T.C.

AKDENİZ ÜNİVERSİTESİ

STATİK BETONARME PROJELERİ ULUSAL YAPI ANALİZ PROGRAMLARI İLE YAPILAN DOLGULU DİŞLİ DÖŞEMELİ BİNALARIN ETABS ANALİZ PROGRAMI İLE İNCELENMESİ

Coşkun ÖZDEN

FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

İNŞAAT MÜHENDİSLİĞİ

ANABİLİM DALI

YÜKSEK LİSANS TEZİ

TEMMUZ 2020

ANTALYA

T.C.

AKDENİZ ÜNİVERSİTESİ

STATİK BETONARME PROJELERİ ULUSAL YAPI ANALİZ PROGRAMLARI İLE YAPILAN DOLGULU DİŞLİ DÖŞEMELİ BİNALARIN ETABS ANALİZ PROGRAMI İLE İNCELENMESİ

Coşkun ÖZDEN

FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

İNŞAAT MÜHENDİSLİĞİ

ANABİLİM DALI

YÜKSEK LİSANS TEZİ

TEMMUZ 2020

ANTALYA

STATİK BETONARME PROJELERİ ULUSAL YAPI ANALİZ PROGRAMLARI İLE YAPILAN DOLGULU DİŞLİ DÖŞEMELİ BİNALARIN ETABS ANALİZ PROGRAMI İLE İNCELENMESİ

Coşkun ÖZDEN

FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

İNŞAAT MÜHENDİSLİĞİ

ANABİLİM DALI

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Bu tez 24/07/2020 tarihinde jüri tarafından Oybirliği / ~~Oyçokluğu~~ ile kabul edilmiştir.

Doç. Dr. Okan ÖZCAN

Prof. Dr. H. Hüsnü KORKMAZ

Prof. Dr. İ. Ufuk ÇAĞDAŞ

ÖZET

STATİK BETONARME PROJELERİ ULUSAL YAPI ANALİZ PROGRAMLARI İLE YAPILAN DOLGULU DİŞLİ DÖŞEMELİ BİNALARIN ETABS ANALİZ PROGRAMI İLE İNCELENMESİ

Coşkun ÖZDEN

Yüksek Lisans Tezi, İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı

Danışman: Doç. Dr. Okan ÖZCAN

Temmuz 2020; 126 sayfa

Ülkemizde betonarme yapıların projelendirilmesinde genel olarak analiz, tasarım ve çizim özellikleri bulunan ulusal programlar (Sta4Cad, İdeCAD Statik ve ProtaStructure) kullanılmaktadır. Bu yapılarda, kolonsuz alanı arttırmak ve düz bir tavan yüzeyi elde etmek amacıyla, kiriş yüksekliği diş derinliğine eşit alınarak elde edilen dolgulu (asmolen, strafor, bims, gazbeton vb. dolgu malzemeli) dişli (nervürlü) döşemeli sistemler yaygın olarak kullanılmaktadır. Dolgulu dişli döşeme sistemi, kat yüksekliğinin etkili kullanılmasında ve iç mekân tasarımında mimarlara büyük kolaylıklar sağlamaktadır. Dişlerin arasına kalıp imalatını kolaylaştırmak amacıyla yaygın kullanılan dolgu malzemesi adına referansla bu tip yapılar asmolen döşemeli yapı sistemi olarak da adlandırılır. Ayrıca dolgulu dişli döşemeli yapı sistemi, kalıp işçiliğini azalttığı için diğer döşeme sistemlerine göre, işçilik maliyetini düşürmekte ve inşaat süresini kısaltmaktadır. Buna göre yeterli eğilme, kesme ve zımbalama kapasitesini sağlaması koşulu ile kirişlerin yüksekliği yerine genişliği arttırılarak yastık kirişler oluşturulur. Söz konusu sistemlerde döşeme kalınlığı döşeme üst kotundan diş dibine olan uzaklık olarak tanımlanır. Bu sistemlerdeki döşeme kalınlığı, uygulamada sık kullanılan plak döşeme kalınlığına göre daha büyüktür. Ülkemizde sıklıkla uygulamasına rastlanan dişli döşemeli yapı uygulamalarında, dişler arasında (varsa dolgu üzerinde) ince bir döşeme plağı oluşturularak ve genelde sadece tek doğrultuda diş düzenlenmesiyle döşeme sistemi oluşturulmaktadır. Türkiye geneli ve Antalya yöresinde yaygın olarak kullanılan perdeli ve perdesiz, ortogonal ve ortogonal olmayan çerçeveli, perde ve çerçeveli dolgulu dişli döşemeli yapı sistemlerinin deprem davranışının Türkiye Bina Deprem Yönetmeliği TBDY (2018)'e göre yukarıda adı geçen ulusal programlar ile Türk Deprem Yönetmeliği TDY (2007) ve TS 500 (2000) yönetmelik esaslarına göre projeleri yapılan binaların, uluslararası ETABS programına göre incelenmesi ve sonuçlarının karşılaştırılması amaçlanmaktadır.

İncelenen örnek uygulanmış yapılar, Antalya mücavir alan içinde bulunan dişli döşemeli çok katlı yapıları içermesine rağmen, benzer döşeme sistemine sahip yapılara Türkiye' nin bütün bölgelerinde sıklıkla rastlanılmaktadır. Bu tür yapıların deprem bölgelerinde yapılırken daha dikkatli modellenmesinin gerekliliği ortaya konulmaya çalışılmıştır. Bu nedenle, tasarımda yapılabilecek modelleme hatalarının ETABS programı ile incelenerek ortaya konulması ve çözümlerinin

üretilmesi amaçlanmaktadır. Bu konuda diğer bazı ülkelerin yönetmeliklerinde bulunan (ACI 352-02, 2002) ve ülkemiz deprem yönetmeliğinde TBDY (2018)'de bulunmayan hususlar ortaya konarak bunların düzeltilmesine katkı sağlanması amaçlanmıştır. Böylelikle depremlerde daha sağlıklı davranış gösteren binaların yapılması teşvik edilmiştir. Ayrıca bu konularda yönetmeliklerde, özellikle ortogonal olmayan akslarla ilgili olarak, hesap ve tasarımda bazı ilave tedbirlerin alınması gerekliliği vurgulanmıştır.

Ulusal yapı analiz programları ile projeleri yapılan, uygulamada sıkça karşılaşılan perdeli ve çerçeveli, ortogonal ve ortogonal olmayan aksların bulunduğu, Antalya bölgesinde yaygın kullanımı olan ve merkez ilçeleri mücavir alanı içerisinde mevcut toplam altı adet, her program için ikişer adet kullanım amacı farklı dolgulu dişli döşemeli bina seçilmiştir. Bu seçilen binaların mevcut projeleri temin edilmiş, ETABS analiz programı ile modellenip, TDY (2007) ve TBDY (2018)'e göre bazı statik ve dinamik etkileri incelenmiş ve sonuçlar karşılaştırılmıştır. Hesaplamada doğrusal hesap yöntemlerinden eşdeğer deprem yükü yöntemi (EDY) ve mod birleştirme yöntemi (MBY) kullanılmıştır. Ayrıca mevcut veriler kullanılarak doğrusal olmayan sabit tek modlu itme analizi kullanılarak ETABS programı ile TBDY (2018) ilgili bölüm esaslarına göre mevcut yapıların performansları değerlendirilmiştir.

ANAHTAR KELİMELER: ETABS ile Yapıların Modellenmesi, Dişli Döşemeli Binalar, Yapı Analiz Programları, Doğrusal Olmayan İtme Analizi, Deprem Performansı, Yapı Rijitliğinin Depreme Etkisi

JÜRİ: Doç. Dr. Okan ÖZCAN

Prof. Dr. H. Hüsnü KORKMAZ

Prof. Dr. İ. Ufuk ÇAĞDAŞ

ABSTRACT

INVESTIGATION OF REINFORCED CONCRETE BUILDINGS WITH HOLLOW BLOCK SLAB ANALYZED IN NATIONAL STRUCTURAL ANALYSIS SOFTWARE USING ETABS

Coşkun ÖZDEN

Master Thesis, Civil Engineering Department

Advisor: Assoc. Prof. Dr. Okan ÖZCAN

JULY 2020; 126 pages

In Turkey, national structural analysis software such as Sta4Cad, İdeCAD Statik, and ProtaStructure, which are capable of generating shop drawings, is employed to design reinforced concrete structures. In order to obtain a flat ceiling surface and increase the floor area without vertical structural elements, hollow block slab that is filled with a proper material is widely used by designing beam and slab depth as equal size. The hollow block slab has architectural benefits regarding the effective usage of floor height and interior design of buildings. This slab type is also called “asmolen slab system” with reference to the name of the filling material used to facilitate formwork application between ribs. Another advantage of the hollow block slab is reducing labor costs and duration of construction due to less formwork compared to other slab systems. By reducing the beam depth and increasing the beam width, shallow beams that provide sufficient bending, shear, and punching shear capacity are designed. In this slab system, the thickness of the slab is the distance between the top of the slab and bottom of the rib, and the thickness of the hollow block slab is larger than the thickness of the solid slab which is widely used. As a frequently utilized slab system in Turkey, a hollow block slab system is applied as a one-way slab through a thin concrete slab between ribs. The aim is to investigate and compare the seismic behavior of reinforced concrete structures with hollow block slab, which is widely used in Antalya region and Turkey, that are with and without a shear wall, orthogonal and non-orthogonal frame, and shear wall and moment frame in accordance with Turkish Earthquake Code-2007 (TEC) and TS 500 (2000) in national structure analysis software according to Turkish Building Earthquake Code-2018 (TBEC) using ETABS.

Although the multi-story buildings with hollow block slab investigated are located in Antalya region, the building having the same type of slab system is commonly observed across Turkey. It is noted that designing such structures in

earthquake-prone areas needs more carefully modeling the structure. This is because in this study, it is aimed to investigate the modeling errors that can be made in the modeling process by using ETABS and to produce recommendations. In this regard, it is also aimed to contribute to the correction of the issues in the codes of some other countries (ACI 352-02, 2002) which are not included in TBEC- 2018. Thus, it was encouraged to construct buildings that exhibit proper seismic behavior. In addition, it is emphasized that especially regarding non-orthogonal axis, some additional measures should be taken in calculation and design in the code.

A total of six buildings, two for each software with the different intended use, with hollow block slab designed in the national structural analysis software with orthogonal and non-orthogonal axis that are commonly encountered in Antalya were selected in central districts of Antalya. The project of these buildings is provided and remodeled in ETABS, and several impacts on static and dynamic analysis are investigated and compared according to TBEC-2018 and TEC-2007. Equivalent lateral force (ELF) and response spectrum analysis (RSA) which are types of linear elastic analysis methods are employed. Besides, according to TBEC-2018, regarding the existing data collected, the performance of existing buildings analyzed by using nonlinear static single-mode pushover analysis in ETABS was evaluated.

KEYWORDS: Structural Analysis Using ETABS, Hollow Block Slabs, Structural Analysis Softwares, Nonlinear Pushover Analysis, Seismic Performance, Stiffness Effect on the Seismic Response

JURY: Assoc. Professor Dr. Okan ÖZCAN

Professor Dr. H.Hüsnü KORKMAZ

Professor Dr. İ.Ufuk ÇAĞDAŞ

ÖNSÖZ

Bu tez kapsamında, literatürde farklı başlıklar altında bahsi geçen, uygulamada sıkça karşılaşılan perdeli ve çerçeveli, ortogonal ve ortogonal olmayan aksların bulunduğu, Antalya'nın farklı merkez ilçeleri mücavir alanları içerisinde TDY (2007), TS 500 (2000) esaslarına göre projelendirilmiş ve yapımı tamamlanmış seçilen mevcut altı adet dolgulu dişli döşemeli binalar ETABS programı ile modellenmiştir.

Seçilen modellerin daha önce (Sta4CAD, İdeCAD Statik, ProtaStructure) gibi ulusal programlarla statik betonarme projeleri yapılmıştır. Bu yapı modellerinin hepsinde döşeme sistemi olarak dolgulu dişli döşemeli sistem tercih edilmiştir. Bu modeller uluslararası kabul görmüş ETABS programı kullanılarak, doğrusal yöntemlerden eşdeğer deprem yükü yöntemi (EDY) ve mod birleştirme yöntemleri (MBY) kullanılarak bazı dinamik ve statik etkileri TDY (2007) ve TBDY (2018)'e bulunup karşılaştırılmıştır. Doğrusal olmayan sabit tek modlu itme analizi yöntemi kullanılarak ise TBDY (2018)'e göre performans değerlendirmeleri yapılmıştır. Tez çalışmasında ulusal programlar ile TDY (2007), TS 500 (200) esaslarına göre projelendirilen ve uygulanan yapıların, ETABS programı ile bulunan bazı dinamik ve statik sonuçları karşılaştırılmış ve performans seviyeleri incelenmiştir.

Bu tezin hazırlanmasında her konuda bilgi ve deneyimlerini esirgemeyen değerli tez danışmanı hocam Doç. Dr. Okan ÖZCAN'a sonsuz saygılarımı sunar ve teşekkürlerimi bir borç bilirim.

Yüksek lisans konusunda teşvik ve desteğini esirgemeyen değerli hocam Prof. Dr. M. Hilmi ACAR'a, tez aşamasında vermiş olduğu öneri ve desteklerinden dolayı değerli hocam Doç. Dr. Rıfat SEZER'e teşekkür ederim.

İÇİNDEKİLER

ÖZET ……i
ABSTRACT……iii
ÖNSÖZ……v
AKADEMİK BEYAN……ix
SİMGELER VE KISALTMALAR……x
ŞEKİLLER DİZİNİ……xvi
ÇİZELGELER DİZİNİ……xxiii
1. GİRİŞ……1
1.1. Yapılan Çalışmanın Amacı……1
1.2. Veri Girişi ve Sonuçların Değerlendirilmesine Etki Eden Kabuller……1
1.3. Kullanılan Programlar Hakkında Genel Bilgiler……2
1.3.1. Sta4CAD programı……2
1.3.2. İdeCAD statik programı……3
1.3.3. ProtaStructure programı……4
1.3.4. ETABS programı……5
1.4. Sonuçların Karşılaştırılmasında İzlenecek Yol……5
2. KAYNAK TARAMASI……7
3. MATERYAL VE METOT……13
3.1. Tasarım Kriterleri……13
3.1.1. Seçilen Modellerin Adlandırılması ve Tasarım Değişkenleri……13
3.1.2. Tasarımda Kullanılan Yük Birleşimleri……14
3.2. Bina Modellerinin Yapısal Özellikleri……14
3.2.1. A binası modelinin yapısal özellikleri……14
3.2.2. B binası modelinin yapısal özellikleri……15
3.2.3. C binası modelinin yapısal özellikleri……15
3.2.4. D binası modelinin yapısal özellikleri……15
3.2.5. E binası modelinin yapısal özellikleri……16
3.2.6. F binası modelinin yapısal özellikleri……16
3.3. Bina Modellerinin Geometrik Özellikleri……17
3.3.1. A binası modelinin geometrik özellikleri……17
3.3.2. B binası modelinin geometrik özellikleri……18
3.3.3. C binası modelinin geometrik özellikleri……20
3.3.4. D binası modelinin……22
3.3.5. E binası modelinin geometrik özellikleri……24
3.3.6. F binası modelinin geometrik özellikleri……26
3.4. Modelleme ve Analiz Esasları……27
3.4.1. Dişli döşemeli sistemler……27
3.4.2. Bina hakim doğal periyodu……28

3.4.3. Mod sayısı ve kütle katılımı oranı 29
3.4.4. Taban kesme kuvveti 30
3.4.5. Deprem kuvvetleri 32
3.4.6. Göreli kat ötelemesi 34
3.4.7. İkinci mertebe etkileri 35
3.4.8. Yapı Elemanlarında Hasar Sınırları ve Hasar bölgeleri 36
3.5. Doğrusal Olmayan Sabit Tek Modlu İtme Yöntemi 37
3.6. Betonarme Elemanların Kesit Birim Şekildeğiştirme ve Plastik Dönme Sınırları 42
3.7. Mevcut Binaların Deprem Performansı 43
3.7.1. Mevcut Binalarda Sınırlı Hasar Performans Düzeyi 43
3.7.3. Mevcut Binalarda Göçmenin Önlenmesi Performans Düzeyi 44
3.7.4. Göçme Durumu 44
4. BULGULAR 45
4.1. A, B, C, D, E ve F Binası Modellerinde Hesaplanmış Bazı Doğrusal Deprem Etkilerinin ETABS Programıyla Bulunan Sonuçlarla Karşılaştırılması 45
4.1.1. A Binası modeline ait karşılaştırmalar 45
4.1.2. B Binası modeline ait karşılaştırmalar 50
4.1.3. C Binası modeline ait karşılaştırmalar 56
4.1.4. D Binası modeline ait karşılaştırmalar 61
4.1.5. E Binası modeline ait karşılaştırmalar 66
4.1.6. F Binası modeline ait karşılaştırmalar 71
4.2. A,B,C,D,E ve F Mevcut Bina Modellerinin Doğrusal Olmayan Sabit Tek Modlu İtme Yöntemine Göre Performanslarının ETABS programı ile belirlenmesi. 77
4.2.1. P0DUSEY düşey yükleme durumu 77
4.2.2. PUSHX yatay yükleme durumu 78
4.2.3. PUSHY yatay yükleme durumu 79
4.2.4. A binası modelinin nonlineer sabit tek modlu itme analizi sonuçları 79
4.2.5. B binası modelinin nonlineer sabit tek modlu itme analizi sonuçları 82
4.2.6. C binası modelinin nonlineer sabit tek modlu itme analizi sonuçları 84
4.2.7. D binası modelinin nonlineer sabit tek modlu itme analizi sonuçları 86
4.2.8. E binası modelinin nonlineer sabit tek modlu itme analizi sonuçları 89
4.2.9. F binası modelinin nonlineer sabit tek modlu itme analizi sonuçları 91
4.3. Binaların Deprem Performans Seviyelerinin Belirlenmesi 94
4.3.1. A binası modelinin deprem performans seviyesinin belirlenmesi 94
4.3.2. B binası modelinin deprem performans seviyesinin belirlenmesi 96
4.3.3. C binası modelinin deprem performans seviyesinin belirlenmesi 99
4.3.4. D binası modelinin deprem performans seviyesinin belirlenmesi 101
4.3.5. E binası modelinin deprem performans seviyesinin belirlenmesi 104
4.3.6. F binası modelinin deprem performans seviyesinin belirlenmesi 106
5. TARTIŞMA 109

6. SONUÇLAR 120
7. KAYNAKLAR 125
ÖZGEÇMİŞ

AKADEMİK BEYAN

Yüksek Lisans Tezi olarak sunduğum “Statik Betonarme Projeleri Ulusal Yapı Analiz Programları ile Yapılan Dolgulu Dişli Döşemeli Yapıların Etabs Programı ile İncelenmesi” adlı bu çalışmanın, akademik kurallar ve etik değerlere uygun olarak yazıldığını belirtir, bu tez çalışmasında bana ait olmayan tüm bilgilerin kaynağını gösterdiğimi beyan ederim.

24/07/2020

Coşkun ÖZDEN

SİMGELER VE KISALTMALAR

Simgeler

$A(T)$: Spektral ivme katsayısı

A_0 : Etkin yer ivmesi katsayısı

β_{II} : İlgili doğrultuda (X,Y) ikinci mertebe büyütme katsayısı

β_{mn} : m'inci ve n'inci doğal titreşim periyotların oranı

β_{tE} : İlgili doğrultuda (X,Y) eşdeğer taban kesme kuvveti büyütme katsayısı

b_w : Kiriş genişliği

C_h : İkinci mertebe hesabında kullanılan ampirik katsayı

cm : Santimetre

C_R : Spektral yerdeğiştirme oranı

C_t : Amprik doğal titreşim periyodu hesabında kullanılan katsayı

D : Dayanım fazlalığı katsayısı

d : Betonarme kiriş faydalı yüksekliği

d_{fi} : İlgili doğrultudaki (X,Y) binanin hakim doğal titreşim periyodunun hesabında i'inci kataetki ettirilen fiktif yükten oluşan yerdeğiştirme

d_i : İlgili doğrultuda (X,Y) i'inci kattaki yerdeğiştirme

d_{i-1} : İlgili doğrultuda (X,Y) i-1'inci kattaki yerdeğiştirme

$E_d^{(X)}$: X doğrultusundaki deprem etkisi altında tasarıma esas deprem etkisi

$E_d^{(Y)}$: Y doğrultusundaki deprem etkisi altında tasarıma esas deprem etkisi

$E_d^{(Z)}$: Z doğrultusundaki deprem etkisi altında tasarıma esas deprem etkisi

f_e : Taşıyıcı system için hesaplanan doğrusal dayanım talebi

F_{fi} : İlgili deprem doğrultusundaki (X,Y) binanın hakim doğal titreşim periyodunun hesabında i'inci kata etki ettirilen fiktif yük

F_{iE} : İlgili deprem doğrultusunda (X,Y) i'inci kat kütle merkezine etkiyen eşdeğer deprem yükü

F_{xin} : i'inci katta x doğrultusunda n'inci doğal titreşim mod şekli genliği

f_y : Taşıyıcı system akma dayanımı

g : Yerçekimi ivmesi

G_i : Binanın i'inci katındaki ölü yük

h_i : Binanın i'inci katının kat yüksekliği

H_N : Bina toplam yüksekliği

I : Bina önem katsayısı

kN : Kilo Newton

L_p : Plastik mafsal boyu

L_s : Kesme açıklığı

m : Metre

$\mu_{(Ry,T1)}$: Akma dayanımı azaltma katsayısı ve birinci doğal titreşim periyoduna bağlı hesaplanmış süneklik talebi

m^2 : Metrekare

$M_{2,3}$: Kolon 2 ve 3 doğrultusu dizayn momentleri

m_i : i'inci katın kütlesi

m_t : i'inci katın toplam kütlesi

mm : Milimetre

m_t : Binanın bodrum katları üstündeki üst bölümün toplam kütlesi

$m_{txn}^{(X)}$: (X) deprem doğrultusu için binanın x ekseni doğrultusunda n'inci titreşim moduna ait taban kesme kuvveti modal etki kütlesi

n : Hareketli yük katılım katsayısı

N : Binanın bodrum katları üstündeki kat sayısı

P : Kolon dizayn eksenel yükü

Q_i : Binanın i'inci katındaki toplam hareketli yük

R : Taşıyıcı sistem davranış katsayısı

$R_{a(T1)}$: Deprem yükü azaltma katsayısı

r_{mn} : Tam karesel birleştirme kuralında m ve n'inci titreşim modlarına ait çapraz koralasyon katsayısı

$R_y(\mu_k,T)$: Öngörülen süneklik kapasitesi ve periyoda bağlı akma dayanımı azaltma katsayısı

S(T) : Spektrum katsayısı

S_1 : 1.0 saniye periyot için harita spektral ivme katsayısı

$S_{ae}(T)$: Yatay elastik tasarım spektral ivme

$S_{aeD}(T)$: Düşey elastik tasarım spektral ivmesi

$S_{aR}(T)$: Azaltılmış tasarım spektral ivmesi

S_{D1} : 1.0 saniye periyot için tasarım spektral ivme katsayısı

$S_{de}(T)$: Yatay elastik tasarım spektral yerdeğiştirmesi

S_{DS} : Kısa periyot tasarım spektral ivme katsayısı

S_S : Kısa periyot harita spektral ivme katsayısı

T_1 : 1. doğal titreşim periyodu

T_A, T_B : Spektrum karakteristik periyotları (TDY 2007)

T_A, T_B : Yatay elastik tasarım ivme spektrumu köşe periyodu (TBDY 2018)

T_{AD}, T_{BD} : Düşey elastik tasarım ivme spektrumu köşe periyotları

T_L :Yatay elastik tasarım spektrumunda sabit yerdeğiştirme bölgesine geçiş periyodu

T_{LD} : Düşey elastik tasarım spektrumunda sabit yerdeğiştirme bölgesine geçiş periyodu

$T_{m,n}$: m ve n'inci titreşim moduna ait modal sönüm oranı

T_n : n'inci moda ait doğal titreşim periyodu

T_P : Binanın hakim doğal titreşim periyodu

$U_{x,y,z}$: X ve Y doğrultusu ötelenme Z doğrultusu dönme miktarı

V_e : Deprem etkisinde oluşan kesme kuvveti

V_i : İlgili deprem doğrultusunda (X,Y) i'inci kattaki azaltılmış kat kesme kuvveti

V_{tBx} : Mod birleştirme yöntemi ile hesaplanan X doğrultusundaki taban kesme kuvveti

V_{tBy} : Mod birleştirme yöntemi ile hesaplanan X doğrultusundaki taban kesme kuvveti

V_{tx} : Eşdeğer deprem yükü yöntemi ile hesaplanan X doğrultusundaki taban kesme kuvveti

V_{ty} : Eşdeğer deprem yükü yöntemi ile hesaplanan Y doğrultusundaki taban kesme kuvveti

W : Binanın hareketli yük katılım katsayısı kullanılarak bulunan deprem hesabına esas bina ağırlığı

W_i : Binanın i'inci kattaki hareketli yük katılım katsayısı kullanılarak bulunan deprem hesabına esas bina ağırlığı

w_k : k'ıncı kata etkiyen toplam ağırlık

w_n : n'inci doğal titreşim moduna ait doğal titreşim açısal frekansı

$z_{m,n}$: m ve n'inci modlara ait sönüm oranı

γ_E : Eşdeğer taban kesme kuvveti büyütme katsayısının belirlenmesinde kullanılan amprik katsayı

$\Gamma_n^{(X)}$: (X) deprem doğrultusunda n'inci titreşim modunaait modal katkı çarpanı

δ_i : İlgili doğrultuda (X,Y) için, binanın i'inci katındaki kolon ve perdeler için etkin göreli kat ötelemesi

δ_{imax} : İlgili doğrultuda (X,Y) için, binanın i'inci katındaki etkin göreli kat ötelemelerinin kat içindeki en büyük değeri

$\theta_{II,i}$: İlgili deprem doğrultusunda (X,Y) her bir i'inci kat için tanımlanan ikinci mertebe gösterge değeri

$\theta_{II,max}$: İlgili deprem doğrultusunda (X,Y) tanımlanan ikinci mertebe gösterge değeri

κ : İzin verilen göreli kat ötelemelerinin tanımında betonarme ve çelik taşıyıcı sistemler için farklı olarak kullanılan katsayı

λ : Göreli kat ötelemesinin sınırlandırılmasında kullanılan amprik katsayı

ΔF_N : İlgili deprem doğrultusundaki (X,Y) binanın N'inci katındaki ek eşdeğer tepe kuvveti

Δ_i : İlgili doğrultuda (X,Y) herhangi bir kolon veya perde için, ardışık iki kat arasındaki yerdeğiştirme farkını ifade eden azaltılmış göreli kat ötelemesi

Δ_{imax} : İlgili doğrultuda (X,Y) herhangi bir kolon veya perde için, ardışık iki kat arasındaki maksimum yerdeğiştirme farkını ifade eden azaltılmış göreli kat ötelemesi

Δ_{iort} : İlgili doğrultuda (X,Y) herhangi bir kolon veya perde için, ardışık iki kat arasındaki ortalama yerdeğiştirme farkını ifade eden azaltılmış göreli kat ötelemesi

Kısaltmalar

A/P : Ada / Parsel

ACI : American Concrete Institute

BHB : Belirgin Hasar Bölgesi

BIM : Building Information System

BKS : Bina Kullanım Sınıfı

BYS : Bina Yükseklik Sınıfı

CSI : Computers and Structures, Inc.

D.B. : Deprem Bölgesi

DD-1 : 50 yılda aşılma olasılığı %2 (tekrarlanma periyodu 2475 yıl) olan deprem yer hareketi düzeyi

DD-2 : 50 yılda aşılma olasılığı %10 (tekrarlanma periyodu 475 yıl) olan deprem yer hareketi düzeyi

DD-3 : 50 yılda aşılma olasılığı %50 (tekrarlanma periyodu 72 yıl) olan deprem yer hareketi düzeyi

DD-4 : 50 yılda aşılma olasılığı %68 (tekrarlanma periyodu 43 yıl) olan deprem yer hareketi düzeyi

EDY : Eşdeğer Deprem Yükü

GB : Göçme Bölgesi

GÖ : Göçmenin Önlenmesi Performans Düzeyi

ISO : International Organization for Standardization

İHB : İleri Hasar Bölgesi

İYBDY : İstanbul Yüksek Binalar Deprem Yönetmeliği

K.A. : Kullanım Amacı

K.S. : Kat Sayısı

KH : Kontrollü Hasar Performans Düzeyi

KK : Kesintisiz kullanım Performans Düzeyi

KTKK (SRSS) : Karelerin Toplamının Karekökü

MDY : Mod Birleştirme Yöntemi

P0 DUSEY X-Y : X-Y Doğrultusu Başlangıç Nonlineer Yatay Statik İtme Analizi Yükleme Durumu

PUSHX-Y : X-Y Doğrultusu Nonlineer Yatay Statik İtme Analizi Yükleme Durumu

SH : Sınırlı Hasar Performans Düzeyi

SHB	: Sınırlı Hasar Bölgesi
SumUx	: X Ötelenme Doğrultusu Kütle Katılım Oranı
SumUy	: Y Ötelenme Doğrultusu Kütle Katılım Oranı
SumUz	: Z Burulma Doğrultusu Kütle Katılım Oranı
TBDY	: Türk Bina Deprem Yönetmeliği
TDY	: Türk Deprem Yönetmeliği
TKB (CQC)	:Tam Karesel Birleştirme
TS	: Türk Standardı
YM	: Yeterli Titreşim Modu Sayısı

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 3.1. A binası 3 boyutlu modeli……...17

Şekil 3.2. A binası düşey taşıyıcı sistem planı……17

Şekil 3.3. A binası normal kat döşeme planı……...18

Şekil 3.4. A binası 3 boyutlu sonlu elemanlar modeli.....18

Şekil 3.5. B binası 3 boyutlu modeli.....19

Şekil 3.6. B binası düşey taşıyıcı sistem planı…..……..19

Şekil 3.7. B binası normal kat döşeme planı……...19

Şekil 3.8. B binası 3 boyutlu sonlu elemanlar modeli ……20

Şekil 3.9. C binası 3 boyutlu modeli ……..20

Şekil 3.10. C binası düşey taşıyıcı sistem planı ……21

Şekil 3.11. C binası bodrum kat planı……21

Şekil 3.12. C binası zemin kat planı ……...21

Şekil 3.13. C binası 1. kat planı ……..22

Şekil 3.14. C binası 3 boyutlu sonlu elemanlar modeli ……..22

Şekil 3.15. D binası 3 boyutlu modeli …….....23

Şekil 3.16. D binası düşey taşıyıcı sistem planı ……23

Şekil 3.17. D binası bodrum kat döşeme planı……23

Şekil 3.18. D binası zemin kat döşeme planı……..23

Şekil 3.19. D binası 1. Kat döşeme planı……...24

Şekil 3.20. D binası 2. Kat döşeme planı……...24

Şekil 3.21. D binası 3 boyutlu sonlu elemanlar modeli ……..24

Şekil 3.22. E binası 3 boyutlu modeli ……25

Şekil 3.23. E binası düşey taşıyıcı sistem planı……...25

Şekil 3.24. E binası bodrum kat döşeme planı……25

Şekil 3.25. E binası normal kat döşeme planı……25

Şekil 3.26. E binası 3 boyutlu sonlu elemanlar modeli ……..26

Şekil 3.27. F binası 3 boyutlu modeli 26

Şekil 3.28. F binası düşey taşıyıcı sistem planı 26

Şekil 3.29. F binası normal kat döşeme planı……..27

Şekil 3.30. F binası 3 boyutlu sonlu elemanlar modeli……...27

Şekil 3.31. Dişli döşeme tip kesiti gösterimi……...28

Şekil 3.32. F_{fi} Fiktif birim yükün gösterimi……28

Şekil 3.33. TDY (2007) İki yükleme durumu için hesap yöntemi……..33

Şekil 3.34. TBDY (2018) İki yükleme durumu için hesap yöntemi……...34

Şekil 3.35. TBDY (2018)'de Kesit Hasar Sınırları ve Hasar Bölgeleri……..36

Şekil 3.36. (a) Taban Kesme Kuvveti-Tepe Yerdeğiştirme Grafiği
(b) Modal Sözde İvme-Modal Yerdeğiştirme Grafiği…….39

Şekil 3.37. Modal Kapasite Grafiği ve Doğrusal Deprem Spektrumu……41

Şekil 3.38. Modal Kapasite Grafiği ve Doğrusal Deprem Spektrumu……41

Şekil 3.39. Modal Kapasite Grafiği ve Doğrusal Deprem Spektrumu……42

Şekil 4.1. İdeCAD Statik ve ETABS program çözümlerine ait ilk 12 mod periyod değerleri……...45

Şekil 4.2. İdeCAD Statik ve ETABS program çözümlerine ait ilk 15 mod x doğrultusu (UX) ötelenme kütle katılım oranı yüzdesi değerleri……..46

Şekil 4.3. İdeCAD Statik ve ETABS program çözümlerine ait ilk 15 mod y doğrultusu (UY) ötelenme kütle katılım oranı yüzdesi değerleri……..46

Şekil 4.4. İdeCAD Statik ve ETABS program çözümlerine ait ilk 15 mod z doğrultusu (UZ) dönme kütle katılım oranı yüzdesi değerleri……..46

Şekil 4.5. İdeCAD Statik ve ETABS programlarına ait x doğrultusundaki taban kesme kuvveti değerleri……..47

Şekil 4.6. İdeCAD Statik ve ETABS programlarına ait y doğrultusundaki taban kesme kuvveti değerleri……..47

Şekil 4.7. İdeCAD Statik ve ETABS programlarında x doğrultusunda katlara gelen deprem kuvveti değerleri…….48

Şekil 4.8. İdeCAD Statik ve ETABS programlarında y doğrultusunda katlara gelen deprem kuvveti değerleri…….48

Şekil 4.9. İdeCAD Statik ve ETABS program analiz sonuçlarından hesaplanmış x doğrultusundaki en büyük etkin göreli kat ötelemesi değerleri……...49

Şekil 4.10. İdeCAD Statik ve ETABS program analiz sonuçlarında hesaplanmış y doğrultusundaki en büyük etkin göreli kat ötelemesi değerleri……...49

Şekil 4.11. İdeCAD Statik ve ETABS program analiz sonuçlarından hesaplanmış x doğrultusundaki en büyük ikinci mertebe gösterge (θ_i) değerleri……...50

Şekil 4.12. İdeCAD Statik ve ETABS program analiz sonuçlarından hesaplanmış y doğrultusundaki en büyük ikinci mertebe gösterge (θ_i) değerleri……...50

Şekil 4.13. İdeCAD Statik ve ETABS program çözümlerine ait ilk 12 mod periyod değerleri……...51

Şekil 4.14. İdeCAD Statik ve ETABS program çözümlerine ait ilk 15 mod x doğrultusu (UX) ötelenme kütle katılım oranı yüzdesi değerleri……..51

Şekil 4.15. İdeCAD Statik ve ETABS program çözümlerine ait ilk 15 mod y doğrultusu (UY) ötelenme kütle katılım oranı yüzdesi değerleri……..52

Şekil 4.16. İdeCAD Statik ve ETABS program çözümlerine ait ilk 15 mod z doğrultusu (UZ) dönme kütle katılım oranı yüzdesi değerleri……..52

Şekil 4.17. İdeCAD Statik ve ETABS programlarına ait x doğrultusundaki taban kesme kuvveti değerleri……..53

Şekil 4.18. İdeCAD Statik ve ETABS programlarına ait y doğrultusundaki taban kesme kuvveti değerleri……..53

Şekil 4.19. İdeCAD Statik ve ETABS programlarında x doğrultusunda katlara gelen deprem kuvveti değerleri…….54

Şekil 4.20. İdeCAD Statik ve ETABS programlarında y doğrultusunda katlara gelen deprem kuvveti değerleri…….54

Şekil 4.21. İdeCAD Statik ve ETABS program analiz sonuçlarından hesaplanmış x doğrultusundaki en büyük etkin göreli kat ötelemesi değerleri……...55

Şekil 4.22. İdeCAD Statik ve ETABS program analiz sonuçlarında hesaplanmış y doğrultusundaki en büyük etkin göreli kat ötelemesi değerleri……...55

Şekil 4.23. İdeCAD Statik ve ETABS program analiz sonuçlarından hesaplanmış x doğrultusundaki en büyük ikinci mertebe gösterge (θi) değerleri……...56

Şekil 4.24. İdeCAD Statik ve ETABS program analiz sonuçlarından hesaplanmış y doğrultusundaki en büyük ikinci mertebe gösterge (θ_i) değerleri……...56

Şekil 4.25. Sta4CAD ve ETABS program çözümlerine ait ilk 12 mod periyod değerleri……...57

Şekil 4.26. Sta4CAD ve ETABS program çözümlerine ait ilk 15 mod x doğrultusu (UX) ötelenme kütle katılım oranı yüzdesi değerleri……57

Şekil 4.27. Sta4CAD ve ETABS program çözümlerine ait ilk 15 mod y doğrultusu (UY) ötelenme kütle katılım oranı yüzdesi değerleri……57

Şekil 4.28. Sta4CAD ve ETABS program çözümlerine ait ilk 15 mod z doğrultusu (UZ) dönme kütle katılım oranı yüzdesi değerleri……...58

Şekil 4.29. Sta4CAD ve ETABS programlarına ait x doğrultusundaki taban kesme kuvveti değerleri……..58

Şekil 4.30. Sta4CAD ve ETABS programlarına ait y doğrultusundaki taban kesme kuvveti değerleri……..58

Şekil 4.31. Sta4CAD ve ETABS programlarında x doğrultusunda katlara gelen deprem kuvveti değerleri……..59

Şekil 4.32. Sta4CAD ve ETABS programlarında y doğrultusunda katlara gelen deprem kuvveti değerleri……..59

Şekil 4.33. Sta4CAD ve ETABS program analiz sonuçlarından hesaplanmış x doğrultusundaki en büyük etkin göreli kat ötelemesi değerleri……...60

Şekil 4.34. Sta4CAD ve ETABS program analiz sonuçlarında hesaplanmış y doğrultusundaki en büyük etkin göreli kat ötelemesi değerleri……...60

Şekil 4.35. Sta4CAD ve ETABS program analiz sonuçlarından hesaplanmış x doğrultusundaki en büyük ikinci mertebe gösterge (θi) değerleri……...61

Şekil 4.36. Sta4CAD ve ETABS program analiz sonuçlarından hesaplanmış y doğrultusundaki en büyük ikinci mertebe gösterge (θ_i) değerleri……...61

Şekil 4.37. Sta4CAD ve ETABS program çözümlerine ait ilk 12 mod periyod değerleri…….....62

Şekil 4.38. Sta4CAD ve ETABS program çözümlerine ait ilk 15 mod x doğrultusu (UX) ötelenme kütle katılım oranı yüzdesi değerleri……62

Şekil 4.39. Sta4CAD ve ETABS program çözümlerine ait ilk 15 mod y doğrultusu (UY) ötelenme kütle katılım oranı yüzdesi değerleri……62

Şekil 4.40. Sta4CAD ve ETABS program çözümlerine ait ilk 15 mod z doğrultusu (UZ) dönme kütle katılım oranı yüzdesi değerleri……...63

Şekil 4.41. Sta4CAD ve ETABS programlarına ait x doğrultusundaki taban kesme kuvveti değerleri……..63

Şekil 4.42. Sta4CAD ve ETABS programlarına ait y doğrultusundaki taban kesme kuvveti değerleri……..63

Şekil 4.43. Sta4CAD ve ETABS programlarında x doğrultusunda katlara gelen deprem kuvveti değerleri.....64

Şekil 4.44. Sta4CAD ve ETABS programlarında y doğrultusunda katlara gelen deprem kuvveti değerleri……..64

Şekil 4.45. Sta4CAD ve ETABS program analiz sonuçlarından hesaplanmış x doğrultusundaki en büyük etkin göreli kat ötelemesi değerleri……...65

Şekil 4.46. Sta4CAD ve ETABS program analiz sonuçlarında hesaplanmış y doğrultusundaki en büyük etkin göreli kat ötelemesi değerleri……...65

Şekil 4.47. Sta4CAD ve ETABS program analiz sonuçlarından hesaplanmış x doğrultusundaki en büyük ikinci mertebe gösterge (θi) değerleri……...66

Şekil 4.48. Sta4CAD ve ETABS program analiz sonuçlarından hesaplanmış y doğrultusundaki en büyük ikinci mertebe gösterge (θ_i) değerleri……...66

Şekil 4.49. ProtaStructure ve ETABS program çözümlerine ait ilk 9 mod periyod değerleri……...67

Şekil 4.50. ProtaStructure ve ETABS program çözümlerine ait ilk 9 mod x doğrultusu (UX) ötelenme kütle katılım oranı yüzdesi değerleri……..67

Şekil 4.51. ProtaStructure ve ETABS program çözümlerine ait ilk 9 mod y doğrultusu (UY) ötelenme kütle katılım oranı yüzdesi değerleri……..67

Şekil 4.52. ProtaStructure ve ETABS program çözümlerine ait ilk 9 mod z doğrultusu (UZ) dönme kütle katılım oranı yüzdesi değerleri……..68

Şekil 4.53. ProtaStructure ve ETABS programlarına ait x doğrultusundaki taban kesme kuvveti değerleri……..68

Şekil 4.54. ProtaStructure ve ETABS programlarına ait y doğrultusundaki taban kesme kuvveti değerleri……..68

Şekil 4.55. ProtaStructure ve ETABS programlarında x doğrultusunda katlara gelen deprem kuvveti değerleri…….69

Şekil 4.56. ProtaStructure ve ETABS programlarında y doğrultusunda katlara gelen deprem kuvveti değerleri…….69

Şekil 4.57. ProtaStructure ve ETABS program analiz sonuçlarından hesaplanmış x doğrultusundaki en büyük etkin göreli kat ötelemesi değerleri……...70

Şekil 4.58. ProtaStructure ve ETABS program analiz sonuçlarında hesaplanmış y doğrultusundaki en büyük etkin göreli kat ötelemesi değerleri……...70

Şekil 4.59. ProtaStructure ve ETABS program analiz sonuçlarından hesaplanmış x doğrultusundaki en büyük ikinci mertebe gösterge (θ_i) değerleri……...71

Şekil 4.60. ProtaStructure ve ETABS program analiz sonuçlarından hesaplanmış y doğrultusundaki en büyük ikinci mertebe gösterge (θ_i) değerleri……...71

Şekil 4.61. ProtaStructure ve ETABS program çözümlerine ait ilk 12 mod periyod değerleri……...72

Şekil 4.62. ProtaStructure ve ETABS program çözümlerine ait ilk 15 mod x doğrultusu (UX) ötelenme kütle katılım oranı yüzdesi değerleri……..72

Şekil 4.63. ProtaStructure ve ETABS program çözümlerine ait ilk 15 mod y doğrultusu (UY) ötelenme kütle katılım oranı yüzdesi değerleri……..72

Şekil 4.64. ProtaStructure ve ETABS program çözümlerine ait ilk 15 mod z doğrultusu (UZ) dönme kütle katılım oranı yüzdesi değerleri……..73

Şekil 4.65. ProtaStructure ve ETABS programlarına ait x doğrultusundaki taban kesme kuvveti değerleri……..73

Şekil 4.66. ProtaStructure ve ETABS programlarına ait y doğrultusundaki taban kesme kuvveti değerleri……..73

Şekil 4.67. ProtaStructure ve ETABS programlarında x doğrultusunda katlara gelen deprem kuvveti değerleri…….74

Şekil 4.68. ProtaStructure ve ETABS programlarında y doğrultusunda katlara gelen deprem kuvveti değerleri…….74

Şekil 4.69. ProtaStructure ve ETABS program analiz sonuçlarından hesaplanmış x doğrultusundaki en büyük etkin göreli kat ötelemesi değerleri……...75

Şekil 4.70. ProtaStructure ve ETABS program analiz sonuçlarında hesaplanmış y doğrultusundaki en büyük etkin göreli kat ötelemesi değerleri……...75

Şekil 4.71. ProtaStructure ve ETABS program analiz sonuçlarından hesaplanmış x doğrultusundaki en büyük ikinci mertebe gösterge (θ_i) değerleri……...76

Şekil 4.72. ProtaStructure ve ETABS program analiz sonuçlarından hesaplanmış y doğrultusundaki en büyük ikinci mertebe gösterge (θ_i) değerleri……...76

Şekil 4.73. P0DUSEY Yükleme Durumunun ETABS'da Tanımlanması……...78

Şekil 4.74. PUSHX Yükleme Durumunun ETABS'da Tanımlanması……...78

Şekil 4.75. PUSHY Yükleme Durumunun ETABS'da Tanımlanması……...79

Şekil 4.76. A Binası Modelinin Taban Kesme Kuvveti-Tepe Yerdeğiştirme Grafiği (X)……80

Şekil 4.77. A Binası Modelinin Taban Kesme Kuvveti-Tepe Yerdeğiştirme Grafiği (Y)……80

Şekil 4.78. A Binası Modelinin Modal İvme-Modal Yerdeğiştirme Grafiği (X)……80

Şekil 4.79. A Binası Modelinin Modal İvme-Modal Yerdeğiştirme Grafiği (Y)……81

Şekil 4.80. A Binası Modelinde X Yönünde Oluşan Plastik Mafsallar……..81

Şekil 4.81. A Binası Modelinde Y Yönünde Oluşan Plastik Mafsallar……..81

Şekil 4.82. B Binası Modelinin Taban Kesme Kuvveti-Tepe Yerdeğiştirme Grafiği (X)……82

Şekil 4.83. B Binası Modelinin Taban Kesme Kuvveti-Tepe Yerdeğiştirme Grafiği (Y)……82

Şekil 4.84. B Binası Modelinin Modal İvme-Modal Yerdeğiştirme Grafiği (X)……83

Şekil 4.85. B Binası Modelinin Modal İvme-Modal Yerdeğiştirme Grafiği (Y)……83

Şekil 4.86. B Binası Modelinde X Yönünde Oluşan Plastik Mafsallar……..83

Şekil 4.87. B Binası Modelinde Y Yönünde Oluşan Plastik Mafsallar……..84

Şekil 4.88. C Binası Modelinin Taban Kesme Kuvveti-Tepe Yerdeğiştirme Grafiği (X).....84

Şekil 4.89. C Binası Modelinin Taban Kesme Kuvveti-Tepe Yerdeğiştirme Grafiği (Y).....85

Şekil 4.90. C Binası Modeli Modal İvme-Modal Yerdeğiştirme Grafiği (X)…….....85

Şekil 4.91. C Binası Modeli Modal İvme-Modal Yerdeğiştirme Grafiği (Y)…….85

Şekil 4.92. C Binası Modelinde X Yönünde Oluşan Plastik Mafsallar……..86

Şekil 4.93. C Binası Modelinde Y Yönünde Oluşan Plastik Mafsallar……..86

Şekil 4.94. D Binası Modelinin Taban Kesme Kuvveti-Tepe Yerdeğiştirme Grafiği (X)……87

Şekil 4.95. D Binası Modelinin Taban Kesme Kuvveti-Tepe Yerdeğiştirme Grafiği (Y)……87

Şekil 4.96. D Binası Modelinin Modal İvme-Modal Yerdeğiştirme Grafiği (X)……87

Şekil 4.97. D Binası Modelinin Modal İvme-Modal Yerdeğiştirme Grafiği (Y)……88

Şekil 4.98. D Binası Modelinde X Yönünde Oluşan Plastik Mafsallar……..88

Şekil 4.99. D Binası Modelinde Y Yönünde Oluşan Plastik Mafsallar……..88

Şekil 4.100. E Binası Modelinin Taban Kesme Kuvveti-Tepe Yerdeğiştirme Grafiği (X)……89

Şekil 4.101. E Binası Modelinin Taban Kesme Kuvveti-Tepe Yerdeğiştirme Grafiği (Y)……89

Şekil 4.102. E Binası Modelinin Modal İvme-Modal Yerdeğiştirme Grafiği (X)……..90

Şekil 4.103. E Binası Modelinin Modal İvme-Modal Yerdeğiştirme Grafiği (Y)……..90

Şekil 4.104. E Binası Modelinde X Yönünde Oluşan Plastik Mafsallar…….90

Şekil 4.105. E Binası Modelinde Y Yönünde Oluşan Plastik Mafsallar…….91

Şekil 4.106. F Binası Modelinin Taban Kesme Kuvveti-Tepe Yerdeğiştirme Grafiği (X)……92

Şekil 4.107. F Binası Modelinin Taban Kesme Kuvveti-Tepe Yerdeğiştirme Grafiği (Y)……92

Şekil 4.108. F Binası Modelinin Modal İvme-Modal Yerdeğiştirme Grafiği (X)……..92

Şekil 4.109. F Binası Modelinin Modal İvme-Modal Yerdeğiştirme Grafiği (Y)……..92

Şekil 4.110. F Binası Modelinde X Yönünde Oluşan Plastik Mafsallar…….93

Şekil 4.111. F Binası Modelinde Y Yönünde Oluşan Plastik Mafsallar…….93

Şekil 4.112. A Binası Modelinin Plastik Mafsal Deprem Performans Seviyesi (X)…...94

Şekil 4.113. A Binası Modelinin Plastik Mafsal Deprem Performans Seviyesi (Y) …..95

Şekil 4.114. B Binası Modelinin Plastik Mafsal Deprem Performans Seviyesi (X)…...97

Şekil 4.115. B Binası Modelinin Plastik Mafsal Deprem Performans Seviyesi (Y)…...98

Şekil 4.116. C Binası Modelinin Plastik Mafsal Deprem Performans Seviyesi (X)…...99

Şekil 4.117. C Binası Modelinin Plastik Mafsal Deprem Performans Seviyesi (Y)….100

Şekil 4.118. D Binası Modelinin Plastik Mafsal Deprem Performans Seviyesi (X)….102

Şekil 4.119. D Binası Modelinin Plastik Mafsal Deprem Performans Seviyesi (Y)….103

Şekil 4.120. E Binası Modelinin Plastik Mafsal Deprem Performans Seviyesi (X)….104

Şekil 4.121. E Binası Modelinin Plastik Mafsal Deprem Performans Seviyesi (Y)….105

Şekil 4.122. F Binası Modelinin Plastik Mafsal Deprem Performans Seviyesi (X)….107

Şekil 4.123. F Binası Modelinin Plastik Mafsal Deprem Performans Seviyesi (Y)….108

ÇİZELGELER DİZİNİ

Çizelge 3.1. Seçilen Tasarım Modellerine Ait TDY (2007) Tasarım Parametreleri…...13

Çizelge 3.2. Seçilen Tasarım Modellerine Ait TBDY (2018) Tasarım Parametreleri…13

Çizelge 3.3. Tasarımda Kullanılan Yük Kombinasyonları…….14

Çizelge 3.4. Mevcut Binaların Deprem Performans Hedefleri……...43

Çizelge 3.5. Deprem Tasarım Sınıfları……43

Çizelge 4.1. A Binası Modelinin Deprem Performans Seviyesi (X)……...95

Çizelge 4.2. A Binası Modelinin Deprem Performans Seviyesi (Y)……...96

Çizelge 4.3. B Binası Modelinin Kolon Deprem Performans Seviyesi (X)……97

Çizelge 4.4. B Binası Modelinin Kolon Deprem Performans Seviyesi (Y)……98

Çizelge 4.5. C Binası Modelinin Deprem Performans Seviyesi (X)…….100

Çizelge 4.6. C Binası Modelinin Deprem Performans Seviyesi (Y)…….101

Çizelge 4.7. D Binası Modelinin Deprem Performans Seviyesi (X)…….102

Çizelge 4.8. D Binası Modelinin Deprem Performans Seviyesi (Y)…….103

Çizelge 4.9. E Binası Modelinin Kolon Deprem Performans Seviyesi (X)……..105

Çizelge 4.10. E Binası Modelinin Kolon Deprem Performans Seviyesi (Y)……106

Çizelge 4.11. F Binası Modelinin Deprem Performans Seviyesi (X)……...107

Çizelge 4.12. F Binası Modelinin Deprem Performans Seviyesi (Y).....108

1. GİRİŞ

Ülkemizde betonarme yapıların analiz ve tasarımında genel olarak kullanımı kolay olması nedeniyle analiz, tasarım ve çizim özellikleri bulunan ulusal programlar (Sta4Cad, İdeCAD Statik ve ProtaStructure) kullanılmaktadır. Ancak, bu tür programlardaki kullanım kolaylığının, yapılan projeler incelendiğinde kullanıcı mühendisin insiyatif kullanma ve analitik düşünme yeteneğini artırma becerisini sınırladığı açık bir biçimde görülmektedir. Burada ulusal programlara ancak genellikle girdi ve çıktı safhasında müdahale imkanı vardır. ETABS programı ise uluslararası kabul görmüş bir program olması nedeniyle bu gibi eksiklik ve aksaklıklara imkan vermeyip, kullanıcı mühendisin istediği veriyi görüp müdahale edebilmesine olanak sunmaktadır. Bu çalışmada Antalya'da daha önce TDY (2007) ve TS500 (2000) esaslarına göre ulusal programlar ile projelendirilip, uygulanan dolgulu dişli döşemeli yapıların, uluslararası ETABS programıyla analizlerinin yapılarak sonuçları karşılaştırılmıştır. Dolgulu dişli döşemeli yapıların deprem davranışlarının olumsuz sicili bilindiğinden, 2007 ve 2018 yılları arasında Antalya ve çevresinde yoğunlukla bu tipte çok katlı yapılar üretilmiş olduğu için örnek modellerin seçimi özellikle bu yıllar arasından yapılmıştır.

1.1. Yapılan Çalışmanın Amacı

Bu tez çalışmasında amaç, ulusal statik analiz, tasarım ve çizim amaçlı yazılımlar (Sta4CAD, İdeCAD Statik ve ProtaStructure) ile TDY (2007) ve TS500 (2000) esaslarına göre tasarımı yapılan ve uygulanan, tek doğrultuda çalışan ortogonal ve nanortogonal çerçeveli dolgulu dişli döşemeli yapıları, uluslararası kabul görmüş ETABS statik analiz ve tasarım programı ile modelleyip TS500, TDY (2007) ve TBDY (2018) esaslarına göre lineer dinamik ve statik bazı etkilere ait sonuçlarını karşılaştırmaktır. ETABS programında TBDY (2018)'e göre mevcut proje donatı ve beton mukavemet parametreleri dikkate alınarak, sabit tek modlu itme sistemi ile doğrusal olmayan performans analizininin yapılarak mevcut yapıların durumu hakkında fikir sahibi olmaktır. Bu doğrultuda Antalya merkez ilçeleri mücavir alanı içerisinde farklı kullanım amacına sahip altı adet yapı seçilerek TDY (2007) ve TBDY (2018) esaslarına göre bazı önemli dinamik ve statik etkilerin karşılaştırılması, mevcut proje verileri referans alınarak TBDY (2018) esaslarına göre performans seviyesinin belirlenmesi amaçlanmıştır.

1.2. Veri Girişi ve Sonuçların Değerlendirilmesine Etki Eden Kabuller

A, B, C, D, E olarak isimlendirilen, ulusal programlar ile analiz tasarım ve çizimi yapılan mevcut yapılar, ETABS programında tekrar modellenmiştir. Elde dilen sonuçların karşılaştırılmasını kolaylaştırmak ve daha anlamlı hale getirmek için bazı değişkenlerde kabuller yapılmıştır. Bazı model değişkenleri mevcut hesap çıktılarından alınabilirken, bazıları için benzeştirebilmek için katsayılar kullanılmıştır. Deprem hesabına esas bina ağırlıkları (W_i) eşitlenmiş olup, katlar aynı katlar arasındaki ölü ve hareketli (G, Q) yük farklılıkları ihmal edilmiştir. Örneğin son katlarda ETABS'da mdel oluştururken gerçekte yığma yapı davranışı gösteren bölümler dikkate alınmış olup, ulusal programlarda mevcut projelerde ara sahanlık ve merdiven plağı ya hiç modellenmemiş ya da kısmen modellenmiştir. ETABS programında modelleme yaparken, yapıların mimari durumuna olabildiğince uyulmaya çalışılmıştır. ETABS

programı ile yapılan analiz sonuçlarına ek olarak, tasarım yapılmamış ancak tasarıma esas TDY (2007) ve TBDY (2018)'e esas yük birleşimleri tanımlanmıştır.

Tez yazımında doğrusal hesap sonuçları değerleri kuvvet birimi Tonf, mesafe birimi mm, ondalık kısmı ayırmak için virgül (,) ve (.) kullanılmış olup, Doğrusal olmayan Sabit Tek modlu itme yöntemini sonuçlarında kuvvet birimi olarak kN, mesafe birimi mm ondalık kısmını ayırmak için nokta (.) kullanılmıştır.

