yönü olarak tanımlanan kuzey yönü deprem ivme değerleri için verilmiştir. Çıkma noktalarının en uç noktaları depremin çıkma üzerindeki etkisini anlayabilmek için seçilmiştir.



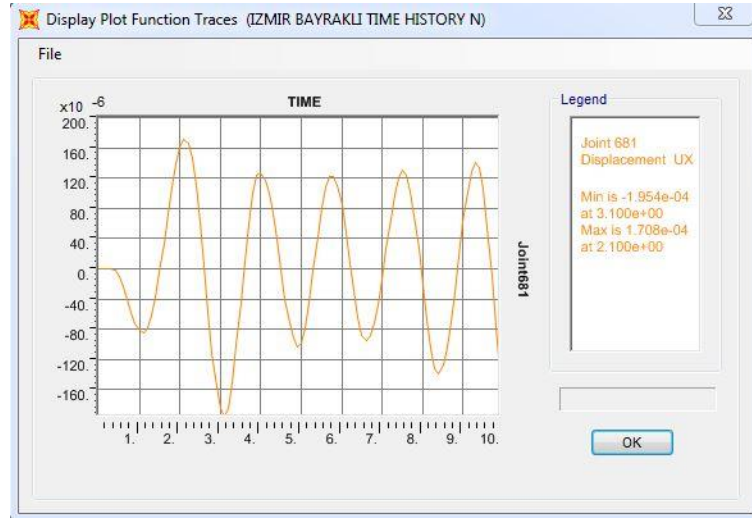
Şekil 4.51. RB-NW-0-S1 zaman-tanım alanında deformasyon grafikleri



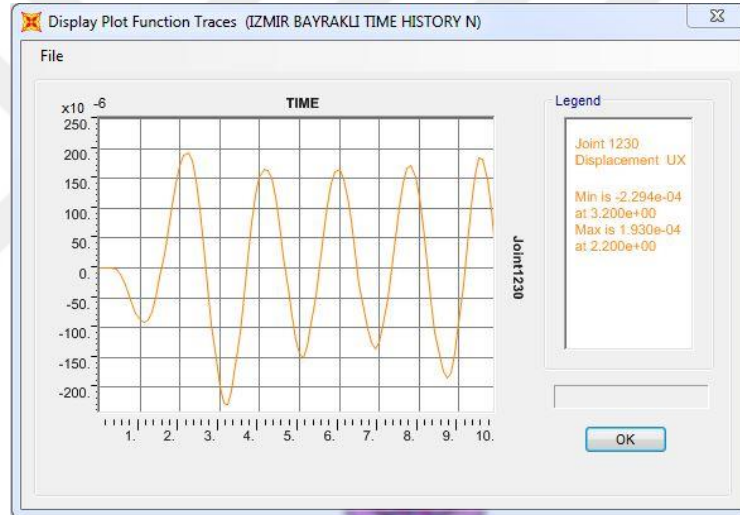
Şekil 4.52. B-NW-11-S1 zaman-tanım alanında deformasyon grafikleri



Şekil 4.53. B-NW-21-S1 zaman-tanım alanında deformasyon grafikleri



Şekil 4.54. B-NW-28-S1 zaman-tanım alanında deformasyon grafikleri



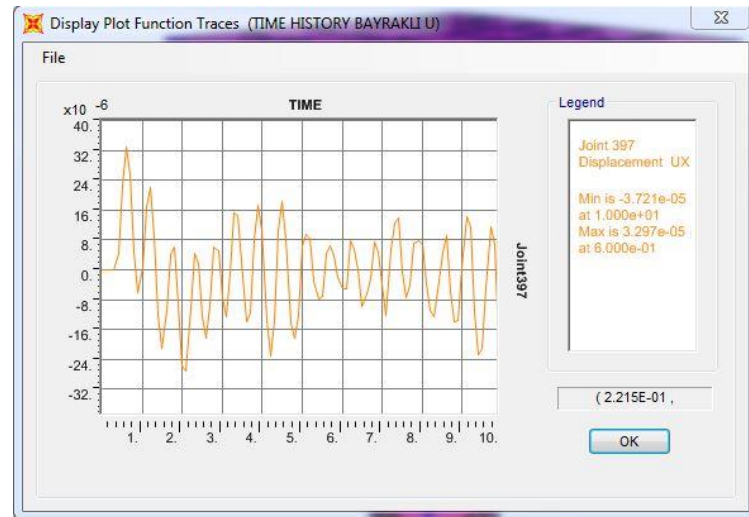
Şekil 4.55. B-NW-44-S1 zaman-tanım alanında deformasyon grafikleri

Zemin katında dolgu duvar bulunmayan beş adet farklı çıkma oranlarına sahip binalar için betonarme perde ile güçlendirme yapıldığı durum için; yukarıda ki çizelgede zaman tanım alanında K-G yönünde grafikler verilmiştir. Grafikler incelendiği zaman, zaman tanım alanında en yüksek deformasyon anı olarak alınırsa;

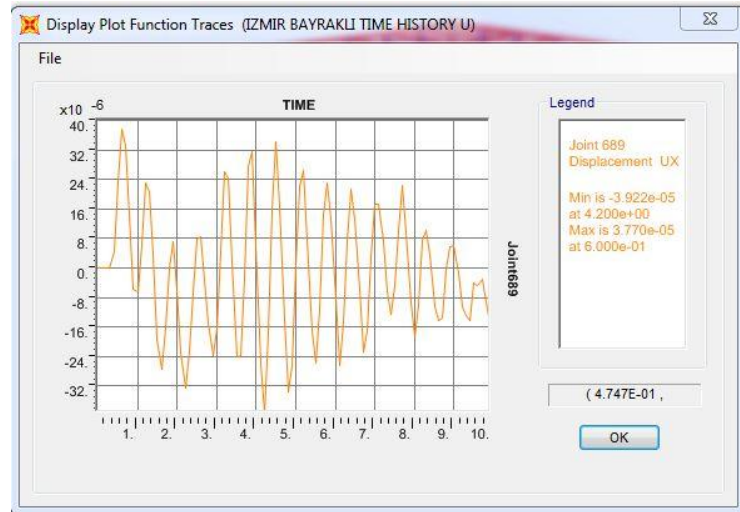
- B-NW-11-S1 betonarme binada deformasyon 50×10^{-6} metre iken, RB-NW-0-S1'de deformasyon 30×10^{-6} metre olduğu hesaplanmıştır. Bu iki çıkma oranı farklı olan binaya göre deformasyon olarak % 40 oranında artış göstermiştir.

- B-NW-21-S1 betonarme binada deformasyon 52×10^{-6} metre iken, RB-NW-0-S1’ de deformasyon, 30×10^{-6} metre olduğu hesaplanmıştır. Bu iki çıkma oranı farklı olan binaya göre deformasyon olarak % 42 oranında artış göstermiştir.
- B-NW-28-S1 betonarme binada deformasyon 160×10^{-6} metre iken, RB-NW-0-S1’de deformasyon, 30×10^{-6} metre olduğu hesaplanmıştır. Bu iki çıkma oranı farklı olan binaya göre deformasyon olarak yaklaşık 5 kat artış göstermiştir.
- B-NW-44-S1 betonarme binada deformasyon 200×10^{-6} metre iken, RB-NW-0-S1’de deformasyon, 30×10^{-6} metre olduğu hesaplanmıştır. Bu iki çıkma oranı farklı olan binaya göre deformasyon olarak yaklaşık 7 kat artış göstermiştir.

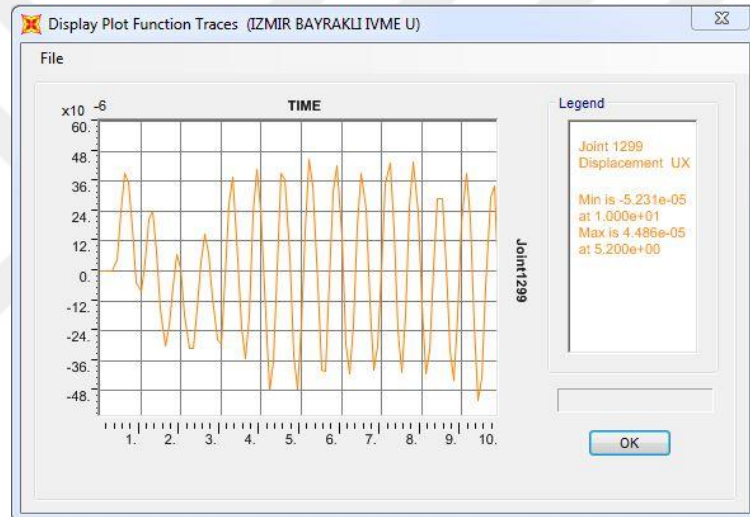
Şekil 4.56, Şekil 4.57, Şekil 4.58, Şekil 4.59 ve Şekil 4.60 ‘da sırasıyla RB-NW-0-S1, B-NW-11-S1, B-NW-21-S1, B-NW-28-S1 ve B-NW-44-S1’in zaman tanım alanında en uç noktalarında oluşan deformasyonun zamanla değişimi düşey yön olarak tanımlanan, düşey deprem yönü ivme değerleri için verilmiştir. Çıkma noktalarının en uç noktaları depremin çıkma üzerindeki etkisini anlayabilmek için seçilmiştir.



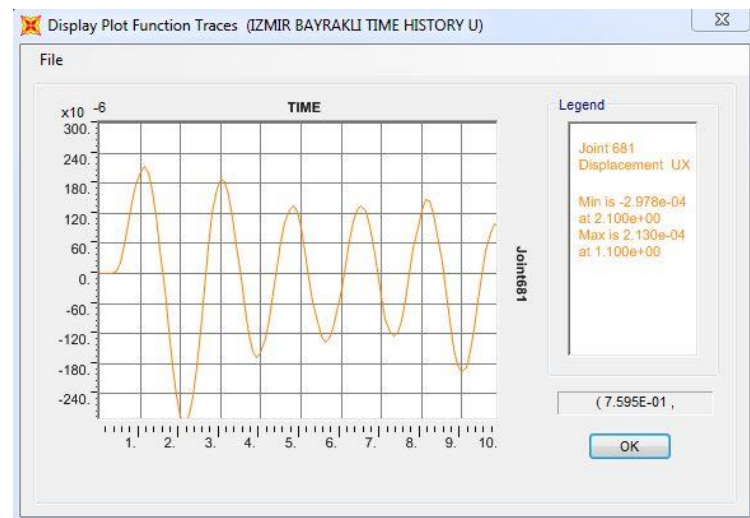
Şekil 4.56. RB-NW-0-S1 zaman-tanım alanında deformasyon grafikleri



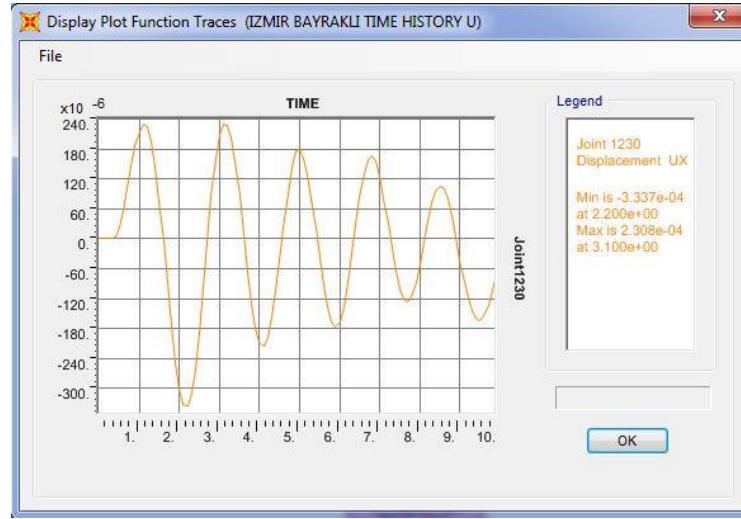
Şekil 4.57. B-NW-11-S1 zaman-tanım alanında deformasyon grafikleri



Şekil 4.58. B-NW-21-S1 zaman-tanım alanında deformasyon grafikleri



Şekil 4.59. B-NW-28-S1 zaman-tanım alanında deformasyon grafikleri



Şekil 4.60. B-NW-44-S1 zaman-tanım alanında deformasyon grafikleri

Zemin katında dolgu duvar bulunmayan beş adet farklı çıkma oranlarına sahip binalar için betonarme perde ile güçlendirme yapıldığı durum için; yukarıda ki çizelgede zaman tanım alanında düşey deprem yönünde grafikler verilmiştir. Grafikler incelendiği zaman, zaman tanım alanında en yüksek deformasyon anı olarak alınırsa;

- B-NW-11-S1 betonarme binada deformasyon 40×10^{-6} metre iken, RB-NW-0-S1'de deformasyon 32×10^{-6} metre olduğu hesaplanmıştır. Bu iki çıkma oranı farklı olan binaya göre deformasyon olarak % 20 oranında artış göstermiştir.
- B-NW-21-S1 betonarme binada deformasyon 44×10^{-6} metre iken, RB-NW-0-S1'de deformasyon, 32×10^{-6} metre olduğu hesaplanmıştır. Bu iki çıkma oranı farklı olan binaya göre deformasyon olarak % 28 oranında artış göstermiştir.
- B-NW-28-S1 betonarme binada deformasyon 260×10^{-6} metre iken, RB-NW-0-S1'de deformasyon, 32×10^{-6} metre olduğu hesaplanmıştır. Bu iki çıkma oranı farklı olan binaya göre deformasyon olarak yaklaşık 9 kat artış göstermiştir.
- B-NW-44-S1 betonarme binada deformasyon 320×10^{-6} metre iken, RB-NW-0-S1'de deformasyon, 32×10^{-6} metre olduğu hesaplanmıştır. Bu iki çıkma oranı farklı olan binaya göre deformasyon olarak yaklaşık 10 kat artış göstermiştir.

4.2.3. Zemin kat duvarlı bina modellerinde Zaman Tanım Alanında analiz sonuçları

Zemin kat duvarlı ve beş farklı çıkma oranına sahip betonarme modellerde Zaman Tanım Alanında Analiz yapılmıştır. Analizler sonucunda; taban kesme kuvveti, gerilme dağılımı ve deplasman grafikleri incelenip karşılaştırılmıştır.

Çizelge 4.47. RB-W-0 modellemeye ait taban kesme kuvvetleri

YÜKLEME	YÖN	TONF(X)	TONF(Y)
İzmir Bayraklı	D-B	1251.2	0
İzmir Bayraklı	K-G	0	1055.4
İzmir Bayraklı	D	1055.4	1055.4

Çizelge 4.48. B-W-11 modellemeye ait taban kesme kuvvetleri

YÜKLEME	YÖN	TONF(X)	TONF(Y)
İzmir Bayraklı	D-B	1284.7	0
İzmir Bayraklı	K-G	0	-1087.3
İzmir Bayraklı	D	1087.3	1087.3

Çizelge 4.49. B-W-21 modellemeye ait taban kesme kuvvetleri

YÜKLEME	YÖN	TONF(X)	TONF(Y)
İzmir Bayraklı	D-B	1312.1	0
İzmir Bayraklı	K-G	0	-987,56
İzmir Bayraklı	D	1094.5	1094.5

Çizelge 4.50. B-W-28 modellemeye ait taban kesme kuvvetleri

YÜKLEME	YÖN	TONF(X)	TONF(Y)
İzmir Bayraklı	D-B	1352.4	0
İzmir Bayraklı	K-G	0	-1145,5
İzmir Bayraklı	D	1145,5	1145,5

Çizelge 4.51. B-W-44 modellemeye ait taban kesme kuvvetleri

YÜKLEME	YÖN	TONF(X)	TONF(Y)
İzmir Bayraklı	D-B	1422,3	0
İzmir Bayraklı	K-G	0	-1198.8
İzmir Bayraklı	D	1198.8	1198.8

Çizelge 4.47, Çizelge 4.48, Çizelge 4.49, Çizelge 4.50 ve Çizelge 4.51’de görüldüğü üzere depremlili yüklemelerde çıkma uzunlukları arttıkça taban kesme kuvvetleri artmıştır.

Çizelge 4.47 ve Çizelge 4.51'den alınan sonuçlar doğrultusunda RB-W-0 ile B-W-44 çıkma oranlı zemin katı duvarsız olarak modellenen bina modelleri arasında yaklaşık 171 ton taban kesme kuvveti farkı olup, çıkmaların uzunluğundan dolayı meydana gelen sehimler düşünüldüğünde bu değer bir bina için son derece önemlidir.

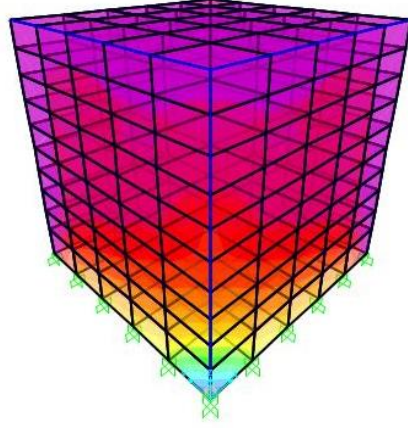
Çizelge 4.47 ve Çizelge 4.48'den alınan sonuçlar doğrultusunda RB-W-0 ile B-W-11 çıkma oranlı zemin katı duvarsız olarak modellenen bina modelleri arasında 33 ton taban kesme kuvveti farkı olup bu değer normal çıkmasız binaya gelen kesme kuvvetinin %4'si kadar fazladır.

Çizelge 4.47 ve Çizelge 4.49'dan alınan sonuçlar doğrultusunda RB-W-0 ile B-W-21 çıkma oranlı zemin katı duvarsız olarak modellenen bina modelleri arasında 61 ton taban kesme kuvveti farkı olup bu değer normal çıkmasız binaya gelen kesme kuvvetinin %5'si kadar fazladır.

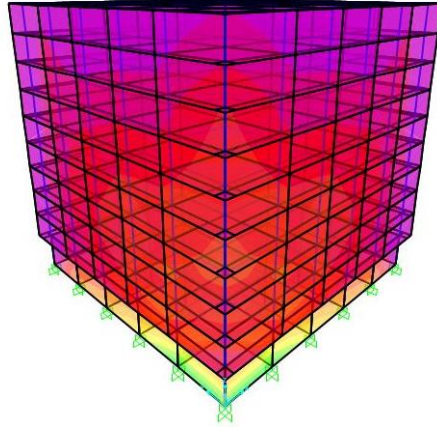
Çizelge 4.47 ve Çizelge 4.50'den alınan sonuçlar doğrultusunda RB-W-0 ile B-W-28 çıkma oranlı zemin katı duvarsız olarak modellenen bina modelleri arasında 101 ton taban kesme kuvveti farkı olup bu değer normal çıkmasız binaya gelen kesme kuvvetinin %8'si kadar fazladır.

Çizelge 4.47 ve Çizelge 4.51'den alınan sonuçlar doğrultusunda RB-W-0 ile B-W-44 çıkma oranlı zemin katı duvarsız olarak modellenen bina modelleri arasındaki 171 ton taban kesme kuvveti farkı normal çıkmasız binaya gelen kesme kuvvetinin %19 kadar fazladır.

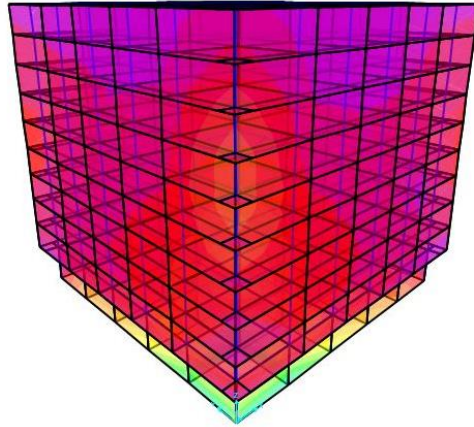
SAP 2000 programında zaman – tanım alanında yapılan analizler sonucunda taban kesme kuvvetleri yukarıdaki çizelgede verilmişti. Şekil 4.61, Şekil 4.62, Şekil 4.63, Şekil 4.64 ve Şekil 4.65'de sırasıyla; RB-W-0, B-W-11, B-W-21, B-W-28, B-W-44 olan binanın gerilme dağılımları gösterilmiştir. Düşey deprem etkisi sebebiyle depremlerde meydana gelen hasarlar incelendiğinde çıkma bölgelerinde hasarların meydana geldiği gözlemlenmektedir. SAP 2000 programında modellenen binalardaki gerilme dağılımları incelendiğinde aynı bölgelerde gerilmenin yoğunlaştığı gözlemlenmiştir.



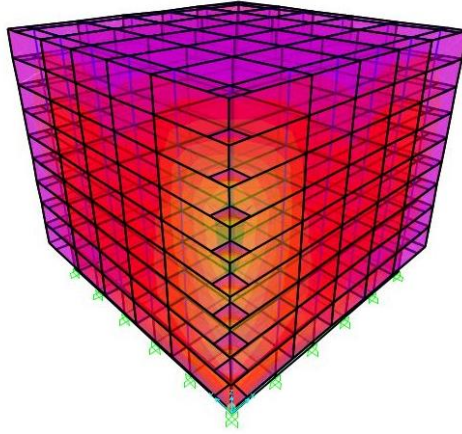
Şekil 4.61. RB-W-0 modeline ait gerilme dağılımı



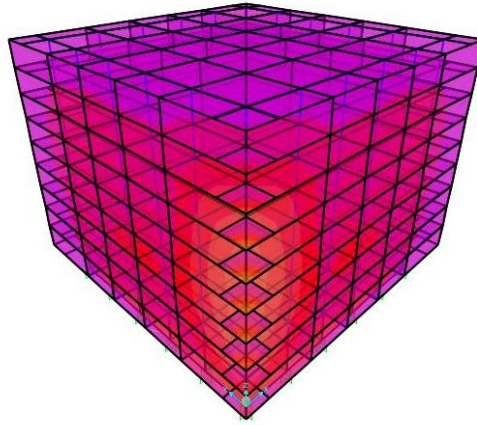
Şekil 4.62. B-W-11 modeline ait gerilme dağılımı



Şekil 4.63. B-W-21 modeline ait gerilme dağılımı

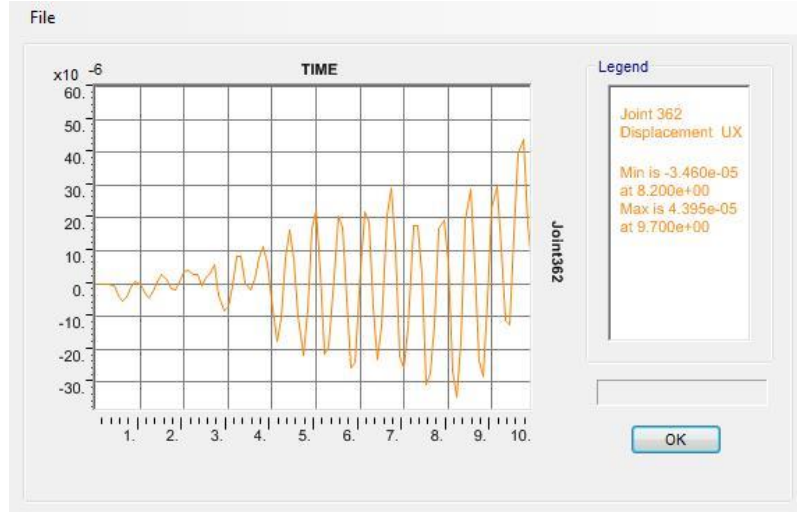


Şekil 4.64. B-W-28 modeline ait gerilme dağılımı

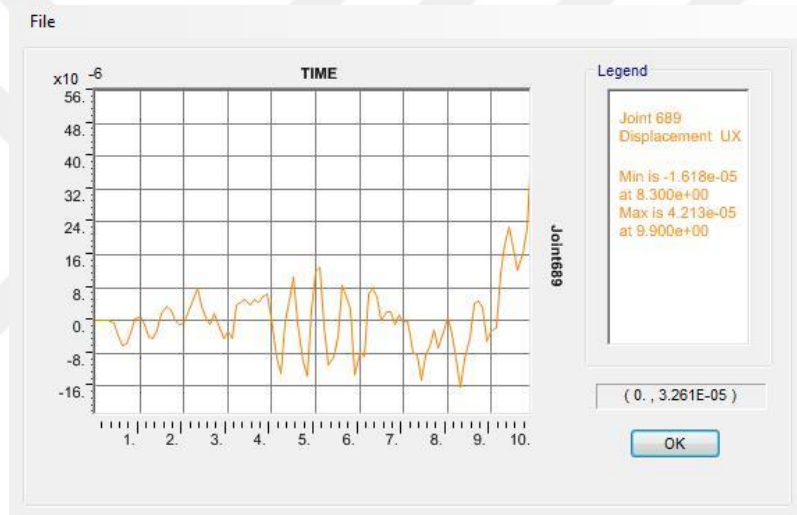


Şekil 4.65. RB-W-44 modeline ait gerilme dağılımı

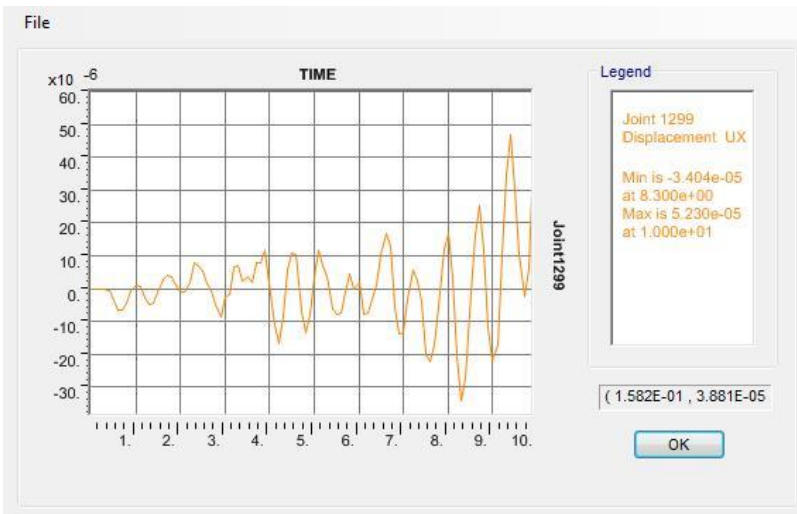
Zaman – tanım analizi sonucunda binaları oluşturan noktaların zamanla yer değiştirmelerinin değişimi arasında kıyaslamaların yapılması binalardaki çıkma oranlarının etkisini araştırmak için çok önemlidir. Üç ayrı deprem ivme kaydı olduğu için bu üç deprem kaydının grafikleri de ayrı ayrı verilmiştir. Bu sebeple şekil 4.66, şekil 4.67, şekil 4.68, şekil 4.69 ve şekil 4.70 ‘de sırasıyla; RB-W-0, B-W-11, B-W-21, B-W-28, B-W-44’ün zaman tanım alanında en uç noktalarında oluşan deformasyonun zamanla değişimi E yönü olarak tanımlanan doğu-batı yönü deprem ivme değerleri için verilmiştir. Çıkma noktalarının en uç noktaları depremin çıkma üzerindeki etkisini anlayabilmek için seçilmiştir.



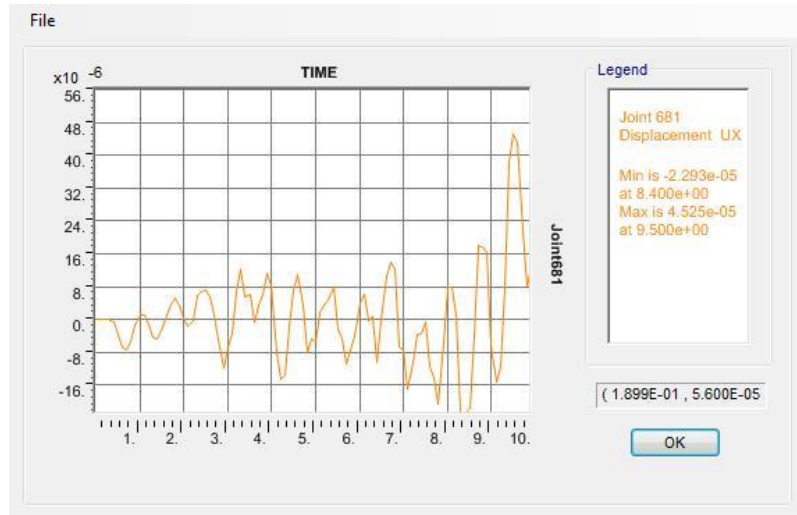
Şekil 4.66. RB-W-0 zaman-tanım alanında deformasyon grafikleri



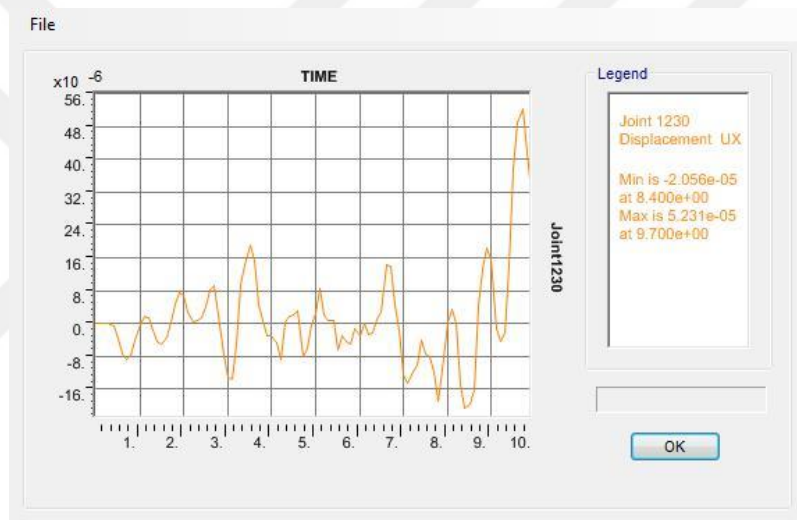
Şekil 4.67. B-W-11 zaman-tanım alanında deformasyon grafikleri



Şekil 4.68. B-W-21 zaman-tanım alanında deformasyon grafikleri



Şekil 4.69. B-W-28 zaman-tanım alanında deformasyon grafikleri



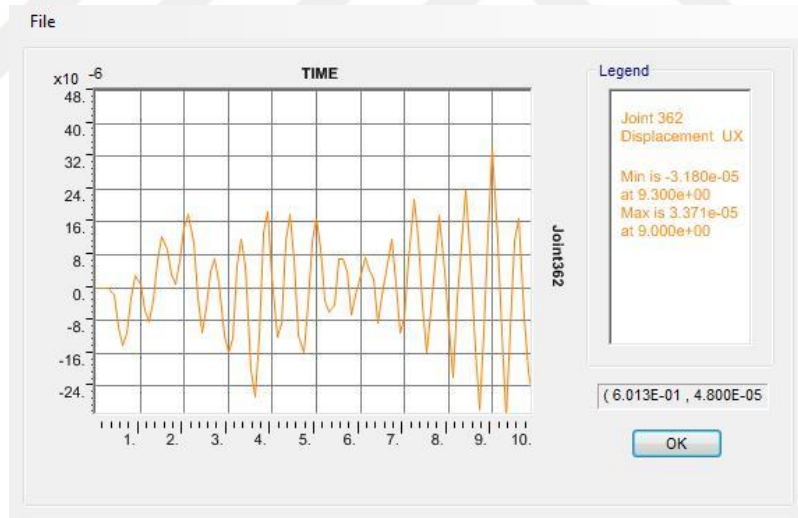
Şekil 4.70. B-W-44 zaman-tanım alanında deformasyon grafikleri

Zemin katında dolgu duvar bulunan beş adet farklı çıkma oranlarına sahip binalar için yukarıda ki çizelgede zaman tanım alanında E yönünde grafikler verilmiştir. Grafikler incelendiği zaman zaman tanım alanında referans değer deformasyonun en yüksek değerde olduğu an olarak alınırsa;

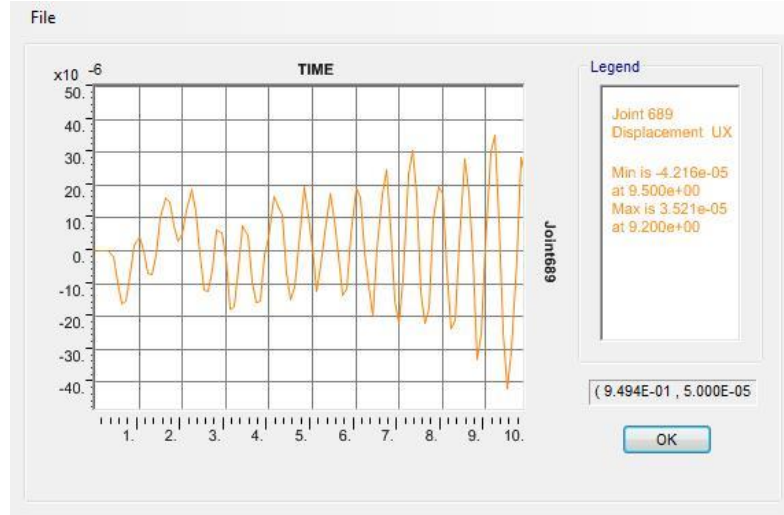
- B-W-11 betonarme binada deformasyon 48×10^{-6} metre iken, RB-W-0-'de deformasyon 40×10^{-6} metre olduğu hesaplanmıştır. Bu iki bina arasındaki fark deformasyon olarak % 17 oranında artış göstermiştir.
- B-W-21 betonarme binada deformasyon 50×10^{-6} metre iken, RB-W-0-'de deformasyon, 40×10^{-6} metre olduğu hesaplanmıştır. Bu binalar arasındaki fark deformasyon olarak % 25 oranında artış göstermiştir.

- B-NW-28-S1 betonarme binada deformasyon 52×10^{-6} metre iken, RB-NW-0-S1'de deformasyon, 40×10^{-6} metre olduğu hesaplanmıştır. Bu binalar arasındaki fark deformasyon olarak % 27 oranında artış göstermiştir.
- B-NW-44-S1 betonarme binada deformasyon 56×10^{-6} metre iken, RB-NW-0-S1'de deformasyon, 40×10^{-6} metre olduğu hesaplanmıştır. Bu binalar arasındaki fark deformasyon olarak % 30 oranında artış göstermiştir.

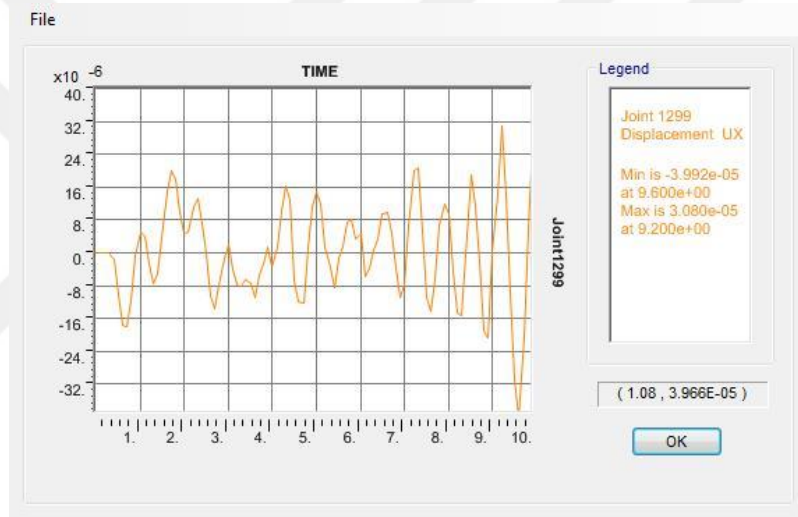
Üç ayrı deprem ivme kaydı olduğu için bu üç deprem kaydının grafikleri de ayrı ayrı verilecektir. Bu sebeple Şekil 4.71, Şekil 4.72, Şekil 4.73, Şekil 4.74 ve Şekil 4.75 'de sırasıyla RB-W-0, B-W-11, B-W-21, B-W-28, B-W-44'ın zaman tanım alanında en uç noktalarında oluşan deformasyonun zamanla değişimi, Kuzey-Güney yönü olarak tanımlanan deprem ivme değerleri için verilmiştir. Çıkma noktalarının en uç noktaları depremin çıkma üzerindeki etkisini anlayabilmek için seçilmiştir.



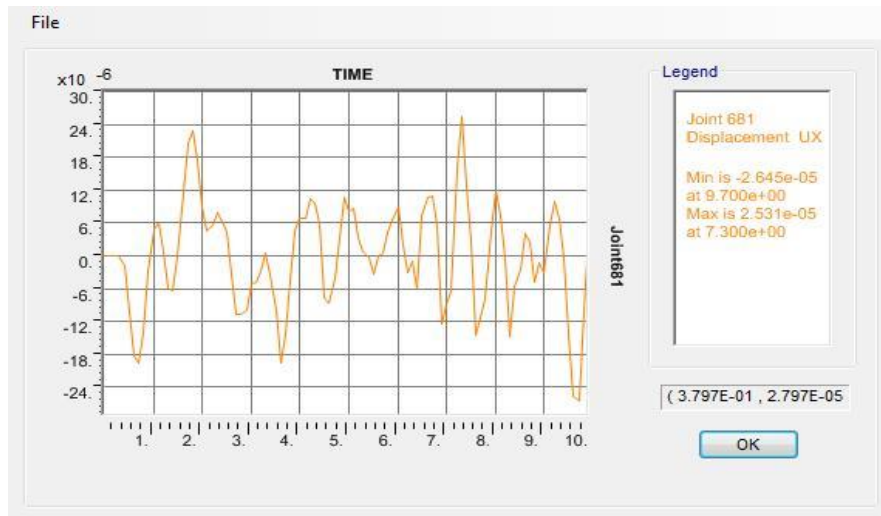
Şekil 4.71. RB-W-0 zaman-tanım alanında deformasyon grafikleri



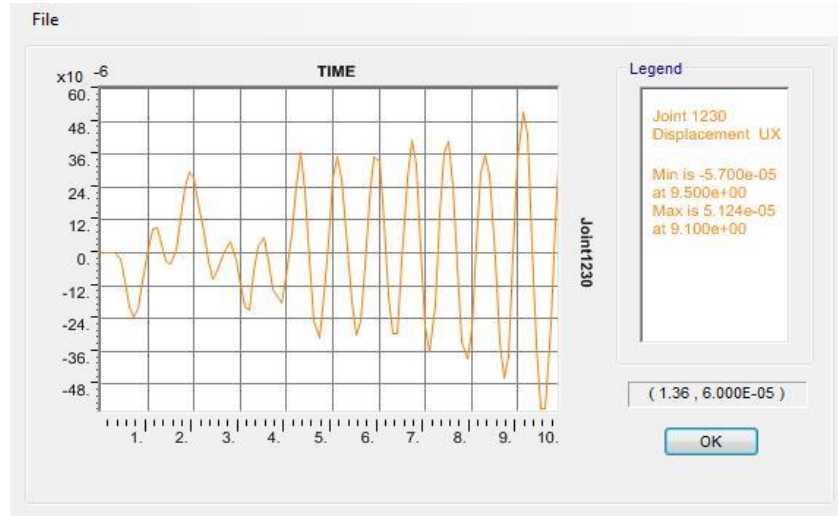
Şekil 4.72. B-W-11 zaman-tanım alanında deformasyon grafikleri



Şekil 4.73. B-W-21 zaman-tanım alanında deformasyon grafikleri



Şekil 4.74. B-W-28 zaman-tanım alanında deformasyon grafikleri

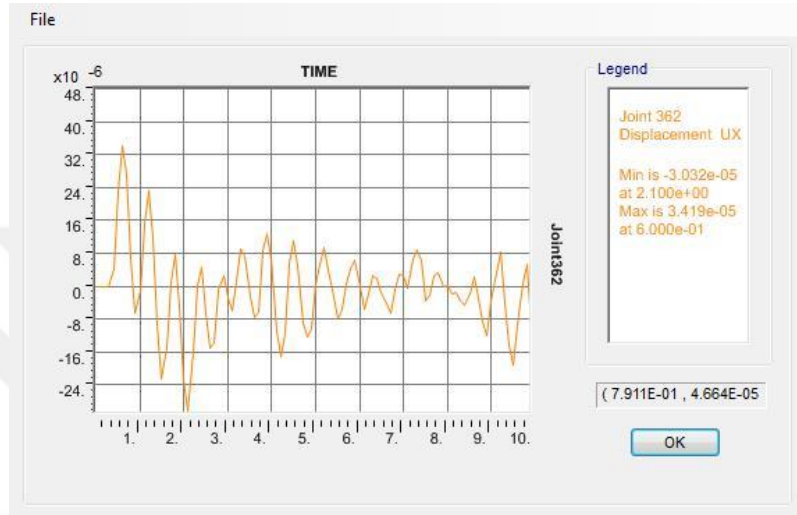


Şekil 4.75. B-W-44 zaman-tanım alanında deformasyon grafikleri

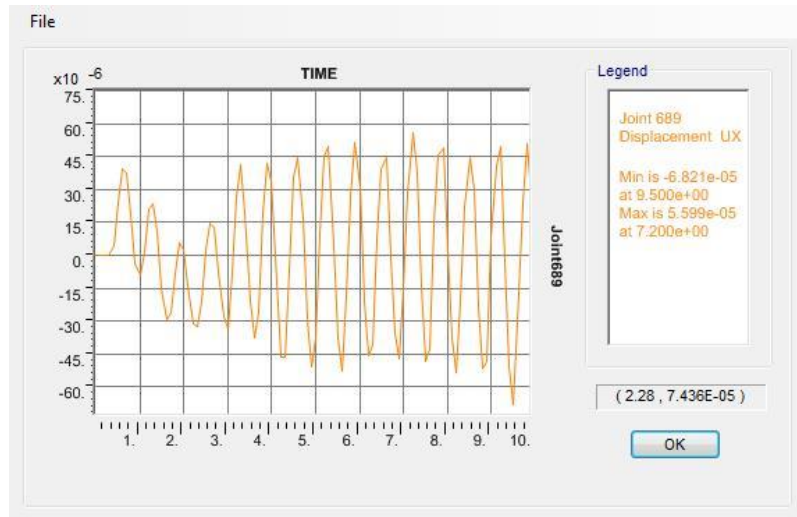
Zemin katında dolgu duvar bulunan beş adet farklı çıkma oranlarına sahip binalar için yukarıda ki çizelgede zaman tanım alanında Kuzey - Güney yönünde grafikler verilmiştir. Grafikler incelendiği zaman zaman tanım alanında referans değer olarak zaman deplasman değerinin en yüksek değer olduğu an alınırsa;

- B-W-11 betonarme binada deformasyon 42×10^{-6} metre iken, RB-W-0-'de deformasyon 32×10^{-6} metre olduğu hesaplanmıştır. Bu iki bina arasındaki fark deformasyon olarak % 18 oranında artış göstermiştir.
- B-W-21 betonarme binada deformasyon 50×10^{-6} metre iken, RB-W-0-'de deformasyon, 32×10^{-6} metre olduğu hesaplanmıştır. Bu binalar arasındaki fark deformasyon olarak % 26 oranında artış göstermiştir.
- B-NW-28-S1 betonarme binada deformasyon 52×10^{-6} metre iken, RB-NW-0-S1'de deformasyon, 32×10^{-6} metre olduğu hesaplanmıştır. Bu binalar arasındaki fark deformasyon olarak % 29 oranında artış göstermiştir.
- B-NW-44-S1 betonarme binada deformasyon 60×10^{-6} metre iken, RB-NW-0-S1'de deformasyon, 32×10^{-6} metre olduğu hesaplanmıştır. Bu binalar arasındaki fark deformasyon olarak % 47 oranında artış göstermiştir.

Üç ayrı deprem ivme kaydı olduğu için bu üç deprem kaydının grafikleri de ayrı ayrı verilecektir. Bu sebeple Şekil 4.76, Şekil 4.77, Şekil 4.78, Şekil 4.79 ve Şekil 4.80 'de sırasıyla RB-W-0, B-W-11, B-W-21, B-W-28, B-W-44'ün zaman tanım alanında en uç noktalarında oluşan deformasyonun zamanla değişimi düşey deprem yönü olarak tanımlanan deprem ivme değerleri için verilmiştir. Çıkma noktalarının en uç noktaları depremin çıkma üzerindeki etkisini anlayabilmek için seçilmiştir.



Şekil 4.76. RB-W-0 zaman-tanım alanında deformasyon grafikleri



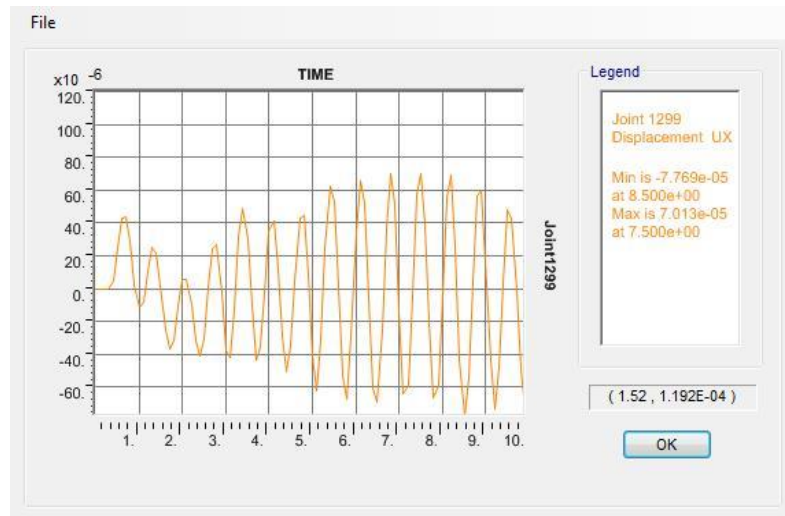
Şekil 4.77. B-W-11 zaman-tanım alanında deformasyon grafikleri



Şekil 4.78. B-W-21 zaman-tanım alanında deformasyon grafikleri



Şekil 4.79. B-W-28 zaman-tanım alanında deformasyon grafikleri



Şekil 4.80. B-W-44 zaman-tanım alanında deformasyon grafikleri

Zemin katında dolgu duvar bulunan beş adet farklı çıkma oranlarına sahip binalar için yukarıda ki çizelgede zaman tanım alanında düşey yönünde grafikler verilmiştir. Grafikler incelendiği zaman, zaman tanım alanında referans değer olarak deformasyonun en yüksek değerinin olduğu an alınırsa;

- B-W-11 betonarme binada deformasyon 50×10^{-6} metre iken, RB-W-0-'de deformasyon 32×10^{-6} metre olduğu hesaplanmıştır. Bu iki bina arasındaki fark deformasyon olarak % 36 oranında artış göstermiştir.
- B-W-21 betonarme binada deformasyon 50×10^{-6} metre iken, RB-W-0-'de deformasyon, 32×10^{-6} metre olduğu hesaplanmıştır. Bu binalar arasındaki fark deformasyon olarak % 36 oranında artış göstermiştir.
- B-NW-28-S1 betonarme binada deformasyon 60×10^{-6} metre iken, RB-NW-0-S1'de deformasyon, 32×10^{-6} metre olduğu hesaplanmıştır. Bu binalar arasındaki fark deformasyon olarak % 47 oranında artış göstermiştir.
- B-NW-44-S1 betonarme binada deformasyon 72×10^{-6} metre iken, RB-NW-0-S1'de deformasyon, 32×10^{-6} metre olduğu hesaplanmıştır. Bu binalar arasındaki fark deformasyon olarak % 55 oranında artış göstermiştir.

4.2.4. Zemin kat optimum duvarlı bina modellerinde Zaman Tanım Alanında analiz sonuçları

Zemin kat optimum duvarlı ve beş farklı çıkma oranına sahip betonarme modellerde Zaman Tanım Alanında Analiz yapılmıştır. Analizler sonucunda; taban kesme kuvveti, gerilme dağılımı ve deplasman grafikleri incelenip karşılaştırılmıştır.

