



T.C.
NİĞDE ÖMER HALİSDEMİR ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
İNŞAAT MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

ÇOK KATLI BETONARME YAPILARDA TAŞIYICI SİSTEMİN ETKİSİ

MUSTAFA KAHRAMANER

Temmuz 2019

T.C.
NİĞDE ÖMER HALİSDEMİR ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
İNŞAAT MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

ÇOK KATLI BETONARME YAPILARDA TAŞIYICI SİSTEMİN ETKİSİ

MUSTAFA KAHRAMANER

Yüksek Lisans Tezi

Danışman

Prof. Dr. Hakan ERDEM

Temmuz 2019

Mustafa KAHRAMANER tarafından **Prof. Dr. Hakan ERDEM** danışmanlığında hazırlanan “**Çok Katlı Betonarme Yapılarda Taşıyıcı Sistemin Etkisi**” adlı bu çalışma jürimiz tarafından Niğde Ömer Halisdemir Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü **İnşaat Mühendisliği** Ana Bilim Dalı’nda Yüksek Lisans tezi olarak kabul edilmiştir.

Başkan : Prof. Dr. Hakan ERDEM, Niğde Ömer Halisdemir Üniversitesi

Üye : Doç. Dr. Ersin AYDIN, Niğde Ömer Halisdemir Üniversitesi

Üye : Doç. Dr. Baki ÖZTÜRK, Hacettepe Üniversitesi

ONAY:

Bu tez, Fen Bilimleri Enstitüsü Yönetim Kurulunca belirlenmiş olan yukarıdaki jüri üyeleri tarafından/....../20.... tarihinde uygun görülmüş ve Enstitü Yönetim Kurulu’nun/....../20.... tarih ve sayılı kararıyla kabul edilmiştir.

...../...../20...

Doç. Dr. Murat BARUT
MÜDÜR

TEZ BİLDİRİMİ

Tez içindeki bütün bilgilerin bilimsel ve akademik kurallar çerçevesinde elde edilerek sunulduğunu, ayrıca tez yazım kurallarına uygun olarak hazırlanan bu çalışmada bana ait olmayan her türlü ifade ve bilginin kaynağına eksiksiz atıf yapıldığını bildiririm.

Mustafa KAHRAMANER



ÖZET

ÇOK KATLI BETONARME YAPILARDA TAŞIYICI SİSTEMİN ETKİSİ

KAHRAMANER, Mustafa
Niğde Ömer Halisdemir Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı

Danışman : Prof. Dr. Hakan ERDEM

Temmuz 2019, 95 sayfa

Bir yapının üzerine etkiyen çeşitli yükleri belirli bir performans seviyesinde taşıyabilmesi hayati bir öneme sahiptir. Yapının davranışını etkileyen en önemli parametrelerden birisi sahip olduğu taşıyıcı sistemdir. Yönetmelikler yapı mühendisine nasıl sağlıklı bir taşıyıcı sistem yapılır onu anlatmaktadır.

Tez çalışmasına aynı mimari plan için 6 farklı taşıyıcı sistem seçilerek başlandı. İlk bölümde her bir taşıyıcı sistem ayrı ayrı olacak şekilde döşeme bakımından plak, nervür ve kaset döşeme tipleri olarak modellendi. Aynı eksantirisite ve rijitliğe sahip aynı taşıyıcı sistemin, üç farklı döşeme tipinde modellendiği hesap sonuçları karşılaştırıldı. 6 durumun hepsinde 3 döşeme tipi için toplam 18 model incelendi.

İkinci bölümde ise plak döşeme tipi, nervür döşeme tipi ve kaset döşeme tipleri için kendi içlerinde 6 farklı taşıyıcı sistem sonucu karşılaştırıldı. Analizlerde STA4CAD paket programı kullanılarak yapının her iki doğrultuda birinci periyotları, kat kütle merkezlerinin deplasmanları, yapısal düzensizliklerden burulma, yumuşak kat ve zayıf kat düzensizlikleri, kolon ve kirişlerde oluşan kuvvetlerdeki değişim ve yapı maliyeti elde edildi ve sonuçlar karşılaştırıldı. Son olarak bütün sonuçlar karşılaştırılarak döşeme tipi seçimi ve taşıyıcı sistem tasarımı konularında çıkarımlarda bulunuldu.

Anahtar Sözcükler: Betonarme yapılar, yapısal düzensizlikler, taşıyıcı sistem, kalıp planı.

SUMMARY

THE EFFECT OF LOAD CARRYING SYSTEM IN MULTI-STOREY REINFORCED CONCRETE STRUCTURES

KAHRAMANER, Mustafa

Nigde Omer Halisdemir University

Graduate School of Natural and Applied Sciences

Department of Civil Engineering

Supervisor : Professor Dr. Hakan ERDEM

June 2019, 95 pages

Carrying the applied loads on a specified performance scale is vital for a structure. One of the main factors affecting the behavior of the structure is the load carrying system. Indeed, regulations tell how a safe load carrying system must be constmated.

In the study, solution and sectioning calculations are performed according to 2018 Turkey Building Earthquake Regulation and TS500 Concrete Building Design and Build Regulations and the loads for the structures are taken from TS 498 Loads Calculation Values on the Dimensioning of Structural Elements.

In the second chapter, 6 different load carrying system results are compared for plate, waffle slab flooring types. First period of the structure at two directions, displacement of the floor center of gravity, torsion due to structural irregularities, soft and weak floor irregularities, change of the forces in columns and beams and structure cost are obtained by using STA4CAD software and the results are compared. Finally, implications on the subject of flooring type selection and load carrying system design are found by comparing the results.

Keywords: Reinforced concrete structures, structural irregularities, structural system, formwork plan

ÖNSÖZ

Yüksek lisans tezi boyunca bilgi ve deneyimleri ile bana her konuda destek olan değerli tez danışmanım Prof. Dr. Hakan ERDEM'e teşekkürü bir borç bilirim. Ayrıca bu güne kadar üzerimde emeği olan bütün hocalarımı saygıyla hatırlıyorum. Son olarak da bana her şartta destek olan ve güvenen, aileme minnettarım.



İÇİNDEKİLER

ÖZET	iv
SUMMARY	v
ÖN SÖZ	vi
İÇİNDEKİLER	vii
ÇİZELGELER DİZİNİ	ix
ŞEKİLLER DİZİNİ	xii
SİMGE VE KISALTMALAR	xv
BÖLÜM I GİRİŞ	1
BÖLÜM II ÇOK KATLI BETONARME YAPILARDA TAŞIYICI SİSTEM.....	3
2.1 Taşıyıcı Sistem.....	3
2.2 Taşıyıcı Sistem Elemanları ve Görevleri	3
2.3 Taşıyıcı Sistem Seçiminin Önemi.....	4
2.4 Taşıyıcı Sistem Türleri.....	5
2.5 Taşıyıcı Sistem Tasarımında Dikkat Edilmesi Gereken Hususlar	5
2.6 Taşıyıcı Sistemin Sahip Olması Gereken Özellikler	8
2.7 Doğru Taşıyıcı Sistem Seçimini Engelleyen Etkenler.....	13
BÖLÜM III YAPISAL DÜZENSİZLİKLER VE TBDY2018'E GÖRE DEPREM HESABI.....	15
3.1 Deprem Etkisi Altında Yapısal Düzensizlikler.....	15
3.1.1 Planda düzensizlik durumları	15
3.1.1.1 A1 burulma düzensizliği	15
3.1.1.2 A2 döşeme süreksizlikleri	16
3.1.1.3 A3 planda çıkıntılar bulunması	17
3.1.2 Düşeyde düzensizlik durumları	18
3.1.2.1 B1 Komşu katlar arası dayanım düzensizliği (zayıf kat)	18
3.1.2.2 B2 komşu katlar arası rijitlik düzensizliği (yumuşak kat).....	19
3.1.2.3 B3 taşıyıcı sistemin düşey elemanlarının süreksizliği.....	21
3.2 Türkiye Bina Deprem Yönetmeliği 2018'e Göre Deprem Hesabı	23
BÖLÜM IV TAŞIYICI SİSTEMİ AYNI OLAN YAPILARDA DÖŞEME TİPİ FARKLILIKLARININ YAPISAL SONUÇLARA ETKİLERİ	24

4.1 Durum1 Taşıyıcı Sistemi İçin Farklı Döşeme Tiplerinin Karşılaştırılması.....	26
4.2 Durum2 Taşıyıcı Sistemi İçin Farklı Döşeme Tiplerinin Karşılaştırılması.....	34
4.3 Durum3 Taşıyıcı Sistemi İçin Farklı Döşeme Tiplerinin Karşılaştırılması.....	39
4.4 Durum4 Taşıyıcı Sistemi İçin Farklı Döşeme Tiplerinin Karşılaştırılması.....	44
4.5 Durum5 Taşıyıcı Sistemi İçin Farklı Döşeme Tiplerinin Karşılaştırılması.....	49
4.6 Durum6 Taşıyıcı Sistemi İçin Farklı Döşeme Tiplerinin Karşılaştırılması.....	54
BÖLÜM V FARKLI DÖŞEME TIPLERİ İÇİN TAŞIYICI SİSTEM SEÇİMİNİN	
ETKİLERİ	60
5.1 Plak Döşeme için Taşıyıcı Sistem Seçiminin Etkilerinin Karşılaştırılması.....	64
5.2 Nervür Döşeme için Taşıyıcı Sistem Seçiminin Etkilerinin Karşılaştırılması	69
5.3 Kaset Döşeme için Taşıyıcı Sistem Seçiminin Etkilerinin Karşılaştırılması.....	74
BÖLÜM VI SONUÇLAR	79
KAYNAKLAR	83
EKLER -STA4CAD PROGRAMI İLE ANALİZ	85
ÖZ GEÇMİŞ	95

ÇİZELGELER DİZİNİ

Çizelge 3.1. Eşdeğer deprem yükü yönteminin uygulanabileceği binalar.....	20
Çizelge 4.1. Durum 1 seçeneği için toplam atalet momentleri, kütle ve rijitlik merkezi koordinatları ile yapı toplam ağırlığı.....	28
Çizelge 4.2. Durum 1 seçeneği için 9-10-11-12 yükleme kombinasyonlarında 6.kat diyaframının yerdeğiştirmeye ve dönme değerleri.....	30
Çizelge 4.3. Durum 1 KZ27 kirişi için V-M değerleri.....	32
Çizelge 4.4. Durum 1 SZ17 kolonu için N-M ve As değerleri.....	32
Çizelge 4.5. Durum 1 için toplam maliyet.....	33
Çizelge 4.6. Durum 2 seçeneği için toplam atalet momentleri, kütle ve rijitlik merkezi koordinatları ile yapı toplam ağırlığı.....	34
Çizelge 4.7. Durum 2 seçeneği için 9-10-11-12 yükleme kombinasyonlarında 6.kat diyaframının yerdeğiştirmeye ve dönme değerleri.....	36
Çizelge 4.8. Durum 2 KZ27 kirişi için V-M değerleri.....	38
Çizelge 4.9. Durum 2 SZ17 kolonu için N-M ve As değerleri.....	38
Çizelge 4.10. Durum 2 için toplam maliyet.....	38
Çizelge 4.11. Durum 3 seçeneği için toplam atalet momentleri, kütle ve rijitlik merkezi koordinatları ile yapı toplam ağırlığı.....	39
Çizelge 4.12. Durum 3 seçeneği için 9-10-11-12 yükleme kombinasyonlarında 6.kat diyaframının yer değiştirmeye ve dönme değerleri.....	42
Çizelge 4.13. Durum 3 KZ27 kirişi için V-M değerleri.....	43
Çizelge 4.14. Durum 3 SZ17 kolonu için N-M ve As değerleri.....	43
Çizelge 4.16. Durum 3 için toplam maliyet.....	44
Çizelge 4.17. Durum 4 seçeneği için toplam atalet momentleri, kütle ve rijitlik merkezi koordinatları ile yapı toplam ağırlığı.....	45
Çizelge 4.18. Durum 4 seçeneği için 9-10-11-12 yükleme kombinasyonlarında 6.kat diyaframının yer değiştirmeye ve dönme değerleri.....	47
Çizelge 4.19. Durum 4 KZ27 kirişi için V-M değerleri.....	48
Çizelge 4.20. Durum 4 SZ17 kolonu için N-M ve As değerleri.....	48
Çizelge 4.21. Durum 4 için toplam maliyet.....	49

Çizelge 4.22. Durum 5 seçeneği için toplam atalet momentleri, kütle ve rijitlik merkezi koordinatları ile yapı toplam ağırlığı	50
Çizelge 4.23. Durum 5 seçeneği için 9-10-11-12 yükleme kombinasyonlarında 6.kat diyaframının yer değiştirme ve dönme değerleri.....	52
Çizelge 4.24. Durum 5 KZ27 kirişi için V-M değerleri	53
Çizelge 4.25. Durum 5 SZ17 kolonu için N-M ve As değerleri.....	53
Çizelge 4.26. Durum 5 için toplam maliyet.....	54
Çizelge 4.27. Durum 6 seçeneği için toplam atalet momentleri, kütle ve rijitlik merkezi koordinatları ile yapı toplam ağırlığı	55
Çizelge 4.28. Durum 6 seçeneği için 9-10-11-12 yükleme kombinasyonlarında 6.kat diyaframının yer değiştirme ve dönme değerleri.....	57
Çizelge 4.29. Durum 6 KZ27 kirişi için V-M değerleri	58
Çizelge 4.30. Durum 6 SZ17 kolonu için N-M ve As değerleri.....	58
Çizelge 4.31. Durum 6 için toplam maliyet.....	59
Çizelge 5.1. Plak durumlar için toplam atalet momentleri, kütle ve rijitlik merkezi koordinatları ve yapı toplam ağırlığı	64
Çizelge 5.2. Plak durumlar için 9, 10, 11, 12 yükleme kombinasyonlarında 6.kat diyaframının yer değiştirme ve dönme değerleri.....	66
Çizelge 5.3. KZ27 kirişine ait moment ve kesme kuvvetleri.....	68
Çizelge 5.4. SZ17 kolonu için N-M ve As değerleri	68
Çizelge 5.5. Plak durumları toplam maliyet karşılaştırması.....	69
Çizelge 5.6. Nervür durumlar için toplam atalet momentleri, kütle ve rijitlik merkezi koordinatları ve yapı toplam ağırlığı	69
Çizelge 5.7. Nervür durumlar için 9, 10, 11, 12 yükleme kombinasyonlarında 6.kat diyaframının yer değiştirme ve dönme değerleri.....	71
Çizelge 5.8. KZ27 kirişine ait moment ve kesme kuvvetleri.....	73
Çizelge 5.9. SZ17 kolonu için N-M ve As değerleri	73
Çizelge 5.10. Nervür durumları toplam maliyet karşılaştırması.....	73
Çizelge 5.11. Kaset durumlar için toplam atalet momentleri, kütle ve rijitlik merkezi koordinatları ve yapı toplam ağırlığı	74
Çizelge 5.12. Kaset durumlar için 9, 10, 11, 12 yükleme kombinasyonlarında 6.kat diyaframının yer değiştirme ve dönme değerleri.....	76
Çizelge 5.13. KZ27 kirişine ait moment ve kesme kuvveti sonuçları	77
Çizelge 5.14. SZ17 kolonu için N-M ve As değerleri	77

Çizelge 5.15. Kaset durumları toplam maliyet karşılaştırması..... 78



ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 2.1. Taşıyıcı sistemi oluşturan elemanlar	3
Şekil 2.2. Mimari tasarıma uymaya çalışan inşaat mühendisinin kalıp planı modellemesi (Sta4Cad).....	4
Şekil 2.3. Planda düzensizlik durumlarında yapılabilecek çözümler	7
Şekil 2.4. Kötü taşıyıcı sistem seçimine örnek	8
Şekil 2.5. Yeterli rijitlik için uygun perde yerleşimlerine örnekler	9
Şekil 2.6. Süneklik düzeyinin belirlenmesi	11
Şekil 3.1. A1 burulma düzensizliği.....	16
Şekil 3.2. Rijit ve esnek diyafram çalışması.....	16
Şekil 3.3. A2 türü düzensizlik durumu	17
Şekil 3.4. A3 türü düzensizlik durumu	18
Şekil 3.5. B1 düzensizliğinde izlenecek yol	19
Şekil 3.6. Yumuşak kat ve zayıf kat düzensizliğin bulunduğu yapı örneği.....	21
Şekil 3.7. Süreksiz düşey elemanlı taşıyıcı sistem.....	21
Şekil 3.8. Kolonun iki ucundan mesnetli bir kirişe oturması durumunu	22
Şekil 3.9. Üst katlarda perdelerin altta kolonlara oturması durumu	22
Şekil 3.10. Perdelerin kirişe oturma durumu	23
Şekil 4.1. Durum1'e ait kat planı.....	26
Şekil 4.2. Durum1'e ait plak döşeme kalıp planı.....	26
Şekil 4.3. Durum1'e ait nervür döşeme kalıp planı	27
Şekil 4.4. Durum1'e ait kaset döşeme kalıp planı	27
Şekil 4.5. Durum1 taşıyıcı sistem için yapı periyodu kıyaslaması	28
Şekil 4.6. Durum 1 seçeneği için x ve y yönü deprem yükü	29
Şekil 4.6. STA4CAD programı kat diyafram kabulleri	30
Şekil 4.7. Durum 1 seçeneği için düzensizlik durumları	31
Şekil 4.8. Durum 2'ye ait kat planı.....	34
Şekil 4.9. Durum2 taşıyıcı sistem için yapı periyodu kıyaslaması	35
Şekil 4.10. Durum 2 seçeneği için x ve y yönü deprem yükü	36
Şekil 4.11. Durum 2 seçeneği için düzensizlik durumları	37
Şekil 4.12. Durum 3'e ait kat planı.....	39

Şekil 4.13. Durum 3 taşıyıcı sistem için yapı periyodu kıyaslaması	40
Şekil 4.14. Durum 3 seçeneği için x ve y yönü deprem yükü	41
Şekil 4.15. Durum 3 seçeneği için düzensizlik durumları	42
Şekil 4.16. Durum 4'e ait kat planı	44
Şekil 4.17. Durum 4 taşıyıcı sistem için yapı periyodu kıyaslaması	45
Şekil 4.18. Durum 4 seçeneği için x ve y yönü deprem yükü	46
Şekil 4.19. Durum 4 seçeneği için düzensizlik durumları	47
Şekil 4.20. Durum 5'e ait kat planı	49
Şekil 4.21. Durum5 taşıyıcı sistem için yapı periyodu kıyaslaması	50
Şekil 4.22. Durum 5 seçeneği için x ve y yönü deprem yükü	51
Şekil 4.23. Durum 5 seçeneği için düzensizlik durumları	52
Şekil 4.24. Durum 6'ya ait kat planı	54
Şekil 4.25. Durum 6 taşıyıcı sistem için yapı periyodu kıyaslaması	55
Şekil 4.26. Durum 6 seçeneği için x ve y yönü deprem yükü	56
Şekil 4.27. Durum 6 seçeneği için düzensizlik durumları	57
Şekil 5.1. Durum 1 için mimari kat planı	61
Şekil 5.2. Durum 1 için plak döşeme kalıp planı	61
Şekil 5.3. Durum 2 için mimari kat planı	62
Şekil 5.4. Durum 3 için mimari kat planı	62
Şekil 5.5. Durum 4 için mimari kat planı	63
Şekil 5.6. Durum 5 için mimari kat planı	63
Şekil 5.7. Durum 6 için mimari kat planı	64
Şekil 5.8. Plak durumlar için periyotlar	65
Şekil 5.9. Plak durumları için x ve y yönü deprem yükleri	66
Şekil 5.10. Plak durumlar için düzensizlik katsayıları	67
Şekil 5.11. Nervür durumlar için periyotlar	70
Şekil 5.12. Nervür durumları için x ve y yönü deprem yükleri	71
Şekil 5.13. Nervür durumlar için düzensizlik katsayıları	72
Şekil 5.14. Kaset durumlar için periyotlar	74
Şekil 5.15. Kaset durumları için x ve y yönü deprem yükleri	75
Şekil 5.16. Kaset durumlar için düzensizlik katsayıları	76
Şekil 7.1. STA4CAD programında yapı modellemesi örnekleri	85
Şekil 7.2 Kat yerdeğiştirmelerinin gösterimi(STA4CAD)	86
Şekil 7.3. Perde ve kolonlarda eksantrisite	87

Şekil 7.4. Kayma deformasyonu ve rijitlik bölgeleri.....	87
Şekil 7.5. STA4CAD programı arayüzü.....	88
Şekil 7.6. Yapı modelleme örneği	90
Şekil 7.7. STA4CAD programı arayüzü.....	91
Şekil 7.8. STA4CAD programı yapı bilgi giriş ekranı	91



SİMGE VE KISALTMALAR

Simgeler	Açıklama
A_c	Kolon veya perdenin brüt kesit alanı
A_o	Etkin yer ivmesi
$\sum A_{kn}$	Değerlendirmenin yapıldığı doğrultudaki uzunluğunun kalınlığına oranı 40'dan küçük olan ve pencere ve kapı boşlukları oranı % 5'i geçmeyen kritik kattaki dolgu duvarların plandaki toplam alanı
A_p	Kritik kat alanı
A_{sh}	Enine donatı aralığı boyunca, perdede veya kolon uç bölgesindeki tüm etriye ve çirozların enkesit alanlarının dikkate alınan b_k 'ya dik eksendeki izdüşümleri toplamı
b_k	Birbirine dik yatay eksenlerin her biri için, perde veya kolon uç bölgesi çekirdeğinin enkesiti
b_w	Kiriş gövdesi eni
d	Kolon veya kirişin yararlı yüksekliği
E_{cm}	Mevcut beton dayanımına göre hesaplanan elastisite modülü
$(EI)_e$	Çatlamış kesitin etkin eğilme rijitliği
$(EI)_o$	Çatlamamış kesitin etkin eğilme rijitliği
f_{cm}	Mevcut betonun basınç dayanımı değeri
f_{ctm}	Mevcut betonun çekme dayanımı değeri
f_k	Yığma duvar karakteristik basınç dayanımı
f_{vko}	Eksenel gerilmenin bulunmadığı durumdaki karakteristik kesme dayanımı
f_{ywm}	Mevcut enine donatının akma dayanımı değeri
f_{ym}	Mevcut boyuna donatının akma dayanımı değeri
h_{ji}	Belirlenen i'inci katta j'inci perde ya da kolonun yüksekliği
H_N	Binanın toplam yükseklik değeri
H_w	Zemin kat döşemesinden ya da temel üstünden ölçülen toplam perde yükseklik değeri
I	Yapı önem katsayısı

ℓ_w	Bağ kirişli perde parçası veya perdenin plandaki uzunluk değeri
m	RBTE-2013'te etki/kapasite oranı değeri
$m_{sınır}$	RBTE-2013'te etki/kapasite oranı sınır değeri
M_A	Artık moment kapasitesi
M_D	Düşey yük altında oluşan moment
M_E	Deprem yükü altında oluşan moment
M_R	Moment kapasitesi
N	Binanın zemin seviyesi üstündeki kat adedi
n_b	Katın burulma düzensizlik katsayısı
n_{bi}	i'inci kattaki burulma düzensizlik katsayısı
N_D	Deprem hesabındaki toplam kütlelerle uyumlu düşey yükler altında perde veya kolonda oluşan eksenel kuvvet
N_K	Eksenel kuvvet
ρ	Çekme kuvvetini karşılayan donatı oranı
ρ'	Basınç kuvvetini alan donatı oranı
ρ_b	Dengeli kırılan kesitin donatı oranı
Q_i	Kata etkiyen deprem kuvveti
$q_{(emn)}$	Zemin emniyet gerilmesi
T_A, T_B	Spektrum karakteristik periyotları
R_a	Deprem yük azaltma katsayısı
r	TDY-2007'de etki/kapasite oranı değeri
r_s	TDY-2007'de etki/kapasite oranı sınır değeri
s	Enine donatının aralık değeri
V_e	Perde, kiriş ve kolonlarda dikkate alınan tasarım kesme kuvveti
V_r	Perde, kiriş ve kolon kesitinin kesme dayanım değeri
V_t	Toplam eşdeğer deprem yükü
Yetersiz ΣV_e	Burulma dahil yetersiz kapasiteli duvarlara gelen toplam kesme kuvveti
Yetersiz $\Sigma V_e/Q_i$	Burulma dahil yetersiz dayanımlı duvarların kat kesme kuvvetine katkısı
α_s	Perdelerin tabanındaki kesme kuvvetleri toplamının, yapının tabanında meydana gelen toplam kesme kuvvetine oranı
ϵ_s	Donatı çeliği birim şekildeğiştirmesi
λ	Eşdeğer deprem yük azaltma katsayısı değeri

δ	Etkili kata ait görelî kat ötelemesi
δ_{ji}	Belirlenen i 'inci katta j 'inci perde ya da kolonun alt ve üst uçları arasında yer değiştirme farkı olarak hesaplanan kata ait görelî kat ötelemesi
(δ/h)	Etkili kata ait görelî kat ötelemesi oranı
$(\delta/h)_{sınır}$	Etkili kata ait görelî kat ötelemesi oranı sınır değeri

Kısaltmalar

Açıklama

BH	Belirgin Hasar
BKS	Bina Kullanım Sınıfı
BYS	Bina Yükseklik Sınıfı
DD-1	Deprem Düzeyi-1, Spektral Büyüklüklerin 50 Yılda Aşılma İhtimali %2 ve Buna Karşılık Gelen Yinelenme Aralığının 2475 Yıl Olduğu Çok Seyrek Deprem Hareketi
DD-2	Deprem Düzeyi-2, Spektral Büyüklüklerin 50 Yılda Aşılma İhtimali %10 ve Buna Karşılık Gelen Yinelenme Aralığının 475 Yıl Olduğu Seyrek Deprem Hareketi
DD-3	Deprem Düzeyi-3, Spektral Büyüklüklerin 50 Yılda Aşılma İhtimali %50 ve Buna Karşılık Gelen Yinelenme Aralığının 72 Yıl Olduğu Sık Deprem Hareketi
DD-4	Deprem Düzeyi-4, Spektral Büyüklüklerin 50 Yılda Aşılma İhtimali %68 (30 Yılda Aşılma Olasılığı %50) ve Buna Karşılık Gelen Yinelenme Aralığının 43 Yıl Olduğu Çok Sık Deprem Hareketi
DGT	Dayanıma Göre Tasarım
DTS	Deprem Tasarım Sınıfı
EKO	TDY-2018'de Etki/Kapasite Oranı
$(EKO)_i$	TDY-2018'de i Kolonunda Hesap Edilen Etki/Kapasite Oranı
GB	Göçme Bölgesi
GÇ	Göçme Sınırı
GÖ	Göçme Öncesi Hasar/Göçme Öncesi Hasar Sınırı
GV	Güvenlik Sınırı
IH	İleri Hasar

MH	Minimum Hasar
MN	Minimum Hasar Sınırı
KH	Kontrollü Hasar/Kontrollü Hasar Sınırı
KK	Kesintisiz Kullanım
NÇŞM-2014	Niğde Çevre ve Şehircilik İl Müdürlüğü Altyapı ve Kentsel Dönüşüm Şube Müdürlüğü Arşivi-2014
RBTE-2013	Riskli Yapıların Tespit Edilmesine İlişkin Esaslar-2013
RBDP-2013	Risky Building Detection Principles-2013
SH	Sınırlı Hasar / Sınırlı Hasar Sınırı
ŞGDT	Şekildeğiştirmeye Göre Değerlendirme ve Tasarım
TDY-2007	Türk Deprem Yönetmeliği-2007
TDY-2018	Türk Deprem Yönetmeliği-2018
TER-2007	Turkish Earthquake Regulation-2007
TER-2018	Turkish Earthquake Regulation-2018

BÖLÜM I

GİRİŞ

Betonarme yapılar, kullanılan malzemenin temininin kolay ve ekonomik olması nedeniyle Türkiye’de yaygın olarak kullanılmaktadır. Diğer yapılar gibi betonarme yapılarda kendisine etkiyen sabit, hareketli, toprak, ısı, rüzgar ve deprem gibi kuvvetleri güvenle taşıyabilmelidir. Kolon, perde, kiriş ve döşemeler yapının taşıyıcı sistemini oluşturur. Depreme dayanıklı taşıyıcı sistem tasarımı ilkeleri doğrultusunda oluşturulan taşıyıcı sistem yapının davranışını olumlu etkileyecektir. Hatalı taşıyıcı sistem seçiminin sonucu güvenlik ihtiyacından uzak bir yapı oluşacak ve olası deprem ertesinde felaketle karşılaşılacaktır. Ülkemiz yaşadığı deprem tecrübelerinde yanlış taşıyıcı sistem seçiminin nelere yol açabileceğini acı şekilde öğrenmiştir (Erken, 2012). Yapı Mühendisi kendi tecrübesini de projesine yansıtarak öncelikle yönetmeliklere uygun şekilde taşıyıcı sistem tasarımını yapmalı mimar, müteahhit isteklerini ise minimum seviyede tutmaya çalışmalıdır.