1.3. Kullanılan Programlar Hakkında Genel Bilgiler

1.3.1. Sta4CAD programı

Sta4CAD programı Sta Bilgisayar Mühendislik Müşavirlik Ltd.Şti. tarafından daha çok Türkiyede'ki inşaat mühendisliği proje hizmeti veren firmalar için hazırlanan bir statik programdır. Konut, işhanları (v.b.) gibi ortogonal ve ortogonal olmayan yapılar ve arakatlı, kademeli altyapısı olan yapılar için düzenlenmiştir. Sta4CAD programı 1976'dan günümüze kadar uygulama ile geliştirilerek hazırlanmış, teorik esasları uluslararası bilimsel teorilere dayanan, kullanımı oldukça pratik bir programdır. Yazılımına Fortran IV ile başlanmış, Visual Studio ile geliştirilmiş olup tamamen Windows uyumlu hazırlanmıştır. İlgili firmanın teknik departmanının hazırladığı tanıtım bölümünde Sta4CAD programının çok katlı betonarme yapıların, deprem ve rüzgâr etkilerini dikkate alarak, üç boyutlu statik betonarme hesaplarını ve buna uygun çizimlerini yapmaktadır. Programın statik ve betonarme hesapları, standart ve yönetmelikleri esas alacak şekilde yapmaktadır. Sta4CAD programı kullanıcı kolaylığı sağlaması bakımından ülkemizde sıklıkla kullanılan bir programdır. Şu anda piyasada TBDY (2018)'e uyumlu Sta4CAD V14 versiyonu ile hizmet vermektedir. Bu versiyonda iki analiz modülü bulunmaktadır. Sta4CAD'in yapımcıları çubuk elemanlar sonlu eleman analizi dışında, opsiyonel olarak yapılan tüm yapı elemanlarının (plak, nervür, perde ve temeller) plak sonlu elemanlarla meshlenerek, tüm yapı sonlu elemanlar yöntemi ile çözülebilmektedir. Çubuk sonlu elemanlarda, kat diyaframlarını sonsuz rijit kabulü ile katlara bağlı tüm elemanlar, yatay rijitlikleri, rijitlik merkezine transpoze edilerek rijitlik merkezinin yatay deplasman ve dönmelerine göre denklem takımları kurulabilmekte olduğu söylenmekte ve temellerin winkler veya pasternak zemin modeline göre modellenerek, yapı temel etkileşimi de yapılabilmektedir. Plan aplikasyon olarak girilen yapı bilgileri ile programın otomatik olarak yapısal modelleme yapmakta, eleman rijitliklerini dikkate alarak denge denklemlerini bir defada kurmakta ve çözmekte olduğunu söylemektedirler. Ayrıca yapı statik hesaplarında, yapı-zemin davranışını dikkate alabilmesi sayesinde, zemin çökme ve dönmelerinin rijit üst yapıdaki etkilerini saptayarak gerçek tesirleri bulmaktadır.

Statik çözümlerin üç boyutlu olması nedeniyle, ızgara kirişler veya plandaki geometrisi bozuk kirişleri sonlu elemanlar olarak çözebilmekte ve sonuçlarını tek bir kiriş olarak değerlendirebildiği, aynı katta farklı diyaframların denge denklemlerini ayrı olarak düzenleyebildiği, düşeyde eğik kiriş elemanlarının farklı katlara bağlanması durumunda, diyaframlar arasında rijitliğine bağlı olarak bir yay elemanı gibi çalıştığı, dairesel yay parçası olarak tanımlanan kirişlerin rijitlik matrisi geometrisine uygun olarak hazırlandığı, uç koşul kontrolu ve donatı düzenlemeleri bağlantı uçlarına göre hazırlanmaktadır. Tüm yapının sonlu eleman plak ağları ile yapılması durumunda esnek diyafram olarak çalıştığı, bu çözümde yapısal olarak her türlü betonarme yapıyı

koşulsuz çözebilmektedir. Nokta sayısı, çubuk sonlu elemana göre 20-100 kat arttığı için bilinmeyen sayısı nedeniyle çözüm daha uzun sürmektedir. Plak sonlu eleman hesaplarının, kayma deformasyon etkileri dikkate alınarak 8 noktalı Reissener-Mindlin teorisi ile yapılmaktadır. Program çözümlemelerini, yapıdaki en olumsuz yük kombinasyonlarını dikkate alan 16 adet yükleme tipi ile yapmakta olduğu (7 adet düşey yük kombinasyonu (ölü, hareketli, damalı, bant kombinasyon), 4 adet deprem veya dinamik analiz kombinasyonu X ve Y yönünde, yapı ağırlık merkezinin ±%5 kaçıklığı dikkate alınarak, 2 adet rüzgar kombinasyonu X ve Y yönünde 1 adet ısı etkisi ve 1 adet zemin itkileri) statik olarak yapı tarafından taşınması ile ilgili kombinasyondur. Opsiyonel olarak inşaat aşamaları analizi, taşıyıcı olmayan tuğla duvarların depremin ilk aşamasında yapıda oluşturduğu olumsuz etkilerin hesaplanması gibi ek analiz opsiyonları bulunmaktadır.

Programın ayrıca zaman tanım alanında deprem analizi yapılabildiği, yapı modellemesi, eleman rijitliklerinin bulunması ve döşeme yük dağılımlarının vektörel olması nedeniyle, geometrileri bozuk yapılarda çok büyük hassasiyetle ölçü, yükler ve eleman ilişkisini bulmaktadır. Kirişlerin düzgün, prizmatik, guseli ve değişken kesitli olması veya geniş perdelere oturmasını rijitlik ve yük matrisinde dikkate almaktadır. Kolonlarda dikdörtgen, prizmatik, daire kolonlar ve geometrisi bozuk (poligon) kolonların ayrı ayrı tiplendiği, kolon statik hesap rijitliklerinde, perde kontrolü ve kayma deformasyonları dikkate alınarak rijitlik değerleri düzenlenmektedir. Döşemelerde geometrisi bozuk, çok parçalı dikdörtgenlerden oluşan ve asmolen döşeme tiplerini dikkate almaktadır. Temellerin yapı ile birlikte çözülebildiği gibi, ayrı olarak da hesaplanabilmekte olduğu zemin davranışını dikkate alan sonlu kiriş teorisi (Winkler, pasternek) ile çözülmektedir. Deprem hesapları deprem yönetmeliği TBDY (2018)'e göre eşdeğer deprem yükü yöntemi (EDY) ile yapılabildiği gibi, mod birleştirme yöntemi (MBY) ile de yapılabilmektedir. Dinamik zemin hız spektrumlarının, bölgelere göre program kütüphanesinde mevcut olup, istenirse kullanıcı tarafından değiştirilebilmekte veya yeni spektrum değerleri girilebilmektedir.

Betonarme kesit hesaplarının ACI318, EuroCode 2 ve TS500 (2000)'e uygun olarak, Emniyet Gerilmesi veya Taşıma Gücü yöntemine göre yapılmakta olduğu taşıma gücü hesabı deprem, sehim ve süneklik koşullarına göre değerlendirilmektedir. Programın kolon ve kat burkulmalarını dikkate alarak, kolon moment büyütme faktörü ile betonarme hesabı yapmaktadır.

1.3.2. İdeCAD statik programı

İdeCAD Statik programı İdeYAPI A.Ş. tarafından daha çok Türkiye'deki inşaat mühendisliği proje hizmeti veren firmalar için hazırlanan bir statik programdır. 1988 yılından bu yana mimarlık, inşaat mühendisliği ve çelik yapı endüstrisi için yapı bilgi modellemesi için yazılım teknolojileri üretmektedir. Genel amaçlı bir analiz tasarım ve çizim programı olan ideCAD Statik şu anda piyasada TBDY (2018)'e uyumlu ideCAD Statik V14 versiyonu ile hizmet vermektedir. Program ile katlarda rijit diyafram tanımlanmış veya tanımlanmamış yapılar analiz edilebilmektedir. Malzeme olarak beton, çelik, ahşap gibi istenilen bir malzeme tanımlanabilir. Yüklemeler ve yükleme kombinasyonlarını serbestçe belirleyebilmektedir. Analiz olanakları açısından İdeCAD Statik'in, doğrusal statik, doğrusal olmayan statik, modal, davranış spektrumu, burkulma, zaman tanım alanında analiz gibi çok gelişmiş analiz olanaklarıyla

donatılmaktadır. Taşıyıcı sistem, malzeme ve yükleri BIM adını verdiğimiz (Building Information System) sistem aracılığıyla mimari binalardan data okuyabilen, kendi grafik motoru sayesinde bir başka CAD yazılıma ihtiyaç duymadan çizimlerinizi alabileceğiniz bir yazılım olduğu ifade edilen İdeCAD Statik'in, betonarme sistemlerin tasarımı ve güçlendirmesine yönelik TS500 ve deprem yönetmeliği kontrollerini otomatik yapan ve detay çizimleri üretebilen bir yazılım olduğu söylenmektedir. TBDY (2018)'e ve TS500'e tam olarak uyumlu olan İdeCAD Statik'te gerekli tüm kontrolleri otomatik yapılmaktadır. Karkas yapıya ait çubuklar, levhalar, eleman ve düğüm numaraları, mesnetleme şekilleri ve döşeme ağları, matematik model için otomatik olarak oluşturulmaktadır.

Döşeme hesaplarında entegre sonlu eleman plak modülünün devreye girdiğini, döşeme ağlarının kat planlarından otomatik olarak üretilmektedir. Mesnetleme koşulları, plandaki kirişlerin, döşeme boşluklarının, kolonların ve perdelerin konumları çerçevesinde otomatik olarak algılamaktadır. Plak sonlu eleman modülüyle kirişli ve ters kirişli plakların, nervürlü ve kaset kirişli döşemelerin, mantar ve kirişsiz döşemelerin ve ayrıca elastik zemine oturan plakların statik hesapları yapılabilmektedir. Hesap sonuçlarının BA hesaplarda otomatik kullanılması ve betonarme sonuçlarından çizimlerin otomatik oluşturulması ile de mühendislere pratik çalışma olanağı sağlamaktadır.

İdeCAD Statik'te düşey, yatay, doğrusal, noktasal ve alansal yüklerin gerçek yapı geometrisinden otomatik olarak algılanıp üretilmektedir. Döşemelerden kirişlere aktarılan yükler, sonlu eleman analizi sonucu hesaplanan gerçek yüklerdir. Kiriş üzerindeki duvar yükleri, kapı ve pencere boşlukları dikkate alınarak hesaplandığı gibi, kirişlerin kendi ağırlıklarının da kombinasyonlarda kullanılmak üzere dikkate alındığı, geometriden bağımsız yüklerin kullanıcı tarafından ayrıca tanımlanabilmektedir. Sistemde tanımlanan toprak ve rüzgar yükleri, kombinasyonlarda kullanılmak üzere dikkate alındığı ve seçilen yönetmelik koşullarına göre yükleme kombinasyonları oluşturulduğu böylece sistemin, matematik modeli, yükleri ve yükleme kombinasyonları ile birlikte hesaba hazır hale gelmektedir.

Betonarme hesaplarının otomatik olarak yapılmasına olanak veren İdeCAD Statik, akıllı donatı seçimi algoritması ile mühendislerin işlerini büyük oranda kolaylaştırmaktadır. Tüm yapı elemanlarının donatı çaplarını özelleştirilebilen programda, tablalı veya dikdörtgen kesitli kirişlerin ve iki eksenli eğilme etkisinde dairesel, eliptik, dikdörtgen ve poligon kolonların betonarme hesapları, yönetmelik koşulları dikkate alınarak yapılıp, donatılandırılmaktadır. Her tip merdiven hesabının ve detay çizimlerinin yapılabildiği programda ayrıca kirişli, kirişsiz döşemelerin betonarme hesapları, döşeme boşlukları, noktasal ve çizgisel yüklerin dikkate alınarak mantar plaklarda ise başlıklı, başlıksız tablalı ve tablasız tasarlanarak yapılmaktadır.

1.3.3. ProtaStructure programı

ProtaStructure programı Prota Yazılım A.Ş. olarak 1985 yılından beri inşaat mühendisleri ve teknik çizim profesyonellerine bilgisayar destekli analiz dizayn ve çizim olanağı sunmaktıdır. ProtaStructure'ın ürettiği hesap sonuçlarının sayısız örnek üzerinde denenerek test edilmektedir. Prota Yazılım tarafından üretilen yazılım

çözümlerinin, yurtiçinde ve yurtdışında binlerce profesyonel inşaat mühendisi tarafından yaygın bir şekilde kullanıldığı, çeşitli yapı projelerinin üretiminde kullanılan mühendislik aracı haline gelmiştir. ProtaStructure programının, Prota Yazılım A.Ş. tarafından Türk mühendislerince geliştirilmektedir. Teknolojilerinin arkasında Prota Mühendislik bilgi birikimi ve tecrübesi yer almakta olduğu aktif olarak proje yapan ve dolayısıyla mühendislik projelerindeki işleyişleri ve gereksinimleri yakından tanıyan bir ekip bulunmaktadır. Programın yabancı kaynaklı olmadığı ve Türkiye'den yurtdışına ihraç edilen sayılı teknolojileri arasında yer almaktadır. Yurtdışında da geniş bir kullanıcı tabanı bulunmaktadır. Prota Yazılım Ar-Ge ve mühendislik departmanının özellikle depreme karşı güvenli tasarım ve güçlendirme konularında uluslararası düzeyde yayınladığı teknik bildiri ve makaleler ile mühendislik topluluğuna sürekli katkıda bulunmaktadır. Depreme karşı en güvenli tasarım ve güçlendirmede yazılım ve danışmanlık olarak lider konumda olduğunu, yapı sistemlerinin modellenmesinde, sonlu elemanlar analizi, yönetmelik destekli tasarımı, performans değerlendirmesi ve güçlendirilmesi için özel olarak geliştirilmiş kapsamlı bir çözüm paketi sunmaktadır. Çelik, kompozit ve betonarme yapı elemanlarını tek bir model üzerinde birlikte kullanarak, tasarım sürecini kolaylaştırmaktadır. Eşdeğer deprem yükü (EDY), Mod birleştirme yöntemi (MBY), inşaat aşamaları, deprem izolatörleri, P-delta, zemin-yapı etkileşimli analiz, 3 Boyutlu sonlu elemanlar analiz modülü gibi ileri düzey analiz teknikleri ile en doğru çözüme hızlıca ulaştırmaktadır. Kırılma çizgileri veya sonlu elemanlar çözümleri ile projelerde zaman kazandırmaktadır. Uluslararası ve Türk yönetmeliklerine uyumlu yük kombinasyonlarını tek tuşla oluşturmaktadır.

1.3.4. ETABS programı

ETABS programı 1975 yılında kurulan ve yazılımları 2008 yılından itibaren ISO 9001 kalite sertifikasına sahip CSI firmasının bir yazılımı olup birçok üniversiteden kullandığı yöntemlerin ve sonuçların güvenilirliği bakımından onay almış olması nedeniyle referans yazılım olarak kullanılmaktadır. Özellikle bina türü yapıların 3 boyutlu statik analizi ve tasarımı için tasarlanmıştır. CSI firması dünya çapında 160' tan fazla ülkede kullanılan, Tayvan'daki Taipei Finans Merkezi, New York'taki One World Trade Center, Pekin' deki Pekin Ulusal Stadyumu gibi dünya çapında birçok projenin tasarımlarında kullanılan yazılımların üretici firmasıdır. ETABS programında bütün yapı sistemleri için analiz ve dizayn imkânı bütün farklı analiz yöntemlerinin kullanımına da imkân verecek şekilde, çubuk elemanlarda matris deplasman, kabuk elemanlarda sonlu elemanlar metodunu kullanmaktadır. Çizim modülü diğer programlara nazaran daha sınırlı kullanılmaktadır.

1.4. Sonuçların Karşılaştırılmasında İzlenecek Yol

Programların bazı dinamik ve statik analiz sonuçlarının karşılaştırılmasında 6 farklı bina modeli kullanılmıştır. İdeCAD Statik'te modellenen A ve B binaları, Sta4CAD'de modellenen C ve D binaları, ProtaStructure'da modellenen E ve F binalarına ait mevcut hesap raporları ve çizimleri elde edilmiştir. A, B, C, D, ve E binaları TS (498), TS (500), TDY(2007) ve TBDY(2018) esaslarına uygun olarak ETABS programında yeniden modellenmiştir. Eşdeğer deprem yükü (EDY) ve mod birleştirme yöntemi (MBY) ile lineer olarak, doğrusal olmayan sabit tek modlu itme analiz yöntemi ile ise doğrusal olmayan tasarım yapılarak modeller analiz edilip

değerlendirilmiştir. EDY yöntemi ve MBY ile yapılan dinamik ve statik analizlerin karşılaştırmaya esas kısımları, ulusal programların hesap sonuçlarının ilgili kısımlarıyla karşılaştırılmış olup, sonuçlar grafik olarak verilmiştir. Farklılıklar, nedenleriyle ortaya konulmaya çalışılıp sonuç kısmında değerlendirilmiştir.

2. KAYNAK TARAMASI

Dolgulu dişli döşemeli yapıların deprem davranışının incelenmesi konusunda son yıllarda çok sayıda çalışma yapılmıştır. Bu çalışmalar aşağıda sırayla verilmiştir:

ACI 352-02 (2002)'de, monolitik betonarme yapılarda kiriş-kolon birleşimlerinin tasarımı için bazı öneriler yapılmıştır. Yapılan önerilerin birincisi, donatı sıyrılmasını engelleyebilmek amacıyla ilgili elemanın o yöndeki kalınlığının kiriş ya da kolon boyuna donatı çapının en az 20 katı olmalıdır. İkincisi, yatık kiriş derinliğinin, kolonun kirişe dik yöndeki derinliğinin 1.5 katı ile kiriş derinliğin toplamından az olması ve kirişin kolon çekirdek bölgesi dışındaki boyuna donatılar enine donatılarla kuşatılmalıdır. Üçüncü olarak, deneysel çalışmaların tamamıyla eş merkezli kiriş-kolon bağlantılı çerçeveler üzerinde yapılması nedeniyle dış merkezli yatık kiriş-kolon kullanılmamalıdır.

Oral (2005), statik itme analizi kullanılarak mevcut bir çerçeveli betonarme bir yapının incelenmesini yapmıştır. Yapılan incelemede, Dinar'da 1975 deprem yönetmeliğine göre inşa edilmiş, 4 katlı betonarme mevcut bir yapının EPARC ve SAP2000 programları kullanılarak statik itme analizi ile göçme yükü ve deprem performans analizi yapılmıştır. Yapı yetersiz olduğu için TDY (1975)'e göre donatıların doğruluğu kontrol edilmiş ve analiz tekrarlanmıştır. Elde edilen analiz sonuçlarına göre, yapıdaki kolonlar mantolanarak güçlendirme çalışması yapılmış ve göçme yükü ile deprem performansı yeniden belirlenmiştir. Ancak, yeterli deprem performansını sağlayamadığı için ilave perdelerle güçlendirme yoluna gidilmiş ve daha sonra yapılan analizde, yeterli performans seviyesine ulaşılmıştır. Buna göre, yapılan değerlendirmede, TDY (1975)'e göre tasarlanmış yapılarda güçlendirmenin kolonların mantolanması ile değil perdelerle yapılması gerektiği ve perdelerin tüm olumsuz durumları ortadan kaldırdığı belirtilmiştir.

Başaran (2006), mevcut betonarme yapıların İtme Analizi ile hesabı ve Japon Sismik İndis Yöntemi ile karşılaştırılmasını yapmıştır. Yapılan karşılaştırmada, konut olarak kullanılan, TDY (1975) ve TDY (1998)'e göre tasarlanmış, 5 katlı çerçeveli, 5 katlı perde çerçeveli ve 4 katlı çerçeveli olmak üzere, üç farklı betonarme binanın TDY (1998)'de öngörülen tasarım tasarım deprem yüklerine göre, SAP2000 programı ile Pushover Analizi (itme analizi) yapılarak performans seviyeleri belirlenmiş ve hızlı değerlendirme yöntemlerinden birisi olan Japon Sismik İndis Yöntemi sonuçları ile karşılaştırma yapılmıştır. Japon Sismik İndis yönteminin amacı, binaların deprem dayanımını bulmak değil, binaların mevcut durumları ile kullanılıp kullanılmayacağına ve hangi binaların ayrıntılı inceleme gerektirdiğini ortaya koymaktır.

Bilgin ve Diğ. (2006), orta katlı yapıların deprem performanslarını incelenmiştir. Yapılan incelemede, TDY (1975)'e göre tasarlanmış ve Z3 zemin sınıfı üzerindeki, 4 ve 7 katlı toplam 14 adet betonarme binanın TDY (2007)'ye göre Artımsal Statik İtme Analizi Yöntemi ile yapılara ait kapasite eğrileri hesaplanmıştır. Yapılan modelleme ve analizde, SAP2000 programı kullanılmıştır. TDY (2007)'ye göre, hesaplanan kapasite eğrileri ışığında her bir yapıya ait deprem performansları belirlenmiştir. Buna göre, öngörülen deprem performans seviyesine hiçbir yapı ulaşamamıştır. Yapılan değerlendirmede, düşük rijitlik ve dayanımdan dolayı deprem enerjisini sönümleyebilmek için büyük yerdeğiştirme istemleri gerektiği, dolayısıyla bu tip

yapılarda, büyük rijitlik ve dayanımları nedeniyle yerdeğiştirme istemlerini azaltarak çeşitli süneklik kusurlarının etkilerini düşüren, perdelerin her iki yönde yeterli seviyede kullanılmasının önemli olduğu belirtilmiştir.

Akgün (2007), farklı döşeme sistemlerine sahip çok katlı betonarme binaların dinamik davranışını incelemiştir. Döşeme çeşidi olarak kirişsiz, asmolen ve kirişli plak döşeme sistemleri ele alınmıştır. Kat sayısı olarak ise 10, 15, 20 ve 25 katlı binalar, 4 deprem bölgesi ve 4 zemin sınıfı için incelenmiştir. Yapılan incelemede en büyük taban kesme kuvveti, asmolen döşemeli binada oluşmuştur. En büyük periyot ise kirişsiz döşemeli binada görülmüştür. Bina planda ortogonal akslardan oluşmaktadır. Binaların incelenmesinde ETABS programı kullanılmıştır.

TDY (Türk Deprem Yönetmeliği) (2007)'de, asmolen döşemeli binalarla ilgili olarak iki şart verilmiştir. Bunların birincisi, kiriş gövde genişliği kiriş gövde yüksekliği ile kirişin birleştiği kolonunun kirişe dik genişliğinin toplamını geçmemelidir. İkinci şart ise, kiriş yüksekliği 30 cm'den az olmamalıdır. Bu şartlar dışında asmolen yapılar standart betonarme binaların uymak zorunda olduğu diğer boyutlandırma ve detaylandırma şartlarını sağlamak zorundadır.

Yılmaz (2008), statik itme analiziyle mevcut bir betonarme yapının performans değerlendirmesini yapmıştır. Yapılan çalışmada, çerçeveli mevcut 6 katlı bir konut modelinin, doğrusal olmayan statik analiz yöntemlerinden Artımsal Eşdeğer Deprem Yükü ile İtme Analizi Yöntemiyle deprem performans değerlendirilmesi yapılmıştır. Performans hedefini sağlayamayan bina, her iki yönde ilave perde teşkili ile güçlendirilmiş ve yeni durum performans seviyesi konutlar için yeterli olan, Can Güvenliği Performans seviyesi olarak belirlenmiştir.

Kıran (2010), betonarme binaların performans analizi için kullanılan doğrusal ve doğrusal olmayan analiz yöntemlerinin incelenmesini yapmıştır. TDY (2007)'ye göre tasarlanmış iki binada yapılan analizlerde, 8 katlı perde çerçeveli ve konut olan birinci örnek binada doğrusal elastik hesap yöntemlerinden Eşdeğer Deprem Yükü Yöntemi kullanılmış ve 2 katlı çerçeveli ve konut olan ikinci örnek binada ise, doğrusal elastik hesap yöntemlerinden Eşdeğer Deprem Yükü Yöntemi ve doğrusal olmayan elastik hesap yöntemlerinden Artımsal Eşdeğer Deprem Yükü Yöntemi ile İtme Analizi Yöntemi kullanılmıştır. TDY (2007)'ye göre örnek binaların deprem performansı belirlenmiştir. Yapılan analizlerde, SAP2000, Xtract V.3.08 ve Sta4Cad V.6 programları kullanılmıştır.

Dönmez (2013), Türkiye'deki asmolen döşeme sistemine sahip yapıların deprem yeterliliği konusunda bir irdeleme yapmıştır. Bu amaçla, TDY (2007) şartnamesine göre tasarlanmış ve imalatı gerçekleştirilmiş yedi adet asmolen bina ele alınmıştır. Binaların kat sayıları 3 ile 6 arasında değişmekte olup, binalar genelde ortogonal olmayan ve süreksiz akslardan oluşmaktadır. Yapıların taşıyıcı sitemlerinin yakından incelenmesi detayda deprem performansları açısından sorunlar arz eden kusurlara sahip olduklarını ve bu kusurların deprem şartnamesi tarafından filtrelenmediğini ortaya koymuştur. Diğer taraftan, söz konusu kusurların olmadığı örnek bir asmolen döşeme sistemine sahip yapı şartname sınırları içinde kalınarak ama yapı tasarımı yumuşak yönde teşvik edilerek tasarlanmış ve analiz edilmiştir. Bina 6 katlı olarak tasarlanmış olup, düzgün ve sürekli akslardan oluşmaktadır. Söz konusu yapının, tasarım depremi talepleri altında kendisinden beklenen performansı göstermediği ortaya konulmuştur.

Dedeoğlu (2014), İstanbul'da bulunan üç katlı mevcut betonarme bir okul modelinin doğrusal elastik hesap yöntemini kullanarak TDY (2007)'ye göre deprem performans analizini ETABS programına göre yapmıştır. Analiz sonrasında her iki yönde dört perde ilave edilerek güçlendirilen ve beş katlı olarak tasarlanan bina, SAP2000 programı ile doğrusal elastik olmayan hesap yöntemlerinden, artımsal eşdeğer deprem yükü ile itme analizi yöntemi kullanılarak deprem performansı incelenmiş ve bina TDY (2007) kriterlerine uygun hale getirilmiştir.

Dinçer ve Mert (2014), mevcut 4 katlı betonarme bir okul modelinin TDY (2007)'ye göre doğrusal olmayan statik analizini yapmışlardır. Yapılan çalışmada, SAP 2000 programı ile yapının dayanım ve şekil değiştirme kapasitelerini belirleyerek ilgili performans düzeylerindeki deprem istemleri ile karşılaştırmak suretiyle, yapının performansı değerlendirilmiştir. İncelenen mevcut okul modelinin statik itme analizi yapılarak, yapıya ait kapasite eğrisi çizilmiş ve performans seviyesi belirlenmiştir. Söz konusu yapının taşıyıcı sistemi, TDY (2007)'ye göre tasarım depremi için hedeflenen performans düzeyini sağlayamadığı belirlenmiştir. Buna göre, yapının güçlendirilmesi gerektiği sonucuna varılmıştır.

Uzun (2014), farklı döşeme sistemlerinin betonarme yüksek binaların deprem davranışına olan etkisini incelemiştir. Bu çalışmada, 33 katlı betonarme yüksek bir bina, 4 farklı döşeme sistemi ile modellenerek TDY (2007) ve İYBDYT (2008) kapsamında belirtilen doğrusal analiz yöntemleri kullanılarak analiz edilmiştir. Binanın modellemesi ve analizi ETABS programı ile yapılmıştır. Katlara gelen kesme kuvvetlerini etkileyen en önemli değişken bina ağırlığı ve periyod değeridir. İki deprem yönü için de görülmektedir ki, Tip-II bir doğrultuda dişli döşeme sistemi, en fazla ağırlığa sahip olduğundan, periyodu en fazla olmamasına rağmen en büyük taban kesme kuvveti bu döşeme sisteminde ortaya çıkmıştır. 33 katlı yüksek bir yapıdaki dişli döşeme ağırlığının diğer döşeme sistemlerine nazaran çok daha fazla kesme kuvveti karşıladığı belirlenmiştir. Bunun nedeni, dolgulu dişli döşemelere sahip binaların, kirişli plak ve kirişsiz döşemelere göre daha ağır olmalarındandır.

Alkan ve Dönmez (2015), yastık kirişli betonarme çerçevelerin deprem davranışını iyileştirme yolunda yapısal sisteme yönelik bazı müdahalelerin yapı maliyetine etkilerini araştırmışlardır. Bu araştırmada, yastık kirişli betonarme çerçevelerden oluşan sisteme perde ilave edilmesinin bina toplam maliyetini %1 artırdığını ve yapı periyodunu ise %25 düşürdüğünü tespit etmişlerdir. Buna göre, yastık kirişli sisteme perde eklenmesinin maliyetinin düşük ve faydasının ise oldukça fazla olduğunu belirtmişlerdir. Yapılan çalışmada, binaların analizi ve metraj hesabı, İdeCAD Statik programı ile yapılmıştır.

Beyen (2015), döşeme davranışının deprem sonrası alınan yapı üzerindeki çevrel ve zorlanmış titreşim verileriyle analizini incelemiştir. Yapılan çalışmada, asmolen döşemeli yapıların sünek davranış içinde hâkim modal frekanslarıyla döşeme modal frekanslarının örtüştüğü anlarda döşemelerin global davranışa katkısı dönme rijitliği olmayan asmolen kirişlerinin eğilme deformasyonlarını artırdığı ve sonuç olarak rijitlik kaybının yapı modlarını ve ilgili frekanslarını etkilediği vurgulanmıştır. Binaların analizinde ETABS programından faydalanılmıştır.

Dok ve diğ. (2015), farklı zemin koşullarındaki betonarme yapıların davranışının statik itme analizi ile incelenmesini yapmışlardır. Yapılan çalışmada, SAP2000 programı kullanılarak farklı zemin koşullarında 8 katlı betonarme bir çerçeve modeli, artımsal tek modlu itme analizi uygulanarak incelenmiştir. Analizler sonucunda; taban kesme kuvveti, tepe noktası yer değiştirmesi, göreli kat ötelemesi ve elemanlardaki iç kuvvet değişimi ile plastik mafsal oluşum mekanizmaları karşılaştırılmıştır. Analizlerde kulanılan betonarme çerçeve modeli 3 açıklıklı, 8 katlı ve 25 m yüksekliğinde olup kiriş boyutları 25x50 cm ve kolon boyutları 25x60 cm olarak seçilmiştir. Elde edilen veriler ışığında, zeminin rijitliği azaldıkça yapıda oluşan deprem etkilerinin arttığı gözlemlenmiştir.

Özlü (2015), çok katlı betonarme binaların taşıyıcı sistem türlerinin davranışlarını incelemiştir. Yapılan incelemede, 10, 15, 20, 25, 30, 35, 40 ve 50 katlı, çerçeveli, perde çerçeveli ve perdeli binalar kullanılmıştır. Döşeme sistemi olarak, plak, dişli ve kirişsiz döşemeler dikkate alınmıştır. Binalar, 4 deprem bölgesi ve 4 zemin sınıfı için modellenmiştir. Binaların modelleme ve analizinde, ETABS 2013 programından faydalanılmıştır. Döşeme sistemlerinin karşılaştırılmasında, maksimum yer değiştirme ve maksimum etkin göreli kat ötelemesi katsayısının, dişli döşemenin doğrultusuna bağlı olarak büyük değişiklikler gösterdiği gözlenmiştir. Plak döşemenin, dişli ve kirişsiz döşemelere göre maksimum yer değiştirme ve maksimum etkin göreli kat ötelemesi katsayısını bakımından daha iyi sonuç verdiği gözlenmiştir. Maksimum yer değiştirme, maksimum etkin göreli kat ötelemesi katsayısı, maksimum ikinci mertebe gösterge değeri ve periyodun, 10 katlı karşılaştırmada dişli döşemenin kirişsiz döşemeden küçük, 20 katlı karşılaştırmada ise daha büyük değer aldığı gözlenmiştir. Kat adedinin artmasıyla maksimum yer değiştirme artış oranının en az kirişsiz döşemede, en çok ise dişli döşemede olduğu gözlenmiştir. Maksimum etkin göreli kat ötelemesi katsayısındaki artışın ise, en çok dişli döşemede olduğu gözlenmiştir.

Shirinov (2016), dört farklı betonarme binanın performans düzeylerinin İdeCAD, Sta4CAD ve SAP 2000 yazılımları kullanılarak incelemesini yapmıştır. TDY (2007)'ye göre tasarlanan ve taşıyıcı sistemleri kolon ve kirişlerden oluşan dört farklı yeni bina mevcut binalar olarak kabul edilmiştir. Binaların yapısal özellikleri sırayla, Örnek I, bir katlı ve düzenli aksları olan bina, Örnek II, üç katlı ve farklı aksları olan ve deprem sonrası hemen kullanılan ve bina önem katsayısı I=1.5 olan bina, Örnek III, Örnek II'de incelenen binanın konut olanı ve bina önem katsayısı I=1.0 olan bina ve Örnek IV ise, beş katlı ve düzgün aksları olan binadır. Binaların kapsamlı bilgi düzeyinde olduğu kabul edilerek, Doğrusal Elastik Performans Analizi yapılmış ve yönetmelikte belirlenmiş olan tanımlara göre farklı yazılımlarla performans analizleri gerçekleştirilmiştir. Binalarda, performans değerlendirme kriterlerinin analiz programlarına göre uyumluluğu kontrol edilmiştir. Binaların performans düzeylerinin değerlendirilmesinde, r-etki/kapasite oranlarına bakılmıştır. Buna göre, farklı yazılım pogramlarının ilk iki mod periyodlarının ve bina taban kesme kuvvetlerinin uyumlu olduğu, bina performans düzeylerinin ise, Örnek I ve III'de farklı, Örnek II ve IV'de ise uyumlu olduğu görülmüştür.

Akyıldız ve Girgin (2017), İstanbul'un kentsel dönüşümü için üretilen binaların deprem güvenliğini araştırmıştır. Araştırmada kentsel dönüşümde çokça kullanılan, dolgulu dişli döşemeli ve 8 katlı bina incelenmiştir. Binada merdiven etrafında bir adet U şeklinde çekirdek perde kullanılmıştır. Mevcut binalara uyumluluk gözetilerek

binanın tasarımı Sta4CAD programı ile yapılmıştır. Daha sonra söz konusu binanın deprem performans analizi, SAP2000 programı ile yapılmış ve TDY (2007)'ye göre değerlendirilmiştir. Kirişlerin diğer düşey taşıyıcı elemanlarla bağlantısında herhangi bir ek dış merkezlik göz önüne alınmamıştır. Elde edilen sonuçlar ışığında, sınırlı yüksekliğe sahip kiriş elemanlar ciddi hasarlar almış ve bu durum bina deprem performansını göçme bölgesi (GB) düzeyine çekmiştir. Kolonlar, ağırlıklı olarak düşük hasarlar almış olmasına rağmen üst kat kolonlarının daha çok zorlandığı ve kolonların bir yükleme durumu için göçme bölgesine dahi erişilebildiği belirlenmiştir. Yatay yükleri karşılaması beklenen birincil eleman olarak uygulanan çekirdek perdesinin, eğilme etkilerine karşı gayet yeterli olduğu söylenebilir. Öte yandan, sünek davranışın sağlanabilmesi açısından son derece önemli olan kesme dayanımı, gerek statik gerekse dinamik esaslı doğrusal olmayan yöntemlerce yapılan analiz sonuçlarına göre yetersiz olarak belirlenmiştir.

Ergül (2017), çeşitli tiplerdeki betonarme yapıların ETABS, Sta4CAD ve İdeCAD Statik programları ile analiz edilerek sonuçların kıyaslanmasını yapmıştır. Yapılan kıyaslamada, simetrik ve asimetrik betonarme çerçeve taşıyıcı sistemlere sahip 5, 10 ve 15 katlı yapı örnekleri modellenmiş olup bu modeller analiz edilmiştir. Deprem yüklerinin yalnız çerçeveler ile taşındığı betonarme binalarda programlar arasında farklı sonuçlar çıkmasına neden olan bazı özellikler tespit edilmiştir. Bu özelliklerden birincisi, programlar tarafından bina ağırlıklarının birbirinden farklı hesaplanması; ikincisi, kolon kiriş birleşim bölgelerini farklı rijitlikte algılamaları ve üçüncüsü ise, kirişlerin döşemelerde oluşturduğu basınç kuvvetine karşı oluşan tablanın programlar tarafından ihmal edilip edilmemesidir. Uygulamacı inşaat mühendisleri bu üç özelliği dikkate alarak yapacakları detaylı hesaplama ve modellemeler sonucunda programlar arasında çıkacak farklı sonuçları telafi edebilmektedirler.

Kartal (2017), Zonguldak Ereğli İzmirlioğlu Huzurevi modelinin performans analizi ve güçlendirme çalışmalarını yapmıştır. Huzurevi modeli 7 katlı olup bodrum kat kirişli döşeme ve diğer katlar ise asmolen döşeme olarak inşa edilmiştir. Daha önce 1999 Kocaeli ve Düzce depremlerini hasarsız olarak atlatan bu binanın TDY (2007)'ye göre deprem performans analizi ve güçlendirme çalışmaları yapılmıştır. Hemen kullanım ve can güvenliği performans düzeylerini sağlaması gereken bina, her iki durumda da "göçme durumu" performans düzeyini sağlamıştır. Güçlendirme yapıldıktan sonra ise, hemen kullanım ve can güvenliği performans düzeylerine ulaşmıştır. Binanın deprem performansı İdeCAD Statik V7.022 programı ile yapılmıştır.

Şahin (2017), asmolen döşeme sistemlerinde kolon-kiriş birleşim bölgelerinin davranışı hususunda genel bir değerlendirme yapmıştır. Bu çalışmada, asmolen döşeme sistemlerinin deprem yükleri altındaki davranışının önemli bir kısmını oluşturan, kolon-kiriş birleşim bölgelerinin davranışı irdelenmiştir. Geniş ve sığ kirişler barındıran asmolen döşeme sistemindeki birleşim bölgelerinin deprem kuvvetleri altındaki davranışının, normal kirişli döşeme sistemlerden farklı olduğu birçok deneysel çalışma ile tespit edilmiştir. Deneysel çalışmalar, geniş kirişlerin bağlandığı enine doğrultudaki kirişin burulma dayanımının ve boyuna donatılardaki bağ davranışının, birleşim bölgesinin performansı üzerinde sınırlayıcı etkiye sahip olduklarını göstermektedir. Bu etkileri dikkate alan deprem yönetmeliklerine göre tasarlanmış kolon-geniş kiriş birleşim bölgelerinin, kolon-normal kiriş birleşim bölgesine yakın performans gösterdikleri görülmüştür. Ancak asmolen döşeme sisteminin deprem davranışı

hakkında yeterince bilginin literatürde olmadığı dönemlerde, kolon-kiriş birleşim bölgesinin tasarımında burulma dayanımının ve aderans davranışının dikkate alınmadığı sistemlerin, teorik kapasitelerine ulaşmadığı ve enerji sönümleme kapasitelerinin çok düşük olduğu görülmüştür.

TBDY (2018), Türkiye Bina Deprem Yönetmeliği Bölüm 4, Madde 4.3.4.3'de, dolgulu dişli döşemeli sistemlerle ilgili bazı sınırlamalar getirilmiştir. Buna göre deprem etkilerinin tamamı moment aktaran süneklik düzeyi sınırlı betonarme çerçevelerle karşılanan taşıyıcı sistemler (Çizelge 4.1'de A31, B31, C31 taşıyıcı sistemleri), sadece DTS=3 ve DTS=4 olan binalarda kullanılacaktır. Dolgulu (asmolen) veya dolgusuz tek doğrultulu dişli döşemeli betonarme çerçevelerden oluşan taşıyıcı sistemler de, perde içermedikleri takdirde, süneklik düzeyi sınırlı taşıyıcı sistemler olarak sınıflandırılacak ve sadece DTS=3 ve DTS=4 olan binalarda kullanılacaktır. Bu tür taşıyıcı sistemler, süneklik düzeyi yüksek betonarme bağ kirişli (boşluklu) ve/veya boşluksuz perdeler veya süneklik düzeyi yüksek çelik dışmerkez ve/veya merkezi çaprazlı çerçeveler ile birlikte düzenlenerek süneklik düzeyi karma sistemler olarak yapılabilir (Çizelge 4.1'de A2, B2, C2 taşıyıcı sistemleri), denilmektedir.

3. MATERYAL VE METOT

Bu bölümde, Antalya ve merkez ilçeleri mücavir alanı içerisinde bulunan, Sta4CAD, İdeCAD Statik ve ProtaStructure programları ile analiz ve tasarımı yapılmış dolgulu dişli döşemeli binaların statik, dinamik ve deprem performans analizleri TBDY (2018)'e göre ETABS programı kullanılarak yapılmıştır.

3.1. Tasarım Kriterleri

3.1.1. Seçilen Modellerin Adlandırılması ve Tasarım Değişkenleri

Seçilen yapıların modellenmesi Sta4CAD, İdeCAD Statik, ProtaStructure gibi ulusal analiz ve tasarım programları ile yapılmıştır. Yapılarda ortogonal ve ortogonal olmayan çerçeve türleri mevcuttur. Yapılar TDY (2007), TBDY (2018) ve TS500 (2000) esaslarına göre hesaplanıp boyutlandırılmıştır. Yapılar dolgulu dişli döşemeli yapılardır. Kullanım amacı olarak okul, konut ve iş merkezi olan yapılar seçilmiştir. TDY (2007)'ye göre hesaplanan binalarda kirişlerde çatlamış kesit etkin kesit rijitlik katsayısı eğilme için 0.4, kolon ve perdeler için 0.6 ve kesme için 0.6 olarak alınmıştır. TBDY (2018)'e göre hesaplanan binalarda ise, kirişlerde çatlamış kesit etkin kesit rijitlik katsayısı eğilme için 0.35, kolon ve perdeler için 0.7 ve kesme için 0.5 olarak kullanılmıştır. Tasarım modellerine ait değişkenler Çizelge 3.1. ve Çizelge 3.2..'de verlmiştir.

Çizelge 3.1. Seçilen Tasarım Modellerine Ait TDY (2007) Tasarım Değişkenleri

YAPI İSMİ	İLGİLİ İDARE	A/P	K.S.	D.B.	K.A.	SÜNEKLİK	TEMEL TİPİ
A	DÖŞEMEALTI BELEDİYESİ	347/28	5	2	KONUT	YÜKSEK	SÜREKLİ
B	DÖŞEMEALTI BELEDİYESİ	797/10	5	2	KONUT	YÜKSEK	SÜREKLİ
C	KONYAALTI BELEDİYESİ	6062/04	4	2	KONUT+TİCARİ	YÜKSEK	RADYE
D	AKSU BELEDİYESİ	14068/02	4	2	İŞ MERKEZİ	YÜKSEK	SÜREKLİ
E	DÖŞEMEALTI BELEDİYESİ	665/02	4	2	OKUL	YÜKSEK	SÜREKLİ
F	DÖŞEMEALTI BELEDİYESİ	665/02	3	2	OKUL	YÜKSEK	SÜREKLİ
YAPI İSMİ	**ŞARTNAME**	**Ao**	**Ta-Tb**	**Rx-Ry**	**I**	**MALZEME**	**ZEMİN SINIFI**
A	TS500-TDY2007	0,30	0,15-0,40	(7)/(8)	1	C25/S420	Z2-B
B	TS500-TDY2007	0,30	0,15-0,40	(7)/(8)	1	C25/S420	Z2-B
C	TS500-TDY2007	0,30	0,15-0,40	(8)/(7)	1	C25/S420	Z2-B
D	TS500-TDY2007	0,30	0,15-0,60	(8)/(7)	1,2	C30/S420	Z2-C
E	TS500-TDY2007	0,30	0,15-0,40	(7)/(7)	1,4	C25/S420	Z2-B
F	TS500-TDY2007	0,30	0,15-0,40	(7)/(7)	1,4	C25/S420	Z2-B

Çizelge 3.2. Seçilen Tasarım Modellerine ait TBDY (2018) Tasarım Değişkenleri

YAPI İSMİ	İLGİLİ İDARE	A/P	K.S.	DTS	K.A.	SÜNEKLİK	TEMEL TİPİ
A	DÖŞEMEALTI BELEDİYESİ	347/28	5	2	KONUT	YÜKSEK	SÜREKLİ
B	DÖŞEMEALTI BELEDİYESİ	797/10	5	2	KONUT	YÜKSEK	SÜREKLİ
C	KONYAALTI BELEDİYESİ	6062/04	4	2	KONUT+TİCARİ	YÜKSEK	RADYE
D	AKSU BELEDİYESİ	14068/02	4	2	İŞ MERKEZİ	YÜKSEK	SÜREKLİ
E	DÖŞEMEALTI BELEDİYESİ	665/02	4	2	OKUL	YÜKSEK	SÜREKLİ
F	DÖŞEMEALTI BELEDİYESİ	665/02	3	2	OKUL	YÜKSEK	SÜREKLİ
YAPI İSMİ	**ŞARTNAME**	**Sds**	**Sd1**	**Rx-Ry**	**I**	**MALZEME**	**ZEMİN SINIFI**
A	TS500-TBDY2018	0,4959	0,1176	(7)/(8)	1	C25/S420	ZB
B	TS500-TBDY2018	0,1989	0,0480	(7)/(8)	1	C25/S420	ZB
C	TS500-TBDY2018	0,5139	0,1224	(8)/(7)	1	C25/S420	ZB
D	TS500-TBDY2018	0,6848	0,2130	(8)/(7)	1,2	C30/S420	ZC
E	TS500-TBDY2018	0,4950	0,1168	(7)/(7)	1,4	C25/S420	ZB
F	TS500-TBDY2018	0,4950	0,1168	(7)/(7)	1,4	C25/S420	ZB

3.1.2. Tasarımda Kullanılan Yük Birleşimleri

Tasarımda mevcut yapılar üzerinde deprem yüküne göre daha düşük tesirler oluşturan rüzgâr yükü ve birleşimleri dikkate alınmamıştır. Analizlerde kullanılan yük birleşimleri Çizelge 3.3.'de verilmiştir.

Çizelge 3.3. Tasarımda kullanılan yük birleşimleri

NO	TDY (2007) KOMBİNASYON	TBDY (2018) KOMBİNASYON
1	G+Q	G+Q
2	1.4G+1.6Q	1.4G+1.6Q
3	0.9G+SPECXN-0.3SPECY	0.9G+SPECXN-0.3SPECY-Ed(Z)
4	0.9G+SPECXN+0.3SPECY	0.9G+SPECXN+0.3SPECY-Ed(Z)
5	0.9G+SPECXP-0.3SPECY	0.9G+SPECXP-0.3SPECY-Ed(Z)
6	0.9G+SPECXP+0.3SPECY	0.9G+SPECXP+0.3SPECY-Ed(Z)
7	0.9G+SPECYN-0.3SPECX	0.9G+SPECYN-0.3SPECX-Ed(Z)
8	0.9G+SPECYN+0.3SPECX	0.9G+SPECYN+0.3SPECX-Ed(Z)
9	0.9G+SPECYP-0.3SPECX	0.9G+SPECYP-0.3SPECX-Ed(Z)
10	0.9G+SPECYP+0.3SPECX	0.9G+SPECYP+0.3SPECX-Ed(Z)
11	0.9G-SPECXN-0.3SPECY	0.9G-SPECXN-0.3SPECY-Ed(Z)
12	0.9G-SPECXN+0.3SPECY	0.9G-SPECXN+0.3SPECY-Ed(Z)
13	0.9G-SPECXP-0.3SPECY	0.9G-SPECXP-0.3SPECY-Ed(Z)
14	0.9G-SPECXP+0.3SPECY	0.9G-SPECXP+0.3SPECY-Ed(Z)
15	0.9G-SPECYN-0.3SPECX	0.9G-SPECYN-0.3SPECX-Ed(Z)
16	0.9G-SPECYN+0.3SPECX	0.9G-SPECYN+0.3SPECX-Ed(Z)
17	0.9G-SPECYP-0.3SPECX	0.9G-SPECYP-0.3SPECX-Ed(Z)
18	0.9G-SPECYP+0.3SPECX	0.9G-SPECYP+0.3SPECX-Ed(Z)
19	G+Q+SPECXN-0.3SPECY	G+Q+SPECXN-0.3SPECY+Ed(Z)
20	G+Q+SPECXN+0.3SPECY	G+Q+SPECXN+0.3SPECY+Ed(Z)
21	G+Q+SPECXP-0.3SPECY	G+Q+SPECXP-0.3SPECY+Ed(Z)
22	G+Q+SPECXP+0.3SPECY	G+Q+SPECXP+0.3SPECY+Ed(Z)
23	G+Q+SPECYN-0.3SPECX	G+Q+SPECYN-0.3SPECX+Ed(Z)
24	G+Q+SPECYN+0.3SPECX	G+Q+SPECYN+0.3SPECX+Ed(Z)
25	G+Q+SPECYP-0.3SPECX	G+Q+SPECYP-0.3SPECX+Ed(Z)
26	G+Q+SPECYP+0.3SPECX	G+Q+SPECYP+0.3SPECX+Ed(Z)
27	G+Q-SPECXN-0.3SPECY	G+Q-SPECXN-0.3SPECY+Ed(Z)
28	G+Q-SPECXN+0,3SPECY	G+Q-SPECXN+0,3SPECY+Ed(Z)
29	G+Q-SPECXP-0.3SPECY	G+Q-SPECXP-0.3SPECY+Ed(Z)
30	G+Q-SPECXP+0.3SPECY	G+Q-SPECXP+0.3SPECY+Ed(Z)
31	G+Q-SPECYN-0.3SPECX	G+Q-SPECYN-0.3SPECX+Ed(Z)
32	G+Q-SPECYN+0.3SPECX	G+Q-SPECYN+0.3SPECX+Ed(Z)
33	G+Q-SPECYP-0.3SPECX	G+Q-SPECYP-0.3SPECX+Ed(Z)
34	G+Q-SPECYP+0.3SPECX	G+Q-SPECYP+0.3SPECX+Ed(Z)

3.2. Bina Modellerinin Yapısal Özellikleri

Burada doğrusal (lineer) ve doğrusal olmayan (nonlineer) analiz için tasarımda esas alınmış yapı modellerinin özellikleri hakkında bilgiler verilmiştir.

3.2.1. A binası modelinin yapısal özellikleri

Antalya ili, Döşemealtı ilçesi, 347 ada ve 28 parselde bulunan, A binası, zemin ve 4 normal olmak üzere, toplam 5 kattan meydana gelmektedir. Bina mesken olarak kullanılmaktadır. Rijit bodrum kat bulunmamaktadır. Bina yüksekliği, H_N=21.85 m'dir. Bina boyutları, 15.70x6.70 m olup binada çıkma bulunmamaktadır. Döşeme alanı kat başına 199.39 m^2'dir. Kolon aks mesafeleri yatayda, üstte, 4.05, 1.80, 4.15 m, altta, 3.18, 5.75, 3.18 m ve düşeyde, solda, 4.50, 4.25, 3.70 m, sağda, 5.80, 4.60, 1.70 m'dir. Kat yükseklikleri, zemin ve normal katlar 3 m'dir. Döşeme tipi, tüm katlar dolgulu dişli döşeme olup döşeme diş boyutları 15/32 cm, diş net aralıkları 40 cm ve tabla kalınlığı ise 7 cm'dir. Dolgu malzemesi 25 cm'lik strafordur. Kiriş boyutları, 60/32, 70/32, 70/32 ve 25/60 cm'dir. Kolon boyutları, 30/70, 60/30, 70/30 ve 45/45 cm'dir. Perde boyutları, 270/25 cm'dir. Temel tipi, her iki yönde 60/70 cm sürekli temeldir. Malzeme sınıfları, beton C25, donatı S420'dır. Deprem değişkenleri, A_o=0.30, I=1.0, R_x=7, R_y=8, T_A=0.15, T_B=0.40, zemin sınıfı ZB, zemin emniyet gerilmesi 250 kN/m^2, zemin yatak katsayısı 28200 kN/m^3'tür.

3.2.2. B binası modelinin yapısal özellikleri

Antalya ili, Döşemealtı ilçesi, 797 ada ve 10 parselde bulunan, B binası, zemin ve 4 normal olmak üzere, toplam 5 kattan meydana gelmektedir. Rijit bodrum kat bulunmamaktadır. Bina yüksekliği, H_N=18.50 m'dir. Bina boyutları, 14.10x6.75m olup çıkmalarla birlikte ise, 17.50x8.45 m boyutundadır. Döşeme alanı kat başına 147.88 m^2'dir. Kolon aks mesafeleri yatayda, üstte, 4.65, 4.00, 2.40 m, altta, 8.00, 5.90 m ve düşeyde, solda, 5.25, 1.00 m, sağda, 5.25, 1.00 m'dir. Çıkma mesafeleri yatayda sol çıkma, 1.70, sağ çıkma 1.70 m ve düşeyde alt çıkma 2.0, üst çıkma 0 m'dir. Kat yükseklikleri, zemin ve normal katlar 3 m'dir. Döşeme tipi, dolgulu dişli döşeme olup döşeme diş boyutları 15/32 cm, diş net aralıkları 40 cm ve tabla kalınlığı ise 7 cm'dir. Dolgu malzemesi 25 cm'lik strafordur. Kiriş boyutları, 60/32, 70/32, 80/32 ve 25/60 cm'dir. Kolon boyutları, 60/30, 30/60, 70/30, 30/70, 270/25 cm'dir. Perde boyutları, 270/25, L perde yatay kol, 270/25 ve düşey kol 50/25 cm'dir. Temel tipi ve boyutları, 60/70, 70/70, 75/70 ve 80/70 cm olmak üzere, her iki yönde sürekli temeldir. Malzeme sınıfları, beton C25, donatı S420'dir. Deprem değişkenleri, A_o=0.30, I=1.0, R_x=7, R_y=8.00, T_A=0.15, T_B=0.40, zemin sınıfı ZB, zemin emniyet gerilmesi 200 kN/m^2, zemin yatak katsayısı 24360 kN/m^3'tür.

3.2.3. C binası modelinin yapısal özellikleri

Antalya ili, Konyaaltı ilçesi, 6062 ada ve 04 parselde bulunan, C binası, 2 bodrum, zemin ve 1.kat olmak üzere, toplam 4 kattan meydana gelmektedir. Bina alt üç katı işyeri ve 1.kat mesken olarak kullanılmaktadır. Rijit bodrum kat sayısı 1'dir. Bina yüksekliği, H_N=15.75 m'dir. Kat yükseklikleri, 1.bodrum, 2.75 m, 2.bodrum, zemin ve 1.kat 3 m'dir. Bina boyutları, 16.30x8.25 m olup çıkmalarla birlikte ise, 20.30x9.45 m boyutundadır. Döşeme alanı kat başına 191.84 m^2'dir. Kolon aks mesafeleri yatayda, üstte, 4.30, 4.25, 3.90, 3.70 m, altta, 2.88, 2.15, 3.68, 3.90, 3.70 m ve düşeyde, solda, 3.85, 3.95 m, sağda, 7.75 m'dir. Çıkma mesafeleri yatayda sol çıkma, 2.10 m, sağ çıkma 1.90 m ve düşeyde alt çıkma 0 m, üst çıkma 1.20 m'dir. Döşeme tipi, bodrum kat kirişli plak döşeme ve döşeme kalınlığı, 15 cm'dir. Diğer katlar dolgulu dişli döşeme olup döşeme diş boyutları 17/32 cm, diş net aralıkları 40 cm ve tabla kalınlığı ise 7 cm'dir. Dolgu malzemesi 25 cm'lik strafordur. Kiriş boyutları, 20/32, 40/32, 50/32, 55/32, 60/32, 65/32, 80/32, 20/40, 25/60 cm'dir. Kolon boyutları, 60/30, 70/30, 140/30, 30/50, 30/60, 50/50 cm'dir. Temel tipi, 50 cm yüksekliğinde radye temeldir. Malzeme sınıfları, beton C30, donatı S420'dır. Deprem değişkenleri, A_o=0.30, I=1.0, n=0.30, R_x=8, R_y=7, T_A=0.15, T_B=0.40, zemin sınıfı ZB, zemin emniyet gerilmesi 200 kN/m^2, zemin yatak katsayısı 30000 kN/m^3'tür.

3.2.4. D binası modelinin yapısal özellikleri

Antalya ili, Konyaaltı ilçesi, 6062 ada ve 04 parselde bulunan, D binası, bodrum, zemin, asma kat ve 1.kat olmak üzere, toplam 4 kattan meydana gelmektedir. Bina iş merkezi olarak kullanılmaktadır. Rijit bodrum kat sayısı 1'dir. Bina yüksekliği, HN=14.50 m'dir. Kat yükseklikleri, bodrum, zemin, 1.kat 3.00 m ve asma kat ise 2.50 m'dir. Bina boyutları, 17.70x30.90 m olup binada çıkma bulunmamaktadır. Döşeme alanı kat başına 546.93 m^2'dir. Kolon aks mesafeleri yatayda, üstte, 2.50, 0.70, 3.00, 6.00, 3.20, 2.30 m, altta, aks mesafeleri üst ile aynı ve düşeyde, solda, 5.34, 2.06, 7.20,

3.60, 3.80, 4.50, 4.40 m, sağda, aks mesafeleri sol ile aynıdır. Döşeme tipi, bodrum kat kirişli döşeme ve kalınlığı ise, 15 cm'dir. Diğer katlar dolgulu dişli döşeme olup döşeme diş boyutları 17/32 cm, diş net aralıkları 40 cm ve tabla kalınlığı ise 7 cm'dir. Dolgu malzemesi 25 cm'lik strafordur. Merdiven plağı kalınlığı, 15 cm'dir. Kiriş boyutları, 25/32, 40/32, 50/32, 55/32, 75/32, 80/32, 25/40, 25/60 cm'dir. Kolon boyutları, 25/60, 60/25, 90/25, 40/40, 50/50, 60/60 cm'dir. Perde boyutları, 25/380 cm'dir. Bodrum kat rijit perde boyutları, 20 cm'dir. Temel tipi, her iki yönde sürekli şerit temeldir. Temel boyutları, 50/70, 60/70, 75/70, 80/70, 100/70, 60/70 cm'dir. Radye temel kalınlığı, 70 cm'dir. Malzeme sınıfları, beton C30, donatı S420'dır. Deprem değişkenleri, Ao=0.30, I=1.2, n=0.60, R_x=8, R_y=7, T_A=0.15, T_B=0.60, zemin sınıfı ZC, zemin emniyet gerilmesi 130 kN/m^2, zemin yatak katsayısı 16700 kN/m^3'tür.