Çizelge 4.52. RB-OW-0 modellemeye ait taban kesme kuvvetleri

YÜKLEME	YÖN	TONF(X)	TONF(Y)
İzmir Bayraklı	D-B	1141.2	0
İzmir Bayraklı	K-G	0	942.4
İzmir Bayraklı	D	942.4	942.4

Çizelge 4.53. B-OW-11 modellemeye ait taban kesme kuvvetleri

YÜKLEME	YÖN	TONF(X)	TONF(Y)
İzmir Bayraklı	D-B	1197.5	0
İzmir Bayraklı	K-G	0	994.6
İzmir Bayraklı	D	994.6	994.6

Çizelge 4.54. B-OW-21 modellemeye ait taban kesme kuvvetleri

YÜKLEME	YÖN	TONF(X)	TONF(Y)
İzmir Bayraklı	D-B	1252.3	0
İzmir Bayraklı	K-G	0	1004.5
İzmir Bayraklı	D	1004.5	1004.5

Çizelge 4.55. B-OW-28 modellemeye ait taban kesme kuvvetleri

YÜKLEME	YÖN	TONF(X)	TONF(Y)
İzmir Bayraklı	D-B	1298.7	0
İzmir Bayraklı	K-G	0	1074,5
İzmir Bayraklı	D	1074,5	1074,5

Çizelge 4.56. B-OW-44 modellemeye ait taban kesme kuvvetleri

YÜKLEME	YÖN	TONF(X)	TONF(Y)
İzmir Bayraklı	D-B	1322,3	0
İzmir Bayraklı	K-G	0	1098.2
İzmir Bayraklı	D	1098.2	1098.2

Çizelge 4.52, Çizelge 4.53, Çizelge 4.54, Çizelge 4.55 ve Çizelge 4.56’da görüldüğü üzere depremlili yüklemelerde çıkma uzunlukları arttıkça taban kesme kuvvetleri artmıştır.

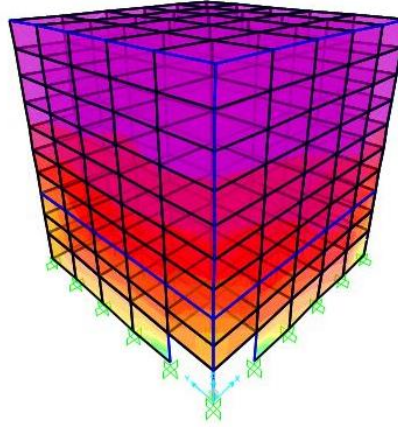
Çizelge 4.52 ve Çizelge 4.56’dan alınan sonuçlar doğrultusunda RB-OW-0 ile B-OW-44 çıkma oranlı zemin katı duvarsız olarak modellenen bina modelleri arasında yaklaşık 180 ton taban kesme kuvveti farkı olup, çıkmaların uzunluğundan dolayı meydana gelen sehimler düşünüldüğünde bu değer bir bina için son derece önemlidir.

Çizelge 4.52 ve Çizelge 4.53’den alınan sonuçlar doğrultusunda RB-OW-0 ile B-OW-11 çıkma oranlı zemin katı duvarsız olarak modellenen bina modelleri arasında 45 ton taban kesme kuvveti farkı olup bu değer normal çıkmasız binaya gelen kesme kuvvetinin %5’i kadar fazladır.

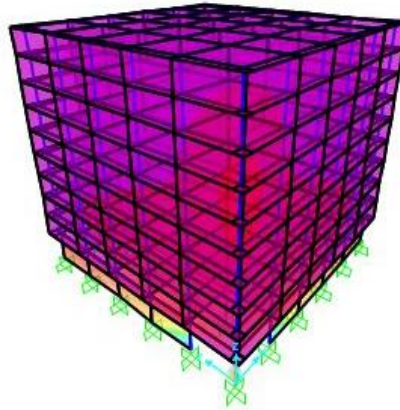
Çizelge 4.52 ve Çizelge 4.54’den alınan sonuçlar doğrultusunda RB-OW-0 ile B-OW-21 çıkma oranlı zemin katı duvarsız olarak modellenen bina modelleri arasında 110 ton taban kesme kuvveti farkı olup bu değer normal çıkmasız binaya gelen kesme kuvvetinin %9’u kadar fazladır.

Çizelge 4.52 ve Çizelge 4.55’den alınan sonuçlar doğrultusunda RB-OW-0 ile B-OW-28 çıkma oranlı zemin katı duvarsız olarak modellenen bina modelleri arasında 160 ton taban kesme kuvveti farkı olup bu değer normal çıkmasız binaya gelen kesme kuvvetinin %12’si kadar fazladır.

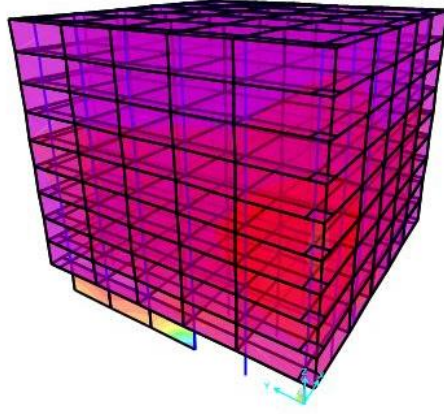
SAP 2000 programında zaman – tanım alanında yapılan analizler sonucunda taban kesme kuvvetleri yukarıdaki çizelgelerde verilmişti. Şekil 4.81, Şekil 4.82, Şekil 4.83, Şekil 4.84 ve Şekil 4.85’de sırasıyla; RB-OW-0, B-OW-11, B-OW-21, B-OW-28, B-OW-44 olan binanın gerilme dağılımları gösterilmiştir. Düşey deprem etkisi sebebiyle depremlerde meydana gelen hasarlar incelendiğinde çıkma bölgelerinde hasarların meydana geldiği gözlemlenmektedir. SAP 2000 programında modellenen binalardaki gerilme dağılımları incelendiğinde aynı bölgelerde gerilmenin yoğunlaştığı gözlemlenmiştir.



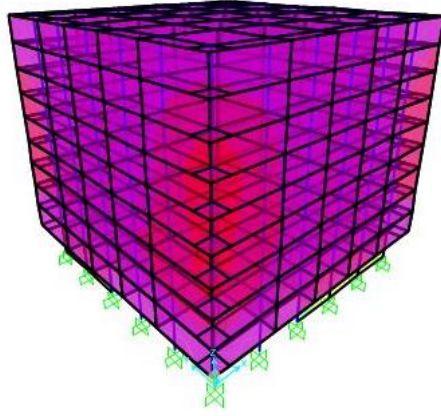
Şekil 4.81.RB-OW-0 modeline ait gerilme dağılımı



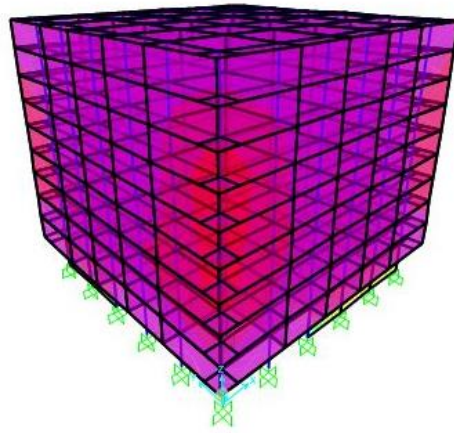
Şekil 4.82.B-OW-11 modeline ait gerilme dağılımı



Şekil 4.83.B-OW-21 modeline ait gerilme dağılımı



Şekil 4.84.B-OW-28 modeline ait gerilme dağılımı



Şekil 4.83.B-OW-44 modeline ait gerilme dağılımı

4.3. Statik – İtme Analiz Sonuçları

Statik- itme analizi betonarme binaların performans durumuna bağlı, kontrollü bir şekilde lineer olmayan analiz yöntemidir. Bu bölümde on beş adet binanın Statik-itme analizleri yapılmıştır. Bu kısımda farklı çıkma oranlarına ve zemin kat duvar durumuna bağlı olarak değiştirilmiştir. Çıkma oranının 2020 yılında İzmir depremi ivme kayıt değerleri ile ne kadar olumsuz bir durum oluşturduğunu gösterilmiştir. Statik-itme analizi ile gerek plastik mafsalların oluşma durumu ve sayısı gerekse yük – deplasman eğrilerinin karşılaştırılması amaçlanmıştır. Ayrıca Yapının performans hedefleri analizler sonucu elde edilen plastik mafsallardan yorumlanmıştır. Plastik mafsalların rengi ve dağılımına göre tanımlanan performans hedefleri; yeşil mafsal renginde kesintisiz kullanım performans seviyesi olarak, mavi mafsal rengi belirgin hasar bölgesi ve kırmızı mafsallar ise göçme bölgesinde olarak tanımlanmaktadır. Betonarme mevcut binaların herhangi bir katında kirişlerin en fazla % 20'si belirgin hasar bölgesine geçebilmektedir. Bu durumun kabul edilebilir olması için diğer tüm taşıyıcı elemanlar kesintisiz kullanım seviyesinde olmalıdır (TBDY, 2018).

Bu yöntemin önemli bir konumunda çok serbestlik dereceli sistemlerin, tek serbestlik dereceleriyle eş değer olduğu kabul edilmektedir. Bu sebeple yaklaşık sonuçlar elde edilmektedir. Yönetmeliklerde, bu lineer olmayan analizler için çeşitli yöntemler belirlenmiştir. Binanın lineer olmayan analizinde yapı rijitliğinin değişmesi veya plastik mafsallardaki dönme değerlerinin tespit edilmesinin güçlüğünden dolayı bir çok yöntem önerilmektedir. Ayrıca TBDY 2018'de doğrusal olmayan analiz hesaplamaları için bazı kriterler belirlenmiştir. Bu kriterler;

- Bina taşıyıcı sistemi daima 3 boyutlu olarak modellenecektir.
- Birbirine dik iki yatay doğrultudaki deprem etkisi daima göz önüne alınacaktır.
- Doğrusal sönüm oranı aksi belirtilmedikçe, %5 alınacaktır.
- Eksenel kuvvetlerin şekil değiştirmiş taşıyıcı sistemde meydana getirdiği ikinci mertebe etkileri göz önüne alınacaktır (TBDY, 2018).

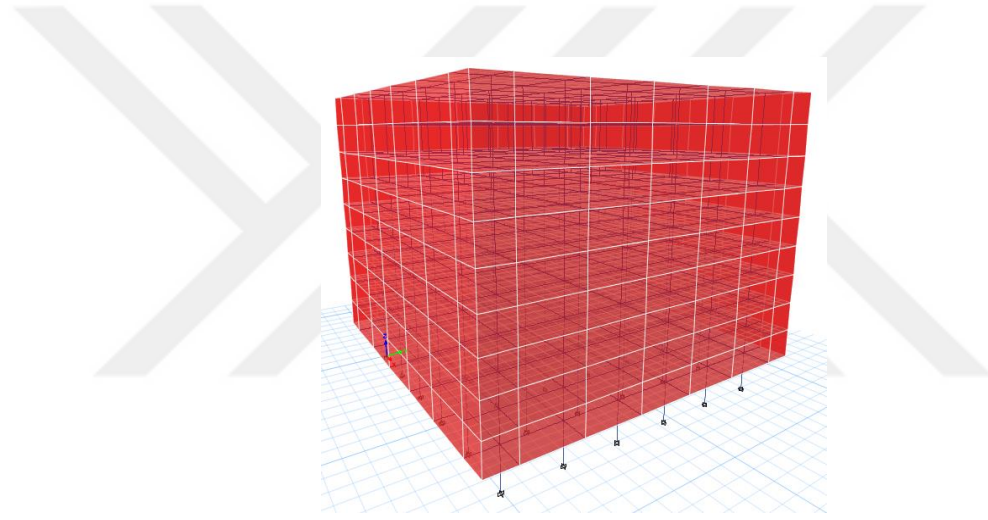
Statik İtme Analizinde kiriş ve kolonlar, çubuk (sonlu) elemanlar olarak modellenecek ve kolonlar için P-M2-M3, kirişler için ise M2 tanımlanmıştır. Yığılı plastik davranış modeli olarak tanımlanan, iç kuvvetlerin plastik kapasitelerine eriştiği sonlu uzunluktaki bölgeler boyunca ve plastik şekil değiştirmelerin 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 (TBDY, 2018).

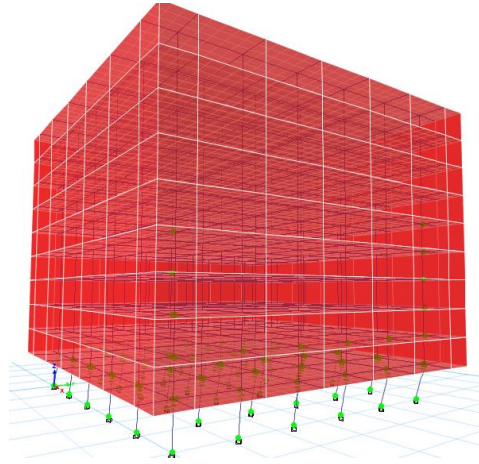


4.3.1. Zemin katı duvarsız ve güçlendirme yapılmayan bina modelleri için statik- itme analizi plastik mafsalları

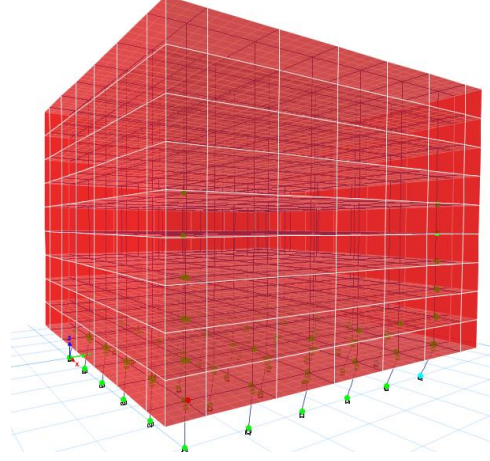
Zemin katında dolgu duvar bulunmayan binalar için plastik mafsalları noktalarının oluşum sırası ve sayısı incelenmiştir. Ayrıca plastik mafsalların çıkma oranına göre değişimi gösterilmiştir. Şekil 4.84, Şekil 4.85 ve Şekil 4.86'da sırasıyla statik – itme analizi yapılmış olan %44 çıkma oranına sahip X yönü başlangıç pushover adımı, %44 çıkma oranına sahip X yönü ortanca pushover adımı, %44 çıkma oranına sahip X yönü son pushover adımı sayılarına göre üç bölümde bahsedilmiştir. Bu üç adet bölüm statik itme analizinin başlangıç yük yüklenmemiş kısım, adım sayısının yarısı ve son adım sayısı olarak verilmiştir.



Şekil 4.84. Sap 2000 programında X yönünde statik – itme analizi yapılan B-NW-44 modeline ait binanın başlangıç plastik mafsalları durumu



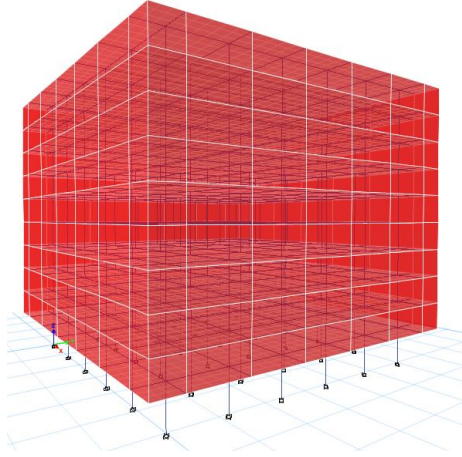
Şekil 4.85. Sap 2000 programında X yönünde statik – itme analizi yapılan B-NW-44 modeline ait binanın adım sayısının yarısındaki plastik mafsalları durumu



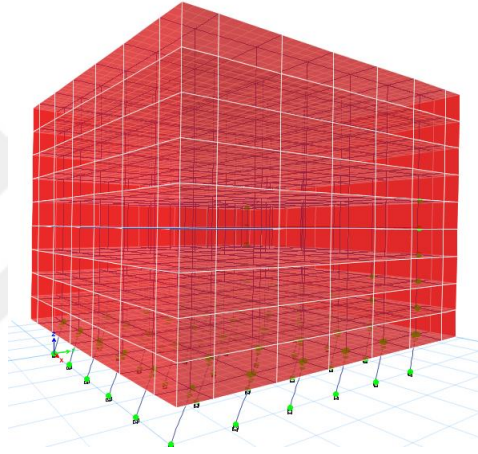
Şekil 4.86. Sap 2000 programında X yönünde statik – itme analizi yapılan B-NW-44 modeline ait binanın son adım sayısındaki plastik mafsalları durumu

Yukarıda belirtilen şekillerde görüldüğü üzere %44 çıkma oranına sahip ve zemin katında dolgu duvar bulunmayan betonarme bina modelinin başlangıç aşamasında herhangi bir plastik mafsalları oluşumuna rastlanmamıştır. Ancak adım sayısı arttıkça plastik mafsalların oluşmaya başladığı hatta tam adım sayısının yarısında tüm zemin katta plastik mafsalların oluştuğu gözlemlenmiştir. Bu plastik mafsalların durumu TBDY 2018'e göre kesintisiz kullanım performans seviyesi olarak tanımlanmıştır. Son adım sayısına doğru gidildikçe mafsalların üst katlara doğru da yayıldığı hatta zemin katın bazı noktaların da göçme öncesi performans seviyesi ile göçme durumunun oluştuğu gözlemlenmiştir.

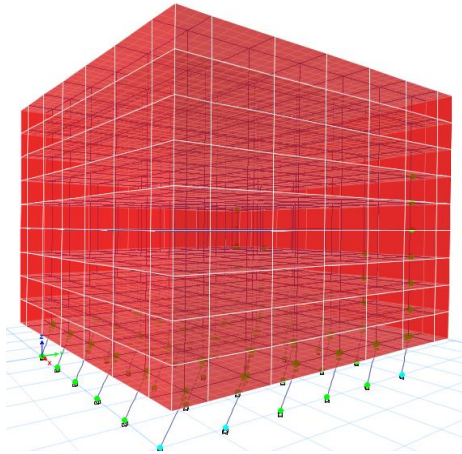
Zemin katında dolgu duvar bulunmayan binalar için plastik mafsalları noktalarının oluşum sırası ve sayısı incelenmek istenmiştir. Ayrıca plastik mafsalların çıkma oranına göre değişimi gösterilmiştir. Şekil 4.87, Şekil 4.88 ve şekil 4.89'da sırasıyla statik – itme analizi yapılmış olan %44 çıkma oranına sahip Y yönü başlangıç pushover adımı, %44 çıkma oranına sahip Y yönü ortanca pushover adımı, %44 çıkma oranına sahip Y yönü son pushover adımı sayılarına göre üç bölüme bölünmüştür. Bu üç adet bölüm statik itme analizinin başlangıcı yük yüklenmemiş kısım, adım sayısının yarısı ve son adım sayısı olarak verilmiştir.



Şekil 4.87. Sap 2000 programında Y yönünde statik – itme analizi yapılan B-NW-44 modeline ait binanın başlangıç plastik mafsalsal durumu



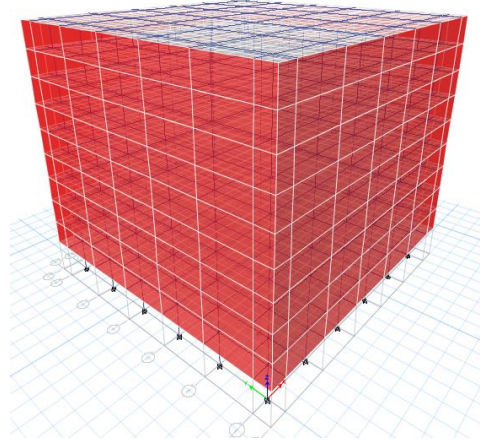
Şekil 4.88. Sap 2000 programında Y yönünde statik – itme analizi yapılan % 44 çıkma oranına sahip binanın adım sayısının yarısındaki plastik mafsalsal durumu



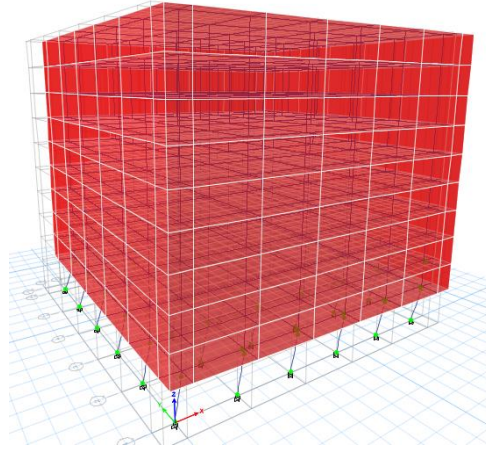
Şekil 4.89. Sap 2000 programında Y yönünde statik – itme analizi yapılan B-NW-44 modeline ait binanın son adım sayısındaki plastik mafsalsal durumu

Yukarıda belirtilen şekillerde görüldüğü üzere %44 çıkma oranına sahip ve zemin katında dolgu duvar bulunmayan betonarme bina modelinin başlangıç aşamasında herhangi bir plastik mafsall oluşumuna rastlanmamıştır. Ancak adım sayısı arttıkça plastik mafsalların oluşmaya başladığı hatta tam adım sayısının yarısında tüm zemin katta plastik mafsalların oluştuğu gözlemlenmiştir. Bu plastik mafsalların durumu TBDY 2018'e göre kesintisiz kullanım seviyesi olarak tanımlanmıştır. Son adım sayısına doğru gidildikçe mafsalların üst katlara doğru da yayıldığı hatta zemin katın bazı noktaların da göçme öncesi performans gözlemlenmiştir.

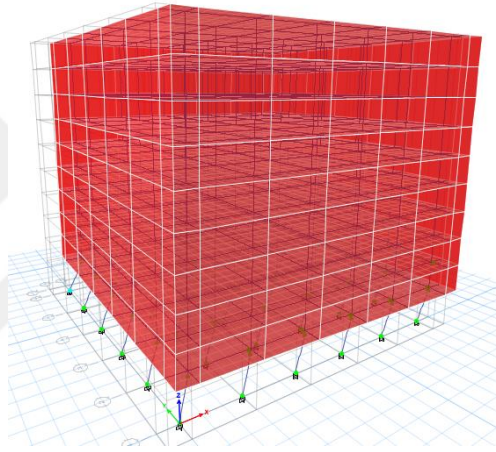
Zemin katında dolgu duvar bulunmayan binalar için plastik mafsall noktalarının oluşum sırası ve sayısı incelenmek istenmiştir. Ayrıca plastik mafsalların çıkma oranına göre değişimi gösterilmiştir. Şekil 4.90, Şekil 4.91 ve şekil 4.92'de sırasıyla statik – itme analizi yapılmış olan %28 çıkma oranına sahip X yönü başlangıç pushover adımı, %28 çıkma oranına sahip X yönü ortanca pushover adımı, %28 çıkma oranına sahip X yönü son pushover adımı sayılarına göre üç bölüme bölünmüştür. Bu üç adet bölüm statik itme analizinin başlangıcı yük yüklenmemiş kısım, adım sayısının yarısı ve son adım sayısı olarak verilmiştir.



Şekil 4.90. Sap 2000 programında X yönünde statik – itme analizi yapılan % 28 çıkma oranına sahip binanın başlangıç plastik mafsall durumu



Şekil 4.91. Sap 2000 programında X yönünde statik – itme analizi yapılan B-NW-28 modeline ait binanın adım sayısının yarısındaki plastik mafsalları durumu

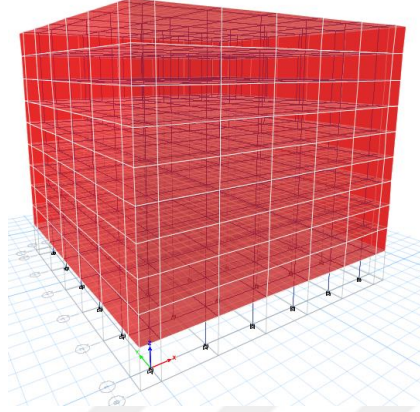


Şekil 4.92. Sap 2000 programında X yönünde statik – itme analizi yapılan B-NW-28 modeline ait son adım sayısındaki plastik mafsalları durumu

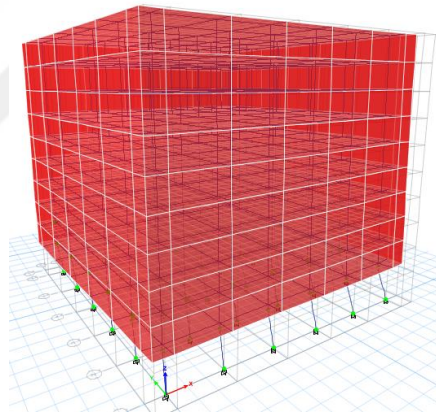
Yukarıda belirtilen şekillerde görüldüğü üzere %28 çıkma oranına sahip ve zemin katında dolgu duvar bulunmayan betonarme bina modelinin başlangıç aşamasında herhangi bir plastik mafsalları oluşumuna rastlanmamıştır. Ancak adım sayısı arttıkça plastik mafsalların oluşmaya başladığı hatta tam adım sayısının yarısında tüm zemin katta plastik mafsalların oluştuğu gözlemlenmiştir. Bu plastik mafsalların durumu TBDY 2018'e göre kesintisiz kullanım seviyesi olarak tanımlanmıştır. Son adım sayısına doğru gidildikçe zemin katın bazı noktaların da göçme öncesi performansı gözlemlenmiştir.

Zemin katında dolgu duvar bulunmayan binalar için plastik mafsalları noktalarının oluşum sırası ve sayısı incelenmek istenmiştir. Ayrıca plastik mafsalların çıkma oranına göre değişimi gösterilmiştir. Şekil 4.93, Şekil 4.94 ve Şekil 4.95'de sırasıyla statik – itme analizi yapılmış olan %28 çıkma oranına sahip Y yönü başlangıç pushover adımı,

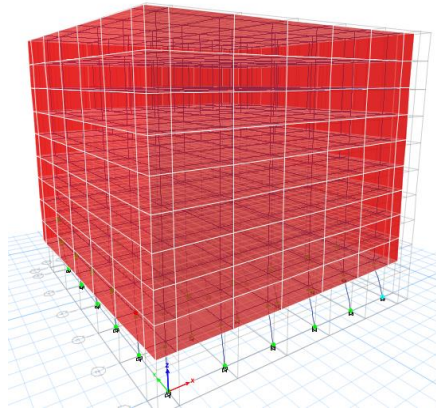
%28 çıkma oranına sahip Y yönü ortanca pushover adımı, %28 çıkma oranına sahip Y yönü son pushover adımı sayılarına göre üç bölüme bölünmüştür. Bu üç adet bölüm statik itme analizinin başlangıcı yük yüklenmemiş kısım, adım sayısının yarısı ve son adım sayısı olarak verilmiştir.



Şekil 4.93. Sap 2000 programında Y yönünde statik – itme analizi yapılan B-NW-28 modeline ait başlangıç plastik mafsalları durumu



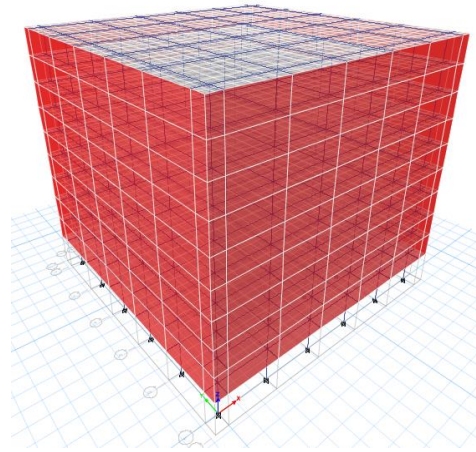
Şekil 4.94. Sap 2000 programında Y yönünde statik – itme analizi yapılan B-NW-28 modeline ait adım sayısının yarısındaki plastik mafsalları durumu



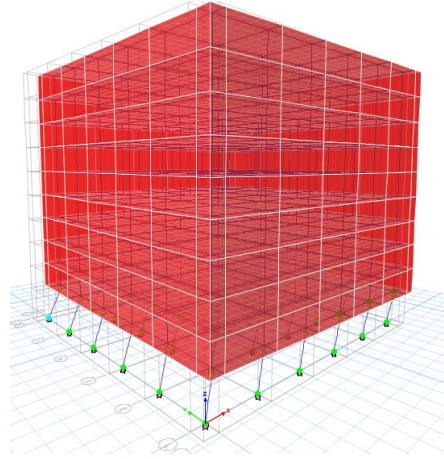
Şekil 4.95. Sap 2000 programında Y yönünde statik – itme analizi yapılan B-NW-28 modeline ait adım sayısının yarısındaki plastik mafsalları durumu

Yukarıda belirtilen şekillerde görüldüğü üzere %28 çıkma oranına sahip ve zemin katında dolgu duvar bulunmayan betonarme bina modelinin başlangıç aşamasında herhangi bir plastik mafsall oluşumuna rastlanmamıştır. Ancak adım sayısı arttıkça plastik mafsalların oluşmaya başladığı hatta tam adım sayısının yarısında tüm zemin katta plastik mafsalların oluştuğu gözlemlenmiştir. Bu plastik mafsalların durumu TBDY 2018'e göre kesintisiz kullanım seviyesi olarak tanımlanmıştır. Son adım sayısına doğru gidildikçe zemin katın bazı noktaların da göçme öncesi performansı gözlemlenmiştir.

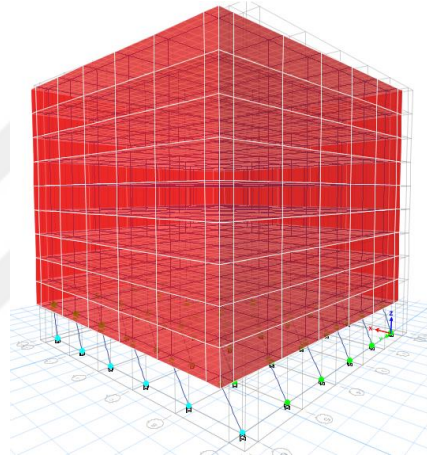
Zemin katında dolgu duvar bulunmayan binalar için plastik mafsall noktalarının oluşum sırası ve sayısı incelenmek istenmiştir. Ayrıca plastik mafsalların çıkma oranına göre değişimi gösterilmiştir. Şekil 4.96, Şekil 4.97 ve Şekil 4.98'de sırasıyla statik – itme analizi yapılmış olan %21 çıkma oranına sahip X yönü başlangıç pushover adımı, %21 çıkma oranına sahip X yönü ortanca pushover adımı, %21 çıkma oranına sahip X yönü son pushover adımı sayılarına göre üç bölüme bölünmüştür. Bu üç adet bölüm statik itme analizinin başlangıcı yük yüklenmemiş kısım, adım sayısının yarısı ve son adım sayısı olarak verilmiştir.



Şekil 4.96. Sap 2000 programında X yönünde statik – itme analizi yapılan B-NW-21 modeline ait binanın başlangıç plastik mafsall durumu



Şekil 4.97. Sap 2000 programında X yönünde statik – itme analizi yapılan B-NW-21 modeline ait binanın adım sayısının yarısındaki plastik mafsalları durumu

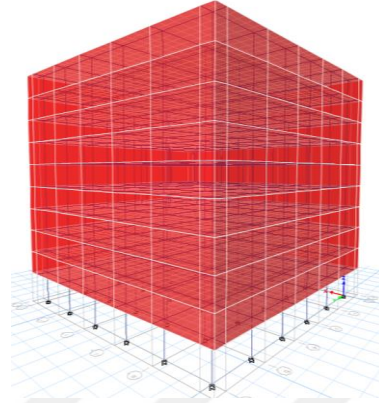


Şekil 4.98. Sap 2000 programında X yönünde statik – itme analizi yapılan B-NW-21 modeline ait binanın adım sayısının sonundaki plastik mafsalları durumu

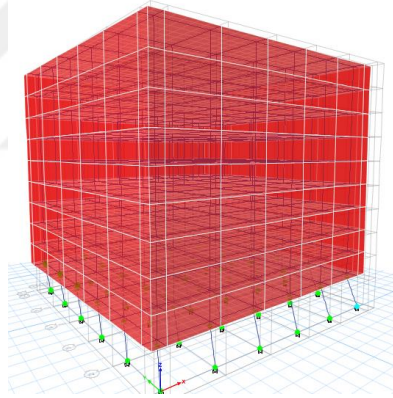
Yukarıda belirtilen şekillerde görüldüğü üzere %21 çıkma oranına sahip ve zemin katında dolgu duvar bulunmayan betonarme bina modelinin başlangıç aşamasında herhangi bir plastik mafsalları oluşumuna rastlanmamıştır. Ancak adım sayısı arttıkça plastik mafsalların oluşmaya başladığı hatta tam adım sayısının yarısında tüm zemin katta plastik mafsalların oluştuğu gözlemlenmiştir. Bu plastik mafsalların durumu TBDY 2018'e göre kesintisiz kullanım seviyesi olarak tanımlanmıştır. Son adım sayısına doğru gidildikçe zemin katın bazı noktaların da göçme öncesi performansı gözlemlenmiştir.

Zemin katında dolgu duvar bulunmayan binalar için plastik mafsalları noktalarının oluşum sırası ve sayısı incelenmek istenmiştir. Ayrıca plastik mafsalların çıkma oranına göre değişimi gösterilmiştir. Şekil 4.99, Şekil 4.100 ve Şekil 4.101'de sırasıyla statik – itme analizi yapılmış olan %21 çıkma oranına sahip Y yönü başlangıç pushover adımı,

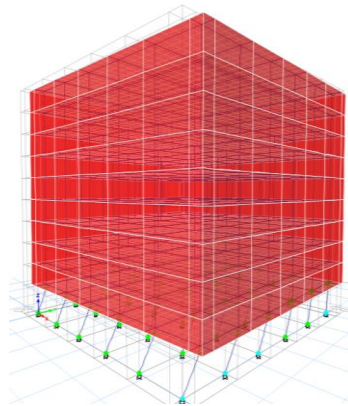
%21 çıkma oranına sahip Y yönü ortanca pushover adımı, %21 çıkma oranına sahip Y yönü son pushover adımı sayılarına göre üç bölüme bölünmüştür. Bu üç adet bölüm statik itme analizinin başlangıcı yük yüklenmemiş kısım, adım sayısının yarısı ve son adım sayısı olarak verilmiştir.



Şekil 4.99. Sap 2000 programında Y yönünde statik – itme analizi yapılan B-NW-21 modeline ait binanın başlangıç plastik mafsalları durumu



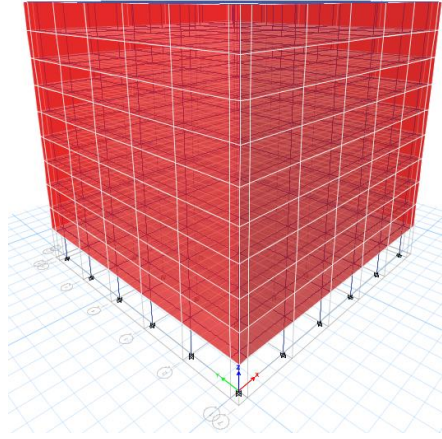
Şekil 4.100. Sap 2000 programında Y yönünde statik – itme analizi yapılan B-NW-21 modeline ait binanın adım sayısının yarısındaki plastik mafsalları durumu



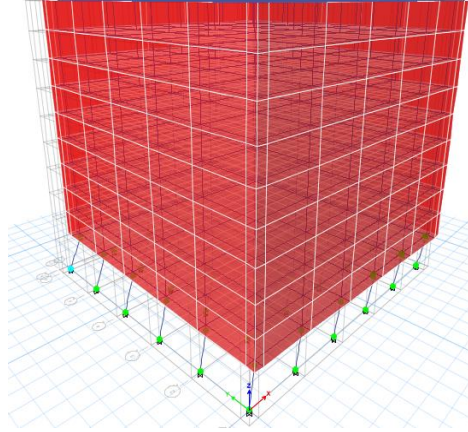
Şekil 4.101. Sap 2000 programında Y yönünde statik – itme analizi yapılan B-NW-21 modeline ait binanın adım sayısının sonundaki plastik mafsalları durumu

Yukarıda belirtilen şekillerde görüldüğü üzere %21 çıkma oranına sahip ve zemin katında dolgu duvar bulunmayan betonarme bina modelinin başlangıç aşamasında herhangi bir plastik mafsall oluşumuna rastlanmamıştır. Ancak adım sayısı arttıkça plastik mafsalların oluşmaya başladığı hatta tam adım sayısının yarısında tüm zemin katta plastik mafsalların oluştuğu gözlemlenmiştir. Bu plastik mafsalların durumu TBDY 2018'e göre kesintisiz kullanım seviyesi olarak tanımlanmıştır. Son adım sayısına doğru gidildikçe zemin katın bazı noktaların da göçme öncesi performansı gözlemlenmiştir.

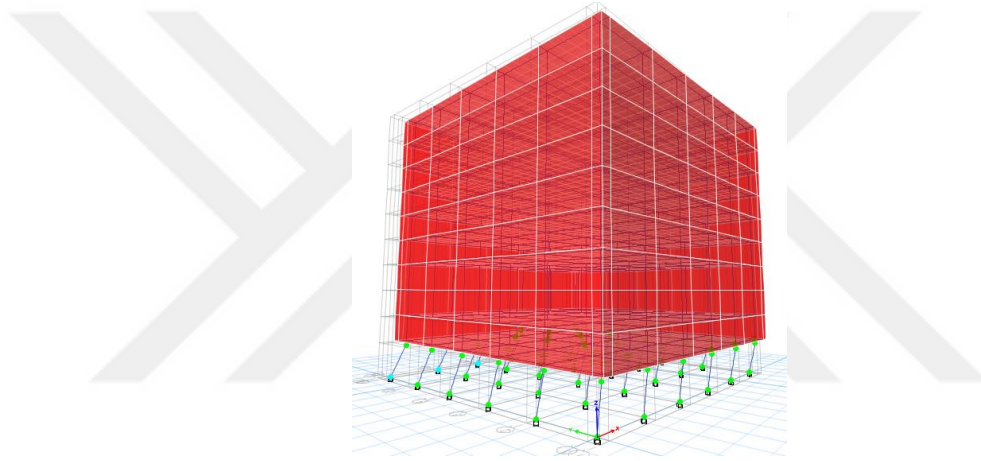
Zemin katında dolgu duvar bulunmayan binalar için plastik mafsall noktalarının oluşum sırası ve sayısı incelenmek istenmiştir. Ayrıca plastik mafsalların çıkma oranına göre değişimi gösterilmiştir. Şekil 4.102, Şekil 4.103 ve Şekil 4.104'de sırasıyla statik – itme analizi yapılmış olan %11 çıkma oranına sahip X yönü başlangıç pushover adımı, %11 çıkma oranına sahip X yönü ortanca pushover adımı, %11 çıkma oranına sahip X yönü son pushover adımı sayılarına göre üç bölüme bölünmüştür. Bu üç adet bölüm statik itme analizinin başlangıcı yük yüklenmemiş kısım, adım sayısının yarısı ve son adım sayısı olarak verilmiştir.



Şekil 4.102. Sap 2000 programında X yönünde statik – itme analizi yapılan B-NW-11 modeline ait binanın başlangıç plastik mafsall durumu



Şekil 3.103. Sap 2000 programında X yönünde statik – itme analizi yapılan B-NW-11 modeline ait binanın adım sayısının yarısındaki plastik mafsalları durumu

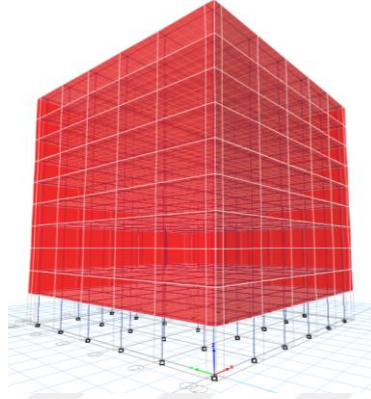


Şekil 3.104. Sap 2000 programında X yönünde statik – itme analizi yapılan B-NW-11 modeline ait binanın adım sayısının sonundaki plastik mafsalları durumu

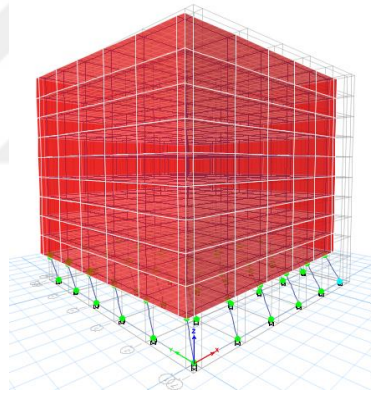
Yukarıda belirtilen şekillerde görüldüğü üzere %11 çıkma oranına sahip ve zemin katında dolgu duvar bulunmayan betonarme bina modelinin başlangıç aşamasında herhangi bir plastik mafsalları oluşumuna rastlanmamıştır. Ancak adım sayısı arttıkça plastik mafsalların oluşmaya başladığı hatta tam adım sayısının yarısında tüm zemin katta plastik mafsalların oluştuğu gözlemlenmiştir. Bu plastik mafsalların durumu TBDY 2018'e göre kesintisiz kullanım seviyesi olarak tanımlanmıştır. Son adım sayısına doğru gidildikçe zemin katın bazı noktaların da göçme öncesi performansı gözlemlenmiştir.

Zemin katında dolgu duvar bulunmayan binalar için plastik mafsalları noktalarının oluşum sırası ve sayısı incelenmek istenmiştir. Ayrıca plastik mafsalların çıkma oranına göre değişimi gösterilmiştir. Şekil 4.105, Şekil 4.106 ve Şekil 4.107'de sırasıyla statik – itme analizi yapılmış olan %11 çıkma oranına sahip Y yönü başlangıç pushover adımı,

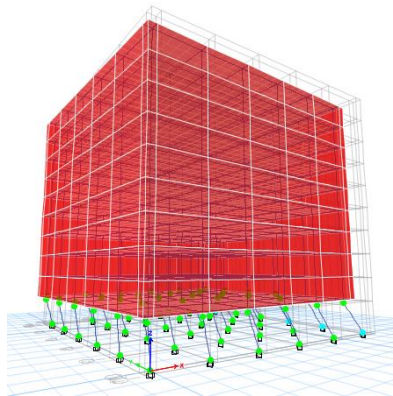
%11 çıkma oranına sahip Y yönü ortanca pushover adımı, %11 çıkma oranına sahip Y yönü son pushover adımı sayılarına göre üç bölüme bölünmüştür. Bu üç adet bölüm statik itme analizinin başlangıcı yük yüklenmemiş kısım, adım sayısının yarısı ve son adım sayısı olarak verilmiştir.



Şekil 4.105. Sap 2000 programında Y yönünde statik – itme analizi yapılan B-NW-11 modeline ait binanın başlangıç plastik mafsalsal durumu



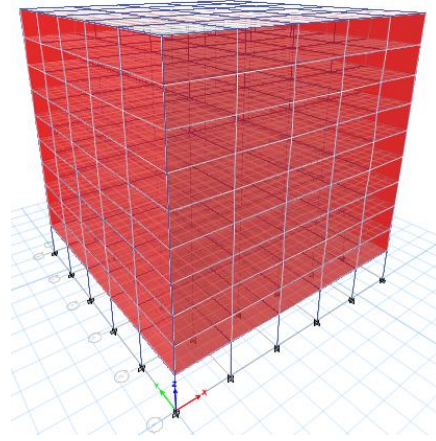
Şekil 4.106. Sap 2000 programında Y yönünde statik – itme analizi yapılan % 11 çıkma oranına sahip binanın adım sayısının yarısındaki plastik mafsalsal durumu



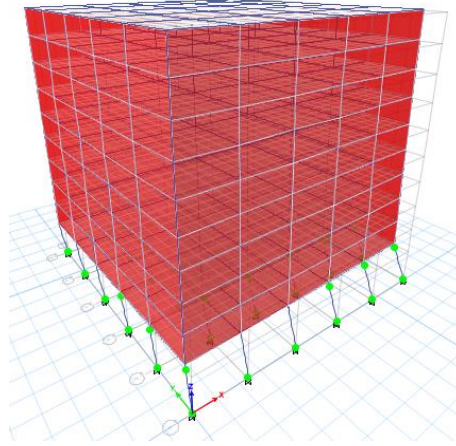
Şekil 4.107. Sap 2000 programında Y yönünde statik – itme analizi yapılan % 11 çıkma oranına sahip binanın adım sayısının sonundaki plastik mafsalsal durumu

Yukarıda belirtilen şekillerde görüldüğü üzere %11 çıkma oranına sahip ve zemin katında dolgu duvar bulunmayan betonarme bina modelinin başlangıç aşamasında herhangi bir plastik mafsall oluşumuna rastlanmamıştır. Ancak adım sayısı arttıkça plastik mafsalların oluşmaya başladığı hatta tam adım sayısının yarısında tüm zemin katta plastik mafsalların oluştuğu gözlemlenmiştir. Bu plastik mafsalların durumu TBDY 2018'e göre kesintisiz kullanım seviyesi olarak tanımlanmıştır. Son adım sayısına doğru gidildikçe zemin katın bazı noktaların da göçme öncesi performansı gözlemlenmiştir.

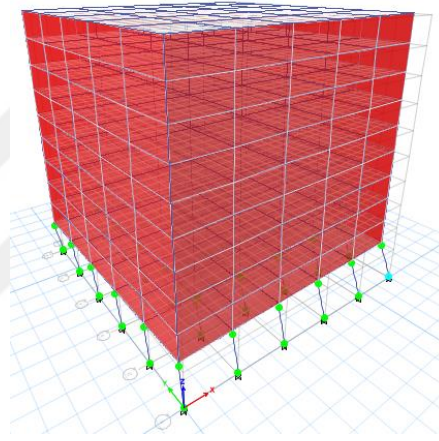
Zemin katında dolgu duvar bulunmayan binalar için plastik mafsall noktalarının oluşum sırası ve sayısı incelenmek istenmiştir. Ayrıca plastik mafsalların çıkma oranına göre değişimi gösterilmiştir. Şekil 4.108, Şekil 4.109 ve Şekil 4.110'da sırasıyla statik – itme analizi yapılmış olan %0 çıkma oranına sahip X yönü başlangıç pushover adımı, %0 çıkma oranına sahip X yönü ortanca pushover adımı, %0 çıkma oranına sahip X yönü son pushover adımı sayılarına göre üç bölüme bölünmüştür. Bu üç adet bölüm statik itme analizinin başlangıcı yük yüklenmemiş kısım, adım sayısının yarısı ve son adım sayısı olarak verilmiştir.