Taşıyıcı sistem üzerinde farklı parametrelerin etkilerini inceleyen çalışmalar literatürde mevcuttur. Bu çalışmalardan bazılarında perdelerin yerleşim düzeninin yapı davranışına etkileri kuvvetler, deplasmanlar, düzensizlikler vd. bazı parametreler için incelenmiştir (Erken (2012), Kasap vd. (2015), Kaya ve Özbay (2019), Mert vd. (2018), Öztürk vd. (2017). Bunun dışında farklı taşıyıcı sistemlerle oluşturulan yüksek katlı binaların deprem davranışları karşılaştırılmıştır (Döndüren ve Karaduman (2010), Hazım ve Göğüş (2013).

Bu çalışmada, öncelikle aynı mimari proje için altı farklı taşıyıcı sistem seçimi yapılmıştır. Birinci durumda $\Sigma k_x = \Sigma k_y$ ve $e_x=e_y=0$; ikinci durumda $\Sigma 2k_x = \Sigma k_y$ ve $e_x=e_y=0$; üçüncü durumda $\Sigma k_x = \Sigma 2k_y$ ve $e_x=e_y=0$; dördüncü durumda $\Sigma k_x = \Sigma k_y$ ve $e_x \neq 0, e_y = 0$; beşinci durumda $\Sigma k_x = \Sigma k_y$ ve $e_x=0, e_y \neq 0$; altıncı durumda $\Sigma k_x = \Sigma k_y$ ve $e_x \neq 0, e_y \neq 0$ seçilmiştir. Bu taşıyıcı sistemler sırasıyla durum1, durum2, durum3, durum4, durum5 ve durum 6 olarak isimlendirilmiştir. Daha sonra birinci aşamada her durum kendi içinde üç farklı döşeme tipi için (plak, nervür ve kaset döşeme tipi) periyot değerleri, kütle ve rijitlik merkezi koordinatları, yapı ağırlıkları, deprem kuvvetleri, kat kütle merkezlerinin deplasmanları, yapı düzensizlikleri ve yapı

maliyetlerinin karşılaştırması yapılmıştır. Ayrıca 3 aksı üzerinde E-G aks aralığında bulunan 25cm/50cm boyutlarında ki kiriş ve 2-C aksında bulunan 60cm/30cm boyutlarında ki kolon için moment, kesme kuvveti ve eksenel kuvvet karşılaştırması da yapılmıştır. İkinci aşamada ise altı farklı durum taşıyıcı sistemleri farklı durum döşeme tipleriyle karşılaştırılmıştır. Analizlerde STA4CAD paket programı kullanılarak hesaplamalar yapılmıştır.

Bu tez çalışmasında özömlenme ve kesit hesapları, Türkiye Bina Deprem Yönetmeliği 2018, TS500 Betonarme Yapıların Tasarım ve Yapım Kuralları standardına göre yapılmış olup yapılar için kullanılan yükler, TS 498 Yapı Elemanlarının Boyutlandırılmasında Alınacak Yüklerin Hesap Değerleri standardına göre yapılmıştır.



BÖLÜM II

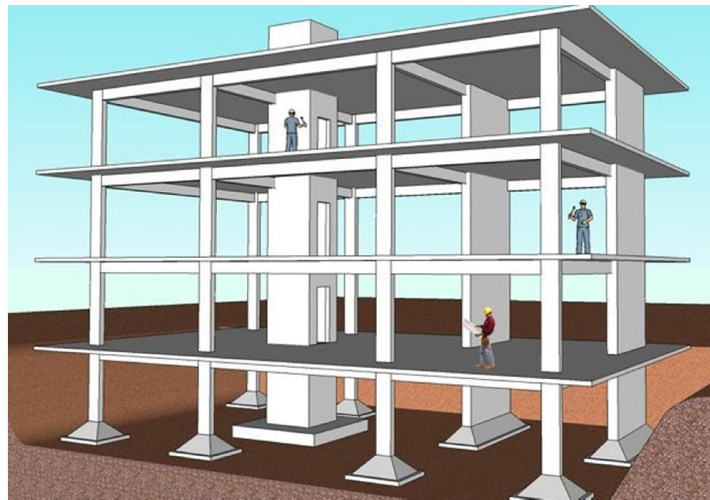
ÇOK KATLI BETONARME YAPILARDA TAŞIYICI SİSTEM

2.1 Taşıyıcı Sistem

Bir yapı ömrü boyunca çok çeşitli yükler etkisi altında kalır. Normal şartlarda bir yapıya önce zati ağırlığı denilen kendi ağırlığı ve kullanım süresince buna ilave olarak hareketli yükler etkir. Yapı ömrü süresince yapıya deprem, rüzgar yüklerinin de etkimesi mümkündür. Bütün bu yüklerin güvenle zemine aktarılabilmesini sağlayan kolon, kiriş, perde ve döşemelerden meydana gelen iskelet yapıya taşıyıcı sistem denir.

2.2 Taşıyıcı Sistem Elemanları ve Görevleri

Taşıyıcı sistem elemanları döşeme, kiriş, kolon, perde ve temellerdir. Döşeme üzerine etki eden bütün yatay ve düşey yükleri kirişlere aktarma görevi olan betonarme elemanlara verilen addır. Kiriş üzerine etki eden yükleri(döşeme yükü, duvar yükü , kendi zati yükü) bağlandıkları kolonlara aktarmakla görevli olan betonarme elemanlardır. Kolon veya perde, kirişlerden gelen düşey yükleri ve olası yatay yükleri güvenli bir şekilde bir alt katta ki kolona aktaran betonarme elemanlara verilen addır. Yükler kolonlar ile temele güvenli bir şekilde ulaştırılır. Temel en alt katta ki kolonların oturduğu ve görevi bütün yükü zemine aktarmak olan betonarme elemana verilen addır.

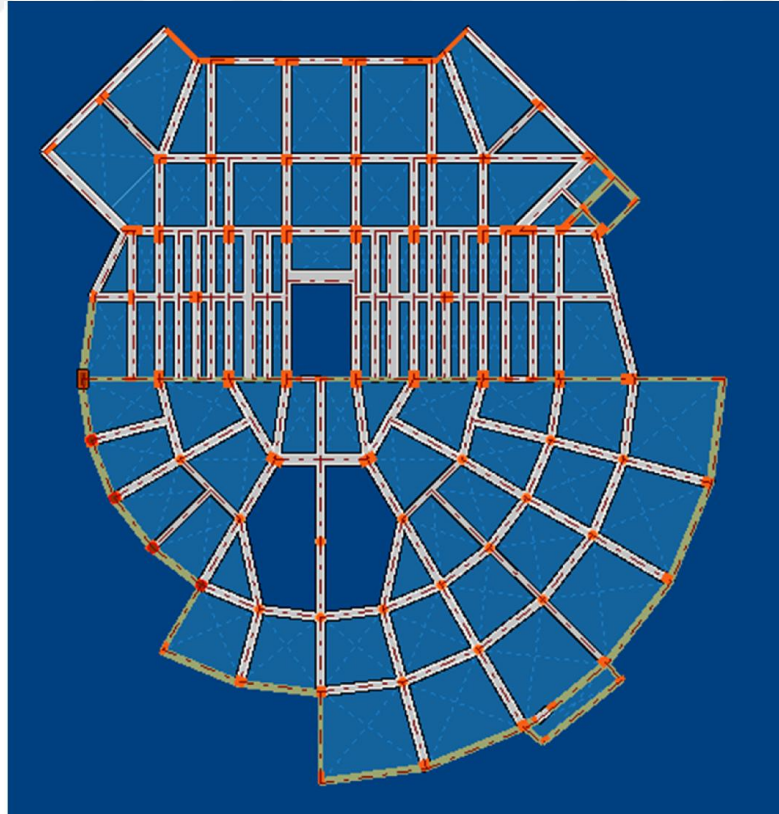


Şekil 2.1. Taşıyıcı sistemi oluşturan elemanlar (URL1)

2.3 Taşıyıcı Sistem Seçiminin Önemi

Taşıyıcı sistemler yapının yıkılmadan ayakta kalmasını sağlayan iskelet sistemlerdir. Taşıyıcı sistem tasarımında asıl hedef mevcut yükün en kısa yoldan olabildiğince sade bir şekilde zemine aktarabilmektir. Bu aktarım sırasında da döşemeler kirişlere oturmalı, kirişler de kolonlara oturmalı ve yük doğrudan temele gitmelidir (Topçu, 2019).

Uygulama aşamasında bazı kısıtlamalar nedeniyle istenilen tasarım yapılamamaktadır. Mimari yapıya ilişkin ilk mimari tasarımında yapı mühendisi ile çoğu zaman görüşmemekte, daha sonra inşaat mühendisi yapılan mimari tasarıma uygun taşıyıcı sistem geliştirmek zorunda kalmaktadır. Böylece ilk andan itibaren yanlış taşıyıcı sistem tasarımına adım atılmış olunmaktadır. Taşıyıcı sistemin yanlış tasarımı bütün hesapları olumsuz etkilemektedir. Betonarme taşıyıcı sistem seçiminde ekonomik, estetik ve güvenlik birlikte gözönüne alınmalıdır. Bunlar içinde en önemlisi emniyettir (Topçu, 2019).



Şekil 2.2. Mimari tasarıma uymaya çalışan inşaat mühendisinin kalıp planı modellemesi (Sta4Cad)

2.4 Taşıyıcı Sistem Türleri

Taşıyıcı sistemler sınıflara ayrılmıştır (Doğangün, 2018). Çerçevesel sistemler, perde duvarlı sistemler, eğik elemanlı çerçevesel sistemler, boşluklu perde duvarlı sistemler, perde duvarlı-çerçevesel sistemler, taban izolasyonlu sistemler ve tüp sistemler olarak sınıflandırılabilirler.

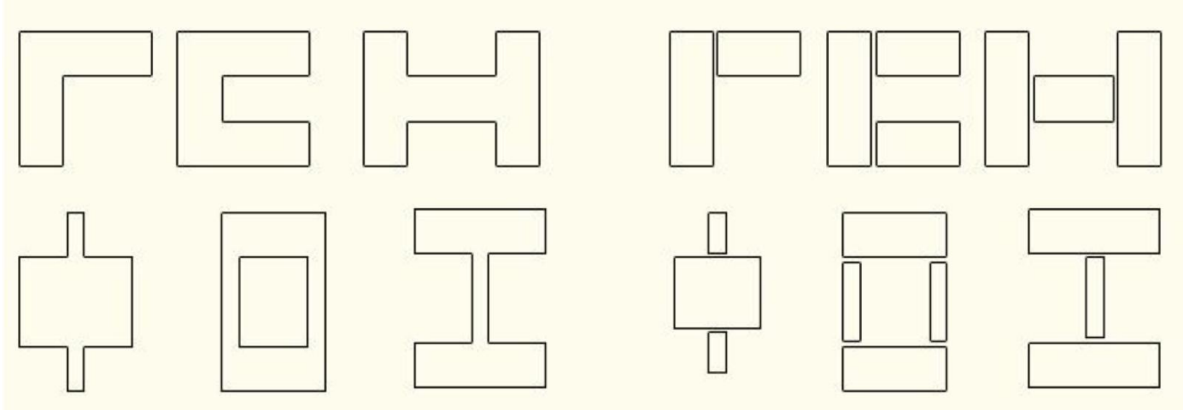
- **Çerçevesel sistemler:** Kolon, kiriş ve döşemenin betonu birlikte dökülür. Diğer sistemlere göre daha ekonomik olduğundan uygulamada çerçevesel sistemler genellikle tercih edilmektedir. Dünya da kullanılan bu sistemler depremde en çok hasar gören sistemlerdendir.
- **Perde duvarlı sistemler:** Düşey taşıyıcı elemanlar perde duvarlardır. Perde duvarların depremde elastik enerjiyi tüketme güçleri çerçevesel yapıların enerji tüketme güçlerinden daha fazla olur.
- **Eğik elemanlı çerçevesel sistemler:** eğik elemanların dahil olduğu çerçevesel sistem şekline denir.
- **Boşluklu perde duvarlı sistemler:** Bu sistemlerde perde duvarlarda mimari sebeplerden ötürü pencere, kapı boşlukları açılması oluşmaktadır.
- **Perde duvarlı-çerçevesel sistemler:** Bu sistemlerde kat adedi arttıkça perdelerin deprem yükünü almakta payı azalırken çerçeveler daha büyük pay almaktadır.
- **Taban izolasyonlu sistemler:** Taban izolasyonlu yapılarda çeşitli izolatörler kullanılarak depremden dolayı meydana gelen yer hareketi olumlu yönde değiştirilerek yapıya aktarılır.
- **Tüp sistemler:** Yapının dış duvarları, cephede sık değiştirilmiş kolonların bir dikdörtgen ızgara oluşturacak şekilde rijit olarak kirişlere bağlanması ile oluşmaktadır. Bu sistemlerde kolonlar birbirine yakınlığından çok açıklıklı kirişler daha az olmaktadır. Dolayısıyla yapılacak bina kat sayısı arttıkça bu sistemlerin kullanılması göz önünde bulundurulmalıdır.

2.5 Taşıyıcı Sistem Tasarımında Dikkat Edilmesi Gereken Hususlar

Ülkemizde karşılaşılan deprem hasarlarının çoğunun sebebi taşıyıcı sistem seçiminde yapılan hatalardır. Bundan kaçınmanın öncelikli yolu TBDY2018'de bahsedilen

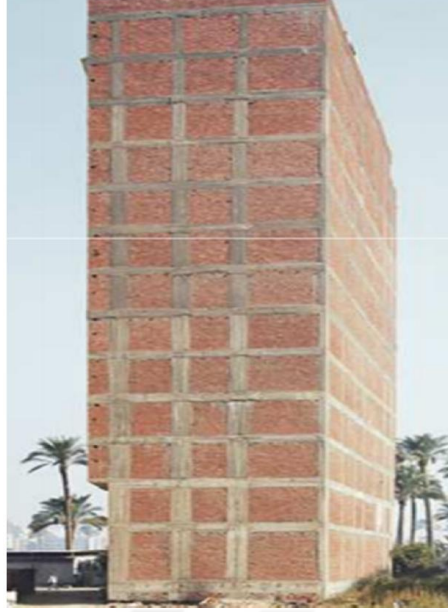
düzensizliklerden kaçınmaktır. Tasarım aşamasında yapılması ve yapılmaması gerekenler aşağıda verildiği gibi özetlenebilir;

- Öncelikle tasarım olabildiğince sade ve basit olmalıdır.
- Taşıyıcı sistem olabildiğince simetrik ve düzenli seçilmelidir. Bu sayede kütle-rijitlik merkezi çakışmasından dolayı ilave dış merkezlik oluşmaz.
- Depremde çarpışma ihtimalini göz önüne alarak derz yapımına dikkat edilmelidir.
- Deprem anında kimi yapısal elemanların dayanımlarının tükenmesi ihtimaline karşı hiperstatiklik davranışı olabildiğince güçlü kılmalıyız ki yedek elemanlar devreye girebilsin.
- Deprem doğrultusunun hangi yönde etki edeceği bilinmediğinden her iki doğrultuda eşit rijitliklerde eleman seçiminde bulunulmalıdır. Burulma rijitliğini artırmak için rijitliği ve dayanımı yüksek elemanları planın çevresine yerleştirmeye çalışılmalıdır.
- Yapının yeterli rijitlikte olmasının yanı sıra yeterli süneklikte de olması gerekir. Deprem yönetmeliğinin uygulama esaslarına göre sünek tasarıma da önem verilmesi gerekir.
- Döşemelerin deprem yükünü düşey yapı elemanlarına aktarabilmesi için yeterli rijitlikte olması gerekir. Bunun için büyük boşluklardan kaçınılmalı, düşük döşeme tercih edilmemelidir.
- Döşemeler kirişlere oturmalı kirişler en kısa yoldan kolonlara saplanmalıdır. Kirişlerin yüklerini başka bir kiriş vasıtasıyla kolona aktarmasından kaçınılmalıdır. Kirişler kolonlara yakın noktalardan da saplanmamalı doğrudan kolonlara bağlanmalıdır. Birleşim noktaları mümkün olduğunca orta noktalardan olmalı kenar saptamalarından da kaçınılmalıdır.
- Taşıyıcı sistemde kolonlar tasarlanırken guseden ve L,T,Z vb. kesitlerden kaçınılmalı, dikdörtgen ve dairesel kesitli kolon öncelikle tercih edilmelidir. Alttan ve üstten kesik kolon/perde asla kullanılmamalı, kirişlere konsollara kolon/perde asla oturtulmamakla birlikte perde kesiti temelden çatıya kadar sabit kalmalıdır. Üst kolon-alt kolon aksları elden geldiğince çakıştırılmalı, kolon kesiti ani olarak fazla değişmemelidir. Kolon kesit tipi yapı yüksekliğince aynı kalmalı, kısa kolon oluşumu önlenmeye çalışılmalıdır.



Şekil 2.3. Planda düzensizlik durumlarında yapılabilecek çözümler (Celep ve Kumbasar, 2004)

- Taşıyıcı sistemde kirişler mümkün olduğunca aks boyunca sürekli olmalı, kiriş kesiti açıklıktan-açıklığa değişmemeli ve ters kirişten kaçınılmalıdır. Konsol kirişlerin yapı içinde devamı olmalı, sadece kolona bağlı kolonlardan kaçınılmalıdır. Saplaması olan kiriş başka bir kirişe saplanmamalıdır. Kiriş-kolon aksı elden geldiğince çakıştırılmalı ve yastık kirişten kaçınılmalıdır. Kat planında ki bütün kirişlerin yüksekliğinin aynı olması uygulama kolaylığı açısından önemlidir.
- Taşıyıcı sistemde döşemeler tasarlanırken yeterli kalınlıkta olmalıdır. Döşemeye yarım duvar oturtulması halinde duvar ağırlığının döşeme hareketli yüküne eklenmesi gerekir. Merdiven yükü sahanlık döşemesi kenarına çizgisel yük olarak aktarılmalı, büyük açıklıklı balkon ve saçak döşemeleri kirişli düzenlenmelidir. Büyük boşlukları olan döşemeler biraz daha kalın yapılmalı ve boşluk kenarlarına konstrüktüf donatılar konulmalıdır. Kirişsiz, dişli, asmolen ve düşük döşemeden kaçınılmalı, kaçınılamıyorsa deprem perdeleri düzenlenmelidir.



Şekil 2.4. Kötü taşıyıcı sistem seçimine örnek (Topçu, 2019)

2.6 Taşıyıcı Sistemin Sahip Olması Gereken Özellikler

Oluşturulacak taşıyıcı sistem dayanım, rijitlik, süneklik, kararlılık, sönüm ve uyum parametrelerinin hepsini yeterlilikle karşılayabilmelidir (Doğangün 2018).

Yeterli dayanım: Eleman bazında değerlendirme yapıldığında dayanım, elemanın kendisine etkiyen kesit tesirlerini taşıma gücünü aşmadan taşıyabilmesidir. Taşıyıcı sistem bazında bakıldığında üzerine etkiyen bütün yüklere karşı direnmesidir. Yeterli dayanım için taşıyıcı eleman boyutlarının kendilerine etkiyen iç kuvvetleri karşılayacak şekilde boyutlandırılması gerekir. Kolonların kirişlerden daha güçlü olması gerekmektedir.

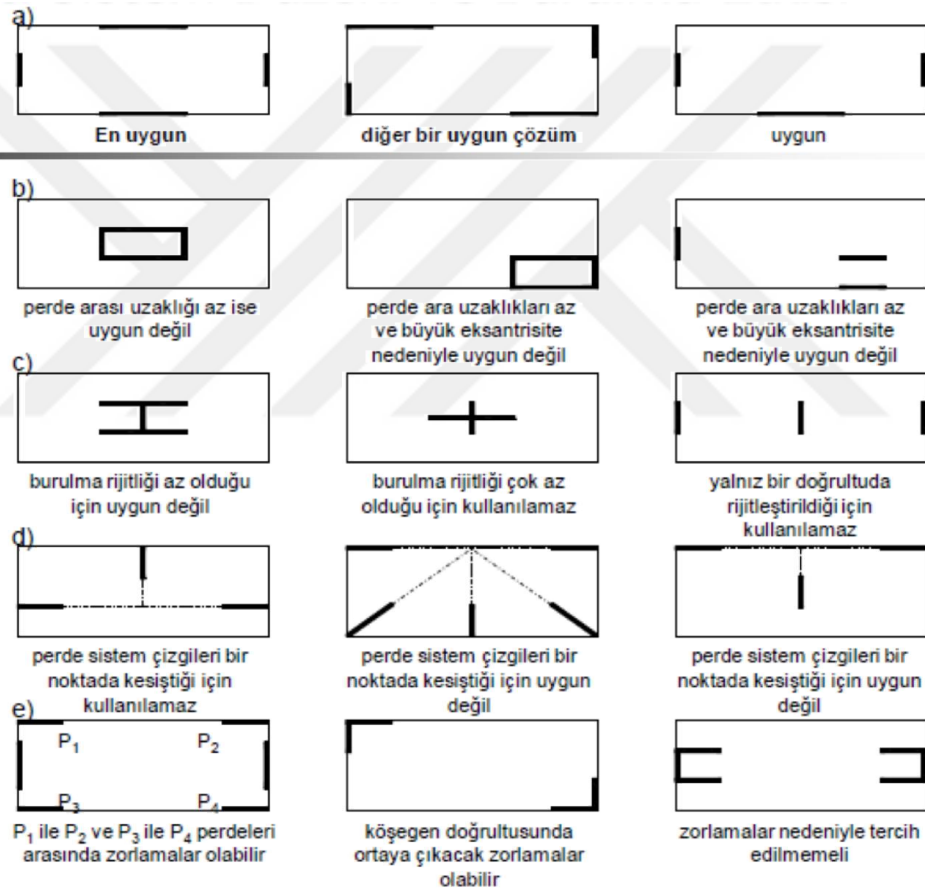
Yeterli rijitlik: Rijitlik cismin şekil değiştirmeye karşı direnci olarak tanımlanabilir.

Yeterince rijit yapı oluşturulması şekil değiştirme sonucu oluşan ikinci mertebe etkilerini azaltacaktır. Deprem Yönetmeliğine göre yatay yükler altında rijitliğin en önemli kriteri toplam yer değiştirme yerine bir katın altındaki kata göre yapmış olduğu görelî öteleme miktarıdır.

Rijitlik yapı periyodunu değiştirmesi yönüyle de ayrı öneme sahiptir. Yapı kütlesi sabit kalmak şartıyla rijitlik arttıkça periyot azalmaktadır.

$$T_n = 2\pi\sqrt{m/k} \quad (2.1)$$

Taşıyıcı sistemde yeterli rijitlik için her iki doğrultuda en az ikişer adet perde bulundurulmalı, eleman yüksekliklerinin mümkün olduğunca küçük tutulması, düşey taşıyıcı eleman boyutlarının mümkün olduğunca büyük tutulması ve malzeme kalitesinin artırılması gerekir.



Şekil 2.5. Yeterli rijitlik için uygun perde yerleşimlerine örnekler (Gülay 2010)

Yeterli kararlılık: Yapının denge konumunu bozmadan koruyabilmesi ve herhangi bir düşey veya yanal yüklenme durumunda stabil olarak kalabilmesi gerekir. Kararlı yapı aynı zaman da rijit bir yapıdır. Yanal ötelenmeleri minimuma indirilmiş bir yapı daha kararlı bir yapı davranışı gösterir.

TBDY2018 de kararlılıkla ilgili problemin oluşum kaynağı olarak İkinci Mertebe Etkileri tarif edilmiş ve bazı sınır değerler verilmiştir.

$$\theta_i = \frac{(\Delta i)_{ort} \sum_{j=1}^N w_j}{V_i h_i} \quad (2.2)$$

$(\Delta i)_{ort}$ i'inci kattaki kolon ve perdelerde hesaplanan azaltılmış görelî kat ötelemelerinin kat içinde ki ortalama değerini, w_j binanın j'inci katının, hareketli yük katılım katsayısı kullanılarak hesaplanan ağırlığını, V_i göz önüne alınan deprem doğrultusunda binanın i'inci katına etki eden kat kesme kuvvetini, h_i binanın i'inci katının kat yüksekliğini göstermektedir.