3.2.5. E binası modelinin yapısal özellikleri

Antalya ili, Döşemealtı ilçesi, 665 Ada, 02 Parselde ve E blok olarak kayıtlı bulunan, E binası, bodrum, zemin ve 2 normal kat olmak üzere, toplam 4 kattan meydana gelmektedir. Bina okul olarak kullanılmaktadır. Rijit bodrum kat bulunmamaktadır. Sadece sol kenar kısımda rijit bodrum perdesi vardır. Bina yüksekliği, H_N=14.80 m'dir. Bina boyutları, 37.00x16.80 m olup çıkmalarla birlikte ise, 37.00x18.40 m boyutundadır. Ayrıca bina sağ kenar kısımda, 3.50x8.05m boyutlarında çift kollu merdiven vardır. Döşeme alanı kat başına 680.80 m^2'dir. Kolon aks mesafeleri yatayda, üstte, 6.35, 6.90, 6.95, 2x7.00 m, altta, 6.70, 4x7.00, 3.60 m ve düşeyde, solda, 5.33, 4.33, 6.65 m, sağda, 5.04, 4.46, 5.15 m'dir. Çıkma mesafeleri, düşeyde alt çıkma 1.60 m ve diğer kenarlarda çıkma yoktur. Kat yükseklikleri, bodrum, zemin ve normal kat 3.70 m'dir. Döşeme tipi, tüm katlar dolgulu dişli döşeme olup döşeme diş boyutları 15/35 cm, diş net aralıkları 40 cm ve tabla kalınlığı ise 10 cm'dir. Dolgu malzemesi 25 cm'lik strafordur. Kiriş boyutları, 40/35, 60/35, 80/35, 30/60, 30/80 cm'dir. Kolon boyutları, 30/100, 30/60, 40/60, 50/50 ve 50/60 cm'dir. Perde boyutları, 25/260, 250/25 ve 300/25 cm'dir. Temel tipi, düşey yönde 100/60, 200/60 cm sürekli temel ve yatay yönde ise, 30/60 cm bağ kirişidir. Malzeme sınıfları, beton C25, donatı S420'dır. Deprem parametreleri, A_o=0.30, I=1.4, R_x=R_y=7, T_A=0.15, T_B=0.40, zemin sınıfı ZB, zemin emniyet gerilmesi 240 kN/m^2, zemin yatak katsayısı 25000 kN/m^3'tür.

3.2.6. F binası modelinin yapısal özellikleri

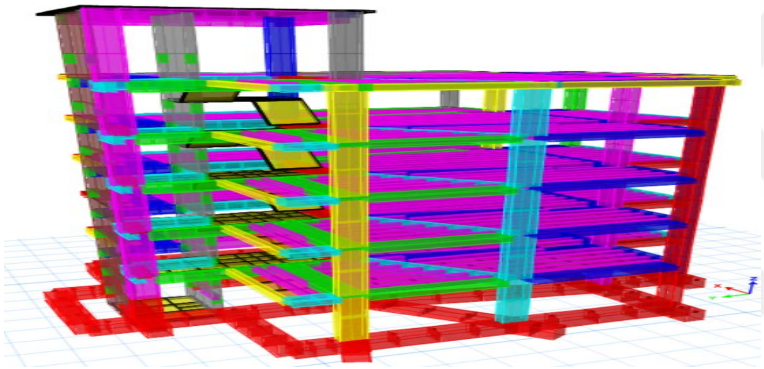
Antalya ili, Döşemealtı ilçesi, 665 Ada, 02 Parselde ve F blok olarak kayıtlı bulunan, F binası, bodrum, zemin ve 1 normal kat olmak üzere, toplam 3 kattan meydana gelmektedir. Bina okul olarak kullanılmaktadır. Binada rijit bodrum kat bulunmamaktadır. Bina yüksekliği, H_N=14.80 m'dir. Bina boyutları, 19.60x35.30 m olup binada çıkma bulunmamaktadır. Ayrıca üstte kenar kısımda, 3.50x8.05m boyutlarında çift kollu merdiven vardır. Döşeme alanı kat başına 691.88 m^2'dir. Kolon aks mesafeleri yatayda, üstte, 7.20, 4.70, 7.20 m, altta, 7.20, 4.70, 7.20 m ve düşeyde, solda, 6.35, 2.10, 4.40, 3x6.50, 3.65 m, sağda, 6.20, 4.70, 4.40, 3x6.50 m'dir. Kat yükseklikleri, bodrum, zemin ve normal katta 3.70 m'dir. Döşeme tipi, tüm katlar dolgulu dişli döşeme olup döşeme diş boyutları 15/35 cm, diş net aralıkları 40 cm ve tabla kalınlığı ise 10 cm'dir. Dolgu malzemesi 25 cm'lik strafordur. Kiriş boyutları, 25/35, 60/35, 80/35, 25/60, 30/60 cm'dir. Kolon boyutları, 50/50, 60/30 ve 60/30 cm'dir. Perde boyutları, 25/270 ve 300/25 cm'dir. Temel tipi, düşey yönde ve

kenarlarda 150/60 cm sürekli temel, yatay yönde ve iç kısımda ise 30/60 cm bağ hatılı kullanılmıştır. Malzeme sınıfları, beton C25, donatı S420'dır. Deprem değişkenleri, A_o=0.30, I=1.4, R_x=R_y=7, T_A=0.15, T_B=0.40, zemin sınıfı ZB, zemin emniyet gerilmesi 240 kN/m^2, zemin yatak katsayısı 25.000 kN/m^3'tür.

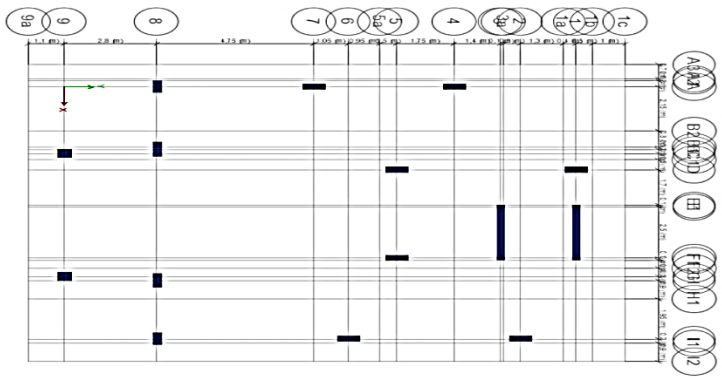
3.3. Bina Modellerinin Geometrik Özellikleri

3.3.1. A binası modelinin geometrik özellikleri

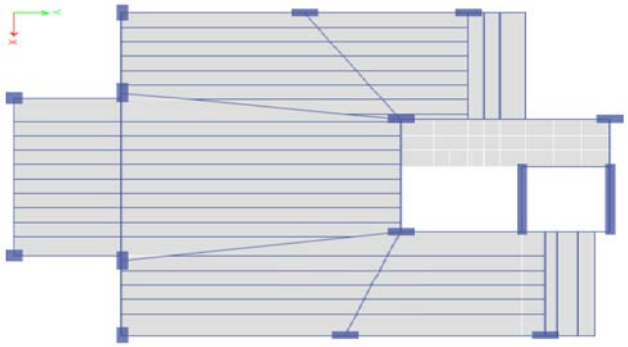
A binası modeline ait perspektif, plan ve kesitler mimari projeye uygun şekilde ETABS programında, İdeCAD Statik programında tasarlandığı gibi tanımlanmıştır. Perde modelinde, ara sahanlık plağı, merdiven plağı ve göğebakan katındaki modellemelerde mevcut modelde olmayıp, ETABS'ta tanımlanmış farklılıklar vardır. A binasına ait, 3 boyutlu model, düşey taşıyıcı sistem planı, normal kat döşeme planı ve 3 boyutlu sonlu elemanlar modeli Şekil (3.1 – 3.4)'de sırasıyla verilmiştir.



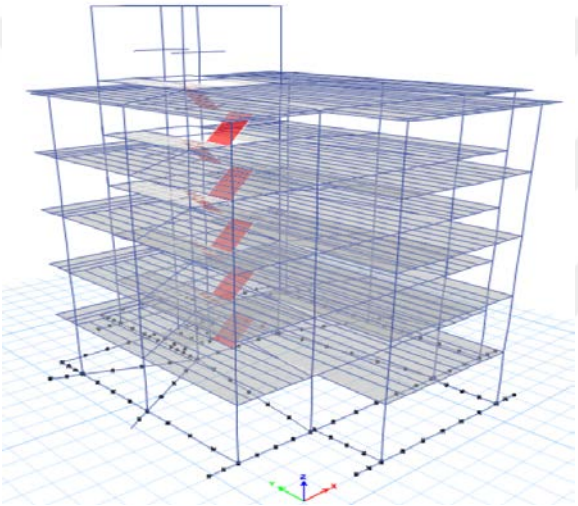
Şekil 3.1. A binası 3 boyutlu modeli



Şekil 3.2. A binası düşey taşıyıcı sistem planı



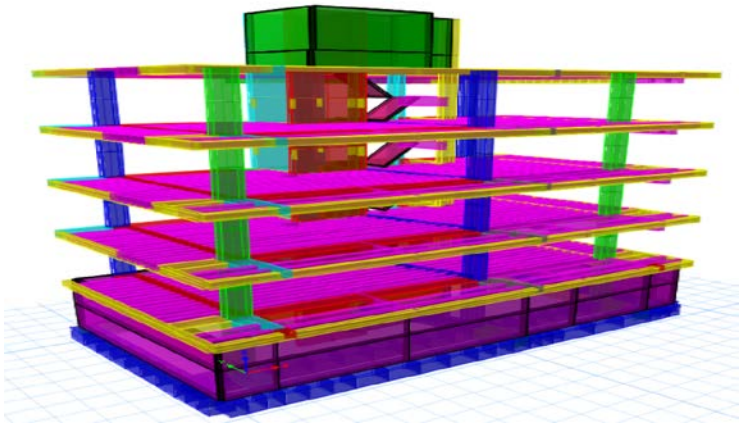
Şekil 3.3. A binası normal kat döşeme planı



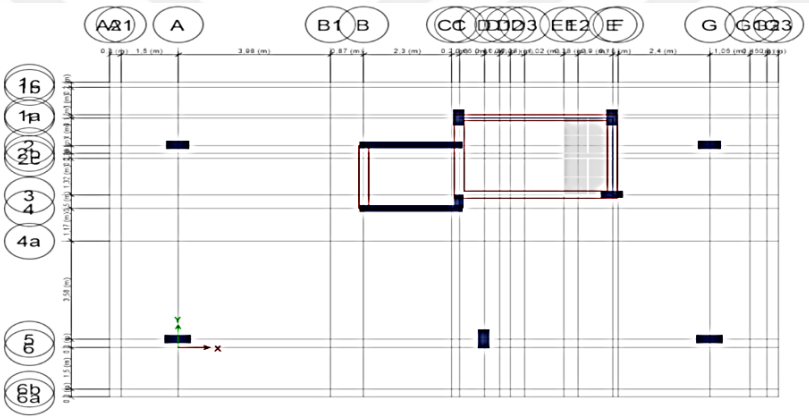
Şekil 3.4. A binası 3 boyutlu sonlu elemanlar modeli

3.3.2. B binası modelinin geometrik özellikleri

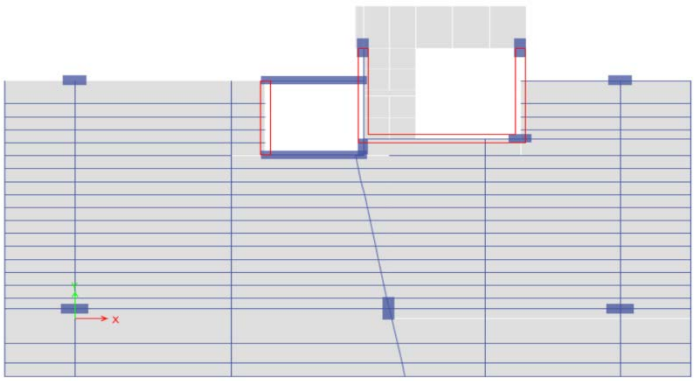
B binası modeline ait perspektif, plan ve kesitler mimari projeye uygun şekilde ETABS programında, İdeCAD Statik programında tasarlandığı gibi tanımlanmıştır. Perde modelinde, ara sahanlık plağı, merdiven plağı ve göğebakan katındaki modellemelerde mevcut modelde olmayıp, ETABS'ta tanımlanmış farklılıklar vardır. B binasına ait, 3 boyutlu model, düşey taşıyıcı sistem planı, normal kat döşeme planı ve 3 boyutlu sonlu elemanlar modeli Şekil (3.5 – 3.8)'de sırasıyla verilmiştir.



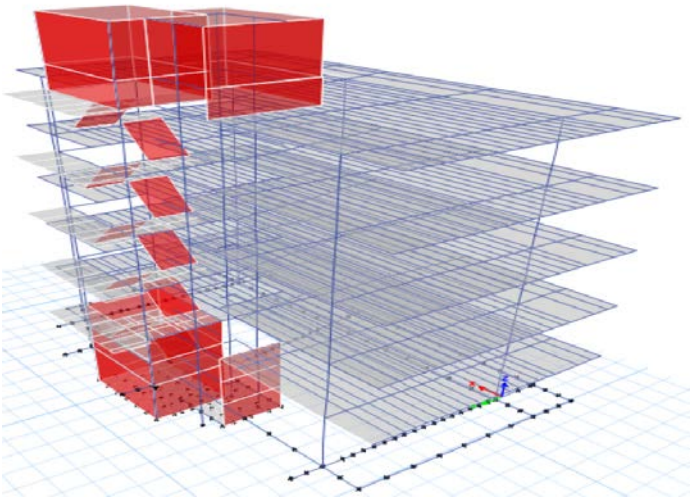
Şekil 3.5. B binası 3 boyutlu modeli



Şekil 3.6. B binası düşey taşıyıcı sistem planı



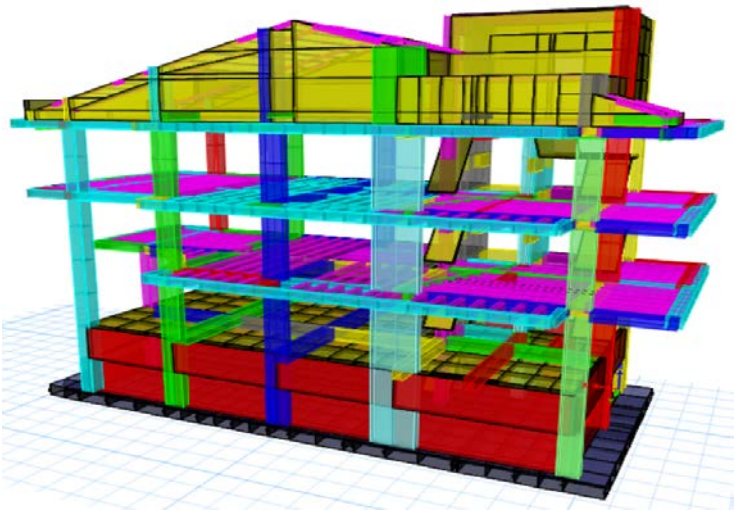
Şekil 3.7. B binası normal kat döşeme planı



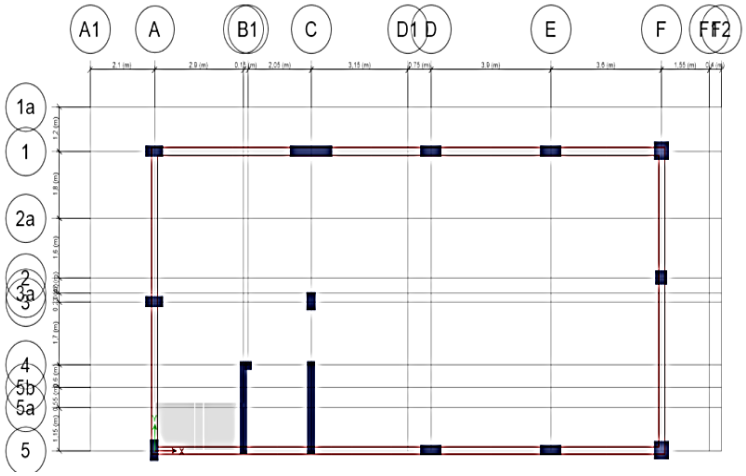
Şekil 3.8. B binası 3 boyutlu sonlu elemanlar modeli

3.3.3. C binası modelinin geometrik özellikleri

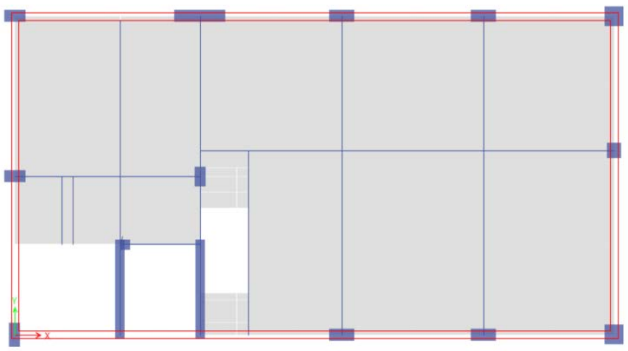
C binası modeline ait perspektif, plan ve kesitler mimari projeye uygun şekilde ETABS programında, Sta4CAD programında tasarlandığı gibi tanımlanmıştır. Perde modelinde, ara sahanlık plağı, merdiven plağı ve göğebakan katındaki modellemelerde mevcut modelde olmayıp, ETABS'ta tanımlanmış farklılıklar vardır. C binasına ait, 3 boyutlu model, düşey taşıyıcı sistem planı, bodrum, zemin, 1.kat kat döşeme planı ve 3 boyutlu sonlu elemanlar modeli Şekil (3.9 – 3.14)'de sırasıyla verilmiştir.



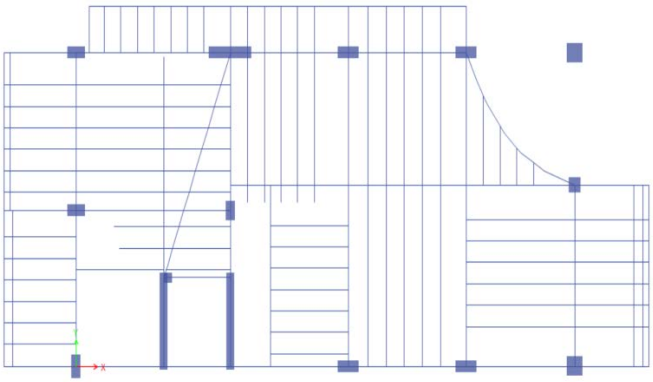
Şekil 3.9. C binası 3 boyutlu modeli



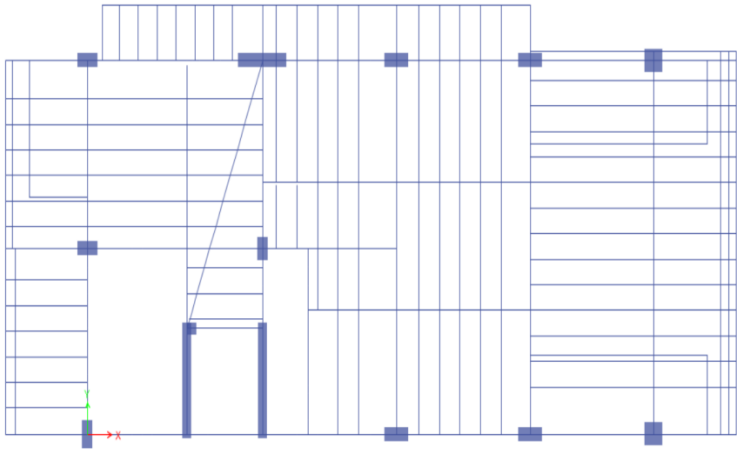
Şekil 3.10. C binası düşey taşıyıcı sistem planı



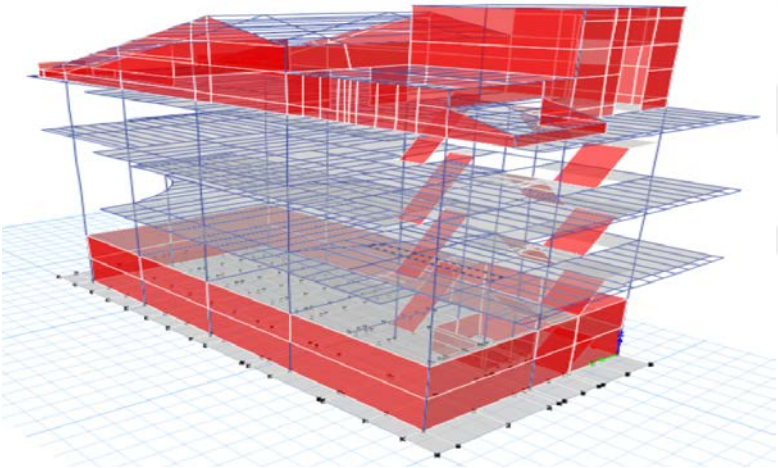
Şekil 3.11. C binası bodrum kat döşeme planı



Şekil 3.12. C binası zemin kat döşeme planı



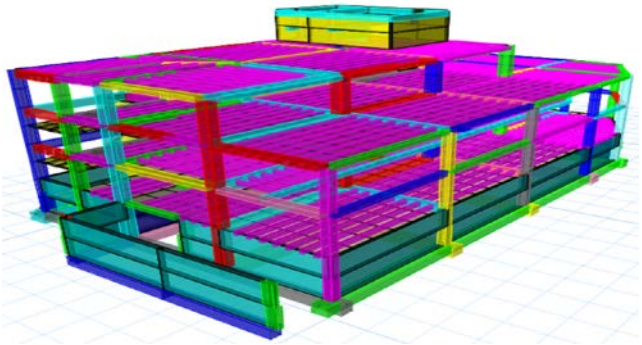
Şekil 3.13. C binası 1. kat döşeme planı



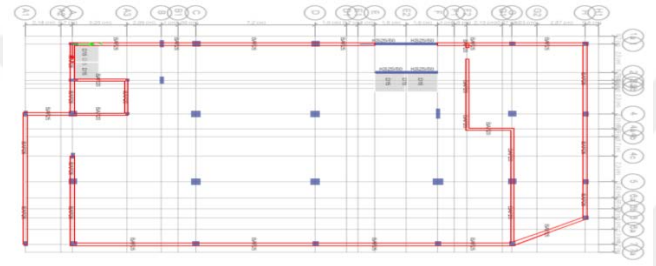
Şekil 3.14. C binası 3 boyutlu sonlu elemanlar modeli

3.3.4. D binası modelinin geometrik özellikleri

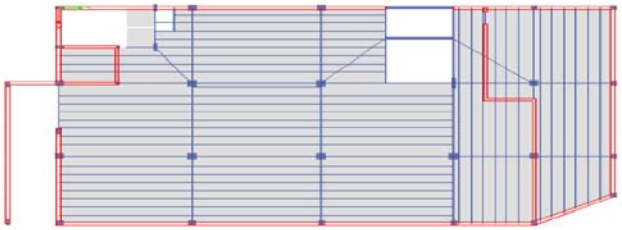
D binası modeline ait perspektif, plan ve kesitler mimari projeye uygun şekilde ETABS programında, Sta4CAD programında tasarlandığı gibi tanımlanmıştır. Perde modelinde, ara sahanlık plağı, merdiven plağı ve göğebakan katındaki modellemelerde mevcut modelde olmayıp, ETABS'ta tanımlanmış farklılıklar vardır. D binasına ait, 3 boyutlu model, düşey taşıyıcı sistem planı, bodrum, zemin, 1.kat, 2.kat döşeme planı ve 3 boyutlu sonlu elemanlar modeli Şekil (3.15 – 3.21)'de sırasıyla verilmiştir.



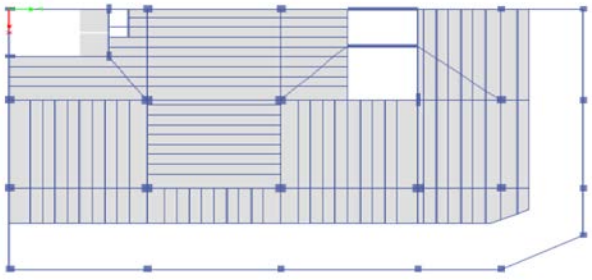
Şekil 3.15. D binası 3 boyutlu modeli



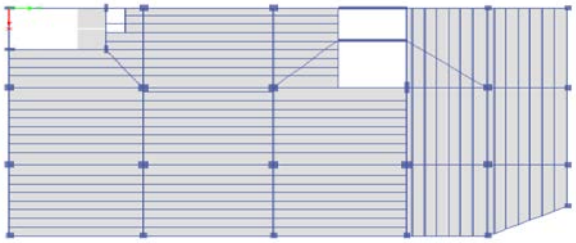
Şekil 3.16. D binası düşey taşıyıcı sistem planı



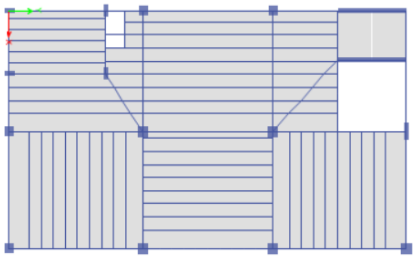
Şekil 3.17. D binası bodrum kat döşeme planı



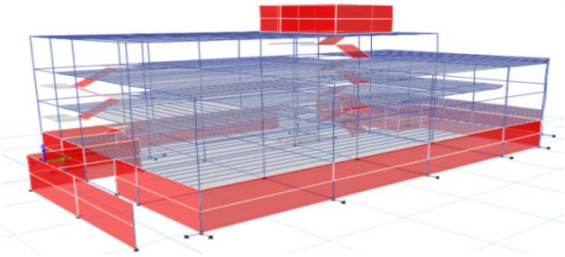
Şekil 3.18. D binası zemin kat döşeme planı



Şekil 3.19. D binası 1.kat döşeme planı



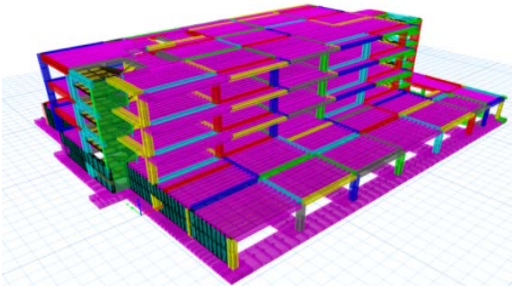
Şekil 3.20. D binası 2.kat döşeme planı



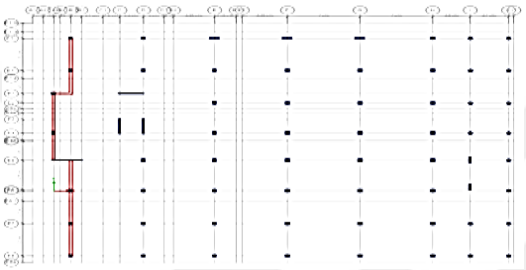
Şekil 3.21. D binası 3 boyutlu sonlu elemanlar modeli

3.3.5. E binası modelinin geometrik özellikleri

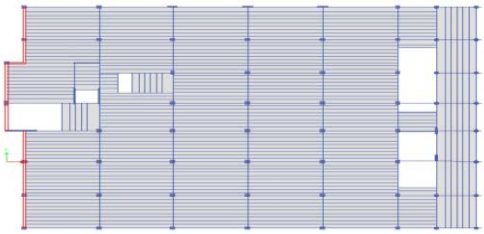
E Binası modeline ait perspektif, plan ve kesitler mimari projeye uygun şekilde ETABS programında, ProtaStructure programında tasarlandığı gibi tanımlanmıştır. Perde modelinde, ara sahanlık plağı, merdiven plağı ve göğebakan katındaki modellemelerde mevcut modelde olmayıp, ETABS'ta tanımlanmış farklılıklar vardır. E binasına ait, 3 boyutlu model, düşey taşıyıcı sistem planı, bodrum ve normal kat döşeme planı ve 3 boyutlu sonlu elemanlar modeli Şekil (3.22 – 3.26)'de sırasıyla verilmiştir.



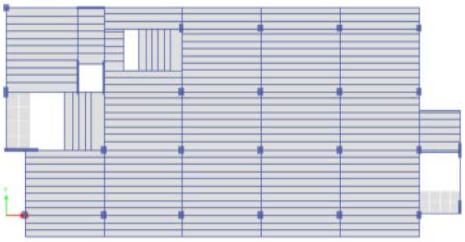
Şekil 3.22. E binası 3 boyutlu modeli



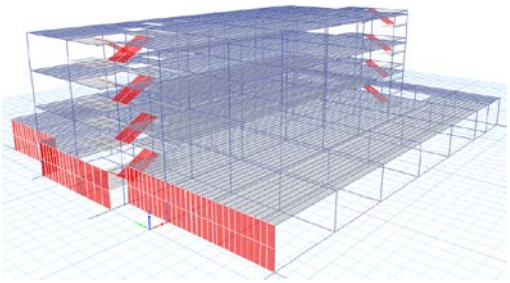
Şekil 3.23. E binası düşey taşıyıcı sistem planı



Şekil 3.24. E binası bodrum kat döşeme planı



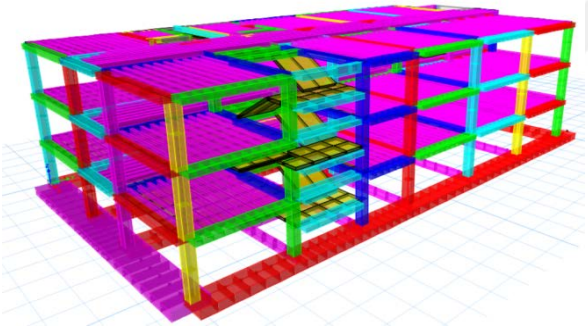
Şekil 3.25. E binası normal kat döşeme planı



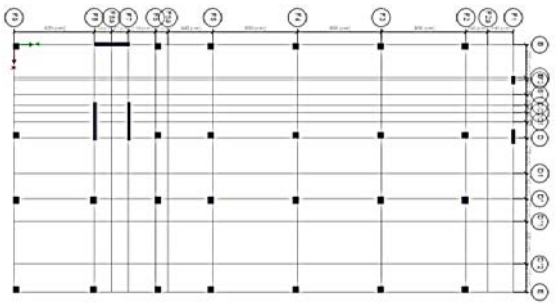
Şekil 3.26. E binası 3 boyutlu sonlu elemanlar modeli

3.3.6. F binası modelinin geometrik özellikleri

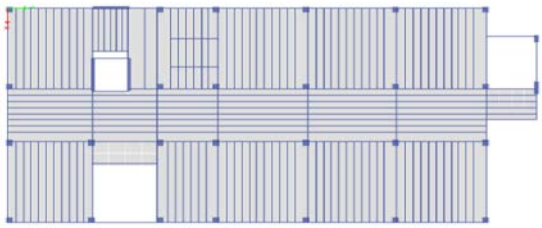
F bina modeline ait perspektif, plan ve kesitler mimari projeye uygun şekilde ETABS programında, ProtaStructure programında tasarlandığı gibi tanımlanmıştır. Perde modelinde, ara sahanlık plağı, merdiven plağı ve göğebakan katındaki modellemelerde mevcut modelde olmayıp, ETABS'ta tanımlanmış farklılıklar vardır. F binasına ait, 3 boyutlu model, düşey taşıyıcı sistem planı, normal kat döşeme planı ve 3 boyutlu sonlu elemanlar modeli Şekil (3.27 – 3.28)'de sırasıyla verilmiştir.



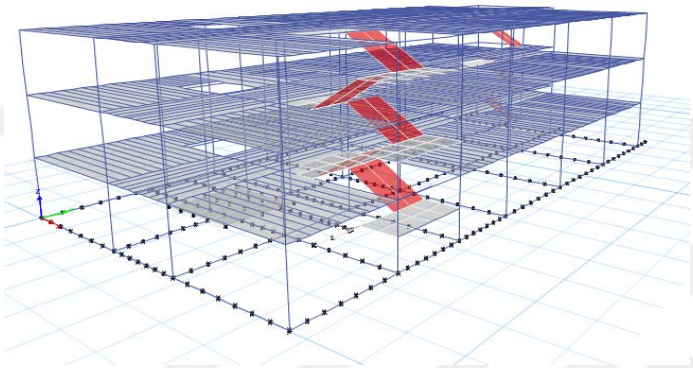
Şekil 3.27. F binası 3 boyutlu modeli



Şekil 3.28. F binası düşey taşıyıcı sistem planı



Şekil 3.29. F binası normal kat döşeme planı



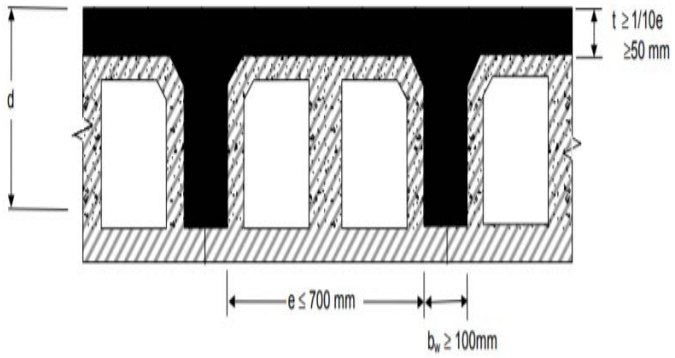
Şekil 3.30. F binası 3 boyutlu sonlu elemanlar modeli

3.4. Modelleme ve Analiz Esasları

Konuya ilişkin döşeme ve yapı modellerinin TS500 (2000), TDY (2007) ve TBDY (2018)'e göre bahsedilen dinamik ve statik etkilerin hesaplanma esasları açıklanmıştır.

3.4.1. Dişli döşemeli sistemler

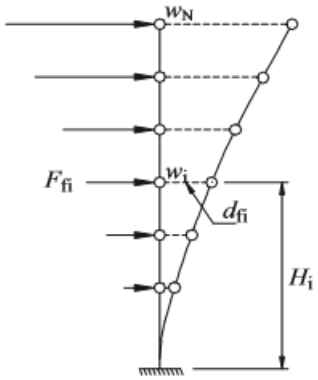
TS 500'e göre serbest aralıklarının 700 mm'yi geçmeyecek biçimde düzenlenmiş kirişler ve ince bir tabladan oluşan döşemeler dişli döşeme olarak tanımlanır. Bu tür döşemelerde dişlerin arası boş bırakılabileceği gibi taşıyıcı olmayan dolgu malzemesi ile de doldurulabilir denilmektedir. Dolgu malzemesi olarak boşluklu beton briket, boşluklu toprak veya benzeri hafif malzemelerin kullanılabileceği ifade edilmektedir. Döşemedeki dişler ve üzerindeki tablanın birlikte döküm yapılması halinde beraber çalışacakları, dolayısıyla açıklık kesitlerinin tablalı kesit olarak boyutlandırılabileceği ifade edilmektedir.



Şekil 3.31. Dişli döşeme kesiti gösterimi

3.4.2. Bina hakim doğal periyodu

Konuya ilişkin binalarda, Eşdeğer Deprem Yükü (EDY) Yönteminin uygulanması halinde, TDY (2007)'ye göre binanın deprem doğrultusundaki hakim doğal periyodu Denk. (3.2) ile hesaplanan değerden daha büyük alınmayacaktır. Burada i'inci kata etkiyen fiktif yükü gösteren F_{fi} ifadesi Denk. (3.1)'de (V_t-ΔF_n) yerine herhangi bir değer (örneğin birim değer) konularak elde edilir. Denk. (3.2) ile hesaplanan değerden bağımsız olarak, bodrum katlar hariç kat sayısı N>13 olan binalarda doğal periyot, 0.1N'den büyük alınmayacaktır.



Şekil 3.32. F_{fi} Fiktif birim yükün gösterimi

$$F_{fi} = \frac{w_i H_i}{\sum_{j=1}^{N} w_j H_j} \tag{3.1}$$

$$T_1 = 2\pi \left(\frac{\sum_{i=1}^{N} m_i \, d_{fi}^2}{\sum_{i=1}^{N} F_{fi} d_{fi}} \right)^{1/2} \tag{3.2}$$

Eşdeğer Deprem Yükü (EDY) Yönteminin uygulandığı tüm binalarda TBDY (2018)'e göre göz önüne alınan deprem doğrultusundaki (X) binanın hakim doğal titreşim periyodunu ifade eden $T^{(X)}_{p}$ daha kesin hesap yapılmadıkça Denk. (3.4)'de verilen formül ile hesaplanacaktır. Burada i'inci kata etkiyen fiktif yükü gösteren $F^{(X)}_{iE}$ ifadesi Denk. (3.3)'de $(V^{(X)}_{tE} - \Delta F^{(X)}_{NE})$ değerinin yerine her hangi bir değer (örneğin 1000) konularak elde edilir. Amprik hakim doğal titreşim periyodu T_{pA} Denk. (3.5) ile hesaplanarak elde edilir. Denk. (3.4) ile hesaplanan hakim doğal titreşim periyodu $T^{(X)}_{P}$,'nin deprem hesabında göz önüne alınacak en büyük değeri Denk.(3.5)'te bulunan T_{pA} değerinin 1.4 katından büyük olmayacağı ifade edilmektedir. Burada Denk. (3.5)'deki C_t ifadesinin taşıyıcı sistemi sadece betonarme çerçevelerden oluşan binalar için 0.1, diğer tüm binalar için 0.07 olarak alınacaktır.

$$V_{tE}^{(X)} = \Delta F_{NE}^{(X)} + \sum_{i=1}^{N} F_{iE}^{(X)} \tag{3.3}$$

$$T_P^{(X)} = 2\pi \left(\frac{\sum_{i=1}^{N} m_i \, d_{fi}^{(X)2}}{\sum_{i=1}^{N} F_{fi}^{(X)} d_{fi}^{(X)}} \right)^{1/2} \tag{3.4}$$

$$T_{pA} = C_t H_N^{3/4} \tag{3.5}$$

3.4.3. Mod sayısı ve kütle katılımı oranı

Konuya ilişkin yapı binalarında esas alınmak üzere, TDY (2007)'ye göre hesaba katılması gereken yeterli titreşim modu sayısı (Y), göz önüne alınan birbirine dik x ve y yatay deprem doğrultularının her birinde, her mod için hesaplanan etkin kütlelerin bina kütlesinin %90'ından az olmamalıdır (Denk. (3.6)). Denk. (3.6)'da yer alan L_{xn} ve L_{yn} ile modal kütle M_n ifadeleri, kat döşemelerinin rijit diyafram olarak çalıştığı binalar için Denk.(3.7)'de verilmiştir.

Bodrum katlarında rijitliği üst katlara oranla çok büyük olan betonarme çevre perdelerinin bulunduğu ve bodrum kat döşemelerinin yatay düzlemde rijit diyafram olarak çalıştığı binaların hesabında, sadece bodrum katların üstündeki katlarda etkin olan titreşim modlarının göz önüne alınması ile yetinilebilir.

$$\sum_{n=1}^{Y} M_{xn} = \sum_{n=1}^{Y} \frac{L_{xn}^2}{M_n} \geq 0.90 \sum_{i=1}^{N} m_i$$

$$\sum_{n=1}^{Y} M_{yn} = \sum_{n=1}^{Y} \frac{L_{yn}^2}{M_n} \geq 0.90 \sum_{i=1}^{N} m_i \tag{3.6}$$

$$L_{xn} = \sum_{i=1}^{N} m_i \, \Phi_{xin} \quad ; \quad L_{yn} = \sum_{i=1}^{N} m_i \, \Phi_{yin}$$

$$M_n = \sum_{i=1}^{N} (m_i \, \Phi_{xin}^2 + m_i \, \Phi_{yin}^2 + m_i \, \Phi_{\theta in}^2) \tag{3.7}$$

TBDY (2018)'e göre modal hesap yöntemlerinde hesaba katılması gereken yeterli titreşim modu sayısı (YM), Denk. (3.8)'de belirtildiği üzere, (X) ve (Y) deprem doğrultularında her bir mod için hesaplanan taban kesme kuvveti modal etkin kütlelerinin toplamının bina toplam kütlesinin %95'inden az olmamalıdır. Ancak, katkısı %3'ten büyük olan bütün modlar göz önüne alınacaktır. Her bir doğrultu için

hesaplanan bütün YM'lerin büyüğünün üç boyutlu hesapta dikkate alınacağı ifade edilmektedir. Verilen (X) deprem doğrultusu için, n'inci titreşim moduna ait modal katkı çarpanının $\Gamma_n^{(X)}$ ile binanın x ekseni doğrultusundaki taban kesme kuvveti modal etkin kütlesinin $m_{ixn}^{(X)}$ Denk.(3.9) ile belirlendiği ifade edilmektedir. Verilen (X) deprem doğrultusu için tipik bir n'inci titreşim modunda tanımlanan serbestlik derecelerine ait kat modal etkin kütlelerinin Denk. (3.10) ile belirlenecektir.

$$\sum_{n=1}^{YM} m_{txn}^{(X)} \geq 0.95\, m_t \quad ; \sum_{n=1}^{YM} m_{tyn}^{(Y)} \geq 0.95\, m_t \tag{3.8}$$

$$\Gamma_{\mathrm{n}}^{(\mathrm{X})} = \frac{\sum_{\mathrm{i}=1}^{\mathrm{N}} \mathrm{m_i}\, \Phi_{\mathrm{i(X)n}}}{\sum_{\mathrm{i}=1}^{\mathrm{N}} (\mathrm{m_i}\, \Phi_{\mathrm{ixn}}^2 + \mathrm{m_i}\, \Phi_{\mathrm{iyn}}^2 + \mathrm{m_i}\, \Phi_{\mathrm{i\theta n}}^2)} \tag{3.9}$$

$$m_{ixn}^{(X)} = m_i \Phi_{ixn} \Gamma_n^{(X)} \; ; \; m_{iyn}^{(X)} = m_i \Phi_{iyn} \Gamma_n^{(X)} \; ; \; m_{i\theta n}^{(X)} = m_{i\theta} \Phi_{i\theta n} \Gamma_n^{(X)} \tag{3.10}$$

3.4.4. Taban kesme kuvveti

TDY (2007)'ye göre göz önüne alınan deprem doğrultusunda, binanın tümüne etkiyen toplam eşdeğer deprem yükünün (taban kesme kuvveti), Denk. (3.11) ile verilen deprem yüklerinin belirlenmesi için esas alınacaktır. Burada, A(T) spektral ivme katsayısı, S_{ae} %5 sönüm oranı için tanımlanan elastik ivme spektrumu'nun ordinatı olan elastik spektral ivme, g yerçekimi ivmesi, A_0 etkin yer ivmesi katsayısı ve I bina önem katsayı olarak gösterilmiştir. V_t Denk. (3.12) ile belirlenecektir. Deprem hesabına esas bina ağırlığı W'nın Denk. (3.13) ile belirlendiği, w_i kat ağırlıklarının ise Denk.(3.14) ile hesaplanabileceği ifade edilmiştir.

$$A(T) = A_0 I\, S(T)\,, \quad S_{ae}(T) = A(T) g \tag{3.11}$$

$$V_t = \frac{W A(T_1)}{R_a(T_1)} > 0.10\, A_0\, I\, W \tag{3.12}$$

$$W = \sum_{i=1}^{N} w_i \tag{3.13}$$

$$w_i = g_i + n q_i \tag{3.14}$$

Konuya ilişkin yapı binalarında esas alınmak üzere, TDY (2007)'ye göre göz önüne alınan deprem doğrultusunda, binaya etkiyen modal toplam deprem yükü (taban kesme kuvveti), kat kesme kuvveti, iç kuvvet bileşenleri, yerdeğiştirme ve göreli kat ötelemesi gibi büyüklüklerin her biri için ayrı ayrı uygulanmak üzere, her titreşim modu için hesaplanan ve eşzamanlı olmayan maksimum katkıların istatiksel olarak birleştirilmesi için; $T_m<T_n$ olmak üzere, göz önüne alınan herhangi iki titreşim moduna ait doğal periyotların daima $T_m/T_n<0.80$ koşulunu sağlaması durumunda, maksimum mod katkılarının birleştirilmesi için Karelerinin Toplamının Karekökü Kuralının

uygulanabileceği ifade edilmektedir. Bu koşulun sağlanamaması durumunda, maksimum mod katkılarının birleştirilmesi için Tam Karesel Birleştirme (CQC) kuralı uygulanacaktır. Bu kuralın uygulanmasında kullanılacak çapraz koralasyon

katsayıları'nın hesabında, modal sönüm oranları bütün titreşim modları için %5 olarak alınacağı ifade edilmektedir.

Göz önüne alınan deprem doğrultusunda, yukarıda belirtilen esaslara göre birleştirilerek elde edilen bina toplam deprem yükü V_{tB}'nin, Eşdeğer Deprem Yükü Yöntemi'nde Denk. (3.12)'de hesaplanan bina toplam deprem yükü V_t'ye oranının ($V_{tB}<\beta V_t$); yapılarda A1, B2 veya B3 türü düzensizliklerden en az birinin bulunması durumunda $\beta=0.90$, bu düzensizliklerden hiç birinin bulunmaması durumunda ise $\beta=0.80$ alınacağı belirtilip, Mod Birleştirme Yöntemi'ne göre bulunan tüm iç kuvvetler ve yerdeğiştirme büyüklüklerinin Denk. (3.15)'e göre büyültüleceği ifade edilmiştir.

$$B_D = \frac{\beta V_t}{V_{tB}} B_B \tag{3.15}$$

TBDY (2018)'e göre göz önüne alınan deprem doğrultusunda, ayrı ayrı dikkate alınmak üzere (X) binanın tümüne etkiyen toplam eşdeğer deprem yükünün (taban kesme kuvveti), $V_{tE}^{(X)}$Denk. (3.17) ile belirlenecektir. $S_{aR}\left(T_p^{(X)}\right)$, gözönüne alınan (X) deprem doğrultusunda Denk. (3.4) ile hesaplanan $T_p^{(X)}$'nin göz önüne alınarak, Denk. (3.16) ile hesaplanan Azaltılmış Tasarım Spektral İvmesi'ni göstermektedir. S_{DS} kısa periyod için tanımlanan tasarım spektral ivme katsayısı'dır. Denk. (3.17)'daki m_t binanın Denk.(3.18)'de hesaplanan toplam bina kütlesidir. m_i binanın i'inci kat döşemesinin toplam kütlesidir.

$$S_{aR}(T) = \frac{S_{ae}(T)}{R_a(T)} \tag{3.16}$$

$$V_{tE}^{(X)} = m_t S_{aR}\left(T_p^{(X)}\right) \geq 0.04\, m_t\, I\, S_{DS}\, g \tag{3.17}$$

$$m_t = \sum_{i=1}^{N} m_i \tag{3.18}$$

TBDY (2018)'e göre yatayda (X) ve (Y) deprem doğrultuları için ayrı ayrı elde edilen en büyük davranış büyüklüklerine göre doğrultu birleştirmesi uygulanır. Göz önüne alınan (X) doğrultusu için tipik bir n'inci titreşim modunda, herhangi bir davranış büyüklüğüne (yerdeğiştirme, göreli kat ötelemesi, iç kuvvet bileşeni) karşı gelen en büyük modal davranış büyüklüğü $r_{n,max}^{(X)}$ Denk. (3.19)'a göre hesaplanır. Burada $\bar{r}_n^{(X)}$ birim modal davranış büyüklüğü'nü, $S_{aR}(T_n)$ ise n'inci doğal titreşim periyodu T_n için elde edilen azaltılmış tasarım spektral ivmesini ifade etmektedir. İç kuvvet bileşenleri, yerdeğiştirme ve göreli kat ötelemesi gibi davranış büyüklüklerinin her biri için ayrı ayrı uygulanmak üzere, herbir titreşim modu için Denk. (3.19)'a göre hesaplanan ve eş zamanlı olmayan en büyük modal katkılar istatiksel olarak aşağıdaki gibi birleştirilir.En genel mod birleştirme kuralı olarak Tam Karesel Birleştirme (TKB) Kuralı Denk. (3.20)'de ifade edildiği gibi hesaplanmaktadır. Burada $r_{m,max}^{(X)}$ ve $r_{n,max}^{(X)}$ m'inci ve n'inci titreşim modları için Denk. (3.19) ile hesaplanan en büyük modal davranış büyüklükleri'ni, ρ_{mn} ise bu modlara ait çapraz koralasyon katsayısı'nı göstermektedir. Denk. (3.20)'da yer alan çapraz koralasyon katsayısı Denk. (3.21)'de verilmiştir. Buradaki β_{mn} göz önüne alınan m'inci ve n'inci doğal periyotlarının oranını, ζ_m ve ζ_n

ise aynı modlara ait olan ve birbirinden farklı alınabilen modal sönüm oranlarını ifade etmektedir. Modal sönüm oranlarının bütün modlarıda aynı olduğunun varsayılması durumunda, çapraz koralasyon katsayısı Denk. (3.22)'de verildiği şekilde sadeleştirildiği ifade edilmektedir. Göz önüne alınan tüm modlar için $\beta_{mn} < 0.80$ koşulunun sağlanması durumunda, Denk. (3.20)'da verilen birleştirme kuralı yerine Denk.(3.23)'de verilen Karelerin Toplamının Karekökü Kuralı Kuralı (KTKK)'nın kullanılabileceği ifade edilmektedir. Bu birleştirme kuralı, Denk. (3.20) $\rho_{mn} = 0$ (m≠n) ve $\rho_{mn} = 1$ (m=n) alınması özel durumuna karşı geldiği ifade edilmektedir. Verilen (X) deprem doğrultusu için tipik bir n'inci titreşim modunda, taşıyıcı sistemin x ekseni doğrultusunda en büyük moadal taban kesme kuvveti $V_{txn,max}^{(X)}$ ve buna karşı gelen en büyük taban devrilme momenti $M_{oxn,max}^{(X)}$ Denk. (3.24) ile hesaplanmaktadır.

$$r_{n,max}^{(X)} = \bar{r}_n^{(X)} S_{aR}(T_n) \tag{3.19}$$

$$r_{max}^{(X)} = \sqrt{\sum_{m=1}^{YM} \sum_{n=1}^{YM} r_{m,max}^{(X)} \ \rho_{mn} \ r_{n,max}^{(X)}} \tag{3.20}$$

$$\rho_{mn} = \frac{8\sqrt{\xi_m \xi_n}(\beta_{mn}\xi_n + \xi_m)\xi_{mn}^{3/2}}{(1-\beta_{mn}^2)^2 + 4\xi_m\xi_n\beta_{mn}(1+\beta^2) + 4(\xi_m^2+\xi_n^2)\beta_{mn}^2} \ ; \ \beta_{mn} \frac{T_m}{T_n} \tag{3.21}$$

$$\rho_{mn} = \frac{8\xi^2(1+\beta_{mn})\beta_{mn}^{3/2}}{(1-\beta_{mn}^2)^2 + 4\xi^2\beta_{mn}(1+\beta_{mn})^2} \tag{3.22}$$

$$r_{max}^{(X)} = \sqrt{\sum_{n=1}^{YM} (r_{n,max}^{(X)})^2} \tag{3.23}$$

$$V_{txn,max}^{(X)} = \sum_{i=1}^{N} f_{ixn,max}^{(X)} = m_{txn}^{(X)} S_{aR}(T_n) \ ; \ M_{oxn,max}^{(X)} = \sum_{i=1}^{N} f_{ixn,max}^{(X)} H_i \tag{3.24}$$

3.4.5. Deprem kuvvetleri

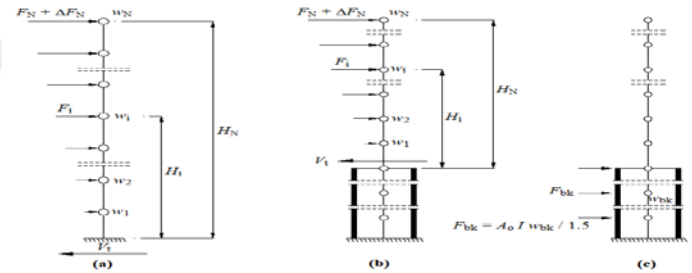
TDY (2007)'ye göre Denk.(3.12) ile hesaplanan toplam eşdeğer deprem yükünün, bina katlarına etkiyen eşdeğer deprem yüklerinin toplamı olarak, Denk. (3.25) ile ifade edilmektedir. Binanın N'inci katına (tepesine) etkiyen ΔF_n 'in değeri Denk. (3.26)'e göre hesaplanacağı ifade edilmektedir. Toplam eşdeğer deprem yükünün ΔF_n dışında geri kalan kısmı, n'inci kat dahil olmak üzere, bina katlarına Denk. (3.27)'e göre dağıtılacağı ifade edilmektedir.

Bodrum katlarında rijitliği üst katlara oranla daha büyük betonarme çevre perdelerin bulunduğu ve bodrum kat döşemelerinin yatay düzlemde rijit diyafram olarak çalıştığı binalarda, bodrum katlarında ve üstteki katlara etkiyen eşdeğer deprem yükleri aşağıda belirtildiği gibi hesaplandığı ve bu yüklerin üst ve alt katların birleşiminden oluşan taşıyıcı sisteme birlikte uygulanacağı ifade edilmektedir:

Üstteki katlara etkiyen toplam eşdeğer deprem yükünün ve eşdeğer kat deprem yüklerinin belirlenmesinde, bodrumdaki rijit çevre perdeleri göz önüne alınmaksızın TDY (2007) Tablo 2.5'ten seçilen *R* katsayısı kullanılacak ve sadece üstteki katların ağırlıkları hesaba katılacağı ifade edilmektedir. Bu durumda ilgili bütün tanım ve

bağıntılarda temel üst kotu yerine zemin katın kotu göz önüne alınacağı belirtilmektedir. Daha önce belirtildiği üzere birinci doğal titreşim periyodunun hesabında da, fiktif yüklerin belirlenmesi için sadece üstteki katların ağırlıklarının kullanılacağı ifade edilmektedir (Şekil 3.30b).

Rijit bodrum katlarına etkiyen eşdeğer deprem yüklerinin hesabında, sadece bodrum kat ağırlıkları göz önüne alınacak ve Spektrum Katsayısı olarak *S*(*T*) = 1 alınacaktır. Her bir bodrum katına etkiyen eşdeğer deprem yükünün hesabında, Denk. (3.11)'den bulunan spektral ivme değeri ile bu katın ağırlığı doğrudan çarpılacak ve elde edilen elastik yüklerin, $R_a(T)$ = 1.5 katsayısına bölünerek azaltılacağı ifade edilmektedir. (Şekil 3.30c). Üstteki katlardan bodrum katlarına geçişte yer alan ve çok rijit bodrum perdeleri ile çevrelenen zemin kat döşeme sisteminin kendi düzlemi içindeki dayanımı, bu hesapta elde edilen iç kuvvetlere göre kontrol edileceği ifade edilmektedir.



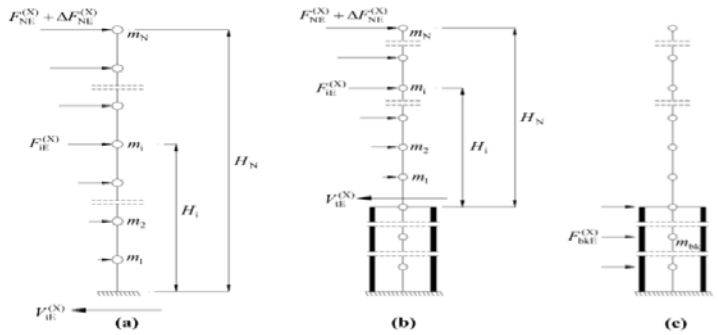
Şekil 3.33. TDY (2007) İki yükleme durumu için hesap yöntemi

$$V_t = \Delta F_N + \sum_{i=1}^{N} F_i \tag{3.25}$$

$$\Delta F_N = 0.0075\, N\, V_t \tag{3.26}$$

$$F_i = (V_t - \Delta F_N)\frac{w_i H_i}{\sum_{j=1}^{N} w_j H_j} \tag{3.27}$$

TBDY (2018)'e göre Denk. (3.17) ile hesaplanan toplam eşdeğer deprem yükünün, bina katlarına etkiyen eşdeğer deprem yüklerinin toplamı olarak, Denk. (3.28) ile ifade edilmektedir. Binanın N'inci katına (tepesine) etkiyen $\Delta F_{NE}^{(X)}$'in değeri Denk.(3.29)'e göre hesaplanacağı ifade edilmektedir. Toplam eşdeğer deprem yükünün $\Delta F_{NE}^{(X)}$ dışında geri kalan kısmı, n'inci kat dahil olmak üzere, bina katlarına Denk. (3.30)'a göre dağıtılacağı ifade edilmektedir. Kat döşemelerinin levha (membran) sonlu elemanlar ile modellenmesi durumunda, i'inci kata j'inci düğüm noktasına etkiyen eşdeğer Denk. (3.31) ile hesaplandığı ifade edilmektedir. Burada $m_j^{(S)}$ j'inci düğüm noktasının tanımlanan tekil kütlesi olduğu ifade edilmektedir.



Şekil 3.34. TBDY (2018) İki yükleme durumu için hesap yöntemi

$$V_{tE}^{(X)} = \Delta F_{NE}^{(X)} + \sum_{i=1}^{N} F_{iE}^{(X)} \tag{3.28}$$

$$\Delta F_{NE}^{(X)} = 0.0075\, N\, V_{tE}^{(X)} \tag{3.29}$$

$$F_{iE}^{(X)} = (V_{tE}^{(X)} - \Delta F_{NE}^{(X)}) \frac{m_i H_i}{\sum_{j=1}^{N} m_j H_j} \tag{3.30}$$

$$f_{jE}^{(S)} = \frac{F_{iE}^{(X)}}{m_i} m_j^{(S)} \tag{3.31}$$

3.4.6. Göreli kat ötelemesi

TDY (2007)'ye göre göreli kat ötelemelerinin sınırlandırılması; herhangi bir kolon veya perde için ardışık iki kat arasındaki yerdeğiştirme farkını ifade eden azaltılmış göreli kat ötelemesi, Δ_i, Denk. (3.32) ile elde edildiği ifade edilmektedir. Denk. (3.32)'deki d_i ve d_{i-1}, her bir deprem doğrultusu için binanın i'inci ve (i-1)'inci katlarında herhangi bir kolon veya perdenin uçlarında azaltılmış deprem yüklerine göre hesaplanan yatay yerdeğiştirmeleri ifade etmektedir. Her bir deprem doğrultusu için, binanın i'inci katındaki kolon veya perdeler için etkin göreli kat ötelemesi, Denk. (3.33) ile elde edildiği ifade edilmiştir. Her bir deprem doğrultusu için, binanın herhangi bir i'inci katındaki kolon veya perdelerde Denk. (3.33) ile hesaplanan δ_i etkin göreli kat ötelemelerinin kat içindeki en büyük değeri $(\delta_i)_{max}$, Denk.(3.34)'de verilen koşulu sağlaması gereği belirtilmiştir. Denk. (3.34)'de verilen koşulun binanın herhangi bir katında sağlanamaması durumunda, taşıyıcı sistemin rijitliği artırılarak deprem hesabının tekrarlanacağı ifade edilmektedir.

$$\Delta_i = d_i - d_{i-1} \tag{3.32}$$

$$\delta_i = R\, \Delta_i \tag{3.33}$$

$$(\delta_i)_{max} / h_i \leq 0.02 \tag{3.34}$$

TBDY (2018)'e göre göreli kat ötelemelerinin sınırlandırılması, TDY (2007)'de Denk. (3.32) ve (3.33) ile hesaplanan $(\delta_i)_{max}$ etkin göreli kat ötelemelerinin kat içindeki en büyük değerinin hesabında farklılıklar görülmektedir. Burada, gevrek malzemeden yapılmış boşluklu veya boşluksuz dolgu duvarlarının ve cephe elemanlarının çerçeve elemanlarına, aralarında herhangi bir esnek derz veya bağlantı olmaksızın tamamen bitişik olması durumunda:

$$\lambda \, (\delta_{i,max}^{(X)} / h_i) \leq 0.008 \, \kappa \tag{3.35}$$

Gevrek malzemeden yapılmış dolgu duvarları ile çerçeve elemanlarının ve esnek esnek derzler yapılması, cephe elemanlarının dış çerçevelere esnek bağlantılarla bağlanması veya dolgu duvar elemanının çerçeveden bağımsız olması durumunda:

$$\lambda \, (\delta_{i,max}^{(X)} / h_i) \leq 0.016 \, \kappa \tag{3.36}$$

λ katsayısı, binanın göz önüne alınan deprem doğrultusundaki hakim titreşim periyodu için DD-3 deprem yer hareketinin elastik spektral ivmesinin ve DD-2 deprem yer hareketinin elastik tasarım spektral ivmesine oranıdır. κ katsayısı ise betonarme binalarda κ = 1 alınacağı ifade edilmiştir.