Şekil 4.108. Sap 2000 programında X yönünde statik – itme analizi yapılan RB-NW-0 modeline ait binanın başlangıç plastik mafsall durumu



Şekil 4.109 Sap 2000 programında X yönünde statik – itme analizi yapılan RB-NW-0 modeline ait binanın adım sayısının yarısındaki plastik mafsalları durumu

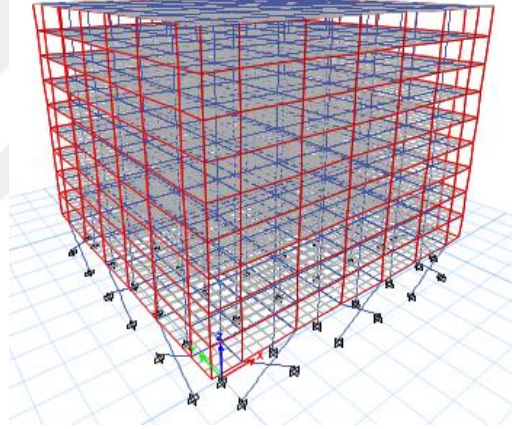


Şekil 4.110. Sap 2000 programında X yönünde statik – itme analizi yapılan RB-NW- 0 modeline ait binanın adım sayısının sonundaki plastik mafsalları durumu

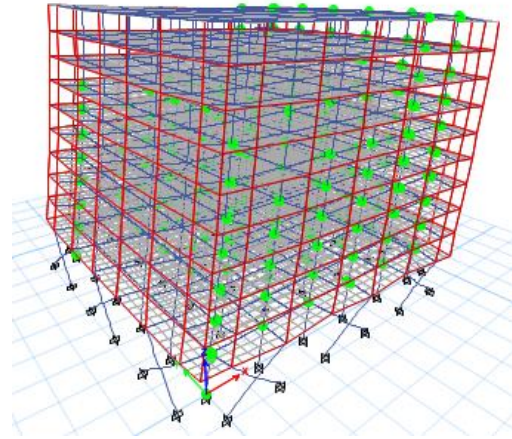
Yukarıda belirtilen şekillerde görüldüğü üzere %0 çıkma oranına sahip ve zemin katında dolgu duvar bulunmayan betonarme bina modelinin başlangıç aşamasında herhangi bir plastik mafsalları oluşumuna rastlanmamıştır. Ancak adım sayısı arttıkça plastik mafsalların oluşmaya başladığı hatta tam adım sayısının yarısında tüm zemin katta plastik mafsalların oluştuğu gözlemlenmiştir. Bu plastik mafsalların durumu TBDY 2018'e göre kesintisiz kullanım seviyesi olarak tanımlanmıştır. Son adım sayısına doğru gidildikçe bazı noktaların da göçme öncesi performansı gözlemlenmiştir.

4.3.2. Zemin katı duvarsız ve çelik çapraz ile güçlendirme yapılan bina modelleri için statik-itme analizi plastik mafsalları

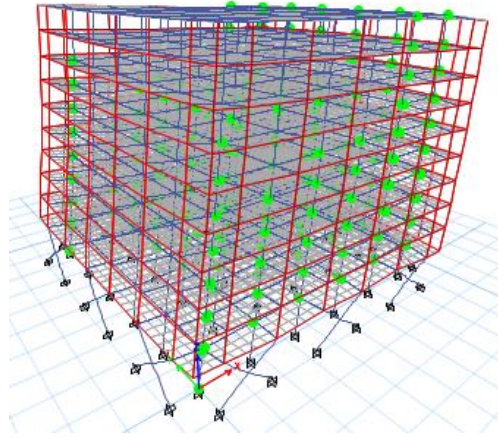
Zemin katında dolgu duvar bulunmayan ve zemin katında çelik çapraz ile güçlendirme yapılan bina modelleri için plastik mafsalları noktalarının oluşum sırası ve sayısı incelenmiştir. Ayrıca plastik mafsalların çıkma oranına göre değişimi gösterilmiştir. Şekil 4.111, Şekil 4.112 ve Şekil 4.113’de sırasıyla statik – itme analizi yapılmış olan %44 çıkma oranına sahip X yönü başlangıç pushover adımı, %44 çıkma oranına sahip X yönü ortanca pushover adımı, %44 çıkma oranına sahip X yönü son pushover adımı sayılarına göre üç bölümde bahsedilmiştir. Bu üç adet bölüm statik itme analizinin başlangıcı yük yüklenmemiş kısım, adım sayısının yarısı ve son adım sayısı olarak verilmiştir.



Şekil 4.111. Sap 2000 programında X yönünde statik – itme analizi yapılan B-NW- 44-S2 modeline ait binanın başlangıç plastik mafsalları durumu



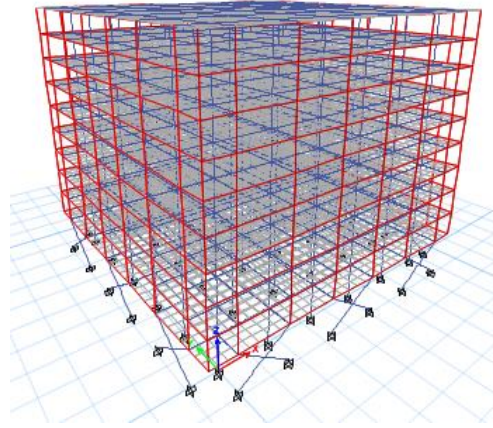
Şekil 4.112. Sap 2000 programında X yönünde statik – itme analizi yapılan B-NW- 44-S2 modeline ait binanın adım sayısının yarısındaki plastik mafsalları durumu



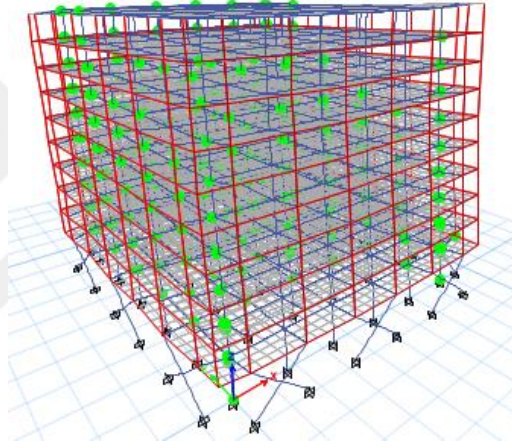
Şekil 4.113. Sap 2000 programında X yönünde statik – itme analizi yapılan B-NW- 44-S2 modeline ait binanın adım sayısının sonundaki plastik mafsalları durumu

Yukarıda belirtilen şekillerde görüldüğü üzere %44 çıkma oranına sahip ve zemin katında dolgu duvar bulunmayan ve çelik çaprazlarla güçlendirme yapılmış betonarme bina modelinin başlangıç aşamasında herhangi bir plastik mafsalları oluşumuna rastlanmamıştır. Ancak adım sayısı arttıkça plastik mafsalların oluşmaya başladığı gözlemlenmiştir. Son adım sayısında tüm katlara dengeli bir şekilde dağılmış plastik mafsalların oluştuğu gözlemlenmiştir. Bu plastik mafsalların durumu TBDY 2018'e göre kesintisiz kullanım seviyesi olarak tanımlanmıştır.

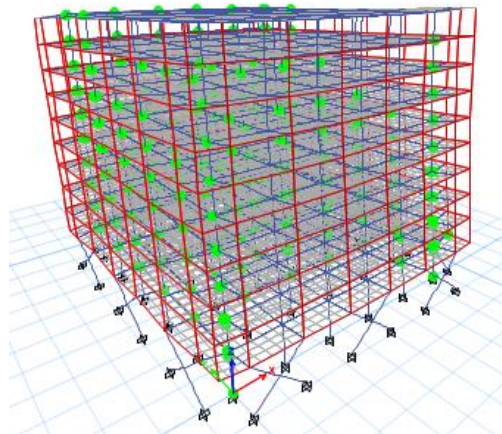
Zemin katında dolgu duvar bulunmayan binalar için plastik mafsalları noktalarının oluşum sırası ve sayısı incelenmek istenmiştir. Ayrıca plastik mafsalların çıkma oranına göre değişimi gösterilmiştir. Şekil 4.114, Şekil 4.115 ve Şekil 4.116'da sırasıyla statik – itme analizi yapılmış olan %44 çıkma oranına sahip Y yönü başlangıç pushover adımı, %44 çıkma oranına sahip Y yönü ortanca pushover adımı, %44 çıkma oranına sahip Y yönü son pushover adımı sayılarına göre üç bölüme bölünmüştür. Bu üç adet bölüm statik itme analizinin başlangıç yük yüklenmemiş kısım, adım sayısının yarısı ve son adım sayısı olarak verilmiştir.



Şekil 4.114. Sap 2000 programında Y yönünde statik – itme analizi yapılan B-NW- 44-S2 modeline ait binanın başlangıç plastik mafsalları durumu



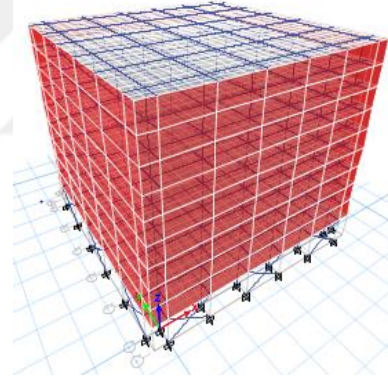
Şekil 4.115. Sap 2000 programında Y yönünde statik – itme analizi yapılan B-NW- 44-S2 modeline ait binanın adım sayısının yarısındaki plastik mafsalları durumu



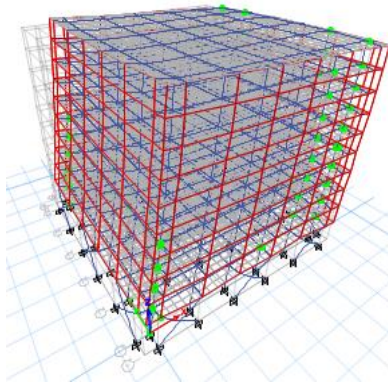
Şekil 4.116. Sap 2000 programında Y yönünde statik – itme analizi yapılan B-NW- 44-S2 modeline ait binanın adım sayısının sonundaki plastik mafsalları durumu

Yukarıda belirtilen şekillerde görüldüğü üzere %44 çıkma oranına sahip ve zemin katında dolgu duvar bulunmayan ve çelik çaprazlarla güçlendirme yapılmış betonarme bina modelinin başlangıç aşamasında herhangi bir plastik mafsallara rastlanmamıştır. Ancak adım sayısı arttıkça plastik mafsalların oluşmaya başladığı gözlemlenmiştir. Son adım sayısında tüm katlara dengeli bir şekilde dağılmış plastik mafsalların oluştuğu gözlemlenmiştir. Bu plastik mafsalların durumu TBDY 2018'e göre kesintisiz kullanım seviyesi olarak tanımlanmıştır.

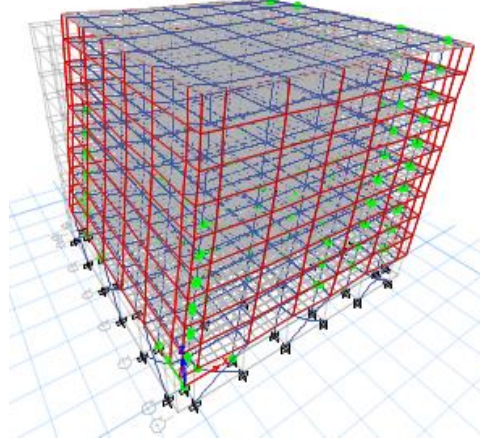
Zemin katında dolgu duvar bulunmayan binalar için plastik mafsallara oluşum sırası ve sayısı incelenmek istenmiştir. Ayrıca plastik mafsalların çıkma oranına göre değişimi gösterilmiştir. Şekil 4.117, Şekil 4.118 ve Şekil 4.119'da sırasıyla statik – itme analizi yapılmış olan %28 çıkma oranına sahip X yönü başlangıç pushover adımı, %28 çıkma oranına sahip X yönü ortanca pushover adımı, %28 çıkma oranına sahip X yönü son pushover adımı sayılarına göre üç bölüme bölünmüştür. Bu üç adet bölüm statik itme analizinin başlangıcı yük yüklenmemiş kısım, adım sayısının yarısı ve son adım sayısı olarak verilmiştir.



Şekil 4.117. Sap 2000 programında X yönünde statik – itme analizi yapılan B-NW- 28-S2 modeline ait binanın başlangıç plastik mafsalları durumu



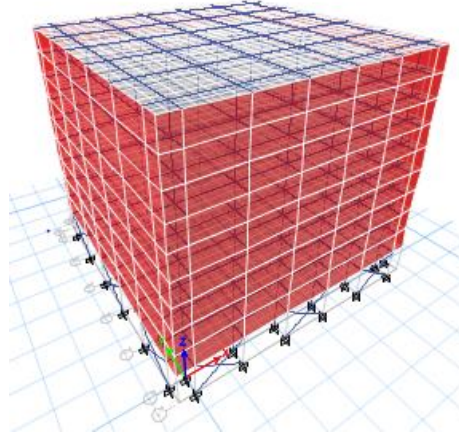
Şekil 4.118. Sap 2000 programında X yönünde statik – itme analizi yapılan B-NW- 28-S2 modeline ait binanın adım sayısının yarısındaki plastik mafsalları durumu



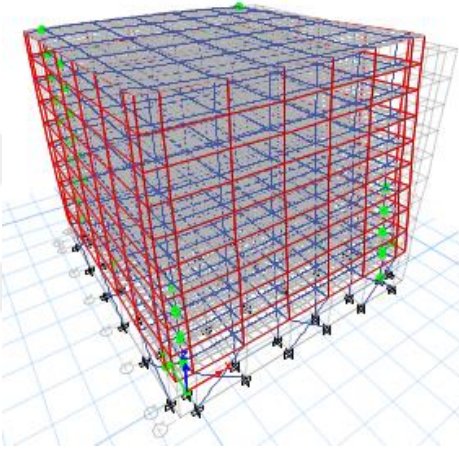
Şekil 4.119. Sap 2000 programında X yönünde statik – itme analizi yapılan B-NW- 28-S2 modeline ait binanın adım sayısının sonundaki plastik mafsalları durumu

Yukarıda belirtilen şekillerde görüldüğü üzere %28 çıkma oranına sahip ve zemin katında dolgu duvar bulunmayan ve çelik çaprazlarla güçlendirme yapılmış betonarme bina modelinin başlangıç aşamasında herhangi bir plastik mafsalları oluşumuna rastlanmamıştır. Ancak adım sayısı arttıkça plastik mafsalların oluşmaya başladığı gözlemlenmiştir. Son adım sayısında tüm katlara dengeli bir şekilde dağılmış plastik mafsalların oluştuğu gözlemlenmiştir. Bu plastik mafsalların durumu TBDY 2018'e göre kesintisiz kullanım seviyesi olarak tanımlanmıştır.

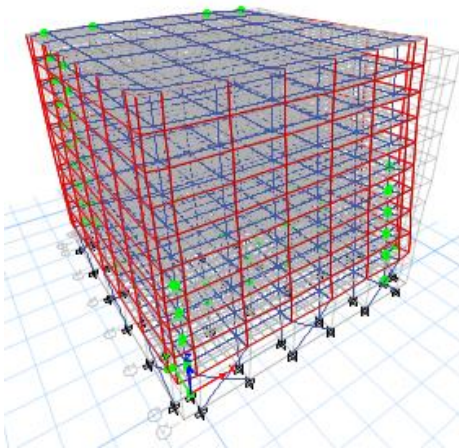
Zemin katında dolgu duvar bulunmayan binalar için plastik mafsalları noktalarının oluşum sırası ve sayısı incelenmek istenmiştir. Ayrıca plastik mafsalların çıkma oranına göre değişimi gösterilmiştir. Şekil 4.120, Şekil 4.121 ve şekil 4.122'de sırasıyla statik – itme analizi yapılmış olan %28 çıkma oranına sahip Y yönü başlangıç pushover adımı, %28 çıkma oranına sahip Y yönü ortanca pushover adımı, %28 çıkma oranına sahip Y yönü son pushover adımı sayılarına göre üç bölüme bölünmüştür. Bu üç adet bölüm statik itme analizinin başlangıç yük yüklenmemiş kısım, adım sayısının yarısı ve son adım sayısı olarak verilmiştir.



Şekil 4.120. Sap 2000 programında Y yönünde statik – itme analizi yapılan B-NW- 28-S2 modeline ait binanın başlangıç plastik mafsalları durumu



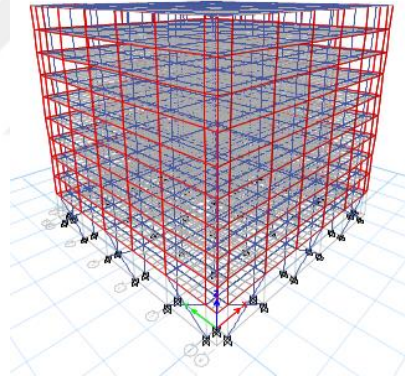
Şekil 4.121. Sap 2000 programında Y yönünde statik – itme analizi yapılan B-NW- 28-S2 modeline ait binanın adım sayısının yarısındaki plastik mafsalları durumu



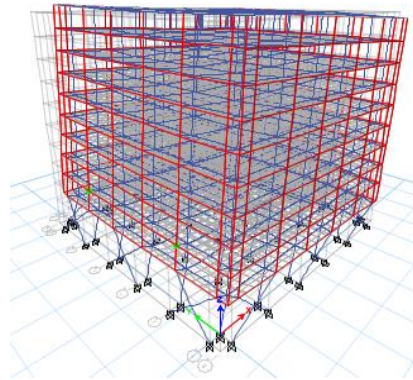
Şekil 4.122. Sap 2000 programında Y yönünde statik – itme analizi yapılan B-NW- 28-S2 modeline ait binanın adım sayısının sonundaki plastik mafsalları durumu

Yukarıda belirtilen şekillerde görüldüğü üzere %28 çıkma oranına sahip ve zemin katında dolgu duvar bulunmayan ve çelik çaprazlarla güçlendirme yapılmış betonarme bina modelinin başlangıç aşamasında herhangi bir plastik mafsallara rastlanmamıştır. Ancak adım sayısı arttıkça plastik mafsalların oluşmaya başladığı gözlemlenmiştir. Son adım sayısında tüm katlara dengeli bir şekilde dağılmış plastik mafsalların oluştuğu gözlemlenmiştir. Bu plastik mafsalların durumu TBDY 2018'e göre kesintisiz kullanım seviyesi olarak tanımlanmıştır.

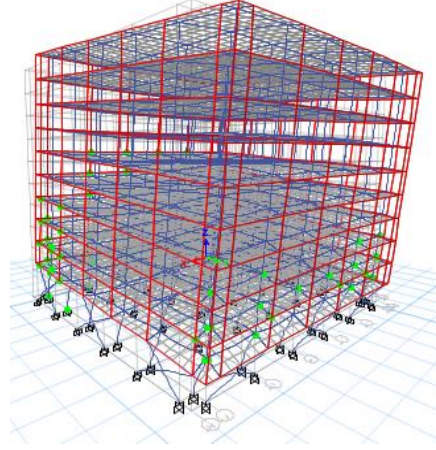
Zemin katında dolgu duvar bulunmayan binalar için plastik mafsallara oluşum sırası ve sayısı incelenmek istenmiştir. Ayrıca plastik mafsalların çıkma oranına göre değişimi gösterilmiştir. Şekil 4.123, Şekil 4.124 ve Şekil 4.125'de sırasıyla statik – itme analizi yapılmış olan %21 çıkma oranına sahip X yönü başlangıç pushover adımı, %21 çıkma oranına sahip X yönü ortanca pushover adımı, %21 çıkma oranına sahip X yönü son pushover adımı sayılarına göre üç bölüme bölünmüştür. Bu üç adet bölüm statik itme analizinin başlangıcı yük yüklenmemiş kısım, adım sayısının yarısı ve son adım sayısı olarak verilmiştir.



Şekil 4.123. Sap 2000 programında X yönünde statik – itme analizi yapılan B-NW- 21-S2 modeline ait binanın başlangıç plastik mafsalları durumu



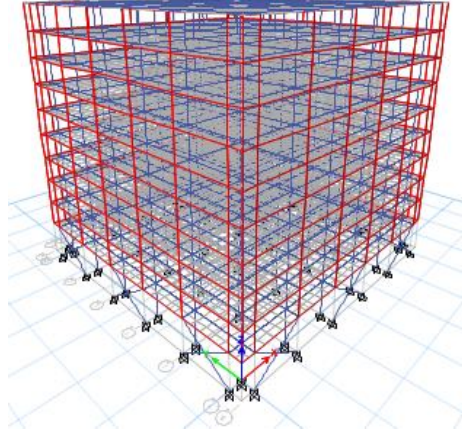
Şekil 4.124. Sap 2000 programında X yönünde statik – itme analizi yapılan B-NW- 21-S2 modeline ait binanın adım sayısının yarısındaki plastik mafsalları durumu



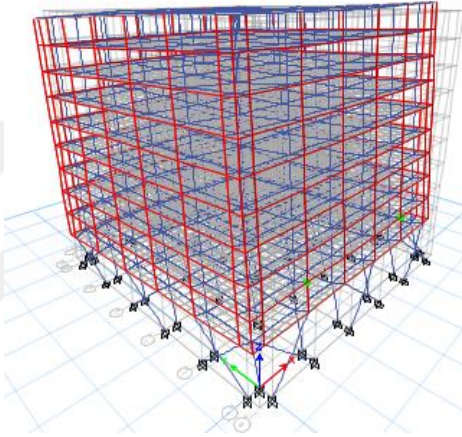
Şekil 4.125. Sap 2000 programında X yönünde statik – itme analizi yapılan B-NW- 21-S2 modeline ait binanın adım sayısının sonundaki plastik mafsalları durumu

Yukarıda belirtilen şekillerde görüldüğü üzere %21 çıkma oranına sahip ve zemin katında dolgu duvar bulunmayan ve çelik çaprazlarla güçlendirme yapılmış betonarme bina modelinin başlangıç aşamasında herhangi bir plastik mafsalları oluşumuna rastlanmamıştır. Ancak adım sayısı arttıkça plastik mafsalların oluşmaya başladığı gözlemlenmiştir. Son adım sayısında tüm katlara dengeli bir şekilde dağılmış plastik mafsalların oluştuğu gözlemlenmiştir. Bu plastik mafsalların durumu TBDY 2018'e göre kesintisiz kullanım seviyesi olarak tanımlanmıştır.

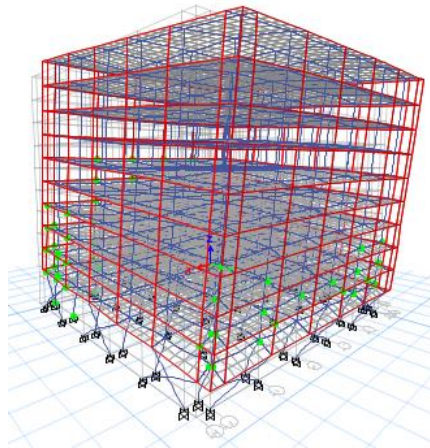
Zemin katında dolgu duvar bulunmayan binalar için plastik mafsalları noktalarının oluşum sırası ve sayısı incelenmek istenmiştir. Ayrıca plastik mafsalların çıkma oranına göre değişimi gösterilmiştir. Şekil 4.126, Şekil 4.127 ve şekil 4.128'de sırasıyla statik – itme analizi yapılmış olan %21 çıkma oranına sahip Y yönü başlangıç pushover adımı, %21 çıkma oranına sahip Y yönü ortanca pushover adımı, %21 çıkma oranına sahip Y yönü son pushover adımı sayılarına göre üç bölüme bölünmüştür. Bu üç adet bölüm statik itme analizinin başlangıcı yük yüklenmemiş kısım, adım sayısının yarısı ve son adım sayısı olarak verilmiştir.



Şekil 4.126. Sap 2000 programında Y yönünde statik – itme analizi yapılan B-NW- 21-S2 modeline ait binanın başlangıç plastik mafsalsal durumu



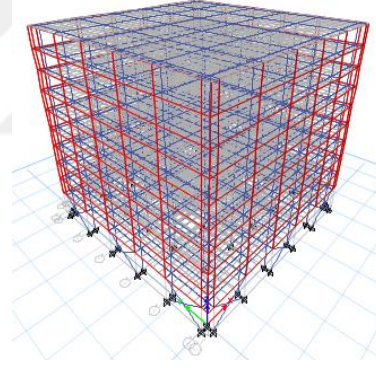
Şekil 4.127. Sap 2000 programında Y yönünde statik – itme analizi yapılan B-NW- 21-S2 modeline ait binanın adım sayısının yarısındaki plastik mafsalsal durumu



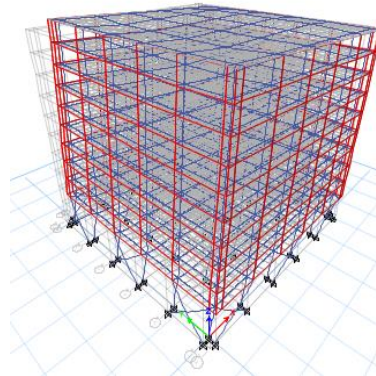
Şekil 4.128. Sap 2000 programında Y yönünde statik – itme analizi yapılan B-NW- 21-S2 modeline ait binanın adım sayısının sonundaki plastik mafsalsal durumu

Yukarıda belirtilen şekillerde görüldüğü üzere %21 çıkma oranına sahip ve zemin katında dolgu duvar bulunmayan ve çelik çaprazlarla güçlendirme yapılmış betonarme bina modelinin başlangıç aşamasında herhangi bir plastik mafsallara rastlanmamıştır. Ancak adım sayısı arttıkça plastik mafsalların oluşmaya başladığı gözlemlenmiştir. Son adım sayısında tüm katlara dengeli bir şekilde dağılmış plastik mafsalların oluştuğu gözlemlenmiştir. Bu plastik mafsalların durumu TBDY 2018'e göre kesintisiz kullanım seviyesi olarak tanımlanmıştır.

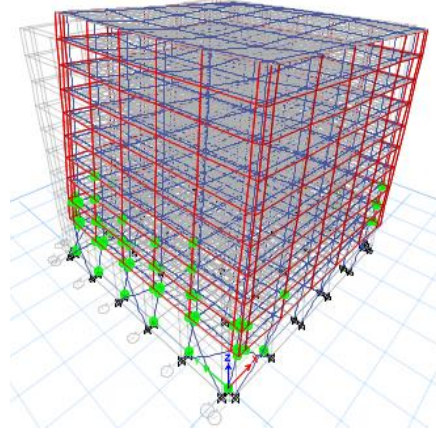
Zemin katında dolgu duvar bulunmayan binalar için plastik mafsallara oluşum sırası ve sayısı incelenmek istenmiştir. Ayrıca plastik mafsalların çıkma oranına göre değişimi gösterilmiştir. Şekil 4.129, Şekil 4.130 ve Şekil 4.131'de sırasıyla statik – itme analizi yapılmış olan %11 çıkma oranına sahip X yönü başlangıç pushover adımı, %11 çıkma oranına sahip X yönü ortanca pushover adımı, %11 çıkma oranına sahip X yönü son pushover adımı sayılarına göre üç bölüme bölünmüştür. Bu üç adet bölüm statik itme analizinin başlangıç yük yüklenmemiş kısım, adım sayısının yarısı ve son adım sayısı olarak verilmiştir.



Şekil 4.129. Sap 2000 programında X yönünde statik – itme analizi yapılan B-NW- 11-S2 modeline ait binanın başlangıç plastik mafsalları durumu



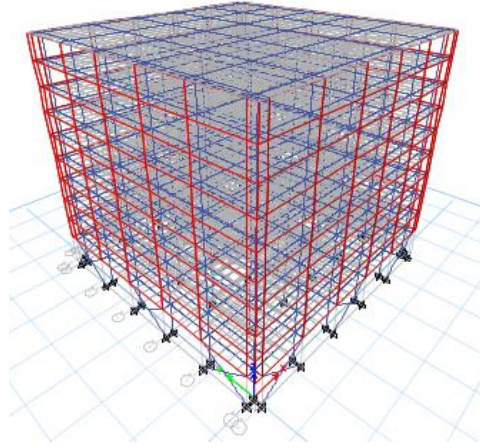
Şekil 4.130. Sap 2000 programında X yönünde statik – itme analizi yapılan B-NW- 11-S2 modeline ait binanın adım sayısının yarısındaki plastik mafsalları durumu



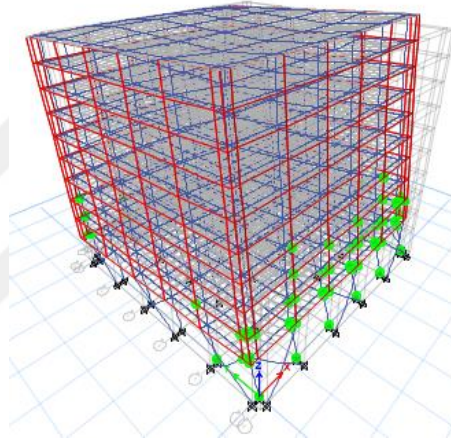
Şekil 4.131. Sap 2000 programında X yönünde statik – itme analizi yapılan B-NW- 11-S2 modeline ait binanın adım sayısının sonundaki plastik mafsalları durumu

Yukarıda belirtilen şekillerde görüldüğü üzere %11 çıkma oranına sahip ve zemin katında dolgu duvar bulunmayan ve çelik çaprazlarla güçlendirme yapılmış betonarme bina modelinin başlangıç aşamasında herhangi bir plastik mafsalları oluşumuna rastlanmamıştır. Ancak adım sayısı arttıkça plastik mafsalların oluşmaya başladığı gözlemlenmiştir. Son adım sayısında tüm katlara dengeli bir şekilde dağılmış plastik mafsalların oluştuğu gözlemlenmiştir. Bu plastik mafsalların durumu TBDY 2018'e göre kesintisiz kullanım seviyesi olarak tanımlanmıştır.

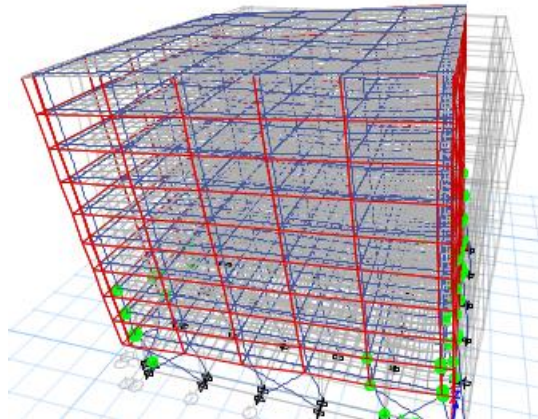
Zemin katında dolgu duvar bulunmayan binalar için plastik mafsalları noktalarının oluşum sırası ve sayısı incelenmek istenmiştir. Ayrıca plastik mafsalların çıkma oranına göre değişimi gösterilmiştir. Şekil 4.132, Şekil 4.133 ve şekil 4.134'de sırasıyla statik – itme analizi yapılmış olan %11 çıkma oranına sahip Y yönü başlangıç pushover adımı, %11 çıkma oranına sahip Y yönü ortanca pushover adımı, %11 çıkma oranına sahip Y yönü son pushover adımı sayılarına göre üç bölüme bölünmüştür. Bu üç adet bölüm statik itme analizinin başlangıcı yük yüklenmemiş kısım, adım sayısının yarısı ve son adım sayısı olarak verilmiştir.



Şekil 4.132. Sap 2000 programında Y yönünde statik – itme analizi yapılan B-NW- 11-S2 modeline ait binanın başlangıç plastik mafsalları durumu



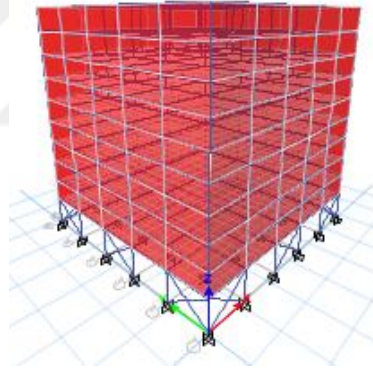
Şekil 4.133. Sap 2000 programında Y yönünde statik – itme analizi yapılan B-NW- 11-S2 modeline ait binanın adım sayısının yarısındaki plastik mafsalları durumu



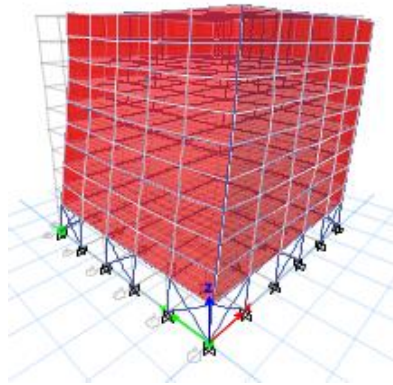
Şekil 4.134. Sap 2000 programında Y yönünde statik – itme analizi yapılan B-NW- 11-S2 modeline ait binanın adım sayısının sonundaki plastik mafsalları durumu

Yukarıda belirtilen şekillerde görüldüğü üzere %11 çıkma oranına sahip ve zemin katında dolgu duvar bulunmayan ve çelik çaprazlarla güçlendirme yapılmış betonarme bina modelinin başlangıç aşamasında herhangi bir plastik mafsallara rastlanmamıştır. Ancak adım sayısı arttıkça plastik mafsalların oluşmaya başladığı gözlemlenmiştir. Son adım sayısında tüm katlara dengeli bir şekilde dağılmış plastik mafsalların oluştuğu gözlemlenmiştir. Bu plastik mafsalların durumu TBDY 2018'e göre kesintisiz kullanım seviyesi olarak tanımlanmıştır.

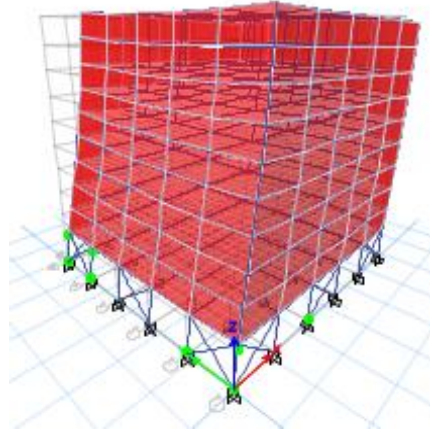
Zemin katında dolgu duvar bulunmayan binalar için plastik mafsallara oluşum sırası ve sayısı incelenmek istenmiştir. Ayrıca plastik mafsalların çıkma oranına göre değişimi gösterilmiştir. Şekil 4.135, Şekil 4.136 ve Şekil 4.137'de sırasıyla statik – itme analizi yapılmış olan %0 çıkma oranına sahip X yönü başlangıç pushover adımı, %0 çıkma oranına sahip X yönü ortanca pushover adımı, %0 çıkma oranına sahip X yönü son pushover adımı sayılarına göre üç bölüme bölünmüştür. Bu üç adet bölüm statik itme analizinin başlangıç yük yüklenmemiş kısım, adım sayısının yarısı ve son adım sayısı olarak verilmiştir.



Şekil 4.135. Sap 2000 programında X yönünde statik – itme analizi yapılan RB-NW- 0-S2 modeline ait binanın başlangıç plastik mafsalları durumu



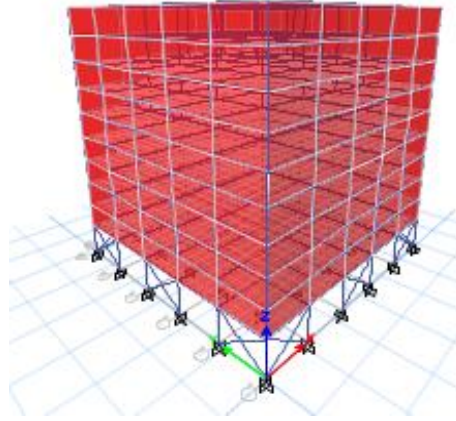
Şekil 4.136. Sap 2000 programında X yönünde statik – itme analizi yapılan RB-NW- 0-S2 modeline ait binanın adım sayısının yarısındaki plastik mafsalları durumu



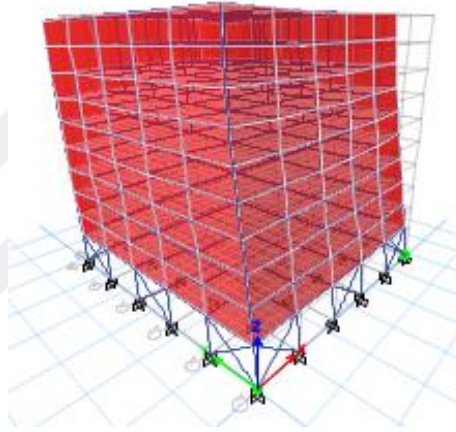
Şekil 4.137. Sap 2000 programında X yönünde statik – itme analizi yapılan RB-NW- 0-S2 modeline ait binanın adım sayısının sonundaki plastik mafsalları durumu

Yukarıda belirtilen şekillerde görüldüğü üzere %0 çıkma oranına sahip ve zemin katında dolgu duvar bulunmayan ve çelik çaprazlarla güçlendirme yapılmış betonarme bina modelinin başlangıç aşamasında herhangi bir plastik mafsalları oluşumuna rastlanmamıştır, ayrıca adım sayısı arttıkça plastik mafsalların oluşmaya başlaması son adıma kadar gözlemlenmemiştir. Son adım sayısında zemin katta çelik çaprazların üzerinde dağılmış plastik mafsalların oluştuğu gözlemlenmiştir. Bu plastik mafsalların durumu TBDY 2018'e göre kesintisiz kullanım seviyesi olarak tanımlanmıştır.

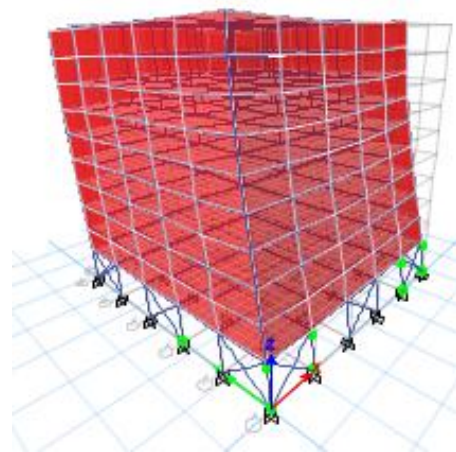
Zemin katında dolgu duvar bulunmayan binalar için plastik mafsalları noktalarının oluşum sırası ve sayısı incelenmek istenmiştir. Ayrıca plastik mafsalların çıkma oranına göre değişimi gösterilmiştir. Şekil 4.138, Şekil 4.139 ve şekil 4.140'da sırasıyla statik – itme analizi yapılmış olan %0 çıkma oranına sahip Y yönü başlangıç pushover adımı, %0 çıkma oranına sahip Y yönü ortanca pushover adımı, %0 çıkma oranına sahip Y yönü son pushover adımı sayılarına göre üç bölüme bölünmüştür. Bu üç adet bölüm statik itme analizinin başlangıç yük yüklenmemiş kısım, adım sayısının yarısı ve son adım sayısı olarak verilmiştir.



Şekil 4.138. Sap 2000 programında Y yönünde statik – itme analizi yapılan RB-NW- 0-S2 modeline ait binanın başlangıç plastik mafsalları durumu



Şekil 4.139. Sap 2000 programında Y yönünde statik – itme analizi yapılan RB-NW- 0-S2 modeline ait binanın adım sayısının yarısındaki plastik mafsalları durumu

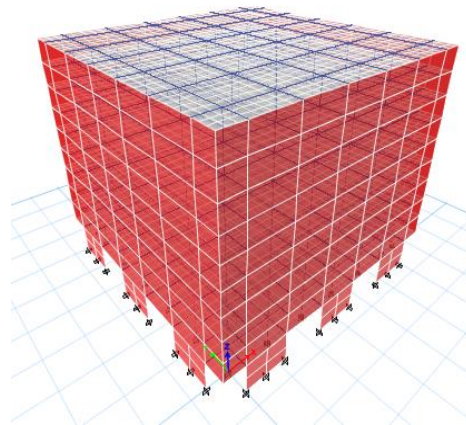


Şekil 4.140. Sap 2000 programında Y yönünde statik – itme analizi yapılan RB-NW- 0-S2 modeline ait binanın adım sayısının sonundaki plastik mafsalları durumu

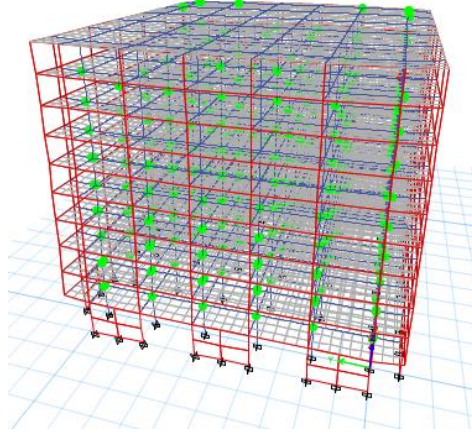
Yukarıda belirtilen şekillerde görüldüğü üzere %0 çıkma oranına sahip ve zemin katında dolgu duvar bulunmayan ve çelik çaprazlarla güçlendirme yapılmış betonarme bina modelinin başlangıç aşamasında herhangi bir plastik mafsall oluşumuna rastlanmamıştır, ayrıca adım sayısı arttıkça plastik mafsalların oluşmaya başlaması son adıma kadar gözlemlenmemiştir. Son adım sayısında zemin katta çelik çaprazların üzerinde dağılmış plastik mafsalların oluştuğu gözlemlenmiştir. Bu plastik mafsalların durumu TBDY 2018'e göre kesintisiz kullanım seviyesi olarak tanımlanmıştır.

4.3.3. Zemin katı duvarsız ve betonarme perde ile güçlendirme yapılan bina modelleri için statik-itme analiz plastik mafsall sonuçları

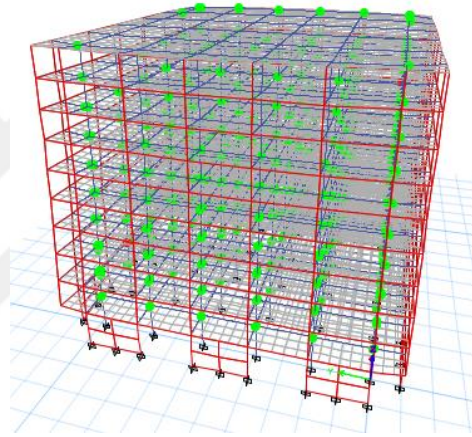
Zemin katında dolgu duvar bulunmayan ve zemin katında betonarme perde ile güçlendirme yapılan bina modelleri için plastik mafsall noktalarının oluşum sırası ve sayısı incelenmiştir. Ayrıca plastik mafsalların çıkma oranına göre değişimi gösterilmiştir. Şekil 4.141, Şekil 4.142 ve Şekil 4.143'de sırasıyla statik – itme analizi yapılmış olan %44 çıkma oranına sahip X yönü başlangıç pushover adımı, %44 çıkma oranına sahip X yönü ortanca pushover adımı, %44 çıkma oranına sahip X yönü son pushover adımı sayılarına göre üç bölümde bahsedilmiştir. Bu üç adet bölüm statik itme analizinin başlangıcı yük yüklenmemiş kısım, adım sayısının yarısı ve son adım sayısı olarak verilmiştir.



Şekil 4.141. Sap 2000 programında X yönünde statik – itme analizi yapılan B-NW- 44-S1 modeline ait binanın başlangıç plastik mafsall durumu



Şekil 4.142. Sap 2000 programında X yönünde statik – itme analizi yapılan B-NW- 44-S1 modeline ait binanın adım sayısının yarısındaki plastik mafsalları durumu

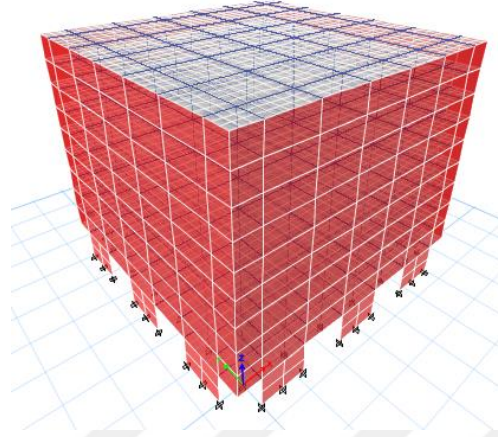


Şekil 4.143. Sap 2000 programında X yönünde statik – itme analizi yapılan B-NW- 44-S1 modeline ait binanın adım sayısının sonundaki plastik mafsalları durumu

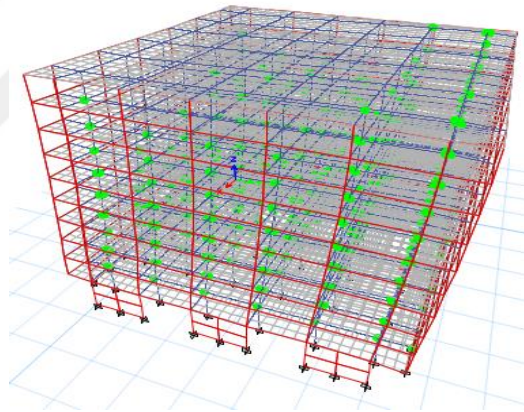
Yukarıda belirtilen şekillerde görüldüğü üzere %44 çıkma oranına sahip ve zemin katında dolgu duvar bulunmayan ve betonarme perde güçlendirme yapılmış betonarme bina modelinin başlangıç aşamasında herhangi bir plastik mafsalları oluşumuna rastlanmamıştır, ayrıca adım sayısı arttıkça plastik mafsalların oluşmaya başlaması son adıma kadar gözlemlenmemiştir. Son adım sayısında tüm katlarda ve zemin katta betonarme perdelerde dağılmış plastik mafsalların oluştuğu gözlemlenmiştir. Bu plastik mafsalların durumu TBDY 2018'e göre kesintisiz kullanım seviyesi olarak tanımlanmıştır.

Zemin katında dolgu duvar bulunmayan binalar için plastik mafsalları noktalarının oluşum sırası ve sayısı incelenmek istenmiştir. Ayrıca plastik mafsalların çıkma oranına göre değişimi gösterilmiştir. Şekil 4.144, Şekil 4.145 ve Şekil 4.146'da sırasıyla statik – itme analizi yapılmış olan %44 çıkma oranına sahip Y yönü başlangıç pushover adımı,

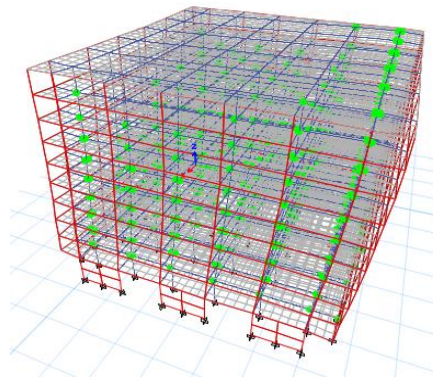
%44 çıkma oranına sahip Y yönü ortanca pushover adımı, %44 çıkma oranına sahip Y yönü son pushover adımı sayılarına göre üç bölüme bölünmüştür. Bu üç adet bölüm statik itme analizinin başlangıç yük yüklenmemiş kısım, adım sayısının yarısı ve son adım sayısı olarak verilmiştir.