Bütün katlar için hesaplanan (θ_i)'lerin maksimum değerinin aşağıda verilen koşulu sağlaması gerekmektedir.

$$\theta_{i_{max}} \leq 0,12 \frac{D}{C_h R} \quad (2.3)$$

Burada ki ifadeler TBDY2018'de tanımlanmış olup, R taşıyıcı sistem davranış katsayısını, D dayanım fazlalığı katsayısını C_h ise ampirik olarak tanımlanan bir katsayı değeridir. Betonarme binalarda $C_h = 0.5$ 'dir.

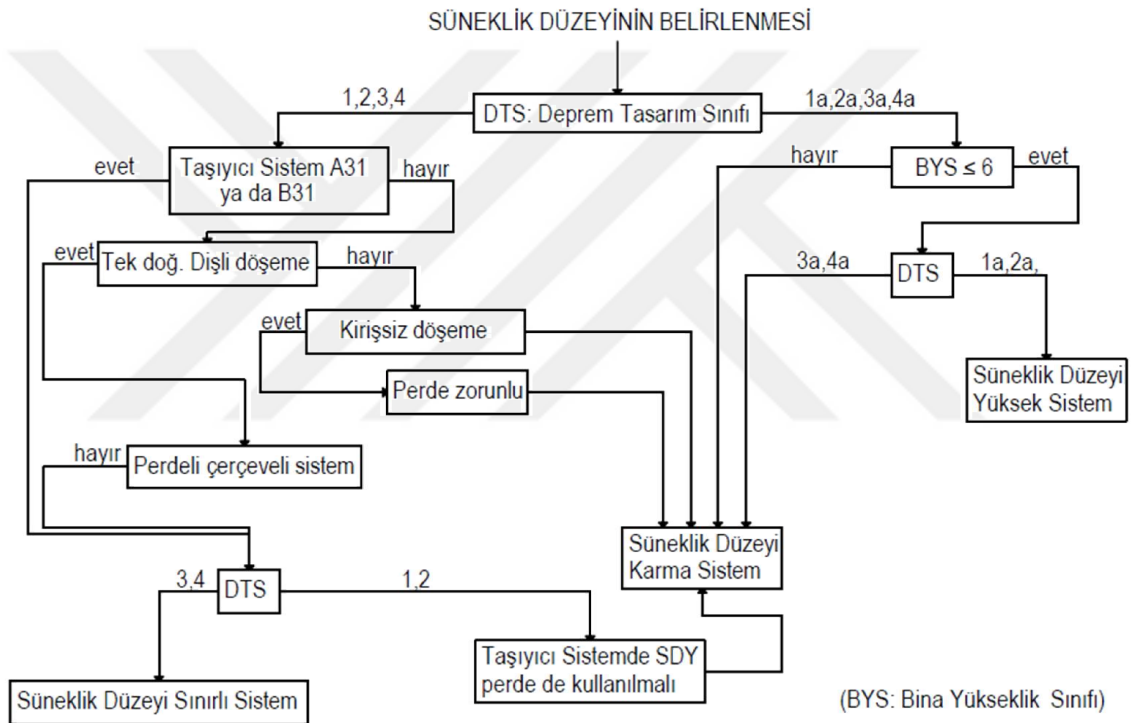
Kararlılık için düşey taşıyıcı elemanların sayısını mümkün olduğunca fazla tutmak, düşey taşıyıcı eleman boylarını mümkün olduğunca kısa yapmak ve düşey taşıyıcı elemanların boyutlarında cömert davranmak gerekir.

Yeterli süneklik: Süneklik bir malzemede, bir kesitte, bir elemanda veya bir taşıyıcı sistemde karşımıza çıkabilir. Hepsi içinde benzer tanımlamalar yapılabilir. Süneklik tekrarlı yükler altında incelenen elemanın taşıma gücünde bir azalma olmadan o yükü taşıyabilmesidir ve bunu yaparken şekil değiştirmelerin oluşması sonucu enerjinin yutulmasıdır.

Süneklik düzeyine göre taşıyıcı sistemler TBDY2018’de

- Süneklik düzeyi yüksek sistemler
- Süneklik düzeyi sınırlı sistemler
- Süneklik düzeyi karma sistemler olarak belirtilmiştir.

Süneklik düzeyinin nasıl seçilmesi gerektiği TBDY2018’de belirtilmiştir. Süneklik düzey seçimi zeminin depremselliğine, bina yüksekliğine, döşeme sistem tipine ve taşıyıcı sistemde perde bulunup bulunmadığına göre değişmektedir.



Şekil 2.6. Süneklik düzeyinin belirlenmesi (Doğangün, 2018)

Süneklik düzeyinin belirlenmesi ile bir taşıyıcı sistem davranış katsayısı R değeri bulunur (Şekil 2.6). R katsayısı hesap sonucu bulunan deprem kuvvetine bölünür ve yapılacak hesaplamalarda deprem kuvveti olarak bu son sonuç kullanılır. Eğer süneklik düzeyi sınırlı sistemi seçilirse süneklik düzeyi yüksek sisteme göre daha fazla deprem yükü yapıya etkir. Bu da daha büyük kesitte düşey taşıyıcı eleman seçimine neden olacaktır.

Süneklik düzeyinin yüksek olması durumunda ise hesaplamada daha az değer deprem kuvveti kullanılacaktır. Hesap edilen bu son deprem kuvveti daha küçük boyutlarda çözüm getirecek ve ekonomik olacaktır. Ama burada unutulmaması gereken bir nokta vardır. Süneklik düzeyinin yüksek seçilmesi beraberinde kapasite tasarım ilkelerini getirmekte bunun sonucunda da ilave hesaplamalar sonucu mükemmel bir demir işçiliği gerekmektedir.

Yeterli süneklik için başlıca;

- Kapasite tasarım ilkelerine uymak
- Kaliteli malzeme kullanmak
- Narin elemandan kaçınmak
- Kolon aksenal yüklerini mümkün olduğunca az tutmak
- Güçlü kolon zayıf kiriş prensibine uygun hareket etmek
- Plastik mafsallarda etriye sıklaştırması yapmak
- Boyuna donatıların ankrajına özen göstermek
- Deprem Yönetmeliğinde belirtilen konstrüktif şartlara uymaya özen göstermek

gerekir.

Yeterli uyum: Uyum bir malzemede, bir kesitte, bir elemanda veya bir taşıyıcı sistemde karşımıza çıkabilir. Uyum herhangi bir zorlama veya yükleme altında elemanların birbirlerine yardım etmesidir.

Betonarme bir elemanda beton ve donatı arasında eğer kenetlenme yeteri derecede yapılabilmiş ise burada gerilme alışverişi olabilmekte çok zorlanan eleman kendi gerilmesini kenetlendiği diğer elemana devir edebilmektedir.

Taşıyıcı sistem için örneğin bir kolon taşıma gücüne erişir ve ezilmeye başlarsa artan deformasyonla yükler daha az zorlanan komşu kolonlara aktarılabilir. Böyle bir durumda sistemin hiperstatik olması ve bu yükü aktarabilecek kapasitede kiriş ve döşemelerin varlığından bahsetmek gerekir. Yeterli uyuma sahip olan bir taşıyıcı sistemin hiperstatik olarak tasarlanması gerekmektedir.

Yeterli sönüm: Yatay yüklemeler altında yapının rölatif yer değiştirmelerinin sınırlı düzeyde tutulması veya sıfırlanması gerekir.

Sönüm için plastik Şekil değiştirme özelliği yüksek olan malzemelerin kullanılması ve sünek tasarım ilkelerine sadık kalarak doğal sönümün oluşmasını beklenir. Ayrıca mekanik sönüm elemanları kullanarak mevcut yapıya dışardan müdahale etmek suretiyle sönüm özelliğini artırılabilir.

2.7 Doğru Taşıyıcı Sistem Seçimini Engelleyen Etkenler

Mimarlar: Estetik kaygılarla yapılan projeler inşaat mühendisini taşıyıcı sistem tasarımı konusunda istediğini yapabilmekten alıkoymaktadır. Geniş hacim oluşturma istekleri, büyük döşeme boşlukları, düşeyde eğik cephe görüntüsü, vb. sebeplerle gereken yere konulması gereken yatay ve düşey taşıyıcı eleman konulamamaktadır. Çoğu mimari projede perdelerle asansör çevresi haricinde yer bulunamamaktadır. Taşıyıcı sistem tasarımında mimar ile inşaat mühendisinin birlikte çalışması oldukça önemlidir. Ayrıca mimarlarında taşıyıcı sistem tasarımı konusunda daha bilinçli hareket etmeleri gerekmektedir.

Jeolojik Gerekeçler: Zemin heterojen bir yapıya sahip olabilmektedir. Deprem Yönetmeliği arsanın bulunduğu depremsellik bölgesine göre pek çok farklı deneyi zemin üzerine yapmamızı gerekli kılmaktadır. Taşıyıcı sistem yapıya ilişkin periyoda etki eden en önemli faktördür. Zemin periyodunun yapı periyodu ile çakışmaması gerekir. Bu durumda taşıyıcı sistemin değiştirilmesi gerekir.

Ekonomik Sebepler: Müteahhit tarafından inşa edilecek yapının zemin katı dükkânsa düşey taşıyıcı elemanlar mevcut yola dik istenmektedir. Bunun sonucunda düşey taşıyıcı elemanlar tek doğrultuda toplanmaktadır. Hedeflenen taşıyıcı sistem tasarımı gerçekteşmemektedir. Taşıyıcı sistem elemanlarının büyük seçilmesi durumunda malzeme, işçilik giderleri ve yapıya etkiyen deprem yükü artacaktır. Bu da istenilen tasarımın yapılmasını zora sokmaktadır.

İmar yönetmeliği: Zemin katta resmi çekme mesafeleri uygulandıktan sonra normal katta kapalı konsol yapma hakkının verilmesi çok fazla miktarda çıkmalı yapı

yapılmasına sebep vermektedir. İstenilen doğrultuda düşey taşıyıcı eleman yerleştirilememektedir. Zemin ve asma katta kat yüksekliğinin fazla yapılmasına imar yönetmeliği tarafından izin verilmektedir. Bütün bu izinler yapısal düzensizliklere sebep olmaktadır. Bu kısıtlamalarda istenilen taşıyıcı sistemin tasarlanmasını engellemektedir.



BÖLÜM III

YAPISAL DÜZENSİZLİKLER VE TBDY2018'E GÖRE DEPREM HESABI

Yapılar üzerine gelen sabit, hareketli yükler, rüzgar, toprak basıncı, su, ısı ve deprem kuvvetlerini güvenle taşıyacak biçimde tasarlanmalıdırlar. Tasarım aşamasında standart ve yönetmeliklere uygun hesap yapılması zorunludur. Bu bölümde deprem etkisi altında betonarme yapıların tasarımında yapılan hatalar sonucu ortaya çıkabilecek düzensizlikler ve deprem kuvveti hesabında kullanılan yöntemlerden bahsedilecektir (TBDY2018).

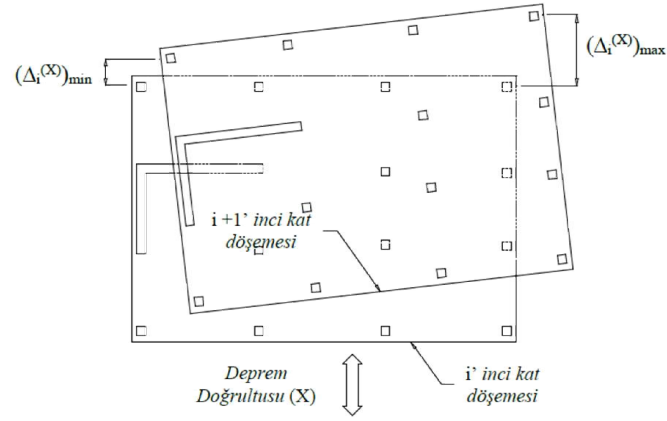
3.1 Deprem Etkisi Altında Yapısal Düzensizlikler

3.1.1 Planda düzensizlik durumları

3.1.1.1 A1 burulma düzensizliği

Birbirine dik iki deprem doğrultusunun her biri için, herhangi bir katta, en büyük görelî kat ötelemsinin (Δ_{imax}) o katta aynı doğrultudaki ortalama görelî kat ötelemesine (Δ_{iort}) oranının 1.2 değerini geçmesi durumu burulma düzensizliği olarak ifade edilir. Burulma düzensizliği katsayısı (η_{bi}) olarak adlandırılır. Burulma düzensizliği katsayısı için maksimum değer 2.0 olarak belirlenmiştir.

Burulma düzensizliği deprem hesap yönteminde bir değişikliğe sebep olur. Eğer burulma düzensizliği varsa Eşdeğer deprem yükü yöntemi kullanılamamaktadır. Modal analiz yöntemine göre tasarım yapılması gerekmektedir.



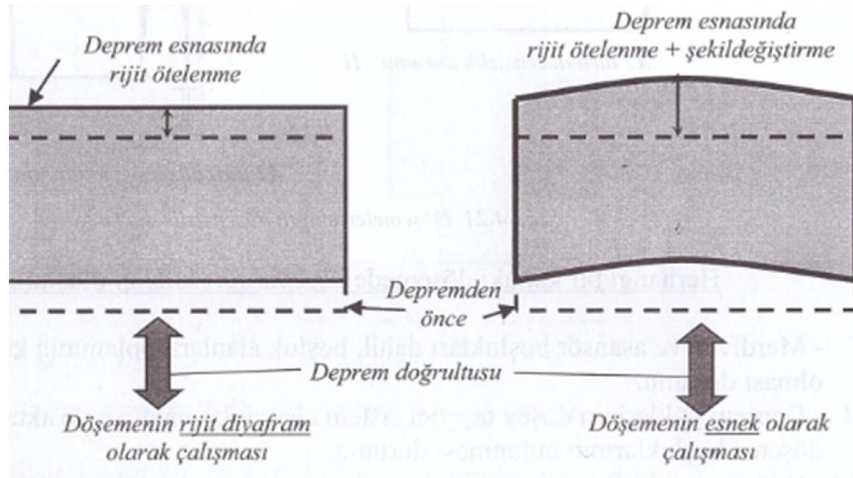
Döşemelerin kendi düzlemleri içinde rijit diyafram olarak çalışmaları durumunda
 $(\Delta_i^{(X)})_{ort} = 1/2 [(\Delta_i^{(X)})_{max} + (\Delta_i^{(X)})_{min}]$
 Burulma düzensizliği katsayısı: $\eta_{bi} = (\Delta_i^{(X)})_{max} / (\Delta_i^{(X)})_{ort}$
 Burulma düzensizliği durumu: $\eta_{bi} > 1.2$

Şekil 3.1. A1 burulma düzensizliği

3.1.1.2 A2 döşeme süreksizlikleri

Bu düzensizlik türü üç şekilde karşımıza çıkmaktadır.

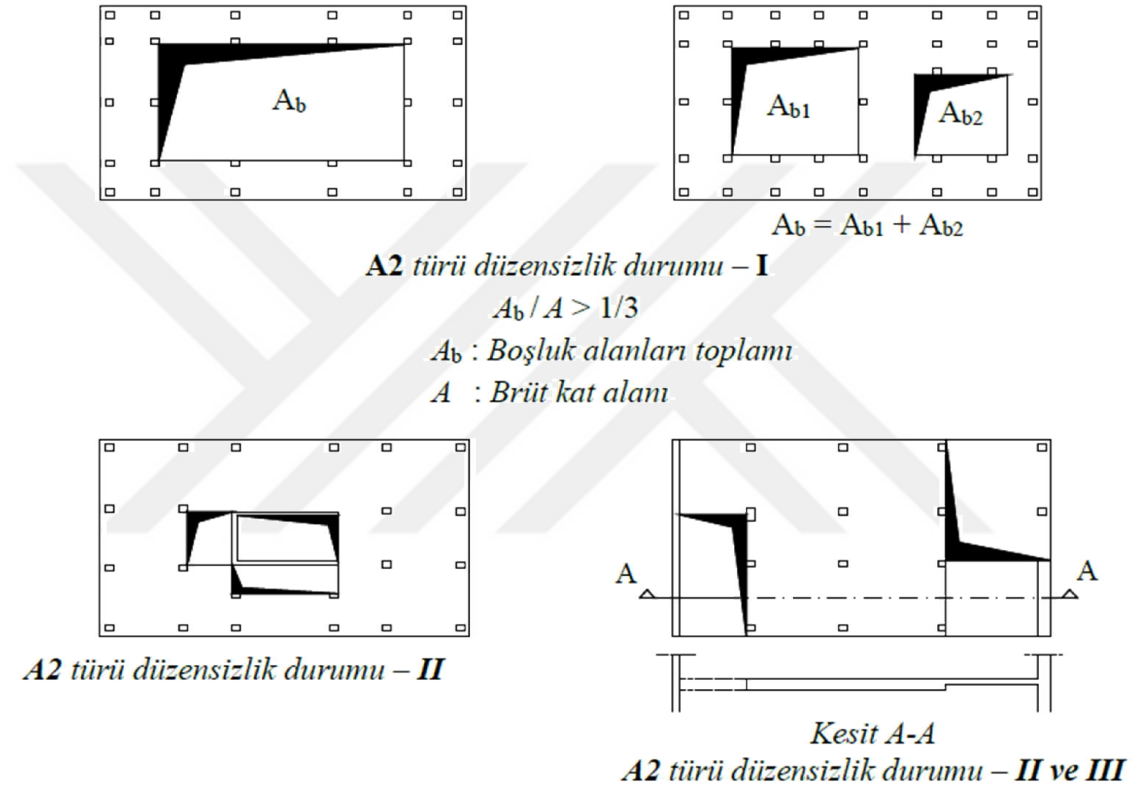
- Merdiven ve asansör boşlukları dahil, boşluk alanları toplamının kat brüt alanının 1/3'ünden fazla olması durumu,
- Deprem yüklerinin düşey taşıyıcı sistem elemanlarına güvenle aktarılabilmesini güçleştiren yerel döşeme boşluklarının bulunması durumu,
- Döşemenin düzlem içi rijitlik ve dayanımında ani azalmaların olması durumudur.



Şekil 3.2. Rijit ve esnek diyafram çalışması (Doğangün, 2018)

Deprem yükünün kolonlara aktarımı döşemelerin rijit diyafram olarak çalıştığı kabulüne dayanmaktadır ve A2 türü düzensizliği bunu engellemektedir.

A2 türü düzensizliklerin bulunduğu binalarda, kat döşemelerinin kendi düzlemleri içinde deprem kuvvetlerini düşey taşıyıcı sistem elemanları arasında güvenle aktarabildiğini göstermek için döşeme iki boyutlu levha (membran) veya kabuk sonlu elemanlar ile modellenecektir.



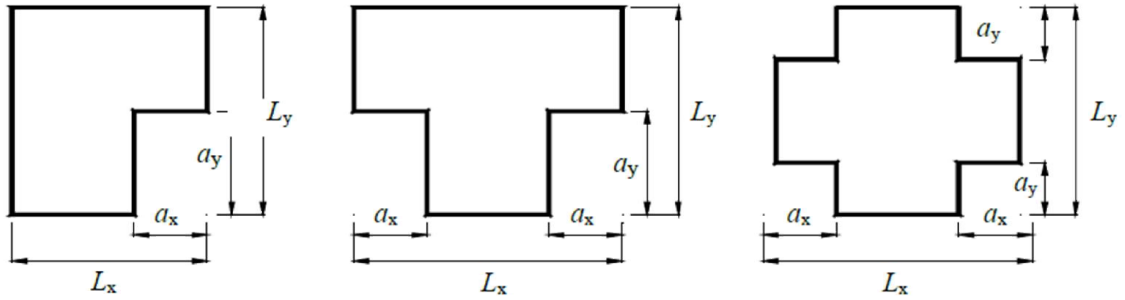
Şekil 3.3. A2 türü düzensizlik durumu

3.1.1.3 A3 planda çıkıntılar bulunması

Bina kat planlarında çıkıntı yapan kısımların birbirine dik iki doğrultudaki boyutlarının her ikisinin de, binanın o katının aynı doğrultulardaki toplam plan boyutlarının %20'sinden daha büyük olması durumudur.

A3 türü düzensizliklerin bulunduğu binalarda, kat döşemelerinin kendi düzlemleri içinde deprem kuvvetlerini düşey taşıyıcı sistem elemanları arasında güvenle

aktarabildiğini göstermek için döşeme iki boyutlu levha (membran) veya kabuk sonlu elemanlar ile modellenecektir.



A3 türü düzensizlik durumu:

$$a_x > 0.2 L_x \text{ ve aynı zamanda } a_y > 0.2 L_y$$

Şekil 3.4. A3 türü düzensizlik durumu

3.1.2 Düşeyde düzensizlik durumları

3.1.2.1 B1 komşu katlar arası dayanım düzensizliği (zayıf kat)

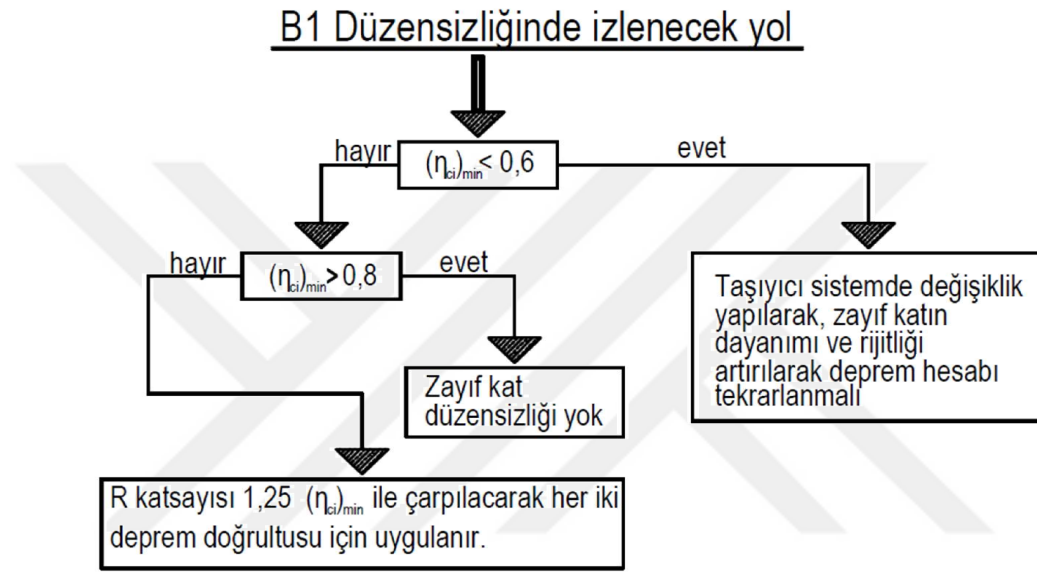
Betonarme binalarda, birbirine dik iki deprem doğrultusunun herhangi birinde, herhangi bir kattaki toplam etkili kesme alanının, bir üst kattaki toplam etkili kesme alanına oranı olarak tanımlanan Dayanım Düzensizliği Katsayısı η_{ci} 'nin 0.80'den küçük olması durumudur.

$$\sum A_e = \sum A_e + \sum A_g + 0,15 \sum A_k$$

$$\eta_{ci} = \frac{\sum A_{e_i}}{\sum A_{e_{i+1}}} < 0,80 \quad (3.1)$$

Burada; η_{ci} Dayanım düzensizliği katsayısı, $\sum A_e$ Herhangi bir katta, gözönüne alınan deprem doğrultusunda etkili kesme alanı, $\sum A_w$ Kolon enkesiti etkin gövde alanı (depreme dik doğrultudaki kolon çıkıntılarının alanı hariç), $\sum A_g$ Herhangi bir katta, gözönüne alınan deprem doğrultusuna paralel doğrultuda perde olarak çalışan taşıyıcı sistem elemanlarının enkesit alanlarının toplamı, $\sum A_k$ Herhangi bir katta, gözönüne alınan deprem doğrultusuna paralel kargir dolgu duvar alanlarının (kapı ve pencere boşlukları hariç) toplamıdır.

B1 türü düzensizliğinin bulunduğu binalarda, gözönüne alınan i 'inci kattaki dolgu duvarı alanlarının toplamı bir üst kattakine göre fazla ise, η_{ci} 'nin hesabında dolgu duvarları gözönüne alınmayacaktır. η_{ci} 'nin en küçük olduğu kat dikkate alınarak $0.60 \leq (\eta_{ci})_{\min} < 0.80$ aralığında TBDY2018 Tablo 3.1'de verilen taşıyıcı sistem davranış katsayısı, $1.25(\eta_{ci})_{\min}$ değeri ile çarpılarak her iki deprem doğrultusunda da binanın tümüne uygulanacaktır. Ancak hiçbir zaman $\eta_{ci} < 0.60$ olmayacaktır. Aksi durumda, zayıf katın dayanımı ve rijitliği artırılarak deprem hesabı tekrarlanacaktır.



Şekil 3.5. B1 düzensizliğinde izlenecek yol

3.1.2.2 B2 komşu katlar arası rijitlik düzensizliği (yumuşak kat)

Birbirine dik iki deprem doğrultusunun herhangi biri için, bodrum katlar dışında, herhangi bir i 'inci kattaki ortalama görelî kat ötelemesi oranının bir üst veya bir alt kattaki ortalama görelî kat ötelemesi oranına bölünmesi ile tanımlanan Rijitlik Düzensizliği Katsayısı η_{ki} 'nin 2.0'den fazla olması durumu Komşu Katlar Arası Rijitlik Düzensizliği olarak isimlendirilir. Deprem hesabı seçiminde önemli bir etken olan düzensizliktir.

$$\eta_{ki} = (\Delta_i / h_i)_{ort} / (\Delta_{i+1} / h_{i+1})_{ort} > 2,0 \quad (3.2)$$

$$\eta_{ki} = (\Delta_i / h_i)_{ort} / (\Delta_{i-1} / h_{i-1})_{ort} < 2,0$$

Denklem 3.2 durumunda Komşu Katlar Arası Rijitlik Düzensizliği (Yumuşak Kat) olduğu kabul edilir. Burada η_{ki} i 'inci katta tanımlanan Rijitlik Düzensizliği Katsayısı, Δ_i binanın i 'inci katındaki azaltılmış görelî kat ötelemesi ve h_i binanın i 'inci katının kat yüksekliğidir. Denklem, binanın birbirini takip eden i 'inci ve $i+1$ 'inci katlarında bir birlerine dik doğrultuda olan her iki x ve y yönü için hesaplanır ve büyük olanına göre işlem yapılmalıdır. Formülden de anlaşılacağı üzere kat yüksekliği B2 düzensizlik türünün oluşmasında en önemli etkidir. Uygulama aşamasında zemin katı yüksek işyerlerinden oluşan projelerde bu düzensizlik türüne dikkat etmek gerekmektedir.