3.4.7. İkinci mertebe etkileri

TDY (2007)'de taşıyıcı sistem elemanlarının doğrusal olmayan davranışını esas alan daha kesin bir hesap yapılmadıkça ikinci mertebe etkileri yaklaşık olarak aşağıdaki gibi hesaplanır:

Göz önüne alınan deprem doğrultusunda her bir katta İkinci Mertebe Gösterge Değeri, θ_i'nin Denk.(3.37) ile verilen koşulu sağlaması durumunda ikinci mertebe etkileri bu yapılar için yürürlükteki yönetmeliklere göre değerlendirilecektir denmektedir. Burada $(\Delta_i)_{ort,}$ i'inci kattaki kolon ve perdelerde Denk.(3.32) ile hesaplanan azaltılmış göreli kat ötelemelerinin kat içindeki ortalama değeridir denilmektedir. Denk. (3.37) koşulunun herhangi bir kata sağlanamaması durumunda, taşıyıcı sistem rijitliği yeterli ölçüde artırılarak deprem hesabı hesabının tekrarlanacağı ifade edilmektedir.

$$\theta_i = \frac{(\Delta_i)_{ort} \sum_{j=i}^{N} w_j}{V_i h_i} \leq 0.12 \tag{3.37}$$

TBDY (2018)'e göre ikinci mertebe etkileri ise göz önüne alınan (X) deprem doğrultusunda İkinci Mertebe Gösterge Değeri $\theta_{II,I}^{(X)}$ herbir i'inci katta Denk. (3.38)'de ile gösterildiği şekilde hesaplanabileceği ifade edilmektedir. Bu bağıntıdaki $(\Delta_i^{(X)})_{ort}$ i'inci kata kattaki kolon ve perdelerde (X) deprem doğrultusunda hesaplanan azaltılmış göreli kat ötelemelerinin kat içindeki ortalama değerinin Denk. (3.32) ile bulunacağı ifade edilmektedir.

Tüm katlar için $\theta_{II,i}^{(X)}$'lerin maksimum değeri $\theta_{II,max}^{(X)}$'ın Denk.(3.39)'da verilen koşulu sağlaması durumunda, ikinci mertebe etkilerinin tasarıma esas iç kuvvetlerin hesabında göz önüne alınması gerekli değildir denilmektedir. Bu durumda yerel ikinci mertebe etkileri yürürlükteki yönetmeliklerine göre eleman tasarımında göz önüne alınabilir denilmektedir. R ve D taşıyıcı sistem davranış katsayısını ve dayanım fazlalığı

katsayısı'nı, C_h ise taşıyıcı sistemin doğrusal olmayan histeretik davranışına bağlı tanımlanan bir katsayıyı ifade etmektedir. Betonarme binalarda bu değer 0.5 alınabileceği ifade edilmektedir.

Tüm katlar için $\theta_{II,i}^{(X)}$'lerin maksimum değer $\theta_{II,max}^{(X)}$'ın Denk.(3.39)'u sağlamaması halinde ise, göz önüne alınan (X) deprem doğrultusu için tüm iç kuvvetler Denk.(3.40)'da tanımlanan ikinci mertebe büyütme değeri $\beta_{II}^{(X)}$ ile çarpılarak artırılacaktır. Bu durumda uygulanabilecek diğer seçeneğin ise taşıyıcı sistemin rijitlik ve dayanımının uygun bir şekilde artırılarak deprem hesabının yenilenmesi olduğu ifade edilmektedir.

Tüm bu işlemlerin (X) ve (Y) doğrultuları için yapılacağı, dıştan rijit perdelerle çevrilmiş bodrumlu binalarda ikinci mertebe etkileri, bodrum katlarının üstündeki üst bölüm için geçerli olacaktır.

$$\theta_{II,i}^{(X)} = \frac{(\Delta_i^{(X)})_{ort} \sum_{k=i}^{N} w_k}{V_i^{(X)} h_i} \tag{3.38}$$

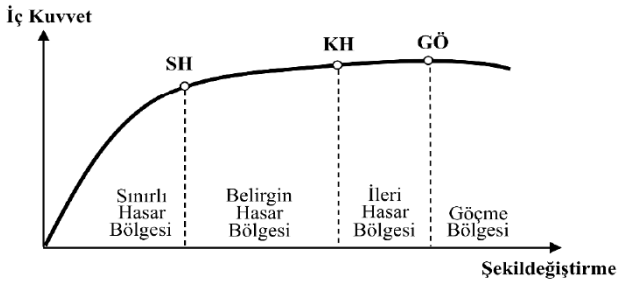
$$\theta_{II,max}^{(X)} \leq 0.12 \frac{D}{C_h R} \tag{3.39}$$

$$\beta_{II}^{(X)} = 0.88 + \frac{C_h R}{D} \theta_{II,max}^{(X)} \geq 1 \tag{3.40}$$

3.4.8. Yapı Elemanlarında Hasar Sınırları ve Hasar bölgeleri

Sünek elemanlar için kesit düzeyinde üç hasar durumu ve hasar sınırı tanımlanmıştır. Bunlar Sınırlı Hasar (SH), Kontrollü Hasar (KH) ve Göçme Öncesi Hasar (GÖ) durumları ve bunların sınır değerleridir. Sınırlı hasar; ilgili kesitte sınırlı miktarda elastik ötesi davranışı, kontrollü hasar; kesit dayanımının güvenli olarak sağlanabileceği elastik ötesi davranışı, göçme öncesi hasar durumu ise; kesitte ileri düzeyde elastik ötesi davranışı tanımlamaktadır. Gevrek olarak hasar gören elemanlarda, bu sınıflandırma geçerli değildir.

Kritik kesitlerinin hasarı SH'a ulaşmayan elemanlar Sınırlı Hasar Bölgesi'nde, SH ile KH arasında kalan elemanlar Belirgin Hasar Bölgesi'nde, KH ile GÖ arasında kalan elemanlar İleri Hasar Bölgesi'nde, GÖ'yü aşan elemanlar ise Göçme Bölgesi'nde yer alırlar (Şekil 3.30).



Şekil 3.35. TBDY (2018)'de Kesit Hasar Sınırları ve Hasar Bölgeleri

TBDY (2018)'de kısım 15.5 veya 15.6'da tanımlanan yöntemlerle hesaplanan iç kuvvetlerin ve/veya şekil değiştirmelerin, kısım 15.3'deki kesit hasar sınırlarına karşı gelmek üzere tanımlanan sayısal değerler ile karşılaştırılması sonucunda kesitlerin hangi hasar bölgelerinde olduğuna karar verilecektir. Eleman hasarı, elemanın en fazla hasar gören kesitine göre belirlenecektir.

3.5. Doğrusal Olmayan Sabit Tek Modlu İtme Yöntemi

Mevcut veya güçlendirilmiş binaların deprem etkisi altında yapısal performanslarının belirlenmesi ve güçlendirme hesapları için kullanılacak doğrusal olmayan hesap yöntemlerinin amacı, verilen bir deprem için sünek davranışa ilişkin plastik şekil değiştirme ve plastik dönme talepleri ile gevrek davranışa ilişkin iç kuvvet taleplerinin hesaplanmasıdır. Daha sonra bu talep büyüklükleri, şekil değiştirme ve iç kuvvet kapasiteleri ile karşılaştırılarak kesit ve bina düzeyinde yapısal performans değerlendirmesi yapılmaktadır. Mevcut veya güçlendirilmiş binaların değerlendirilmesinde kullanılan doğrusal olmayan hesap yöntemleri, TBDY (2018)'e göre, Tek Modlu İtme Yöntemleri, Çok Modlu İtme Yöntemleri ve Zaman Tanım Alanında Doğrusal Olmayan Hesap Yöntemi'dir. Bu çalışmada, Doğrusal Olmayan Sabit Tek Modlu İtme Yöntemi kullanılmıştır. Bu yöntem ayrıntılı bir şekilde aşağıda açıklanmıştır.

Sabit tek modlu itme yönteminde, göz önüne alınan (X) deprem doğrultusunda k'ıncı itme adımında katlara etkiyen deprem yükü artımları, deprem dışı yüklemelerden sonraki birinci adımda belirlenen ve itme hesabı boyunca hiç değiştirilmeyen sabit mod şekline göre hesaplanan kat modal etkin kütleleri cinsinden ifade edilirler.

$$\Delta f_{ix1}^{(X,k)} = m_{ix1}^{(X,1)} \Delta a_1^{(X,k)} \; ; \; \Delta f_{iy1}^{(X,k)} = m_{iy1}^{(X,1)} \Delta a_1^{(X,k)} \; ; \; \Delta f_{i\theta 1}^{(X,k)} = m_{i\theta 1}^{(X,1)} \Delta a_1^{(X,k)} \qquad (3.1a)$$

Burada $m_{ix1}^{(X,1)}$, $m_{iy1}^{(X,1)}$ ve $m_{i\theta 1}^{(X,1)}$, Denk.(3.2a) ile verilen etkin kütlelerinin birinci adımında (k=1) hesaplanan birinci mod karşılıklarıdır (n=1) ve Denk.(3.3a)'da verilmiştir.

$$m_{ixn}^{(X)} = m_i \Phi_{ixn} \Gamma_n^{(x)}; \quad m_{iyn}^{(X)} = m_i \Phi_{iyn} \Gamma_n^{(x)}; \quad m_{i\theta n}^{(X)} = m_{i\theta} \Phi_{i\theta n} \Gamma_n^{(X)} \qquad (3.2a)$$

$$m_{ix1}^{(X,1)} = m_i \Phi_1^{(1)} \Gamma_{ix1}^{(x,1)}; \quad m_{iy1}^{(X,1)} = m_i \Phi_{iy1}^{(1)} \Gamma_1^{(x,1)}; \quad m_{i\theta 1}^{(X,1)} = m_{i\theta} \Phi_{i\theta 1}^{(1)} \Gamma_1^{(X,1)} \qquad (3.3a)$$

Bu bağıntılarda $\Gamma_1^{(X,1)}$, gözönüne alınan (X) deprem doğrultusu ve birinci titreşim modu için birinci itme adımında Denk.(3.4a)'dan hesaplanan modal katkı çarpanı'dır.

$$\Gamma_n^{(x)} = \frac{\sum_{i=1}^{N} m_i \Phi_{i(X)n}}{\sum_{i=1}^{N} (m_i \Phi_{ixn}^2 + m_i \Phi_{iyn}^2 + m_{i\theta} \Phi_{i\theta n}^2)} \; ; \quad = \Gamma_n^{(X)} \sum_{i=1}^{N} m_i \Phi_{ixn} \qquad (3.4a)$$

Ardışık iki mafsal oluşumu arasında tanımlanan k'ıncı itme adımında bilinmeyen büyüklük, birinci moda ait modal tek serbestlik dereceli sistemin

Denk.(3.1a)'da yer alan modal sözde-ivme artımı $\Delta a_1^{(X,k)}$'dır. Bu büyüklük, her bir adım sonunda oluşan yeni bir plastik mafsalın TBDY (2018) bölüm 5.3.1'de tanımlanan akma koşulundan hesaplanır. Elde edilen modal sözde-ivme artımı, bir önceki adımın sonunda bulunan sözde-ivme değerine eklenerek k'ıncı adım sonundaki birikimli modal sözde-ivme $a_1^{(X,k)}$ elde edilir. Geleneksel itme hesabında $a_1^{(X,k)}$, (X) deprem doğrultusunda taban kesme kuvveti $V_{tx1}^{(X,k)}$ için yazılan Denk.(3.5a)'dan elde edilir.

$$a_1^{(X,k)} = \frac{V_{tx1}^{(X,k)}}{m_{tx1}^{(X,1)}} \tag{3.5a}$$

Bu bağıntıda yer alan taban kesme kuvveti modal etkin kütlesi $m_{tx1}^{(X,1)}$, x ekseni doğrultusunda Denk.(3.3)'de birinci itme adımındaki mod şekli'ne göre tanımlanan ve tüm itme hesabı boyunca sabit olarak alınan kat modal etkin kütleleri $m_{ix1}^{(X,1)}$'lerin tüm katlardaki toplamıdır. Birinci moda ait modal tek serbestlik dereceli sistemin modal yerdeğiştirmesi $d_1^{(X)k}$, itme hesabında herhangi bir i'inci katta x doğrultusunda elde edilen yatay yerdeğiştirmeden hesaplanabilir. Geleneksel itme hesabında bu amaçla N'inci kattaki tepe yerdeğiştirmesinden yaralanılır.

$$d_1^{(X,k)} = \frac{u_{Nx1}^{(X,k)}}{\Phi_{Nx1}^{(1)} \Gamma_1^{(X,1)}} \tag{3.6a}$$

Geleneksel itme hesabında önce taban kesme kuvveti-tepe yerdeğiştirmesi ilişkisi olarak itme eğrisi çizilir (Şekil 3.36a) ve daha sonra bu eğrinin koordinatları Denk.(3.5a) ve Denk.(3.6a)'ya göre dönüştürülerek modal tek serbestlik dereceli sistem'e ait modal sözde ivme-modal yerdeğiştirme ilişkisi olarak modal kapasite diyagramı elde edilir (Şekil 3.36b).

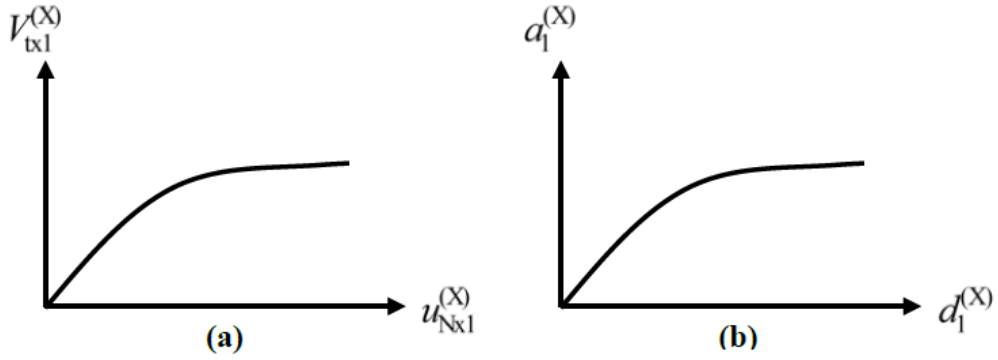
Geleneksel itme hesabında, modal yerdeğiştirmenin her adımında Denk.(3.6a) ile başlangıç adımındaki doğrusal sisteme ait sabit mod şekli'ne bağlı olarak elde edilmesi nedeni ile yapılan yaklaşıklığı kısmen gidermek üzere, herhangi bir k'ıncı itme adımında elde edilen yerdeğiştirme artımı, yaklaşık olarak o adımdaki değişken mod şekli genliği olarak alınabilir. Bu bağlamda Denk.(3.7a)'daki bağıntı, tipik bir i'inci katta x doğrultusundaki serbestlik derecesi için yazılmıştır.

$$\Phi_{ix1}^{(X)} \approx u_{ix1}^{(X,k)} - u_{ix1}^{(X,k-1)} \tag{3.7a}$$

Bu durumda modal yerdeğiştirme Denk.(3.6a)'da olduğu üzere tepe yerdeğiştirmesine bağımlı olmaksızın, Denk.(3.8a)'daki şekilde elde edilebilir.

$$d_1^{(X,k)} = d_1^{(X,k-1)} + \frac{1}{\Gamma_1^{(X,k)}} \tag{3.8a}$$

Burada $\Gamma_1^{(X,k)}$, Denk.(3.7a)'da tanımlanan yaklaşık mod şeklinden yararlanılarak Denk.(3.4a) ile her itme adımında hesaplanan yaklaşık modal katkı çarpanıdır.



Şekil 3.36. (a) Taban Kesme Kuvveti-Tepe Yerdeğiştirme Grafiği
(b) Modal Sözde İvme-Modal Yerdeğiştirme Grafiği

Düşey yüklerin şekil değiştirmiş taşıyıcı sistemde meydana getirdiği ikinci mertebe etkilerinin önemli olabileceği binalarda, Sabit Modlu İtme Yöntemi'nin taban kesme kuvvetine dayalı olması nedeni ile, bu etkiler uyumlu bir biçimde göz önüne alınamadığından, TBDY (2018) bölüm 5B.2'de verilen Değişken Modlu İtme Yöntemi kullanılmalıdır.

Depremin modal yerdeğiştirme talebinin elde edilmesi, verilen deprem etkisi altında modal kapasite diyagramı tarafından temsil edilen modal tek serbestlik dereceli sistemin en büyük yerdeğiştirmesi'nin hesabına karşı gelmektedir.

Modal tek serbestlik dereceli sistemde en büyük yerdeğiştirme, doğrusal olmayan spektral yerdeğiştirme olarak tanımlanır Denk.(3.9a).

$$d_{1,max}^{(X)} = S_{di}(T_1) \tag{3.9a}$$

Burada $d_{1,max}^{(X)}$ modal tek serbestlik dereceli sistemin en büyük yerdeğiştirmesi'ni, $S_{di}(T_1)$ ise taşıyıcı sistemin birinci doğal titreşim periyodu T_1'e karşı gelen ve Denk.(3.10a) ile tanımlanan doğrusal olmayan spektral yerdeğiştirme'yi göstermektedir.

$$S_{di}(T_1) = C_R S_{de}(T_1) \tag{3.10a}$$

Burada $S_{de}(T_1)$, TBDY (2018) Denk.(2.5a) ile tanımlanan elastik tasarım spektral yerdeğiştirmesi'ni, C_R ise Denk.(3.11a)'da tanımlanan spektral yerdeğiştirme oranı'nı göstermektedir.

Denk.(3.10a)'da yer alan spektral yerdeğiştirme oranı C_R, Denk.(3.11a)'da tanımlanmıştır.

$$C_R = \frac{\mu(R_y,T_1)}{R_y} \tag{3.11a}$$

Burada akma dayanımı azaltma katsayısı'nı gösteren R_y, dayanıma göre tasarım yaklaşımı için TBDY EK 4A'da verilen tanımdan farklı olarak, öngörülen süneklik kapasitesine bağlı olarak tanımlanan bir büyüklüğü değil, itme hesabından doğrudan elde edilen akma dayanımına bağlı bir büyüklüğü ifade etmektedir.

$$R_y = \frac{f_e}{f_y} = \frac{S_{ae}(T_1)}{a_{y1}} \tag{3.12a}$$

Bu bağıntıda f_e ve $S_{ae}(T_1)$ elastik dayanım talebi'ni ve ona karşı gelen elastik ivme'yi, f_e ve a_{y1} ise akma dayanımını ve ona karşı gelen akma sözde-ivmesini temsil etmektedir (Şekil 3.37).

Denk.(3.11a)'da yer alan $\mu(R_y, T_1)$, akma dayanımı'na ve doğal titreşim periyoduna bağlı olarak ifade edilen süneklik talebi'dir. Bu büyüklüğün hesabı için TBDY (2018) EK 4A'da Denk.(4A.2) ile verilen bağıntılar tersten yazılarak aşağıdaki bağıntılar elde edilir.

(a) Depremin süneklik talebi $\mu(R_y, T_1)$, eşit yerdeğirme kuralı uyarınca rijitliği fazla olmayan taşıyıcı sistemler için Akma Dayanımı R_y'a eşit alınır.

$$\mu(R_y, T_1) = R_y \qquad T_1 > T_B \tag{3.13a}$$

(b) Rijitliği fazla taşıyıcı sistemler için ise TBDY (2018) Denk.(4A.2b)'den Denk.(3.13b)'deki bağıntı elde edilir.

$$\mu(R_y, T_1) = 1 + (R_y - 1)\frac{T_B}{T_1} \qquad T_1 \leq T_B \tag{3.13b}$$

Denk.(3.11a)'da tanımlanan spektral yerdeğiştirme oranı C_R, Denk.((3.13a),(3.13b))'den yararlanılarak Denk.((3.14a),(3.14b))'deki şekilde ifade edilir.

$$C_R = 1 \qquad T_1 > T_B \tag{3.14a}$$

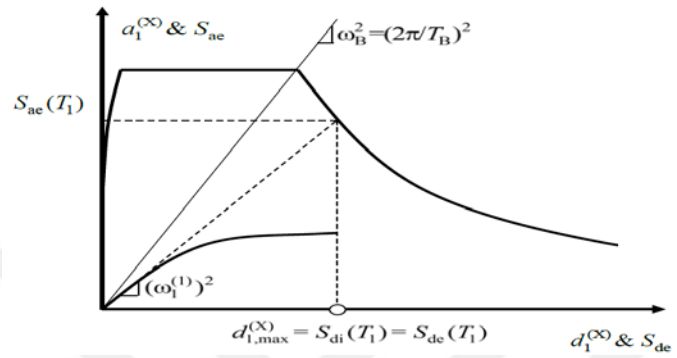
$$C_R = \frac{1+(R_y-1)\frac{T_B}{T_1}}{R_y} \geq 1 \qquad T_1 < T_B \tag{3.14b}$$

Şekil 3.37 ve Şekil 3.38'de birinci (hakim) titreşim moduna ait koordinatları modal yerdeğiştirme-modal sözde-ivme (d_1,a_1) olan modal kapasite diyagramı ile koordinatları spektral yerdeğiştirme-spektral ivme (S_{de},S_{ae}) olan doğrusal deprem spektrumu bir arada çizilmiştir.

(a) Şekil 3.37'de gösterilen durum, Denk.(3.10a) ile birlikte Denk.(3.14a)'nın uygulamasına karşı gelmektedir. Bu durumda, modal kapasite diyagramı üzerinde hiçbir işlem yapmaksızın, sadece birinci itme adımındaki doğal titreşim periyodunun $T_1 > T_2$ veya $(\omega_1^{(1)})^2 \leq \omega_B^2$ koşulunu sağladığının gösterilmesi yeterlidir.

(b) Öte yandan Şekil 3.38'de gösterilen durum, Denk.(3.10a) ile Denk.(3.14b)'nin uygulanmasına karşı gelmektedir. Bu durumda spektral yerdeğiştirme oranı C_R, ardışık yaklaşımla hesaplanacaktır. Bu amaçla modal kapasite diyagramı, Şekil 3.37'de

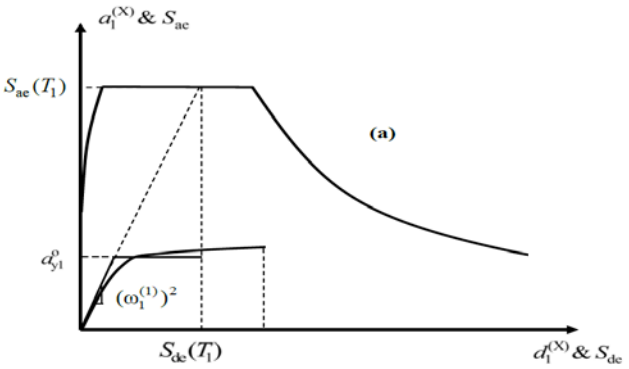
gösterildiği üzere, önce C_R=1 alınarak iki doğrulu elasto-plastik bir diyagrama dönüştürülür. Dönüşüm işleminde diyagramların altında kalan alanların eşitliği esas alınır. Bu şekilde bulunan yaklaşık akma sözde-ivmesi a_{y1}^{0} kullanılarak Denk.(3.11a)'dan R_y ve buna bağlı olarak Denk.(3.14b)'den C_R ve Denk.(3.10a)'dan $S_{di}(T_1)$ hesaplanır. Buna göre elasto-plastik diyagram tekrar oluşturulur (Şekil 3.36b) ve yeniden bulunan a_{y1} esas alınarak aynı işlemler tekrarlanır. Sonuçların yeterince yaklaştıkları adımda ardışık yaklaşıma son verilir.



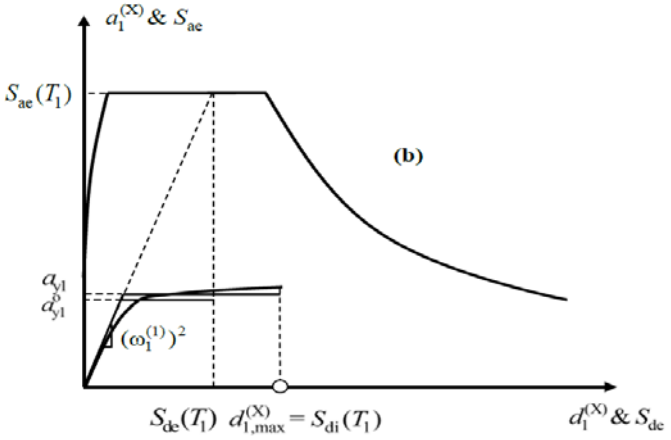
Şekil 3.37. Modal Kapasite Grafiği ve Doğrusal Deprem Spektrumu

Depremin modal yerdeğiştirme talebi'nin Denk.(3.10a) ve Denk.((3.14a),(3.14b))'den yararlanılarak Denk.(3.9a)'ya göre hesabı aşağıda (a) ve (b)'de tanımlanan durumlarda geçerli değildir.

(a) En yakın fayın binaya uzaklığının 15 km'den az olduğu durumlarda, TBDY (2018) bölüm 2.5'e göre seçilerek ölçeklendirilen yakın-saha deprem kayıtları kullanılarak TBDY (2018) bölüm 5B.4'e göre zaman tanım alanında hesap yapılacaktır.
(b) İkinci mertebe etkileri nedeni ile modal kapasite diyagramının akma sonrasındaki eğimlerinin negatif olması durumunda, TBDY (2018) bölüm 2.5'e göre seçilerek ölçeklendirilen deprem kayıtları kullanılarak TBDY (2018) bölüm 5B.4'e göre zaman tanım alanında hesap yapılacaktır.



Şekil 3.38. Modal Kapasite Grafiği ve Doğrusal Deprem Spektrumu



Şekil 3.39. Modal Kapasite Grafiği ve Doğrusal Deprem Spektrumu

3.6. Betonarme Elemanların Kesit Birim Şekildeğiştirme ve Plastik Dönme Sınırları

Beton ve donatı çeliğinin TBDY (2018) bölüm 15.5.4 veya 15.6.2'ye göre elde edilen birim şekil değiştirme talepleri, aşağıda tanımlanan birim şekil değiştirme kapasiteleri ile karşılaştırılarak, kesit düzeyinde taşıyıcı sistem performansı belirlenmektedir.

Şekil değiştirme hesabı yapılan betonarme elemanların boyuna donatıları nervürsüz (düz) donatı çeliği ile düzenlenmişse, donatı çeliği birim şekil değiştirme talebi ve plastik dönme talebi 1.5 ile çarpılarak arttırılmaktadır.

Plastik şekil değiştirmelerin meydana geldiği betonarme sünek kiriş, perde ve kolon elemanlarında, çeşitli kesit hasar sınırlarına göre izin verilen birim şekil değiştirme ve plastik dönme üst sınırları (kapasiteleri) TBDY (2018) bölüm 5.8.1.1, 5.8.1.2, 5.8.1.3 ve 5.8.1.4'de tanımlanmıştır. TBDY (2018) Denk.(5.4d)'deki ρ_{sh} hesabında 90 derece kapalı etriyelerin %30'u hesaba dahil edilebilir. TBDY (2018) bölüm 5.8.1.2'de verilen Denk.(5.6)'da L_s, L_p'den küçük olan alınmamaktadır.

Şekil değiştirme hesabı yapılan betonarme kesitin kesme kuvveti oranı $V_e/(b_w d\ f_{ctm})<0.65$ ise TBDY (2018) bölüm 15.7.1.3'e göre hesaplanan şekil değiştirme üst sınırları geçerlidir. Kesme kuvveti oranı 1.30'dan büyük ise TBDY (2018) bölüm 15.7.1.3'e göre hesaplanan şekil değiştirme üst sınırları 0.50 ile çarpılarak azaltılmaktadır. Ara değerler için doğrusal enterpolasyon uygulanmaktadır.

Burada TBDY (2018)'e göre mevcut binaların performans seviyelerinin belirlenmesi açıklanmaktadır.

TBDY (2018)'de verilen, mevcut binaların deprem performanslarının belirlenmesinde esas alınacak, deprem yer hareketi düzeyleri ve deprem tasarım sınıflarına bağlı olarak, binalar için öngörülen minimum performans hedefleri Çizelge

3.4'de verilmiştir. Kısa periyot tasarım spektral ivme katsayısı, S_{DS} ve Bina kullanım sınıfı, BKS'ye bağlı olarak verilen, Deprem Tasarım Sınıfları ise, Çizelge 10.2'de gösterilmiştir.

Çizelge 3.4. Mevcut Binaların Deprem Performans Hedefleri

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

Çizelge 3.4'de, DTS, Deprem Tasarım Sınıflarını, SH, Sınırlı Hasar Performans Seviyesi, KH, Kontrollü Hasar Performans Seviyesini, DD-1, En Büyük Deprem Yer Hareketini, DD-2, Standart Tasarım Deprem Yer Hareketini, DD-3, Sık Deprem Yer Hareketini göstermektedir. Normal Performans Hedefi, Bina Önem Katsayısı, I=1-1.2, DTS=3a-4a ve I=1.5 olan binalar. İleri Performans Hedefi ise, Bina Önem Katsayısı, DTS=1a-2a ve I=1.5 olan binaları kapsamaktadır.

Çizelge 3.5. Deprem Tasarım Sınıfları

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

Çizelge 3.5'de verilen, BKS=1, I=1.5, BKS=2, I=1.2 ve BKS=3 ise, I=1 olan binaları göstermektedir.

3.7. Mevcut Binaların Deprem Performansı

Mevcut binaların deprem performansı, uygulanan deprem etkisi altında binada oluşması beklenen hasarların durumu ile ilişkili olup dört farklı hasar durumu için tanımlanmıştır. TBDY (2018)'de verilen, 15.5 ve 15.6'da tanımlanan hesap yöntemlerinin uygulanması ve 15.7'ye göre eleman performanslarına karar verilmesi ile bina performans düzeyi belirlenir. Binaların deprem performansının belirlenmesi için uygulanacak kurallar aşağıda verilmiştir. Burada verilen kurallar, betonarme ve çelik yapılar için geçerlidir.

Mevcut Binalarda Sınırlı Hasar Performans Düzeyi

Betonarme binaların herhangi bir katında, uygulanan her bir deprem doğrultusu için yapılan hesap sonucunda kirişlerin en fazla %20'si Belirgin Hasar Bölgesi'ne geçebilir, ancak diğer taşıyıcı elemanların tümü Sınırlı Hasar Bölgesi'ndedir. Eğer

varsa, gevrek olarak hasar gören elemanların güçlendirilmeleri kaydı ile, bu durumdaki binaların Sınırlı Hasar Performans Düzeyi'nde olduğu kabul edilir.

3.7.1. Mevcut Binalarda Kontrollü Hasar Performans Düzeyi

Eğer varsa, gevrek olarak hasar gören elemanların güçlendirilmeleri kaydı ile, aşağıdaki koşulları sağlayan binaların Kontrollü Hasar Performans Düzeyi'nde olduğu kabul edilir.

(a) Betonarme binaların herhangi bir katında, uygulanan her bir deprem doğrultusu için yapılan hesap sonucunda, ikincil (yatay yük taşıyıcı sistemde yer almayan) kirişler hariç olmak üzere, kirişlerin en fazla %35'i ve düşey elemanların (kolonlar, perdeler ve güçlendirilmiş bölme duvarlar) aşağıdaki (b) paragrafında tanımlanan İleri Hasar Bölgesi'ne geçebilir. İleri Hasar Bölgesi'ndeki düşey elemanların, her bir katta düşey elemanlar tarafından taşınan kesme kuvvetine toplam katkısı %20'nin altında olmalıdır. En üst katta İleri Hasar Bölgesi'ndeki düşey elemanların kesme kuvvetleri toplamının, o kattaki tüm düşey elemanların kesme kuvvetlerinin toplamına oranı en fazla %40 olabilir.
(b) Diğer taşıyıcı elemanların tümü Sınırlı Hasar Bölgesi veya Belirgin Hasar Bölgesi'ndedir. Ancak, herhangi bir katta alt ve üst kesitlerinin ikisinde birden Belirgin Hasar Sınırı aşılmış olan düşey elemanlar tarafından taşınan kesme kuvvetlerinin, o kattaki tüm düşey elemanlar tarafından taşınan kesme kuvvetine oranının %30'u aşmaması gerekir (Doğrusal yöntemle hesapta, alt ve üst düğüm noktalarının ikisinde birden TBDY (2018) Denk.(7.3)'ün sağlandığı kolonlar bu hesaba dahil edilmezler).

3.7.2. Mevcut Binalarda Göçmenin Önlenmesi Performans Düzeyi

Gevrek olarak hasar gören tüm elemanların Göçme Bölgesi'nde olduğunun göz önüne alınması kaydı ile, aşağıdaki koşulları sağlayan binaların Göçmenin Önlenmesi Performans Düzeyi'nde olduğu kabul edilir.

(a) Betonarme binaların herhangi bir katında, uygulanan her bir deprem doğrultusu için yapılan hesap sonucunda, , ikincil (yatay yük taşıyıcı sistemde yer almayan) kirişler hariç olmak üzere, kirişlerin en fazla %20'i Göçme Bölgesi'ne geçebilir.

(b) Diğer taşıyıcı elemanların tümü Sınırlı Hasar Bölgesi, Belirgin Hasar Bölgesi veya İleri Hasar Bölgesi'ndedir. Ancak, herhangi bir katta alt ve üst kesitlerinin ikisinde birden Belirgin Hasar Sınırı aşılmış olan düşey elemanlar tarafından taşınan kesme kuvvetlerinin, o kattaki tüm düşey elemanlar tarafından taşınan kesme kuvvetine oranının %30'u aşmaması gerekir (Doğrusal yöntemle hesapta, alt ve üst düğüm noktalarının ikisinde birden TBDY (2018) Denk.(7.3)'ün sağlandığı kolonlar bu hesaba dahil edilmezler).

(c) Binanın mevcut durumunda kullanımı can güvenliği bakımından sakıncalıdır.

3.7.3. Göçme Durumu

Bina Göçmenin Önlenmesi Performans Düzeyi'ni sağlayamıyorsa Göçme Durumu'ndadır. Binanın kullanımı can güvenliği bakımından sakıncalıdır.

4. BULGULAR

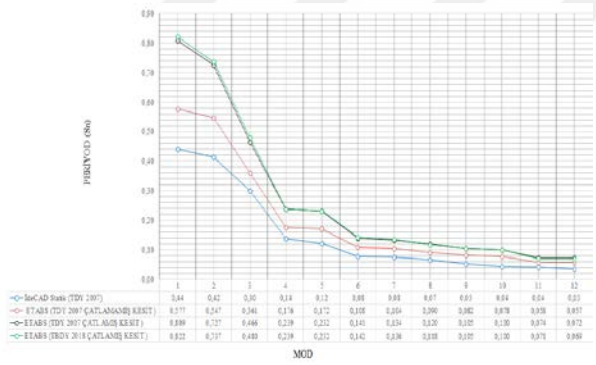
4.1. A, B, C, D, E ve F Binası Modellerinde Hesaplanmış Bazı Doğrusal Deprem Etkilerinin ETABS Programıyla Bulunan Sonuçlarla Karşılaştırılması

A, B, C, D, E ve F modeli modelleri doğrusal bazı deprem etkilerinden, bina periyodları, kütle katılım oranları yüzdeleri, taban kesme kuvvetleri, katlara gelen deprem kuvvetleri, etkin göreli kat ötelemeleri ve ikinci mertebe etkilerinin ETABS programıyla bulunan sonuçlarla, ulusal program sonuçların grafiksel olarak karşılaştırılması yapılmıştır.

4.1.1. A Binası modeline ait karşılaştırmalar

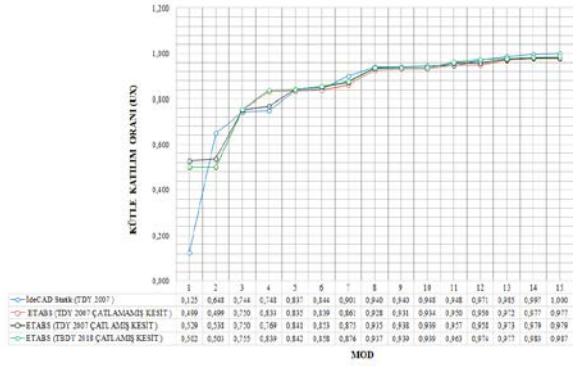
A binası modeline ait aşağıdaki başlıklarda belirtilen bazı dinamik ve statik etkilerin karşılaştırılması yapılmış olup, sonuçlar grafikler üzerinde gösterilmiştir.

A binası modeline ait İdeCAD Statik programı TDY (2007) esaslarına göre çatlamamış kesit, ETABS programında ise TDY (2007) esaslarına göre çatlamış ve çatlamamış kesit, TBDY (2018) esaslarına göre çatlamış kesit etkin kesit rijitlik çarpanları dikkate alınarak hesaplanmış bina periyod değerleri karşılaştırılmıştır. Karşılaştırma değerleri Şekil 4.1'de grafik üzerinde gösterilmiştir.

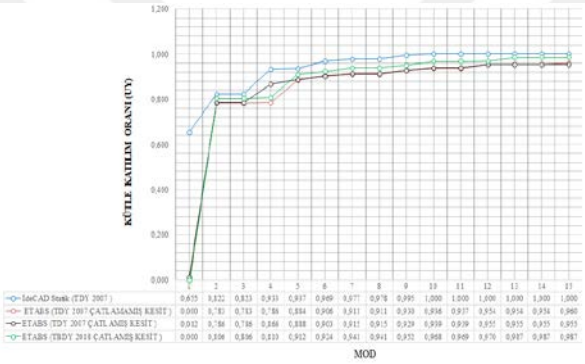


Şekil 4.1. İdeCAD Statik ve ETABS program çözümlerine ait ilk 12 mod periyod değerleri

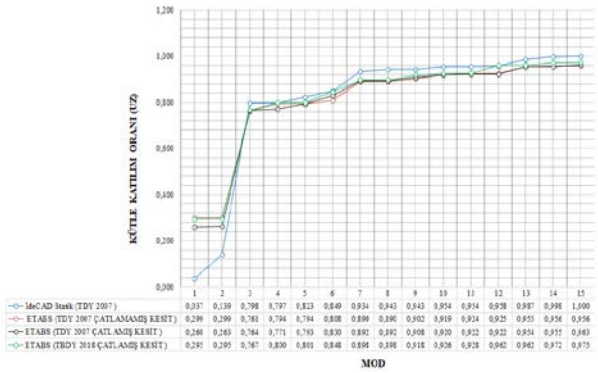
A binası modeline ait İdeCAD Statik programı TDY (2007) esaslarına göre çatlamamı modeline ait İdeCAD Statik programı TDY (2007) esaslarına göre çatlamamış kesit, ETABS programında ise TDY (2007) esaslarına göre çatlamış ve çatlamamış kesit, TBDY (2018) esaslarına göre ise çatlamış kesit etkin kesit rijitlik çarpanları dikkate alınarak X, Y ve Z doğrultularında hesaplanmış kütle katılımı (UX,UY,UZ) yüzdeleri karşılaştırılmıştır. Karşılaştırma değerleri Şekil 4.2, 4.3 ve 4.4'de grafik üzerinde gösterilmiştir.



Şekil 4.2. İdeCAD Statik ve ETABS program çözümlerine ait ilk 15 mod X doğrultusu (UX) ötelenme kütle katılım oranı yüzdesi değerleri

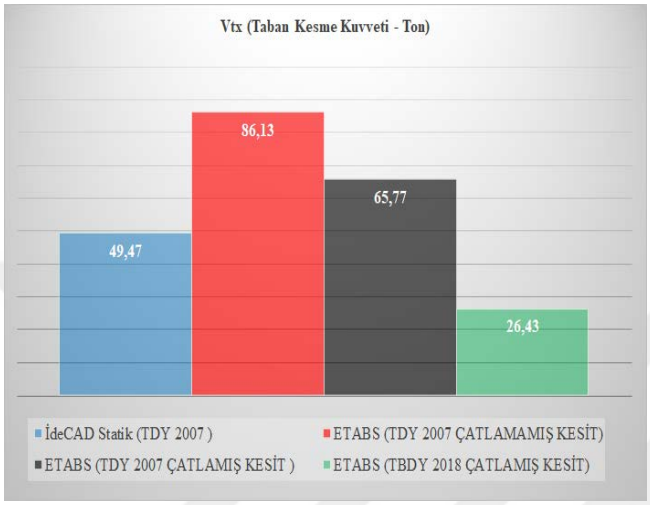


Şekil 4.3. İdeCAD Statik ve ETABS program çözümlerine ait ilk 15 mod Y doğrultusu (UY) ötelenme kütle katılım oranı yüzdesi değerleri

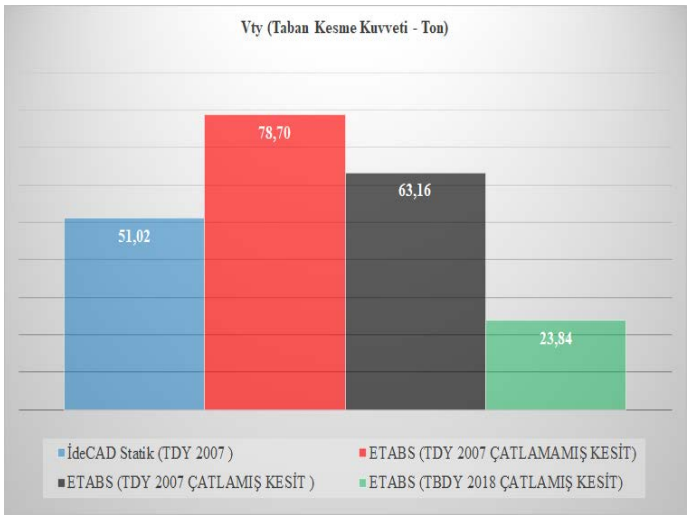


Şekil 4.4. İdeCAD Statik ve ETABS program çözümlerine ait ilk 15 mod Z doğrultusu (UZ) dönme kütle katılım oranı yüzdesi değerleri

A binası modelinde İdeCAD Statik programı TDY (2007) esaslarına göre çatlamamış kesit, ETABS programında ise TDY (2007) esaslarına göre çatlamış ve çatlamamış kesit, TBDY (2018) esaslarına göre ise çatlamış kesit etkin kesit rijitlik çarpanları dikkate alınarak hesaplanan X ve Y doğrultularına ait taban kesme kuvvetleri karşılaştırılmıştır. Karşılaştırma değerleri Şekil 4.5 ve 4.6'da grafik üzerinde gösterilmiştir.

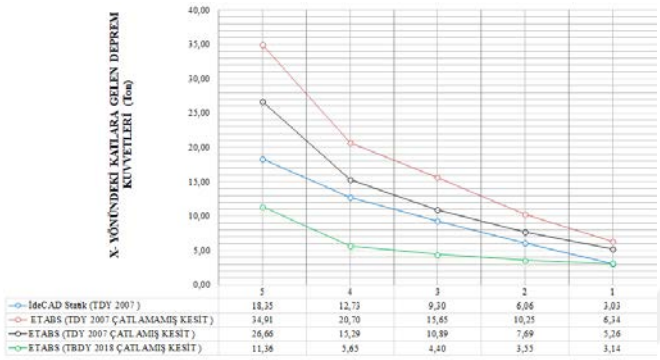


Şekil 4.5. İdeCAD Statik ve ETABS programlarına ait X doğrultusundaki taban kesme kuvveti değerleri

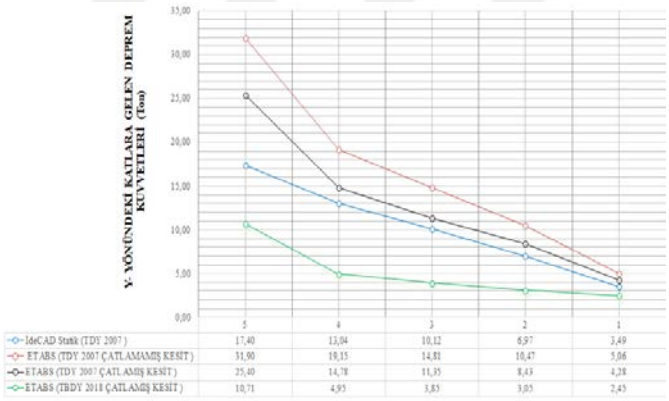


Şekil 4.6. İdeCAD Statik ve ETABS programlarına ait Y doğrultusundaki taban kesme kuvveti değerleri

A binası modelinde İdeCAD Statik programı TDY (2007) esaslarına göre çatlamamış kesit, ETABS programında ise TDY (2007) esaslarına göre çatlamış ve çatlamamış kesit, TBDY (2018) esaslarına göre ise çatlamış kesit etkin kesit rijitlik çarpanları dikkate alınarak hesaplanan X ve Y doğrultularına ait katlara gelen deprem kuvvetleri karşılaştırılmıştır. Karşılaştırma değerleri Şekil 4.7 ve 4.8'de grafik üzerinde gösterilmiştir.

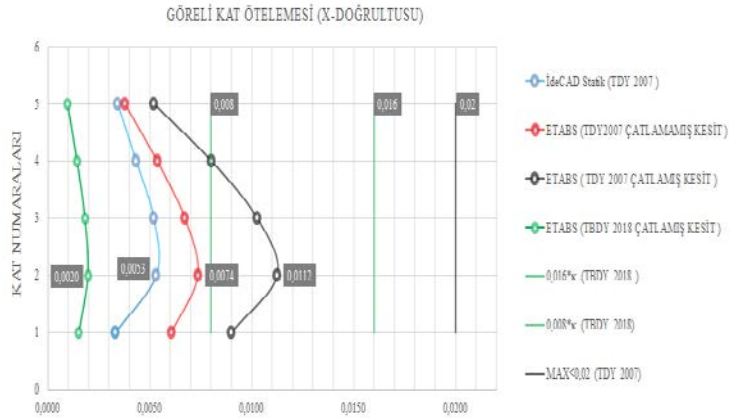


Şekil 4.7. İdeCAD Statik ve ETABS programlarında X doğrultusunda katlara gelen deprem kuvveti değerleri

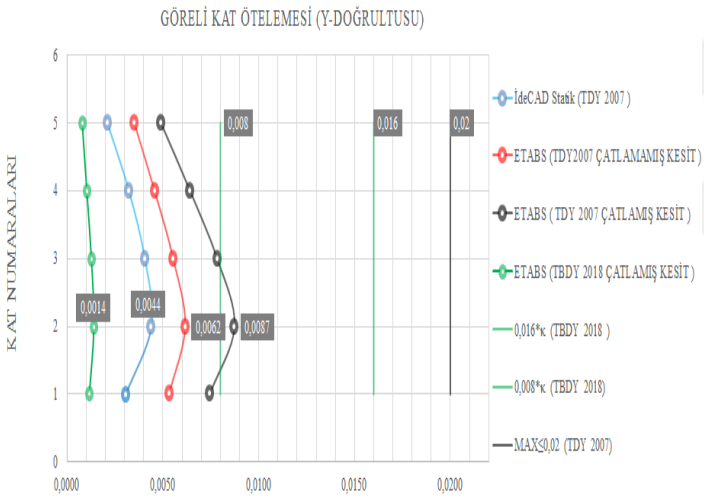


Şekil 4.8. İdeCAD Statik ve ETABS programlarında Y doğrultusunda katlara gelen deprem kuvveti değerleri

A binası modelinde İdeCAD Statik programı TDY (2007) esaslarına göre çatlamamış kesit, ETABS programında ise TDY (2007) esaslarına göre çatlamış ve çatlamamış kesit, TBDY (2018) esaslarına göre ise çatlamış kesit etkin kesit rijitlik çarpanları dikkate alınarak hesaplanmış X ve Y doğrultularına ait kat içindeki en büyük etkin göreli kat ötelenmesinin kat yüksekliğine oranı ($(\delta i)_{max}$ / h_i) değerleri aralarında ve sınır değerler ile karşılaştırılmıştır. Karşılaştırma değerleri Şekil 4.9 ve 4.10'da grafik üzerinde gösterilmiştir.

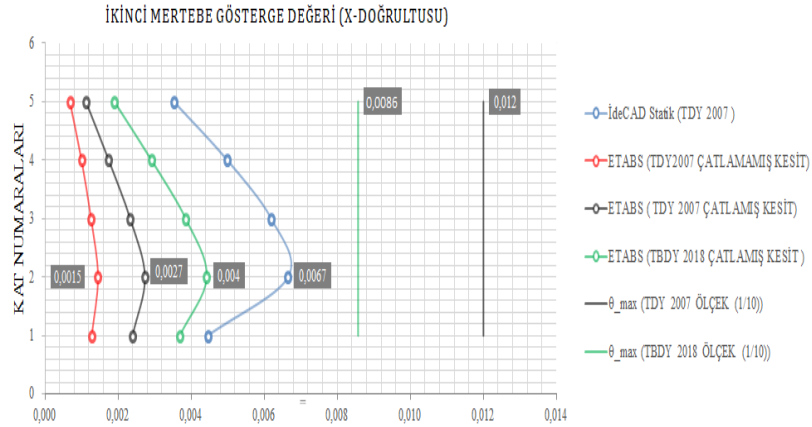


Şekil 4.9. İdeCAD Statik ve ETABS program analiz sonuçlarından hesaplanmış X doğrultusundaki en büyük etkin göreli kat ötelemesi değerleri

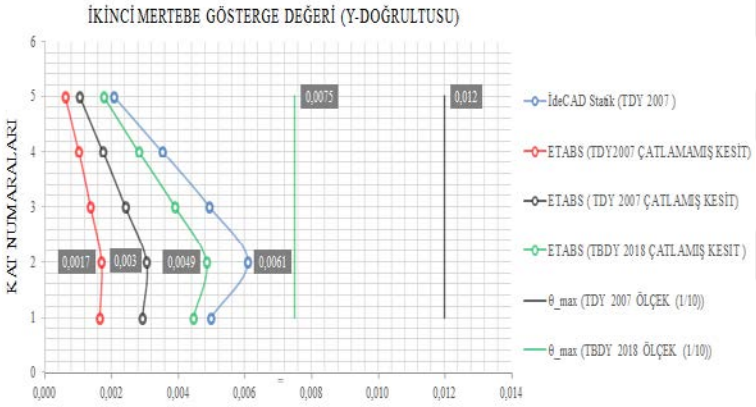


Şekil 4.10. İdeCAD Statik ve ETABS program analiz sonuçlarında hesaplanmış Y doğrultusundaki en büyük etkin göreli kat ötelemesi değerleri

A binası modelinde İdeCAD Statik programı TDY (2007) esaslarına göre çatlamamış kesit, ETABS programında ise TDY (2007) esaslarına göre çatlamış ve çatlamamış kesit, TBDY (2018) esaslarına göre ise çatlamış kesit etkin kesit rijitlik çarpanları dikkate alınarak hesaplanmış X ve Y doğrultularına ait kat içindeki en büyük ikinci mertebe gösterge değeri (θ_i)'nın aralarında ve sınır değerleri ile karşılaştırılarak ikinci mertebe etkileri değerlendirilmiştir. Karşılaştırma değerleri Şekil 4.11 ve 4.12'de grafik üzerinde gösterilmiştir.



Şekil 4.11. İdeCAD Statik ve ETABS program analiz sonuçlarından hesaplanmış X doğrultusundaki en büyük ikinci mertebe gösterge (θ_i) değerleri

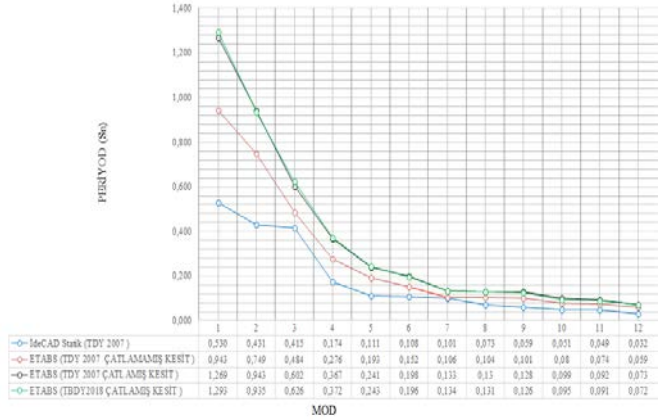


Şekil 4.12. İdeCAD Statik ve ETABS program analiz sonuçlarından hesaplanmış Y doğrultusundaki en büyük ikinci mertebe gösterge (θ_i) değerleri

4.1.2. B Binası modeline ait karşılaştırmalar

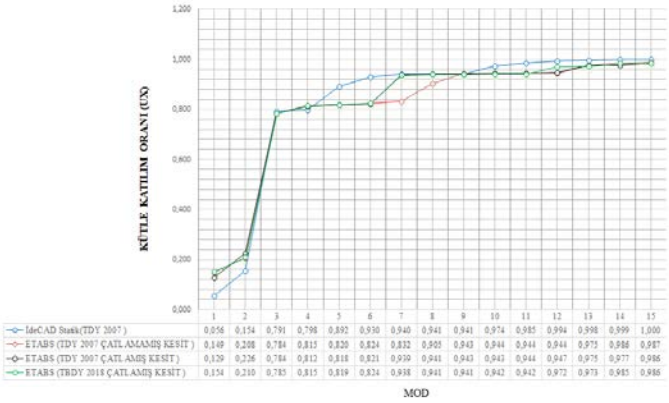
B binası modeline ait aşağıdaki başlıklarda belirtilen bazı dinamik ve statik etkilerin karşılaştırılması yapılmış olup, sonuçlar grafikler üzerinde gösterilmiştir.

B binası modeline ait İdeCAD Statik programı TDY (2007) esaslarına göre çatlamamış kesit, ETABS programında ise TDY (2007) esaslarına göre çatlamış ve çatlamamış kesit, TBDY (2018) esaslarına göre çatlamış kesit etkin kesit rijitlik çarpanları dikkate alınarak hesaplanmış bina periyod değerleri karşılaştırılmıştır. Karşılaştırma değerleri Şekil 4.13'de grafik üzerinde gösterilmiştir.

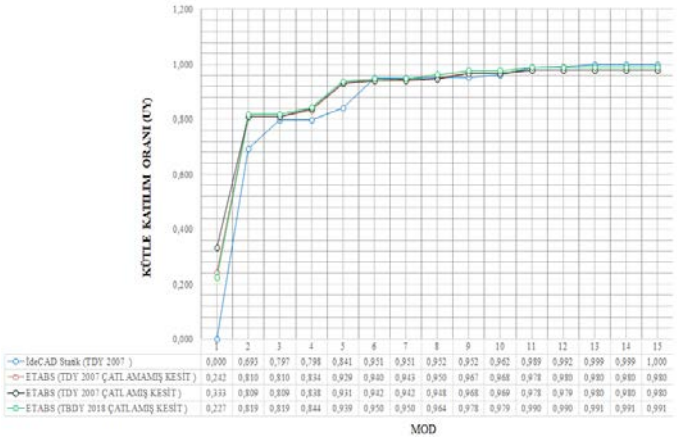


Şekil 4.13. İdeCAD Statik ve ETABS program çözümlerine ait ilk 12 mod periyod değerleri

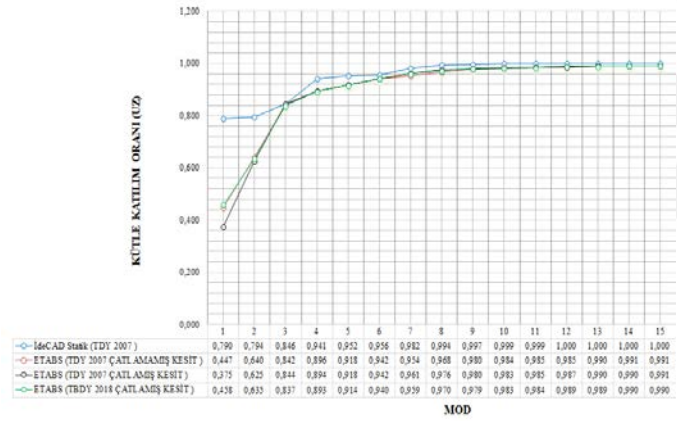
B binası modeline ait İdeCAD Statik programı TDY (2007) esaslarına göre çatlamamış kesit, ETABS programında ise TDY (2007) esaslarına göre çatlamış ve çatlamamış kesit, TBDY (2018) esaslarına göre ise çatlamış kesit etkin kesit rijitlik çarpanları dikkate alınarak X, Y ve Z doğrultularında hesaplanmış kütle katılımı (UX,UY,UZ) yüzdeleri karşılaştırılmıştır. Karşılaştırma değerleri Şekil 4.14, 4.15, 4.16'da grafik üzerinde gösterilmiştir.