Şekil 4.144. Sap 2000 programında Y yönünde statik – itme analizi yapılan B-NW- 44-S1 modeline ait binanın başlangıç plastik mafsallı durumu



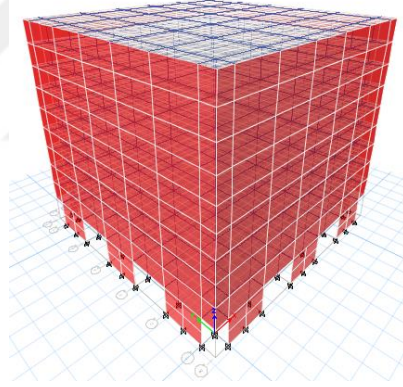
Şekil 4.145. Sap 2000 programında Y yönünde statik – itme analizi yapılan B-NW- 44-S1 modeline ait binanın adım sayısının yarısındaki plastik mafsallı durumu



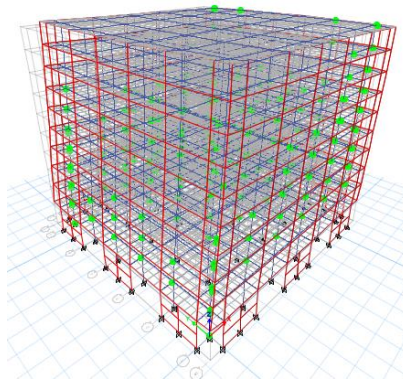
Şekil 4.146. Sap 2000 programında Y yönünde statik – itme analizi yapılan B-NW- 44-S1 modeline ait binanın adım sayısının sonundaki plastik mafsallı durumu

Yukarıda belirtilen şekillerde görüldüğü üzere %44 çıkma oranına sahip ve zemin katında dolgu duvar bulunmayan ve betonarme perde ile güçlendirme yapılmış betonarme bina modelinin başlangıç aşamasında herhangi bir plastik mafsallara rastlanmamıştır. Ancak adım sayısı arttıkça plastik mafsalların oluşmaya başladığı gözlemlenmiştir. Son adım sayısında tüm katlara dengeli bir şekilde dağılmış plastik mafsalların oluştuğu gözlemlenmiştir. Bu plastik mafsalların durumu TBDY 2018'e göre kesintisiz kullanım seviyesi olarak tanımlanmıştır.

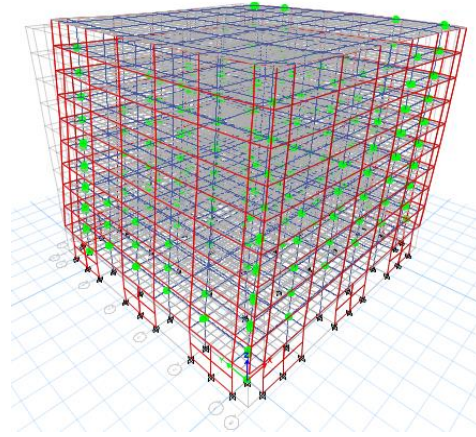
Zemin katında dolgu duvar bulunmayan binalar için plastik mafsal noktalarının oluşum sırası ve sayısı incelenmek istenmiştir. Ayrıca plastik mafsalların çıkma oranına göre değişimi gösterilmiştir. Şekil 4.147, Şekil 4.148 ve Şekil 4.149'da sırasıyla statik – itme analizi yapılmış olan %28 çıkma oranına sahip X yönü başlangıç pushover adımı, % 28 çıkma oranına sahip X yönü ortanca pushover adımı, % 28 çıkma oranına sahip X yönü son pushover adımı sayılarına göre üç bölüme bölünmüştür. Bu üç adet bölüm statik itme analizinin başlangıcı yük yüklenmemiş kısım, adım sayısının yarısı ve son adım sayısı olarak verilmiştir.



Şekil 4.147. Sap 2000 programında X yönünde statik – itme analizi yapılan B-NW- 28-S1 modeline ait binanın başlangıç plastik mafsalları durumu



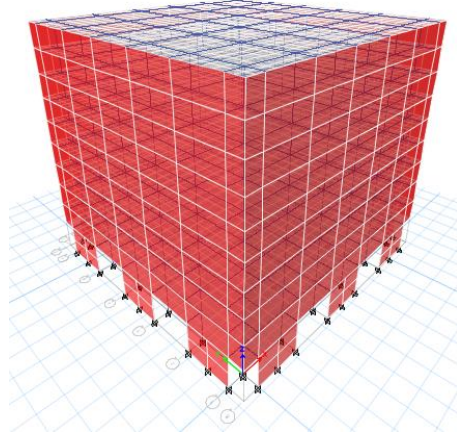
Şekil 4.148. Sap 2000 programında X yönünde statik – itme analizi yapılan B-NW- 28-S1 modeline ait binanın adım sayısının yarısındaki plastik mafsalları durumu



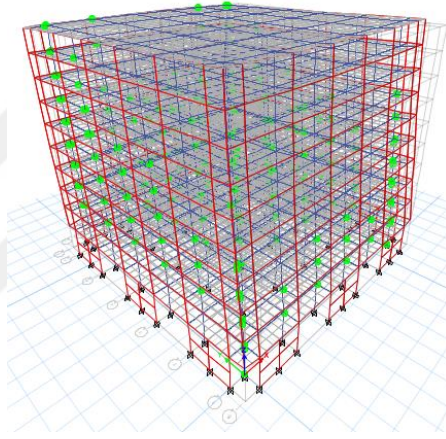
Şekil 4.149. Sap 2000 programında X yönünde statik – itme analizi yapılan B-NW- 28-S1 modeline ait binanın adım sayısının sonundaki plastik mafsall durumu

Yukarıda belirtilen şekillerde görüldüğü üzere %28 çıkma oranına sahip ve zemin katında dolgu duvar bulunmayan ve betonarme perde ile güçlendirme yapılmış betonarme bina modelinin başlangıç aşamasında herhangi bir plastik mafsall oluşumuna rastlanmamıştır, ayrıca adım sayısı arttıkça plastik mafsalların oluşmaya başlaması son adıma kadar gözlemlenmemiştir. Son adım sayısında tüm katlarda ve zemin katta betonarme perdelerde dağılmış plastik mafsalların oluştuğu gözlemlenmiştir. Bu plastik mafsalların durumu TBDY 2018'e göre kesintisiz kullanım seviyesi olarak tanımlanmıştır.

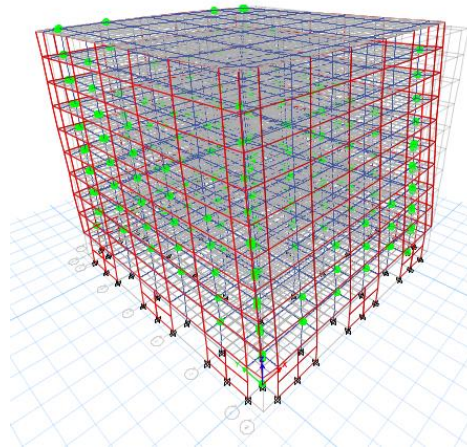
Zemin katında dolgu duvar bulunmayan binalar için plastik mafsall noktalarının oluşum sırası ve sayısı incelenmek istenmiştir. Ayrıca plastik mafsalların çıkma oranına göre değişimi gösterilmiştir. Şekil 4.150, Şekil 4.151 ve Şekil 4.152'de sırasıyla statik – itme analizi yapılmış olan %28 çıkma oranına sahip Y yönü başlangıç pushover adımı, %28 çıkma oranına sahip Y yönü ortanca pushover adımı, %28 çıkma oranına sahip Y yönü son pushover adımı sayılarına göre üç bölüme bölünmüştür. Bu üç adet bölüm statik itme analizinin başlangıç yük yüklenmemiş kısım, adım sayısının yarısı ve son adım sayısı olarak verilmiştir.



Şekil 4.150. Sap 2000 programında Y yönünde statik – itme analizi yapılan B-NW- 28-S1 modeline ait binanın başlangıç plastik mafsalları durumu



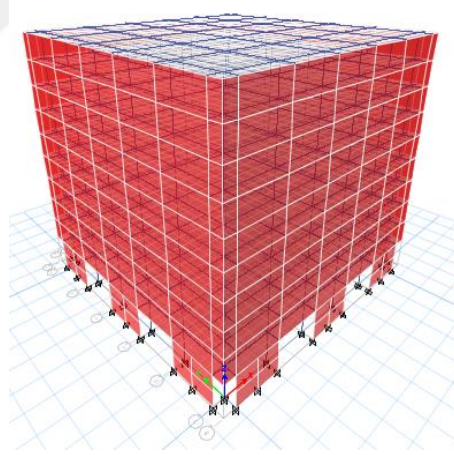
Şekil 4.151. Sap 2000 programında Y yönünde statik – itme analizi yapılan B-NW- 28-S1 modeline ait binanın adım sayısının yarısındaki plastik mafsalları durumu



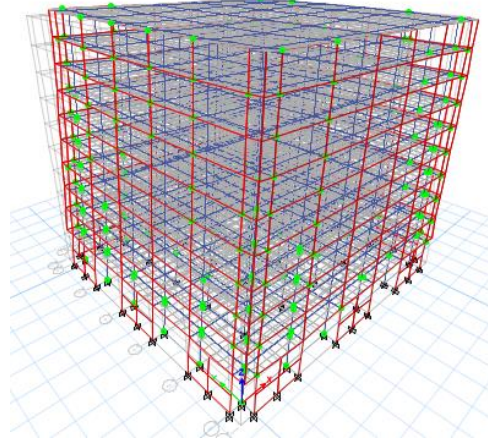
Şekil 4.152. Sap 2000 programında Y yönünde statik – itme analizi yapılan B-NW- 28-S1 modeline ait binanın adım sayısının sonundaki plastik mafsalları durumu

Yukarıda belirtilen şekillerde görüldüğü üzere %28 çıkma oranına sahip ve zemin katında dolgu duvar bulunmayan ve betonarme perde ile güçlendirme yapılmış betonarme bina modelinin başlangıç aşamasında herhangi bir plastik mafsallara rastlanmamıştır. Ancak adım sayısı arttıkça plastik mafsalların oluşmaya başladığı gözlemlenmiştir. Son adım sayısında tüm katlara dengeli bir şekilde dağılmış plastik mafsalların oluştuğu gözlemlenmiştir. Bu plastik mafsalların durumu TBDY 2018'e göre kesintisiz kullanım seviyesi olarak tanımlanmıştır.

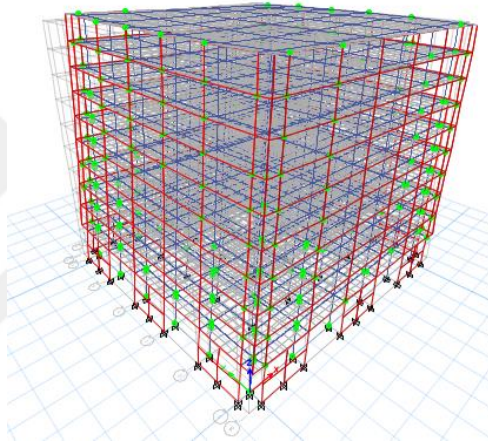
Zemin katında dolgu duvar bulunmayan binalar için plastik mafsallara noktalarının oluşum sırası ve sayısı incelenmek istenmiştir. Ayrıca plastik mafsalların çıkma oranına göre değişimi gösterilmiştir. Şekil 4.153, Şekil 4.154 ve Şekil 4.155'de sırasıyla statik – itme analizi yapılmış olan %21 çıkma oranına sahip X yönü başlangıç pushover adımı, % 21 çıkma oranına sahip X yönü ortanca pushover adımı, % 21 çıkma oranına sahip X yönü son pushover adımı sayılarına göre üç bölüme bölünmüştür. Bu üç adet bölüm statik itme analizinin başlangıç yük yüklenmemiş kısım, adım sayısının yarısı ve son adım sayısı olarak verilmiştir.



Şekil 4.153. Sap 2000 programında X yönünde statik – itme analizi yapılan B-NW- 21-S1 modeline ait binanın başlangıç plastik mafsalları durumu



Şekil 4.154. Sap 2000 programında X yönünde statik – itme analizi yapılan B-NW- 21-S1 modeline ait binanın adım sayısının yarısındaki plastik mafsalları durumu

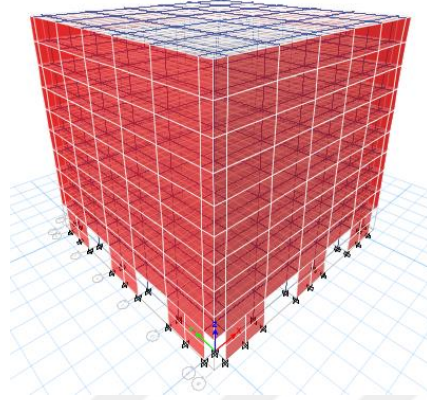


Şekil 4.155. Sap 2000 programında X yönünde statik – itme analizi yapılan B-NW- 21-S1 modeline ait binanın adım sayısının sonundaki plastik mafsalları durumu

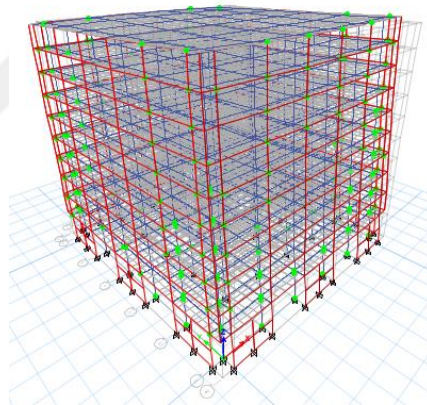
Yukarıda belirtilen şekillerde görüldüğü üzere %21 çıkma oranına sahip ve zemin katında dolgu duvar bulunmayan ve betonarme perde ile güçlendirme yapılmış betonarme bina modelinin başlangıç aşamasında herhangi bir plastik mafsalları oluşumuna rastlanmamıştır, ayrıca adım sayısı arttıkça plastik mafsalların oluşmaya başlaması son adıma kadar gözlemlenmemiştir. Son adım sayısında tüm katlarda ve zemin katta betonarme perdelerde dağılmış plastik mafsalların oluştuğu gözlemlenmiştir. Bu plastik mafsalların durumu TBDY 2018'e göre kesintisiz kullanım seviyesi olarak tanımlanmıştır.

Zemin katında dolgu duvar bulunmayan binalar için plastik mafsalları noktalarının oluşum sırası ve sayısı incelenmek istenmiştir. Ayrıca plastik mafsalların çıkma oranına göre değişimi gösterilmiştir. Şekil 4.156, Şekil 4.157 ve Şekil 4.158'de sırasıyla statik – itme analizi yapılmış olan %21 çıkma oranına sahip Y yönü başlangıç pushover adımı,

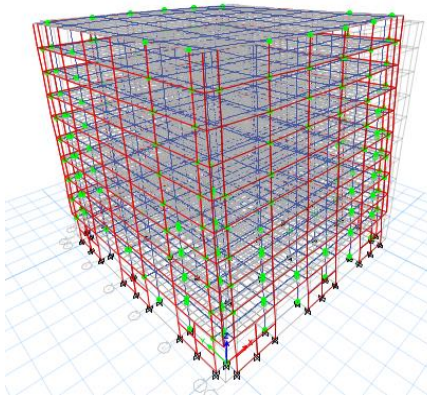
%21 çıkma oranına sahip Y yönü ortanca pushover adımı, %21 çıkma oranına sahip Y yönü son pushover adımı sayılarına göre üç bölüme bölünmüştür. Bu üç adet bölüm statik itme analizinin başlangıcı yük yüklenmemiş kısım, adım sayısının yarısı ve son adım sayısı olarak verilmiştir.



Şekil 4.156. Sap 2000 programında Y yönünde statik – itme analizi yapılan B-NW- 21-S1 modeline ait binanın başlangıç plastik mafsalları durumu



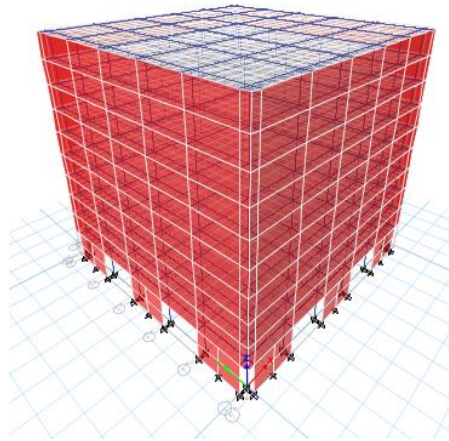
Şekil 4.157. Sap 2000 programında Y yönünde statik – itme analizi yapılan B-NW- 21-S1 modeline ait binanın adım sayısının yarısındaki plastik mafsalları durumu



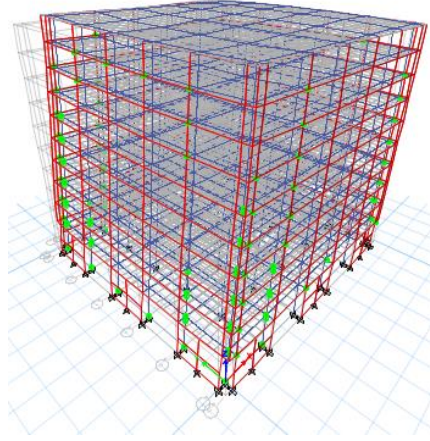
Şekil 4.158. Sap 2000 programında Y yönünde statik – itme analizi yapılan B-NW- 21-S1 modeline ait binanın adım sayısının sonundaki plastik mafsalları durumu

Yukarıda belirtilen şekillerde görüldüğü üzere %21 çıkma oranına sahip ve zemin katında dolgu duvar bulunmayan ve betonarme perde ile güçlendirme yapılmış betonarme bina modelinin başlangıç aşamasında herhangi bir plastik mafsallara oluşumuna rastlanmamıştır. Ancak adım sayısı arttıkça plastik mafsalların oluşmaya başladığı gözlemlenmiştir. Son adım sayısında tüm katlara dengeli bir şekilde dağılmış plastik mafsalların oluştuğu gözlemlenmiştir. Bu plastik mafsalların durumu TBDY 2018'e göre kesintisiz kullanım seviyesi olarak tanımlanmıştır.

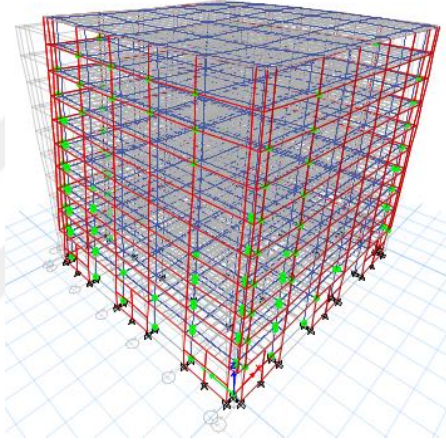
Zemin katında dolgu duvar bulunmayan binalar için plastik mafsallara noktalarının oluşum sırası ve sayısı incelenmek istenmiştir. Ayrıca plastik mafsalların çıkma oranına göre değişimi gösterilmiştir. Şekil 4.159, Şekil 4.160 ve Şekil 4.161'de sırasıyla statik – itme analizi yapılmış olan %11 çıkma oranına sahip X yönü başlangıç pushover adımı, % 11 çıkma oranına sahip X yönü ortanca pushover adımı, % 11 çıkma oranına sahip X yönü son pushover adımı sayılarına göre üç bölüme bölünmüştür. Bu üç adet bölüm statik itme analizinin başlangıcı yük yüklenmemiş kısım, adım sayısının yarısı ve son adım sayısı olarak verilmiştir.



Şekil 4.159. Sap 2000 programında X yönünde statik – itme analizi yapılan B-NW- 11-S1 modeline ait binanın başlangıç plastik mafsallara durumu



Şekil 4.160. Sap 2000 programında X yönünde statik – itme analizi yapılan B-NW- 11-S1 modeline ait binanın adım sayısının yarısındaki plastik mafsalları durumu

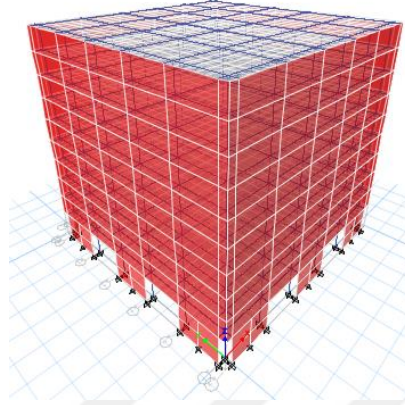


Şekil 4.161. Sap 2000 programında X yönünde statik – itme analizi yapılan B-NW- 11-S1 modeline ait binanın adım sayısının sonundaki plastik mafsalları durumu

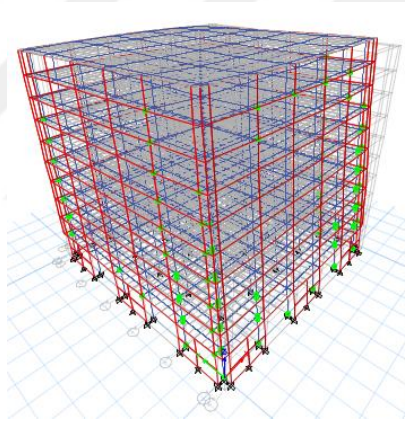
Yukarıda belirtilen şekillerde görüldüğü üzere %11 çıkma oranına sahip ve zemin katında dolgu duvar bulunmayan ve betonarme perde ile güçlendirme yapılmış betonarme bina modelinin başlangıç aşamasında herhangi bir plastik mafsalları oluşumuna rastlanmamıştır, ayrıca adım sayısı arttıkça plastik mafsalların oluşmaya başlaması son adıma kadar gözlemlenmemiştir. Son adım sayısında tüm katlarda ve zemin katta betonarme perdelerde dağılmış plastik mafsalların oluştuğu gözlemlenmiştir. Bu plastik mafsalların durumu TBDY 2018'e göre kesintisiz kullanım seviyesi olarak tanımlanmıştır.

Zemin katında dolgu duvar bulunmayan binalar için plastik mafsalları noktalarının oluşum sırası ve sayısı incelenmek istenmiştir. Ayrıca plastik mafsalların çıkma oranına göre değişimi gösterilmiştir. Şekil 4.162, Şekil 4.163 ve Şekil 4.164'de sırasıyla statik – itme analizi yapılmış olan %11 çıkma oranına sahip Y yönü başlangıç pushover adımı,

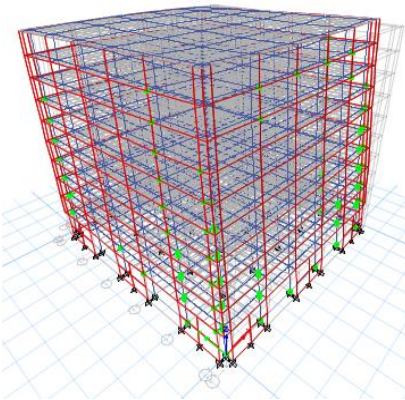
%11 çıkma oranına sahip Y yönü ortanca pushover adımı, %11 çıkma oranına sahip Y yönü son pushover adımı sayılarına göre üç bölüme bölünmüştür. Bu üç adet bölüm statik itme analizinin başlangıcı yük yüklenmemiş kısım, adım sayısının yarısı ve son adım sayısı olarak verilmiştir.



Şekil 4.162. Sap 2000 programında Y yönünde statik – itme analizi yapılan B-NW- 11-S1 modeline ait binanın başlangıç plastik mafsal durumu



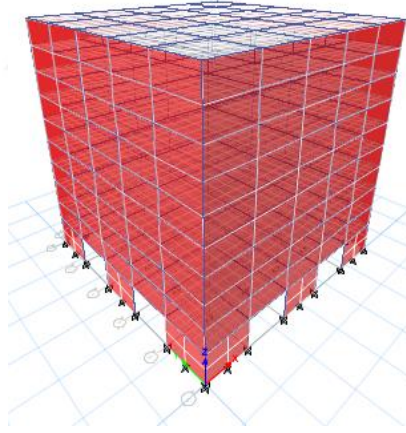
Şekil 4.163. Sap 2000 programında Y yönünde statik – itme analizi yapılan B-NW- 11-S1 modeline ait binanın adım sayısının yarısındaki plastik mafsal durumu



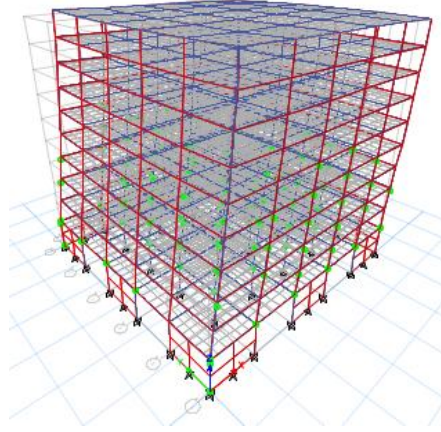
Şekil 4.164. Sap 2000 programında Y yönünde statik – itme analizi yapılan B-NW- 11-S1 modeline ait binanın adım sayısının sonundaki plastik mafsal durumu

Yukarıda belirtilen şekillerde görüldüğü üzere %11 çıkma oranına sahip ve zemin katında dolgu duvar bulunmayan ve betonarme perde ile güçlendirme yapılmış betonarme bina modelinin başlangıç aşamasında herhangi bir plastik mafsallara rastlanmamıştır. Ancak adım sayısı arttıkça plastik mafsalların oluşmaya başladığı gözlemlenmiştir. Son adım sayısında tüm katlara dengeli bir şekilde dağılmış plastik mafsalların oluştuğu gözlemlenmiştir. Bu plastik mafsalların durumu TBDY 2018'e göre kesintisiz kullanım seviyesi olarak tanımlanmıştır.

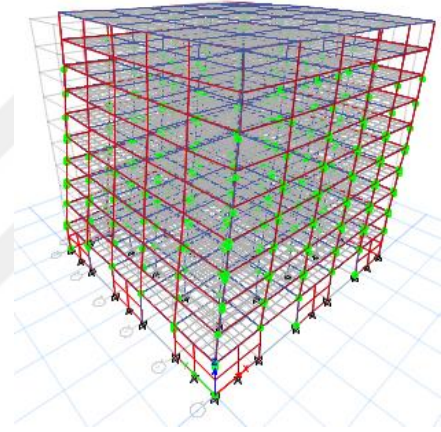
Zemin katında dolgu duvar bulunmayan binalar için plastik mafsal noktalarının oluşum sırası ve sayısı incelenmek istenmiştir. Ayrıca plastik mafsalların çıkma oranına göre değişimi gösterilmiştir. Şekil 4.165, Şekil 4.166 ve Şekil 4.167'de sırasıyla statik – itme analizi yapılmış olan %0 çıkma oranına sahip X yönü başlangıç pushover adımı, % 0 çıkma oranına sahip X yönü ortanca pushover adımı, % 0 çıkma oranına sahip X yönü son pushover adımı sayılarına göre üç bölüme bölünmüştür. Bu üç adet bölüm statik itme analizinin başlangıç yük yüklenmemiş kısım, adım sayısının yarısı ve son adım sayısı olarak verilmiştir.



Şekil 4.165. Sap 2000 programında X yönünde statik – itme analizi yapılan RB-NW- 0-S1 modeline ait binanın başlangıç plastik mafsalları durumu



Şekil 4.166. Sap 2000 programında X yönünde statik – itme analizi yapılan RB-NW- 0-S1 modeline ait binanın adım sayısının yarısındaki plastik mafsalları durumu

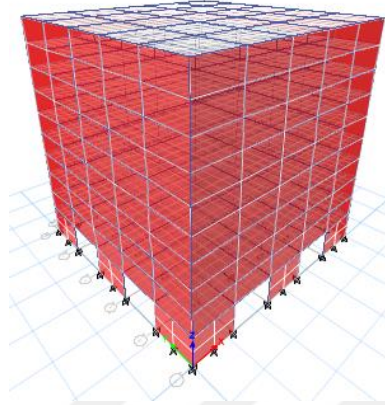


Şekil 4.167. Sap 2000 programında X yönünde statik – itme analizi yapılan RB-NW- 0-S1 modeline ait binanın adım sayısının sonundaki plastik mafsalları durumu

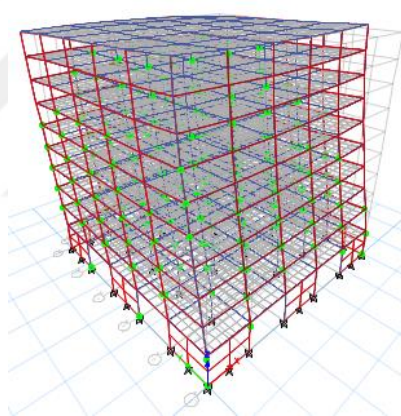
Yukarıda belirtilen şekillerde görüldüğü üzere %0 çıkma oranına sahip ve zemin katında dolgu duvar bulunmayan ve betonarme perde ile güçlendirme yapılmış betonarme bina modelinin başlangıç aşamasında herhangi bir plastik mafsalları oluşumuna rastlanmamıştır, ayrıca adım sayısı arttıkça plastik mafsalların oluşmaya başlaması son adıma kadar gözlemlenmemiştir. Son adım sayısında tüm katlarda ve zemin katta betonarme perdelerde dağılmış plastik mafsalların oluştuğu gözlemlenmiştir. Bu plastik mafsalların durumu TBDY 2018'e göre kesintisiz kullanım seviyesi olarak tanımlanmıştır.

Zemin katında dolgu duvar bulunmayan binalar için plastik mafsalları noktalarının oluşum sırası ve sayısı incelenmek istenmiştir. Ayrıca plastik mafsalların çıkma oranına göre değişimi gösterilmiştir. Şekil 4.168, Şekil 4.169 ve Şekil 4.170'de sırasıyla statik – itme analizi yapılmış olan %0 çıkma oranına sahip Y yönü başlangıç pushover adımı,

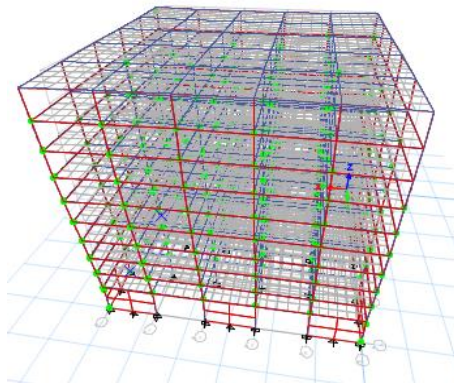
%0çıkma oranına sahip Y yönü ortanca pushover adımı, %0 çıkma oranına sahip Y yönü son pushover adımı sayılarına göre üç bölüme bölünmüştür. Bu üç adet bölüm statik itme analizinin başlangıcı yük yüklenmemiş kısım, adım sayısının yarısı ve son adım sayısı olarak verilmiştir.



Şekil 4.168. Sap 2000 programında Y yönünde statik – itme analizi yapılan RB-NW- 0-S1 modeline ait binanın başlangıç plastik mafsalsal durumu



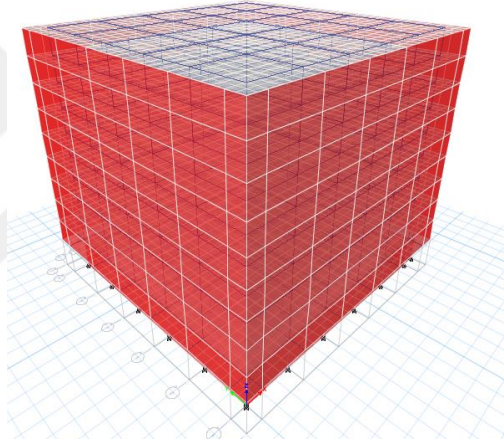
Şekil 4.169. Sap 2000 programında Y yönünde statik – itme analizi yapılan RB-NW- 0-S1 modeline ait binanın adım sayısının yarısındaki plastik mafsalsal durumu



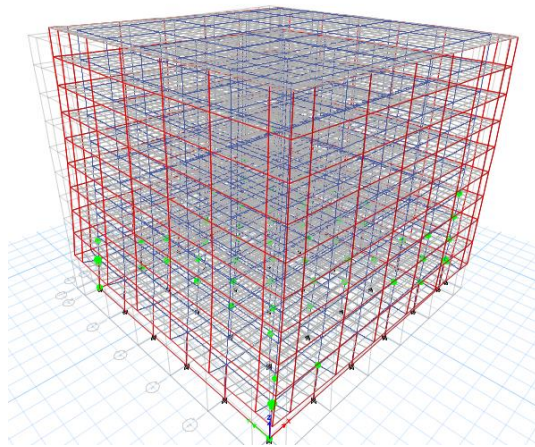
Şekil 4.170. Sap 2000 programında Y yönünde statik – itme analizi yapılan RB-NW- 0-S1 modeline ait binanın adım sayısının sonundaki plastik mafsalsal durumu

4.3.4. Zemin katı dolgu duvarlı bina modelleri için statik-itme analizi plastik mafsalları

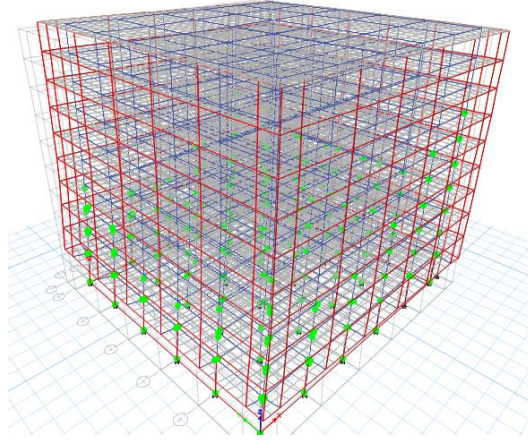
Zemin katında dolgu duvar bulunan binalar için plastik mafsalları noktasının oluşum sırası ve sayısı incelenmek istenmiştir. Ayrıca plastik mafsalların çıkma oranına göre değişimi gösterilmiştir. Şekil 4.171, Şekil 4.172 ve Şekil 4.173’de sırasıyla statik – itme analizi yapılmış olan %44 çıkma oranına sahip X yönü başlangıç pushover adımı, %44 çıkma oranına sahip X yönü ortanca pushover adımı, %44 çıkma oranına sahip X yönü son pushover adımı sayılarına göre üç bölüme bölünmüştür. Bu üç adet bölüm statik itme analizinin başlangıcı yük yüklenmemiş kısım, adım sayısının yarısı ve son adım sayısı olarak verilmiştir.



Şekil 4.171. Sap 2000 programında X yönünde statik – itme analizi yapılan B-W- 44 modeline ait binanın başlangıç plastik mafsalları durumu



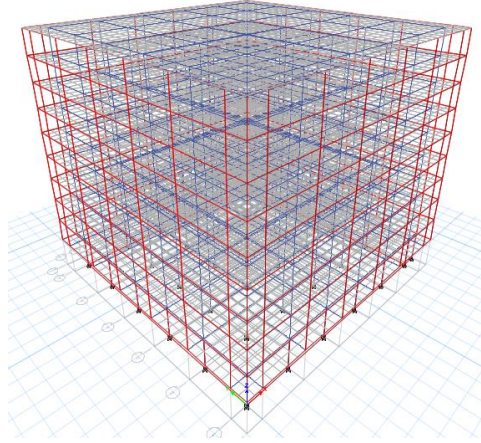
Şekil 4.172. Sap 2000 programında X yönünde statik – itme analizi yapılan B-W- 44 modeline ait binanın adım sayısının yarısındaki plastik mafsalları durumu



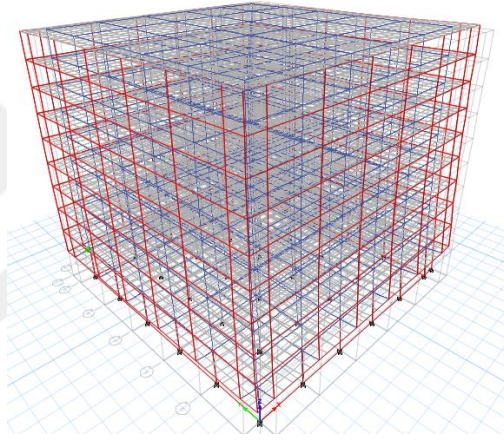
Şekil 4.173. Sap 2000 programında X yönünde statik – itme analizi yapılan B-W- 44 modeline ait binanın adım sayısının sonundaki plastik mafsalları durumu

Yukarıda belirtilen şekillerde görüldüğü üzere %44 çıkma oranına sahip ve zemin katında dolgu duvar bulunan betonarme bina modelinin başlangıç aşamasında herhangi bir plastik mafsalları oluşumuna rastlanmamıştır. Adım sayısı arttıkça plastik mafsalların oluşmaya başladığı tam adım sayısının yarısında zemin katta plastik mafsalların oluştuğu gözlemlenmiştir. Bu plastik mafsalların durumu TBDY 2018'e göre kesintisiz kullanım seviyesi olarak tanımlanmıştır. Son adım sayısına doğru gidildikçe göçme durumu bazı noktalarda yaşanmıştır. Ancak % 44 çıkma oranlı zemin kat duvarsız model ile kıyaslandığında plastik mafsalların sadece zemin katta yoğunlaşmasından daha çok tüm katlarda dengeli bir şekilde dağıldığı ve statik açıdan daha elverişli bir sonuç elde edildiği gösterilmiştir.

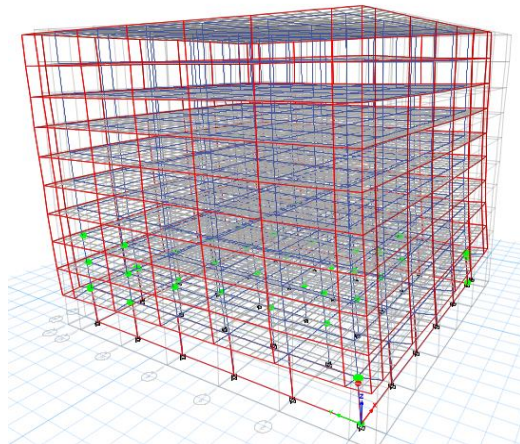
Zemin katında dolgu duvar bulunan binalar için plastik mafsalları noktalarının oluşum sırası ve sayısı incelenmek istenmiştir. Ayrıca plastik mafsalların çıkma oranına göre değişimi gösterilmiştir. Şekil 4.174, Şekil 4.175 ve şekil 4.176'da sırasıyla statik – itme analizi yapılmış olan %44 çıkma oranına sahip Y yönü başlangıç pushover adımı, %44 çıkma oranına sahip Y yönü ortanca pushover adımı, %44 çıkma oranına sahip Y yönü son pushover adımı sayılarına göre üç bölüme bölünmüştür. Bu üç adet bölüm statik itme analizinin başlangıcı yük yüklenmemiş kısım, adım sayısının yarısı ve son adım sayısı olarak verilmiştir.



Şekil 4.174. Sap 2000 programında Y yönünde statik – itme analizi yapılan B-W- 44 modeline ait binanın başlangıç plastik mafsalsal durumu



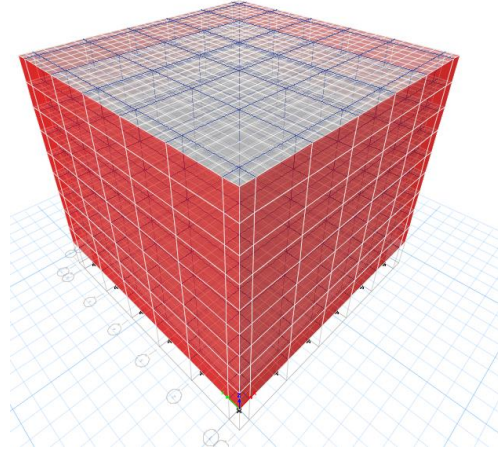
Şekil 4.175. Sap 2000 programında Y yönünde statik – itme analizi yapılan B-W- 44 modeline ait binanın adım sayısının yarısındaki plastik mafsalsal durumu



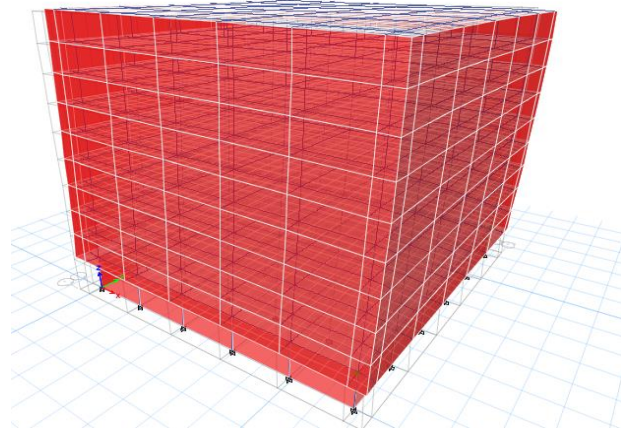
Şekil 4.176. Sap 2000 programında Y yönünde statik – itme analizi yapılan B-W- 44 modeline ait binanın adım sayısının sonundaki plastik mafsalsal durumu

Yukarıda belirtilen şekillerde görüldüğü üzere %44 çıkma oranına sahip ve zemin katında dolgu duvar bulunan betonarme bina modelinin başlangıç aşamasında herhangi bir plastik mafsallara oluşumuna rastlanmamıştır. Adım sayısı arttıkça plastik mafsalların oluşmaya başladığı tam adım sayısının yarısında zemin katta plastik mafsalların oluştuğu gözlemlenmiştir. Bu plastik mafsalların durumu TBDY 2018'e göre kesintisiz kullanım seviyesi olarak tanımlanmıştır. Son adım sayısına doğru gidildikçe göçme durumu bazı noktalarda yaşanmıştır. Ancak % 44 çıkma oranlı zemin kat duvarsız model ile kıyaslandığında plastik mafsalların sadece zemin katta yoğunlaşmasından daha çok tüm katlarda dengeli bir şekilde dağıldığı ve statik açıdan daha elverişli bir sonuç elde edildiği gösterilmiştir.

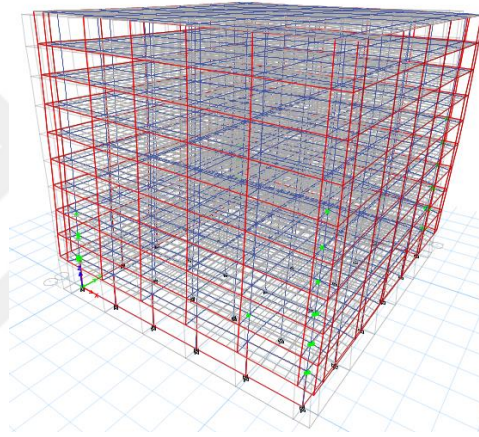
Zemin katında dolgu duvar bulunan binalar için plastik mafsallara noktalarının oluşum sırası ve sayısı incelenmek istenmiştir. Ayrıca plastik mafsalların çıkma oranına göre değişimi gösterilmiştir. Şekil 4.177, Şekil 4.178 ve şekil 4.179'da sırasıyla statik – itme analizi yapılmış olan %21 çıkma oranına sahip X yönü başlangıç pushover adımı, %21 çıkma oranına sahip X yönü ortanca pushover adımı, %21 çıkma oranına sahip X yönü son pushover adımı sayılarına göre üç bölüme bölünmüştür. Bu üç adet bölüm statik itme analizinin başlangıcı yük yüklenmemiş kısım, adım sayısının yarısı ve son adım sayısı olarak verilmiştir.



Şekil 4.177. Sap 2000 programında X yönünde statik – itme analizi yapılan B-W- 21 modeline ait binanın başlangıç plastik mafsallara durumu



Şekil 4.178. Sap 2000 programında X yönünde statik – itme analizi yapılan B-W- 21 modeline ait binanın adım sayısının yarısındaki plastik mafsalları durumu

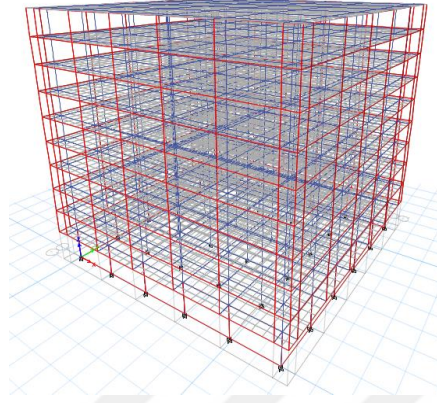


Şekil 4.179. Sap 2000 programında X yönünde statik – itme analizi yapılan B-W- 21 modeline ait binanın adım sayısının sonundaki plastik mafsalları durumu

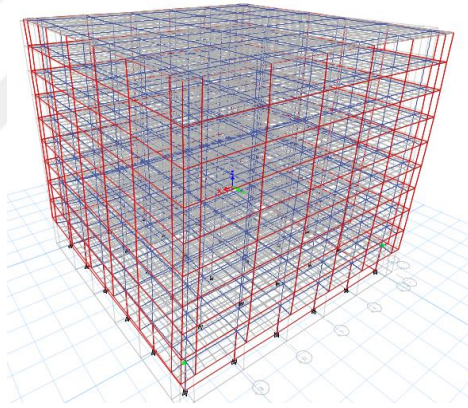
Yukarıda belirtilen şekillerde görüldüğü üzere %21 çıkma oranına sahip ve zemin katında dolgu duvar bulunan betonarme bina modelinin başlangıç aşamasında herhangi bir plastik mafsalları oluşumuna rastlanmamıştır. Adım sayısı arttıkça plastik mafsalların oluşmaya başladığı tam adım sayısının yarısında zemin katta plastik mafsalların oluştuğu gözlemlenmiştir. Bu plastik mafsalların durumu TBDY 2018'e göre kesintisiz kullanım seviyesi olarak tanımlanmıştır. Son adım sayısına doğru gidildikçe kesintisiz kullanım seviyesi olarak tanımlanan hasarlar değişmemiştir, sadece sayıları artarak üst katlara doğru yayılmıştır.

Zemin katında dolgu duvar bulunan binalar için plastik mafsalları noktalarının oluşum sırası ve sayısı incelenmek istenmiştir. Ayrıca plastik mafsalların çıkma oranına göre değişimi gösterilmiştir. Şekil 4.180, Şekil 4.181 ve Şekil 4.182'de sırasıyla statik – itme analizi yapılmış olan %21 çıkma oranına sahip Y yönü başlangıç pushover adımı,

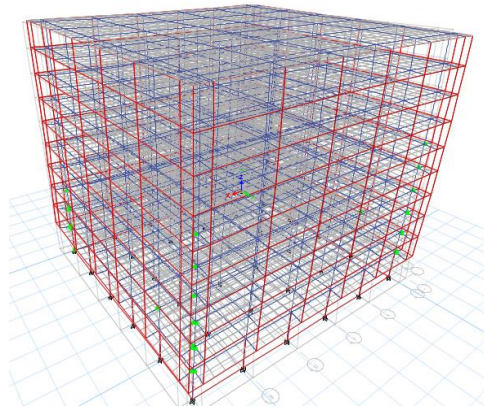
%21 çıkma oranına sahip Y yönü ortanca pushover adımı, %21 çıkma oranına sahip Y yönü son pushover adımı sayılarına göre üç bölüme bölünmüştür. Bu üç adet bölüm statik itme analizinin başlangıcı yük yüklenmemiş kısım, adım sayısının yarısı ve son adım sayısı olarak verilmiştir.



Şekil 4.180. Sap 2000 programında Y yönünde statik – itme analizi yapılan B-W- 21 modeline ait binanın başlangıç plastik mafsalsal durumu



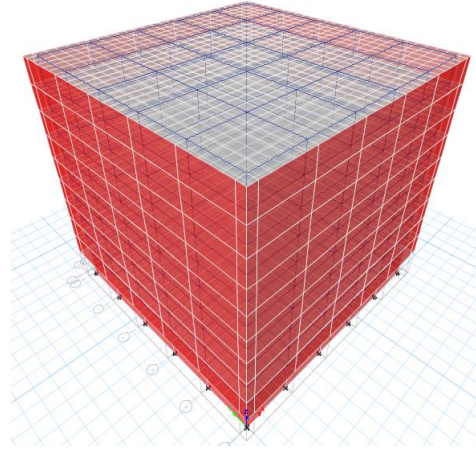
Şekil 4.181. Sap 2000 programında Y yönünde statik – itme analizi yapılan B-W- 21 modeline ait binanın adım sayısının yarısındaki plastik mafsalsal durumu



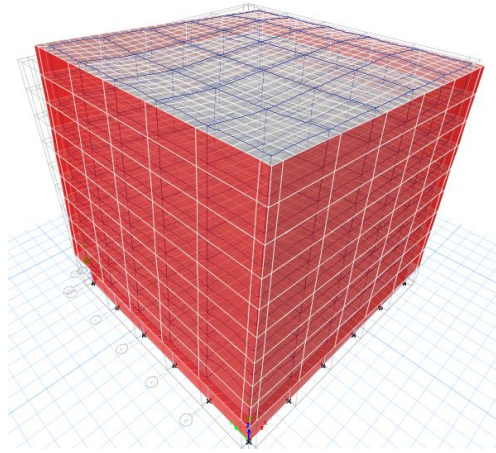
Şekil 4.182. Sap 2000 programında Y yönünde statik – itme analizi yapılan B-W- 21 modeline ait binanın adım sayısının sonundaki plastik mafsalsal durumu

Yukarıda belirtilen şekillerde görüldüğü üzere %21 çıkma oranına sahip ve zemin katında dolgu duvar bulunan betonarme bina modelinin başlangıç aşamasında herhangi bir plastik mafsallara oluşumuna rastlanmamıştır. Adım sayısı arttıkça plastik mafsalların oluşmaya başladığı tam adım sayısının yarısında zemin katta plastik mafsalların oluştuğu gözlemlenmiştir. Bu plastik mafsalların durumu TBDY 2018'e göre kesintisiz kullanım seviyesi olarak tanımlanmıştır. Son adım sayısına doğru gidildikçe kesintisiz kullanım seviyesi olarak tanımlanan hasarlar değişmemiştir, sadece sayıları artarak üst katlara doğru yayılmıştır.