Görelî kat ötelemeleri hesabı, $\pm\%5$ ek dış merkezlilik etkileri göz önüne alınarak TBDY2018 Çizelge 3.1.'deki Eşdeğer Deprem Yüğü Yöntemi ile Doğrusal Deprem Hesabı'na göre yapılacaktır.

A1 ve B2 düzensizlikleri, deprem hesabının Doğrusal Hesap Yönteminin seçilmesi konusunda etken olan düzensizliklerdir.

Çizelge 3.1. Eşdeğer deprem yüğü yönteminin uygulanabileceği binalar

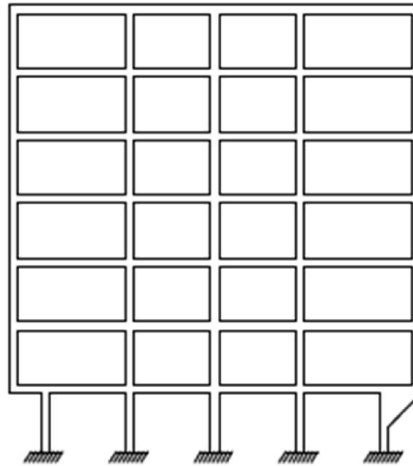
Bina Türü	İzin Verilen Bina Yükseklik Sınıfı	
	DTS=1, 1a, 2, 2a	DTS=3, 3a, 4, 4a
Her bir batta burulma düzensizliği katsayısının $\eta_{bi} \leq 2,0$ koşulunu sağladığı ve ayrıca B2 türü düzensizliğinin olmadığı binalar	$BYS \geq 4$	$BYS \geq 5$
Diğer tüm binalar	$BYS \geq 5$	$BYS \geq 6$



Şekil 3.6. Yumuşak kat ve zayıf kat düzensizliğinin bulunduğu yapı örneği (URL2)

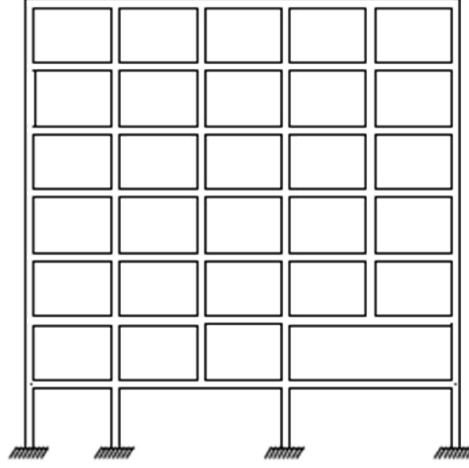
3.1.2.3 B3 taşıyıcı sistemin düşey elemanlarının süreksizliği

Taşıyıcı sistemin düşey elemanlarının (kolon veya perdelerin) bazı katlarda kaldırılarak kirişlerin, guseli kolonların üstüne veya ucuna ya da üst kattaki perdelerin altına kolonlara oturtulması durumudur.



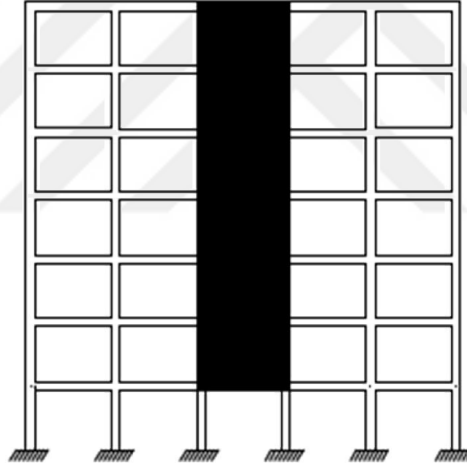
Şekil 3.7. Süreksiz düşey elemanlı taşıyıcı sistem

Kolonların binanın herhangi bir katında konsol kirişlerin veya alttaki kolonlarda oluşturulan guselerin üstüne veya ucuna oturtulmasına hiçbir zaman izin verilmez (Şekil 3.7).



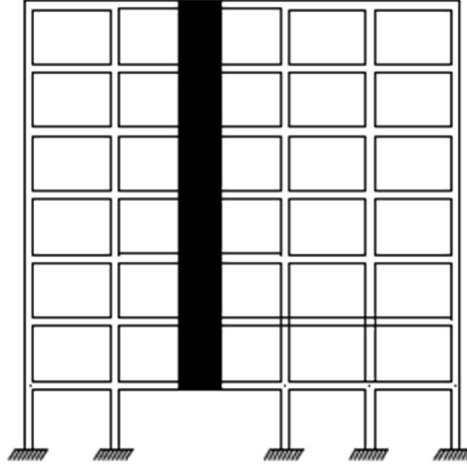
Şekil 3.8. Kolonun iki ucundan mesnetli bir kirişe oturması durumunu

Kolonun iki ucundan mesnetli bir kirişe oturması durumunda TBDY 2018 Madde 4.4.3'e göre düşey deprem hesabı yapılması yeterlidir (Şekil 3.8).



Şekil 3.9. Üst katlarda perdelerin altta kolonlara oturması durumu

Üst katlarda perdelerin altta kolonlara oturtulmasına hiçbir zaman izin verilmez (Şekil 3.9).



Şekil 3.10.Perdelerin kirişe oturma durumu

Perdelerin binanın herhangi bir katında, kendi düzlemleri içinde kirişlerin üstüne açıklık ortasında oturtulmasına hiçbir zaman izin verilmez (Şekil 3.10) .

3.2 Türkiye Bina Deprem Yönetmeliği 2018'e Göre Deprem Hesabı

01.01.2019'da yürürlüğe giren TBDY 2018'e göre aşağıdaki adımları takip ederek deprem yükü hesabı yapılır.

Zemine ait jeolojik etüd raporuyla yerel zemin sınıfı belirlenir. BKS deprem yönetmeliğinden seçilir. Türkiye Deprem Tehlike Haritasından e-devlet uygulaması aracılığı ile Yerel Zemin Sınıfı; binanın yapılacağı konuma ilişkin olarak enlem ve boylam, Deprem Yer Hareket Düzeyi veri olarak girilerek S_S , S_I , S_{DS} , S_{DI} , PGA ve PGV bilgileri çıktı olarak alınır. Bu işlemlerin ardından deprem tasarım sınıfı bulunur. DTS 'nin bulunmasının ardından taşıyıcı sistem davranış katsayısı, bina yükseklik sınıfları, yapı periyot değerleri hesap edilir. Son olarak deprem hesap yönteminin hangi metotla yapılacağına karar verilerek deprem yükü hesabı yapılır.

BÖLÜM IV

TAŞIYICI SİSTEMİ AYNI OLAN YAPILARDA DÖŞEME TİPİ FARKLILIKLARININ YAPISAL SONUÇLARA ETKİLERİ

Aynı mimari proje için altı farklı taşıyıcı sistem seçimi yapılmıştır. Kriter olarak birinci durumda $\Sigma k_x = \Sigma k_y$ ve $e_x=e_y=0$; ikinci durumda $\Sigma 2k_x = \Sigma k_y$ ve $e_x=e_y=0$; üçüncü durumda $\Sigma k_x=\Sigma 2k_y$ ve $e_x=e_y=0$; dördüncü durumda $\Sigma k_x = \Sigma k_y$ ve $e_x \neq 0, e_y = 0$; beşinci durumda $\Sigma k_x = \Sigma k_y$ ve $e_x=0, e_y \neq 0$; altıncı durumda $\Sigma k_x = \Sigma k_y$ ve $e_x \neq 0, e_y \neq 0$ seçilmiştir. Bunlar durum1, durum2, durum3, durum4, durum5 ve durum 6 olarak isimlendirilmiştir.

Bu bölümde her durum kendi içinde farklı döşeme türleri modellenerek analiz yapılmıştır. Döşeme tipi olarak öncelikle plak döşeme türü sonra nervür döşeme türü ve son olarak ta kaset döşeme türü STA4CAD paket programında modellenerek sonuçlar karşılaştırılmıştır.

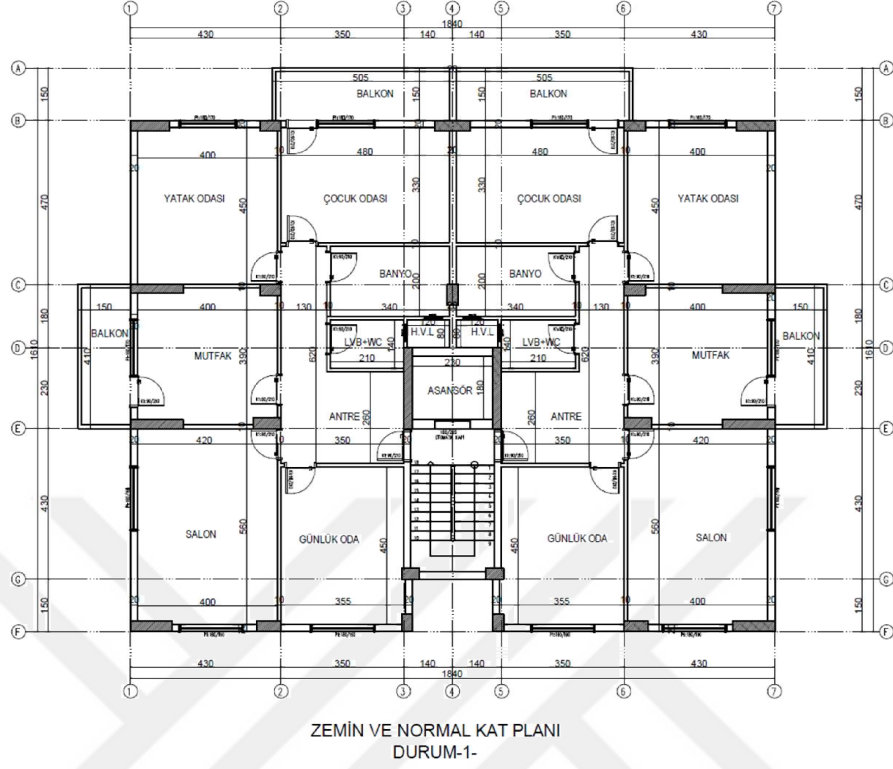
Sonuçlarda; periyot değerlerinin, kütle ve rijitlik merkezi koordinatlarının, yapı ağırlıklarının, deprem kuvvetlerinin, kat deplasmanları ve dönmelerinin, yapı düzensizliklerinin karşılaştırılması yapılmıştır. Ayrıca bütün durumlarda aynı katta bulunan boyutları ve yönleri değişmeyen bir kiriş ve kolon için moment, kesme kuvveti, eksenel kuvvet karşılaştırılması da yapılmıştır.

Modellenen Yapı Genel Bilgileri

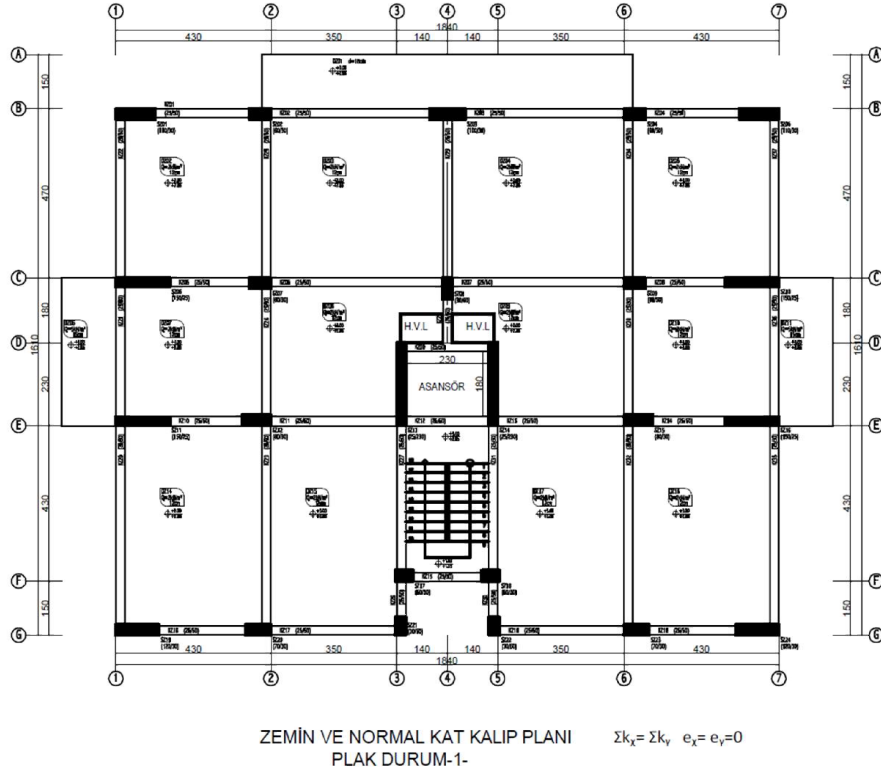
Proje İsmi	:Kahramaner
Kat Adedi	: 6
Bir Kattaki Kolon Sayısı	: 24
X Yönü Aks Sayısı	: 15
Y Yönü Aks Sayısı	: 13
Deprem Yer Hareketi Düzeyi	: Dd2 50 Yılda Aşılma Olasılığı %10
Zemin Sınıfı	: Zc
Enlem/Boylam	: 37.97104° / 34.68163°
Yerel Spectral İvme Katsayısı S_s/S_1	: 0.307 / 0.086
Tasarım Spectral İvme Katsayısı S_{ds}/S_{d1}	: 0.400 / 0.129

Spektrum Karakteristik Peryodu (T_a/T_b)	: 0.064 / 0.323
Hareketli Yük Katsayısı (N)	: 0.3
Hareketli Yük Azaltma Katsayısı(Cz)	: 1.0
Zemin Emniyet Gerilmesi (t/mt^2)	: 18.0
Zemin Yatak Katsayısı (t/mt^3)	: 2160.0
Beton Yoğunluğu (t/mt^3)	: 2.5
Statik Analiz Yöntemi	: Lineer Analiz
Deprem Standardı	: TBDY2018
Betonarme Hesap Yöntemi	: Taşıma Gücü Yöntemi
Deprem Hesabı Yöntemi	: Mod Süperpozisyonu İle Dinamik Analiz
Yapı Davranış Katsayısı	: 4.00 Süneklilik Düzeyi Sınırlı (Ss)
Deprem Tasarım Sınıfı Dts	: 3
Bina Yükseklik Sınıfı Bys	: 6
H_N	: 18.0m
Bina Kullanım Sınıfı Bks	: 3
I	:1.0
Modal Analiz Min. Deprem Yüğü Oranı β	: 0.9
Diyafram Sayısı	: 6

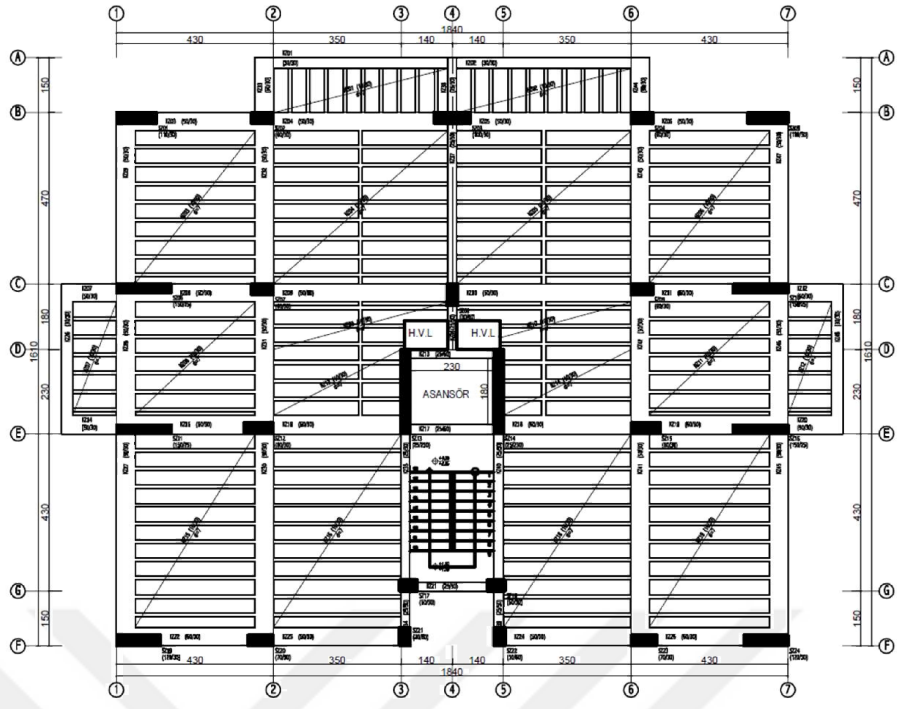
4.1 Durum 1 Taşıyıcı Sistemi İçin Farklı Döşeme Tiplerinin Karşılaştırılması



Şekil 4.1. Durum 1'e ait kat planı



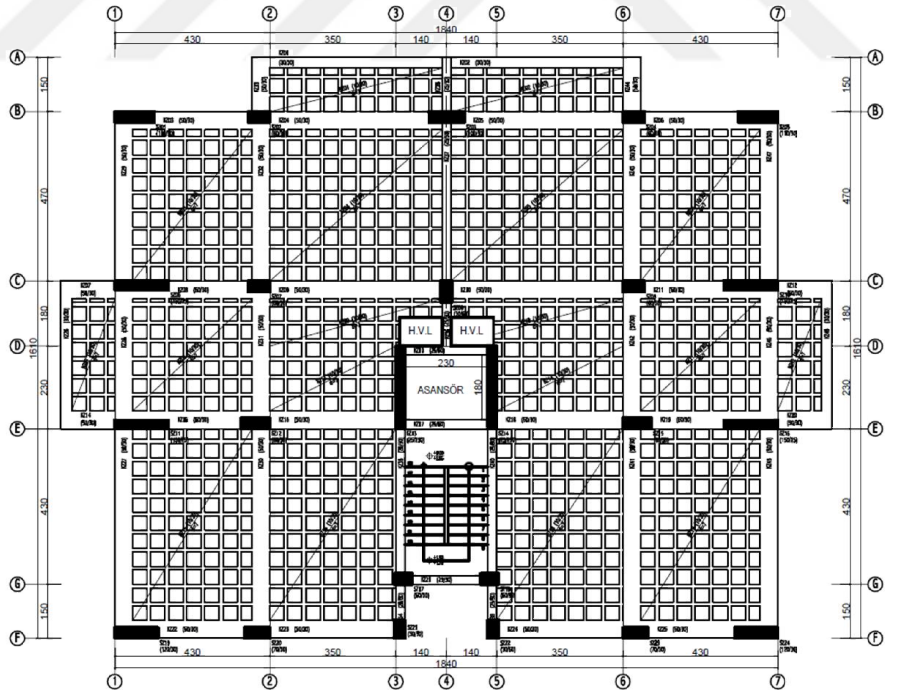
Şekil 4.2. Durum 1'e ait plak döşeme kalıp planı



ZEMİN VE NORMAL KAT KALIP PLANI
NERVÜR DURUM-1-

$$\Sigma k_x = \Sigma k_y \quad e_x = e_y = 0$$

Şekil 4.3. Durum 1'e ait nervür döşeme kalıp planı



ZEMİN VE NORMAL KAT KALIP PLANI
KASET DURUM-1-

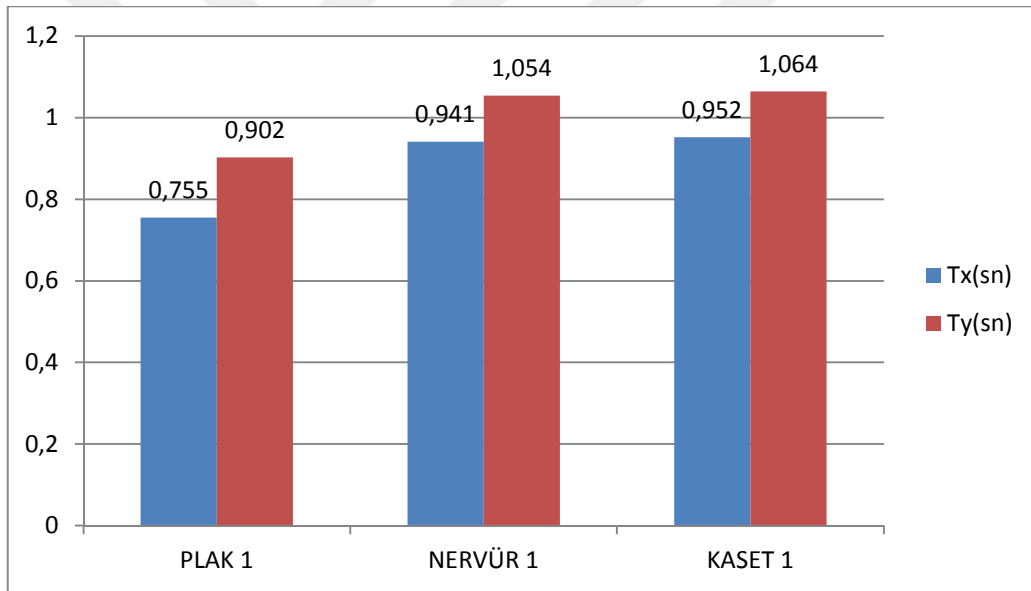
$$\Sigma k_x = \Sigma k_y \quad e_x = e_y = 0$$

Şekil 4.4. Durum 1'e ait kaset döşeme kalıp planı

Çizelge 4.1. Durum 1 seçeneği için toplam atalet momentleri, kütle ve rijitlik merkezi koordinatları ile yapı toplam ağırlığı

DURUM 1	ATALET MOMENTLERİ		X YÖNÜ		Y YÖNÜ		Σ W
	Σ I _x (m ⁴)	Σ I _y (m ⁴)	X _k (mt)	X _r (mt)	Y _k (mt)	Y _r (mt)	
PLAK 1	0,5565	0,5544	9,2	9,2	8,65	8,65	1983
NERVÜR 1	0,5565	0,5544	9,2	9,2	8,5	8,5	2294
KASET 1	0,5565	0,5544	9,2	9,2	8,4	8,4	2339

Çizelge 4.1’de görüldüğü gibi durum 1 için her iki doğrultuda toplam rijitlik eşit seçilmiş ve her iki doğrultuda kütle rijitlik merkezleri çakıştırılmıştır. Yapı ağırlığı olarak plak döşeme türünün en hafif yapı, kaset döşeme türünün ise en ağır yapı olduğu görülmüştür.



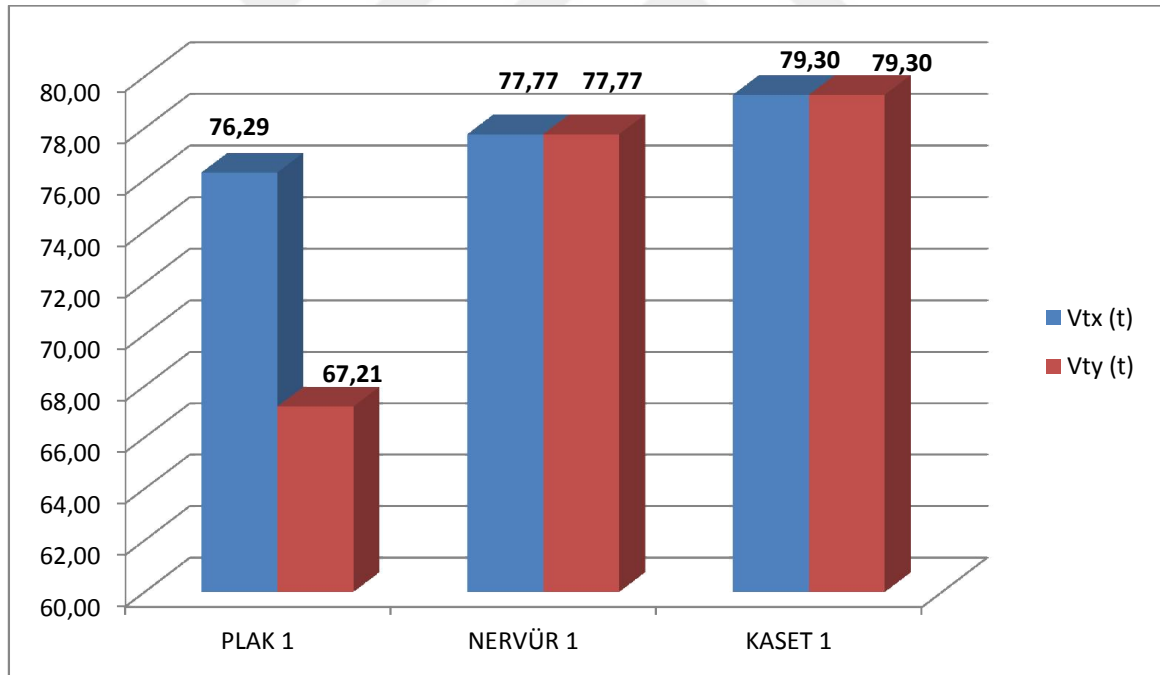
Şekil 4.5. Durum 1 taşıyıcı sistem için yapı periyodu kıyaslaması

$$T_{PA} = 2\pi \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^N m_i d_{fi}^2}{\sum_{i=1}^N F_i d_{fi}}} \quad (4.1)$$

TBDY 2018’de verilen Denklem 4.1 formülü yardımıyla yapının hakim doğal titreşim periyodu hesaplanır. Şekil 4.5’de X ve Y doğrultusu için hesaplanan periyotlar plak,

nervür ve kaset için ayrı ayrı verilmiştir. Şekil 4.5'in incelenmesi sonucu elde edilen bilgiler aşağıda verilmiştir;

- Kütleli diğer alternatiflere göre az olan plak durumunun periyot değeri yukardaki formülü doğrulayacak şekilde daha az çıkmıştır.
- Her üç durumda da Y doğrultusunda yer değiştirme daha fazla olduğu için T_y , T_x 'e göre daha büyük çıkmıştır.
- Deprem Yönetmeliği gereği yapı periyodunun $T_{X,Y} = C_t \cdot Hn^{3/4}$ sonucunun 1.4 katı değerini geçmemesi gerekmektedir. Bu yapı için 0.856s değerinin aşılmaması gerekmektedir. Yönetmelik gereği aşılın periyot değerlerinde; 0.856s yapı periyodu kabul edilecektir.
- Yukarda ki tablo için plak durum T_x değeri haricindeki bütün periyot değerleri hesap sonucu bulunan değerler değil yönetmelik gereği bulunun 0.856s olacaktır.