Şekil 4.14. İdeCAD Statik ve ETABS program çözümlerine ait ilk 15 mod X doğrultusu (UX) ötelenme kütle katılım oranı yüzdesi değerleri

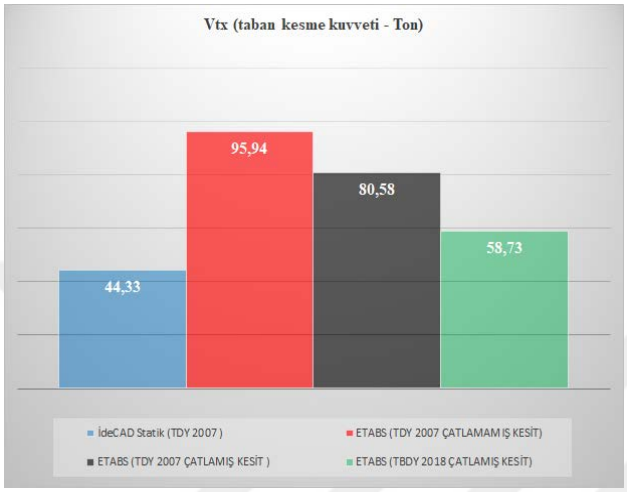


Şekil 4.15. İdeCAD Statik ve ETABS program çözümlerine ait ilk 15 mod Y doğrultusu (UY) ötelenme kütle katılım oranı yüzdesi değerleri

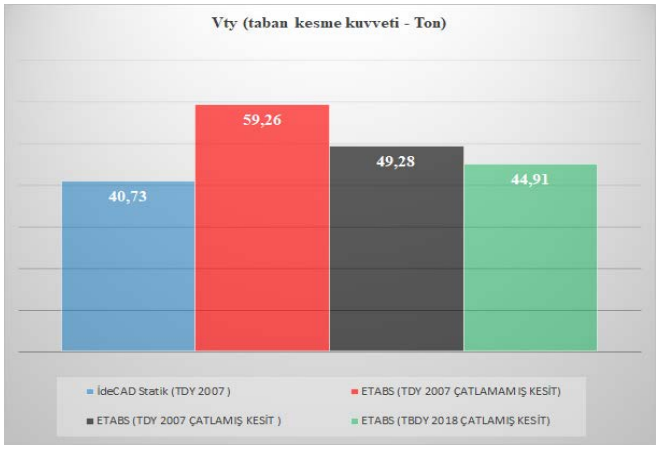


Şekil 4.16. İdeCAD Statik ve ETABS program çözümlerine ait ilk 15 mod Z doğrultusu (UZ) dönme kütle katılım oranı yüzdesi değerleri

B binası modelinde İdeCAD Statik programı TDY (2007) esaslarına göre çatlamamış kesit, ETABS programında ise TDY (2007) esaslarına göre çatlamış ve çatlamamış kesit, TBDY (2018) esaslarına göre ise çatlamış kesit etkin kesit rijitlik çarpanları dikkate alınarak hesaplanan X ve Y doğrultularına ait taban kesme kuvvetleri karşılaştırılmıştır. Karşılaştırma değerleri Şekil 4.17 ve 4.18'de grafik üzerinde gösterilmiştir.

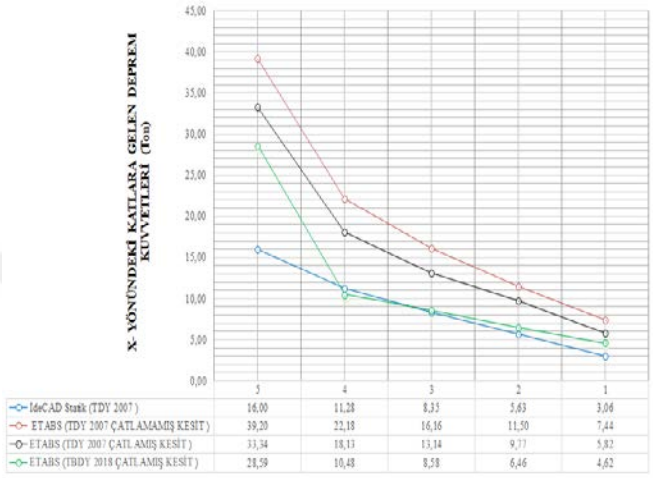


Şekil 4.17. İdeCAD Statik ve ETABS programlarına ait X doğrultusundaki taban kesme kuvveti değerleri

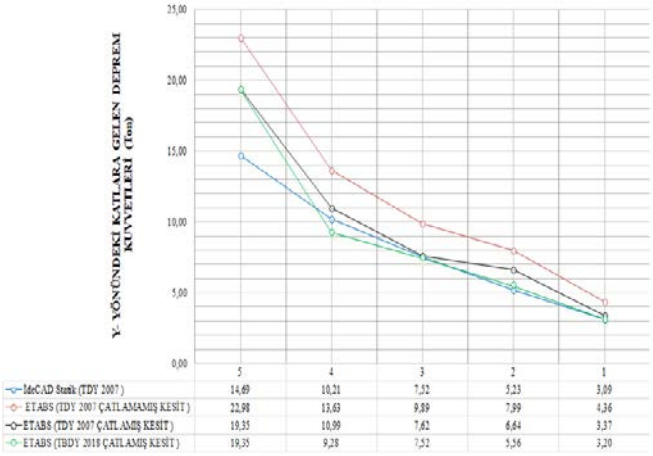


Şekil 4.18. İdeCAD Statik ve ETABS programlarına ait Y doğrultusundaki taban kesme kuvveti değerleri

B binası modelinde İdeCAD Statik programı TDY (2007) esaslarına göre çatlamamış kesit, ETABS programında ise TDY (2007) esaslarına göre çatlamış ve çatlamamış kesit, TBDY (2018) esaslarına göre ise çatlamış kesit etkin kesit rijitlik çarpanları dikkate alınarak hesaplanan X ve Y doğrultularına ait katlara gelen deprem kuvvetleri karşılaştırılmıştır. Karşılaştırma değerleri Şekil 4.19 ve 4.20'de grafik üzerinde gösterilmiştir.

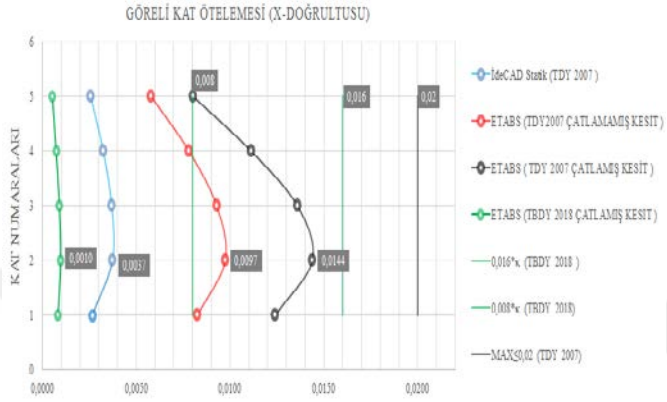


Şekil 4.19. İdeCAD Statik ve ETABS programlarında X doğrultusunda katlara gelen deprem kuvveti değerleri

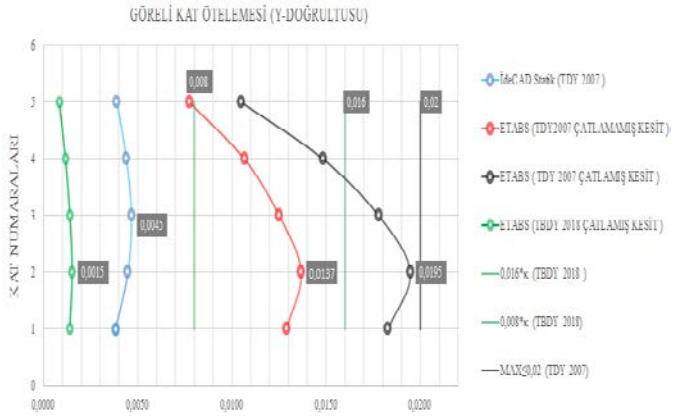


Şekil 4.20. İdeCAD Statik ve ETABS programlarında Y doğrultusunda katlara gelen deprem kuvveti değerleri

B binası modelinde İdeCAD Statik programı TDY (2007) esaslarına göre çatlamamış kesit, ETABS programında ise TDY (2007) esaslarına göre çatlamış ve çatlamamış kesit, TBDY (2018) esaslarına göre ise çatlamış kesit etkin kesit rijitlik çarpanları dikkate alınarak hesaplanmış X ve Y doğrultularına ait kat içindeki en büyük etkin göreli kat ötelenmesinin kat yüksekliğine oranı ($(\delta i)_{max}$ / h_i) değerleri aralarında ve sınır değerler ile karşılaştırılmıştır. Karşılaştırma değerleri Şekil 4.21 ve 4.22'de grafik üzerinde gösterilmiştir.

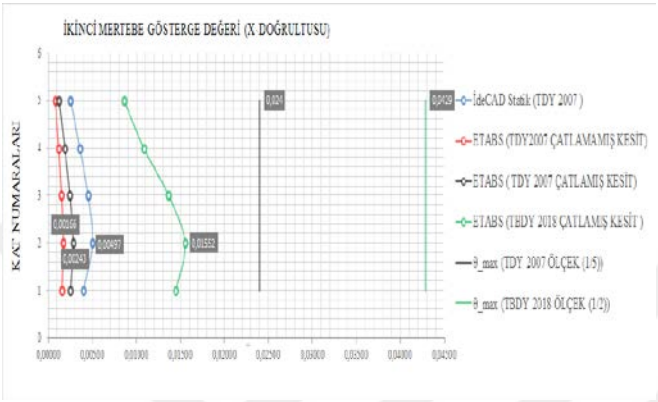


Şekil 4.21. İdeCAD Statik ve ETABS program analiz sonuçlarından hesaplanmış X doğrultusundaki en büyük etkin göreli kat ötelemesi değerleri

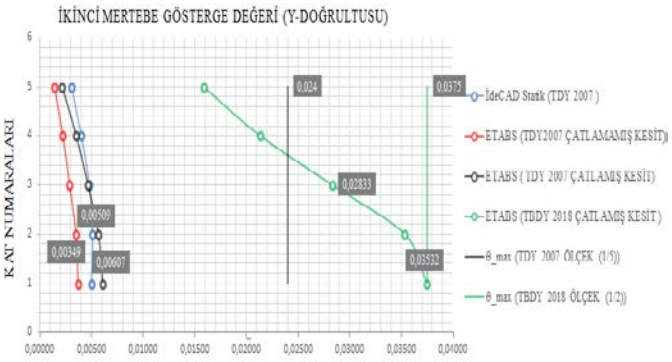


Şekil 4.22. İdeCAD Statik ve ETABS program analiz sonuçlarında hesaplanmış Y doğrultusundaki en büyük etkin göreli kat ötelemesi değerleri

B binası modelinde İdeCAD Statik programı TDY (2007) esaslarına göre çatlamamış kesit, ETABS programında ise TDY (2007) esaslarına göre çatlamış ve çatlamamış kesit, TBDY (2018) esaslarına göre ise çatlamış kesit etkin kesit rijitlik çarpanları dikkate alınarak hesaplanmış X ve Y doğrultularına ait kat içindeki en büyük ikinci mertebe gösterge değeri (θ_i)'nın aralarında ve sınır değerleri ile karşılaştırılarak ikinci mertebe etkileri değerlendirilmiştir. Karşılaştırma değerleri Şekil 4.23 ve 4.24'de grafik üzerinde gösterilmiştir.



Şekil 4.23. İdeCAD Statik ve ETABS program analiz sonuçlarından hesaplanmış X doğrultusundaki en büyük ikinci mertebe gösterge (θi) değerleri



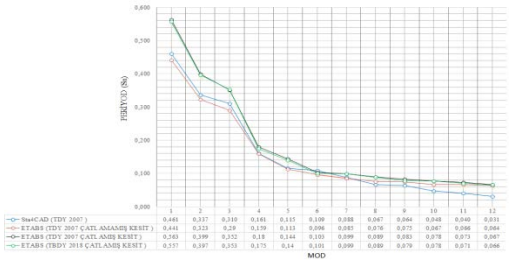
Şekil 4.24. İdeCAD Statik ve ETABS program analiz sonuçlarından hesaplanmış Y doğrultusundaki en büyük ikinci mertebe gösterge (θ_i) değerleri

4.1.3. C Binası modeline ait karşılaştırmalar

C binası modeline ait aşağıdaki başlıklarda belirtilen bazı dinamik ve statik etkilerin karşılaştırılması yapılmış olup, sonuçlar grafikler üzerinde gösterilmiştir.

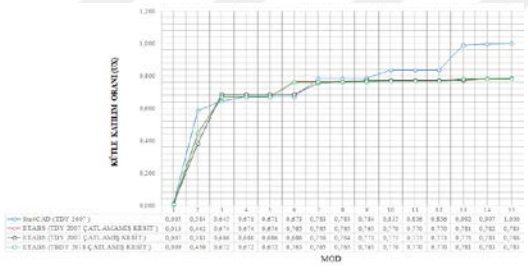
C binası modeline ait Sta4CAD programı TDY (2007) esaslarına göre çatlamış kesit, ETABS programında ise TDY (2007) esaslarına göre çatlamış ve çatlamamış kesit, TBDY (2018) esaslarına göre çatlamış kesit etkin kesit rijitlik çarpanları dikkate

alınarak hesaplanmış bina periyod değerleri karşılaştırılmıştır. Karşılaştırma değerleri Şekil 4.25'de grafik üzerinde gösterilmiştir.

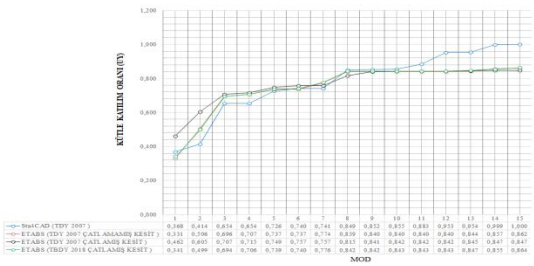


Şekil 4.25. Sta4CAD ve ETABS program çözümlerine ait ilk 12 mod periyod değerleri

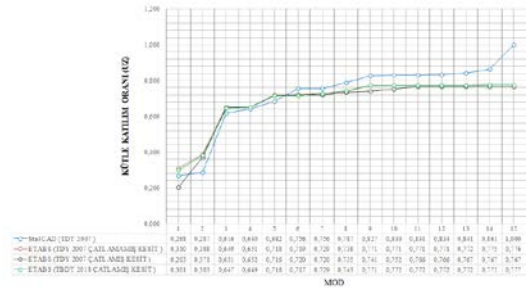
C binası modeline ait Sta4CAD programı TDY (2007) esaslarına göre çatlamamış kesit, ETABS programında ise TDY (2007) esaslarına göre çatlamış ve çatlamamış kesit, TBDY (2018) esaslarına göre ise çatlamış kesit etkin kesit rijitlik çarpanları dikkate alınarak X, Y ve Z doğrultularında hesaplanmış kütle katılımı (UX,UY,UZ) yüzdeleri karşılaştırılmıştır. Karşılaştırma değerleri Şekil 4.26, 4.27 ve 4.28'de grafik üzerinde gösterilmiştir.



Şekil 4.26. Sta4CAD ve ETABS program çözümlerine ait ilk 15 mod X doğrultusu (UX) ötelenme kütle katılım oranı yüzdesi değerleri

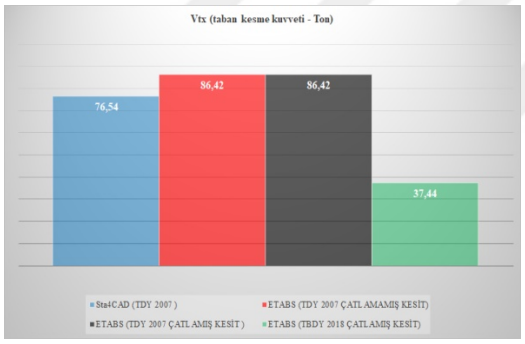


Şekil 4.27. Sta4CAD ve ETABS program çözümlerine ait ilk 15 mod Y doğrultusu (UY) ötelenme kütle katılım oranı yüzdesi değerleri

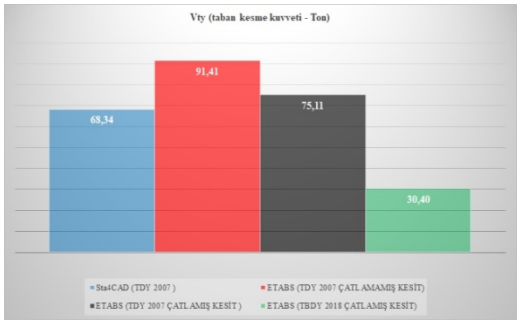


Şekil 4.28. Sta4CAD ve ETABS program çözümlerine ait ilk 15 mod Z doğrultusu (UZ) dönme kütle katılım oranı yüzdesi değerleri

C binası modelinde Sta4CAD programı TDY (2007) esaslarına göre çatlamamış kesit, ETABS programında ise TDY (2007) esaslarına göre çatlamış ve çatlamamış kesit, TBDY (2018) esaslarına göre ise çatlamış kesit etkin kesit rijitlik çarpanları dikkate alınarak hesaplanan X ve Y doğrultularına ait taban kesme kuvvetleri karşılaştırılmıştır. Karşılaştırma değerleri Şekil 4.29 ve 4.30'da grafik üzerinde gösterilmiştir.

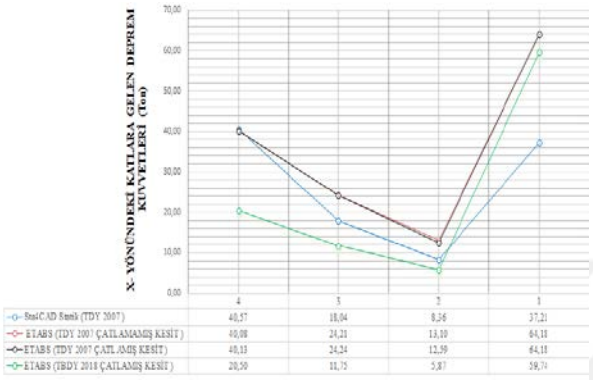


Şekil 4.29. Sta4CAD ve ETABS programlarına ait X doğrultusundaki taban kesme kuvveti değerleri

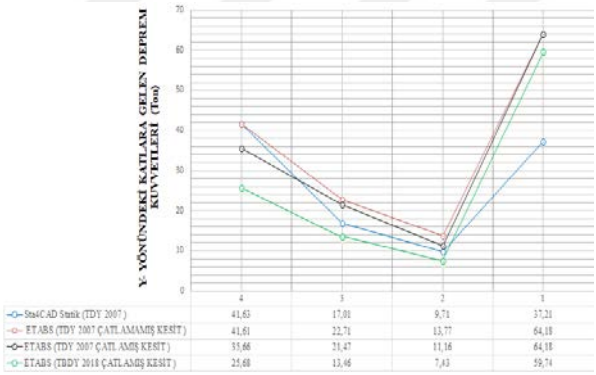


Şekil 4.30. Sta4CAD ve ETABS programlarına ait Y doğrultusundaki taban kesme kuvveti değerleri

C binası modelinde Sta4CAD programı TDY (2007) esaslarına göre çatlamamış kesit, ETABS programında ise TDY (2007) esaslarına göre çatlamış ve çatlamamış kesit, TBDY (2018) esaslarına göre ise çatlamış kesit etkileri etkin kesit rijitlik çarpanları alınarak hesaplanan X ve Y doğrultularına ait katlara gelen deprem kuvvetleri karşılaştırılmıştır. Karşılaştırma değerleri Şekil 4.31 ve 4.32'de grafik üzerinde gösterilmiştir.



Şekil 4.31. Sta4CAD ve ETABS programlarında X doğrultusunda katlara gelen deprem kuvveti değerleri

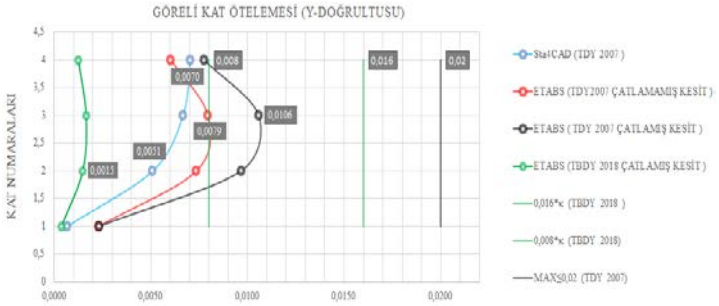


Şekil 4.32. Sta4CAD ve ETABS programlarında Y doğrultusunda katlara gelen deprem kuvveti değerleri

C binası modelinde Sta4CAD Statik programı TDY (2007) esaslarına göre çatlamamış kesit, ETABS programında ise TDY (2007) esaslarına göre çatlamış ve çatlamamış kesit, TBDY (2018) esaslarına göre ise çatlamış kesit etkin kesit rijitlik çarpanları dikkate alınarak hesaplanmış X ve Y doğrultularına ait kat içindeki en büyük etkin göreli kat ötelenmesinin kat yüksekliğine oranı $((\delta i)_{max} / h_i)$ değerleri aralarında ve sınır değerler ile karşılaştırılmıştır. Karşılaştırma değerleri Şekil 4.33 ve 4.34'de grafik üzerinde gösterilmiştir.

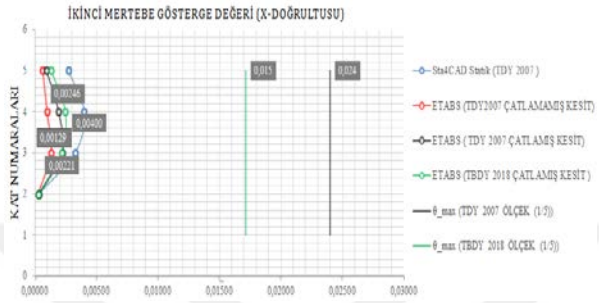


Şekil 4.33. Sta4CAD ve ETABS program analiz sonuçlarından hesaplanmış X doğrultusundaki en büyük etkin göreli kat ötelemesi değerleri

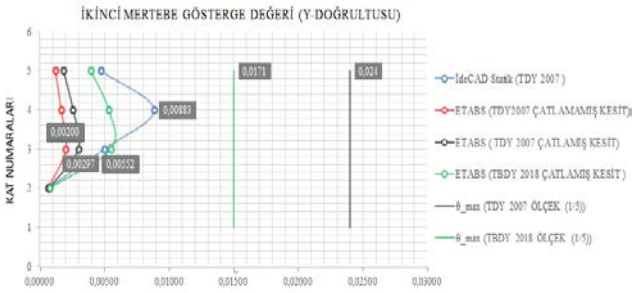


Şekil 4.34. Sta4CAD ve ETABS program analiz sonuçlarında hesaplanmış Y doğrultusundaki en büyük etkin göreli kat ötelemesi değerleri

C binası modelinde Sta4CAD programı TDY (2007) esaslarına göre çatlamamış kesit, ETABS programında ise TDY (2007) esaslarına göre çatlamış ve çatlamamış kesit, TBDY (2018) esaslarına göre ise çatlamış kesit etkin kesit rijitlik çarpanları dikkate alınarak hesaplanmış X ve Y doğrultularına ait kat içindeki en büyük ikinci mertebe gösterge değeri (θ_i)'nın aralarında ve sınır değerleri ile karşılaştırılarak ikinci mertebe etkileri değerlendirilmiştir. Karşılaştırma değerleri Şekil 4.35 ve 4.36'da grafik üzerinde gösterilmiştir.



Şekil 4.35. Sta4CAD ve ETABS program analiz sonuçlarından hesaplanmış X doğrultusundaki en büyük ikinci mertebe gösterge (θi) değerleri

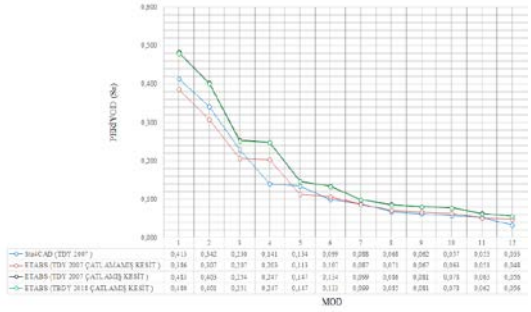


Şekil 4.36. Sta4CAD ve ETABS program analiz sonuçlarından hesaplanmış Y doğrultusundaki en büyük ikinci mertebe gösterge (θ_i) değerleri

4.1.4. D Binası modeline ait karşılaştırmalar

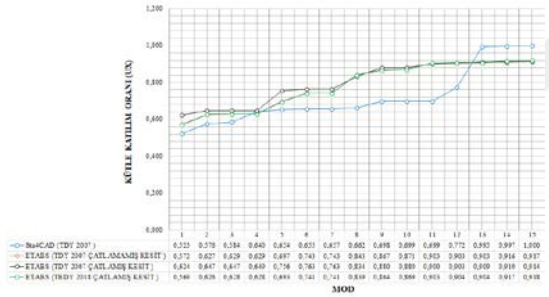
D binası modeline ait aşağıdaki başlıklarda belirtilen bazı dinamik ve statik etkilerin karşılaştırılması yapılmış olup grafiklerde gösterilmiştir.

D binası modeline ait Sta4CAD programı TDY (2007) esaslarına göre çatlamış kesit, ETABS programında ise TDY (2007) esaslarına göre çatlamış ve çatlamamış kesit, TBDY (2018) esaslarına göre çatlamış kesit etkin kesit rijitlik çarpanları dikkate alınarak hesaplanmış bina periyod değerleri karşılaştırılmıştır. Karşılaştırma değerleri Şekil 4.37'de grafik üzerinde gösterilmiştir.

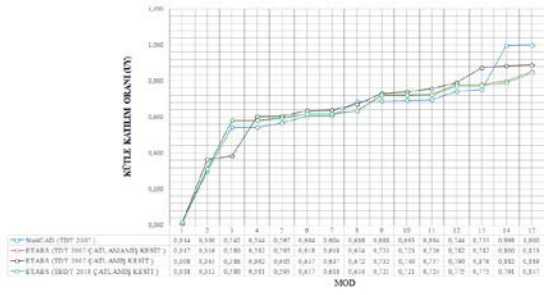


Şekil 4.37. Sta4CAD ve ETABS program çözümlerine ait ilk 12 mod periyod değerleri

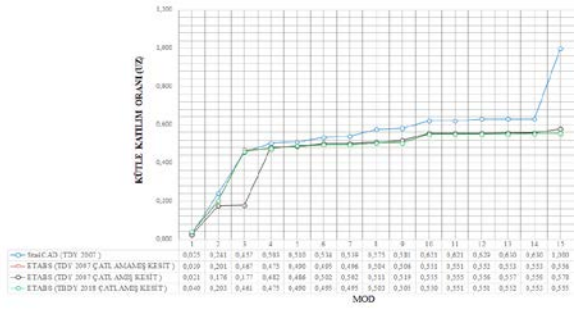
D binası modeline ait Sta4CAD programı TDY (2007) esaslarına göre çatlamamış kesit, ETABS programında ise TDY (2007) esaslarına göre çatlamış ve çatlamamış kesit, TBDY (2018) esaslarına göre ise çatlamış kesit etkin kesit rijitlik çarpanları dikkate alınarak X, Y ve Z doğrultularında hesaplanmış kütle katılımı (UX,UY,UZ) yüzdeleri karşılaştırılmıştır. Karşılaştırma değerleri Şekil 4.38, 4.39 ve 4.40'da grafik üzerinde gösterilmiştir.



Şekil 4.38. Sta4CAD ve ETABS program çözümlerine ait ilk 15 mod X doğrultusu (UX) ötelenme kütle katılım oranı yüzdesi değerleri

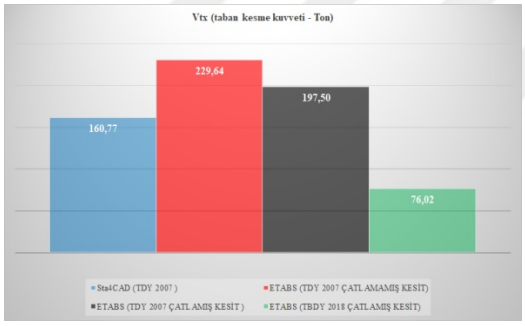


Şekil 4.39. Sta4CAD ve ETABS program çözümlerine ait ilk 15 mod Y doğrultusu (UY) ötelenme kütle katılım oranı yüzdesi değerleri

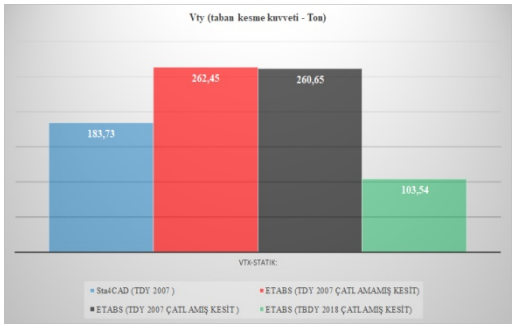


Şekil 4.40. Sta4CAD ve ETABS program çözümlerine ait ilk 15 mod Z doğrultusu (UZ) dönme kütle katılım oranı yüzdesi değerleri

D binası modelinde Sta4CAD programı TDY (2007) esaslarına göre çatlamamış kesit, ETABS programında ise TDY (2007) esaslarına göre çatlamış ve çatlamamış kesit, TBDY (2018) esaslarına göre ise çatlamış kesit etkin kesit rijitlik çarpanları dikkate alınarak hesaplanan X ve Y doğrultularına ait taban kesme kuvvetleri karşılaştırılmıştır. Karşılaştırma değerleri Şekil 4.41 ve 4.42'de grafik üzerinde gösterilmiştir.

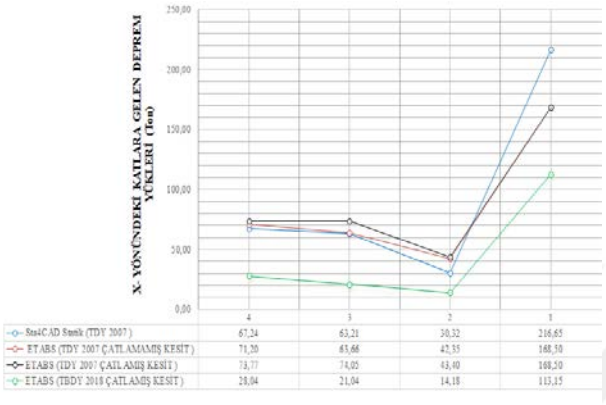


Şekil 4.41. Sta4CAD ve ETABS programlarına ait X doğrultusundaki taban kesme kuvveti değerleri

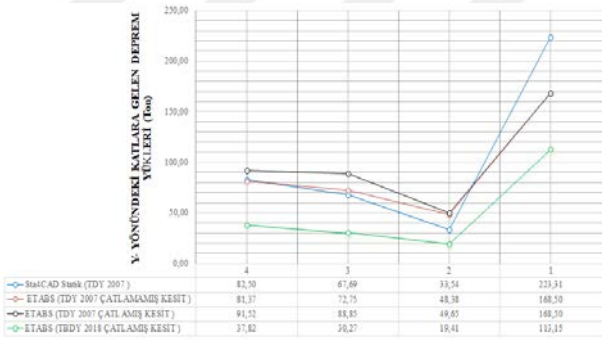


Şekil 4.42. Sta4CAD ve ETABS programlarına ait Y doğrultusundaki taban kesme kuvveti değerleri

D binası modelinde Sta4CAD programı TDY (2007) esaslarına göre çatlamamış kesit, ETABS programında ise TDY (2007) esaslarına göre çatlamış ve çatlamamış kesit, TBDY (2018) esaslarına göre ise çatlamış kesit etkin kesit rijitlik çarpanları dikkate alınarak hesaplanan X ve Y doğrultularına ait katlara gelen deprem kuvvetleri karşılaştırılmıştır. Karşılaştırma değerleri Şekil 4.43ve 4.44'de grafik üzerinde gösterilmiştir.

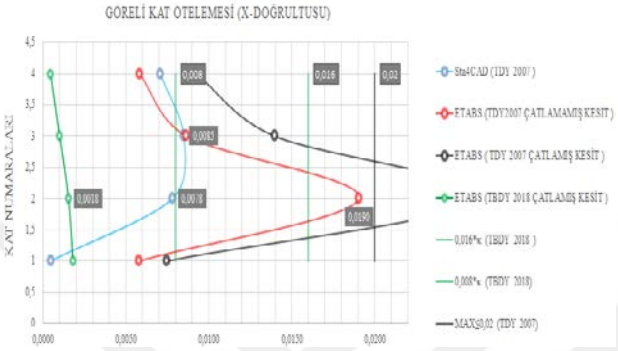


Şekil 4.43. Sta4CAD ve ETABS programlarında X doğrultusunda katlara gelen deprem kuvveti değerleri

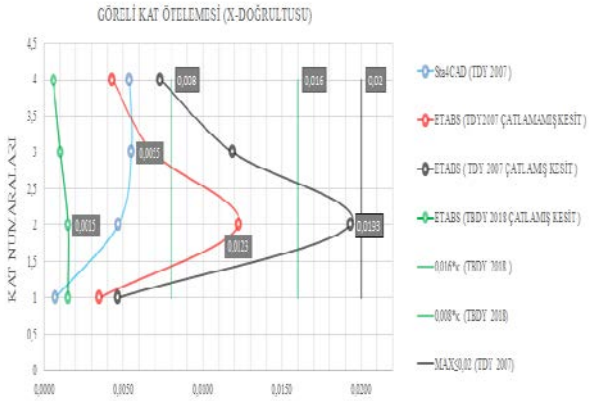


Şekil 4.44. Sta4CAD ve ETABS programlarında Y doğrultusunda katlara gelen deprem kuvveti değerleri

D binası modelinde Sta4CAD Statik programı TDY (2007) esaslarına göre çatlamamış kesit, ETABS programında ise TDY (2007) esaslarına göre çatlamış ve çatlamamış kesit, TBDY (2018) esaslarına göre ise çatlamış kesit etkin kesit rijitlik çarpanları dikkate alınarak hesaplanmış X ve Y doğrultularına ait kat içindeki en büyük etkin göreli kat ötelenmesinin kat yüksekliğine oranı $((\delta i)_{max} / h_i)$ değerleri aralarında ve sınır değerler ile karşılaştırılmıştır. Karşılaştırma değerleri Şekil 4.45 ve 4.46'de grafik üzerinde gösterilmiştir.

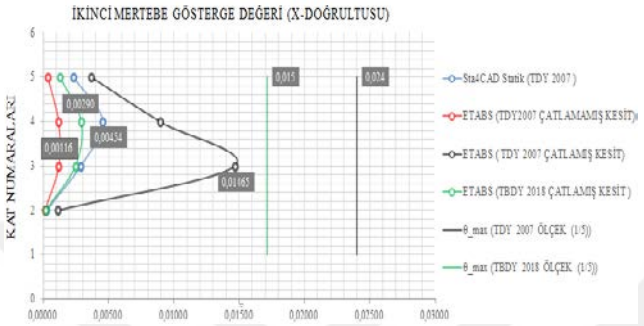


Şekil 4.45. Sta4CAD ve ETABS program analiz sonuçlarından hesaplanmış X doğrultusundaki en büyük etkin göreli kat ötelemesi değerleri

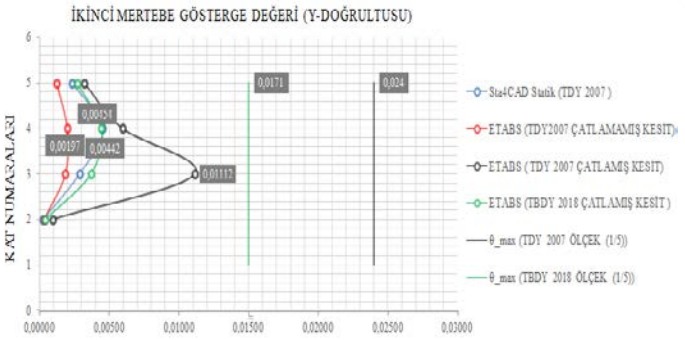


Şekil 4.46. Sta4CAD ve ETABS program analiz sonuçlarında hesaplanmış Y doğrultusundaki en büyük etkin göreli kat ötelemesi değerleri

D binası modelinde Sta4CAD programı TDY (2007) esaslarına göre çatlamamış kesit, ETABS programında ise TDY (2007) esaslarına göre çatlamış ve çatlamamış kesit, TBDY (2018) esaslarına göre ise çatlamış kesit etkin kesit rijitlik çarpanları dikkate alınarak hesaplanmış X ve Y doğrultularına ait kat içindeki en büyük ikinci mertebe gösterge değeri (θ_i)'nın aralarında ve sınır değerleri ile karşılaştırılarak ikinci mertebe etkileri değerlendirilmiştir. Karşılaştırma değerleri Şekil 4.47 ve 4.48'de grafik üzerinde gösterilmiştir.



Şekil 4.47. Sta4CAD ve ETABS program analiz sonuçlarından hesaplanmış X doğrultusundaki en büyük ikinci mertebe gösterge (θi) değerleri

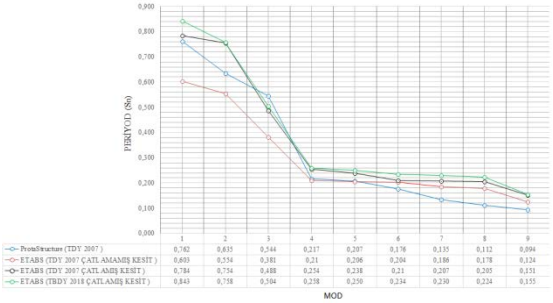


Şekil 4.48. Sta4CAD ve ETABS program analiz sonuçlarından hesaplanmış Y doğrultusundaki en büyük ikinci mertebe gösterge (θ_i) değerleri

4.1.5. E Binası modeline ait karşılaştırmalar

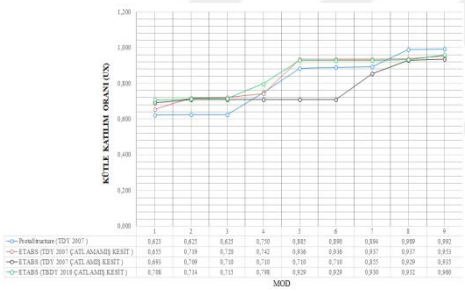
E binası modeline ait aşağıdaki başlıklarda belirtilen bazı dinamik ve statik etkilerin karşılaştırılması yapılmış olup grafiklerde gösterilmiştir.

E binası modeline ait ProtaStructure programı TDY (2007) esaslarına göre çatlamış kesit, ETABS programında ise TDY (2007) esaslarına göre çatlamış ve çatlamamış kesit, TBDY (2018) esaslarına göre çatlamış kesit etkin kesit rijitlik çarpanları dikkate alınarak hesaplanmış bina periyod değerleri karşılaştırılmıştır. Karşılaştırma değerleri Şekil 4.49'da grafik üzerinde gösterilmiştir.

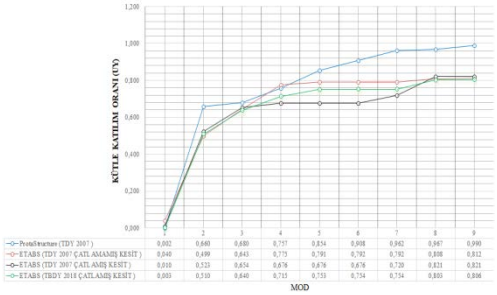


Şekil 4.49. ProtaStructure ve ETABS program çözümlerine ait ilk 9 mod periyod değerleri

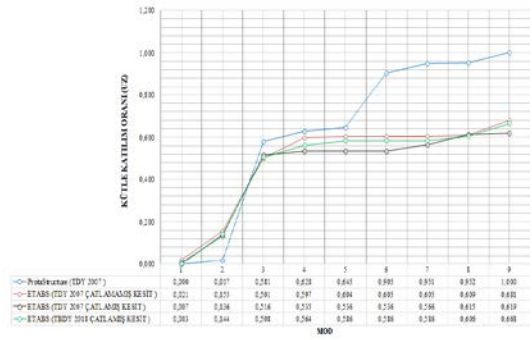
E binası modeline ait ProtaStructure programı TDY (2007) esaslarına göre çatlamamış kesit, ETABS programında ise TDY (2007) esaslarına göre çatlamış ve çatlamamış kesit, TBDY (2018) esaslarına göre ise çatlamış kesit etkin kesit rijitlik çarpanları dikkate alınarak X, Y ve Z doğrultularında hesaplanmış kütle katılımı (UX,UY,UZ) yüzdeleri karşılaştırılmıştır. Karşılaştırma değerleri Şekil 4.50, 4.51 ve 4.52'de grafik üzerinde gösterilmiştir.



Şekil 4.50. ProtaStructure ve ETABS program çözümlerine ait ilk 9 mod X doğrultusu (UX) ötelenme kütle katılım oranı yüzdesi değerleri

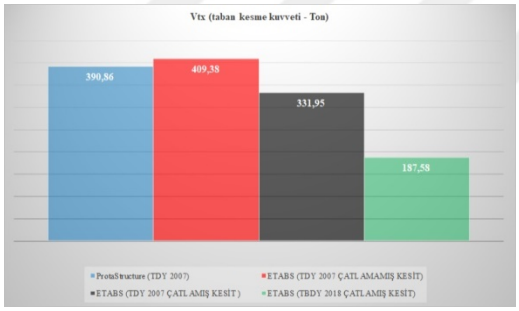


Şekil 4.51. ProtaStructure ve ETABS program çözümlerine ait ilk 9 mod Y doğrultusu (UY) ötelenme kütle katılım oranı yüzdesi değerleri

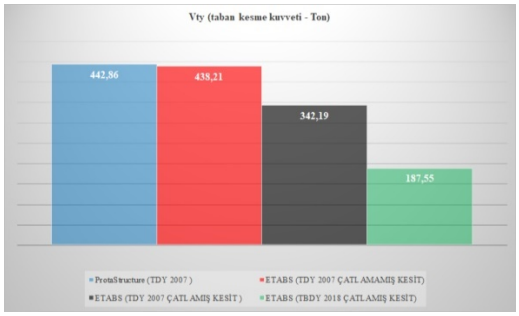


Şekil 4.52. ProtaStructure ve ETABS program çözümlerine ait ilk 9 mod Z doğrultusu (UZ) dönme kütle katılım oranı yüzdesi değerleri

E binası modelinde ProtaStructure programı TDY (2007) esaslarına göre çatlamamış kesit, ETABS programında ise TDY (2007) esaslarına göre çatlamış ve çatlamamış kesit, TBDY (2018) esaslarına göre ise çatlamış kesit etkin kesit rijitlik çarpanları dikkate alınarak hesaplanan X ve Y doğrultularına ait taban kesme kuvvetleri karşılaştırılmıştır. Karşılaştırma değerleri Şekil 4.53 ve 4.54'de grafik üzerinde gösterilmiştir.

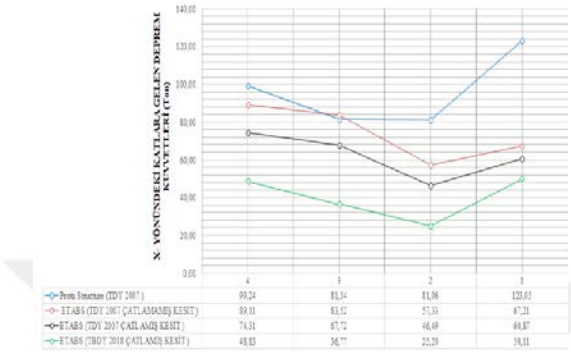


Şekil 4.53. ProtaStructure ve ETABS programlarına ait X doğrultusundaki taban kesme kuvveti değerleri

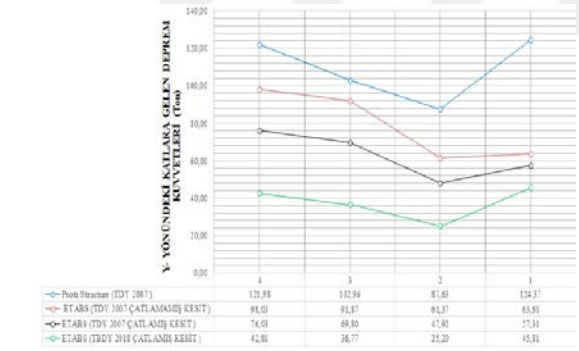


Şekil 4.54. ProtaStructure ve ETABS programlarına ait Y doğrultusundaki taban kesme kuvveti değerleri

E binası modelinde ProtaStructure programı TDY (2007) esaslarına göre çatlamamış kesit, ETABS programında ise TDY (2007) esaslarına göre çatlamış ve çatlamamış kesit, TBDY (2018) esaslarına göre ise çatlamış kesit etkin kesit rijitlik çarpanları dikkate alınarak hesaplanan X ve Y doğrultularına ait katlara gelen deprem kuvvetleri karşılaştırılmıştır. Karşılaştırma değerleri Şekil 4.55 ve 4.56'da grafik üzerinde gösterilmiştir.

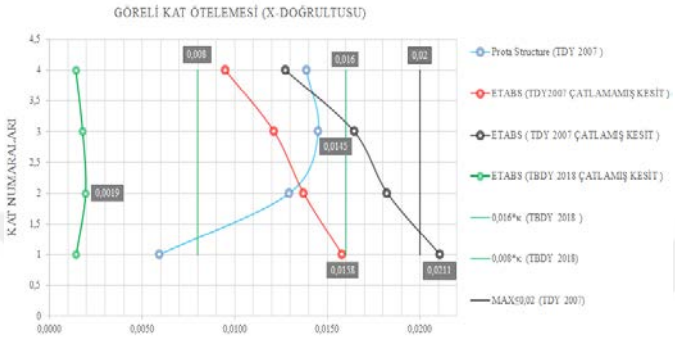


Şekil 4.55. ProtaStructure ve ETABS programlarında X doğrultusunda katlara gelen deprem kuvveti değerleri

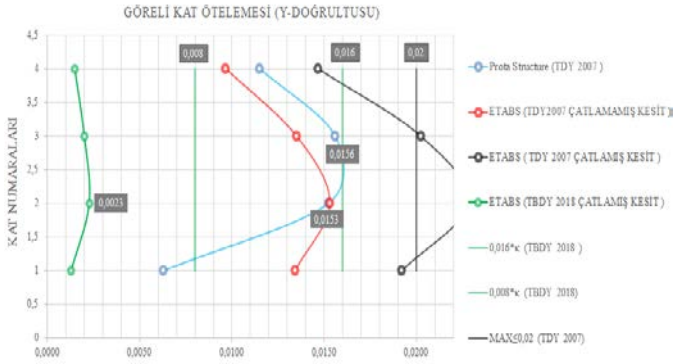


Şekil 4.56. ProtaStructure ve ETABS programlarında Y doğrultusunda katlara gelen deprem kuvveti değerleri

E binası modelinde ProtaStructure programı TDY (2007) esaslarına göre çatlamamış kesit, ETABS programında ise TDY (2007) esaslarına göre çatlamış ve çatlamamış kesit, TBDY (2018) esaslarına göre ise çatlamış kesit etkin kesit rijitlik çarpanları dikkate alınarak hesaplanmış X ve Y doğrultularına ait kat içindeki en büyük etkin göreli kat ötelenmesinin kat yüksekliğine oranı $((\delta i)_{max} / h_i)$ değerleri aralarında ve sınır değerler ile karşılaştırılmıştır. Karşılaştırma değerleri Şekil 4.57 ve 4.58'de grafik üzerinde gösterilmiştir.

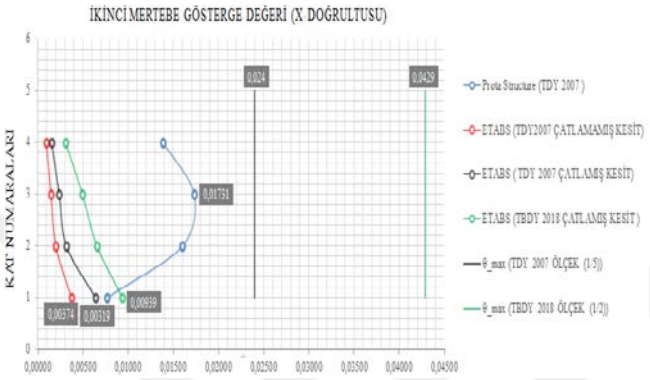


Şekil 4.57. ProtaStructure ve ETABS program analiz sonuçlarından hesaplanmış X doğrultusundaki en büyük etkin göreli kat ötelemesi değerleri

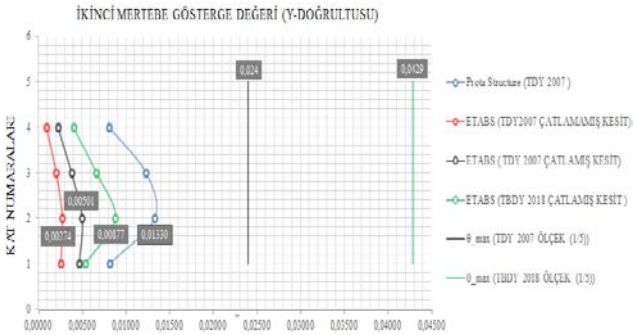


Şekil 4.58. ProtaStructure ve ETABS program analiz sonuçlarında hesaplanmış Y doğrultusundaki en büyük etkin göreli kat ötelemesi değerleri

E binası modelinde ProtaStructure programı TDY (2007) esaslarına göre çatlamamış kesit, ETABS programında ise TDY (2007) esaslarına göre çatlamış ve çatlamamış kesit, TBDY (2018) esaslarına göre ise çatlamış kesit etkin kesit rijitlik çarpanları dikkate alınarak hesaplanmış X ve Y doğrultularına ait kat içindeki en büyük ikinci mertebe gösterge değeri (θ_i)'nın aralarında ve sınır değerleri ile karşılaştırılarak ikinci mertebe etkileri değerlendirilmiştir. Karşılaştırma değerleri Şekil 4.59 ve 4.60'da grafik üzerinde gösterilmiştir.



Şekil 4.59. ProtaStructure ve ETABS program analiz sonuçlarından hesaplanmış X doğrultusundaki en büyük ikinci mertebe gösterge (θ_i) değerleri

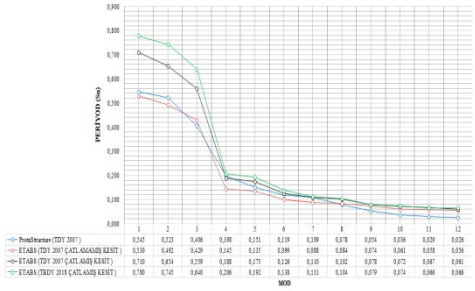


Şekil 4.60. ProtaStructure ve ETABS program analiz sonuçlarından hesaplanmış Y doğrultusundaki en büyük ikinci mertebe gösterge (θ_i) değerleri

4.1.6. F Binası modeline ait karşılaştırmalar

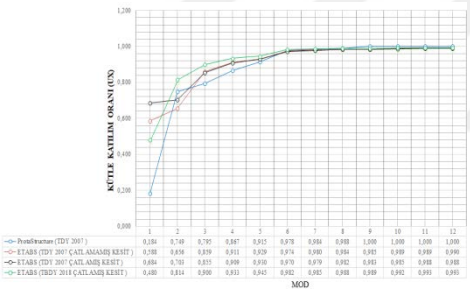
F binası modeline ait aşağıdaki başlıklarda belirtilen bazı dinamik ve statik etkilerin karşılaştırılması yapılmış olup grafiklerde gösterilmiştir.

F binası modeline ait ProtaStructure programı TDY (2007) esaslarına göre çatlamış kesit, ETABS programında ise TDY (2007) esaslarına göre çatlamış ve çatlamamış kesit, TBDY (2018) esaslarına göre çatlamış kesit etkin kesit rijitlik çarpanları dikkate alınarak hesaplanmış bina periyod değerleri karşılaştırılmıştır. Karşılaştırma değerleri Şekil 4.61'de grafik üzerinde gösterilmiştir.

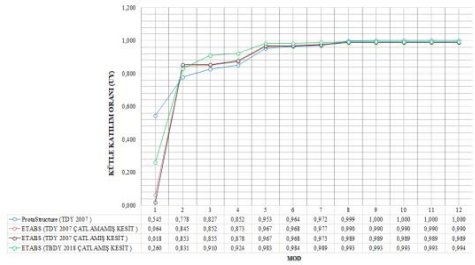


Şekil 4.61. ProtaStructure ve ETABS program çözümlerine ait ilk 12 mod periyod değerleri

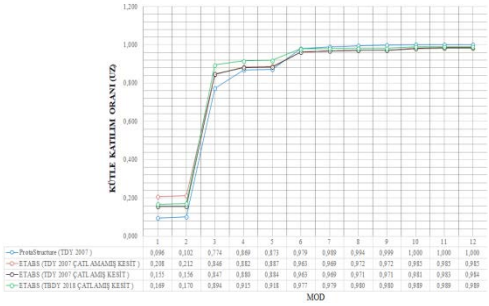
F binası modeline ait ProtaStructure programı TDY (2007) esaslarına göre çatlamamış kesit, ETABS programında ise TDY (2007) esaslarına göre çatlamış ve çatlamamış kesit, TBDY (2018) esaslarına göre ise çatlamış kesit etkin kesit rijitlik çarpanları dikkate alınarak X, Y ve Z doğrultularında hesaplanmış kütle katılımı (UX,UY,UZ) yüzdeleri karşılaştırılmıştır. Karşılaştırma değerleri Şekil 4.62, 4.63 ve 4.64'de grafik üzerinde gösterilmiştir.



Şekil 4.62. ProtaStructure ve ETABS program çözümlerine ait ilk 15 mod X doğrultusu (UX) ötelenme kütle katılım oranı yüzdesi değerleri

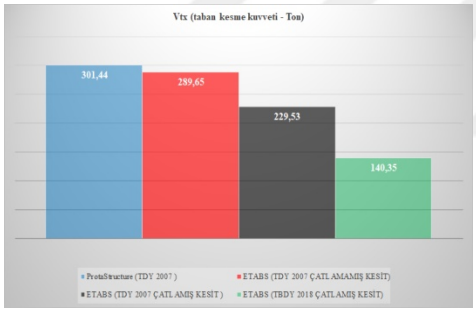


Şekil 4.63. ProtaStructure ve ETABS program çözümlerine ait ilk 15 mod Y doğrultusu (UY) ötelenme kütle katılım oranı yüzdesi değerleri

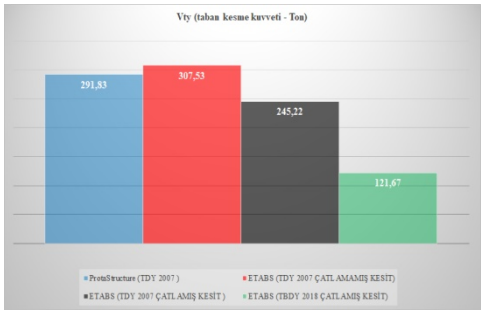


Şekil 4.64. ProtaStructure ve ETABS program çözümlerine ait ilk 15 mod Z doğrultusu (UZ) dönme kütle katılım oranı yüzdesi değerleri

F binası modelinde ProtaStructure programı TDY (2007) esaslarına göre çatlamamış kesit, ETABS programında ise TDY (2007) esaslarına göre çatlamış ve çatlamamış kesit, TBDY (2018) esaslarına göre ise çatlamış kesit etkin kesit rijitlik çarpanları dikkate alınarak hesaplanan X ve Y doğrultularına ait taban kesme kuvvetleri karşılaştırılmıştır. Karşılaştırma değerleri Şekil 4.65 ve 4.66'da grafik üzerinde gösterilmiştir.

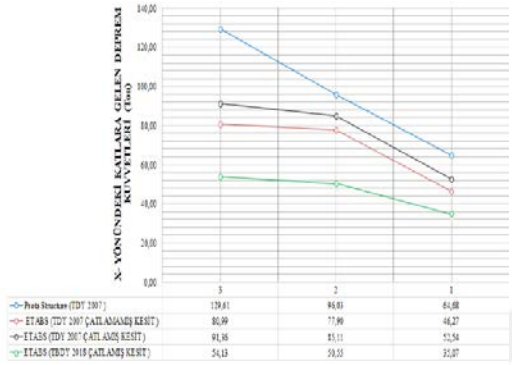


Şekil 4.65. ProtaStructure ve ETABS programlarına ait X doğrultusundaki taban kesme kuvveti değerleri

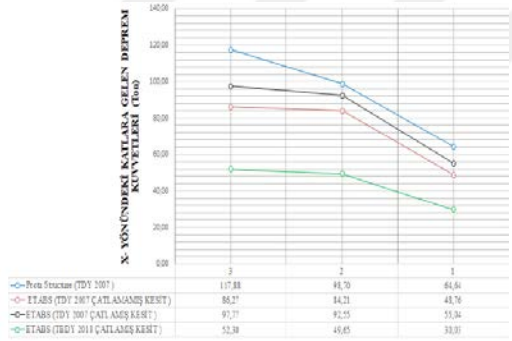


Şekil 4.66. ProtaStructure ve ETABS programlarına ait Y doğrultusundaki taban kesme kuvveti değerleri

F binası modelinde ProtaStructure programı TDY (2007) esaslarına göre çatlamamış kesit, ETABS programında ise TDY (2007) esaslarına göre çatlamış ve çatlamamış kesit, TBDY (2018) esaslarına göre ise çatlamış kesit etkin kesit rijitlik çarpanları dikkate alınarak hesaplanan X ve Y doğrultularına ait katlara gelen deprem kuvvetleri karşılaştırılmıştır. Karşılaştırma değerleri Şekil 4.67 ve 4.68'de grafik üzerinde gösterilmiştir.