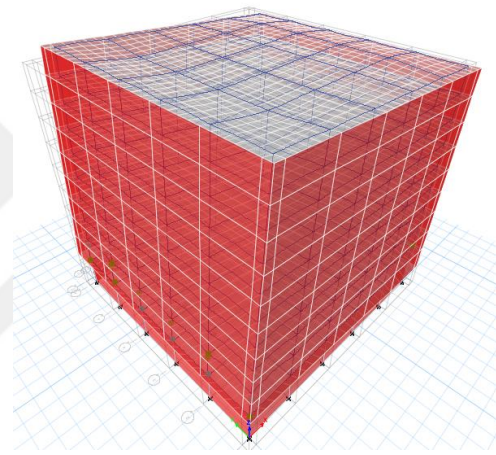
Zemin katında dolgu duvar bulunan binalar için plastik mafsallara noktalarının oluşum sırası ve sayısı incelenmek istenmiştir. Ayrıca plastik mafsalların çıkma oranına göre değişimi gösterilmiştir. Şekil 4.183, Şekil 4.184 ve Şekil 4.185'de sırasıyla statik – itme analizi yapılmış olan %11 çıkma oranına sahip X yönü başlangıç pushover adımı, %11 çıkma oranına sahip X yönü ortanca pushover adımı, %11 çıkma oranına sahip X yönü son pushover adımı sayılarına göre üç bölüme bölünmüştür. Bu üç adet bölüm statik itme analizinin başlangıcı yük yüklenmemiş kısım, adım sayısının yarısı ve son adım sayısı olarak verilmiştir.



Şekil 4.183. Sap 2000 programında X yönünde statik – itme analizi yapılan B-W- 11 modeline ait binanın başlangıç plastik mafsallara durumu



Şekil 4.184. Sap 2000 programında X yönünde statik – itme analizi yapılan B-W- 11 modeline ait binanın adım sayısının yarısındaki plastik mafsalları durumu

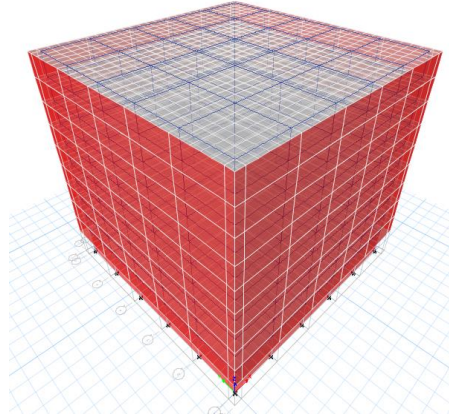


Şekil 4.185. Sap 2000 programında X yönünde statik – itme analizi yapılan B-W- 11 modeline ait binanın adım sayısının sonundaki plastik mafsalları durumu

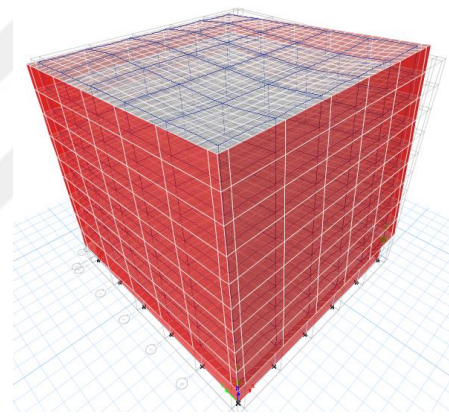
Yukarıda belirtilen şekillerde görüldüğü üzere %11 çıkma oranına sahip ve zemin katında dolgu duvar bulunan betonarme bina modelinin başlangıç aşamasında herhangi bir plastik mafsalları oluşumuna rastlanmamıştır. Adım sayısı arttıkça plastik mafsalların oluşmaya başladığı tam adım sayısının yarısında zemin katta plastik mafsalların oluştuğu gözlemlenmiştir. Bu plastik mafsalların durumu TBDY 2018'e göre kesintisiz kullanım seviyesi olarak tanımlanmıştır. Son adım sayısına doğru gidildikçe kesintisiz kullanım seviyesi olarak tanımlanan hasarlar değişmemiştir.

Zemin katında dolgu duvar bulunan binalar için plastik mafsalları noktalarının oluşum sırası ve sayısı incelenmek istenmiştir. Ayrıca plastik mafsalların çıkma oranına göre değişimi gösterilmiştir. Şekil 4.186 Şekil 4.187 ve Şekil 4.188'de sırasıyla statik – itme analizi yapılmış olan %11 çıkma oranına sahip Y yönü başlangıç pushover adımı, %11 çıkma oranına sahip Y yönü ortanca pushover adımı, %11 çıkma oranına sahip Y

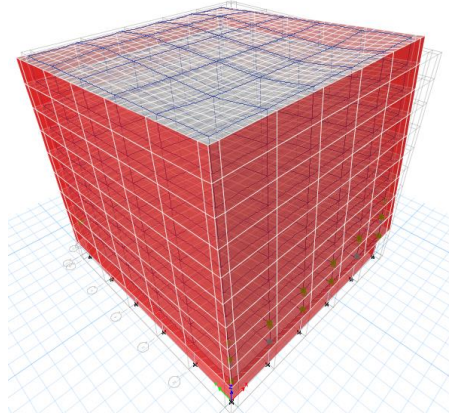
yönü son pushover adımı sayılarına göre üç bölüme bölünmüştür. Bu üç adet bölüm statik itme analizinin başlangıcı yük yüklenmemiş kısım, adım sayısının yarısı ve son adım sayısı olarak verilmiştir.



Şekil 4.186. Sap 2000 programında Y yönünde statik – itme analizi yapılan B-W- 11 modeline ait binanın başlangıç plastik mafsalsal durumu



Şekil 4.187. Sap 2000 programında Y yönünde statik – itme analizi yapılan B-W- 11 modeline ait binanın adım sayısının yarısındaki plastik mafsalsal durumu

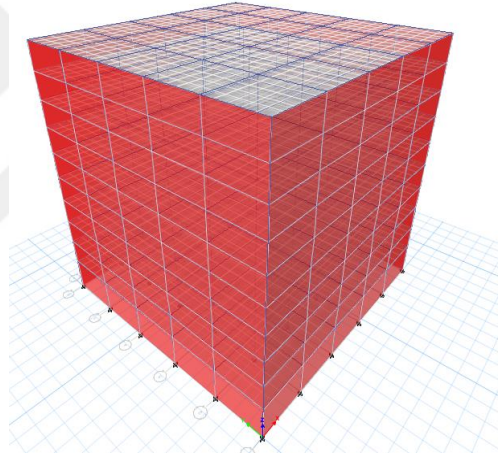


Şekil 4.188. Sap 2000 programında Y yönünde statik – itme analizi yapılan B-W- 11 modeline ait binanın adım sayısının sonundaki plastik mafsalsal durumu

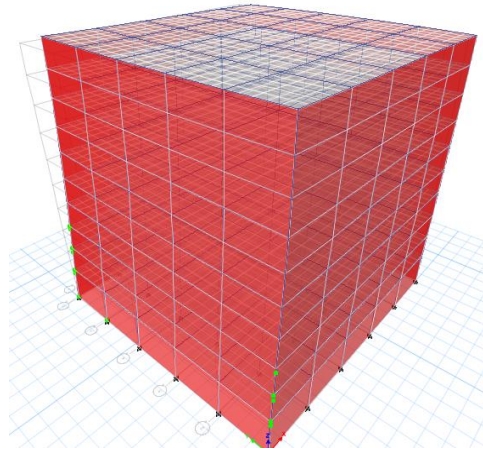
Yukarıda belirtilen şekillerde görüldüğü üzere %11 çıkma oranına sahip ve zemin katında dolgu duvar bulunan betonarme bina modelinin başlangıç aşamasında

herhangi bir plastik mafsal oluşumuna rastlanmamıştır. Adım sayısı arttıkça plastik mafsalların oluşmaya başladığı tam adım sayısının yarısında zemin katta plastik mafsalların oluştuğu gözlemlenmiştir. Bu plastik mafsalların durumu TBDY 2018'e göre kesintisiz kullanım seviyesi olarak tanımlanmıştır. Son adım sayısına doğru gidildikçe kesintisiz kullanım seviyesi olarak tanımlanan hasarlar değişmemiştir.

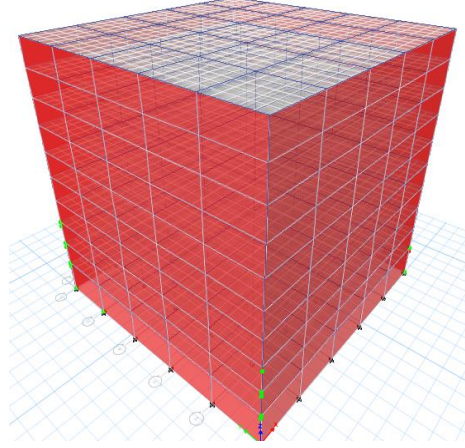
Zemin katında dolgu duvar bulunan binalar için plastik mafsal noktalarının oluşum sırası ve sayısı incelenmek istenmiştir. Ayrıca plastik mafsalların çıkma oranına göre değişimi gösterilmiştir. Şekil 4.189 Şekil 4.190 ve Şekil 4.191'de sırasıyla statik – itme analizi yapılmış olan %0 çıkma oranına sahip X yönü başlangıç pushover adımı, %0 çıkma oranına sahip X yönü ortanca pushover adımı, %0 çıkma oranına sahip X yönü son pushover adımı sayılarına göre üç bölüme bölünmüştür. Bu üç adet bölüm statik itme analizinin başlangıcı yük yüklenmemiş kısım, adım sayısının yarısı ve son adım sayısı olarak verilmiştir.



Şekil 4.189. Sap 2000 programında X yönünde statik – itme analizi yapılan RB-W- 0 modeline ait binanın başlangıç plastik mafsal durumu



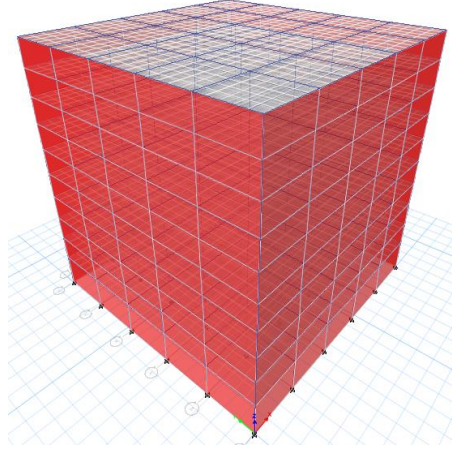
Şekil 4.190. Sap 2000 programında X yönünde statik – itme analizi yapılan RB-W-0 modeline ait binanın adım sayısının yarısındaki plastik mafsal durumu



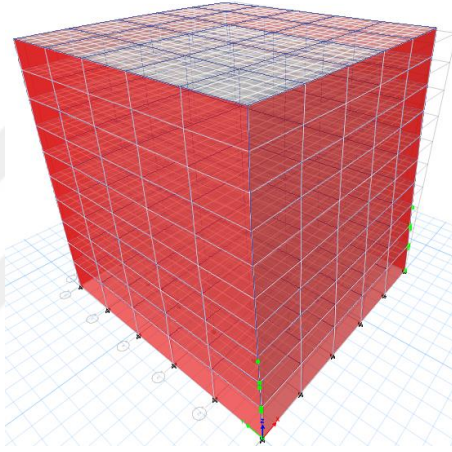
Şekil 4.191. Sap 2000 programında X yönünde statik – itme analizi yapılan RB-W- 0 modeline ait binanın adım sayısının sonundaki plastik mafsalları durumu

Yukarıda belirtilen şekillerde görüldüğü üzere %0 çıkma oranına sahip ve zemin katında dolgu duvar bulunan betonarme bina modelinin başlangıç aşamasında herhangi bir plastik mafsalları oluşumuna rastlanmamıştır. Adım sayısı arttıkça plastik mafsalların oluşmaya başladığı tam adım sayısının yarısında plastik mafsalların oluştuğu gözlemlenmiştir. Bu plastik mafsalların durumu TBDY 2018'e göre kesintisiz kullanım seviyesi olarak tanımlanmıştır. Son adım sayısına doğru gidildikçe kesintisiz kullanım seviyesi olarak tanımlanan hasarlar değişmemiştir.

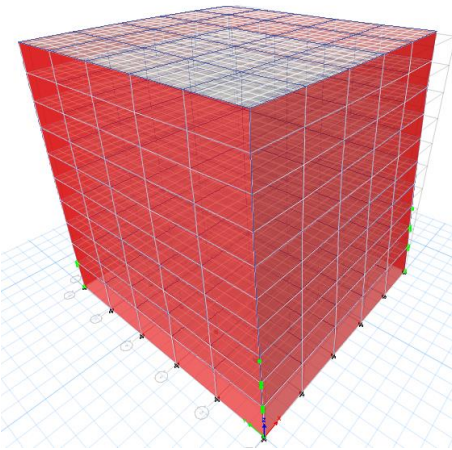
Zemin katında dolgu duvar bulunan binalar için plastik mafsalları noktalarının oluşum sırası ve sayısı incelenmek istenmiştir. Ayrıca plastik mafsalların çıkma oranına göre değişimi gösterilmiştir. Şekil 4.192, Şekil 4.193 ve Şekil 4.194'de sırasıyla statik – itme analizi yapılmış olan %0 çıkma oranına sahip Y yönü başlangıç pushover adımı, %0 çıkma oranına sahip Y yönü ortanca pushover adımı, %0 çıkma oranına sahip Y yönü son pushover adımı sayılarına göre üç bölüme bölünmüştür. Bu üç adet bölüm statik itme analizinin başlangıcı yük yüklenmemiş kısım, adım sayısının yarısı ve son adım sayısı olarak verilmiştir.



Şekil 4.192. Sap 2000 programında Y yönünde statik – itme analizi yapılan RB-W- 0 modeline ait binanın başlangıç plastik mafsalsal durumu



Şekil 4.193. Sap 2000 programında Y yönünde statik – itme analizi yapılan RB-W-0 modeline ait binanın adım sayısının yarısındaki plastik mafsalsal durumu

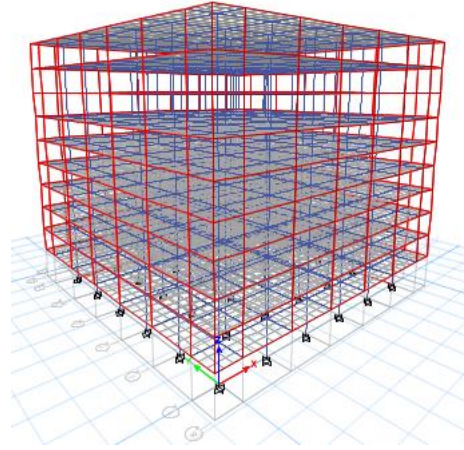


Şekil 4.194. Sap 2000 programında Y yönünde statik – itme analizi yapılan RB-W- 0 modeline ait binanın adım sayısının sonundaki plastik mafsalsal durumu

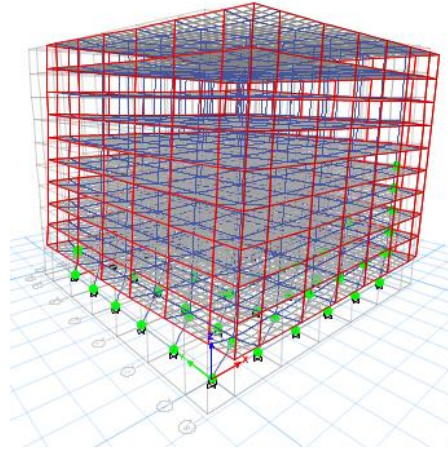
Yukarıda belirtilen şekillerde görüldüğü üzere %0 çıkma oranına sahip ve zemin katında dolgu duvar bulunan betonarme bina modelinin başlangıç aşamasında herhangi bir plastik mafsall oluşumuna rastlanmamıştır. Adım sayısı arttıkça plastik mafsalların oluşmaya başladığı tam adım sayısının yarısında plastik mafsalların oluştuğu gözlemlenmiştir. Bu plastik mafsalların durumu TBDY 2018'e göre kesintisiz kullanım seviyesi olarak tanımlanmıştır. Son adım sayısına doğru gidildikçe kesintisiz kullanım seviyesi olarak tanımlanan hasarlar değişmemiştir.

4.3.5. Zemin katı optimum duvarlı bina modelleri için statik-itme analizi plastik mafsall sonuçları

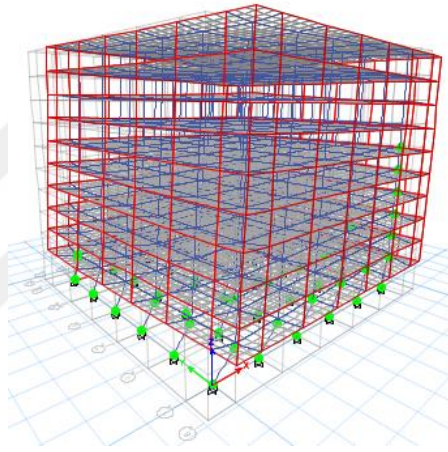
Zemin katında optimum seviyede dolgu duvar bulunan binalar için plastik mafsall noktalarının oluşum sırası ve sayısı incelenmek istenmiştir. Ayrıca plastik mafsalların çıkma oranına göre değişimi gösterilmiştir. Şekil 4.195, Şekil 4.196 ve Şekil 4.197'de sırasıyla statik – itme analizi yapılmış olan %44 çıkma oranına sahip X yönü başlangıç pushover adımı, %44 çıkma oranına sahip X yönü ortanca pushover adımı, %44 çıkma oranına sahip X yönü son pushover adımı sayılarına göre üç bölüme bölünmüştür. Bu üç adet bölüm statik itme analizinin başlangıcı yük yüklenmemiş kısım, adım sayısının yarısı ve son adım sayısı olarak verilmiştir.



Şekil 4.195. Sap 2000 programında X yönünde statik – itme analizi yapılan B-OW- 44 modeline ait binanın başlangıç plastik mafsall durumu



Şekil 4.196. Sap 2000 programında X yönünde statik – itme analizi yapılan B-OW-44 modeline ait binanın adım sayısının yarısındaki plastik mafsalları durumu

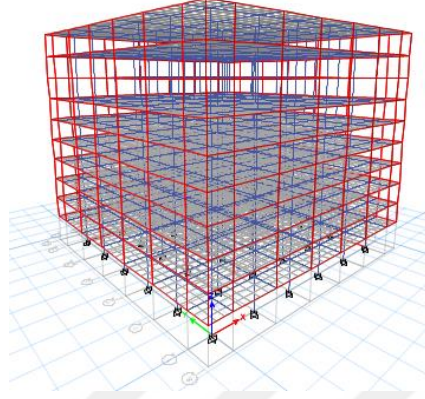


Şekil 4.197. Sap 2000 programında X yönünde statik – itme analizi yapılan B-OW-44 modeline ait binanın adım sayısının sonundaki plastik mafsalları durumu

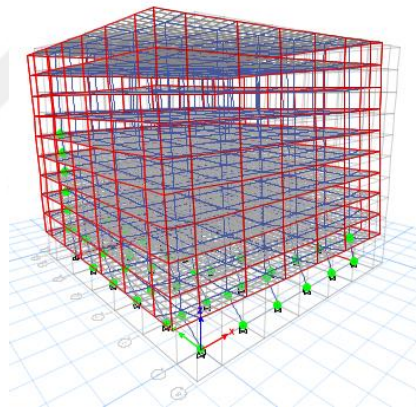
Yukarıda belirtilen şekillerde görüldüğü üzere %44 çıkma oranına sahip ve zemin katında optimum dolgu duvar bulunan betonarme bina modelinin başlangıç aşamasında herhangi bir plastik mafsalları oluşumuna rastlanmamıştır. Adım sayısı arttıkça plastik mafsalları oluşmaya başladığı tam adım sayısının yarısında plastik mafsalları oluştuğu gözlemlenmiştir. Bu plastik mafsalları durumu TBDY 2018'e göre kesintisiz kullanım seviyesi olarak tanımlanmıştır. Son adım sayısına doğru gidildikçe kesintisiz kullanım seviyesi olarak tanımlanan hasarlar değişmemiştir.

Zemin katında optimum dolgu duvar bulunan binalar için plastik mafsalları noktalarının oluşum sırası ve sayısı incelenmek istenmiştir. Ayrıca plastik mafsalları çıkma oranına göre değişimi gösterilmiştir. Şekil 4.198, Şekil 4.199 ve Şekil 4.200'de sırasıyla statik – itme analizi yapılmış olan %44 çıkma oranına sahip Y yönü başlangıç pushover adımı, %44 çıkma oranına sahip Y yönü ortanca pushover adımı, %44 çıkma

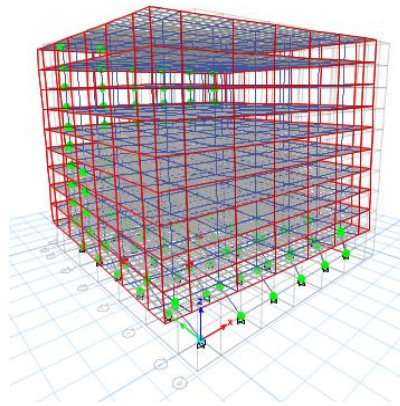
oranına sahip Y yönü son pushover adımı sayılarına göre üç bölüme bölünmüştür. Bu üç adet bölüm statik itme analizinin başlangıcı yük yüklenmemiş kısım, adım sayısının yarısı ve son adım sayısı olarak verilmiştir.



Şekil 4.198. Sap 2000 programında Y yönünde statik – itme analizi yapılan B-OW- 44 modeline ait binanın başlangıç plastik mafsal durumu



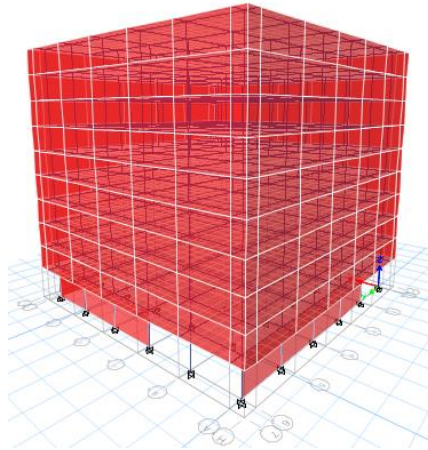
Şekil 4.199. Sap 2000 programında Y yönünde statik – itme analizi yapılan B-OW-44 modeline ait binanın adım sayısının yarısındaki plastik mafsal durumu



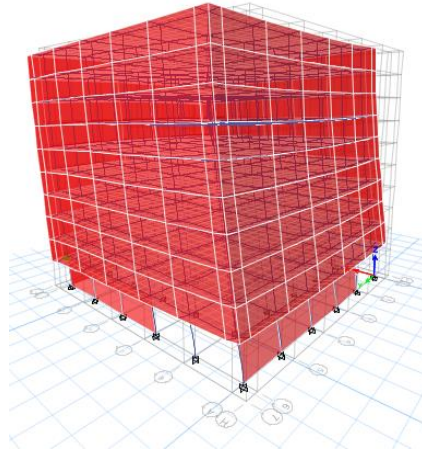
Şekil 4.200. Sap 2000 programında Y yönünde statik – itme analizi yapılan B-OW- 44 modeline ait binanın adım sayısının sonundaki plastik mafsal durumu

Yukarıda belirtilen şekillerde görüldüğü üzere %44 çıkma oranına sahip ve zemin katında optimum dolgu duvar bulunan betonarme bina modelinin başlangıç aşamasında herhangi bir plastik mafsall oluşumuna rastlanmamıştır. Adım sayısı arttıkça plastik mafsalların oluşmaya başladığı tam adım sayısının yarısında plastik mafsalların oluştuğu gözlemlenmiştir. Bu plastik mafsalların durumu TBDY 2018'e göre kesintisiz kullanım seviyesi olarak tanımlanmıştır. Son adım sayısına doğru gidildikçe kesintisiz kullanım seviyesi olarak tanımlanan hasarlar değişmemiştir.

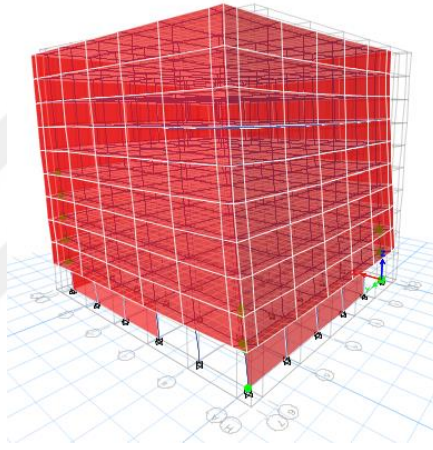
Zemin katında optimum dolgu duvar bulunan binalar için plastik mafsall noktalarının oluşum sırası ve sayısı incelenmek istenmiştir. Ayrıca plastik mafsalların çıkma oranına göre değişimi gösterilmiştir. Şekil 4.201, Şekil 4.202 ve Şekil 4.203'de sırasıyla statik – itme analizi yapılmış olan %28 çıkma oranına sahip X yönü başlangıç pushover adımı, %28 çıkma oranına sahip X yönü ortanca pushover adımı, %28 çıkma oranına sahip X yönü son pushover adımı sayılarına göre üç bölüme bölünmüştür. Bu üç adet bölüm statik itme analizinin başlangıcı yük yüklenmemiş kısım, adım sayısının yarısı ve son adım sayısı olarak verilmiştir.



Şekil 4.201. Sap 2000 programında X yönünde statik – itme analizi yapılan B-OW- 28 modeline ait binanın başlangıç plastik mafsall durumu



Şekil 4.202. Sap 2000 programında X yönünde statik – itme analizi yapılan B-OW-28 modeline ait binanın adım sayısının yarısındaki plastik mafsalları durumu

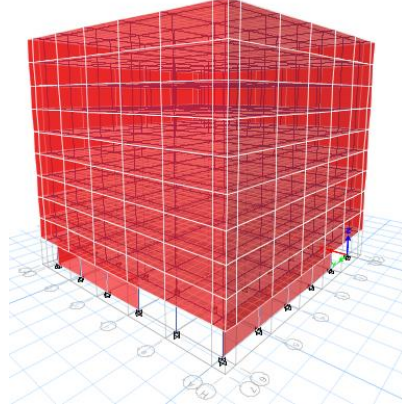


Şekil 4.203. Sap 2000 programında X yönünde statik – itme analizi yapılan B-OW-28 modeline ait binanın adım sayısının sonundaki plastik mafsalları durumu

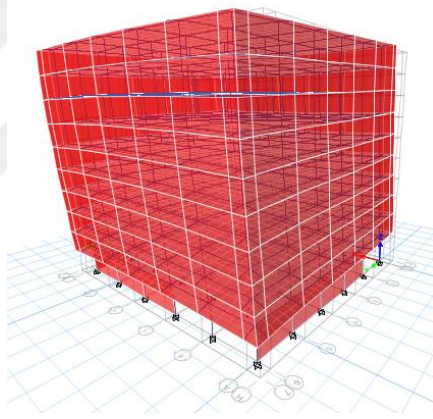
Yukarıda belirtilen şekillerde görüldüğü üzere %28 çıkma oranına sahip ve zemin katında optimum dolgu duvar bulunan betonarme bina modelinin başlangıç aşamasında herhangi bir plastik mafsalları oluşumuna rastlanmamıştır. Adım sayısı arttıkça plastik mafsalları oluşmaya başladığı tam adım sayısının yarısında plastik mafsalları oluştuğu gözlemlenmiştir. Bu plastik mafsalları durumu TBDY 2018'e göre kesintisiz kullanım seviyesi olarak tanımlanmıştır. Son adım sayısına doğru gidildikçe kesintisiz kullanım seviyesi olarak tanımlanan hasarlar değişmemiştir.

Zemin katında optimum dolgu duvar bulunan binalar için plastik mafsalları noktalarının oluşum sırası ve sayısı incelenmek istenmiştir. Ayrıca plastik mafsalları çıkma oranına göre değişimi gösterilmiştir. Şekil 4.204, Şekil 4.205 ve Şekil 4.206'da sırasıyla statik – itme analizi yapılmış olan %28 çıkma oranına sahip Y yönü başlangıç pushover adımı, %28 çıkma oranına sahip Y yönü ortanca pushover adımı, %28 çıkma

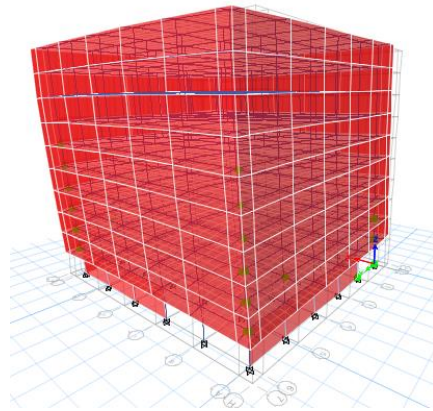
oranına sahip Y yönü son pushover adımı sayılarına göre üç bölüme bölünmüştür. Bu üç adet bölüm statik itme analizinin başlangıcı yük yüklenmemiş kısım, adım sayısının yarısı ve son adım sayısı olarak verilmiştir.



Şekil 4.204. Sap 2000 programında Y yönünde statik – itme analizi yapılan B-OW- 28 modeline ait binanın başlangıç plastik mafsalsal durumu



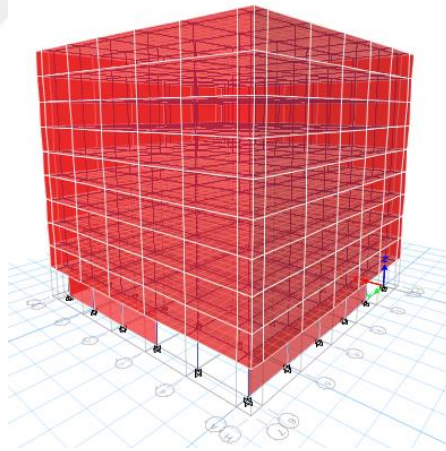
Şekil 4.205. Sap 2000 programında Y yönünde statik – itme analizi yapılan B-OW-28 modeline ait binanın adım sayısının yarısındaki plastik mafsalsal durumu



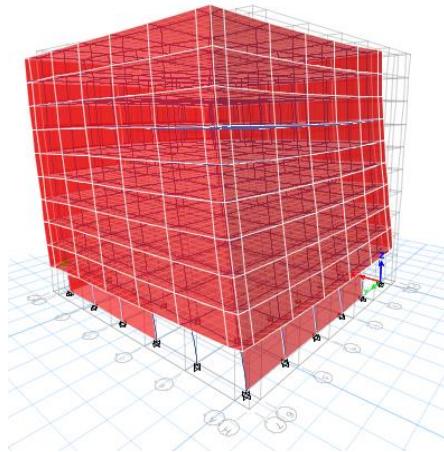
Şekil 4.206. Sap 2000 programında Y yönünde statik – itme analizi yapılan B-OW- 28 modeline ait binanın adım sayısının sonundaki plastik mafsalsal durumu

Yukarıda belirtilen şekillerde görüldüğü üzere %28 çıkma oranına sahip ve zemin katında optimum dolgu duvar bulunan betonarme bina modelinin başlangıç aşamasında herhangi bir plastik mafsallara rastlanmamıştır. Adım sayısı arttıkça plastik mafsalların oluşmaya başladığı tam adım sayısının yarısında plastik mafsalların oluştuğu gözlemlenmiştir. Bu plastik mafsalların durumu TBDY 2018'e göre kesintisiz kullanım seviyesi olarak tanımlanmıştır. Son adım sayısına doğru gidildikçe kesintisiz kullanım seviyesi olarak tanımlanan hasarlar değişmemiştir.

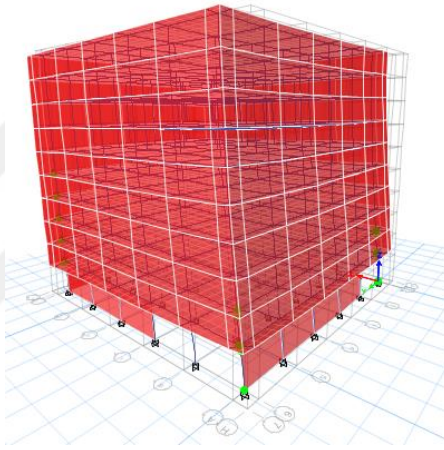
Zemin katında optimum dolgu duvar bulunan binalar için plastik mafsallara noktalarının oluşum sırası ve sayısı incelenmek istenmiştir. Ayrıca plastik mafsalların çıkma oranına göre değişimi gösterilmiştir. Şekil 4.207, Şekil 4.208 ve Şekil 4.209'da sırasıyla statik – itme analizi yapılmış olan %21 çıkma oranına sahip X yönü başlangıç pushover adımı, %21 çıkma oranına sahip X yönü ortanca pushover adımı, %21 çıkma oranına sahip X yönü son pushover adımı sayılarına göre üç bölüme bölünmüştür. Bu üç adet bölüm statik itme analizinin başlangıcı yük yüklenmemiş kısım, adım sayısının yarısı ve son adım sayısı olarak verilmiştir.



Şekil 4.207. Sap 2000 programında X yönünde statik – itme analizi yapılan B-OW- 21 modeline ait binanın başlangıç plastik mafsalları durumu



Şekil 4.208. Sap 2000 programında X yönünde statik – itme analizi yapılan B-OW-21 modeline ait binanın adım sayısının yarısındaki plastik mafsal durumu

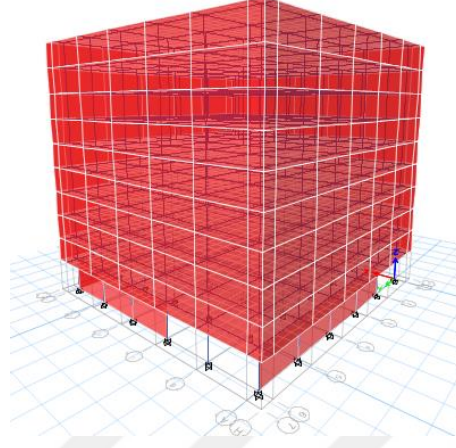


Şekil 4.209. Sap 2000 programında X yönünde statik – itme analizi yapılan B-OW- 21 modeline ait binanın adım sayısının sonundaki plastik mafsal durumu

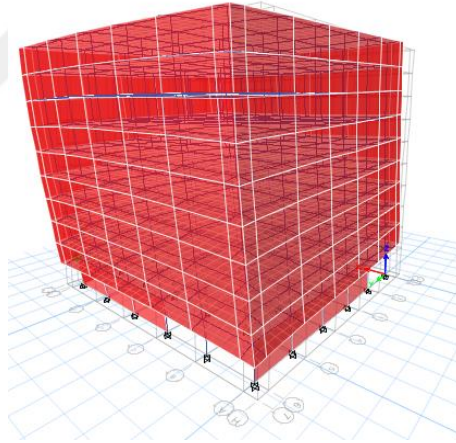
Yukarıda belirtilen şekillerde görüldüğü üzere %28 çıkma oranına sahip ve zemin katında optimum dolgu duvar bulunan betonarme bina modelinin başlangıç aşamasında herhangi bir plastik mafsal oluşumuna rastlanmamıştır. Adım sayısı arttıkça plastik mafsalların oluşmaya başladığı tam adım sayısının yarısında plastik mafsalların olduğu gözlemlenmiştir. Bu plastik mafsalların durumu TBDY 2018'e göre kesintisiz kullanım seviyesi olarak tanımlanmıştır. Son adım sayısına doğru gidildikçe kesintisiz kullanım seviyesi olarak tanımlanan hasarlar değişmemiştir.

Zemin katında optimum dolgu duvar bulunan binalar için plastik mafsal noktalarının oluşum sırası ve sayısı incelenmek istenmiştir. Ayrıca plastik mafsalların çıkma oranına göre değişimi gösterilmiştir. Şekil 4.210, Şekil 4.211 ve Şekil 4.212'de sırasıyla statik – itme analizi yapılmış olan %21 çıkma oranına sahip Y yönü başlangıç pushover adımı, %21 çıkma oranına sahip Y yönü ortanca pushover adımı, %21 çıkma

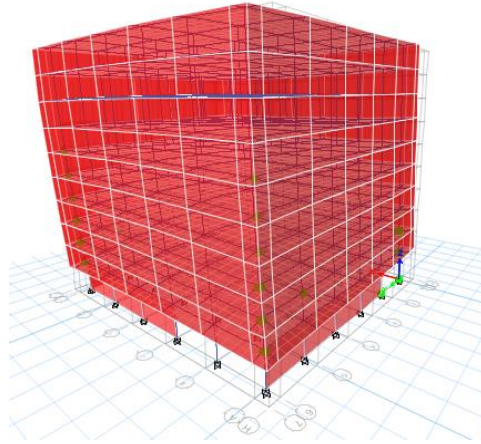
oranına sahip Y yönü son pushover adımı sayılarına göre üç bölüme bölünmüştür. Bu üç adet bölüm statik itme analizinin başlangıcı yük yüklenmemiş kısım, adım sayısının yarısı ve son adım sayısı olarak verilmiştir.



Şekil 4.210. Sap 2000 programında Y yönünde statik – itme analizi yapılan B-OW- 21 modeline ait binanın başlangıç plastik mafsalsal durumu



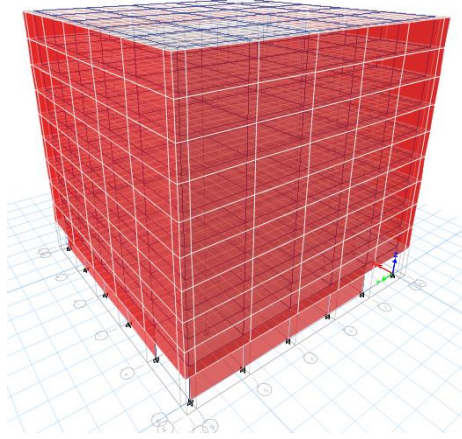
Şekil 4.211. Sap 2000 programında Y yönünde statik – itme analizi yapılan B-OW-21 modeline ait binanın adım sayısının yarısındaki plastik mafsalsal durumu



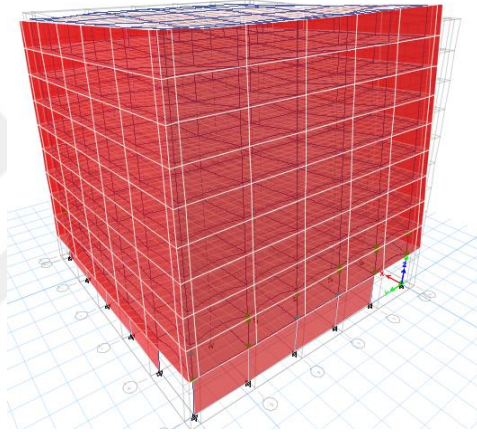
Şekil 4.212. Sap 2000 programında Y yönünde statik – itme analizi yapılan B-OW- 21 modeline ait binanın adım sayısının sonundaki plastik mafsalları durumu

Yukarıda belirtilen şekillerde görüldüğü üzere %21 çıkma oranına sahip ve zemin katında optimum dolgu duvar bulunan betonarme bina modelinin başlangıç aşamasında herhangi bir plastik mafsalları oluşumuna rastlanmamıştır. Adım sayısı arttıkça plastik mafsalların oluşmaya başladığı tam adım sayısının yarısında plastik mafsalların oluştuğu gözlemlenmiştir. Bu plastik mafsalların durumu TBDY 2018'e göre kesintisiz kullanım seviyesi olarak tanımlanmıştır. Son adım sayısına doğru gidildikçe kesintisiz kullanım seviyesi olarak tanımlanan hasarlar değişmemiştir.

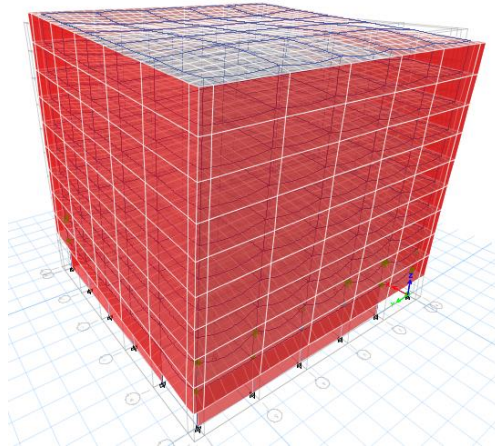
Zemin katında optimum dolgu duvar bulunan binalar için plastik mafsalları noktalarının oluşum sırası ve sayısı incelenmek istenmiştir. Ayrıca plastik mafsalların çıkma oranına göre değişimi gösterilmiştir. Şekil 4.213, Şekil 4.214 ve Şekil 4.215'de sırasıyla statik – itme analizi yapılmış olan %11 çıkma oranına sahip X yönü başlangıç pushover adımı, %11 çıkma oranına sahip X yönü ortanca pushover adımı, %11 çıkma oranına sahip X yönü son pushover adımı sayılarına göre üç bölüme bölünmüştür. Bu üç adet bölüm statik itme analizinin başlangıcı yük yüklenmemiş kısım, adım sayısının yarısı ve son adım sayısı olarak verilmiştir.



Şekil 4.213. Sap 2000 programında X yönünde statik – itme analizi yapılan B-OW- 11 modeline ait binanın başlangıç plastik mafsalları durumu



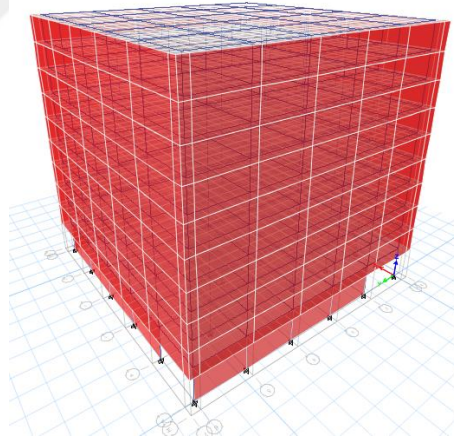
Şekil 4.214. Sap 2000 programında X yönünde statik – itme analizi yapılan B-OW-11 modeline ait binanın adım sayısının yarısındaki plastik mafsalları durumu



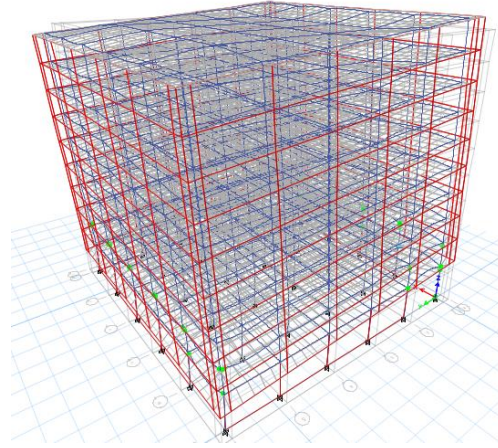
Şekil 4.215. Sap 2000 programında X yönünde statik – itme analizi yapılan B-OW- 11 modeline ait binanın adım sayısının sonundaki plastik mafsalları durumu

Yukarıda belirtilen şekillerde görüldüğü üzere %11 çıkma oranına sahip ve zemin katında optimum dolgu duvar bulunan betonarme bina modelinin başlangıç aşamasında herhangi bir plastik mafsall oluşumuna rastlanmamıştır. Adım sayısı arttıkça plastik mafsalların oluşmaya başladığı tam adım sayısının yarısında plastik mafsalların oluştuğu gözlemlenmiştir. Bu plastik mafsalların durumu TBDY 2018'e göre kesintisiz kullanım seviyesi olarak tanımlanmıştır. Son adım sayısına doğru gidildikçe kesintisiz kullanım seviyesi olarak tanımlanan hasarlar değişmemiştir.

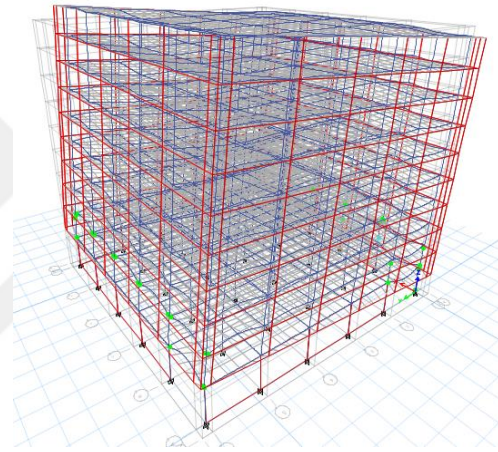
Zemin katında optimum dolgu duvar bulunan binalar için plastik mafsall noktalarının oluşum sırası ve sayısı incelenmek istenmiştir. Ayrıca plastik mafsalların çıkma oranına göre değişimi gösterilmiştir. Şekil 4.216, Şekil 4.217 ve Şekil 4.218'de sırasıyla statik – itme analizi yapılmış olan %11 çıkma oranına sahip Y yönü başlangıç pushover adımı, %11 çıkma oranına sahip Y yönü ortanca pushover adımı, %11 çıkma oranına sahip Y yönü son pushover adımı sayılarına göre üç bölüme bölünmüştür. Bu üç adet bölüm statik itme analizinin başlangıcı yük yüklenmemiş kısım, adım sayısının yarısı ve son adım sayısı olarak verilmiştir.