Şekil 4.6. Durum 1 seçeneği için x ve y yönü deprem yükü

Elastik Tasarım Spektral İvmesi $S_{ae} = gS_{D1} / T$

Azaltılmış Tasarım Spektral İvmesi $S_{aR} = S_{ae} / R_a$ (4.2)

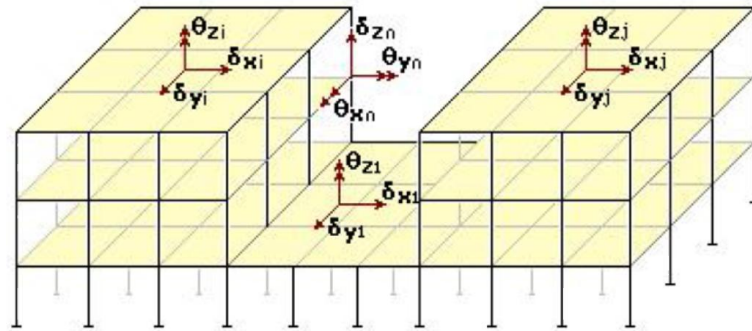
Toplam Eşdeğer Deprem Yükü $V_t = S_{aR} (T_p^{(x)}) gm > 0,04m_t IS_{DS} g$

TBDY 2018’de verilen Denklem 4.2 bağıntıları ile toplam eşdeğer deprem yükleri hesaplanır. Şekil 4.6’nın incelenmesi sonucu elde edilen bilgiler aşağıda verilmiştir.

- Yapı periyodu yapımıza etkiyen deprem kuvvetinin belirlenmesinde en önemli etkenlerden birisidir. Periyot tablosundan görüleceği gibi aynı periyoda sahip binaların X ve Y doğrultusu deprem yükleri eşit çıkmaktadır.
- Plak 1 durumu için periyodu az olan X doğrultusuna daha fazla deprem yükü etki ettiğini görmekteyiz.
- Yapı ağırlığı arttıkça deprem kesme kuvvetinin de artmakta olduğunu görüyoruz.

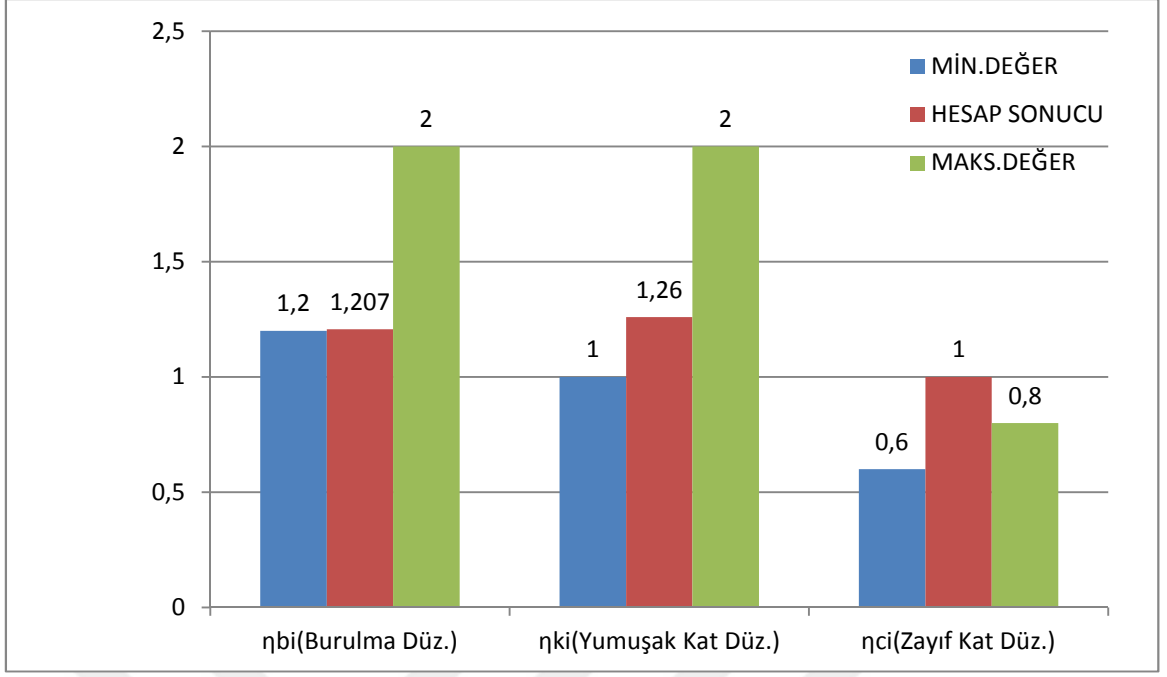
Çizelge 4.2. Durum 1 seçeneği için 9-10-11-12 yükleme kombinasyonlarında 6.kat diyaframının yerdeğiştirme ve dönme değerleri

YÜK KOMBİNASYONLARI DEPREM DOĞRULTUSU	9.YÜKLEME DURUMU Ex + %5 eksantiriste		10.YÜKLEME DURUMU Ex - %5 eksantiriste		11.YÜKLEME DURUMU Ey + %5 eksantiriste		12.YÜKLEME DURUMU Ey - %5 eksantiriste	
	δx (m)	θz (rad)	δx (m)	θz (rad)	δy (m)	θz (rad)	δy (m)	θz (rad)
	PLAK 1	0.009873 8	0.000111 2	0.0098723	-0.000268	-0.012711	-0.000219	-0.012711
NERVÜR 1	0.014254 9	0.000044 8	0.0142499	-0.000514	-0.017433	-0.000364	-0.017433	0.0003647
KASET 1	0.014537 2	0.000059 1	0.0145321	-0.000511	-0.017773	-0.000371	-0.017773	0.0003720



Şekil 4.6. STA4CAD programı kat diyafram kabulleri

Çizelge 4.2’de yapı ağırlıkları ile artan taban kesme kuvvetleri sonucu yer değiştirme miktarlarının arttığı gözlenmektedir.



Şekil 4.7. Durum 1 seçeneği için düzensizlik durumları

- STA4CAD programı bütün katlar için ve yükleme durumlarının her biri için her katta ayrı düzensizlik katsayısı hesabı yapmaktadır. Bütün bu hesabın sonunda sağlanamayan bir adet bile düzensizlik durumu varsa hesap yöntemi değişmektedir.
- 24 farklı yükleme durumu için sadece 2 durumda η_{bi} katsayısı 1.2'nin üzerinde çıkmıştır ve hesap deprem yönetmeliği gereği modal analizle çözülmüştür.
- Yumuşak kat düzensizliği kat yüksekliğinin değişmediği yapılarda pek karşımıza çıkmaz. Bu örnekte de yoktur. η_{ki} katsayısının 2'yi geçmemesi gerekir.
- Zayıf kat düzensizliği duvar ve düşey taşıyıcı eleman değişikliği yoksa karşımıza çıkmaz. Bu örnekte de yoktur. η_{ci} 0.6'nın altına düşmesi durumunda tasarım değiştirilir.

Çizelge 4.3. Durum 1 KZ27 kirişi için V-M değerleri

DURUM 1	BOYUTLAR (cm)	üstMsol(tm) / altMsol(tm)	Mac	üstMsag(tm) / altMsag(tm)	SoVd(ton)	SağVd(ton)
PLAK	25/50	14,07 / 0,00	2,847	-5,644 / 0,315	4,180	-3,764
NERVÜR	25/50	18,89 / 0,00	3,255	-6,254 / 1,101	5,579	-4,115
KASET	25/50	17,77 / 0,00	3,289	-6,560 / 1,150	4,983	-4,202

Çizelge 4.3’de plak döşeme durumunun moment ve kesme kuvveti değerlerinin diğer döşeme tiplerine göre daha az olduğu görülmüştür. Yapı ağırlığı en fazla olan kaset sistemin ikinci en yüksek değerlere sahip olduğu görülmüştür. Döşeme yük aktarma doğrultusunun nervür döşeme türü için moment kesme kuvveti değerlerini olumsuz yönde etkilediği görülmüştür.

Çizelge 4.4. Durum 1 SZ17 kolonu için N-M ve As değerleri

DURUM 1	BOYUTLAR(cm)	max. Nd(ton)	minor M	major M	As
PLAK	60/30	164,259	0,413	-5,421	3,60
NERVÜR	60/30	190,551	1,446	-6,288	3,60
KASET	60/30	183,458	1,005	-6,054	3,60

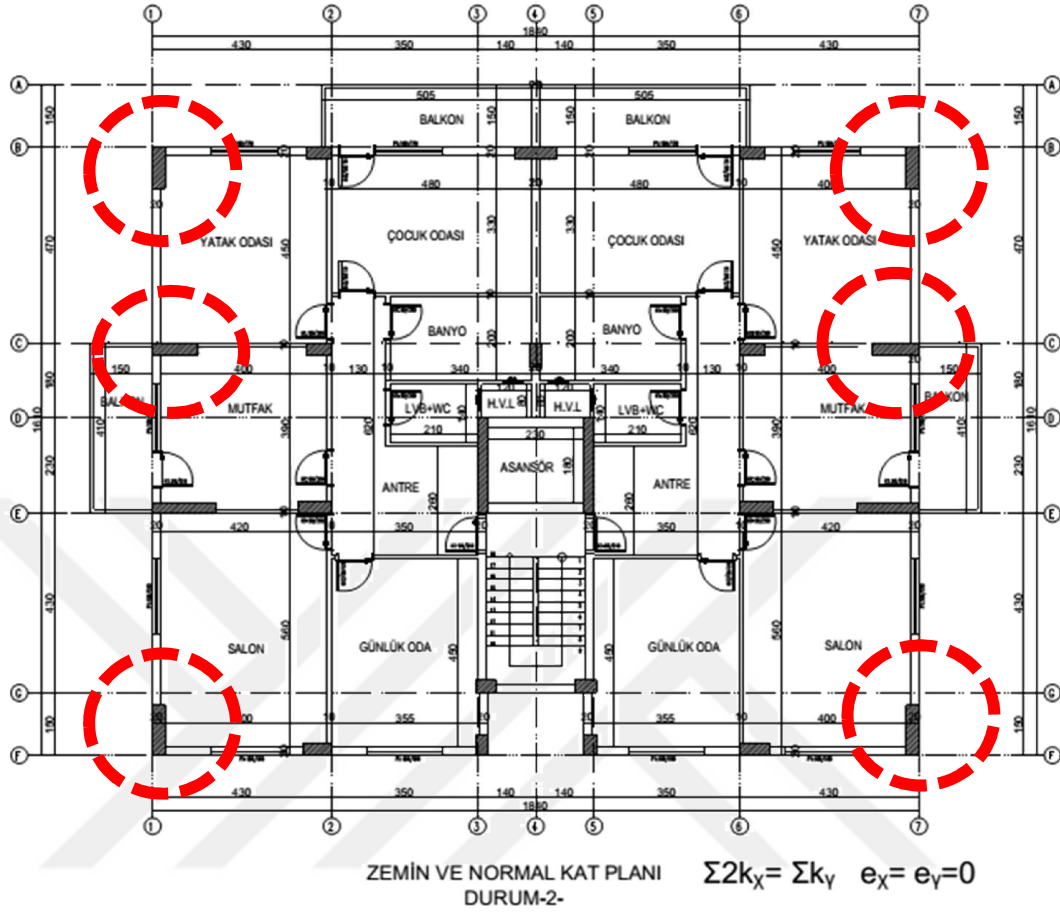
Çizelge 4.4’de yapı ağırlığına bağlı olarak en az aksenal kuvvetin plak döşeme durumunda olduğu görülmüştür. Aksenal kuvvetin değişimine paralel olarak momentlerinde benzer oranlarda değişimi görülmüştür. Kolon boyutları gerekenden büyük tasarlandığı için hesap edilen donatı miktarı minimum donatı oranının altında kalmakta ve yönetmelik gereği minimum donatı oranının kullanıldığı görülmüştür.

Çizelge 4.5. Durum 1 için toplam maliyet

	C25 HAZIR BETON(M ³)	DÜZ YÜZEYLİ BETONARME KALIBI(M ²)	Ø8-12 mm DEMİR	Ø14-50 mm DEMİR	MALİYET
BİRİM FİYATLAR	160	20	3400	3400	
PLAK	575	3425	35,5	20,9	352.260,00
NERVÜR	577	2986	59,2	23,6	433.560,00
KASET	623	2986	55,8	23,7	429.700,00

Çizelge 4.5’de ki sonuçlara göre maliyet açısından en ekonomik durumun plak döşeme durumu olduğu görülmektedir. Nervür döşeme durumu ile kaset döşeme durumlarının maliyetlerinin birbirlerine yakın olduğu ve plak döşeme türüne göre yaklaşık %23 daha fazla olduğu görülmektedir.

4.2 Durum 2 Taşıyıcı Sistemi İçin Farklı Döşeme Tiplerinin Karşılaştırılması

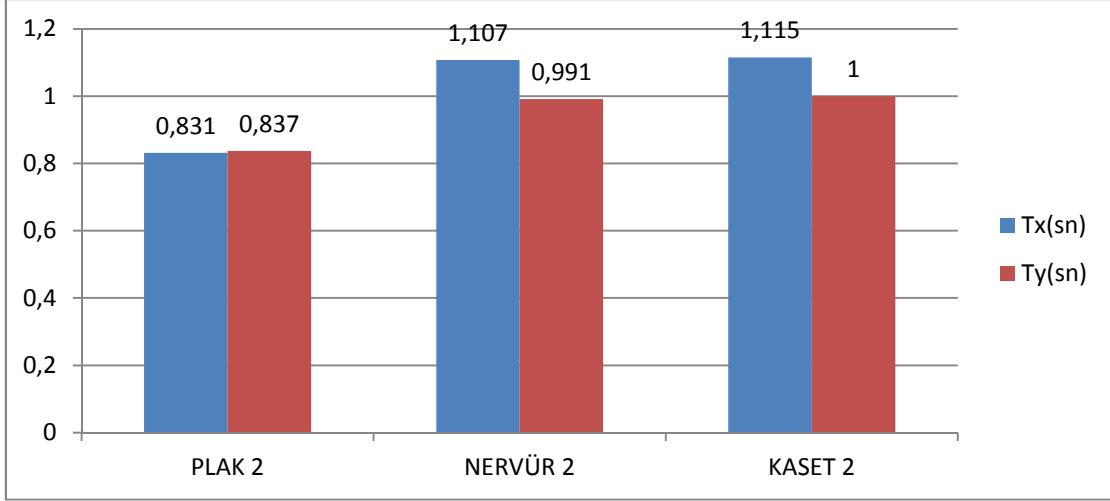


Şekil 4.8. Durum 2'ye ait kat planı

Çizelge 4.6. Durum 2 seçeneği için toplam atalet momentleri, kütle ve rijitlik merkezi koordinatları ile yapı toplam ağırlığı

DURUM 2	ATALET MOMENTLERİ		X YÖNÜ		Y YÖNÜ		Σ W
	Σ I _x (m ⁴)	Σ I _y (m ⁴)	X _k (mt)	X _r (mt)	Y _k (mt)	Y _r (mt)	
PLAK 2	0,6836	0,3372	9,2	9,2	8,6	8,6	1981
NERVÜR 2	0,6836	0,3372	9,2	9,2	8,4	8,4	2307
KASET 2	0,6836	0,3372	9,2	9,2	8,5	8,5	2235

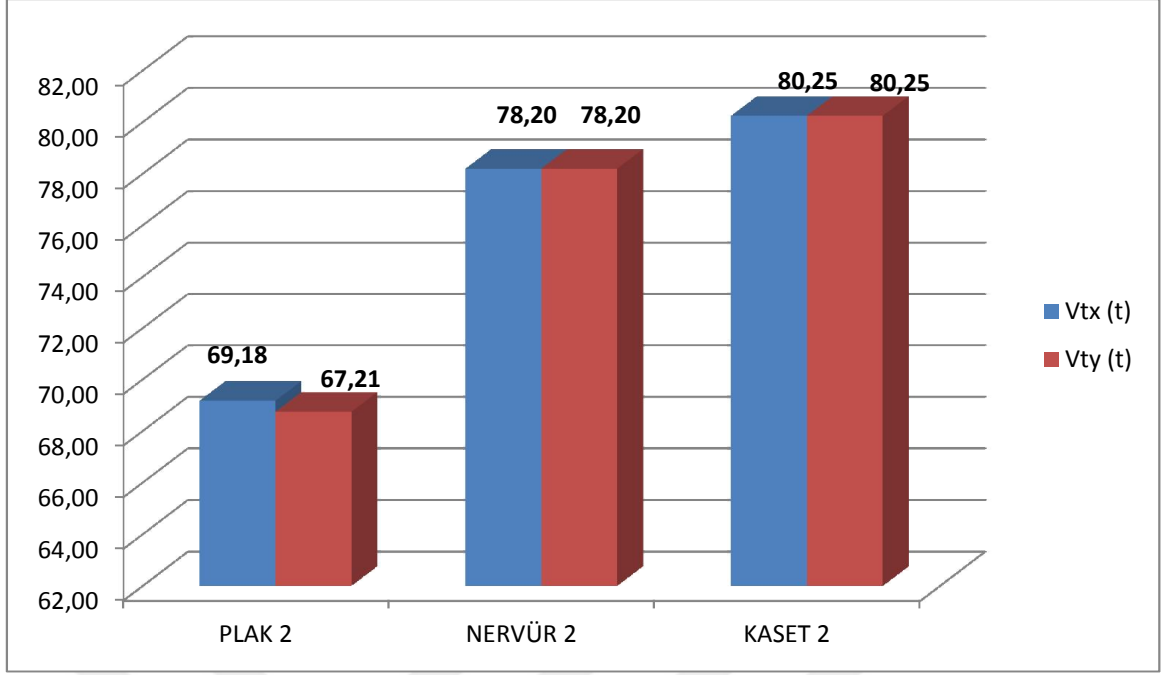
Çizelge 4.6'da görüldüğü gibi durum 2 için Y doğrultusu toplam rijitlik X doğrultusu toplam rijitliğin iki katı seçilmiş ve her iki doğrultuda kütle rijitlik merkezleri çakıştırılmıştır. Yapı ağırlığı olarak plak döşeme türünün en hafif yapı, kaset döşeme türünün ise en ağır yapı olduğu görülmüştür.



Şekil 4.9. Durum2 taşıyıcı sistem için yapı periyodu kıyaslaması

TBDY 2018’de verilen Denklem 5.1 formülü yardımıyla yapının hakim doğal titreşim periyodu hesaplanır. Şekil 4.9’da X ve Y doğrultusu için hesaplanan periyotlar plak, nervür ve kaset için ayrı ayrı verilmiştir. Şekil 4.9’un incelenmesi sonucu elde edilen bilgiler aşağıda verilmiştir;

- Kütleli diğer alternatiflere göre az olan plak durumunun periyot değeri yukardaki formülü doğrulayacak şekilde daha az çıkmıştır.
- İki durumda da X doğrultusunda yer değiştirme daha fazla olduğu için T_x , T_y ’e göre daha büyük çıkmıştır.
- Deprem Yönetmeliği gereği yapı periyodunun $T_{X,Y} = C_t \cdot Hn^{3/4}$ sonucunun 1.4 katı değerini geçmemesi gerekmektedir. Bu yapı için 0.856s değerinin aşılmaması gerekmektedir. Yönetmelik gereği aşılın periyot değerlerinde, 0.856s yapı periyodu kabul edilecektir.
- Yukarda ki tablo için plak durum T_x ve T_y değeri haricindeki bütün periyot değerleri hesap sonucu bulunan değerler değil yönetmelik gereği bulunun 0.856s olacaktır.



Şekil 4.10. Durum 2 seçeneği için x ve y yönü deprem yükü

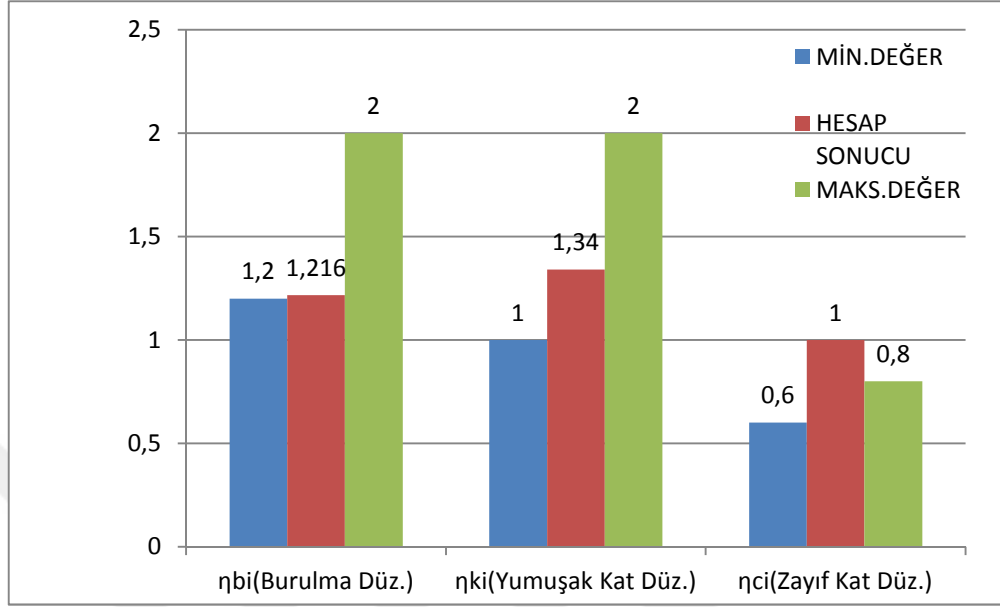
TBDY 2018’de verilen Denklem 5.2 bağıntıları ile toplam eşdeğer deprem yükleri hesaplanır. Şekil 4.10’un incelenmesi sonucu elde edilen bilgiler aşağıda verilmiştir.

- Yapı periyodu yapımıza etkileyen deprem kuvvetinin belirlenmesinde en önemli etkenlerden birisidir. Periyot tablosundan görüleceği gibi aynı periyoda sahip binaların X ve Y doğrultusu deprem yükleri eşit çıkmaktadır.
- Plak 2 durumu için periyodu az olan X doğrultusuna daha fazla depreme yükü etki ettiği görülmektedir.
- Yapı ağırlığı arttıkça deprem kesme kuvvetinin de artmakta olduğu görülmektedir.

Çizelge 4.7. Durum 2 seçeneği için 9-10-11-12 yükleme kombinasyonlarında 6.kat diyaframının yerdeğiştirmesi ve dönme değerleri

YÜK KOMBİNASYONLARI DEPREM DOĞRULTUSU	9.YÜKLEME DURUMU		10.YÜKLEME DURUMU		11.YÜKLEME DURUMU		12.YÜKLEME DURUMU	
	Ex + %5 eksantiriste		Ex - %5 eksantiriste		Ey + %5 eksantiriste		Ey - %5 eksantiriste	
	δx (m)	θz (rad)	δx (m)	θz (rad)	δy (m)	θz (rad)	δy (m)	θz (rad)
PLAK 2	0.010428 7	0.000132 7	0.0104279	-0.000190	-0.011308	-0.000211	-0.011308	0.0002116
NERVÜR 2	0.017197 9	0.000066 3	0.0171920	-0.000472	-0.015591	-0.000351	-0.015591	0.0003512
KASET 2	0.017650 0	0.000081 9	0.0176439	-0.000471	-0.015989	-0.000360	-0.015989	0.0003603

- Çizelge 4.7'den yapı ağırlıklarıyla doğru orantılı şekilde yer değiştirme miktarlarının arttığı gözlenmektedir.



Şekil 4.11. Durum 2 seçeneği için düzensizlik durumları

STA4CAD programı bütün katlar için ve yükleme durumlarının her biri için her katta ayrı düzensizlik katsayısı hesabı yapmaktadır. Bütün bu hesabın sonunda sağlanamayan bir adet bile düzensizlik durumu varsa hesap yöntemi değişmektedir.

- 24 farklı yükleme durumu için sadece 2 durumda η_{bi} katsayısı 1.2'nin üzerinde çıkmıştır ve hesap deprem yönetmeliği gereği modal analizle çözülmüştür.
- Yumuşak kat düzensizliği kat yüksekliğinin değişmediği yapılarda pek karşımıza çıkmaz. Bu örnekte de yoktur. η_{ki} katsayısının 2'yi geçmemesi gerekir.
- Zayıf kat düzensizliği duvar ve düşey taşıyıcı eleman değişikliği yoksa karşımıza çıkmaz. Bu örnekte de yoktur. η_{ci} 0.6'nın altına düşmesi durumunda tasarım değiştirilir.

Çizelge 4.8. Durum 2 KZ27 kirişi için V-M değerleri

DURUM 2	BOYUTLAR (cm)	üstMsol(tm) / altMsol(tm)	Mac	üstMsag(tm) / altMsag(tm)	SolVd(ton)	SagVd(ton)
PLAK	25/50	13,595 / 0,00	2,85	-5,509 / 0,035	4,14	-3,8
NERVÜR	25/50	18,53 / 0,00	3,255	-6,089 / 0,736	5,60	-4,1
KASET	25/50	17,19 / 0,00	3,29	-6,139 / 0,797	5,01	-4,19

Çizelge 4.8’de plak döşeme durumunun moment ve kesme kuvveti değerlerinin diğer döşeme tiplerine göre daha az olduğu görülmüştür. Yapı ağırlığı en fazla olan kaset sistemin ikinci en yüksek değerlere sahip olduğu görülmüştür. Döşeme yük aktarma doğrultusunun nervür döşeme türü için moment kesme kuvveti değerlerini olumsuz yönde etkilediği görülmüştür.

