

**T.C.
SAKARYA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**BETONARME YAPILARDA KİRİŞ
SÜREKSİZLİĞİNİN YAPISAL DAVRANIŞA
ETKİSİNİN İRDELENMESİ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Elchin Bashirli

Enstitü Anabilim Dalı : İNŞAAT MÜHENDİSLİĞİ

Enstitü Bilim Dalı : YAPI

Tez Danışmanı : Yrd. Doç. Dr. Necati MERT

Ekim 2017

T.C.
SAKARYA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**BETONARME YAPILARDA KİRİŞ
SÜREKSİZLİĞİNİN YAPISAL DAVRANIŞA
ETKİSİNİN İRDELENMESİ**

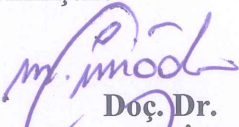
YÜKSEK LİSANS TEZİ

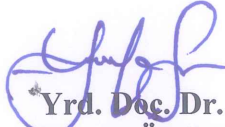
Elchin Bashirli

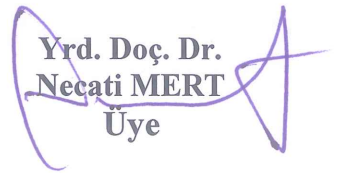
Enstitü Anabilim Dalı : İNŞAAT MÜHENDİSLİĞİ

Enstitü Bilim Dalı : YAPI

Bu tez 12.10.2017 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından oybirliği ile kabul edilmiştir.


Doç. Dr.
Mehmet EMİROĞLU
Jüri Başkanı


Yrd. Doç. Dr.
Yusuf SÜMER
Üye


Yrd. Doç. Dr.
Necati MERT
Üye

BEYAN

Tez içindeki tüm verilerin akademik kurallar çerçevesinde tarafımdan elde edildiğini, görsel ve yazılı tüm bilgi ve sonuçların akademik ve etik kurallara uygun şekilde sunulduğunu, kullanılan verilerde herhangi bir tahrifat yapılmadığını, başkalarının eserlerinden yararlanılması durumunda bilimsel normlara uygun olarak atıfta bulunulduğunu, tezde yer alan verilerin bu üniversite veya başka bir üniversitede herhangi bir tez çalışmasında kullanılmadığını beyan ederim.

Elchin Bashirli

12.10.2017

ÖNSÖZ

Deprem bölgelerindeki yapılarda taşıyıcı sistem düzensizliklerinin olumsuz etkileri tam olarak bilinmemektedir. Meydana gelen son önemli depremlerden sonra yerinde yapılan incelemelerde betonarme binalarda giriş süreksizliklerine sıkça rastlanmaktadır. Yapılan incelemeler ve ilgili çalışmalar sonucunda yapı ne kadar basit ve simetrik düzenlenmişse, depreme dayanıklılığının da o kadar yüksek olduğu belirlenmiştir.

Bu çalışmada planda düzensiz betonarme yapılarda, düzensizliklerin yapının davranışına etkisi, binanın taşıyıcı sistemlerinin geometrisindeki ve eleman boyutlarındaki farklılıklar için taşıyıcı sistemle alakalı çeşitli çalışmalar yapılmıştır. Çalışmada izlenecek adımlarda taşıyıcı sistemin oluşturulması, bir çözümleme sistemi kullanarak sistem kesitlerinde meydana gelen etkilerin bulunması, düzensizliklerin getirdiği olumsuzlukların araştırılması şeklinde olmuştur.

Bu çalışmaya konu olan planlar 3, 5 ve 7 katlı olup kat yükseklikleri 3 metre, bulundukları deprem bölgesi 1. derece deprem bölgesi, zemin sınıfı Z4, yapı kullanım amacı ise konut veya iş yeridir. Yapıların analizi için İdeCAD Statik 8 programı kullanılmıştır.

Çalışmalarım sırasında bana yardımcı olan değerli hocam Yrd.Doç.Dr Necati MERT'e, maddi ve manevi yardımlarını esirgemeyen aileme ve bana her konuda destek olan arkadaşlarıma teşekkürü bir borç bilirim.

İÇİNDEKİLER

ÖNSÖZ	i
İÇİNDEKİLER	ii
SİMGELER VE KISALTMALAR LİSTESİ.....	vi
ŞEKİLLER LİSTESİ	viii
TABLolar LİSTESİ	xiii
ÖZET.....	xxiii
SUMMARY	xxiv

BÖLÜM 1.

GİRİŞ	1
1.1. Problemin Tanımı	1
1.2. İlgili Çalışmalar	2
1.3. Çalışmanın Amaç ve Kapsamı	3
1.4. Çalışmada Geçerli Olan Varsayımlar	8

BÖLÜM 2.

BETONARME TAŞIYICI SİSTEMLER	10
2.1. Çerçeve taşıyıcı sistemler.....	11
2.2. Perde çerçeve taşıyıcı sistemler	12
2.3. Tüp Taşıyıcı Sistemler	13
2.4. Taşıyıcı sistem teşkilinde planda dikkat edilmesi gereken hususlar .	14

BÖLÜM 3.

DEPREM BÖLGELERİNDE YAPILACAK YAPILARA İLİŞKİN BİLGİLER – DBYBHY 2007	18
3.1. Dinamik Analiz Yöntemleri	18
3.1.1. Eşdeğer deprem yükü yöntemi.....	18
3.1.2. Mod birleştirme yöntemi	19

3.1.3. Zaman tanım alanında hesap yöntemi	21
3.2. Modellemede Kullanılan Dinamik Hesap Yöntem ve Parametreler..	22
3.2.1. Hareketli yük katılım katsayısı	22
3.2.2. Bina önem katsayısı.....	23
3.2.3. Etkin yer ivme katsayısı	23
3.2.4. Sprektrum katsayısı	24
3.2.5. Taşıyıcı sistem davranış katsayısı.....	25
3.2.6. Hareketli yükler	26
3.3. Düzensizlikler	27
3.3.1. Planda düzensizlik durumları	27
3.3.1.1. Burulma düzensizliği A1	27
3.3.1.2. Döşeme süreksizlikleri A2	28
3.3.1.3. Planda çıkıntıların bulunması A3	29
3.3.2. Düşey doğrultuda düzensizlik durumları.....	30
3.3.2.1. Komşu katlar arası dayanım düzensizliği (zayıf kat) B1	30
3.3.2.2. Komşu katlar arası rijitlik düzensizliği (yumuşak kat) B2	31
3.3.2.3. Taşıyıcı sistemin düşey elemanlarının süreksizliği ...	31
3.4. Görelî Kat Ötelemeleri ve İkinci Mertebe Etkileri	32
3.4.1. Etkin görelî kat ötelemeleri	32
3.4.2. İkinci mertebe etkileri.....	32
3.5. Performansa Dayalı Yapı Tasarımı.....	33
3.5.1. Binalardan bilgi toplanması.....	33
3.5.1.1. Toplanacak bilginin kapsamı.....	33
3.5.1.2. Bilgi düzeyleri	33
3.5.1.3. Bilgi düzeyi katsayıları.....	34
3.5.2. Performansa dayalı tasarım ve değerlendirmenin temel ilkeleri	34
3.5.3. Yapı elemanlarında kesit hasarları ve kesit hasar sınırları.....	35
3.5.3.1. Kesit hasar sınırları.....	35
3.5.3.2. Kesit hasar bölgeleri.....	35

3.5.3.3. Hemen kullanım seviyesi (HK).....	36
3.5.3.4. Can güvenliği seviyesi (CG)	36
3.5.3.5. Göçme öncesi seviyesi (GÖ).....	37
3.5.3.6. Göçme durumu.....	37
3.5.3.7. Binalar için hedeflenen deprem performans Düzeyleri.....	37

BÖLÜM 4.

SAYISAL ÇÖZÜMLEME	39
4.1. Planların Özellikleri	39
4.1.1. Betonarme hesapta kullanılan kombinasyonlar.....	39
4.1.2. Kullanılan statik materyal özellikleri	40
4.2. 3 Katlı Planların Analiz Sonuçları	40
4.2.1. Plan 1 analiz sonuçları.....	40
4.2.2. Plan 2 analiz sonuçları.....	47
4.2.3. Plan 3 analiz sonuçları.....	53
4.2.4. Plan 4 analiz sonuçları.....	59
4.3. 5 Katlı Planların Analiz Sonuçları	65
4.3.1. Plan 1 analiz sonuçları.....	65
4.3.2. Plan 2 analiz sonuçları.....	72
4.3.3. Plan 3 analiz sonuçları.....	79
4.3.4. Plan 4 analiz sonuçları.....	86
4.4. 7 Katlı Planların Analiz Sonuçları	93
4.4.1. Plan 1 analiz sonuçları.....	93
4.4.2. Plan 2 analiz sonuçları.....	101
4.4.3. Plan 3 analiz sonuçları.....	108
4.4.4. Plan 4 analiz sonuçları.....	116

BÖLÜM 5.

YAPI MODELLERİNİN ANALİZ SONUÇLARININ KARŞILAŞTIRILMASI .	123
5.1. 3 Katlı Olan Planların Karşılaştırılması	123
5.1.1. Planların geometrik yerleşim bakımından karşılaştırılması ..	123

5.1.2. Planların periyotlarının karşılaştırılması	123
5.1.3. Taban kesme kuvvetlerinin karşılaştırılması	124
5.1.4. Kat yerdeğiştirme ve görelî kat ötelemelerinin Karşılaştırılması.....	125
5.2. 5 Katlı Olan Planların Karşılaştırılması	128
5.2.1. Planların geometrik yerleşim bakımından karşılaştırılması ..	128
5.2.2. Planların periyotlarının karşılaştırılması	128
5.2.3. Taban kesme kuvvetlerinin karşılaştırılması	129
5.2.4. Kat yerdeğiştirme ve görelî kat ötelemelerinin Karşılaştırılması.....	129
5.3. 7 Katlı Olan Planların Karşılaştırılması	132
5.3.1. Planların geometrik yerleşim bakımından karşılaştırılması ..	132
5.3.2. Planların periyotlarının karşılaştırılması	132
5.3.3. Taban kesme kuvvetlerinin karşılaştırılması	133
5.3.4. Kat yerdeğiştirme ve görelî kat ötelemelerinin karşılaştırılması.....	134

BÖLÜM 6.

KOLONLARDA KESME KUVVETİ, EKSENEL KUVVETLER VE MOMENT DEĞERLERİNİN KARŞILAŞTIRILMASI.....

6.1. Planlarda Zemin Katta Seçilen Kolonların Karşılaştırılması.....	137
6.2. 3 Katlı Planlarda Zemin Kattakı Seçilen Kolonların Karşılaştırılması	145
6.3. 5 Katlı Planlarda Zemin Kattakı Seçilen Kolonların Karşılaştırılması	153
6.4. 7 Katlı Planlarda Zemin Kattakı Seçilen Kolonların Karşılaştırılması	162

BÖLÜM 7.

SONUÇLAR VE DEĞERLENDİRMELER	172
KAYNAKLAR.....	176

SİMGELER VE KISALTMALAR LİSTESİ

A	: Etkin yer ivmesi katsayısı
$A(T)$	: Spektral ivme katsayısı
DBYBHY	: Deprem bölgelerinde yapılacak binalar hakkında yönetmelik 2007
E_s	: Donatı elastisite modülü
F_b	: Eşdeğer deprem yükü yöntemi taban kesme kuvveti
F_{bk}	: Rijit bodrum katına etkiyen eşdeğer deprem yükü
F_i	: İ'inci kata etkiyen eşdeğer deprem yükü
f_{ck}	: Beton karakteristik basınç dayanımı
H	: Temelden itibaren veya rijit bodrum varsa zemin kat döşemesinden itibaren ölçülen bina yüksekliği
H_i	: Binanın i'inci katının temel üstünden veya rijit bodrum varsa zemin kat döşemesinden itibaren ölçülen yüksekliği
H	: Kat yüksekliği
m_i	: Binanın i'inci katının kütlesi
N_d	: Hesap normal kuvveti
N	: Hareketli yük katılım katsayısı
R	: Taşıyıcı sistem davranış katsayısı
$R_a(T)$	: Deprem yükü azaltma katsayısı
$S(T)$	: Spektrum katsayısı
T	: Bina doğal titreşim periyodu
TS 500	: Betonarme yapıların tasarım ve yapım kuralları
TS 498	: Yapı elemanlarının boyutlandırılmasında alınacak yüklerin hesap değerleri
V_i	: Binanın i'inci katına etki eden kat kesme kuvveti

V_t	: Eşdeğer deprem yükü yöntemi taban kesme kuvveti
V_{tB}	: Mod birleştirme yöntemi taban kesme kuvveti
W	: Binanın, hareketli yük katılım katsayısı kullanılarak hesaplanan toplam ağırlığı
W_{bk}	: Rijit bodrum katın ağırlığı
W_i	: Binanın i'inci katının, hareketli yük katılım katsayısı kullanılarak hesaplanan ağırlığı
α_s	: Süneklik düzeyi yüksek perdelerin tabanında elde edilen kesme kuvvetleri toplamının, binanın tümü için tabanda meydana gelen toplam kesme kuvvetine oranı
ΔF_N	: Binanın en üst katına etkiyen ek eşdeğer deprem yükü
Δ_i	: Binanın i'inci katındaki azaltılmış öteleme
ϵ_{cu}	: Beton ezilme birim kısalması
η_{bi}	: İ'inci katta tanımlanan burulma düzensizliği katsayısı
η_{ci}	: İ'inci katta tanımlanan dayanım düzensizliği katsayısı
η_{ki}	: İ'inci katta tanımlanan rijitlik düzensizliği katsayısı
θ_i	: İ'inci kat için ikinci mertebe gösterge değeri

ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil 1.1. Taşıyıcı sistemin planda yerleşimi – Plan 1.....	5
Şekil 1.2. Taşıyıcı sistemin planda yerleşimi – Plan 2.....	6
Şekil 1.3. Taşıyıcı sistemin planda yerleşimi – Plan 3.....	7
Şekil 1.4. Taşıyıcı sistemin planda yerleşimi – Plan 4.....	8
Şekil 2.1. Yüksek binaların taşıyıcı sisteminin sınıflandırılması [3]	11
Şekil 2.2. Çerçeve sistem örneği [3].	12
Şekil 2.3. Perde çerçeve sistem örneği [3]	13
Şekil 2.4. Tüp sistem örneği [3]	14
Şekil 2.5. Dış merkezli, dolaylı mesnetleme ve yetersiz çerçeve bakımından taşıyıcı sistemler [12].	14
Şekil 2.6. Çevre çerçeve kirişi teşkili bakımından uygun olan ve olmayan sistemler [15].	15
Şekil 2.7. Narin kütle merkezi yüksek ve bodur ve kütle merkezi aşağıda kütle gösterimi [12]	15
Şekil 2.8. Düşeyde eleman süreksizliği [12].	15
Şekil 2.9. İki yapıyı birleştiren elemanlarda moment aktaran ve aktarmayan bileşimler [12].	16
Şekil 2.10. Düşeyde kiriş süreksizliği içeren ve içermeyen tipik örnekler [12]. ..	16
Şekil 2.11. Farklı seviyede temel kullanımı ve önerilen çözüm [12].	16
Şekil 2.12. Derzle ayrılmış yapı [12].	17
Şekil 3.1. Kütle merkezinin yeri ve kaydırılmış kütle merkezinin konumları [12]	20
Şekil 3.2. Periyot-Spektrum katsayısı grafiği [3].	25
Şekil 3.3. A1 burulma düzensizliği	27
Şekil 3.5. (a) ve (b) A2 döşeme süreksizliği düzensizliği	29
Şekil 3.6. A3 planda çıkıntı düzensizliği	30

Şekil 3.7. Hiçbir zaman izin verilemez B3 süreksizlikleri [7]	31
Şekil 3.8. B3 taşıyıcı düşey eleman süreksizliği	32
Şekil 3.9. Kesit Hasar Sınırları [14].	36
Şekil 4.1. Taşıyıcı sistemin kalıp planı ve 3 boyutlu görünüşü – Plan 1 (3 katlı)..	40
Şekil 4.2.Yapı davranış katsayısı belirlenmesi (ideCAD)	41
Şekil 4.3. Taşıyıcı sistemin kalıp planı ve 3 boyutlu görünüşü – Plan 2 (3 katlı) ...	47
Şekil 4.4. Taşıyıcı sistemin kalıp planı ve 3 boyutlu görünüşü – Plan 3 (3 katlı) ...	53
Şekil 4.5. Taşıyıcı sistemin kalıp planı ve 3 boyutlu görünüşü – Plan 4 (3 katlı)....	59
Şekil 4.6. Taşıyıcı sistemin kalıp planı ve 3 boyutlu görünüşü – Plan 1 (5 katlı)...	65
Şekil 4.7. Taşıyıcı sistemin kalıp planı ve 3 boyutlu görünüşü – Plan 2 (5 katlı)....	73
Şekil 4.8. Taşıyıcı sistemin kalıp planı ve 3 boyutlu görünüşü – Plan 3 (5 katlı)...	80
Şekil 4.9. Taşıyıcı sistemin kalıp planı ve 3 boyutlu görünüşü – Plan 4 (5 katlı)...	87
Şekil 4.10. Taşıyıcı sistemin kalıp planı ve 3 boyutlu görünüşü – Plan 1 (7 katlı) ..	94
Şekil 4.11. Taşıyıcı sistemin kalıp planı ve 3 boyutlu görünüşü – Plan 2 (7 katlı) ..	101
Şekil 4.12. Taşıyıcı sistemin kalıp planı ve 3 boyutlu görünüşü – Plan 3 (7 katlı) ..	109
Şekil 4.13. Taşıyıcı sistemin kalıp planı ve 3 boyutlu görünüşü – Plan 4 (7 katlı) ..	116
Şekil 5.1. 3 kalı planların periot karşılaştırılması	124
Şekil 5.2. 3 katlı planların eşdeğer deprem kuvveti taban kesme kuveti değerleri..	125
Şekil 5.3. 3 katlı Planların X yönündeki yer değiştirmeleri	125
Şekil 5.4. 3 katlı Planların Y yönündeki yer değiştirmeleri	126
Şekil 5.5. 3 katlı planların X doğrultusundaki görel kat ötelemeleri	127
Şekil 5.6. 3 katlı planların Y doğrultusundaki görel kat ötelemeleri	127
Şekil 5.7. 5 kalıplanların periot karşılaştırılması	128
Şekil 5.8. 5 katlı planların eşdeğer deprem kuvveti taban kesme kuveti değerleri.....	129
Şekil 5.9. 5 katlı Planların X yönündeki yer değiştirmeleri	130
Şekil 5.10. 5 katlı Planların Y yönündeki yer değiştirmeleri	130
Şekil 5.11. 5 katlı planların X doğrultusundaki görel kat ötelemeleri	131
Şekil 5.12. 5 katlı planların Y doğrultusundaki görel kat ötelemeleri	131
Şekil 5.13. 7 kalı planların periyod karşılaştırılması	133
Şekil 5.14. 7 katlı planların eşdeğer deprem kuvveti taban kesme kuveti değerleri.....	133

Şekil 5.15. 7 katlı Planların X yönündeki yer değiştirmeleri	134
Şekil 5.16. 7 katlı Planların Y yönündeki yer değiştirmeleri	135
Şekil 5.17. 7 katlı planların X doğrultusundaki görelî kat ötelemeleri	135
Şekil 5.18. 7 katlı planların Y doğrultusundaki görelî kat ötelemeleri	136
Şekil 6.1. Plan1 B2 kolonunun Plan 1’deki yük dağılımı ve kalıp planındaki yeri.	137
Şekil 6.2. Plan 1 F2 kolonunun Plan 1’deki yük dağılımı ve kalıp planındaki yeri.	138
Şekil 6.3. Plan 1 E4 kolonunun Plan 1’deki yük dağılımı ve kalıp planındaki yeri.	138
Şekil 6.4. Plan 2 B2 kolonunun Plan 2’deki yük dağılımı ve kalıp planındaki yeri.	139
Şekil 6.5. Plan 2 F2 kolonunun Plan 2’deki yük dağılımı ve kalıp planındaki yeri.	140
Şekil 6.6. Plan 2 E4 kolonunun Plan 2’deki yük dağılımı ve kalıp planındaki yeri.	140
Şekil 6.7. Plan 3 B2 kolonunun Plan 3’teki yük dağılımı ve kalıp planındaki yeri.	141
Şekil 6.8. Plan 3 F2 kolonunun Plan 3’teki yük dağılımı ve kalıp planındaki yeri.	142
Şekil 6.9. Plan 3 E4 kolonunun Plan 3’teki yük dağılımı ve kalıp planındaki yeri.	142
Şekil 6.10. Plan 4 B2 kolonunun Plan 4’deki yük dağılımı ve kalıp planındaki yeri.	143
Şekil 6.11. Plan 4 F2 kolonunun Plan 4’deki yük dağılımı ve kalıp planındaki yeri.	144
Şekil 6.12. Plan 4 E4 kolonunun Plan 4’deki yük dağılımı ve kalıp planındaki yeri.	144
Şekil 6.13. B2 Kolonunun 3 katlı yapı planlarına göre x ve y doğrultusunda kesme kuvvet değişimi	145
Şekil 6.14. E4 Kolonunun 3 katlı yapı planlarına göre x ve y doğrultusunda kesme kuvvet değişimi	146

Şekil 6.15. F2 Kolonunun 3 katlı yapı planlarına göre x ve y doğrultusunda kesme kuvvet değişimi.....	147
Şekil 6.16. B2 Kolonunun 3 katlı yapı planlarına göre eksenel kuvvet değişimi..	148
Şekil 6.17. E4 Kolonunun 3 katlı yapı planlarına göre eksenel kuvvet değişimi....	149
Şekil 6.18. F2 Kolonunun 3 katlı yapı planlarına göre eksenel kuvvet değişimi...	150
Şekil 6.19. B2 Kolonunun 3 katlı yapı planlarına göre x ve y doğrultusunda moment değişimi.....	151
Şekil 6.20. E4 Kolonunun 3 katlı yapı planlarına göre x ve y doğrultusunda moment değişimi.....	152
Şekil 6.21. F2 Kolonunun 3 katlı yapı planlarına göre x ve y doğrultusunda moment değişimi.....	153
Şekil 6.22. B2 Kolonunun 5 katlı yapı planlarına göre x ve y doğrultusunda kesme kuvvet değişimi.....	154
Şekil 6.23. E4 Kolonunun 5 katlı yapı planlarına göre x ve y doğrultusunda kesme kuvvet değişimi.....	155
Şekil 6.24. F2 Kolonunun 5 katlı yapı planlarına göre x ve y doğrultusunda kesme kuvvet değişimi.....	156
Şekil 6.25. B2 Kolonunun 5 katlı yapı planlarına göre eksenel kuvvet değişimi..	157
Şekil 6.26. E4 Kolonunun 5 katlı yapı planlarına göre eksenel kuvvet değişimi..	158
Şekil 6.27. F2 Kolonunun 5 katlı yapı planlarına göre eksenel kuvvet değişimi...	159
Şekil 6.28. B2 Kolonunun 5 katlı yapı planlarına göre x ve y doğrultusunda moment değişimi.....	160
Şekil 6.29. E4 Kolonunun 5 katlı yapı planlarına göre x ve y doğrultusunda moment değişimi.....	161
Şekil 6.30. F2 Kolonunun 5 katlı yapı planlarına göre x ve y doğrultusunda moment değişimi.....	162
Şekil 6.31. B2 Kolonunun 7 katlı yapı planlarına göre x ve y doğrultusunda kesme kuvvet değişimi.....	163
Şekil 6.32. E4 Kolonunun 7 katlı yapı planlarına göre x ve y doğrultusunda kesme kuvvet değişimi.....	164
Şekil 6.33. F2 Kolonunun 7 katlı yapı planlarına göre x ve y doğrultusunda kesme kuvvet değişimi.....	165

Şekil 6.34. B2 Kolonunun 7 katlı yapı planlarına göre eksenel kuvvet değişimi..	166
Şekil 6.35. E4 Kolonunun 7 katlı yapı planlarına göre eksenel kuvvet değişimi..	167
Şekil 6.36. F2 Kolonunun 7 katlı yapı planlarına göre eksenel kuvvet değişimi..	168
Şekil 6.37. B2 Kolonunun 7 katlı yapı planlarına göre x ve y doğrultusunda moment değişimi.....	169
Şekil 6.38. E4 Kolonunun 7 katlı yapı planlarına göre x ve y doğrultusunda moment değişimi.....	170
Şekil 6.39. F2 Kolonunun 7 katlı yapı planlarına göre x ve y doğrultusunda moment değişimi.....	171

TABLolar LİSTESİ

Tablo 1.1. Taşıyıcı Sistem parametreleri	9
Tablo 3.1. Eşdeğer deprem yükü yönteminin uygulanabileceği binalar	19
Tablo 3.2. Hareketli yük katılım katsayısı	22
Tablo 3.3. Bina önem katsayısı	23
Tablo 3.4. Etkin yer ivmesi katsayısı	23
Tablo 3.5. Yerel zemin sınıfları	24
Tablo 3.6. Spektrum karakteristik periyotları	24
Tablo 3.7. Taşıyıcı sistem davranış katsayısı (R).	26
Tablo 3.8. Hareketli yük (q).	26
Tablo 3.9. Binalar için bilgi düzeyi katsayıları	34
Tablo 3.10. Farklı deprem düzeylerinde binalar için öngörülen minimum performans hedefleri	38
Tablo 4.1. Plan 1 (3 katlı) deprem parametreleri	41
Tablo 4.2. Plan 1 (3 katlı) Yapı davranış katsayısı (R) seçimi	42
Tablo 4.3. Plan 1 (3 katlı) periyotları ve modların kütle katılımları	42
Tablo 4.4. Plan 1 (3 katlı) yapı kat maksimum yükleri.....	42
Tablo 4.5. Plan 1 (3 katlı) X doğrultusunda etkiyen kat kuvvetleri.....	43
Tablo 4.6. Plan 1 (3 katlı) Y doğrultusunda etkiyen kat kuvvetleri.....	43
Tablo 4.7. Plan1 (3 katlı) X yönünde kat deplasmanları.....	43
Tablo 4.8. Plan1 (3 katlı) Y yönünde kat deplasmanları.....	43
Tablo 4.9. Plan 1 (3 katlı) X yönünde +%5 görelî kat ötelemelerinin sınırlandırılması.....	44
Tablo 4.10. Plan 1 (3 katlı) X yönünde -%5 görelî kat ötelemelerinin sınırlandırılması.....	44
Tablo 4.11. Plan 1 (3 katlı) Y yönünde +%5 görelî kat ötelemelerinin sınırlandırılması.....	44

Tablo 4.12. Plan 1 (3 katlı) Y yönünde -%5 görelî kat ötelemelerinin sınırlandırılması.....	44
Tablo 4.13. Plan 1 (3 katlı) X yönünde $\pm$ %5 ikinci mertebe etkileri	45
Tablo 4.14. Plan 1 (3 katlı) Y yönünde $\pm$ %5 ikinci mertebe etkileri	45
Tablo 4.15. Plan 1 (3 katlı) X yönünde +%5 A1 burulma düzensizliğı.....	45
Tablo 4.16. Plan 1 (3 katlı) X yönünde -%5 A1 burulma düzensizliğı.....	45
Tablo 4.17. Plan 1 (3 katlı) Y yönünde +%5 A1 burulma düzensizliğı.....	45
Tablo 4.18. Plan 1 (3 katlı) Y yönünde -%5 A1 burulma düzensizliğı.....	46
Tablo 4.19. Plan 1 (3 katlı) X yönü B1 komşu katlar arası dayanım düzensizliğı (zayıf kat).....	46
Tablo 4.20. Plan 1 (3 katlı) Y yönü B1 komşu katlar arası dayanım düzensizliğı (zayıf kat).....	46
Tablo 4.21. Plan 1 (3 katlı) X yönü B2 komşu katlar arası rijitlik düzensizliğı (yumuşak kat)	46
Tablo 4.22. Plan 1 (3 katlı) Y yönü B2 komşu katlar arası rijitlik düzensizliğı (yumuşak kat)	46
Tablo 4.23 Plan2 (3 katlı) deprem parametreleri	48
Tablo 4.24. Plan 2 (3 katlı) Yapı davranış katsayısı (R) seçimi.	48
Tablo 4.25. Plan 2 (3 katlı) periyotları ve modal kütle katılımları	48
Tablo 4.26. Plan 2 (3 katlı) yapı kat maksimum yükleri.....	49
Tablo 4.27. Plan 2 (3 katlı) X doğrultusunda etkiyen kat kuvvetleri.....	49
Tablo 4.28. Plan 2 (3 katlı) Y doğrultusunda etkiyen kat kuvvetleri.....	49
Tablo 4.29. Plan 2 (3 katlı) X yönünde kat deplasmanları.....	50
Tablo 4.30. Plan 2 (3 katlı) Y yönünde kat deplasmanları.....	50
Tablo 4.31. Plan 2 (3 katlı) X yönünde $\pm$ %5 görelî kat ötelemelerinin sınırlandırılması.....	50
Tablo 4.32. Plan 2 (3 katlı) Y yönünde $\pm$ %5 görelî kat ötelemelerinin sınırlandırılması.....	50
Tablo 4.33. Plan 2 (3 katlı) X yönünde $\pm$ %5 ikinci mertebe etkileri	51
Tablo 4.34. Plan 2 (3 katlı) Y yönünde $\pm$ %5 ikinci mertebe etkileri	51
Tablo 4.35. Plan 2 (3 katlı) X yönünde $\pm$ %5 A1 burulma düzensizliğı.....	51
Tablo 4.36. Plan 2 (3 katlı) Y yönünde $\pm$ %5 A1 burulma düzensizliğı.....	51

Tablo4.37. Plan 2 (3 katlı) X yönü B1 komşu katlar arası dayanım düzensizliği (zayıf kat)	52
Tablo 4.38. Plan 2 (3 katlı) Y yönü B1 komşu katlar arası dayanım düzensizliği (zayıf kat)	52
Tablo 4.39. Plan 2 (3 katlı) X yönü B2 komşu katlar arası rijitlik düzensizliği (yumuşak kat)	52
Tablo 4.40. Plan 2 (3 katlı) Y yönü B2 komşu katlar arası rijitlik düzensizliği (yumuşak kat)	52
Tablo 4.41. Plan 3 (3 katlı) deprem parametreleri	54
Tablo 4.42. Plan 3 (3 katlı) Yapı davranış katsayısı (R) seçimi.	54
Tablo 4.43. Plan3 (3 katlı) periyotları ve modal kütle katılımları	54
Tablo 4.44. Plan 3 (3 katlı) yapı kat maksimum yükleri.....	55
Tablo 4.45. Plan 3 (3 katlı) X doğrultusunda etkiyen kat kuvvetleri	55
Tablo 4.46. Plan 3 (3 katlı) Y doğrultusunda etkiyen kat kuvvetleri	55
Tablo 4.47. Plan 3 (3 katlı) X yönünde kat deplasmanları.....	56
Tablo 4.48. Plan 3 (3 katlı) Y yönünde kat deplasmanları.....	56
Tablo 4.49. Plan 3 (3 katlı) X yönünde $\pm\%5$ görelî kat ötelemelerinin sınırlandırılması	56
Tablo 4.50. Plan 3 (3 katlı) Y yönünde $\pm\%5$ görelî kat ötelemelerinin sınırlandırılması	56
Tablo 4.51. Plan 3 (3 katlı) X yönünde $\pm\%5$ ikinci mertebe etkileri	57
Tablo 4.52. Plan 3 (3 katlı) Y yönünde $\pm\%5$ ikinci mertebe etkileri	57
Tablo 4.53. Plan 3 (3 katlı) X yönünde $\pm\%5$ A1 burulma düzensizliği.....	57
Tablo 4.54. Plan 3 (3 katlı) Y yönünde $\pm\%5$ A1 burulma düzensizliği.....	57
Tablo 4.55. Plan 3 (3 katlı) X yönü B1 komşu katlar arası dayanım düzensizliği (zayıf kat)	58
Tablo 4.56. Plan 3 (3 katlı) Y yönü B1 komşu katlar arası dayanım düzensizliği (zayıf kat)	58
Tablo 4.57. Plan 3 (3 katlı) X yönü B2 komşu katlar arası rijitlik düzensizliği (yumuşak kat)	58
Tablo 4.58. Plan 3 (3 katlı) Y yönü B2 komşu katlar arası rijitlik düzensizliği (yumuşak kat)	58

Tablo 4.59. Plan 4 (3 katlı) deprem parametreleri	60
Tablo 4.60. Plan 4 (3 katlı) Yapı davranış katsayısı (R) seçimi.	60
Tablo 4.61. Plan 4 (3 katlı) periyotları ve modal kütle katılımları	61
Tablo 4.62. Plan 4 (3 katlı) yapı kat maksimum yükleri.....	61
Tablo 4.63. Plan 4 (3 katlı) X doğrultusunda etkiyen kat kuvvetleri	61
Tablo 4.64. Plan 4 (3 katlı) Y doğrultusunda etkiyen kat kuvvetleri	62
Tablo 4.65. Plan 4 (3 katlı) X yönünde kat deplasmanları.....	62
Tablo 4.66. Plan 4 (3 katlı) Y yönünde kat deplasmanları.....	62
Tablo 4.67. Plan 4 (3 katlı) X yönünde $\pm\%5$ görelî kat ötelemelerinin sınırlandırılması	62
Tablo 4.68. Plan 4 (3 katlı) Y yönünde $\pm\%5$ görelî kat ötelemelerinin sınırlandırılması	63
Tablo 4.69. Plan 4 (3 katlı) X yönünde $\pm\%5$ ikinci mertebe etkileri	63
Tablo 4.70. Plan 4 (3 katlı) Y yönünde $\pm\%5$ ikinci mertebe etkileri	63
Tablo 4.71. Plan 4 (3 katlı) X yönünde $\pm\%5$ A1 burulma düzensizliği.....	63
Tablo 4.72. Plan 4 (3 katlı) Y yönünde $\pm\%5$ A1 burulma düzensizliği.....	64
Tablo 4.73. Plan 4 (3 katlı) X yönü B1 komşu katlar arası dayanım düzensizliği (zayıf kat)	64
Tablo 4.74. Plan 4 (3 katlı) Y yönü B1 komşu katlar arası dayanım düzensizliği (zayıf kat)	64
Tablo 4.75. Plan 4 (3 katlı) X yönü B2 komşu katlar arası rijitlik düzensizliği (yumuşak kat)	64
Tablo 4.76. Plan 4 (3 katlı) Y yönü B2 komşu katlar arası rijitlik düzensizliği (yumuşak kat)	65
Tablo 4.77. Plan1 (5 katlı) deprem parametreleri	66
Tablo 4.78. Plan 1 (5 katlı) Yapı davranış katsayısı (R) seçimi.	66
Tablo 4.79. Plan1 (5 katlı) periyotları ve modal kütle katılımları	67
Tablo 4.80. Plan 1 (5 katlı) yapı kat maksimum yükleri.....	67
Tablo 4.81. Plan 1 (5 katlı) X doğrultusunda etkiyen kat kuvvetleri	68
Tablo 4.82. Plan 1 (5 katlı) Y doğrultusunda etkiyen kat kuvvetleri	68
Tablo 4.83. Plan 1 (5 katlı) X yönünde kat deplasmanları.....	68
Tablo4.84. Plan 1 (5 katlı) Y yönünde kat deplasmanları.....	69

Tablo 4.85. Plan 1 (5 katlı) X yönünde $\pm\%5$ görelî kat ötelemelerinin sınırlandırılması	69
Tablo 4.86. Plan 1 (5 katlı) Y yönünde $\pm\%5$ görelî kat ötelemelerinin sınırlandırılması	69
Tablo 4.87. Plan 1 (5 katlı) X yönünde $\pm\%5$ ikinci mertebe etkileri	70
Tablo 4.88. Plan 1 (5 katlı) Y yönünde $\pm\%5$ ikinci mertebe etkileri	70
Tablo 4.89. Plan 1 (5 katlı) X yönünde $\pm\%5$ A1 burulma düzensizliğı.....	70
Tablo 4.90. Plan 1 (5 katlı) Y yönünde $\pm\%5$ A1 burulma düzensizliğı.....	71
Tablo 4.91. Plan 1 (5 katlı) X yönü B1 komşu katlar arası dayanım düzensizliğı (zayıf kat).....	71
Tablo 4.92. Plan 1 (5 katlı) Y yönü B1 komşu katlar arası dayanım düzensizliğı (zayıf kat).....	71
Tablo 4.93. Plan 1 (5 katlı) X yönü B2 komşu katlar arası rijitlik düzensizliğı (yumuşak kat)	72
Tablo 4.94. Plan 1 (5 katlı) Y yönü B2 komşu katlar arası rijitlik düzensizliğı (yumuşak kat)	72
Tablo 4.95. Plan 2 (5 katlı) deprem parametreleri	73
Tablo 4.96. Plan 2 (5 katlı) Yapı davranış katsayısı (R) seçimi.	74
Tablo 4.97. Plan 2 (5 katlı) periyotları ve modal kütle katılımları	74
Tablo 4.98. Plan 2 (5 katlı) yapı kat maksimum yükleri.....	74
Tablo 4.99. Plan 2 (5 katlı) X doğrultusunda etkiyen kat kuvvetleri	75
Tablo 4.100. Plan 2 (5 katlı) Y doğrultusunda etkiyen kat kuvvetleri.....	75
Tablo 4.101. Plan 2 (5 katlı) X yönünde kat deplasmanları.....	75
Tablo 4.102. Plan 2 (5 katlı) Y yönünde kat deplasmanları.....	76
Tablo 4.103. Plan 2 (5 katlı) X yönünde $\pm\%5$ görelî kat ötelemelerinin sınırlandırılması	76
Tablo 4.104. Plan 2 (5 katlı) Y yönünde $\pm\%5$ görelî kat ötelemelerinin sınırlandırılması	76
Tablo 4.105. Plan 2 (5 katlı) X yönünde $\pm\%5$ ikinci mertebe etkileri	77
Tablo 4.106. Plan 2 (5 katlı) Y yönünde $\pm\%5$ ikinci mertebe etkileri	77
Tablo 4.107. Plan 2 (5 katlı) X yönünde $\pm\%5$ A1 burulma düzensizliğı.....	77
Tablo 4.108. Plan 2 (5 katlı) Y yönünde $\pm\%5$ A1 burulma düzensizliğı.....	78

Tablo 4.109. Plan 2 (5 katlı) X yönü B1 komşu katlar arası dayanım düzensizliği (zayıf kat)	78
Tablo 4.110. Plan 2 (5 katlı) Y yönü B1 komşu katlar arası dayanım düzensizliği (zayıf kat)	78
Tablo 4.111. Plan 2 (5 katlı) X yönü B2 komşu katlar arası rijitlik düzensizliği (yumuşak kat)	79
Tablo 4.112. Plan 2 (5 katlı) Y yönü B2 komşu katlar arası rijitlik düzensizliği (yumuşak kat)	79
Tablo 4.113. Plan 3 (5 katlı) deprem parametreleri	80
Tablo 4.114. Plan 3 (5 katlı) Yapı davranış katsayısı (R).....	81
Tablo 4.115. Plan 3 (5 katlı) periyotları ve modal kütle katılımlar	81
Tablo 4.116. Plan 3 (5 katlı) yapı kat maksimum yükleri.....	81
Tablo 4.117. Plan 3 (5 katlı) X doğrultusunda etkiyen kat kuvvetleri	82
Tablo 4.118. Plan 3 (5 katlı) Y doğrultusunda etkiyen kat kuvvetleri	82
Tablo 4.119. Plan 3 (5 katlı) X yönünde kat deplasmanları.....	82
Tablo 4.120. Plan 3 (5 katlı) Y yönünde kat deplasmanları.....	83
Tablo 4.121. Plan 3 (5 katlı) X yönünde $\pm\%5$ görelî kat ötelemelerinin sınırlandırılması	83
Tablo 4.122. Plan 3 (5 katlı) Y yönünde $\pm\%5$ görelî kat ötelemelerinin sınırlandırılması	83
Tablo 4.123. Plan 3 (5 katlı) X yönünde $\pm\%5$ ikinci mertebe etkileri	84
Tablo 4.124. Plan 3 (5 katlı) Y yönünde $\pm\%5$ ikinci mertebe etkileri	84
Tablo 4.125. Plan 3 (5 katlı) X yönünde $\pm\%5$ A1 burulma düzensizliği.....	84
Tablo 4.126. Plan 3 (5 katlı) Y yönünde $\pm\%5$ A1 burulma düzensizliği.....	85
Tablo 4.127. Plan 3 (5 katlı) X yönü B1 komşu katlar arası dayanım düzensizliği (zayıf kat)	85
Tablo 4.128. Plan 3 (5 katlı) Y yönü B1 komşu katlar arası dayanım düzensizliği (zayıf kat)	85
Tablo 4.129. Plan 3 (5 katlı) X yönü B2 komşu katlar arası rijitlik düzensizliği (yumuşak kat)	86
Tablo 4.130. Plan 3 (5 katlı) Y yönü B2 komşu katlar arası rijitlik düzensizliği (yumuşak kat)	86

Tablo 4.131. Plan 4 (5 katlı) deprem parametreleri	87
Tablo 4.132. Plan 4 (5 katlı) Yapı davranış katsayısı (R) seçimi	88
Tablo 4.133. Plan 4 (5 katlı) periyotları ve modların kütle katılımları	88
Tablo 4.134. Plan 4 (5 katlı) yapı kat maksimum yükleri.....	88
Tablo 4.135. Plan 4 (5 katlı) X doğrultusunda etkiyen kat kuvvetleri	89
Tablo 4.136. Plan 4 (5 katlı) Y doğrultusunda etkiyen kat kuvvetleri	89
Tablo 4.137. Plan 4 (5 katlı) X yönünde kat deplasmanları.....	89
Tablo 4.138. Plan 4 (5 katlı) Y yönünde kat deplasmanları.....	90
Tablo 4.139. Plan 4 (5 katlı) X yönünde $\pm\%5$ görelî kat ötelemelerinin sınırlandırılması	90
Tablo 4.140. Plan 4 (5 katlı) Y yönünde $\pm\%5$ görelî kat ötelemelerinin sınırlandırılması	90
Tablo 4.141. Plan 4 (5 katlı) X yönünde $\pm\%5$ ikinci mertebe etkileri	91
Tablo 4.142. Plan 4 (5 katlı) Y yönünde $\pm\%5$ ikinci mertebe etkileri	91
Tablo 4.143. Plan 4 (5 katlı) X yönünde $\pm\%5$ A1 burulma düzensizliği.....	91
Tablo 4.144. Plan 4 (5 katlı) Y yönünde $\pm\%5$ A1 burulma düzensizliği.....	92
Tablo 4.145. Plan 4 (5 katlı) X yönü B1 komşu katlar arası dayanım düzensizliği (zayıf kat)	92
Tablo 4.146. Plan 4 (5 katlı) Y yönü B1 komşu katlar arası dayanım düzensizliği (zayıf kat)	92
Tablo 4.147. Plan 4 (5 katlı) X yönü B2 komşu katlar arası rijitlik düzensizliği (yumuşak kat)	93
Tablo 4.148. Plan 4 (5 katlı) Y yönü B2 komşu katlar arası rijitlik düzensizliği (yumuşak kat)	93
Tablo 4.149. Plan 1 (7 katlı) deprem parametreleri	94
Tablo 4.150. Plan 1 (7 katlı) Yapı davranış katsayısı (R) seçimi	95
Tablo 4.151. Plan 1 (7 katlı) periyotları ve modların kütle katılımları	95
Tablo 4.152. Plan 1 (7 katlı) yapı kat maksimum yükleri.....	95
Tablo 4.153. Plan 1 (7 katlı) X doğrultusunda etkiyen kat kuvvetleri	96
Tablo 4.154. Plan 1 (7 katlı) Y doğrultusunda etkiyen kat kuvvetleri	96
Tablo 4.155. Plan 1 (7 katlı) X yönünde kat deplasmanları.....	97
Tablo 4.156. Plan 1 (7 katlı) Y yönünde kat deplasmanları.....	97

Tablo 4.157. Plan 1 (7 katlı) X yönünde $\pm\%5$ görelî kat ötelemelerinin sınırlandırılması	97
Tablo 4.158. Plan 1 (7 katlı) Y yönünde $\pm\%5$ görelî kat ötelemelerinin sınırlandırılması	98
Tablo 4.159. Plan 1 (7 katlı) X yönünde $\pm\%5$ ikinci mertebe etkileri	98
Tablo 4.160. Plan 1 (7 katlı) Y yönünde $\pm\%5$ ikinci mertebe etkileri	98
Tablo 4.161. Plan 1 (7 katlı) X yönünde $\pm\%5$ A1 burulma düzensizliğı.....	99
Tablo 4.162. Plan 1 (7 katlı) Y yönünde $\pm\%5$ A1 burulma düzensizliğı.....	99
Tablo 4.163. Plan 1 (7 katlı) X yönü B1 komşu katlar arası dayanım düzensizliğı (zayıf kat).....	99
Tablo 4.164. Plan 1 (7 katlı) Y yönü B1 komşu katlar arası dayanım düzensizliğı (zayıf kat).....	100
Tablo 4.165. Plan 1 (7 katlı) X yönü B2 komşu katlar arası rijitlik düzensizliğı (yumuşak kat)	100
Tablo 4.166. Plan 1 (7 katlı) Y yönü B2 komşu katlar arası rijitlik düzensizliğı (yumuşak kat)	100
Tablo 4.167. Plan 2 (7 katlı) deprem parametreleri	102
Tablo 4.168. Plan 2 (7 katlı) Yapı davranış katsayısı (R) seçimi	102
Tablo 4.169. Plan 2 (7 katlı) periyotları ve modların kütle katılımları	103
Tablo 4.170. Plan 2 (7 katlı) yapı kat maksimum yükleri.....	103
Tablo 4.171. Plan 2 (7 katlı) X doğrultusunda etkiyen kat kuvvetleri	104
Tablo 4.172. Plan 2 (7 katlı) Y doğrultusunda etkiyen kat kuvvetleri	104
Tablo 4.173. Plan 2 (7 katlı) X yönünde kat deplasmanları.....	104
Tablo 4.174. Plan 2 (7 katlı) Y yönünde kat deplasmanları.....	105
Tablo 4.175. Plan 2 (7 katlı) X yönünde $\pm\%5$ görelî kat ötelemelerinin sınırlandırılması	105
Tablo 4.176. Plan 2 (7 katlı) Y yönünde $\pm\%5$ görelî kat ötelemelerinin sınırlandırılması	105
Tablo 4.177. Plan 2 (7 katlı) X yönünde $\pm\%5$ ikinci mertebe etkileri	106
Tablo 4.178. Plan 2 (7 katlı) Y yönünde $\pm\%5$ ikinci mertebe etkileri	106
Tablo 4.179. Plan 2 (7 katlı) X yönünde $\pm\%5$ A1 burulma düzensizliğı.....	106
Tablo 4.180. Plan 2 (7 katlı) Y yönünde $\pm\%5$ A1 burulma düzensizliğı.....	107

Tablo 4.181. Plan 2 (7 katlı) X yönü B1 komşu katlar arası dayanım düzensizliği (zayıf kat)	107
Tablo 4.182. Plan 2 (7 katlı) Y yönü B1 komşu katlar arası dayanım düzensizliği (zayıf kat)	107
Tablo 4.183. Plan 2 (7 katlı) X yönü B2 komşu katlar arası rijitlik düzensizliği (yumuşak kat)	108
Tablo 4.184. Plan 2 (7 katlı) Y yönü B2 komşu katlar arası rijitlik düzensizliği (yumuşak kat)	108
Tablo 4.185. Plan 3 (7 katlı) deprem parametreleri	109
Tablo 4.186. Plan 3 (7 katlı) Yapı davranış katsayısı (R) seçimi	110
Tablo 4.187. Plan 3 (7 katlı) periyotları ve modların kütle katılımları	110
Tablo 4.188. Plan 3 (7 katlı) yapı kat maksimum yükleri.....	111
Tablo 4.189. Plan 3 (7 katlı) X doğrultusunda etkiyen kat kuvvetleri	111
Tablo 4.190. Plan 3 (7 katlı) Y doğrultusunda etkiyen kat kuvvetleri	111
Tablo 4.191. Plan 3 (7 katlı) X yönünde kat deplasmanları.....	112
Tablo 4.192. Plan 3 (7 katlı) Y yönünde kat deplasmanları.....	112
Tablo 4.193. Plan 3 (7 katlı) X yönünde $\pm\%5$ görelî kat ötelemelerinin sınırlandırılması	112
Tablo 4.194. Plan 3 (7 katlı) Y yönünde $\pm\%5$ görelî kat ötelemelerinin sınırlandırılması	113
Tablo 4.195. Plan 3 (7 katlı) X yönünde $\pm\%5$ ikinci mertebe etkileri	113
Tablo 4.196. Plan 3 (7 katlı) Y yönünde $\pm\%5$ ikinci mertebe etkileri	113
Tablo 4.197. Plan 3 (7 katlı) X yönünde $\pm\%5$ A1 burulma düzensizliği.....	114
Tablo 4.198. Plan 3 (7 katlı) Y yönünde $\pm\%5$ A1 burulma düzensizliği.....	114
Tablo 4.199. Plan 3 (7 katlı) X yönü B1 komşu katlar arası dayanım düzensizliği (zayıf kat)	114
Tablo 4.200. Plan 3 (7 katlı) Y yönü B1 komşu katlar arası dayanım düzensizliği (zayıf kat)	115
Tablo 4.201. Plan 3 (7 katlı) X yönü B2 komşu katlar arası rijitlik düzensizliği (yumuşak kat)	115
Tablo 4.202. Plan 3 (7 katlı) Y yönü B2 komşu katlar arası rijitlik düzensizliği (yumuşak kat)	115

Tablo 4.203. Plan 4 (7 katlı) deprem parametreleri	116
Tablo 4.204. Plan 4 (7 katlı) Yapı davranış katsayısı (R) seçimi	117
Tablo 4.205. Plan 4 (7 katlı) periyotları ve modların kütle katılımları.....	117
Tablo 4.206. Plan 4 (7 katlı) yapı kat maksimum yükleri.....	117
Tablo 4.207. Plan 4 (7 katlı) X doğrultusunda etkiyen kat kuvvetleri.....	118
Tablo 4.208. Plan 4 (7 katlı) Y doğrultusunda etkiyen kat kuvvetleri.....	118
Tablo 4.209. Plan 4 (7 katlı) X yönünde kat deplasmanları.....	118
Tablo 4.210. Plan 4 (7 katlı) Y yönünde kat deplasmanları.....	119
Tablo 4.211. Plan 4 (7 katlı) X yönünde $\pm\%5$ görelî kat ötelemelerinin sınırlandırılması	119
Tablo 4.212. Plan 4 (7 katlı) Y yönünde $\pm\%5$ görelî kat ötelemelerinin sınırlandırılması	119
Tablo 4.213. Plan 4 (7 katlı) X yönünde $\pm\%5$ ikinci mertebeye etkileri	120
Tablo 4.214. Plan 4 (7 katlı) Y yönünde $\pm\%5$ ikinci mertebeye etkileri	120
Tablo 4.215. Plan 4 (7 katlı) X yönünde $\pm\%5$ A1 burulma düzensizliğı.....	120
Tablo 4.216. Plan 4 (7 katlı) Y yönünde $\pm\%5$ A1 burulma düzensizliğı.....	121
Tablo 4.217. Plan 4 (7 katlı) X yönü B1 komşu katlar arası dayanım düzensizliğı (zayıf kat).....	121
Tablo 4.218. Plan 4 (7 katlı) Y yönü B1 komşu katlar arası dayanım düzensizliğı (zayıf kat).....	121
Tablo 4.219. Plan 4 (7 katlı) X yönü B2 komşu katlar arası rijitlik düzensizliğı (yumuşak kat)	122
Tablo 4.220. Plan 4 (7 katlı) Y yönü B2 komşu katlar arası rijitlik düzensizliğı (yumuşak kat)	122
Tablo 5.1. 3 katlı planların karşılaştırılması.....	123
Tablo 5.2. 5 katlı planların karşılaştırılması.....	128
Tablo 5.3. 7 katlı planların karşılaştırılması.....	

ÖZET

Anahtar kelimeler: Çerçeve sistemler, yatayda süreksizlik, kesme kuvveti, deprem etkisi, yatay yer değiştirme, moment değişimi.

Bu çalışmada, betonarme çerçeve taşıyıcı sistemlerde kiriş süreksizlikleri ve aks düzensizliklerinin yapısal davranış üzerine etkileri incelenmiştir. Bu amaçla; seçilen kolon veya kirişlerin yerleşim düzeni farklı, 3, 5 ve 7 kattan oluşan 4 farklı plan modellenmiş ve sonuçlar yorumlanmıştır. Bu modellerde kolonlara gelen kesme kuvvetleri, moment değerleri, yapı modellerindeki periyod, taban kesme kuvvetleri, görelî kat ötelemeleri değişimleri ve yapılarda oluşan toplam yanal yer değiştirmelerin değişimi incelenmiştir.

Yapılan bu tez çalışmasında, 4 farklı kat planında ve her kat planının 3, 5 ve 7 katlı modellerinde kiriş düzensizliklerinin, dinamik ve performans analizleri yapılarak can güvenliği sınırı sağlanması koşulu ile betonarme çerçeve yapıların davranışına etkileri araştırılmıştır.

Bu çalışmaya konu olan planların kat yükseklikleri 3 metre, bulundukları deprem bölgesi 1. derece deprem bölgesi, zemin sınıfı Z4, yapı kullanım amacı ise konut veya iş yeridir. Yapıların analizi için İdeCAD Statik 8 programı kullanılmıştır. Dinamik ve performans analizler yapılmış ve performans analizinde can güvenliği hedeflenmiştir.

INVESTIGATION OF THE EFFECT OF BEAM DISCONTINUITY ON STRUCTURAL BEHAVIOR IN REINFORCED CONCRETE STRUCTURES

SUMMARY

Key words: Frame systems, horizontal discontinuity, shear force, earthquake impact, horizontal displacement, moment change.

In this study, the effects of beam discontinuities and axle irregularities on structural behavior in reinforced concrete frame systems are investigated. For this purpose; the layout of the selected columns or beams was modeled on 4 different plans and 3, 5, 7 stories each. In these models, shear forces, moment values, period in structure models, base shear forces, changes in relative floor displacements and the variation of total lateral displacements in buildings are investigated.

In this thesis study, the effects of beam irregularities on 4 different plans and in 3, 5 and 7 storey models of each floor plan were investigated by providing dynamic and performance analyzes to ensure the safety of life and behavior of reinforced concrete frame structures.

The plans for this study are 3 meters high, earthquake zone 1st degree earthquake zone, ground class Z4, building use purpose is residence or work place. İdeCAD Static 8 program was used for the analysis of the constructions. Dynamic and performance analyzes were carried out and the safety analysis was aimed at safety.

BÖLÜM 1. GİRİŞ

1.1. Problemin Tanımı

Deprem bölgelerindeki yapılarda taşıyıcı sistem düzensizliklerinin olumsuz etkileri tam olarak bilinmemektedir. Meydana gelen son önemli depremlerden sonra yerinde yapılan incelemelerde betonarme binalarda kiriş süreksizliklerine sıkça rastlanmaktadır. Yapılan incelemeler ve yapılan çalışmalar sonucunda yapı ne kadar basit ve simetrik düzenlenmişse, depreme dayanıklılığının da o kadar yüksek olduğu belirlenmiştir. Basit, simetrik ve düzenli binaların inşaatı sırasında oluşabilecek hata olasılığı daha az olduğu gibi, inşaatıda daha kolay olacaktır. Bu güvenlik, maliyet ve zaman açısından çok önemlidir. Karmaşık, düzensiz ve simetri sahibi olmayan yapılarda yapının maruz kalacağı yüklere ilaveten burulma etkisi ortaya çıkacaktır. Yapının birbirine dik iki eksenle simetri sahibi olması gerektiği gibi, taşıyıcı sistemin detaylarında da simetriyi sağlamak yapının model davranışının gerçek deprem etkisinde yapacağı davranışa yakın olmasını sağlar. Yapının simetrik tasarımı rijitlik merkezi ile kütle merkezinin birbirine yaklaşması ve böylece oluşacak ilave burulma etkisinin azaltılması anlamına gelir. Yapının kesitlerinin boyutlandırılmasında ve deprem etkisi altındaki davranışının belirlenmesinde taşıyıcı sistemin düzenli veya düzensiz olması büyük ölçüde etkilidir. Deprem davranışı açısından yapıların yatayda ve düşeyde süreksizlik göstermeleri, ani rijitlik değişimi ile kütle farklılıkları içermeleri kaçınılmazı gereken olumsuz hallerdir. Bu özellikleri taşıyan yapılar, taşıyıcı sistem bakımından düzensiz yapılar olarak kabul edilirler. Bu tür yapılar pratikte, düzenli yapılara nazaran daha hatalı uygulamaya sebep olabilecekleri gibi, boyutlamada da bazı kesitlerin büyümesi nedeniyle ekonomik olmaktan uzaklaşırlar. Bunun bir sonucu olarak taşıyıcı sistemdeki bazı elemanlar boyutlama değerlerinin üzerindeki değerlere varan etkilere maruz kalabilirler. Bu tür yapıların analizi

esnasında deprem etkilerinin hesabının ne şekilde olması gerektiği bir sorun teşkil eder. Düzenli yapıların deprem analizlerinde kullanılan doğrusal hesap yöntemlerinin, düzensiz yapılarda ne kadar sağlıklı sonuçlar vereceği tartışmaya açık bir konudur. Yapının taşıyıcı sisteminin modellenmesi birçok kabul içerdiğinden, çözüm sonuçlarının güvenilir olma bilmesi için taşıyıcı sistemin olabildiğince basit olması tercih edilir. Düzensiz yapılarda statik ve dinamik çözümler elde edilebilirse de kabullerin fazlalığı nedeniyle bunların güvenilirliği azalır.

Bu çalışmada, deprem etkisindeki konut ve işyeri türündeki 4 farklı proje ve her biri 3, 5, 7 katlı çerçeveli taşıyıcı sisteme sahip bir betonarme yapının kolon, kiriş sisteminin ve aks açıklığının değiştirilerek sistemde meydana gelecek düzensizlikler sonucu kesme kuvvetlerinin, momentlerin, periyotların, taban kesme kuvvetlerinin, görelî kat ötemelerinin ve yapılarda oluşan toplam yanal yer değiştirmelerin değişimi incelenmiştir.

1.2. İlgili Çalışmalar

Özyurt Z., Kanıcı M. [1]' de yapılan çalışmada düzensizlikler hakkında bilgi verilmiş ve çalışmalar yapılarak, düzensiz yapıların Türkiye Deprem Yönetmeliğindeki hesapları açıklanmıştır. Ayrıca çeşitli uluslararası yönetmelikteki düzensizlikler de incelenmiştir.

Öztürk T. ve Yılmaz T. [2]' de yapılan çalışmada betonarme yapılarda taşıyıcı sistem ve donatı düzenleme ilkelerini ele almıştır. Çalışmada yönetmelik çerçevesinde incelemeler yapmıştır, depremlerde meydana gelen hasarlardan yola çıkarak önerilerde bulunmuştur.

Özlü B. [3]' te yapılan çalışmada 47 farklı model incelenerek yapının statik ve dinamik parametrelerindeki değişimi incelenmiştir. Bu çalışmada çerçeveli, perde çerçeveli ve perde taşıyıcı sistemlerin iki doğrultudaki maksimum yer değiştirmeleri, iki doğrultudaki maksimum etkin görelî kat ötelemeleri, ikinci mertebe gösterge değeri, taşıyıcı sistem serbest titreşim periyodu, burulma ve rijitlik düzensizliği katsayısı

bakımından karşılaştırılarak, bina taşıyıcı sistemlerinin davranışları incelenmiştir. Çalışma sonucunda, kat adedi değişiminin karşılaştırılmasında, kat adedinin artmasıyla, her iki doğrultudaki maksimum yer değiştirmenin, her iki doğrultudaki maksimum etkin görelî kat ötelemesi katsayısı, maksimum ikinci mertebe gösterge değeri ve periyodun azalan bir artış gösterdiği görülmüştür.

Atımtay E. [7]' de yapılan çalışmada ele alınan 30 katlı tüp sistem bir yapının, üç boyutlu modelinin düşey ve yatay yükler altındaki çözümü yapılmıştır. Çalışma sonucunda tüp sistem yüksek yapılarda çevre kirişlerinin yüksekliklerin yapının yatay riğitliğine etkisi oldukça fazladır. Tüp sistem bir yapı tasarlanırken, optimum çözüm elde edebilmek için çevre kirişlerinin yükseklikleri ile kolonların boyutları ve aralıkları göz önüne alınması belirtilmiştir.

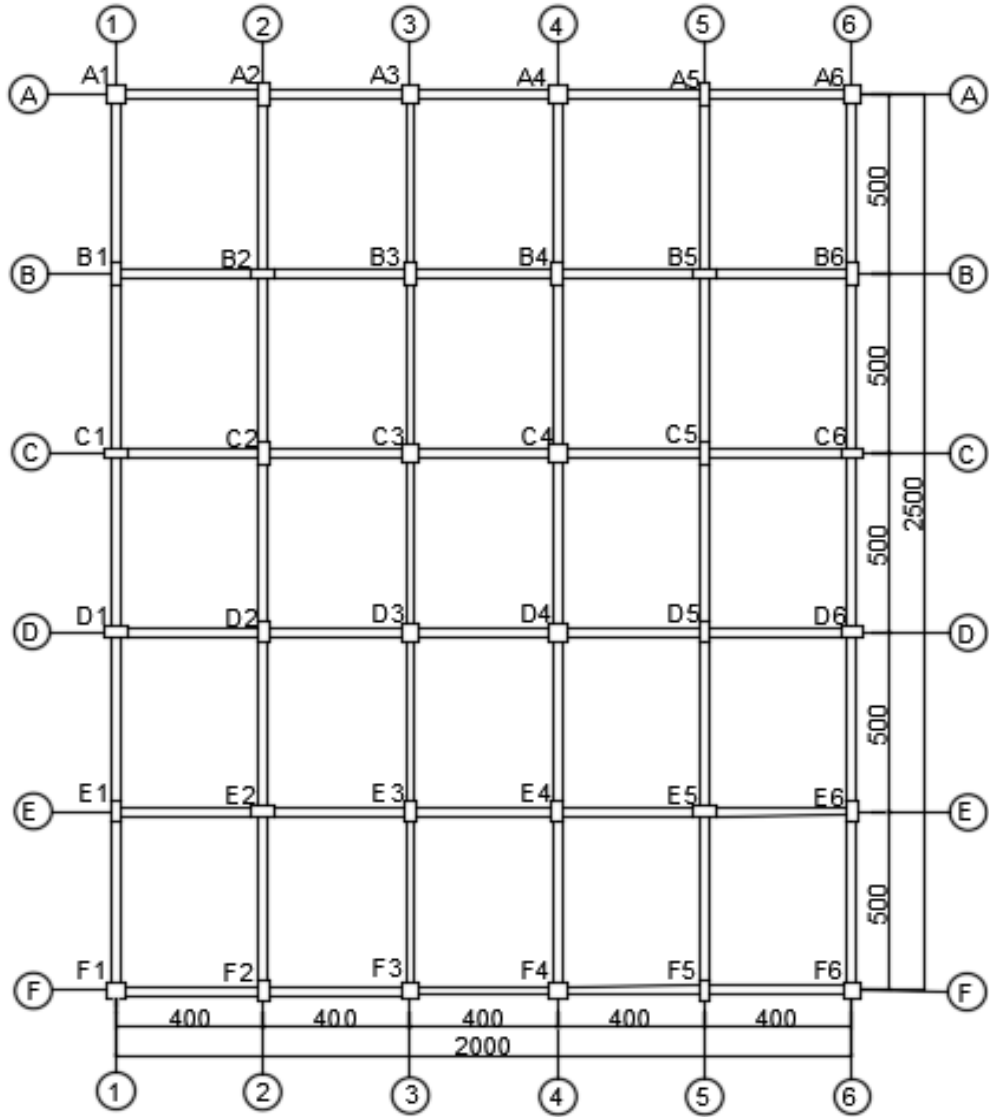
Celep Z. ve Kumbasar N. [12]' de yapılan çalışmada 1989 yılında projelendirilen, endüstriyel bir tesise ait trafo binasının mevcut durumu ve projeleri incelenmiş, kuvvet ve şekil değiştirme esaslı değerlendirmesi (duvarlar dikkate alınarak ve duvarlar dikkate alınmadan) yapılarak yapının nasıl bir deprem performansı sergilediği belirlenmiştir. Çalışma sonucunda Yapı doğrusal olmayan yöntemle incelendiğinde, kolonların eğilme kapasitelerinin kirişlerin eğilme kapasitelerinden düşük olması kirişlerin mafsallaşmamasına ve bu sayede mevcut enine donatılarla kesme kapasitesinin aşılmamasına sebep olmuştur.

1.3. Çalışmanın Amaç ve Kapsamı

Çalışmanın amacı, çerçeveli taşıyıcı sisteme sahip bir betonarme yapının kolon, kiriş sisteminin ve aks açıklığının değiştirilerek sistemde meydana gelecek kiriş düzensizlikleri sonucu kolonlara gelen kesme kuvvetleri, moment değerlerinin planda etkisi ve değişimlerinin incelenmesidir. Planlar 4 farklı düzensizlikte ve her biri 3, 5, 7 katlı olarak tasarlanmıştır.

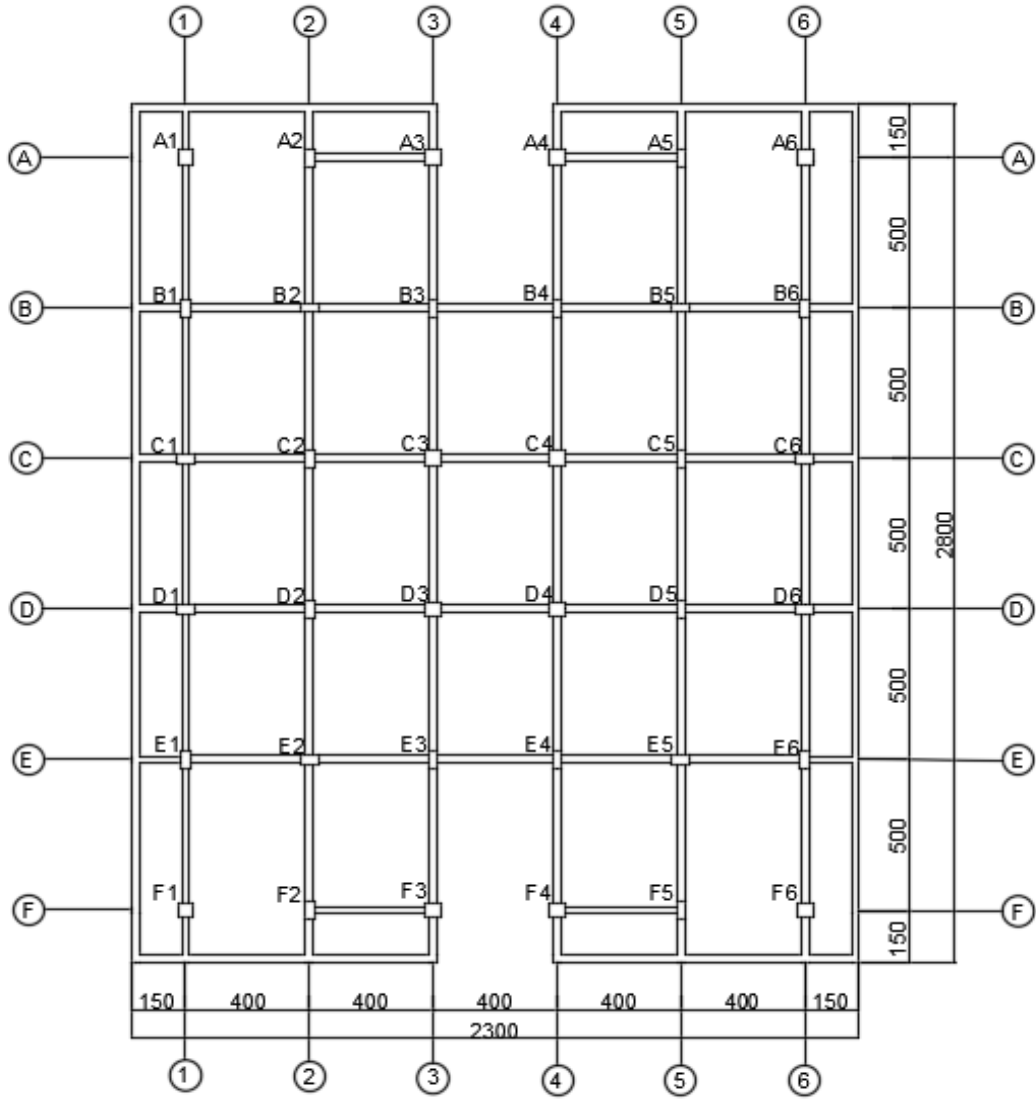
İnceleme yapılan planlarda taşıyıcı sistem içerisinde kolon boyutları kare kesitli kolonlar için tüm planların 3, 5 katlı modellerinde ve Plan 1, Plan 2'nin 7 katlı modellerinde 50/50 cm, Plan 3 ve Plan 4'ün 7 katlı modellerinde 60/60 cm olmaktadır. Dikdörtgen kolonlar da planlara ve kat sayına göre değişir. Tüm planların 3, 5 katlı modellerinde ve Plan 1'in 7 katlı modelinde dikdörtgen kolonlar 30/60 cm, Plan 2'nin 7 katlı modelinde dikdörtgen kolonlar 30/70 cm ve Plan 3, Plan 4'ün 7 katlı modellerinde dikdörtgen kolonlar 30/90 cm olmaktadır. Site içerisinde kat yüksekliği 3 metre olup, aks açıklıkları X yönünde 4 metre, Y yönünde ise 5 metredir. Yatay taşıyıcı sistem olarak kirişlerin ebatları ise Plan 1 in tüm modellerinde ve diğer planların 3, 5 katlı modellerinde 25/50 cm, Plan 2'nin 7 katlı modelinde 25/60 cm, Plan 3 ve Plan 4'ün 7 katlı modelinde 25/65 cm boyutlarındadır. Planların çözümünde Türkiye Deprem Yönetmeliği (TDY) şartlarına uyulmuş ve İDE STATİK8 bilgisayar programı kullanılmıştır.