Şekil 4.216. Sap 2000 programında Y yönünde statik – itme analizi yapılan B-OW- 11 modeline ait binanın başlangıç plastik mafsall durumu



Şekil 4.217. Sap 2000 programında Y yönünde statik – itme analizi yapılan B-OW-11 modeline ait binanın adım sayısının yarısındaki plastik mafsalları durumu

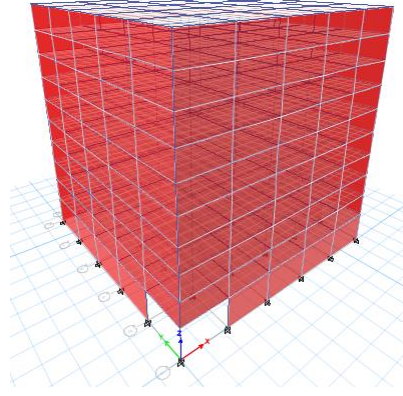


Şekil 4.218. Sap 2000 programında Y yönünde statik – itme analizi yapılan B-OW- 11 modeline ait binanın adım sayısının sonundaki plastik mafsalları durumu

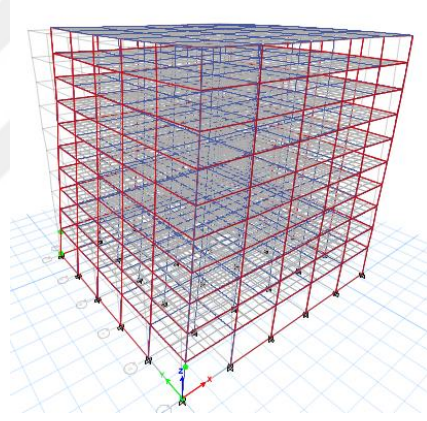
Yukarıda belirtilen şekillerde görüldüğü üzere %0 çıkma oranına sahip ve zemin katında optimum dolgu duvar bulunan betonarme bina modelinin başlangıç aşamasında herhangi bir plastik mafsalları oluşumuna rastlanmamıştır. Adım sayısı arttıkça plastik mafsalların oluşmaya başladığı tam adım sayısının yarısında plastik mafsalların oluştuğu gözlemlenmiştir. Bu plastik mafsalların durumu TBDY 2018'e göre kesintisiz kullanım seviyesi olarak tanımlanmıştır. Son adım sayısına doğru gidildikçe kesintisiz kullanım seviyesi olarak tanımlanan hasarlar değişmemiştir.

Zemin katında optimum dolgu duvar bulunan binalar için plastik mafsalları noktalarının oluşum sırası ve sayısı incelenmek istenmiştir. Ayrıca plastik mafsalların çıkma oranına göre değişimi gösterilmiştir. Şekil 4.219, Şekil 4.220 ve Şekil 4.221'de sırasıyla statik – itme analizi yapılmış olan %0 çıkma oranına sahip X yönü başlangıç pushover adımı, %0 çıkma oranına sahip X yönü ortanca pushover adımı, %0 çıkma

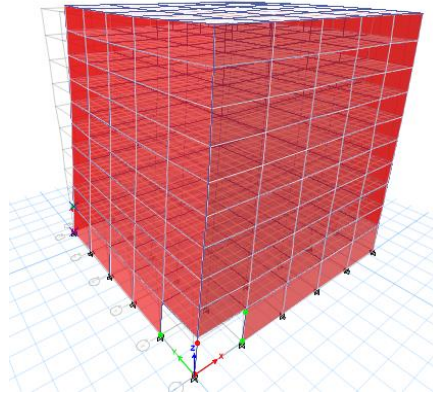
oranına sahip X yönü son pushover adımı sayılarına göre üç bölüme bölünmüştür. Bu üç adet bölüm statik itme analizinin başlangıcı yük yüklenmemiş kısım, adım sayısının yarısı ve son adım sayısı olarak verilmiştir.



Şekil 4.219. Sap 2000 programında X yönünde statik – itme analizi yapılan RB-OW- 0 modeline ait binanın başlangıç plastik mafsalsal durumu



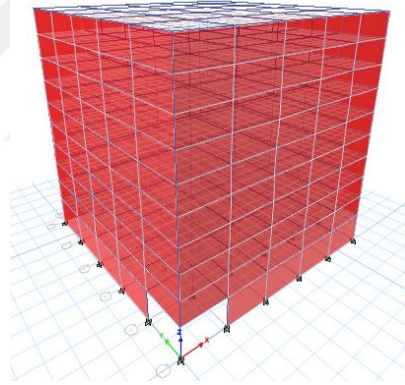
Şekil 4.220. Sap 2000 programında X yönünde statik – itme analizi yapılan RB-OW-0 modeline ait binanın adım sayısının yarısındaki plastik mafsalsal durumu



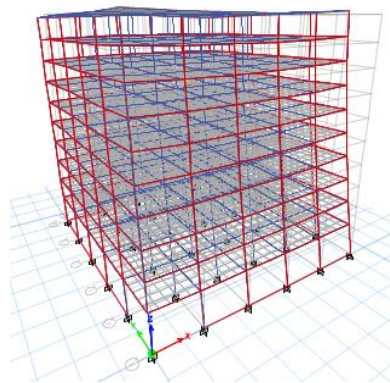
Şekil 4.221. Sap 2000 programında X yönünde statik – itme analizi yapılan RB-OW- 0 modeline ait binanın adım sayısının sonundaki plastik mafsalsal durumu

Yukarıda belirtilen şekillerde görüldüğü üzere %0 çıkma oranına sahip ve zemin katında optimum dolgu duvar bulunan betonarme bina modelinin başlangıç aşamasında herhangi bir plastik mafsallara oluşumuna rastlanmamıştır. Adım sayısı arttıkça plastik mafsalların oluşmaya başladığı tam adım sayısının yarısında plastik mafsalların oluştuğu gözlemlenmiştir. Bu plastik mafsalların durumu TBDY 2018'e göre kesintisiz kullanım seviyesi olarak tanımlanmıştır. Son adım sayısına doğru gidildikçe kesintisiz kullanım seviyesi olarak tanımlanan hasarlar değişmemiştir.

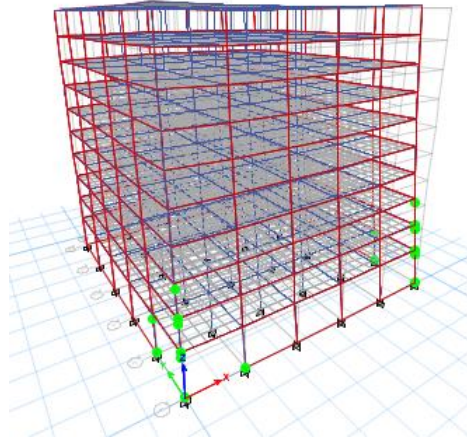
Zemin katında optimum dolgu duvar bulunan binalar için plastik mafsallara noktalarının oluşum sırası ve sayısı incelenmek istenmiştir. Ayrıca plastik mafsalların çıkma oranına göre değişimi gösterilmiştir. Şekil 4.222, Şekil 4.223 ve Şekil 4.224'de sırasıyla statik – itme analizi yapılmış olan %0 çıkma oranına sahip Y yönü başlangıç pushover adımı, %0 çıkma oranına sahip Y yönü ortanca pushover adımı, %0 çıkma oranına sahip Y yönü son pushover adımı sayılarına göre üç bölüme bölünmüştür. Bu üç adet bölüm statik itme analizinin başlangıcı yük yüklenmemiş kısım, adım sayısının yarısı ve son adım sayısı olarak verilmiştir.



Şekil 4.222. Sap 2000 programında Y yönünde statik – itme analizi yapılan RB-OW-0 modeline ait binanın başlangıç plastik mafsallara durumu



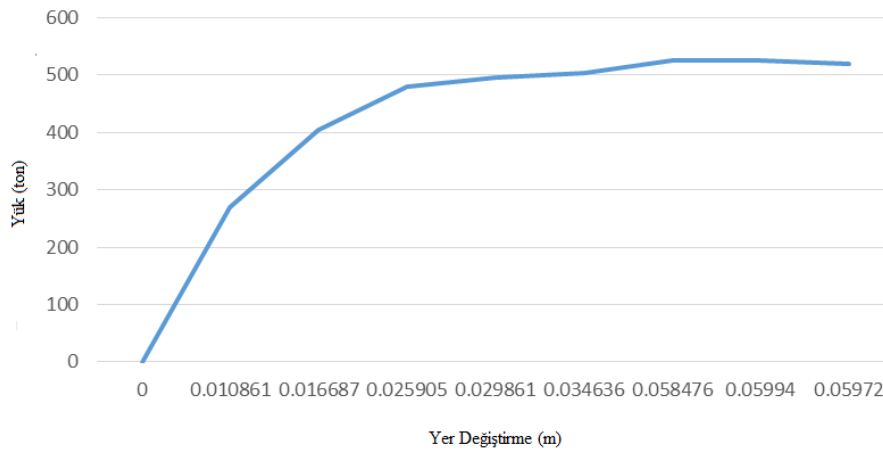
Şekil 4.223. Sap 2000 programında Y yönünde statik – itme analizi yapılan RB-OW-0 modeline ait binanın adım sayısının yarısındaki plastik mafsallara durumu



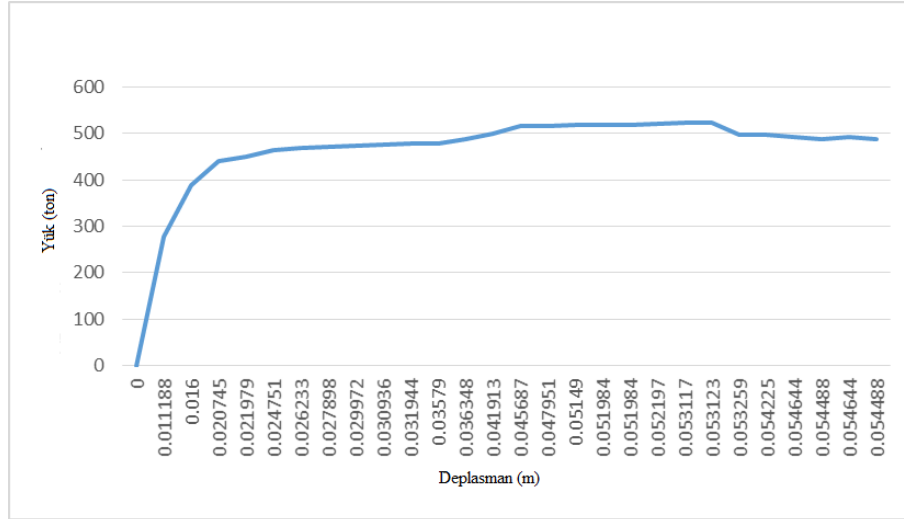
Şekil 4.224. Sap 2000 programında Y yönünde statik – itme analizi yapılan RB-OW- 0 modeline ait binanın adım sayısının sonundaki plastik mafsalları durumu

4.3.6. Zemin katı duvarsız ve güçlendirme yapılmayan bina modelleri için statik- itme analizi yük-deplasman grafiği sonuçları

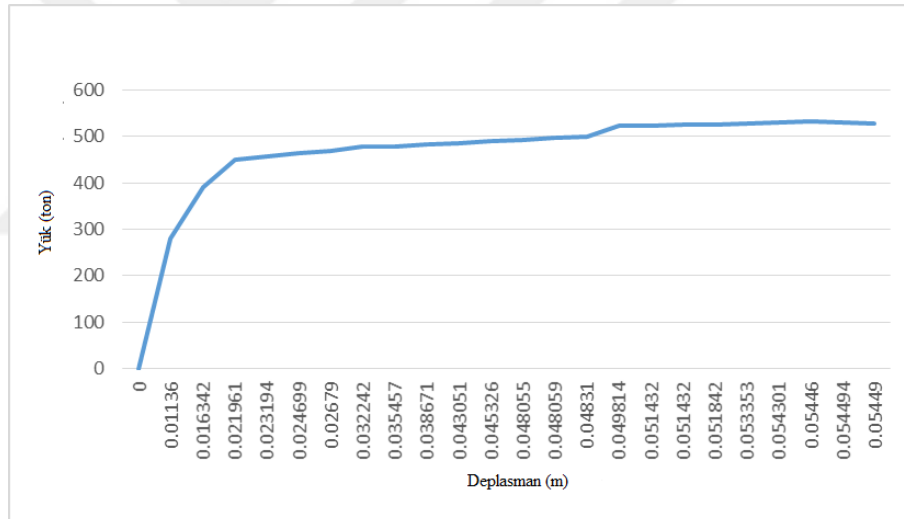
Zemin katında dolgu duvar bulunmayan bina modelleri için aşağıda sırasıyla Şekil 4.225, Şekil 4.226, Şekil 4.227, Şekil 4.228 ve Şekil 4.229’da sırasıyla; RB-NW-0, B-NW-11, B-NW-21, B-NW-28 ve B-NW-44 modellerine ait, X yönü için yük deplasman eğrileri SAP 2000 programında elde edilmiştir.



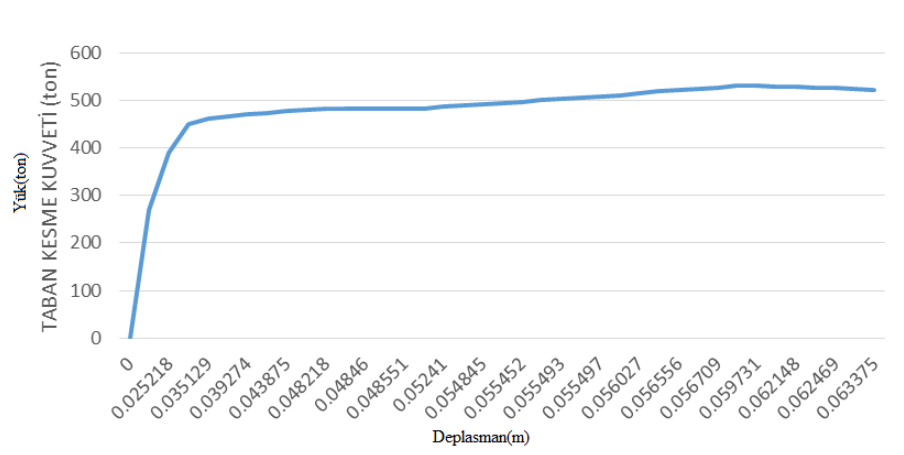
Şekil 4.225. Sap 2000 programında X yönünde statik – itme analizi yapılan RB-NW-0 modeline ait binanın yük-deplasman eğrisi



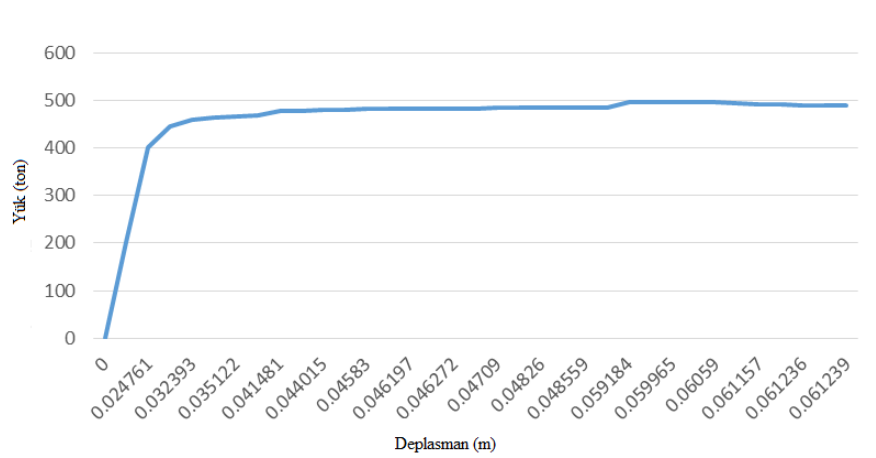
Şekil 4.226. Sap 2000 programında X yönünde statik – itme analizi yapılan B-NW-11 modeline ait binanın yük-deplasman eğrisi



Şekil 4.227. Sap 2000 programında X yönünde statik – itme analizi yapılan B-NW-21 modeline ait binanın yük-deplasman eğrisi

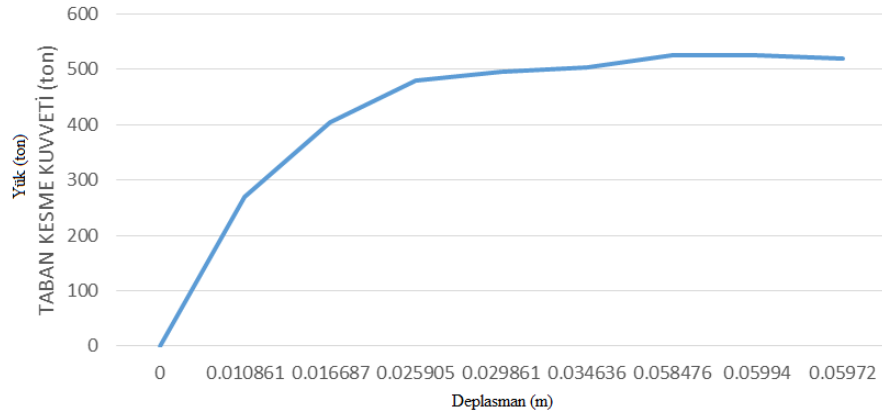


Şekil 4.228. Sap 2000 programında X yönünde statik – itme analizi yapılan B-NW-28 modeline ait binanın yük-deplasman eğrisi

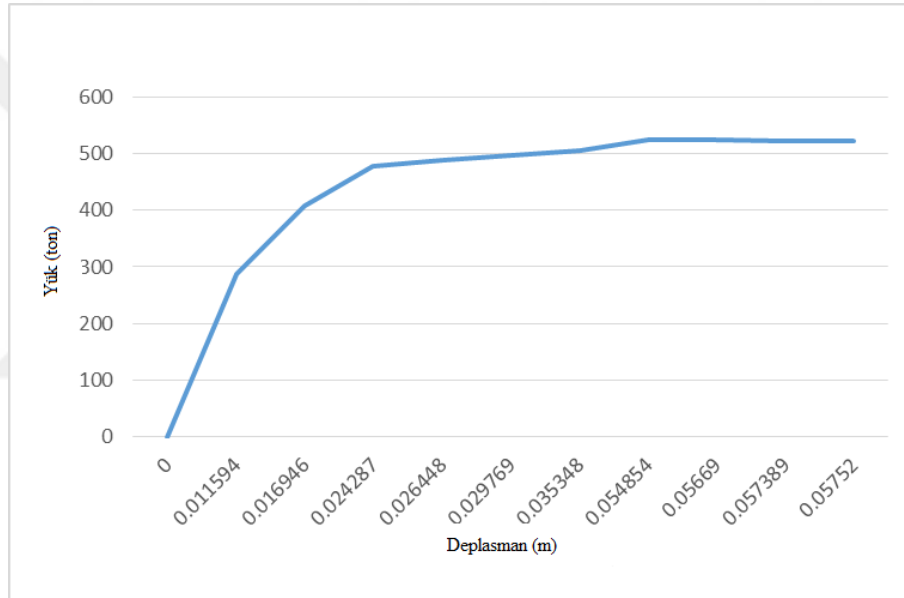


Şekil 4.229. Sap 2000 programında X yönünde statik – itme analizi yapılan B-NW-44 modeline ait binanın yük-deplasman eğrisi

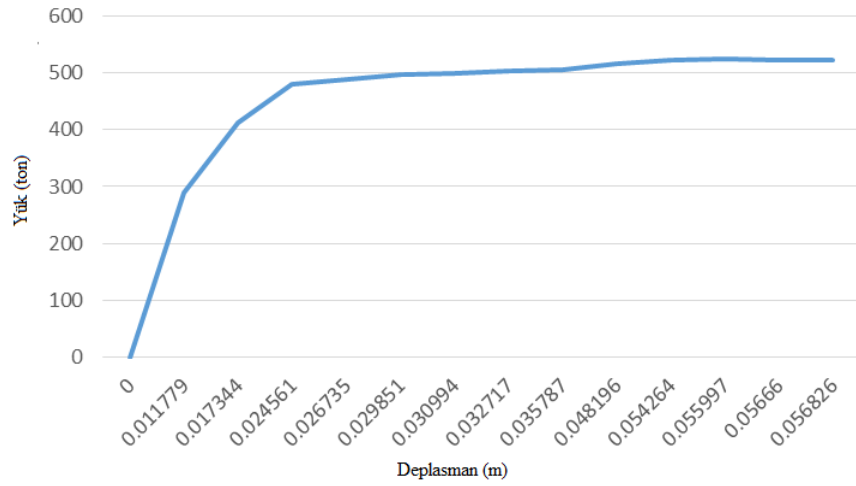
Zemin katında dolgu duvar bulunmayan bina modelleri için aşağıda sırasıyla Şekil 4.230, Şekil 4.231, Şekil 4.232, Şekil 4.233 ve Şekil 4.234'de sırasıyla; RB-NW-0, B-NW-11, B-NW-21, B-NW-28 ve B-NW-44 modellerine ait, Y yönü için yük deplasman eğrileri SAP 2000 programında elde edilmiştir



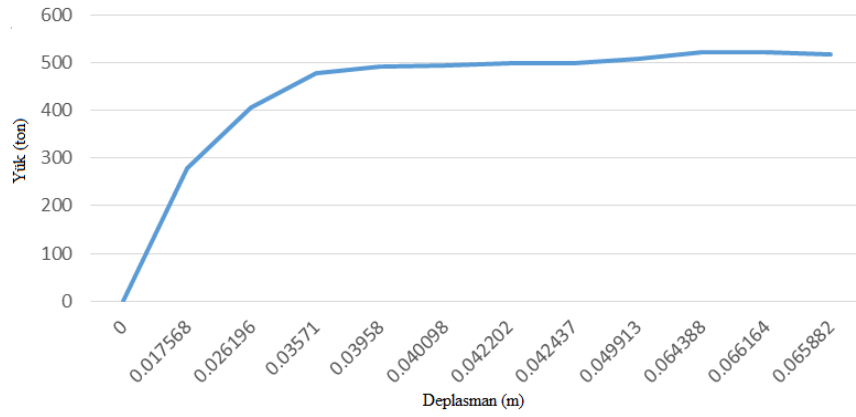
Şekil 4.230. Sap 2000 programında Y yönünde statik – itme analizi yapılan RB-NW-0 modeline ait binanın yük-deplasman eğrisi



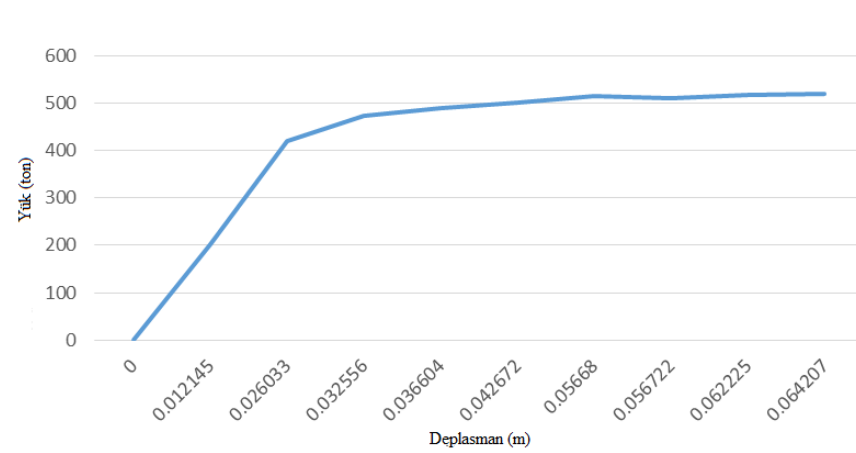
Şekil 4.231 Sap 2000 programında Y yönünde statik – itme analizi yapılan B-NW-11 modeline ait binanın yük-deplasman eğrisi



Şekil 4.232 Sap 2000 programında Y yönünde statik – itme analizi yapılan B-NW-21 modeline ait binanın yük-deplasman eğrisi



Şekil 4.233 Sap 2000 programında Y yönünde statik – itme analizi yapılan B-NW-28 modeline ait binanın yük-deplasman eğrisi



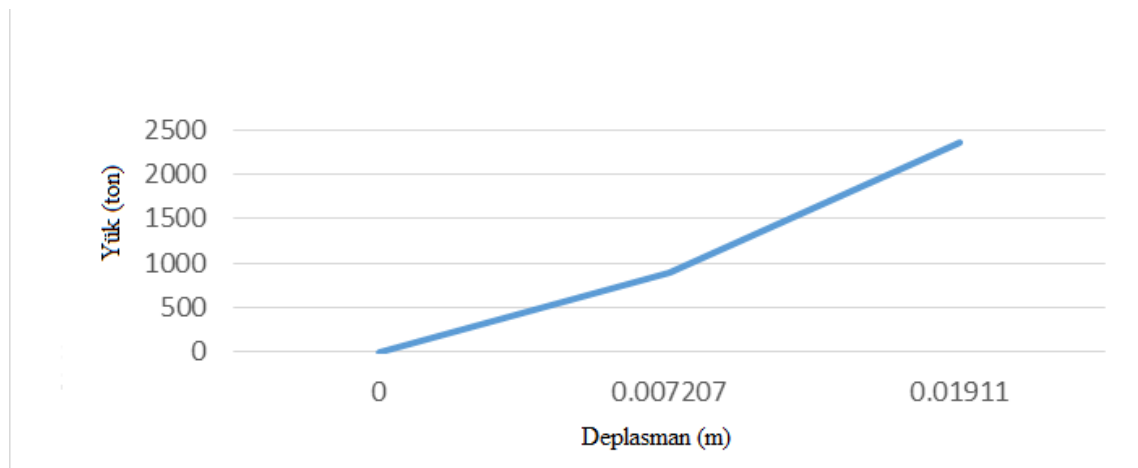
Şekil 4.234 Sap 2000 programında Y yönünde statik – itme analizi yapılan B-NW-44 modeline ait binanın yük-deplasman eğrisi

Çizelgelerde zemin katında dolgu duvar bulunmayan bina modellerine ait yük deplasman grafikleri statik-itme analizi ile elde edilmiştir. Yük deplasman grafikleri incelendiğinde çıkma oranı arttıkça binaların rijitlik oranı azalmaktadır. Ayrıca taban kesme kuvvetinin arttığı gözlemlenmiştir. Çıkma oranının binaya hasar bakımından olumsuz sonuçlar doğurduğu ortaya koyulmuştur.

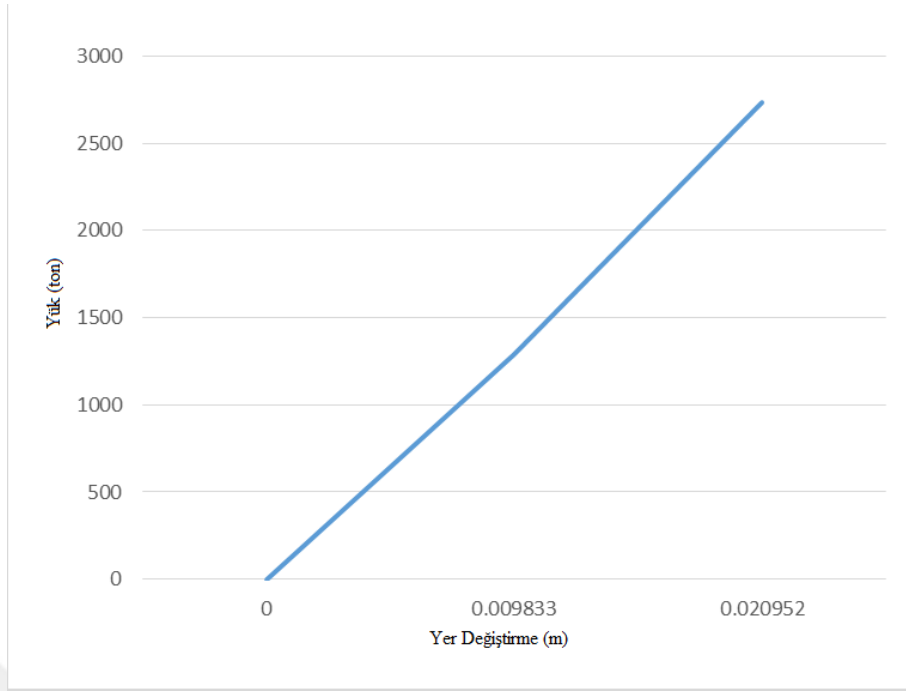
Zemin katında duvar bulunan ve optimum duvar bulunan betonarme bina modellerinde, rijit bir davranış sergilemiştir. Yük deplasman grafikleri lineer bir şekilde çıkmıştır. Zemin katında duvar bulunmayan bina modellerine göre çok daha fazla rijit davranmıştır. Rijit davranan bu bina modellerinde hasar durumları çok daha az olacağı tahmin edilmektedir.

4.3.7. Zemin katı duvarsız ve çelik çapraz ile güçlendirme yapılmış bina modelleri için statik-itme analizi yük-deplasman grafiği sonuçları

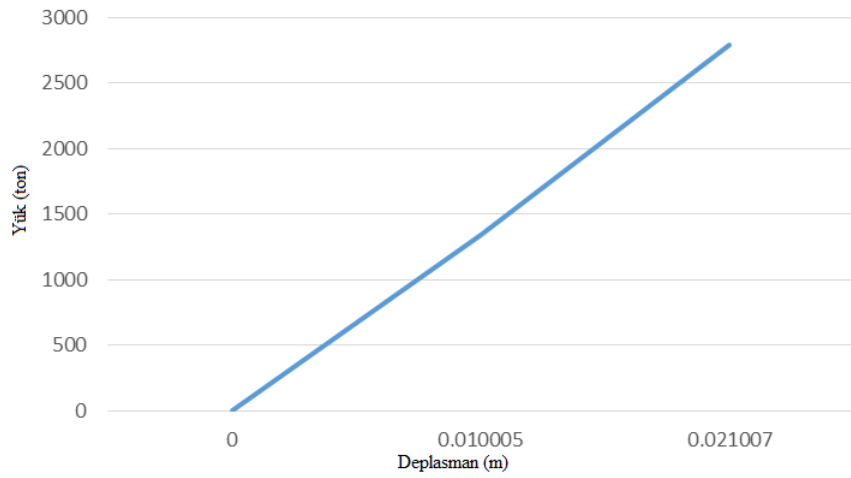
Zemin katında dolgu duvar bulunmayan ve çelik çaprazlarla güçlendirilmiş bina modelleri için aşağıda sırasıyla Şekil 4.235, Şekil 4.236, Şekil 4.237, Şekil 4.238 ve Şekil 4.239'da sırasıyla; RB-NW-0-S2, B-NW-11-S2, B-NW-21-S2, B-NW-28-S2 ve B-NW-44-S2 modellerine ait, X yönü için yük deplasman eğrileri SAP 2000 programında elde edilmiştir.



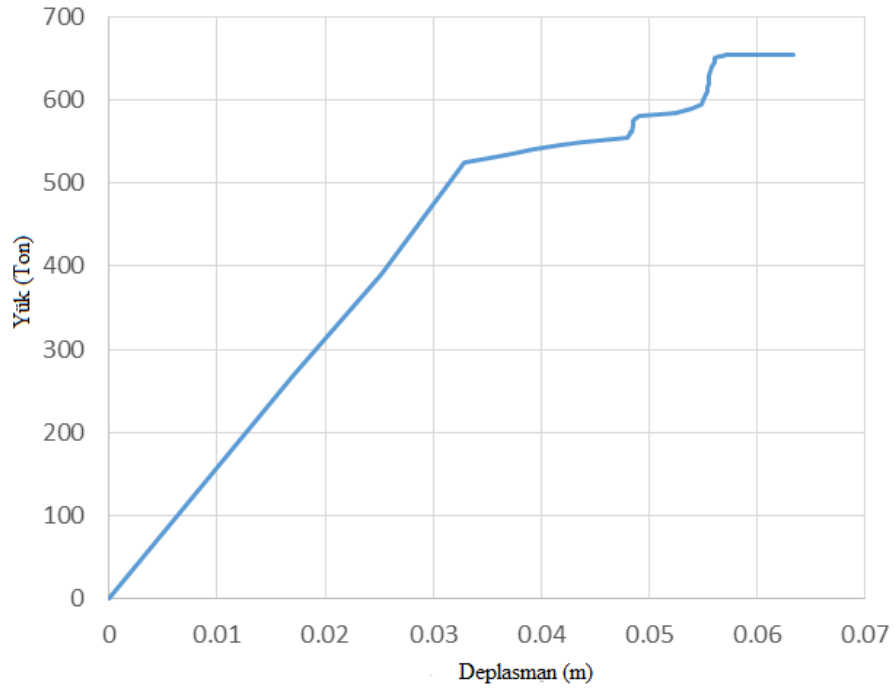
Şekil 4.235. Sap 2000 programında X yönünde statik – itme analizi yapılan RB-NW-0-S2 modeline ait binanın yük-deplasman eğrisi



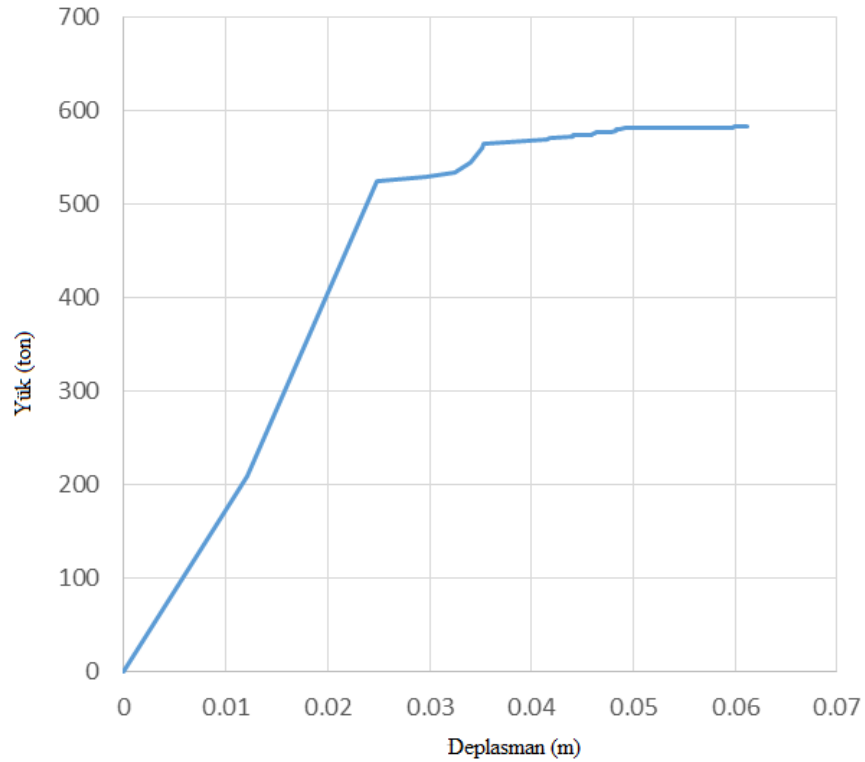
Şekil 4.236. Sap 2000 programında X yönünde statik – itme analizi yapılan B-NW-11-S2 modeline ait binanın yük-deplasman eğrisi



Şekil 4.237. Sap 2000 programında X yönünde statik – itme analizi yapılan B-NW-21-S2 modeline ait binanın yük-deplasman eğrisi

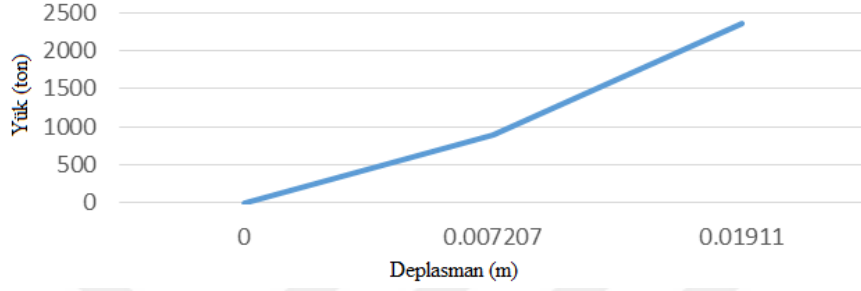


Şekil 4.238. Sap 2000 programında X yönünde statik – itme analizi yapılan B-NW-28-S2 modeline ait binanın yük-deplasman eğrisi

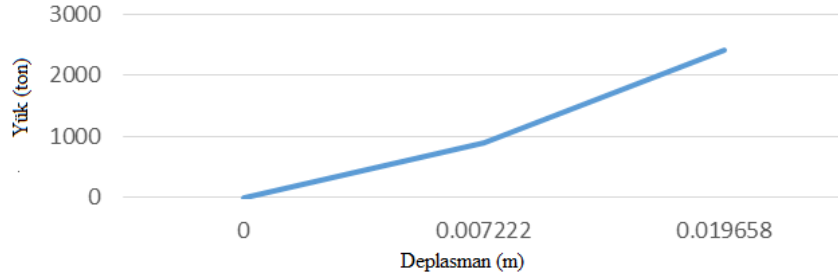


Şekil 4.239. Sap 2000 programında X yönünde statik – itme analizi yapılan B-NW-44-S2 modeline ait binanın yük-deplasman eğrisi

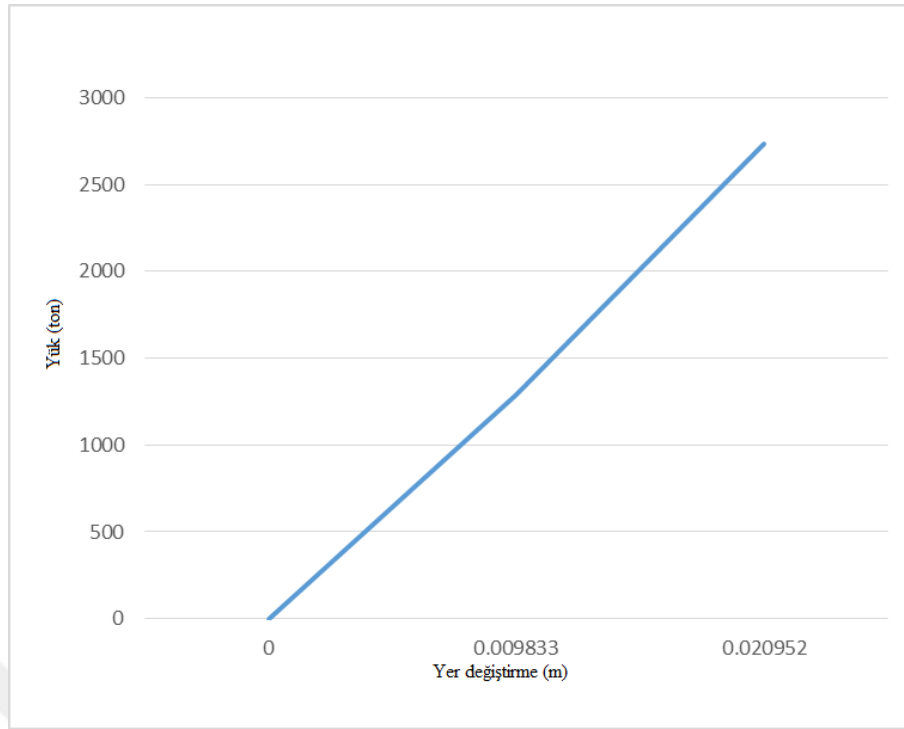
Zemin katında dolgu duvar bulunmayan ve çelik çaprazlarla güçlendirilmiş bina modelleri için aşağıda sırasıyla Şekil 4.240, Şekil 4.241, Şekil 4.242, Şekil 4.243 ve Şekil 4.244'de sırasıyla; RB-NW-0-S2, B-NW-11-S2, B-NW-21-S2, B-NW-28-S2 ve B-NW-44-S2 modellerine ait, Y yönü için yük deplasman eğrileri SAP 2000 programında elde edilmiştir.



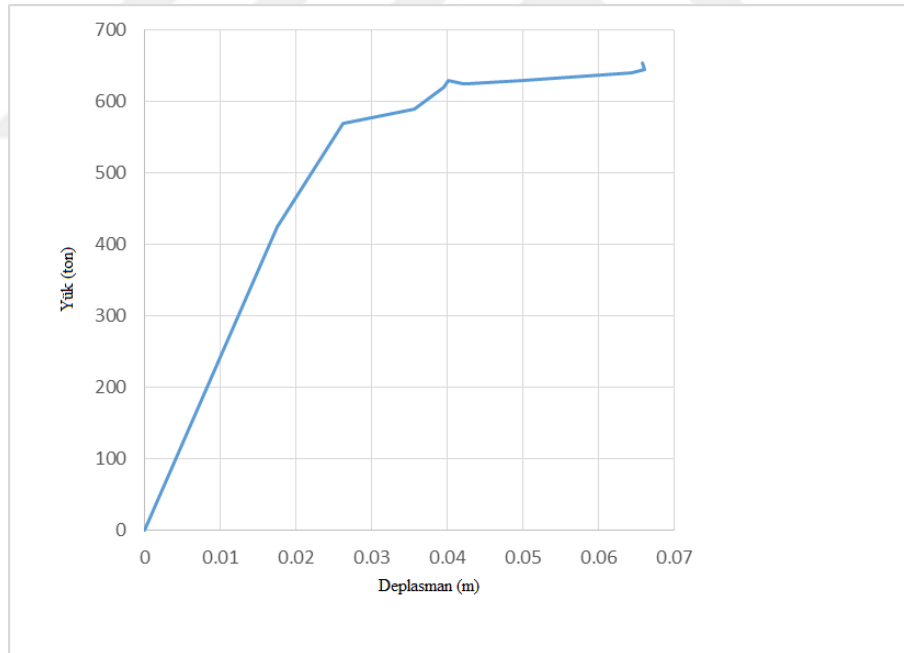
Şekil 4.240. Sap 2000 programında Y yönünde statik – itme analizi yapılan RB-NW-0-S2 modeline ait binanın yük-deplasman eğrisi



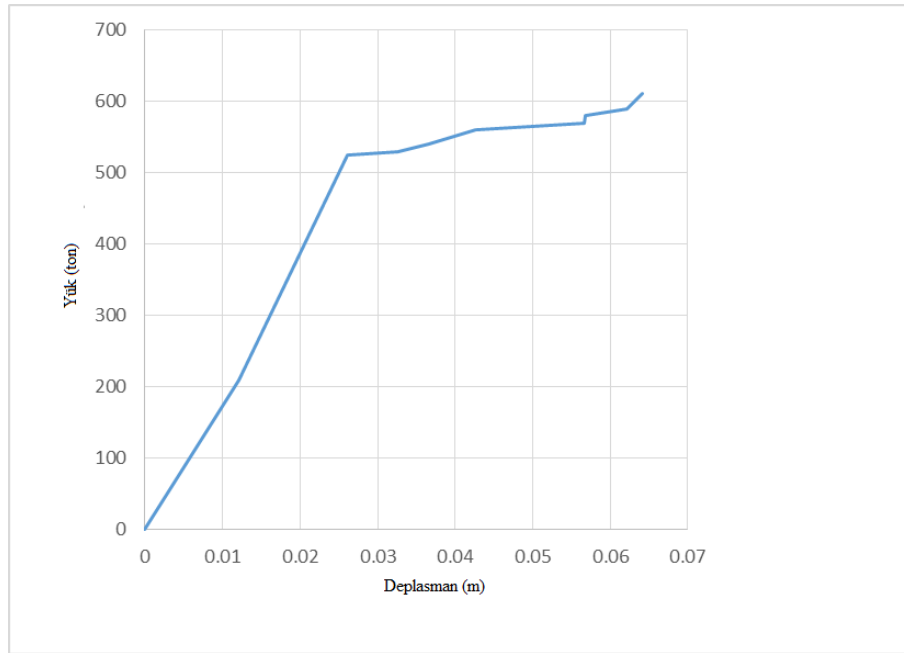
Şekil 4.241. Sap 2000 programında Y yönünde statik – itme analizi yapılan B-NW-11-S2 modeline ait binanın yük-deplasman eğrisi



Şekil 4.242. Sap 2000 programında Y yönünde statik – itme analizi yapılan B-NW-21-S2 modeline ait binanın yük-deplasman eğrisi



Şekil 4.243. Sap 2000 programında Y yönünde statik – itme analizi yapılan B-NW-28-S2 modeline ait binanın yük-deplasman eğrisi

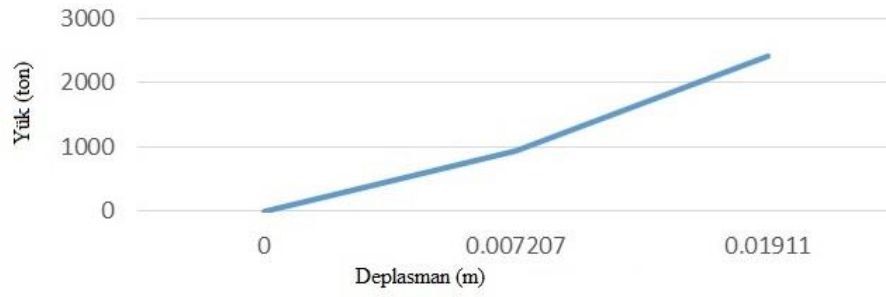


Şekil 4.242. Sap 2000 programında Y yönünde statik – itme analizi yapılan B-NW-44-S2 modeline ait binanın yük-deplasman eğrisi

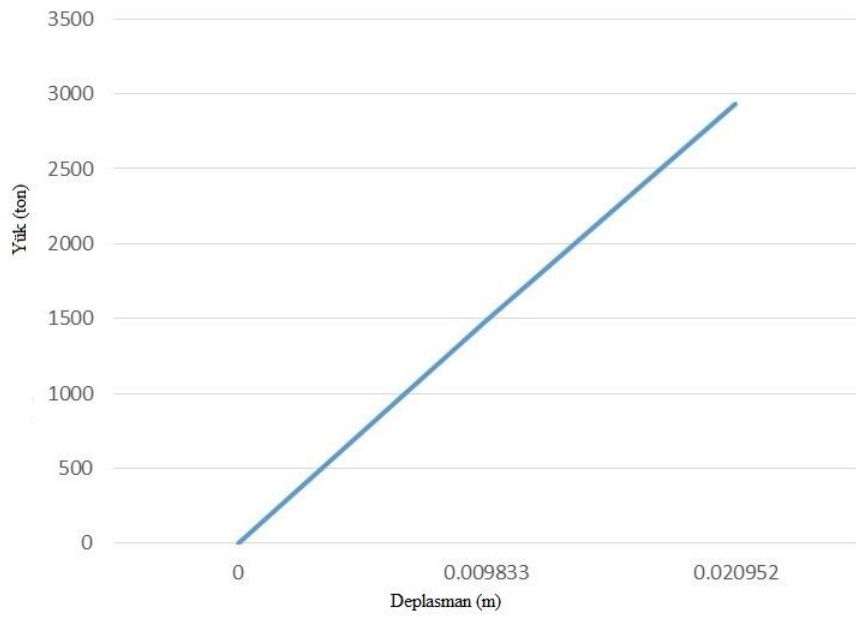
Yukarıda verilen grafiklerde, çıkma oranının artmasının güçlendirmeye olan etkisi incelenmiştir. RB-NW-0-S2, B-NW-11-S2 ve B-NW-21-S2'ye ait olan bina modelleri güçlendirmenin etkisiyle B-NW-28-S2 ve B-NW-44-S2'ye göre daha rijit davranış sergilemişlerdir. Çıkma oranının artması binaların rijitliğini azaltmıştır.

4.3.8. Zemin katı duvarsız ve betonarme perde ile güçlendirme yapılmış bina modelleri için statik-itme analizi yük-deplasman grafiği sonuçları

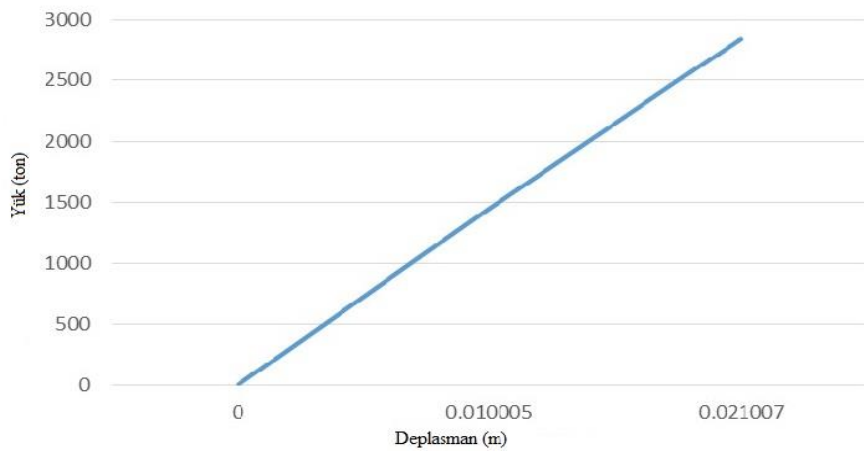
Zemin katında dolgu duvar bulunmayan ve betonarme perde ile güçlendirilmiş bina modelleri için aşağıda sırasıyla Şekil 4.243, Şekil 4.244, Şekil 4.245, Şekil 4.246 ve Şekil 4.247'de sırasıyla; RB-NW-0-S1, B-NW-11-S1, B-NW-21-S1, B-NW-28-S1 ve B-NW-44-S1 modellerine ait, X yönü için yük deplasman eğrileri SAP 2000 programında elde edilmiştir.