Çizelge 4.9. Durum 2 SZ17 kolonu için N-M ve As değerleri

DURUM 2	BOYUTLAR(cm)	max. Nd(ton)	minor M	major M	As
PLAK	60/30	163,52	0,401	-5,396	3,60
NERVÜR	60/30	188,95	1,443	-6,235	3,60
KASET	60/30	184,81	0,990	-6,099	3,60

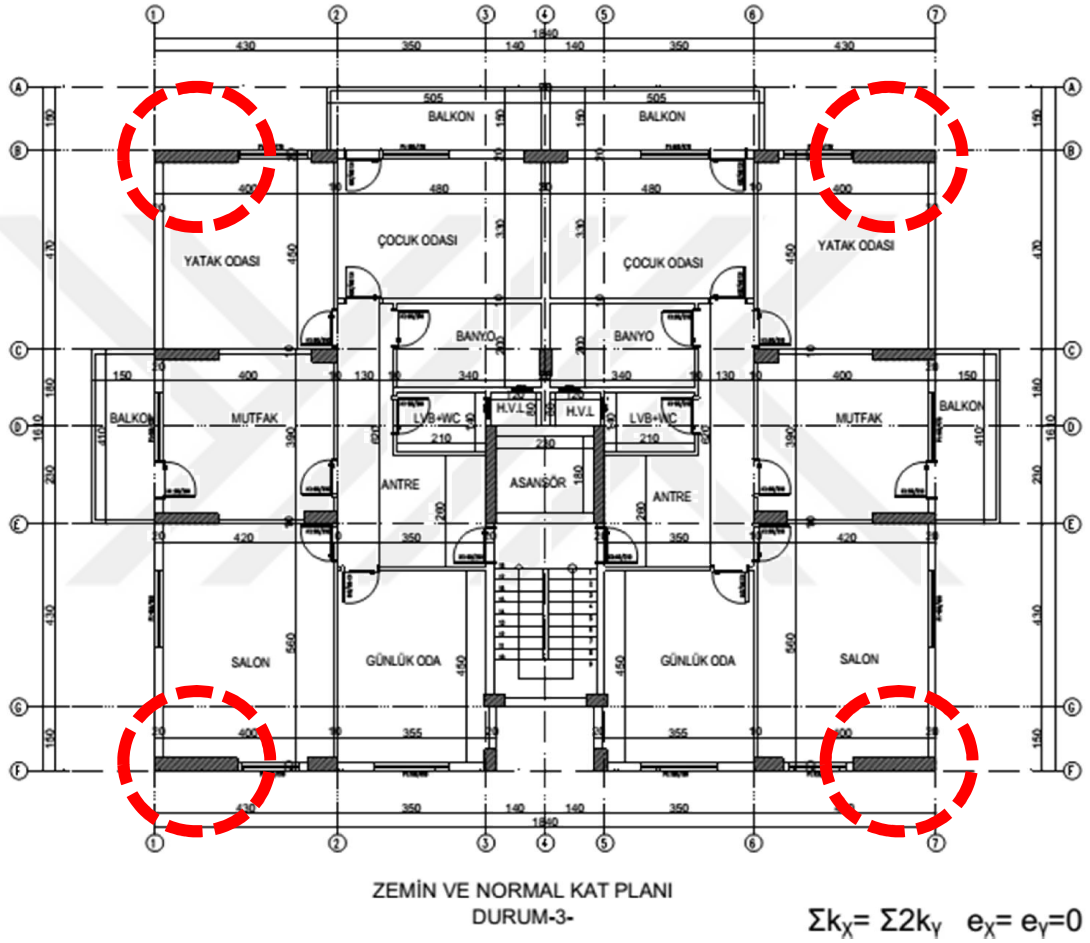
Çizelge 4.9’da yapı ağırlığına bağlı olarak en az aksenal kuvvetin plak döşeme durumunda olduğu görülmüştür. Aksenal kuvvetin değişimine paralel olarak momentlerinde benzer oranlarda değişimi görülmüştür. Kolon boyutları gerekenden büyük tasarlandığı için hesap edilen donatı miktarı minimum donatı oranının altında kalmakta ve yönetmelik gereği minimum donatı oranının kullanıldığı görülmüştür.

Çizelge 4.10. Durum 2 için toplam maliyet

	C25 HAZIR BETON(M³)	DÜZ YÜZEYLİ BETONARME KALIBI(M²)	Ø8-12 mm DEMİR	Ø14-50 mm DEMİR	MALİYET
BİRİM FİYATLAR	160	20	3400	3400	
PLAK	573	3396	35,2	20,3	348.300,00
NERVÜR	575	2962	59,2	23,7	433.100,00
KASET	621	2962	56	24,1	430.940,00

Çizelge 4.10’da ki sonuçlara göre maliyet açısından en ekonomik durumun plak döşeme durumu olduğu görülmektedir. Nervür döşeme durumu ile kaset döşeme durumlarının maliyetlerinin birbirlerine yakın olduğu ve plak döşeme türüne göre yaklaşık %24 daha fazla olduğu görülmektedir.

4.3 Durum 3 Taşıyıcı Sistemi İçin Farklı Döşeme Tiplerinin Karşılaştırılması

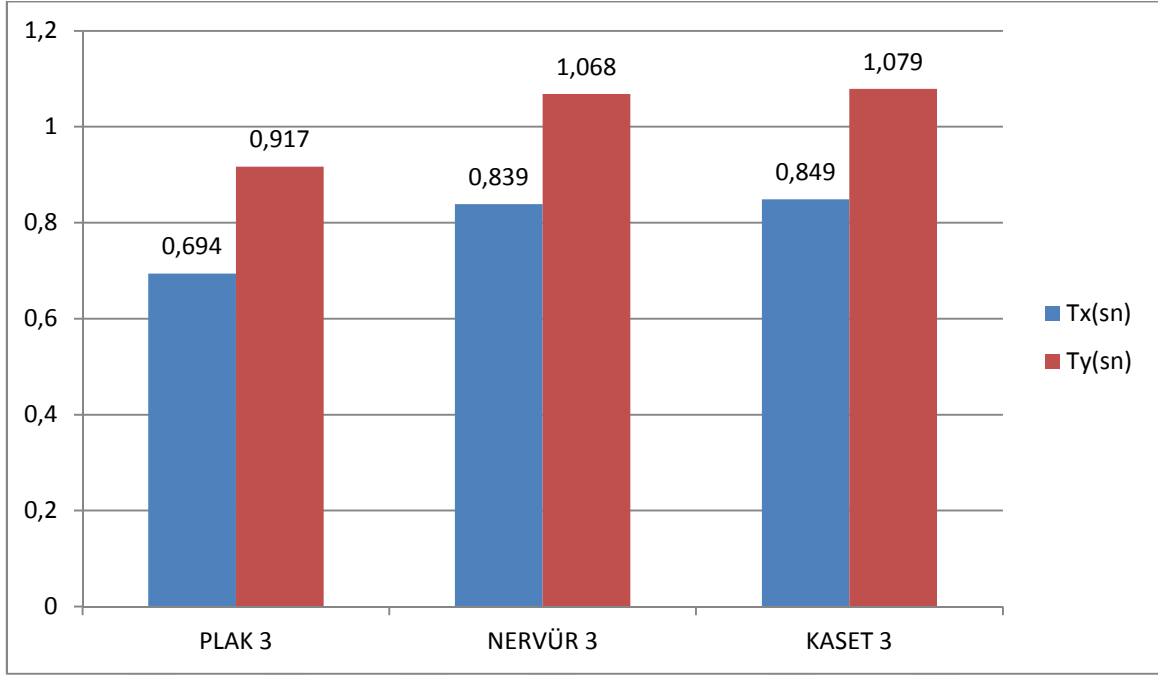


Şekil 4.12. Durum 3’e ait kat planı

Çizelge 4.11. Durum 3 seçeneği için toplam atalet momentleri, kütle ve rijitlik merkezi koordinatları ile yapı toplam ağırlığı

DURUM 3	ATALET MOMENTLERİ		X YÖNÜ		Y YÖNÜ		Σ W
	Σ I _x (m ⁴)	Σ I _y (m ⁴)	X _k (mt)	X _r (mt)	Y _k (mt)	Y _r (mt)	
PLAK 3	0,5637	1,1429	9,2	9,2	8,55	8,55	2005
NERVÜR 3	0,5637	1,1429	9,2	9,2	8,55	8,55	2316
KASET 3	0,5637	1,1429	9,2	9,2	8,5	8,5	2363

Çizelge 4.11’de görüldüğü gibi durum 3 için X doğrultusu toplam rijitlik Y doğrultusu toplam rijitliğin iki katı seçilmiş ve her iki doğrultuda kütle rijitlik merkezleri karşılaştırılmıştır. Yapı ağırlığı olarak plak döşeme türünün en hafif yapı, kaset döşeme türünün ise en ağır yapı olduğu görülmüştür.

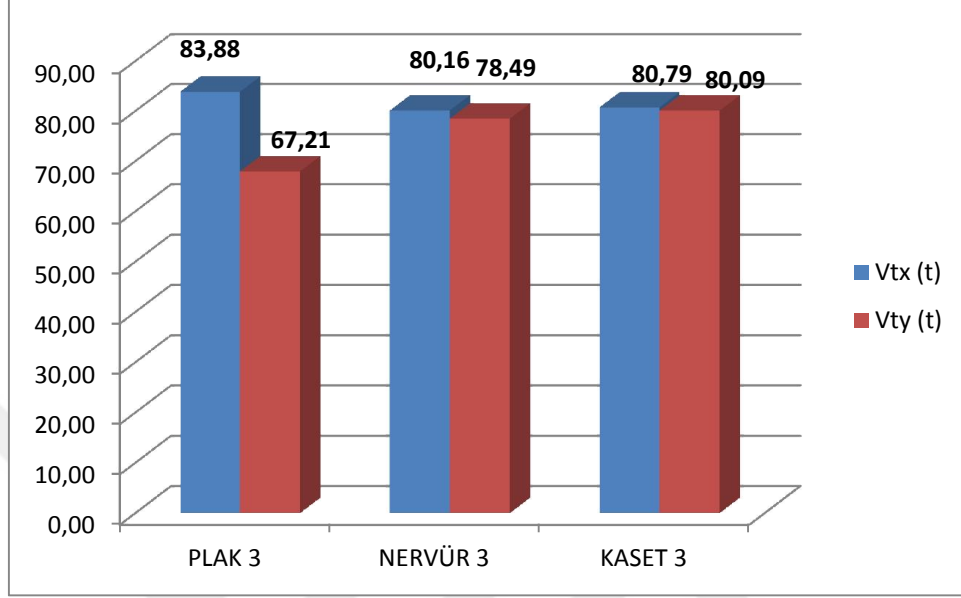


Şekil 4.13. Durum 3 taşıyıcı sistem için yapı periyodu kıyaslaması

TBDY 2018’de verilen Denklem 5.1 formülü yardımıyla yapının hakim doğal titreşim periyodu hesaplanır. Şekil 4.13’de X ve Y doğrultusu için hesaplanan periyotlar plak, nervür ve kaset için ayrı ayrı verilmiştir. Şekil 4.13’ün incelenmesi sonucu elde edilen bilgiler aşağıda verilmiştir;

- Kütleleri diğer alternatiflere göre az olan plak durumunun periyot değeri yukardaki formülü doğrulayacak şekilde daha az çıkmıştır.
- Her üç durumda da Y doğrultusunda yer değiştirme daha fazla olduğu için T_y , T_x ’e göre daha büyük çıkmıştır.
- Deprem Yönetmeliği gereği yapı periyodunun $T_{X,Y} = C_t \cdot Hn^{3/4}$ sonucunun 1.4 katı değerini geçmemesi gerekmektedir. Bu yapı için 0.856s değerinin aşılmaması gerekmektedir. Yönetmelik gereği aşılın periyot değerlerinde, 0.856s yapı periyodu kabul edilecektir.

- Y doğrultusunda ki toplam rijitlik daha az olduğu için T_y periyot değeri 0.856s'den büyük çıkmaktadır. TBDY2018 gereği hesap sonucu bulunan değerler değil yönetmelik gereği bulunun 0.856s olacaktır.



Şekil 4.14. Durum 3 seçeneği için x ve y yönü deprem yükü

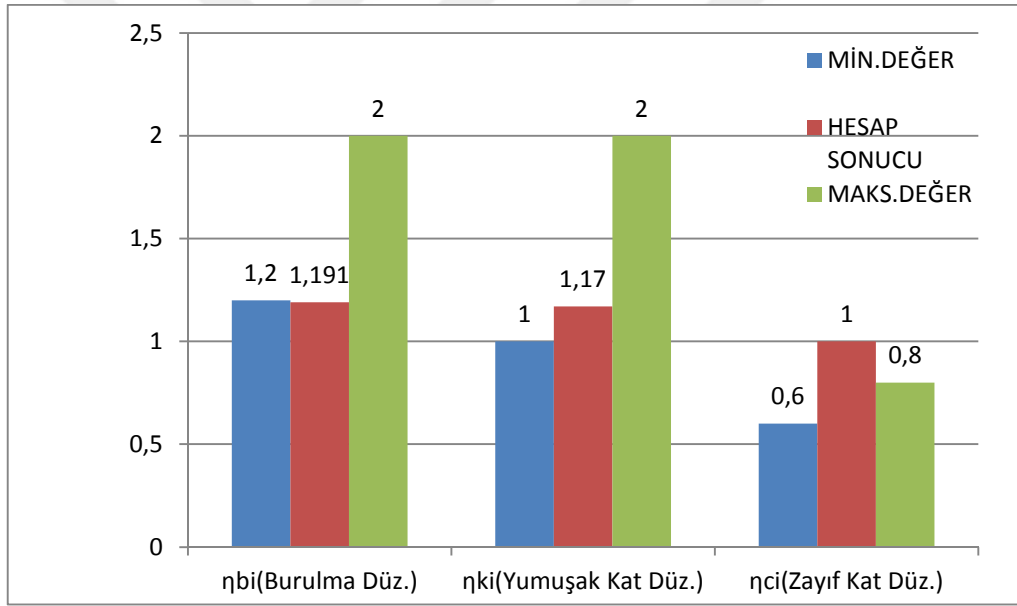
TBDY 2018'de verilen Denklem 4.2 bağıntıları ile toplam eşdeğer deprem yükleri hesaplanır. Şekil 4.14'ün incelenmesi sonucu elde edilen bilgiler aşağıda verilmiştir.

- Yapı periyodu yapımıza etkileyen deprem kuvvetinin belirlenmesinde en önemli etkenlerden birisidir. Periyot tablosundan görüleceği gibi hiçbir doğrultuda aynı periyoda sahip bina bulunmamaktadır. X ve Y doğrultusu deprem yükleri de bundan dolayı eşit çıkmamaktadır.
- Plak 3 durumu için periyodu az olan X doğrultusuna daha fazla deprem yükü etki ettiği görülmektedir.
- Yapı ağırlığı arttıkça deprem kesme kuvvetinin de artmakta olduğu görülmektedir.

Çizelge 4.12. Durum 3 seçeneği için 9-10-11-12 yükleme kombinasyonlarında 6.kat diyaframının yerdeğiştirme ve dönme değerleri

YÜK KOMBİNASYONLARI	9.YÜKLEME DURUMU		10.YÜKLEME DURUMU		11.YÜKLEME DURUMU		12.YÜKLEME DURUMU	
DEPREM DOĞRULTUSU	Ex + %5 eksantiriste		Ex - %5 eksantiriste		Ey + %5 eksantiriste		Ey - %5 eksantiriste	
	δx (m)	θz (rad)	δx (m)	θz (rad)	δy (m)	θz (rad)	δy (m)	θz (rad)
PLAK 3	0.00936 37	0.00011 39	0.0093612	-0.000241	-0.013125	- 0.00018 8	- 0.01312 5	0.0001888
NERVÜR 3	0.01183 20	0.00005 55	0.0118267	-0.000393	-0.017883	- 0.00028 8	- 0.01788 3	0.0002885
KASET 3	0.01192 63	0.00006 64	0.0119209	-0.000386	-0.018244	- 0.00029 4	- 0.01824 4	0.0002944

- Çizelge 4.12'den yapı ağırlıklarıyla doğru orantılı şekilde yer değiştirme miktarlarının arttığı gözlenmektedir.



Şekil 4.15. Durum 3 seçeneği için düzensizlik durumları

STA4CAD programı bütün katlar için ve yükleme durumlarının her biri için her katta ayrı düzensizlik katsayısı hesabı yapmaktadır. Bütün bu hesabın sonunda sağlanamayan bir adet bile düzensizlik durumu varsa hesap yöntemi değişmektedir.

- 24 farklı yükleme durumu için bütün koşullar sağlanmıştır. Yapımızda hiçbir düzensizlik yoktur.

- Yumuşak kat düzensizliği kat yüksekliğinin değişmediği yapılarda pek karşımıza çıkmaz. Bu örnekte de yoktur. η_{ki} katsayısının 2'yi geçmemesi gerekir.
- Zayıf kat düzensizliği duvar ve düşey taşıyıcı eleman değişikliği yoksa karşımıza çıkmaz. Bu örnekte de yoktur. η_{ci} 0.6'nın altına düşmesi durumunda tasarım değiştirilir.

Çizelge 4.13. Durum 3 KZ27 kirişi için V-M değerleri

DURUM 3	BOYUTLAR (cm)	üstMsol(tm) / altMsol(tm)	Mac	üstMsag(tm) / altMsag(tm)	SolVd(ton)	SağVd(ton)
PLAK	25/50	14,133 / 0,00	2,85	-5,702 / 0,356	4,177	-3.768
NERVÜR	25/50	18,90 / 0,00	3,256	-6,557/ 1,106	5,571	-4.122
KASET	25/50	17,775 / 0,00	3,289	-6,593 / 1,156	4,976	-4,209

Çizelge 4.13'de plak döşeme durumunun moment ve kesme kuvveti değerlerinin diğer döşeme tiplerine göre daha az olduğu görülmüştür. Yapı ağırlığı en fazla olan kaset sistemin ikinci en yüksek değerlere sahip olduğu görülmüştür. Döşeme yük aktarma doğrultusunun nervür döşeme türü için moment kesme kuvveti değerlerini olumsuz yönde etkilediği görülmüştür.

Çizelge 4.14. Durum 3 SZ17 kolonu için N-M ve As değerleri

DURUM 3	BOYUTLAR(cm)	max. Nd(ton)	minor M	major M	As
PLAK	60/30	164,181	1,028	-5,418	3,60
NERVÜR	60/30	190,569	1,450	-6,289	3,60
KASET	60/30	183,406	1,010	-6,052	3,60

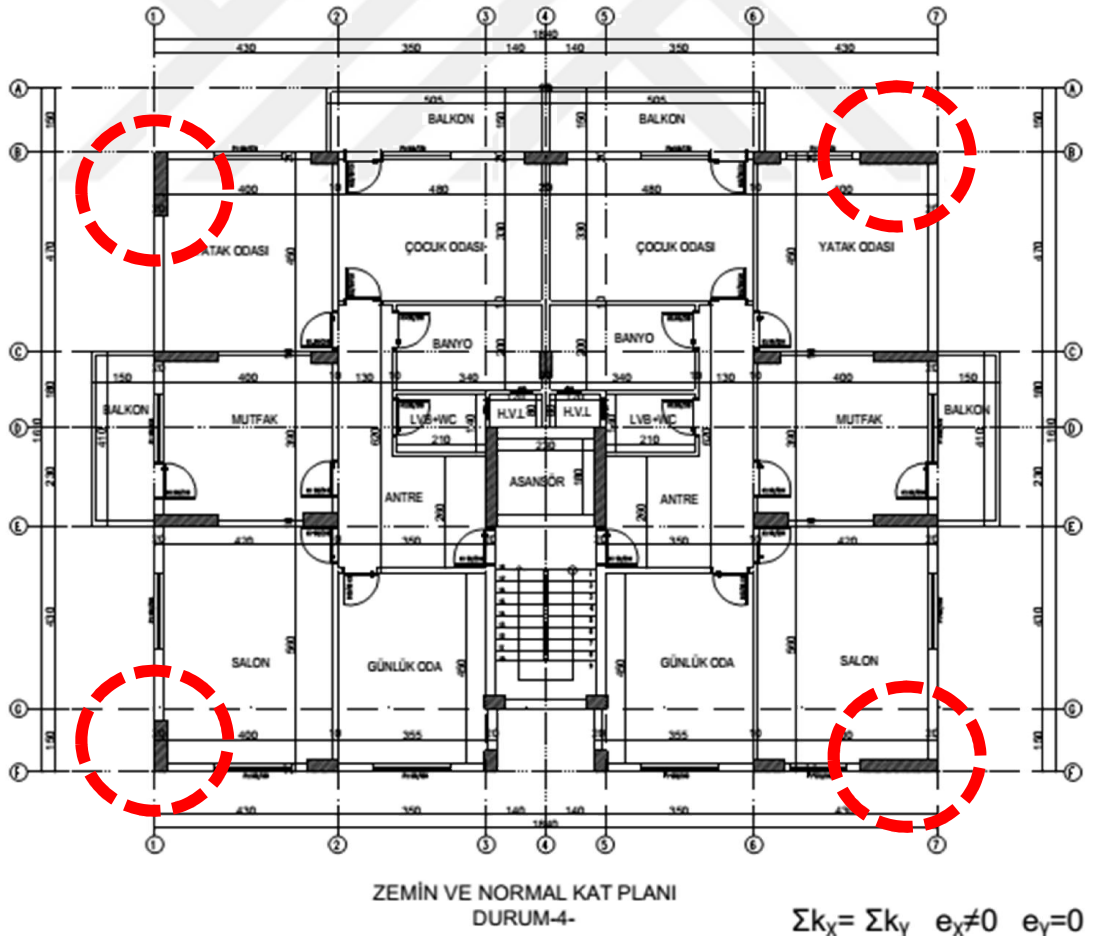
Çizelge 4.14'de yapı ağırlığına bağlı olarak en az aksenal kuvvetin plak döşeme durumunda olduğu görülmüştür. Aksenal kuvvetin değişimine paralel olarak momentlerinde benzer oranlarda değişimi görülmüştür. Kolon boyutları gerekenden büyük tasarlandığı için hesap edilen donatı miktarı minimum donatı oranının altında kalmakta ve yönetmelik gereği minimum donatı oranının kullanıldığı görülmüştür.

Çizelge 4.16. Durum 3 için toplam maliyet

	C25 HAZIR BETON(M ³)	DÜZ YÜZEYLİ BETONARME KALIBI(M ²)	Ø8-12 mm DEMİR	Ø14-50 mm DEMİR	MALİYET
BİRİM FİYATLAR	160	20	3400	3400	
PLAK	589	3514	36,4	19,3	353.900,00
NERVÜR	592	3090	59,5	22,4	434.980,00
KASET	638	3090	56,8	21,9	431.460,00

Çizelge 4.16’da ki sonuçlara göre maliyet açısından en ekonomik durumun plak döşeme durumu olduğu görülmektedir. Nervür döşeme durumu ile kaset döşeme durumlarının maliyetlerinin birbirlerine yakın olduğu ve plak döşeme türüne göre yaklaşık %22 daha fazla olduğu görülmektedir.

4.4 Durum 4 Taşıyıcı Sistemi İçin Farklı Döşeme Tiplerinin Karşılaştırılması

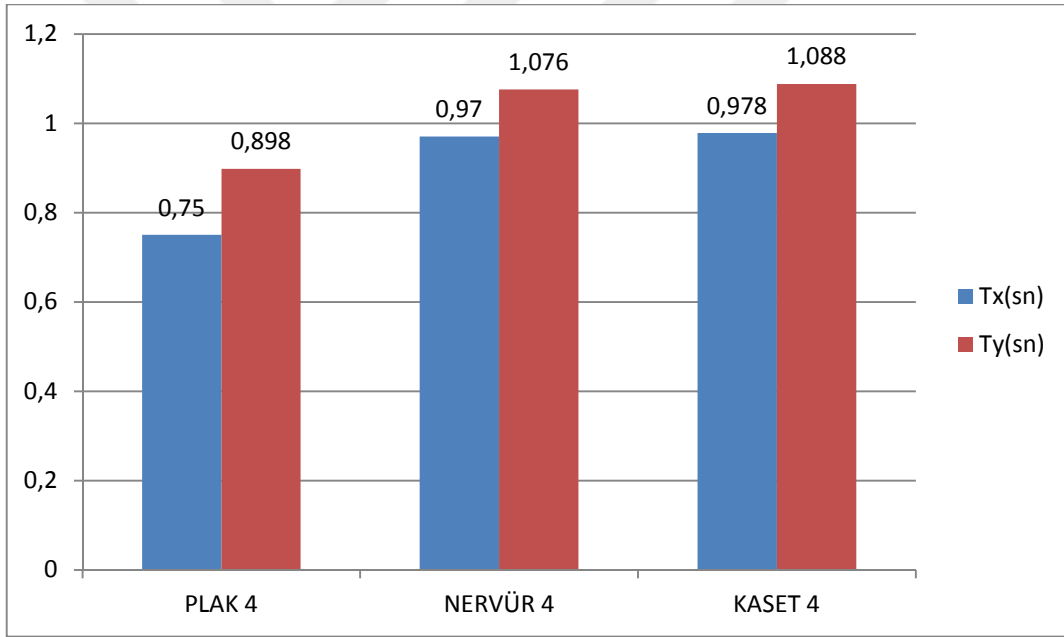


Şekil 4.16. Durum 4’e ait kat planı

Çizelge 4.17. Durum 4 seçeneği için toplam atalet momentleri, kütle ve rijitlik merkezi koordinatları ile yapı toplam ağırlığı

DURUM 4	ATALET MOMENTLERİ		X YÖNÜ		Y YÖNÜ		Σ W
	Σ I _x (m ⁴)	Σ I _y (m ⁴)	X _k (mt)	X _r (mt)	Y _k (mt)	Y _r (mt)	
DÖŞEME TÜRÜ							Ton
PLAK 4	0,6819	0,6991	9,2	8	8,6	8,6	1994
NERVÜR 4	0,6819	0,6991	9,2	8	8,45	8,45	2306
KASET 4	0,6819	0,6991	9,2	8	8,45	8,45	2351

Çizelge 4.17’de görüldüğü gibi durum 4 için her iki doğrultuda toplam rijitlik eşit seçilmiş ve Y doğrultusunda kütle rijitlik merkezleri çakıştırılmış, X doğrultusunda kütle rijitlik merkezleri çakıştırılmamıştır. Yapı ağırlığı olarak plak döşeme türünün en hafif yapı, kaset döşeme türünün ise en ağır yapı olduğu görülmüştür.