Bu çalışmada, plan üzerinde kolon kiriş yerleşimi her biri 3, 5, 7 katlı tasarlanan farklı 4 yapı tipinde kolon-kiriş yerlerinin değişmesi sonucu kolonlara gelen kesme kuvveti dağılımının oluşturduğu düzensizlikler incelenmiştir. Taşıyıcı sistemlerin plan üzerindeki yerleşim şekilleri Şekil 1.1. – Şekil 1.4.'de gösterilmiştir. Taşıyıcı sistem modellerinde merdiven ve hesapları ihmal edilmiştir.



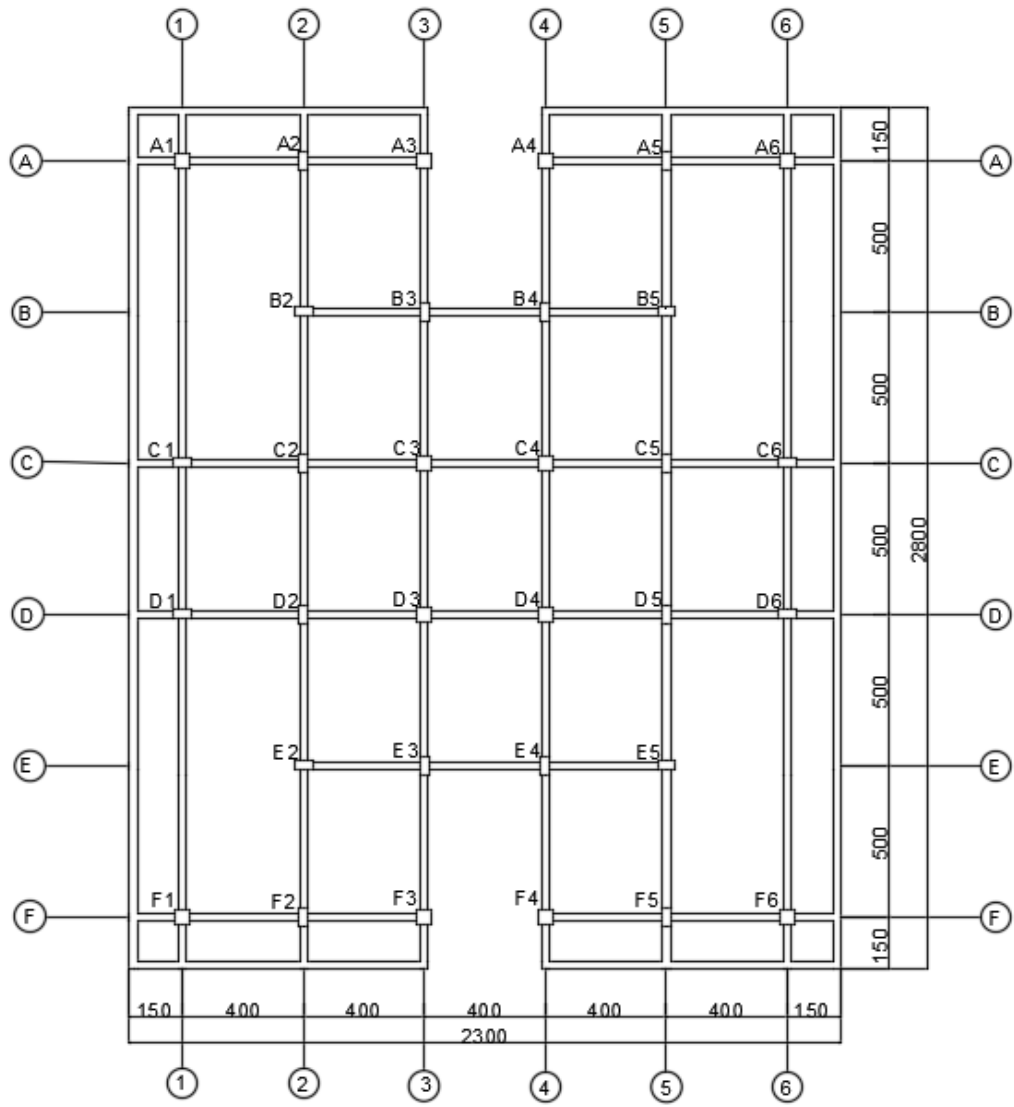
Şekil 1.1. Taşıyıcı sistemin planda yerleşimi – Plan 1

Şekil 1.1.'deki taşıyıcı sistem; düzenli bir yapının ana taşıyıcı planını oluşturmaktadır. Bu planda kolon ve kirişlerin yerleşimi gösterilmektedir.



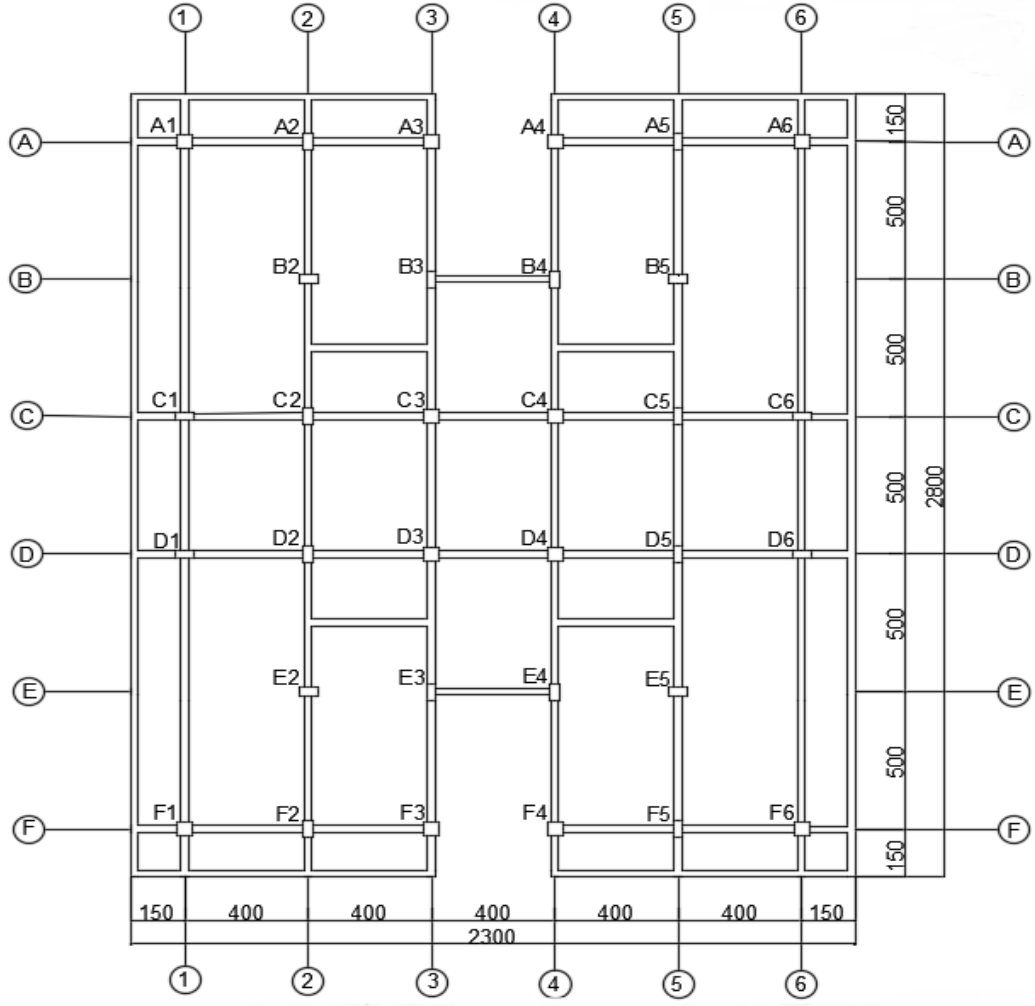
Şekil 1.2. Taşıyıcı sistemin planda yerleşimi – Plan 2

Şekil 1.1.'deki taşıyıcı sistemin dış akslarına 1,50 m kirişli konsol döşeme tasarlanmış, orta ve dış akstaki köşe çerçeve kirişleri kaldırılarak Şekil 1.2. planı oluşturulmuştur.



Şekil 1.3. Taşıyıcı sistemin planda yerleşimi – Plan 3

Şekil 1.2.'deki sistemde iki döşeme birleştirilerek geniş bir salon olarak tasarlanması durumunda uygulamada çok karşılaşılan, tek döşeme düşünülmesiyle giriş kaldırılmış ve salonların dış akslarında bulunan orta kolonlar mimari nedenlerle kaldırılarak Şekil 1.3. planı oluşturulmuştur.



Şekil 1.4. Taşıyıcı sistemin planda yerleşimi – Plan 4

Şekil 1.3.'deki taşıyıcı sistemin dik orta akstaki kirişleri mimaride duvara oturmaması sebebiyle ötelenmesi, sistemin orta kısmına bölme duvar tasarlanarak tali kiriş eklenmiş ve orta kısımda bulunan kirişler mimari tasarımda kötü durması sebebiyle kaldırılması ile Şekil 1.4. planı oluşturulmuştur.

1.4. Çalışmada Geçerli Olan Varsayımlar

Çalışması yapılan projede kat yüksekliği $h_{kat}=3.00$ m, aks açıklıkları X yönünde 4 m, Y yönünde 5 m olarak alınmıştır. İncelenen yapının analizinde Deprem Bölgelerinde

Yapılacak Binalar Hakkında Yönetmenlik (DBYBHY) kurallarına uyulmuş ve hesaplarda İDE STATİK8 bilgisayar programı kullanılmıştır.

İncelenen yapılarda düşey taşıyıcılardan kolon kesit ve şekilleri belirlenirken can güvenliği koşulları açısından 5 ve 7 katlı planlarda kolon kesitleri büyütülmüştür.

Yapının yatay taşıyıcıları olan kirişlerinin boyutları, deprem yönetmenliğinin ön gördüğü minimum kiriş gövde genişliği $b_w=250$ mm koşulu da göz önünde tutularak 250/500 mm olarak belirlenmek istense de Plan 3 ve Plan 4'ün 7 katlı modellerinde bu mümkün olmamıştır ve bu modellerde kiriş boyutu 250/650 mm olarak belirlenmiştir. Döşeme sistemi ise iki doğrultuda çalışan kirişli döşeme seçilmiş olup planların 3 ve 5 katlı modellerinde $h_f=12$ cm, 7 katlı modellerinde $h_f=15$ cm dir. İncelenen yapıların 1.derece deprem bölgelerinde bulunduğu ve Z4 yerel zemin sınıfına sahip bölgede inşa edildiği kabul edilmiştir. Yapılarda, sisteme etkiyen yatay ve düşey yüklerin çerçeveler ile taşındığı, kullanım amaçlarının konut ve işyeri tipindeki yapılar olduğu kabul edilmiştir. Yapılarda kullanılan malzemelerin homojen ve lineer elastik olduğu, beton sınıfı C25, betonarme çeliği olarak S420 kullanıldığı kabul edilmiştir. Beton ve çeliğin malzeme açısından birliktelik oluşturması ve aderansın tam olması gerekmektedir. Böylelikle beton veya donatının performansı zayıf olduğu durumda birbirlerini tamamlarlar. Planlara ait taşıyıcı sistem parametreleri Tablo 1.1.'de verilmiştir.

Tablo 1.1. Taşıyıcı Sistem parametreleri

Planlar	Plan 1	Plan 2	Plan 3	Plan 4
Malzeme	C25 S420	C25 S420	C25 S420	C25 S420
Yapı önem kat sayısı	1	1	1	1
Kullanım amacı	Konut	Konut	Konut	Konut
Zemin sınıfı	Z4	Z4	Z4	Z4
Süneklik düzeyi	Yüksek	Yüksek	Yüksek	Yüksek
Deprem bölgesi	1 derece	1 derece	1 derece	1 derece
Temel tipi	Kirişli radye	Kirişli radye	Kirişli radye	Kirişli radye
Döşeme tipi	Kirişli döşeme	Kirişli döşeme	Kirişli döşeme	Kirişli döşeme

BÖLÜM 2. BETONARME TAŞIYICI SİSTEMLER

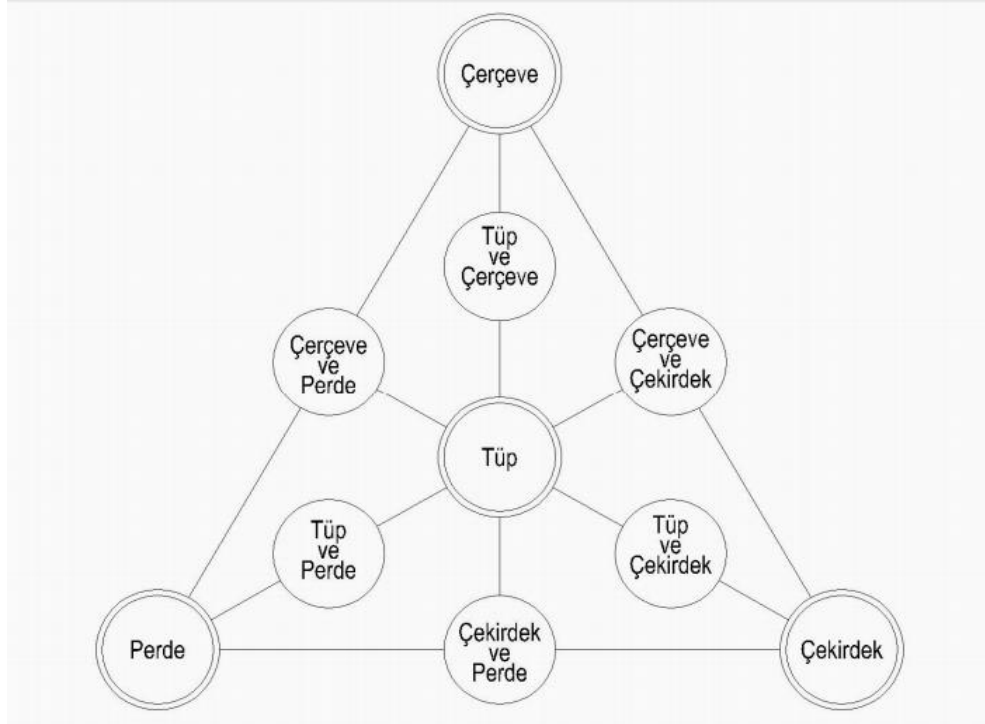
Taşıyıcı sistemler, yapının sabit, hareketli, deprem ve rüzgar yüklerini taşımaktadır. Bu kuvvetleri karşılayabilmek için en çok betonarme, çelik ve ahşap taşıyıcı sistemler kullanılmaktadır. Bu üç sistemin pek çok avantaj ve dezavantajları vardır [3].

Yapının yüksekliğinin artmasıyla rüzgar yüklerinde, ağırlığının artmasıyla deprem yüklerinde belirgin artışlar olmaktadır. Bu sebepten taşıyıcı sistemlerde önemli yatay yer değiştirmeler meydana gelmektedir. Bunun için özellikle yüksek yapılarda yatay yüklere karşı gerekli rijitlik sağlanarak yatay yer değiştirmeler sınırlandırılmaktadır [3].

Çok katlı yapılarda taşıyıcı sistem tasarlanırken, boyutlandırmada yatay yüklerin payının düşey yüklerin payından fazla olmaması istenir. Bunun için yatay yüklerin karşılanmasında taşıyıcı sistem boyutlarının artırılmasından ziyade, taşıyıcı sistemin etkinliğinin artırılmasıyla karşılanması istenir. Taşıyıcı sistemin etkinliğinin artırılması için ise yapının süneklik, sınırlı yer değiştirmelere, rijitlik ve yeterli dayanım özelliklerine sahip olması gerekmektedir [4].

Bir taşıyıcı sistemde döşemelerdeki hareketli ve kalıcı düşey yükleri kendi ağırlıkları ile birlikte kirişlere aktarırlar. Kirişler, döşemelerden gelen yükler ile üzerindeki duvar yüklerini ve kendi ağırlıklarını kolonlara aktarırlar. Kolonlar kirişlerden gelen yüklerle kendi ağırlıklarını zemine aktarmaktadır.

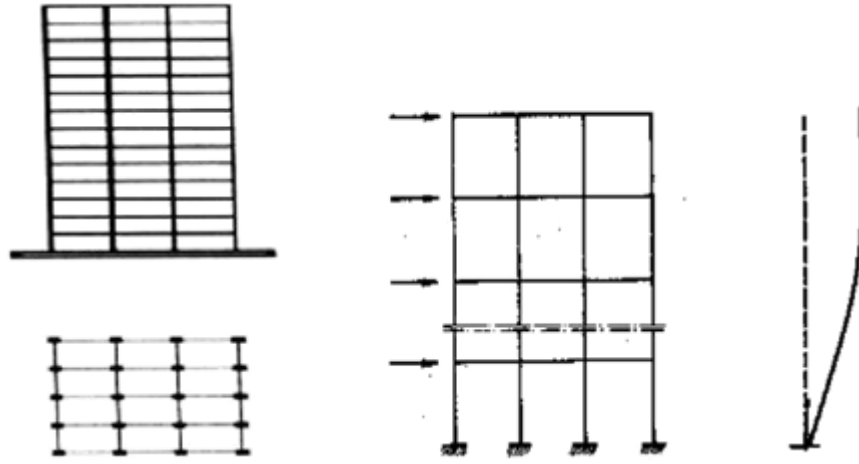
Betonarme taşıyıcı sistemler, bu günümüze kadar farklı şekillerde sınıflandırılmıştır. Bunlar arasında en çok kabul görenlerden biri de 1978 yılında Drosdov-Lishak tarafından yapılan çerçeve, perde, çekirdek, tüp ve bunların kombinasyonları olan sınıflandırmadır [5].



Şekil 2.1. Yüksek binaların taşıyıcı sisteminin sınıflandırılması [5].

2.1. Çerçeveli taşıyıcı sistemler

Kolon ve kirişlerin birleştirilmesiyle oluşturulan taşıyıcı sistem türüdür. En basit çok serbestlik dereceli taşıyıcı sistemdir. Genellikle düşey yükün etkin olduğu durumlarda tercih edilir. Yanal rijitliklerinin yeterli olmaması ve yüksek süneklikleri sebebiyle yatay yükler etkisinde büyük yatay yer değiştirmeler yaparak büyük enerji yutma kapasitesine sahip olur. Düğüm noktalarının rijitliği sağlanmalıdır. Güçlü kolon zayıf kiriş prensibi gereği plastik mafsallar kolonlarda oluşmamalıdır [6]. Atölye, fabrika gibi büyük açıklıklı ya da az katlı ofis, konut türü yapılar için daha uygundur [5].



Şekil 2.2. Çerçevesel sistem örneği [3].

Çerçevesel taşıyıcı sistem bir yapıda süneklik düzeyi yüksek ise taşıyıcı sistem davranış katsayısı R değeri 8, süneklik düzeyi normal ise 4 alınmaktadır [7].

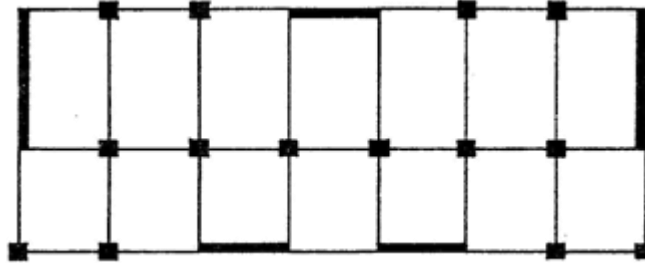
2.2. Perde çerçevesel taşıyıcı sistemler

Çerçevesel sistem yapıların kat adedi yaklaşık 15'ten fazla olduğunda ideal boyutlarda elemanların kullanılması kabul edilemez yatay kuvvet ötelemelerine yol açar. Bu rijitliğin sağlanabilmesi için perde ve çerçevelerin yapı boyunca birlikte çalışmasıyla ayrı ayrı rijitliklerinin toplanmasından daha büyük rijitliğe sahip olmuş olurlar. Bu sayede perde çerçevesel sistemli çok katlı yapıların ekonomik ve güvenli yapılması sağlanır [8].

Uzunlukları kalınlığının en az yedi katı olan perde taşıyıcı elemanlar, düşey yükler altında ince ve uzun bir kolon davranışı gösterirler. Bulunduğu doğrultuda, atalet momenti hesabındaki ilgili doğrultunun üçüncü derece kuvveti alınmasından ötürü büyük rijitlik sağlar. Perdelerin düşey yüklerin etkin olduğu sistemde bulunması büyük önem taşımamaktadır. Ancak yatay yüklere karşı kayma kapasitesini artırır [9].

Çekirdek sistemlerde gerekli rijitliğin sağlanabilmesi için büyük kesit boyutlarının kullanılmasını gerektirdiği ve mimari unsurlar bakımından birçok kısıt yaratması nedeniyle yalnızca perdelerin kullanılması bazı sorunlara yol açmaktadır. Bu durumlar

davranış bakımından çerçeve ve perdelerin bir arada kullanılmasının getirdiği avantajlar göz önünde bulundurularak perde çerçeve taşıyıcı sistemler yaygın olarak kullanılmaktadır [10].



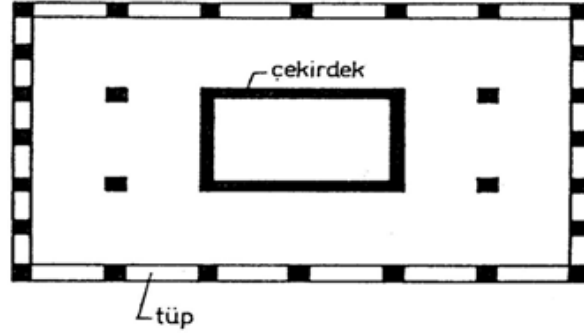
Şekil 2.3. Perde çerçeve taşıyıcı sistem örneği [1].

Perde çerçeve taşıyıcı sistemli bir yapıda süneklik düzeyi yüksek ise taşıyıcı sistem davranış katsayısı R değeri 7, süneklik düzeyi normal ise 4 alınmaktadır. α_s değerine bağlı olarak da taşıyıcı sistem davranış katsayısı R , 6 ile 7 arasında bir değer alabilmektedir [7].

2.3. Tüp Taşıyıcı Sistemler

Tüp sistemler, yapının kenarlarına 1m ile 3m arasında yerleştirilen kolonlara büyük rijitlikli kirişlerin bağlanmasıyla oluşturulmaktadır. Yapıya etkiyen yatay yüklerden oluşan eğilme momentlerini, ilgili deprem doğrultusunda dış tüpün paralel çerçevelerinin eksenel kuvvetleri tarafından karşılanması nedeniyle yüksek yapılarda kullanılması uygundur. Bu sistemde, kenar kolonlarda oluşan normal kuvvet şekil değiştirmeleri nedeniyle, hem deprem doğrultusundaki, hem de ona dik olan doğrultudaki çerçevelerin yükünü azaltır, ancak köşe kolonlarda kuvvet artışına yol açar. Bu durum da deprem doğrultusundaki çerçevelere kayma gecikmesi (shear lag) adı verilen ilave zorlanmalara neden olur. Kayma gecikmesi nedeniyle, yanıl kuvvetlerden oluşan gerilmeler orta kolonlarda azalar, kenar kolonlarda artar. Çevre çerçevelerinin kolon aralıklarının azaltılmasıyla kapalı kutu davranışına yaklaşır. Çekirdek sistemde olduğu gibi temelden çıkan konsol kiriş gibi davranmaz, davranışı daha karmaşıktır. Tüp sistem tasarımında ana amaç; yapının çevresine boşluklu perdeler oluşturarak daha sünek davranmasını sağlamaktır. Tüp sistemlerde kullanılan

kirişlerin genişlikleri genellikle 25cm-100cm, yükseklikleri ise 60cm-120cm arasında değişmektedir. Bu nedenle boşluklu perde duvara benzemektedir. Bazı durumlarda kolon aralıklarının 5m'ye kadar çıkmasına izin verilebilir. Ayrıca istenilmesi durumunda yapıda iç tüpler de yer alabilir. Tüp taşıyıcı sistemler, çerçeve tüp olarak ta bilinmektedir [11].

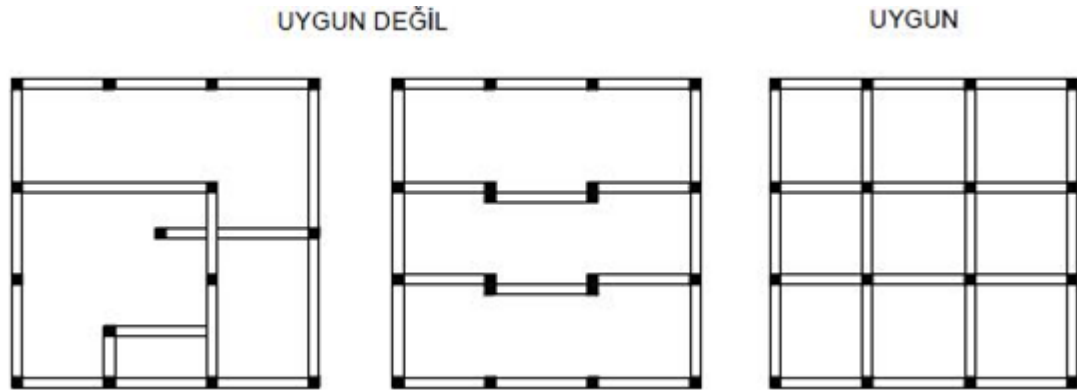


Şekil 2.4. Tüp sistem örneği [1].

2.4. Taşıyıcı sistem teşkilinde planda dikkat edilmesi gereken hususlar

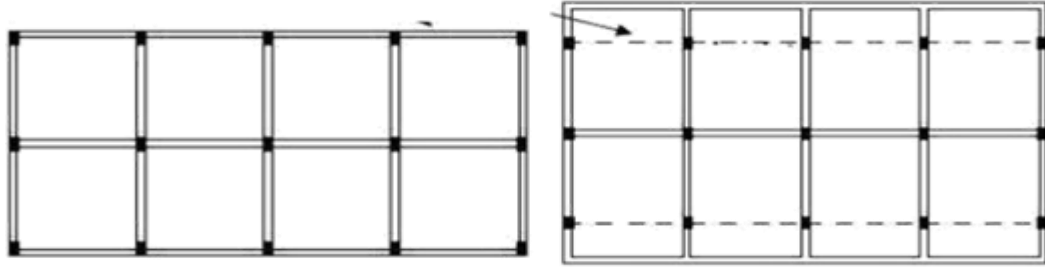
Taşıyıcı sistem düzenlenirken, yükleri en kısa yoldan temele aktaracak şekilde düzenlenmelidir.

Çerçeve teşkilinde dolaylı mesnetleme, dış merkezli mesnetleme gibi olumsuz düğüm noktası etkilerine neden olacak birleşimlerden kaçınılmalı ve her iki doğrultu için de yeterli sayıda çerçeve teşkil edilmelidir.



Şekil 2.5. Dış merkezli, dolaylı mesnetleme ve yetersiz çerçeve bakımından taşıyıcı sistemler [12].

Çevre çerçeve kirişlerinin teşkil edilmemesi yapılarda %5-50 arasında dayanım kaybına neden olur [13]. Bu durumdan kaçınılmalıdır (Şekil 2.6.).



Şekil 2.6. Çevre çerçeve kirişi teşkili bakımından uygun olan ve olmayan sistemler [10].

Düşey kesitte kütle merkezinin alt tarafta bulunması taşıyıcı sistemdeki deprem etkilerini azaltacaktır [12]. Özellikle yüksek ve narin yapılarda devirici moment alt katlarda zorlanmalara neden olacaktır bu türden taşıyıcı sistem teşkilinden kaçınmak gerekir (Şekil 2.7.).



Şekil 2.7. Narin kütle merkezi yüksek ve bodur ve kütle merkezi aşağıda kütle gösterimi [8].

Taşıyıcı sistemde düşeyde eleman süreksizliklerinin kaçınılmalıdır.



Şekil 2.8. Düşeyde eleman süreksizliği [12].

Köprü tipi yapılarda, iki yapıyı birleştiren elemanlarda ek zorlamaların meydana gelmesini önleyebilmek için yatay kuvvet iletimini engelleyecek tipte bağlantı seçimi yapılmalıdır (Şekil 2.9.).



Şekil 2.9. İki yapıyı birleştiren elemanlarda moment aktaran ve aktarmayan bileşimler [12].

Kat kirişlerinde düşeyde düzensizlik olmasından kısa kolon davranışına sebep verme riski ve çevre düğüm noktalarında ekstra zorlamalara neden olması nedeniyle kaçınılmalıdır (Şekil 2.10.).



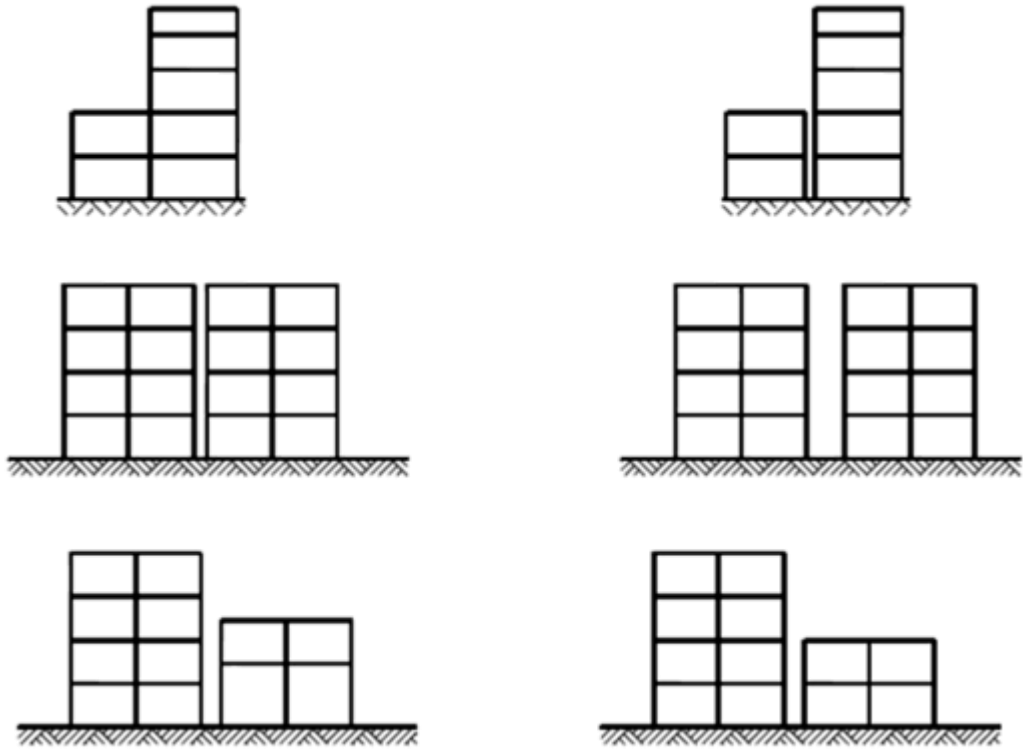
Şekil 2.10. Düşeyde kiriş süreksizliği içeren ve içermeyen tipik örnekler [12].

Farklı seviyede temel kullanımı düzenli çerçeve davranışını olumsuz etkileyeceğinden bundan kaçınılmalıdır (Şekil 2.11.).



Şekil 2.11. Farklı seviyede temel kullanımı ve önerilen çözüm [12].

Düseyde ani süreksizliklere sahip olan bir yapıyı bölerek çözüm yapmak daha doğrudur. Dikkat edilmesi gereken husus bırakılan derzin yapıların çarpışmasını engelleyecek büyüklükte olmasıdır. Eğer çeşitli nedenlerle yeterli derz mesafesi bırakılamıyorsa yapı kat seviyelerinin birbirine yakın olmasına özen gösterilmelidir.



Şekil 2.12. Derzle ayrılmış yapı [12].

Dikkat edilmesi gereken bu hususlar dışında DBHBHY-2007’de yapı çözümlemesinde hesaba katılması gereken düzensizlik tanımları yapılmıştır.

BÖLÜM 3. DEPREM BÖLGELERİNDE YAPILACAK YAPILARA İLİŞKİN BİLGİLER – DBYBHY 2007

Türkiye Deprem Bölgeleri Haritasıyla belirlenmiş tehlikeli bölgelerde yapılacak bina türü yapıların dayanaklı olarak inşa edilebilmesi için gereken hesap esasları ile yapım kurallarını, binaların önem derecesi ve yerel zemin koşullarını da dikkate alarak belirleyen bir yönetmeliktir. Mevzuatımızda “Afet Bölgelerinde Yapılacak Yapılar Hakkında Yönetmelik” olarak yer alır. Deprem Yönetmeliği, 1940 yılından bu yana teknolojik gelişmeler ve güvenlik yaklaşımlarına balı olarak sekiz kez değıştirilmiştir. Yönetmeliğin son hali ise, 6 Mart 2007 tarih ve 26454 sayılı Resmi Gazetede yayınlanmıştır [7].

3.1. Dinamik Analiz Yöntemleri

DBYBHY’de yapılara gelen deprem yüklerini hesaplamak için 3 farklı hesap yöntemi bulunmaktadır. [7].

- a) Eşdeğer deprem yükü yöntemi
- b) Mod birleştirme yöntemi
- c) Zaman tanım alanında hesap yöntemi

3.1.1. Eşdeğer deprem yükü yöntemi

DBYBHY-2007’ye göre eşdeğer deprem yükü yöntemiyle deprem hesabı tüm yapılarda uygulanamamaktadır. Bununla ilgili kısıt Tablo 3.1.de verilmiştir [7].

Tablo 3.1. Eşdeğer deprem yükü yönteminin uygulanabileceği binalar

Deprem Bölgesi	Bina Türü	Toplam Yükseklik Sınırı
1, 2	Her bir kata burulma düzensizlik katsayısının $hbi \leq 2,0$ koşulunu sağladığı binalar	$H_N \leq 25m$
1, 2	Her bir kata burulma düzensizliği katsayısı $hbi \leq 2,0$ koşulunu sağladığı ve ayrıca B2 türü düzensizliğin olmadığı binalar	$H_N \leq 40m$
3, 4	Tüm binalar	$H_N \leq 40m$

H_N : Bodrum binalarda rijit perde olan binalarda zemin kat döşemesi üstünden, diğer binalarda ise temel üstünden itibaren ölçülen toplam yükseklik

3.1.2. Mod birleştirme yöntemi

DBYBHY 2007'ye göre, x ve y yatay deprem doğrultularının her birinde, mod etkin kütleleri toplamının en az %90'ından fazlasının sağlandığı modların her birinden hesaplanan katkıların CQC veya SRRS yöntemleriyle birleştirilmesiyle maksimum iç kuvvetler ve yer değiştirmeler elde edilir [7].

$$S_{ae}(T_n) = A(T) \cdot g \quad (3.1)$$

$$S_{aR}(T_n) = \frac{S_{ae}(T_n)}{R_a(T_n)} \quad (3.2)$$

$A(T)$: Spektral ivme katsayısı

g : Yerçekimi ivmesi ($9,81m/s^2$)

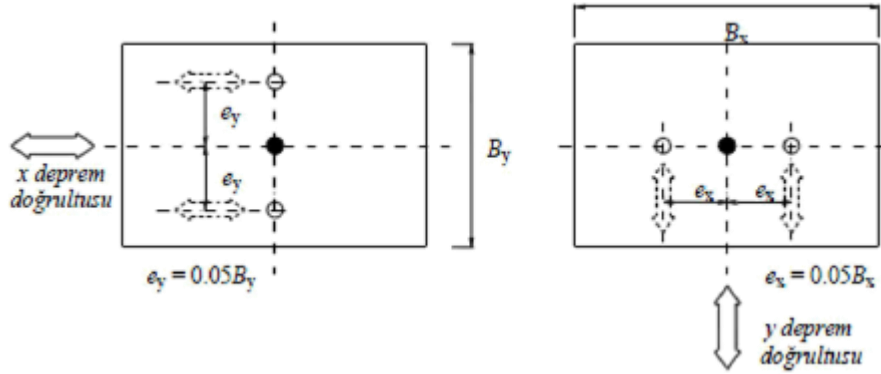
$S_{aR}(T_n)$: n'inci doğal titreşim modu için azaltılmış spektral ivme [m/s^2]

$S_{ae}(T_n)$: Elastik spektral ivme [m/s^2]

$R_a(T_n)$: Deprem yükü azaltma katsayısıdır.

Döşemelerin rijit diyafram gibi davrandığı yapılarda deprem kuvveti, Şekil 3.1.'de görüldüğü üzere x ve y doğrultularının her birinde kat boyunun $\pm 5\%$ i kadar kaydırılarak etkisi ettirilir. Deprem yükleri, tam olarak x ve y doğrultulardan etki

etmeyebilir. Ayrıca eksantrisite verilerek burulma bakımından daha elverişsiz yükleme yapılmış olur. Ağırlık merkezinde oluşacak muhtemel değişiklikle rijitlik merkeziyle arasındaki kuvvet kolunun değişime karşı güvenli tarafta kalınır. Böylece tamamen simetrik yapılarda da burulma incelenebilmektedir. Modal analizde de bu eksantrisite göz önünde bulundurulur [7].



Şekil 3.1. Kütlesel merkezinin yeri ve kaydırılmış kütle merkezinin konumları [1].

Hesap için titreşim modu her mod için:

$$\sum_{n=1}^Y M_{xn} = \sum_{n=1}^Y \frac{L_{xn}^2}{M_n} \geq 0.90 \sum_{i=1}^N m_i \quad (3.3)$$

$$\sum_{n=1}^Y M_{yn} = \sum_{n=1}^Y \frac{L_{yn}^2}{M_n} \geq 0.90 \sum_{i=1}^N m_i \quad (3.4)$$

M_{xn} : Göz önüne alınan x deprem doğrultusunda binanın n'inci doğal titreşim modundaki etkin kütle

M_{yn} : Göz önüne alınan y deprem doğrultusunda binanın n'inci doğal titreşim modundaki etkin kütle

M_n : n'inci doğal titreşim moduna ait modal kütle

m_i : Binanın i'inci katının kütlesi olarak tanımlanmıştır [7].

$$L_{xn} = \sum_{i=1}^N M_i \phi_{xin} \quad (3.5)$$

$$L_{yn} = \sum_{i=1}^N M_i \phi_{yin} \quad (3.6)$$

$$M = \sum_{i=1}^N (M_i \phi_{xin}^2 + M_i \phi_{yin}^2 + M_{\theta i} \phi_{\theta in}^2) \quad (3.7)$$

ϕ_{xin} : Kat döşemelerinin rijit diyafram olarak çalıştığı binalarda, n'inci mod şeklinin i'inci katta x eksenini doğrultusundaki yatay bileşeni

ϕ_{yin} : Kat döşemelerinin rijit diyafram olarak çalıştığı binalarda, n'inci mod şeklinin i'inci katta y eksenini doğrultusundaki yatay bileşeni

$\phi_{\theta in}$: Kat döşemelerinin rijit diyafram olarak çalıştığı binalarda, n'inci mod şeklinin i'inci katta düşey eksen etrafındaki dönme bileşeni olarak tanımlanmıştır [7].

Gerekli tüm titreşim modları için hesaplanan deprem yükü, iç kuvvetler, yer değiştirmeler gibi büyüklüklerin maksimum katkılarının istatistiksel olarak birleştirilirken aşağıdaki kurallar uygulanmaktadır:

$T_m < T_n$ olmak üzere, $T_m/T_n < 0,8$ koşulunu sağladığında, maksimum mod katkılarının birleştirilmesinde CQC “Tam Karesel Birleştirme Kuralı” kullanılmaktadır. Bu kural uygulanırken bütün titreşim modlarında sönüm oranı %5 olarak alınmaktadır [8].

3.1.3. Zaman tanım alanında hesap yöntemi

Bu yöntemde, yapıların deprem hesabında, yapay yolla elde edilmiş, önceden kaydedilmiş ya da benzetilmiş deprem yer hareketleri kullanılmaktadır.

Yapay olarak elde edilen veya kaydedilmiş deprem yer hareketlerinin kullanılabilmesi bazı koşullara bağlanmıştır. Bunlar özetle; kuvvetli yer hareketi süresinin yapının

birinci titreşim periyodunun 5 katından ve 15 saniyeden kısa olmaması, sıfır periyoda karşılık gelen spektral ivme değerleri ortalamasının A_{0g} 'den küçük olmaması ve %5 sönüm oranı için deprem doğrultusundaki birinci periyodun(T_1), $0.2T_1$ ile $2T_1$ arasındaki periyotlar için $S_{ae}(T)$ eğrinin %90'ından az olmaması olarak sıralanabilir [7].

Hesaplarda en az üç deprem yer hareketi üretilmelidir ve üç yer hareketi kullanılması durumunda sonuçların en büyüğü, yedi ve fazla yer hareketi kullanıldığında ise sonuçların ortalaması tasarımda kullanılmalıdır.

3.2. Modellemede Kullanılan Dinamik Hesap Yöntem ve Parametreler

Modellemede Tablo 3.1. baz alınarak uygulanacak olan hesap yöntemi olarak “Eşdeğer Deprem Yüğü Yöntemi” ve “Mod Birleştirme Yöntemi” ile hesaplama yapılmıştır.

Yapının davranışına etki eden birçok parametre bulunmakta ve DBYBHY’de söz konusu parametrelerin tercihinde belirli kurallar belirtilmektedir. Yapılan modellerde yapının konut olduğu kabulü yapılmış ve yönetmelikte belirtilen kurallara uygun tercihler yapılmıştır [7].

3.2.1. Hareketli yük katılım katsayısı

DBYBHY 2007’de deprem sırasında yapıya etkiyen yükün bulunabilmesi için farklı kullanım amacına sahip yapılarda hareketli yük katılım katsayısı tablosu Tablo3.2.’de verilmiştir [7].

Tablo 3.2. Hareketli yük katılım katsayısı

Binanın Kullanım Amacı	n
Depo, antrepo vb.	0,8
Okul, öğrenci yurdu, spor tesisi, sinema, tiyatro, konser salonu, garaj, lokanta, mağaza, vb.	0,6
Konut, işyeri, otel, hastane, vb.	0,3

3.2.2. Bina önem katsayısı

DBYBHY’ye göre spektral ivme katsayısı $A(T)$ ’nin bulunabilmesi için yapı kullanım amacına göre değişen “Bina Önem Katsayısı” Tablo 3.3.’te verilmiştir [7].

Tablo 3.3. Bina önem katsayısı

Bina Kullanım Amacı veya Türü	Bina Önem Katsayısı (I)
1. Deprem sonrası kullanımı gereken binalar ve tehlikeli madde içeren binalar	
a) Deprem sonrasında hemen kullanılması gereken binalar(Hastaneler, itfaiye, haberleşme tesisleri, ulaşım istasyonları, enerji tesisleri, yöntem binaları, il yardım ve afet planlama istasyonları)	1,5
b) Toksik, patlayıcı, parlayıcı, vb. özellikleri olan maddelerin bulunduğu veya depolandığı binalar	
2. İnsanların uzun süreli ve yoğun olarak bulunduğu ve değerli eşyanın bulunduğu binalar	
a) Eğitim bina ve tesisleri, yurt ve yatakhaneler, askeri kışlalar, vb.	1,4
b) Müzeler	
3. İnsanların kısa süreli ve yoğun olarak bulunduğu binalar (spor tesisleri, sinema, tiyatro ve konser salonları, vb.)	1,2
4. Diğer binalar	
Yukarıdaki tanımlara girmeyen binalar	1
(Konut, işyeri, oteller, bina türü endüstri yapıları)	

3.2.3. Etkin yer ivme katsayısı

DBYBHY’ye göre spektral ivme katsayısı $A(T)$ ’nin bulunabilmesi için deprem bölgesine göre değişen “Etkin Yer İvmesi Katsayısı” Tablo 3.4.’te verilmiştir [7].

Tablo 3.4. Etkin yer ivmesi katsayısı

Deprem Bölgesi	1	2	3	4
A_0	0.4	0.3	0.2	0.1

3.2.4. Sprektrum katsayısı

Sprektrum katsayısı $S(T)$, DBYBHY’te yapının doğal periyoduna ve yerel zemin sınıfına bağlı olarak Denklem 3.8, 3.9, 3.10’a göre hesaplanmaktadır [7].

$$S(T) = 1 + 1.5 \frac{T}{T_A} \quad (0 \leq T \leq T_A) \quad (3.8)$$

$$S(T) = 2.5 \quad (T_A \leq T \leq T_B) \quad (3.9)$$

$$S(T) = 2.5 \left(\frac{T_B}{T} \right) \quad (0 \leq T \leq T_A) \quad (3.10)$$

Yerel zemin sınıfının belirlenmesine ilişkin tablo Tablo 3.5.’te verilmiştir.

Tablo 3.5. Yerel zemin sınıfları

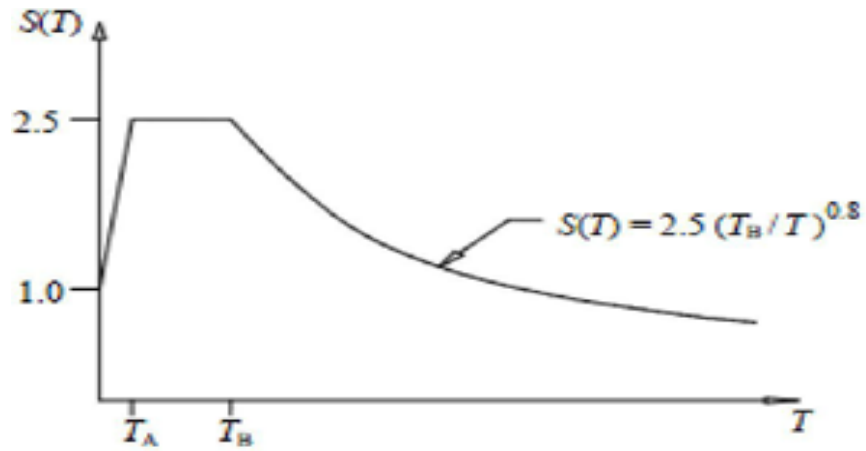
Yerel Zemin Sınıfı	Zemin Grubu ve En Üst Zemin Tabakası Kalınlığı (h1)
Z1	A Grubu zeminler
	$H_1 \leq 15\text{m}$ olan (B) grubu zeminler
Z2	$H_1 > 15\text{m}$ olan (B) grubu zeminler
	$H_1 \leq 15\text{m}$ olan (C) grubu zeminler
Z3	$15\text{m} < H_1 < 50\text{m}$ olan (C) grubu zeminler
	$H_1 \leq 10\text{m}$ olan (D) grubu zeminler
Z4	$H_1 > 50\text{m}$ olan (C) grubu zeminler
	$H_1 > 10\text{m}$ olan (D) grubu zeminler

Yerel zemin sınıfa bağlı olarak “Sprektrum Karakteristik Periyotları” T_A ve T_B , Tablo 3.6.’da verilmiştir [7].

Tablo 3.6. Spektrum karakteristik periyotları

Yerel Zemin Sınıfı	Z1	Z2	Z3	Z4
TA (sn)	0,10	0,15	0,15	0,20
TB (sn)	0,30	0,40	0,60	0,90

Normalize edilmiş tasarım spektrum grafiği Şekil 3.2’de verilmiştir.



Şekil 3.2. Periyot-Spektrum katsayısı grafiği [3].

Spektral İvme Katsayısı $A(T)$ 'ye Denklem 3.11 ile ulaşılır.

$$A(T) = A_0 \cdot I \cdot S(T) \quad (3.11)$$

3.2.5. Taşıyıcı sistem davranış katsayısı

Taşıyıcı sistem davranış katsayısı R , DBYBHY’de yapının taşıyıcı sistemine, süneklik düzeyine ve boşluksuz perdelerin tabanında deprem yüklerinden meydana gelen kesme kuvvetleri toplamının binanın tümü için tabanda meydana gelen kesme kuvveti oranına (α_s) göre Tablo 3.7. ve Denklem 3.12’ye göre hesaplanmaktadır. Taşıyıcı sistem davranış katsayısının artmasıyla yapı daha sünek davranacağından, yapıya etkiyen deprem yüklerini daha iyi soğurabilmektedir. Yapılan modellerin çok katlı olması, büyük deprem yüklerine maruz kalmaları gibi nedenlerden ötürü DBYBHY’de belirtilen gerekli şartlar sağlanarak yapıların yüksek süneklikte tasarlanması sağlanmıştır [3].

Tablo 3.7. Taşıyıcı sistem davranış katsayısı (R).

Bina Taşıyıcı Sistemi	Süneklik	Süneklik
	Düzeyi	Düzeyi
	Normal	Normal
	Sistemler	Sistemler
Yerinde Dökme Betonarme Binalar		
1) Deprem yüklerinin tamamının çerçevelerle taşındığı binalar	4	8
2) Deprem yüklerinin tamamının bağ kirişli (boşluklu) perdelerle taşındığı binalar	4	7
3) Deprem yüklerinin tamamının boşluksuz perdelerle taşındığı binalar	4	6
4) Deprem yüklerinin tamamının çerçeveler ile boşluksuzve/veya bağ kirişli (boşluklu) perdeler tarafından birlikte taşındığı binalar	4	7

Süneklik düzeyi yüksek boşluksuz perde çerçeveli yerinde dökme betonarme binalarda $0.75 < \alpha_s < 1.00$ olması durumunda R değeri Denklem 3.12’den yararlanılarak hesaplanır [7].

$$R = 10 - 4\alpha_s \quad (3.12)$$

3.2.6. Hareketli yükler

Yapıya etkiyen yükler için ilgili yönetmelik olan TS 498’den yararlanılmıştır. Yapıya etkililmesi gereken hareketli yükler Tablo 3.8.’deki gibidir.

Tablo 3.8. Hareketli yük (q).

Kullanım Şekli	Konut, büro, hastane odaları	Sınıf, yemekhane	Cami, tiyatro, mağaza, lokanta, kütüphane
Hesap Değeri (KN/m ²)	2	3,5	5

3.3. Düzensizlikler

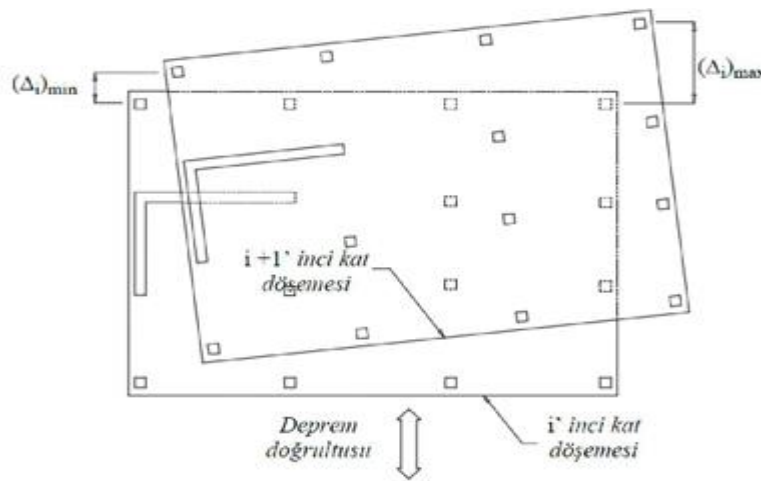
DBYBHY, depremli durumda yapının davranışında yarattığı olumsuzluklar nedeniyle, planda ve düşey doğrultuda düzensizlikler için bazı kısıtlar ve cezalar getirerek düzenli yapılar tasarlamayı teşvik etmektedir. Bu sayede yapının dayanımı artırılarak düzensizlikler nedeniyle yapının davranışındaki olumsuzluklar tolere edilmek istenmiştir.

3.3.1. Planda düzensizlik durumları

DBYBHY’de planda düzensizlikler, burulma düzensizliği (A1), döşeme süreksizlikleri (A2) ve planda çıkıntıların bulunması (A3) olmak üzere üçe ayrılmıştır [7].

3.3.1.1. Burulma düzensizliği A1

Birbirine dik iki deprem doğrultusunun herhangi birindeki herhangi bir katta, maksimum rölatif yatay ötelemenin, ortalama rölatif yatay ötelemeye oranının 1.2’den büyük olması durumudur. Bu orana “Burulma Düzensizlik Katsayısı” η_{bi} denir. Bu durum Şekil 3.3.’teki gibidir.



Şekil 3.3. A1 burulma düzensizliği

Döşemenin rijit diyafram davranışı gösterdiği yapılarda η_{bi} Denklem 3.13 ve 3.14 ile hesaplanır.

$$(\Delta_i)_{ort} = [(\Delta_i)_{maks} + (\Delta_i)_{min}]/2 \quad (3.13)$$

$$\eta_{bi} = (\Delta_i)_{maks}/(\Delta_i)_{ort} > 1.2 \quad (3.14)$$

Bu düzensizlik, kat kütle merkezi ile rijitlik arasındaki mesafenin büyük olduğu durumda belirginleşir. DBYBHY'ye göre, kütle merkezinde değişiklik olabileceği düşünülerek, deprem kuvvetinin kütle merkezi yerine deprem kuvvetinin etkidığı doğrultuya dik bina boyunun $\pm\%5$ 'i kadar dış merkezlik verilerek etkitilmesi gerekmektedir. Bu sayede yapı simetrik olsa dahi olsa $\eta_{bi} > 1$ olacaktır [7].

Düzensizlik varsa, $1.2 < \eta_{bi} < 2.0$, Denklem 3.15 ile hesaplanan D_i katsayısı $\pm\%5$ olan dış merkezlikle çarpılarak büyütülür [11].

$$D_i = \left(\frac{\eta_{bi}}{1.2}\right)^2 \quad (3.15)$$

Birinci ve ikinci derece deprem bölgelerinde $\eta_{bi} > 2$ olması durumunda, DBYBHY'ye göre “Mod Birleştirme Yöntemi” ile analiz yapılması gerekmektedir [7].

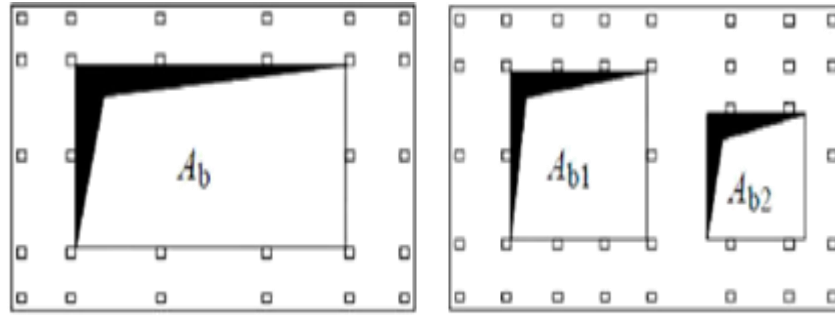
3.3.1.2. Döşeme süreksizlikleri A2

Hesaplarda rijit diyafram çalıştığı kabul edilen döşemenin, boşluklar nedeniyle bu durumu sağlamadığı süreksizliklerdir. Bir kattaki döşemedeki boşluğun, toplam döşeme alanının 1/3'ünden fazla olması durumudur. Süreksizliğe neden olan boşluk sayısı bir ya da daha fazla olabilir. Daha fazla olması durumunda boşluk alanlarının toplamı dikkate alınmalıdır. Deprem yüklerinin aktarımında sıkıntıya yol açan veya rijitlikte ani azalma yaratan durumlarda da süreksizlik meydana gelir. Bu düzensizlik durumları Şekil 3.4. ve Şekil 3.5.'teki gibi meydana gelebilir [7].

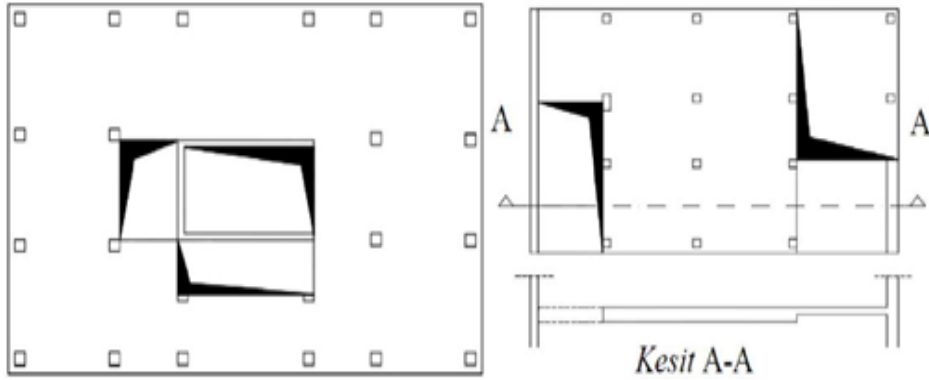
$$\frac{A_b}{A} > 1/3 \quad (3.16)$$

A_b : Kattaki toplam boşluk alanı

A : Brüt kat alanı



(a).



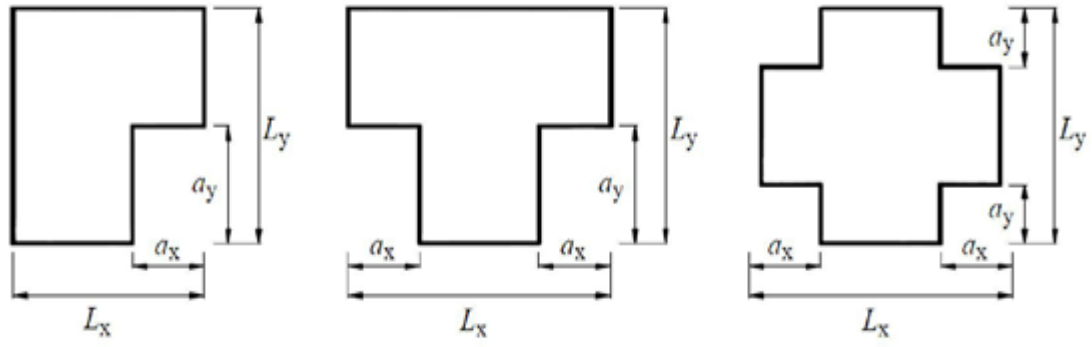
(b).

Şekil 3.5. (a) ve (b) A2 döşeme süreksizliği düzensizliği

3.3.1.3. Planda çıkıntılarının bulunması A3

Bina planındaki çıkıntının her iki doğrultuda da %20'den büyük olması durumudur. Bu düzensizlik durumu Şekil 3.6.'daki gibi farklı geometrideki yapılarda meydana gelebilir [7].

$$a_x > 0.2L_x \text{ ve } a_y > 0.2L_y \quad (3.17)$$



Şekil 3.6. A3 planda çıkıntı düzensizliği

3.3.2. Düşey doğrultuda düzensizlik durumları

DBYBHY’de planda olduğu gibi düşey doğrultuda da düzensizliklerin önüne geçmek için bir takım kısıtlar konulmuştur. Bu kısıtlar; komşu katlar arası dayanım süreksizliği (zayıf kat-B1), komşu katlar arası rijitlik düzensizliği (yumuşak kat-B2) ve taşıyıcı sistemin düşey elemanlarının süreksizliği (B3) olmak üzere üçe ayrılmıştır [7].

3.3.2.1. Komşu katlar arası dayanım düzensizliği (zayıf kat) B1

Bu düzensizlik, birbirine dik iki deprem doğrultusunda, herhangi bir kattaki etkili kesme alanının, üst katındaki etkili kesme alanına oranının 0,80’den küçük olmasıdır. Bu orana “Dayanım Düzensizliği Katsayısı” η_{ci} denir.

$$\eta_{ci} = \frac{\sum (A_e)_i}{\sum (A_e)_{i+1}} < 0.8 \quad (3.18)$$

$$\sum A_e = \sum A_w + \sum A_g + 0.15 \sum A_k$$

$\sum A_c$: İlgili kattaki deprem doğrultusundaki etkili kesme alanı

$\sum A_w$: İlgili kattaki kolon etkin gövde alanları toplamı

$\sum A_g$: İlgili kattaki deprem doğrultusuna paralel perde en kesit alanları toplamı

$\sum A_k$: İlgili kattaki deprem doğrultusuna paralel dolgu duvar en kesit alanları toplamı

3.3.2.2. Komşu katlar arası rijitlik düzensizliği (yumuşak kat) B2

Bu düzensizlik, birbirine dik iki deprem doğrultusunda, herhangi bir kattaki ortalama görelî ötelemesinin, üst veya alt katındakine oranının 2.0'dan büyük olması durumudur. Bu orana “Rijitlik Düzensizliği Katsayısı” (η_{ki}) denir. Hesaplarda %5 dış merkezlik etkililerek yapılır [7].

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

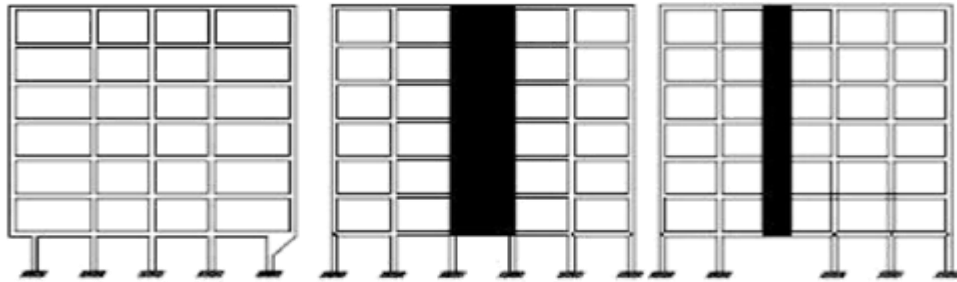
veya

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

(3.19)

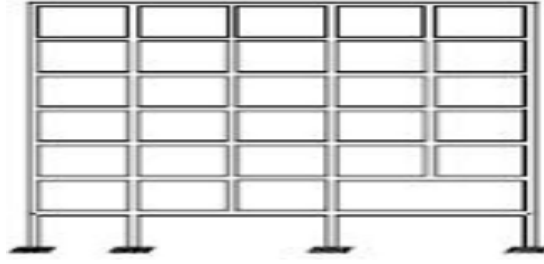
3.3.2.3. Taşıyıcı sistemin düşey elemanlarının süreksizliği

Bu düzensizlik, kolon veya perdelerin guseli kolon veya kirişlere oturması durumudur. Bu durumlar Şekil 3.7. ve Şekil 3.8.'deki gibidir. Şekil 3.7.'deki gibi üst katlardaki perdenin altta kolona oturtulması ve perdelerin binanın herhangi bir katında kendi düzlemindeki kirişin açıklık ortasına oturtulmasına DBYBHY'ye göre hiçbir zaman izin verilmemektedir.



Şekil 3.7. Hiçbir zaman izin verilemez B3 süreksizlikleri [11].

Şekil 3.8.'deki gibi iki ucundan mesnetli bir kirişe kolon oturuyorsa, kirişin tüm kesitlerinde ve göz önünde bulundurulmuş deprem doğrultusunda kirişin bağlandığı düğüm noktalarındaki diğer kolon ve kirişlerin tüm kesitlerinde, deprem ve düşey yüklerden oluşan bütün iç kuvvetler %50 oranında arttırılmalıdır [7].



Şekil 3.8. B3 taşıyıcı düşey eleman süreksizliği

3.4. Görelî Kat Ötelemeleri ve İkinci Mertebe Etkileri

3.4.1. Etkin görelî kat ötelemeleri

Etkin görelî kat ötelemeleri şiddetli depremlerde çok katlı yapılarda önemli hasarlara neden olabilmektedir. Bu parametre, süneklik düzeyi yüksek sistemlerde, süneklik düzeyi normal sistemlere göre daha kritiktir. Bu durum, DBYBHY’de yer alan Denklem 3.21’den de anlaşılmaktadır. Azaltılmış deprem yüklerine göre perde ve kolonların uçlarının yer değiştirmelerinin ardışık katlar arasındaki farkı “azaltılmış görelî kat ötelemesi” Δ_i ’yi vermektedir [7].

$$\Delta_i = d_i - d_{i-1} \quad (3.20)$$

Her bir deprem doğrultusu ve kat için elde edilen azaltılmış görelî kat ötelemesinin yapı davranış katsayılarıyla çarpılmasıyla “etkin görelî kat ötelemesi” elde edilir. Bu değerlerin en büyüğü Denklem 3.22’yi sağlamalıdır [3].

$$\delta_i = R \cdot \Delta_i \quad (3.21)$$

$$(\delta_i)_{maks}/h_i \leq 0,02 \quad (3.22)$$

3.4.2. İkinci mertebe etkileri

Yatay yer değiştirmelerin ve normal kuvvetin büyük olduğu durumlarda, sistemde ek tesirler meydana gelmektedir. Bu tesirler için DBYBHY’de kısıt getirilmiştir. İlgili

deprem doğrultusundaki tüm katlarda “ikinci mertebe gösterge değeri” Θ_i hesaplanarak Denklem 3.23’ü sağlamalıdır.

$$\theta_i = \frac{(\Delta_i)_{ort} \sum_{j=i}^N W_j}{V_i h_i} \leq 0,12 \quad (3.23)$$

3.5. Performansa Dayalı Yapı Tasarımı

3.5.1. Binalardan bilgi toplanması

3.5.1.1. Toplanacak bilginin kapsamı

Tasarımı yapılan bir yapının deprem güvenliğinin değerlendirilmesinde veya mevcut binaların taşıyıcı elemanlarının kapasitelerinin belirlenmesinde kullanılacak detayları ve boyutları, taşıyıcı sistem geometrisine ve malzeme özelliklerine ilişkin bilgiler, binaların projelerinden ve raporlarından, binada yapılacak gözlem ve ölçümlerden, binadan alınacak malzeme ve numune örneklerine uygulanacak deneylerle belirlenecektir. Binalardan bilgi toplanması kapsamında yapılacak işlemler, yapı sisteminin belirlenmesi, bina geometrisinin, temel sisteminin ve zemin özelliklerinin belirlenmesi, eleman boyutlarının ölçülmesi ve donatı oranının belirlenmesi, varsa mevcut hasarın belirlenmesi, malzeme özelliklerinin saptanması, sahada çalışarak elde edilen tüm bu bilgilerin varsa binanın projesine uygunluğunun kontrolüdür [7].

3.5.1.2. Bilgi düzeyleri

Binaların incelenmesinden elde edilecek mevcut durum bilgilerinin kapsamına göre, her bina türü için bilgi düzeyi ve buna bağlı olarak belirtilen bilgi düzeyi katsayıları tanımlanacaktır. Bilgi düzeyleri sırasıyla sınırlı, orta ve kapsamlı olarak ayrılacaktır. Elde edilen bilgi düzeyleri taşıyıcı eleman kapasitelerinin hesaplanmasında kullanılacaktır [7].

Sınırlı bilgi düzeyinde binanın taşıyıcı sistem projeleri mevcut değildir. Taşıyıcı sistem özellikleri binada yapılacak ölçümlerle belirlenir [7].

Orta bilgi düzeyinde binanın taşıyıcı sistem projeleri mevcut değilse, sınırlı bilgi düzeyine göre daha fazla ölçüm yapılır. Eğer taşıyıcı sistem projeleri mevcut ise sınırlı bilgi düzeyinde belirtilen ölçümler yapılarak proje bilgileri doğrulanır.

Kapsamlı bilgi düzeyinde binanın taşıyıcı sistem projeleri mevcuttur. Proje bilgilerinin doğrulanması amacıyla yeterli düzeyde ölçümler yapılır.

3.5.1.3. Bilgi düzeyi katsayıları

İncelenen binalardan edinilen bilgi düzeylerine göre, eleman kapasitelerine uygulanacak bilgi düzeyi katsayıları Tablo 2.1.'de verilmektedir [7].

Tablo 3.9. Binalar için bilgi düzeyi katsayıları

Bilgi Düzeyi	Bilgi Düzeyi Katsayısı
Sınırlı	0,75
Orta	0,90
Kapsamlı	1,00

3.5.2. Performansa dayalı tasarım ve değerlendirmenin temel ilkeleri

Yapıların deprem etkileri altındaki performanslarının değerlendirilmesi genel olarak iki kritere göre yapılabilmektedir. Bunlar dayanım-kuvveti esas alan değerlendirme ve yer değiştirme-şekil değiştirmeyi esas alan değerlendirmedir. Dayanım (kuvvet) bazlı değerlendirme adı verilen birinci tür değerlendirmede, yapı elemanlarının dayanım kapasiteleri elastik deprem yüklerinden oluşan ve lineer teoriye göre hesaplanan etkilerle karşılaştırılmakta ve yapı elemanının sürekliliğini göz önüne alan, eleman bazındaki bir tür deprem yükü azaltma katsayısı kullanılarak, binadan beklenen performans hedefinin sağlanıp sağlanmadığı kontrol edilmektedir [14].