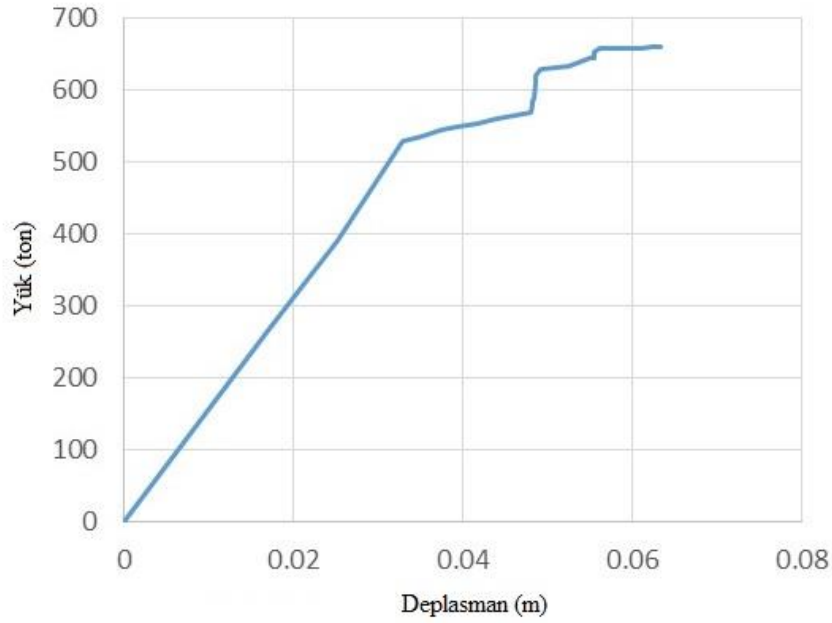
Şekil 4.243. Sap 2000 programında X yönünde statik – itme analizi yapılan RB-NW-0-S1 modeline ait binanın yük-deplasman eğrisi



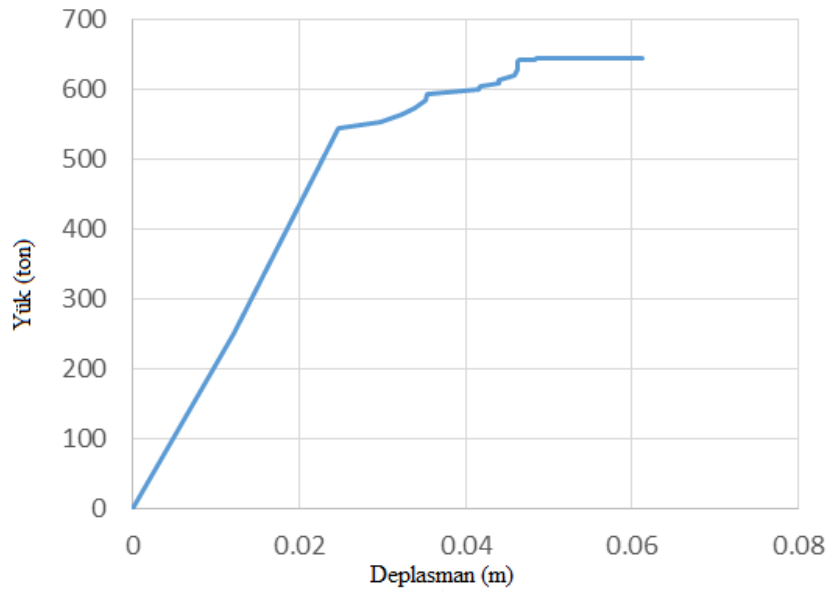
Şekil 4.244. Sap 2000 programında X yönünde statik – itme analizi yapılan B-NW-11-S1 modeline ait binanın yük-deplasman eğrisi



Şekil 4.245. Sap 2000 programında X yönünde statik – itme analizi yapılan B-NW-21-S1 modeline ait binanın yük-deplasman eğrisi

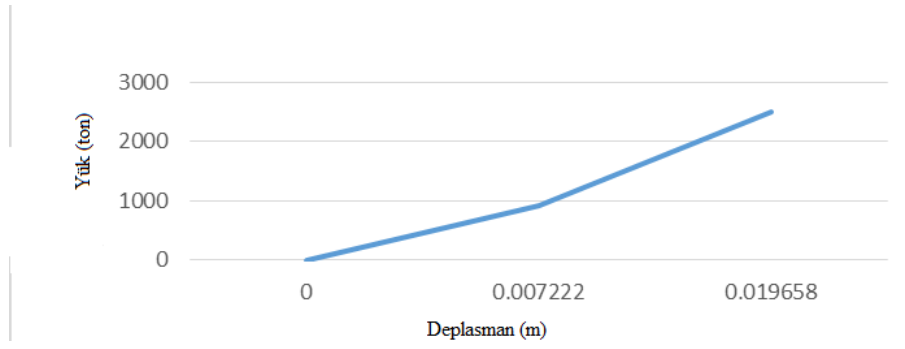


Şekil 4.246. Sap 2000 programında X yönünde statik – itme analizi yapılan B-NW-28-S1 modeline ait binanın yük-deplasman eğrisi

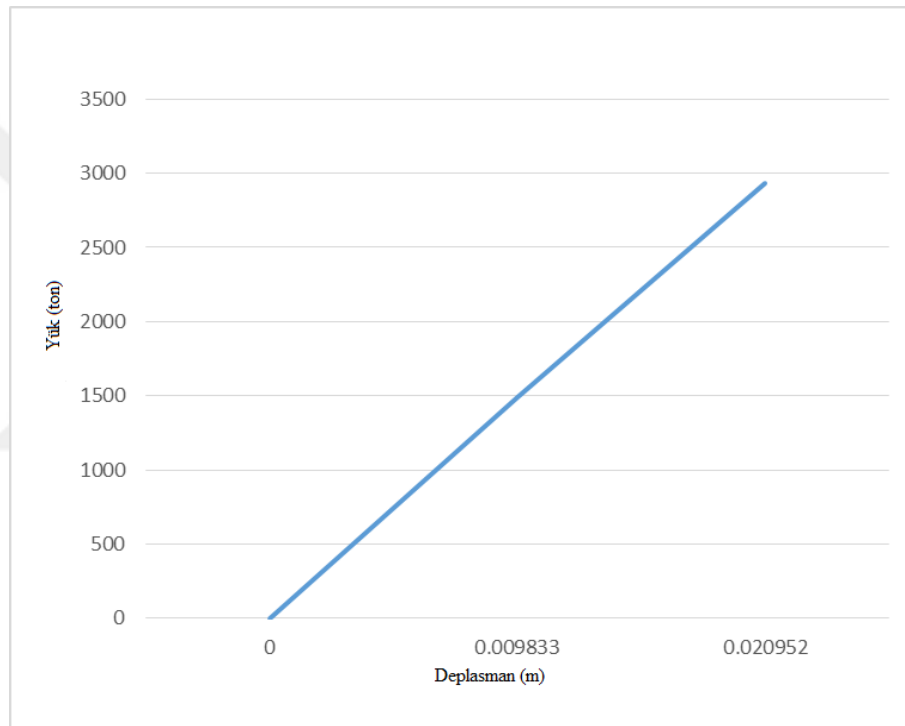


Şekil 4.247. Sap 2000 programında X yönünde statik – itme analizi yapılan B-NW-44-S1 modeline ait binanın yük-deplasman eğrisi

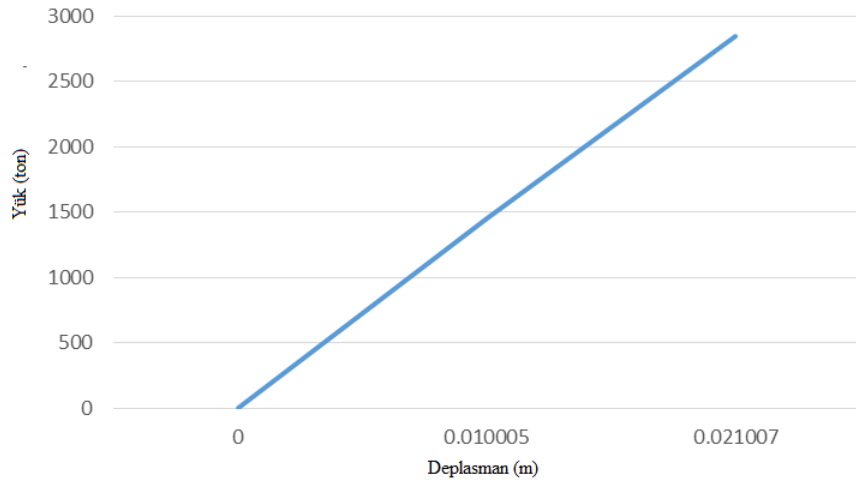
Zemin katında dolgu duvar bulunmayan ve betonarme perde ile güçlendirilmiş bina modelleri için aşağıda sırasıyla Şekil 4.248, Şekil 4.249, Şekil 4.250, Şekil 4.251 ve Şekil 4.252’de sırasıyla; RB-NW-0-S1, B-NW-11-S1, B-NW-21-S1, B-NW-28-S1 ve B-NW-44-S1 modellerine ait, Y yönü için yük deplasman eğrileri SAP 2000 programında elde edilmiştir.



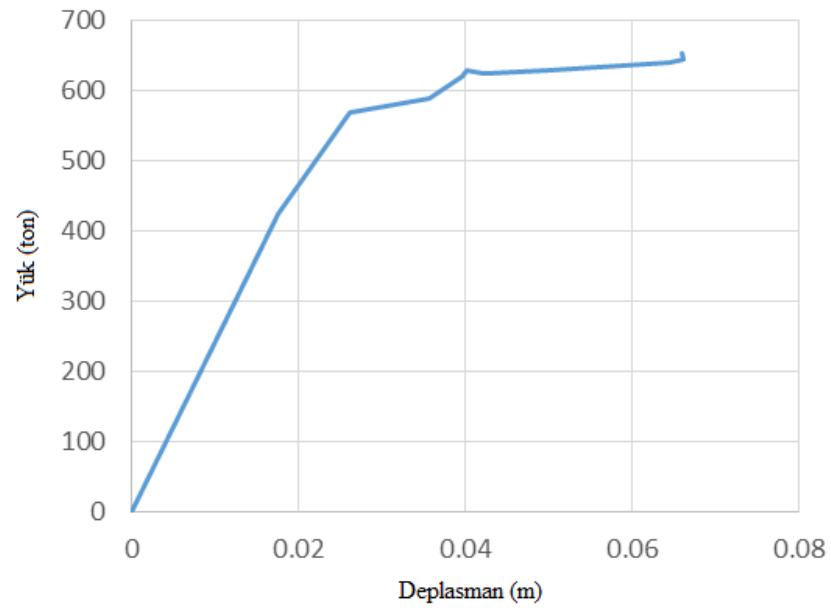
Şekil 4.248. Sap 2000 programında Y yönünde statik – itme analizi yapılan RB-NW-0-S1 modeline ait binanın yük-deplasman eğrisi



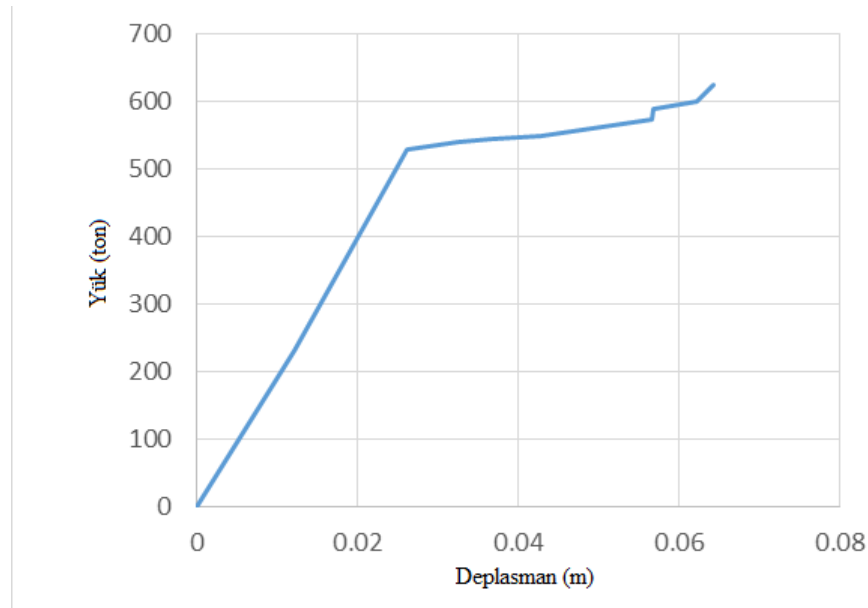
Şekil 4.249. Sap 2000 programında Y yönünde statik – itme analizi yapılan B-NW-11-S1 modeline ait binanın yük-deplasman eğrisi



Şekil 4.250. Sap 2000 programında Y yönünde statik – itme analizi yapılan B-NW-21-S1 modeline ait binanın yük-deplasman eğrisi



Şekil 4.251. Sap 2000 programında Y yönünde statik – itme analizi yapılan B-NW-28-S1 modeline ait binanın yük-deplasman eğrisi



Şekil 4.252. Sap 2000 programında Y yönünde statik – itme analizi yapılan B-NW-44-S1 modeline ait binanın yük-deplasman eğrisi

4.4. Sonuçların Karşılaştırılması

Ülkemizde yaşanan depremlerin incelenmesi sonucunda zemin katında dolgu duvar bulunmayan yapıların hasar alması, plastik mafsalların kolon uçlarında olduğu gözlemlenmiştir. Kolon uçlarında oluşan plastik mafsallı durumları binaların yıkılmalarına sebep olmaktadır. Bu bölümde İnşaat mühendisliğinde zemin kat dolgu duvar ve çıkma oranı hakkında sonuçlar ortaya konmuş ve önerilerde bulunulmuştur. Zemin katında dükkan, ofis ve fırın gibi mekanların hiç yapılmaması günümüz durumlarında çok mümkün değildir ancak aşağıdaki sonuçlar da gösteriyor ki bu durumun sınırlandırılması ve gerekli önlemlerin alınması gerekmektedir.

4.4.1. Bina modellerinde doğrusal analiz sonuçlarının karşılaştırılması

Bina modellerinde, zemin kat duvarsız, zemin kat optimum duvarlı, zemin kat duvarlı, zemin kat duvarsız çelik çapraz ile güçlendirme yapılan ve zemin kat duvarsız betonarme perde ile güçlendirme yapılan bina modelleri bulunmaktadır. Her tip bina modelinde beş adet farklı çıkma oranı vardır. Bu modeller kat deplasmanları, yumuşak kat durumu ve kat görelisi ötelemesine göre karşılaştırılacaktır.

Doğrusal analizde, zemin kat duvarlı ve zemin kat duvarsız olarak modellenen binaların X yönü 10. kat deplasman değerleri incelendiğinde;

- RB-NW-0 için deplasman değeri 0.032 metre olarak hesaplanmışken, RB-W-0 için 0.0124 metre olarak hesaplanmıştır. İki model arasında deplasman değeri açısından yaklaşık 2.50 kat fark vardır.
- B-NW-11 için deplasman değeri 0.037 metre olarak hesaplanmışken, B-W-11 için ise 0.0134 metre olarak hesaplanmıştır. İki model arasında deplasman değeri açısından yaklaşık 2.76 kat fark vardır.
- B-NW-21 için deplasman değeri 0.039 metre olarak hesaplanmışken, B-W-21 için ise 0.014 metre olarak hesaplanmıştır. İki model arasında deplasman değeri açısından yaklaşık 2.8 kat fark vardır.
- B-NW-28 için deplasman değeri 0.041 metre olarak hesaplanmışken, B-W-28 için ise 0.0146 metre olarak hesaplanmıştır. İki model arasında deplasman değeri açısından yaklaşık 2.8 kat fark vardır.

Doğrusal analizde, zemin kat duvarlı ve zemin kat duvarsız olarak modellenen binaların Y yönü 10. kat deplasman değerleri incelendiğinde;

- RB-NW-0 için deplasman değeri 0.026 metre olarak hesaplanmışken, RB-W-0 için 0.01 metre olarak hesaplanmıştır. İki model arasında deplasman değeri açısından yaklaşık 2.60 kat fark vardır.
- B-NW-11 için deplasman değeri 0.029 metre olarak hesaplanmışken, B-W-11 için ise 0.0115 metre olarak hesaplanmıştır. İki model arasında deplasman değeri açısından yaklaşık 2.52 kat fark vardır.
- B-NW-21 için deplasman değeri 0.032 metre olarak hesaplanmışken, B-W-21 için ise 0.0124 metre olarak hesaplanmıştır. İki model arasında deplasman değeri açısından yaklaşık 2.58 kat fark vardır.
- B-NW-28 için deplasman değeri 0.033 metre olarak hesaplanmışken, B-W-28 için ise 0.0128 metre olarak hesaplanmıştır. İki model arasında deplasman değeri açısından yaklaşık 2.58 kat fark vardır.
- B-NW-44 için deplasman değeri 0.036 metre olarak hesaplanmışken, B-W-44 için ise 0.014 metre olarak hesaplanmıştır. İki model arasında deplasman değeri açısından yaklaşık 2.58 kat fark vardır.

Doğrusal analizde, zemin kat duvarsız ve zemin kat duvarsız- çelik çapraz ile güçlendirilmiş olarak modellenen binaların X yönü 10. kat deplasman değerleri incelendiğinde;

- RB-NW-0 için deplasman değeri 0.032 metre olarak hesaplanmışken, RB-NW-0-S2 için 0.024 metre olarak hesaplanmıştır. İki model arasında deplasman değeri açısından yaklaşık 1.3 kat fark vardır. Bu durum çelik çapraz ile güçlendirmenin etkisini göstermektedir.
- B-NW-11 için deplasman değeri 0.037 metre olarak hesaplanmışken, B-NW-11-S2 için ise 0.0297 metre olarak hesaplanmıştır. İki model arasında deplasman değeri açısından yaklaşık 1.25 kat fark vardır. Bu durum çelik çapraz ile güçlendirmenin etkisini göstermektedir.
- B-NW-21 için deplasman değeri 0.039 metre olarak hesaplanmışken, B-NW-21-S2 için ise 0.0313 metre olarak hesaplanmıştır. İki model arasında deplasman değeri açısından yaklaşık 1.25 kat fark vardır. Bu durum çelik çapraz ile güçlendirmenin etkisini göstermektedir.
- B-NW-28 için deplasman değeri 0.041 metre olarak hesaplanmışken, B-NW-28-S2 için ise 0.027 metre olarak hesaplanmıştır. İki model arasında deplasman değeri açısından yaklaşık 1.51 kat fark vardır. Bu durum çelik çapraz ile güçlendirmenin etkisini göstermektedir.
- B-NW-44 için deplasman değeri 0.046 metre olarak hesaplanmışken, B-NW-44-S2 için ise 0.034 metre olarak hesaplanmıştır. İki model arasında deplasman değeri açısından yaklaşık 1.35 kat fark vardır. Bu durum çelik çapraz ile güçlendirmenin etkisini göstermektedir.

Doğrusal analizde, zemin kat duvarsız ve zemin kat duvarsız- çelik çapraz ile güçlendirilmiş olarak modellenen binaların Y yönü 10. kat deplasman değerleri incelendiğinde;

- RB-NW-0 için deplasman değeri 0.026 metre olarak hesaplanmışken, RB-NW-0-S2 için 0.014 metre olarak hesaplanmıştır. İki model arasında deplasman değeri açısından yaklaşık 1.85 kat fark vardır. Bu durum çelik çapraz ile güçlendirmenin etkisini göstermektedir.

- B-NW-11 için deplasman değeri 0.029 metre olarak hesaplanmışken, B-NW-11-S2 için ise 0.0157 metre olarak hesaplanmıştır. İki model arasında deplasman değeri açısından yaklaşık 1.85 kat fark vardır. Bu durum çelik çapraz ile güçlendirmenin etkisini göstermektedir.
- B-NW-21 için deplasman değeri 0.032 metre olarak hesaplanmışken, B-NW-21-S2 için ise 0.0192 metre olarak hesaplanmıştır. İki model arasında deplasman değeri açısından yaklaşık 1.66 kat fark vardır. Bu durum çelik çapraz ile güçlendirmenin etkisini göstermektedir.
- B-NW-28 için deplasman değeri 0.033 metre olarak hesaplanmışken, B-NW-28-S2 için ise 0.020 metre olarak hesaplanmıştır. İki model arasında deplasman değeri açısından yaklaşık 1.65 kat fark vardır. Bu durum çelik çapraz ile güçlendirmenin etkisini göstermektedir.
- B-NW-44 için deplasman değeri 0.036 metre olarak hesaplanmışken, B-NW-44-S2 için ise 0.03 metre olarak hesaplanmıştır. İki model arasında deplasman değeri açısından yaklaşık 1.2 kat fark vardır. Bu durum çelik çapraz ile güçlendirmenin etkisini göstermektedir.

Doğrusal analizde, zemin kat duvarsız ve zemin kat duvarsız – betonarme perde ile güçlendirilmiş olarak modellenen binaların X yönü 10. kat deplasman değerleri incelendiğinde;

- RB-NW-0 için deplasman değeri 0.032 metre olarak hesaplanmışken, RB-NW-0-S1 için 0.020 metre olarak hesaplanmıştır. İki model arasında deplasman değeri açısından yaklaşık 1.6 kat fark vardır. Bu durum çelik çapraz ile güçlendirmenin etkisini göstermektedir.
- B-NW-11 için deplasman değeri 0.037 metre olarak hesaplanmışken, B-NW-11-S1 için ise 0.029 metre olarak hesaplanmıştır. İki model arasında deplasman değeri açısından yaklaşık 1.28 kat fark vardır. Bu durum çelik çapraz ile güçlendirmenin etkisini göstermektedir.
- B-NW-21 için deplasman değeri 0.039 metre olarak hesaplanmışken, B-NW-21-S1 için ise 0.032 metre olarak hesaplanmıştır. İki model arasında deplasman değeri açısından yaklaşık 1.25 kat fark vardır. Bu durum çelik çapraz ile güçlendirmenin etkisini göstermektedir.

- B-NW-28 için deplasman değeri 0.041 metre olarak hesaplanmışken, B-NW-28-S1 için ise 0.035 metre olarak hesaplanmıştır. İki model arasında deplasman değeri açısından yaklaşık 1.2 kat fark vardır. Bu durum çelik çapraz ile güçlendirilmenin etkisini göstermektedir.
- B-NW-44 için deplasman değeri 0.046 metre olarak hesaplanmışken, B-NW-44-S1 için ise 0.042 metre olarak hesaplanmıştır. İki model arasında deplasman değeri açısından yaklaşık 1.10 kat fark vardır. Bu durum çelik çapraz ile güçlendirilmenin etkisini göstermektedir.

Doğrusal analizde, zemin kat duvarsız ve zemin kat duvarsız – betonarme perde ile güçlendirilmiş olarak modellenen binaların Y yönü 10. kat deplasman değerleri incelendiğinde;

- RB-NW-0 için deplasman değeri 0.026 metre olarak hesaplanmışken, RB-NW-0-S1 için 0.020 metre olarak hesaplanmıştır. İki model arasında deplasman değeri açısından yaklaşık 1.3 kat fark vardır. Bu durum çelik çapraz ile güçlendirilmenin etkisini göstermektedir.
- B-NW-11 için deplasman değeri 0.029 metre olarak hesaplanmışken, B-NW-11-S1 için ise 0.026 metre olarak hesaplanmıştır. İki model arasında deplasman değeri açısından yaklaşık 1.2 kat fark vardır. Bu durum çelik çapraz ile güçlendirilmenin etkisini göstermektedir.
- B-NW-21 için deplasman değeri 0.032 metre olarak hesaplanmışken, B-NW-21-S1 için ise 0.030 metre olarak hesaplanmıştır. İki model arasında deplasman değeri açısından yaklaşık 1.2 kat fark vardır. Bu durum çelik çapraz ile güçlendirilmenin etkisini göstermektedir.
- B-NW-28 için deplasman değeri 0.033 metre olarak hesaplanmışken, B-NW-28-S1 için ise 0.031 metre olarak hesaplanmıştır. İki model arasında deplasman değeri açısından yaklaşık 1.2 kat fark vardır. Bu durum çelik çapraz ile güçlendirilmenin etkisini göstermektedir.
- B-NW-44 için deplasman değeri 0.036 metre olarak hesaplanmışken, B-NW-44-S1 için ise 0.032 metre olarak hesaplanmıştır. İki model arasında deplasman değeri açısından yaklaşık 1.25 kat fark vardır. Bu durum çelik çapraz ile güçlendirilmenin etkisini göstermektedir.

Doğrusal analizde, zemin kat duvarsız zemin kat optimum duvarlı olarak modellenen binaların X yönü 10. kat deplasman değerleri incelendiğinde;

- RB-NW-0 için deplasman değeri 0.032 metre olarak hesaplanmışken, RB-OW-0 için 0.018 metre olarak hesaplanmıştır. İki model arasında deplasman değeri açısından yaklaşık 1.8 kat fark vardır. Bu durum çelik çapraz ile güçlendirmenin etkisini göstermektedir.
- B-NW-11 için deplasman değeri 0.037 metre olarak hesaplanmışken, B-OW-11 için ise 0.025 metre olarak hesaplanmıştır. İki model arasında deplasman değeri açısından yaklaşık 1.5 kat fark vardır. Bu durum çelik çapraz ile güçlendirmenin etkisini göstermektedir.
- B-NW-21 için deplasman değeri 0.039 metre olarak hesaplanmışken, B-OW-21 için ise 0.029 metre olarak hesaplanmıştır. İki model arasında deplasman değeri açısından yaklaşık 1.35 kat fark vardır. Bu durum çelik çapraz ile güçlendirmenin etkisini göstermektedir.
- B-NW-28 için deplasman değeri 0.041 metre olarak hesaplanmışken, B-OW-28 için ise 0.032 metre olarak hesaplanmıştır. İki model arasında deplasman değeri açısından yaklaşık 1.3 kat fark vardır. Bu durum çelik çapraz ile güçlendirmenin etkisini göstermektedir.
- B-NW-44 için deplasman değeri 0.046 metre olarak hesaplanmışken, B-OW-44 için ise 0.042 metre olarak hesaplanmıştır. İki model arasında deplasman değeri açısından yaklaşık 1.10 kat fark vardır. Bu durum çelik çapraz ile güçlendirmenin etkisini göstermektedir.

Zemin katında dolgu duvar bulunmayan bina modellerinin diğer modellere göre deplasman değerleri oldukça fazla çıkmıştır, ayrıca çıkma oranının artması deplasman değerlerini arttıran bir başka değişken olmuştur. Ülkemizde bulunan yapı stoklarının bir çoğunun zemin katında dolgu duvar bulunmayışı ve çıkma oranlarının uzun olması sebebiyle performans analizleri yapılarak gerekli güçlendirme çalışmalarının yapılması gerekmektedir.

Bina modellerinde incelenen bir diğer sonuç ise, görelî kat ötelemesi durumudur. Elde edilen sonuçlara göre zemin katında duvar olmayan bina modellerinin tümünde X – Y yönünde bu durum oluşmuştur. Zemin katında duvar olmayan modellerin çelik çapraz ile güçlendirilmesi sonucunda bu durumun azaldığı fark edilmiştir. Ancak kat

görelî ötelemesi sınır değerini sağlayan sadece %0 çıkma oranına sahip olan RB-NW-0-S2 modeline ait olduğu belirtilmiştir. elik apraz ile güçlendiren modellerden; B-NW-11-S2, B-NW-21-S2, B-NW-28-S2 ve B-NW-44-S2'nin zemin kat duvarsız modellere göre daha olumlu sonuçlar verdiği ancak sınır değeri sağlamadığı belirtilmiştir. Betonarme perde ile güçlendirilmiş bina modellerinin de kat görelî ötelemesi açısından sınır değerlere daha olumlu yaklaştığı belirtilmiştir. Ancak sınır değerinin altında kalan %0 çıkma oranına sahip olan RB-NW-0-S1 modeli olmuştur. Diğer modeller sınır değerinin üstünde kalarak kat görelî ötelemesi problemini aşamamıştır. Bu durumlar da gösteriyor ki çıkma oranının artması, güçlendirme çalışmalarının daha yoğun bir şekilde yapılması gerekmektedir.

Bina modellerinde incelenen bir diğer sonuç ise yumuşak kat durumudur. Yukarıdaki bölümlerde yumuşak kat durumu detaylı bir şekilde anlatılmıştır. Yumuşak kat durumu binalar için ciddi problemlere sebep olabilecek bir düzensizliktir. Zemin katında dolgu duvar bulunmayan beş farklı çıkma oranına sahip bina modellerinin her birinin zemin katında yumuşak kat düzensizliği bulunduğu belirtilmiştir. elik apraz ve betonarme perde ile güçlendirme yapılan bina modellerinde ise yumuşak kat düzensizliğinin giderildiği belirtilmiştir. Bu durum, elik çapraz ve betonarme perde ile güçlendirilen binaların düzensizlikleri açısından olumlu katkı sağladığını ortaya koymuştur.

Ayrıca lkemizde bulunan binalarda, mimari kaygılardan dolayı zemin katlarının tamamının ofis, dükkan vb. mekanlar oluşturmaktadır. Bu alışkanlık bir çok binaya yayılmıştır. Özellikle 2000 yılından önce inşa edilen binalarda bu durum çok ciddi sonuçlar oluşturabilmektedir. Bu sebeple yeni yapılacak olan binalar için bir öneri olarak modellenen optimum duvar durumu; yumuşak kat düzensizliğini sınır değer olarak hesaplanmıştır. TBDY 2018'de yumuşak kat durumunun sınır değeri 2.0 olarak belirtilmiştir. 2.0'dan büyük olan değerler yumuşak kat düzensizliğinin mevcut olduğu belirtilmiştir. RB-NW-0, B-NW-11, B-NW-21, B-NW-28 ve B-NW-44 yumuşak kat düzensizliği açısından 11-13 arasında değer almıştır. Bu değerin 2.0'ın altına düşürmek amacıyla zemin katın bazı bölümlerini dolgu duvar ile inşa edilmesi gerekliliği doğmaktadır.

4.4.2. Bina modellerinde Zaman Tanım Alanında Analiz sonuçlarının karşılaştırılması

Bina modellerinde, zemin kat duvarsız, zemin kat optimum duvarlı, zemin kat duvarlı, zemin kat duvarsız çelik çapraz ile güçlendirme yapılan ve zemin kat duvarsız betonarme perde ile güçlendirme yapılan bina modelleri bulunmaktadır. Her tip bina modelinde beş adet farklı çıkma oranı vardır. Bu modeller taban kesme kuvveti ve gerilme dağılımı açısından incelenecektir.

Doğrusal analizde, zemin kat duvarlı ve zemin kat duvarsız olarak modellenen binaların D-B yönü taban kesme kuvveti incelendiğinde;

- RB-NW-0'a ait modelin taban kesme kuvveti 1032.7 ton, RB-W-0'a ait modelin taban kesme kuvveti 1251.2 ton olarak belirlenmiştir. Bu iki model arasında % 20 'lik bir artış söz konusudur.
- B-NW-11'e ait modelin taban kesme kuvveti 1156.8 ton, B-W-11'e ait modelin taban kesme kuvveti 1284.7 ton olarak belirlenmiştir. Bu iki model arasında % 10 'luk bir artış söz konusudur.
- B-NW-21'e ait modelin taban kesme kuvveti 1215,56 ton, B-W-21'e ait modelin taban kesme kuvveti 1312,1 ton olarak belirlenmiştir. Bu iki model arasında % 10 'luk bir artış söz konusudur.
- B-NW-28'e ait modelin taban kesme kuvveti 1352,4 ton, B-W-28'e ait modelin taban kesme kuvveti 1478,2 ton olarak belirlenmiştir. Bu iki model arasında % 10 'luk bir artış söz konusudur.
- B-NW-44'e ait modelin taban kesme kuvveti 1412.3 ton, B-W-44'e ait modelin taban kesme kuvveti 1422.3 ton olarak belirlenmiştir. Bu iki model arasında % 2 'lik bir artış söz konusudur.

Doğrusal analizde, zemin kat duvarlı ve zemin kat duvarsız olarak modellenen binaların K-G yönü taban kesme kuvveti incelendiğinde;

- RB-NW-0'a ait modelin taban kesme kuvveti 749,7 ton, RB-W-0'a ait modelin taban kesme kuvveti 1055,4 ton olarak belirlenmiştir. Bu iki model arasında % 29 'luk bir artış söz konusudur.

- B-NW-11'e ait modelin taban kesme kuvveti 858,7 ton, B-W-11'e ait modelin taban kesme kuvveti 1087,3 ton olarak belirlenmiştir. Bu iki model arasında % 22 'lik bir artış söz konusudur.
- B-NW-21'e ait modelin taban kesme kuvveti 987,56 ton, B-W-21'e ait modelin taban kesme kuvveti 1094,5 ton olarak belirlenmiştir. Bu iki model arasında % 10 'luk bir artış söz konusudur.
- B-NW-28'e ait modelin taban kesme kuvveti 1145,5 ton, B-W-28'e ait modelin taban kesme kuvveti 1215,5 ton olarak belirlenmiştir. Bu iki model arasında % 7 'lik bir artış söz konusudur.
- B-NW-44'e ait modelin taban kesme kuvveti 1214,7 ton, B-W-44'e ait modelin taban kesme kuvveti 1352,4 ton olarak belirlenmiştir. Bu iki model arasında % 11 'lik bir artış söz konusudur.

Doğrusal analizde, zemin kat duvarlı ve zemin kat duvarsız olarak modellenen binaların D yönü taban kesme kuvveti incelendiğinde;

- RB-NW-0'a ait modelin taban kesme kuvveti 749,7 ton, RB-W-0'a ait modelin taban kesme kuvveti 1055,4 ton olarak belirlenmiştir. Bu iki model arasında % 29 'luk bir artış söz konusudur.
- B-NW-11'e ait modelin taban kesme kuvveti 858,7 ton, B-W-11'e ait modelin taban kesme kuvveti 1087,3 ton olarak belirlenmiştir. Bu iki model arasında % 22 'lik bir artış söz konusudur.
- B-NW-21'e ait modelin taban kesme kuvveti 987,56 ton, B-W-21'e ait modelin taban kesme kuvveti 1094,5 ton olarak belirlenmiştir. Bu iki model arasında % 10 'luk bir artış söz konusudur.
- B-NW-28'e ait modelin taban kesme kuvveti 1145,5 ton, B-W-28'e ait modelin taban kesme kuvveti 1215,5 ton olarak belirlenmiştir. Bu iki model arasında % 7 'lik bir artış söz konusudur.
- B-NW-44'e ait modelin taban kesme kuvveti 1214,7 ton, B-W-44'e ait modelin taban kesme kuvveti 1352,4 ton olarak belirlenmiştir. Bu iki model arasında % 11 'lik bir artış söz konusudur.

Zemin katın dolgu duvarlarla inşa edilmiş olması, betonarme binaların daha rijit bir yapıda olduğunu kanıtlamaktadır. Zemin kat dolgu duvarsız ve çıkma oranının ciddi

oranda fazla olması durumunda hem yapılacak deplasman değerlerinin arttığı görülmektedir. Zemin kat dolgu duvar varlığının binanın yapmış olduğu deplasman değerleri açısından etkisini incelemek üzere aşağıda zaman, deplasman değerinin en yüksek değerinin olduğu an olarak alınarak çıkma oranlarına göre değişim karşılaştırılması yapılmıştır. Bu hesaplamalar E yönü deprem kuvveti için yapılmıştır.

- %0 çıkma oranına sahip zemin kat dolgu duvarsız betonarme bina, % 0 çıkma oranına sahip zemin kat dolgu duvarlı betonarme binaya göre deformasyon olarak 5 katı fark olduğu gözlemlenmiştir.
- %11 çıkma oranına sahip zemin kat dolgu duvarsız betonarme bina, % 11 çıkma oranına sahip zemin kat dolgu duvarlı betonarme binaya göre deformasyon olarak yaklaşık 2 katı fark olduğu gözlemlenmiştir.
- %21 çıkma oranına sahip zemin kat dolgu duvarsız betonarme bina, % 21 çıkma oranına sahip zemin kat dolgu duvarlı betonarme binaya göre deformasyon olarak yaklaşık 1.5-2 katı fark olduğu gözlemlenmiştir.
- %28 çıkma oranına sahip zemin kat dolgu duvarsız betonarme bina, %28 çıkma oranına sahip zemin kat dolgu duvarlı betonarme binaya göre deformasyon olarak yaklaşık 2 katı fark olduğu gözlemlenmiştir.
- %44 çıkma oranına sahip zemin kat dolgu duvarsız betonarme bina, % 44 çıkma oranına sahip zemin kat dolgu duvarlı betonarme binaya göre deformasyon olarak yaklaşık 3 katı fark olduğu gözlemlenmiştir.

Zemin katın dolgu duvarlarla inşa edilmiş olması, bu betonarme binanın daha rijit bir yapı olduğunu kanıtlamaktadır. Zemin kat dolgu duvarsız ve çıkma oranının ciddi oranda fazla olması durumunda hem yapılacak deplasman hem de yaşanacak ani çökme durumlarına sebep olmaktadır. Zemin kat dolgu duvar varlığının binanın yapmış olduğu deplasman değerleri açısından etkisini incelemek üzere aşağıda deplasman değerinin en yüksek olduğu an zaman olarak referans alınarak çıkma oranlarına göre değişim karşılaştırılması yapılmıştır. Bu hesaplamalar N yönü deprem kuvveti için yapılmıştır.

- %0 çıkma oranına sahip zemin kat dolgu duvarsız betonarme bina, % 0 çıkma oranına sahip zemin kat dolgu duvarlı betonarme binaya göre deformasyon olarak 10 katı fark olduğu gözlemlenmiştir.

- %11 çıkma oranına sahip zemin kat dolgu duvarsız betonarme bina, % 11 çıkma oranına sahip zemin kat dolgu duvarlı betonarme binaya göre deformasyon olarak yaklaşık 2.5 katı fark olduğu gözlemlenmiştir.
- %21 çıkma oranına sahip zemin kat dolgu duvarsız betonarme bina, % 21 çıkma oranına sahip zemin kat dolgu duvarlı betonarme binaya göre deformasyon olarak yaklaşık 2 katı fark olduğu gözlemlenmiştir.
- %28 çıkma oranına sahip zemin kat dolgu duvarsız betonarme bina, %28 çıkma oranına sahip zemin kat dolgu duvarlı betonarme binaya göre deformasyon olarak yaklaşık 2 katı fark olduğu gözlemlenmiştir.
- %44 çıkma oranına sahip zemin kat dolgu duvarsız betonarme bina, % 44 çıkma oranına sahip zemin kat dolgu duvarlı betonarme binaya göre deformasyon olarak yaklaşık 3 katı fark olduğu gözlemlenmiştir.

Zemin katın dolgu duvarlarla inşa edilmiş olması, bu betonarme binanın daha rijit bir yapı olduğunu kanıtlamaktadır. Zemin kat dolgu duvarsız ve çıkma oranının ciddi oranda fazla olması durumunda hem yapılacak deplasman hem de yaşanacak ani çökme durumlarına sebep olmaktadır. Zemin kat dolgu duvar varlığının binanın yapmış olduğu deplasman değerleri açısından etkisini incelemek üzere aşağıda deplasman değerinin en yüksek olduğu an zaman olarak referans alınarak çıkma oranlarına göre değişim karşılaştırılması yapılmıştır. Bu hesaplamalar U yönü deprem kuvveti için yapılmıştır.

- %0 çıkma oranına sahip zemin kat dolgu duvarsız betonarme bina, % 0 çıkma oranına sahip zemin kat dolgu duvarlı betonarme binaya göre deformasyon olarak 10 katı fark olduğu gözlemlenmiştir.
- %11 çıkma oranına sahip zemin kat dolgu duvarsız betonarme bina, % 11 çıkma oranına sahip zemin kat dolgu duvarlı betonarme binaya göre deformasyon olarak yaklaşık 2.5 katı fark olduğu gözlemlenmiştir.
- %21 çıkma oranına sahip zemin kat dolgu duvarsız betonarme bina, % 21 çıkma oranına sahip zemin kat dolgu duvarlı betonarme binaya göre deformasyon olarak yaklaşık 2 katı fark olduğu gözlemlenmiştir.

- %28 çıkma oranına sahip zemin kat dolgu duvarsız betonarme bina, %28 çıkma oranına sahip zemin kat dolgu duvarlı betonarme binaya göre deformasyon olarak yaklaşık 2 katı fark olduğu gözlemlenmiştir.
- %44 çıkma oranına sahip zemin kat dolgu duvarsız betonarme bina, % 44 çıkma oranına sahip zemin kat dolgu duvarlı betonarme binaya göre deformasyon olarak yaklaşık 3 katı fark olduğu gözlemlenmiştir.

Zaman-Tanım alanında analizde D yönü deprem kaydında gerilme dağılımı sonuçları incelendiğinde özellikle çıkma oranının %44 veya %28 olan bina modellerinin çıkma uç noktalarında gerilmelerin biriktiği gözlemlenmiştir. Düşey deprem yönünün bu derecede etkisinin olması oldukça ciddi bir durumdur. Özellikle İzmir depreminin gerçekçi hasar sonuçlarında çıkma uzunluklarının hasar alması bu durumun gerçekliğini kanıtlamaktadır. Çıkma oranının artması ciddi gerilmelerin bina modellerinde oluşturmaktadır. Zaman Tanım Alanında Analiz; çıkma oranı ve zemin kat dolgu duvar durumunun gerçekçi deprem kayıtları ile ne denli olumsuzluk oluşturduğunu ortaya koymaktadır.

4.4.3. Bina modellerinde Statik İtme Analiz sonuçlarının karşılaştırılması

Statik İtme analizi sonucunda elde edilen plastik mafsal durumu ve adım sayısı ayrıca yük deplasman grafikleri modellenen beş farklı çıkma oranına sahip betonarme binaların sonuçları karşılaştırılacaktır.

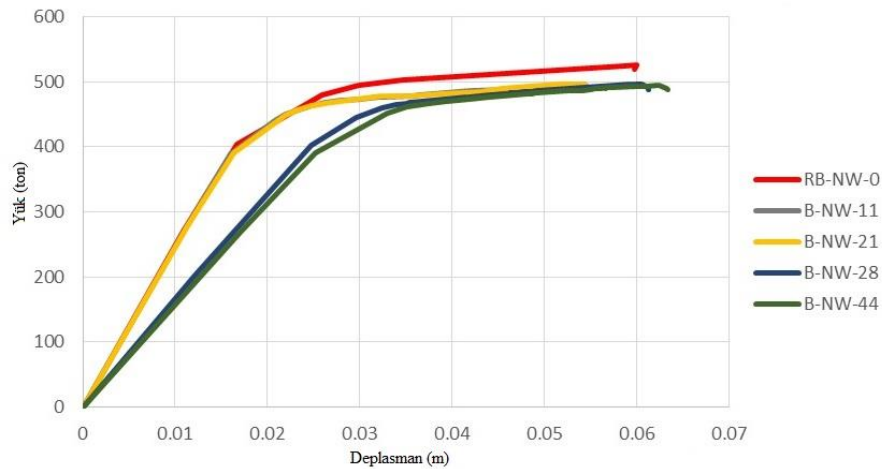
Plastik mafsal açısından incelenen sonuçlar;

- Çıkma oranının artması plastik mafsalın oluşturduğu adım sayısını olumsuz bir şekilde etkilemektedir.
- Zemin kat duvarsız olarak modellenen betonarme binalar, zemin kat duvarlı olarak modellenen betonarme binalara göre göçme noktasına eriştiği gözlemlenmiştir. Zemin kat duvarlı olarak modellenen betonarme binalar kesintisiz kullanım seviyesinde kalmıştır.
- Çelik çapraz ile güçlendirme yapılan betonarme bina modelleri; güçlendirme yapılmadan önceki durumlarından çok daha olumlu sonuçlar vermiştir. Güçlendirme yapılmadan önce adım sayılarının sonlarına doğru göçme bölgesine erişen betonarme binalar, güçlendirme

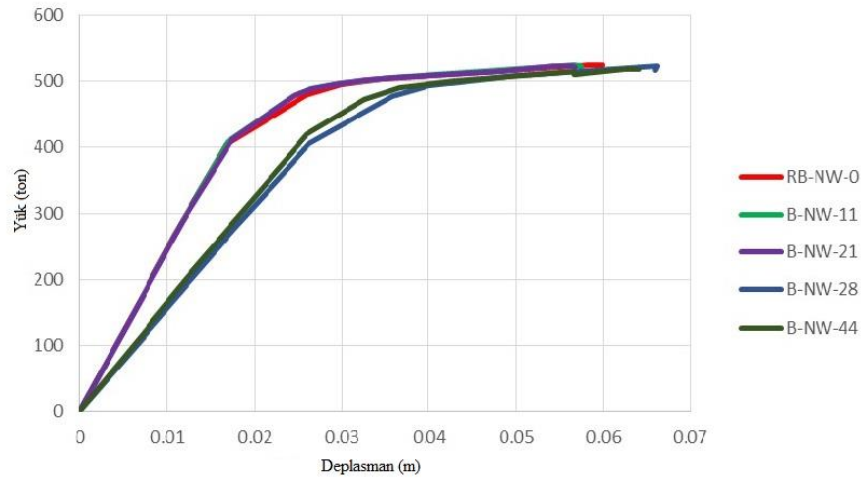
yapıldıktan sonra aynı analiz üzerinde kesintisiz kullanım seviyesinde kalmıştır. Bu sonucun elde edilmesi zemin katında dolgu duvar olmayan ve mevcut yapı stoğumuzda sıkça bulunan betonarme binalar için olumlu bir güçlendirme metodu olarak etki etmiştir.

- Betonarme perde ile güçlendirme yapılan bina modelleri; güçlendirme yapılmadan önceki durumlarından çok daha olumlu sonuçlar vermiştir. Güçlendirme yapılmadan önce adım sayılarının sonlarına doğru göçme bölgesine erişen betonarme binalar, güçlendirme yapıldıktan sonra aynı analiz üzerinde kesintisiz kullanım seviyesinde kalmıştır. Bu sonucun elde edilmesi zemin katında dolgu duvar olmayan ve mevcut yapı stoğumuzda sıkça bulunan betonarme binalar için olumlu bir güçlendirme metodu olarak etki etmiştir.
- Optimum duvar olarak modellenen betonarme binalar ise zemin kat dolgu duvarlı modeller ile zemin kat dolgu duvarsız modeller arasında bir sonuç vermiştir. Zemin katında tamamen dolgu duvarın bulunması neredeyse imkansız olan binalar için literatürde öneri olarak yerini almalıdır.