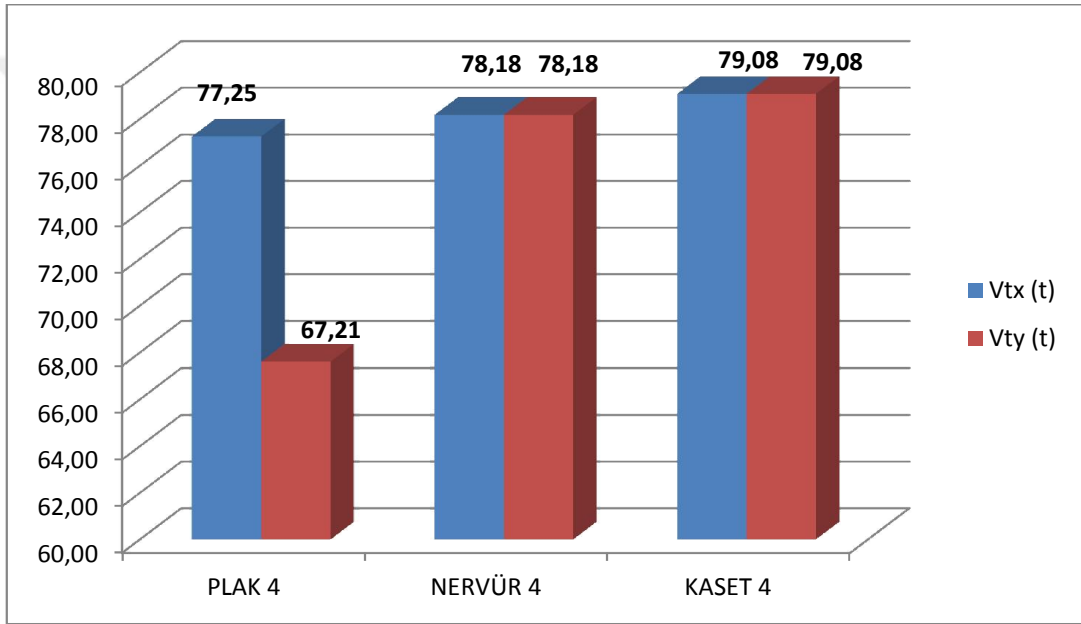


Şekil 4.17. Durum 4 taşıyıcı sistem için yapı periyodu kıyaslaması

TBDY 2018’de verilen Denklem 5.1 formülü yardımıyla yapının hakim doğal titreşim periyodu hesaplanır. Şekil 4.17’de X ve Y doğrultusu için hesaplanan periyotlar plak, nervür ve kaset için ayrı ayrı verilmiştir. Şekil 4.17’nin incelenmesi sonucu elde edilen bilgiler aşağıda verilmiştir;

- Kütleli diğer alternatiflere göre az olan plak durumunun periyot değeri yukardaki formülü doğrulayacak şekilde daha az çıkmıştır.

- Her üç durumda da Y doğrultusunda yer değiştirme daha fazla olduğu için T_y , T_x 'e göre daha büyük çıkmıştır.
- Deprem Yönetmeliği gereği yapı periyodunun $T_{X,Y} = C_1 \cdot Hn^{3/4}$ sonucunun 1.4 katı değerini geçmemesi gerekmektedir. Bu yapı için 0.856s değerinin aşılmaması gerekmektedir. Yönetmelik gereği aşılın periyot değerlerinde, 0.856s yapı periyodu kabul edilecektir.
- Yukarıda ki tablo için plak durum T_x değeri haricindeki bütün periyot değerleri hesap sonucu bulunan değerler değil yönetmelik gereği bulunun 0.856s olacaktır.



Şekil 4.18. Durum 4 seçeneği için x ve y yönü deprem yükü

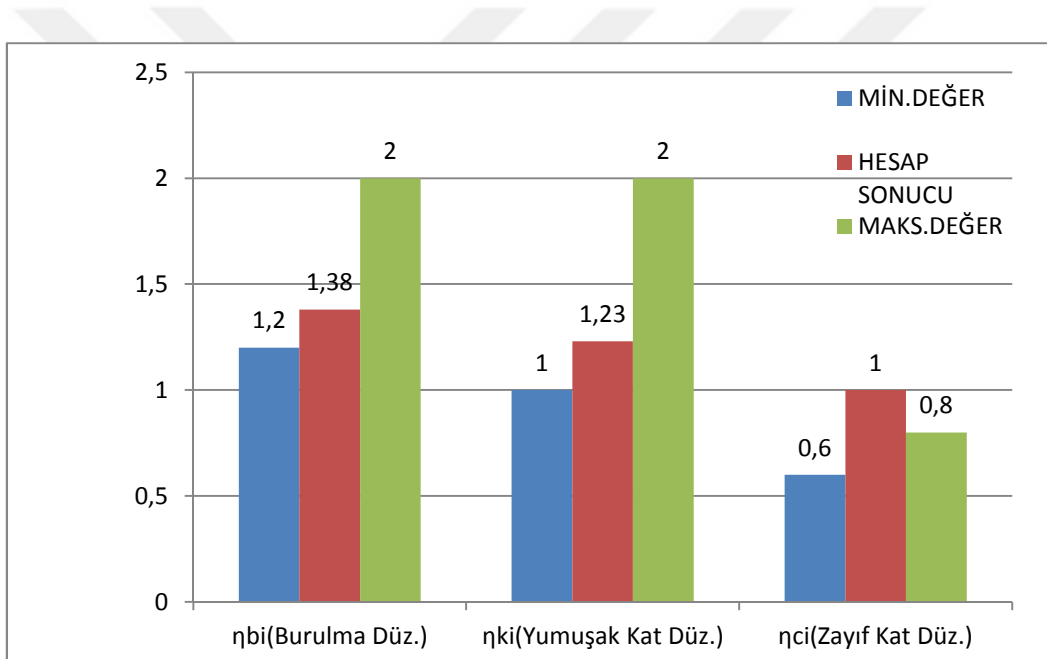
TBDY 2018’de verilen Denklem 5.2 bağıntıları ile toplam eşdeğer deprem yükleri hesaplanır. Şekil 4.18’in incelenmesi sonucu elde edilen bilgiler aşağıda verilmiştir.

- Yapı periyodu yapımıza etkileyen deprem kuvvetinin belirlenmesinde en önemli etkenlerden birisidir. Periyot tablosundan görüleceği gibi aynı periyoda sahip binaların X ve Y doğrultusu deprem yükleri eşit çıkmaktadır.
- Plak 4 durumu için periyodu az olan X doğrultusuna daha fazla deprem yükü etki ettiği görülmektedir.
- Yapı ağırlığı arttıkça deprem kesme kuvvetinin de artmakta olduğu görülmektedir.

Çizelge 4.18. Durum 4 seçeneği için 9-10-11-12 yükleme kombinasyonlarında 6.kat diyaframının yerdeğiştirme ve dönme değerleri

YÜK KOMBİNASYONLARI	9.YÜKLEME DURUMU		10.YÜKLEME DURUMU		11.YÜKLEME DURUMU		12.YÜKLEME DURUMU	
DEPREM DOĞRULTUSU	Ex + %5 eksantiriste		Ex - %5 eksantiriste		Ey + %5 eksantiriste		Ey - %5 eksantiriste	
	δx (m)	θz (rad)	δx (m)	θz (rad)	δy (m)	θz (rad)	δy (m)	θz (rad)
PLAK 4	0.010092 2	0.000112 6	0.0100886	-0.000236	-0.011740	-0.000379	-0.011724	0.0000201
NERVÜR 4	0.014040 6	0.000059 8	0.0140333	-0.000426	-0.016066	-0.000578	-0.016040	0.0000547
KASET 4	0.014202 8	0.000071 8	0.0141955	-0.000419	-0.016234	-0.000589	-0.016208	0.0000504

- Çizelge 4.18'den yapı ağırlıklarıyla doğru orantılı şekilde yer değiştirme miktarlarının arttığı gözlenmektedir.



Şekil 4.19. Durum 4 seçeneği için düzensizlik durumları

STA4CAD programı bütün katlar için ve yükleme durumlarının her biri için her katta ayrı düzensizlik katsayısı hesabı yapmaktadır. Bütün bu hesabın sonunda sağlanamayan bir adet bile düzensizlik durumu varsa hesap yöntemi değişmektedir.

- 24 farklı yükleme durumu için sadece 2 durumda η_{bi} katsayısı 1.2'nin üzerinde çıkmıştır ve hesap deprem yönetmeliği gereği modal analizle çözülmüştür.

- Yumuşak kat düzensizliği kat yüksekliğinin değişmediği yapılarda pek karşımıza çıkmaz. Bu örnekte de yoktur. η_{ki} katsayısının 2'yi geçmemesi gerekir.
- Zayıf kat düzensizliği duvar ve düşey taşıyıcı eleman değişikliği yoksa karşımıza çıkmaz. Bu örnekte de yoktur. η_{ci} 0.6'nın altına düşmesi durumunda tasarım değiştirilir.

Çizelge 4.19. Durum 4 KZ27 kirişi için V-M değerleri

DURUM 4	BOYUTLAR (cm)	üstMsol(tm) / altMsol(tm)	Mac	üstMsag(tm) / altMsag(tm)	SolVd(ton)	SağVd(ton)
PLAK	25/50	13,803 / 0,00	2,847	-5,332 / 0,014	4,184	-3,761
NERVÜR	25/50	18,367 / 0,00	3,254	-6,129 / 0,632	5,561	-4,133
KASET	25/50	16,907 / 0,00	3,284	-6,137 / 0,642	4,963	-4,223

Çizelge 4.19'da plak döşeme durumunun moment ve kesme kuvveti değerlerinin diğer döşeme tiplerine göre daha az olduğu görülmüştür. Yapı ağırlığı en fazla olan kaset sistemin ikinci en yüksek değerlere sahip olduğu görülmüştür. Döşeme yük aktarma doğrultusunun nervür döşeme türü için moment kesme kuvveti değerlerini olumsuz yönde etkilediği görülmüştür.

Çizelge 4.20. Durum 4 SZ17 kolonu için N-M ve As değerleri

DURUM 4	BOYUTLAR(cm)	max. Nd(ton)	minor M	major M	As
PLAK	60/30	163,452	0,408	-5,394	3,60
NERVÜR	60/30	189,943	1,426	-6,268	3,60
KASET	60/30	182,437	0,983	-6,020	3,60

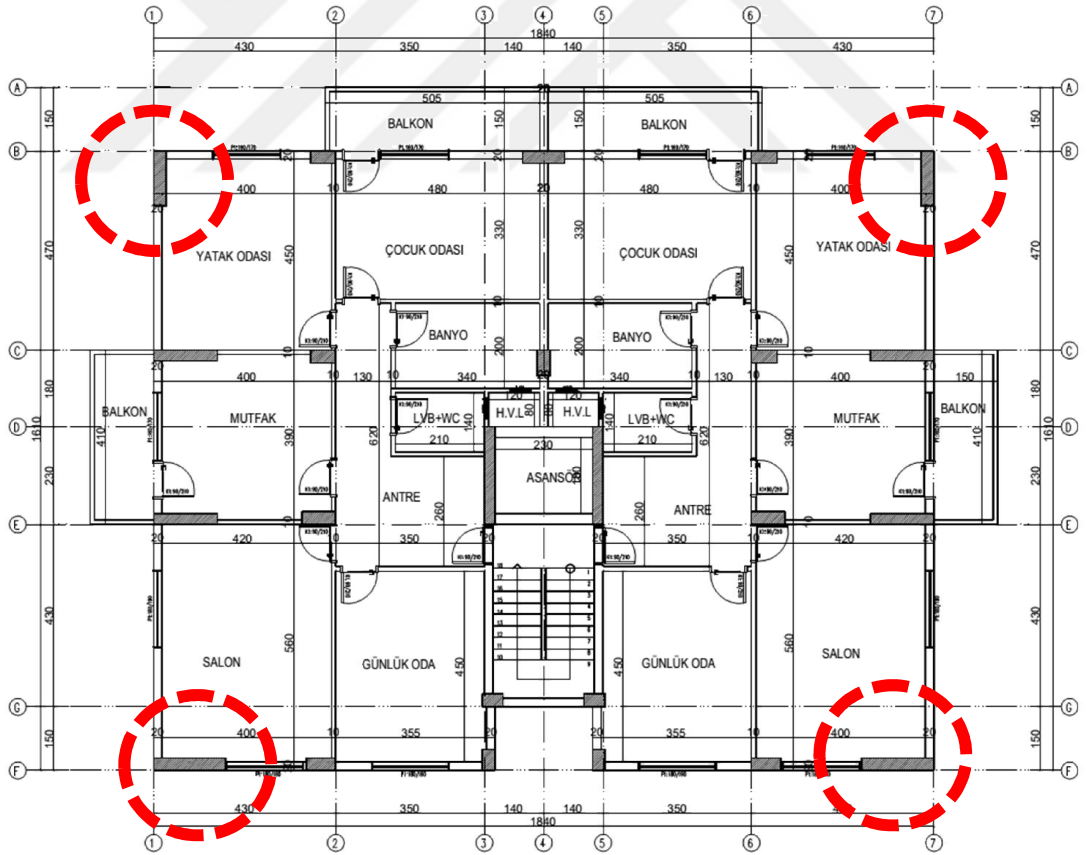
Çizelge 4.20'de yapı ağırlığına bağlı olarak en az aksenal kuvvetin plak döşeme durumunda olduğu görülmüştür. Aksenal kuvvetin değişimine paralel olarak momentlerinde benzer oranlarda değişimi görülmüştür. Kolon boyutları gerekenden büyük tasarlandığı için hesap edilen donatı miktarı minimum donatı oranının altında kalmakta ve yönetmelik gereği minimum donatı oranının kullanıldığı görülmüştür.

Çizelge 4.21. Durum 4 için toplam maliyet

	C25 HAZIR BETON(M ³)	DÜZ YÜZEYLİ BETONARME KALIBI(M ²)	Ø8-12 mm DEMİR	Ø14-50 mm DEMİR	MALİYET
BİRİM FİYATLAR	160	20	3400	3400	
PLAK	583	3473	36	24,5	368.440,00
NERVÜR	585	3043	59,7	22,9	435.300,00
KASET	630	3043	56,4	23,3	432.640,00

Çizelge 4.21’de ki sonuçlara göre maliyet açısından en ekonomik durumun plak döşeme durumu olduğu görülmektedir. Nervür döşeme durumu ile kaset döşeme durumlarının maliyetlerinin birbirlerine yakın olduğu ve plak döşeme türüne göre yaklaşık %17 daha fazla olduğu görülmektedir.

4.5 Durum 5 Taşıyıcı Sistemi İçin Farklı Döşeme Tiplerinin Karşılaştırılması



ZEMİN VE NORMAL KAT PLANI
DURUM-5-

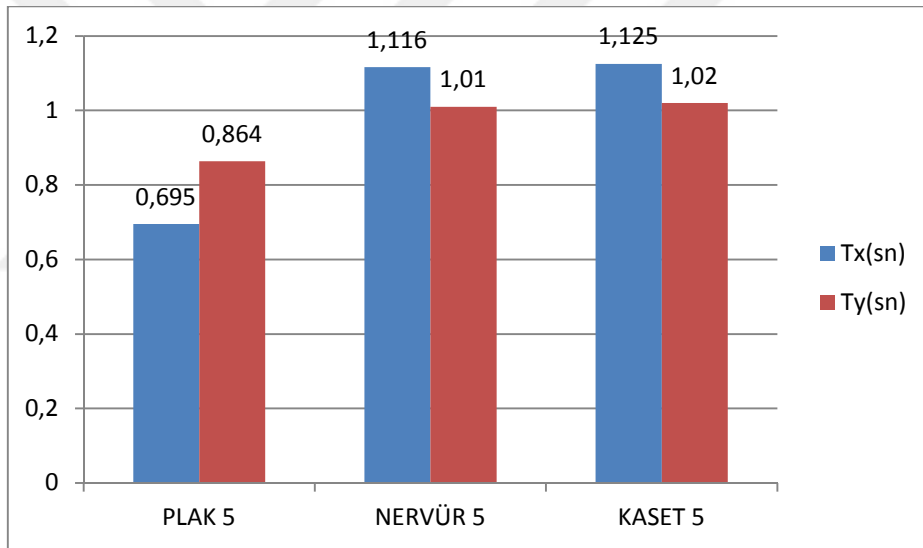
$$\Sigma k_x = \Sigma k_y \quad e_x = 0 \quad e_y \neq 0$$

Şekil 4.20. Durum 5’e ait kat planı

Çizelge 4.22. Durum 5 seçeneği için toplam atalet momentleri, kütle ve rijitlik merkezi koordinatları ile yapı toplam ağırlığı

DURUM 5	ATALET MOMENTLERİ		X YÖNÜ		Y YÖNÜ		Σ W
	Σ I _x (m ⁴)	Σ I _y (m ⁴)	X _k (mt)	X _r (mt)	Y _k (mt)	Y _r (mt)	
PLAK 5	0,6637	0,6529	9,2	9,2	8,55	10,20	1992
NERVÜR 5	0,6637	0,6529	9,2	9,2	8,25	10,60	2305
KASET 5	0,6637	0,6529	9,2	9,2	8,25	10,60	2351

Çizelge 4.22’de görüldüğü gibi durum 5 için her iki doğrultuda toplam rijitlik eşit seçilmiş ve X doğrultusunda kütle rijitlik merkezleri çakıştırılmış, Y doğrultusunda kütle rijitlik merkezleri çakıştırılmamıştır. Yapı ağırlığı olarak plak döşeme türünün en hafif yapı, kaset döşeme türünün ise en ağır yapı olduğu görülmüştür.

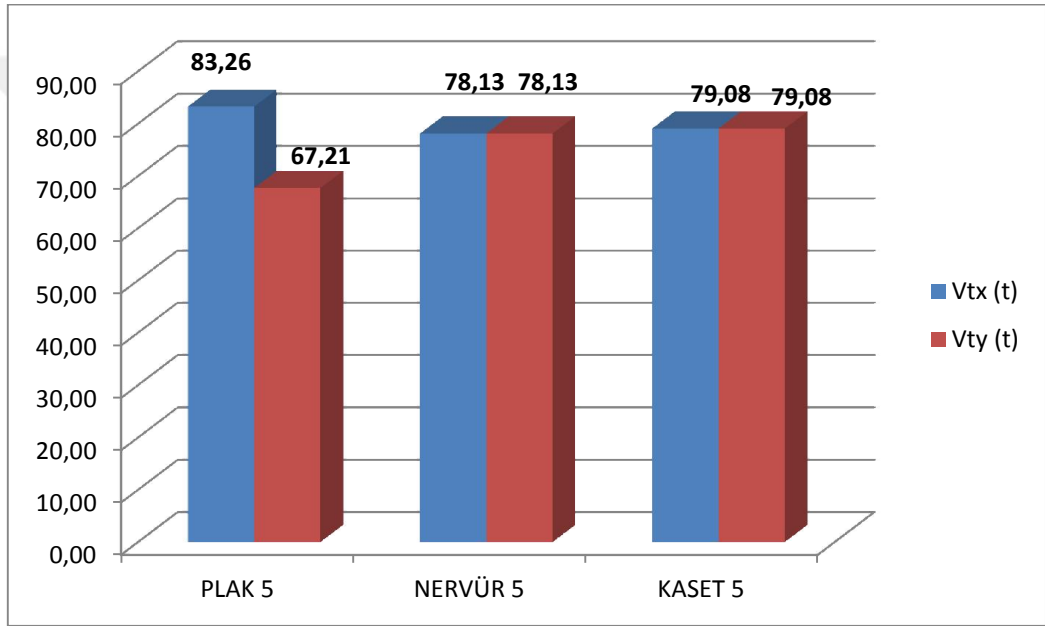


Şekil 4.21. Durum 5 taşıyıcı sistem için yapı periyodu kıyaslaması

TBDY 2018’de verilen Denklem 5.1 formülü yardımıyla yapının hakim doğal titreşim periyodu hesaplanır. Şekil 4.21’de X ve Y doğrultusu için hesaplanan periyotlar plak, nervür ve kaset için ayrı ayrı verilmiştir. Şekil 4.21’in incelenmesi sonucu elde edilen bilgiler aşağıda verilmiştir;

- Kütleli diğer alternatiflere göre az olan plak durumunun periyot değeri yukardaki formülü doğrulayacak şekilde daha az çıkmıştır.

- Nervür ve kaset durumlarında X doğrultusunda yer değiştirme daha fazla olduğu için T_x , T_y 'e göre daha büyük çıkmıştır.
- Deprem Yönetmeliği gereği yapı periyodunun $T_{X,Y} = C_1 \cdot Hn^{3/4}$ sonucunun 1.4 katı değerini geçmemesi gerekmektedir. Bu yapı için 0.856s değerinin aşılmaması gerekmektedir. Yönetmelik gereği aşılan periyot değerlerinde, 0.856s yapı periyotu kabul edilecektir.
- Yukarda ki tablo için plak durum T_x değeri haricindeki bütün periyot değerleri hesap sonucu bulunan değerler değil yönetmelik gereği bulunun 0.856s olacaktır.



şekil 4.22. Durum 5 seğeneği için x ve y yönü deprem yükü

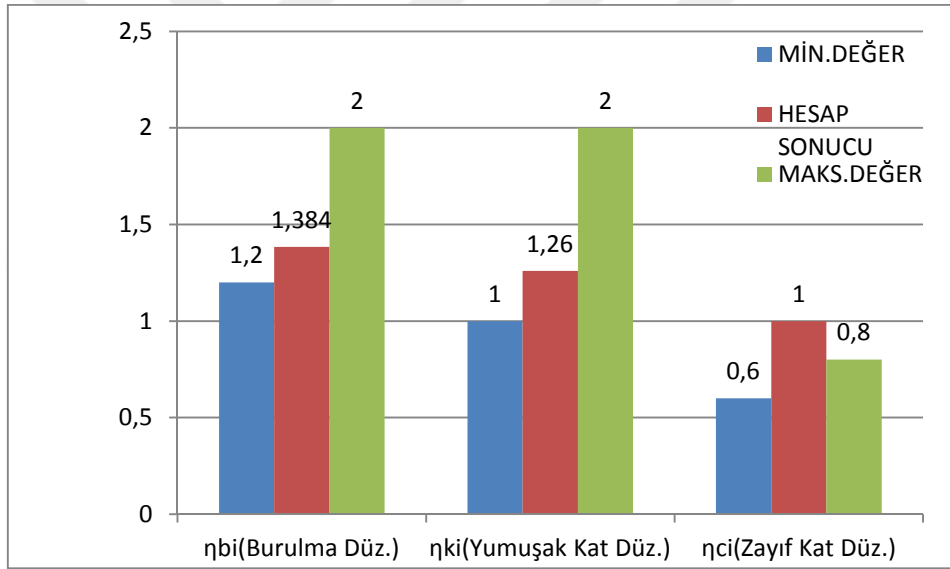
TBDY 2018'de verilen Denklem 5.2 bağıntıları ile toplam eşdeğer deprem yükleri hesaplanır. şekil 4.22'nin incelenmesi sonucu elde edilen bilgiler aşağıda verilmiştir.

- Yapı periyodu yapımıza etkileyen deprem kuvvetinin belirlenmesinde en önemli etkenlerden birisidir. Periyot tablosundan görüleceği gibi aynı periyoda sahip binaların X ve Y doğrultusu deprem yükleri eşit çıkmaktadır.
- Plak 5 durumu için periyodu az olan X doğrultusuna daha fazla deprem yükü etki ettiği görölmektedir.
- Yapı ağırlığı arttıkça deprem kesme kuvvetinin de artmakta olduğu görölmektedir.

Çizelge 4.23. Durum 5 seçeneği için 9-10-11-12 yükleme kombinasyonlarında 6.kat diyaframının yerdeğiştirme ve dönme değerleri

YÜK KOMBİNASYONLARI DEPREM DOĞRULTUSU	9.YÜKLEME DURUMU Ex + %5 eksantiriste		10.YÜKLEME DURUMU Ex - %5 eksantiriste		11.YÜKLEME DURUMU Ey + %5 eksantiriste		12.YÜKLEME DURUMU Ey - %5 eksantiriste	
	δx (m)	θz (rad)	δx (m)	θz (rad)	δy (m)	θz (rad)	δy (m)	θz (rad)
PLAK 5	0.010609 0	- 0.00010 9	0.0106368	-0.000479	-0.011791	-0.000199	-0.011791	0.0001994
NERVÜR 5	0.013649 2	- 0.00029 0	0.0136788	-0.000772	-0.016148	-0.000320	-0.016148	0.0003202
KASET 5	0.013812 1	- 0.00028 3	0.0138420	-0.000770	-0.016336	-0.000323	-0.016336	0.0003249

- Çizelge 4.23'den yapı ağırlıklarıyla doğru orantılı şekilde yer değıştirme miktarlarının arttığı gözlenmektedir.



Şekil 4.23. Durum 5 seçeneği için düzensizlik durumları

STA4CAD programı bütün katlar için ve yükleme durumlarının her biri için her katta ayrı düzensizlik katsayısı hesabı yapmaktadır. Bütün bu hesabın sonunda sağlanamayan bir adet bile düzensizlik durumu varsa hesap yöntemi değışmektedir.

- 24 farklı yükleme durumu için sadece 2 durumda η_{bi} katsayısı 1.2'nin üzerinde çıkmıştır ve hesap deprem yönetmeliği gereği modal analizle çözülmüştür.

- Yumuşak kat düzensizliği kat yüksekliğinin değişmediği yapılarda pek karşımıza çıkmaz. Bu örnekte de yoktur. η_{ki} katsayısının 2'yi geçmemesi gerekir.
- Zayıf kat düzensizliği duvar ve düşey taşıyıcı eleman değişikliği yoksa karşımıza çıkmaz. Bu örnekte de yoktur. η_{ci} 0.6'nın altına düşmesi durumunda tasarım değiştirilir.

Çizelge 4.24. Durum 5 KZ27 kirişi için V-M değerleri

DURUM 5	BOYUTLAR (cm)	üstMsol(tm) / altMsol(tm)	Mac	üstMsag(tm) / altMsag(tm)	SolVd(ton)	SagVd(ton)
PLAK	25/50	13,448 / 0,00	2,852	-5,536 / 0,00	4,119	-3,826
NERVÜR	25/50	18,005 / 0,00	3,258	-6,386 / 0,599	5,488	-4,206
KASET	25/50	16,79 / 0,00	3,283	-6,409 / 0,604	4,885	-4,300

Çizelge 4.24'de plak döşeme durumunun moment ve kesme kuvveti değerlerinin diğer döşeme tiplerine göre daha az olduğu görülmüştür. Yapı ağırlığı en fazla olan kaset sistemin ikinci en yüksek değerlere sahip olduğu görülmüştür. Döşeme yük aktarma doğrultusunun nervür döşeme türü için moment kesme kuvveti değerlerini olumsuz yönde etkilediği görülmüştür.