Yer değiştirme ve şekil değiştirme bazlı değerlendirmenin esas alındığı ve genel olarak malzeme ve geometri değişimleri akımından lineer olmayan sistem hesabına dayanan yöntemlerde ise, belirli bir deprem etkisi için binadaki yer değiştirme istemine ulaşıldığında, yapıdan beklenen performans hedefinin sağlanıp sağlamadığı kontrol edilmektedir [15].

3.5.3. Yapı elemanlarında kesit hasarları ve kesit hasar sınırları

3.5.3.1. Kesit hasar sınırları

Yapı elemanlarının hasar sınırlarının belirlenmesinde, yapı elemanları “sünek” ve “gevrek” olarak iki sınıfa ayrılacaktır. Sünek ve gevrek eleman tanımları, elemanların kapasitelerine hangi kırılma türüne ulaştığı ile ilgilidir. Sünek elemanlar için kesit düzeyinde üç sınır durum tanımlanmıştır. Bunlar “Minimum Hasar Sınırı” (MN), “Güvenlik Sınırı” (GV) ve “Göçme Sınırı” (G)’dır. Minimum hasar sınırı ilgili kesitte elastik ötesi davranışın başlangıcını, güvenlik sınırı kesitin dayanımını güvenli olarak sağlayabileceği elastik ötesi davranışın sınırını, göçme sınırı ise kesitin göçme öncesi davranışının sınırını tanımlamaktadır. Gevrek olarak hasar gören elemanlarda bu sınıflandırma geçerli değildir [7].

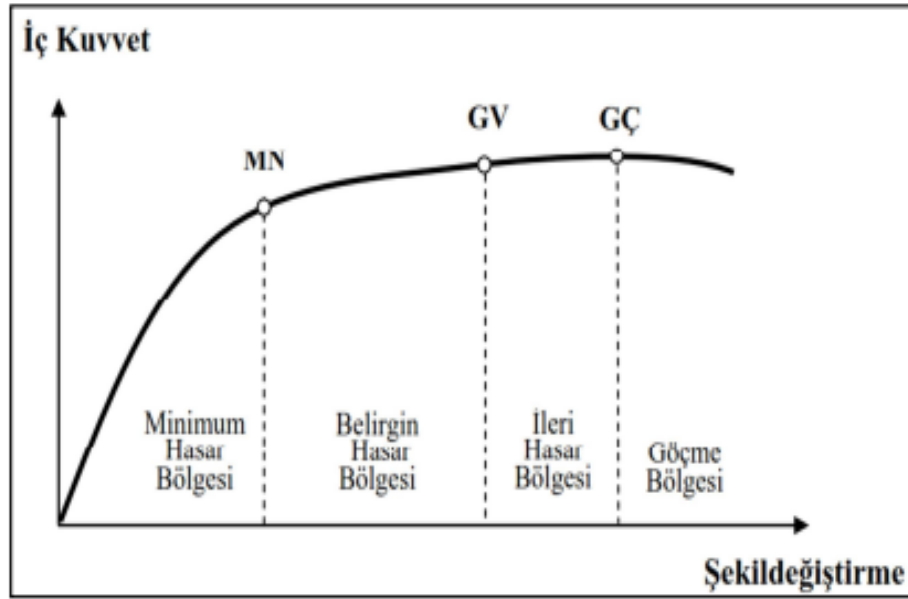
MN : Herhangi bir kesitteki elastik ötesi davranışın başlangıcını tanımlamaktadır.

GV : Herhangi bir kesitteki dayanımın güvenli olarak sağlayabileceği elastik ötesi davranışın sınırını tanımlamaktadır.

G : Çalışma yapılan kesitin göçme öncesi davranışının sınırını tanımlamaktadır.

3.5.3.2. Kesit hasar bölgeleri

DBYBHY’e göre kritik kesitlerin hasarı MN’ye ulaşmayan elemanlar Minimum Hasar Bölgesi’nde (MHB), MN ile GV arasında kalan elemanlar Belirgin Hasar Bölgesi’nde, GV ve G arasında kalan elemanlar İleri Hasar Bölgesi’nde (İHB), G’yi açan elemanlar ise Göçme Bölgesi’nde (GB) yer alır. Buna göre bina hakkında genel bilgi edinmek için DBYBHY’de aşağıdaki tanımlama yapılmaktadır [14].



Şekil 3.9. Kesit Hasar Sınırları [14].

3.5.3.3. Hemen kullanım seviyesi (HK)

Her bir deprem doğrultusu için herhangi bir kattaki, kirişlerin en fazla %10'u belirgin hasar bölgesine geçebilir, diğer taşıyıcı elemanların tümü minimum hasar bölgesindedir. Taşıyıcı elemanlarda oluşan hasar minimum düzeydedir. Elemanlar rijitlik ve dayanım özelliklerini korumaktadırlar. Yapıda kalıcı ötelenmeler oluşmamıştır. Taşıyıcı olmayan elemanlarda çatlamlar görülebilir, bunlar onarılabilir kılcal düzeyde hasarlardır. Gevrek eleman yoksa bina hemen kullanım durumunda kabul edilir [7].

3.5.3.4. Can güvenliği seviyesi (CG)

Her bir deprem doğrultusu için herhangi bir kattaki, kirişlerin en fazla %30'u ve kolonların bir kısmı ileri hasar bölgesine geçebilir. İleri hasar bölgesine geçen kolonların ele alınan kattaki kolonlar tarafından taşınan kesme kuvvetinin en fazla %20'sini taşıyabilir. Diğer taşıyıcı elemanların tamamı minimum hasar bölgesi veya belirgin hasar bölgesindedir [7].

3.5.3.5. Göçme öncesi seviyesi (GÖ)

Herhangi bir katta uygulanan her bir deprem doğrultusu için kirişlerin en fazla %20'si ve kolonların bir kısmı göçme bölgesine geçebilir. İleri hasar bölgesine geçen kolonların, ele alınan kattaki kolonlar tarafından taşınan kesme kuvvetinin en fazla %20'sini taşıyabilir. Diğer taşıyıcı elemanların tümü minimum hasar bölgesi, belirgin hasar bölgesi veya ileri hasar bölgesindedir. Bu durumda bina “Göçmenin Önlenmesi Durumunda” kabul edilir [7].

3.5.3.6. Göçme durumu

Herhangi bir katta uygulanan her bir deprem doğrultusu için yapı göçme durumuna ulaşır. Düşey elemanların büyük bir bölümü göçmüştür. Göçmeyen elemanlar düşey yükleri taşıyabilmektedir, fakat rijitlikleri ve dayanımları çok azalmıştır. Yapı göçmenin eşiğinde ya da tamamen göçmüş durumdadır. Yapıda belirgin kalıcı ötelenmeler oluşmuştur. Bina, göçmenin önlenmesi durumunu sağlamıyorsa göçme durumundadır. Binanın mevcut durumda kullanımı can güvenliği bakımından sakıncalıdır [7].

3.5.3.7. Binalar için hedeflenen deprem performans düzeyleri

Deprem yönetmeliğimizde tanımlanan ivme spektrumu, 50 yılda asılma olasılığı %10 olan deprem etkisini esas almaktadır. 50 yılda asılma olasılığı %50 olan depremin ivme spektrumu, yönetmelikte tanımlanan spektrumun yaklaşık olarak yarısı (0.5 katı), 50 yılda asılma olasılığı %2 olan depremin ivme spektrumu ise yönetmelikte tanımlanan spektrumun yaklaşık 1.5 katı olarak kabul edilmiştir.

Mevcut veya güçlendirilecek binaların deprem güvenliğinin belirlenmesinde esas alınacak deprem etkileri ve hedeflenecek performans düzeyleri Tablo 2.2’de verilmektedir [7].

Tablo 3.10. Farklı deprem düzeylerinde binalar için öngörülen minimum performans hedefleri

Binanın Kullanım Amacı ve Türü	Deprem Aşılma Olasılığı		
	50 yılda %50	50 yılda %10	50 yılda %2
Deprem Sonrası Kullanımı Gereken Binalar:			
Hastaneler, sağlık tesisleri, itfaiye binaları, haberleşme ve enerji tesisleri, belediye yönetim binaları, afet yönetim merkezleri, vb.	–	HK	CG
İnsanların Uzun Süreli ve Yoğun Olarak Bulunduğu Binalar: Okullar, yatakhaneler, yurtlar, pansiyonlar, askeri kışlalar, cezaevleri, müzeler, vb.	–	HK	CG
İnsanların Kısa Süreli ve Yoğun Olarak Bulunduğu Binalar: Sinema, tiyatro, konser salonları, kültür merkezleri, spor tesisleri	HK	CG	–
Tehlikeli Madde İçeren Binalar:			
Toksin, parlayıcı ve patlayıcı özellikleri olan maddelerin bulunduğu ve depolandığı binalar	–	HK	GÖ
Diğer Binalar:			
Yukarıdaki tanımlara girmeyen diğer binalar (konutlar, işyerleri, oteller, turistik tesisler, endüstri yapıları, vb.)	–	CG	–

BÖLÜM 4. SAYISAL ÇÖZÜMLEME

Yapılan bu çalışmada 4 farklı plan, 3, 5 ve 7 katlı olmak üzere ayrı ayrı tasarlanıp analiz edilmiştir. Bu planlarda bazı yerlerden kiriş ve kollar çıkarılmış ve mastır plandan ilave diğer planlarda 1,5 m’lik konsol çıkmaları vardır. Bu değişimlere bağlı olarak gerekli olan yerlerde kolon ve kiriş boyutları da değiştirilmiştir. Bütün planlar performans analizi sonucu can güvenliği hedefini sağlamış bulunmaktadır.

4.1. Planların Özellikleri

4.1.1. Betonarme hesapta kullanılan kombinasyonlar

Planlar, DBYBHY 2007 “Deprem Bölgelerinde Yapılacak Yapılar Hakkında Yönetmelik”, TS 500 “Betonarme Yapıların Tasarım ve Yapım Kuralları” ve TS 498 “Yapı Elemanlarının Boyutlandırılmasında Alınacak Yüklerin Hesap Değerleri” standartlarına göre yüklemeler, çözümleme ve kesit hesapları yapılmıştır. Düşey yükler ve deprem yükleri, TS 500 ve DBYBHY’de belirtilen kombinasyonlar dikkate alınarak aşağıdaki gibi kullanılmıştır.

Yük Kombinasyonları:

1.4G+1.6Q	G+Q+Ex	G+Q+Ey
G+Q-Ex	G+Q-Ey	0.9G+Ex
0.9G+Ey	0.9G-Ex	0.9G-Ey

Bu kombinasyonlarda; G-Ölü yükler, Q-Hareketli yükler, EX-X yönü deprem yükleri, EY-Y yönü deprem yükleri olarak tanımlanmaktadır.

4.1.2. Kullanılan statik materyal özellikleri

Sistemlerin hepsinde C25 sınıfı beton ve S420 sınıfı inşaat çeliği kullanılmıştır. Kullanılan C25/S420 materyali için özellikler aşağıda verilmiştir.

$$E : 3084641,54 \text{ tf/m}^2$$

$$f_{ck} : 2549,29 \text{ tf/m}^2$$

$$G : 1285267,31 \text{ tf/m}^2$$

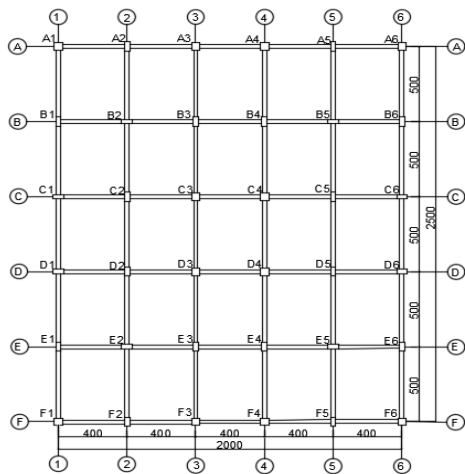
$$f_{yk} : 42828.08 \text{ tf/m}^2$$

E: Elastisite modülü, G: Kayma Modülü, f_{ck} : Beton basınç dayanımı, f_{yk} : Eğilme donatısı akma dayanımı olarak tanımlanmaktadır.

4.2. 3 Katlı Planların Analiz Sonuçları

4.2.1. Plan 1 analiz sonuçları

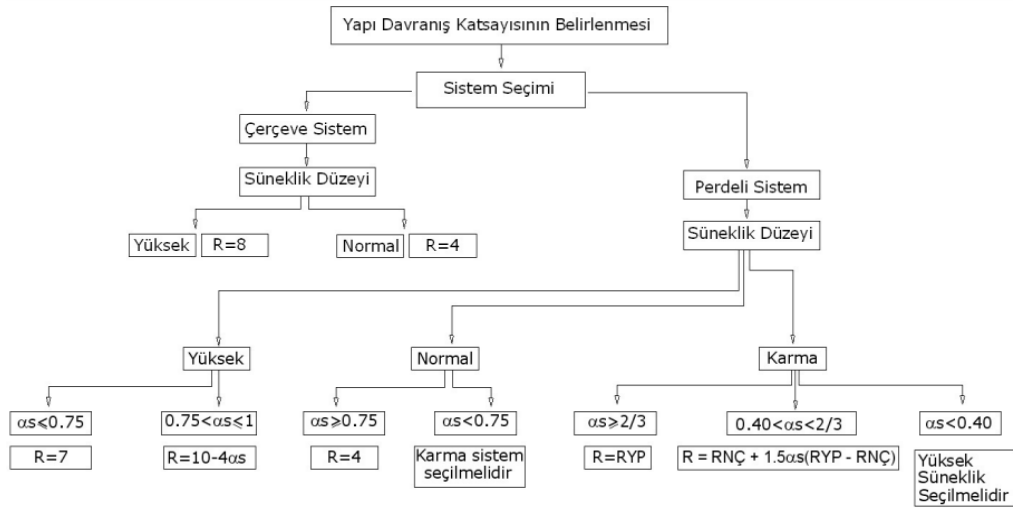
Plan 1, tez çalışmasının referans planı olup diğer planlar bu plana göre değerlendirilmiştir. Gerçekleştirilen analiz sonucunda Plan 1'in 3 katlı modeli için, deprem parametreleri, periyot, kat yükleri, kat deplasmanları, kat kuvvetleri, görelî kat ötelemeleri, ikinci mertebe etkileri, düzensizlikler (A1, B1, B2) incelenmiş, analiz sonuçları aşağıdaki tablolarda verilmiştir. (Tablo 4.1.- 4.23.)



Şekil 4.1. Taşıyıcı sistemin kalıp planı ve 3 boyutlu görünüşü – Plan 1 (3 katlı)

Tablo 4.1. Plan 1 (3 katlı) deprem parametreleri

Deprem Parametreleri	Simge	Değer
Hareketli yükler dahil yapı toplam ağırlığı	(W)	1165,64 t
Yapı yüksekliği (Rijit bodrum varsa o kattan ölçülen yükseklik)	(Hn)	9,00 m
X yönünde yapı tepesinde etki ettirilen ekstra eş değer deprem yükü	(ΔF_n -X)	3,28 tf
Y yönünde yapı tepesine etki ettirilen ekstra eş değer deprem yükü	(ΔF_n -Y)	3,28 tf
X yönünde uygulanan toplam eş değer deprem yükü	(Vt-X)	145,70 tf
Y yönünde uygulanan toplam eş değer deprem yükü	(Vt-Y)	145,70 tf
X yönünde uygulanan toplam deprem yükü (modal kombinasyon)	(VtB-X)	128,08 tf
Y yönünde uygulanan toplam deprem yükü (modal kombinasyon)	(VtB-Y)	128,08 tf
Yapı önem katsayısı	I	1,00
X yönü VtB/Vt oranı	VtB(x) / Vt(x)	0,88
Y yönü VtB/Vt oranı	VtB(y) / Vt(y)	0,87
Hesaplanan büyüklüklere ilişkin alt sınır değerleri	b	0,80
X yönü deprem yükü büyütme faktörü	$b V_t(x)/V_{tB}(x)$	0,91
Y yönü deprem yükü büyütme faktörü	$b V_t(y)/V_{tB}(y)$	0,92



Şekil 4.2. Yapı davranış katsayısı belirlenmesi (ideCAD)

Plan 1'in süneklik yüzeyi yüksek, çerçevesel bir sistemdir. Plan 1 için davranış katsayısı X yönünde 8, Y yönünde 8 seçilmiştir.

Tablo 4.2. Plan 1 (3 katlı) Yapı davranış katsayısı (R) seçimi

X Yönü		Y Yönü	
Yapı taşıyıcı sistemi	Betonarme çerçeve	Yapı taşıyıcı sistemi	Betonarme çerçeve
Süneklik düzeyi	Yüksek	Süneklik	Yüksek
Girilen	8	Girilen	8
Seçilen R Katsayısı	8	Seçilen R Katsayısı	8

Tablo 4.3. Plan 1 (3 katlı) periyotları ve modların kütle katılımları

Mod	Periyot (sn)	Ux için toplam kütle katılımı oranı	Uy için toplam kütle katılımı oranı	Rz için toplam kütle katılımı oranı
1	0,30736	0,86846	0,00000	0,00000
2	0,29067	0,86846	0,86196	0,00000
3	0,26526	0,86846	0,86196	0,86498
4	0,09815	0,97386	0,86196	0,86498
5	0,09076	0,97386	0,97188	0,86498
6	0,08378	0,97386	0,97188	0,97256
7	0,05827	1,00000	0,97188	0,97256
8	0,05268	1,00000	1,00000	0,97256
9	0,04907	1,00000	1,00000	1,00000

Plan 1'in ilk iki modunda Rz için kütle katılım oranı görünmemektedir. Bu durumda, ilk iki mod durumunda yapıda burulma olmadığını göstermektedir.

Tablo 4.4. Plan 1 (3 katlı) yapı kat maksimum yükleri

Kat ayarları	X Yönü			Y Yönü		
	Eşdeğer (tf)	Dinamik (tf)	Seçilen (tf)	Eşdeğer (tf)	Dinamik (tf)	Seçilen (tf)
ΔF_n (Ekstra Eşdeğer Tepe Yüğü)	3,28			3,28		
2. KAT	75,34	64,18	64,18	75,34	64,52	64,52
1. KAT	46,91	42,22	42,22	46,91	41,66	41,66
Z. KAT	23,46	21,68	21,68	23,46	21,17	21,17

Katlara etkiyen maksimum yükler eşdeğer ve dinamik yükler olmak üzere yukarıda verilmiştir. Seçilen yükler dinamik yüklerdir.

Tablo 4.5. Plan 1 (3 katlı) X doğrultusunda etkiyen kat kuvvetleri

Genel kat ayarları		±5%				
Kat	h [m]	ex [cm]	ey [cm]	Fx [tf]	Fy [tf]	T [tfm]
2.KAT	3,00	0	128,00	64,1780	0	82,1479
1.KAT	3,00	0	128,00	42,2244	0	54,0472
Z.KAT	3,00	0	128,00	21,6816	0	27,7525

Tablo 4.6. Plan 1 (3 katlı) Y doğrultusunda etkiyen kat kuvvetleri

Genel kat ayarları		±5%				
Kat	h [m]	ex [cm]	ey [cm]	Fx [tf]	Fy [tf]	T [tfm]
2.KAT	3,00	103,00	0	0	64,5189	66,4544
1.KAT	3,00	103,00	0	0	41,6594	42,9091
Z.KAT	3,00	103,00	0	0	21,1682	21,8033

Tablo 4.7. Plan1 (3 katlı) X yönünde kat deplasmanları

Genel kat ayarları					
Kat	h (m)	δx (mm)	δy (mm)	θ (rd)	
2. KAT	3,00	3,71	0	0.00	
1. KAT	3,00	2,75	0	0.00	
Z. KAT	3,00	1,26	0	0.00	

Tablo 4.8. Plan1 (3 katlı) Y yönünde kat deplasmanları

Genel kat ayarları		0,05			
Kat	h (m)	δx (mm)	δy (mm)	θ (rd)	
2. KAT	3,00	0	3,33	0.00	
1. KAT	3,00	0	2,44	0.00	
Z. KAT	3,00	0	1,09	0.00	

Tablo 4.9. Plan 1 (3 katlı) X yönünde +%5 görel kat ötelemelerinin sınırlandırılması

Genel kat ayarları		+5%						Kontrol
Kat	h	Eleman	di	d(i-1)	Δi	$\delta i(\max)$	$\frac{\delta i(\max)}{h}$	$\delta i(\max)/h$
	[m]		[mm]	[mm]	[mm]	[mm]	[mm]	≤ 0.02
2. KAT	3,00	S206	4,20	3,11	1,09	8,68	0,003	✓
1. KAT	3,00	S105	3,11	1,42	1,69	13,53	0,005	✓
Z. KAT	3,00	SZ02	1,42	0	1,42	11,37	0,004	✓

Tablo 4.10. Plan 1 (3 katlı) X yönünde -%5 görel kat ötelemelerinin sınırlandırılması

Genel kat ayarları		-5%						Kontrol
Kat	h	Eleman	di	d(i-1)	Δi	$\delta i(\max)$	$\frac{\delta i(\max)}{h}$	$\delta i(\max)/h$
	[m]		[mm]	[mm]	[mm]	[mm]	[mm]	≤ 0.02
2. KAT	3,00	S234	4,20	3,11	1,09	8,68	0,003	✓
1. KAT	3,00	S131	3,11	1,42	1,69	13,53	0,005	✓
Z. KAT	3,00	SZ32	1,42	0	1,42	11,37	0,004	✓

Tablo 4.11. Plan 1 (3 katlı) Y yönünde +%5 görel kat ötelemelerinin sınırlandırılması

Genel kat ayarları		+5%						Kontrol
Kat	h	Eleman	di	d(i-1)	Δi	$\delta i(\max)$	$\frac{\delta i(\max)}{h}$	$\delta i(\max)/h$
	[m]		[mm]	[mm]	[mm]	[mm]	[mm]	≤ 0.02
2. KAT	3,00	S225	3,64	2,67	0,97	7,75	0,003	✓
1. KAT	3,00	S131	2,67	1,19	1,48	11,85	0,004	✓
Z. KAT	3,00	SZ13	1,19	0	1,19	9,54	0,003	✓

Tablo 4.12. Plan 1 (3 katlı) Y yönünde -%5 görel kat ötelemelerinin sınırlandırılması

Genel kat ayarları		+5%						Kontrol
Kat	h	Eleman	di	d(i-1)	Δi	$\delta i(\max)$	$\frac{\delta i(\max)}{h}$	$\delta i(\max)/h$
	[m]		[mm]	[mm]	[mm]	[mm]	[mm]	≤ 0.02
2. KAT	3,00	S230	3,64	2,67	0,97	7,75	0,003	✓
1. KAT	3,00	S136	2,67	1,19	1,48	11,85	0,004	✓
Z. KAT	3,00	SZ18	1,19	0	1,19	9,54	0,003	✓

Tablo 4.13. Plan 1 (3 katlı) X yönünde $\pm 5\%$ ikinci merteye etkileri

Genel kat ayarları		$\pm 5\%$					Kontrol
Kat	h [m]	$\Delta i(\text{ort})$ [mm]	$\sum w_j$ [tf]	V_i [tf]	V_{ih} [tfm]	θ_i	$\theta_i \leq 0.12$
2. KAT	3,00	0,96	394,71	64,18	192,53	0,0020	✓
1. KAT	3,00	1,49	780,17	106,40	319,21	0,0036	✓
Z. KAT	3,00	1,26	1165,64	128,08	384,25	0,0038	✓

Tablo 4.14. Plan 1 (3 katlı) Y yönünde $\pm 5\%$ ikinci merteye etkileri

Genel kat ayarları		$\pm 5\%$					Kontrol
Kat	h [m]	$\Delta i(\text{ort})$ [mm]	$\sum w_j$ [tf]	V_i [tf]	V_{ih} [tfm]	θ_i	$\theta_i \leq 0.12$
2. KAT	3,00	0,89	394,71	64,52	193,56	0,0018	✓
1. KAT	3,00	1,35	780,17	106,18	318,53	0,0033	✓
Z. KAT	3,00	1,09	1165,64	127,35	382,04	0,0033	✓

Tablo 4.15. Plan 1 (3 katlı) X yönünde $+5\%$ A1 burulma düzensizliği

Genel kat ayarları		$+5\%$				Kontrol
Kat	h [m]	$\Delta i(\text{max})$ [mm]	$\Delta i(\text{min})$ [mm]	$\Delta i(\text{ort})$ [mm]	η_{bi}	$\eta_{bi} > 1.2$
2. KAT	3,00	1,09 / S206	0,83 / S234	0,96	1,13	Yok
1. KAT	3,00	1,69 / S105	1,29 / S135	1,49	1,13	Yok
Z. KAT	3,00	1,42 / SZ02	1,09 / SZ31	1,26	1,13	Yok

Tablo 4.16. Plan 1 (3 katlı) X yönünde -5% A1 burulma düzensizliği

Genel kat ayarları		$+5\%$				Kontrol
Kat	h [m]	$\Delta i(\text{max})$ [mm]	$\Delta i(\text{min})$ [mm]	$\Delta i(\text{ort})$ [mm]	η_{bi}	$\eta_{bi} > 1.2$
2. KAT	3,00	1,09 / S234	0,83 / S205	0,96	1,13	Yok
1. KAT	3,00	1,69 / S131	1,29 / S105	1,49	1,13	Yok
Z. KAT	3,00	1,42 / SZ32	1,42 / SZ03	1,26	1,13	Yok

Tablo 4.17. Plan 1 (3 katlı) Y yönünde $+5\%$ A1 burulma düzensizliği

Genel kat ayarları		$+5\%$				Kontrol
Kat	h [m]	$\Delta i(\text{max})$ [mm]	$\Delta i(\text{min})$ [mm]	$\Delta i(\text{ort})$ [mm]	η_{bi}	$\eta_{bi} > 1.2$
2. KAT	3,00	0,97 / S225	0,80 / S230	0,89	1,09	Yok
1. KAT	3,00	1,48 / S131	1,23 / S130	1,35	1,09	Yok
Z. KAT	3,00	1,19 / SZ13	0,98 / SZ06	1,09	1,10	Yok

Tablo 4.18. Plan 1 (3 katlı) Y yönünde -%5 A1 burulma düzensizliği

Genel kat ayarları		+5%				Kontrol
Kat	h [m]	$\Delta i(\max)$ [mm]	$\Delta i(\min)$ [mm]	$\Delta i(\text{ort})$ [mm]	η_{bi}	$\eta_{bi} > 1.2$
2. KAT	3,00	0,97 / S230	0,80 / S225	0,89	1,09	Yok
1. KAT	3,00	1,48 / S136	1,23 / S125	1,35	1,09	Yok
Z. KAT	3,00	1,19 / SZ18	0,98 / SZ31	1,09	1,10	Yok

Tablo 4.19. Plan 1 (3 katlı) X yönü B1 komşu katlar arası dayanım düzensizliği (zayıf kat)

Genel kat ayarları		Kolon Alan	Duvar Alan	Kesme Alanı	Kolon Alan	Duvar Alan	Kesme Alan	Katsayı	Kontrol
Kat	h [m]	$\Sigma A_w(i)$ [m ²]	$\Sigma A_k(i)$ [m ²]	$\Sigma A_e(i)$ [m ²]	$\Sigma A_w(i+1)$ [m ²]	$\Sigma A_k(i+1)$ [m ²]	$\Sigma A_e(i+1)$	hc(i)	$\eta_c(i) > 0.80$
1.KAT	3,00	7,32	6,38	8,28	7,32	6,38	8,28	1,00	Yok
Z.KAT	3,00	7,32	6,38	8,28	7,32	6,38	8,28	1,00	Yok

Tablo 4.20. Plan 1 (3 katlı) Y yönü B1 komşu katlar arası dayanım düzensizliği (zayıf kat)

Genel kat ayarları		Kolon Alan	Duvar Alan	Kesme Alanı	Kolon Alan	Duvar Alan	Kesme Alan	Katsayı	Kontrol
Kat	h [m]	$\Sigma A_w(i)$ [m ²]	$\Sigma A_k(i)$ [m ²]	$\Sigma A_e(i)$ [m ²]	$\Sigma A_w(i+1)$ [m ²]	$\Sigma A_k(i+1)$ [m ²]	$\Sigma A_e(i+1)$	hc(i)	$\eta_c(i) > 0.80$
1.KAT	3,00	7,32	8,05	8,53	7,32	8,05	8,53	1,00	Yok
Z.KAT	3,00	7,32	8,05	8,53	7,32	8,05	8,53	1,00	Yok

Tablo 4.21. Plan 1 (3 katlı) X yönü B2 komşu katlar arası rijitlik düzensizliği(yumuşak kat)

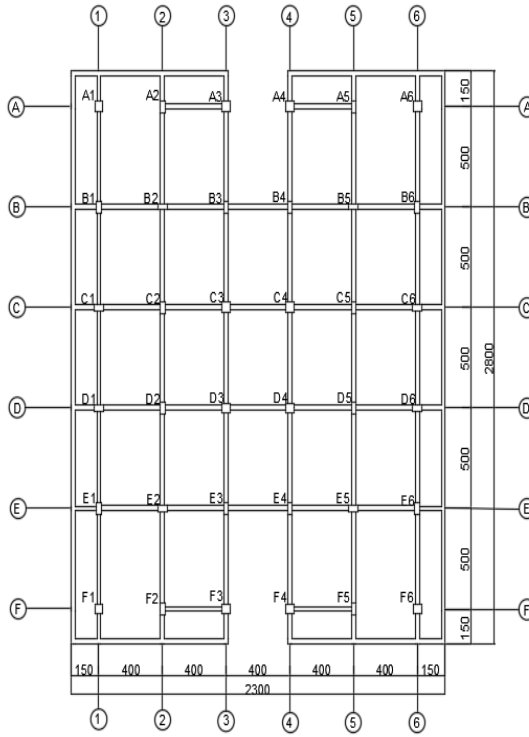
Genel kat ayarları		$\pm 5\%$			
Kat	h [m]	$\Delta i(\text{ort})$ [mm]	$\frac{\Delta i}{hi}$	$\frac{\Delta(i+1)}{h(i+1)}$	$\eta_{ki} (+/-)$
2.KAT	3,00	0,96	0,000319		-/ 0,64
1.KAT	3,00	1,49	0,000497	0,000319	1,56 /1,19
Z.KAT	3,00	1,26	0,000419	0,000497	0,84/-

Tablo 4.22. Plan 1 (3 katlı) Y yönü B2 komşu katlar arası rijitlik düzensizliği(yumuşak kat)

Genel kat ayarları		$\pm 5\%$			
Kat	h [m]	$\Delta i(\text{ort})$ [mm]	$\frac{\Delta i}{hi}$	$\frac{\Delta(i+1)}{h(i+1)}$	$\eta_{ki} (+/-)$
2.KAT	3,00	0,89	0,000295		-/ 0,65
1.KAT	3,00	1,35	0,000451	0,000295	1,53 /1,24
Z.KAT	3,00	1,09	0,000362	0,000451	0,80 /-

4.2.2. Plan 2 analiz sonuçları

Plan 2 için referans plan olan Plan 1’den farklı olarak 150 cm konsol çıkmaları mevcuttur. Buna ilave olarak 4 köşe kirişleri ve iki orta kenar kiriş ve döşeme çıkarılarak düzensizlik oluşturulmuştur. Gerçekleştirilen analiz sonucunda Plan 2’nin 3 katlı modeli için, deprem parametreleri, periyot, kat yükleri, kat deplasmanları, kat kuvvetleri, görelî kat ötelemeleri, ikinci mertebe etkileri, düzensizlikler (A1, B1, B2) incelenmiş, analiz sonuçları aşağıdaki tablolarda verilmiştir. (Tablo 4.23.- 4.40.)



Şekil 4.3. Taşıyıcı sistemin kalıp planı ve 3 boyutlu görünüşü – Plan 2 (3 katlı)

Tablo 4.23 Plan2 (3 katlı) deprem parametreleri

Deprem Parametreleri	Simge	Değer
Hareketli yükler dahil yapı toplam ağırlığı	(W)	1424,99 t
Yapı yüksekliği (Rijit bodrum varsa o kattan ölçülen yükseklik)	(Hn)	9,00 m
X yönünde yapı tepesinde etki ettirilen ekstra eş değer deprem yükü	(_D F _n -X)	4,01 tf
Y yönünde yapı tepesine etki ettirilen ekstra eş değer deprem yükü	(_D F _n -Y)	4,01 tf
X yönünde uygulanan toplam eş değer deprem yükü	(V _t -X)	178,12 tf
Y yönünde uygulanan toplam eş değer deprem yükü	(V _t -Y)	178,12 tf
X yönünde uygulanan toplam deprem yükü (modal kombinasyon)	(V _t B-X)	156,37 tf
Y yönünde uygulanan toplam deprem yükü (modal kombinasyon)	(V _t B-Y)	156,37 tf
Yapı önem katsayısı	I	1,00
X yönü V _t B/V _t oranı	V _t B(x)/V _t (x)	0,88
Y yönü V _t B/V _t oranı	V _t B(y)/V _t (y)	0,88
Hesaplanan büyüklüklere ilişkin alt sınır değerleri	b	0,80
X yönü deprem yükü büyütme faktörü	_b V _t (x)/V _t B(x)	0,91
Y yönü deprem yükü büyütme faktörü	_b V _t (y)/V _t B(y)	0,91

Plan 2'in süneklik yüzeyi yüksek, çerçevesel bir sistemdir. Plan 2 için davranış kat sayısı X yönünde 8, Y yönünde 8 seçilmiştir.

Tablo 4.24. Plan 2 (3 katlı) Yapı davranış katsayısı (R) seçimi.

X Yönü		Y Yönü	
Yapı taşıyıcı sistemi	Betonarme çerçeve	Yapı taşıyıcı sistemi	Betonarme çerçeve
Süneklik	Yüksek	Süneklik	Yüksek
Girilen	8	Girilen	8
Seçilen R Katsayısı	8	Seçilen R Katsayısı	8

Tablo 4.25. Plan 2 (3 katlı) periyotları ve modal kütle katılımları

Mod	Periyot (sn)	Ux için toplam kütle katılımı oranı	Uy için toplam kütle katılımı oranı	Rz için toplam kütle katılımı oranı
1	0,36216	0,00053	0,00009	0,00000
2	0,35546	0,86083	0,00009	0,00000
3	0,31695	0,86083	0,86208	0,00000
4	0,11334	0,86130	0,86209	0,00000
5	0,11258	0,97068	0,86209	0,00000
6	0,09976	0,97068	0,97175	0,00000
7	0,06536	0,99995	0,97175	0,00000
8	0,06474	1,00000	0,97175	0,00000
9	0,05828	1,00000	1,00000	0,00000

Plan 2'nin hiçbir modunda Rz için kütle katılım oranı görünmemektedir. Bu durumda tüm mod durumunda yapıda burulma olmadığını göstermektedir.

Tablo 4.26. Plan 2 (3 katlı) yapı kat maksimum yükleri

Kat ayarları	X Yönü			Y Yönü		
	Eşdeğer (tf)	Dinamik (tf)	Seçilen (tf)	Eşdeğer (tf)	Dinamik (tf)	Seçilen (tf)
ΔF_n (Ekstra Eşdeğer Tepe Yüğü)	4,01			4,01		
2. KAT	92,24	79,40	79,40	92,24	79,51	79,51
1. KAT	57,26	51,34	51,34	57,26	51,35	51,35
Z. KAT	28,63	25,63	25,63	28,63	25,81	25,81

Katlara etkiyen maksimum yükler eşdeğer ve dinamik yükler olmak üzere yukarıda verilmiştir. Seçilen yükler dinamik yüklerdir.

Tablo 4.27. Plan 2 (3 katlı) X doğrultusunda etkiyen kat kuvvetleri

Genel kat ayarları		+5%					-5%				
Kat	h [m]	ex [cm]	ey [cm]	Fx [tf]	Fy [tf]	T [tfm]	ex [cm]	ey [cm]	Fx [tf]	Fy [tf]	T [tfm]
2. KAT	3,00	0	141,25	79,4037	0	112,1578	0	141,25	79,4037	0	112,1578
1. KAT	3,00	0	141,25	51,3420	0	72,5205	0	141,25	51,3420	0	72,5205
Z. KAT	3,00	0	141,25	25,6283	0	36,2000	0	141,25	25,6283	0	36,2000

Tablo 4.28. Plan 2 (3 katlı) Y doğrultusunda etkiyen kat kuvvetleri

Genel kat ayarları		+5%					-5%				
Kat	h [m]	ex [cm]	ey [cm]	Fx [tf]	Fy [tf]	T [tfm]	ex [cm]	ey [cm]	Fx [tf]	Fy [tf]	T [tfm]
2.KAT	3,00	116,50	0	0	79,5074	92,6261	116,50	0	0	79,5074	92,6261
1.KAT	3,00	116,50	0	0	51,3464	59,8186	116,50	0	0	51,3464	59,8186
Z.KAT	3,00	116,50	0	0	25,8092	30,0677	116,50	0	0	25,8092	30,0677

Tablo 4.29. Plan 2 (3 katlı) X yönünde kat deplasmanları

Genel kat ayarları		$\pm 5\%$		
Kat	h (m)	δx (mm)	δy (mm)	θ (rd)
2. KAT	3,00	4,93	0	0,00
1. KAT	3,00	3,64	0	0,00
Z. KAT	3,00	1,63	0	0,00

Tablo 4.30. Plan 2 (3 katlı) Y yönünde kat deplasmanları

Genel kat ayarları		$\pm 5\%$		
Kat	h	δx	δy	θ
	(m)	(mm)	(mm)	(rd)
2. KAT	3,00	0	3,91	0,00
1. KAT	3,00	0	2,90	0,00
Z. KAT	3,00	0	1,30	0,00

Tablo 4.31. Plan 2 (3 katlı) X yönünde $\pm 5\%$ göreli kat ötelemelerinin sınırlandırılması

Genel kat ayarları		$\pm 5\%$						Kontrol
Kat	h	Eleman	di	d(i-1)	Δi	$\delta i(\max)$	$\frac{\delta i(\max)}{h}$	$\delta i(\max)/h$
	[m]		[mm]	[mm]	[mm]	[mm]	[mm]	≤ 0.02
2. KAT	3,00	S236	5,69	4,19	1,50	11,99	0,004	✓
1. KAT	3,00	S136	4,19	1,87	2,32	18,54	0,006	✓
Z. KAT	3,00	SZ32	1,87	0	1,87	14,98	0,005	✓

Tablo 4.32. Plan 2 (3 katlı) Y yönünde $\pm 5\%$ göreli kat ötelemelerinin sınırlandırılması

Genel kat ayarları		$\pm 5\%$						Kontrol
Kat	h	Eleman	di	d(i-1)	Δi	$\delta i(\max)$	$\frac{\delta i(\max)}{h}$	$\delta i(\max)/h$
	[m]		[mm]	[mm]	[mm]	[mm]	[mm]	≤ 0.02
2. KAT	3,00	S225	4,43	3,28	1,15	9,22	0,003	✓
1. KAT	3,00	S119	3,28	1,47	1,81	14,50	0,005	✓
Z. KAT	3,00	SZ01	1,47	0	1,47	11,76	0,004	✓

Tablo 4.33. Plan 2 (3 katlı) X yönünde ± 5 ikinci merteye etkileri

Genel kat ayarları		± 5					Kontrol
Kat	h [m]	$\Delta i(\text{ort})$ [mm]	$\sum w_j$ [tf]	V_i [tf]	V_{ih} [tfm]	θ_i	$\theta_i \leq 0.12$
2. KAT	3,00	1,41	483,58	79,40	238,21	0.0029	✓
1. KAT	3,00	2,19	954,29	130,75	392,24	0.0053	✓
Z. KAT	3,00	1,78	1424,99	156,37	469,12	0.0054	✓

Tablo 4.34. Plan 2 (3 katlı) Y yönünde ± 5 ikinci merteye etkileri

Genel kat ayarları		± 5					Kontrol
Kat	h [m]	$\Delta i(\text{ort})$ [mm]	$\sum w_j$ [tf]	V_i [tf]	V_{ih} [tfm]	θ_i	$\theta_i \leq 0.12$
2. KAT	3,00	1,09	483,58	79,40	238,21	0.0022	✓
1. KAT	3,00	1,73	954,29	130,75	392,24	0.0042	✓
Z. KAT	3,00	1,40	1424,99	156,37	469,12	0.0043	✓

Tablo 4.35. Plan 2 (3 katlı) X yönünde ± 5 A1 burulma düzensizliği

Genel kat ayarları		$\pm 5\%$				Kontrol
Kat	h [m]	$\Delta i(\text{max})$ [mm]	$\Delta i(\text{min})$ [mm]	$\Delta i(\text{ort})$ [mm]	η_{bi}	$\eta_{bi} > 1.2$
2. KAT	3,00	1,50 / S236	1,33 / S217	1,41	1,06	Yok
1. KAT	3,00	2,32 / S136	2,07 / S116	2,19	1,06	Yok
Z. KAT	3,00	1,87 / SZ32	1,68 / SZ13	1,78	1,05	Yok

Tablo 4.36. Plan 2 (3 katlı) Y yönünde ± 5 A1 burulma düzensizliği

Genel kat ayarları		$\pm 5\%$				Kontrol
Kat	h [m]	$\Delta i(\text{max})$ [mm]	$\Delta i(\text{min})$ [mm]	$\Delta i(\text{ort})$ [mm]	η_{bi}	$\eta_{bi} > 1.2$
2. KAT	3,00	1,15 / S225	1,04 / S204	1,09	1,05	Yok
1. KAT	3,00	1,81 / S119	1,64 / S110	1,73	1,05	Yok
Z. KAT	3,00	1,47 / SZ01	1,33 / SZ04	1,40	1,05	Yok

Tablo4.37. Plan 2 (3 katlı) X yönü B1 komşu katlar arası dayanım düzensizliği (zayıf kat)

Genel kat ayarları		Kolon Alan	Duvar Alan	Kesme Alanı	Kolon Alan	Duvar Alan	Kesme Alan	Katsayı	Kontrol
Kat	h [m]	$\sum A_w(i)$ [m ²]	$\sum A_k(i)$ [m ²]	$\sum A_e(i)$ [m ²]	$\sum A_w(i+1)$ [m ²]	$\sum A_k(i+1)$ [m ²]	$\sum A_e(i+1)$	hc(i)	$\eta_c(i) > 0.80$
1.KAT	3,00	7,32	7,90	8,50	7,32	7,90	8,50	1,00	Yok
Z.KAT	3,00	7,32	7,90	8,50	7,32	7,90	8,50	1,00	Yok

Tablo 4.38. Plan 2 (3 katlı) Y yönü B1 komşu katlar arası dayanım düzensizliği (zayıf kat)

Genel kat ayarları		Kolon Alan	Duvar Alan	Kesme Alanı	Kolon Alan	Duvar Alan	Kesme Alan	Katsayı	Kontrol
Kat	h [m]	$\sum A_w(i)$ [m ²]	$\sum A_k(i)$ [m ²]	$\sum A_e(i)$ [m ²]	$\sum A_w(i+1)$ [m ²]	$\sum A_k(i+1)$ [m ²]	$\sum A_e(i+1)$ [m ²]	hc(i)	$\eta_c(i) > 0.80$
1.KAT	3,00	7,32	12,20	9,15	7,32	12,20	9,15	1,00	Yok
Z.KAT	3,00	7,32	12,20	9,15	7,32	12,20	9,15	1,00	Yok

Tablo 4.39. Plan 2 (3 katlı) X yönü B2 komşu katlar arası rijitlik düzensizliği (yumuşak kat)

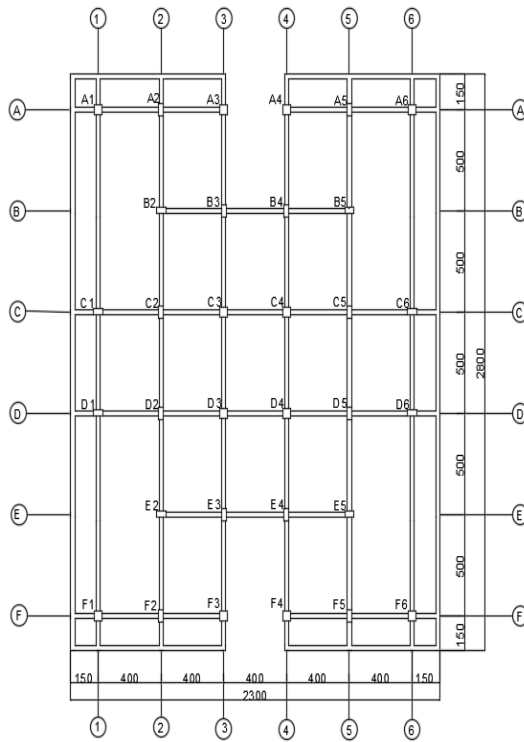
Genel kat ayarları		$\pm 5\%$				Kontrol
Kat	h [m]	$\Delta i(ort)$ [mm]	$\frac{\Delta i}{hi}$	$\frac{\Delta(i+1)}{h(i+1)}$	$\eta_{ki} (+/-)$	$\eta_{ki} > 2$
2. KAT	3,00	1,41	0,000472		-/ 0,65	Yok
1. KAT	3,00	2,19	0,000731	0,000472	1,55 /1,23	Yok
Z. KAT	3,00	1,78	0,000592	0,000731	0,81 /-	Yok

Tablo 4.40. Plan 2 (3 katlı) Y yönü B2 komşu katlar arası rijitlik düzensizliği (yumuşak kat)

Genel kat ayarları		$\pm 5\%$				Kontrol
Kat	h [m]	$\Delta i(ort)$ [mm]	$\frac{\Delta i}{hi}$	$\frac{\Delta(i+1)}{h(i+1)}$	$\eta_{ki} (+/-)$	$\eta_{ki} > 2$
2. KAT	3,00	1,09	0,000365		-/ 0,63	Yok
1. KAT	3,00	1,73	0,000575	0,000365	1,58 /1,23	Yok
Z. KAT	3,00	1,40	0,000467	0,000575	0,81 /-	Yok

4.2.3. Plan 3 analiz sonuçları

Plan 3 için referans plan olan Plan 1’den farklı olarak 2A, 2F, 5A, 5F akslarında yerleşen kolonlar çıkarılmıştır. Bununla birlikte aynı kolonları 2B, 2E, 5B, 5E aksında yerleşen kolonları bağlayan kirişler de çıkarılarak büyük döşeme boşluğu oluşmuştur. 1C, 1D, 6C, 6D akslarında yerleşen kolonları bağlayan kirişler ve döşemeler de çıkarılarak bir düzensizlik oluşturulmuştur. Gerçekleştirilen analiz sonucunda Plan 3’ün 3 katlı modeli için, deprem parametreleri, periyot, kat yükleri, kat deplasmanları, kat kuvvetleri, görelî kat ötelemeleri, ikinci mertebe etkileri, düzensizlikler (A1, B1, B2) incelenmiş, analiz sonuçları aşağıdaki tablolarda verilmiştir. (Tablo 4.41.- 4.58.)



Şekil 4.4. Taşıyıcı sistemin kalıp planı ve 3 boyutlu görünüşü – Plan 3 (3 katlı)

Tablo 4.41. Plan 3 (3 katlı) deprem parametreleri

Deprem Parametreleri	Simge	Değer
Hareketli yükler dahil yapı toplam ağırlığı	(W)	1520,58 t
Yapı toplam serbest kütlesi	(m)	153,33 t
Yapı yüksekliği (Rijit bodrum varsa o kattan ölçülen yükseklik)	(Hn)	9,00 m
X yönünde yapı tepesinde etki ettirilen ekstra eş değer deprem yükü	(dF_n-X)	4,28 tf
Y yönünde yapı tepesine etki ettirilen ekstra eş değer deprem yükü	(dF_n-Y)	4,28 tf
X yönünde uygulanan toplam eş değer deprem yükü	(V_t-X)	190,07 tf
Y yönünde uygulanan toplam eş değer deprem yükü	(V_t-Y)	190,07 tf
X yönünde uygulanan toplam deprem yükü (modal kombinasyon)	($V_{tB}-X$)	166,78 tf
Y yönünde uygulanan toplam deprem yükü (modal kombinasyon)	($V_{tB}-Y$)	166,37 tf
Yapı önem katsayısı	I	1,00
X yönü V_{tB}/V_t oranı	$V_{tB}(x)/V_t(x)$	0,88
Y yönü V_{tB}/V_t oranı	$V_{tB}(y)/V_t(y)$	0,88
Hesaplanan büyüklüklere ilişkin alt sınır değerleri	b	0,80
X yönü deprem yükü büyütme faktörü	$V_t(x)/V_{tB}(x)$	0,91
Y yönü deprem yükü büyütme faktörü	$V_t(y)/V_{tB}(y)$	0,91

Plan 3'ün süneklik yüzeyi yüksek, çerçeve bir sistemdir. Plan 3 için davranış kat sayısı X yönünde 8, Y yönünde 8 seçilmiştir.

Tablo 4.42. Plan 3 (3 katlı) Yapı davranış katsayısı (R) seçimi

X Yönü		Y Yönü	
Yapı taşıyıcı sistemi	Betonarme çerçeve	Yapı taşıyıcı sistemi	Betonarme çerçeve
Süneklik	Yüksek	Süneklik	Yüksek
Girilen	8	Girilen	8
Seçilen R Katsayısı	8	Seçilen R Katsayısı	8

Tablo 4.43. Plan3 (3 katlı) periyotları ve modal kütle katılımları

Mod	Periyot (sn)	Ux için toplam kütle katılımı oranı	Uy için toplam kütle katılımı oranı	Rz için toplam kütle katılımı oranı
1	0,40244	0,00005	0,00048	0,00000
2	0,37392	0,86167	0,00048	0,00000
3	0,36127	0,86167	0,85913	0,00000
4	0,12646	0,86168	0,85918	0,00000
5	0,11823	0,97136	0,85918	0,00000
6	0,11286	0,97136	0,97040	0,00000
7	0,07299	0,97136	0,97042	0,00000
8	0,06881	1,00000	0,97042	0,00000
9	0,06506	1,00000	1,00000	0,00000

Plan 3'ün hiçbir modunda R_z için kütle katılım oranı görünmemektedir. Bu durumda tüm mod durumunda yapıda burulma olmadığını göstermektedir.

Tablo 4.44. Plan 3 (3 katlı) yapı kat maksimum yükleri

Kat ayarları	X Yönü			Y Yönü		
	Eşdeğer (tf)	Dinamik (tf)	Seçilen (tf)	Eşdeğer (tf)	Dinamik (tf)	Seçilen (tf)
ΔF_n (Ekstra Eşdeğer Tepe Yükü)	4,28			4,28		
2. KAT	98,36	84,40	84,40	98,36	84,55	84,55
1. KAT	61,14	54,96	54,96	61,14	54,68	54,68
Z. KAT	30,57	27,42	27,42	30,57	27,13	27,13

Katlara etkiyen maksimum yükler eşdeğer ve dinamik yükler olmak üzere yukarıda verilmiştir. Seçilen yükler dinamik yüklerdir.

Tablo 4.45. Plan 3 (3 katlı) X doğrultusunda etkiyen kat kuvvetleri

Genel kat ayarları		+5%					-5%				
Kat	h [m]	ex [cm]	ey [cm]	Fx [tf]	Fy [tf]	T [tfm]	ex [cm]	ey [cm]	Fx [tf]	Fy [tf]	T [tfm]
2.KAT	3,00	0	141,50	84,4032	0	119,4305	0	141,50	84,4032	0	119,4305
1.KAT	3,00	0	141,50	54,9579	0	77,7654	0	141,50	54,9579	0	77,7654
Z.KAT	3,00	0	141,50	27,4160	0	38,7937	0	141,50	27,4160	0	38,7937

Tablo 4.46. Plan 3 (3 katlı) Y doğrultusunda etkiyen kat kuvvetleri

Genel kat ayarları		+5%					-5%				
Kat	h [m]	ex [cm]	ey [cm]	Fx [tf]	Fy [tf]	T [tfm]	ex [cm]	ey [cm]	Fx [tf]	Fy [tf]	T [tfm]
2.KAT	3,00	116,25	0	0	84,5544	98,2944	116,25	0	0	84,5544	98,2944
1.KAT	3,00	116,25	0	0	54,6828	63,5688	116,25	0	0	54,6828	63,5688
Z.KAT	3,00	116,25	0	0	27,1297	31,5382	116,25	0	0	27,1297	31,5382

Tablo 4.47. Plan 3 (3 katlı) X yönünde kat deplasmanları

Genel kat ayarları		±5%		
Kat	h (m)	δx (mm)	δy (mm)	θ (rd)
2. KAT	3,00	5,44	0	0,00
1. KAT	3,00	4,03	0	0,00
Z. KAT	3,00	1,81	0	0,00

Tablo 4.48. Plan 3 (3 katlı) Y yönünde kat deplasmanları

Genel kat ayarları		±5%		
Kat	h (m)	δx (mm)	δy (mm)	θ (rd)
2. KAT	3,00	0	5,08	0,00
1. KAT	3,00	0	3,75	0,00
Z. KAT	3,00	0	1,66	0,00

Tablo 4.49. Plan 3 (3 katlı) X yönünde ±%5 görelî kat ötelemelerinin sınırlandırılması

Genel kat ayarları		±5%						Kontrol
Kat	h	Eleman	d _i	d(i-1)	Δi	δi(max)	$\frac{\delta i(max)}{h}$	δi(max)/h
	[m]		[mm]	[mm]	[mm]	[mm]	[mm]	<=0.02
2. KAT	3,00	S206	6,36	4,70	1,66	13,32	0,004	✓
1. KAT	3,00	S106	4,70	2,11	2,59	20,74	0,007	✓
Z. KAT	3,00	SZ02	2,11	0	2,11	16,84	0,006	✓

Tablo 4.50. Plan 3 (3 katlı) Y yönünde ±%5 görelî kat ötelemelerinin sınırlandırılması

Genel kat ayarları		±5%						Kontrol
Kat	h	Eleman	d _i	d(i-1)	Δi	δi(max)	$\frac{\delta i(max)}{h}$	δi(max)/h
	[m]		[mm]	[mm]	[mm]	[mm]	[mm]	<=0.02
2. KAT	3,00	S227	5,73	4,22	1,51	12,06	0,004	✓
1. KAT	3,00	S117	4,22	1,87	2,35	18,77	0,006	✓
Z. KAT	3,00	SZ17	1,87	0	1,87	14,97	0,005	✓

Tablo 4.51. Plan 3 (3 katlı) X yönünde $\pm 5\%$ ikinci merteye etkileri

Genel kat ayarları		$\pm 5\%$					Kontrol
Kat	h [m]	$\Delta i(\text{ort})$ [mm]	$\sum w_j$ [tf]	V_i [tf]	V_{ih} [tfm]	θ_i	$\theta_i \leq 0.12$
2. KAT	3,00	1,57	515,32	84,40	253,21	0,0032	✓
1. KAT	3,00	2,44	1018,05	139,36	418,08	0,0059	✓
Z. KAT	3,00	1,99	1520,58	166,78	500,33	0,0060	✓

Tablo 4.52. Plan 3 (3 katlı) Y yönünde $\pm 5\%$ ikinci merteye etkileri

Genel kat ayarları		$\pm 5\%$					Kontrol
Kat	h [m]	$\Delta i(\text{ort})$ [mm]	$\sum w_j$ [tf]	V_i [tf]	V_{ih} [tfm]	θ_i	$\theta_i \leq 0.12$
2. KAT	3,00	1,44	515,52	84,40	253,21	0,0029	✓
1. KAT	3,00	2,24	1018,05	139,36	418,08	0,0054	✓
Z. KAT	3,00	1,79	1520,58	166,78	500,33	0,0054	✓

Tablo 4.53. Plan 3 (3 katlı) X yönünde $\pm 5\%$ A1 burulma düzensizliği

Genel kat ayarları		$\pm 5\%$				Kontrol
Kat	h [m]	$\Delta i(\text{max})$ [mm]	$\Delta i(\text{min})$ [mm]	$\Delta i(\text{ort})$ [mm]	η_{bi}	$\eta_{bi} > 1.2$
2. KAT	3,00	1,66 / S206	1,47 / S221	1,57	1,06	Yok
1. KAT	3,00	2,59 / S106	2,29 / S120	2,44	1,06	Yok
Z. KAT	3,00	2,11 / SZ02	1,87 / SZ17	1,99	1,06	Yok

Tablo 4.54. Plan 3 (3 katlı) Y yönünde $\pm 5\%$ A1 burulma düzensizliği

Genel kat ayarları		$\pm 5\%$				Kontrol
Kat	h [m]	$\Delta i(\text{max})$ [mm]	$\Delta i(\text{min})$ [mm]	$\Delta i(\text{ort})$ [mm]	η_{bi}	$\eta_{bi} > 1.2$
2. KAT	3,00	1,51 / S227	1,36 / S209	1,44	1,05	Yok
1. KAT	3,00	2,35 / S117	2,13 / S109	2,24	1,05	Yok
Z. KAT	3,00	1,87 / SZ17	1,70 / SZ30	1,79	1,05	Yok

Tablo 4.55. Plan 3 (3 katlı) X yönü B1 komşu katlar arası dayanım düzensizliği (zayıf kat)

Genel kat ayarları		Kolon Alan	Duvar Alan	Kesme Alanı	Kolon Alan	Duvar Alan	Kesme Alan	Katsayı	Kontrol
Kat	h	$\Sigma A_w(i)$	$\Sigma A_k(i)$	$\Sigma A_e(i)$	$\Sigma A_w(i+1)$	$\Sigma A_k(i+1)$	$\Sigma A_e(i+1)$	hc(i)	$\eta_c(i) > 0.80$
	[m]	[m ²]	[m ²]	[m ²]	[m ²]	[m ²]			
1.KAT	3,00	6,60	7,91	7,79	6,60	7,91	7,79	1,00	Yok
Z.KAT	3,00	6,60	7,91	7,79	6,60	7,91	7,79	1,00	Yok

Tablo 4.56. Plan 3 (3 katlı) Y yönü B1 komşu katlar arası dayanım düzensizliği (zayıf kat)

Genel kat ayarları		Kolon Alan	Duvar Alan	Kesme Alanı	Kolon Alan	Duvar Alan	Kesme Alan	Katsayı	Kontrol
Kat	h	$\Sigma A_w(i)$	$\Sigma A_k(i)$	$\Sigma A_e(i)$	$\Sigma A_w(i+1)$	$\Sigma A_k(i+1)$	$\Sigma A_e(i+1)$	hc(i)	$\eta_c(i) > 0.80$
	[m]	[m ²]	[m ²]	[m ²]	[m ²]	[m ²]			
1.KAT	3,00	6,60	12,36	8,45	6,60	12,36	8,45	1,00	Yok
Z.KAT	3,00	6,60	12,36	8,45	6,60	12,36	8,45	1,00	Yok

Tablo 4.57. Plan 3 (3 katlı) X yönü B2 komşu katlar arası rijitlik düzensizliği (yumuşak kat)

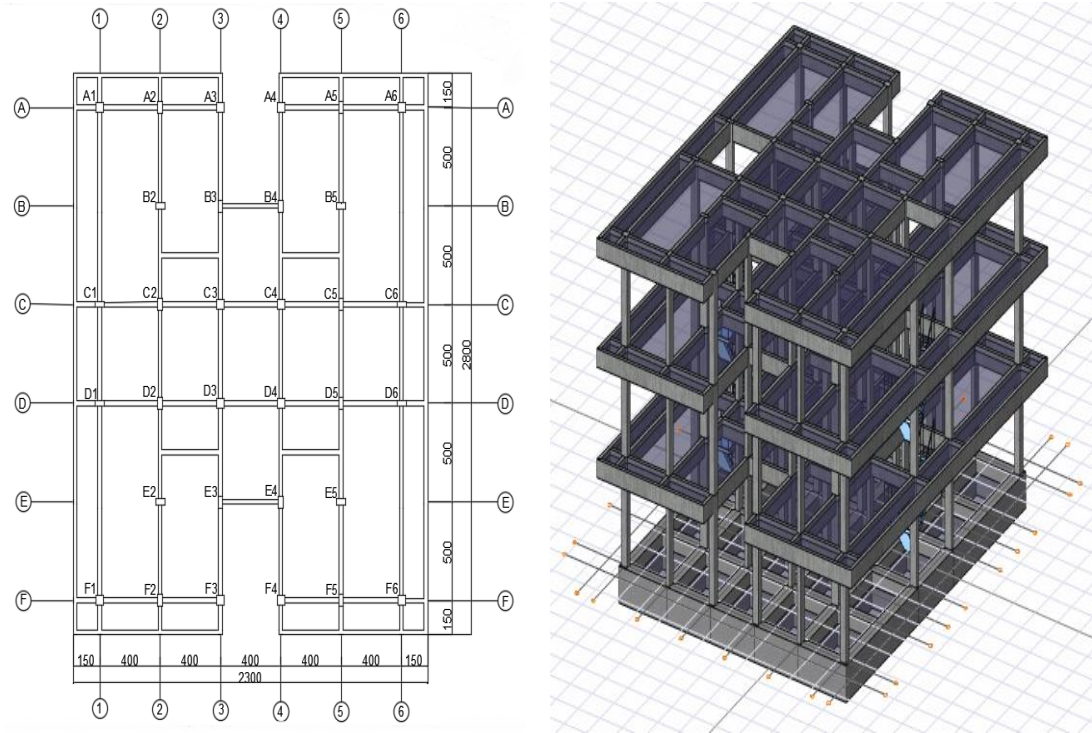
Genel kat ayarları		$\pm 5\%$				Kontrol
Kat	h	$\Delta i(ort)$	$\frac{\Delta i}{hi}$	$\frac{\Delta(i+1)}{h(i+1)}$	$\eta_{ki} (+/-)$	$\eta_{ki} > 2$
	[m]	[mm]				
2. KAT	3,00	1,57	0,000522		- / 0,64	Yok
1. KAT	3,00	2,44	0,000814	0,000522	1,56 / 1,23	Yok
Z. KAT	3,00	1,99	0,000662	0,000814	0,82 / -	Yok

Tablo 4.58. Plan 3 (3 katlı) Y yönü B2 komşu katlar arası rijitlik düzensizliği (yumuşak kat)

Genel kat ayarları		$\pm 5\%$				Kontrol
Kat	h	$\Delta i(ort)$	$\frac{\Delta i}{hi}$	$\frac{\Delta(i+1)}{h(i+1)}$	$\eta_{ki} (+/-)$	$\eta_{ki} > 2$
	[m]	[mm]				
2. KAT	3,00	1,44	0,000479		- / 0,64	Yok
1. KAT	3,00	2,24	0,000746	0,000479	1,56 / 1,25	Yok
Z. KAT	3,00	1,79	0,000595	0,000746	0,80 / -	Yok

4.2.4. Plan 4 analiz sonuçları

Plan 4 için de Plan 3 gibi 2A, 2F, 6A, 6F akslarında yerleşen kolonlar çıkarılmıştır. Yalnız Plan 3'ten ilave olarak burada 2B 2C, 5B 5C, 2D 2E ve 5D 5E akslarında yerleşen kolonları bağlayacak olan kirişler yan tarafa kaydırılarak kirişler arasında yerleştirilmiştir. Planda da görüldüğü gibi 2B, 2E, 5B, 5E kolonları yalnızca iki taraftan kirişle bağlanmıştır. Gerçekleştirilen analiz sonucunda Plan 4'ün 3 katlı modeli için, deprem parametreleri, periyot, kat yükleri, kat deplasmanları, kat kuvvetleri, görelî kat ötelemeleri, ikinci mertebe etkileri, düzensizlikler (A1, B1, B2) incelenmiş, analiz sonuçları aşağıdaki tablolarda verilmiştir. (Tablo 4.59.- 4.76.)



Şekil 4.5. Taşıyıcı sistemin kalıp planı ve 3 boyutlu görünüşü – Plan 4 (3 katlı)

Tablo 4.59. Plan 4 (3 katlı) deprem parametreleri

Deprem Parametreleri	Simge	Değer
Hareketli yükler dahil yapı toplam ağırlığı	(W)	1518,98 t
Yapı toplam serbest kütlesi	(m)	152,96 t
Yapı yüksekliği (Rijit bodrum varsa o kattan ölçülen yükseklik)	(Hn)	9,00 m
X yönünde yapı tepesinde etki ettirilen ekstra eş değer deprem yükü	(ρF_n -X)	4,27 tf
Y yönünde yapı tepesine etki ettirilen ekstra eş değer deprem yükü	(ρF_n -Y)	4,27 tf
X yönünde uygulanan toplam eş değer deprem yükü	(Vt-X)	189,87 tf
Y yönünde uygulanan toplam eş değer deprem yükü	(Vt-Y)	189,87 tf
X yönünde uygulanan toplam deprem yükü (modal kombinasyon)	(VtB-X)	165,41 tf
Y yönünde uygulanan toplam deprem yükü (modal kombinasyon)	(VtB-Y)	165,02tf
Yapı önem katsayısı	I	1,00
X yönü VtB/Vt oranı	VtB(x) /Vt(x)	0,87
Y yönü VtB/Vt oranı	VtB(y) /Vt(y)	0,87
Hesaplanan büyüklüklere ilişkin alt sınır değerleri	b	0,80
X yönü deprem yükü büyütme faktörü	$\rho Vt(x) /VtB(x)$	0,92
Y yönü deprem yükü büyütme faktörü	$\rho Vt(y) /VtB(y)$	0,91

Plan 4'ün süneklik yüzeyi yüksek, çerçeve bir sistemdir. Plan 4 için davranış kat sayısı X yönünde 8, Y yönünde 8 seçilmiştir.

Tablo 4.60. Plan 4 (3 katlı) Yapı davranış katsayısı (R) seçimi

X Yönü		Y Yönü	
Yapı taşıyıcı sistemi	Betonarme çerçeve	Yapı taşıyıcı sistemi	Betonarme çerçeve
Süneklik	Yüksek	Süneklik	Yüksek
Girilen	8	Girilen	8
Seçilen R Katsayısı	8	Seçilen R Katsayısı	8

Tablo 4.61. Plan 4 (3 katlı) periyotları ve modal kütle katılımları

Mod	Periyot (sn)	U _x için toplam kütle katılımı oranı	U _y için toplam kütle katılımı oranı	R _z için toplam kütle katılımı oranı
1	0,41326	0,00001	0,00001	0,00000
2	0,39564	0,85450	0,00001	0,00000
3	0,36442	0,85450	0,85782	0,00000
4	0,12884	0,85450	0,85782	0,00000
5	0,12331	0,96817	0,85782	0,00000
6	0,11339	0,96817	0,97002	0,00000
7	0,07327	0,96817	0,97002	0,00000
8	0,06971	1,00000	0,97002	0,00000
9	0,06507	1,00000	1,00000	0,00000

Plan 4'ün hiçbir modunda R_z için kütle katılım oranı görünmemektedir. Bu durumda tüm mod durumunda yapıda burulma olmadığını göstermektedir.

Tablo 4.62. Plan 4 (3 katlı) yapı kat maksimum yükleri

Kat ayarları	X Yönü			Y Yönü		
	Eşdeğer (tf)	Dinamik (tf)	Seçilen (tf)	Eşdeğer (tf)	Dinamik (tf)	Seçilen (tf)
ΔF _n (Ekstra Eşdeğer Tepe Yüğü)	4,27			4,27		
2. KAT	98,26	84,61	84,61	98,26	84,54	84,54
1. KAT	61,08	54,22	54,22	61,08	54,51	54,51
Z. KAT	30,54	26,58	26,58	30,54	26,96	26,96

Katlara etkiyen maksimum yükler eşdeğer ve dinamik yükler olmak üzere yukarıda verilmiştir. Seçilen yükler dinamik yüklerdir.