Statik – İtme analizinde, beş farklı çıkma oranına ait ve zemin katında dolgu duvar bulunmayan modellerin, X yönü yük deplasman grafikleri Şekil 4.253 ve Şekil 4.254 verilmiştir. Bu grafikler incelenirse;



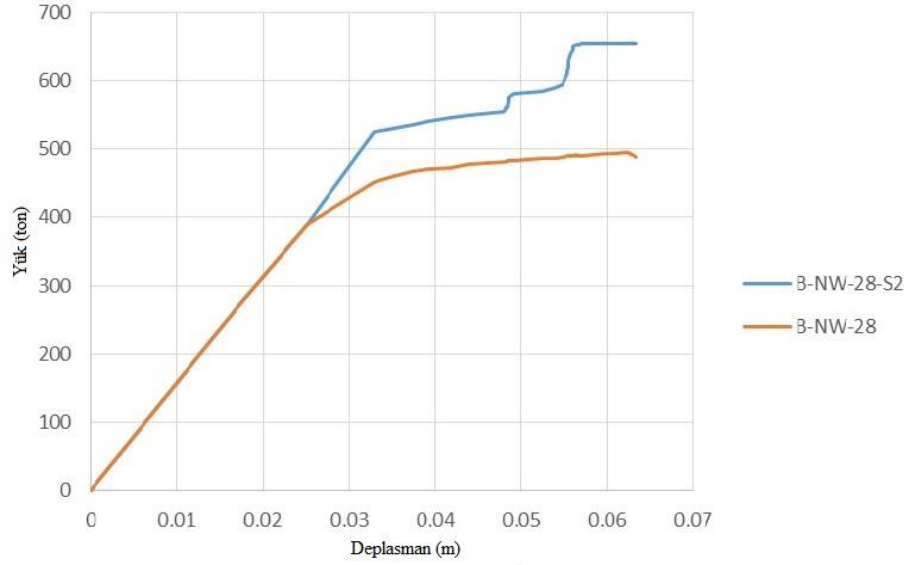
Şekil 4.253. Sap 2000 programında X yönünde statik – itme analizi yapılan beş farklı modele ait binaların yük-deplasman eğrisi



Şekil 4.254. Sap 2000 programında Y yönünde statik – itme analizi yapılan beş farklı modele ait binaların yük-deplasman eğrisi

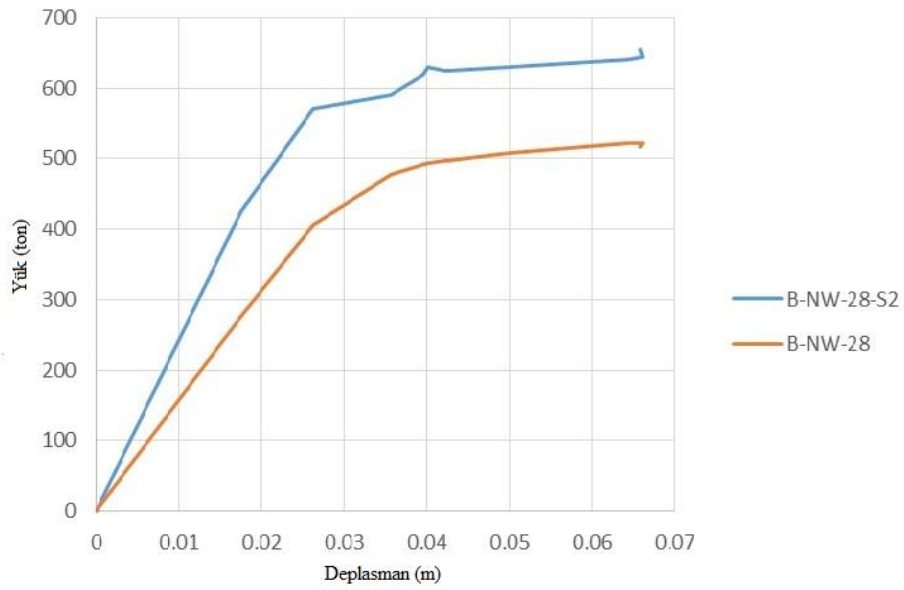
Yukarıda Şekil 4.254 ve Şekil 4.255’de verilen grafikler incelendiğinde; çıkma oranının artması yük deplasman eğrilerinde, aynı deplasman değerlerinin farklı yükler üzerinde etki oluşturduğunu göstermiştir. RB-NW-0 ile B-NW-44 modelleri karşılaştırıldığında 0.06 metre deplasmana ulaşan bina modellerinden RB-NW-0 540 ton yük ile ulaşmışken, B-NW-44 ise 500 ton kuvvette ulaşmıştır. Bu artış aynı deplasmana %10 yük artışı durumunda ulaşmıştır. Çıkma oranının artması binaya gelen yüklerin artmasına sebep olmaktadır.

Zemin katında dolgu duvar bulunmayan modellere, iki farklı güçlendirme modeli yapılmıştır. Güçlendirme modellerinde elde edilen yük deplasman grafiği ile güçlendirme yapılmayan modellere ait yük deplasman grafikleri aşağıda verilmiştir. Şekil 4.255’de X yönü için B-NW-28 ve çelik çapraz ile güçlendirme modeli olan B-NW-28-S2 karşılaştırılması verilmiştir.



Şekil 4.255. X yönünde B-NW-28-S2 ve B-NW-28 modellerine ait yük deplasman grafiklerinin karşılaştırılması

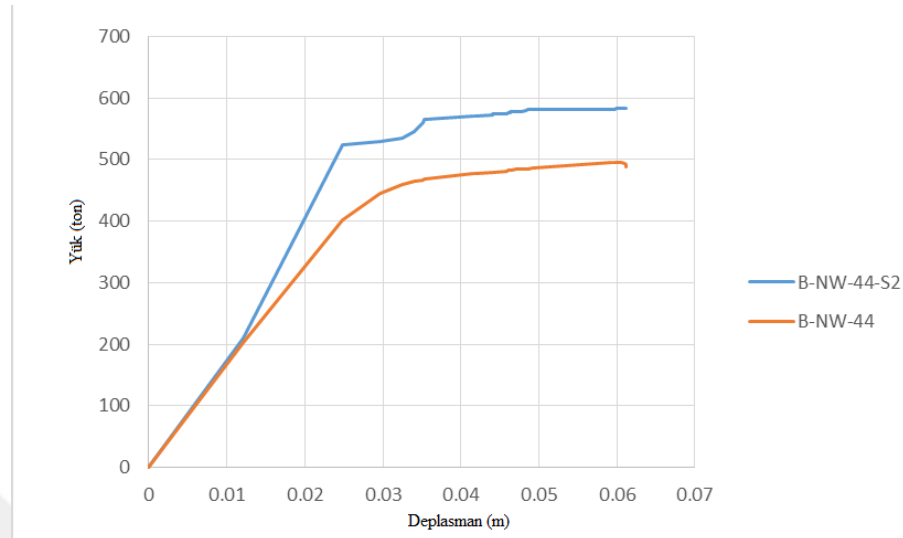
Aşağıdaki Şekilde 4.256'da Y yönü için B-NW-28-S2 ve B-NW-28 modellerine ait yük deplasman karşılaştırılması yapılmıştır.



Şekil 4.256. Y yönünde B-NW-28-S2 ve B-NW-28 modellerine ait yük deplasman grafiklerinin karşılaştırılması

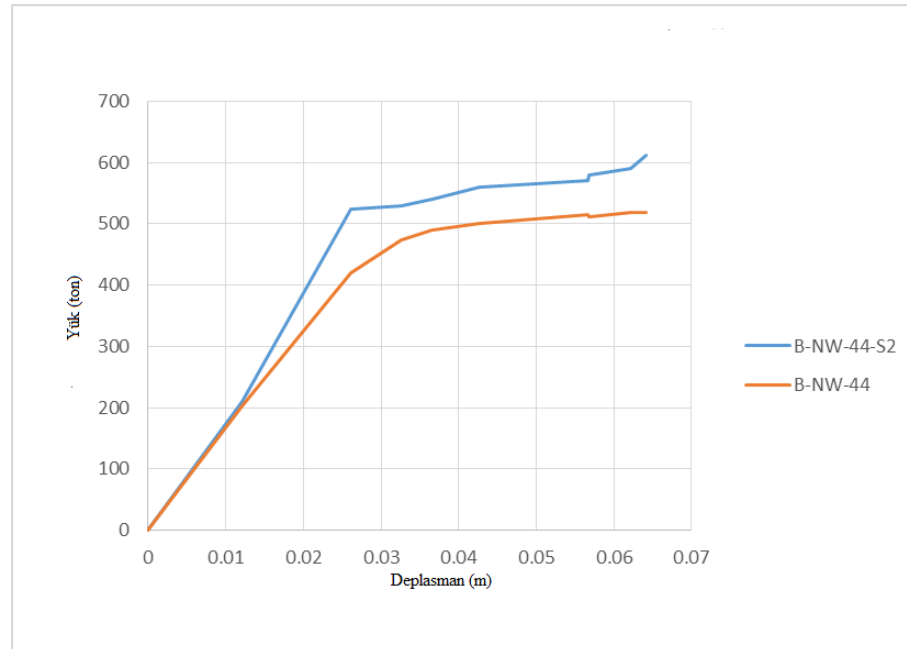
Yukarıdaki Şekil 4.255 ve Şekil 4.256'da verilen grafiklerden de görüldüğü üzere güçlendirme yapılan bina modellerine ait yük deplasman eğrileri daha fazla yük taşıma ve enerji yutma kapasitesine sahiptir. Güçlendirme yapılan bina modellerinin diğer bina modeline göre deplasman değerleri daha az yük üzerinde oluşmuştur.

Aşağıdaki Şekilde 4.257’de X yönü için B-NW-44-S2 ve B-NW-44 modellerine ait yük deplasman karşılaştırılması yapılmıştır.



Şekil 4.257. X yönünde B-NW-44-S2 ve B-NW-44 modellerine ait yük deplasman grafiklerinin karşılaştırılması

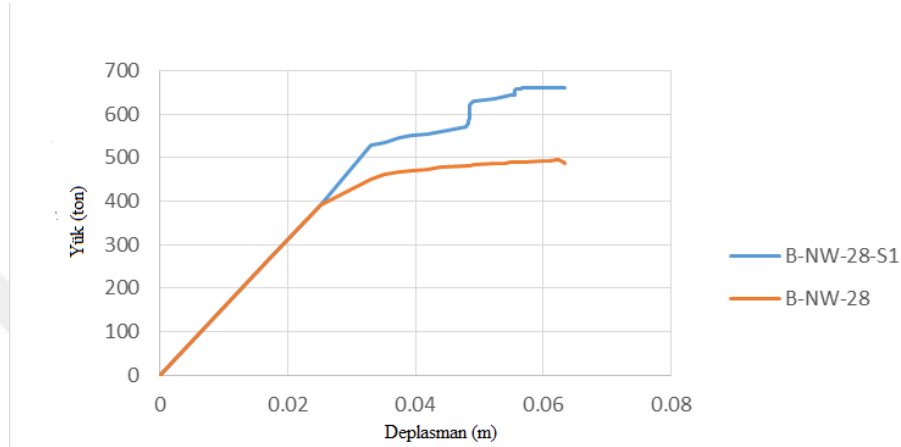
Aşağıdaki Şekilde 4.258’de Y yönü için B-NW-44-S2 ve B-NW-44 modellerine ait yük deplasman karşılaştırılması yapılmıştır.



Şekil 4.258. Y yönünde B-NW-44-S2 ve B-NW-44 modellerine ait yük deplasman grafiklerinin karşılaştırılması

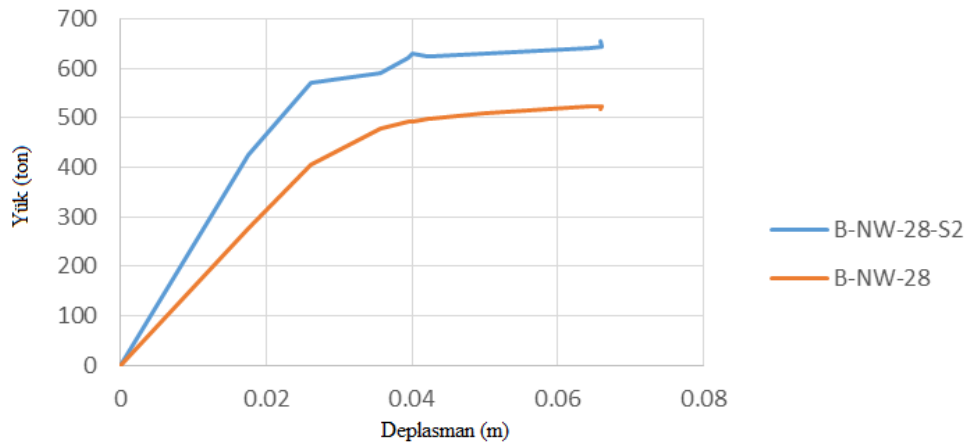
Yukarıdaki Şekil 4.257 ve Şekil 4.258’de verilen grafiklerden de görüldüğü üzere güçlendirme yapılan bina modellerine ait yük deplasman eğrileri daha fazla yük taşıma ve enerji yutma kapasitesine sahiptir. Güçlendirme yapılan bina modellerinin diğer bina modeline göre deplasman değerleri daha az yük üzerinde oluşmuştur.

Şekil 4.259’da X yönü için B-NW-28 ve betonarme perde ile güçlendirme modeli olan B-NW-28-S1 yük deplasman grafiği karşılaştırılması verilmiştir.



Şekil 4.259. X yönünde B-NW-28-S1 ve B-NW-28 modellerine ait yük deplasman grafiklerinin karşılaştırılması

Aşağıdaki Şekilde 4.260’da Y yönü için B-NW-28-S1 ve B-NW-28 modellerine ait yük deplasman karşılaştırılması yapılmıştır.

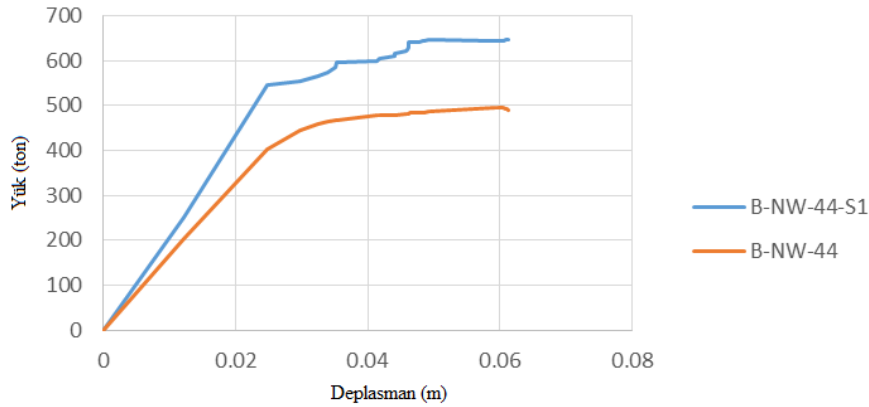


Şekil 4.260. Y yönünde B-NW-28-S1 ve B-NW-28 modellerine ait yük deplasman grafiklerinin karşılaştırılması

Yukarıdaki Şekil 4.259 ve Şekil 4.260’da verilen grafiklerden de görüldüğü üzere güçlendirme yapılan bina modellerine ait yük deplasman eğrileri daha fazla yük

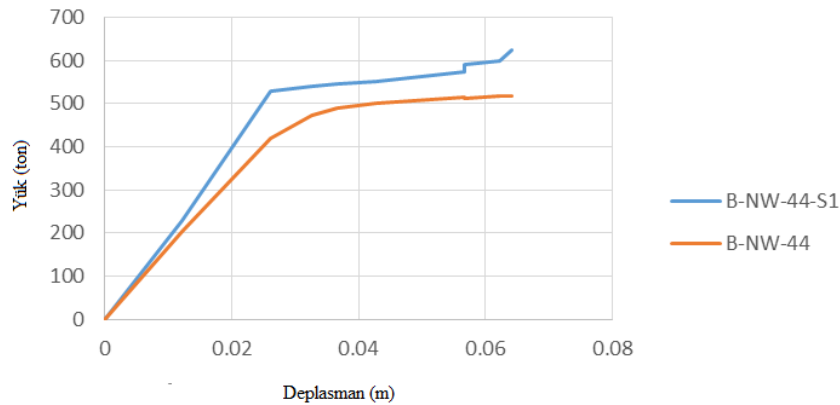
taşıma ve enerji yutma kapasitesine sahiptir. Güçlendirme yapılan bina modellerinin diğer bina modeline göre deplasman değerleri daha az yük üzerinde oluşmuştur.

Şekil 4.261’de X yönü için B-NW-44 ve betonarme perde ile güçlendirme modeli olan B-NW-44-S1 yük deplasman grafiği karşılaştırılması verilmiştir.



Şekil 4.261. X yönünde B-NW-44-S1 ve B-NW-44 modellerine ait yük deplasman grafiklerinin karşılaştırılması

Şekil 4.262’de Y yönü için B-NW-44 ve betonarme perde ile güçlendirme modeli olan B-NW-44-S1 yük deplasman grafiği karşılaştırılması verilmiştir.



Şekil 4.262. Y yönünde B-NW-44-S1 ve B-NW-44 modellerine ait yük deplasman grafiklerinin karşılaştırılması

Yukarıdaki Şekil 4.262 ve Şekil 4.263’de verilen grafiklerden de görüldüğü üzere güçlendirme yapılan bina modellerine ait yük deplasman eğrileri daha fazla yük taşıma ve enerji yutma kapasitesine sahiptir. Güçlendirme yapılan bina modellerinin diğer bina modeline göre deplasman değerleri daha az yük üzerinde oluşmuştur.

5. SONUÇLAR VE ÖNERİLER

5.1 Sonuçlar

Mimari kaygılar sebebiyle gerek kat alanlarını genişletmek ve daha fazla alan kazanmak gerekse daha çok inşaat alanına sahip binalar elde edebilmek için zemin kat üstü katlarda genellikle çıkma uygulamaları uygulanmaktadır. Ülkemizde sık sık rastlanılan bu durum, yaşadığımız ciddi depremler sonucunda ortaya çıkan olumsuzlukları da beraber getirmektedir. Özellikle son dönemde yaşadığımız İzmir depreminde ciddi yıkımların sebep olduğu binalar incelendiğinde bu binaların birçoğunda çıkma oranlarının yüksek seviyelerde olduğu gözlemlenmiştir. Ayrıca bazı binaların genel taşıyıcı sistemlerinde orta seviye hasarların olduğu ancak çıkma olan bölgelerinde ciddi yıkımların olduğu dahi gözlemlenmiştir.

İzmir, Adapazarı vb. yaşadığımız depremleri incelediğimizde bir başka problem ise inşaatı yapılmış olan binaların zemin katında ofis, dükkan, market ve fırın gibi mekanların bulunması sebebiyle dolgu duvarın kaldırılmış olduğu gözlemlenmektedir. Yumuşak kat ve zayıf kat düzensizliklerinin ciddi boyutlara ulaştığı bu binalarda deprem durumunda ciddi hasarların özellikle zemin katlarda, haliyle de tüm binada olduğu gözlemlenmiştir.

Yukarıdaki sebepler neticesinde iki ayrı parametre olarak; zemin kat dolgu duvar durumu ve çıkma oranlarının artırılmasının bina deprem performanslarına etkisi incelenmek istenmiştir. Bu inceleme yapılırken, Statik-itme analizi, zaman tanım alanında analiz ve modal analizden faydalanılmıştır.

Çıkma uzunlukları birbirinden farklı beş zemin kat dolgu duvar durumuna göre toplamda on beş tane bina modellenmiştir. Modellenen binalar SAP2000 V20 sürümünde TBDY 2018'e göre analiz yapılmıştır. Analizler; taban kesme kuvveti, görelî kat ötelemesi ve yumuşak kat durumları için incelenmiştir.

Taban kesme kuvveti çıkma uzunluğuyla orantılı bir şekilde artmış olup bu değerlerin oranları göz önüne alınmıştır. Bu değerler bir bina modellemesi ve analiz esnasında göz ardı edilmeyecek kadar kritiktir.

Ülkemizin deprem kuşağında olduğu düşünüldüğünde hem taban kesme kuvveti hem de görelî kat ötelemesi binalar için çok önemli faktörlerdendir. Yaklaşan ve öngörülen büyük İstanbul Depremi ve ülkemizdeki diğer yerleşim yerinde çıkmalı mevcut binaların acilen güçlendirilmesi ve yeni inşa edilecek olan binaların mümkünse

çıkmasız bir şekilde projelendirilmesi, mümkün değilse de gerekli önlemlerin alınarak projelendirilmesi gerekmektedir.

Ayrıca yumuşak kat düzensizliği açısından zemin kat duvarsız olarak modellenen binaların sınır değer olan “2” değerinden çok yüksek çıktığı ve çıkma etkisine ek olarak bu değerlerin deprem kuvvetleri etkisinde yıkımlara veya hasarlara sebep olacağı açıktır. Zemin katı duvarlı olarak modellenen yapılarda ise bu düzensizlik sınırı olan iki değerinden çok aşağıda çıktığı gözlemlenmiştir. Bu sebeple özellikle zemin katı dükkan olarak modellenen binalar için duvarların öneminin vurgulanması gerektiği optimum bir duvar sayısının olması gerektiği göz ardı edilmemelidir.

Modellenen on beş adet bina özdeş şekilde modellenerek Zaman - Tanım alanında analizleri de yapılmıştır. Zaman Tanım alanında anaiz 2020 yılında ülkemizde meydana gelen İzmir depremi ivme kayıtlarına göre düzenlenmiştir. Zemin katında dolgu duvar bulunmayan ve beş ayrı çıkma oranına sahip betonarme binaların sonuçları irdelendiğinde çıkma oranının artmasıyla yatay ve düşey doğrultudaki deprem kuvvetlerinde ciddi oranlarda artış olduğu gözlemlenmiştir. . Zemin katında dolgu duvar bulunan ve beş ayrı çıkma oranına sahip betonarme binaların sonuçları irdelendiğinde çıkma oranının artmasıyla yatay ve düşey doğrultudaki deprem kuvvetlerinde ciddi oranlarda artış olduğu gözlemlenmiştir. Özellikle düşey deprem hesabının TBDY 2018’e kadar hesaplamalara dahil edilmekteydi. Ancak özellikle çıkmaların bulunduğu binalarda düşey deprem etkisinin meydana getirdiği ciddi hasarlar İzmir depreminde de gözlemlenmiştir. Ayrıca gelen taban kesme kuvvetlerinin artması, betonarme taşıyıcı elemanlarının kesit zorlamalarını oluşturmuştur. Gerilme dağılımları verilen betonarme binalar ile karşılaştırıldığında İzmir depreminde hasar görmüş bir binanın gerçek fotoğrafları ile hasar bölgelerinin benzerliği durumun ciddiliğini kanıtlar nitelikte olmuştur.

Ayrıca zaman tanım alanında yapılan analizler sonucu elde edilen deformasyon-zaman grafiklerinin incelenmesi de yapılmıştır. Grafiklerden de görüldüğü üzere çıkma oranının artması zaman- tanım aralığında oluşan deformasyonların daha da fazla olmasına sebep olmaktadır. Deformasyonların artması betonarme binalarda daha fazla çatlakların oluşmasına hatta binalarda göçme bölgelerinin artmasına sebep olmaktadır.

Betonarme binalarda bulunan çıkma oranlarının deprem kuvvetlerinin artmasına ve oluşturulan betonarme taşıyıcı elemanların boyutlarının artmasına sebep olmaktadır. Mimarlar veya yapıım işlevini yürüten firmalar tarafından alan kazanılması amacıyla

yapılan çıkmalı binaların aslında statik açıdan uyumsuz olduğu ve çok da ekonomik olmadığı gösterilmiştir.

Özellikle zemin katında dolgu duvar bulunmayan ve yüksek çıkma oranına sahip betonarme elemanlarda daha fazla hasar ve deplasman değerlerinin ortaya çıktığı görülmüştür.

Zemin katında dolgu duvar bulunan ve bulunmayan binaların analizleri sonucunda 1. Kat ve 10. Kat olmak üzere katların deplasman değerleri gösterilmiş ve çıkma oranlarına göre kıyaslanmıştır. Ayrıca binaların periyotları hesaplanarak karşılaştırma işlemi yapılmıştır. Karşılaştırma sonucunda çıkma oranlarının artması ilk ve son katta deplasman değerlerinin artmasına sebep olduğu gözlemlenmiştir. Periyotlardaki artışın çıkma oranının artmasıyla paralel olduğu belirlenmiştir.

Görelî kat ötelenmesi için TBDY 2018’de belirtilen sınırlar içerisinde kalınması betonarme binalar için ciddi bir husustur. Ancak zemin katında dolgu duvar bulunmayan binaların çıkma oranının artması görelî kat ötelemelerinin de artmasına sebep olmuştur. Zemin katında dolgu duvar bulunmayan binaların görelî kat öteleme sonuçları yönetmelik sınır değeri sağlamadığı gözlemlenmiştir.

Yumuşak kat durumu için TBDY 2018’de belirtilen sınırlar içerisinde kalınması betonarme binalar için ciddi bir husustur. Ancak zemin katında dolgu duvar bulunmayan binaların çıkma oranının artması yumuşak kat düzensizliğinin de oluşmasına sebep olmuştur. Zemin katında dolgu duvar bulunmayan binaların yumuşak kat durumu yönetmelik sınır değerlerini sağlamadığı gözlemlenmiştir.

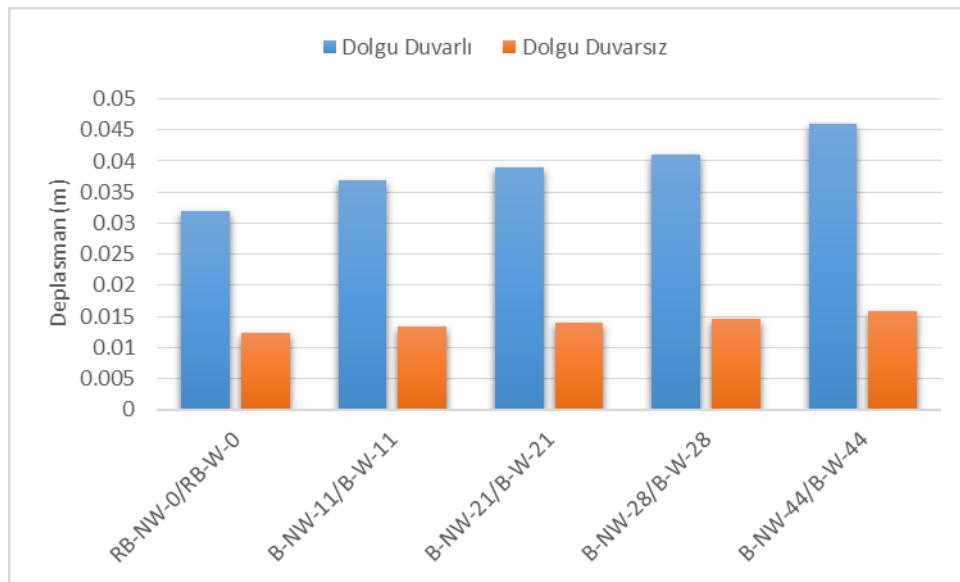
Modellenen binalarda statik itme analizi yapılmıştır. Bu analiz sonucunda binalarda adım adım oluşan plastik mafsallar incelenmiştir. Zemin katında dolgu duvar olmayan betonarme binalarda plastik mafsal yayılış şekli ve hızı ile dolgu duvar bulunan betonarme binaların plastik mafsal yayılış şekli ve hızı kıyaslanmıştır. Ayrıca çıkma oranının değişimi ile plastik mafsal oluşumunun nasıl etkilediği incelenmiştir. Betonarme binalarda taban kesme kuvveti – deplasman grafikleri incelenmiş ve birbirleriyle kıyaslanmıştır.

Modellenen binalarda ortaya çıkan durumdan kaynaklı olarak inşaat mühendisliğinde zemin kat dolgu duvar adına bir öneri de bu tez çalışması içerisinde yapılmak istenmiştir. Yumuşak kat düzensizliği sınır değerleri yönetmelikte belirtilmiştir. Ancak betonarme binalar için zemin katta dolgu duvar sayısını kısıtlayan bir durumdan bahsedilmemiştir. Zemin katında dolgu duvar bulunmayan ve dolgu duvar bulunan betonarme binalar incelendiğinde yumuşak kat düzensizliği adına ciddi

farkların olduğu gözlemlenmiştir. Bu sebeple optimum veya olması gereken duvar durumu hakkında çalışmalar yapılmış ve bu durum özetlenmiştir

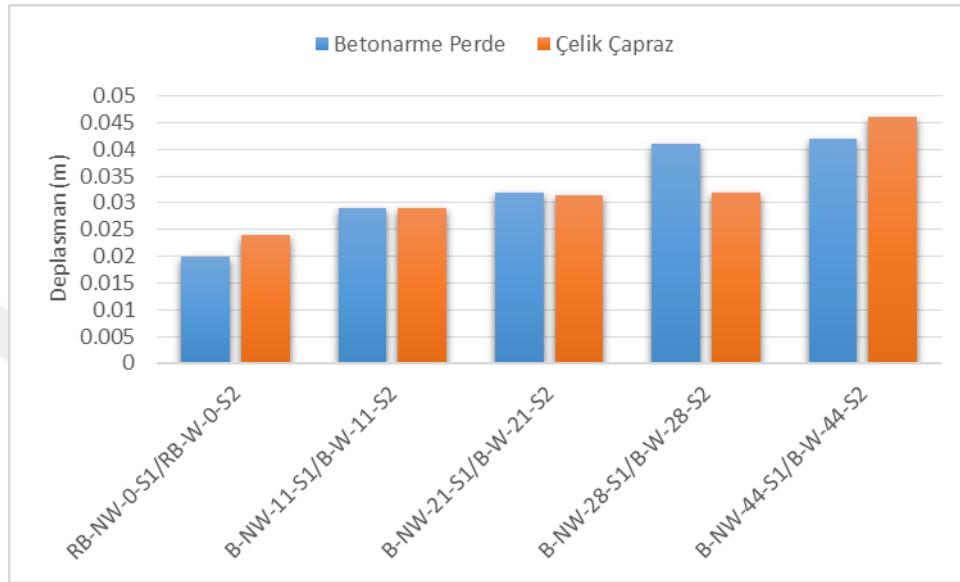
Zemin katında dolgu duvar bulunmayan modellerde çıkma oranının değişmesiyle; düzensizlikler, plastik mafsal, taban kesme kuvveti vb. sonuçların olumsuz etkilendiği gözlemlenmiştir. Bu sebeple zemin katında dolgu duvar bulunmayan bina modellerine uygulanan iki tip güçlendirme çalışması yapılmıştır. Güçlendirme çalışması sonucunda plastik mafsal oluşum durumu ciddi oranda azalmıştır. Çıkma oranının yüksek olduğu modellerde plastik mafsal sonuçlarında göçme bölgelerinde olduğu gözlemlenmiştir. Bu tip modellere yapılan güçlendirme çalışmalarında göçme bölgesinden, kesintisiz kullanım seviyesine gelmiştir. Güçlendirme çalışmaları sonucunda yük – deplasman grafiklerinde daha az deformasyon olduğu gözlemlenmiştir. Zemin katında duvar bulunmayan betonarme binalar için güçlendirme çalışmasının yapılmasının önemi ortaya koyulmuştur.

Modellenen binalarda sonuçların çubuk grafiğinde özetlenmesi, sonuçların incelenmesi açısından önem arz etmektedir. Şekil 5.1’de zemin kat duvarsız modellerin 10.kat deplasmanları ile zemin katında dolgu duvar bulunan modellerin 10.kat deplasman değerleri bir grafik üzerinde karşılaştırılmıştır. Grafikten görüldüğü üzere zemin katın dolgu duvar durumu binanın deplasmanı üzerinde önemli bir rol oynamaktadır.



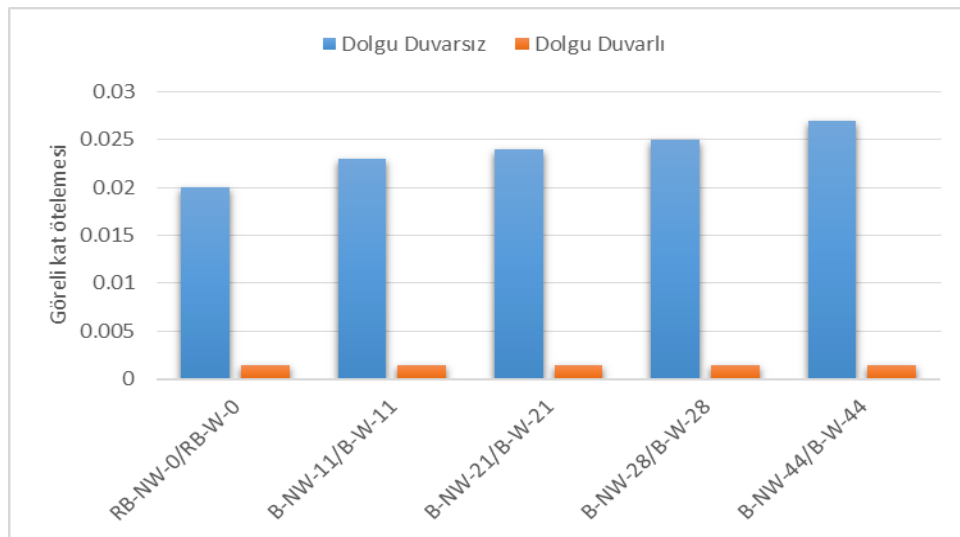
Şekil 5.1. Zemin kat dolgu duvar durumuna göre deplasman değerlerinin karşılaştırılması

Şekil 5.2’de zemin kat duvarsız modellerin çelik çapraz ve betonarme perde ile güçlendirilmesinin karşılaştırılması yapılmıştır. Grafikten görüldüğü üzere zemin katın dolgu duvar durumu binanın deplasmanı üzerinde önemli bir rol oynamaktadır. Grafikten görüldüğü üzere deplasman değerlerinin birbirine çok yakın değerlerde olduğu gözlemlenmiştir.



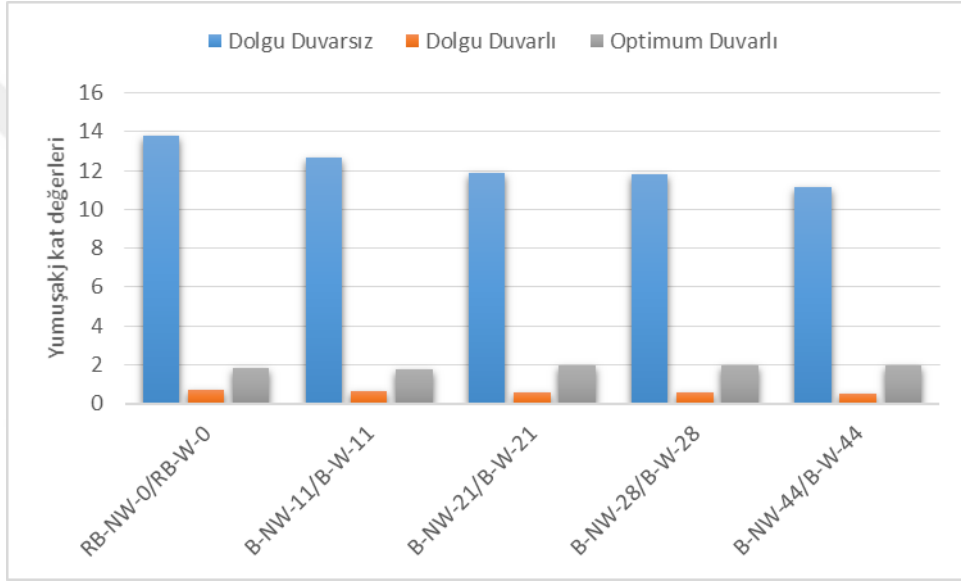
Şekil 5.2. Zemin kat güçlendirme metoduna göre deplasman değerinin karşılaştırılması

Şekil 5.3’de zemin katında dolgu duvar durumuna göre kat öteleme karşılaştırılması yapılmıştır. Grafikten görüldüğü üzere zemin katında dolgu duvar bulunan bina modellerinin kat ötelemeleri açıdan olumlu katkısı gözlemlenmiştir.



Şekil 5.3. Zemin kat duvar durumuna göre kat görelî ötelemesi karşılaştırılması

Şekil 5.4’de zemin katında dolgu duvar durumuna göre yumuşak kat değerlerinin karşılaştırılması yapılmıştır. Grafikten görüldüğü üzere zemin katında dolgu duvar bulunan bina modellerinin kat ötelemeleri açıdan olumlu katkısı gözlemlenmiştir. Zemin katında optimum duvar bulunan bina modellerinde ise yumuşak kat sınır değeri olan 2.0’a çok yakın olduğu belirtilmiştir. Bu optimum değer betonarme bina modellerinde sınırlı sayıda ofis, dükkan vb. mekanların yapılmasına olanak sağlanabileceğini göstermektedir. Zemin katında dolgu duvar bulunmayan bina modellerinde ise bu sınır değerinin çok üstünde olması sebebiyle bu şekilde inşa edilmiş binaların ciddi bir şekilde performans analizlerinin yapılması kaçınılmazdır.



Şekil 5.4. Zemin kat duvar durumuna göre yumuşak kat değerlerinin karşılaştırılması

5.2 Öneriler

Modellenen binalar ülkemiz deprem yer hareketlerinin sık olduğu bölgelerde yapılması, gerçekçi deprem sonuçlarıyla kıyaslama açısından olumlu olmuştur. Ancak ülkemizde 2007 deprem yönetmeliğine göre 1-2. derece deprem bölgesinde bulunan 2018 deprem yönetmeliğinde ise ivme değerlerinin değerine ve faya yakınlığa göre bu analizlerin yapılması çıkma oranı ve zemin kat dolgu duvarını durumunun deprem bölgelerine göre değerlendirilmesi önemli bir durum olabilecektir.

Modellenen binalarda programda C30 beton dayanımının seçilmesinin amacı yeni yapılan binalarda bile ciddi hasarların oluştuğunu görmek açısından olumlu bir durum olarak göze yansımıştır. Ancak ülkemizde bulunan yapı stoğunun beton dayanımının çok daha düşük olduğu tahmin edilirse bu durum ile beton dayanım sınıfının değiştirerek analizlerin tekrarlanması beton dayanım sınıfının depreme etkisi hakkında bir çalışma olarak ortaya çıkabilecektir.

Deprem uzmanları tarafından sürekli dile getirilen ve herkes tarafından kabul edilen büyük İstanbul depremi her geçen gün yaklaşmaktadır. Ayrıca ülkemizde deprem olmaksızın yıkılan binalar ve her geçen gün yaşanan ciddi depremler bulunmaktadır. Bu sebeple ülkemizin dört bir yanında tüm yapı stoğumuzda bina performans analizlerinin yapılması ve güçlendirme durumların binalara uygulanması kaçınılmazdır. Bu sebeple hiç vakit kaybetmeden ülkemizdeki tüm binalarda performans analizlerinin yetkin inşaat mühendisleri tarafından yapılması önem arz etmektedir.

KAYNAKLAR

- AFAD, 2018, <https://www.aa.com.tr/tr/turkiye/kandilli-rasathanesi-izmirdeki-depremi-degerlendirdi-normal-faylanma-depremi/2025145> [Ziyaret Tarihi: 15 Nisan 2021]
- AFAD, 2020, <https://www.afad.gov.tr/> [Ziyaret Tarihi: 15 Nisan 2021]
- Akkaya, M., 2013, Betonarme Yüksek Bir Binanın Deprem Performansının Çeşitli Yöntemlerle İncelenmesi, Yüksek Lisans Tezi, *İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, İstanbul.
- Anonim, 2009a, <https://megainsaatvemimarlik.wordpress.com/2009/10/07/kisa-kolon-davranisi/> [Ziyaret Tarihi: 15 Nisan 2021]
- Anonim, 2009b, <https://megainsaatvemimarlik.wordpress.com/2009/10/07/guclu-kiris-zayif-kolon-etkisi/> [Ziyaret Tarihi: 15 Nisan 2021]
- Anonim, 2011, <https://depremgunlugu.com/turkiyede-depremler.html> [Ziyaret Tarihi: 15 Nisan 2021]
- Anonim, 2012, <http://www.suleymansen.com/?pnun=504&pt=T%C3%BCrkiye+Tektonizmas%C4%B1%28%C4%B0%C3%A7+Kuvvetleri%29> [Ziyaret Tarihi: 15 Nisan 2021]
- Anonim, 2018a, <https://insapedia.com/turkiye-bina-deprem-yonetmeli-a1-burulma-duzensizligi/> [Ziyaret Tarihi: 15 Nisan 2021]
- Anonim, 2018b, <https://insapedia.com/turkiye-bina-deprem-yonetmeli-b1-komsu-katlar-arasi-dayanim-duzensizligi-zayif-kat/> [Ziyaret Tarihi: 15 Nisan 2021]
- Anonim, 2019a, <https://www.bbc.com/turkce/haberler-turkiye-49322860> [Ziyaret Tarihi: 15 Nisan 2021]
- Anonim, 2019b, <https://www.sabah.com.tr/yasam/2019/12/26/erzincan-depreminin-80yil-donumu-buyuk-erzincan-depremi-kac-siddetinde-oldu> [Ziyaret Tarihi: 15 Nisan 2021]
- Anonim, 2019c, <https://volkanatabey.com.tr/yumusak-kat-ve-zayif-kat-duzensizligine-deprem-etkileri/> [Ziyaret Tarihi: 15 Nisan 2021]
- Anonim, 2019d, <https://insapedia.com/suneklik-nedir/> [Ziyaret Tarihi: 15 Nisan 2021]
- Anonim, 2020a, <https://www.aa.com.tr/tr/turkiye/kandilli-rasathanesi-izmirdeki-depremi-degerlendirdi-normal-faylanma-depremi/2025145> [Ziyaret Tarihi: 15 Nisan 2021]
- Anonim, 2020b, <https://www.ntv.com.tr/turkiye/konyada-92-kisinin-oldugu-zumrut-apartmani-faciasindan-16-yil-gecti,4nAzOXQLa0qNLr6PAYrNhg> [Ziyaret Tarihi: 15 Nisan 2021]

- Anonim, 2020c, <https://onedio.com/haber/istanbul-un-buyuk-tehlikesi-zemin-sivilasmasi-dolgu-alanlarini-doga-geriye-alir-941956> [Ziyaret Tarihi: 15 Nisan 2021]
- Anonim, 2020d, <https://onedio.com/haber/istanbul-un-buyuk-tehlikesi-zemin-sivilasmasi-dolgu-alanlarini-doga-geriye-alir-941956> [Ziyaret Tarihi: 15 Nisan 2021]
- Anonim, 2020e, <https://www.aa.com.tr/tr/turkiye/kandilli-rasathanesi-izmirdeki-depremi-degerlendirdi-normal-faylanma-depremi/2025145> [Ziyaret Tarihi: 15 Nisan 2021]
- Anonim, 2021, <https://santiyede.com/yumusak-kat-nedir-nasil-olusur/> [Ziyaret Tarihi: 15 Nisan 2021]
- Aşık, F. M., 2018, Tarihi Yapılarda Taşıyıcı Sistem Özellikleri, Hasarlar İçin Onarım Ve Güçlendirme Teknikleri, Zenburi Mescidi'nin Model Analizi, Yüksek Lisans Tezi, *Konya Teknik Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü*, Konya.
- Çögürçü, M. T., 2003, Konya'daki Bazı Haberleşme Binalarının Deprem Güvenliklerinin Araştırılması, Yüksek Lisans Tezi, *Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Konya.
- Döndüren, M. S., 2003, Planda Değişik Geometriye Sahip Çok Katlı Betonarme Yapıların Zaman-Tanım Aralığında Dinamik Analizi, Yüksek Lisans Tezi, *Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Konya.
- Ferlibaş, M., 2020, Betonarme Bir Yapının Statik ve Dinamik Analiz Sonuçlarının TDY 2007 Ve TBDY 2018 Yönetmeliklerine Göre Karşılaştırılması, Yüksek Lisans Tezi, *Konya Teknik Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü*, Konya.
- Hava, Ş., 2019, Betonarme Bir Binanın Eşdeğer Deprem Yüğü Yöntemi İle TDY 2007 ve TBDY 2018 Yönetmeliklerine Göre Analizi, Yüksek Lisans Tezi, *Konya Teknik Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü*, Konya.
- İcralar, H., 2009, Betonarme Binaların Deprem Performans Düzeylerinin Analitik Olarak İncelenmesi, Yüksek Lisans Tezi, *Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Konya.
- Kaltakçı, M. Y., 2010, Depreme dayanaklı betonarme yapı tasarımı, *Basılmamış Ders Notu*, Selçuk Üniversitesi
- Kefeli, E., 2019, Planda Düzensizliği Bulunan Betonarme Binaların Türkiye Bina Deprem Yönetmeliği 2018'e Göre Performanslarının Değerlendirilmesi, Yüksek Lisans Tezi, *Yıldız Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, İstanbul.
- Öz, R., 2014, Zayıf Kat Düzensizliğinin Betonarme Binaların Deprem Davranışına ve Kaba İnşaat Maliyetine Etkilerinin İncelenmesi, Yüksek Lisans Tezi, *Karabük Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Karabük.

- Özgeldi, A. C., 2013, Mevcut 25 Katlı Betonarme Bir Yapının Deprem Performansının İncelenmesi, Yüksek Lisans Tezi, *İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, İstanbul.
- Özşahin, T. Ş., 1995, Deprem Etkisi Altındaki Çok Katlı Binalarda Çıkma Uzunluğuna, Bina Yüksekliğine ve Dolgu Duvarlarına Bağlı Olarak Çıkma Etkilerinin İncelenmesi, Yüksek Lisans Tezi, *Karadeniz Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Trabzon.
- Öztürk, G., 2016, Betonarme Binalarda Kat Yüksekliğinin Yapı Deprem Performansına Etkisi, Yüksek Lisans Tezi, *Bitlis Eren Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Bitlis.
- Suci, E., 2016, Burulma Düzensizliği Bulunan Betonarme Yapıların Statik İtme Analizi ile Yapı Performansının Belirlenmesi, Yüksek Lisans Tezi, *Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Konya.
- Şahin, Y., 2019, Mevcut Bir Betonarme Binanın 2019 Türkiye Bina Deprem Yönetmeliği'ne Göre Zaman Tanım Alanında Analizinin Yapılarak Performansının Belirlenmesi ve Çelik Güçlendirme Önerileri, Yüksek Lisans Tezi, *İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, İstanbul
- TBDY, 2018, Türkiye Bina Deprem Yönetmeliği, Ankara Başkanlığı, Afet ve Acil Durum Yönetimi.
- Tekdemir, H., 2020, Betonarme Binaların Deprem Performanslarının Türkiye Bina Deprem Yönetmeliği 2018'e Göre Değerlendirilmesi, Yüksek Lisans Tezi, *Dicle Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Diyarbakır.
- Ünal, A., 2016, Sabit Dikdörtgen Kesitli Kirişlerin Farklı Mesnet Koşullarında Kesme Kapasitesinin Araştırılması, Doktora Tezi, *Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Konya.
- Ünerdem, Y., 2011, 30 Katlı Bir Binanın Deprem Performansının Zaman Tanım Alanında Çözümleme Uygulanarak Belirlenmesi, Yüksek Lisans Tezi, *İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, İstanbul.
- Yıldız, T., 2016, Van Depreminde Hasar Gören Betonarme Bir Yapının, Performans Değerlendirme Yöntemleriyle Hasarının Tahmini, *İstanbul Teknik Üniversitesi Deprem Mühendisliği ve Afet Yönetimi Enstitüsü*, İstanbul.
- Yılmaz, B. R., 2010, Statik İtme Analizi Yöntemiyle Betonarme Yapıların İncelenmesi, Yüksek Lisans Tezi, *Celal Bayar Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Manisa.