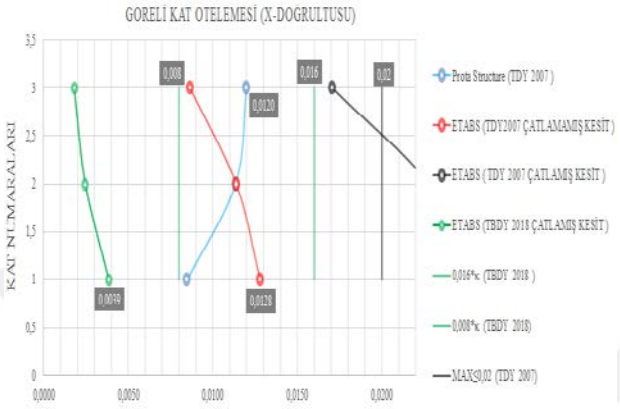


Şekil 4.67. ProtaStructure ve ETABS programlarında X doğrultusunda katlara gelen deprem kuvveti değerleri

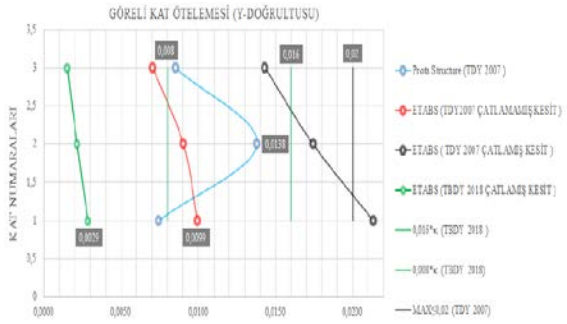


Şekil 4.68. ProtaStructure ve ETABS programlarında X doğrultusunda katlara gelen deprem kuvveti değerleri

F binası modelinde ProtaStructure programı TDY (2007) esaslarına göre çatlamamış kesit, ETABS programında ise TDY (2007) esaslarına göre çatlamış ve çatlamamış kesit, TBDY (2018) esaslarına göre ise çatlamış kesit etkin kesit rijitlik çarpanları dikkate alınarak hesaplanmış X ve Y doğrultularına ait kat içindeki en büyük etkin göreli kat ötelenmesinin kat yüksekliğine oranı $((\delta i)_{max} / h_i)$ değerleri aralarında ve sınır değerler ile karşılaştırılmıştır. Karşılaştırma değerleri Şekil 4.69 ve 4.70'de grafik üzerinde gösterilmiştir.

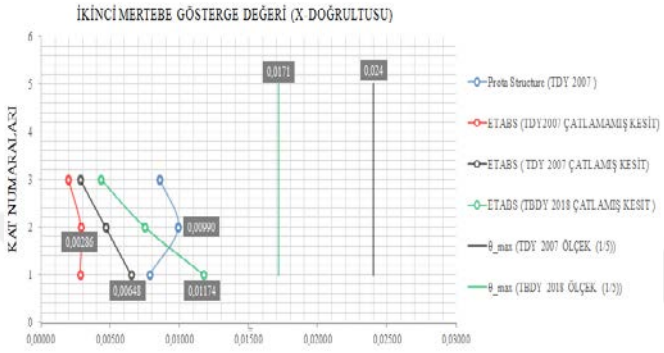


Şekil 4.69. ProtaStructure ve ETABS program analiz sonuçlarından hesaplanmış X doğrultusundaki en büyük etkin göreli kat ötelemesi değerleri

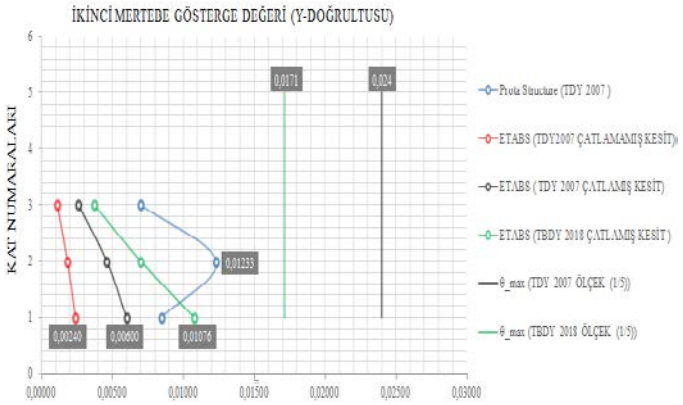


Şekil 4.70. ProtaStructure ve ETABS program analiz sonuçlarında hesaplanmış Y doğrultusundaki en büyük etkin göreli kat ötelemesi değerleri

F binası modelinde ProtaStructure programı TDY (2007) esaslarına göre çatlamamış kesit, ETABS programında ise TDY (2007) esaslarına göre çatlamış ve çatlamamış kesit, TBDY (2018) esaslarına göre ise çatlamış kesit etkin kesit rijitlik çarpanları dikkate alınarak hesaplanmış X ve Y doğrultularına ait kat içindeki en büyük ikinci mertebe gösterge değeri (θ_i)'nın aralarında ve sınır değerleri ile karşılaştırılarak ikinci mertebe etkileri değerlendirilmiştir. Karşılaştırma değerleri Şekil 4.71 ve 4.72'de grafik üzerinde gösterilmiştir.



Şekil 4.71. ProtaStructure ve ETABS program analiz sonuçlarından hesaplanmış X doğrultusundaki en büyük ikinci mertebe gösterge (θ_i) değerleri



Şekil 4.72. ProtaStructure ve ETABS program analiz sonuçlarından hesaplanmış Y doğrultusundaki en büyük ikinci mertebe gösterge (θ_i) değerleri

4.2. A,B,C,D,E ve F Mevcut Bina Modellerinin Doğrusal Olmayan Sabit Tek Modlu İtme Yöntemine Göre Performanslarının ETABS programı ile belirlenmesi

Bu bölümde ilk önce, incelenen binaların yapısal özellikleri açıklanmış ve daha sonra, ETABS programı kullanılarak nonlineer sabit tek modlu itme (pushover) analiz yöntemine göre bulunan deprem performans sonuçları açıklanmıştır. Yapılan analizlerde TBDY (2018)'e uygun olarak, plastik mafsalların belli kesit noktalarında oluştuğu kabul edilmiştir. Buna göre, kolon ve kirişlerde plastik mafsalların, birleşim yerleri civarında ve eleman net açıklıklarının uç noktalarında meydana geldiği kabul edilmiştir. Perde plastik mafsallarının ise, perde alt uç noktalarında oluştuğu kabul edilmiştir. ETABS programında, kirişlerde M3, kolon ve perdelerde ise P, M2, M3 mafsal türü kullanılmıştır. Her iki mafsal türünde de ETABS programının default değerleri kullanılmıştır.

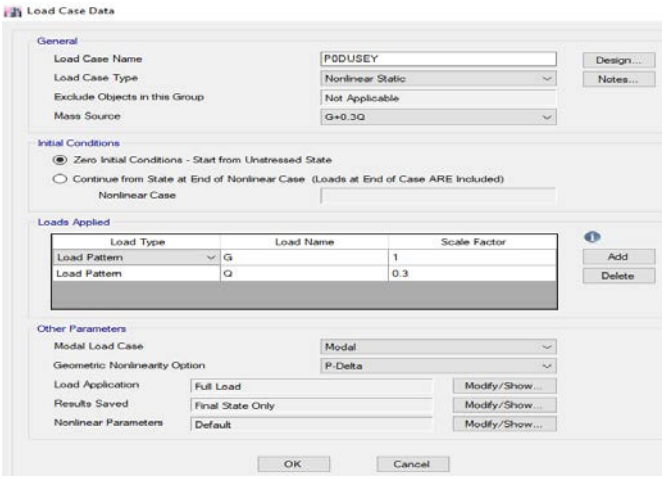
Yapı kapasite eğrisinin veya taban kesme kuvveti-tepe yerdeğiştirmesi grafiğinin ardışık işlemle oluşturulabilmesi için, en büyük tepe yerdeğiştirmesi, bina yüksekliğinin %4'ü olarak alınmıştır. Buna göre, yapının taban kesme kuvveti-tepe yerdeğiştirmesi grafiği oluşturulmuştur. Sonra yapının kapasite eğrisinden faydalanılarak, modal kapasite eğrisi veya modal ivme-modal yerdeğiştirme grafiği oluşturulmuştur. Daha sonra azaltılmış deprem tasarım elastik spektrum eğrisinin, modal ivme-modal yerdeğiştirmesi grafiği ile çakıştırılması ile, yapının performans noktası bulunmuştur. Performans noktası koordinatları yardımı ile, yapının performans seviyesini gösteren, taban kesme kuvveti ve tepe yerdeğiştirme değerleri elde edilmiştir.

Aşağıda doğrusal olmayan sabit tek modlu itme yönteminin binalara uygulanması adımları sırayla gösterilmiştir. Burada A Modeli modeli örnek alınarak açıklamalar yapılmıştır.

4.2.1. P0DUSEY düşey yükleme durumu

P0DUSEY, Doğrusal olmayan ardışık statik itme analizinin başlangıç kısmını oluşturmak üzere yapılan bir yükleme durumudur. A binası modeli için, düşey yükleme kombinezonu olarak G+0.3Q yüklemesi yapılmıştır. Nonlineer olarak yapılan yükleme yönü düşey ve son kat tepe noktası dikkate alınarak uygulanmıştır. Bu yükleme türü kuvvet kontrollü olarak yapılmıştır. P0DUSEY Yüklemesinin ETABS programına göre tanımlanması, Şekil 5.1'de gösterilmiştir. Kütle kaynağının tanımlanmasında, G+0.3Q kombinezonu kullanılmıştır.

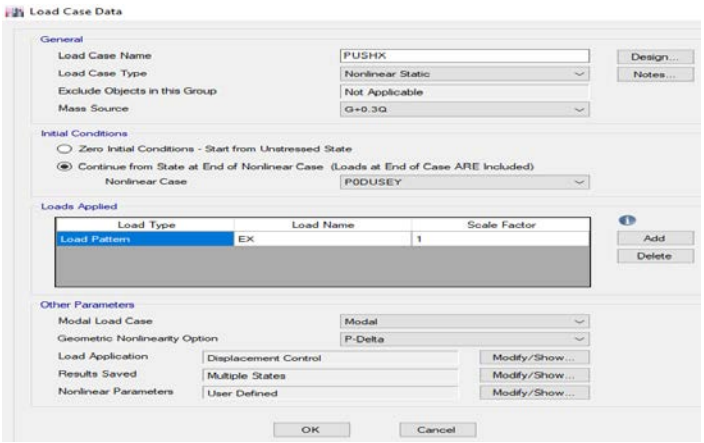
P0DUSEY Yüklemesi nonlineer yatay statik itme analizleri olan, PUSHX ve PUSHY yüklemelerinin başlangıç kısmı için kullanılmıştır. P0DUSEY yüklemesi kuvvet kontrollü ve tek adım olarak yapılmıştır. Şekil 5.1'de görüldüğü gibi, Results saved kısmında tek adım, Nonlineer parameters kısmında ise, programın varsayılan değeri kullanılmıştır. Bu kısımda adım sayısı 200'dür. Ayrıca, P0DUSEY analizi durumu başlangıç değeri sıfırdır.



Şekil 4.73. P0DUSEY Yükleme Durumunun ETABS'da Tanımlanması

4.2.2. PUSHX yatay yükleme durumu

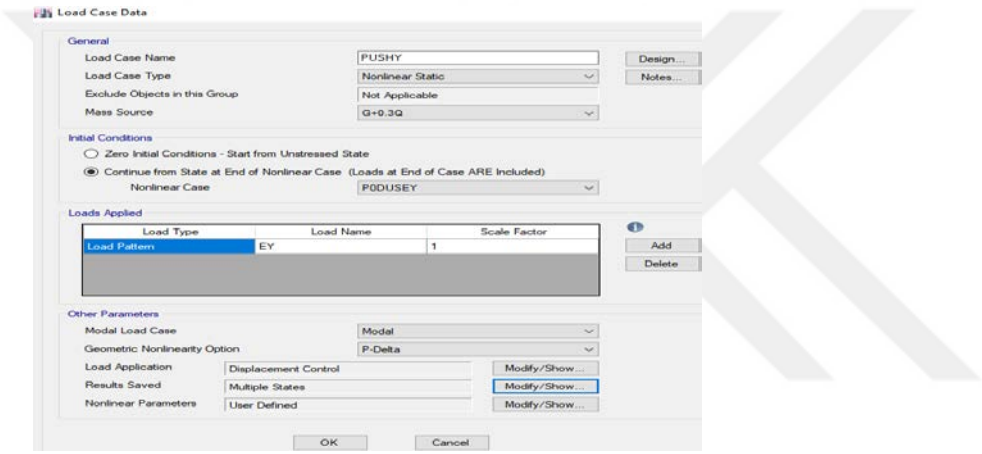
PUSHX Yatay yükleme durumu, X yönündeki nonlineer yatay statik itme analizi için kullanılan bir yükleme durumudur. Bu yükleme durumunda, bina toplam yüksekliğinin %4'ü kadar sağa ve sola doğru itilmektedir. Analize önce P0DUSEY yüklemesi ile kuvvet kontrollü olarak başlanmakta ve daha sonra y yönünde bina göçünceye kadar yerdeğiştirme kontrollü olarak ve en büyük yerdeğiştirme hedefine ulaşıncaya kadar devam edilmektedir. Bu aşamaya kadar binanın, taban kesme kuvveti-tepe yerdeğiştirmesi arasındaki grafiği ve kapasite eğrisi oluşturulmaktadır. A binası modelinin performans seviyesine ulaşabilmesi için kullanılan maksimum adım sayısı 2000'dir. Bu adım sayısı binanın özelliğine göre değişmektedir. PUSHX Yüklemesinin ETABS programına göre tanımlanması, Şekil 5.2'de gösterilmiştir.



Şekil 4.74. PUSHX Yükleme Durumunun ETABS'da Tanımlanması

4.2.3. PUSHY yatay yükleme durumu

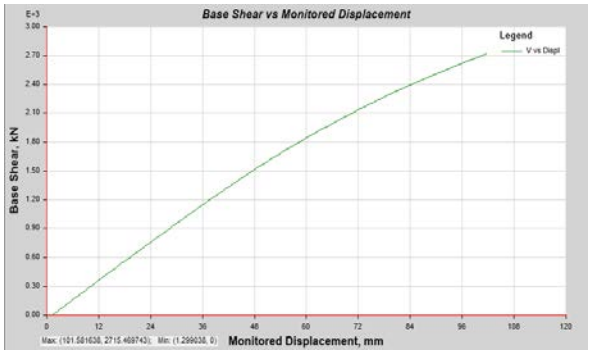
PUSHY Yatay yükleme durumu, Y yönündeki nonlineer yatay statik itme analizi için kullanılan bir yükleme durumudur. Bu yükleme durumunda, bina toplam yüksekliğinin %4'ü kadar sağa ve sola doğru itilmektedir. Analize önce P0DUSEY yüklemesi ile kuvvet kontrollü olarak başlanmakta ve daha sonra y yönünde bina göçünceye kadar yerdeğiştirme kontrollü olarak ve en büyük yerdeğiştirme hedefine ulaşıncaya kadar devam edilmektedir. Bu aşamaya kadar binanın, taban kesme kuvveti-tepe yerdeğiştirmesi arasındaki grafiği ve kapasite eğrisi oluşturulmaktadır. A Modelinin performans seviyesine ulaşabilmesi için, x yönünde kullanılan maksimum adım sayısı 2000'dir. Bu maksimum adım sayısı binanın özelliğine ve yönlere göre değişmektedir. PUSHY Yüklemesinin ETABS programına göre tanımlanması, Şekil 5.3'de gösterilmiştir.



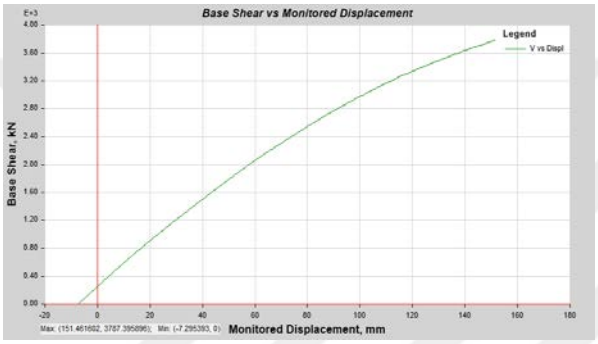
Şekil 4.75. PUSHY Yükleme Durumunun ETABS'da Tanımlanması

4.2.4. A binası modelinin nonlineer sabit tek modlu itme analizi sonuçları

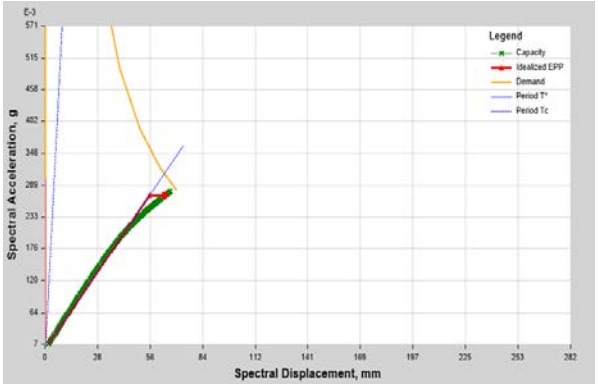
A Binası modeline ait X ve Y yönü Taban Kesme Kuvveti-Tepe Yerdeğiştirme grafikleri veya Kapasite Eğrileri sırayla, Şekil 5.4 ve Şekil 5.5'de verilmiştir. Grafiklerde, düşeyde taban kesme kuvveti, yatayda ise, tepe yerdeğiştirme değerleri gösterilmektedir. A Binası modeli X ve Y yönü maksimum taban kesme kuvveti ve tepe yerdeğiştirmesi değerleri sırasıyla, V_{tpux}=2715.47 kN, d_{tpux}=101.58 mm, V_{tpuy}=3787.40 kN, d_{tpuy}=151.46 mm'dir. A Binası modeli X ve Y yönü deprem performans noktalarını gösteren, Modal İvme-Modal Yerdeğiştirme Grafikleri ise, Şekil 5.6 ve Şekil 5.7'de verilmiştir. Grafiklerde, düşeyde modal ivme, yatayda ise, modal yerdeğiştirme değerleri gösterilmektedir. A Binası modeli X ve Y yönü taban kesme kuvveti ve tepe yerdeğiştirmesi deprem performans noktası değerleri sırasıyla, V_{prfx}=2614.09 kN, d_{prfx}=95.64 mm, V_{prfy}=2943.13 kN, d_{prfy}=98.24 mm'dir. A Binası modeli x ve y yönü nonlineer sabit tek modlu itme analizi sonucu oluşan plastik mafsal noktalarını gösteren, binanın üç boyutlu modelleri Şekil 5.8 ve Şekil 5.9'da verilmiştir.



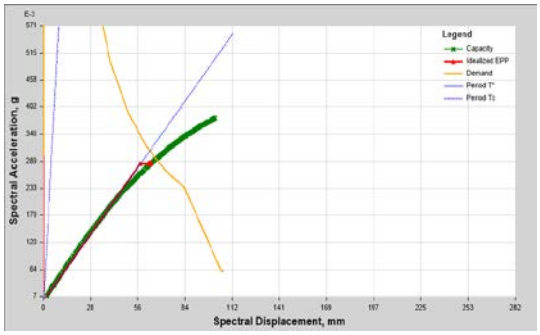
Şekil 4.76. A Binası Modelinin Taban Kesme Kuvveti-Tepe Yerdeğiştirme Grafiği (X)



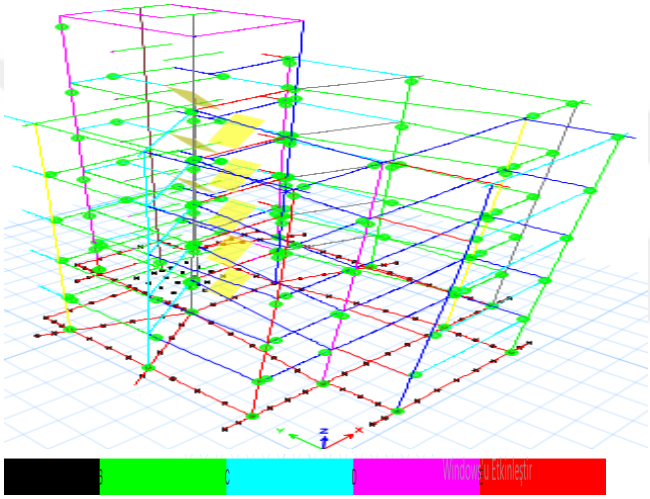
Şekil 4.77. A Binası Modelinin Taban Kesme Kuvveti-Tepe Yerdeğiştirme Grafiği (Y)



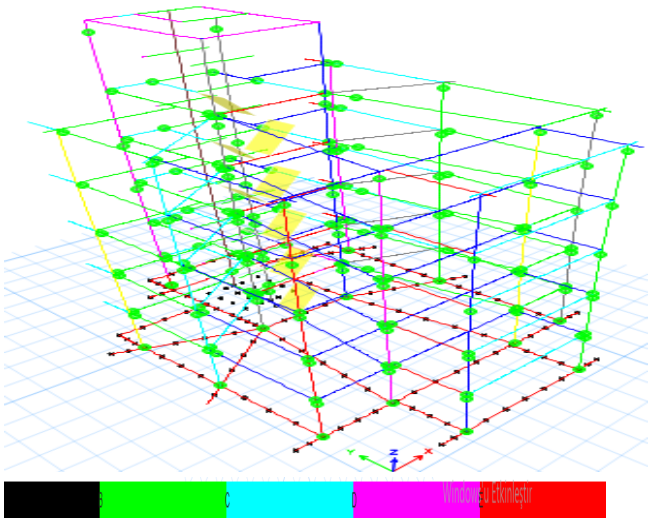
Şekil 4.78. A Binası Modelinin Modal İvme-Modal Yerdeğiştirme Grafiği (X)



Şekil 4.79. A Binası Modelinin Modal İvme-Modal Yerdeğiştirme Grafiği (Y)



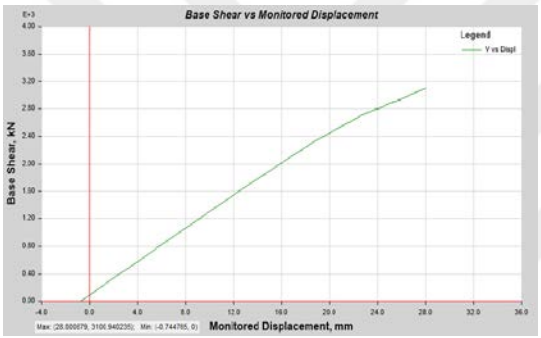
Şekil 4.80. A Binası Modelinde X Yönünde Oluşan Plastik Mafsallar



Şekil 4.81. A Binası Modelinde Y Yönünde Oluşan Plastik Mafsallar

4.2.5. B binası modelinin nonlineer sabit tek modlu itme analizi sonuçları

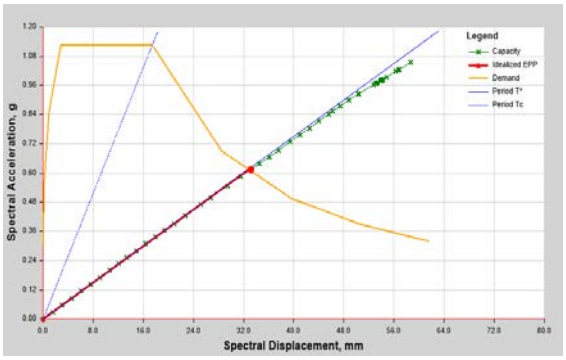
B Binası modeline ait X ve Y yönü Taban Kesme Kuvveti-Tepe Yerdeğiştirme grafikleri veya Kapasite Eğrileri sırayla, Şekil 5.10 ve Şekil 5.6'de verilmiştir. Grafiklerde, düşeyde taban kesme kuvveti, yatayda ise, tepe yerdeğiştirme değerleri gösterilmektedir. B Binası modeli X ve Y yönü maksimum taban kesme kuvveti ve tepe yerdeğiştirmesi değerleri sırasıyla, V_{tpux}=3100.94 kN, d_{tpux}=28.00 mm, V_{tpuy}=2604.31 kN, d_{tpuy}=77.38 mm'dir. B Binası modeli X ve Y yönü deprem performans noktalarını gösteren, Modal İvme-Modal Yerdeğiştirme Grafikleri ise, Şekil 5.6 ve Şekil 5.13'de verilmiştir. Grafiklerde, düşeyde modal ivme, yatayda ise, modal yerdeğiştirme değerleri gösterilmektedir. B Binası modeli X ve Y yönü taban kesme kuvveti ve tepe yerdeğiştirmesi deprem performans noktası değerleri sırasıyla, V_{prfx}=2043.83 kN, d_{prfx}=16.26 mm, V_{prfy}=2158.99 kN, d_{prfy}=56.42 mm'dir. B Binası modeli X ve Y yönü nonlineer sabit tek modlu itme analizi sonucu oluşan plastik mafsal noktalarını gösteren, binanın üç boyutlu modelleri Şekil 5.14 ve Şekil 5.15'de verilmiştir.



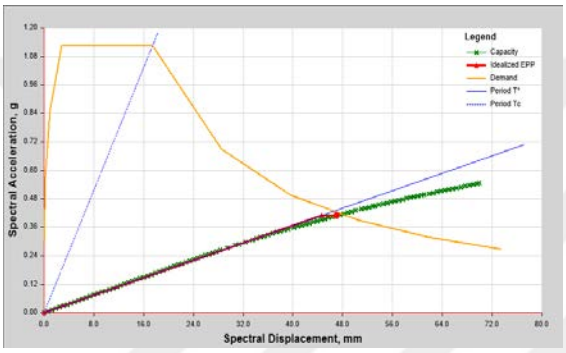
Şekil 4.82. B Binası Modelinin Taban Kesme Kuvveti-Tepe Yerdeğiştirme Grafiği (X)



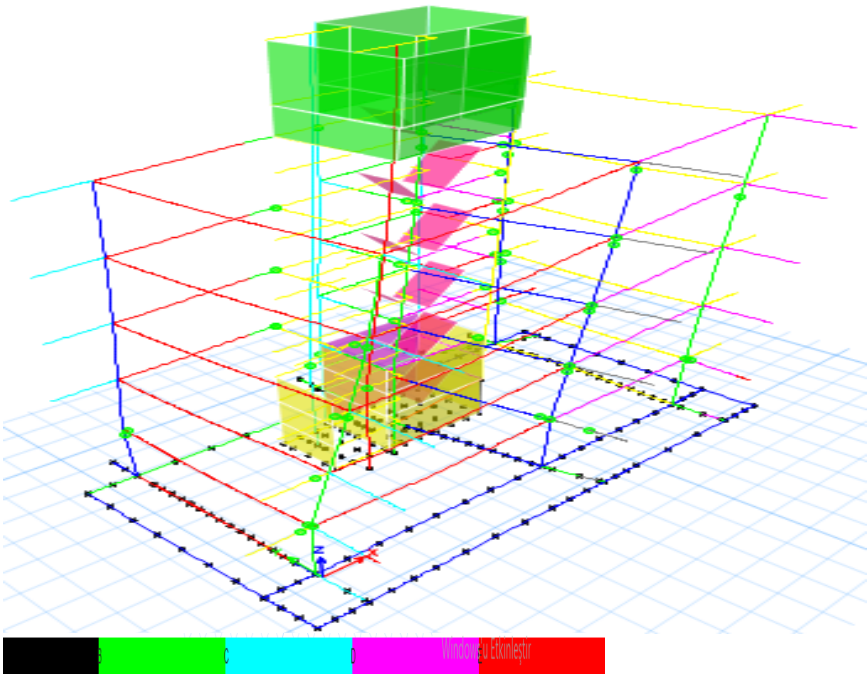
Şekil 4.83. B Binası Modelinin Taban Kesme Kuvveti-Tepe Yerdeğiştirme Grafiği (Y)



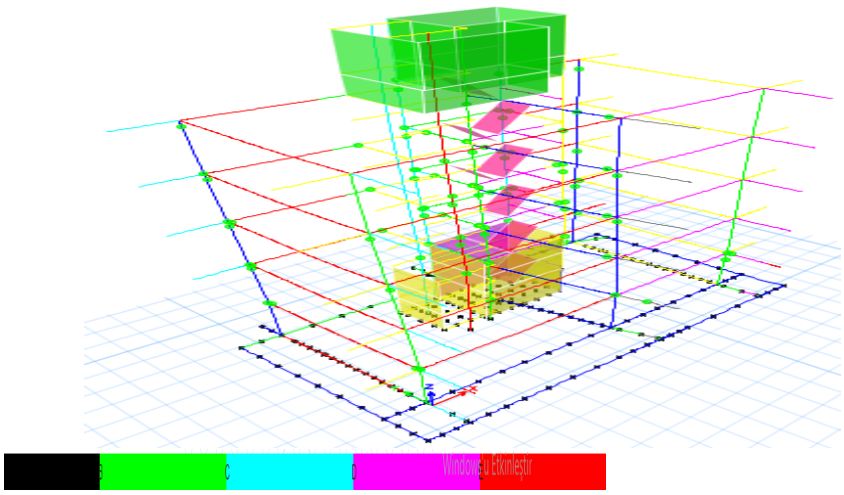
Şekil 4.84. B Binası Modelinin Modal İvme-Modal Yerdeğiştirme Grafiği (X)



Şekil 4.85. B Binası Modelinin Modal İvme-Modal Yerdeğiştirme Grafiği (Y)



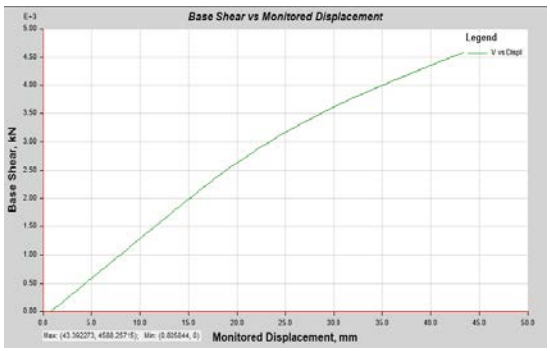
Şekil 4.86. B Binası Modelinde X Yönünde Oluşan Plastik Mafsallar



Şekil 4.87. B Binası Modelinde Y Yönünde Oluşan Plastik Mafsallar

4.2.6. C binası modelinin nonlineer sabit tek modlu itme analizi sonuçları

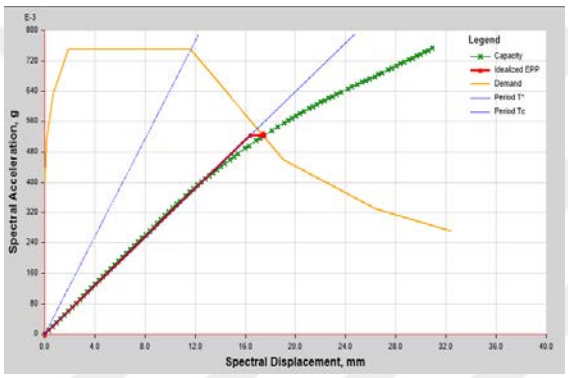
C Binası modeline ait X ve Y yönü Taban Kesme Kuvveti-Tepe Yerdeğiştirme grafikleri veya Kapasite Eğrileri sırayla, Şekil 5.16 ve Şekil 5.17'de verilmiştir. Grafiklerde, düşeyde taban kesme kuvveti, yatayda ise, tepe yerdeğiştirme değerleri gösterilmektedir. C Binası modeli X ve Y yönü maksimum taban kesme kuvveti ve tepe yerdeğiştirmesi değerleri sırasıyla, V_{tpux}=4588.26 kN, d_{tpux}=43.39 mm, V_{tpuy}=360.09 kN, d_{tpuy}=39.95 mm'dir. C Binası modeli X ve Y yönü deprem performans noktalarını gösteren, Modal İvme-Modal Yerdeğiştirme Grafikleri ise, Şekil 5.18 ve Şekil 5.19'da verilmiştir. Grafiklerde, düşeyde modal ivme, yatayda ise, modal yerdeğiştirme değerleri gösterilmektedir. C Binası modeli X ve Y yönü taban kesme kuvveti ve tepe yerdeğiştirmesi deprem performans noktası değerleri sırasıyla, V_{prfx}=3076.64 kN, d_{prfx}=24.04 mm, V_{prfy}=2078.90 kN, d_{prfy}=23.36 mm'dir. C Binası modeli X ve Y yönü nonlineer sabit tek modlu itme analizi sonucu oluşan plastik mafsal noktalarını gösteren, binanın üç boyutlu modelleri Şekil 5.20 ve Şekil 5.21'de verilmiştir.



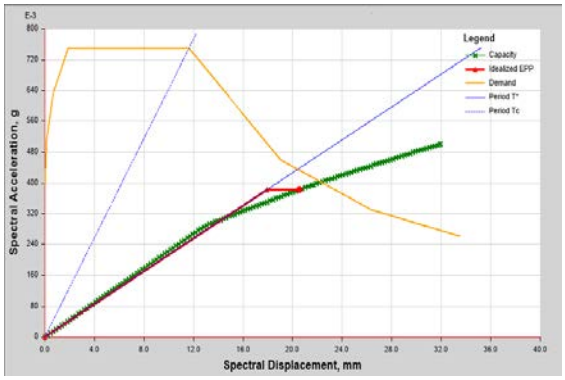
Şekil 4.88. C Binası Modeli Taban Kesme Kuvveti-Tepe Yerdeğiştirme Grafiği (X)



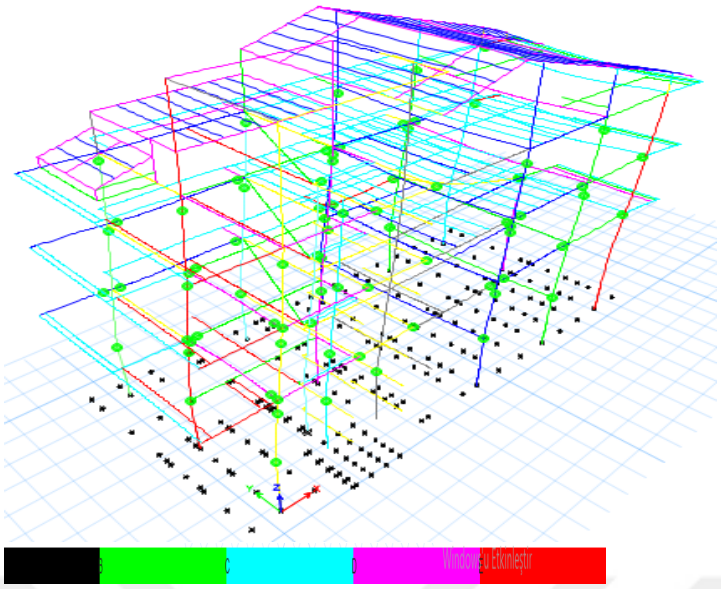
Şekil 4.89. C Binası Modeli Taban Kesme Kuvveti-Tepe Yerdeğiştirme Grafiği (Y)



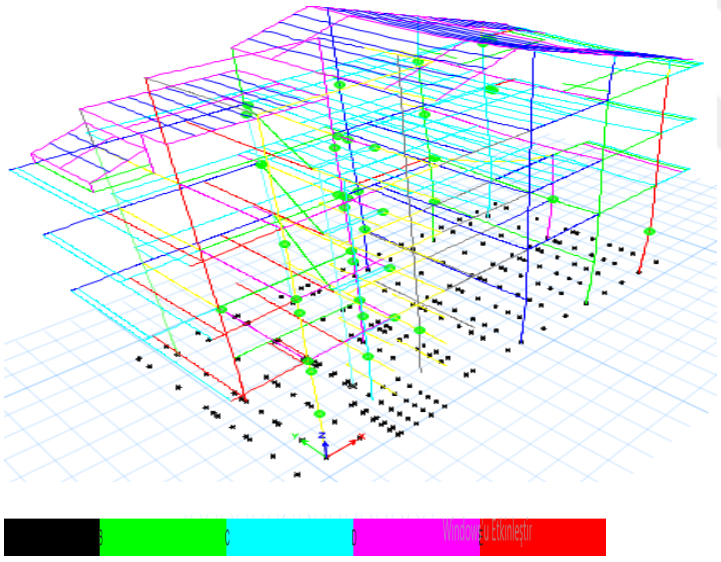
Şekil 4.90. C Binası Modeli Modal İvme-Modal Yerdeğiştirme Grafiği (X)



Şekil 4.91. C Binası Modeli Modal İvme-Modal Yerdeğiştirme Grafiği (Y)



Şekil 4.92. C Binası Modelinde X Yönünde Oluşan Plastik Mafsallar

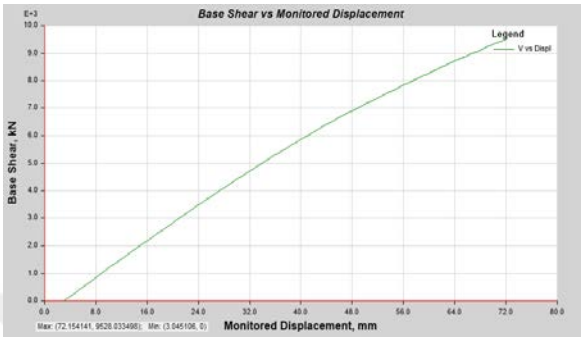


Şekil 4.93. C Binası Modelinde Y Yönünde Oluşan Plastik Mafsallar

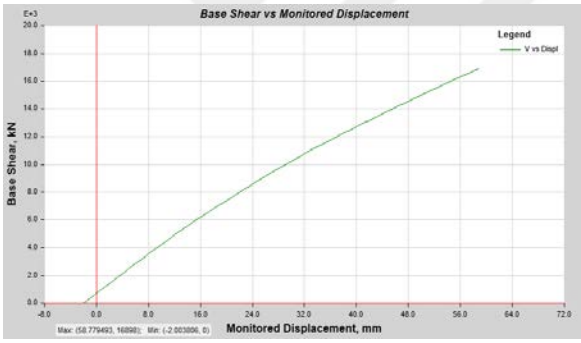
4.2.7. D binası modelinin nonlineer sabit tek modlu itme analizi sonuçları

D Binası modeline ait X ve Y yönü Taban Kesme Kuvveti-Tepe Yerdeğiştirme grafikleri veya Kapasite Eğrileri sırayla, Şekil 5.22 ve Şekil 5.23'de verilmiştir. Grafiklerde, düşeyde taban kesme kuvveti, yatayda ise, tepe yerdeğiştirme değerleri gösterilmektedir. D Binası modeli X ve Y yönü maksimum taban kesme kuvveti ve tepe yerdeğiştirmesi değerleri sırasıyla, V_{tpux}=9528.03 kN, d_{tpux}=72.15 mm, V_{tpuy}=16898.00 kN, d_{tpuy}=58.78 mm'dir. D Binası modeli X ve Y yönü deprem performans noktalarını gösteren, Modal İvme-Modal Yerdeğiştirme grafikleri ise, Şekil 5.24 ve Şekil 5.25'de verilmiştir. Grafiklerde, düşeyde modal ivme, yatayda ise, modal yerdeğiştirme

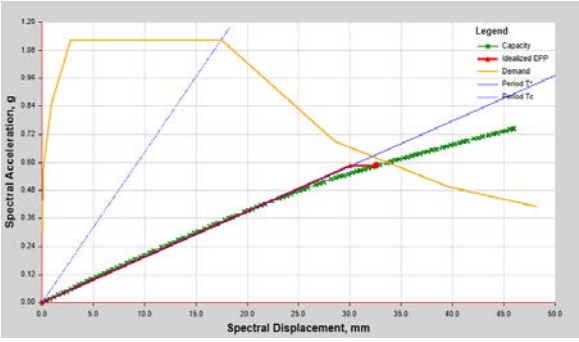
değerleri gösterilmektedir. D Binası modeli X ve Y yönü taban kesme kuvveti ve tepe yerdeğiştirmesi deprem performans noktası değerleri sırasıyla, V_{prfx}=7010.41 kN, d_{prfx}=48.87 mm, V_{prfy}=10439.15 kN, d_{prfy}=30.72 mm'dir. D Binası modeli X ve Y yönü nonlineer sabit tek modlu itme analizi sonucu oluşan plastik mafsal noktalarını gösteren, binanın üç boyutlu modelleri Şekil 5.26 ve Şekil 5.27'de verilmiştir.



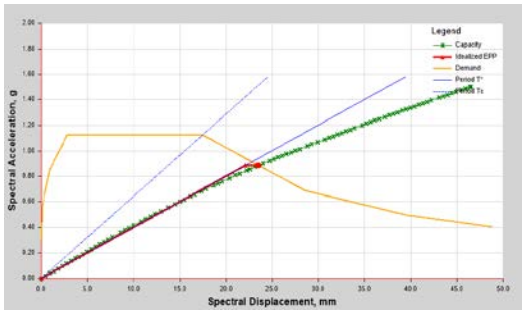
Şekil 4.94. D Binası Modelinin Taban Kesme Kuvveti-Tepe Yerdeğiştirme Grafiği (X)



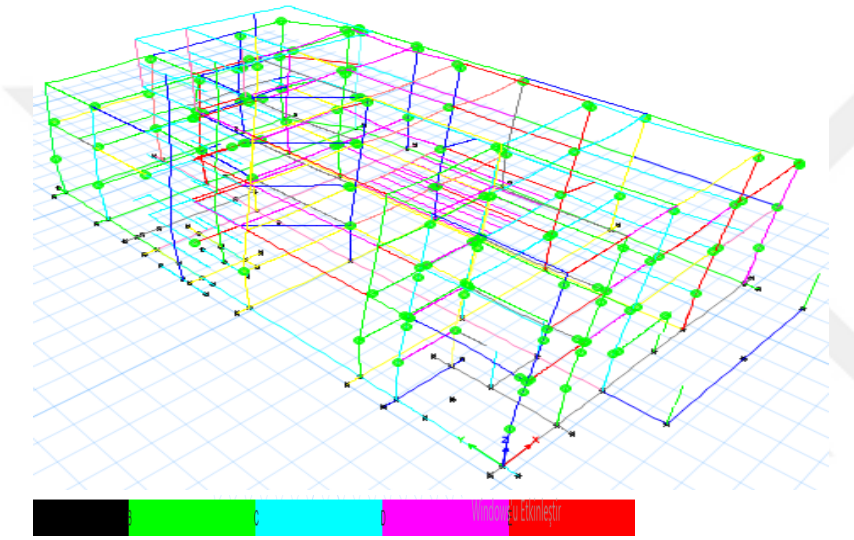
Şekil 4.95. D Binası Modelinin Taban Kesme Kuvveti-Tepe Yerdeğiştirme Grafiği (Y)



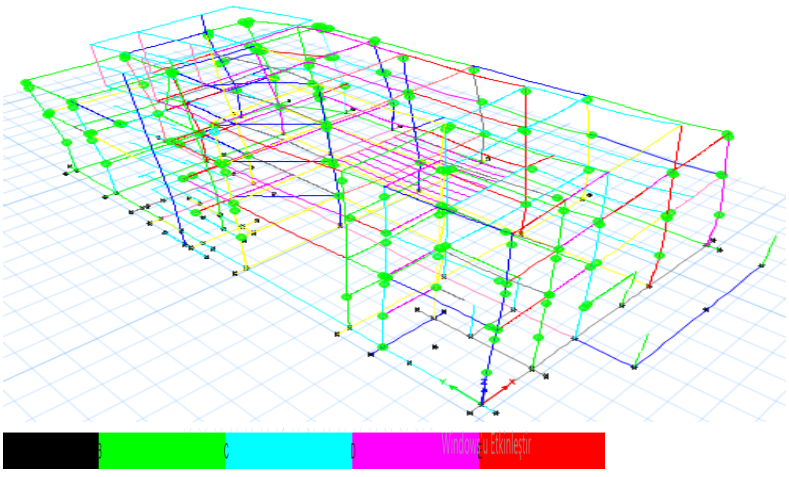
Şekil 4.96. D Binası Modelinin Modal İvme-Modal Yerdeğiştirme Grafiği (X)



Şekil 4.97. D Binası Modelinin Modal İvme-Modal Yerdeğiştirme Grafiği (Y)



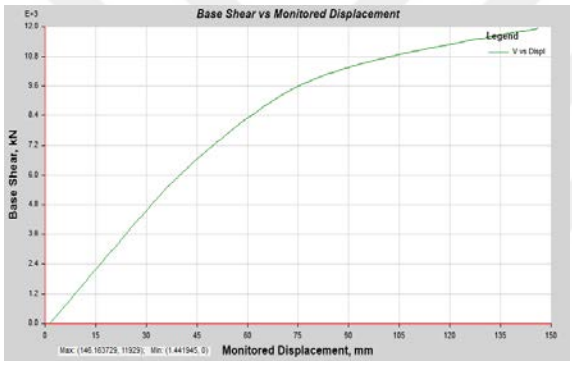
Şekil 4.98. D Binası Modelinde X Yönünde Oluşan Plastik Mafsallar



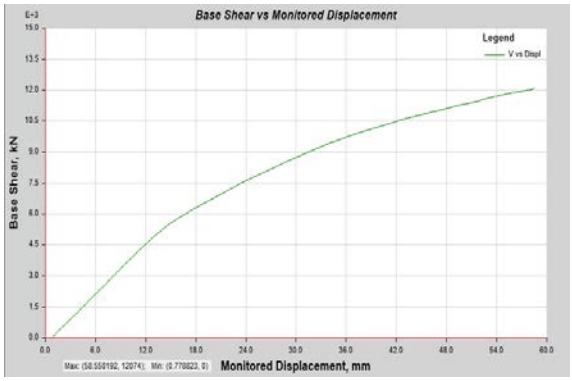
Şekil 4.99. D Binası Modelinde Y Yönünde Oluşan Plastik Mafsallar

4.2.8. E binası modelinin nonlineer sabit tek modlu itme analizi sonuçları

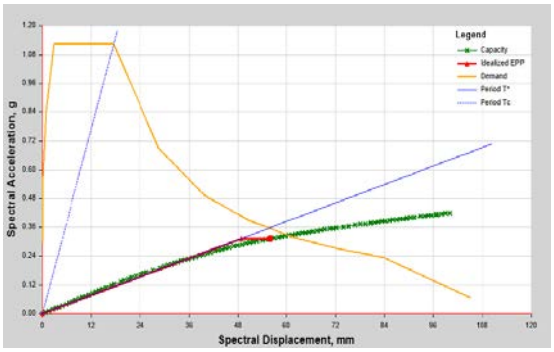
E Binası modeline ait X ve Y yönü Taban Kesme Kuvveti-Tepe Yerdeğiştirme grafikleri veya Kapasite Eğrileri sırayla, Şekil 5.28 ve Şekil 5.29'da verilmiştir. Grafiklerde, düşeyde taban kesme kuvveti, yatayda ise, tepe yerdeğiştirme değerleri gösterilmektedir. E Binası modeli X ve Y yönü maksimum taban kesme kuvveti ve tepe yerdeğiştirmesi değerleri sırasıyla, V_{tpux}=6929.00 kN, d_{tpux}=146.16 mm, V_{tpuy}=6074.00 kN, d_{tpuy}=58.55 mm'dir. E Binası modeli X ve Y yönü deprem performans noktalarını gösteren, Modal İvme-Modal Yerdeğiştirme Grafikleri ise, Şekil 5.30 ve Şekil 5.31'de verilmiştir. Grafiklerde, düşeyde modal ivme, yatayda ise, modal yerdeğiştirme değerleri gösterilmektedir. E Binası modeli X ve Y yönü taban kesme kuvveti ve tepe yerdeğiştirmesi deprem performans noktası değerleri sırasıyla, V_{prfx}=9933.76 kN, d_{prfx}=80.83 mm, V_{prfy}=961.64 kN, d_{prfy}=32.13 mm'dir. E Binası modeli X ve Y yönü nonlineer sabit tek modlu itme analizi sonucu oluşan plastik mafsal noktalarını gösteren, binanın üç boyutlu modelleri Şekil 5.32 ve Şekil 5.33'de verilmiştir.



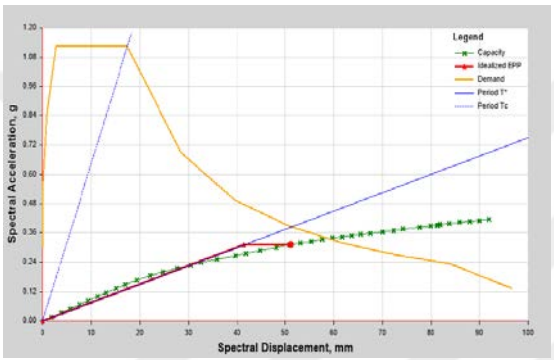
Şekil 4.100. E Binası Modelinin Taban Kesme Kuvveti-Tepe Yerdeğiştirme Grafiği (X)



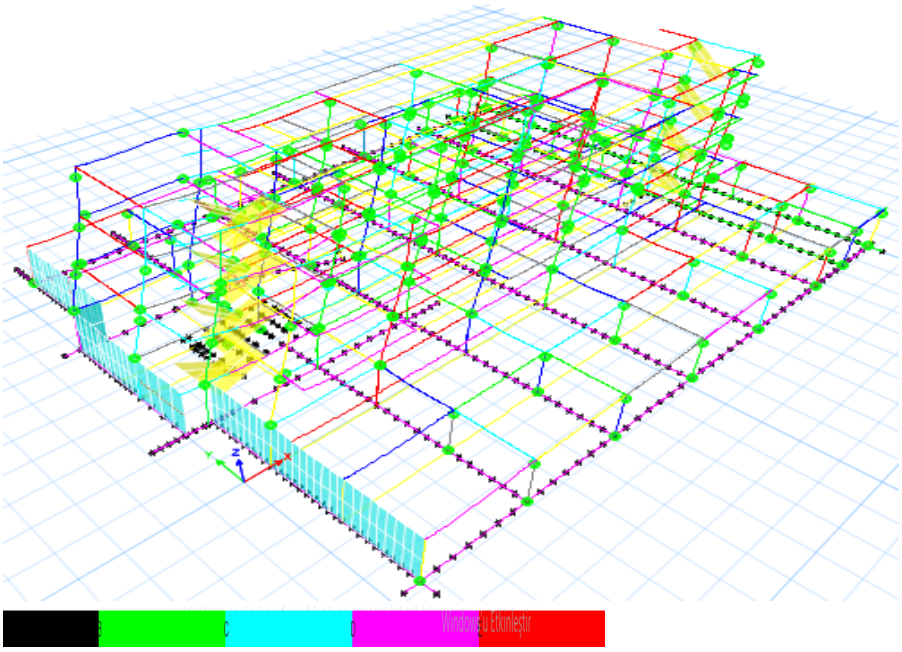
Şekil 4.101. E Binası Modelinin Taban Kesme Kuvveti-Tepe Yerdeğiştirme Grafiği (Y)



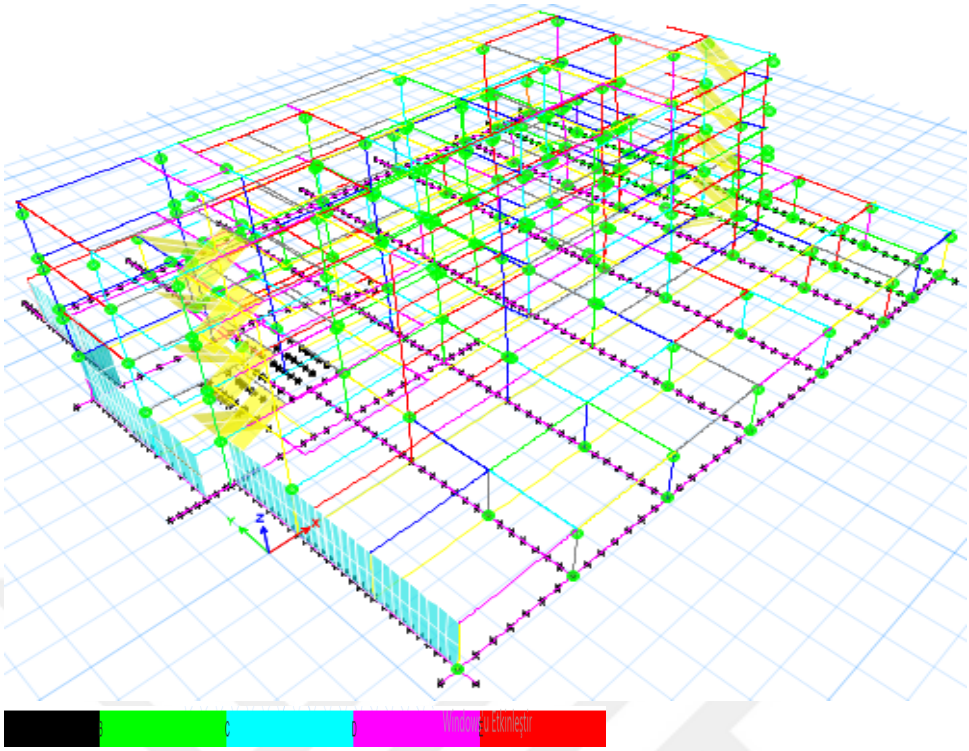
Şekil 4.102. E Binası Modelinin Modal İvme-Modal Yerdeğiştirme Grafiği (X)



Şekil 4.103. E Binası Modelinin Modal İvme-Modal Yerdeğiştirme Grafiği (Y)



Şekil 4.104. E Binası Modelinde X Yönünde Oluşan Plastik Mafsallar



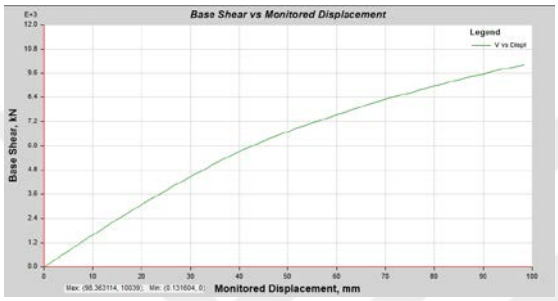
Şekil 4.105. E Binası Modelinde Y Yönünde Oluşan Plastik Mafsallar

4.2.9. F binası modelinin nonlineer sabit tek modlu itme analizi sonuçları

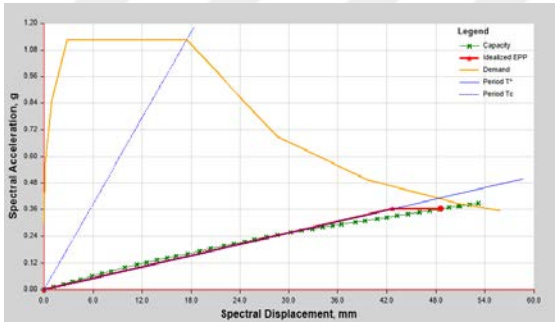
F binası modeline ait X ve Y yönü Taban Kesme Kuvveti-Tepe Yerdeğiştirme grafikleri veya Kapasite Eğrileri sırayla, Şekil 5.34 ve Şekil 5.35'de verilmiştir. Grafiklerde, düşeyde taban kesme kuvveti, yatayda ise, tepe yerdeğiştirme değerleri gösterilmektedir. F Binası modeli X ve Y yönü maksimum taban kesme kuvveti ve tepe yerdeğiştirmesi değerleri sırasıyla, V_{tpux}=9719.92 kN, d_{tpux}=55.96 mm, V_{tpuy}=10039.00 kN, d_{tpuy}=98.36 mm'dir. F Binası modeli X ve Y yönü deprem performans noktalarını gösteren, Modal İvme-Modal Yerdeğiştirme grafikleri ise, Şekil 5.36 ve Şekil 5.37'de verilmiştir. Grafiklerde, düşeyde modal ivme, yatayda ise, modal yerdeğiştirme değerleri gösterilmektedir. F Binası modeli X ve Y yönü taban kesme kuvveti ve tepe yerdeğiştirmesi deprem performans noktası değerleri sırasıyla, V_{prfx}=8956.38 kN, d_{prfx}=49.90 mm, V_{prfy}=8450.24 kN, d_{prfy}=71.99 mm'dir. F modeli X ve Y yönü nonlineer sabit tek modlu itme analizi sonucu oluşan plastik mafsal noktalarını gösteren, binanın üç boyutlu modelleri Şekil 5.38 ve Şekil 5.39'da verilmiştir.