Tablo 4.63. Plan 4 (3 katlı) X doğrultusunda etkiyen kat kuvvetleri

Genel kat ayarları		+5%					-5%				
Kat	h [m]	ex [cm]	ey [cm]	Fx [tf]	Fy [tf]	T [tfm]	ex [cm]	ey [cm]	Fx [tf]	Fy [tf]	T [tfm]
2.KAT	3,00	0	141,25	84,6061	0	119,5061	0	141,25	84,6061	0	119,5061
1.KAT	3,00	0	141,25	54,2246	0	76,5922	0	141,25	54,2246	0	76,5922
Z.KAT	3,00	0	141,25	26,5755	0	37,5379	0	141,25	26,5755	0	37,5379

Tablo 4.64. Plan 4 (3 katlı) Y doğrultusunda etkiyen kat kuvvetleri

Genel kat ayarları		+5%					-5%				
Kat	h	ex	ey	Fx	Fy	T	ex	ey	Fx	Fy	T
	[m]	[cm]	[cm]	[tf]	[tf]	[tfm]	[cm]	[cm]	[tf]	[tf]	[tfm]
2.KAT	3,00	116,25	0	0	84,5433	98,2816	116,25	0	0	84,5433	98,2816
1.KAT	3,00	116,25	0	0	54,5127	63,3710	116,25	0	0	54,5127	63,3710
Z.KAT	3,00	116,25	0	0	26,9641	31,3458	116,25	0	0	26,9641	31,3458

Tablo 4.65. Plan 4 (3 katlı) X yönünde kat deplasmanları

Genel kat ayarları		±5%		
Kat	h	δx	δy	θ
	(m)	(mm)	(mm)	(rd)
2. KAT	3,00	6,11	0,00	0,00
1. KAT	3,00	4,46	0	0,00
Z. KAT	3,00	1,95	0	0,00

Tablo 4.66. Plan 4 (3 katlı) Y yönünde kat deplasmanları

Genel kat ayarları		±5%		
Kat	h	δx	δy	θ
	(m)	(mm)	(mm)	(rd)
2. KAT	3,00	0,00	5,18	0,00
1. KAT	3,00	0	3,81	0,00
Z. KAT	3,00	0	1,68	0,00

Tablo 4.67. Plan 4 (3 katlı) X yönünde ±%5 görelî kat ötelemelerinin sınırlandırılması

Genel kat ayarları		±5%							Kontrol
Kat	h	Eleman	d _i	d(i-1)	Δi	δi(max)	$\frac{\delta i(max)}{h}$	δi(max)/h	
	[m]		[mm]	[mm]	[mm]	[mm]	[mm]		<=0.02
2. KAT	3,00	S227	7,08	5,15	1,92	15,38	0,005		✓
1. KAT	3,00	S127	5,15	2,26	2,90	23,18	0,008		✓
Z. KAT	3,00	SZ28	2,26	0	2,26	18,05	0,006		✓

Tablo 4.68. Plan 4 (3 katlı) Y yönünde $\pm 5\%$ görel kat ötelemelerinin sınırlandırılması

Genel kat ayarları		$\pm 5\%$						Kontrol
Kat	h [m]	Eleman	d _i [mm]	d(i-1) [mm]	Δi [mm]	$\delta i(\max)$ [mm]	$\frac{\delta i(\max)}{h}$ [mm]	$\delta i(\max)/h$ ≤ 0.02
2. KAT	3,00	S227	5,82	4,27	1,55	12,36	0,004	✓
1. KAT	3,00	S127	4,27	1,89	2,39	19,10	0,006	✓
Z. KAT	3,00	SZ11	1,89	0	1,89	15,08	0,005	✓

Tablo 4.69. Plan 4 (3 katlı) X yönünde $\pm 5\%$ ikinci merteye etkileri

Genel kat ayarları		$\pm 5\%$					Kontrol
Kat	h [m]	$\Delta i(\text{ort})$ [mm]	$\sum w_j$ [tf]	V_i [tf]	V_{ih} [tfm]	θ_i	$\theta_i \leq 0.12$
2. KAT	3,00	1,82	514,98	84,61	253,82	0.0037	✓
1. KAT	3,00	2,74	1016,98	138,83	416,49	0.0067	✓
Z. KAT	3,00	2,13	1518,98	165,41	496,22	0.0065	✓

Tablo 4.70. Plan 4 (3 katlı) Y yönünde $\pm 5\%$ ikinci merteye etkileri

Genel kat ayarları		$\pm 5\%$					Kontrol
Kat	h [m]	$\Delta i(\text{ort})$ [mm]	$\sum w_j$ [tf]	V_i [tf]	V_{ih} [tfm]	θ_i	$\theta_i \leq 0.12$
2. KAT	3,00	1,47	514,98	84,61	253,82	0.0030	✓
1. KAT	3,00	2,28	1016,98	138,83	416,49	0.0056	✓
Z. KAT	3,00	1,80	1518,98	165,41	496,22	0.0055	✓

Tablo 4.71. Plan 4 (3 katlı) X yönünde $\pm 5\%$ A1 burulma düzensizliği

Genel kat ayarları		$\pm 5\%$				Kontrol
Kat	h [m]	$\Delta i(\max)$ [mm]	$\Delta i(\min)$ [mm]	$\Delta i(\text{ort})$ [mm]	η_{bi}	$\eta_{bi} > 1.2$
2. KAT	3,00	1,92 / S227	1,71 / S217	1,82	1,06	Yok
1. KAT	3,00	2,90 / S127	2,58 / S118	2,74	1,06	Yok
Z. KAT	3,00	2,26 / SZ28	2,01 / SZ13	2,13	1,06	Yok

Tablo 4.72. Plan 4 (3 katlı) Y yönünde $\pm 5\%$ A1 burulma düzensizliği

Genel kat ayarları		$\pm 5\%$				Kontrol
Kat	h [m]	$\Delta i(\max)$ [mm]	$\Delta i(\min)$ [mm]	$\Delta i(\text{ort})$ [mm]	η_{bi}	$\eta_{bi} > 1.2$
2. KAT	3,00	1,55 / S227	1,40 / S220	1,47	1,05	Yok
1. KAT	3,00	2,39 / S117	2,18 / S120	2,28	1,05	Yok
Z. KAT	3,00	1,89 / SZ11	1,72 / SZ04	1,80	1,05	Yok

Tablo 4.73. Plan 4 (3 katlı) X yönü B1 komşu katlar arası dayanım düzensizliği (zayıf kat)

Genel kat ayarları		Kolon Alan	Duvar Alan	Kesme Alanı	Kolon Alan	Duvar Alan	Kesme Alan	Katsayı	Kontrol
Kat	h [m]	$\Sigma A_w(i)$ [m ²]	$\Sigma A_k(i)$ [m ²]	$\Sigma A_e(i)$ [m ²]	$\Sigma A_w(i+1)$ [m ²]	$\Sigma A_k(i+1)$ [m ²]	$\Sigma A_e(i+1)$	hc(i)	$\eta_c(i) > 0.80$
1.KAT	3,00	6,60	7,95	7,79	6,60	7,95	7,79	1,00	Yok
Z.KAT	3,00	6,60	7,95	7,79	6,60	7,95	7,79	1,00	Yok

Tablo 4.74. Plan 4 (3 katlı) Y yönü B1 komşu katlar arası dayanım düzensizliği (zayıf kat)

Genel kat ayarları		Kolon Alan	Duvar Alan	Kesme Alanı	Kolon Alan	Duvar Alan	Kesme Alan	Katsayı	Kontrol
Kat	h [m]	$\Sigma A_w(i)$ [m ²]	$\Sigma A_k(i)$ [m ²]	$\Sigma A_e(i)$ [m ²]	$\Sigma A_w(i+1)$ [m ²]	$\Sigma A_k(i+1)$ [m ²]	$\Sigma A_e(i+1)$	hc(i)	$\eta_c(i) > 0.80$
1.KAT	3,00	6,60	12,31	8,45	6,60	12,31	8,45	1,00	Yok
Z.KAT	3,00	6,60	12,31	8,45	6,60	12,31	8,45	1,00	Yok

Tablo 4.75. Plan 4 (3 katlı) X yönü B2 komşu katlar arası rijitlik düzensizliği (yumuşak kat)

Genel kat ayarları		$\pm 5\%$				Kontrol
Kat	h [m]	$\Delta i(\text{ort})$ [mm]	$\frac{\Delta i}{hi}$	$\frac{\Delta(i+1)}{h(i+1)}$	$\eta_{ki} (+/-)$	$\eta_{ki} > 2$
2. KAT	3,00	1,82	0,000606		-/ 0,66	Yok
1. KAT	3,00	2,74	0,000914	0,000606	1,51 /1,28	Yok
Z. KAT	3,00	2,13	0,000711	0,000914	0,78 /-	Yok

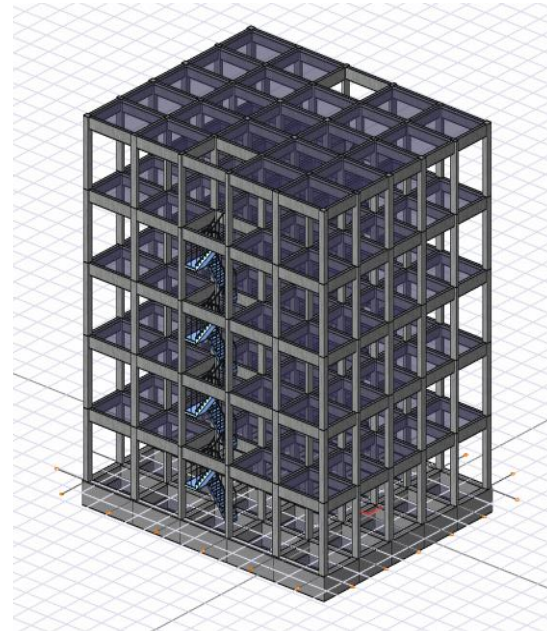
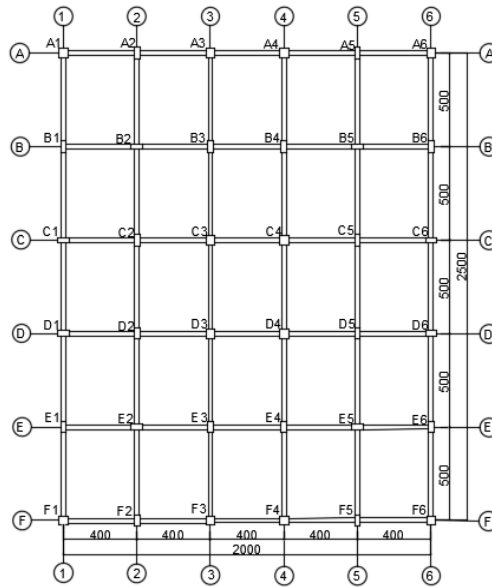
Tablo 4.76. Plan 4 (3 katlı) Y yönü B2 komşu katlar arası rijitlik düzensizliği (yumuşak kat)

Genel kat ayarları		$\pm 5\%$				Kontrol
Kat	h [m]	$\Delta i(\text{ort})$ [mm]	$\frac{\Delta i}{hi}$	$\frac{\Delta(i+1)}{h(i+1)}$	η_{ki} (+/-)	$\eta_{ki} > 2$
2. KAT	3,00	1,47	0,000491		- / 0,65	Yok
1. KAT	3,00	2,28	0,000761	0,000491	1,55 / 1,27	Yok
Z. KAT	3,00	1,80	0,000601	0,000761	0,79 / -	Yok

4.3. 5 Katlı Planların Analiz Sonuçları

4.3.1. Plan 1 analiz sonuçları

Gerçekleştirilen analiz sonucunda Plan 1'in 5 katlı modeli için, deprem parametreleri, periyot, kat yükleri, kat deplasmanları, kat kuvvetleri, göreceli kat ötelemeleri, ikinci mertebe etkileri, düzensizlikler (A1, B1, B2) incelenmiş, analiz sonuçları aşağıdaki tablolarda verilmiştir. (Tablo 4.77.- 4.94.)



Şekil 4.6. Taşıyıcı sistemin kalıp planı ve 3 boyutlu görünüşü – Plan 1 (5 katlı)

Tablo 4.77. Plan1 (5 katlı) deprem parametreleri

Deprem Parametreleri	Simge	Değer
Hareketli yükler dahil yapı toplam ağırlığı	(W)	1937,91
Yapı toplam serbest kütlesi	(m)	196,56 t
Yapı yüksekliği (Rijit bodrum varsa o kattan ölçülen yükseklik)	(Hn)	15,00 m
X yönünde yapı tepesinde etki ettirilen ekstra eş değer deprem yükü	(ρF_n -X)	9,08 tf
Y yönünde yapı tepesine etki ettirilen ekstra eş değer deprem yükü	(ρF_n -Y)	9,08 tf
X yönünde uygulanan toplam eş değer deprem yükü	(Vt-X)	242,24 tf
Y yönünde uygulanan toplam eş değer deprem yükü	(Vt-Y)	242,24 tf
X yönünde uygulanan toplam deprem yükü (modal kombinasyon)	(VtB-X)	206,81 tf
Y yönünde uygulanan toplam deprem yükü (modal kombinasyon)	(VtB-Y)	205,56 tf
Yapı önem katsayısı	I	1,00
X yönü VtB/Vt oranı	VtB(x) /Vt(x)	0,85
Y yönü VtB/Vt oranı	VtB(y) /Vt(y)	0,85
Hesaplanan büyüklüklere ilişkin alt sınır değerleri	b	0,80
X yönü deprem yükü büyütme faktörü	$b V_t(x)/V_{tB}(x)$	0,94
Y yönü deprem yükü büyütme faktörü	$b V_t(y)/V_{tB}(y)$	0,94

Plan 1'in süneklik yüzeyi yüksek, çerçeveli bir sistemdir. Plan 1 için davranış kat sayısı X yönünde 8, Y yönünde 8 seçilmiştir.

Tablo 4.78. Plan 1 (5 katlı) Yapı davranış katsayısı (R) seçimi.

X Yönü		Y Yönü	
Yapı taşıyıcı sistemi	Betonarme çerçeve	Yapı taşıyıcı sistemi	Betonarme çerçeve
Süneklik	Yüksek	Süneklik	Yüksek
Girilen	8	Girilen	8
Seçilen R Katsayısı	8	Seçilen R Katsayısı	8

Tablo 4.79. Plan1 (5 katlı) periyotları ve modal kütle katılımları

Mod	Periyot (sn)	Ux için toplam kütle katılımı oranı	Uy için toplam kütle katılımı oranı	Rz için toplam kütle katılımı oranı
1	0,49948	0,83931	0,00000	0,00000
2	0,47522	0,83931	0,83319	0,00000
3	0,45801	0,83944	0,83340	0,00000
4	0,16223	0,94142	0,83340	0,00000
5	0,15255	0,94142	0,93688	0,00000
6	0,14807	0,94144	0,93693	0,00000
7	0,09361	0,97869	0,93693	0,00000
8	0,08653	0,97869	0,97641	0,00000
9	0,08486	0,97869	0,97644	0,00000

Plan 1'in hiçbir modunda Rz için kütle katılım oranı görünmemektedir. Bu durumda tüm mod durumunda yapıda burulma olmadığını göstermektedir.

Tablo 4.80. Plan 1 (5 katlı) yapı kat maksimum yükleri

Kat ayarları	X Yönü			Y Yönü		
	Eşdeğer	Dinamik	Seçilen	Eşdeğer	Dinamik	Seçilen
	(tf)	(tf)	(tf)	(tf)	(tf)	(tf)
ΔF_n (Ekstra Eşdeğer Tepe Yüğü)	9,08			9,08		
4. KAT	88,02	67,32	67,32	88,02	67,68	67,68
3. KAT	61,67	53,53	53,53	61,67	53,28	53,28
2. KAT	46,25	42,38	42,38	46,25	42,03	42,03
1. KAT	30,83	29,41	29,41	30,83	28,91	28,91
Z. KAT	15,47	14,18	14,18	15,47	13,66	13,66

Katlara etkiyen maksimum yükler eşdeğer ve dinamik yükler olmak üzere yukarıda verilmiştir. Seçilen yükler dinamik yüklerdir.

Tablo 4.81. Plan 1 (5 katlı) X doğrultusunda etkiyen kat kuvvetleri

Genel kat ayarları		+5%					-5%				
Kat	h [m]	ex [cm]	ey [cm]	Fx [tf]	Fy [tf]	T [tfm]	ex [cm]	ey [cm]	Fx [tf]	Fy [tf]	T [tfm]
4.KAT	3,00	0	128,00	67,3138	0	86,1674	0	128,00	67,3138	0	86,1674
3.KAT	3,00	0	128,00	53,5297	0	68,5180	0	128,00	53,5297	0	68,5180
2.KAT	3,00	0	128,00	42,3757	0	54,2409	0	128,00	42,3757	0	54,2409
1.KAT	3,00	0	128,00	29,4068	0	37,6407	0	128,00	29,4068	0	37,6407
Z.KAT	3,00	0	128,00	14,1773	0	18,1469	0	128,00	14,1773	0	18,1469

Tablo 4.82. Plan 1 (5 katlı) Y doğrultusunda etkiyen kat kuvvetleri

Genel kat ayarları		+5%					-5%				
Kat	h [m]	ex [cm]	ey [cm]	Fx [tf]	Fy [tf]	T [tfm]	ex [cm]	ey [cm]	Fx [tf]	Fy [tf]	T [tfm]
4.KAT	3,00	103,00	0	0	67,6834	69,7139	103,00	0	0	67,6834	69,7139
3.KAT	3,00	103,00	0	0	53,2796	54,8780	103,00	0	0	53,2796	54,8780
2.KAT	3,00	103,00	0	0	42,0301	43,2910	103,00	0	0	42,0301	43,2910
1.KAT	3,00	103,00	0	0	28,9090	29,7762	103,00	0	0	28,9090	29,7762
Z.KAT	3,00	103,00	0	0	13,6551	14,0647	103,00	0	0	13,6551	14,0647

Tablo 4.83. Plan 1 (5 katlı) X yönünde kat deplasmanları

Genel kat ayarları		±5%		
Kat	h (m)	δx (mm)	δy (mm)	θ (rd)
4. KAT	3,00	9,88	0,00	0,00
3. KAT	3,00	8,89	0,00	0,00
2. KAT	3,00	7,15	0,00	0,00
1. KAT	3,00	4,77	0,00	0,00
Z. KAT	3,00	2,04	0,00	0,00

Tablo4.84. Plan 1 (5 katlı) Y yönünde kat deplasmanları

Genel kat ayarları		±5%		
Kat	h (m)	δx (mm)	δy (mm)	θ (rd)
4. KAT	3,00	0,00	8,95	0,00
3. KAT	3,00	0,00	8,04	0,00
2. KAT	3,00	0,00	6,43	0,00
1. KAT	3,00	0,00	4,24	0,00
Z. KAT	3,00	0,00	1,75	0,00

Tablo 4.85. Plan 1 (5 katlı) X yönünde ±%5 göreli kat ötelemelerinin sınırlandırılması

Genel kat ayarları		±5%						Kontrol
Kat	h [m]	Eleman	di [mm]	d(i-1) [mm]	Δi [mm]	δi(max) [mm]	$\frac{\delta i(max)}{h}$ [mm]	δi(max)/h ≤0.02
4. KAT	3,00	S405	11,32	10,18	1,14	9,11	0,003	✓
3. KAT	3,00	S305	10,18	8,18	2,00	15,98	0,005	✓
2. KAT	3,00	S205	8,18	5,47	2,72	21,73	0,007	✓
1. KAT	3,00	S106	5,47	2,34	3,13	25,01	0,008	✓
Z. KAT	3,00	SZ01	2,34	0	2,34	18,73	0,006	✓

Tablo 4.86. Plan 1 (5 katlı) Y yönünde ±%5 göreli kat ötelemelerinin sınırlandırılması

Genel kat ayarları		±5%						Kontrol
Kat	h [m]	Eleman	di [mm]	d(i-1) [mm]	Δi [mm]	δi(max) [mm]	$\frac{\delta i(max)}{h}$ [mm]	δi(max)/h ≤0.02
4. KAT	3,00	S430	9,85	8,84	1,01	8,06	0,003	✓
3. KAT	3,00	S330	8,84	7,07	1,77	14,16	0,005	✓
2. KAT	3,00	S230	7,07	4,67	2,40	19,23	0,006	✓
1. KAT	3,00	S136	4,67	1,94	2,73	21,85	0,007	✓
Z. KAT	3,00	SZ18	1,94	0	1,94	15,21	0,005	✓

Tablo 4.87. Plan 1 (5 katlı) X yönünde ± 5 ikinci merteye etkileri

Genel kat ayarları		± 5					Kontrol
Kat	h [m]	$\Delta i(\text{ort})$ [mm]	$\sum w_j$ [tf]	V_i [tf]	V_{ih} [tfm]	θ_i	$\theta_i \leq 0.12$
4. KAT	3,00	1,08	394,71	67,32	201,95	0,0021	✓
3. KAT	3,00	1,89	780,17	120,85	362,54	0,0041	✓
2. KAT	3,00	2,58	1165,64	163,22	489,67	0,0061	✓
1. KAT	3,00	2,97	1551,10	192,63	577,89	0,0080	✓
Z. KAT	3,00	2,21	1937,91	206,81	620,42	0,0069	✓

Tablo 4.88. Plan 1 (5 katlı) Y yönünde ± 5 ikinci merteye etkileri

Genel kat ayarları		± 5					Kontrol
Kat	h [m]	$\Delta i(\text{ort})$ [mm]	$\sum w_j$ [tf]	V_i [tf]	V_{ih} [tfm]	θ_i	$\theta_i \leq 0.12$
4. KAT	3,00	0,97	394,71	67,32	201,95	0,0019	✓
3. KAT	3,00	1,70	780,17	120,85	362,54	0,0037	✓
2. KAT	3,00	2,32	1165,64	163,22	489,67	0,0055	✓
1. KAT	3,00	2,63	1551,10	192,63	577,89	0,0071	✓
Z. KAT	3,00	1,86	1937,91	206,81	620,42	0,0058	✓

Tablo 4.89. Plan 1 (5 katlı) X yönünde ± 5 A1 burulma düzensizliği

Genel kat ayarları		$\pm 5\%$				Kontrol
Kat	h [m]	$\Delta i(\text{max})$ [mm]	$\Delta i(\text{min})$ [mm]	$\Delta i(\text{ort})$ [mm]	η_{bi}	$\eta_{bi} > 1.2$
4. KAT	3,00	1,14 / S405	1,02 / S422	1,08	1,06	Yok
3. KAT	3,00	2,00 / S305	1,79 / S322	1,89	1,06	Yok
2. KAT	3,00	2,72 / S205	2,44 / S222	2,58	1,05	Yok
1. KAT	3,00	3,13 / S106	2,80 / S122	2,97	1.05	Yok
Z. KAT	3,00	2,34 / SZ01	2,09 / SZ19	2,21	1.06	Yok

Tablo 4.90. Plan 1 (5 katlı) Y yönünde $\pm 5\%$ A1 burulma düzensizliği

Genel kat ayarları		$\pm 5\%$				Kontrol
Kat	h [m]	$\Delta i(\max)$ [mm]	$\Delta i(\min)$ [mm]	$\Delta i(ort)$ [mm]	η_{bi}	$\eta_{bi} > 1.2$
4. KAT	3,00	1,01 / S430	0,93 / S427	0,97	1,04	Yok
3. KAT	3,00	1,77 / S330	1,64 / S327	1,70	1,04	Yok
2. KAT	3,00	2,40 / S230	2,23 / S227	2,32	1,04	Yok
1. KAT	3,00	2,73 / S136	2,53 / S121	1,63	1,04	Yok
Z. KAT	3,00	1,94 / SZ18	1,79 / SZ27	1,86	1,04	Yok

Tablo 4.91. Plan 1 (5 katlı) X yönü B1 komşu katlar arası dayanım düzensizliği (zayıf kat)

Genel kat ayarları		Kolon Alan	Duvar Alan	Kesme Alanı	Kolon Alan	Duvar Alan	Kesme Alan	Katsayı	Kontrol
Kat	h [m]	$\Sigma A_w(i)$ [m ²]	$\Sigma A_k(i)$ [m ²]	$\Sigma A_e(i)$ [m ²]	$\Sigma A_w(i+1)$ [m ²]	$\Sigma A_k(i+1)$ [m ²]	$\Sigma A_e(i+1)$	hc(i)	$\eta_c(i) > 0.80$
3.KAT	3,00	7,32	6,38	8,28	7,32	6,38	8,28	1,00	Yok
2.KAT	3,00	7,32	6,38	8,28	7,32	6,38	8,28	1,00	Yok
1.KAT	3,00	7,32	6,38	8,28	7,32	6,38	8,28	1,00	Yok
Z.KAT	3,00	7,50	6,38	8,46	7,32	6,38	8,28	1,02	Yok

Tablo 4.92. Plan 1 (5 katlı) Y yönü B1 komşu katlar arası dayanım düzensizliği (zayıf kat)

Genel kat ayarları		Kolon Alan	Duvar Alan	Kesme Alanı	Kolon Alan	Duvar Alan	Kesme Alan	Katsayı	Kontrol
Kat	h [m]	$\Sigma A_w(i)$ [m ²]	$\Sigma A_k(i)$ [m ²]	$\Sigma A_e(i)$ [m ²]	$\Sigma A_w(i+1)$ [m ²]	$\Sigma A_k(i+1)$ [m ²]	$\Sigma A_e(i+1)$	hc(i)	$\eta_c(i) > 0.80$
3.KAT	3,00	7,32	8,05	8,53	7,32	8,05	8,53	1,00	Yok
2.KAT	3,00	7,32	8,05	8,53	7,32	8,05	8,53	1,00	Yok
1.KAT	3,00	7,32	8,05	8,53	7,32	8,05	8,53	1,00	Yok
Z.KAT	3,00	7,50	8,05	8,71	7,32	8,05	8,53	1,02	Yok

Tablo 4.93. Plan 1 (5 katlı) X yönü B2 komşu katlar arası rijitlik düzensizliği (yumuşak kat)

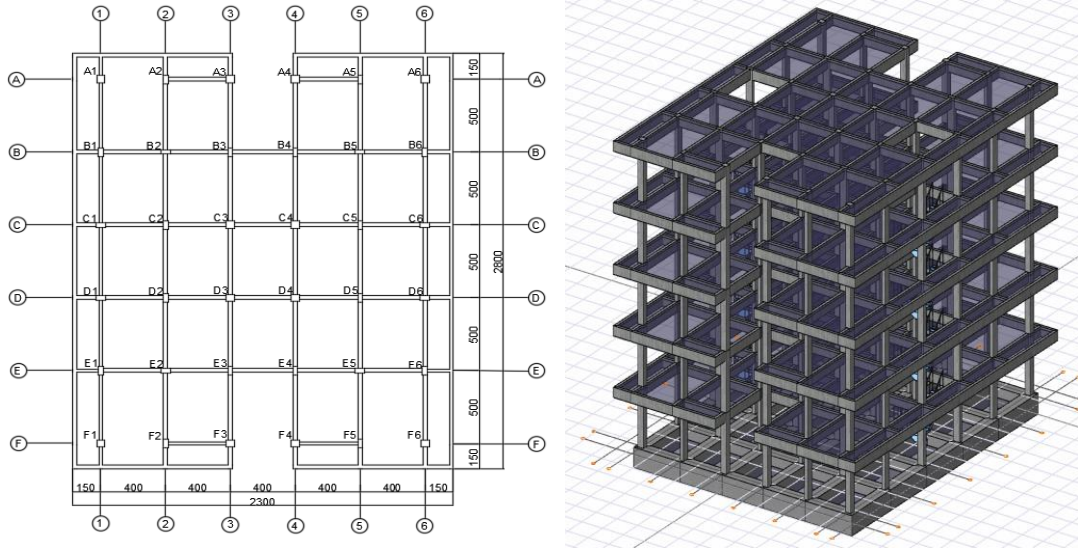
Genel kat ayarları		±5%				Kontrol
Kat	h [m]	$\Delta i(\text{ort})$ [mm]	$\frac{\Delta i}{hi}$	$\frac{\Delta(i+1)}{h(i+1)}$	$\eta_{ki} (+/-)$	$\eta_{ki} > 2$
4. KAT	3,00	1,08	0,000359		- / 0,57	Yok
3. KAT	3,00	1,89	0,000631	0,000359	1,76 / 0,74	Yok
2. KAT	3,00	2,58	0,000859	0,000631	1,36 / 0,87	Yok
1. KAT	3,00	2,97	0,000988	0,000859	1,15 / 1,34	Yok
Z. KAT	3,00	2,21	0,000738	0,000988	0,75 /-	Yok

Tablo 4.94. Plan 1 (5 katlı) Y yönü B2 komşu katlar arası rijitlik düzensizliği (yumuşak kat)

Genel kat ayarları		±5%				Kontrol
Kat	h [m]	$\Delta i(\text{ort})$ [mm]	$\frac{\Delta i}{hi}$	$\frac{\Delta(i+1)}{h(i+1)}$	$\eta_{ki} (+/-)$	$\eta_{ki} > 2$
4. KAT	3,00	0,97	0,000323		- / 0,57	Yok
3. KAT	3,00	1,70	0,000568	0,000323	1,76 / 0,74	Yok
2. KAT	3,00	2,32	0,000772	0,000568	1,36 / 0,87	Yok
1. KAT	3,00	2,63	0,000877	0,000772	1,14 / 1,41	Yok
Z. KAT	3,00	1,86	0,000621	0,000877	0,71 /-	Yok

4.3.2. Plan 2 analiz sonuçları

Gerçekleştirilen analiz sonucunda Plan 2'nin 5 katlı modeli için, deprem parametreleri, periyot, kat yükleri, kat deplasmanları, kat kuvvetleri, görelî kat ötelemeleri, ikinci mertebe etkileri, düzensizlikler (A1, B1, B2) incelenmiş, analiz sonuçları aşağıdaki tablolarda verilmiştir. (Tablo 4.95.- 4.112.)



Şekil 4.7. Taşıyıcı sistemin kalıp planı ve 3 boyutlu görünüşü – Plan 2 (5 katlı)

Tablo 4.95. Plan 2 (5 katlı) deprem parametreleri

Deprem Parametreleri	Simge	Değer
Hareketli yükler dahil yapı toplam ağırlığı	(W)	2366,81 t
Yapı toplam serbest kütlesi	(m)	239,79 t
Yapı yüksekliği (Rijit bodrum varsa o kattan ölçülen yükseklik)	(Hn)	15,00 m
X yönünde yapı tepesinde etki ettirilen ekstra eş değer deprem yükü	(D_{Fn-X})	11,09 tf
Y yönünde yapı tepesine etki ettirilen ekstra eş değer deprem yükü	(D_{Fn-Y})	11,09 tf
X yönünde uygulanan toplam eş değer deprem yükü	(V_{t-X})	295,85 tf
Y yönünde uygulanan toplam eş değer deprem yükü	(V_{t-Y})	295,85 tf
X yönünde uygulanan toplam deprem yükü (modal kombinasyon)	(V_{tB-X})	250,64 tf
Y yönünde uygulanan toplam deprem yükü (modal kombinasyon)	(V_{tB-Y})	251,26 tf
Yapı önem katsayısı	I	1,00
X yönü V_{tB}/V_t oranı	$V_{tB(x)}/V_{t(x)}$	0,85
Y yönü V_{tB}/V_t oranı	$V_{tB(y)}/V_{t(y)}$	0,85
Hesaplanan büyüklüklere ilişkin alt sınır değerleri	b	0,80
X yönü deprem yükü büyütme faktörü	$b_{V_{t(x)}/V_{tB(x)}}$	0,94
Y yönü deprem yükü büyütme faktörü	$b_{V_{t(y)}/V_{tB(y)}}$	0,94

Plan 2'nin süneklik yüzeyi yüksek, çerçeveli bir sistemdir. Plan 2 için davranış kat sayısı X yönünde 8, Y yönünde 8 seçilmiştir.

Tablo 4.96. Plan 2 (5 katlı) Yapı davranış katsayısı (R) seçimi.

X Yönü		Y Yönü	
Yapı taşıyıcı sistemi	Betonarme çerçeve	Yapı taşıyıcı sistemi	Betonarme çerçeve
Süneklik	Yüksek	Süneklik	Yüksek
Girilen	8	Girilen	8
Seçilen R Katsayısı	8	Seçilen R Katsayısı	8

Tablo 4.97. Plan 2 (5 katlı) periyotları ve modal kütle katılımları

Mod	Periyot (sn)	Ux için toplam	Uy için toplam	Rz için toplam kütle
		kütle katılımı	kütle katılımı	
		oranı	oranı	katılımı oranı
1	0,60619	0,00032	0,00006	0,00000
2	0,59283	0,83357	0,00006	0,00000
3	0,52740	0,83357	0,83553	0,00000
4	0,19375	0,83364	0,83554	0,00000
5	0,19063	0,93815	0,83554	0,00000
6	0,16928	0,93815	0,93844	0,00000
7	0,10867	0,93829	0,93845	0,00000
8	0,10799	0,97678	0,93845	0,00000
9	0,09596	0,97678	0,97732	0,00000

Plan 2'nin hiçbir modunda Rz için kütle katılım oranı görünmemektedir. Bu durumda tüm mod durumunda yapıda burulma olmadığını göstermektedir.

Tablo 4.98. Plan 2 (5 katlı) yapı kat maksimum yükleri

Kat ayarları	X Yönü			Y Yönü		
	Eşdeğer (tf)	Dinamik (tf)	Seçilen (tf)	Eşdeğer (tf)	Dinamik (tf)	Seçilen (tf)
ΔF_n (Ekstra Eşdeğer Tepe Yükü)	11,09			11,09		
4. KAT	107,73	82,48	82,48	107,73	82,43	82,43
3. KAT	75,25	65,07	65,07	75,25	65,15	65,15
2. KAT	56,44	51,31	51,31	56,44	51,50	51,50
1. KAT	37,62	35,25	35,25	37,62	35,45	35,45
Z. KAT	18,81	16,53	16,53	18,81	16,73	16,73

Katlara etkiyen maksimum yükler eşdeğer ve dinamik yükler olmak üzere yukarıda verilmiştir. Seçilen yükler dinamik yüklerdir.

Tablo 4.99. Plan 2 (5 katlı) X doğrultusunda etkiyen kat kuvvetleri

Genel kat ayarları		+5%					-5%				
Kat	h [m]	ex [cm]	ey [cm]	Fx [tf]	Fy [tf]	T [tfm]	ex [cm]	ey [cm]	Fx [tf]	Fy [tf]	T [tfm]
4. KAT	3,00	0	141,25	82,4836	0	116,5081	0	141,25	82,4836	0	116,5081
2. KAT	3,00	0	141,25	65,0704	0	91,9119	0	141,25	65,0704	0	91,9119
2. KAT	3,00	0	141,25	51,3146	0	72,4819	0	141,25	51,3146	0	72,4819
1. KAT	3,00	0	141,25	35,2451	0	49,7838	0	141,25	35,2451	0	49,7838
Z. KAT	3,00	0	141,25	16,5295	0	23,3479	0	141,25	16,5295	0	23,3479

Tablo 4.100. Plan 2 (5 katlı) Y doğrultusunda etkiyen kat kuvvetleri

Genel kat ayarları		+5%					-5%				
Kat	h [m]	ex [cm]	ey [cm]	Fx [tf]	Fy [tf]	T [tfm]	ex [cm]	ey [cm]	Fx [tf]	Fy [tf]	T [tfm]
4. KAT	3,00	116,50	0	0	82,4283	96,0290	116,50	0	0	82,4283	96,0290
3. KAT	3,00	116,50	0	0	65,1472	75,8965	116,50	0	0	65,1472	75,8965
2. KAT	3,00	116,50	0	0	51,5016	59,9994	116,50	0	0	51,5016	59,9994
1. KAT	3,00	116,50	0	0	35,4540	41,3039	116,50	0	0	35,4540	41,3039
Z. KAT	3,00	116,50	0	0	16,7318	19,4926	116,50	0	0	16,7318	19,4926

Tablo 4.101. Plan 2 (5 katlı) X yönünde kat deplasmanları.

Genel kat ayarları		±5%		
Kat	h (m)	δx (mm)	δy (mm)	θ (rd)
4. KAT	3,00	13,96	0,00	0,00
3. KAT	3,00	12,47	0,00	0,00
2. KAT	3,00	9,95	0,00	0,00
1. KAT	3,00	6,57	0,00	0,00
Z. KAT	3,00	2,74	0,00	0,00

Tablo 4.102. Plan 2 (5 katlı) Y yönünde kat deplasmanları

Genel kat ayarları		±5%		
Kat	h (m)	δx (mm)	δy (mm)	θ (rd)
4. KAT	3,00	0,00	11,01	0,00
3. KAT	3,00	0,00	9,89	0,00
2. KAT	3,00	0,00	7,92	0,00
1. KAT	3,00	0,00	5,24	0,00
Z. KAT	3,00	0,00	2,19	0,00

Tablo 4.103. Plan 2 (5 katlı) X yönünde ±%5 görelî kat ötelemelerinin sınırlandırılması

Genel kat ayarları		±5%						Kontrol
Kat	h	Eleman	d _i	d(i-1)	Δi	δi(max)	$\frac{\delta i(max)}{h}$	δi(max)/h
	[m]		[mm]	[mm]	[mm]	[mm]	[mm]	<=0.02
4. KAT	3,00	S434	16,11	14,37	1,74	13,93	0,005	✓
3. KAT	3,00	S334	14,37	11,45	2,91	23,31	0,008	✓
2. KAT	3,00	S206	11,45	7,56	3,90	31,18	0.010	✓
1. KAT	3,00	S106	7,56	3,15	4,41	35,29	0.012	✓
Z. KAT	3,00	SZ02	3,15	0	3,15	25,16	0.008	✓

Tablo 4.104. Plan 2 (5 katlı) Y yönünde ±%5 görelî kat ötelemelerinin sınırlandırılması

Genel kat ayarları		±5%						Kontrol
Kat	h	Eleman	d _i	d(i-1)	Δi	δi(max)	$\frac{\delta i(max)}{h}$	δi(max)/h
	[m]		[mm]	[mm]	[mm]	[mm]	[mm]	<=0.02
4. KAT	3,00	S425	12,47	11,19	1,29	10,31	0,003	✓
3. KAT	3,00	S325	11,19	8,95	2,24	17,92	0,006	✓
2. KAT	3,00	S225	8,95	5,91	3,03	24,27	0.008	✓
1. KAT	3,00	S131	5,91	2,47	3,45	27,56	0.009	✓
Z. KAT	3,00	SZ01	2,47	0	2,47	19,73	0.007	✓

Tablo 4.105. Plan 2 (5 katlı) X yönünde ± 5 ikinci mertebe etkileri

Genel kat ayarları		± 5					Kontrol
Kat	h [m]	$\Delta i(\text{ort})$ [mm]	$\sum w_j$ [tf]	V_i [tf]	V_{ih} [tfm]	θ_i	$\theta_i \leq 0.12$
4. KAT	3,00	1,64	483,67	82,48	247,45	0,0032	✓
3. KAT	3,00	2,76	954,45	147,55	442,66	0,0059	✓
2. KAT	3,00	3,69	1425,24	198,87	596,61	0,0088	✓
1. KAT	3,00	4,18	1896,03	234,11	702,34	0,0113	✓
Z. KAT	3,00	2,98	2366,81	250,64	751,93	0,0094	✓

Tablo 4.106. Plan 2 (5 katlı) Y yönünde ± 5 ikinci mertebe etkileri

Genel kat ayarları		± 5					Kontrol
Kat	h [m]	$\Delta i(\text{ort})$ [mm]	$\sum w_j$ [tf]	V_i [tf]	V_{ih} [tfm]	θ_i	$\theta_i \leq 0.12$
4. KAT	3,00	1,22	483,67	82,48	247,45	0,0024	✓
3. KAT	3,00	2,13	954,45	147,55	442,66	0,0046	✓
2. KAT	3,00	2,89	1425,24	198,87	596,61	0,0069	✓
1. KAT	3,00	3,28	1896,03	234,11	702,34	0,0089	✓
Z. KAT	3,00	2,35	2366,81	250,64	751,93	0,0074	✓

Tablo 4.107. Plan 2 (5 katlı) X yönünde ± 5 A1 burulma düzensizliği

Genel kat ayarları		$\pm 5\%$				Kontrol
Kat	h [m]	$\Delta i(\text{max})$ [mm]	$\Delta i(\text{min})$ [mm]	$\Delta i(\text{ort})$ [mm]	η_{bi}	$\eta_{bi} > 1.2$
4. KAT	3,00	1,74 / S434	1,54 / S416	1,64	1,06	Yok
3. KAT	3,00	2,91 / S334	2,60 / S317	2,76	1,06	Yok
2. KAT	3,00	3,90 / S206	3,48 / S216	3,69	1,06	Yok
1. KAT	3,00	4,41 / S106	3,95 / S116	4,18	1,06	Yok
Z. KAT	3,00	3,15 / SZ02	2,82 / SZ19	2,98	1,05	Yok

Tablo 4.108. Plan 2 (5 katlı) Y yönünde $\pm 5\%$ A1 burulma düzensizliği

Genel kat ayarları		$\pm 5\%$				Kontrol
Kat	h [m]	$\Delta i(\max)$ [mm]	$\Delta i(\min)$ [mm]	$\Delta i(\text{ort})$ [mm]	η_{bi}	$\eta_{bi} > 1.2$
4. KAT	3,00	1,29 / S425	1,15 / S434	1,22	1,06	Yok
3. KAT	3,00	2,24 / S325	2,02 / S334	2,13	1,05	Yok
2. KAT	3,00	3,03 / S225	2,74 / S234	2,89	1,05	Yok
1. KAT	3,00	3,45 / S131	3,12 / S128	3,28	1,05	Yok
Z. KAT	3,00	2,47 / SZ01	2,24 / SZ04	2,35	1,05	Yok

Tablo 4.109. Plan 2 (5 katlı) X yönü B1 komşu katlar arası dayanım düzensizliği (zayıf kat)

Genel kat ayarları		Kolon Alan	Duvar Alan	Kesme Alanı	Kolon Alan	Duvar Alan	Kesme Alan	Katsayı	Kontrol
Kat	h [m]	$\Sigma A_w(i)$ [m ²]	$\Sigma A_k(i)$ [m ²]	$\Sigma A_e(i)$ [m ²]	$\Sigma A_w(i+1)$ [m ²]	$\Sigma A_k(i+1)$ [m ²]	$\Sigma A_e(i+1)$	hc(i)	$\eta_c(i) > 0.80$
3.KAT	3,00	7,32	7,90	8,50	7,32	7,90	8,50	1,00	Yok
2.KAT	3,00	7,32	7,90	8,50	7,32	7,90	8,50	1,00	Yok
1.KAT	3,00	7,32	7,90	8,50	7,32	7,90	8,50	1,00	Yok
Z.KAT	3,00	7,32	7,90	8,50	7,32	7,90	8,50	1,00	Yok

Tablo 4.110. Plan 2 (5 katlı) Y yönü B1 komşu katlar arası dayanım düzensizliği (zayıf kat)

Genel kat ayarları		Kolon Alan	Duvar Alan	Kesme Alanı	Kolon Alan	Duvar Alan	Kesme Alan	Katsayı	Kontrol
Kat	h [m]	$\Sigma A_w(i)$ [m ²]	$\Sigma A_k(i)$ [m ²]	$\Sigma A_e(i)$ [m ²]	$\Sigma A_w(i+1)$ [m ²]	$\Sigma A_k(i+1)$ [m ²]	$\Sigma A_e(i+1)$	hc(i)	$\eta_c(i) > 0.80$
3.KAT	3,00	7,32	12,21	9,15	7,32	12,21	9,15	1,00	Yok
2.KAT	3,00	7,32	12,21	9,15	7,32	12,21	9,15	1,00	Yok
1.KAT	3,00	7,32	12,21	9,15	7,32	12,21	9,15	1,00	Yok
Z.KAT	3,00	7,32	12,21	9,15	7,32	12,21	9,15	1,00	Yok

Tablo 4.111. Plan 2 (5 katlı) X yönü B2 komşu katlar arası rijitlik düzensizliği (yumuşak kat)

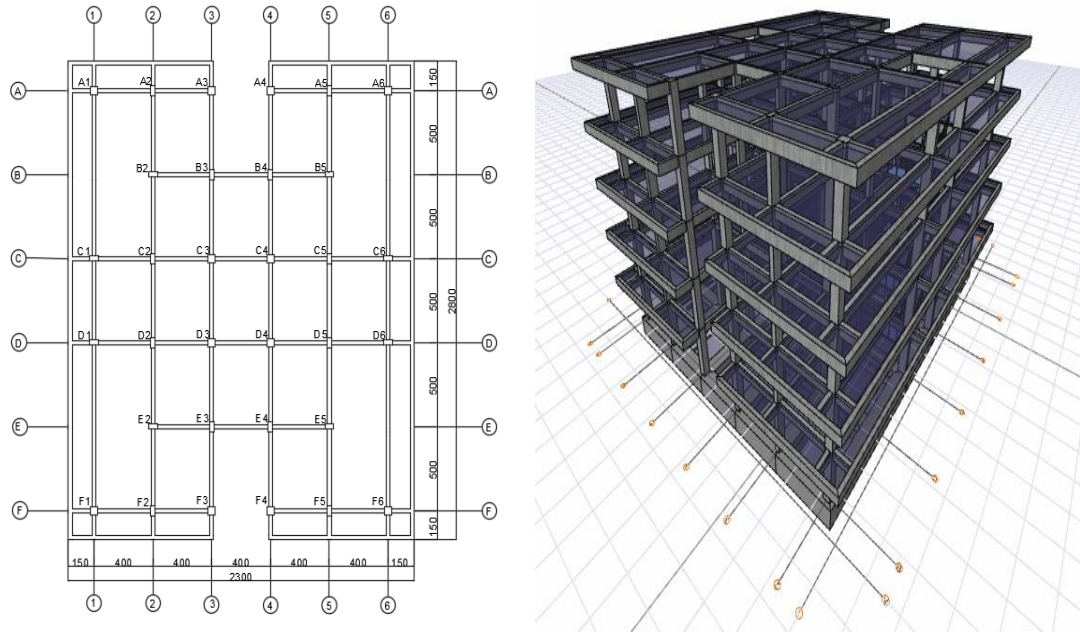
Genel kat ayarları		±5%				Kontrol
Kat	h [m]	$\Delta i(\text{ort})$ [mm]	$\frac{\Delta i}{hi}$	$\frac{\Delta(i+1)}{h(i+1)}$	$\eta_{ki} (+/-)$	$\eta_{ki} > 2$
4. KAT	3,00	1,64	0,000548		- / 0,60	Yok
3. KAT	3,00	2,76	0,000919	0,000548	1,68 / 0,75	Yok
2. KAT	3,00	3,69	0,00123	0,000919	1,34 / 0,88	Yok
1. KAT	3,00	4,18	0,00139	0,00123	1,13 / 1,40	Yok
Z. KAT	3,00	2,98	0,000995	0,000139	0,71 /-	Yok

Tablo 4.112. Plan 2 (5 katlı) Y yönü B2 komşu katlar arası rijitlik düzensizliği (yumuşak kat)

Genel kat ayarları		±5%				Kontrol
Kat	h [m]	$\Delta i(\text{ort})$ [mm]	$\frac{\Delta i}{hi}$	$\frac{\Delta(i+1)}{h(i+1)}$	$\eta_{ki} (+/-)$	$\eta_{ki} > 2$
4. KAT	3,00	1,22	0,000407		- / 0,57	Yok
3. KAT	3,00	2,13	0,00071	0,000407	1,75 / 0,74	Yok
2. KAT	3,00	2,89	0,000963	0,00071	1,36 / 0,88	Yok
1. KAT	3,00	3,28	0,00109	0,000963	1,14 / 1,39	Yok
Z. KAT	3,00	2,35	0,000785	0,00109	0,72 /-	Yok

4.3.3. Plan 3 analiz sonuçları

Gerçekleştirilen analiz sonucunda Plan 3'ün 5 katlı modeli için, deprem parametreleri, periyot, kat yükleri, kat deplasmanları, kat kuvvetleri, göreceli kat ötelemeleri, ikinci mertebe etkileri, düzensizlikler (A1, B1, B2) incelenmiş, analiz sonuçları aşağıdaki tablolarda verilmiştir. (Tablo 4.113.- 4.130.)



Şekil 4.8. Taşıyıcı sistemin kalıp planı ve 3 boyutlu görünüşü – Plan 3 (5 katlı)

Tablo 4.113. Plan 3 (5 katlı) deprem parametreleri

Deprem Parametreleri	Simge	Değer
Hareketli yükler dahil yapı toplam ağırlığı	(W)	2525,34 t
Yapı toplam serbest kütlesi	(m)	256,46 t
Yapı yüksekliği (Rijit bodrum varsa o kattan ölçülen yükseklik)	(Hn)	15,00 m
X yönünde yapı tepesinde etki ettirilen ekstra eş değer deprem yükü	(D_{Fn-X})	11,84 tf
Y yönünde yapı tepesine etki ettirilen ekstra eş değer deprem yükü	(D_{Fn-Y})	11,84 tf
X yönünde uygulanan toplam eş değer deprem yükü	(V_{t-X})	315,67 tf
Y yönünde uygulanan toplam eş değer deprem yükü	(V_{t-Y})	315,67 tf
X yönünde uygulanan toplam deprem yükü (modal kombinasyon)	(V_{tB-X})	267,34 tf
Y yönünde uygulanan toplam deprem yükü (modal kombinasyon)	(V_{tB-Y})	267,22 tf
Yapı önem katsayısı	I	1,00
X yönü V_{tB}/V_t oranı	$V_{tB(x)}/V_{t(x)}$	0,85
Y yönü V_{tB}/V_t oranı	$V_{tB(y)}/V_{t(y)}$	0,85
Hesaplanan büyüklüklere ilişkin alt sınır değerleri	β	0,80
X yönü deprem yükü büyütme faktörü	$b_{V_{t(x)}/V_{tB(x)}}$	0,94
Y yönü deprem yükü büyütme faktörü	$b_{V_{t(y)}/V_{tB(y)}}$	0,95

Plan 3'ün süneklik yüzeyi yüksek, çerçeveli bir sistemdir. Plan 3 için davranış kat sayısı X_y yönünde 8, Y yönünde 8 seçilmiştir.

Tablo 4.114. Plan 3 (5 katlı) Yapı davranış katsayısı (R)

X Yönü		Y Yönü	
Yapı taşıyıcı sistemi	Betonarme çerçeve	Yapı taşıyıcı sistemi	Betonarme çerçeve
Süneklik	Yüksek	Süneklik	Yüksek
Girilen	8	Girilen	8
Seçilen R Katsayısı	8	Seçilen R Katsayısı	8

Tablo 4.115. Plan 3 (5 katlı) periyotları ve modal kütle katılımlar

Mod	Periyot (sn)	Ux için toplam kütle katılımı oranı	Uy için toplam kütle katılımı oranı	Rz için toplam kütle katılımı oranı
1	0,67014	0,00006	0,00000	0,00000
2	0,62285	0,83420	0,00000	0,00000
3	0,60182	0,83420	0,83420	0,00000
4	0,21498	0,83421	0,83421	0,00000
5	0,20028	0,93856	0,93856	0,00000
6	0,19253	0,93856	0,93856	0,00000
7	0,12134	0,93857	0,93857	0,00000
8	0,11346	0,97715	0,97715	0,00000
9	0,10850	0,97715	0,97715	0,00000

Plan 3'ün hiçbir modunda R_z için kütle katılım oranı görünmemektedir. Bu durumda tüm mod durumunda yapıda burulma olmadığını göstermektedir.

Tablo 4.116. Plan 3 (5 katlı) yapı kat maksimum yükleri

Kat ayarları	X Yönü			Y Yönü		
	Eşdeğer (tf)	Dinamik (tf)	Seçilen (tf)	Eşdeğer (tf)	Dinamik (tf)	Seçilen (tf)
ΔF_n (Ekstra Eşdeğer Tepe Yüğü)	11,84			11,84		
4. KAT	114,84	87,64	87,64	114,84	87,55	87,55
3. KAT	80,33	69,51	69,51	80,33	69,52	69,52
2. KAT	60,25	54,85	54,85	60,25	54,99	54,99
1. KAT	40,16	37,67	37,67	40,16	37,66	37,66
Z. KAT	20,08	17,66	17,66	20,08	17,51	17,51

Katlara etkiyen maksimum yükler eşdeğer ve dinamik yükler olmak üzere yukarıda verilmiştir. Seçilen yükler dinamik yüklerdir.

Tablo 4.117. Plan 3 (5 katlı) X doğrultusunda etkiyen kat kuvvetleri

Genel kat ayarları		+5%					-5%				
Kat	h	ex	ey	Fx	Fy	T	ex	ey	Fx	Fy	T
	[m]	[cm]	[cm]	[tf]	[tf]	[tfm]	[cm]	[cm]	[tf]	[tf]	[tfm]
4.KAT	3,00	0	141,50	87,6397	0	124,0102	0	141,50	87,6397	0	124,0102
3.KAT	3,00	0	141,50	69,5134	0	98,3614	0	141,50	69,5134	0	98,3614
2.KAT	3,00	0	141,50	54,8547	0	77,6194	0	141,50	54,8547	0	77,6194
1.KAT	3,00	0	141,50	37,6679	0	53,3001	0	141,50	37,6679	0	53,3001
Z.KAT	3,00	0	141,50	17,6620	0	24,9917	0	141,50	17,6620	0	24,9917

Tablo 4.118. Plan 3 (5 katlı) Y doğrultusunda etkiyen kat kuvvetleri

Genel kat ayarları		+5%					-5%				
Kat	h	ex	ey	Fx	Fy	T	ex	ey	Fx	Fy	T
	[m]	[cm]	[cm]	[tf]	[tf]	[tfm]	[cm]	[cm]	[tf]	[tf]	[tfm]
4.KAT	3,00	116,25	0	0	87,5451	101,7711	116,25	0	0	87,5451	101,7711
3.KAT	3,00	116,25	0	0	69,5241	80,8218	116,25	0	0	69,5241	80,8218
2.KAT	3,00	116,25	0	0	54,9863	63,9216	116,25	0	0	54,9863	63,9216
1.KAT	3,00	116,25	0	0	37,6574	43,7768	116,25	0	0	37,6574	43,7768
Z.KAT	3,00	116,25	0	0	17,5063	20,3511	116,25	0	0	17,5063	20,3511

Tablo 4.119. Plan 3 (5 katlı) X yönünde kat deplasmanları.

Genel kat ayarları		±5%		
Kat	h	δx	δy	θ
	(m)	(mm)	(mm)	(rd)
4. KAT	3,00	15,39	0,00	0,00
3. KAT	3,00	13,76	0,00	0,00
2. KAT	3,00	10,98	0,00	0,00
1. KAT	3,00	7,26	0,00	0,00
Z. KAT	3,00	3,04	0,00	0,00

Tablo 4.120. Plan 3 (5 katlı) Y yönünde kat deplasmanları

Genel kat ayarları		$\pm 5\%$		
Kat	h (m)	δx (mm)	δy (mm)	θ (rd)
4. KAT	3,00	0,00	14,33	0,00
3. KAT	3,00	0,00	12,86	0,00
2. KAT	3,00	0,00	10,28	0,00
1. KAT	3,00	0,00	6,78	0,00
Z. KAT	3,00	0,00	2,80	0,00

Tablo 4.121. Plan 3 (5 katlı) X yönünde $\pm 5\%$ göreli kat ötelemelerinin sınırlandırılması

Genel kat ayarları		$\pm 5\%$						Kontrol
Kat	h [m]	Eleman	di [mm]	d(i-1) [mm]	Δi [mm]	$\delta i(\max)$ [mm]	$\frac{\delta i(\max)}{h}$ [mm]	$\delta i(\max)/h$ ≤ 0.02
4. KAT	3,00	S406	19,09	17,05	2,04	16,34	0,005	✓
3. KAT	3,00	S305	17,05	13,60	3,45	27,58	0,009	✓
2. KAT	3,00	S206	13,60	8,98	4,62	36,94	0.012	✓
1. KAT	3,00	S106	8,45	3,53	4,92	39,37	0.013	✓
Z. KAT	3,00	SZ02	3,53	0	3,53	28,24	0.009	✓

Tablo 4.122. Plan 3 (5 katlı) Y yönünde $\pm 5\%$ göreli kat ötelemelerinin sınırlandırılması

Genel kat ayarları		$\pm 5\%$						Kontrol
Kat	h [m]	Eleman	di [mm]	d(i-1) [mm]	Δi [mm]	$\delta i(\max)$ [mm]	$\frac{\delta i(\max)}{h}$ [mm]	$\delta i(\max)/h$ ≤ 0.02
4. KAT	3,00	S417	17,02	15,25	1,76	14,12	0,005	✓
3. KAT	3,00	S317	15,25	12,19	3,07	24,54	0,008	✓
2. KAT	3,00	S217	12,19	8,03	4,16	33,24	0.011	✓
1. KAT	3,00	S127	7,55	3,12	4,43	35,44	0.012	✓
Z. KAT	3,00	SZ11	3,12	0	3,12	25,00	0.008	✓

Tablo 4.123. Plan 3 (5 katlı) X yönünde ± 5 ikinci merteye etkileri

Genel kat ayarları		± 5					Kontrol
Kat	h [m]	$\Delta i(\text{ort})$ [mm]	$\sum w_j$ [tf]	V_i [tf]	V_{ih} [tfm]	θ_i	$\theta_i \leq 0.12$
4. KAT	3,00	1,92	515,46	87,64	262,92	0,0038	✓
3. KAT	3,00	3,25	1017,93	157,15	471,46	0,0070	✓
2. KAT	3,00	4,35	1520,40	212,01	636,02	0.0104	✓
1. KAT	3,00	4,64	2022,87	249,68	749,03	0.0125	✓
Z. KAT	3,00	3,33	2525,34	267,34	802,01	0.0105	✓

Tablo 4.124. Plan 3 (5 katlı) Y yönünde ± 5 ikinci merteye etkileri

Genel kat ayarları		± 5					Kontrol
Kat	h [m]	$\Delta i(\text{ort})$ [mm]	$\sum w_j$ [tf]	V_i [tf]	V_{ih} [tfm]	θ_i	$\theta_i \leq 0.12$
4. KAT	3,00	1,69	515,46	87,64	262,92	0,0033	✓
3. KAT	3,00	2,94	1017,93	157,15	471,46	0,0063	✓
2. KAT	3,00	3,98	1520,40	212,01	636,02	0.0095	✓
1. KAT	3,00	4,25	2022,87	249,68	749,03	0.0115	✓
Z. KAT	3,00	3,00	2525,34	267,34	802,01	0.0094	✓

Tablo 4.125. Plan 3 (5 katlı) X yönünde ± 5 A1 burulma düzensizliği

Genel kat ayarları		$\pm 5\%$				Kontrol
Kat	h [m]	$\Delta i(\text{max})$ [mm]	$\Delta i(\text{min})$ [mm]	$\Delta i(\text{ort})$ [mm]	η_{bi}	$\eta_{bi} > 1.2$
4. KAT	3,00	2,04 / S406	1,80 / S422	1,92	1,06	Yok
3. KAT	3,00	3,45 / S305	3,05 / S320	3,25	1,06	Yok
2. KAT	3,00	4,62 / S206	4,09 / S222	4,35	1,06	Yok
1. KAT	3,00	4,92 / S106	4,36 / S121	4,64	1,06	Yok
Z. KAT	3,00	3,53 / SZ02	3,13 / SZ17	3,33	1,06	Yok

Tablo 4.126. Plan 3 (5 katlı) Y yönünde $\pm 5\%$ A1 burulma düzensizliği

Genel kat ayarları		$\pm 5\%$				Kontrol
Kat	h [m]	$\Delta i(\max)$ [mm]	$\Delta i(\min)$ [mm]	$\Delta i(\text{ort})$ [mm]	η_{bi}	$\eta_{bi} > 1.2$
4. KAT	3,00	1,76 / S427	1,61 / S430	1,69	1,05	Yok
3. KAT	3,00	3,07 / S317	2,81 / S330	2,94	1,04	Yok
2. KAT	3,00	4,16 / S227	3,81 / S230	3,98	1,04	Yok
1. KAT	3,00	4,43 / S117	4,06 / S109	4,25	1,04	Yok
Z. KAT	3,00	3,12 / SZ11	2,87 / SZ30	3,00	1,04	Yok

Tablo 4.127. Plan 3 (5 katlı) X yönü B1 komşu katlar arası dayanım düzensizliği (zayıf kat)

Genel kat ayarları		Kolon Alan	Duvar Alan	Kesme Alanı	Kolon Alan	Duvar Alan	Kesme Alan	Katsayı	Kontrol
Kat	h [m]	$\Sigma A_w(i)$ [m ²]	$\Sigma A_k(i)$ [m ²]	$\Sigma A_e(i)$ [m ²]	$\Sigma A_w(i+1)$ [m ²]	$\Sigma A_k(i+1)$ [m ²]	$\Sigma A_e(i+1)$	hc(i)	$\eta_c(i) > 0.80$
3.KAT	3,00	6,60	7,91	7,79	6,60	7,91	7,79	1,00	Yok
2.KAT	3,00	6,60	7,91	7,79	6,60	7,91	7,79	1,00	Yok
1.KAT	3,00	6,60	7,91	7,79	6,60	7,91	7,79	1,00	Yok
Z.KAT	3,00	6,60	7,91	7,79	6,60	7,91	7,79	1,00	Yok

Tablo 4.128. Plan 3 (5 katlı) Y yönü B1 komşu katlar arası dayanım düzensizliği (zayıf kat)

Genel kat ayarları		Kolon Alan	Duvar Alan	Kesme Alanı	Kolon Alan	Duvar Alan	Kesme Alan	Katsayı	Kontrol
Kat	h [m]	$\Sigma A_w(i)$ [m ²]	$\Sigma A_k(i)$ [m ²]	$\Sigma A_e(i)$ [m ²]	$\Sigma A_w(i+1)$ [m ²]	$\Sigma A_k(i+1)$ [m ²]	$\Sigma A_e(i+1)$	hc(i)	$\eta_c(i) > 0.80$
3.KAT	3,00	6,60	12,36	8,45	6,60	12,36	8,45	1,00	Yok
2.KAT	3,00	6,60	12,36	8,45	6,60	12,36	8,45	1,00	Yok
1.KAT	3,00	6,60	12,36	8,45	6,60	12,36	8,45	1,00	Yok
Z.KAT	3,00	6,60	12,36	8,45	6,60	12,36	8,45	1,00	Yok

Tablo 4.129. Plan 3 (5 katlı) X yönü B2 komşu katlar arası rijitlik düzensizliği (yumuşak kat)

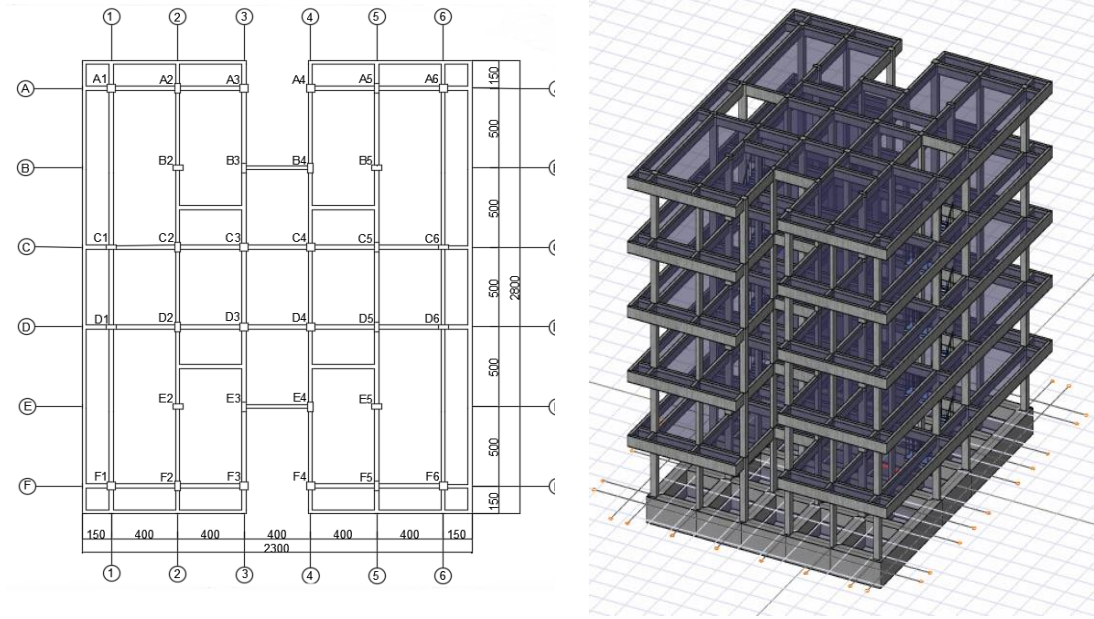
Genel kat ayarları		±5%				Kontrol
Kat	h [m]	$\Delta i(\text{ort})$ [mm]	$\frac{\Delta i}{hi}$	$\frac{\Delta(i+1)}{h(i+1)}$	$\eta_{ki} (+/-)$	$\eta_{ki} > 2$
4. KAT	3,00	1,92	0,00064		- / 0,59	Yok
3. KAT	3,00	3,25	0,00108	0,00064	1,69 / 0,75	Yok
2. KAT	3,00	4,35	0,00145	0,00108	1,34 / 0,94	Yok
1. KAT	3,00	4,64	0,00155	0,00145	1,07 / 1,39	Yok
Z. KAT	3,00	3,33	0,00111	0,00155	0,72 /-	Yok

Tablo 4.130. Plan 3 (5 katlı) Y yönü B2 komşu katlar arası rijitlik düzensizliği (yumuşak kat)

Genel kat ayarları		±5%				Kontrol
Kat	h [m]	$\Delta i(\text{ort})$ [mm]	$\frac{\Delta i}{hi}$	$\frac{\Delta(i+1)}{h(i+1)}$	$\eta_{ki} (+/-)$	$\eta_{ki} > 2$
4. KAT	3,00	1,69	0,000562		- / 0,57	Yok
3. KAT	3,00	2,94	0,000979	0,000562	1,74 / 0,74	Yok
2. KAT	3,00	3,98	0,00133	0,000979	1,36 / 0,94	Yok
1. KAT	3,00	4,25	0,00142	0,00133	1,07 /1,42	Yok
Z. KAT	3,00	3,00	0,000999	0,00142	0,71 /-	Yok

4.3.4. Plan 4 analiz sonuçları

Gerçekleştirilen analiz sonucunda Plan 4'ün 5 katlı modeli için, deprem parametreleri, periyot, kat yükleri, kat deplasmanları, kat kuvvetleri, görelî kat ötelemeleri, ikinci mertebe etkileri, düzensizlikler (A1, B1, B2) incelenmiş, analiz sonuçları aşağıdaki tablolarda verilmiştir. (Tablo 4.131.- 4.148.)



Şekil 4.9. Taşıyıcı sistemin kalıp planı ve 3 boyutlu görünüşü – Plan 4 (5 katlı)

Tablo 4.131. Plan 4 (5 katlı) deprem parametreleri

Deprem Parametreleri	Simge	Değer
Hareketli yükler dahil yapı toplam ağırlığı	(W)	2523,56 t
Yapı toplam serbest kütlesi	(m)	255,79 t
Yapı yükseliği (Rijit bodrum varsa o kattan ölçülen yükseklik)	(Hn)	15,00 m
X yönünde yapı tepesinde etki ettirilen ekstra eş değer deprem yükü	(ΔF_n -X)	11,83 tf
Y yönünde yapı tepesine etki ettirilen ekstra eş değer deprem yükü	(ΔF_n -Y)	11,83 tf
X yönünde uygulanan toplam eş değer deprem yükü	(Vt-X)	315,44 tf
Y yönünde uygulanan toplam eş değer deprem yükü	(Vt-Y)	315,44 tf
X yönünde uygulanan toplam deprem yükü (modal kombinasyon)	(VtB-X)	265,75 tf
Y yönünde uygulanan toplam deprem yükü (modal kombinasyon)	(VtB-Y)	266,69 tf
Yapı önem katsayısı	I	1,00
X yönü VtB/Vt oranı	VtB(x) / Vt(x)	0,84
Y yönü VtB/Vt oranı	VtB(y) / Vt(y)	0,85
Hesaplanan büyüklüklere ilişkin alt sınır değerleri	b	0,80
X yönü deprem yükü büyütme faktörü	$b V_t(x) / V_{tB}(x)$	0,95
Y yönü deprem yükü büyütme faktörü	$b V_t(y) / V_{tB}(y)$	0,95

Plan 4'ün süneklik yüzeyi yüksek, çerçeveli bir sistemdir. Plan 4 için davranış kat sayısı X yönünde 8, Y yönünde 8 seçilmiştir.

Tablo 4.132. Plan 4 (5 katlı) Yapı davranış katsayısı (R) seçimi

X Yönü		Y Yönü	
Yapı taşıyıcı sistemi	Betonarme	Yapı taşıyıcı sistemi	Betonarme
	Çerçeve		Çerçeve
Süneklik	Yüksek	Süneklik	Yüksek
Girilen R Katsayısı	8,00	Girilen R Katsayısı	8,00
Seçilen R Katsayısı	8,00	Seçilen R Katsayısı	8,00

Tablo 4.133. Plan 4 (5 katlı) periyotları ve modların kütle katılımları

Mod	Periyot (sn)	Ux için toplam	Uy için toplam	Rz için toplam
		kütle katılımı	kütle katılımı	kütle katılımı
		oranı	oranı	oranı
1	0,69016	0,00003	0,00001	0,00000
2	0,66243	0,82941	0,00001	0,00000
3	0,60804	0,82941	0,83261	0,00000
4	0,22050	0,82941	0,83261	0,00000
5	0,21143	0,93468	0,83261	0,00000
6	0,19410	0,93468	0,93612	0,00000
7	0,12357	0,93469	0,93612	0,00000

Plan 4'ün hiçbir modunda Rz için kütle katılım oranı görünmemektedir. Bu durumda tüm mod durumunda yapıda burulma olmadığını göstermektedir.

Tablo 4.134. Plan 4 (5 katlı) yapı kat maksimum yükleri

Kat	X Yönü			Y Yönü		
	Eşdeğer	Dinamik	Seçilen	Eşdeğer	Dinamik	Seçilen
	(tf)	(tf)	(tf)	(tf)	(tf)	(tf)
(Ekstra Eşdeğer Tepe Yüğü)	11,83			11,83		
4. KAT	114,76	87,86	87,86	114,76	87,55	87,55
3. KAT	80,27	69,21	69,21	80,27	69,42	69,42
2. KAT	60,20	54,48	54,48	60,20	54,86	54,86
1. KAT	40,14	37,14	37,14	40,14	37,50	37,50
Z. KAT	20,07	17,07	17,07	20,07	17,37	17,37

Katlara etkiyen maksimum yükler eşdeğer ve dinamik yükler olmak üzere yukarıda verilmiştir. Seçilen yükler dinamik yüklerdir.

Tablo 4.135. Plan 4 (5 katlı) X doğrultusunda etkiyen kat kuvvetleri

Katlar	+5%						-5%				
Kat	h	ex	ey	Fx	Fy	T	ex	ey	Fx	Fy	T
	[m]	[cm]	[cm]	[tf]	[tf]	[tfm]	[cm]	[cm]	[tf]	[tf]	[tfm]
4.KAT	3,00	0	141,25	87,8569	0	124,0979	0	141,25	87,8569	0	124,0979
3.KAT	3,00	0	141,25	69,2085	0	97,7570	0	141,25	69,2085	0	97,7570
2.KAT	3,00	0	141,25	54,4758	0	76,9471	0	141,25	54,4758	0	76,9471
1.KAT	3,00	0	141,25	37,1435	0	52,4652	0	141,25	37,1435	0	52,4652
Z.KAT	3,00	0	141,25	17,0682	0	24,1088	0	141,25	17,0682	0	24,1088

Tablo 4.136. Plan 4 (5 katlı) Y doğrultusunda etkiyen kat kuvvetleri

Katlar	+5%						-5%				
Kat	h	ex	ey	Fx	Fy	T	ex	ey	Fx	Fy	T
	[m]	[cm]	[cm]	[tf]	[tf]	[tfm]	[cm]	[cm]	[tf]	[tf]	[tfm]
4.KAT	3,00	116,25	0	0	87,5498	101,7767	116,25	0	0	87,5498	101,7767
3.KAT	3,00	116,25	0	0	69,4246	80,7060	116,25	0	0	69,4246	80,7060
2.KAT	3,00	116,25	0	0	54,8553	63,7693	116,25	0	0	54,8553	63,7693
1.KAT	3,00	116,25	0	0	37,4968	43,5900	116,25	0	0	37,4968	43,5900
Z.KAT	3,00	116,25	0	0	17,3675	20,1897	116,25	0	0	17,3675	20,1897

Tablo 4.137. Plan 4 (5 katlı) X yönünde kat deplasmanları

Katlar	+5%				-5%		
Kat	h	δx	δy	θ	δx	δy	θ
	(m)	(mm)	(mm)	(rd)	(mm)	(mm)	(rd)
4. KAT	3,00	17,45	0,00	0,00	17,45	0,00	0,00
3. KAT	3,00	15,53	0,00	0,00	15,53	0,00	0,00
2. KAT	3,00	12,35	0,00	0,00	12,35	0,00	0,00
1. KAT	3,00	8,09	0,00	0,00	8,09	0,00	0,00
Z. KAT	3,00	3,30	0,00	0,00	3,30	0,00	0,00

Tablo 4.138. Plan 4 (5 katlı) Y yönünde kat deplasmanları

Katlar		+5%			-5%		
Kat	h (m)	δx (mm)	δy (mm)	θ (rd)	δx (mm)	δy (mm)	θ (rd)
4. KAT	3,00	0,00	14,64	0,00	0,00	14,64	0,00
3. KAT	3,00	0,00	13,12	0,00	0,00	13,12	0,00
2. KAT	3,00	0,00	10,48	0,00	0,00	10,48	0,00
1. KAT	3,00	0,00	6,89	0,00	0,00	6,89	0,00
Z. KAT	3,00	0,00	2,84	0,00	0,00	2,84	0,00

Tablo 4.139. Plan 4 (5 katlı) X yönünde $\pm 5\%$ göreli kat ötelemelerinin sınırlandırılması

Katlar		$\pm 5\%$						Kontrol
Kat	h [m]	Eleman	di [mm]	d(i-1) [mm]	Δi [mm]	$\delta i(\max)$ [mm]	$\frac{\delta i(\max)}{h}$	$\delta i(\max)/h$ ≤ 0.02
4. KAT	3,00	S427	20,15	17,93	2,22	17,73	0,006	✓
3. KAT	3,00	S327	17,93	14,25	3,68	29,46	0,010	✓
2. KAT	3,00	S227	14,25	9,33	4,92	39,36	0,013	✓
1. KAT	3,00	S129	9,33	3,81	5,52	44,19	0,015	✓
Z. KAT	3,00	SZ28	3,81	0	3,81	30,46	0,010	✓

Tablo 4.140. Plan 4 (5 katlı) Y yönünde $\pm 5\%$ göreli kat ötelemelerinin sınırlandırılması

Katlar		$\pm 5\%$						Kontrol
Kat	h [m]	Eleman	di [mm]	d(i-1) [mm]	Δi [mm]	$\delta i(\max)$ [mm]	$\frac{\delta i(\max)}{h}$	$\delta i(\max)/h$ ≤ 0.02
4. KAT	3,00	S417	16,44	14,72	1,72	13,76	0,005	✓
3. KAT	3,00	S317	14,72	11,74	2,97	23,80	0,008	✓
2. KAT	3,00	S217	11,74	7,72	4,02	32,19	0,011	✓
1. KAT	3,00	S127	7,72	3,17	4,54	36,35	0,012	✓
Z. KAT	3,00	SZ11	3,17	0	3,17	25,40	0,008	✓

Tablo 4.141. Plan 4 (5 katlı) X yönünde $\pm 5\%$ ikinci mertebe etkileri

Katlar		$\pm 5\%$					Kontrol
Kat	h [m]	$\Delta i(ort)$ [mm]	$\sum w_j$ [tf]	V_i [tf]	V_{ih} [tfm]	θ_i	$\theta_i \leq 0.12$
4. KAT	3,00	2,10	515,10	87,86	263,57	0,0041	✓
3. KAT	3,00	3,48	1017,21	157,07	471,20	0,0075	✓
2. KAT	3,00	4,66	1519,33	211,54	634,62	0,0111	✓
1. KAT	3,00	5,23	2021,44	248,68	746,05	0,0142	✓
Z. KAT	3,00	3,60	2523,56	265,75	797,26	0,0114	✓

Tablo 4.142. Plan 4 (5 katlı) Y yönünde $\pm 5\%$ ikinci mertebe etkileri

Katlar		$\pm 5\%$					Kontrol
Kat	h [m]	$\Delta i(ort)$ [mm]	$\sum w_j$ [tf]	V_i [tf]	V_{ih} [tfm]	θ_i	$\theta_i \leq 0.12$
4. KAT	3,00	1,64	515,10	87,86	263,57	0,0032	✓
3. KAT	3,00	2,84	1017,21	157,07	471,20	0,0061	✓
2. KAT	3,00	3,85	1519,33	211,54	634,62	0,0092	✓
1. KAT	3,00	4,35	2021,44	248,68	746,05	0,0118	✓
Z. KAT	3,00	3,04	2523,56	265,75	797,26	0,0096	✓

Tablo 4.143. Plan 4 (5 katlı) X yönünde $\pm 5\%$ A1 burulma düzensizliği

Katlar		$\pm 5\%$				Kontrol
Kat	h [m]	$\Delta i(max)$ [mm]	$\Delta i(min)$ [mm]	$\Delta i(ort)$ [mm]	η_{bi}	$\eta_{bi} > 1.2$
4. KAT	3,00	2,22 / S427	1,97 / S418	2,10	1,06	Yok
3. KAT	3,00	3,68 / S327	3,28 / S316	3,48	1,06	Yok
2. KAT	3,00	4,92 / S227	4,39 / S216	4,66	1,06	Yok
1. KAT	3,00	5,52 / S129	4,94 / S115	5,23	1,06	Yok
Z. KAT	3,00	3,81 / SZ28	3,40 / SZ11	3,60	1,06	Yok

Tablo 4.144. Plan 4 (5 katlı) Y yönünde $\pm 5\%$ A1 burulma düzensizliği

Katlar		$\pm 5\%$				Kontrol
Kat	h [m]	$\Delta i(\max)$ [mm]	$\Delta i(\min)$ [mm]	$\Delta i(\text{ort})$ [mm]	η_{bi}	$\eta_{bi} > 1.2$
4. KAT	3,00	1,72 / S417	1,56 / S420	1,64	1,05	Yok
3. KAT	3,00	2,97 / S317	2,71 / S320	2,84	1,05	Yok
2. KAT	3,00	4,02 / S217	3,67 / S220	3,85	1,05	Yok
1. KAT	3,00	4,54 / S127	4,15 / S120	4,35	1,05	Yok
Z. KAT	3,00	3,17 / SZ11	2,90 / SZ04	3,04	1,04	Yok

Tablo 4.145. Plan 4 (5 katlı) X yönü B1 komşu katlar arası dayanım düzensizliği (zayıf kat)

Katlar		Kolon Alan	Duvar Alan	Kesme Alanı	Kolon Alan	Duvar Alan	Kesme Alanı	Kat sayısı	Kontrol
Kat	h [m]	$\sum A_w(i)$ [m ²]	$\sum A_k(i)$ [m ²]	$\sum A_e(i)$ [m ²]	$\sum A_w(i+1)$ [m ²]	$\sum A_k(i+1)$ [m ²]	$\sum A_e(i+1)$ [m ²]	hc(i)	$\eta_c(i) > 0.8$ 0
3. KAT	3,00	6,60	7,95	7,79	6,60	7,95	7,79	1,00	Yok
2. KAT	3,00	6,60	7,95	7,79	6,60	7,95	7,79	1,00	Yok
1. KAT	3,00	6,60	7,95	7,79	6,60	7,95	7,79	1,00	Yok
Z. KAT	3,00	6,60	7,95	7,79	6,60	7,95	7,79	1,00	Yok

Tablo 4.146. Plan 4 (5 katlı) Y yönü B1 komşu katlar arası dayanım düzensizliği (zayıf kat)

Katlar		Kolon Alan	Duvar Alan	Kesme Alanı	Kolon Alan	Duvar Alan	Kesme Alanı	Kat sayısı	Kontrol
Kat	h [m]	$\sum A_w(i)$ [m ²]	$\sum A_k(i)$ [m ²]	$\sum A_e(i)$ [m ²]	$\sum A_w(i+1)$ [m ²]	$\sum A_k(i+1)$ [m ²]	$\sum A_e(i+1)$ [m ²]	hc(i)	$\eta_c(i) > 0.8$ 0
3. KAT	3,00	6,60	12,31	8,45	6,60	12,31	8,45	1,00	Yok
2. KAT	3,00	6,60	12,31	8,45	6,60	12,31	8,45	1,00	Yok
1. KAT	3,00	6,60	12,31	8,45	6,60	12,31	8,45	1,00	Yok
Z. KAT	3,00	6,60	12,31	8,45	6,60	12,31	8,45	1,00	Yok

Tablo 4.147. Plan 4 (5 katlı) X yönü B2 komşu katlar arası rijitlik düzensizliği (yumuşak kat)

Katlar		±5%				Kontrol
Kat	h [m]	$\Delta i(\text{ort})$ [mm]	Δi hi	$\frac{\Delta(i+1)}{h(i+1)}$	hki (+/-)	$\eta_{ki} > 2$
4. KAT	3,00	2,10	0,000698		-/ 0,60	Yok
3. KAT	3,00	3,48	0,00116	0,000698	1,66 / 0,75	Yok
2. KAT	3,00	4,66	0,00155	0,00116	1,34 / 0,89	Yok
1. KAT	3,00	5,23	0,00174	0,00155	1,12 / 1,45	Yok
Z. KAT	3,00	3,60	0,0012	0,00174	0,69 / -	Yok

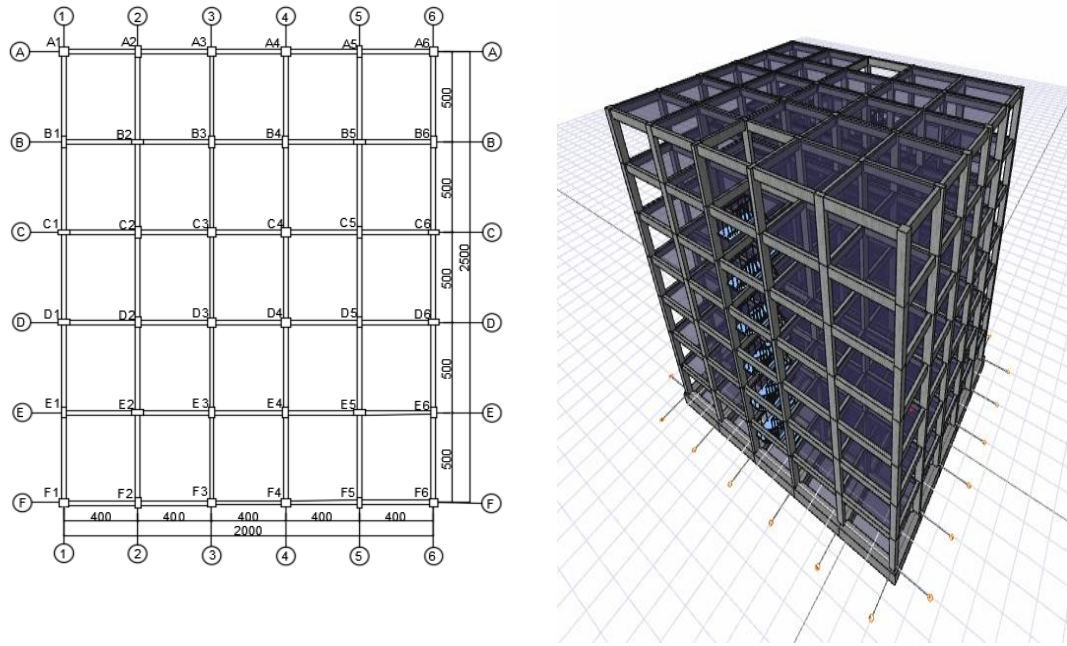
Tablo 4.148. Plan 4 (5 katlı) Y yönü B2 komşu katlar arası rijitlik düzensizliği (yumuşak kat)

Katlar		±5%				Kontrol
Kat	h [m]	$\Delta i(\text{ort})$ [mm]	Δi hi	$\frac{\Delta(i+1)}{h(i+1)}$	hki (+/-)	$\eta_{ki} > 2$
4. KAT	3,00	1,64	0,000546		-/ 0,58	Yok
3. KAT	3,00	2,84	0,000947	0,000546	1,73 / 0,74	Yok
2. KAT	3,00	3,85	0,00128	0,000947	1,35 / 0,88	Yok
1. KAT	3,00	4,35	0,00145	0,00128	1,13 / 1,43	Yok
Z. KAT	3,00	3,04	0,00101	0,00145	0,70 / -	Yok

4.4. 7 Katlı Planların Analiz Sonuçları

4.4.1. Plan 1 analiz sonuçları

Gerçekleştirilen analiz sonucunda Plan 1'in 7 katlı modeli için, deprem parametreleri, periyot, kat yükleri, kat deplasmanları, kat kuvvetleri, göreceli kat ötelemeleri, ikinci mertebe etkileri, düzensizlikler (A1, B1, B2) incelenmiş, analiz sonuçları aşağıdaki tablolarda verilmiştir. (Tablo 4.149.- 4.166.)



Şekil 4.10. Taşıyıcı sistemin kalıp planı ve 3 boyutlu görünüşü – Plan 1 (7 katlı)

Tablo 4.149. Plan 1 (7 katlı) deprem parametreleri

Deprem Parametreleri	Simge	Değer
Hareketli yükler dahil yapı toplam ağırlığı	(W)	2708,84 t
Yapı toplam serbest kütlesi	(m)	275,88 t
Yapı yükseliği (Rijit bodrum varsa o kattan ölçülen yükseklik)	(Hn)	21,00 m
X yönünde yapı tepesinde etki ettirilen ekstra eş değer deprem yükü	(ΔF_n-X)	17,78 tf
Y yönünde yapı tepesine etki ettirilen ekstra eş değer deprem yükü	(ΔF_n-Y)	17,78 tf
X yönünde uygulanan toplam eş değer deprem yükü	(V_t-X)	338,60 tf
Y yönünde uygulanan toplam eş değer deprem yükü	(V_t-Y)	338,60 tf
X yönünde uygulanan toplam deprem yükü (modal kombinasyon)	($V_{tB}-X$)	284,20 tf
Y yönünde uygulanan toplam deprem yükü (modal kombinasyon)	($V_{tB}-Y$)	282,85 tf
Yapı önem katsayısı	I	1,00
X yönü V_{tB}/V_t oranı	$V_{tB}(x) / V_t(x)$	0,84
Y yönü V_{tB}/V_t oranı	$V_{tB}(y) / V_t(y)$	0,84
Hesaplanan büyüklüklere ilişkin alt sınır değerleri	b	0,80
X yönü deprem yükü büyütme faktörü	$b V_t(x) / V_{tB}(x)$	0,95
Y yönü deprem yükü büyütme faktörü	$b V_t(y) / V_{tB}(y)$	0,96

Plan 1'in süneklik yüzeyi yüksek, çerçevesel bir sistemdir. Plan 1 için davranış kat sayısı X yönünde 8, Y yönünde 8 seçilmiştir.

Tablo 4.150. Plan 1 (7 katlı) Yapı davranış katsayısı (R) seçimi

X Yönü		Y Yönü	
Yapı taşıyıcı sistemi	Betonarme	Yapı taşıyıcı sistemi	Betonarme
	Çerçeve		Çerçeve
Süneklik	Yüksek	Süneklik	Yüksek
Girilen R Katsayısı	8,00	Girilen R Katsayısı	8,00
Seçilen R Katsayısı	8,00	Seçilen R Katsayısı	8,00

Tablo 4.151. Plan 1 (7 katlı) periyotları ve modların kütle katılımları

Mod	Periyot (sn)	Ux için toplam kütle katılımı oranı	Uy için toplam kütle katılımı oranı	Rz için toplam kütle katılımı oranı
1	0,70092	0,82695	0,00000	0,00000
2	0,66875	0,82695	0,82264	0,00000
3	0,64231	0,82701	0,82273	0,00000
4	0,22924	0,92737	0,82273	0,00000
5	0,21727	0,92737	0,92303	0,00000
6	0,20968	0,92738	0,92305	0,00000
7	0,13271	0,96395	0,92305	0,00000
8	0,12452	0,96395	0,96091	0,00000

Plan 1'in hiçbir modunda Rz için kütle katılım oranı görünmemektedir. Bu durumda tüm mod durumunda yapıda burulma olmadığını göstermektedir.

Tablo 4.152. Plan 1 (7 katlı) yapı kat maksimum yükleri

Kat	X Yönü			Y Yönü		
	Eşdeğer (tf)	Dinamik (tf)	Seçilen (tf)	Eşdeğer (tf)	Dinamik (tf)	Seçilen (tf)
(Ekstra Eşdeğer Tepe Yüğü)	17,78			17,78		
6. KAT	99,41	68,26	68,26	99,41	68,42	68,42
5. KAT	68,33	58,01	58,01	68,33	57,84	57,84
4. KAT	56,94	50,37	50,37	56,94	50,27	50,27
3. KAT	45,55	42,05	42,05	45,55	41,92	41,92
2. KAT	34,17	32,78	32,78	34,17	32,53	32,53
1. KAT	22,78	22,30	22,30	22,78	21,88	21,88
Z. KAT	11,43	10,44	10,44	11,43	10,00	10,00

Katlara etkiyen maksimum yükler eşdeğer ve dinamik yükler olmak üzere yukarıda verilmektedir. Seçilen yükler dinamik yüklerdir.

Tablo 4.153. Plan 1 (7 katlı) X doğrultusunda etkiyen kat kuvvetleri

Katlar	+5%						-5%				
Kat	h	ex	ey	Fx	Fy	T	ex	ey	Fx	Fy	T
	[m]	[cm]	[cm]	[tf]	[tf]	[tfm]	[cm]	[cm]	[tf]	[tf]	[tfm]
6. KAT	3,00	0	128,00	68,2567	0	87,3686	0	128,00	68,2567	0	87,3686
5. KAT	3,00	0	128,00	58,0053	0	74,2468	0	128,00	58,0053	0	74,2468
4. KAT	3,00	0	128,00	50,3724	0	64,4767	0	128,00	50,3724	0	64,4767
3. KAT	3,00	0	128,00	42,0484	0	53,8219	0	128,00	42,0484	0	53,8219
2. KAT	3,00	0	128,00	32,7821	0	41,9611	0	128,00	32,7821	0	41,9611
1. KAT	3,00	0	128,00	22,2969	0	28,5400	0	128,00	22,2969	0	28,5400
Z. KAT	3,00	0	128,00	10,4393	0	13,3623	0	128,00	10,4393	0	13,3623

Tablo 4.154. Plan 1 (7 katlı) Y doğrultusunda etkiyen kat kuvvetleri

Katlar	+5%						-5%				
Kat	h	ex	ey	Fx	Fy	T	ex	ey	Fx	Fy	T
	[m]	[cm]	[cm]	[tf]	[tf]	[tfm]	[cm]	[cm]	[tf]	[tf]	[tfm]
6. KAT	3,00	103,00	0	0	68,4181	70,4706	103,00	0	0	68,4181	70,4706
5. KAT	3,00	103,00	0	0	57,8394	59,5746	103,00	0	0	57,8394	59,5746
4. KAT	3,00	103,00	0	0	50,2700	51,7781	103,00	0	0	50,2700	51,7781
3. KAT	3,00	103,00	0	0	41,9215	43,1791	103,00	0	0	41,9215	43,1791
2. KAT	3,00	103,00	0	0	32,5285	33,5044	103,00	0	0	32,5285	33,5044
1. KAT	3,00	103,00	0	0	21,8759	22,5321	103,00	0	0	21,8759	22,5321
Z. KAT	3,00	103,00	0	0	9,9981	10,2980	103,00	0	0	9,9981	10,2980

Tablo 4.155. Plan 1 (7 katlı) X yönünde kat deplasmanları

Katlar		±5%		
Kat	h (m)	δx (mm)	δy (mm)	θ (rd)
6. KAT	3,00	19,57	0,00	0,00
5. KAT	3,00	18,47	0,00	0,00
4. KAT	3,00	16,56	0,00	0,00
3. KAT	3,00	13,90	0,00	0,00
2. KAT	3,00	10,60	0,00	0,00
1. KAT	3,00	6,83	0,00	0,00
Z. KAT	3,00	2,85	0,00	0,00

Tablo 4.156. Plan 1 (7 katlı) Y yönünde kat deplasmanları

Katlar		+5%		
Kat	h (m)	δx (mm)	δy (mm)	θ (rd)
6. KAT	3,00	0,01	17,81	0,00
5. KAT	3,00	0,01	16,81	0,00
4. KAT	3,00	0,01	15,06	0,00
3. KAT	3,00	0,00	12,61	0,00
2. KAT	3,00	0,00	9,56	0,00
1. KAT	3,00	0,00	6,08	0,00
Z. KAT	3,00	0,00	2,46	0,00

Tablo 4.157. Plan 1 (7 katlı) X yönünde ±%5 göreli kat ötelemelerinin sınırlandırılması

Katlar		±5%						Kontrol
Kat	h [m]	Eleman	d _i [mm]	d _(i-1) [mm]	Δi [mm]	δi(max) [mm]	$\frac{\delta i(max)}{h}$	δi(max)/h ≤0.02
6. KAT	3,00	S605	22,35	21,09	1,26	10,08	0,003	
5. KAT	3,00	S505	21,09	18,90	2,18	17,46	0,006	
4. KAT	3,00	S405	18,90	15,86	3,04	24,36	0,008	✓
3. KAT	3,00	S305	15,86	12,10	3,76	30,11	0,010	✓
2. KAT	3,00	S205	12,10	7,80	4,30	34,39	0,011	✓
1. KAT	3,00	S106	7,80	3,27	4,53	36,26	0,012	✓
Z. KAT	3,00	SZ02	3,27	0	3,27	26,12	0,009	✓

Tablo 4.158. Plan 1 (7 katlı) Y yönünde $\pm 5\%$ görel kat ötelemelerinin sınırlandırılması

Katlar		$\pm 5\%$						Kontrol
Kat	h [m]	Eleman	di [mm]	d(i-1) [mm]	Δi [mm]	$\delta i(\max)$ [mm]	$\frac{\delta i(\max)}{h}$	$\delta i(\max)/h$ ≤ 0.02
6. KAT	3,00	S630	19,55	18,46	1,10	8,78	0,003	
5. KAT	3,00	S530	18,46	16,54	1,92	15,36	0,005	
4. KAT	3,00	S436	16,54	13,84	2,69	21,55	0,007	✓
3. KAT	3,00	S324	13,84	10,50	3,34	26,71	0,009	✓
2. KAT	3,00	S230	10,50	6,69	3,81	30,52	0,010	✓
1. KAT	3,00	S136	6,69	2,72	3,97	31,79	0,011	✓
Z. KAT	3,00	SZ12	2,72	0	2,72	21,73	0,007	✓

Tablo 4.159. Plan 1 (7 katlı) X yönünde $\pm 5\%$ ikinci merteye etkileri

Katlar		$\pm 5\%$					Kontrol
Kat	h [m]	$\Delta i(\text{ort})$ [mm]	$\sum w_j$ [tf]	V_i [tf]	V_{ih} [tfm]	θ_i	$\theta_i \leq 0.12$
6. KAT	3,00	1,19	394,71	68,26	204,77	0,0023	✓
5. KAT	3,00	2,07	780,17	126,26	378,79	0,0043	✓
4. KAT	3,00	2,89	1165,64	176,63	529,90	0,0064	✓
3. KAT	3,00	3,58	1551,10	218,68	656,05	0,0085	✓
2. KAT	3,00	4,08	1936,56	251,46	754,39	0,0105	✓
1. KAT	3,00	4,30	2322,02	273,76	821,29	0,0122	✓
Z. KAT	3,00	3,09	2708,84	284,20	852,60	0,0098	✓

Tablo 4.160. Plan 1 (7 katlı) Y yönünde $\pm 5\%$ ikinci merteye etkileri

Katlar		$\pm 5\%$					Kontrol
Kat	h [m]	$\Delta i(\text{ort})$ [mm]	$\sum w_j$ [tf]	V_i [tf]	V_{ih} [tfm]	θ_i	$\theta_i \leq 0.12$
6. KAT	3,00	1,06	394,71	68,26	204,77	0,0020	✓
5. KAT	3,00	1,85	780,17	126,26	378,79	0,0038	✓
4. KAT	3,00	2,60	1165,64	176,63	529,90	0,0057	✓
3. KAT	3,00	3,22	1551,10	218,68	656,05	0,0076	✓
2. KAT	3,00	3,68	1936,56	251,46	754,39	0,0094	✓
1. KAT	3,00	3,83	2322,02	273,76	821,29	0,0108	✓
Z. KAT	3,00	2,61	2708,84	284,20	852,60	0,0083	✓

Tablo 4.161. Plan 1 (7 katlı) X yönünde $\pm 5\%$ A1 burulma düzensizliği

Katlar		$\pm 5\%$				Kontrol
Kat	h [m]	$\Delta i(\max)$ [mm]	$\Delta i(\min)$ [mm]	$\Delta i(\text{ort})$ [mm]	η_{bi}	$\eta_{bi} > 1.2$
6. KAT	3,00	1,26 / S605	1,13 / S622	1,19	1,05	Yok
5. KAT	3,00	2,18 / S505	1,96 / S522	2,07	1,05	Yok
4. KAT	3,00	3,04 / S405	2,74 / S422	2,89	1,05	Yok
3. KAT	3,00	3,76 / S305	3,39 / S322	3,58	1,05	Yok
2. KAT	3,00	4,30 / S205	3,87 / S222	4,08	1,05	Yok
1. KAT	3,00	4,53 / S106	4,08 / S123	4,30	1,05	Yok
Z. KAT	3,00	3,27 / SZ02	2,92 / SZ19	3,09	1,06	Yok

Tablo 4.162. Plan 1 (7 katlı) Y yönünde $\pm 5\%$ A1 burulma düzensizliği

Katlar		$\pm 5\%$				Kontrol
Kat	h [m]	$\Delta i(\max)$ [mm]	$\Delta i(\min)$ [mm]	$\Delta i(\text{ort})$ [mm]	η_{bi}	$\eta_{bi} > 1.2$
6. KAT	3,00	1,10 / S630	1,02 / S627	1,06	1,04	Yok
5. KAT	3,00	1,92 / S530	1,78 / S527	1,85	1,04	Yok
4. KAT	3,00	2,69 / S436	2,50 / S427	2,60	1,04	Yok
3. KAT	3,00	3,34 / S324	3,10 / S327	3,22	1,04	Yok
2. KAT	3,00	3,81 / S230	3,54 / S227	3,68	1,04	Yok
1. KAT	3,00	3,97 / S136	3,69 / S133	3,83	1,04	Yok
Z. KAT	3,00	2,72 / SZ12	2,50 / SZ35	2,61	1,04	Yok

Tablo 4.163. Plan 1 (7 katlı) X yönü B1 komşu katlar arası dayanım düzensizliği (zayıf kat)

Katlar		Kolon Alan	Duvar Alan	Kesme Alanı	Kolon Alan	Duvar Alan	Kesme Alanı	Kat sayısı	Kontrol
Kat	h [m]	$\sum A_w(i)$ [m ²]	$\sum A_k(i)$ [m ²]	$\sum A_e(i)$ [m ²]	$\sum A_w(i+1)$ [m ²]	$\sum A_k(i+1)$ [m ²]	$\sum A_e(i+1)$ [m ²]	hc(i)	$\eta_c(i) > 0.8$ 0
5. KAT	3,00	7,32	6,38	8,28	7,32	6,38	8,28	1,00	Yok
4. KAT	3,00	7,32	6,38	8,28	7,32	6,38	8,28	1,00	Yok
3. KAT	3,00	7,32	6,38	8,28	7,32	6,38	8,28	1,00	Yok
2. KAT	3,00	7,32	6,38	8,28	7,32	6,38	8,28	1,00	Yok
1. KAT	3,00	7,32	6,38	8,28	7,32	6,38	8,28	1,00	Yok
Z. KAT	3,00	7,32	6,38	8,28	7,32	6,38	8,28	1,02	Yok

Tablo 4.164. Plan 1 (7 katlı) Y yönü B1 komşu katlar arası dayanım düzensizliği (zayıf kat)

Katlar		Kolon Alan	Duvar Alan	Kesme Alanı	Kolon Alan	Duvar Alan	Kesme Alanı	Kat sayısı	Kontrol
Kat	h [m]	$\sum A_w(i)$ [m ²]	$\sum A_k(i)$ [m ²]	$\sum A_e(i)$ [m ²]	$\sum A_w(i+1)$ [m ²]	$\sum A_k(i+1)$ [m ²]	$\sum A_e(i+1)$	hc(i)	$\eta_c(i) > 0.8$ 0
5. KAT	3,00	7,32	8,05	8,53	7,32	8,05	8,53	1,00	Yok
4. KAT	3,00	7,32	8,05	8,53	7,32	8,05	8,53	1,00	Yok
3. KAT	3,00	7,32	8,05	8,53	7,32	8,05	8,53	1,00	Yok
2. KAT	3,00	7,32	8,05	8,53	7,32	8,05	8,53	1,00	Yok
1. KAT	3,00	7,32	8,05	8,53	7,32	8,05	8,53	1,00	Yok
Z. KAT	3,00	7,32	8,05	8,53	7,32	8,05	8,53	1,02	Yok

Tablo 4.165. Plan 1 (7 katlı) X yönü B2 komşu katlar arası rijitlik düzensizliği (yumuşak kat)

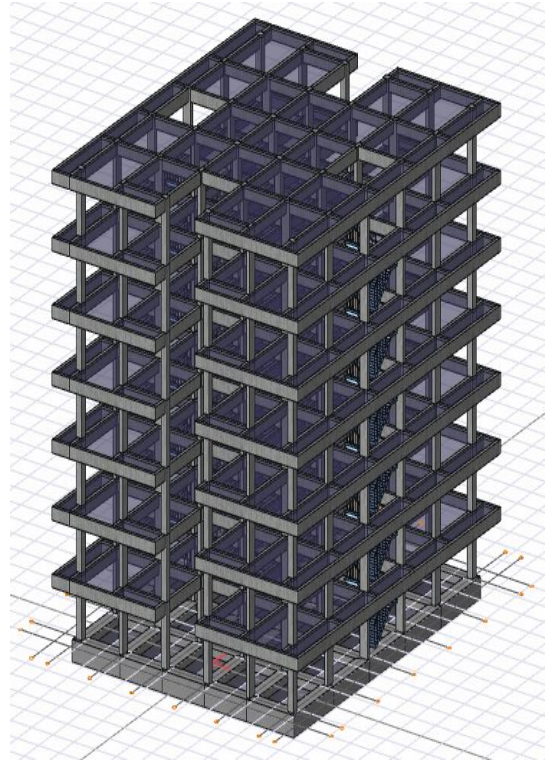
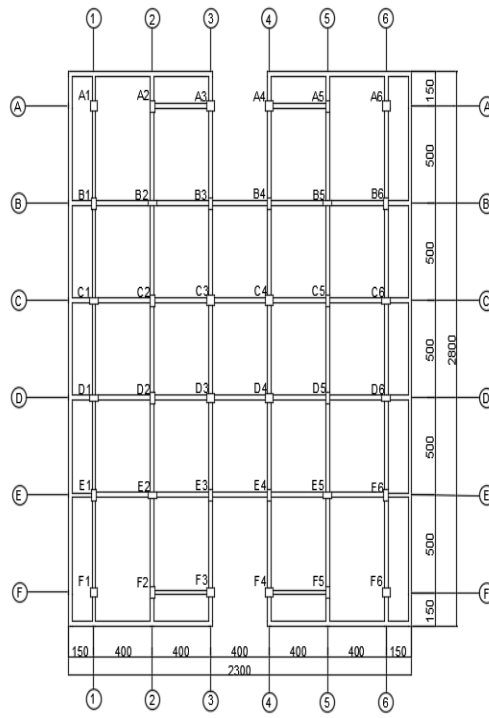
Katlar		$\pm 5\%$				Kontrol
Kat	h [m]	$\Delta i(ort)$ [mm]	Δi hi	$\frac{\Delta(i+1)}{h(i+1)}$	hki (+/-)	$\eta_{ki} > 2$
6. KAT	3,00	1,19	0,000398		- / 0,58	Yok
5. KAT	3,00	2,07	0,00069	0,000398	1,73 / 0,72	Yok
4. KAT	3,00	2,89	0,000964	0,00069	1,40 / 0,81	Yok
3. KAT	3,00	3,58	0,00119	0,000964	1,24 / 0,88	Yok
2. KAT	3,00	4,08	0,00136	0,00119	1,14 / 0,95	Yok
1. KAT	3,00	4,30	0,00143	0,00136	1,05 / 1,39	Yok
Z. KAT	3,00	3,09	0,00103	0,00143	0,72 / -	Yok

Tablo 4.166. Plan 1 (7 katlı) Y yönü B2 komşu katlar arası rijitlik düzensizliği (yumuşak kat)

Katlar		$\pm 5\%$				Kontrol
Kat	h [m]	$\Delta i(ort)$ [mm]	Δi hi	$\frac{\Delta(i+1)}{h(i+1)}$	hki (+/-)	$\eta_{ki} > 2$
6. KAT	3,00	1,06	0,000352		- / 0,57	Yok
5. KAT	3,00	1,85	0,000617	0,000352	1,75 / 0,71	Yok
4. KAT	3,00	2,60	0,000866	0,000617	1,40 / 0,81	Yok
3. KAT	3,00	3,22	0,00107	0,000866	1,24 / 0,88	Yok
2. KAT	3,00	3,68	0,00123	0,00107	1,14 / 0,96	Yok
1. KAT	3,00	3,83	0,00128	0,00123	1,04 / 1,46	Yok
Z. KAT	3,00	2,61	0,00087	0,00128	0,68 / -	Yok

4.4.2. Plan 2 analiz sonuçları

Gerçekleştirilen analiz sonucunda Plan 2'nin 7 katlı modeli için, deprem parametreleri, periyot, kat yükleri, kat deplasmanları, kat kuvvetleri, göreceli kat ötelemeleri, ikinci mertebe etkileri, düzensizlikler (A1, B1, B2) incelenmiş, analiz sonuçları aşağıdaki tablolarda verilmiştir. (Tablo 4.167.- 4.184.)



Şekil 4.11. Taşıyıcı sistemin kalıp planı ve 3 boyutlu görünüşü – Plan 2 (7 katlı)

Tablo 4.167. Plan 2 (7 katlı) deprem parametreleri

Deprem Parametreleri	Simge	Değer
Hareketli yükler dahil yapı toplam ağırlığı	(W)	3462,62 t
Yapı toplam serbest kütlesi	(m)	351,97 t
Yapı yükseliği (Rijit bodrum varsa o kattan ölçülen yükseklik)	(Hn)	21,00 m
X yönünde yapı tepesinde etki ettirilen ekstra eş değer deprem yükü	(ΔF_n-X)	22,72 tf
Y yönünde yapı tepesine etki ettirilen ekstra eş değer deprem yükü	(ΔF_n-Y)	22,72 tf
X yönünde uygulanan toplam eş değer deprem yükü	(V_t-X)	432,83 tf
Y yönünde uygulanan toplam eş değer deprem yükü	(V_t-Y)	432,83 tf
X yönünde uygulanan toplam deprem yükü (modal kombinasyon)	($V_{tB}-X$)	361,86 tf
Y yönünde uygulanan toplam deprem yükü (modal kombinasyon)	($V_{tB}-Y$)	363,28 tf
Yapı önem katsayısı	I	1,00
X yönü V_{tB}/V_t oranı	$V_{tB}(x) / V_t(x)$	0,84
Y yönü V_{tB}/V_t oranı	$V_{tB}(y) / V_t(y)$	0,84
Hesaplanan büyüklüklere ilişkin alt sınır değerleri	b	0,80
X yönü deprem yükü büyütme faktörü	$b V_{tB}(x) / V_{tB}(x)$	0,96
Y yönü deprem yükü büyütme faktörü	$b V_{tB}(y) / V_{tB}(y)$	0,95

Plan 2'nin süneklik yüzeyi yüksek, çerçeve bir sistemdir. Plan 2 için davranış kat sayısı X yönünde 8, Y yönünde 8 seçilmiştir.

Tablo 4.168. Plan 2 (7 katlı) Yapı davranış katsayısı (R) seçimi

X Yönü		Y Yönü	
Yapı taşıyıcı sistemi	Betonarme Çerçeve	Yapı taşıyıcı sistemi	Betonarme Çerçeve
Süneklik	Yüksek	Süneklik	Yüksek
Girilen R Katsayısı	8,00	Girilen R Katsayısı	8,00
Seçilen R Katsayısı	8,00	Seçilen R Katsayısı	8,00

Tablo 4.169. Plan 2 (7 katlı) periyotları ve modların kütle katılımları

Mod	Periyot (sn)	Ux için toplam	Uy için toplam	Rz için toplam
		kütle katılımı	kütle katılımı	kütle katılımı
		oranı	oranı	oranı
1	0,74548	0,00024	0,00000	0,00000
2	0,73520	0,82351	0,00000	0,00000
3	0,62669	0,82351	0,82730	0,00000
4	0,24251	0,82354	0,82730	0,00000
5	0,23968	0,92761	0,82758	0,00000
6	0,20463	0,92761	0,92781	0,00000
7	0,13890	0,92762	0,92781	0,00000
8	0,13769	0,96418	0,92781	0,00000
9	0,11815	0,96418	0,96445	0,00000

Plan 2'in hiçbir modunda Rz için kütle katılım oranı görünmemektedir. Bu durumda tüm mod durumunda yapıda burulma olmadığını göstermektedir.

Tablo 4.170. Plan 2 (7 katlı) yapı kat maksimum yükleri

Kat	X Yönü			Y Yönü		
	Eşdeğer	Dinamik	Seçilen	Eşdeğer	Dinamik	Seçilen
	(tf)	(tf)	(tf)	(tf)	(tf)	(tf)
(Ekstra Eşdeğer Tepe Yüğü)	22,72			22,72		
6.Kat	127,63	88,32	88,32	127,63	87,79	87,79
5.Kat	87,20	74,03	74,03	87,20	73,93	73,93
4.Kat	72,67	63,89	63,89	72,67	64,26	64,26
3.Kat	58,13	53,08	53,08	58,13	53,70	53,70
2.Kat	43,60	41,29	41,29	43,60	41,81	41,81
1.Kat	29,07	28,10	28,10	29,07	28,41	28,41
Z.Kat	14,53	13,15	13,15	14,53	13,38	13,38

Katlara etkiyen maksimum yükler eşdeğer ve dinamik yükler olmak üzere yukarıda verilmiştir. Seçilen yükler dinamik yüklerdir.

Tablo 4.171. Plan 2 (7 katlı) X doğrultusunda etkiyen kat kuvvetleri

Katlar	$\pm 5\%$					
Kat	h [m]	ex [cm]	ey [cm]	Fx [tf]	Fy [tf]	T [tfm]
6. KAT	3,00	0	141,25	88,3213	0	124,7538
5. KAT	3,00	0	141,25	74,0292	0	104,5663
4. KAT	3,00	0	141,25	63,8879	0	90,2416
3. KAT	3,00	0	141,25	53,0751	0	74,9686
2. KAT	3,00	0	141,25	41,2939	0	58,3276
1. KAT	3,00	0	141,25	28,1044	0	39,6975
Z. KAT	3,00	0	141,25	13,1467	0	18,5698

Tablo 4.172. Plan 2 (7 katlı) Y doğrultusunda etkiyen kat kuvvetleri

Katlar	$\pm 5\%$					
Kat	h [m]	ex [cm]	ey [cm]	Fx [tf]	Fy [tf]	T [tfm]
6. KAT	3,00	116,25	0	0	87,7895	102,0553
5. KAT	3,00	116,25	0	0	73,9334	85,9475
4. KAT	3,00	116,25	0	0	64,2585	74,7005
3. KAT	3,00	116,25	0	0	53,6974	62,4232
2. KAT	3,00	116,25	0	0	41,6148	48,6097
1. KAT	3,00	116,25	0	0	28,4059	33,0219
Z. KAT	3,00	116,25	0	0	13,3822	15,5568

Tablo 4.173. Plan 2 (7 katlı) X yönünde kat deplasmanları

Katlar	$\pm 5\%$			
Kat	h (m)	δx (mm)	δy (mm)	θ (rd)
6. KAT	3,00	21,67	0,00	0,00
5. KAT	3,00	20,31	0,00	0,00
4. KAT	3,00	18,11	0,00	0,00
3. KAT	3,00	15,12	0,00	0,00
2. KAT	3,00	11,48	0,00	0,00
1. KAT	3,00	7,37	0,00	0,00
Z. KAT	3,00	3,08	0,00	0,00

Tablo 4.174. Plan 2 (7 katlı) Y yönünde kat deplasmanları

Katlar		+5%		
Kat	h (m)	δx (mm)	δy (mm)	θ (rd)
6. KAT	3,00	0,01	15,64	0,00
5. KAT	3,00	0,01	14,75	0,00
4. KAT	3,00	0,00	13,22	0,00
3. KAT	3,00	0,00	11,09	0,00
2. KAT	3,00	0,00	8,45	0,00
1. KAT	3,00	0,00	5,44	0,00
Z. KAT	3,00	0,00	2,28	0,00

Tablo 4.175. Plan 2 (7 katlı) X yönünde $\pm 5\%$ göreli kat ötelemelerinin sınırlandırılması

Katlar		$\pm 5\%$						Kontrol
Kat	h [m]	Eleman	d _i [mm]	d(i-1) [mm]	Δi [mm]	$\delta i(\max)$ [mm]	$\frac{\delta i(\max)}{h}$	$\delta i(\max)/h$ ≤ 0.02
6. KAT	3,00	S605	24,92	23,35	1,57	12,59	0,004	✓
5. KAT	3,00	S505	23,35	20,81	2,54	20,35	0,007	✓
4. KAT	3,00	S405	20,81	17,36	3,45	27,58	0,009	✓
3. KAT	3,00	S305	17,36	13,17	4,19	33,49	0,011	✓
2. KAT	3,00	S205	13,17	8,45	4,72	37,74	0,013	✓
1. KAT	3,00	S105	8,45	3,53	4,93	39,41	0,013	✓
Z. KAT	3,00	SZ02	3,53	0	3,53	28,21	0,009	✓

Tablo 4.176. Plan 2 (7 katlı) Y yönünde $\pm 5\%$ göreli kat ötelemelerinin sınırlandırılması

Katlar		$\pm 5\%$						Kontrol
Kat	h [m]	Eleman	d _i [mm]	d(i-1) [mm]	Δi [mm]	$\delta i(\max)$ [mm]	$\frac{\delta i(\max)}{h}$	$\delta i(\max)/h$ ≤ 0.02
6. KAT	3,00	S619	17,79	16,77	1,02	8,20	0,003	✓
5. KAT	3,00	S519	16,77	15,01	1,76	14,04	0,005	✓
4. KAT	3,00	S419	15,01	12,58	2,43	19,47	0,007	✓
3. KAT	3,00	S319	12,58	9,58	3,00	23,98	0,008	✓
2. KAT	3,00	S219	9,58	6,17	3,42	27,32	0,009	✓
1. KAT	3,00	S119	6,17	2,58	3,58	28,67	0,010	✓
Z. KAT	3,00	SZ13	2,58	0	2,58	20,66	0,007	✓

Tablo 4.177. Plan 2 (7 katlı) X yönünde $\pm 5\%$ ikinci mertebe etkileri

Katlar		$\pm 5\%$					Kontrol
Kat	h [m]	$\Delta i(\text{ort})$ [mm]	$\sum w_j$ [tf]	V_i [tf]	V_{ih} [tfm]	θ_i	$\theta_i \leq 0.12$
6. KAT	3,00	1,49	507,80	88,32	264,96	0,0029	✓
5. KAT	3,00	2,41	1000,27	162,35	487,35	0,0049	✓
4. KAT	3,00	3,26	1492,74	226,24	678,72	0,0072	✓
3. KAT	3,00	3,97	1985,21	279,31	837,94	0,0094	✓
2. KAT	3,00	4,47	2477,68	320,61	961,82	0,0115	✓
1. KAT	3,00	4,67	2970,15	348,71	1046,14	0,0133	✓
Z. KAT	3,00	3,35	3462,62	361,86	1085,58	0,0107	✓

Tablo 4.178. Plan 2 (7 katlı) Y yönünde $\pm 5\%$ ikinci mertebe etkileri

Katlar		$\pm 5\%$					Kontrol
Kat	h [m]	$\Delta i(\text{ort})$ [mm]	$\sum w_j$ [tf]	V_i [tf]	V_{ih} [tfm]	θ_i	$\theta_i \leq 0.12$
6. KAT	3,00	0,97	507,80	88,32	264,96	0,0019	✓
5. KAT	3,00	1,66	1000,27	162,35	487,35	0,0034	✓
4. KAT	3,00	2,31	1492,74	226,24	678,72	0,0051	✓
3. KAT	3,00	2,85	1985,21	279,31	837,94	0,0068	✓
2. KAT	3,00	3,25	2477,68	320,61	961,82	0,0084	✓
1. KAT	3,00	3,41	2970,15	348,71	1046,14	0,0097	✓
Z. KAT	3,00	2,46	3462,62	361,86	1085,58	0,0079	✓

Tablo 4.179. Plan 2 (7 katlı) X yönünde $\pm 5\%$ A1 burulma düzensizliği

Katlar		$\pm 5\%$				Kontrol
Kat	h [m]	$\Delta i(\text{max})$ [mm]	$\Delta i(\text{min})$ [mm]	$\Delta i(\text{ort})$ [mm]	η_{bi}	$\eta_{bi} > 1.2$
6. KAT	3,00	1,57 / S605	1,40 / S623	1,49	1,06	Yok
5. KAT	3,00	2,54 / S505	2,27 / S523	2,41	1,06	Yok
4. KAT	3,00	3,45 / S405	3,08 / S423	3,26	1,06	Yok
3. KAT	3,00	4,19 / S305	3,75 / S323	3,97	1,06	Yok
2. KAT	3,00	4,72 / S205	4,22 / S223	4,47	1,06	Yok
1. KAT	3,00	4,93 / S105	4,41 / S123	4,67	1,06	Yok
Z. KAT	3,00	3,53 / SZ02	3,17 / SZ20	3,35	1,05	Yok

Tablo 4.180. Plan 2 (7 katlı) Y yönünde $\pm 5\%$ A1 burulma düzensizliği

Katlar		$\pm 5\%$				Kontrol
Kat	h [m]	$\Delta i(\max)$ [mm]	$\Delta i(\min)$ [mm]	$\Delta i(\text{ort})$ [mm]	η_{bi}	$\eta_{bi} > 1.2$
6. KAT	3,00	1,02 / S619	0,91 / S604	0,97	1,06	Yok
5. KAT	3,00	1,76 / S519	1,57 / S504	1,66	1,05	Yok
4. KAT	3,00	2,43 / S419	2,19 / S416	2,31	1,05	Yok
3. KAT	3,00	3,00 / S319	2,71 / S304	2,85	1,05	Yok
2. KAT	3,00	3,42 / S219	3,09 / S204	3,25	1,05	Yok
1. KAT	3,00	3,58 / S119	3,24 / S110	3,41	1,05	Yok
Z. KAT	3,00	2,58 / SZ13	2,34 / SZ10	2,46	1,05	Yok

Tablo 4.181. Plan 2 (7 katlı) X yönü B1 komşu katlar arası dayanım düzensizliği (zayıf kat)

Katlar		Kolon Alan	Duvar Alan	Kesme Alanı	Kolon Alan	Duvar Alan	Kesme Alanı	Kat sayı	Kontrol
Kat	h [m]	$\Sigma A_w(i)$ [m ²]	$\Sigma A_k(i)$ [m ²]	$\Sigma A_e(i)$ [m ²]	$\Sigma A_w(i+1)$ [m ²]	$\Sigma A_k(i+1)$ [m ²]	$\Sigma A_e(i+1)$	hc(i)	$\eta_c(i) > 0.80$
5. KAT	3,00	8,04	7,52	9,17	8,04	7,52	9,17	1,00	Yok
4. KAT	3,00	8,04	7,52	9,17	8,04	7,52	9,17	1,00	Yok
3. KAT	3,00	8,04	7,52	9,17	8,04	7,52	9,17	1,00	Yok
2. KAT	3,00	8,04	7,52	9,17	8,04	7,52	9,17	1,00	Yok
1. KAT	3,00	8,04	7,52	9,17	8,04	7,52	9,17	1,00	Yok
Z. KAT	3,00	8,04	7,52	9,17	8,04	7,52	9,17	1,00	Yok

Tablo 4.182. Plan 2 (7 katlı) Y yönü B1 komşu katlar arası dayanım düzensizliği (zayıf kat)

Katlar		Kolon Alan	Duvar Alan	Kesme Alanı	Kolon Alan	Duvar Alan	Kesme Alanı	Kat sayı	Kontrol
Kat	h [m]	$\Sigma A_w(i)$ [m ²]	$\Sigma A_k(i)$ [m ²]	$\Sigma A_e(i)$ [m ²]	$\Sigma A_w(i+1)$ [m ²]	$\Sigma A_k(i+1)$ [m ²]	$\Sigma A_e(i+1)$	hc(i)	$\eta_c(i) > 0.80$
5. KAT	3,00	8,04	11,63	9,78	8,04	11,63	9,78	1,00	Yok
4. KAT	3,00	8,04	11,63	9,78	8,04	11,63	9,78	1,00	Yok
3. KAT	3,00	8,04	11,63	9,78	8,04	11,63	9,78	1,00	Yok
2. KAT	3,00	8,04	11,63	9,78	8,04	11,63	9,78	1,00	Yok
1. KAT	3,00	8,04	11,63	9,78	8,04	11,63	9,78	1,00	Yok
Z. KAT	3,00	8,04	11,63	9,78	8,04	11,63	9,78	1,00	Yok

Tablo 4.183. Plan 2 (7 katlı) X yönü B2 komşu katlar arası rijitlik düzensizliği (yumuşak kat)

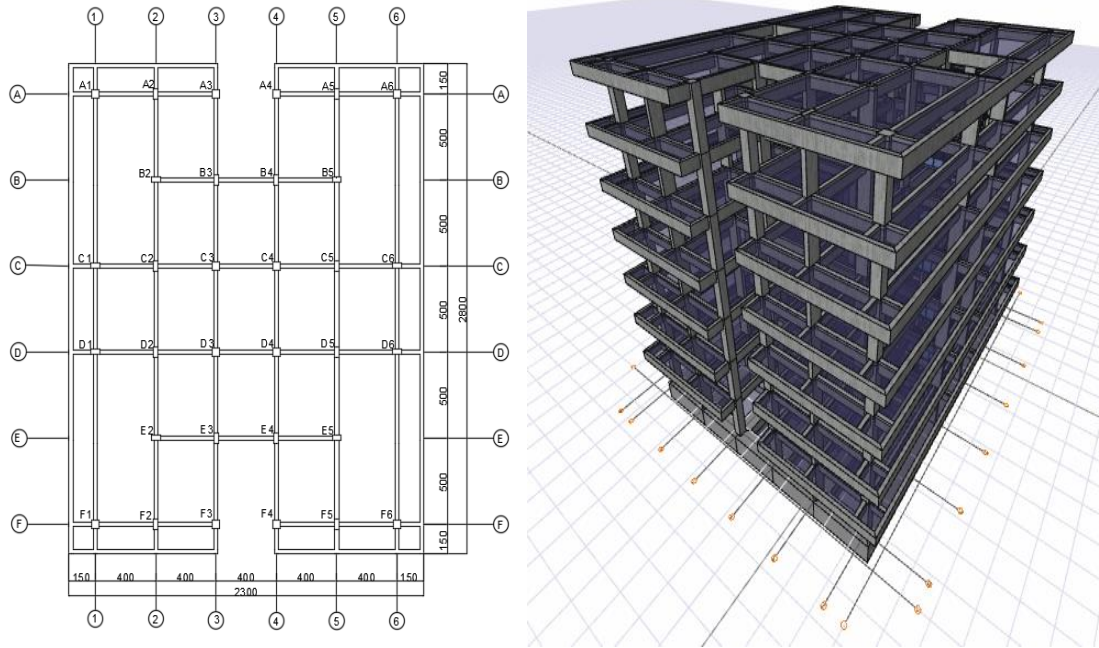
Katlar		±5%				Kontrol
Kat	h [m]	$\Delta i(ort)$ [mm]	Δi hi	$\frac{\Delta(i+1)}{h(i+1)}$	hki (+/-)	$\eta_{ki} > 2$
6. KAT	3,00	1,49	0,000496		- / 0,62	Yok
5. KAT	3,00	2,41	0,000806	0,000496	1,62 / 0,74	Yok
4. KAT	3,00	3,26	0,00109	0,000806	1,36 / 0,82	Yok
3. KAT	3,00	3,97	0,00132	0,00109	1,21 / 0,89	Yok
2. KAT	3,00	4,47	0,00149	0,00132	1,13 / 0,96	Yok
1. KAT	3,00	4,67	0,00156	0,00149	1,04 / 1,39	Yok
Z. KAT	3,00	3,35	0,00112	0,00156	0,72 / -	Yok

Tablo 4.184. Plan 2 (7 katlı) Y yönü B2 komşu katlar arası rijitlik düzensizliği (yumuşak kat)

Katlar		±5%				Kontrol
Kat	h [m]	$\Delta i(ort)$ [mm]	Δi hi	$\frac{\Delta(i+1)}{h(i+1)}$	hki (+/-)	$\eta_{ki} > 2$
6. KAT	3,00	0,97	0,000323		- / 0,58	Yok
5. KAT	3,00	1,66	0,000555	0,000323	1,72 / 0,72	Yok
4. KAT	3,00	2,31	0,000771	0,000555	1,39 / 0,81	Yok
3. KAT	3,00	2,85	0,000951	0,000771	1,23 / 0,88	Yok
2. KAT	3,00	3,25	0,00108	0,000951	1,14 / 0,95	Yok
1. KAT	3,00	3,41	0,00114	0,00108	1,65 / 1,38	Yok
Z. KAT	3,00	2,46	0,000821	0,00114	0,72 / -	Yok

4.4.3. Plan 3 analiz sonuçları

Gerçekleştirilen analiz sonucunda Plan 3'ün 7 katlı modeli için, deprem parametreleri, periyot, kat yükleri, kat deplasmanları, kat kuvvetleri, görelî kat ötelemeleri, ikinci mertebe etkileri, düzensizlikler (A1, B1, B2) incelenmiş, analiz sonuçları aşağıdaki tablolarda verilmiştir. (Tablo 4.185.- 4.202.)



Şekil 4.12. Taşıyıcı sistemin kalıp planı ve 3 boyutlu görünüşü – Plan 3 (7 katlı)

Tablo 4.185. Plan 3 (7 katlı) deprem parametreleri

Deprem Parametreleri	Simge	Değer
Hareketli yükler dahil yapı toplam ağırlığı	(W)	3788,42 t
Yapı toplam serbest kütlesi	(m)	386,99 t
Yapı yükseliği (Rijit bodrum varsa o kattan ölçülen yükseklik)	(Hn)	21,00 m
X yönünde yapı tepesinde etki ettirilen ekstra eş değer deprem yükü	(ΔF_n-X)	24,86 tf
Y yönünde yapı tepesine etki ettirilen ekstra eş değer deprem yükü	(ΔF_n-Y)	24,86 tf
X yönünde uygulanan toplam eş değer deprem yükü	(V_t-X)	473,55 tf
Y yönünde uygulanan toplam eş değer deprem yükü	(V_t-Y)	473,55 tf
X yönünde uygulanan toplam deprem yükü (modal kombinasyon)	($V_{tB}-X$)	390,42 tf
Y yönünde uygulanan toplam deprem yükü (modal kombinasyon)	($V_{tB}-Y$)	389,64 tf
Yapı önem katsayısı	I	1,00
X yönü V_{tB}/V_t oranı	$V_{tB}(x) / V_t(x)$	0,82
Y yönü V_{tB}/V_t oranı	$V_{tB}(y) / V_t(y)$	0,82
Hesaplanan büyüklüklere ilişkin alt sınır değerleri	b	0,80
X yönü deprem yükü büyütme faktörü	$b V_t(x) / V_{tB}(x)$	0,97
Y yönü deprem yükü büyütme faktörü	$b V_t(y) / V_{tB}(y)$	0,97

Plan 3'ün süneklik yüzeyi yüksek, çerçeveli bir sistemdir. Plan 3 için davranış kat sayısı X yönünde 8, Y yönünde 8 seçilmiştir.

Tablo 4.186. Plan 3 (7 katlı) Yapı davranış katsayısı (R) seçimi

X Yönü		Y Yönü	
Yapı taşıyıcı sistemi	Betonarme Çerçeve	Yapı taşıyıcı sistemi	Betonarme Çerçeve
Süneklik	Yüksek	Süneklik	Yüksek
Girilen R Katsayısı	8,00	Girilen R Katsayısı	8,00
Seçilen R Katsayısı	8,00	Seçilen R Katsayısı	8,00

Tablo 4.187. Plan 3 (7 katlı) periyotları ve modların kütle katılımları

Mod	Periyot (sn)	Ux için toplam	Uy için toplam	Rz için toplam
		kütle katılımı	kütle katılımı	kütle katılımı
		oranı	oranı	oranı
1	0,75563	0,00004	0,00000	0,00000
2	0,70131	0,81041	0,00000	0,00000
3	0,66523	0,81041	0,81101	0,00000
4	0,24139	0,81042	0,81101	0,00000
5	0,22403	0,91631	0,81101	0,00000
6	0,21241	0,91631	0,91369	0,00000
7	0,13435	0,91631	0,91369	0,00000
8	0,12466	0,95657	0,91369	0,00000
9	0,11871	0,95657	0,95460	0,00000

Plan 3'ün hiçbir modunda Rz için kütle katılım oranı görünmemektedir. Bu durumda tüm mod durumunda yapıda burulma olmadığını göstermektedir.

Tablo 4.188. Plan 3 (7 katlı) yapı kat maksimum yükleri

Kat	X Yönü			Y Yönü		
	Eşdeğer (tf)	Dinamik (tf)	Seçilen (tf)	Eşdeğer (tf)	Dinamik (tf)	Seçilen (tf)
(Ekstra Eşdeğer Tepe Yüğü)	24,86			24,86		
6.Kat	139,39	97,41	97,41	139,39	97,21	97,21
5.Kat	95,48	80,46	80,46	95,48	80,46	80,46
4.Kat	79,56	69,35	69,35	79,56	69,62	69,62
3.Kat	63,65	57,33	57,33	63,65	57,66	57,66
2.Kat	47,74	43,96	43,96	47,74	44,17	44,17
1.Kat	31,83	29,01	29,01	31,83	28,91	28,91
Z.Kat	15,91	12,89	12,89	15,91	12,60	12,60

Katlara etkiyen maksimum yükler eşdeğer ve dinamik yükler olmak üzere yukarıda verilmiştir. Seçilen yükler dinamik yüklerdir.

Tablo 4.189. Plan 3 (7 katlı) X doğrultusunda etkiyen kat kuvvetleri

Katlar	+5%						-5%				
Kat	h [m]	ex [cm]	ey [cm]	Fx [tf]	Fy [tf]	T [tfm]	ex [cm]	ey [cm]	Fx [tf]	Fy [tf]	T [tfm]
6.KAT	3,00	0	141,25	97,4131	0	137,5960	0	141,25	97,4131	0	137,5960
5.KAT	3,00	0	141,25	80,4594	0	113,6489	0	141,25	80,4594	0	113,6489
4.KAT	3,00	0	141,25	69,3530	0	97,9611	0	141,25	69,3530	0	97,9611
3.KAT	3,00	0	141,25	57,3335	0	80,9835	0	141,25	57,3335	0	80,9835
2.KAT	3,00	0	141,25	43,9575	0	62,0899	0	141,25	43,9575	0	62,0899
1.KAT	3,00	0	141,25	29,0128	0	40,9806	0	141,25	29,0128	0	40,9806
Z.KAT	3,00	0	141,25	12,8933	0	18,2118	0	141,25	12,8933	0	18,2118

Tablo 4.190. Plan 3 (7 katlı) Y doğrultusunda etkiyen kat kuvvetleri

Katlar	+5%						-5%				
Kat	h [m]	ex [cm]	ey [cm]	Fx [tf]	Fy [tf]	T [tfm]	ex [cm]	ey [cm]	Fx [tf]	Fy [tf]	T [tfm]
6.KAT	3,00	116,25	0	0	96,2133	111,8480	116,25	0	0	96,2133	111,8480
5.KAT	3,00	116,25	0	0	80,4602	93,5350	116,25	0	0	80,4602	93,5350
4.KAT	3,00	116,25	0	0	69,6207	80,9340	116,25	0	0	69,6207	80,9340
3.KAT	3,00	116,25	0	0	57,6605	67,0304	116,25	0	0	57,6605	67,0304
2.KAT	3,00	116,25	0	0	44,1730	51,3511	116,25	0	0	44,1730	51,3511
1.KAT	3,00	116,25	0	0	28,9116	33,6098	116,25	0	0	28,9116	33,6098
Z.KAT	3,00	116,25	0	0	12,6001	14,6476	116,25	0	0	12,6001	14,6476

Tablo 4.191. Plan 3 (7 katlı) X yönünde kat deplasmanları

Katlar		±5%		
Kat	h (m)	δx (mm)	δy (mm)	θ (rd)
6. KAT	3,00	19,80	0,01	0,00
5. KAT	3,00	18,49	0,01	0,00
4. KAT	3,00	16,40	0,01	0,00
3. KAT	3,00	13,58	0,00	0,00
2. KAT	3,00	10,14	0,00	0,00
1. KAT	3,00	6,29	0,00	0,00
Z. KAT	3,00	2,44	0,00	0,00

Tablo 4.192. Plan 3 (7 katlı) Y yönünde kat deplasmanları

Katlar		±5%		
Kat	h (m)	δx (mm)	δy (mm)	θ (rd)
6. KAT	3,00	0,02	17,67	0,00
5. KAT	3,00	0,02	16,59	0,00
4. KAT	3,00	0,02	14,78	0,00
3. KAT	3,00	0,01	12,26	0,00
2. KAT	3,00	0,01	9,15	0,00
1. KAT	3,00	0,01	5,65	0,00
Z. KAT	3,00	0,00	2,15	0,00

Tablo 4.193. Plan 3 (7 katlı) X yönünde ±%5 göreli kat ötelemelerinin sınırlandırılması

Katlar		±5%						Kontrol
Kat	h [m]	Eleman	di [mm]	d(i-1) [mm]	Δi [mm]	δi(max) [mm]	$\frac{\delta i(max)}{h}$	δi(max)/h ≤0.02
6. KAT	3,00	S606	23,27	21,71	1,56	12,50	0,004	✓
5. KAT	3,00	S502	21,71	19,25	2,46	19,65	0,007	✓
4. KAT	3,00	S406	19,25	15,92	3,33	26,60	0,009	✓
3. KAT	3,00	S306	15,92	11,89	4,04	32,31	0,011	✓
2. KAT	3,00	S206	11,89	7,37	4,52	36,13	0,012	✓
1. KAT	3,00	S104	7,37	2,84	4,53	36,24	0,012	✓
Z. KAT	3,00	SZ02	2,84	0	2,84	22,75	0,008	✓

Tablo 4.194. Plan 3 (7 katlı) Y yönünde $\pm 5\%$ göreli kat ötelemelerinin sınırlandırılması

Katlar		$\pm 5\%$						Kontrol
Kat	h [m]	Eleman	d _i [mm]	d(i-1) [mm]	Δi [mm]	$\delta i(\max)$ [mm]	$\frac{\delta i(\max)}{h}$	$\delta i(\max)/h$ ≤ 0.02
6. KAT	3,00	S627	20,01	18,75	1,26	10,06	0,003	✓
5. KAT	3,00	S511	18,75	16,69	2,06	16,46	0,005	✓
4. KAT	3,00	S427	16,69	13,84	2,85	22,81	0,008	✓
3. KAT	3,00	S327	13,84	10,33	3,51	28,10	0,009	✓
2. KAT	3,00	S227	10,33	6,37	3,96	31,66	0,011	✓
1. KAT	3,00	S127	6,37	2,41	3,96	31,68	0,011	✓
Z. KAT	3,00	SZ11	2,43	0	2,43	19,40	0,006	✓

Tablo 4.195. Plan 3 (7 katlı) X yönünde $\pm 5\%$ ikinci merteye etkileri

Katlar		$\pm 5\%$					Kontrol
Kat	h [m]	$\Delta i(\text{ort})$ [mm]	$\sum w_j$ [tf]	V_i [tf]	V_{ih} [tfm]	θ_i	$\theta_i \leq 0.12$
6. KAT	3,00	1,46	554,23	97,41	292,24	0,0028	✓
5. KAT	3,00	2,30	1093,26	177,87	533,62	0,0047	✓
4. KAT	3,00	3,12	1632,29	247,23	741,68	0,0069	✓
3. KAT	3,00	3,80	2171,32	304,56	913,68	0,0090	✓
2. KAT	3,00	4,25	2710,36	348,52	1045,55	0,0110	✓
1. KAT	3,00	4,26	3249,39	377,53	1132,59	0,0122	✓
Z. KAT	3,00	2,67	3788,42	390,42	1171,27	0,0086	✓

Tablo 4.196. Plan 3 (7 katlı) Y yönünde $\pm 5\%$ ikinci merteye etkileri

Katlar		$\pm 5\%$					Kontrol
Kat	h [m]	$\Delta i(\text{ort})$ [mm]	$\sum w_j$ [tf]	V_i [tf]	V_{ih} [tfm]	θ_i	$\theta_i \leq 0.12$
6. KAT	3,00	1,18	554,23	97,41	292,24	0,0022	✓
5. KAT	3,00	1,96	1093,26	177,87	533,62	0,0040	✓
4. KAT	3,00	2,72	1632,29	247,23	741,68	0,0060	✓
3. KAT	3,00	3,35	2171,32	304,56	913,68	0,0080	✓
2. KAT	3,00	3,77	2710,36	348,52	1045,55	0,0098	✓
1. KAT	3,00	3,77	3249,39	377,53	1132,59	0,0108	✓
Z. KAT	3,00	2,31	3788,42	390,42	1171,27	0,0075	✓

Tablo 4.197. Plan 3 (7 katlı) X yönünde $\pm 5\%$ A1 burulma düzensizliği

Katlar		$\pm 5\%$				Kontrol
Kat	h [m]	$\Delta i(\max)$ [mm]	$\Delta i(\min)$ [mm]	$\Delta i(\text{ort})$ [mm]	η_{bi}	$\eta_{bi} > 1.2$
6. KAT	3,00	1,56 / S606	1,36 / S620	1,46	1,07	Yok
5. KAT	3,00	2,46 / S502	2,15 / S502	2,30	1,07	Yok
4. KAT	3,00	3,33 / S406	2,92 / S420	3,12	1,06	Yok
3. KAT	3,00	4,04 / S306	3,55 / S320	3,80	1,06	Yok
2. KAT	3,00	4,52 / S206	3,98 / S220	4,25	1,06	Yok
1. KAT	3,00	4,53 / S106	3,98 / S120	4,26	1,06	Yok
Z. KAT	3,00	2,84 / SZ02	2,49 / SZ17	2,67	1,07	Yok

Tablo 4.198. Plan 3 (7 katlı) Y yönünde $\pm 5\%$ A1 burulma düzensizliği

Katlar		$\pm 5\%$				Kontrol
Kat	h [m]	$\Delta i(\max)$ [mm]	$\Delta i(\min)$ [mm]	$\Delta i(\text{ort})$ [mm]	η_{bi}	$\eta_{bi} > 1.2$
6. KAT	3,00	1,26 / S627	1,11 / S620	1,18	1,06	Yok
5. KAT	3,00	2,06 / S511	1,86 / S530	1,96	1,05	Yok
4. KAT	3,00	2,85 / S427	2,58 / S425	2,72	1,05	Yok
3. KAT	3,00	3,51 / S327	3,19 / S325	3,35	1,05	Yok
2. KAT	3,00	3,96 / S227	3,59 / S225	3,77	1,05	Yok
1. KAT	3,00	3,96 / S127	3,58 / S120	3,77	1,05	Yok
Z. KAT	3,00	2,43 / SZ11	2,20 / SZ04	2,31	1,05	Yok

Tablo 4.199. Plan 3 (7 katlı) X yönü B1 komşu katlar arası dayanım düzensizliği (zayıf kat)

Katlar		Kolon Alan	Duvar Alan	Kesme Alanı	Kolon Alan	Duvar Alan	Kesme Alanı	Kat sayı	Kontrol
Kat	h [m]	$\sum A_w(i)$ [m ²]	$\sum A_k(i)$ [m ²]	$\sum A_e(i)$ [m ²]	$\sum A_w(i+1)$ [m ²]	$\sum A_k(i+1)$ [m ²]	$\sum A_e(i+1)$	hc(i)	$\eta_c(i) > 0.8$ 0
5. KAT	3,00	9,72	7,41	10,83	9,72	7,41	10,83	1,00	Yok
4. KAT	3,00	9,72	7,41	10,83	9,72	7,41	10,83	1,00	Yok
3. KAT	3,00	9,72	7,41	10,83	9,72	7,41	10,83	1,00	Yok
2. KAT	3,00	9,72	7,41	10,83	9,72	7,41	10,83	1,00	Yok
1. KAT	3,00	9,72	7,41	10,83	9,72	7,41	10,83	1,00	Yok
Z. KAT	3,00	9,72	7,41	10,83	9,72	7,41	10,83	1,00	Yok

Tablo 4.200. Plan 3 (7 katlı) Y yönü B1 komşu katlar arası dayanım düzensizliği (zayıf kat)

Katlar		Kolon Alan	Duvar Alan	Kesme Alanı	Kolon Alan	Duvar Alan	Kesme Alanı	Kat sayısı	Kontrol
Kat	h [m]	$\sum A_w(i)$ [m ²]	$\sum A_k(i)$ [m ²]	$\sum A_e(i)$ [m ²]	$\sum A_w(i+1)$ [m ²]	$\sum A_k(i+1)$ [m ²]	$\sum A_e(i+1)$	hc(i)	$\eta_c(i) > 0.8$
5. KAT	3,00	9,72	11,57	11,45	9,72	11,57	11,45	1,00	Yok
4. KAT	3,00	9,72	11,57	11,45	9,72	11,57	11,45	1,00	Yok
3. KAT	3,00	9,72	11,57	11,45	9,72	11,57	11,45	1,00	Yok
2. KAT	3,00	9,72	11,57	11,45	9,72	11,57	11,45	1,00	Yok
1. KAT	3,00	9,72	11,57	11,45	9,72	11,57	11,45	1,00	Yok
Z. KAT	3,00	9,72	11,57	11,45	9,72	11,57	11,45	1,00	Yok

Tablo 4.201. Plan 3 (7 katlı) X yönü B2 komşu katlar arası rijitlik düzensizliği (yumuşak kat)

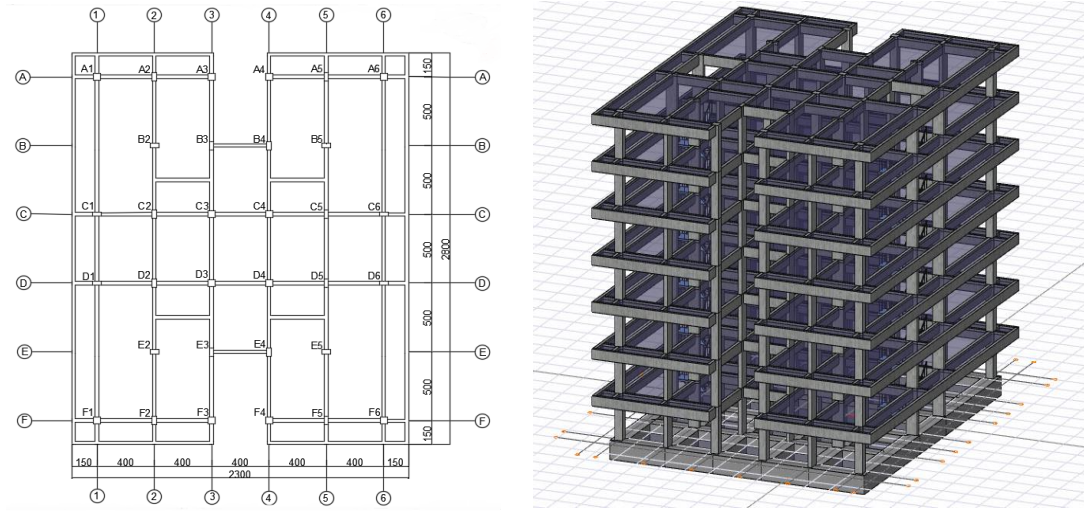
Katlar		$\pm 5\%$				Kontrol
Kat	h [m]	$\Delta i(ort)$ [mm]	Δi hi	$\frac{\Delta(i+1)}{h(i+1)}$	hki (+/-)	$\eta_{ki} > 2$
6. KAT	3,00	1,46	0,000487		- / 0,63	Yok
5. KAT	3,00	2,30	0,000768	0,000487	1,58 / 0,74	Yok
4. KAT	3,00	3,12	0,000104	0,000768	1,36 / 0,82	Yok
3. KAT	3,00	3,80	0,00127	0,000104	1,22 / 0,89	Yok
2. KAT	3,00	4,25	0,00142	0,00127	1,12 / 1,00	Yok
1. KAT	3,00	4,26	0,00142	0,00142	1,00 / 1,59	Yok
Z. KAT	3,00	2,67	0,00089	0,00142	0,63 / -	Yok

Tablo 4.202. Plan 3 (7 katlı) Y yönü B2 komşu katlar arası rijitlik düzensizliği (yumuşak kat)

Katlar		$\pm 5\%$				Kontrol
Kat	h [m]	$\Delta i(ort)$ [mm]	Δi hi	$\frac{\Delta(i+1)}{h(i+1)}$	hki (+/-)	$\eta_{ki} > 2$
6. KAT	3,00	1,18	0,000395		- / 0,61	Yok
5. KAT	3,00	1,96	0,000652	0,000395	1,65 / 0,72	Yok
4. KAT	3,00	2,72	0,000906	0,000652	1,39 / 0,81	Yok
3. KAT	3,00	3,35	0,00112	0,000906	1,23 / 0,89	Yok
2. KAT	3,00	3,77	0,00126	0,00112	1,13 / 1,00	Yok
1. KAT	3,00	3,77	0,00126	0,00126	1,00 / 1,63	Yok
Z. KAT	3,00	2,31	0,00077	0,00126	0,61 / -	Yok

4.4.4. Plan 4 analiz sonuçları

Gerçekleştirilen analiz sonucunda Plan 4'ün 7 katlı modeli için, deprem parametreleri, periyot, kat yükleri, kat deplasmanları, kat kuvvetleri, görelî kat ötelemeleri, ikinci mertebe etkileri, düzensizlikler (A1, B1, B2) incelenmiş, analiz sonuçları aşağıdaki tablolarda verilmiştir. (Tablo 4.203.- 4.220.)