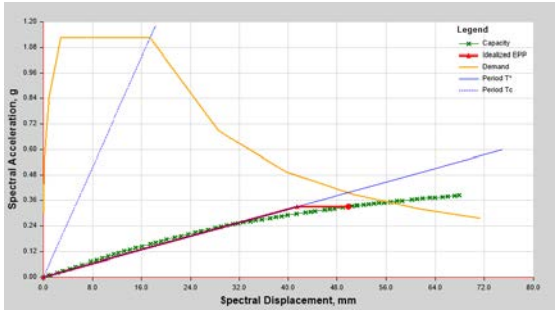
Şekil 4.106. F Binası Modelinin Taban Kesme Kuvveti-Tepe Yerdeğiştirme Grafiği (X)



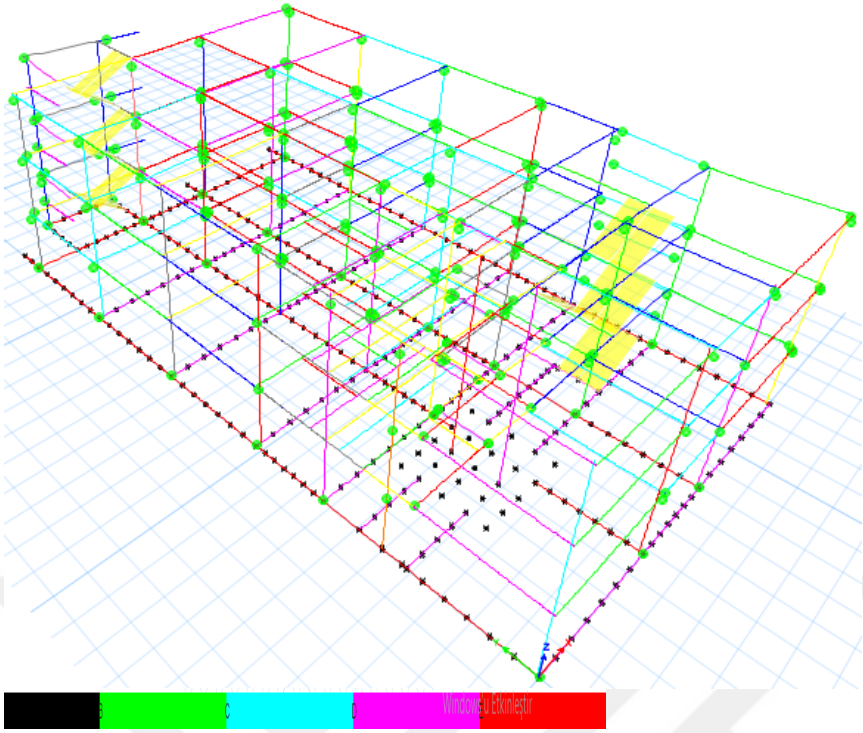
Şekil 4.107. F Binası Modeli Taban Kesme Kuvveti-Tepe Yerdeğiştirme Grafiği (Y)



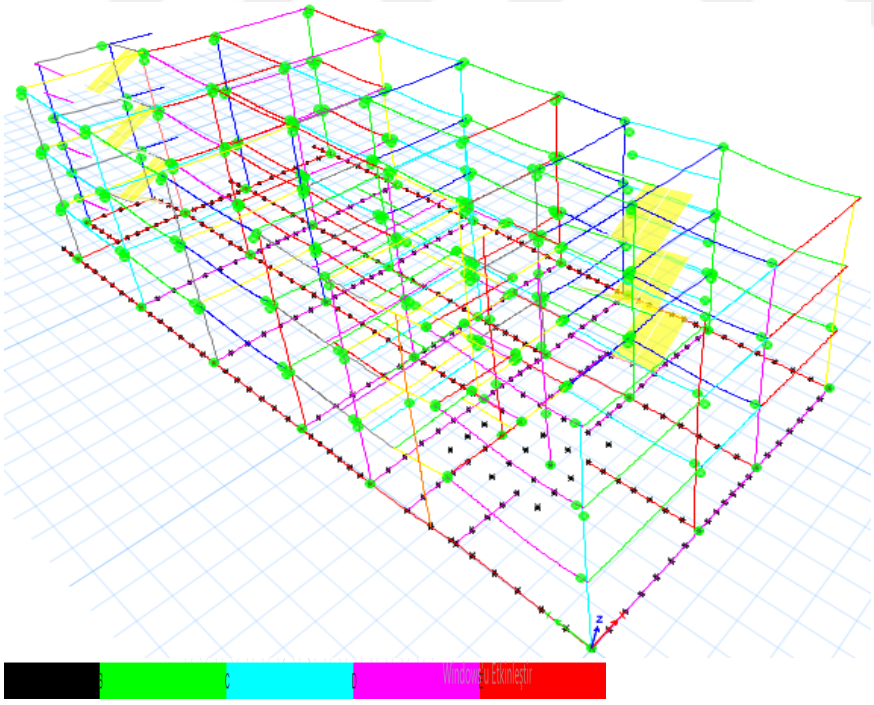
Şekil 4.108. F Binası Modeli Modal İvme-Modal Yerdeğiştirme Grafiği (X)



Şekil 4.109. F Binası Modelinin Modal İvme-Modal Yerdeğiştirme Grafiği (Y)



Şekil 4.110. F Binası Modelinde X Yönünde Oluşan Plastik Mafsallar



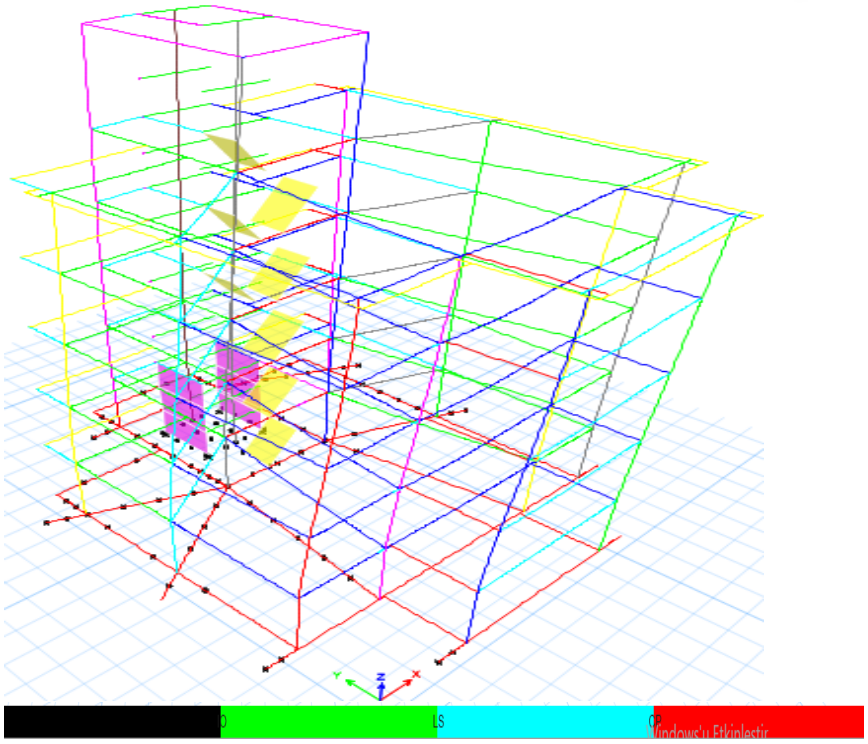
Şekil 4.111. F Binası Modelinde Y Yönünde Oluşan Plastik Mafsallar

4.3. Binaların Deprem Performans Seviyelerinin Belirlenmesi

Bu bölümde binaların deprem performans seviyeleri, TBDY (2018)'e göre belirlenmiştir. Yapı elemanları kesit hasar sınırları, Sınırlı Hasar (SH), Kontrollü Hasar (KH) ve Göçme Öncesi Hasar (GÖ)'dır. Yapı elemanları kesit hasar bölgeleri, Sınırlı Hasar Bölgesi (SHB), Belirgin Hasar Bölgesi (BHB), İleri Hasar Bölgesi (İHB) ve Göçme Bölgesi (GB)'dir. Mevcut binaların deprem performans seviyeleri ise, Sınırlı Hasar Performans Düzeyi, Kontrollü Hasar Performans Düzeyi, Göçmenin Önlenmesi Performans Düzeyi ve Göçme Durumudur.

4.3.1. A binası modelinin deprem performans seviyesinin belirlenmesi

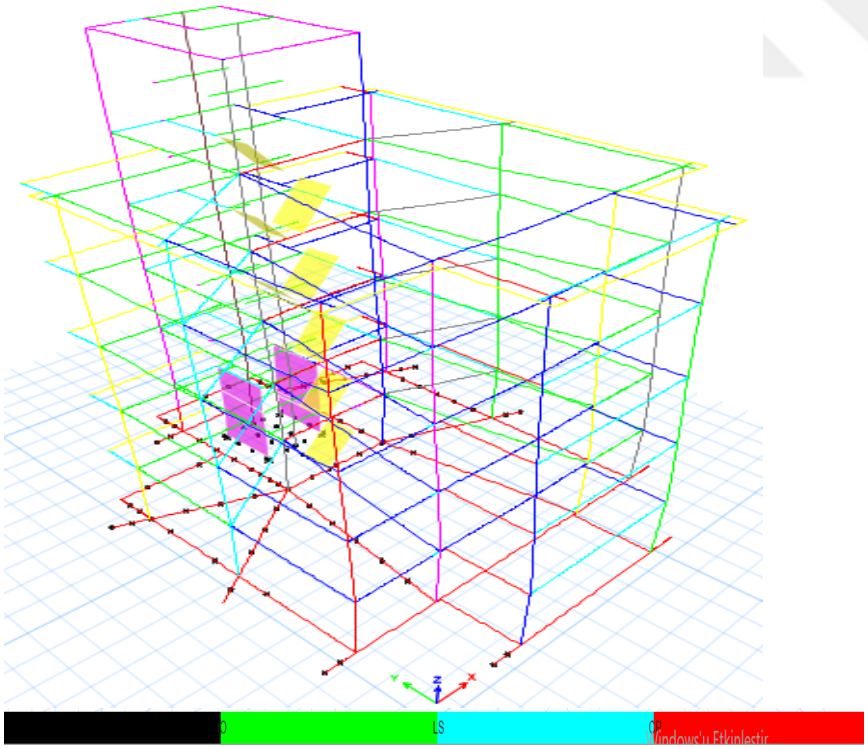
A Binası Modelinin X yönündeki, deprem performans seviyesini gösteren plastik mafsal durumu, Şekil 4.112'de ve deprem performans seviyesi, Çizelge 4.1'de gösterilmiştir. Çizelge 4.1'de görüldüğü üzere, X yönündeki kirişlerin %100'ü ve diğer taşıyıcı elemanların tümü sınırlı hasar bölgesindedir. Buna göre A modelinın X yönündeki deprem performans seviyesinin, Sınırlı Hasar Performans Düzeyinde olduğu görülmektedir. A Binası Modelinin Y yönündeki, deprem performans seviyesini gösteren plastik mafsal durumu, Şekil 4.113'de ve deprem performans seviyesi, Çizelge 4.2'de gösterilmiştir. Çizelge 4.2'de görüldüğü üzere, Y yönündeki kirişlerin %100'ü ve diğer taşıyıcı elemanların tümü sınırlı hasar bölgesindedir. Buna göre A Binası Modelinin Y yönündeki deprem performans seviyesinin, Sınırlı Hasar Performans Düzeyinde olduğu görülmektedir.



Şekil 4.112. A Binası Modelinin Plastik Mafsal Deprem Performans Seviyesi (X)

Çizelge 4.1. A Binası Modelinin Deprem Performans Seviyesi (X)

Kat No	Eleman Türü	SHB		BHB		İHB		GB		Performans Seviyesi
		Adet	Adet/ Top (%)	Adet	Adet/ Top (%)	Adet	Adet/ Top (%)	Adet	Adet/ Top (%)	
5	Kolon	13	100							SH
	Kiriş	25	100							
	Perde	2	100							
4	Kolon	13	100							SH
	Kiriş	25	100							
	Perde	2	100							
3	Kolon	13	100							SH
	Kiriş	25	100							
	Perde	2	100							
2	Kolon	13	100							SH
	Kiriş	25	100							
	Perde	2	100							
1	Kolon	13	100							SH
	Kiriş	25	100							
	Perde	2	100							



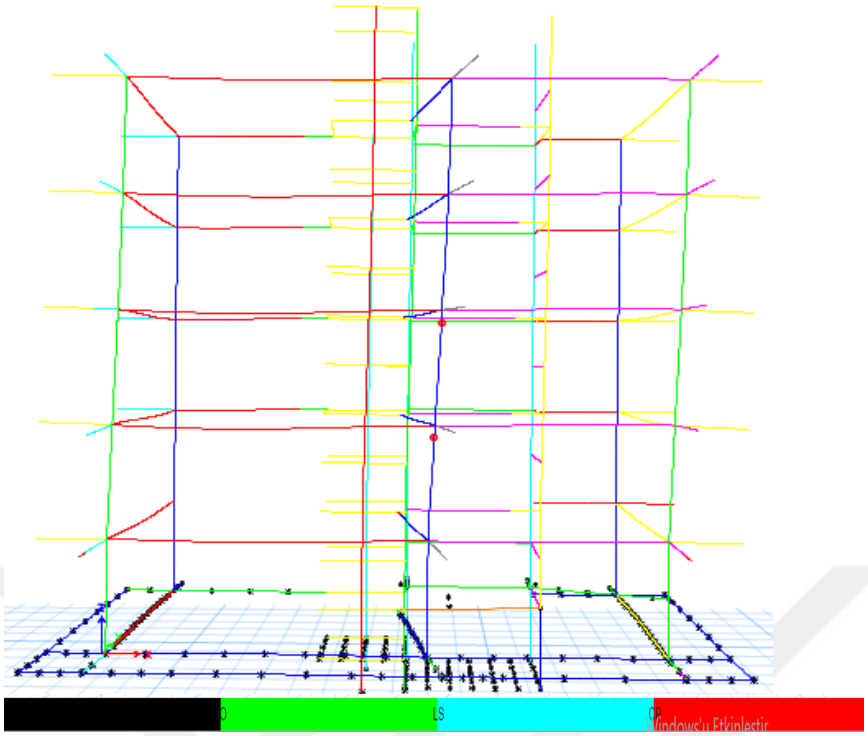
Şekil 4.113. A Binası Modelinin Plastik Mafsal Deprem Performans Seviyesi (Y)

Çizelge 4.2. A Binası Modelinin Deprem Performans Seviyesi (Y)

Kat No	Eleman Türü	SHB		BHB		İHB		GB		Performans Seviyesi
		Adet	Adet/ Top (%)	Adet	Adet/ Top (%)	Adet	Adet/ Top (%)	Adet	Adet/ Top (%)	
5	Kolon	13	100							SH
	Kiriş	25	100							
	Perde	2	100							
4	Kolon	13	100							SH
	Kiriş	25	100							
	Perde	2	100							
3	Kolon	13	100							SH
	Kiriş	25	100							
	Perde	2	100							
2	Kolon	13	100							SH
	Kiriş	25	100							
	Perde	2	100							
1	Kolon	13	100							SH
	Kiriş	25	100							
	Perde	2	100							

4.3.2. B binası modelinin deprem performans seviyesinin belirlenmesi

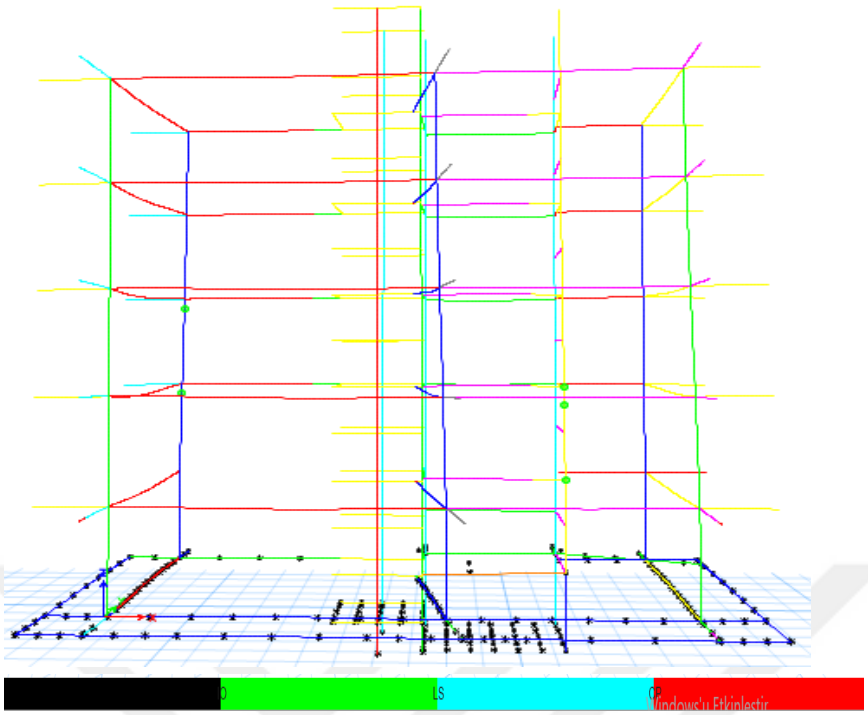
B binası modelinin X yönündeki, deprem performans seviyesini gösteren plastik mafsal durumu, Şekil 4.114'de ve deprem performans seviyesi, Çizelge 4.3'de gösterilmiştir. Çizelge 4.3'de görüldüğü üzere, tüm katlarda X yönündeki kirişlerin %100'ü, 2. ve 3. kattaki kolonların %87.5'u ve diğer taşıyıcı elemanların tümü sınırlı hasar bölgesindedir. 2. ve 3. Katta 1 adet kolon göçme bölgesinde olduğu için bunların güçlendirilmeleri gerekir. Buna göre B binası modelinin X yönündeki deprem performans seviyesinin, Kontrollü Hasar Performans Düzeyinde olduğu görülmektedir. B Binası Modelinin Y yönündeki, deprem performans seviyesini gösteren plastik mafsal durumu, Şekil 4.115'de ve deprem performans seviyesi, Çizelge 4.4'de gösterilmiştir. Çizelge 4.4'de görüldüğü üzere, tüm katlarda Y yönündeki kirişlerin %100'ü, 1. kat kolonlarının %87.5'u, 2. ve 3. kat kolonlarının %75'i ve diğer taşıyıcı elemanların tümü sınırlı hasar bölgesindedir. 1. Kat kolonlarının %12.5'u, 2. ve 3. kat kolonlarının %25'i belirgin hasar bölgesindedir. Buna göre B binası modelinin Y yönündeki deprem performans seviyesinin, Kontrollü Hasar Performans Düzeyinde olduğu görülmektedir.



Şekil 4.114. B Binası Modelinin Plastik Mafsal Deprem Performans Seviyesi (X)

Çizelge 4.3. B Binası Modelinin Deprem Performans Seviyesi (X)

Kat No	Eleman Türü	SHB		BHB		İHB		GB		Performans Seviyesi
		Adet	Adet/ Top (%)	Adet	Adet/ Top (%)	Adet	Adet/ Top (%)	Adet	Adet/ Top (%)	
5	Kolon	8	100							SH
	Kiriş	20	100							
	Perde	2	100							
4	Kolon	8	100							SH
	Kiriş	20	100							
	Perde	2	100							
3	Kolon	7	87.5					1	6.50	KH
	Kiriş	20	100							
	Perde	2	100							
2	Kolon	7	87.5					1	6.50	KH
	Kiriş	20	100							
	Perde	2	100							
1	Kolon	8	100							SH
	Kiriş	20	100							
	Perde	2	100							



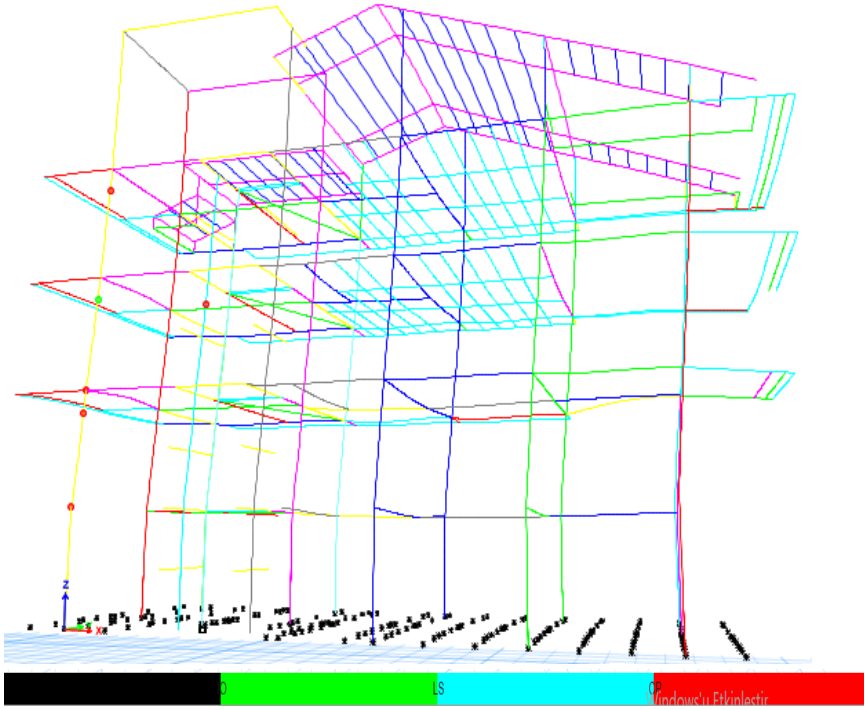
Şekil 4.115. B Binası Modelinin Plastik Mafsal Deprem Performans Seviyesi (Y)

Çizelge 4.4. B Binası Modelinin Deprem Performans Seviyesi (Y)

Kat No	Eleman Türü	SHB		BHB		İHB		GB		Performans Seviyesi
		Adet	Adet/ Top (%)	Adet	Adet/ Top (%)	Adet	Adet/ Top (%)	Adet	Adet/ Top (%)	
5	Kolon	8	100							SH
	Kiriş	20	100							
	Perde	2	100							
4	Kolon	8	100							SH
	Kiriş	20	100							
	Perde	2	100							
3	Kolon	6	75	2	25					KH
	Kiriş	20	100							
	Perde	2	100							
2	Kolon	6	75	2	25					KH
	Kiriş	20	100							
	Perde	2	100							
1	Kolon	7	87.5	1	12.5					KH
	Kiriş	20	100							
	Perde	2	100							

4.3.3. C binası modelinin deprem performans seviyesinin belirlenmesi

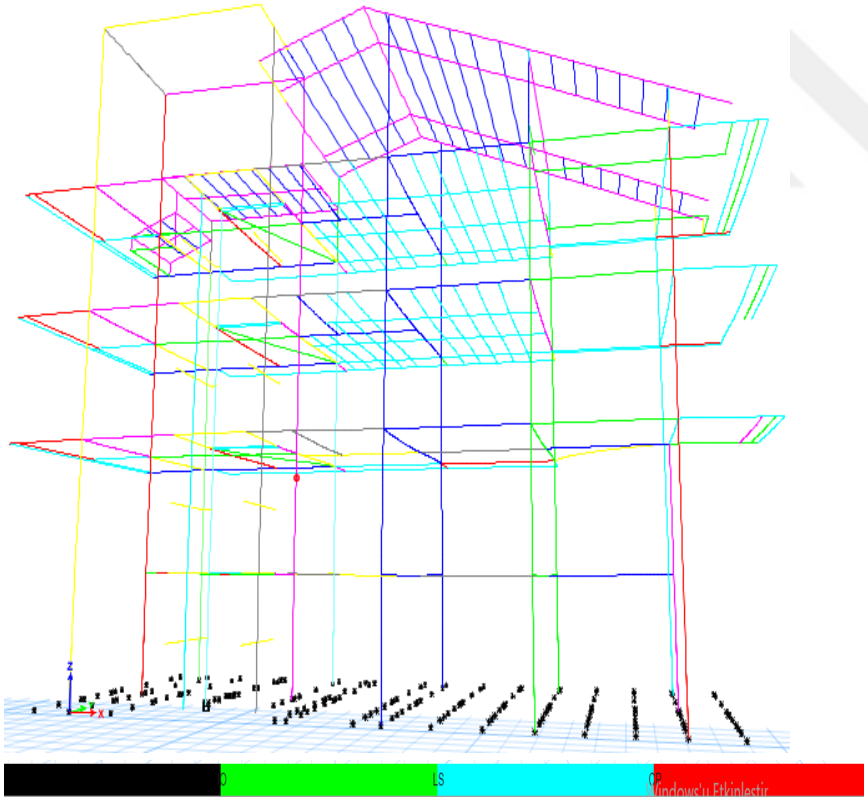
C binası modelinin X yönündeki, deprem performans seviyesini gösteren plastik mafsal durumu, Şekil 4.116'da ve deprem performans seviyesi, Çizelge 4.5'de gösterilmiştir. Çizelge 4.5'de görüldüğü üzere, tüm katlarda X yönündeki kirişlerin %100'ü, 1., 2. ve 4.kattaki kolonların %91.67'si, 3.kattaki kolonların %83.33'ü ve diğer taşıyıcı elemanların tümü sınırlı hasar bölgesindedir. 1., 2. ve 4. Kattaki kolonların %8.33'ü ve 3.kattaki kolonların %16.7'si göçme bölgesindedir. 1., 2. ve 4. Katta 1 adet ve 3. katta 2 adet kolon göçme bölgesinde olduğu için bunların güçlendirilmeleri gerekir. Buna göre C Binası Modelinin X yönündeki deprem performans seviyesinin, Kontrollü Hasar Performans Düzeyinde olduğu görülmektedir. C Binası Modelinin Y yönündeki, deprem performans seviyesini gösteren plastik mafsal durumu, Şekil 4.117'de ve deprem performans seviyesi, Çizelge 4.6'de gösterilmiştir. Çizelge 4.6'da görüldüğü üzere, tüm katlarda Y yönündeki kirişlerin %100'ü, 2. kattaki kolonların %91.67'si ve diğer taşıyıcı elemanların tümü sınırlı hasar bölgesindedir. 2. Kattaki kolonların %8.33'ü göçme bölgesindedir. 2. Katta 1 adet kolon göçme bölgesinde olduğu için bunun güçlendirilmesi gerekir. Buna göre C Binası Modelinin Y yönündeki deprem performans seviyesinin, Kontrollü Hasar Performans Düzeyinde olduğu görülmektedir.



Şekil 4.116. C Binası Modelinin Plastik Mafsal Deprem Performans Seviyesi (X)

Çizelge 4.5. C Binası Modelinin Deprem Performans Seviyesi (X)

Kat No	Eleman Türü	SHB		BHB		İHB		GB		Performans Seviyesi
		Adet	Adet/ Top (%)	Adet	Adet/ Top (%)	Adet	Adet/ Top (%)	Adet	Adet/ Top (%)	
4	Kolon	11	91.67					1	8.33	KH
	Kiriş	33	100							
	Perde	2	100							
3	Kolon	10	83.33					2	16.67	KH
	Kiriş	33	100							
	Perde	2	100							
2	Kolon	11	91.67					1	8.33	KH
	Kiriş	33	100							
	Perde	2	100							
1	Kolon	11	91.67					1	8.33	KH
	Kiriş	33	100							
	Perde	2	100							



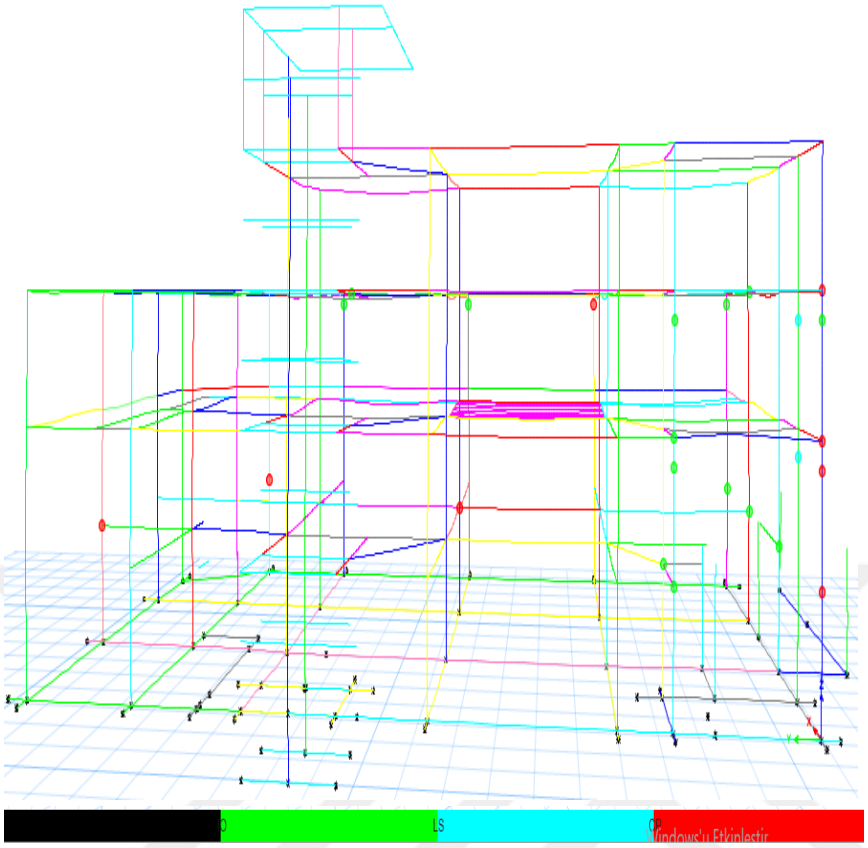
Şekil 4.117. C Binası Modelinin Plastik Mafsal Deprem Performans Seviyesi (Y)

Çizelge 4.6. C Binası Modelinin Deprem Performans Seviyesi (Y)

Kat No	Eleman Türü	SHB		BHB		İHB		GB		Performans Seviyesi
		Adet	Adet/ Top (%)	Adet	Adet/ Top (%)	Adet	Adet/ Top (%)	Adet	Adet/ Top (%)	
4	Kolon	6	100							SH
	Kiriş	33	100							
	Perde	2	100							
3	Kolon	6	100							SH
	Kiriş	33	100							
	Perde	2	100							
2	Kolon	6	91.67					1	8.33	KH
	Kiriş	33	100							
	Perde	2	100							
1	Kolon	6	100							SH
	Kiriş	33	100							
	Perde	2	100							

4.3.4. D binası modelinin deprem performans seviyesinin belirlenmesi

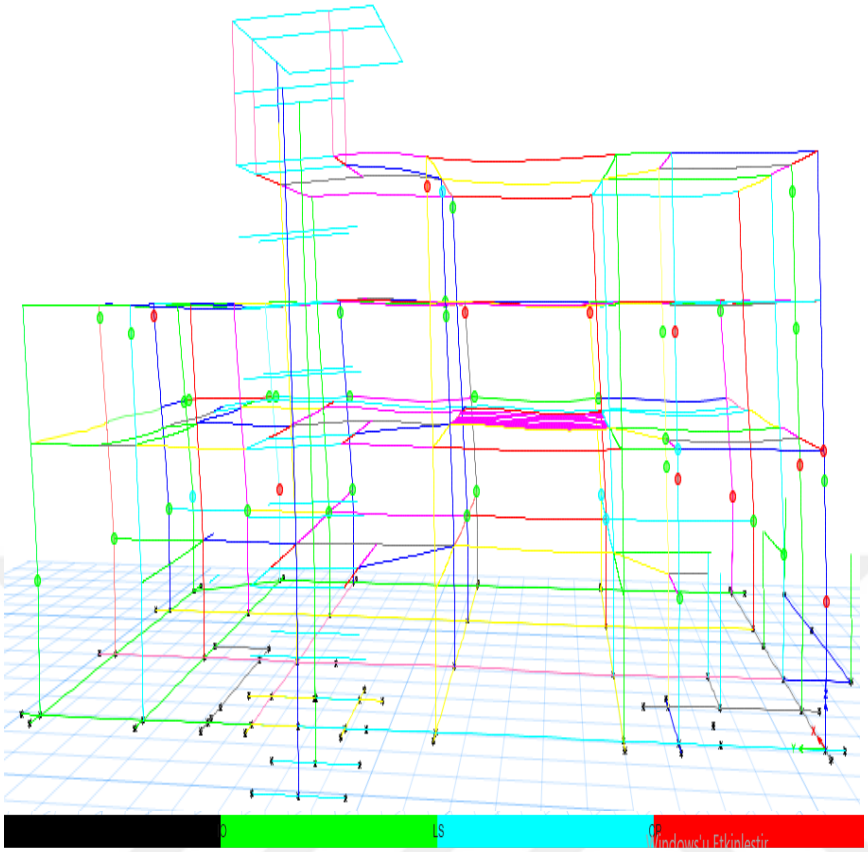
D binası modelinin X yönündeki, deprem performans seviyesini gösteren plastik mafsal durumu, Şekil 4.118'de ve deprem performans seviyesi, Çizelge 4.7'de gösterilmiştir. Çizelge 4.7'de görüldüğü üzere, tüm katlarda X yönündeki kirişlerin %100'ü, 2. kattaki kolonların %70'i, 3. kattaki kolonların %76.67'si, 4. kattaki kolonların %96.67'si ve diğer taşıyıcı elemanların tümü sınırlı hasar bölgesindedir. 2. Kattaki kolonların %16.67'si ve 3. kattaki kolonların %20'si belirgin hasar bölgesindedir. 2. Katta 4 adet, 3. ve 4. katta 1 adet kolon göçme bölgesinde olduğu için bunların güçlendirilmeleri gerekir. Buna göre D Binası modelinin X yönündeki deprem performans seviyesinin, Kontrollü Hasar Performans Düzeyinde olduğu görülmektedir. D Binası Modelinin Y yönündeki, deprem performans seviyesini gösteren plastik mafsal durumu, Şekil 4.119'da ve deprem performans seviyesi, Çizelge 4.8'de gösterilmiştir. Çizelge 4.8'de görüldüğü üzere, tüm katlarda Y yönündeki kirişlerin %100'ü, 2. kattaki kolonların %36.67'si, 3. kattaki kolonların %56.67'si, 4. kattaki kolonların %86.67'si ve diğer taşıyıcı elemanların tümü sınırlı hasar bölgesindedir. 2. Kattaki kolonların %46.67'si, 3. kattaki kolonların %30'si ve 4. kattaki kolonların %10'u belirgin hasar bölgesindedir. 2. Katta 5 adet, 3. katta 4 adet ve 4. katta 1 adet kolon göçme bölgesinde olduğu için bunların güçlendirilmeleri gerekir. Buna göre D Binası modelinin Y yönündeki deprem performans seviyesinin, Kontrollü Hasar Performans Düzeyinde olduğu görülmektedir.



Şekil 4.118. D Binası Modelinin Plastik Mafsal Deprem Performans Seviyesi (X)

Çizelge 4.7. D Binası Modelinin Deprem Performans Seviyesi (X)

Kat No	Eleman Türü	SHB		BHB		İHB		GB		Performans Seviyesi
		Adet	Adet/ Top (%)	Adet	Adet/ Top (%)	Adet	Adet/ Top (%)	Adet	Adet/ Top (%)	
4	Kolon	29	96.67					1	3.33	KH
	Kiriş	51	100							
	Perde	2	100							
3	Kolon	23	76.67	6	20.00			1	3.33	KH
	Kiriş	51	100							
	Perde	2	100							
2	Kolon	21	70	5	16.67			4	13.33	KH
	Kiriş	51	100							
	Perde	2	100							
1	Kolon	30	100							SH
	Kiriş	51	100							
	Perde	2	100							



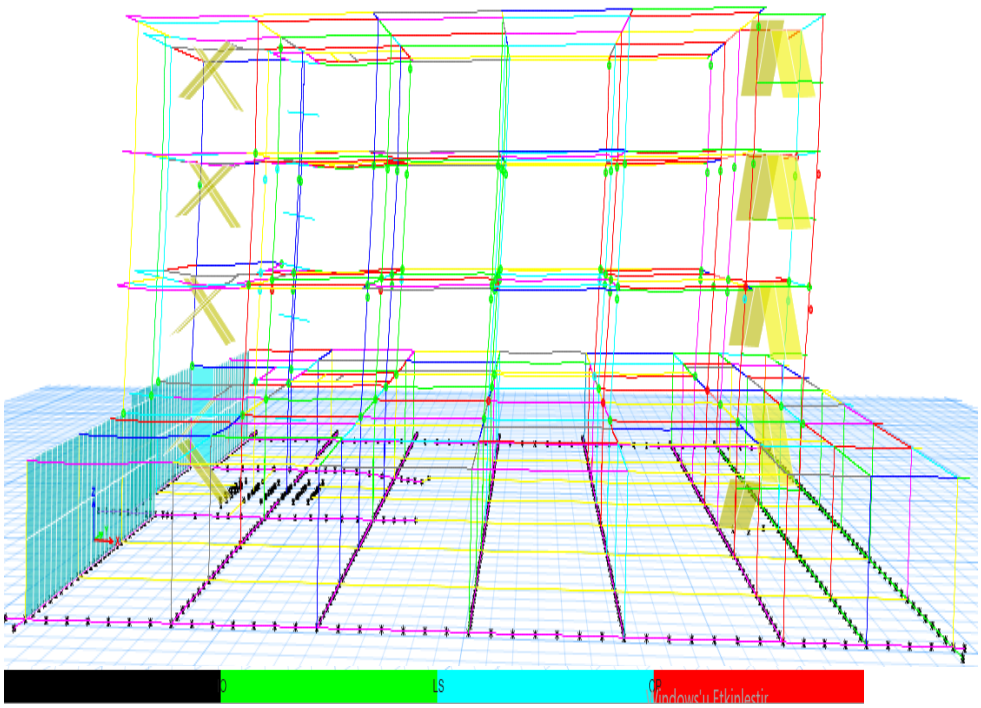
Şekil 4.119. D Binası Modelinin Plastik Mafsal Deprem Performans Seviyesi (Y)

Çizelge 4.8. D Binası Modelinin Deprem Performans Seviyesi (Y)

Kat No	Eleman Türü	SHB		BHB		İHB		GB		Performans Seviyesi
		Adet	Adet/ Top (%)	Adet	Adet/ Top (%)	Adet	Adet/ Top (%)	Adet	Adet/ Top (%)	
4	Kolon	26	86.67	3	10.00			1	3.33	KH
	Kiriş	51	100							
	Perde	2	100							
3	Kolon	17	56.67	9	30.00			4	13.33	KH
	Kiriş	51	100							
	Perde	2	100							
2	Kolon	11	36.67	14	46.67			5	16.67	KH
	Kiriş	51	100							
	Perde	2	100							
1	Kolon	30	100							SH
	Kiriş	51	100							
	Perde	2	100							

4.3.5. E binası modelinin deprem performans seviyesinin belirlenmesi

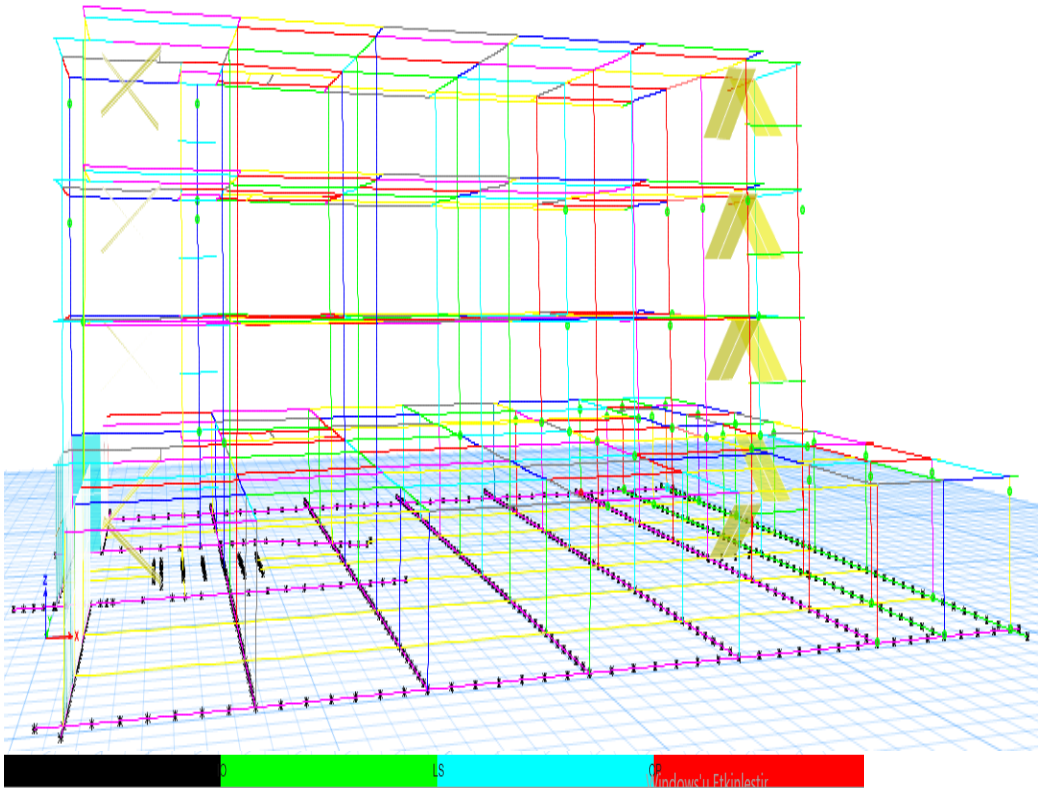
E binası modelinin X yönündeki, deprem performans seviyesini gösteren plastik mafsal durumu, Şekil 4.120'de ve deprem performans seviyesi, Çizelge 4.9'da gösterilmiştir. Çizelge 4.9'da görüldüğü üzere, tüm katlarda X yönündeki kirişlerin %100'ü, 2. kattaki kolonların %70'i, 3. kattaki kolonların %76.67'si, 4. kattaki kolonların %96.67'si ve diğer taşıyıcı elemanların tümü sınırlı hasar bölgesindedir. 2. Kattaki kolonların %16.67'si ve 3. kattaki kolonların %20'si belirgin hasar bölgesindedir. 2. Katta 4 adet, 3. ve 4. katta 1 adet kolon göçme bölgesinde olduğu için bunların güçlendirilmeleri gerekir. Buna göre E Binası modelinin X yönündeki deprem performans seviyesinin, Kontrollü Hasar Performans Düzeyinde olduğu görülmektedir. E Binası Modelinin Y yönündeki, deprem performans seviyesini gösteren plastik mafsal durumu, Şekil 4.121'de ve deprem performans seviyesi, Çizelge 4.10'da gösterilmiştir. Çizelge 4.10'de görüldüğü üzere, tüm katlarda Y yönündeki kirişlerin %100'ü, 1. kattaki kolonların %39.10'u, 2. kattaki kolonların %91.30'u, 3. kattaki kolonların %69.57'si, 4. kattaki kolonların %91.30'u ve diğer taşıyıcı elemanların tümü sınırlı hasar bölgesindedir. 1. Katta kolonların %60.87'si, 2. Katta kolonların %8.70'si, 3. Katta kolonların %30.43'ü, 4. Katta kolonların %8.70'si belirgin hasar bölgesindedir. Buna göre E Binası modelinin Y yönündeki deprem performans seviyesinin, Kontrollü Hasar Performans Düzeyinde olduğu görülmektedir.



Şekil 4.120. E Binası Modelinin Plastik Mafsal Deprem Performans Seviyesi (X)

Çizelge 4.9. E Binası Modelinin Deprem Performans Seviyesi

Kat No	Eleman Türü	SHB		BHB		İHB		GB		Performans Seviyesi
		Adet	Adet/ Top (%)	Adet	Adet/ Top (%)	Adet	Adet/ Top (%)	Adet	Adet/ Top (%)	
4	Kolon	18	78.26	5	21.74					KH
	Kiriş	68	100							
	Perde	4	100							
3	Kolon	3	13.04	19	82.60			1	4.35	KH
	Kiriş	68	100							
	Perde	2	100							
2	Kolon	3	13.04	18	78.26			2	8.70	KH
	Kiriş	68	100							
	Perde	2	100							
1	Kolon	60	100							SH
	Kiriş	200	100							
	Perde	2	100							



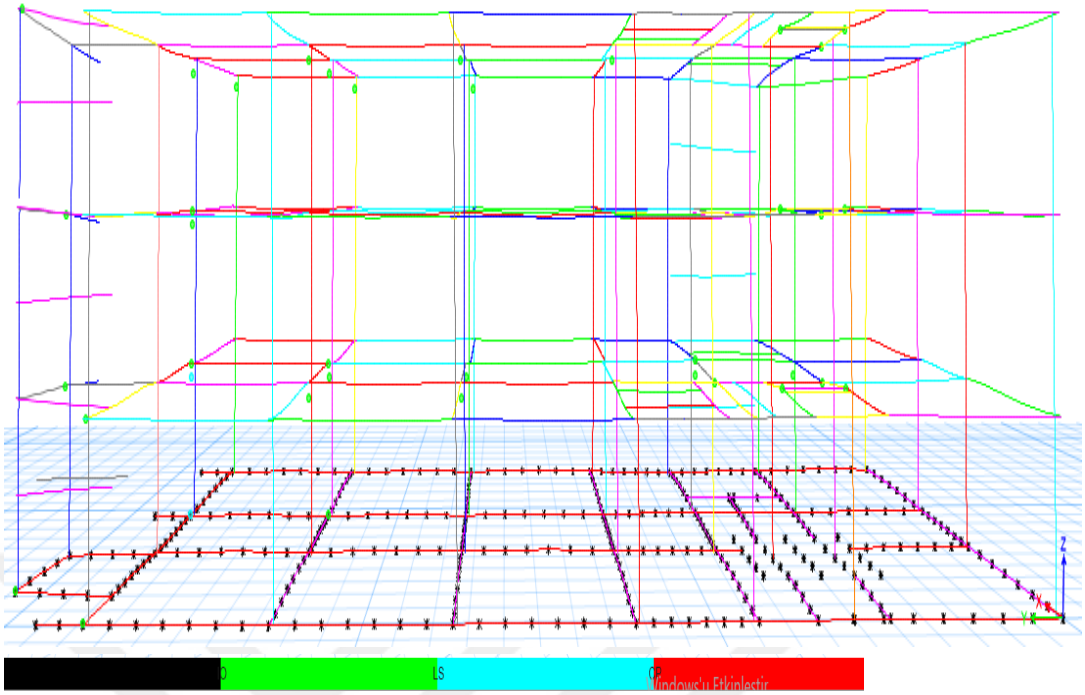
Şekil 4.121. E Binası Modelinin Plastik Mafsal Deprem Performans Seviyesi (Y)

Çizelge 4.10. E Binası Modelinin Deprem Performans Seviyesi (Y)

Kat No	Eleman Türü	SHB		BHB		İHB		GB		Performans Seviyesi
		Adet	Adet/ Top (%)	Adet	Adet/ Top (%)	Adet	Adet/ Top (%)	Adet	Adet/ Top (%)	
4	Kolon	21	91.30	2	8.70					KH
	Kiriş	68	100							
	Perde	4	100							
3	Kolon	16	69.57	7	30.43					KH
	Kiriş	68	100							
	Perde	2	100							
2	Kolon	21	91.30	2	8.70					KH
	Kiriş	68	100							
	Perde	2	100							
1	Kolon	9	39.10	14	60.87					KH
	Kiriş	200	100							
	Perde	2	100							

4.3.6. F binası modelinin deprem performans seviyesinin belirlenmesi

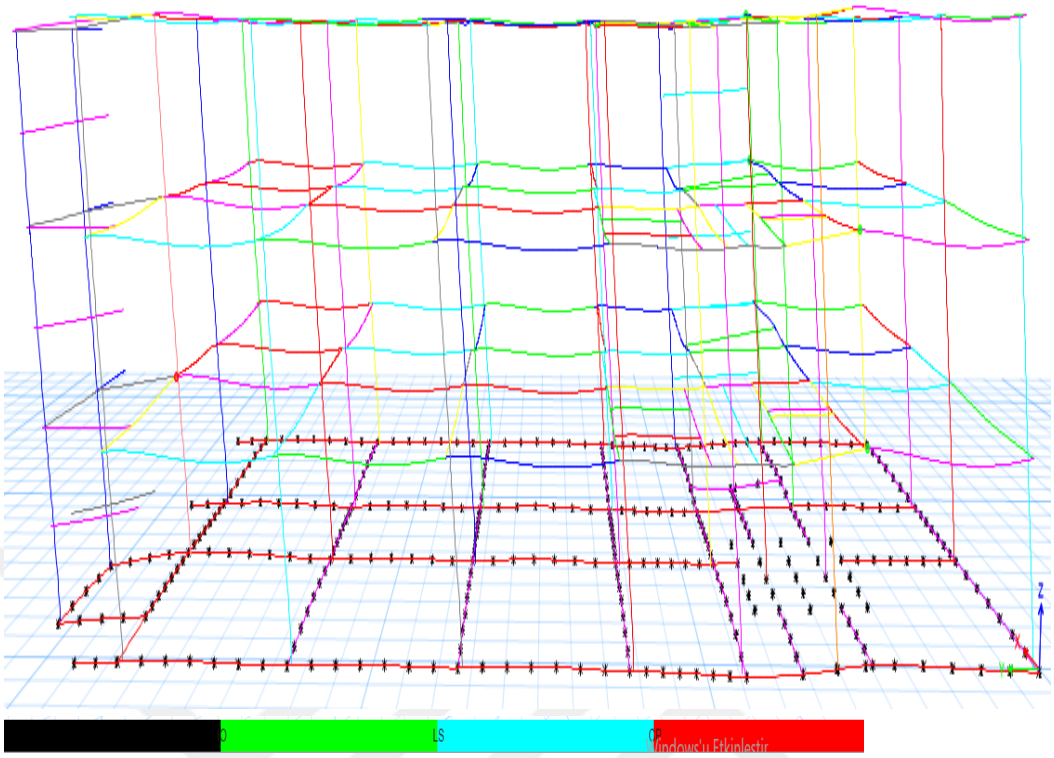
F binası modelinin X yönündeki, deprem performans seviyesini gösteren plastik mafsal durumu, Şekil 4.122'de ve deprem performans seviyesi, Çizelge 4.11'de gösterilmiştir. Çizelge 4.11'de görüldüğü üzere, tüm katlarda X yönündeki kirişlerin %100'ü, 1. kattaki kolonların %85.71'si, 2. kattaki kolonların %67.86'sı, 3. kattaki kolonların %67.86'sı ve diğer taşıyıcı elemanların tümü sınırlı hasar bölgesindedir. 1. Kattaki kolonların %14.29'u, 2. ve 3. kattaki kolonların %32.14'ü belirgin hasar bölgesindedir. Buna göre F Binası modelinin X yönündeki deprem performans seviyesinin, Kontrollü Hasar Performans Düzeyinde olduğu görülmektedir. F Binası Modelinin Y yönündeki, deprem performans seviyesini gösteren plastik mafsal durumu, Şekil 4.123'de ve deprem performans seviyesi, Çizelge 4.12'de gösterilmiştir. Çizelge 4.12'de görüldüğü üzere, tüm katlarda Y yönündeki kirişlerin %100'ü, 2. kattaki kolonların %96.43'ü ve diğer taşıyıcı elemanların tümü sınırlı hasar bölgesindedir. 2. Kattaki kolonların %3.57'si belirgin hasar bölgesindedir. Buna göre F Binası modelinin Y yönündeki deprem performans seviyesinin, Kontrollü Hasar Performans Düzeyinde olduğu görülmektedir.



Şekil 4.122. F Binası Modelinin Plastik Mafsal Deprem Performans Seviyesi (X)

Çizelge 4.11. F Binası Modelinin Deprem Performans Seviyesi (X)

Kat No	Eleman Türü	SHB		BHB		İHB		GB		Performans Seviyesi
		Adet	Adet/ Top (%)	Adet	Adet/ Top (%)	Adet	Adet/ Top (%)	Adet	Adet/ Top (%)	
3	Kolon	19	67.86	9	32.14					KH
	Kiriş	57	100							
	Perde	3	100							
2	Kolon	19	67.86	9	32.14					KH
	Kiriş	57	100							
	Perde	3	100							
1	Kolon	24	85.71	4	14.29					KH
	Kiriş	57	100							
	Perde	3	100							



Şekil 4.123. F Binası Modelinin Plastik Mafsal Deprem Performans Seviyesi (Y)

Çizelge 4.12. F Binası Modelinin Deprem Performans Seviyesi (Y)

Kat No	Eleman Türü	SHB		BHB		İHB		GB		Performans Seviyesi
		Adet	Adet/ Top (%)	Adet	Adet/ Top (%)	Adet	Adet/ Top (%)	Adet	Adet/ Top (%)	
3	Kolon	28	100							SH
	Kiriş	57	100							
	Perde	3	100							
2	Kolon	27	96.43	1	3.57					KH
	Kiriş	57	100							
	Perde	3	100							
1	Kolon	28	100							SH
	Kiriş	57	100							
	Perde	3	100							

5. TARTIŞMA

Bu bölümde, birinci kısımda A, B, C, D ve F binalarının, ulusal yapı analiz programları (İdeCAD Statik, Sta4CAD Statik ve Prota Structure) ile uluslararası ETABS programına göre bulunan doğrusal deprem etkilerinin, TDY (2007) ve TBDY (2018)'e göre karşılaştırılması yapılmıştır. İkinci kısımda ise, A, B, C, D ve F binalarının, ETABS programına göre bulunan deprem performans seviyelerinin TBDY (2018)'e göre değerlendirmesi yapılmıştır.

A binası modelinde Şekil 4.1'deki İdeCAD Statik ve ETABS programlarıyla, çatlamamış kesit etkin kesit rijitlik çarpanları kullanılarak TDY (2007)'ye göre yapılan analiz sonuçlarına göre ilk 2 moda ait periyod oranlarının 0.76, 0.77 çıktığı görülmüştür. Çatlamış kesit etkin kesit rijitlik çarpanları kullanılarak TDY (2007) ve TBDY (2018)'e göre yapılan analizler sonucunda ise ilk 2 moda ait periyod oranlarının 0.71, 0.75 ve 0.70, 0.74 çıktığı görülmüştür.

B binası modelinde Şekil 4.13'deki İdeCAD Statik ve ETABS programlarıyla, çatlamamış kesit etkin kesit rijitlik çarpanları kullanılarak TDY (2007)'ye göre yapılan analiz sonuçlarına göre ilk 2 moda ait periyod oranlarının 0.56 ve 0.58 çıktığı görülmüştür. Çatlamış kesit etkin kesit rijitlik çarpanları kullanılarak TDY (2007) ve TBDY (2018)'e göre yapılan analizler sonucunda ise ilk 2 moda ait periyod oranlarının 0.74, 0.79 ve 0.73, 0.80 çıktığı görülmüştür.

C binası modelinde Şekil 4.25'deki Sta4CAD Statik ve ETABS programlarıyla, çatlamış kesit etkin kesit rijitlik çarpanları kullanılarak TDY (2007)'ye göre yapılan analiz sonuçlarına göre ilk 2 moda ait periyod oranlarının 0.82, 0.84 çıktığı görülmüştür. Çatlamış kesit etkin kesit rijitlik çarpanları kullanılarak TDY (2007) ve TBDY (2018)'e göre yapılan analizler sonucunda ise ilk 2 moda ait periyod oranlarının 0.78, 0.81 ve 0.79, 0.81çıktığı görülmüştür.

D binası modelinde Şekil 4.37'deki Sta4CAD Statik ve ETABS programlarıyla, çatlamış kesit etkin kesit rijitlik çarpanları kullanılarak TDY (2007)'ye göre yapılan analiz sonuçlarına göre ilk 2 moda ait periyod oranlarının 0.86, 0.85 çıktığı görülmüştür. Çatlamış kesit etkin kesit rijitlik çarpanları kullanılarak TDY (2007) ve TBDY (2018)'e göre yapılan analizler sonucunda ise ilk 2 moda ait periyod oranlarının 0.80, 0.76 ve 0.80, 0.77 çıktığı görülmüştür.

E binası modelinde Şekil 4.49'daki Prota Structure ve ETABS programlarıyla, çatlamamış kesit etkin kesit rijitlik çarpanları kullanılarak TDY (2007)'ye göre yapılan analiz sonuçlarına göre ilk 2 moda ait periyod oranlarının 1.26, 1.15 çıktığı görülmüştür. Çatlamış kesit etkin kesit rijitlik çarpanları kullanılarak TDY (2007) ve TBDY (2018)'e göre yapılan analizler sonucunda ise ilk 2 moda ait periyod oranlarının 0.77, 0.74 ve 0.72, 0.73 çıktığı görülmüştür.

F binası modelinde Şekil 4.61'deki Prota Structure ve ETABS programlarıyla, çatlamamış kesit etkin kesit rijitlik çarpanları kullanılarak TDY (2007)'ye göre yapılan analiz sonuçlarına göre ilk 2 moda ait periyod oranlarının 1.03, 1.06 çıktığı görülmüştür. Çatlamış kesit etkin kesit rijitlik çarpanları kullanılarak TDY (2007) ve TBDY (2018)'e göre yapılan analizler sonucunda ise ilk 2 moda ait periyod oranlarının 0.75, 0.75 ve 0.68, 0.66 çıktığı görülmüştür.

A binası modelinde Şekil (4.2, 4.3 ve 4.4)'deki X, Y, Z doğrultuları için grafiklerde verilen kütle katılım yüzdeleri, İdeCAD Statik programında çatlamamış kesit etkin kesit rijitlik çarpanları kullanılarak TDY (2007)'ye göre yapılan analiz sonuçlarına göre 1.modda Y doğrultusunda 0.655 kütle katılım oranı yüzdesi bulunmuştur. ETABS programı ile TDY (2007)'ye göre çatlamamış ve çatlamış etkin kesit rijitlik çarpanları kullanılarak ve TBDY (2018)'e göre çatlamış kesit etkin kesit rijitlik çarpanları kullanılarak yapılan analizler sonucunda 1.modda X doğrultusunda sırasıyla kütle katılım oranı yüzdeleri 0.499, 0.529, 0.502 bulunmuştur.

B binası modelinde Şekil (4.14, 4.15 ve 4.16)'daki X, Y, Z doğrultuları için grafiklerde verilen kütle katılım yüzdeleri, İdeCAD Statik programında çatlamamış kesit etkin kesit rijitlik çarpanları kullanılarak TDY (2007)'ye göre yapılan analiz sonuçlarına göre 1.modda Z doğrultusunda 0.790 kütle katılım oranı yüzdesi bulunmuştur. ETABS programı ile TDY (2007)'ye göre çatlamamış ve çatlamış etkin kesit rijitlik çarpanları kullanılarak, TBDY (2018)'e göre çatlamış kesit etkin kesit rijitlik çarpanları kullanılarak yapılan analizler sonucunda 1.modda Z doğrultusunda sırasıyla kütle katılım oranı yüzdeleri 0.447, 0.375, 0.458 bulunmuştur.

C binası modelinde Şekil (4.26, 4.27 ve 4.28)'deki X, Y, Z doğrultuları için grafiklerde verilen kütle katılım yüzdeleri, Sta4CAD programında çatlamış kesit etkin kesit rijitlik çarpanları kullanılarak TDY (2007)'ye göre yapılan analiz sonuçlarına göre 1.modda Y doğrultusunda 0.368 kütle katılım oranı yüzdesi bulunmuştur. ETABS programı ile TDY (2007)'ye göre çatlamamış ve çatlamış etkin kesit rijitlik çarpanları kullanılarak, TBDY (2018)'e göre çatlamış kesit etkin kesit rijitlik çarpanları kullanılarak yapılan analizler sonucunda 1.modda Y doğrultusunda sırasıyla kütle katılım oranı yüzdeleri 0.331, 0.462, 0.341 bulunmuştur.

D binası modelinde Şekil (4.38, 4.39 ve 4.40)'daki X, Y, Z doğrultuları için grafiklerde verilen kütle katılım yüzdeleri, Sta4CAD programında çatlamış kesit etkin kesit rijitlik çarpanları kullanılarak TDY (2007)'ye göre yapılan analiz sonuçlarına göre 1.modda X doğrultusunda 0.523 kütle katılım oranı yüzdesi bulunmuştur. ETABS programı ile TDY (2007)'ye göre çatlamamış ve çatlamış etkin kesit rijitlik çarpanları kullanılarak, TBDY (2018)'e göre çatlamış kesit etkin kesit rijitlik çarpanları kullanılarak yapılan analizler sonucunda 1.modda Y doğrultusunda sırasıyla kütle katılım oranı yüzdeleri 0.572, 0.624, 0.569 bulunmuştur.