Şekil 4.13. Taşıyıcı sistemin kalıp planı ve 3 boyutlu görünüşü – Plan 4 (7 katlı)

Tablo 4.203. Plan 4 (7 katlı) deprem parametreleri

Deprem Parametreleri	Simge	Değer
Hareketli yükler dahil yapı toplam ağırlığı	(W)	3857,81 t
Yapı toplam serbest kütlesi	(m)	390,48 t
Yapı yükseliği (Rijit bodrum varsa o kattan ölçülen yükseklik)	(Hn)	21,00 m
X yönünde yapı tepesinde etki ettirilen ekstra eş değer deprem yükü	(ΔF_n-X)	25,32 tf
Y yönünde yapı tepesine etki ettirilen ekstra eş değer deprem yükü	(ΔF_n-Y)	25,32 tf
X yönünde uygulanan toplam eş değer deprem yükü	(V_t-X)	482,23 tf
Y yönünde uygulanan toplam eş değer deprem yükü	(V_t-Y)	482,23 tf
X yönünde uygulanan toplam deprem yükü (modal kombinasyon)	($V_{tB}-X$)	397,62 tf
Y yönünde uygulanan toplam deprem yükü (modal kombinasyon)	($V_{tB}-Y$)	400,97 tf
Yapı önem katsayısı	I	1,00
X yönü V_{tB}/V_t oranı	$V_{tB}(x) / V_t(x)$	0,82
Y yönü V_{tB}/V_t oranı	$V_{tB}(y) / V_t(y)$	0,83
Hesaplanan büyüklüklere ilişkin alt sınır değerleri	b	0,80
X yönü deprem yükü büyütme faktörü	$b V_{tB}(x) / V_{tB}(x)$	0,97
Y yönü deprem yükü büyütme faktörü	$b V_{tB}(y) / V_{tB}(y)$	0,96

Plan 4'ün süneklik yüzeyi yüksek, çerçeveli bir sistemdir. Plan 4 için davranış kat sayısı X yönünde 8, Y yönünde 8 seçilmiştir.

Tablo 4.204. Plan 4 (7 katlı) Yapı davranış katsayısı (R) seçimi

X Yönü		Y Yönü	
Yapı taşıyıcı sistemi	Betonarme Çerçeve	Yapı taşıyıcı sistemi	Betonarme Çerçeve
Süneklik	Yüksek	Süneklik	Yüksek
Girilen R Katsayısı	8,00	Girilen R Katsayısı	8,00
Seçilen R Katsayısı	8,00	Seçilen R Katsayısı	8,00

Tablo 4.205. Plan 4 (7 katlı) periyotları ve modların kütle katılımları

Mod	Periyot (sn)	Ux için toplam kütle katılımı oranı	Uy için toplam kütle katılımı oranı	Rz için toplam kütle katılımı oranı
1	0,72809	0,00000	0,00000	0,00000
2	0,69868	0,81071	0,00000	0,00000
3	0,59435	0,81071	0,81838	0,00000
4	0,23423	0,81071	0,81838	0,00000
5	0,22361	0,91676	0,81838	0,00000
6	0,19148	0,91676	0,92011	0,00000
7	0,13177	0,91676	0,92011	0,00000
8	0,12465	0,95668	0,92011	0,00000
9	0,10821	0,95668	0,95917	0,00000

Plan 4'ün hiçbir modunda Rz için kütle katılım oranı görünmemektedir. Bu durumda tüm mod durumunda yapıda burulma olmadığını göstermektedir.

Tablo 4.206. Plan 4 (7 katlı) yapı kat maksimum yükleri

Kat	X Yönü			Y Yönü		
	Eşdeğer (tf)	Dinamik (tf)	Seçilen (tf)	Eşdeğer (tf)	Dinamik (tf)	Seçilen (tf)
(Ekstra Eşdeğer Tepe Yüğü)	25,32			25,32		
6.Kat	142,11	99,55	99,55	142,11	98,66	98,66
5.Kat	97,18	81,81	81,81	97,18	81,93	81,93
4.Kat	80,98	70,50	70,50	80,98	71,15	71,15
3.Kat	64,78	58,25	58,25	64,78	59,24	59,24
2.Kat	48,59	44,74	44,74	48,59	45,71	45,71
1.Kat	32,39	29,63	29,63	32,39	30,47	30,47
Z.Kat	16,20	13,13	13,13	16,20	13,82	13,82

Katlara etkiyen maksimum yükler eşdeğer ve dinamik yükler olmak üzere yukarıda verilmiştir. Seçilen yükler dinamik yüklerdir.

Tablo 4.207. Plan 4 (7 katlı) X doğrultusunda etkiyen kat kuvvetleri

Katlar	+5%						-5%				
Kat	h	ex	ey	Fx	Fy	T	ex	ey	Fx	Fy	T
	[m]	[cm]	[cm]	[tf]	[tf]	[tfm]	[cm]	[cm]	[tf]	[tf]	[tfm]
6. KAT	3,00	0	141,25	99,5498	0	140,6141	0	141,25	99,5498	0	140,6141
5. KAT	3,00	0	141,25	81,8056	0	115,5504	0	141,25	81,8056	0	115,5504
4. KAT	3,00	0	141,25	70,5045	0	99,5876	0	141,25	70,5045	0	99,5876
3. KAT	3,00	0	141,25	58,2535	0	82,2831	0	141,25	58,2535	0	82,2831
2. KAT	3,00	0	141,25	44,7400	0	63,1952	0	141,25	44,7400	0	63,1952
1. KAT	3,00	0	141,25	29,6315	0	41,8545	0	141,25	29,6315	0	41,8545
Z. KAT	3,00	0	141,25	13,1319	0	18,5488	0	141,25	13,1319	0	18,5488

Tablo 4.208. Plan 4 (7 katlı) Y doğrultusunda etkiyen kat kuvvetleri

Katlar	+5%						-5%				
Kat	h	ex	ey	Fx	Fy	T	ex	ey	Fx	Fy	T
	[m]	[cm]	[cm]	[tf]	[tf]	[tfm]	[cm]	[cm]	[tf]	[tf]	[tfm]
6. KAT	3,00	116,25	0	0	98,6582	114,6901	116,25	0	0	98,6582	114,6901
5. KAT	3,00	116,25	0	0	81,9272	95,2404	116,25	0	0	81,9272	95,2404
4. KAT	3,00	116,25	0	0	71,1457	82,7069	116,25	0	0	71,1457	82,7069
3. KAT	3,00	116,25	0	0	59,2361	68,8619	116,25	0	0	59,2361	68,8619
2. KAT	3,00	116,25	0	0	45,7116	53,1397	116,25	0	0	45,7116	53,1397
1. KAT	3,00	116,25	0	0	30,4718	35,4235	116,25	0	0	30,4718	35,4235
Z. KAT	3,00	116,25	0	0	13,8207	16,0666	116,25	0	0	13,8207	16,0666

Tablo 4.209. Plan 4 (7 katlı) X yönünde kat deplasmanları

Katlar		±5%		
Kat	h	δx	δy	θ
	(m)	(mm)	(mm)	(rd)
6. KAT	3,00	19,66	0,00	0,00
5. KAT	3,00	18,32	0,00	0,00
4. KAT	3,00	16,25	0,00	0,00
3. KAT	3,00	13,45	0,00	0,00
2. KAT	3,00	10,05	0,00	0,00
1. KAT	3,00	6,25	0,00	0,00
Z. KAT	3,00	2,42	0,00	0,00

Tablo 4.210. Plan 4 (7 katlı) Y yönünde kat deplasmanları

Katlar		+5%		
Kat	h (m)	δx (mm)	δy (mm)	θ (rd)
6. KAT	3,00	0,00	14,10	0,00
5. KAT	3,00	0,00	13,26	0,00
4. KAT	3,00	0,00	11,85	0,00
3. KAT	3,00	0,00	9,88	0,00
2. KAT	3,00	0,00	7,45	0,00
1. KAT	3,00	0,00	4,69	0,00
Z. KAT	3,00	0,00	1,86	0,00

Tablo 4.211. Plan 4 (7 katlı) X yönünde $\pm 5\%$ göreli kat ötelemelerinin sınırlandırılması

Katlar		$\pm 5\%$						Kontrol
Kat	h [m]	Eleman	di [mm]	d(i-1) [mm]	Δi [mm]	$\delta i(\max)$ [mm]	$\frac{\delta i(\max)}{h}$	$\delta i(\max)/h$ ≤ 0.02
6. KAT	3,00	S632	22,69	21,15	1,54	12,32	0,004	✓
5. KAT	3,00	S506	21,15	18,75	2,39	19,15	0,006	✓
4. KAT	3,00	S406	18,75	15,52	3,23	25,87	0,009	✓
3. KAT	3,00	S306	15,52	11,60	3,92	31,36	0,010	✓
2. KAT	3,00	S206	11,60	7,22	4,38	35,07	0,012	✓
1. KAT	3,00	S106	7,22	2,80	4,42	35,33	0,012	✓
Z. KAT	3,00	SZ02	2,80	0	2,80	22,39	0,007	✓

Tablo 4.212. Plan 4 (7 katlı) Y yönünde $\pm 5\%$ göreli kat ötelemelerinin sınırlandırılması

Katlar		$\pm 5\%$						Kontrol
Kat	h [m]	Eleman	di [mm]	d(i-1) [mm]	Δi [mm]	$\delta i(\max)$ [mm]	$\frac{\delta i(\max)}{h}$	$\delta i(\max)/h$ ≤ 0.02
6. KAT	3,00	S632	16,10	15,13	0,97	7,75	0,003	✓
5. KAT	3,00	S532	15,13	13,51	1,62	12,99	0,004	✓
4. KAT	3,00	S432	13,51	11,26	2,25	18,03	0,006	✓
3. KAT	3,00	S332	11,26	8,48	2,78	22,21	0,007	✓
2. KAT	3,00	S232	8,48	5,33	3,15	25,17	0,008	✓
1. KAT	3,00	S132	5,33	2,11	3,22	25,75	0,009	✓
Z. KAT	3,00	SZ16	2,11	0	2,11	16,91	0,006	✓

Tablo 4.213. Plan 4 (7 katlı) X yönünde $\pm 5\%$ ikinci mertebe etkileri

Katlar		$\pm 5\%$					Kontrol
Kat	h [m]	$\Delta i(\text{ort})$ [mm]	$\sum w_j$ [tf]	V_i [tf]	V_{ih} [tfm]	θ_i	$\theta_i \leq 0.12$
6. KAT	3,00	1,46	565,29	99,55	298,65	0,0028	✓
5. KAT	3,00	2,26	1114,04	181,36	544,07	0,0046	✓
4. KAT	3,00	3,08	1662,80	251,86	755,58	0,0067	✓
3. KAT	3,00	3,71	2211,55	310,11	930,34	0,0088	✓
2. KAT	3,00	4,15	2760,31	354,85	1064,56	0,0108	✓
1. KAT	3,00	4,18	3309,06	384,48	1153,45	0,0120	✓
Z. KAT	3,00	2,65	3857,81	397,62	1192,85	0,0086	✓

Tablo 4.214. Plan 4 (7 katlı) Y yönünde $\pm 5\%$ ikinci mertebe etkileri

Katlar		$\pm 5\%$					Kontrol
Kat	h [m]	$\Delta i(\text{ort})$ [mm]	$\sum w_j$ [tf]	V_i [tf]	V_{ih} [tfm]	θ_i	$\theta_i \leq 0.12$
6. KAT	3,00	0,91	565,29	99,55	298,65	0,0017	✓
5. KAT	3,00	1,54	1114,04	181,36	544,07	0,0032	✓
4. KAT	3,00	2,14	1662,80	251,86	755,58	0,0047	✓
3. KAT	3,00	2,64	2211,55	310,11	930,34	0,0063	✓
2. KAT	3,00	2,99	2760,31	354,85	1064,56	0,0078	✓
1. KAT	3,00	3,06	3309,06	384,48	1153,45	0,0088	✓
Z. KAT	3,00	2,01	3857,81	397,62	1192,85	0,0065	✓

Tablo 4.215. Plan 4 (7 katlı) X yönünde $\pm 5\%$ A1 burulma düzensizliği

Katlar		$\pm 5\%$				Kontrol
Kat	h [m]	$\Delta i(\text{max})$ [mm]	$\Delta i(\text{min})$ [mm]	$\Delta i(\text{ort})$ [mm]	η_{bi}	$\eta_{bi} > 1.2$
6. KAT	3,00	1,54 / S632	1,38 / S616	1,46	1,06	Yok
5. KAT	3,00	2,39 / S506	2,14 / S516	2,26	1,06	Yok
4. KAT	3,00	3,23 / S406	2,89 / S422	3,06	1,06	Yok
3. KAT	3,00	3,92 / S306	3,50 / S322	3,71	1,06	Yok
2. KAT	3,00	4,38 / S206	3,92 / S221	4,15	1,06	Yok
1. KAT	3,00	4,42 / S106	3,95 / S120	4,18	1,06	Yok
Z. KAT	3,00	2,80 / SZ02	2,49 / SZ17	2,65	1,06	Yok

Tablo 4.216. Plan 4 (7 katlı) Y yönünde $\pm 5\%$ A1 burulma düzensizliği

Katlar		$\pm 5\%$				Kontrol
Kat	h [m]	$\Delta i(\max)$ [mm]	$\Delta i(\min)$ [mm]	$\Delta i(\text{ort})$ [mm]	η_{bi}	$\eta_{bi} > 1.2$
6. KAT	3,00	0,97 / S632	0,86 / S619	0,91	1,06	Yok
5. KAT	3,00	1,62 / S532	1,45 / S519	1,54	1,06	Yok
4. KAT	3,00	2,25 / S432	2,03 / S419	2,14	1,05	Yok
3. KAT	3,00	2,78 / S332	2,50 / S319	2,64	1,05	Yok
2. KAT	3,00	3,15 / S232	2,84 / S219	2,99	1,05	Yok
1. KAT	3,00	3,22 / S132	2,91 / S119	3,06	1,05	Yok
Z. KAT	3,00	2,11 / SZ16	1,91 / SZ03	2,01	1,05	Yok

Tablo 4.217. Plan 4 (7 katlı) X yönü B1 komşu katlar arası dayanım düzensizliği (zayıf kat)

Katlar		Kolon Alan	Duvar Alan	Kesme Alanı	Kolon Alan	Duvar Alan	Kesme Alanı	Kat sayı	Kontrol
Kat	h [m]	$\sum A_w(i)$ [m ²]	$\sum A_k(i)$ [m ²]	$\sum A_e(i)$ [m ²]	$\sum A_w(i+1)$ [m ²]	$\sum A_k(i+1)$ [m ²]	$\sum A_e(i+1)$	hc(i)	$\eta_c(i) > 0.8$ 0
5. KAT	3,00	9,72	7,35	10,82	9,72	7,35	10,82	1,00	Yok
4. KAT	3,00	9,72	7,35	10,82	9,72	7,35	10,82	1,00	Yok
3. KAT	3,00	9,72	7,35	10,82	9,72	7,35	10,82	1,00	Yok
2. KAT	3,00	9,72	7,35	10,82	9,72	7,35	10,82	1,00	Yok
1. KAT	3,00	9,72	7,35	10,82	9,72	7,35	10,82	1,00	Yok
Z. KAT	3,00	9,72	7,35	10,82	9,72	7,35	10,82	1,00	Yok

Tablo 4.218. Plan 4 (7 katlı) Y yönü B1 komşu katlar arası dayanım düzensizliği (zayıf kat)

Katlar		Kolon Alan	Duvar Alan	Kesme Alanı	Kolon Alan	Duvar Alan	Kesme Alanı	Kat sayı	Kontrol
Kat	h [m]	$\sum A_w(i)$ [m ²]	$\sum A_k(i)$ [m ²]	$\sum A_e(i)$ [m ²]	$\sum A_w(i+1)$ [m ²]	$\sum A_k(i+1)$ [m ²]	$\sum A_e(i+1)$	hc(i)	$\eta_c(i) > 0.8$ 0
5. KAT	3,00	9,72	11,30	11,42	9,72	11,30	11,42	1,00	Yok
4. KAT	3,00	9,72	11,30	11,42	9,72	11,30	11,42	1,00	Yok
3. KAT	3,00	9,72	11,30	11,42	9,72	11,30	11,42	1,00	Yok
2. KAT	3,00	9,72	11,30	11,42	9,72	11,30	11,42	1,00	Yok
1. KAT	3,00	9,72	11,30	11,42	9,72	11,30	11,42	1,00	Yok
Z. KAT	3,00	9,72	11,30	11,42	9,72	11,30	11,42	1,00	Yok

Tablo 4.219. Plan 4 (7 katlı) X yönü B2 komşu katlar arası rijitlik düzensizliği (yumuşak kat)

Katlar		±5%				Kontrol
Kat	h [m]	$\Delta i(\text{ort})$ [mm]	Δi hi	$\frac{\Delta(i+1)}{h(i+1)}$	hki (+/-)	$\eta_{ki} > 2$
6. KAT	3,00	1,46	0,000486		- / 0,64	Yok
5. KAT	3,00	2,26	0,000755	0,000486	1,55 / 0,74	Yok
4. KAT	3,00	3,06	0,00102	0,000755	1,35 / 0,83	Yok
3. KAT	3,00	3,71	0,00124	0,00102	1,21 / 0,89	Yok
2. KAT	3,00	4,15	0,00138	0,00124	1,12 / 0,99	Yok
1. KAT	3,00	4,18	0,00139	0,00138	1,01 / 1,57	Yok
Z. KAT	3,00	2,65	0,000882	0,00139	0,63 / -	Yok

Tablo 4.220. Plan 4 (7 katlı) Y yönü B2 komşu katlar arası rijitlik düzensizliği (yumuşak kat)

Katlar		±5%				Kontrol
Kat	h [m]	$\Delta i(\text{ort})$ [mm]	Δi hi	$\frac{\Delta(i+1)}{h(i+1)}$	hki (+/-)	$\eta_{ki} > 2$
6. KAT	3,00	0,91	0,000305		- / 0,59	Yok
5. KAT	3,00	1,54	0,000513	0,000305	1,68 / 0,72	Yok
4. KAT	3,00	2,14	0,000713	0,000513	1,39 / 0,81	Yok
3. KAT	3,00	2,64	0,00088	0,000713	1,23 / 0,88	Yok
2. KAT	3,00	2,99	0,000998	0,00088	1,13 / 0,98	Yok
1. KAT	3,00	3,06	0,00102	0,000998	1,02 / 1,52	Yok
Z. KAT	3,00	2,01	0,000671	0,00102	0,66 / -	Yok

BÖLÜM 5. YAPI MODELLERİNİN ANALİZ SONUÇLARININ KARŞILAŞTIRILMASI

Bu bölümde plan verileri ve sonuçları kendi aralarında karşılaştırılıp irdelenerek, kolon/kiriş yerleşim farklılığının planlarda davranışı incelenmiştir.

5.1. 3 Katlı Olan Planların Karşılaştırılması

5.1.1. Planların geometrik yerleşim bakımından karşılaştırılması

Tablo 5.1. 3 katlı planların karşılaştırılması

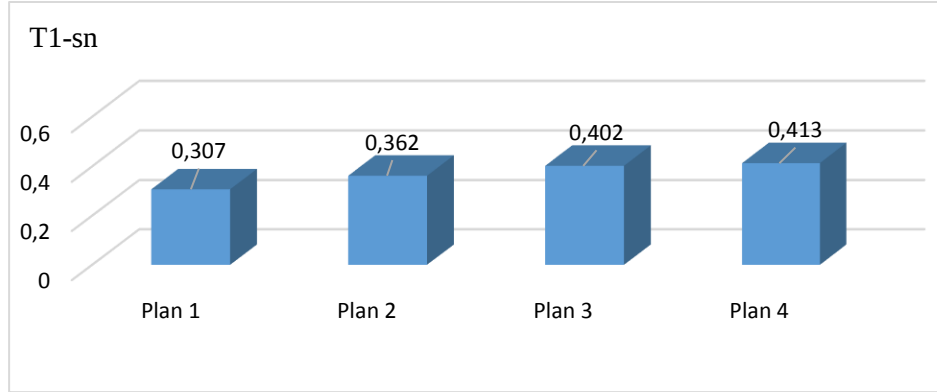
Planlar	Yapı Ağırlığı (t)	Toplam Düşey Taşıyıcı Alanı (m ²)	Kat Yapı Alanı (m ²)	Taşıyıcı Oranı (m ²)
Plan 1	1166,03	7,32	500	0,0146
Plan 2	1405,57	7,32	592	0,0123
Plan 3	1504,17	6,6	592	0,0111
Plan 4	1500,54	6,6	592	0,0111

Tablo 5.1’de görüldüğü üzere planlar arasında yapı ağırlığı en az olan referans plan olarak tasarlanan Plan 1’dir. Diğer planlar oluşturulurken referans plandaki bazı akslarda kolon ve/veya kiriş kaldırılmıştır. Ayrıca x ve y doğrultularında konsol çıkmalar yapılarak yapı kat alanı büyütülmüştür. Planlar arasında en fazla ağırlığa sahip olan Plan 3’tür.

5.1.2. Planların periyotlarının karşılaştırılması

Planların ağırlıkları ve rijitlikleri farklılıklar göstermektedir. Bu sebeple, yapı modal analizi sonucunda bulunan periyotlarda farklılıklar oluşacağı, düşey taşıyıcı

elemanların farklılık göstermesiyle oluşturulan bu planların hesabında ortaya çıkan ilk farklılıkların yapı periyotları olacağı tahmin edilmektedir.

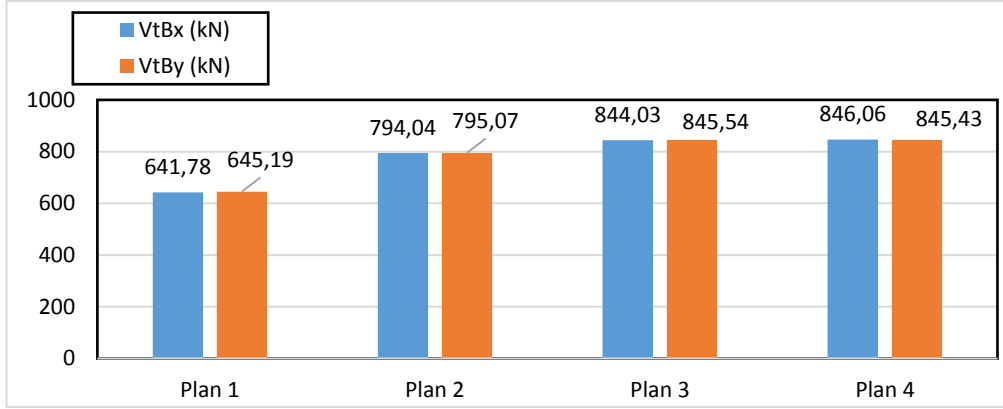


Şekil 5.1. 3 kalı planların periyot karşılaştırılması

Şekil 5.1 incelendiğinde en az periyoda sahip referans plan olan Plan 1 olarak görülmektedir. Diğer planların periyodlarına baktığımızda Plan 2’de %18, Plan 3’te %30, Plan 4’de %34,5 fazla periyod olduğu gözükmemektedir. Plan 1 ile Plan 2 arasında Plan 1 daha az ağırlığa sahip olduğundan dolayı periyodu Plan 2’den düşük olmaktadır. Plan 3 en fazla ağırlığa sahip olsa da periyodu Plan 4’den düşüktür. Bunu ise yapılarıdaki düzensizliklerden kaynaklandığını söyleye biliriz. Bu durum ilgili periyodun, tasarım spektrum eğrisinde hangi alana düştüğü ile ilgilidir. Yani periyot artarken, ivme yani dolayısı ile taban kesme kuvvetleri artabilir (birinci bölge-lineer artış), sabit kalabilir (T_A ve T_B arası yatay bölge) veya azalabilir (doğrusal olmayan azalma bölgesi). Bu tezde Z4 zemin sınıfı seçildiğinden S_T değeri 2.5 olarak seçileceğinden periyottaki artış kasma kuvvetini etkilemeyecektir. Bir alt başlıkta anlatıldığı üzere periyottan ziyade toplam kütleler kesme kuvvetini etkilemektedir.

5.1.3. Taban kesme kuvvetlerinin karşılaştırılması

Taban kesme kuvvetinde bir etken olan yapı ağırlığı, taban kesme kuvvetiyle doğru orantılı olduğu için planlar arasında ağırlığı fazla olan planlara daha büyük deprem kuvvetlerinin etkiyeceği tahmin edilmektedir.

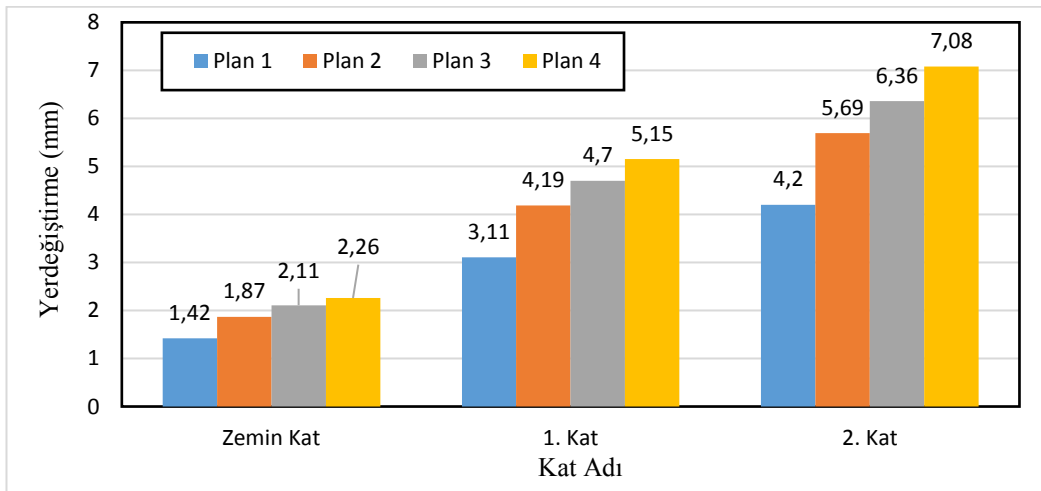


Şekil 5.2. 3 katlı planların eşdeğer deprem kuvveti taban kesme kuvveti değerleri

Şekil 5.2’ de görüldüğü gibi taban kesme kuvvetleri rijitliklere paralel olacak bir biçimde değişim göstermiştir. En fazla rijitliğe sahip olan Plan 4’e en çok taban kesme kuvvetleri etki etmektedir. X ve Y doğrultusunda en düşük eşdeğer taban kesme kuvveti etki eden Plan 1, olmuştur. Plan 1 ile karşılaştırıldığında Plan 4’de X doğrultusunda 32%, Y doğrultusunda ise 30% artım olmuştur.

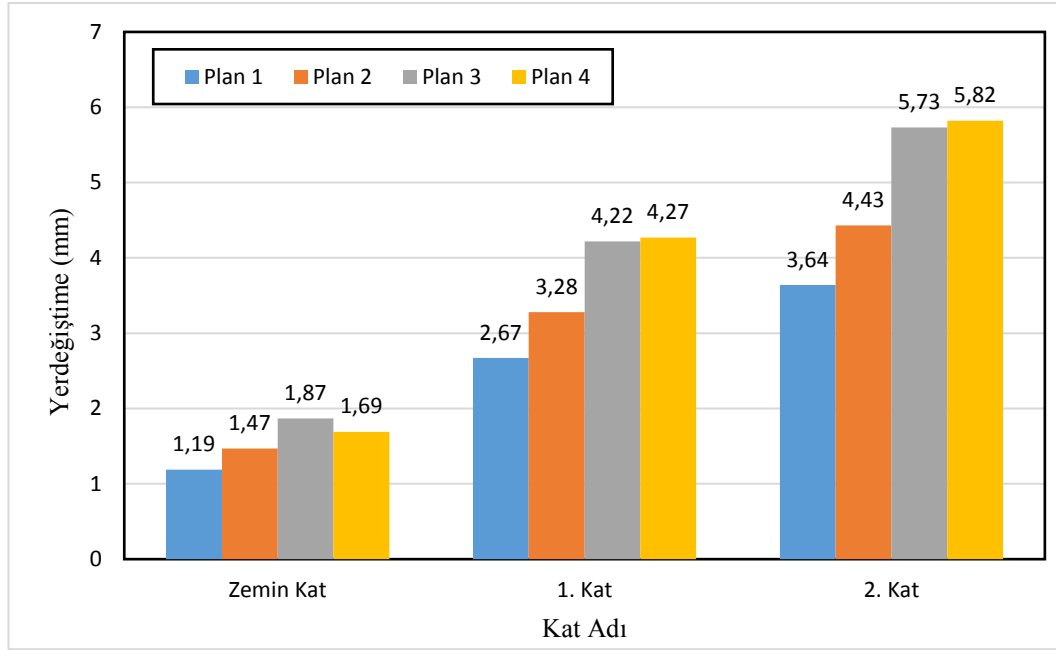
5.1.4. Kat yer değiştirme ve görelî kat ötelemelerinin karşılaştırılması

Planlarda elde edilen X ve Y doğrultularındaki yer değiştirmeleri Şekil 5.4 ve 5.5’de gösterilmiştir.



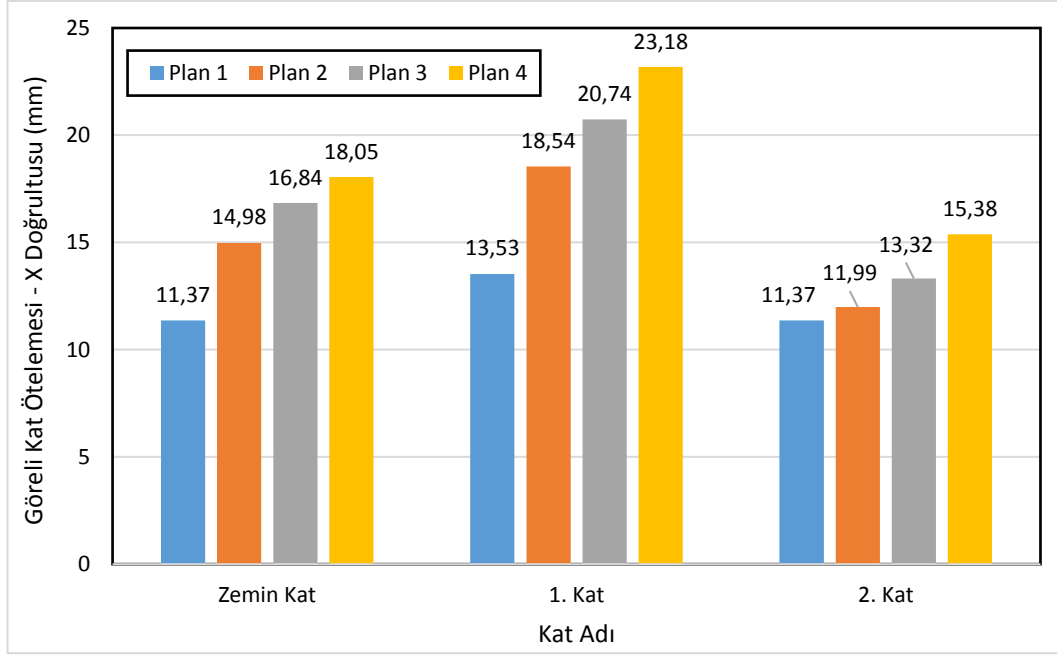
Şekil 5.3. 3 katlı Planların X yönündeki yer değiştirmeleri

Şekil 5.3'te görüldüğü üzere X doğrultusunda bütün katlarında en az yer değiştirmeyi yapan Plan 1'dir. Plan 1'in maksimum yer değiştirmesi 4,20 mm ile son katındadır. Plan 4 ise bütün katlarında diğer planlardan daha fazla yer değiştirmeye sahip olup son katındaki maksimum yer değiştirmesi 7,08 mm'dir.

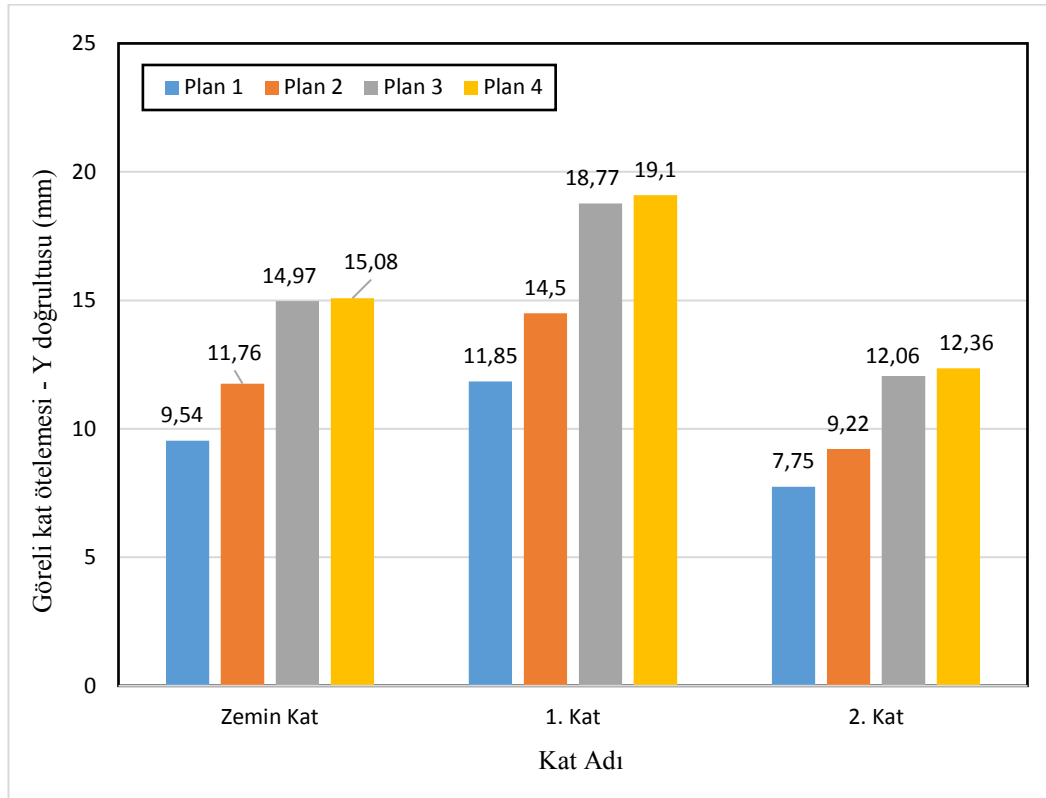


Şekil 5.4. 3 katlı Planların Y yönündeki yer değiştirmeleri

Şekil 5.4'de Y doğrultusundaki yer değiştirmelerin Şekil 5.3'te gösterilen X doğrultusundaki yer değiştirmelere oranla planlarda daha az yer değişme görülmektedir.



Şekil 5.5. 3 katlı planların X doğrultusundaki görelî kat ötelemeleri



Şekil 5.6. 3 katlı planların Y doğrultusundaki görelî kat ötelemeleri

5.2. 5 Katlı Olan Planların Karşılaştırılması

5.2.1. Planların geometrik yerleşim bakımından karşılaştırılması

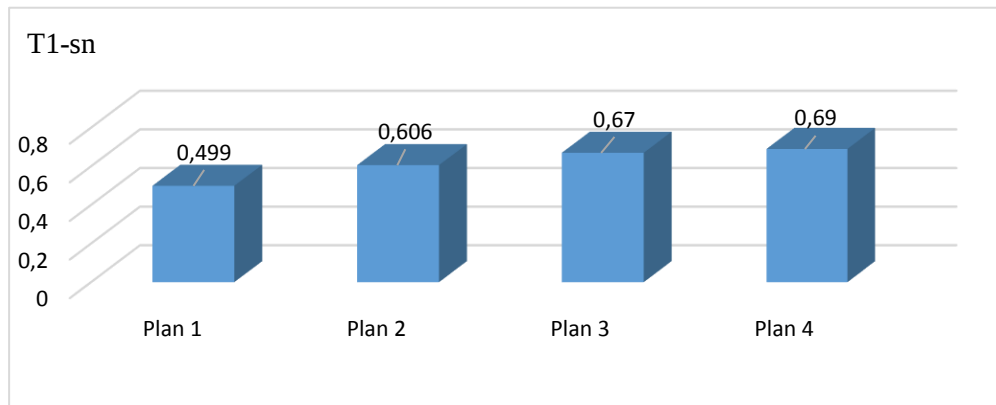
Tablo 5.2. 5 katlı planların karşılaştırılması

Sistem	Yapı Ağırlığı (t)	Toplam Düşey Taşıyıcı Alanı (m ²)	Kat Yapı Alanı (m ²)	Taşıyıcı Oranı (m ²)
Plan 1	1928,21	7.32	500	0.0146
Plan 2	2352,36	7.32	592	0.0123
Plan 3	2515,89	6.6	592	0.0111
Plan 4	2509,29	6.6	592	0.0111

Tablo 5.2’de görüldüğü üzere planlar arasında en hafif referans plan olan Plan 1’dir. Planlar arasında %30 fark yaparak en fazla ağırlığa sahip olan Plan 3’tür.

5.2.2. Planların periyotlarının karşılaştırılması

Planların ağırlıkları ve rijitlikleri farklılıklar göstermektedir. Bu sebeple, yapı modal analizi sonucunda bulunan periyotlarda farklılıklar oluşacağı, düşey taşıyıcı elemanların farklılık göstermesiyle oluşturulan bu planların hesabında ortaya çıkan ilk farklılıkların yapı periyodları olacağı tahmin edilmektedir.

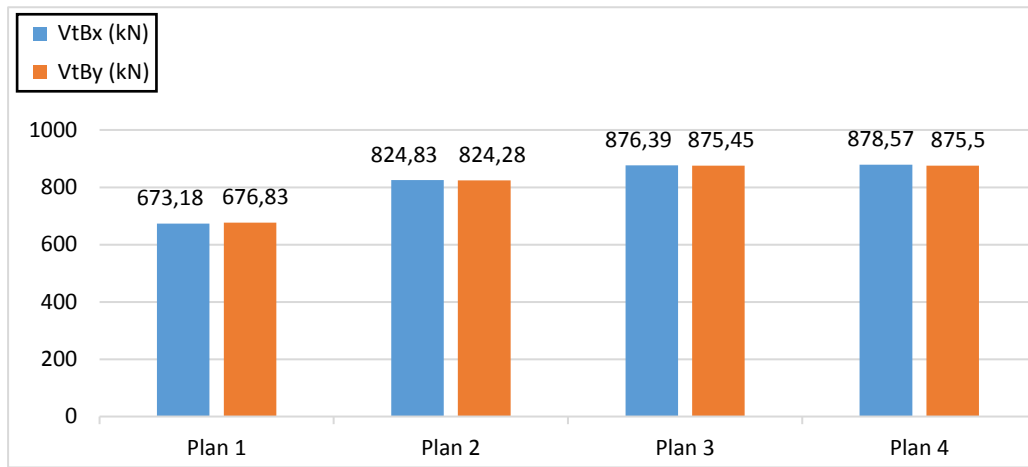


Şekil 5.7. 5 katlı planların periyot karşılaştırılması

Şekil 5.7 incelendiğinde en düşük periyoda sahip olan Plan 1 ve %30 farkla en fazla periyoda sahip olan ise Plan 4 olarak görülmektedir.

5.2.3. Taban kesme kuvvetlerinin karşılaştırılması

Taban kesme kuvvetinde bir etken olan yapı ağırlığı, taban kesme kuvvetiyle doğru orantılı olduğu için planlar arasında ağırlığı fazla olan planlara daha büyük deprem kuvvetlerinin etkiyeceği tahmin edilmektedir.

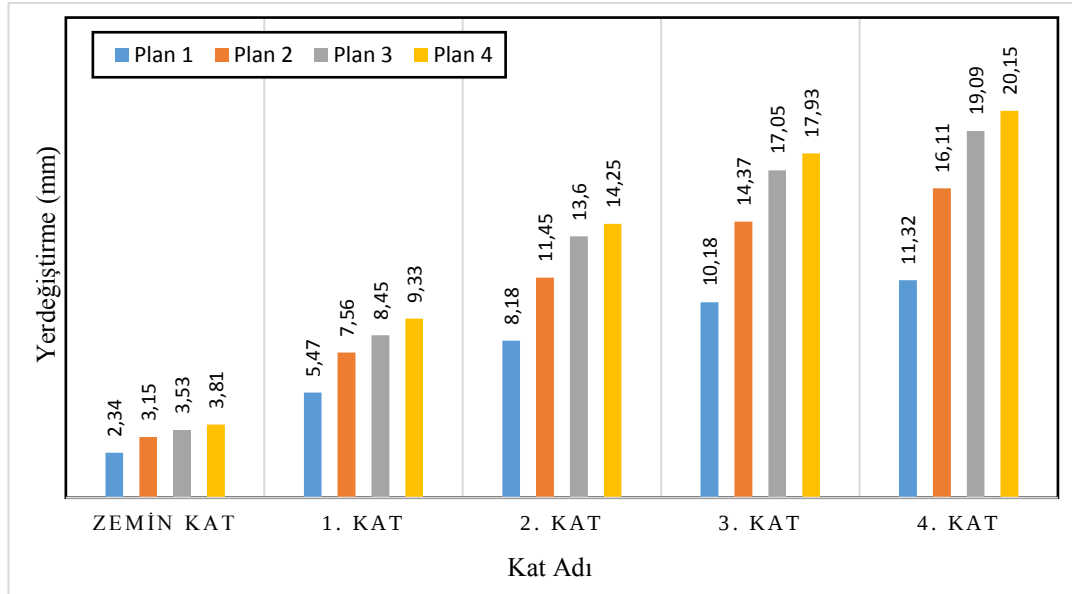


Şekil 5.8. 5 katlı planların eşdeğer deprem kuvveti taban kesme kuvveti değerleri

Şekil 5.8’de görüldüğü gibi taban kesme kuvvetleri rijitliklere paralel olacak bir biçimde değişim göstermiştir. En fazla rijitliğe sahip olan Plan 4’e en çok taban kesme kuvvetleri etki etmektedir. X doğrultusunda %30,5 ve Y doğrultusunda %29,3 farkla en düşük eşdeğer taban kesme kuvveti etki eden Plan 1, olmuştur.

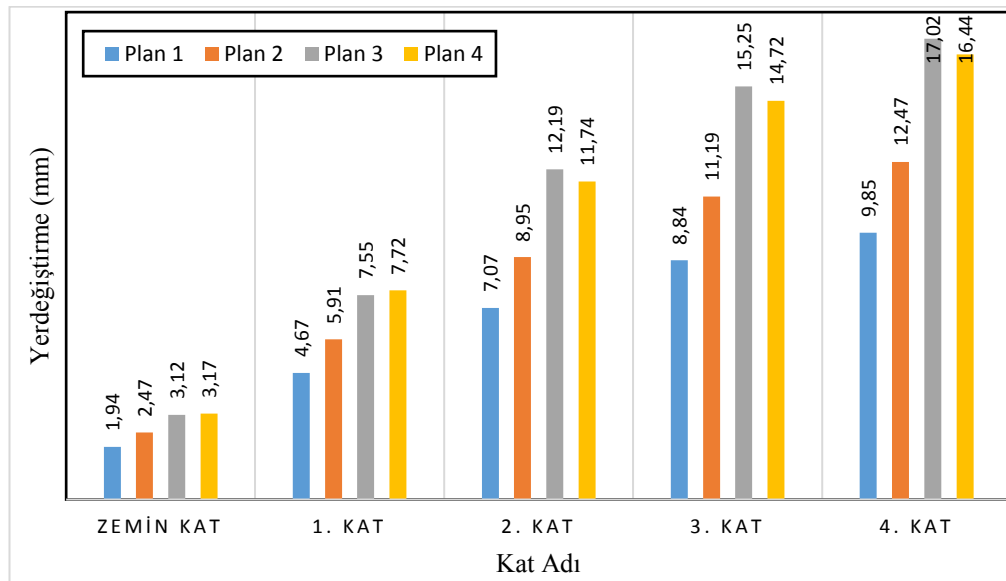
5.2.4. Kat yer değiştirme ve görelî kat ötelemelerinin karşılaştırılması

Planlarda elde edilen X ve Y doğrultularındaki yer değiştirmeleri Şekil 5.4 ve 5.5’de gösterilmiştir.



Şekil 5.9. 5 katlı Planların X yönündeki yer değiştirmeleri

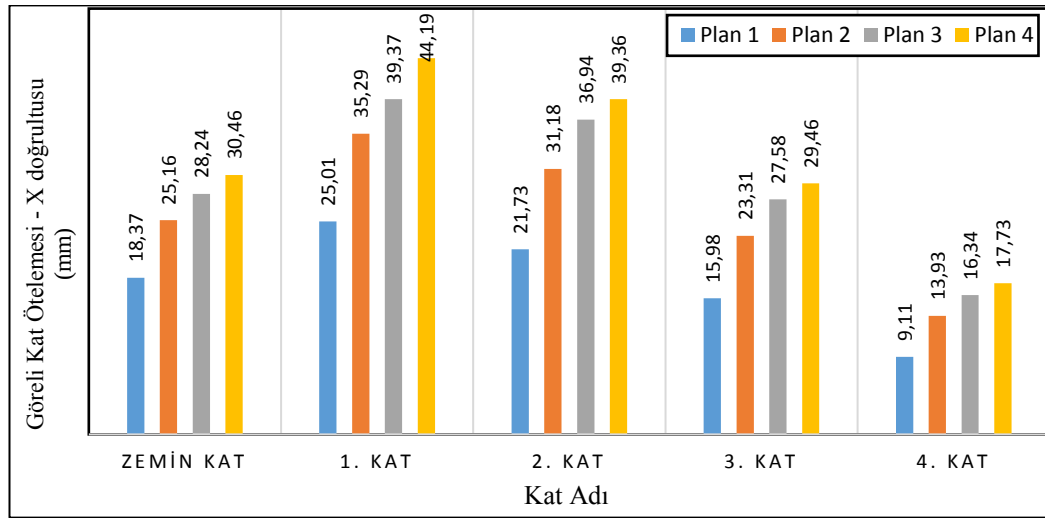
Şekil 5.9’da görüldüğü üzere X doğrultusunda tüm katlarında en az yer değiştirmeyi yapan Plan 1’dir. Plan 1’in maksimum yer değiştirmesi 11,32 mm ile son katındadır. Plan 4 ise tüm katlarında diğer planlardan daha fazla yer değiştirmeye sahip olup son katındaki maksimum yer değiştirmesi 20,15 mm’dir. Plan 4 %78 farkla Plan 1’den daha çok yer değişme yapmıştır.



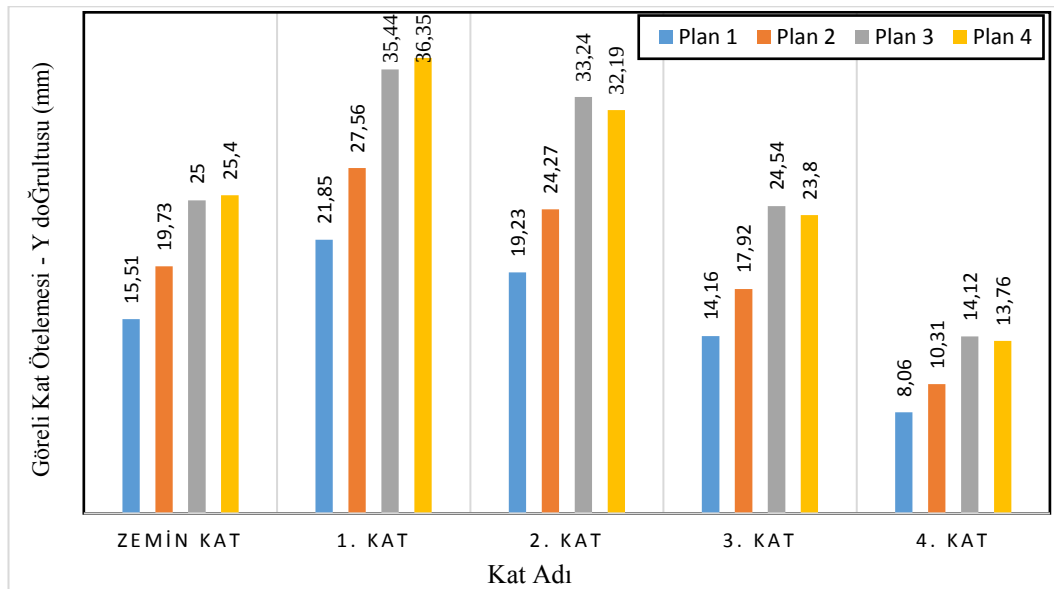
Şekil 5.10. 5 katlı Planların Y yönündeki yer değiştirmeleri

Planların Y doğrultusundaki yer değiştirmelerine baktığımızda Plan 4 66,9% farkla Plan 1’den daha çok yer değişme yaptığı görölmektedir.

şekil 5.10’da Y doğrultusundaki yer değiştirmelerin şekil 5.9’da gösterilen X doğrultusundaki yer değiştirmelere oranla planlarda %11,1 daha az yer değişme görölmektedir.



şekil 5.11. 5 katlı planların X doğrultusundaki görel kat ötelemeleri



şekil 5.12. 5 katlı planların Y doğrultusundaki görel kat ötelemeleri

5.3. 7 Katlı Olan Planların Karşılaştırılması

5.3.1. Planların geometrik yerleşim bakımından karşılaştırılması

Tablo 5.3. 7 katlı planların karşılaştırılması

Sistem	Yapı Ağırlığı (t)	Toplam Düşey Taşıyıcı Alanı (m ²)	Kat Yapı Alanı (m ²)	Taşıyıcı Oranı (m ²)
Plan 1	2706,37	7,32	500	0,0146
Plan 2	3452,83	8,04	592	0,0136
Plan 3	3788,42	9,72	592	0,0164
Plan 4	3830,62	9,72	592	0,0164

Tablo 5.3'te görüldüğü üzere planlar arasında en hafif referans plan olan Plan 1'dir. Diğer planlarda 1,50 m balkon çıkıntıları olduğu için yapı kat alanları %18,4 büyümüştür. Planlarda en çok düşey taşıyıcı sistem referans plan olan Plan 1'de olsa da, diğer planlarda düzensizlik nedeniyle taşıyıcı elemanların boyutları büyütüldüğü için daha çok düşey taşıyıcı alanı gözükmektedir. Planların taşıyıcı sistemlerinin boyutları büyütüldüğü için yapı ağırlıklarında da büyüme olmuştur. Planlar arasında %41,5 farkla en fazla ağırlığa sahip olan Plan 4'dür.

5.3.2. Planların periyodlarının karşılaştırılması

Planların ağırlıkları ve rijitlikleri farklılıklar göstermektedir. Bu sebeple, yapı modal analizi sonucunda bulunan periyodlarda farklılıklar oluşacağı, düşey taşıyıcı elemanların farklılık göstermesiyle oluşturulan bu planların hesabında ortaya çıkan ilk farklılıkların yapı periyodları olacağı tahmin edilmektedir.

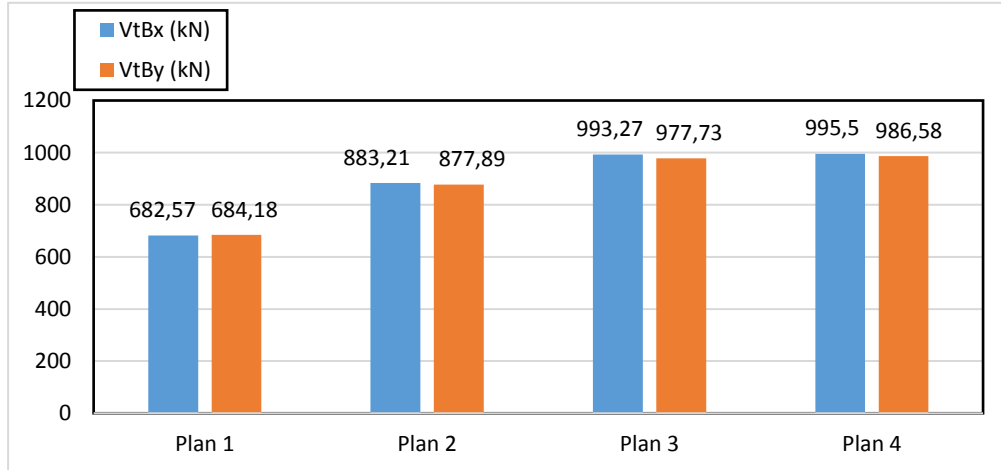


Şekil 5.13. 7 kalı planların periyod karşılaştırılması

Şekil 5.13 incelendiğinde en düşük periyoda sahip olan Plan 1, %7,1 farkla en fazla periyoda sahip olan ise Plan 3 olarak görülmektedir.

5.3.3. Taban kesme kuvvetlerinin karşılaştırılması

Taban kesme kuvvetinde bir etken olan yapı ağırlığı, taban kesme kuvvetiyle doğru orantılı olduğu için planlar arasında ağırlığı fazla olan planlara daha büyük deprem kuvvetlerinin etkiyeceği tahmin edilmektedir.



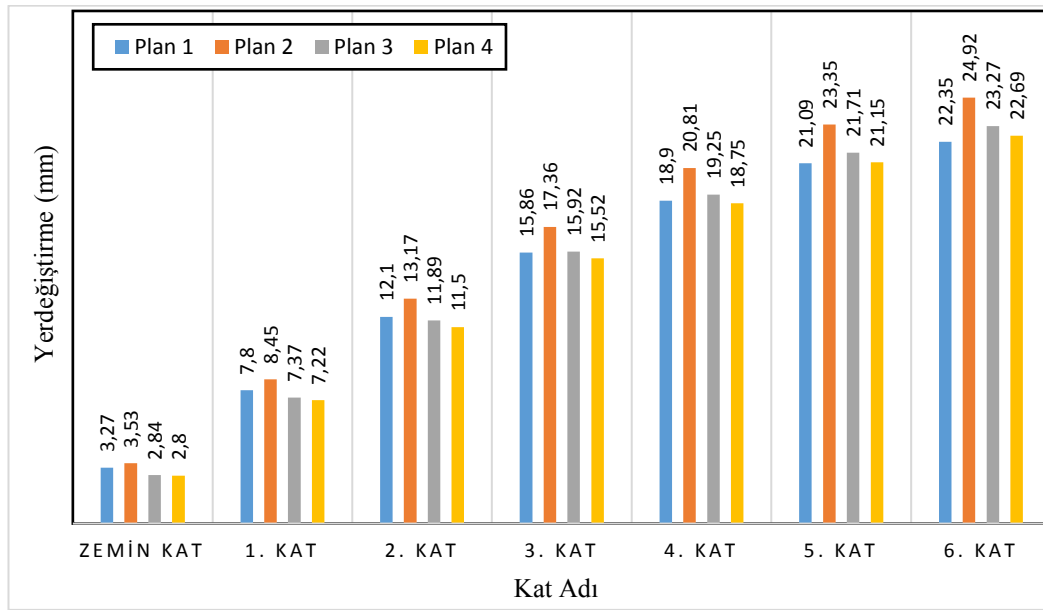
Şekil 5.14. 7 katlı planların eşdeğer deprem kuvveti taban kesme kuvveti değerleri

Şekil 5.14’de görüldüğü gibi taban kesme kuvvetleri rijitliklere paralel olacak bir biçimde değişim göstermiştir. En fazla rijitliğe sahip olan Plan 3 olsa da, en çok taban

kesme kuvvetleri Plan 4'e etki etmektedir. Plan 1'e X ve Y doğrultusunda en düşük eşdeğer taban kesme kuvveti etki etmektedir.

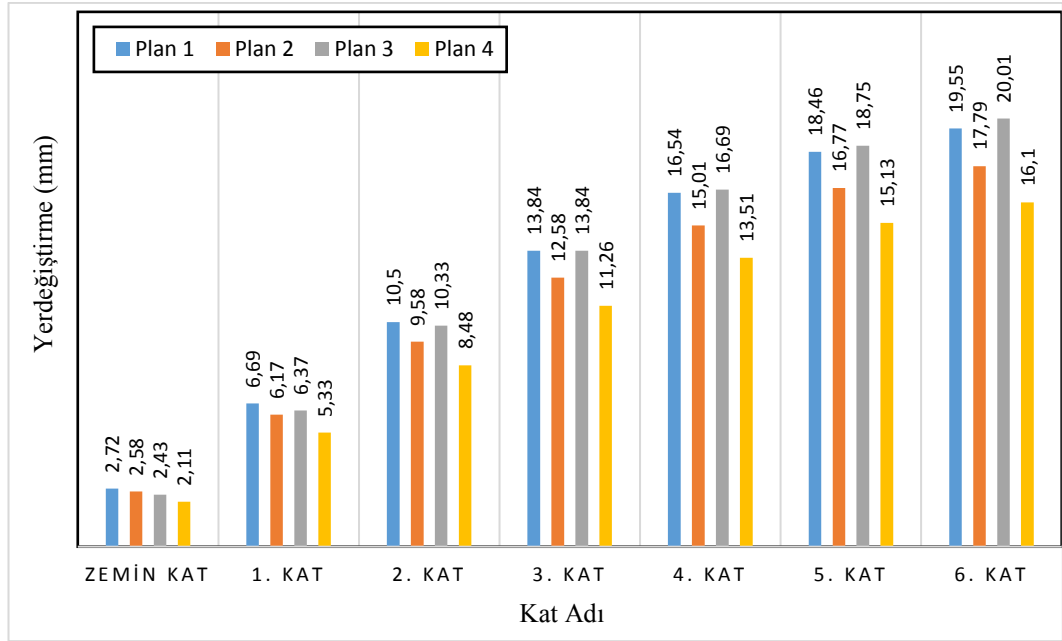
5.3.4. Kat yerdeğiştirme ve görelî kat ötelemelerinin karşılaştırılması

Planlarda elde edilen X ve Y doğrultularındaki yer değıştirmeleri Şekil 5.15 ve 5.16'da gösterilmiştir.



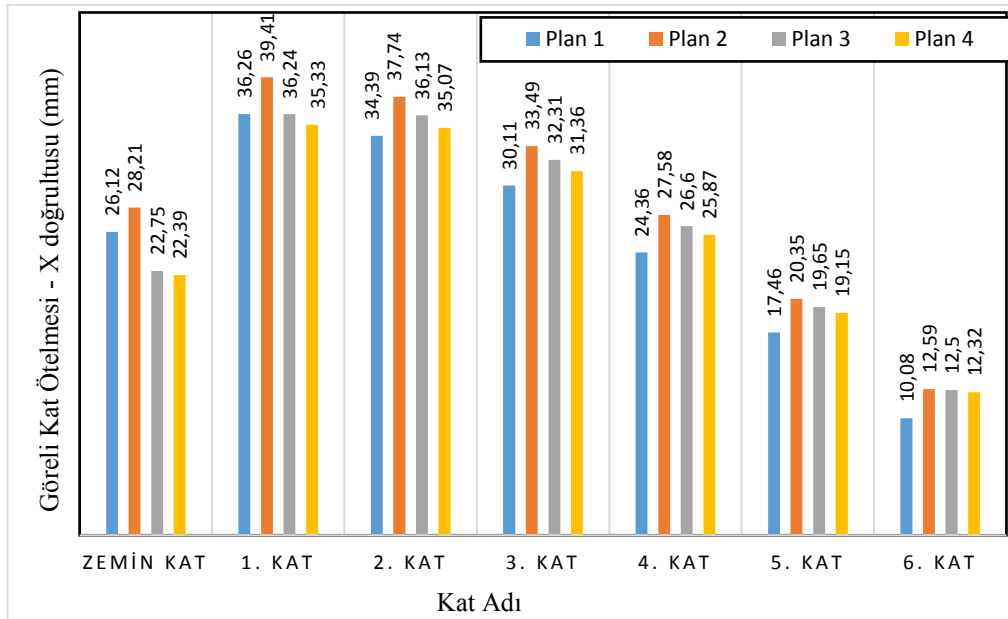
Şekil 5.15. 7 katlı Planların X yönündeki yer değıştirmeleri

Şekil 5.15'de görüldüğü üzere X doğrultusunda en az yer değıştirmeyi yapan Plan 1'dir. Plan 1'in maksimum yer değıştirmesi 22,35 mm ile son katındadır. Plan 2 ise bütün katlarında diğêr planlardan daha fazla yer değıştirmeye sahip olup son katındaki maksimum yer değıştirmesi %11,5 farkla 24,92 mm'dir.

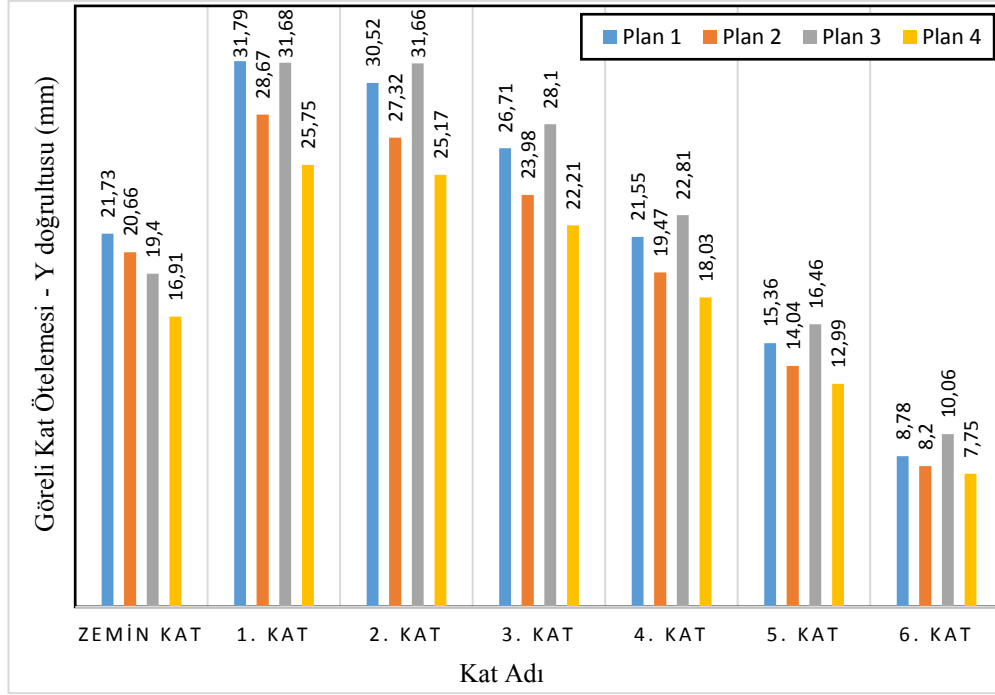


Şekil 5.16. 7 katlı Planların Y yönündeki yer değiştirmeleri

Şekil 5.16’da Y doğrultusundaki yer değiştirmelerin Şekil 5.15’te gösterilen X doğrultusundaki yer değiştirmelere oranla planlarda daha az yer değişme görülmektedir.



Şekil 5.17. 7 katlı planların X doğrultusundaki görelî kat ötelemeleri



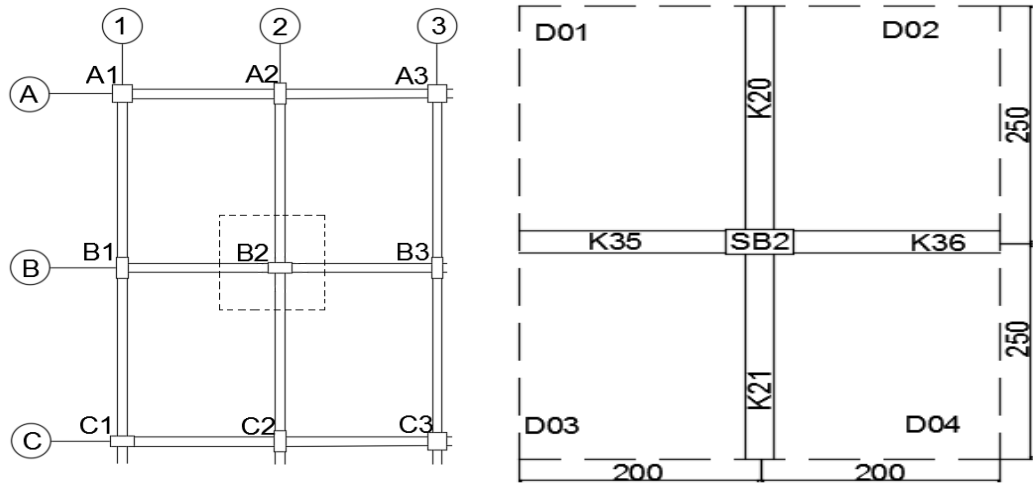
Şekil 5.18. 7 katlı planların Y doğrultusundaki görelî kat ötelemeleri

BÖLÜM 6. KOLONLARDA KESME KUVVETİ, EKSENEL KUVVETLER VE MOMENT DEĞERLERİNİN KARŞILAŞTIRILMASI

Bu çalışmada incelenen kolonların taşıyıcı sistemdeki yerleri; yapının köşelerinde bir aks üzerindeki kenar akslardan (F2) ve orta akslardan (B2, E4) seçilmektedir.

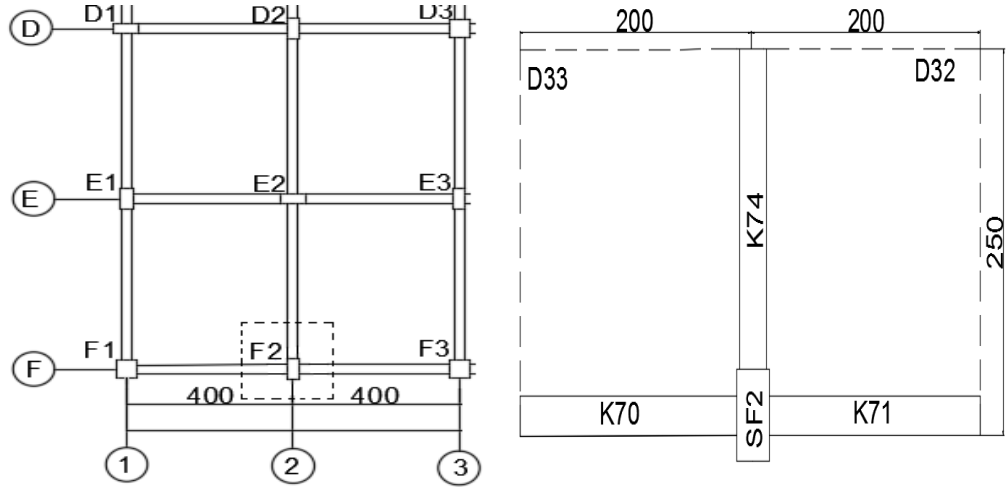
6.1. Planlarda Zemin Katta Seçilen Kolonların Karşılaştırılması

Plan 1 için seçilen kolonlar aşağıdaki şekillerde verilmiştir.



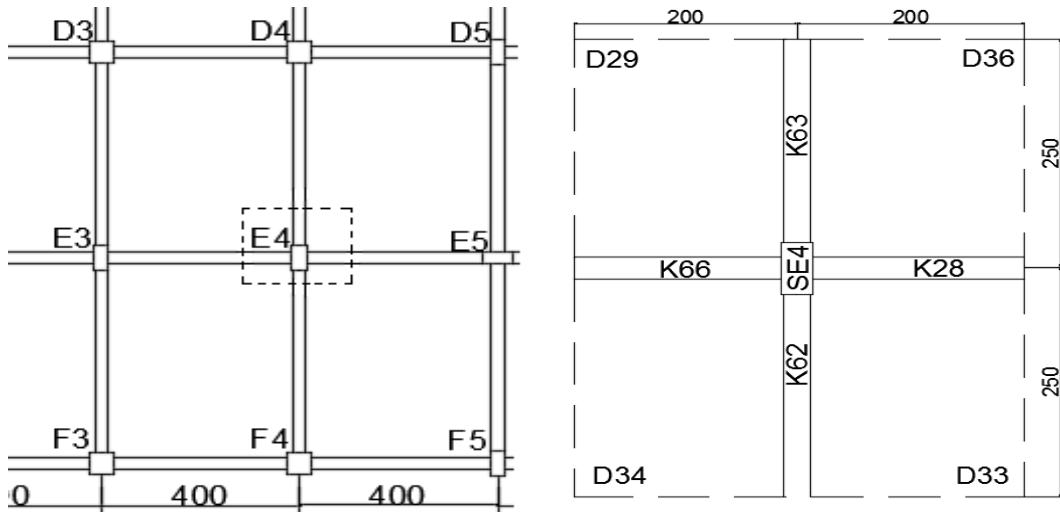
Şekil 6.1. Plan1 B2 kolonunun Plan 1'deki yük dağılımı ve kalıp planındaki yeri.

Referans plan olan Plan 1 için B2 kolonunun boyutu bu tip modellerin tüm katlarında 30/60 cm olup, X yönünde her iki taraftan uzunluğu 2 m, Y yönünde ise her iki taraftan uzunluğu 2,5 m olan 25/50 cm'lik kiriş yüklerini ve kalınlığı 12 cm olan 20 m²'lik döşeme yüklerini taşımaktadır.



Şekil 6.2. Plan 1 F2 kolonunun Plan 1'deki yük dağılımı ve kalıp planındaki yeri.

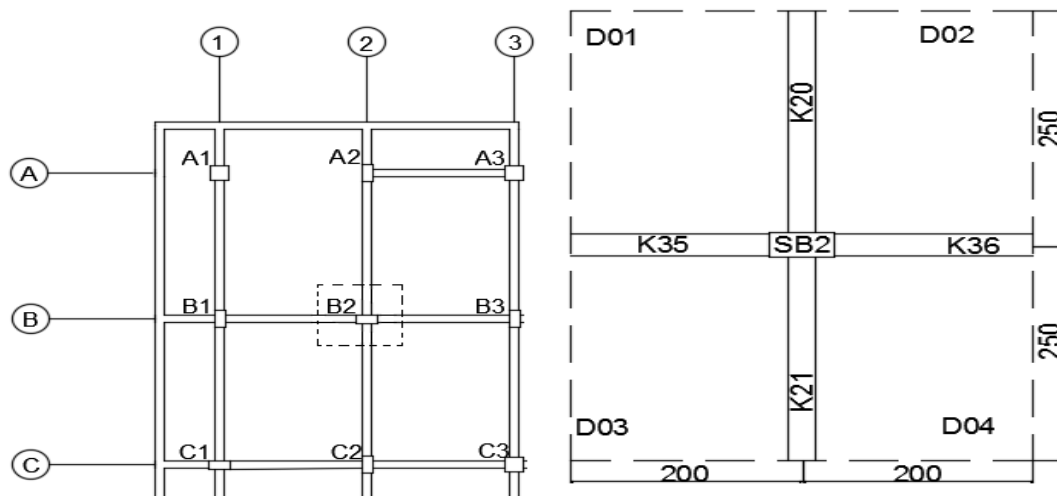
Yapının köşelerinde bir aks içerdeki kenar akslardan olan F2 kolonunun boyutu Plan 1'e ait modellerin tüm katlarında 30/60 cm olup, X yönünde her iki taraftan uzunluğu 2 m, Y yönünde ise tek bir taraftan uzunluğu 2,5 m olan 25/50 cm'lik kiriş yüklerini ve kalınlığı 12 cm olan 10 m²'lik döşeme yüklerini taşımaktadır.



Şekil 6.3. Plan 1 E4 kolonunun Plan 1'deki yük dağılımı ve kalıp planındaki yeri.

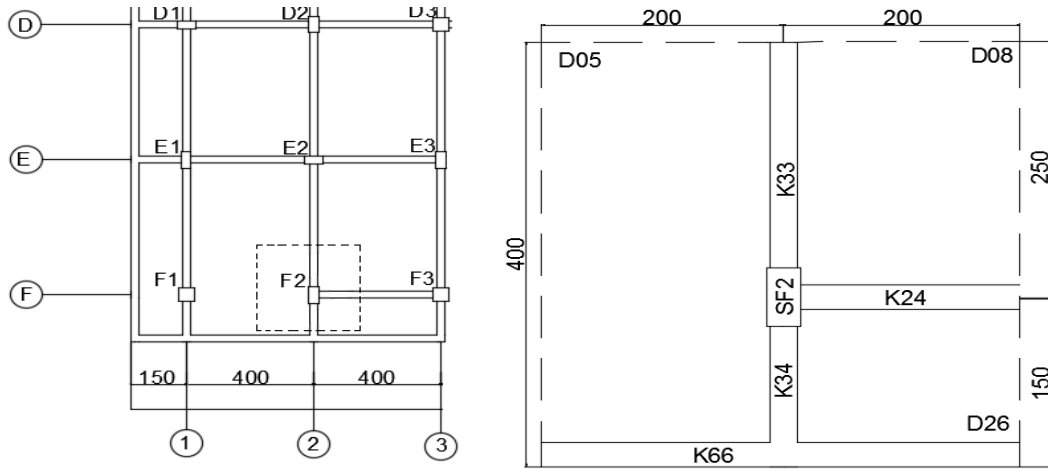
Yapının orta akslardan olan E4 kolonunun boyutu Plan 1'e ait modellerin tüm katlarında 30/60 cm olup, X yönünde her iki taraftan uzunluğu 2 m, Y yönünde ise her iki taraftan uzunluğu 2,5 m olan 25/50 cm'lik kiriş yüklerini ve kalınlığı 12 cm olan 20 m²'lik döşeme yüklerini taşımaktadır.

Plan 2 için seçilen kolonlar aşağıdaki şekillerde verilmiştir.



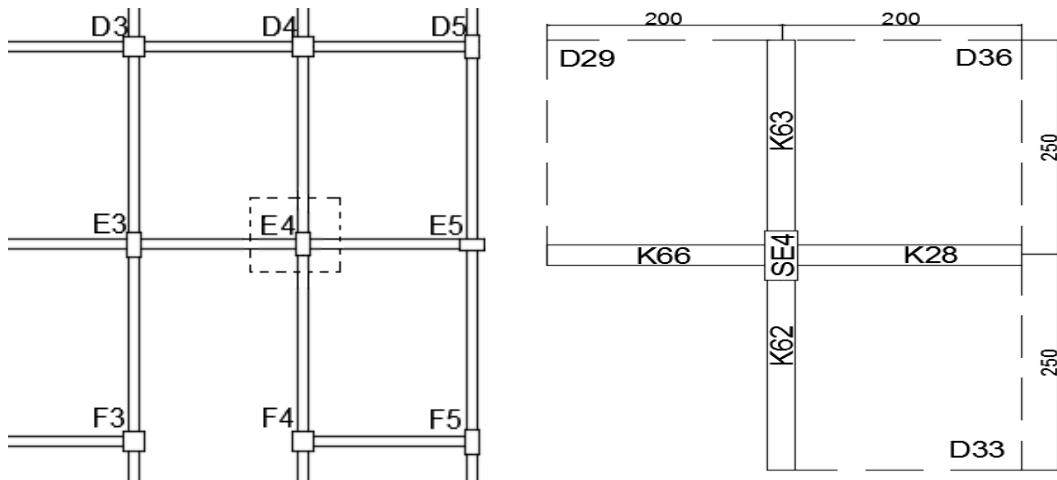
Şekil 6.4. Plan 2 B2 kolonunun Plan 2’deki yük dağılımı ve kalıp planındaki yeri.

Plan 2 için B2 kolonunun boyutu 3 ve 5 katlı yapılarda 30/60 cm olup, X yönünde her iki taraftan uzunluğu 2 m, Y yönünde ise her iki taraftan uzunluğu 2,5 m olan 25/50 cm'lik kiriş yüklerini ve kalınlığı 12 cm olan 20 m²'lik döşeme yüklerini taşımaktadır. Referans plandan farklı olarak Plan 2'de 1,5 m konsol kirişi vardır ve X yönünde A/1-2 aksındaki kiriş kaldırılmıştır. Plan 2'nin 7 katlı modelinde ortaya çıkan bu düzensizlikten dolayı taşıyıcı sistem boyutları yükleri belirtilen güvenlik sınırları altında taşıyamayacağı için kolon boyutu büyütülerek 30/70 cm, kiriş boyutu ise 25/60 cm yapılmıştır.



Şekil 6.5. Plan 2 F2 kolonunun Plan 2'deki yük dağılımı ve kalıp planındaki yeri.

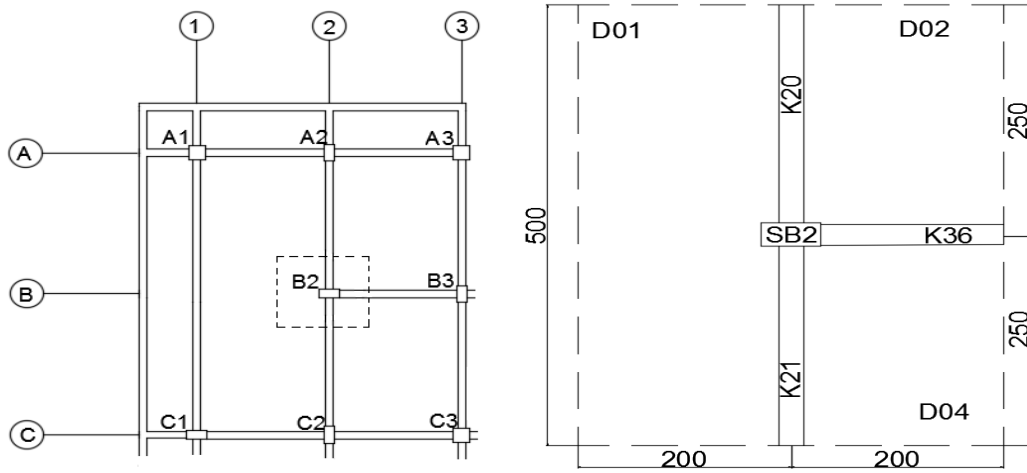
Plan 2 için F2 kolonunun boyutu 3 ve 5 katlı yapılarda 30/60 cm olup, X yönünde tek bir taraftan uzunluğu 2 m, Y yönünde ise bir taraftan uzunluğu 2,5 m, diğer taraftan ise 1,5 m olan 25/50 cm'lik kiriş yüklerini ve kalınlığı 12 cm olan 16 m²'lik döşeme yüklerini taşımaktadır. Referans plandan farklı olarak Plan 2'de 1,5 m konsol kirişi vardır ve X yönünde F/1-2 aksındaki kiriş kaldırıldığı için F2 kolonunun taşıdığı döşeme alanı 6 m² büyümüştür. Plan 2'nin 7 katlı modelinde ortaya çıkan bu düzensizlikten dolayı taşıyıcı sistem boyutları yükleri belirtilen güvenlik sınırları altında taşıyamayacağı için kolon boyutu büyütülerek 30/70 cm, kiriş boyutu ise 25/60 cm yapılmıştır.



Şekil 6.6. Plan 2 E4 kolonunun Plan 2'deki yük dağılımı ve kalıp planındaki yeri.

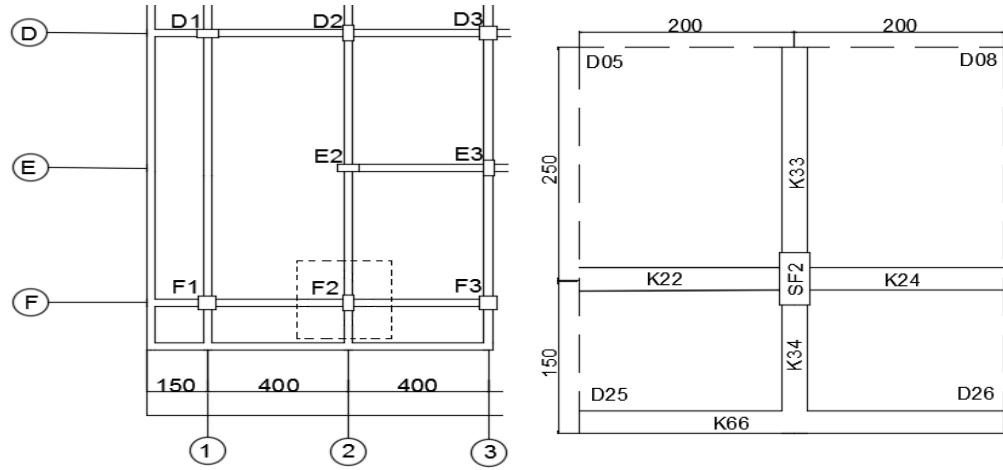
Plan 2 için E4 kolonunun boyutu 3 ve 5 katlı yapılarda 30/60 cm olup, X yönünde iki taraftan uzunluğu 2 m, Y yönünde ise iki taraftan uzunluğu 2,5 m 25/50 cm'lik kiriş yüklerini ve kalınlığı 12 cm olan 15 m²'lik döşeme yüklerini taşımaktadır. Referans plandan farklı olarak Plan 2'de E4 kolonunun bir tarafında döşeme olmadığı için döşeme alanı 5 m² küçülmüştür. Plan 2'nin 7 katlı modelinde ortaya çıkan bu düzensizlikten dolayı taşıyıcı sistem boyutları yükleri belirtilen güvenlik sınırları altında taşıyamayacağı için kolon boyutu büyütülerek 30/70 cm, kiriş boyutu ise 25/60 cm yapılmıştır.

Plan 3 için seçilen kolonlar aşağıdaki şekillerde verilmiştir.



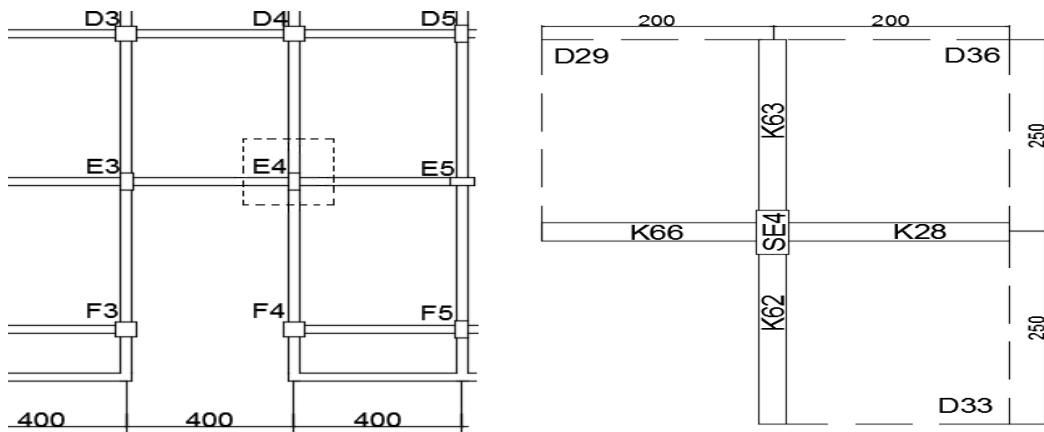
Şekil 6.7. Plan 3 B2 kolonunun Plan 3'teki yük dağılımı ve kalıp planındaki yeri.

Plan 3 için B2 kolonunun boyutu 3 ve 5 katlı yapılarda 30/60 cm olup, Y yönünde her iki taraftan uzunluğu 2,5 m, X yönünde ise tek bir taraftan uzunluğu 2 m olan 25/50 cm'lik kiriş yüklerini ve kalınlığı 15 cm olan 20 m²'lik döşeme yüklerini taşımaktadır. Referans plandan farklı olarak Plan 3' de B2 kolonuna X yönünde bir taraftan kiriş bağlanmıştır. Plan 3'ün 7 katlı modelinde ortaya çıkan bu düzensizlikten dolayı taşıyıcı sistem boyutları yükleri belirtilen güvenlik sınırları altında taşıyamayacağı için kolon boyutu büyütülerek 30/90 cm, kiriş boyutu ise 25/60 cm yapılmıştır.



Şekil 6.8. Plan 3 F2 kolonunun Plan 3'teki yük dağılımı ve kalıp planındaki yeri.

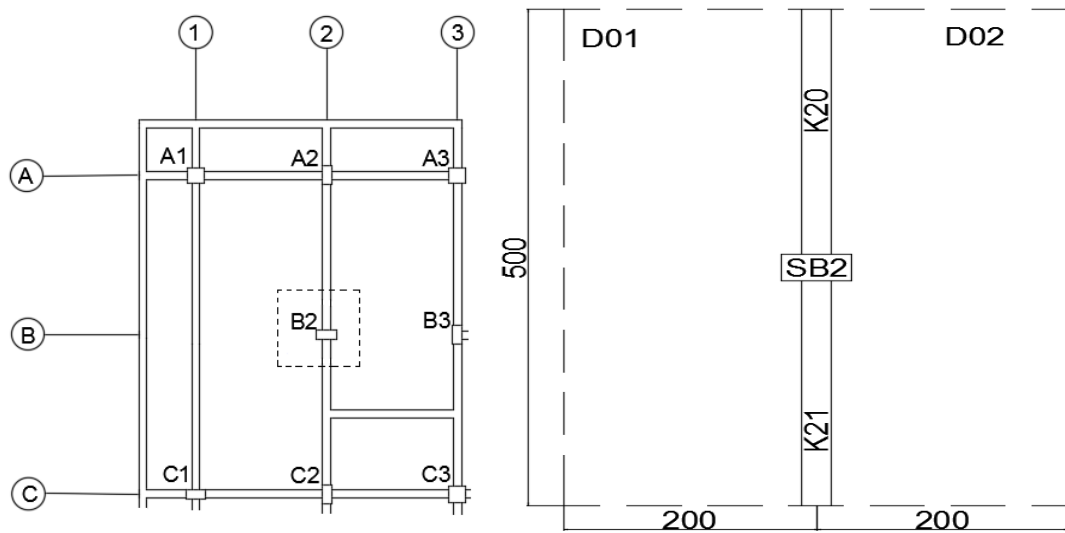
Plan 3 için F2 kolonunun boyutu 3 ve 5 katlı yapılarda 30/60 cm olup, X yönünde iki taraftan uzunluğu 2 m, Y yönünde ise bir taraftan uzunluğu 2,5 m, diğer taraftan ise 1,5 m olan 25/50 cm'lik kiriş yüklerini ve kalınlığı 15 cm olan 16 m²'lik döşeme yüklerini taşımaktadır. Referans plandan farklı olarak Plan 3' de 1,5 m konsol çıkıntısı vardır ve orta akslardan X yönünde kiriş kaldırıldığı için F2 kolonunun taşıdığı döşeme alanı büyümüştür. Plan 3'ün 7 katlı modelinde ortaya çıkan bu düzensizlikten dolayı taşıyıcı sistem boyutları yükleri belirtilen güvenlik sınırları altında taşıyamayacağı için kolon boyutu büyütölerek 30/90 cm, kiriş boyutu ise 25/60 cm yapılmıştır.



Şekil 6.9. Plan 3 E4 kolonunun Plan 3'teki yük dağılımı ve kalıp planındaki yeri.

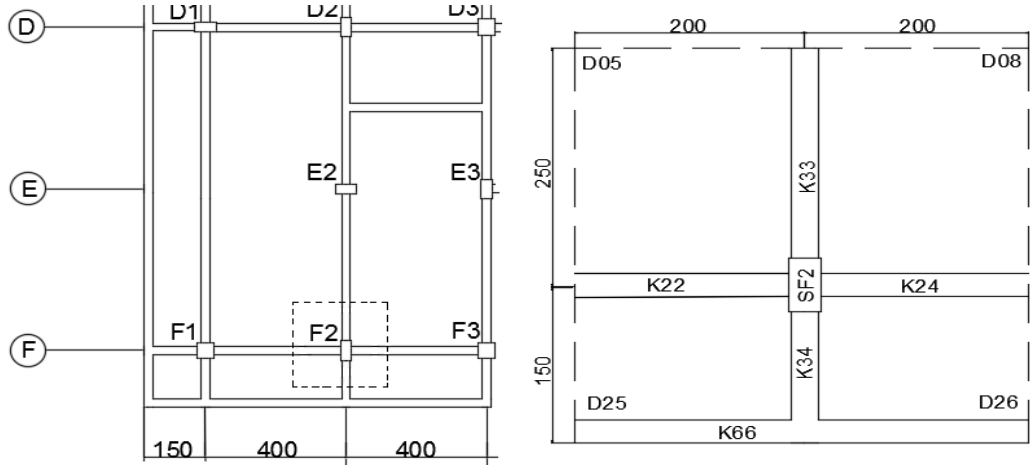
Plan 3 için E4 kolonunun boyutu 3 ve 5 katlı yapılarda 30/60 cm olup, X yönünde iki taraftan uzunluğu 2 m, Y yönünde ise iki taraftan uzunluğu 2,5 m 25/50 cm'lik kiriş yüklerini ve kalınlığı 15 cm olan 15 m²'lik döşeme yüklerini taşımaktadır. Referans plandan farklı olarak Plan 3'te E4 kolonunun bir tarafında döşeme olmadığı için döşeme alanı 5 m² küçülmüştür. Plan 3'ün 7 katlı modelinde ortaya çıkan bu düzensizlikten dolayı taşıyıcı sistem boyutları yükleri belirtilen güvenlik sınırları altında taşıyamayacağı için kolon boyutu büyütülerek 30/90 cm, kiriş boyutu ise 25/60 cm yapılmıştır.

Plan 4 için seçilen kolonlar aşağıdaki şekillerde verilmiştir.



Şekil 6.10. Plan 4 B2 kolonunun Plan 4'deki yük dağılımı ve kalıp planındaki yeri.

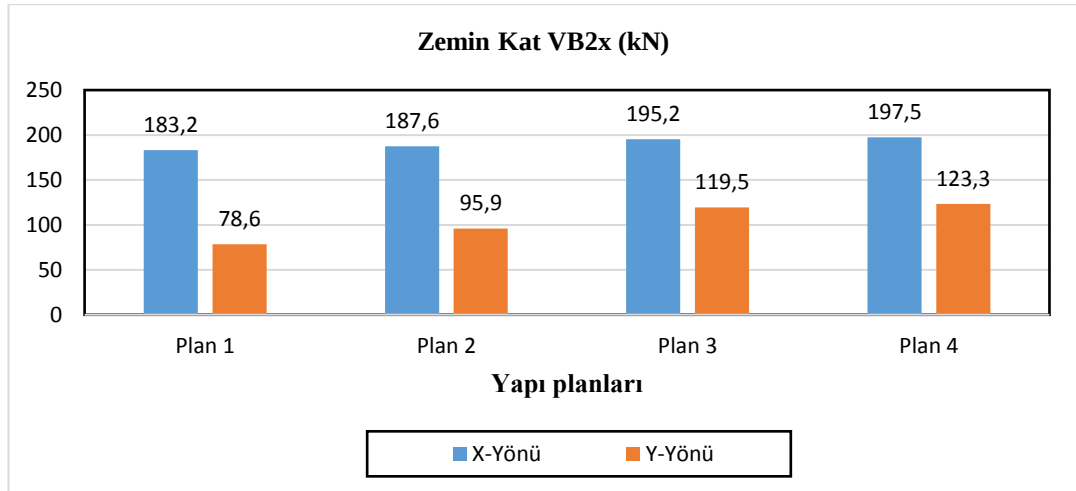
Plan 4 için B2 kolonunun boyutu 3 ve 5 katlı yapılarda 30/60 cm olup, tek Y yönünde her iki taraftan uzunluğu 2,5 m 25/50 cm'lik kiriş yüklerini ve kalınlığı 15 cm olan 20 m²'lik döşeme yüklerini taşımaktadır. Referans plandan farklı olarak Plan 4'de B2 kolonuna X yönünde hiçbir taraftan kiriş bağlanmamıştır. Plan 4'ün 7 katlı modelinde ortaya çıkan bu düzensizlikten dolayı taşıyıcı sistem boyutları yükleri belirtilen güvenlik sınırları altında taşıyamayacağı için kolon boyutu büyütülerek 30/90 cm, kiriş boyutu ise 25/65 cm yapılmıştır.



Plan 4 için E4 kolonunun boyutu 3 ve 5 katlı yapılarda 30/60 cm olup, X yönünde bir taraftan uzunluğu 2 m, Y yönünde ise iki taraftan uzunluğu 2,5 m 25/50 cm'lik kiriş yüklerini ve kalınlığı 15 cm olan 15 m²'lik döşeme yüklerini taşımaktadır. Referans plandan farklı olarak Plan 4'de E4 kolonunun bir tarafında döşeme yok ve X yönündeki kirişin biri kaldırılmış. Plan 4'ün 7 katlı modelinde ortaya çıkan bu düzensizlikten dolayı taşıyıcı sistem boyutları yükleri belirtilen güvenlik sınırları altında taşıyamayacağı için kolon boyutu büyütülerek 30/90 cm, kiriş boyutu ise 25/65 cm yapılmıştır.

6.2. 3 Katlı Planlarda Zemin Kattaki Seçilen Kolonların Karşılaştırılması

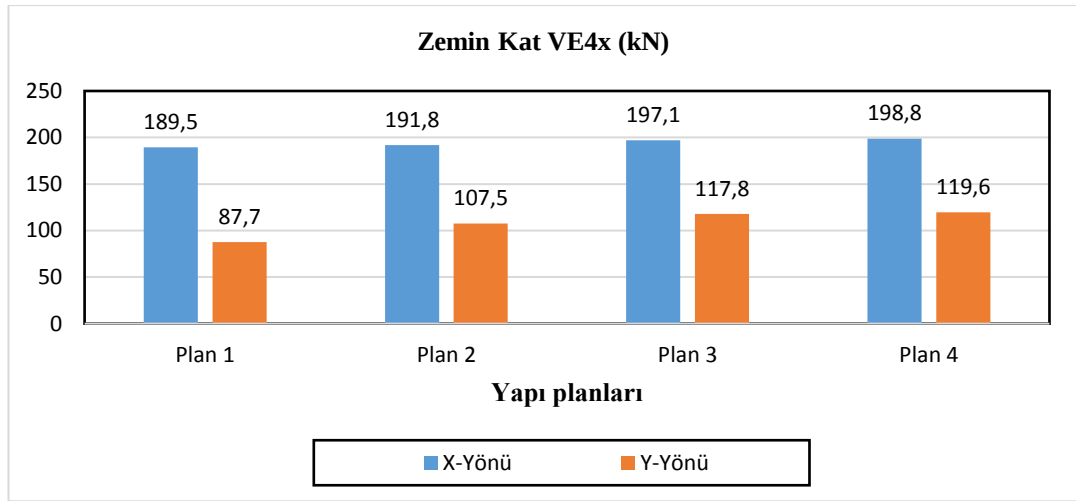
Elde edilen bu çalışma doğrultusunda, 3 katlı planların zemin katlarına gelen kesme kuvvetlerinin, eksenel kuvvetlerinin seçilen kolonlara dağılımı ve moment değişimleri incelenmiştir.



Şekil 6.13. B2 Kolonunun 3 katlı yapı planlarına göre x ve y doğrultusunda kesme kuvvet değişimi

Şekilde görüldüğü gibi B2 kolonuna gelen kesme kuvveti X yönünde referans Plan 1 ile karşılaştırıldığında B2 kolonunda Plan 2'de %2,5, Plan 3'te %6,5 ve Plan 4'de %8 artışla 197,5 kN'luk kesme kuvveti değerine ulaşmıştır. Y yönünde de referans plan olan Plan 1'de kesme kuvveti değeri 78,6 kN iken, Plan 2'de %22 artışla 95,9 kN, Plan

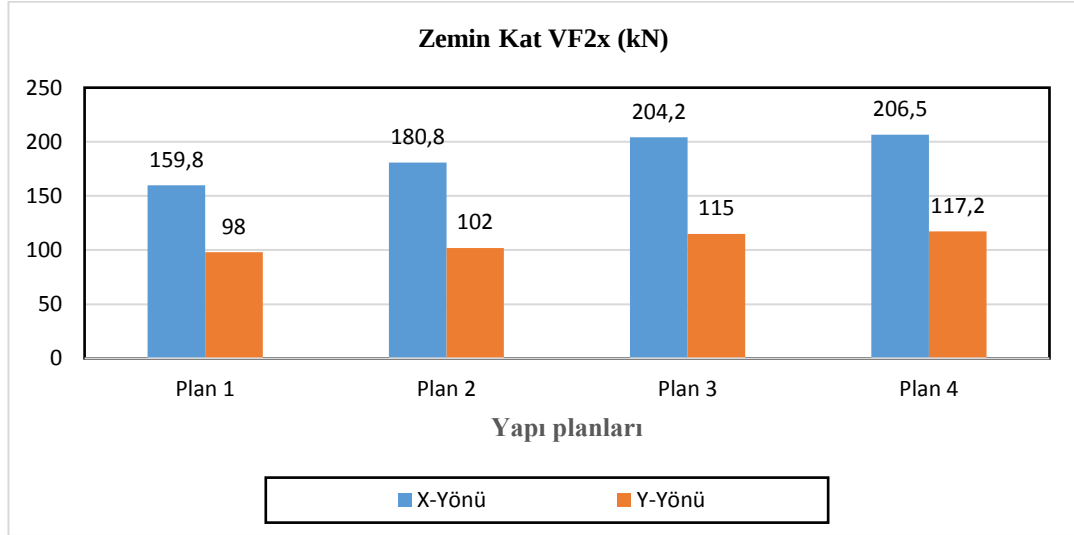
3'te %52 artışla 119,5 kN ve Plan 4'te %56 artışla 123,3 kN olmuştur. Bu artışın en büyük sebebi B2 kolonuna oluşan düzensizliklerden (kiriş ve döşeme süreksizliği) dolayıdır. Kolona bağlanan kiriş sayısı ve uzunluğunun değişmesi, kaldırılan kirişlerden dolayı oluşan büyük döşeme tabliyelerinin yüklendiği kirişlere yükleme durumunun değişmesinden dolayı yük kapasitesinde önemli değişiklikler olmuştur. Plan1 de B2 kolonu 4 taraftan kirişle bağlanmasına rağmen, Plan 4'te aynı kolon yalnız X yönünde iki kiriş kaldırılmış ancak Y yönünde iki kiriş mevcuttur. Bununla birlikte X yönündeki 2/B-C aksındaki kiriş kaldırılarak 2,5m aşağıdaki 3 /B-C aksına taşınmıştır. Bunun sonucunda B2 kolonunun taşıdığı döşeme alanı büyümüştür.



Şekil 6.14. E4 Kolonunun 3 katlı yapı planlarına göre x ve y doğrultusunda kesme kuvvet değişimi

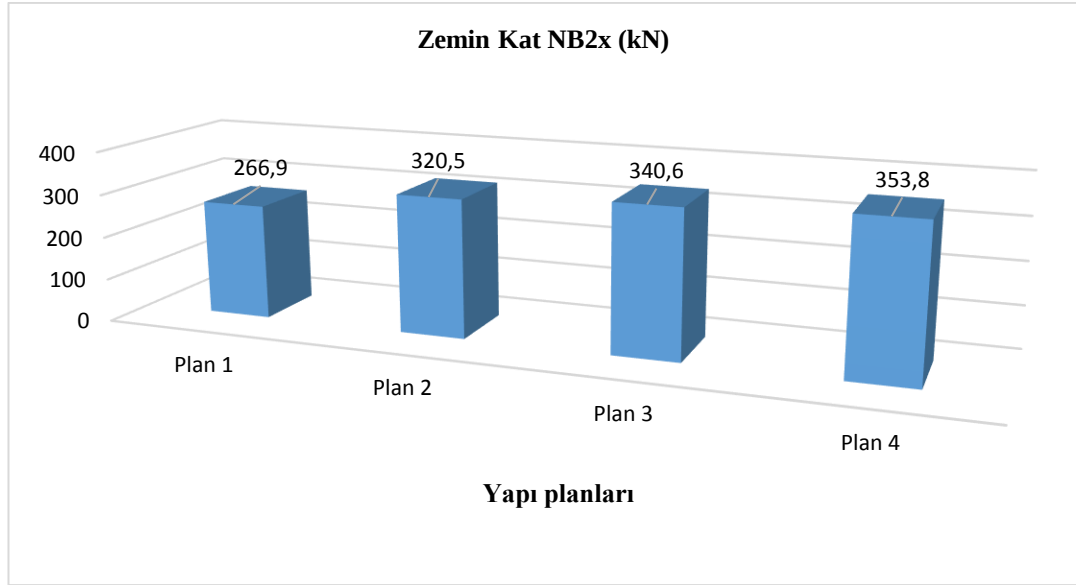
Şekilde görüldüğü gibi E4 kolonuna gelen kesme kuvveti X yönünde referans Plan 1 ile karşılaştırıldığında E4 kolonunda Plan 2'de %1,5, Plan 3'de %4,2 ve Plan 4'de %5 artışla 198,8 kN'luk kesme kuvveti değerine ulaşmıştır. Y yönünde de referans plan olan Plan 1'de kesme kuvveti değeri 87,7 kN iken, Plan 2'de %23 artışla 107,5 kN, Plan 3'te %34 artışla 117,8 kN ve Plan 4'te %36 artışla 119,6 kN olmuştur. Bu artışın en büyük sebebi E4 kolonuna oluşan düzensizliklerden (kiriş ve döşeme süreksizliği) dolayıdır. Kolona bağlanan kiriş sayısı ve uzunluğunun değişmesi, kaldırılan kirişlerden dolayı oluşan büyük döşeme tabliyelerinin yüklendiği kirişlere yükleme durumunun değişmesinden dolayı yük kapasitesinde önemli değişiklikler olmuştur. Plan1 de E4 kolonu 4 taraftan kirişle bağlanmasına rağmen, Plan 4'te aynı kolon yalnız X

yönünde bir kiriş kaldırılmış ancak Y yönünde iki kiriş mevcuttur. Bununla birlikte X yönündeki 5/D-E aksındaki kiriş kaldırılarak 2,5m yukarıdaki 4/D-E aksına taşınmıştır. Bunun sonucunda E4 kolonunun taşıdığı döşeme alanı büyümüştür.



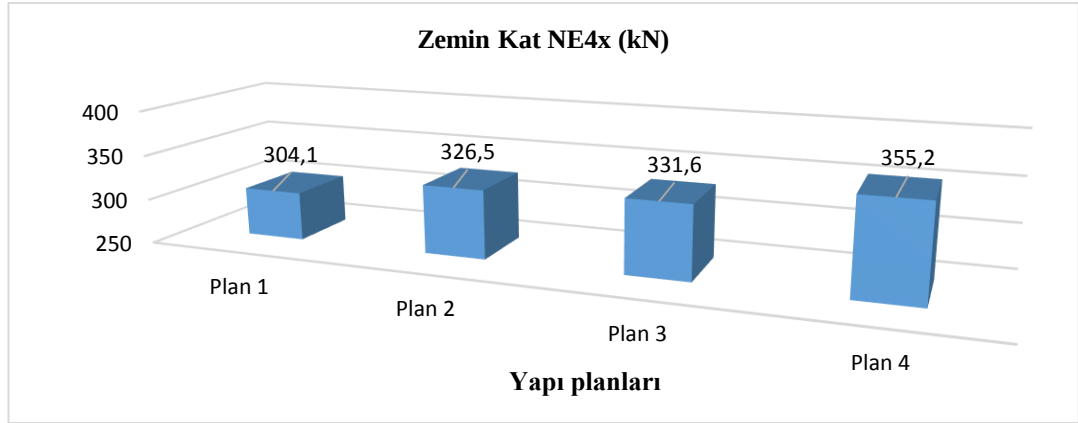
Şekil 6.15. F2 Kolonunun 3 katlı yapı planlarına göre x ve y doğrultusunda kesme kuvvet değişimi

Şekilde görüldüğü gibi F2 kolonuna gelen kesme kuvveti X yönünde referans Plan 1 ile karşılaştırıldığında F2 kolonunda Plan 2’de %13, Plan 3’te %28 ve Plan 4’de %30 artışla 206,5 kN’luk kesme kuvveti değerine ulaşmıştır. Y yönünde de referans plan olan Plan 1’de kesme kuvveti değeri 98 kN iken, Plan 2’de %4 artışla 102 kN, Plan 3’te %17 artışla 115 kN ve Plan 4’de %19 artışla 117,2 kN olmuştur. Bu artışın en büyük sebebi F2 kolonuna oluşan düzensizliklerden (kiriş ve döşeme süreksizliği) dolayıdır. Kolona bağlanan kiriş sayısı ve uzunluğunun değişmesi, kaldırılan kirişlerden dolayı oluşan büyük döşeme tabliyelerinin yüklendiği kirişlere yükleme durumunun değişmesinden dolayı yük kapasitesinde önemli değişiklikler olmuştur. Plan 1’de F2 kolonu 3 taraftan kirişle bağlanmasına rağmen, Plan 4’de aynı kolona Y yönünde 1,5m uzunluğunda konsol kirişi bağlanmıştır. Bununla birlikte X yönündeki 5/B-C aksındaki kiriş kaldırılarak 2,5m yukarıdaki 4/B-C aksına taşınmıştır. Bunun sonucunda F2 kolonunun taşıdığı döşeme alanı büyümüştür.



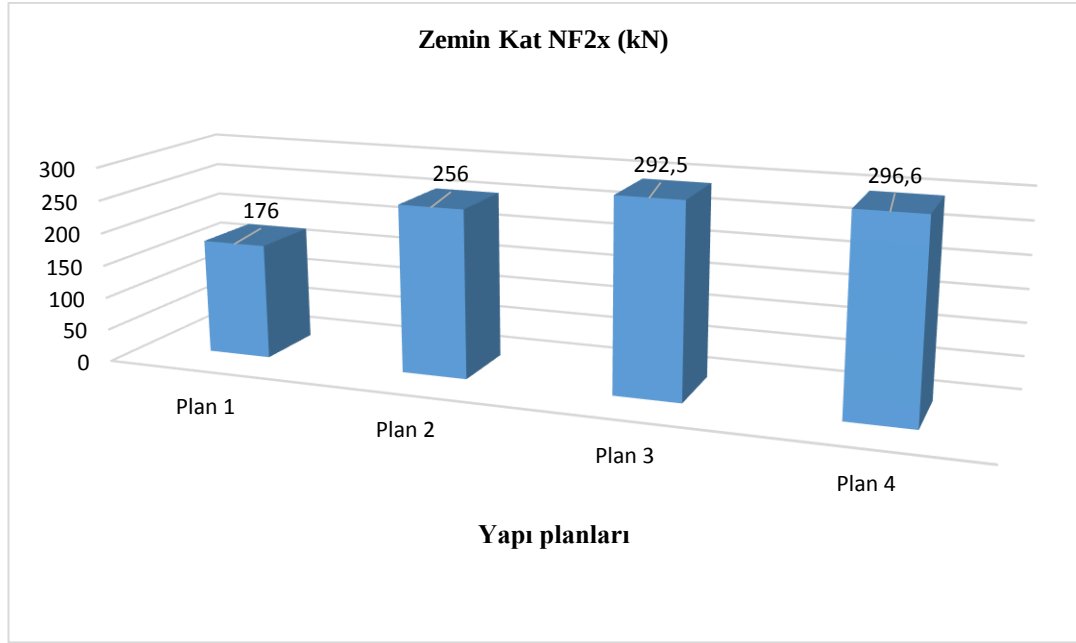
Şekil 6.16. B2 Kolonunun 3 katlı yapı planlarına göre eksenel kuvvet değişimi

Şekilde görüldüğü gibi B2 kolonuna gelen eksenel kuvvet referans Plan 1 ile karşılaştırıldığında B2 kolonunda Plan 2’de %20, Plan 3’te %27 ve Plan 4’de %32 artışla 353,8 kN’luk eksenel kuvvet değerine ulaşmıştır. Bu artışın en büyük sebebi B2 kolonuna oluşan düzensizliklerden (kiriş ve döşeme süreksizliği) dolayıdır. Kolona bağlanan kiriş sayısı ve uzunluğunun değişmesi, kaldırılan kirişlerden dolayı oluşan büyük döşeme tabliyelerinin yüklendiği kirişlere yükleme durumunun değişmesinden dolayı yük kapasitesinde önemli değişiklikler olmuştur. Plan 1’de B2 kolonu 4 taraftan kirişle bağlanmasına rağmen, Plan 4’de aynı kolon yalnız X yönünde iki kiriş kaldırılmış ancak Y yönünde iki kiriş mevcuttur. Bununla birlikte X yönündeki 2/B-C aksındaki kiriş kaldırılarak 2,5m aşağıdaki 3/B-C aksına taşınmıştır. Bunun sonucunda B2 kolonunun taşıdığı döşeme alanı büyümüştür.



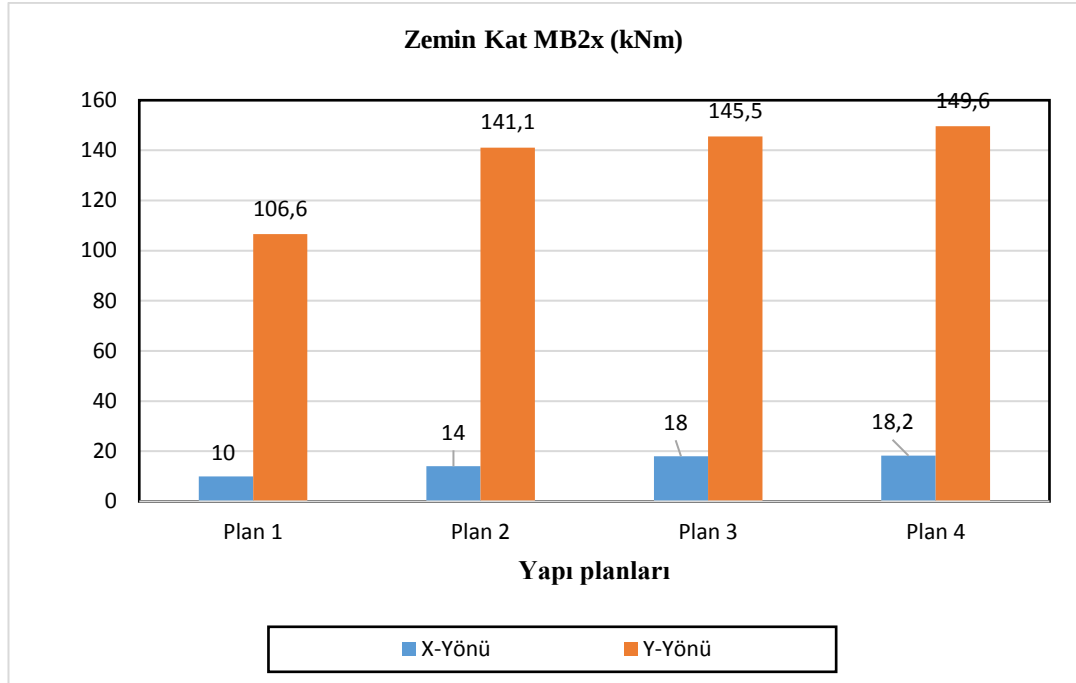
Şekil 6.17. E4 Kolonunun 3 katlı yapı planlarına göre eksenel kuvvet değişimi

Şekilde görüldüğü gibi E4 kolonuna gelen eksenel kuvvet referans Plan 1 ile karşılaştırıldığında E4 kolonunda Plan 1’de eksenel kuvvet değeri 304,1 kN iken, Plan 2’de %7,3 artışla 326,5 kN, Plan 3’te %9 artışla 331,6 kN ve Plan 4’de %17 artışla 355,2 kN olmuştur. Bu artışın en büyük sebebi E4 kolonuna oluşan düzensizliklerden (kiriş ve döşeme süreksizliği) dolayıdır. Kolona bağlanan kiriş sayısı ve uzunluğunun değişmesi, kaldırılan kirişlerden dolayı oluşan büyük döşeme tabliyelerinin yüklendiği kirişlere yükleme durumunun değişmesinden dolayı yük kapasitesinde önemli değişiklikler olmuştur. Plan 1’de E4 kolonu 4 taraftan kirişle bağlanmasına rağmen, Plan 4’de aynı kolon yalnız X yönünde bir kiriş kaldırılmış ancak Y yönünde iki kiriş mevcuttur. Bununla birlikte X yönündeki 5/D-E aksındaki kiriş kaldırılarak 2,5m yukarıdaki 4/D-E aksına taşınmıştır. Bunun sonucunda E4 kolonunun taşıdığı döşeme alanı büyümüştür.



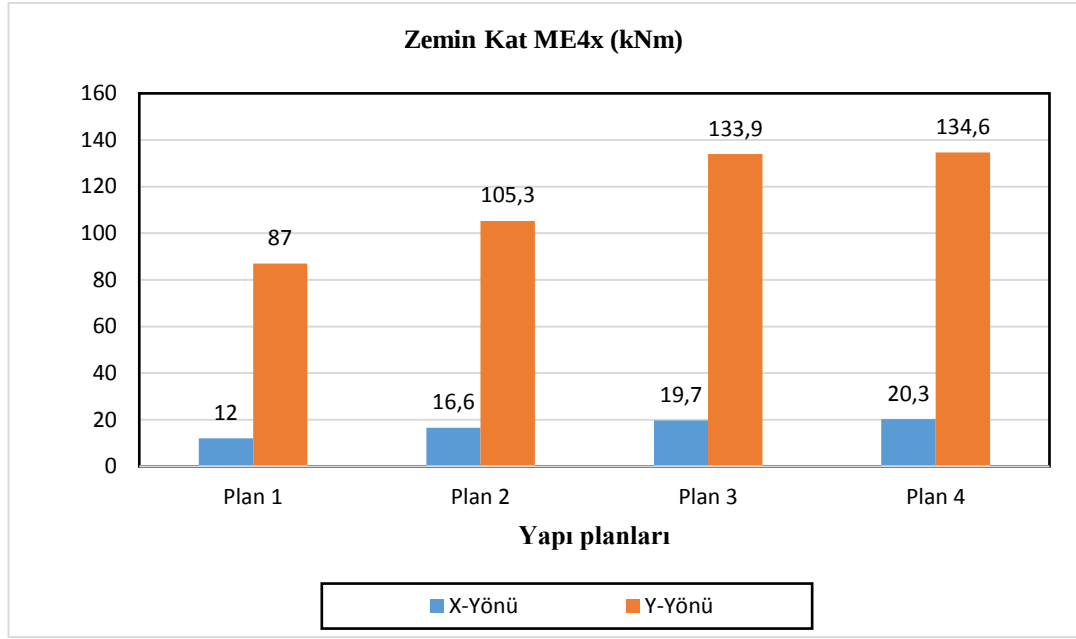
Şekil 6.18. F2 Kolonunun 3 katlı yapı planlarına göre eksenel kuvvet değişimi

Şekilde görüldüğü gibi F2 kolonuna gelen eksenel kuvvet referans Plan 1 ile karşılaştırıldığında F2 kolonunda Plan 1’de eksenel kuvvet değeri 176 kN iken, Plan 2’de %45 artışla 256 kN, Plan 3’te %65 artışla 292,5 kN ve Plan 4’de %68 artışla 296,6 kN olmuştur. Bu artışın en büyük sebebi F2 kolonuna oluşan düzensizliklerden (kiriş ve döşeme süreksizliği) dolayıdır. Kolona bağlanan kiriş sayısı ve uzunluğunun değişmesi, kaldırılan kirişlerden dolayı oluşan büyük döşeme tabliyelerinin yüklendiği kirişlere yükleme durumunun değişmesinden dolayı yük kapasitesinde önemli değişiklikler olmuştur. Plan 1’de F2 kolonu 3 taraftan kirişle bağlanmasına rağmen, Plan 4’de aynı kolona Y yönünde 1,5m uzunluğunda konsol kirişi bağlanmıştır. Bununla birlikte X yönündeki 5/B-C aksındaki kiriş kaldırılarak 2,5m yukarıdaki 4/B-C aksına taşınmıştır. Bunun sonucunda F2 kolonunun taşıdığı döşeme alanı büyümüştür.



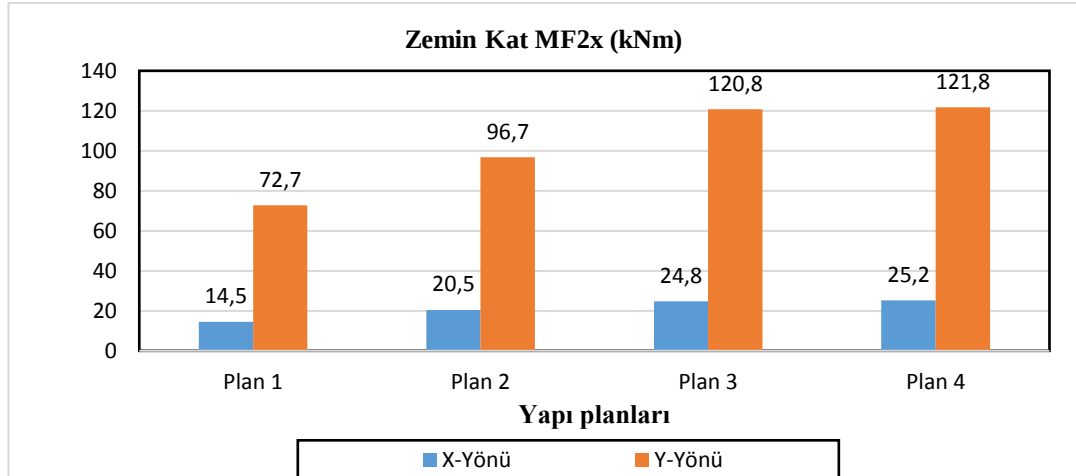
Şekil 6.19. B2 Kolonunun 3 katlı yapı planlarına göre x ve y doğrultusunda moment değişimi

Şekilde görüldüğü gibi B2 kolonuna gelen momentler X yönünde referans Plan 1 ile karşılaştırıldığında B2 kolonunda Plan 2’de %40, Plan 3’te %80 ve Plan 4’de %82 artışla 18,2 kN’luk moment değerine ulaşmıştır. Y yönünde de referans plan olan Plan 1’de moment değeri 106,6 kN iken, Plan 2’de %32 artışla 141,1 kN, Plan 3’te %36 artışla 145,5 kN ve Plan 4’de %40 artışla 149,6 kN olmuştur. Bu artışın en büyük sebebi B2 kolonuna oluşan düzensizliklerden (kiriş ve döşeme süreksizliği) dolayıdır. Kolona bağlanan kiriş sayısı ve uzunluğunun değişmesi, kaldırılan kirişlerden dolayı oluşan büyük döşeme tabliyelerinin yüklendiği kirişlere yükleme durumunun değişmesinden dolayı yük kapasitesinde önemli değişiklikler olmuştur. Plan 1’de B2 kolonu 4 taraftan kirişle bağlanmasına rağmen, Plan 4’de aynı kolon yalnız X yönünde iki kiriş kaldırılmış ancak Y yönünde iki kiriş mevcuttur. Bununla birlikte X yönündeki 2/B-C aksındaki kiriş kaldırılarak 2,5m aşağıdaki 3 /B-C aksına taşınmıştır. Bunun sonucunda B2 kolonunun taşıdığı döşeme alanı büyümüştür.



Şekil 6.20. E4 Kolonunun 3 katlı yapı planlarına göre x ve y doğrultusunda moment değişimi

Şekilde görüldüğü gibi E4 kolonuna gelen momentler X yönünde referans Plan 1 ile karşılaştırıldığında E4 kolonunda Plan 2’de %38, Plan 3’te %64 ve Plan 4’de %69 artışla 20,3 kN’luk moment değerine ulaşmıştır. Y yönünde de referans plan olan Plan 1’de moment değeri 87 kN iken, Plan 2’de %21 artışla 105,3 kN, Plan 3’te %54 artışla 133,9 kN ve Plan 4’de %54 artışla 134,6 kN olmuştur. Bu artışın en büyük sebebi E4 kolonuna oluşan düzensizliklerden (kiriş ve döşeme süreksizliği) dolayıdır. Kolona bağlanan kiriş sayısı ve uzunluğunun değişmesi, kaldırılan kirişlerden dolayı oluşan büyük döşeme tabliyelerinin yüklendiği kirişlere yükleme durumunun değişmesinden dolayı yük kapasitesinde önemli değişiklikler olmuştur. Plan 1’de E4 kolonu 4 taraftan kirişle bağlanmasına rağmen, Plan 4’de aynı kolon yalnız X yönünde bir kiriş kaldırılmış ancak Y yönünde iki kiriş mevcuttur. Bununla birlikte X yönündeki 5/D-E aksındaki kiriş kaldırılarak 2,5m yukarıdaki 4/D-E aksına taşınmıştır. Bunun sonucunda E4 kolonunun taşıdığı döşeme alanı büyümüştür.



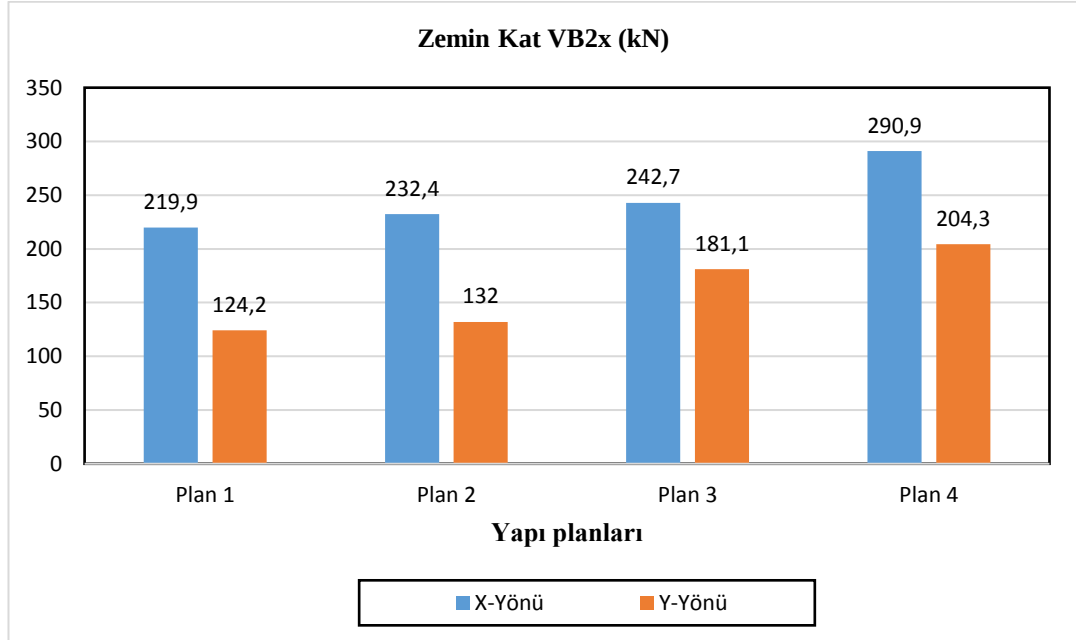
Şekil 6.21. F2 Kolonunun 3 katlı yapı planlarına göre x ve y doğrultusunda moment değişimi

Şekilde görüldüğü gibi F2 kolonuna gelen momentler X yönünde referans Plan 1 ile karşılaştırıldığında F2 kolonunda Plan 2’de %41, Plan 3’te %71 ve Plan 4’de %73 artışla 25,2 kN’luk moment değerine ulaşmıştır. Y yönünde de referans plan olan Plan 1’de moment değeri 72,7 kN iken, Plan 2’de %33 artışla 96,7 kN, Plan 3’te %66 artışla 120,8 kN ve Plan 4’de %67 artışla 121,8 kN olmuştur. Bu artışın en büyük sebebi F2 kolonuna oluşan düzensizliklerden (kiriş ve döşeme süreksizliği) dolayıdır. Kolona bağlanan kiriş sayısı ve uzunluğunun değişmesi, kaldırılan kirişlerden dolayı oluşan büyük döşeme tabliyelerinin yüklendiği kirişlere yükleme durumunun değişmesinden dolayı yük kapasitesinde önemli değişiklikler olmuştur. Plan 1’de F2 kolonu 3 taraftan kirişle bağlanmasına rağmen, Plan 4’de aynı kolona Y yönünde 1,5m uzunluğunda konsol kirişi bağlanmıştır. Bununla birlikte X yönündeki 5/B-C aksındaki kiriş kaldırılarak 2,5m yukarıdaki 4/B-C aksına taşınmıştır. Bunun sonucunda F2 kolonunun taşıdığı döşeme alanı büyümüştür.

6.3. 5 Katlı Planlarda Zemin Kattaki Seçilen Kolonların Karşılaştırılması

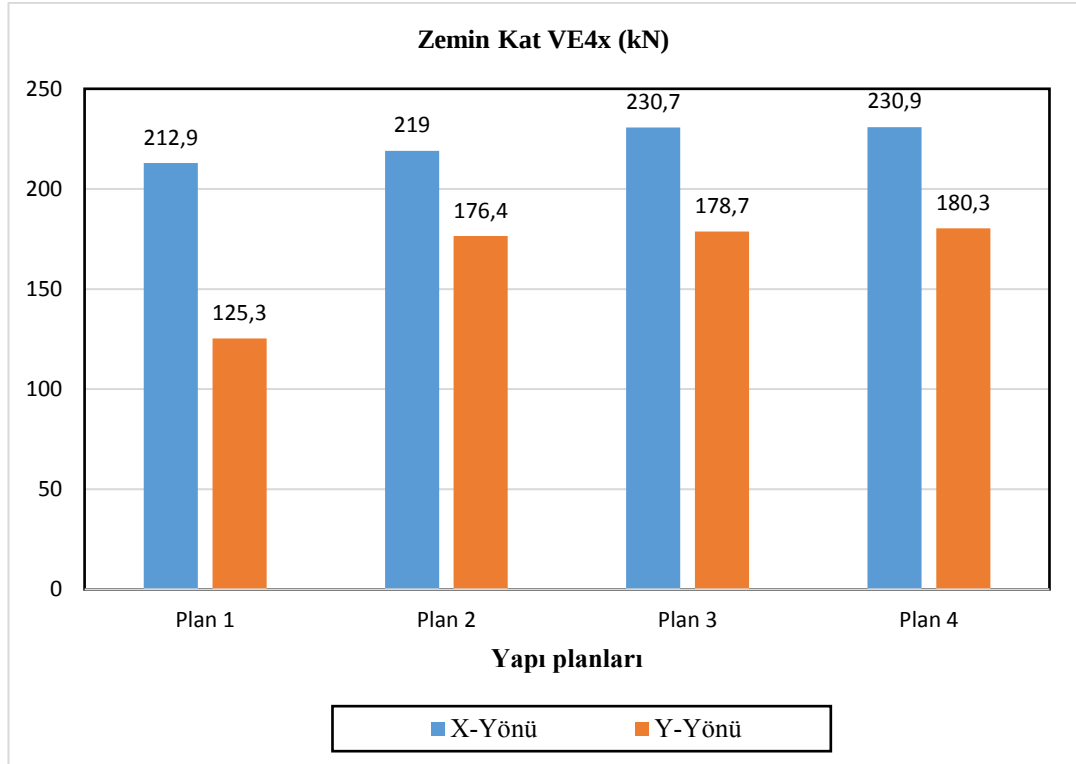
Bu çalışmada incelenen kolonların taşıyıcı sistemdeki yerleri; yapının köşelerinde bir aks içerdeki kenar akslardan (F2) ve orta akslardan (B2, E4) seçilmektedir.

Elde edilen bu çalışma doğrultusunda, 5 katlı planların zemin katlarına gelen kesme kuvvetlerinin, aksenal kuvvetlerinin seçilen kolonlara dağılımı ve moment değişimleri incelenmiştir.



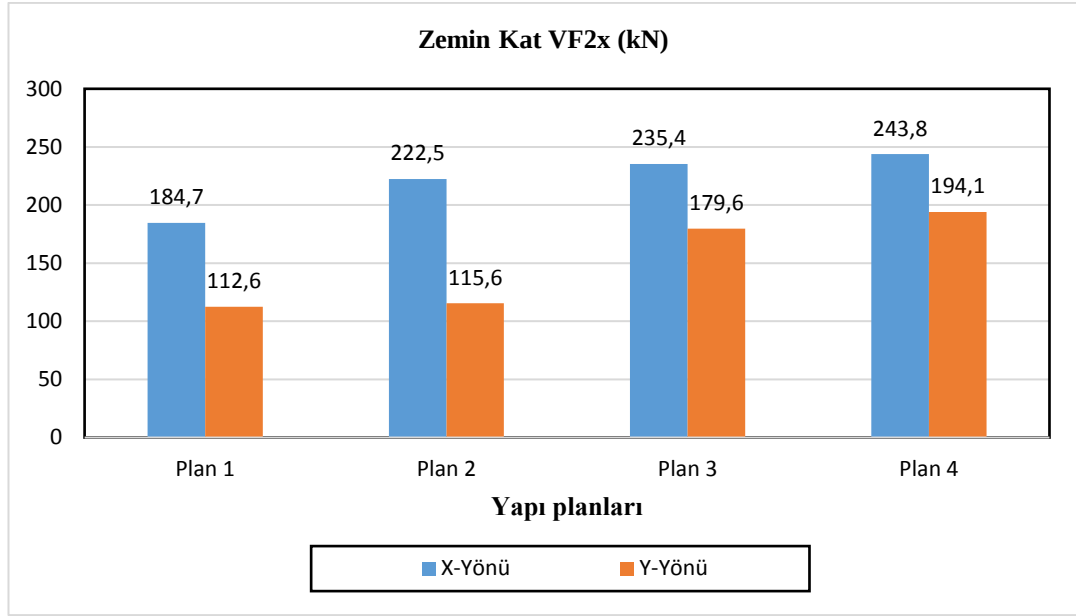
Şekil 6.22. B2 Kolonunun 5 katlı yapı planlarına göre x ve y doğrultusunda kesme kuvvet değişimi

Şekilde görüldüğü gibi B2 kolonuna gelen kesme kuvveti X yönünde referans Plan 1 ile karşılaştırıldığında B2 kolonunda Plan 2’de %5, Plan 3’te %10 ve Plan 4’de %32 artışla 290,9 kN’luk kesme kuvveti değerine ulaşmıştır. Y yönünde de referans plan olan Plan 1’de kesme kuvveti değeri 124,2 kN iken, Plan 2’de %6 artışla 132 kN, Plan 3’te %45 artışla 181,1 kN ve Plan 4’te %64 artışla 204,3 kN olmuştur. Bu artışın en büyük sebebi B2 kolonuna oluşan düzensizliklerden (kiriş ve döşeme süreksizliği) dolayıdır. Kolona bağlanan kiriş sayısı ve uzunluğunun değişmesi, kaldırılan kirişlerden dolayı oluşan büyük döşeme tabliyelerinin yüklendiği kirişlere yükleme durumunun değişmesinden dolayı yük kapasitesinde önemli değişiklikler olmuştur. Plan 1’de B2 kolonu 4 taraftan kirişle bağlanmasına rağmen, Plan 4’de aynı kolon yalnız X yönünde iki kiriş kaldırılmış ancak Y yönünde iki kiriş mevcuttur. Bununla birlikte X yönündeki 2/B-C aksındaki kiriş kaldırılarak 2,5m aşağıdaki 3/B-C aksına taşınmıştır. Bunun sonucunda B2 kolonunun taşıdığı döşeme alanı büyümüştür.