E binası modelinde Şekil (4.50, 4.51 ve 4.52)'deki X, Y, Z doğrultuları için grafiklerde verilen kütle katılım yüzdeleri, ProtaStructure programında çatlamamış kesit etkin kesit rijitlik çarpanları kullanılarak TDY (2007)'ye göre yapılan analiz sonuçlarına göre 1.modda X doğrultusunda kütle katılım oranı yüzdesi 0.623 bulunmuştur. ETABS programı ile TDY (2007)'ye göre çatlamamış ve çatlamış etkin kesit rijitlik çarpanları kullanılarak, TBDY (2018)'e göre çatlamış kesit etkin kesit rijitlik çarpanları kullanılarak yapılan analizler sonucunda 1.modda Y doğrultusunda sırasıyla kütle katılım oranı yüzdeleri 0.655, 0.693, 0.708 bulunmuştur.

F binası modelinde Şekil (4.62, 4.63 ve 4.64)'deki X, Y, Z doğrultuları için grafiklerde verilen kütle katılım yüzdeleri, ProtaStructure programında çatlamamış kesit etkin kesit rijitlik çarpanları kullanılarak TDY (2007)'ye göre esaslarına göre hesaplanmış ve 1.modda Y doğrultusunda kütle katılım oranı yüzdesi 0.545 bulunmuştur. ETABS programı ile TDY (2007)'ye göre çatlamamış ve çatlamış etkin kesit rijitlik çarpanları kullanılarak, TBDY (2018)'e göre çatlamış kesit etkin kesit rijitlik çarpanları kullanılarak yapılan analizler sonucunda 1.modda X doğrultusunda sırasıyla kütle katılım oranı yüzdeleri 0.588, 0.684, 0.480 bulunmuştur.

A binası modelinde Şekil (4.5 ve 4.6)'daki grafiklerde verilen İdeCAD Statik çatlamamış kesit etkin kesit rijitlik çarpanları kullanılarak TDY (2007)'ye göre X ve Y doğrultusu için bulunan taban kesme kuvvetlerinin, V_{tx}=49.47 Tonf, V_{ty}=51.02 Tonf, ETABS programı ile çatlamamış kesit ve çatlamış kesit etkin rijitlik çarpanları kullanılarak TDY (2007)'ye göre X ve Y doğrultusu için bulunan taban kesme kuvveti değerleri V_{tx}=86.13 Tonf, V_{ty}=78.70 Tonf ve V_{tx}=65.77 Tonf, V_{ty}=63.16 Tonf, çatlamış kesit etkin rijitlik çarpanları kullanılarak TBDY (2018)' göre X, Y doğrultusu için bulunan taban kesme kuvvetleri ise V_{tx}=26.43 Tonf, V_{ty}=23.84 Tonf olarak bulunmuştur. Bu verilere göre çatlamamış kesit etkilerine göre 0.57, 0.65 gibi bir oransal fark, çatlamış kesit etkilerine göre ise TDY (2007)'ye göre 0.75, 0.81, TBDY (2018)'e göre ise 1.87, 1.93 gibi oransal farklar bulunmuştur.

B binası modelinde Şekil (4.17 ve 4.18)'deki grafiklerde verilen İdeCAD Statik çatlamamış kesit etkin kesit rijitlik çarpanları kullanılarak TDY (2007)'ye göre X ve Y doğrultusu için bulunan taban kesme kuvvetlerinin, V_{tx}=44.33 Tonf, V_{ty}=40.73 Tonf, ETABS programı ile çatlamamış kesit ve çatlamış kesit etkin rijitlik çarpanları kullanılarak TDY (2007)'ye göre X ve Y doğrultusu için bulunan taban kesme kuvveti değerleri V_{tx}=95.94 Tonf, V_{ty}=59.26 Tonf ve V_{tx}=80.58 Tonf, V_{ty}=49.29 Tonf, çatlamış kesit etkin rijitlik çarpanları kullanılarak TBDY (2018)'e göre X, Y doğrultusu için bulunan taban kesme kuvvetleri ise V_{tx}=58.73 Tonf, V_{ty}=44.91 Tonf olarak bulunmuştur. Bu verilere göre çatlamamış kesit etkilerine göre 0.46, 0.69 gibi bir oransal fark, çatlamış kesit etkilerine göre ise TDY (2007)'ye göre 0.55, 0.83, TBDY (2018)'e göre ise 0.75, 0.91 gibi oransal farklar bulunmuştur.

C binası modelinde Şekil (4.29 ve 4.30)'daki grafiklerde verilen Sta4CAD çatlamamış kesit etkin kesit rijitlik çarpanları kullanılarak TDY (2007)'ye göre X ve Y doğrultusu için bulunan taban kesme kuvvetlerinin, V_{tx}=76.54 Tonf, V_{ty}=68.34 Tonf, ETABS programı ile çatlamamış kesit ve çatlamış kesit etkin rijitlik çarpanları kullanılarak TDY (2007)'ye göre X ve Y doğrultusu için bulunan taban kesme kuvveti değerleri V_{tx}=86.42 Tonf, V_{ty}=91.41 Tonf ve V_{tx}=86.42 Tonf, V_{ty}=75.11 Tonf, çatlamış kesit etkin rijitlik çarpanları kullanılarak TBDY (2018)'e göre X, Y doğrultusu için bulunan taban kesme kuvvetleri ise V_{tx}=37.44 Tonf, V_{ty}=30.40 Tonf olarak bulunmuştur. Bu verilere göre çatlamamış kesit etkilerine göre 0.89, 0.75 gibi bir oransal fark, çatlamış kesit etkilerine göre ise TDY (2007)'ye göre 0.89, 0.91, TBDY (2018)'e göre ise 2.04, 2.25 gibi oransal farklar bulunmuştur.

D binası modelinde Şekil (4.41 ve 4.42)'deki grafiklerde verilen Sta4CAD çatlamamış kesit etkin kesit rijitlik çarpanları kullanılarak TDY (2007)'ye göre X ve Y doğrultusu için bulunan taban kesme kuvvetlerinin, V_{tx}=160.77 Tonf, V_{ty}=183.73 Tonf, ETABS programı ile çatlamamış kesit ve çatlamış kesit etkin rijitlik çarpanları kullanılarak TDY (2007)'ye göre X ve Y doğrultusu için bulunan taban kesme kuvveti değerleri V_{tx}=229.64 Tonf, V_{ty}=262.45 Tonf ve V_{tx}=197.50 Tonf, V_{ty}=260.65 Tonf, çatlamış kesit etkin rijitlik çarpanları kullanılarak TBDY (2018) esaslarına göre X, Y doğrultusu için bulunan taban kesme kuvvetleri ise V_{tx}=76.02 Tonf, V_{ty}=103.54 Tonf olarak bulunmuştur. Bu verilere göre çatlamamış kesit etkilerine göre 0.70, 0.70 gibi bir oransal fark, çatlamış kesit etkilerine göre ise TDY (2007)'ye göre 0.81, 0.70, TBDY (2018)'e göre ise 2.11, 1.77 gibi oransal farklar bulunmuştur.

E binası modelinde Şekil (4.53 ve 4.54)'deki grafiklerde verilen ProtaStructure çatlamamış kesit etkin kesit rijitlik çarpanları kullanılarak TDY (2007)'ye göre X ve Y doğrultusu için bulunan taban kesme kuvvetlerinin, V_{tx}=390.86 Tonf, V_{ty}=442.86 Tonf, ETABS programı ile çatlamamış kesit ve çatlamış kesit etkin rijitlik çarpanları kullanılarak TDY (2007)'ye göre X ve Y doğrultusu için bulunan taban kesme kuvveti değerleri V_{tx}=409.38 Tonf, V_{ty}=438.21 Tonf ve V_{tx}=331.95 Tonf, V_{ty}=342.19 Tonf, çatlamış kesit etkin rijitlik çarpanları kullanılarak TBDY (2018)'e göre X, Y doğrultusu için bulunan taban kesme kuvvetleri ise V_{tx}=187.58 Tonf, V_{ty}=187.55 Tonf olarak bulunmuştur. Bu verilere göre çatlamamış kesit etkilerine göre 0.95, 1.01 gibi bir oransal fark, çatlamış kesit etkilerine göre ise TDY (2007)'ye göre 1.18, 1.29, TBDY (2018)'e göre ise 2.08, 2.36 gibi oransal farklar bulunmuştur.

F binası modelinde Şekil (4.65 ve 4.66)'daki grafiklerde verilen ProtaStructure çatlamamış kesit etkin kesit rijitlik çarpanları kullanılarak TDY (2007)'ye göre X ve Y doğrultusu için bulunan taban kesme kuvvetlerinin, V_{tx}=301.44 Tonf, V_{ty}=291.83 Tonf, ETABS programı ile çatlamamış kesit ve çatlamış kesit etkin rijitlik çarpanları kullanılarak TDY (2007)'ye göre X ve Y doğrultusu için bulunan taban kesme kuvveti değerleri V_{tx}=289.65 Tonf, V_{ty}=307.53 Tonf ve V_{tx}=229.53 Tonf, V_{ty}=245.22 Tonf, çatlamış kesit etkin rijitlik çarpanları kullanılarak TBDY (2018)'e göre X, Y doğrultusu

için bulunan taban kesme kuvvetleri ise V_{tx}=140.33 Tonf, V_{ty}=121.67 Tonf olarak bulunmuştur. Bu verilere göre çatlamamış kesit etkilerine göre 1.04, 0.95 gibi bir oransal fark, çatlamış kesit etkilerine göre ise TDY (2007)'ye göre 1.31, 1.19, TBDY (2018)'e göre ise 2.15, 2.40 gibi oransal farklar bulunmuştur.

A binası modelinde X ve Y doğrultularıyla verilen Şekil (4.7 ve 4.8) grafiklerinde TDY (2007)'ye göre çatlamamış kesit etkin kesit rijitlik çarpanları kullanılarak İdeCAD Statik ve ETABS program analiz sonuçları ile bulunan katlara gelen deprem kuvveti değerleri, X doğrultusu için kat kat oranlandığında 0.53, 0.61, 0.59, 0.59, 0.48 ortalama oran ise 0.56 bulunmuştur. Y doğrultusu için kat kat oranlandığında 0.55, 0.68, 0.68, 0.67, 0.69 ortalama oran ise 0.65 bulunmuştur. Çatlamış kesit etkin kesit rijitlik çarpanları kullanılarak ETABS programı ile bulunan aynı değerlerin oranları TDY (2007)'ye göre X doğrultusu için 0.69, 0.83, 0.85, 0.79, 0.58, ortalama oran ise 0.75 bulunmuştur. Y doğrultusu için ise 0.69, 0.88, 0.89, 0.83, 0.82 ortalama oran ise 0.82 bulunmuştur. TBDY (2018)' e göre X doğrultusu için 1.62, 2.25, 2.11, 1.71, 0.97, ortalama oran ise 1.73 bulunmuştur. Y doğrultusu için ise 1.63, 2.63, 2.63, 2.29, 1.42 bulunmuş, ortalama oran ise 2.12 bulunmuştur.

B binası modelinde X ve Y doğrultularıyla Şekil (4.19 ve 4.20) grafiklerinde verilen TDY (2007)'ye göre çatlamamış kesit etkin kesit rijitlik çarpanları kullanılarak İdeCAD Statik ve ETABS program analiz sonuçları ile bulunan katlara gelen deprem kuvveti değerleri arasında son kattan başlayarak, X doğrultusu için kat kat oranlandığında 0.41, 0.51, 0.38, 0.35, 0.41 ortalama oran ise 0.41 bulunmuştur. Y doğrultusu için kat kat oranlandığında 0.64, 0.75, 0.76, 0.66, 0.71 ortalama oran ise 0.70 bulunmuştur. Çatlamış kesit etkin kesit rijitlik çarpanları kullanılarak ETABS programı ile bulunan aynı değerlerin oranları TDY (2007)'ye göre X doğrultusu için 0.48, 0.62, 0.64, 0.58, 0.53, ortalama oran ise 0.57 bulunmuştur. Y doğrultusu için ise 0.76, 0.93, 0.99, 0.79, 0.92 ortalama oran ise 0.88 bulunmuştur. TBDY (2018)' e göre X doğrultusu için 0.56, 1.08, 0.97, 0.87, 0.66, ortalama oran ise 0.83 bulunmuştur. Y doğrultusu için ise 0.76, 1.10, 1.00, 0.94, 0.97 bulunmuş, ortalama oran ise 0.95 bulunmuştur.

C binası modelinde X ve Y doğrultularıyla Şekil (4.31 ve 4.32) grafiklerinde verilen TDY (2007)'ye göre çatlamamış kesit etkin kesit rijitlik çarpanları kullanılarak Sta4CAD ve ETABS program analiz sonuçları ile bulunan katlara gelen deprem kuvveti değerleri arasında son kattan başlayarak, X doğrultusu için kat kat oranlandığında 1.01, 0.75, 0.64, 0.58 ortalama oran ise 0.75 bulunmuştur. Y doğrultusu için kat kat oranlandığında 1.00, 0.75, 0.71, 0.58 ortalama oran ise 0.76 bulunmuştur. Çatlamış kesit etkin kesit rijitlik çarpanları kullanılarak ETABS programı ile bulunan aynı değerlerin oranları TDY (2007)'ye göre X doğrultusu için 1.01, 0.74, 0.66, 0.58 ortalama oran ise 0.75 bulunmuştur. Y doğrultusu için ise 1.17, 0.79, 0.87, 0.58 ortalama oran ise 0.85 bulunmuştur. TBDY (2018)' e göre X doğrultusu için 1.98, 1.54, 1.42, 0.62 ortalama oran ise 1.39 bulunmuştur. Y doğrultusu için ise 1.62, 1.26, 1.31, 0.62 bulunmuş, ortalama oran ise 1.20 bulunmuştur.

D binası modelinde X ve Y doğrultularıyla Şekil (4.43 ve 4.44) grafiklerinde verilen TDY (2007)'ye göre çatlamamış kesit etkin kesit rijitlik çarpanları kullanılarak Sta4CAD ve ETABS program analiz sonuçları ile bulunan katlara gelen deprem kuvveti değerleri arasında son kattan başlayarak, X doğrultusu için kat kat oranlandığında 0.94, 0.99, 0.72, 1.29 ortalama oran ise 0.99 bulunmuştur. Y doğrultusu için kat kat oranlandığında 1.01, 0.93, 0.69, 1.33 ortalama oran ise 0.99 bulunmuştur. Çatlamış kesit etkin kesit rijitlik çarpanları kullanılarak ETABS programı ile bulunan aynı değerlerin oranları TDY (2007)'ye göre X doğrultusu için 0.91, 0.85, 0.70, 1.29 ortalama oran ise 0.94 bulunmuştur. Y doğrultusu için ise 0.90, 0.76, 0.67, 1.33 ortalama oran ise 0.92 bulunmuştur. TBDY (2018)' e göre X doğrultusu için 2.40, 3.00, 2.14, 1.92 ortalama oran ise 2.37 bulunmuştur. Y doğrultusu için ise 2.18, 2.24, 1.73, 1.97 bulunmuş, ortalama oran ise 2.03 bulunmuştur.

E binası modelinde X ve Y doğrultularıyla Şekil (4.55 ve 4.56) grafiklerinde verilen TDY (2007)'ye göre çatlamamış kesit etkin kesit rijitlik çarpanları kullanılarak ProtaStructure ve ETABS program analiz sonuçları ile bulunan katlara gelen deprem kuvveti değerleri arasında son kattan başlayarak, X doğrultusu için kat kat oranlandığında 1.11, 0.98, 1.41, 1.83 ortalama oran ise 1.33 bulunmuştur. Y doğrultusu için kat kat oranlandığında 1.24, 1.12, 1.43, 1.96 ortalama oran ise 1.44 bulunmuştur. Çatlamış kesit etkin kesit rijitlik çarpanları kullanılarak ETABS programı ile bulunan aynı değerlerin oranları TDY (2007)'ye göre X doğrultusu için 1.34, 1.20, 1.74, 2.02 ortalama oran ise 1.58 bulunmuştur. Y doğrultusu için ise 1.60, 1.48, 1.83, 2.17 ortalama oran ise 1.77 bulunmuştur. TBDY (2018)' e göre X doğrultusu için 2.03, 2.22, 3.22, 2.46 ortalama oran ise 2.48 bulunmuştur. Y doğrultusu için ise 2.85, 2.80, 3.48, 2.72 bulunmuş, ortalama oran ise 2.96 bulunmuştur.

F binası modelinde X ve Y doğrultularıyla Şekil (4.67 ve 4.68) grafiklerinde verilen TDY (2007)'ye göre çatlamamış kesit etkin kesit rijitlik çarpanları kullanılarak ProtaStructure ve ETABS program analiz sonuçları ile bulunan katlara gelen deprem kuvveti değerleri arasında son kattan başlayarak, X doğrultusu için kat kat oranlandığında 1.60, 1.23, 1.40 ortalama oran ise 1.41 bulunmuştur. Y doğrultusu için kat kat oranlandığında 1.37, 1.17, 1.33 ortalama oran ise 1.29 bulunmuştur. Çatlamış kesit etkin kesit rijitlik çarpanları kullanılarak ETABS programı ile bulunan aynı değerlerin oranları TDY (2007)'ye göre X doğrultusu için 1.42, 1.13, 1.23 ortalama oran ise 1.26 bulunmuştur. Y doğrultusu için ise 1.21, 1.07, 1.17 ortalama oran ise 1.15 bulunmuştur. TBDY (2018)' e göre X doğrultusu için 2.39, 1.90, 1.84 ortalama oran ise 2.04 bulunmuştur. Y doğrultusu için ise 2.25, 1.99, 2.15 bulunmuş, ortalama oran ise 2.13 bulunmuştur.

A binası modelinde İdeCAD Statik programında X ve Y doğrultularında TDY (2007)'ye göre çatlamamış kesit etkin rijitlik çarpanları kullanılarak bulunan, Şekil (4.9 ve 4.10)'da grafiklerde verilen etkin göreli kat ötelemesi sayısal değerleri ETABS programı ile TDY (2007)'ye göre çatlamamış, çatlamış ve TBDY (2018)'e göre

çatlamış kesit etkin rijitlik çarpanları kullanılarak bulunan sayısal değerlerin ilgili sınır değerlere oranları sırasıyla X doğrultusunda 0.265, 0.375, 0.560, 0.250, Y doğrultusunda ise 0.220, 0.310, 0.435, 0.175 bulunmuştur.

B binası modelinde İdeCAD Statik programında X ve Y doğrultularında TDY (2007)'ye göre çatlamamış kesit etkin rijitlik çarpanları kullanılarak bulunan, Şekil (4.21 ve 4.22)'de grafiklerde verilen etkin göreli kat ötelemesi sayısal değerleri ETABS programı ile TDY (2007)'ye göre çatlamamış, çatlamış ve TBDY (2018)'e göre çatlamış kesit etkin rijitlik çarpanları kullanılarak bulunan sayısal değerlerin ilgili sınır değerlere oranları sırasıyla X doğrultusunda 0.185, 0.485, 0.720, 0.125, Y doğrultusunda ise 0.225, 0.685, 0.975, 0.188 bulunmuştur.

C binası modelinde Sta4CAD programında X ve Y doğrultularında TDY (2007)'ye göre çatlamış kesit etkin rijitlik çarpanları kullanılarak bulunan, Şekil (4.33 ve 4.34)'de grafiklerde verilen etkin göreli kat ötelemesi sayısal değerleri ETABS programı ile TDY (2007)'ye göre çatlamamış, çatlamış ve TBDY (2018)'e göre çatlamış kesit etkin rijitlik çarpanları kullanılarak bulunan sayısal değerlerin ilgili sınır değerlere oranları sırasıyla X doğrultusunda 0.240, 0.150, 0.215, 0.138, Y doğrultusunda ise 0.350, 0.395, 0.530, 0.188 bulunmuştur.

D binası modelinde Sta4CAD programında X ve Y doğrultularında TDY (2007)'ye göre çatlamış kesit etkin rijitlik çarpanları kullanılarak bulunan, Şekil (4.45 ve 4.46)'da grafiklerde verilen etkin göreli kat ötelemesi sayısal değerleri ETABS programı ile TDY (2007)'ye göre çatlamamış, çatlamış ve TBDY (2018)'e göre çatlamış kesit etkin rijitlik çarpanları kullanılarak bulunan sayısal değerlerin ilgili sınır değerlere oranları sırasıyla X doğrultusunda 0.425, 0.950, 1.325, 0.225, Y doğrultusunda ise 0.275, 0.615, 0.965, 0.188 bulunmuştur.

E binası modelinde ProtaStructure programında X ve Y doğrultularında TDY (2007)'ye göre çatlamamış kesit etkin rijitlik çarpanları kullanılarak bulunan, Şekil (4.57 ve 4.58)'da grafiklerde verilen etkin göreli kat ötelemesi sayısal değerleri ETABS programı ile TDY (2007)'ye göre çatlamamış, çatlamış ve TBDY (2018)'e göre çatlamış kesit etkin rijitlik çarpanları kullanılarak bulunan sayısal değerlerin ilgili sınır değerlere oranları sırasıyla X doğrultusunda 0.725, 0.790, 1.055, 0.238, Y doğrultusunda ise 0.780, 0.765, 1.140, 0.288 bulunmuştur.

F binası modelinde ProtaStructure programında X ve Y doğrultularında TDY (2007)'ye göre çatlamamış kesit etkin rijitlik çarpanları kullanılarak bulunan, Şekil (4.69 ve 4.70)'da grafiklerde verilen etkin göreli kat ötelemesi sayısal değerleri ETABS programı ile TDY (2007)'ye göre çatlamamış, çatlamış ve TBDY (2018)'e göre çatlamış kesit etkin rijitlik çarpanları kullanılarak bulunan sayısal değerlerin ilgili sınır değerlere oranları sırasıyla X doğrultusunda 0.600, 0.640, 1.290, 0.488, Y doğrultusunda ise 0.690, 0.495, 1.065, 0.363 bulunmuştur.

A binası modelinde İdeCAD Statik programında X ve Y doğrultularında TDY (2007)'ye göre çatlamamış kesit etkin rijitlik çarpanları kullanılarak bulunan, Şekil (4.11 ve 4.12)'de grafiklerde verilen ikinci mertebe etkileri sayısal değerleri ETABS programı ile TDY (2007)'ye göre çatlamamış, çatlamış ve TBDY (2018)'e göre çatlamış kesit etkin rijitlik çarpanları kullanılarak bulunan sayısal değerlerin ilgili sınır değerlere oranları sırasıyla X doğrultusunda 0.056, 0.013, 0.023, 0.047, Y doğrultusunda ise 0.051, 0.014, 0.025, 0.065 bulunmuştur.

B binası modelinde İdeCAD Statik programında X ve Y doğrultularında TDY (2007)'ye göre çatlamamış kesit etkin rijitlik çarpanları kullanılarak bulunan, Şekil (4.23 ve 4.24)'de grafiklerde verilen ikinci mertebe etkileri sayısal değerleri ETABS programı ile TDY (2007)'ye göre çatlamamış, çatlamış ve TBDY (2018)'e göre çatlamış kesit etkin rijitlik çarpanları kullanılarak bulunan sayısal değerlerin ilgili sınır değerlere oranları sırasıyla X doğrultusunda 0.041, 0.014, 0.020, 0.018, Y doğrultusunda ise 0.042, 0.029, 0.051, 0.047 bulunmuştur.

C binası modelinde Sta4CAD programında X ve Y doğrultularında TDY (2007)'ye göre çatlamış kesit etkin rijitlik çarpanları kullanılarak bulunan, Şekil (4.35 ve 4.36)'de grafiklerde verilen ikinci mertebe etkileri sayısal değerleri ETABS programı ile TDY (2007)'ye göre çatlamamış, çatlamış ve TBDY (2018)'e göre çatlamış kesit etkin rijitlik çarpanları kullanılarak bulunan sayısal değerlerin ilgili sınır değerlere oranları sırasıyla X doğrultusunda 0.033, 0.011, 0.018, 0.033, Y doğrultusunda ise 0.074, 0.017, 0.025, 0.065 bulunmuştur.

D binası modelinde Sta4CAD programında X ve Y doğrultularında TDY (2007)'ye göre çatlamış kesit etkin rijitlik çarpanları kullanılarak bulunan, Şekil (4.47 ve 4.48)'de grafiklerde verilen ikinci mertebe etkileri sayısal değerleri ETABS programı ile TDY (2007)'ye göre çatlamamış, çatlamış ve TBDY (2018)'e göre çatlamış kesit etkin rijitlik çarpanları kullanılarak bulunan sayısal değerlerin ilgili sınır değerlere oranları sırasıyla X doğrultusunda 0.038, 0.013, 0.122, 0.039, Y doğrultusunda ise 0.038, 0.016, 0.093, 0.052 bulunmuştur.

E binası modelinde ProtaStructure programında X ve Y doğrultularında TDY (2007)'ye göre çatlamamış kesit etkin rijitlik çarpanları kullanılarak bulunan, Şekil (4.59 ve 4.60)'da grafiklerde verilen ikinci mertebe etkileri sayısal değerleri ETABS programı ile TDY (2007)'ye göre çatlamamış, çatlamış ve TBDY (2018)'e göre çatlamış kesit etkin rijitlik çarpanları kullanılarak bulunan sayısal değerlerin ilgili sınır değerlere oranları sırasıyla X doğrultusunda 0.144, 0.031, 0.027, 0.109, Y doğrultusunda ise 0.111, 0.023, 0.042, 0.102 bulunmuştur.

F binası modelinde ProtaStructure programında X ve Y doğrultularında TDY (2007)'ye göre çatlamamış kesit etkin rijitlik çarpanları kullanılarak bulunan, Şekil (4.59 ve 4.60)'da grafiklerde verilen ikinci mertebe etkileri sayısal değerleri ETABS programı ile TDY (2007)'ye göre çatlamamış, çatlamış ve TBDY (2018)'e göre

çatlamış kesit etkin rijitlik çarpanları kullanılarak bulunan sayısal değerlerin ilgili sınır değerlere oranları sırasıyla X doğrultusunda 0.083, 0.024, 0.054, 0.137, Y doğrultusunda ise 0.103, 0.020, 0.050, 0.127 bulunmuştur.

A binası modelinin X yönündeki, deprem performans seviyesini gösteren plastik mafsal durumu, Şekil 4.112'de ve deprem performans seviyesi, Çizelge 4.1'de gösterilmiştir. Çizelge 4.1'de görüldüğü üzere, X yönündeki kirişlerin %100'ü ve diğer taşıyıcı elemanların tümü sınırlı hasar bölgesindedir. Buna göre A modelinın X yönündeki deprem performans seviyesinin, Sınırlı Hasar Performans Düzeyinde olduğu görülmektedir. A Binası Modelinin Y yönündeki, deprem performans seviyesini gösteren plastik mafsal durumu, Şekil 4.113'de ve deprem performans seviyesi, Çizelge 4.2'de gösterilmiştir. Çizelge 4.2'de görüldüğü üzere, Y yönündeki kirişlerin %100'ü ve diğer taşıyıcı elemanların tümü sınırlı hasar bölgesindedir. Buna göre A Binası Modelinin Y yönündeki deprem performans seviyesinin, Sınırlı Hasar Performans Düzeyinde olduğu görülmektedir.

B binası modelinin X yönündeki, deprem performans seviyesini gösteren plastik mafsal durumu, Şekil 4.114'de ve deprem performans seviyesi, Çizelge 4.3'de gösterilmiştir. Çizelge 4.3'de görüldüğü üzere, tüm katlarda X yönündeki kirişlerin %100'ü, 2. ve 3. kattaki kolonların %87.5'u ve diğer taşıyıcı elemanların tümü sınırlı hasar bölgesindedir. 2. ve 3. Katta 1 adet kolon göçme bölgesinde olduğu için bunların güçlendirilmeleri gerekir. Buna göre B binası modelinin X yönündeki deprem performans seviyesinin, Kontrollü Hasar Performans Düzeyinde olduğu görülmektedir. B Binası Modelinin Y yönündeki, deprem performans seviyesini gösteren plastik mafsal durumu, Şekil 4.115'de ve deprem performans seviyesi, Çizelge 4.4'de gösterilmiştir. Çizelge 4.4'de görüldüğü üzere, tüm katlarda Y yönündeki kirişlerin %100'ü, 1. kat kolonlarının %87.5'u, 2. ve 3. kat kolonlarının %75'i ve diğer taşıyıcı elemanların tümü sınırlı hasar bölgesindedir. 1. Kat kolonlarının %12.5'u, 2. ve 3. kat kolonlarının %25'i belirgin hasar bölgesindedir. Buna göre B binası modelinin Y yönündeki deprem performans seviyesinin, Kontrollü Hasar Performans Düzeyinde olduğu görülmektedir.

C binası modelinin X yönündeki, deprem performans seviyesini gösteren plastik mafsal durumu, Şekil 4.116'da ve deprem performans seviyesi, Çizelge 4.5'de gösterilmiştir. Çizelge 4.5'de görüldüğü üzere, tüm katlarda X yönündeki kirişlerin %100'ü, 1., 2. ve 4.kattaki kolonların %91.67'si, 3.kattaki kolonların %83.33'ü ve diğer taşıyıcı elemanların tümü sınırlı hasar bölgesindedir. 1., 2. ve 4. Kattaki kolonların %8.33'ü ve 3.kattaki kolonların %16.7'si göçme bölgesindedir. 1., 2. ve 4. Katta 1 adet ve 3. katta 2 adet kolon göçme bölgesinde olduğu için bunların güçlendirilmeleri gerekir. Buna göre C Binası Modelinin X yönündeki deprem performans seviyesinin, Kontrollü Hasar Performans Düzeyinde olduğu görülmektedir. C Binası Modelinin Y yönündeki, deprem performans seviyesini gösteren plastik mafsal durumu, Şekil 4.117'de ve deprem performans seviyesi, Çizelge 4.6'de gösterilmiştir. Çizelge 4.6'da görüldüğü üzere, tüm katlarda Y yönündeki kirişlerin %100'ü, 2. kattaki kolonların %91.67'si ve diğer taşıyıcı elemanların tümü sınırlı hasar bölgesindedir. 2. Kattaki kolonların %8.33'ü göçme bölgesindedir. 2. Katta 1 adet kolon göçme bölgesinde

olduğu için bunun güçlendirilmesi gerekir. Buna göre C Binası Modelinin Y yönündeki deprem performans seviyesinin, Kontrollü Hasar Performans Düzeyinde olduğu görülmektedir.

D binası modelinin X yönündeki, deprem performans seviyesini gösteren plastik mafsal durumu, Şekil 4.118'de ve deprem performans seviyesi, Çizelge 4.7'de gösterilmiştir. Çizelge 4.7'de görüldüğü üzere, tüm katlarda X yönündeki kirişlerin %100'ü, 2. kattaki kolonların %70'i, 3. kattaki kolonların %76.67'si, 4. kattaki kolonların %96.67'si ve diğer taşıyıcı elemanların tümü sınırlı hasar bölgesindedir. 2. Kattaki kolonların %16.67'si ve 3. kattaki kolonların %20'si belirgin hasar bölgesindedir. 2. Katta 4 adet, 3. ve 4. katta 1 adet kolon göçme bölgesinde olduğu için bunların güçlendirilmeleri gerekir. Buna göre D Binası modelinin X yönündeki deprem performans seviyesinin, Kontrollü Hasar Performans Düzeyinde olduğu görülmektedir. D Binası Modelinin Y yönündeki, deprem performans seviyesini gösteren plastik mafsal durumu, Şekil 4.119'da ve deprem performans seviyesi, Çizelge 4.8'de gösterilmiştir. Çizelge 4.8'de görüldüğü üzere, tüm katlarda Y yönündeki kirişlerin %100'ü, 2. kattaki kolonların %36.67'si, 3. kattaki kolonların %56.67'si, 4. kattaki kolonların %86.67'si ve diğer taşıyıcı elemanların tümü sınırlı hasar bölgesindedir. 2. Kattaki kolonların %46.67'si, 3. kattaki kolonların %30'si ve 4. kattaki kolonların %10'u belirgin hasar bölgesindedir. 2. Katta 5 adet, 3. katta 4 adet ve 4. katta 1 adet kolon göçme bölgesinde olduğu için bunların güçlendirilmeleri gerekir. Buna göre D Binası modelinin Y yönündeki deprem performans seviyesinin, Kontrollü Hasar Performans Düzeyinde olduğu görülmektedir.

E binası modelinin X yönündeki, deprem performans seviyesini gösteren plastik mafsal durumu, Şekil 4.120'de ve deprem performans seviyesi, Çizelge 4.9'da gösterilmiştir. Çizelge 4.9'da görüldüğü üzere, tüm katlarda X yönündeki kirişlerin %100'ü, 2. kattaki kolonların %70'i, 3. kattaki kolonların %76.67'si, 4. kattaki kolonların %96.67'si ve diğer taşıyıcı elemanların tümü sınırlı hasar bölgesindedir. 2. Kattaki kolonların %16.67'si ve 3. kattaki kolonların %20'si belirgin hasar bölgesindedir. 2. Katta 4 adet, 3. ve 4. katta 1 adet kolon göçme bölgesinde olduğu için bunların güçlendirilmeleri gerekir. Buna göre E Binası modelinin X yönündeki deprem performans seviyesinin, Kontrollü Hasar Performans Düzeyinde olduğu görülmektedir. E Binası Modelinin Y yönündeki, deprem performans seviyesini gösteren plastik mafsal durumu, Şekil 4.121'de ve deprem performans seviyesi, Çizelge 4.10'da gösterilmiştir. Çizelge 4.10'de görüldüğü üzere, tüm katlarda Y yönündeki kirişlerin %100'ü, 1. kattaki kolonların %39.10'u, 2. kattaki kolonların %91.30'u, 3. kattaki kolonların %69.57'si, 4. kattaki kolonların %91.30'u ve diğer taşıyıcı elemanların tümü sınırlı hasar bölgesindedir. 1. Katta kolonların %60.87'si, 2. Katta kolonların %8.70'si, 3. Katta kolonların %30.43'ü, 4. Katta kolonların %8.70'si belirgin hasar bölgesindedir. Buna göre E Binası modelinin Y yönündeki deprem performans seviyesinin, Kontrollü Hasar Performans Düzeyinde olduğu görülmektedir.

F binası modelinin X yönündeki, deprem performans seviyesini gösteren plastik mafsal durumu, Şekil 4.122'de ve deprem performans seviyesi, Çizelge 4.11'de gösterilmiştir. Çizelge 4.11'de görüldüğü üzere, tüm katlarda X yönündeki kirişlerin %100'ü, 1. kattaki kolonların %85.71'si, 2. kattaki kolonların %67.86'sı, 3. kattaki kolonların %67.86'sı ve diğer taşıyıcı elemanların tümü sınırlı hasar bölgesindedir. 1.

Kattaki kolonların %14.29'u, 2. ve 3. kattaki kolonların %32.14'ü belirgin hasar bölgesindedir. Buna göre F Binası modelinin X yönündeki deprem performans seviyesinin, Kontrollü Hasar Performans Düzeyinde olduğu görülmektedir. F Binası Modelinin Y yönündeki, deprem performans seviyesini gösteren plastik mafsal durumu, Şekil 4.123'de ve deprem performans seviyesi, Çizelge 4.12'de gösterilmiştir. Çizelge 4.12'de görüldüğü üzere, tüm katlarda Y yönündeki kirişlerin %100'ü, 2. kattaki kolonların %96.43'ü ve diğer taşıyıcı elemanların tümü sınırlı hasar bölgesindedir. 2. Kattaki kolonların %3.57'si belirgin hasar bölgesindedir. Buna göre F Binası modelinin Y yönündeki deprem performans seviyesinin, Kontrollü Hasar Performans Düzeyinde olduğu görülmektedir.

6. SONUÇLAR

Bu çalışma kapsamında, ulusal programlar ile TDY (2007)'ye göre projelendirilmiş ve uygulanmış Antalya merkez ilçeleri mücavir alan sınırları içerisinde bulunan A, B, C, D, E ve F olarak isimlendirilen 6 adet yapı modelinin uluslararası ETABS programı ile TDY (2007) ve TBDY (2018) yönetmeliklerinin esasları dikkate alınarak lineer eşdeğer deprem yükü (EDY) ve mod birleştirme yöntemi (MBY) ile çatlamış ve çatlamamış etkin kesit rijitlik çarpanları kullanılarak, bazı doğrusal (lineer) dinamik ve statik hesap sonuçları elde edilmiş ve karşılaştırılmıştır. Ayrıca ETABS programı ile bu yapılarda doğrusal olmayan (nonlineer) sabit tek modlu artımsal itme analizi yöntemi kullanılarak performans değerlendirmeleri yapılmıştır. Bu yapılan işlemlerin sonuçları aşağıda sırayla verilmiştir.

Modellerde TDY (2007)'ye göre çatlamamış kesit sonuçları, TDY (2007) ve TBDY (2018)'e göre çatlamış kesit sonuçları ele alınmıştır. Buna göre, A modelinde İdeCAD Statik sonuçlarının, ETABS sonuçlarına göre aynı etkiler kullanılarak bulunan analiz sonucuna göre 1. ve 2. Mod'da sırasıyla %24 ve %23 daha düşük, farklı etkiler kullanılarak bulunan analiz sonucuna göre ortalama %46 ve %42 daha düşük kalmıştır. Bu sonuçlar gerçek yapı rijitliğini tartışmaya açmaktadır. B modelinde ise aynı etkiler kullanılarak bulunan analiz sonucuna göre 1. ve 2. Mod'da sırasıyla %44 ve %42 daha düşük, farklı etkiler kullanılarak bulunan analiz sonucuna göre ortalama %58 ve %54 daha düşük kalmıştır. Bu sonuçlar gerçek yapı rijitliğini ciddi şekilde tartışmaya açmaktadır. C modelinde Sta4CAD sonuçlarının, ETABS sonuçlarına göre aynı etkiler kullanılarak bulunan analiz sonucuna göre 1. ve 2. Mod'da sırasıyla %18 ve %15 daha düşük, farklı etkiler kullanılarak bulunan analiz sonucuna göre ortalama %5 ve %4 daha yüksek kalmıştır. Bu sonuçlar gerçek yapı rijitliğini tartışmaya açmaktadır. D modelinde aynı etkiler kullanılarak bulunan analiz sonucuna göre 1. ve 2. Mod'da sırasıyla %14 ve %15 daha düşük, farklı etkiler kullanılarak bulunan analiz sonucuna göre ortalama %7 ve %11 daha yüksek kalmıştır. Bu sonuçlar gerçek yapı rijitliğini tartışmaya açmaktadır. E modelinde ProtaStructure sonuçlarının, ETABS sonuçlarına göre aynı etkiler kullanılarak bulunan analiz sonucuna göre 1. ve 2. Mod'da sırasıyla %26 ve %15 daha yüksek, farklı etkiler kullanılarak bulunan analiz sonucuna göre ortalama %6 ve %16 daha düşük çıkmıştır. Sonuçlar arasında ortalama %20 fark olup, sorgulanmalıdır. F modelinde aynı etkiler kullanılarak bulunan analiz sonucuna göre 1. ve 2. Mod'da sırasıyla %3 ve %6 daha yüksek, farklı etkiler kullanılarak bulunan analiz sonucuna göre ortalama %27 ve %25 daha düşük çıkmıştır. Bu sonuca göre periyod bağlamında ETABS'a en yakın sonuç Prota Strucure F blok sonuçlarıdır.

Kütle katılım oranı yüzdelerine bakıldığında, A binası 1.modda kütle katılımı İdeCAD Statik'te Y doğrultusunda, ETABS'ta X doğrultusunda olmuştur. Bu durum hem yön, hem yüzde olarak analiz sonucu farklılığını işaret etmektedir. B binasında her iki programda kütle katılımı 1.mod Z doğrultusunda, ancak katılım yüzdeleri arasındaki fark %50'nin üzerinde ciddi bir farktır. C binasında 1. modda kütle katılımı oranı

yüzdesi Sta4CAD ve ETABS'ta Y doğrultusunda olup aralarında %20 fark vardır. D binasında her iki programda 1. Mod kütle katılımı Sta4CAD'de X doğrultusu, ETABS'ta Y doğrultusu şeklinde olup, öncelikli olarak yönleri uyuşmamaktadır. E binası 1. Mod'da kütle katılımı ProtaStructure'da X ETABS'ta Y doğrultusundadır. F binasında 1. Modda Prota Structure'da Y, ETABS'ta X doğrultusundadır. Kütle katılımı bakımından hem yön hemde yüzde olarak ETABS'a en yakın C modelidir.

Taban kesme kuvvetlerinin X ve Y değerleri için çatlamamış kesit ve çatlamış kesit TDY (2007) ve çatlamış kesit TBDY (2018) sonuçlarına bakıldığında, A binası İdeCAD Statik ve ETABS, ilgili oransal değerleri 0.57, 0.65, 0.75,0.81 ve 1.87,1.93 bulunmuştur. TDY (2007)'ye göre ortalama %40 gibi bir azalma yönünde farklılık oluşmuştur. TBDY (2018)'e göre ise fark ortalama %90 artım yönündedir. Bu sonuç TDY (2007)'ye göre olumsuz, TBDY (2018)'e göre olumludur. B modeli için aynı programlara ait aynı oransal değerlere bakılırsa 0.46, 0.69, 0.55, 0.83 ve 0.75, 0.91 değerleri bulunmuştur. TDY (2007)'ye göre ortalama %58 gibi azalma, TBDY (2018)'e göre ise ortalama %88 gibi bir azalma söz konusudur. Burada da değerler TDY (2007)'ye göre ve TBDY (2018)'e göre olumsuz bulunmuştur. C binasında Sta4CAD ve ETABS ilgili oransal değerleri 0.89, 0.75, 0.89, 0.91 ve 2.04, 2.25 bulunmuş, TDY (2007)'ye göre ortalama %82 gibi azalma, TBDY (2018)'e göre ise ortalama %114 gibi bir artım söz konusudur. D modeli için aynı programlara ait aynı oransal değerlere bakılırsa 0.70, 0.70, 0.81, 0.70 ve 2.11, 1.77 gibi oransal değerler bulunmuştur. TDY (2007)'ye göre ortalama %30 gibi azalma, TBDY (2018)'e göre ise ortalama %144 gibi bir artım söz konusudur. E binasında ProtaStructure ve ETABS ilgili oransal değerleri 0.95, 1.01, 1.18, 1.29 ve 2.08, 2.36 bulunmuş, TDY (2007)'ye göre ortalama %98 gibi azalma, TBDY (2018)'e göre ise ortalama %122 gibi bir artım söz konusudur. D modeli için aynı programlara ait aynı oransal değerlere bakılırsa 1.04, 0.95, 1.31, 1.19 ve 2.15, 2.40 gibi oransal değerler bulunmuştur. TDY (2007)'ye göre ortalama değer aynı, TBDY (2018)'e göre ise ortalama %128 gibi bir artım söz konusudur.

Katlara gelen deprem kuvvetlerinin X ve Y doğrultusu değerleri için çatlamamış kesit ve çatlamış kesit TDY (2007) ve çatlamış kesit TBDY (2018) sonuçlarına bakıldığında İdeCAD Statik ve ETABS, A binası ilgili TDY (2007) çatlamamış kesitte ortalama 0.60 ile %40 daha yüksek, çatlamış kesit için ortalama 0.66 ile %34 daha yüksek ve 1.92 ile %92 daha yüksek kuvvetler bulunmuştur. ETABS'da, TDY (2007)'ye göre daha güvensiz, TBDY (2018)'e göre ise daha güvenli neticeler bulunmuştur. B binası ile ilgili çatlamamış kesitte ortalama 0.55 ile %45 daha yüksek, çatlamış kesit için 0.71 ile %29 daha yüksek ve 0.89 ile %11 daha düşük kuvvetler bulunmuştur. ETABS' da, TDY (2007) ve TBDY (2018)'e göre daha güvensiz neticeler bulunmuştur. C binası için Sta4CAD ve ETABS için aynı sonuçlara bakıldığında çatlamamış kesitte ortalama 0.75 ile %25 daha düşük, çatlamış kesitte ortalama 0.80 ile %20 daha düşük ve 1.30 ile %30 daha yüksek bulunmuştur. Buna göre ETABS' da, TDY (2007)'ye göre daha güvensiz, TBDY (2018)'e göre ise daha güvenli neticeler

bulunmuştur. D binası ile ilgili çatlamamış kesitte ortalama 0.99 ile %1 daha düşük, çatlamış kesit için 0.93 ile %7 daha düşük ve 2.20 ile %120 daha yüksek kuvvetler bulunmuştur. E binası için ProtaStructure ve ETABS için aynı sonuçlara bakıldığında çatlamamış kesitte ortalama 1.38 ile %38 daha yüksek, çatlamış kesitte ortalama 1.68 ile %68 daha yüksek ve 2.72 ile %172 daha yüksek bulunmuştur. F binası ile ilgili çatlamamış kesitte ortalama 1.35 ile %35 daha yüksek, çatlamış kesit için 1.21 ile %21 daha yüksek ve 2.09 ile %109 daha yüksek kuvvetler bulunmuştur.

Göreli kat ötelemelerinin sınırlandırılması için etkin göreli kat ötelenme değerlerinin sınır değerlerine oranlarını çatlamamış kesit TDY (2007)'ye, çatlamış kesit TDY (2007) ve TBDY (2018)'e göre sıra ile verilmiştir. A binası için İdeCAD Statik çatlamamış, ETABS çatlamamış ve çatlamış kesit için oranlar X dorultusu için 0.265, 0.375, 0.560, 0.250 Y doğrultusu için ise 0.220, 0.310, 0.435, 0.175 bulunmuş buna göre TDY (2007) ve TBDY (2018) kat deprem kuvvetleri ile uyumlu sonuçlar çıkmıştır. B binası için aynı oranlar X doğrultusu için 0.185, 0.485, 0.720, 0.125 Y doğrultusu için ise 0.225, 0.685, 0.975, 0.188 bulunmuş kat deprem kuvvetleri ile uyumlu sonuçlar çıkmıştır. C binası için Sta4CAD çatlamış, ETABS çatlamamış ve çatlamış kesit için oranlar X doğrultusu için 0.240, 0.150, 0.215, 0.138 Y doğrultusu için ise 0.350, 0.395, 0.530, 0.188 bulunmuş olup kat deprem kuvvetleri ile uyumlu sonuçlar çıkmıştır. D binası için aynı oranlar X doğrultusu için 0.425, 0.950, 1.325, 0.225 Y doğrultusu için ise 0.275, 0.685, 0.965, 0.188 bulunmuş kat deprem kuvvetleri ile uyumlu sonuçlar çıkmıştır. E binası için ProtaStructure çatlamamış, ETABS çatlamamış ve çatlamış kesit için oranlar X doğrultusu için 0.725, 0.790, 1.055, 0.238 Y doğrultusu için ise 0.780, 0.765, 1.140, 0.288 bulunmuş olup kat deprem kuvvetleri ile uyumlu sonuçlar çıkmıştır. F binası için aynı oranlar X doğrultusu için 0.600, 0.640, 1.290, 0.488 Y doğrultusu için ise 0.690, 0.495, 1.065, 0.363 bulunmuş kat deprem kuvvetleri ile uyumlu sonuçlar çıkmıştır. Ancak D, E ve F binalarında çatlamış kesit için bu sınır değerlerin aşıldığı ve program sonuçlarının ne derece güvenilir olduğu konusunda kuşkulara sebep olmaktadır.

İkinci mertebe gösterge değerinin sınır değerlerine oranlarını çatlamamış kesit TDY (2007)'ye, çatlamış kesit TDY (2007) ve TBDY (2018)'e göre sıra ile verilmiştir. A binası için İdeCAD Statik çatlamamış, ETABS çatlamamış ve çatlamış kesit için oranlar X doğrultusu için 0.056, 0.013, 0,023, 0,047 Y doğrultusu için ise 0.051, 0.014, 0.025, 0.065 bulunmuştur. B binası için aynı oranlar X doğrultusu için 0.041, 0.014, 0.020, 0.018 Y doğrultusu için ise 0.042, 0.029, 0.051, 0.047 bulunmuştur. C binası için Sta4CAD çatlamış, ETABS çatlamamış ve çatlamış kesit için oranlar X doğrultusu için 0.033, 0.011, 0.018, 0.033 Y doğrultusu için 0.074, 0.017, 0.025, 0.065 bulunmuştur. D binası için aynı oranlar X doğrultusu için 0.038, 0.013, 0.122, 0.039 Y doğrultusu için ise 0.038, 0.016, 0.093, 0.052 bulunmuştur. E binası için ProtaStructure çatlamamış, ETABS çatlamamış ve çatlamış kesit için oranlar X doğrultusu için 0.144, 0.031, 0.027, 0.109 Y doğrultusu için 0.111, 0.023, 0.042 0.102 bulunmuştur. F binası için aynı

oranlar X doğrultusunda 0.083, 0.024, 0.054, 0.137 Y doğrultusunda 0.103, 0.020, 0.050, 0.127 bulunmuştur. İkinci mertebe etkileri bakımından yapılar sınır değerlerden oldukça uzak kalmıştır.

A binası konut olarak kullanıldığı için, TDY (2007)'ye göre Standart Tasarım Depremi (DD-2)'de, Can Güvenliği Performans Seviyesini sağlaması gerekmektedir. A Binası TBDY (2018)'e göre ve ETABS programı ile yapılan deprem performans analizinde, Sınırlı Performans Seviyesi'nde bulunduğu için, TBDY (2018)'e göre istenen Kontrollü Hasar Seviyesini sağlamaktadır.

B binası konut olarak kullanıldığı için, TDY (2007)'ye göre Standart Tasarım Depremi (DD-2)'de, Can Güvenliği Performans Seviyesini sağlaması gerekmektedir. B Binası TBDY (2018)'e göre ve ETABS programı ile yapılan deprem performans analizinde, Kontrollü Performans Seviyesi'nde bulunduğu için, TBDY (2018)'e göre istenen Kontrollü Hasar Seviyesini sağlamaktadır.

C binası işyeri olarak kullanıldığı için, TDY (2007)'ye göre Standart Tasarım Depremi (DD-2)'de, Can Güvenliği Performans Seviyesini sağlaması gerekmektedir. C Binası TBDY (2018)'e göre ve ETABS programı ile yapılan deprem performans analizinde, Kontrollü Performans Seviyesi'nde bulunduğu için, TBDY (2018)'e göre istenen Kontrollü Hasar Seviyesini sağlamaktadır.

D binası iş merkezi olarak kullanıldığı için, TDY (2007)'ye göre Sık Deprem (DD-3)'de, Hemen Kullanım Performans Seviyesini ve Standart Tasarım Depremi (DD-2)'de ise, Can Güvenliği Performans Seviyesini sağlaması gerekmektedir. D Binası TBDY (2018)'e göre ve ETABS programı ile yapılan deprem performans analizinde, Kontrollü Performans Seviyesi'nde bulunduğu için, TBDY (2018)'e göre istenen Kontrollü Hasar Seviyesini sağlamaktadır.

E binası okul olarak kullanıldığı için, TDY (2007)'ye göre Standart Tasarım Depremi (DD-2)'de, Hemen Kullanım Performans Seviyesini ve En Büyük Deprem (DD-1)'de ise, Can Güvenliği Performans Seviyesini sağlaması gerekmektedir. E Binası TBDY (2018)'e göre ve ETABS programı ile yapılan deprem performans analizinde, Kontrollü Performans Seviyesi'nde bulunduğu için, TBDY (2018)'e göre istenen Kontrollü Hasar Seviyesini sağlamaktadır.

F binası okul olarak kullanıldığı için, TDY (2007)'ye göre Standart Tasarım Depremi (DD-2)'de, Hemen Kullanım Performans Seviyesini ve En Büyük Deprem (DD-1)'de ise, Can Güvenliği Performans Seviyesini sağlaması gerekmektedir. F Binası TBDY (2018)'e göre ve ETABS programı ile yapılan deprem performans analizinde, Kontrollü Performans Seviyesi'nde bulunduğu için, TBDY (2018)'e göre istenen Kontrollü Hasar Seviyesini sağlamaktadır.

Sonuçlar üzerine yapılan değerlendirmeler ışığında, TDY (2007)'ye göre tasarlanan ve Antalya merkez ilçeleri mücavir alanında bulunan mevcut A, B, C, D, E ve F binalarının, çerçeve düzeni bakımından daha çok planda ortogonal olmayan kirişleri simetrik olmayan ve sayıca yetersiz perdeleri ihtiva eden taşıyıcı sistemler içermektedir. TDY (2007) 'ye göre dolgulu dişli döşeme sisteminin yük aktarımı düzeni ve kiriş yüksekliğinin sınırlı kalması özellikle daha çok periyod ve kat deplasmanları özelinde ve diğer dinamik ve statik etkilerin ETABS'ta daha yüksek çıktığı görülmüştür. TBDY (2018)'e göre ise genel itibariyle yere özel dinamik değerler dikkate alındığından dinamik ve statik parametreler küçük çıkmıştır.

TBDY (2018)'e göre, ETABS programı ile yapılan deprem performans analizlerinde, göçme bölgesinde bulunan kolonların güçlendirilmeleri şartıyla, TBDY (2018)'de beklenen bina performans seviyelerini sağladıkları görülmüştür.

7. KAYNAKLAR

ACI 352-02. 2002. Recommendations for Design of Beam-Column Connections in Monolithic Reinforced Concrete Structures.

Akgün H. 2007. Farklı Döşeme Sistemlerine Sahip Çok Katlı Betonarme Binaların Dinamik Davranışının İncelenmesi. İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul.

Akyıldız A.T., Girgin K. 2017. İstanbul'un Kentsel Dönüşümü İçin Üretilen Binaların Deprem Güvenliğinin Araştırılması. *Dokuz Eylül Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Fen ve Mühendislik Dergisi*, 19(55): 100-61.

Alkan D., Dönmez C. 2015. Yatık Kirişli Betonarme Çerçevelerin Deprem Davranışını İyileştirme Yolunda Yapısal Sisteme Yönelik Bazı Müdahalelerin Yapı Maliyetine Etkileri Üzerine Bir Çalışma. 3. Deprem Mühendisliği ve Sismoloji Konferansı. 14-16 Ekim, DEÜ, İzmir.

Başaran V. 2006. Mevcut Betonarme Yapıların İtme Analizi İle Hesabı ve Japon Sismik İndis Yöntemi İle Karşılaştırılması. Afyon Kocatepe Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yapı Eğitimi Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, Afyon.

Beyen K. 2015. Döşeme Davranışının Deprem Sonrası Alınan Yapı Üzerindeki Çevrel ve Zorlanmış Titreşim Verileriyle Analizi. Sekizinci Ulusal Deprem Mühendisliği Konferansı, 6-15 Mayıs, İstanbul.

Bilgin H., İnel M. Özmmen H.B. 2006. Orta Katlı Yapıların Deprem Performansları, Yapısal Onarım ve Güçlendirme Sempozyumu. YOGS 7-8 Aralık 2006, Pamukkale, Denizli.

Dedeoğlu F. 2014. Betonarme Binanın Doğrusal Elastik Olmayan Hesap Yöntemi İle Performans Analizi. İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul.

Dinçer F., Mert N. 2014. Betonarme Okul Modelinın TDY (2007)'ye Göre Nonlineer Statik Analizi. *Sakarya Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi*, 18. Cilt,1.Sayı, s.1-9.

Dok G., Öztürk H., Demir A. 2015. Farklı Zemin Koşullarındaki Betonarme Yapıların Davranışının Statik İtme Analizi ile İncelenmesi: 8 Katlı Çerçeve Örneği. International Symposium on Innovative Technologies in Engineering and Science, ISITES 03-05 Jun 2015, Valencia, Spain.

Dönmez C. 2013. Türkiye'deki Asmolen Yapıların Deprem Yeterliliği Konusunda Bir İrdeleme. 2. Türkiye Deprem ve Sismoloji Konferansı, 25-27 Eylül, MKÜ, Hatay.

Ergül M. 2017. Çeşitli Tiplerdeki Betonarme Yapıların ETABS, Sta4CAD ve İdeCAD Programları İle Analiz Edilerek Sonuçların Kıyaslanması. İller Bankası Anonim Şirketi, Uzmanlık Tezi, Ankara.

Kartal M.E. 2017. Zonguldak Ereğli İzmirlioğlu huzurevi performans analizi ve güçlendirme Çalışmaları, 4. Uluslararası Deprem Mühendisliği ve Sismoloji Konferansı. 6-13 Ekim, Eskişehir.

Kıran F. 2010. Binaların Performans Analizi İçin Kullanılan Doğrusal ve Doğrusal Olmayan Analiz Yöntemlerinin İncelenmesi. Çukurova Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, Adana.

Oral K. 2005. Statik İtme Analizi Kullanılarak Mevcut Bir Betonarme Yapının İncelenmesi. İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul.

Özlü B. 2015. Çok Katlı Betonarme Binaların Taşıyıcı Sistem Türlerinin Davranışlarının İncelenmesi. İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul.

Şahin H. 2017. Asmolen Döşeme Sistemlerinde Kolon-Kiriş Birleşim Bölgelerinin Davranışı Hususunda Genel Bir Değerlendirme. *Fırat Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Dergisi,* 29(1): 61-132.

Shirinov J. 2016. Betonarme Binaların Performans Düzeylerinin Farklı Yazılımlar Kullanılarak İncelenmesi. İstanbul Aydın Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul.

TBDY (2018). Türkiye Bina Deprem Yönetmeliği.

TDY (2007). Türk Deprem Yönetmeliği. Deprem Bölgelerinde Yapılacak Binalar Hakkında Yönetmelik.

Uzun D. 2014. 33 Katlı Betonarme Yüksek Bir Binanın Deprem Davranışının Farklı Döşeme Sistemlerine Etkisi. İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul.

Yılmaz C. 2008. Statik İtme Analiziyle Mevcut Bir Betonarme Yapının Performans Değerlendirmesi. İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul.

ÖZGEÇMİŞ



COŞKUN ÖZDEN

coskunozden77@hotmail.com

coskunozden0742@gmail.com

ÖĞRENİM BİLGİLERİ

Yüksek Lisans 2017-2020	Akdeniz Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İnşaat Mühendisliği Ana Bilim Dalı ANTALYA
Lisans 1996-2000	Selçuk Üniversitesi Mühendislik Mimarlık Fakültesi, İnşaat Mühendisliği Bölümü KONYA