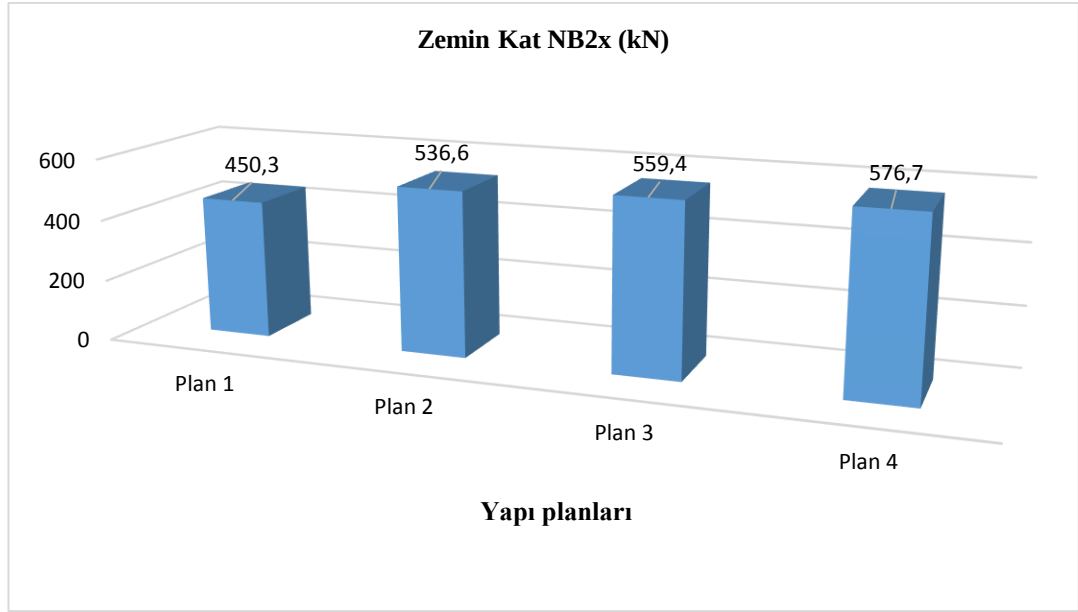
Şekil 6.23. E4 Kolonunun 5 katlı yapı planlarına göre x ve y doğrultusunda kesme kuvvet değişimi

Şekilde görüldüğü gibi E4 kolonuna gelen kesme kuvveti X yönünde referans Plan 1 ile karşılaştırıldığında E4 kolonunda Plan 2’de %3, Plan 3’te %8 ve Plan 4’de %8,5 artışla 230,9 kN’luk kesme kuvveti değerine ulaşmıştır. Y yönünde de referans plan olan Plan 1’de kesme kuvveti değeri 125,3 kN iken, Plan 2’de %40 artışla 176,4 kN, Plan 3’te %42 artışla 178,7 kN ve Plan 4’de %44 artışla 180,3 kN olmuştur. Bu artışın en büyük sebebi E4 kolonuna oluşan düzensizliklerden (kiriş ve döşeme süreksizliği) dolayıdır. Kolona bağlanan kiriş sayısı ve uzunluğunun değişmesi, kaldırılan kirişlerden dolayı oluşan büyük döşeme tabliyelerinin yüklendiği kirişlere yükleme durumunun değişmesinden dolayı yük kapasitesinde önemli değişiklikler olmuştur. Plan1’de E4 kolonu 4 taraftan kirişle bağlanmasına rağmen, Plan 4’de aynı kolon yalnız X yönünde bir kiriş kaldırılmış ancak Y yönünde iki kiriş mevcuttur. Bununla birlikte X yönündeki 5/D-E aksındaki kiriş kaldırılarak 2,5m yukarıdaki 4/D-E aksına taşınmıştır. Bunun sonucunda E4 kolonunun taşıdığı döşeme alanı büyümüştür.



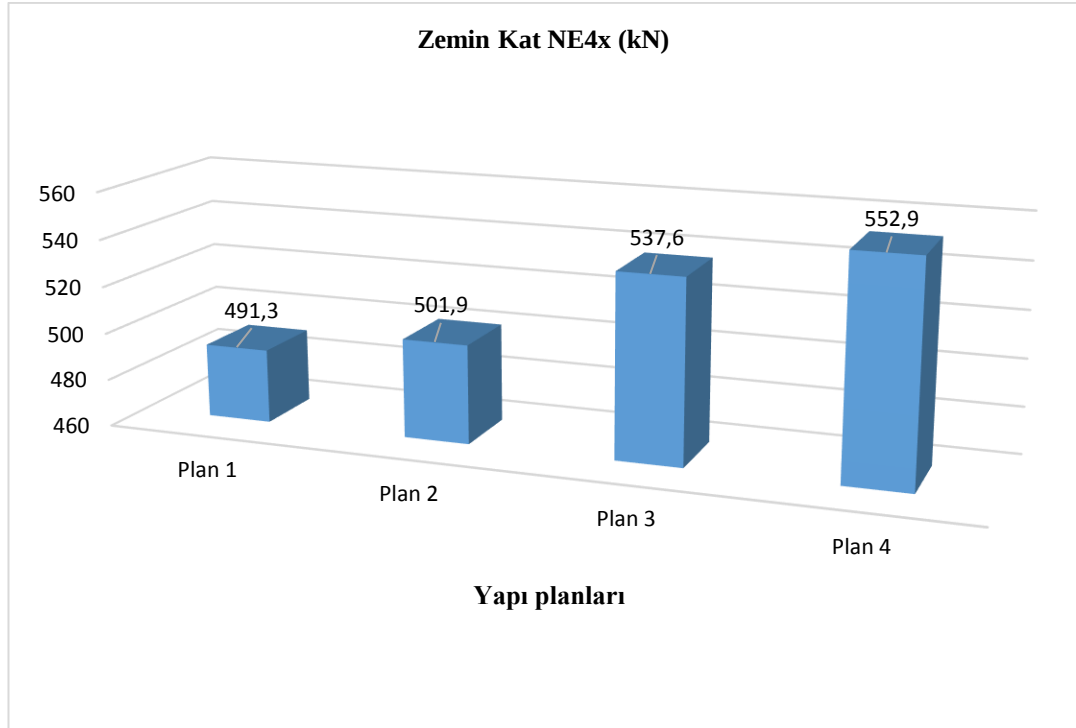
Şekil 6.24. F2 Kolonunun 5 katlı yapı planlarına göre x ve y doğrultusunda kesme kuvvet değişimi

Şekilde görüldüğü gibi F2 kolonuna gelen kesme kuvveti X yönünde referans Plan 1 ile karşılaştırıldığında F2 kolonunda Plan 2’de %20, Plan 3’te %27 ve Plan 4’de %32 artışla 243,8 kN’luk kesme kuvveti değerine ulaşmıştır. Y yönünde de referans plan olan Plan 1’de kesme kuvveti değeri 112,6 kN iken, Plan 2’de %2,5 artışla 115,6 kN, Plan 3’te %58 artışla 179,6 kN ve Plan 4’te %72 artışla 194,1 kN olmuştur. Bu artışın en büyük sebebi F2 kolonuna oluşan düzensizliklerden (kiriş ve döşeme süreksizliği) dolayıdır. Kolona bağlanan kiriş sayısı ve uzunluğunun değişmesi, kaldırılan kirişlerden dolayı oluşan büyük döşeme tabliyelerinin yüklendiği kirişlere yükleme durumunun değişmesinden dolayı yük kapasitesinde önemli değişiklikler olmuştur. Plan 1’de F2 kolonu 3 taraftan kirişle bağlanmasına rağmen, Plan 4’de aynı kolona Y yönünde 1,5m uzunluğunda konsol kirişi bağlanmıştır. Bununla birlikte X yönündeki 5/B-C aksındaki kiriş kaldırılarak 2,5m yukarıdaki 4/B-C aksına taşınmıştır. Bunun sonucunda F2 kolonunun taşıdığı döşeme alanı büyümüştür.



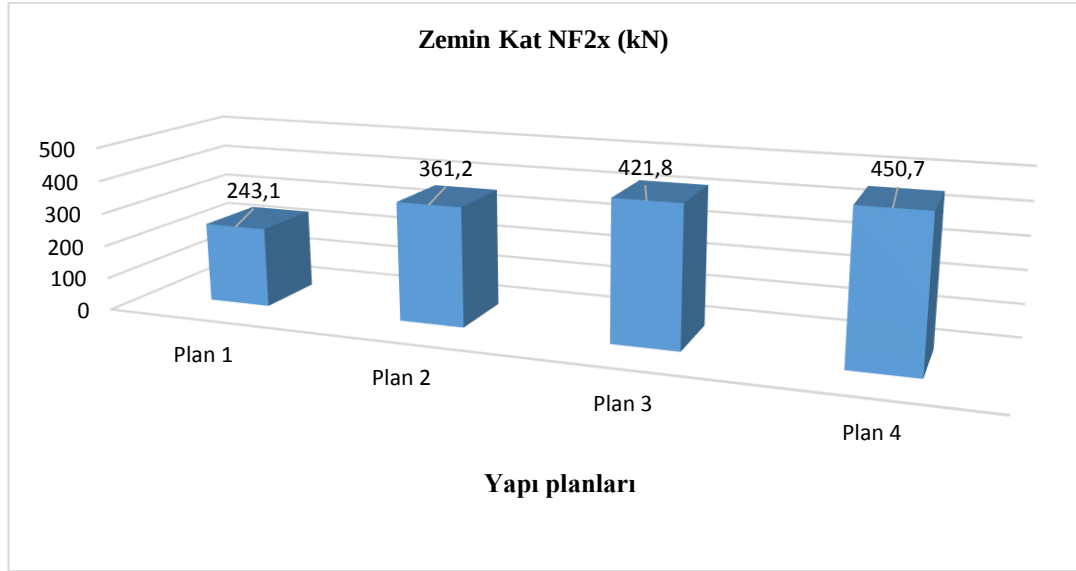
Şekil 6.25. B2 Kolonunun 5 katlı yapı planlarına göre eksenel kuvvet değişimi

Şekilde görüldüğü gibi B2 kolonuna gelen eksenel kuvvet referans Plan 1 ile karşılaştırıldığında B2 kolonunda Plan 2’de %19, Plan 3’te %24 ve Plan 4’de %28 artışla 576,7 kN’luk eksenel kuvvet değerine ulaşmıştır. Bu artışın en büyük sebebi B2 kolonuna oluşan düzensizliklerden (kiriş ve döşeme süreksizliği) dolayıdır. Kolona bağlanan kiriş sayısı ve uzunluğunun değişmesi, kaldırılan kirişlerden dolayı oluşan büyük döşeme tabliyelerinin yüklendiği kirişlere yükleme durumunun değişmesinden dolayı yük kapasitesinde önemli değişiklikler olmuştur. Plan 1’de B2 kolonu 4 taraftan kirişle bağlanmasına rağmen, Plan 4’de aynı kolon yalnız X yönünde iki kiriş kaldırılmış ancak Y yönünde iki kiriş mevcuttur. Bununla birlikte X yönündeki 2/B-C aksındaki kiriş kaldırılarak 2,5m aşağıdaki 3 /B-C aksına taşınmıştır. Bunun sonucunda B2 kolonunun taşıdığı döşeme alanı büyümüştür.



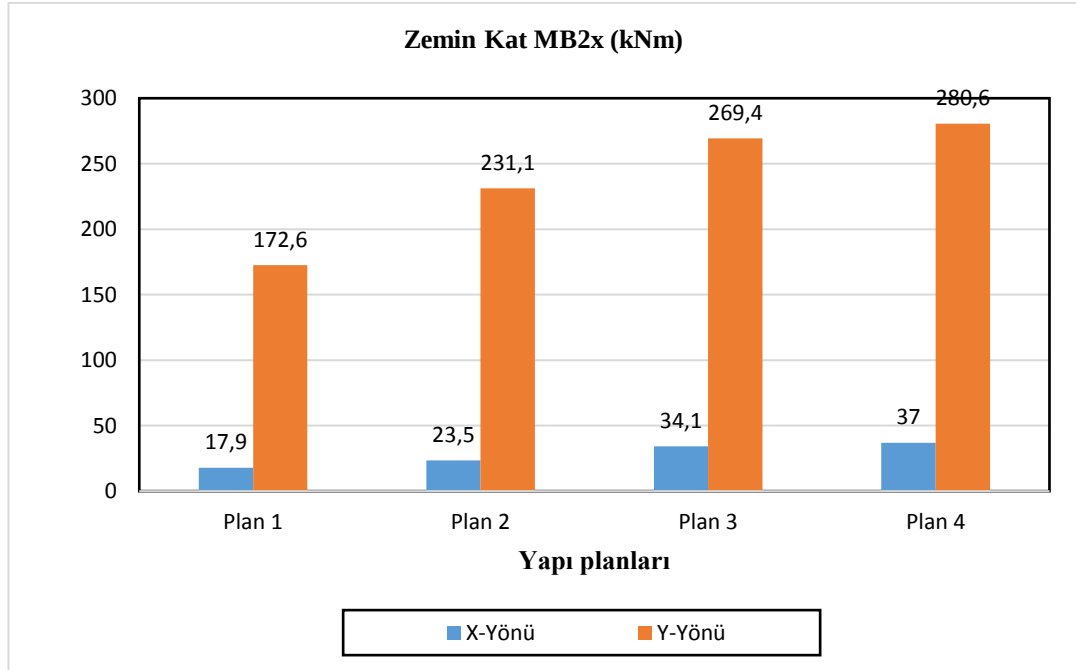
Şekil 6.26. E4 Kolonunun 5 katlı yapı planlarına göre eksenel kuvvet değişimi

Şekilde görüldüğü gibi E4 kolonuna gelen eksenel kuvvet referans Plan 1 ile karşılaştırıldığında E4 kolonunda Plan 1’de eksenel kuvvet değeri 491,3 kN iken, Plan 2’de %3 artışla 501,9 kN, Plan 3’te %9 artışla 537,6 kN ve Plan 4’de %12 artışla 552,9 kN olmuştur. Bu artışın en büyük sebebi E4 kolonuna oluşan düzensizliklerden (kiriş ve döşeme süreksizliği) dolayıdır. Kolona bağlanan kiriş sayısı ve uzunluğunun değişmesi, kaldırılan kirişlerden dolayı oluşan büyük döşeme tabliyelerinin yüklendiği kirişlere yükleme durumunun değişmesinden dolayı yük kapasitesinde önemli değişiklikler olmuştur. Plan 1’de E4 kolonu 4 taraftan kirişle bağlanmasına rağmen, Plan 4’de aynı kolon yalnız X yönünde bir kiriş kaldırılmış ancak Y yönünde iki kiriş mevcuttur. Bununla birlikte X yönündeki 5/D-E aksındaki kiriş kaldırılarak 2,5m yukarıdaki 4/D-E aksına taşınmıştır. Bunun sonucunda E4 kolonunun taşıdığı döşeme alanı büyümüştür.



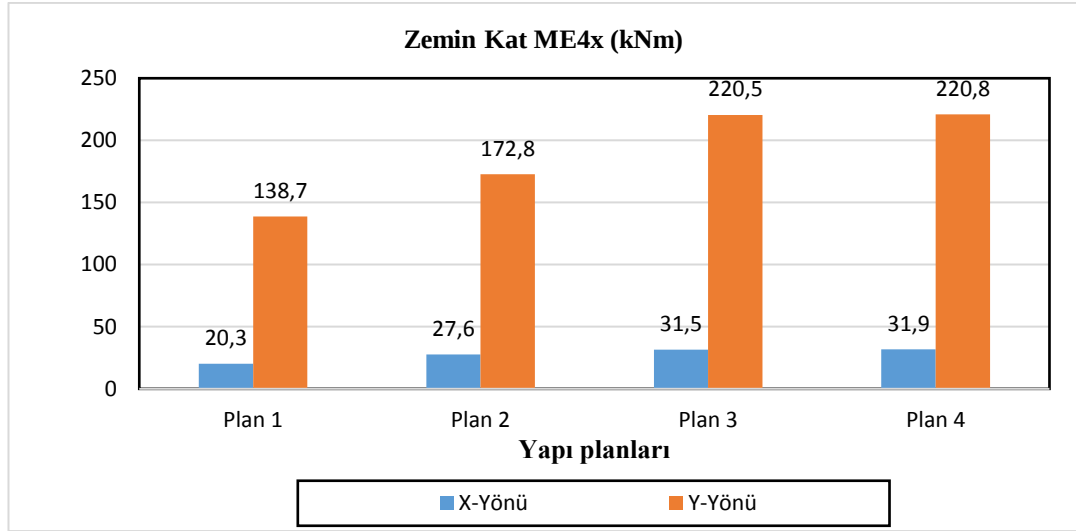
Şekil 6.27. F2 Kolonunun 5 katlı yapı planlarına göre eksenel kuvvet değişimi

Şekilde görüldüğü gibi F2 kolonuna gelen eksenel kuvvet referans Plan 1 ile karşılaştırıldığında F2 kolonunda Plan 1’de eksenel kuvvet değeri 243,1 kN iken, Plan 2’de %48 artışla 361,2 kN, Plan 3’te %73 artışla 421,8 kN ve Plan 4’de %85 artışla 450,7 kN olmuştur. Bu artışın en büyük sebebi F2 kolonuna oluşan düzensizliklerden (kiriş ve döşeme süreksizliği) dolayıdır. Kolona bağlanan kiriş sayısı ve uzunluğunun değişmesi, kaldırılan kirişlerden dolayı oluşan büyük döşeme tabliyelerinin yüklendiği kirişlere yükleme durumunun değişmesinden dolayı yük kapasitesinde önemli değişiklikler olmuştur. Plan 1’de F2 kolonu 3 taraftan kirişle bağlanmasına rağmen, Plan 4’de aynı kolona Y yönünde 1,5m uzunluğunda konsol kirişi bağlanmıştır. Bununla birlikte X yönündeki 5/B-C aksındaki kiriş kaldırılarak 2,5m yukarıdaki 4/B-C aksına taşınmıştır. Bunun sonucunda F2 kolonunun taşıdığı döşeme alanı büyümüştür.



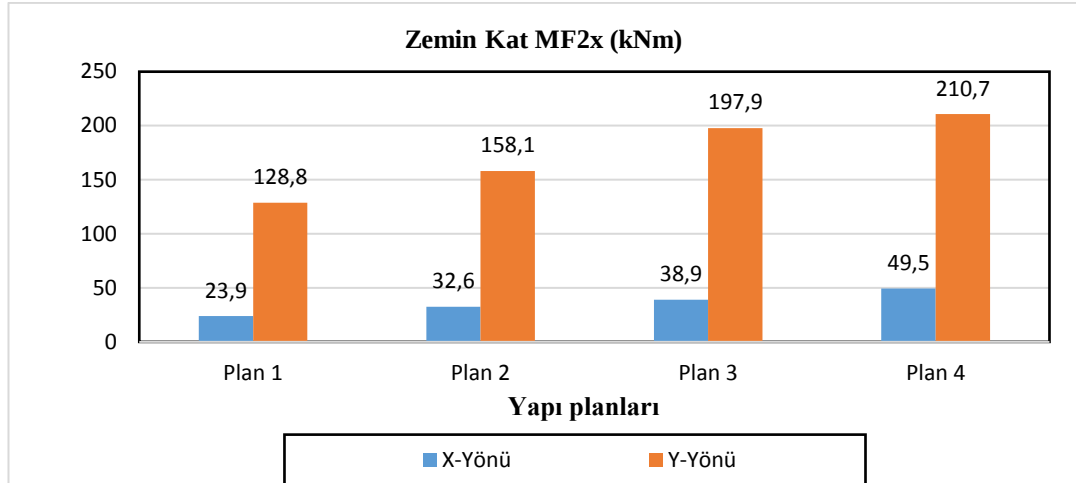
Şekil 6.28. B2 Kolonunun 5 katlı yapı planlarına göre x ve y doğrultusunda moment değişimi

Şekilde görüldüğü gibi B2 kolonuna gelen momentler X yönünde referans Plan 1 ile karşılaştırıldığında B2 kolonunda Plan 2’de %31, Plan 3’te %90 ve Plan 4’de %106 artışla 37 kN’luk moment değerine ulaşmıştır. Y yönünde de referans plan olan Plan 1’de moment değeri 172,6 kN iken, Plan 2’de %34 artışla 231,1 kN, Plan 3’te %56 artışla 269,4 kN ve Plan 4’de %62 artışla 280,6 kN olmuştur. Bu artışın en büyük sebebi B2 kolonuna oluşan düzensizliklerden (kiriş ve döşeme süreksizliği) dolayıdır. Kolona bağlanan kiriş sayısı ve uzunluğunun değişmesi, kaldırılan kirişlerden dolayı oluşan büyük döşeme tabliyelerinin yüklendiği kirişlere yükleme durumunun değişmesinden dolayı yük kapasitesinde önemli değişiklikler olmuştur. Plan 1’de B2 kolonu 4 taraftan kirişle bağlanmasına rağmen, Plan 4’de aynı kolon yalnız X yönünde iki kiriş kaldırılmış ancak Y yönünde iki kiriş mevcuttur. Bununla birlikte X yönündeki 2/B-C aksındaki kiriş kaldırılarak 2,5 m aşağıdaki 3 /B-C aksına taşınmıştır. Bunun sonucunda B2 kolonunun taşıdığı döşeme alanı büyümüştür.



Şekil 6.29. E4 Kolonunun 5 katlı yapı planlarına göre x ve y doğrultusunda moment değişimi

Şekilde görüldüğü gibi E4 kolonuna gelen momentler X yönünde referans Plan 1 ile karşılaştırıldığında E4 kolonunda Plan 2’de %36, Plan 3’te %55 ve Plan 4’de %57 artışla 31,9 kN’luk moment değerine ulaşmıştır. Y yönünde de referans plan olan Plan 1’de moment değeri 138,7 kN iken, Plan 2’de %24 artışla 172,8 kN, Plan 3’te %58,7 artışla 220,5 kN ve Plan 4’de %59,2 artışla 220,8 kN olmuştur. Bu artışın en büyük sebebi E4 kolonuna oluşan düzensizliklerden (kiriş ve döşeme süreksizliği) dolayıdır. Kolona bağlanan kiriş sayısı ve uzunluğunun değişmesi, kaldırılan kirişlerden dolayı oluşan büyük döşeme tabliyelerinin yüklendiği kirişlere yükleme durumunun değişmesinden dolayı yük kapasitesinde önemli değişiklikler olmuştur. Plan 1’de E4 kolonu 4 taraftan kirişle bağlanmasına rağmen, Plan 4’de aynı kolon yalnız X yönünde bir kiriş kaldırılmış ancak Y yönünde iki kiriş mevcuttur. Bununla birlikte X yönündeki 5/D-E aksındaki kiriş kaldırılarak 2,5 m yukarıdaki 4/D-E aksına taşınmıştır. Bunun sonucunda E4 kolonunun taşıdığı döşeme alanı büyümüştür.



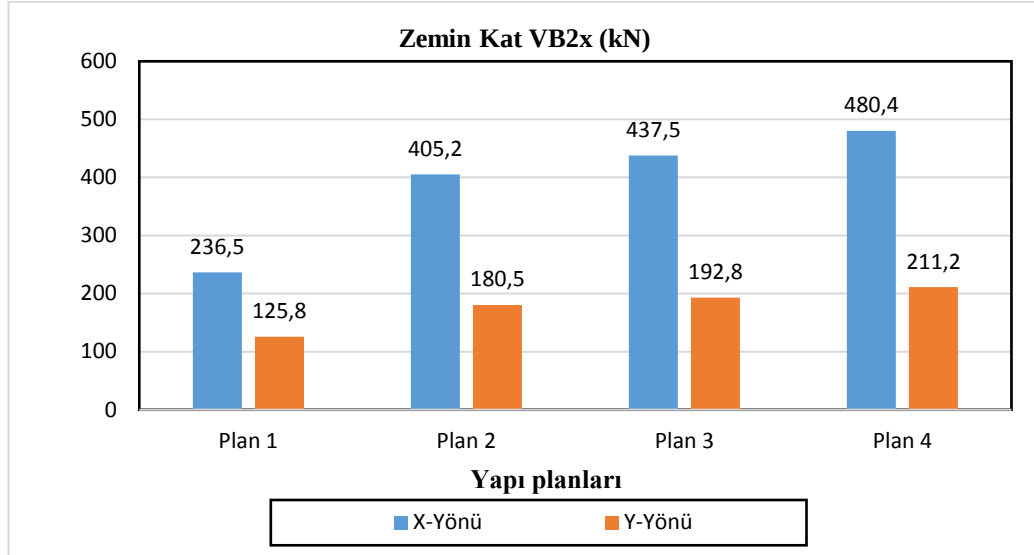
Şekil 6.30. F2 Kolonunun 5 katlı yapı planlarına göre x ve y doğrultusunda moment değişimi

Şekilde görüldüğü gibi F2 kolonuna gelen momentler X yönünde referans Plan 1 ile karşılaştırıldığında F2 kolonunda Plan 2’de %36, Plan 3’te %62 ve Plan 4’de %107 artışla 49,5 kN’luk moment değerine ulaşmıştır. Y yönünde de referans plan olan Plan 1’de moment değeri 128,8 kN iken, Plan 2’de %22 artışla 158,1 kN, Plan 3’te %53 artışla 197,9 kN ve Plan 4’te %63 artışla 210,7 kN olmuştur. Bu artışın en büyük sebebi F2 kolonuna oluşan düzensizliklerden (kiriş ve döşeme süreksizliği) dolayıdır. Kolona bağlanan kiriş sayısı ve uzunluğunun değişmesi, kaldırılan kirişlerden dolayı oluşan büyük döşeme tabliyelerinin yüklendiği kirişlere yükleme durumunun değişmesinden dolayı yük kapasitesinde önemli değişiklikler olmuştur. Plan 1’de F2 kolonu 3 taraftan kirişle bağlanmasına rağmen, Plan 4’de aynı kolona Y yönünde 1,5 m uzunluğunda konsol kirişi bağlanmıştır. Bununla birlikte X yönündeki 5/B-C aksındaki kiriş kaldırılarak 2,5m yukarıdaki 4/B-C aksına taşınmıştır. Bunun sonucunda F2 kolonunun taşıdığı döşeme alanı büyümüştür.

6.4. 7 Katlı Planlarda Zemin Kattaki Seçilen Kolonların Karşılaştırılması

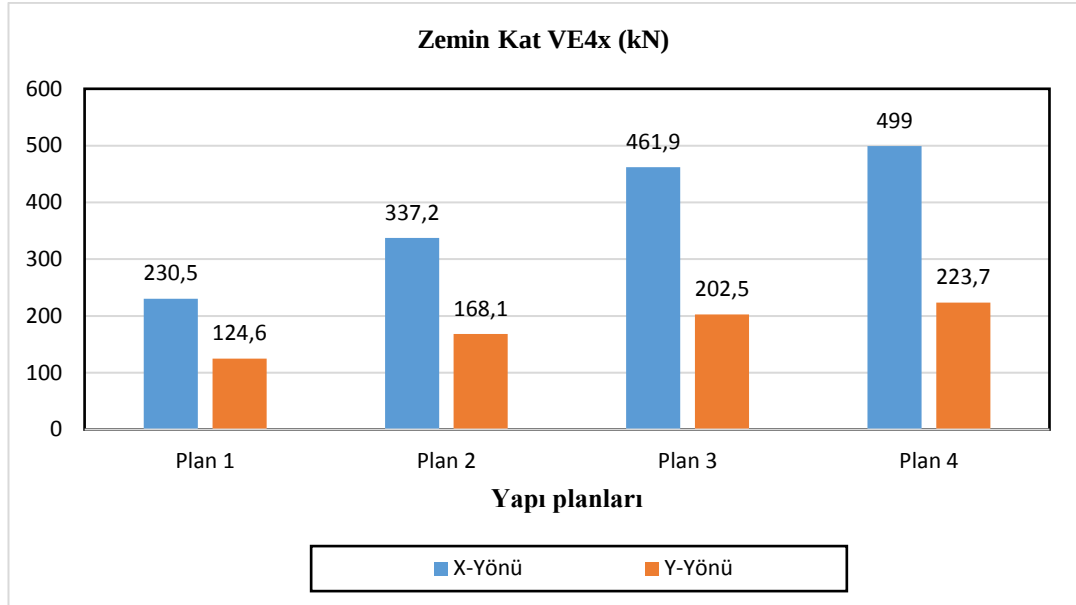
Bu çalışmada incelenen kolonların taşıyıcı sistemdeki yerleri; yapının köşelerinde bir aks içindeki kenar akslardan (F2) ve orta akslardan (B2, E4) seçilmektedir.

Elde edilen bu çalışma doğrultusunda, 7 katlı planların zemin katlarına gelen kesme kuvvetlerinin, aksinel kuvvetlerinin seçilen kolonlara dağılımı ve moment değişimleri incelenmiştir.



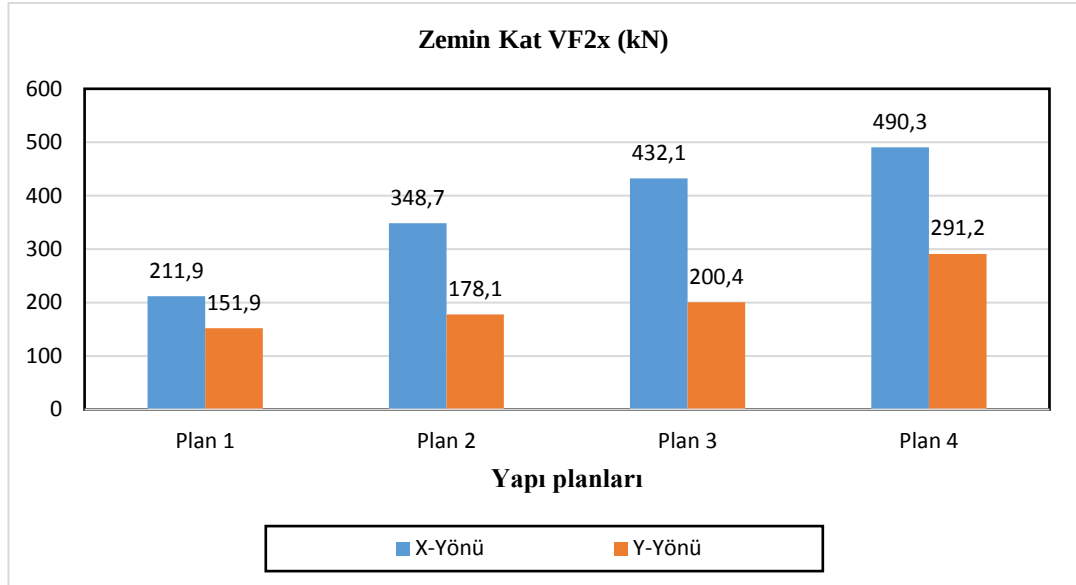
Şekil 6.31. B2 Kolonunun 7 katlı yapı planlarına göre x ve y doğrultusunda kesme kuvvet değişimi

Şekilde görüldüğü gibi B2 kolonuna gelen kesme kuvveti X yönünde referans Plan 1 ile karşılaştırıldığında B2 kolonunda Plan 2’de %71, Plan 3’te %85 ve Plan 4’de %103 artışla 480,4 kN’luk kesme kuvveti değerine ulaşmıştır. Y yönünde de referans plan olan Plan 1’de kesme kuvveti değeri 125,8 kN iken, Plan 2’de %43 artışla 180,5 kN, Plan 3’te %53 artışla 192,8 kN ve Plan 4’de %67 artışla 211,2 kN olmuştur. Bu artışın en büyük sebebi B2 kolonuna oluşan düzensizliklerden (kiriş ve döşeme süreksizliği) dolayıdır. Kolona bağlanan kiriş sayısı ve uzunluğunun değişmesi, kaldırılan kirişlerden dolayı oluşan büyük döşeme tabliyelerinin yüklendiği kirişlere yükleme durumunun değişmesinden dolayı yük kapasitesinde önemli değişiklikler olmuştur. Plan 1’de B2 kolonu 4 taraftan kirişle bağlanmasına rağmen, Plan 4’de aynı kolon yalnız X yönünde iki kiriş kaldırılmış ancak Y yönünde iki kiriş mevcuttur. Bununla birlikte X yönündeki 2/B-C aksındaki kiriş kaldırılarak 2,5 m aşağıdaki 3 /B-C aksına taşınmıştır. Bunun sonucunda B2 kolonunun taşıdığı döşeme alanı büyümüştür.



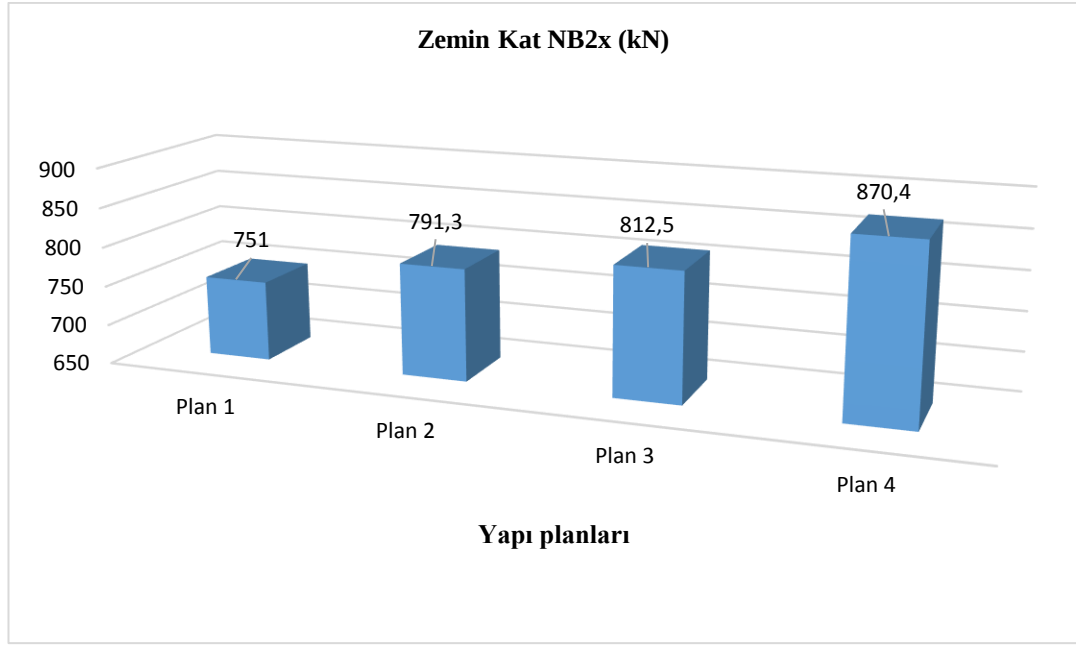
Şekil 6.32. E4 Kolonunun 7 katlı yapı planlarına göre x ve y doğrultusunda kesme kuvvet değişimi

Şekilde görüldüğü gibi E4 kolonuna gelen kesme kuvveti X yönünde referans Plan 1 ile karşılaştırıldığında E4 kolonunda Plan 2’de %46, Plan 3’te %100 ve Plan 4’de %116 artışla 499 kN’luk kesme kuvveti değerine ulaşmıştır. Y yönünde de referans plan olan Plan 1’de kesme kuvveti değeri 124,6 kN iken, Plan 2’de %35 artışla 168,1 kN, Plan 3’te %62 artışla 202,5 kN ve Plan 4’de %79 artışla 223,7 kN olmuştur. Bu artışın en büyük sebebi E4 kolonuna oluşan düzensizliklerden (kiriş ve döşeme süreksizliği) dolayıdır. Kolona bağlanan kiriş sayısı ve uzunluğunun değişmesi, kaldırılan kirişlerden dolayı oluşan büyük döşeme tabliyelerinin yüklendiği kirişlere yükleme durumunun değişmesinden dolayı yük kapasitesinde önemli değişiklikler olmuştur. Plan 1’de E4 kolonu 4 taraftan kirişle bağlanmasına rağmen, Plan 4’de aynı kolon yalnız X yönünde bir kiriş kaldırılmış ancak Y yönünde iki kiriş mevcuttur. Bununla birlikte X yönündeki 5/D-E aksındaki kiriş kaldırılarak 2,5 m yukarıdaki 4/D-E aksına taşınmıştır. Bunun sonucunda E4 kolonunun taşıdığı döşeme alanı büyümüştür.



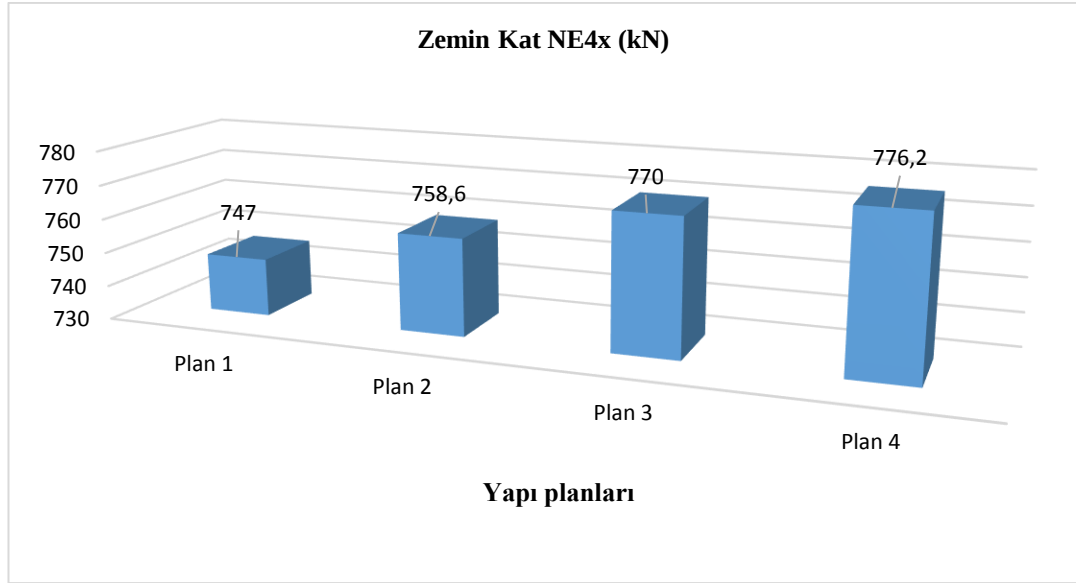
Şekil 6.33. F2 Kolonunun 7 katlı yapı planlarına göre x ve y doğrultusunda kesme kuvvet değişimi

Şekilde görüldüğü gibi F2 kolonuna gelen kesme kuvveti X yönünde referans Plan 1 ile karşılaştırıldığında F2 kolonunda Plan 2’de %64, Plan 3’te %103 ve Plan 4’de %131 artışla 490,3 kN’luk kesme kuvveti değerine ulaşmıştır. Y yönünde de referans plan olan Plan 1’de kesme kuvveti değeri 151,9 kN iken, Plan 2’de %17 artışla 178,1 kN, Plan 3’te %32 artışla 200,4 kN ve Plan 4’te %91 artışla 291,2 kN olmuştur. Bu artışın en büyük sebebi F2 kolonuna oluşan düzensizliklerden (kiriş ve döşeme süreksizliği) dolayıdır. Kolona bağlanan kiriş sayısı ve uzunluğunun değişmesi, kaldırılan kirişlerden dolayı oluşan büyük döşeme tabliyelerinin yüklendiği kirişlere yükleme durumunun değişmesinden dolayı yük kapasitesinde önemli değişiklikler olmuştur. Plan 1’de F2 kolonu 3 taraftan kirişle bağlanmasına rağmen, Plan 4’de aynı kolona Y yönünde 1,5m uzunluğunda konsol kirişi bağlanmıştır. Bununla birlikte X yönündeki 5/B-C aksındaki kiriş kaldırılarak 2,5 m yukarıdaki 4/B-C aksına taşınmıştır. Bunun sonucunda F2 kolonunun taşıdığı döşeme alanı büyümüştür.



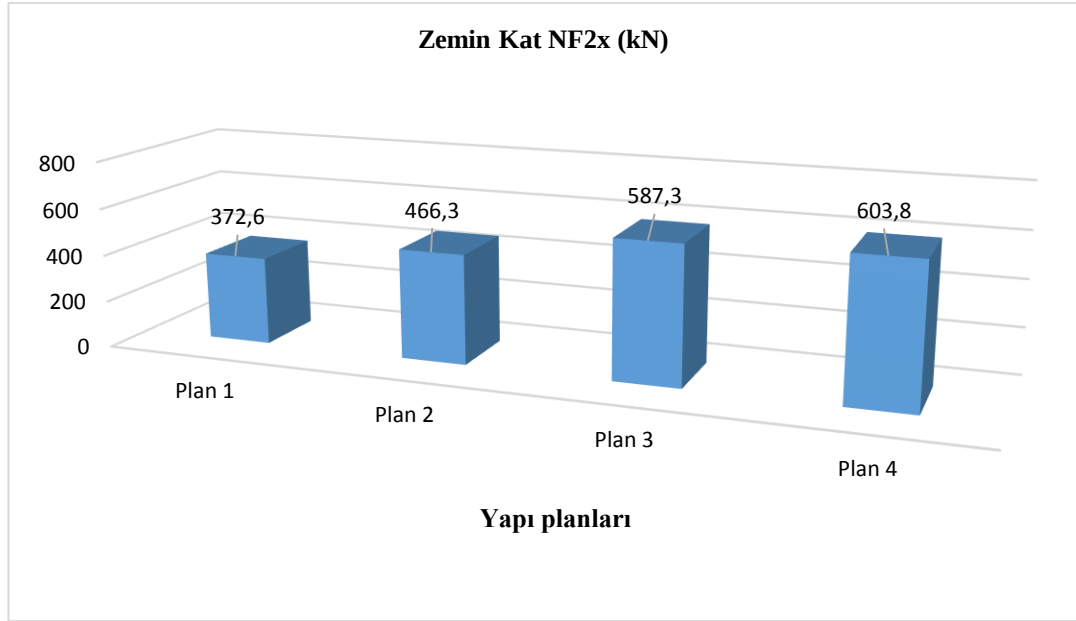
Şekil 6.34. B2 Kolonunun 7 katlı yapı planlarına göre eksenel kuvvet değişimi

Şekilde görüldüğü gibi B2 kolonuna gelen eksenel kuvvet referans Plan 1 ile karşılaştırıldığında B2 kolonunda Plan 2’de %5, Plan 3’te %8 ve Plan 4’de %15 artışla 870,4 kN’luk eksenel kuvvet değerine ulaşmıştır. Bu artışın en büyük sebebi B2 kolonuna oluşan düzensizliklerden (kiriş ve döşeme süreksizliği) dolayıdır. Kolona bağlanan kiriş sayısı ve uzunluğunun değişmesi, kaldırılan kirişlerden dolayı oluşan büyük döşeme tabliyelerinin yüklendiği kirişlere yükleme durumunun değişmesinden dolayı yük kapasitesinde önemli değişiklikler olmuştur. Plan 1’de B2 kolonu 4 taraftan kirişle bağlanmasına rağmen, Plan 4’de aynı kolon yalnız X yönünde iki kiriş kaldırılmış ancak Y yönünde iki kiriş mevcuttur. Bununla birlikte X yönündeki 2/B-C aksındaki kiriş kaldırılarak 2,5m aşağıdaki 3 /B-C aksına taşınmıştır. Bunun sonucunda B2 kolonunun taşıdığı döşeme alanı büyümüştür.



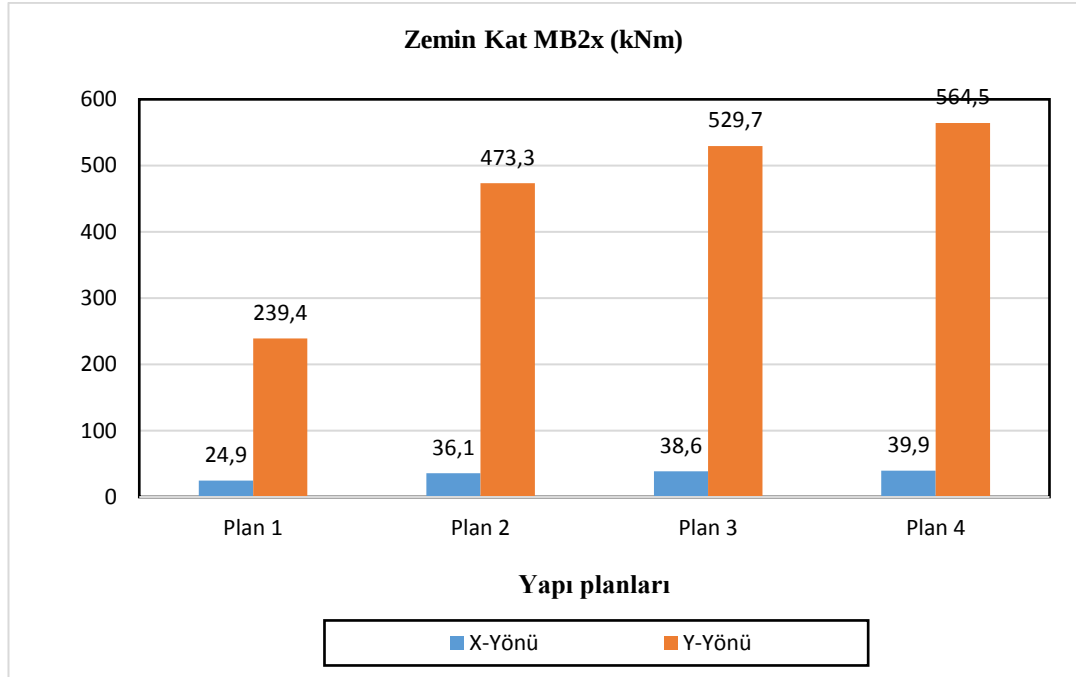
Şekil 6.35. E4 Kolonunun 7 katlı yapı planlarına göre eksenel kuvvet değişimi

Şekilde görüldüğü gibi E4 kolonuna gelen eksenel kuvvet referans Plan 1 ile karşılaştırıldığında E4 kolonunda Plan 1’de eksenel kuvvet değeri 747 kN iken, Plan 2’de %1,5 artışla 758,6 kN, Plan 3’te %3 artışla 770 kN ve Plan 4’de %4 artışla 776,2 kN olmuştur. Bu artışın en büyük sebebi E4 kolonuna oluşan düzensizliklerden (kiriş ve döşeme süreksizliği) dolayıdır. Kolona bağlanan kiriş sayısı ve uzunluğunun değişmesi, kaldırılan kirişlerden dolayı oluşan büyük döşeme tabliyelerinin yüklendiği kirişlere yükleme durumunun değişmesinden dolayı yük kapasitesinde önemli değişiklikler olmuştur. Plan 1’de E4 kolonu 4 taraftan kirişle bağlanmasına rağmen, Plan 4’de aynı kolon yalnız X yönünde bir kiriş kaldırılmış ancak Y yönünde iki kiriş mevcuttur. Bununla birlikte X yönündeki 5/D-E aksındaki kiriş kaldırılarak 2,5 m yukarıdaki 4/D-E aksına taşınmıştır. Bunun sonucunda E4 kolonunun taşıdığı döşeme alanı büyümüştür.



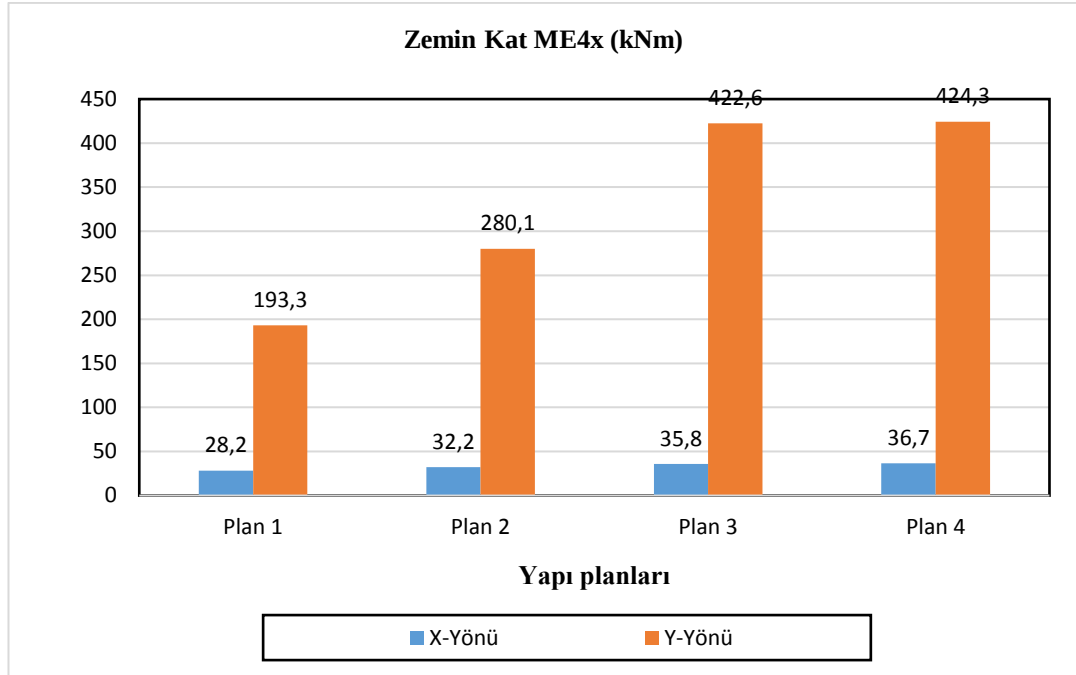
Şekil 6.36. F2 Kolonunun 7 katlı yapı planlarına göre eksenel kuvvet değişimi

Şekilde görüldüğü gibi F2 kolonuna gelen eksenel kuvvet referans Plan 1 ile karşılaştırıldığında F2 kolonunda Plan 1’de eksenel kuvvet değeri 372,6 kN iken, Plan 2’de %25 artışla 466,3 kN, Plan 3’te %57 artışla 587,3 kN ve Plan 4’de %62 artışla 603,8 kN olmuştur. Bu artışın en büyük sebebi F2 kolonuna oluşan düzensizliklerden (kiriş ve döşeme süreksizliği) dolayıdır. Kolona bağlanan kiriş sayısı ve uzunluğunun değişmesi, kaldırılan kirişlerden dolayı oluşan büyük döşeme tabliyelerinin yüklendiği kirişlere yükleme durumunun değişmesinden dolayı yük kapasitesinde önemli değişiklikler olmuştur. Plan 1’de F2 kolonu 3 taraftan kirişle bağlanmasına rağmen, Plan 4’de aynı kolona Y yönünde 1,5 m uzunluğunda konsol kirişi bağlanmıştır. Bununla birlikte X yönündeki 5/B-C aksındaki kiriş kaldırılarak 2,5 m yukarıdaki 4/B-C aksına taşınmıştır. Bunun sonucunda F2 kolonunun taşıdığı döşeme alanı büyümüştür.



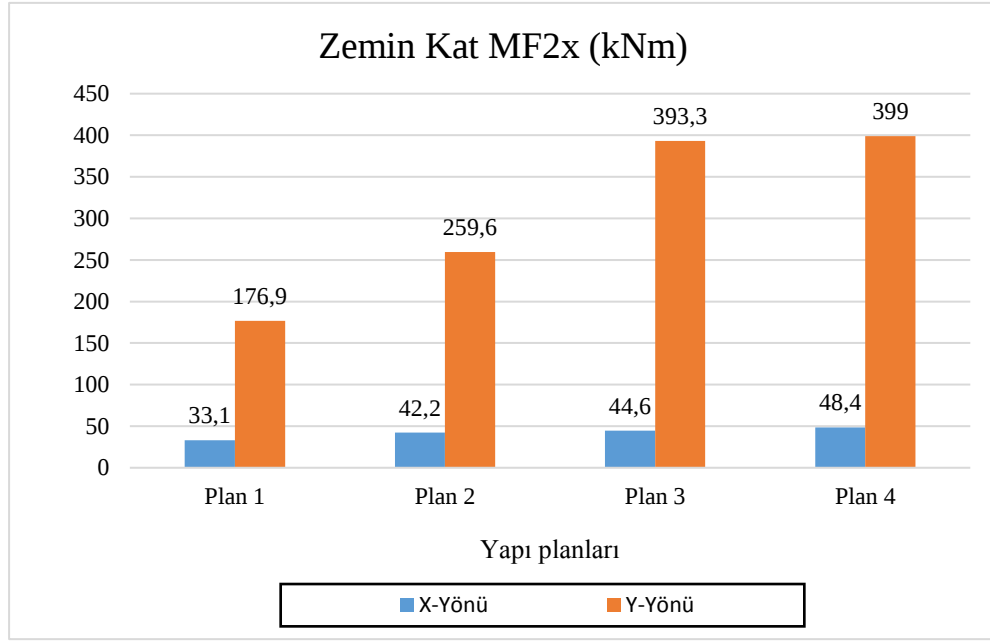
Şekil 6.37. B2 Kolonunun 7 katlı yapı planlarına göre x ve y doğrultusunda moment değişimi

Şekilde görüldüğü gibi B2 kolonuna gelen momentler X yönünde referans Plan 1 ile karşılaştırıldığında B2 kolonunda Plan 2’de %45, Plan 3’te %55 ve Plan 4’de %60 artışla 39,9 kN’luk moment değerine ulaşmıştır. Y yönünde de referans plan olan Plan 1’de moment değeri 239,4 kN iken, Plan 2’de %97 artışla 473,3 kN, Plan 3’te %121 artışla 529,7 kN ve Plan 4’de %135 artışla 564,5 kN olmuştur. Bu artışın en büyük sebebi B2 kolonuna oluşan düzensizliklerden (kiriş ve döşeme süreksizliği) dolayıdır. Kolona bağlanan kiriş sayısı ve uzunluğunun değişmesi, kaldırılan kirişlerden dolayı oluşan büyük döşeme tabliyelerinin yüklendiği kirişlere yükleme durumunun değişmesinden dolayı yük kapasitesinde önemli değişiklikler olmuştur. Plan 1’de B2 kolonu 4 taraftan kirişle bağlanmasına rağmen, Plan 4’de aynı kolon yalnız X yönünde iki kiriş kaldırılmış ancak Y yönünde iki kiriş mevcuttur. Bununla birlikte X yönündeki 2/B-C aksındaki kiriş kaldırılarak 2,5 m aşağıdaki 3 /B-C aksına taşınmıştır. Bunun sonucunda B2 kolonunun taşıdığı döşeme alanı büyümüştür.



Şekil 6.38. E4 Kolonunun 7 katlı yapı planlarına göre x ve y doğrultusunda moment değişimi

Şekilde görüldüğü gibi E4 kolonuna gelen momentler X yönünde referans Plan 1 ile karşılaştırıldığında E4 kolonunda Plan 2’de %14, Plan 3’te %26 ve Plan 4’de %30 artışla 36,7 kN’luk moment değerine ulaşmıştır. Y yönünde de referans plan olan Plan 1’de moment değeri 193,3 kN iken, Plan 2’de %45 artışla 280,1 kN, Plan 3’te %118 artışla 422,6 kN ve Plan 4’de %120 artışla 424,3 kN olmuştur. Bu artışın en büyük sebebi E4 kolonuna oluşan düzensizliklerden (kiriş ve döşeme süreksizliği) dolaydır. Kolona bağlanan kiriş sayısı ve uzunluğunun değişmesi, kaldırılan kirişlerden dolayı oluşan büyük döşeme tabliyelerinin yüklendiği kirişlere yükleme durumunun değişmesinden dolayı yük kapasitesinde önemli değişiklikler olmuştur. Plan 1’de E4 kolonu 4 taraftan kirişle bağlanmasına rağmen, Plan 4’de aynı kolon yalnız X yönünde bir kiriş kaldırılmış ancak Y yönünde iki kiriş mevcuttur. Bununla birlikte X yönündeki 5/D-E aksındaki kiriş kaldırılarak 2,5 m yukarıdaki 4/D-E aksına taşınmıştır. Bunun sonucunda E4 kolonunun taşıdığı döşeme alanı büyümüştür.



Şekil 6.39. F2 Kolonunun 7 katlı yapı planlarına göre x ve y doğrultusunda moment değişimi

Şekilde görüldüğü gibi F2 kolonuna gelen momentler X yönünde referans Plan 1 ile karşılaştırıldığında F2 kolonunda Plan 2’de %27, Plan 3’te %34 ve Plan 4’de %46 artışla 48,4 kN’luk moment değerine ulaşmıştır. Y yönünde de referans plan olan Plan 1’de moment değeri 176,9 kN iken, Plan 2’de %46 artışla 259,6 kN, Plan 3’te %122 artışla 393,3 kN ve Plan 4’de %125 artışla 399 kN olmuştur. Bu artışın en büyük sebebi F2 kolonuna oluşan düzensizliklerden (kiriş ve döşeme süreksizliği) dolayıdır. Kolona bağlanan kiriş sayısı ve uzunluğunun değişmesi, kaldırılan kirişlerden dolayı oluşan büyük döşeme tabliyelerinin yüklendiği kirişlere yükleme durumunun değişmesinden dolayı yük kapasitesinde önemli değişiklikler olmuştur. Plan 1’de F2 kolonu 3 taraftan kirişle bağlanmasına rağmen, Plan 4’de aynı kolona Y yönünde 1,5m uzunluğunda konsol kirişi bağlanmıştır. Bununla birlikte X yönündeki 5/B-C aksındaki kiriş kaldırılarak 2,5 m yukarıdaki 4/B-C aksına taşınmıştır. Bunun sonucunda F2 kolonunun taşıdığı döşeme alanı büyümüştür.

BÖLÜM 7. SONUÇLAR VE DEĞERLENDİRMELER

“Betonarme yapılarda kiriş süreksizliğinin yapısal davranışa etkisinin irdelenmesi” adlı tez çalışmasında, plan üzerinde taşıyıcı sistem yerleri değiştirilerek 4 farklı plan ve her biri 3, 5, 7 katlı betonarme yapı sistemi, dolayısıyla 12 farklı yapı incelenmiştir. İnceleme yapılan planların 3, 5 katlı modellerinde ve Plan 1’in 7 katlı modelinde kare kesitli kolonlar için 50/50 cm, dikdörtgen kesitli kolonlar 30/60 cm ve kiriş boyutları 25/50 cm olarak seçilmiştir. Plan 2’nin 7 katlı modelinde kare kesitli kolonlar 50/50 cm, dikdörtgen kesitli kolonlar 30/70 cm ve kiriş boyutları 25/60 cm olmuştur. Plan 3 ve Plan 4’ün 7 katlı modellerinde taşıyıcı sistem boyutları büyütülerek kare kesitli kolonlar için 60/60 cm, dikdörtgen kesitli kolonlar 30/90 cm ve kiriş boyutları 25/65 cm seçilmiştir.

İncelenen planlarda, birinci derece deprem bölgesi olduğu, Z4 sınıfı elverişsiz zemin olduğu ve kullanım amacının konut veya işyeri olduğu kabul edilmiştir. Planlarda oluşan düzensizlikler sonucunda meydana gelen kesme kuvveti, eksenel kuvvet ve moment dağılımları incelenmiş ve toplam yatay yer değişmeler araştırılmıştır. Bunun sonucu ortaya çıkan sonuçlar aşağıda verilmiştir.

Bu çalışmada seçilen kolonların taşıyıcı sistemdeki yerleri; yapının köşelerinden bir aks içindeki kenar akslarından ve orta akslardan seçilmiştir.

Yapılan analiz sonucunda; planlarda seçilen kolonlar 3 ve 5 katlı planlarda 30/60 cm, 7 katlı planlarda ise referans plan olan Plan 1’de aynı olarak 30/60 cm, Plan 2’de 30/70cm, Plan 3 ve Plan 4’de 30/90 cm olmaktadır. 5 kat ve daha az katlı yapılarda düzensizlikler taşıyıcı sistem boyutlarına çok etki etmese de, kat sayısı arttıkça can güvenliğini sağlamak için taşıyıcı sistemleri büyötmek zorunda kalınmıştır.

Düzensizlik olan planlarda kat sayısı arttıkça sistemin eleman boyutları can güvenliğinin sağlanabilmesi için büyütülmek zorunda kalınmıştır.

Oluşturulan düzensizliklerle birlikte döşeme alanı ve kalınlığı arttığı için bu döşemeyi taşıyacak olan kirişlerin de boyutları büyütülmek zorunda kalınmıştır. Boyutları ve yükleri artan bu kiriş ve döşemeleri taşıyacak olan kolonlarda önemli derecede normal kuvvet, kesme kuvveti ve eğilme momenti değerlerinde artışlar oluşmuştur. Bu durumda referans plandaki aynı kolon boyutları ile bu yüklerin taşınması mümkün olmamıştır. Bunların sonucu olarak düzensiz planlarda can güvenliği performans düzeyini sağlama bilmek için daha rijit ve daha ağır bir yapı olmuştur. Ayrıca bu sonuçlar beton ve donatı metrajlarında ciddi artışlar oluşturacağı için hem güven hem de maliyet açısından riskler oluşmuştur.

Kolonların kaldırılarak düzensizlikler oluşturulması sonucunda 10 m açıklığında kirişler oluşmuştur. Bu kirişlere gelen yüklerden dolayı büyük deplasmanlar meydana gelmiştir. Bu deplasmanları karşılayabilmek için kiriş boyutları ve içindeki donatı miktarları arttırılmak zorunda kalınmıştır.

7 katlı binaların periyotları incelendiğinde referans planın periyodu 0,70 sn'dir. Plan 3'e baktığımızda ise periyodun 0,75 sn'ye çıktığı görülmüştür. Ancak düzensiz planlardaki can güvenliği şartını sağlamak için yukarıda bahsedilen kesit büyütülmeleri yapılmasaydı periyot değerlerinde büyük artışların olacağı öngörülebilir.

Köşelerden bir aks içerdeki kenar aksta bulunan B2 kolonunun aldığı kesme kuvveti referans planın 3 katlı modeli ve 7 katlı modeli arasında X doğrultusunda %29, Y doğrultusunda %60 artış göstermiştir. Düzensizlik arttıkça kolonlara gelen kesme kuvveti de artmıştır. Kesme kuvveti Plan 4'ün 3 katlı modeli ve 7 katlı modeli arasında X doğrultusunda %143, Y doğrultusunda %71 artış göstermiştir. Moment değerleri

referans planda X doğrultusunda %124, Y doğrultusunda %149'lara ulaşmıştır. Yine en çok Plan 4'de X doğrultusunda %277, Y yönünde ise %119'lara ulaşmıştır.

Orta akslardan seçilen E4 kolonunun aldığı kesme kuvveti referans planın 3 katlı modeli ve 7 katlı modeli arasında X doğrultusunda %22, Y doğrultusunda %42 artış göstermiştir. Düzensizlik arttıkça kolonlara gelen kesme kuvveti de artmıştır. Kesme kuvveti Plan 4'ün 3 katlı modeli ve 7 katlı modeli arasında X doğrultusunda %151, y doğrultusunda %87 artış göstermiştir. Moment değerleri referans planda X doğrultusunda %135, Y doğrultusunda %122'lere ulaşmıştır. Yine en çok Plan 4'de X doğrultusunda %76, Y yönünde ise %216'lara ulaşmıştır.

Köşelerden bir aks içerdeki kenar aksta bulunan F2 kolonunun aldığı kesme kuvveti referans planın 3 katlı modeli ve 7 katlı modeli arasında X doğrultusunda %159, y doğrultusunda %55 artış göstermiştir. Düzensizlik arttıkça kolonlara gelen kesme kuvveti de artmıştır. Kesme kuvveti Plan 4'ün 3 katlı modeli ve 7 katlı modeli arasında X doğrultusunda %206, Y doğrultusunda %148 artış göstermiştir. Moment değerleri referans planda X doğrultusunda %28, Y doğrultusunda %143'lere ulaşmıştır. Yine en çok Plan 4'de X doğrultusunda %92, Y yönünde ise %227'lere ulaşmıştır.

Yapıların toplam yatay yer değiştirmelerine baktığımızda; plan üzerinde kolon-kiriş yerleşimi farklı ve her biri 3, 5, 7 katlı olan 4 plan tipinde kolon-kiriş yerlerinin değişmesi sonucunda, zemin katta X yönünde oluşan yatay yerdeğiştirmelerin taşıyıcı sistemde düzenli bir yerleşime sahip olan Plan 1 ve yapı düzensizleşerek en fazla yerdeğiştirmeni Plan 4 yapmıştır. Ayrıca kat sayısının artması sonucunda en az yerdeğiştirme 3 katlı planlarda ve en fazla yerdeğiştirme 7 katlı planlarda görülmektedir. Bunun sonucu olarak; Kolon-kiriş yerlerinin değişmesi ile düzensizlik atılarak toplam yatay yerdeğiştirmeler buna bağlı olarak arttığı gibi, kat sayı arttıkça da yatay yerdeğiştirmeler artmıştır.

Sonuç olarak; Taşıyıcı elemanların plandaki yerleşimi ve kat sayısının kesme kuvveti dağılımına ve moment değişimine etkili olduğu görülmektedir. Kesme kuvvetinin planların dış cephesinde ve köşelerden bir aks içeri kenar akslarında olan kolonlarda daha fazla olduğu görülmektedir. Toplam yatay yerdeğiştirmelerin her iki yönde; taşıyıcı sistemi düzensiz olan planlarda daha fazla olduğu ve aynı planların kat sayısı arttıkça yerdeğiştirmelerinde arttığı görülmektedir.

Taşıyıcı sistemlerin süreksizliklerinin simetrik olmaması sonucunda; toplam yatay yerdeğiştirmeler farklılık göstermiştir ve en büyük deplasmanlar planlara simetrik olmayarak yerleştirilen süreksizliklerden meydana gelmiştir.

Planlarda yatay taşıyıcı olan kirişlerin kaldırılması sonucunda; kirişlerin rijitleştirici etkisinden yararlanılmadığı durumlarda sistemde iç kuvvetlerde değişimler meydana gelmiştir.

Bu tez çalışması göstermiştir ki kiriş düzensizliği bulunan yapılar, düzenli yapılara göre yük taşıma kapasitesi ve güvenliği açısından yetersiz kalmaktadır. Aynı yükleri taşıya bilmek için daha büyük kesitlere ve daha fazla donatıya ihtiyaç duymaktadır. Ayrıca taşıyıcı elemanlarda oluşan kesit zorları da daha büyük deyerlere ulaşmaktadır. Bütün bu farklılıklar yapı maliyetlerinin artması açısından önemli sıkıntılar doğurmaktadır.

Taşıyıcı sistem oluştururken düşey taşıyıcı elemanların eksenleri ola bildiğince düzgün olmalıdır. Kolonlar temele kadar kesintisiz devam edip, düşey yükleri en kısa yoldan temele aktarmalıdır. Deprem etkisinin en fazla at katlarda olduğundan dolayı ani rijitlik değişimlerinden kaçınılmalıdır. Taşıyıcı sistemlerin planda simetrik düzenlenmesi, deprem sırasında oluşan etkileri önemli ölçüde azaltır.

KAYNAKLAR

- [1] Özyurt Z., Kanıcı M., “Betonarme Yapılarda A2 Türü Düzensizliği Üzerine Parametrik Bir İnceleme”, Yüksek Lisans Tezi, SAÜ Kütüphanesi, Sakarya, 2006.
- [2] Öztürk T., Yılmaz T., “Betonarme Yapılarda Taşıyıcı Sistem ve Donatı Düzenleme İlkeleri”, Yüksek Lisans Tezi, İTÜ Kütüphanesi, İstanbul, 2006.
- [3] Özlü B., Çok katlı betonarme binalarda taşıyıcı sistem türlerinin davranışlarının incelenmesi, İstanbul Teknik Üniversitesi, İstanbul 2015.
- [4] Özden, K. Kumbasar, N. Sariaçalı, Betonarme Yüksek Yapılar, İstanbul Teknik Üniversitesi, İstanbul 1991.
- [5] Drostov, P. F. & Lishak, V. I. Spatial Rigidity & Stability of Tall Buildings of Different Structural Schemes, Central Research and Design Institute for Dwellings, Moskova 1978.
- [6] Wang Y., Lessons learnt from building damages in the Wenchuan earthquake-seismic concept design of buildings [J]. Journal of Building Structures 2008.
- [7] Deprem Bölgelerinde Yapılacak Binalar Hakkında Yönetmelik (D.B.Y.B.H.Y), Bayındırlık ve İskan Bakanlığı, Ankara 2007.
- [8] Stafford B. and Couls A. Tall Building Structure / Analysis & Design 1991.
- [9] Atımtay, E., Çerçeve ve Perdeli Betonarme Sistemlerin Tasarımı, Bizim Büro Basımevi, Ankara 2001.
- [10] Wilson E.L., Three Dimensional Dynamic Analysis of Structures: with Emphasis on Earthquake Engineering, Computers and Structures Inc. 1997.
- [11] Güler K. , Altan M. , Gülsoy İ. , Betonarme Tüp Sistem Yapılarda Çevre Kiriş Rijitliği ve Beton Dayanımının Yapı Yatay Yük Davranışına Etkisi, 5. Ulusal Deprem Mühendisliği. Konferansı, İstanbul 2003.
- [12] Celep Z. ve Kumbasar N., Deprem Mühendisliğine Giriş ve Depreme Dayanıklı Yapı Tasarımı, Beta Yayıncılık, İstanbul, 2004.

- [13] Bal. E. ve Özdemir Z. The Adverse Effects of Perimeter Frame Discontinuity on Earthquake Response of RC Buildings, Seventh International Congress on Advances in Civil Engineering, October 11-13, 2006, Yıldız Technical University, Istanbul 2006.
- [14] Cansev B.Y., Mevcut bir trafo yapısının deprem performansı ve bu performansın geliştirilmesine yönelik müdahalelerin irdelenmesi, İstanbul Teknik Üniversitesi, İstanbul 2015.
- [15] Gülay, G. Betonarme binaların deprem güvenliğini etkileyen parametreler, TMMOB İnşaat Mühendisleri Odası, İstanbul 2010.

ÖZGEÇMİŞ

Elchin Bashirli 20.04.1992 tarihinde Azerbaycan Cümhuriyeti Qebele Şehri Tüntül Köyünde doğmuştur. 1998 - 2009 yıllarında köy okulunda okumuştur. 2010 yılında Mingeçevir Politeknik Enstitüsü Kara Ulaşım Araçları Mühendisliği bölümünü kazanmış. 2014 yılında aynı Üniversiteden mezun olmuştur. 2015 yılında Sakarya Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü İnşaat Mühendisliği Ana Bilim Dalında yüksek lisans programına başlamış ve halen öğrenimine devam etmektedir.