Çizelge 4.25. Durum 5 SZ17 kolonu için N-M ve As değerleri

DURUM 5	BOYUTLAR(cm)	max. Nd(ton)	minor M	major M	As
PLAK	60/30	163,298	0,466	-5,389	3,60
NERVÜR	60/30	189,480	1,448	-6,253	3,60
KASET	60/30	182,436	1,006	-6,020	3,60

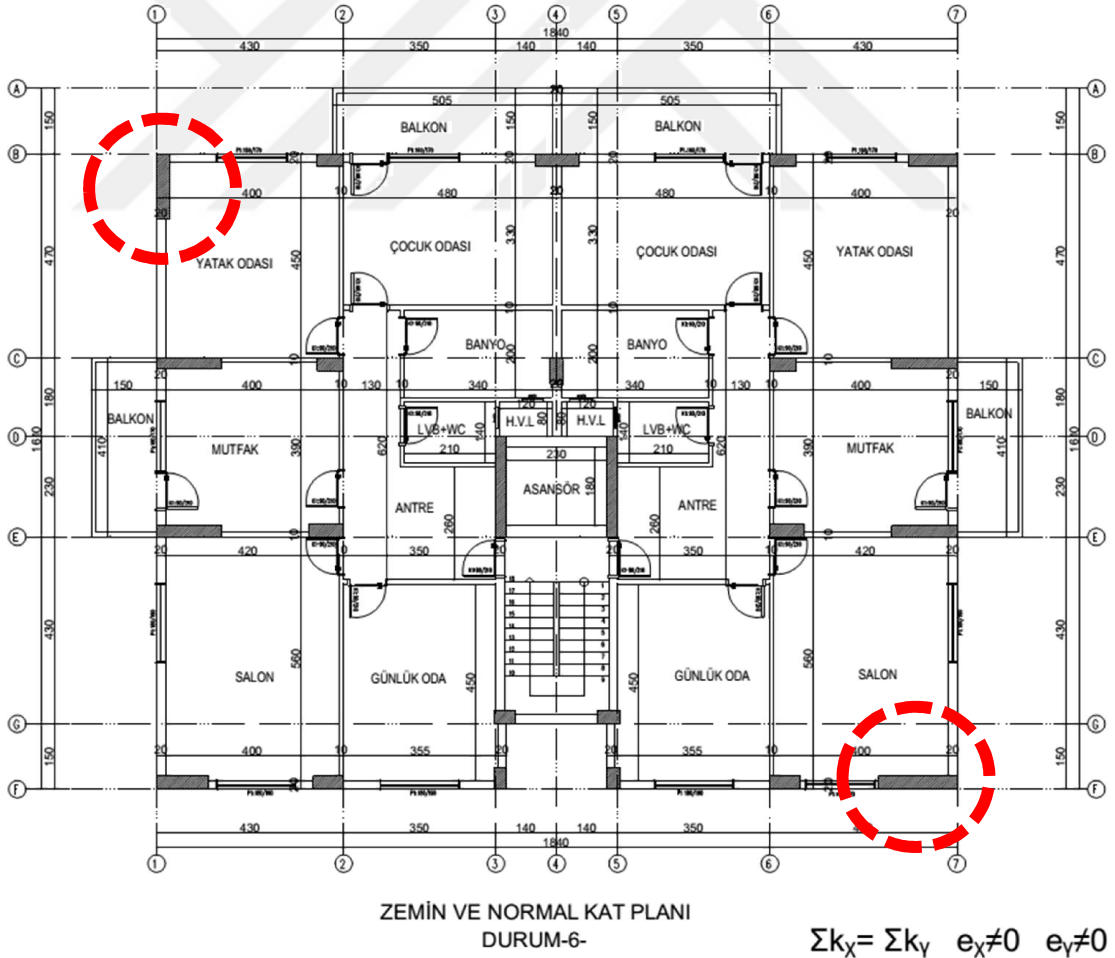
Çizelge 4.25'de yapı ağırlığına bağlı olarak en az eksenel kuvvetin plak döşeme durumunda olduğu görülmüştür. Eksenel kuvvetin değişimine paralel olarak momentlerinde benzer oranlarda değişimi görülmüştür. Kolon boyutları gerekenden büyük tasarlandığı için hesap edilen donatı miktarı minimum donatı oranının altında kalmakta ve yönetmelik gereği minimum donatı oranının kullanıldığı görülmüştür.

Çizelge 4.26. Durum 5 için toplam maliyet

	C25 HAZIR BETON(M ³)	DÜZ YÜZEYLİ BETONARME KALIBI(M ²)	Ø8-12 mm DEMİR	Ø14-50 mm DEMİR	MALİYET
BİRİM FİYATLAR	160	20	3400	3400	
PLAK	581	3464	36,2	26,5	375.420,00
NERVÜR	583	3033	60	24,7	441.920,00
KASET	629	3033	56,6	24,8	438.060,00

Çizelge 4.26’da ki sonuçlara göre maliyet açısından en ekonomik durumun plak döşeme durumu olduğu görülmektedir. Nervür döşeme durumu ile kaset döşeme durumlarının maliyetlerinin birbirlerine yakın olduğu ve plak döşeme türüne göre yaklaşık %17 daha fazla olduğu görülmektedir.

4.6 Durum 6 Taşıyıcı Sistemi İçin Farklı Döşeme Tiplerinin Karşılaştırılması

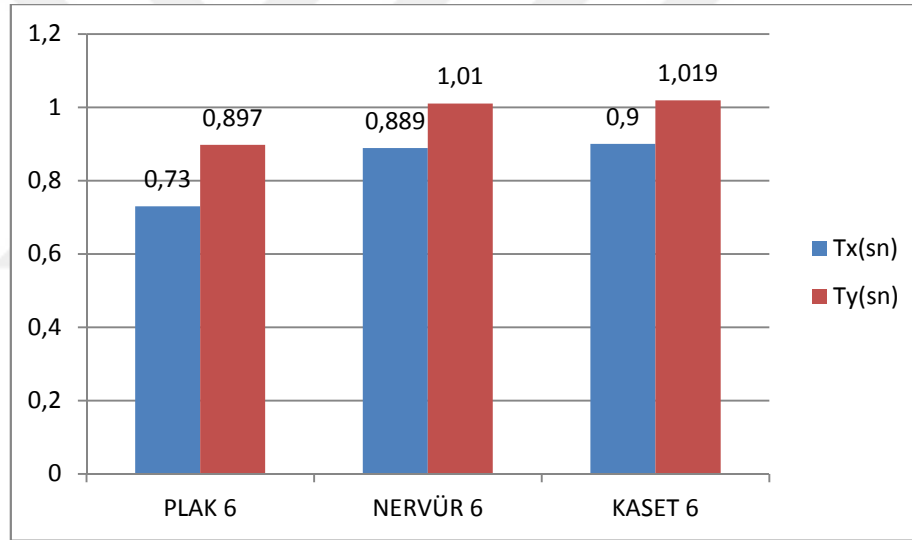


Şekil 4.24. Durum 6’ya ait kat planı

Çizelge 4.27. Durum 6 seçeneği için toplam atalet momentleri, kütle ve rijitlik merkezi koordinatları ile yapı toplam ağırlığı

DURUM 6	ATALET MOMENTLERİ		X YÖNÜ		Y YÖNÜ		Σ W
	Σ I _x (m ⁴)	Σ I _y (m ⁴)	X _k (mt)	X _r (mt)	Y _k (mt)	Y _r (mt)	
DÖŞEME TÜRÜ							Ton
PLAK 6	0,6398	0,6271	9,2	8,35	8,25	9,5	1989
NERVÜR 6	0,6398	0,6271	9,2	8,2	8,25	9,75	2302
KASET 6	0,6398	0,6271	9,2	8,2	8,25	9,75	2346

Çizelge 4.27’de görüldüğü gibi durum 6 için her iki doğrultuda toplam rijitlik eşit seçilmiş ve her iki doğrultuda kütle rijitlik merkezleri çakıştırılmamıştır. Yapı ağırlığı olarak plak döşeme türünün en hafif yapı, kaset döşeme türünün ise en ağır yapı olduğu görülmüştür.

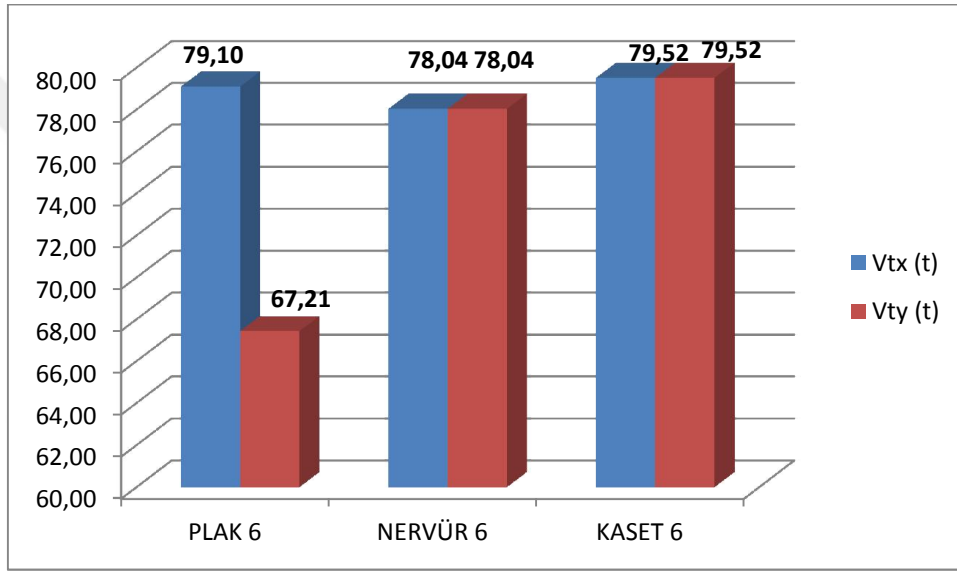


Şekil 4.25. Durum 6 taşıyıcı sistem için yapı periyodu kıyaslaması

TBDY 2018’de verilen Denklem 5.1 formülü yardımıyla yapının hakim doğal titreşim periyodu hesaplanır. Şekil 4.25’de X ve Y doğrultusu için hesaplanan periyotlar plak, nervür ve kaset için ayrı ayrı verilmiştir. Şekil 4.25’in incelenmesi sonucu elde edilen bilgiler aşağıda verilmiştir;

- Kütleli diğer alternatiflere göre az olan plak durumunun periyot değeri yukardaki formülü doğrulayacak şekilde daha az çıkmıştır.

- Her üç durumda da Y doğrultusunda yer değiştirme daha fazla olduğu için T_y , T_x 'e göre daha büyük çıkmıştır.
- Deprem Yönetmeliği gereği yapı periyodunun $T_{X,Y} = C_1 \cdot Hn^{3/4}$ sonucunun 1.4 katı değerini geçmemesi gerekmektedir. Bu yapı için 0.856s değerinin aşılmaması gerekmektedir. Yönetmelik gereği aşılın periyot değerlerinde, 0.856s yapı periyotu kabul edilecektir.
- Yukarıda ki tablo için plak durum T_x değeri haricindeki bütün periyot değerleri hesap sonucu bulunan değerler değil yönetmelik gereği bulunun 0.856s olacaktır.



Şekil 4.26. Durum 6 seçeneği için x ve y yönü deprem yükü

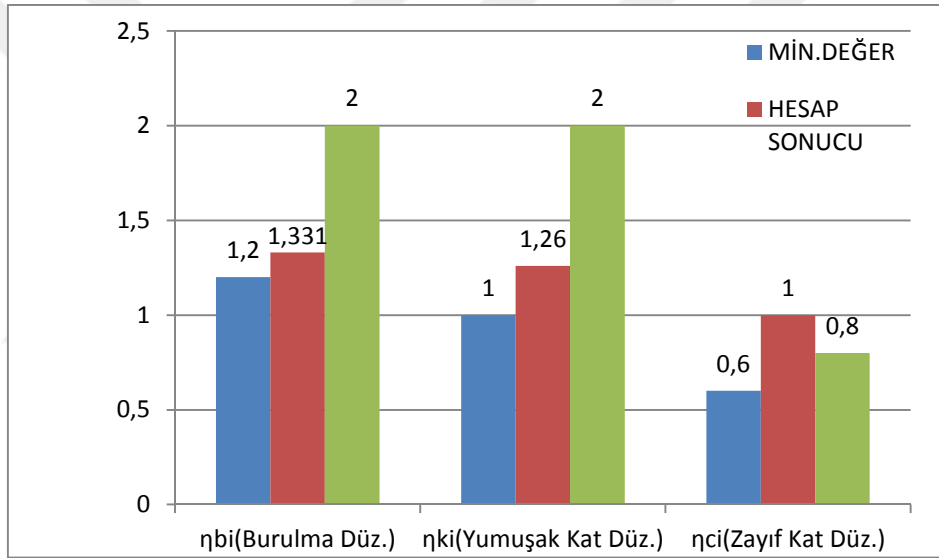
TBDY 2018’de verilen Denklem 5.2 bağıntıları ile toplam eşdeğer deprem yükleri hesaplanır. Şekil 4.26’nın incelenmesi sonucu elde edilen bilgiler aşağıda verilmiştir.

- Yapı periyodu yapımıza etkileyen deprem kuvvetinin belirlenmesinde en önemli etkenlerden birisidir. Periyot tablosundan görüleceği gibi aynı periyoda sahip binaların X ve Y doğrultusu deprem yükleri eşit çıkmaktadır.
- Plak 6 durumu için periyodu az olan X doğrultusuna daha fazla deprem yükü etki ettiği görülmektedir.
- Yapı ağırlığı arttıkça deprem kesme kuvvetinin de artmakta olduğu görülmektedir.

Çizelge 4.28. Durum 6 seçeneği için 9-10-11-12 yükleme kombinasyonlarında 6.kat diyaframının yerdeğiştirme ve dönme değerleri

YÜK KOMBİNASYONLARI DEPREM DOĞRULTUSU	9.YÜKLEME DURUMU		10.YÜKLEME DURUMU		11.YÜKLEME DURUMU		12.YÜKLEME DURUMU	
	Ex + %5 eksantiriste		Ex - %5 eksantiriste		Ey + %5 eksantiriste		Ey - %5 eksantiriste	
	δx (m)	θz (rad)	δx (m)	θz (rad)	δy (m)	θz (rad)	δy (m)	θz (rad)
PLAK 6	0.010261 0	0.000005 7	0.0102729	-0.000362	-0.012070	-0.000321	-0.012056	0.0000912
NERVÜR 6	0.014101 3	- 0.000127	0.0141128	-0.000637	-0.016508	-0.000512	-0.016487	0.0001551
KASET 6	0.014373 5	- 0.000118	0.0143851	-0.000637	-0.016817	-0.000524	-0.016795	0.0001557

Çizelge 4.28'den yapı ağırlıklarıyla doğru orantılı şekilde yer değiştirme miktarlarının arttığı gözlenmektedir.



Şekil 4.27. Durum 6 seçeneği için düzensizlik durumları

STA4CAD programı bütün katlar için ve yükleme durumlarının her biri için her katta ayrı düzensizlik katsayısı hesabı yapmaktadır. Bütün bu hesabın sonunda sağlanamayan bir adet bile düzensizlik durumu varsa hesap yöntemi değişmektedir.

- 24 farklı yükleme durumu için sadece 2 durumda η_{bi} katsayısı 1.2'nin üzerinde çıkmıştır ve hesap deprem yönetmeliği gereği modal analizle çözülmüştür.
- Yumuşak kat düzensizliği kat yüksekliğinin değişmediği yapılarda pek karşımıza çıkmaz. Bu örnekte de yoktur. η_{ki} katsayısının 2'yi geçmemesi gerekir.

- Zayıf kat düzensizliği duvar ve düşey taşıyıcı eleman değişikliği yoksa karşımıza çıkmaz. Bu örnekte de yoktur. η_{ci} 0.6'nın altına düşmesi durumunda tasarım değiştirilir.

Çizelge 4.29. Durum6 KZ27 kirişi için V-M değerleri

DURUM 6	BOYUTLAR (cm)	üstMsol(tm) / altMsol(tm)	Mac	üstMsag(tm) / altMsag(tm)	SolVd(ton)	SagVd(ton)
PLAK	25/50	13,56 / 0,00	2,848	-5,526 / 0,025	4,139	-3,806
NERVÜR	25/50	18,131 / 0,00	3,254	-6,345 / 0,668	5,516	-4,178
KASET	25/50	16,929 / 0,00	3,283	-6,396 / 0,693	4,911	-4,274

Çizelge 4.29'da plak döşeme durumunun moment ve kesme kuvveti değerlerinin diğer döşeme tiplerine göre daha az olduğu görülmüştür. Yapı ağırlığı en fazla olan kaset sistemin ikinci en yüksek değerlere sahip olduğu görülmüştür. Döşeme yük aktarma doğrultusunun nervür döşeme türü için moment kesme kuvveti değerlerini olumsuz yönde etkilediği görülmüştür.

Çizelge 4.30. Durum 6 SZ17 kolonu için N-M ve As değerleri

DURUM 6	BOYUTLAR(cm)	max. Nd(ton)	minor M	major M	As
PLAK	60/30	162,841	0,460	-5,374	3,60
NERVÜR	60/30	189,235	1,442	-6,245	3,60
KASET	60/30	181,819	1,004	-6,000	3,60

Çizelge 4.30'da yapı ağırlığına bağlı olarak en az aksel kuvvetin plak döşeme durumunda olduğu görülmüştür. Aksel kuvvetin değişimine paralel olarak momentlerinde benzer oranlarda değişimi görülmüştür. Kolon boyutları gerekenden büyük tasarlandığı için hesap edilen donatı miktarı minimum donatı oranının altında kalmakta ve yönetmelik gereği minimum donatı oranının kullanıldığı görülmüştür.

Çizelge 4.31. Durum 6 için toplam maliyet

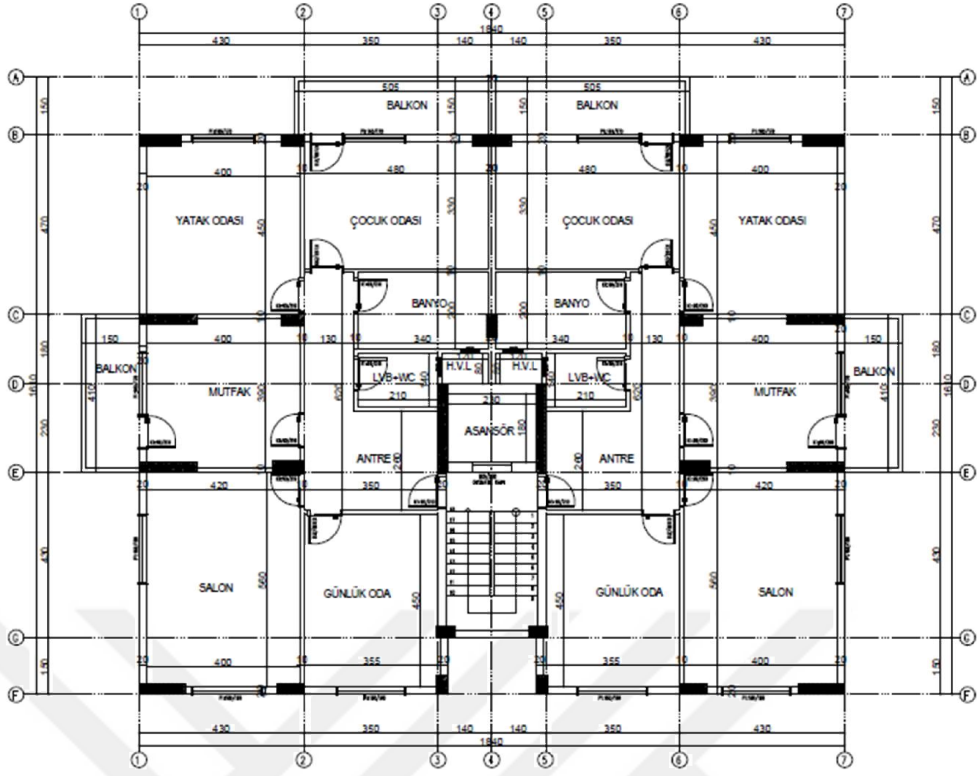
	C25 HAZIR BETON(M³)	DÜZ YÜZEYLİ BETONARME KALIBI(M²)	Ø8-12 mm DEMİR	Ø14-50 mm DEMİR	MALİYET
BİRİM FİYATLAR	160	20	3400	3400	
PLAK	580	3452	35,9	20,6	353.940,00
NERVÜR	581	3020	47,4	23,5	434.420,00
KASET	627	3020	55,6	23,4	429.320,00

Çizelge 4.31’de ki sonuçlara göre maliyet açısından en ekonomik durumun plak döşeme durumu olduğu görülmektedir. Nervür döşeme durumu ile kaset döşeme durumlarının maliyetlerinin birbirlerine yakın olduğu ve plak döşeme türüne göre yaklaşık %22 daha fazla olduğu görülmektedir.

BÖLÜM V

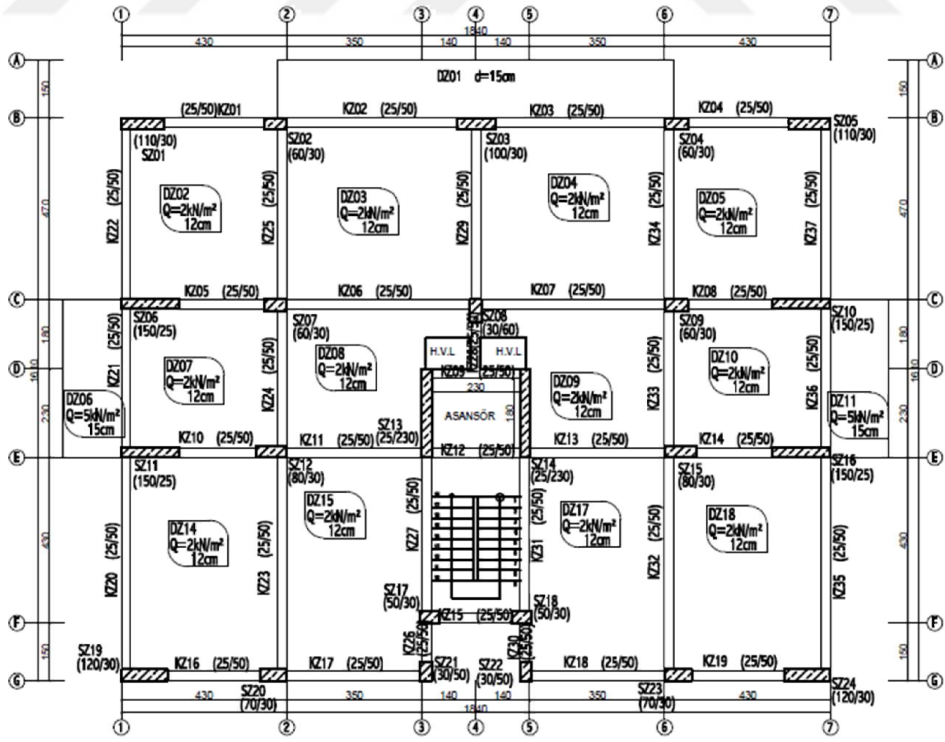
FARKLI DÖŞEME TİPLERİ İÇİN TAŞIYICI SİSTEM SEÇİMİNİN ETKİLERİ

Bu bölümde aynı mimari proje için altı farklı taşıyıcı sistem, üç farklı döşeme tipi incelenmiştir. Döşeme tipi sırasıyla plak döşeme tipi, nervür döşeme tipi ve son olarak kaset döşeme tipi olacak şekilde tasarlanmıştır. Birinci durumda iki doğrultuda toplam rijitlik eşit ve kütle-rijitlik merkezi noktası çakıştırılmıştır. İkinci durumda Y doğrultusu toplam rijitlik X doğrultusu toplam rijitliğin iki katı seçilmiş ve kütle-rijitlik merkezi noktası çakıştırılmıştır. Üçüncü durumda X doğrultusu toplam rijitlik Y doğrultusu toplam rijitliğin iki katı seçilmiş ve kütle-rijitlik merkezi noktası çakıştırılmıştır. Dördüncü durumda iki doğrultuda toplam rijitlik eşit ve Y doğrultusu kütle-rijitlik merkezi noktası çakıştırılmış, X doğrultusu kütle-rijitlik merkezi noktası çakıştırılmamıştır. Beşinci durumda iki doğrultuda toplam rijitlik eşit ve X doğrultusu kütle-rijitlik merkezi noktası çakıştırılmış, Y doğrultusu kütle-rijitlik merkezi noktası çakıştırılmamıştır. Altıncı durumda ise iki doğrultuda toplam rijitlik eşit ve kütle-rijitlik merkezi noktası çakıştırılmamıştır.



ZEMİN VE NORMAL KAT PLANI
DURUM-1-

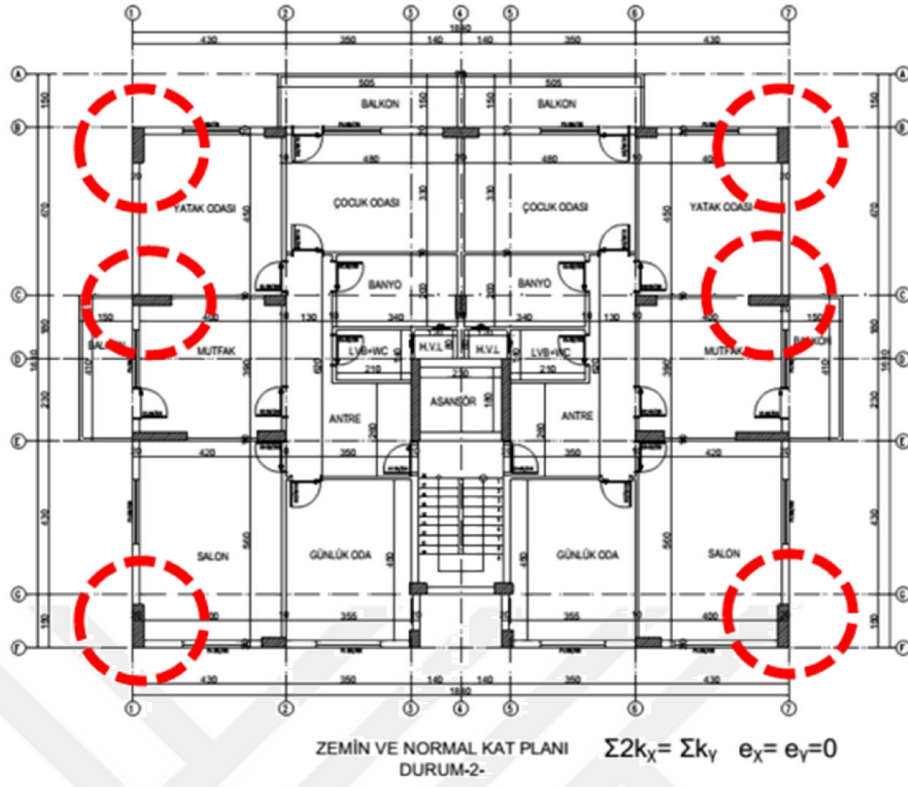
Şekil 5.1. Durum 1 için mimari kat planı



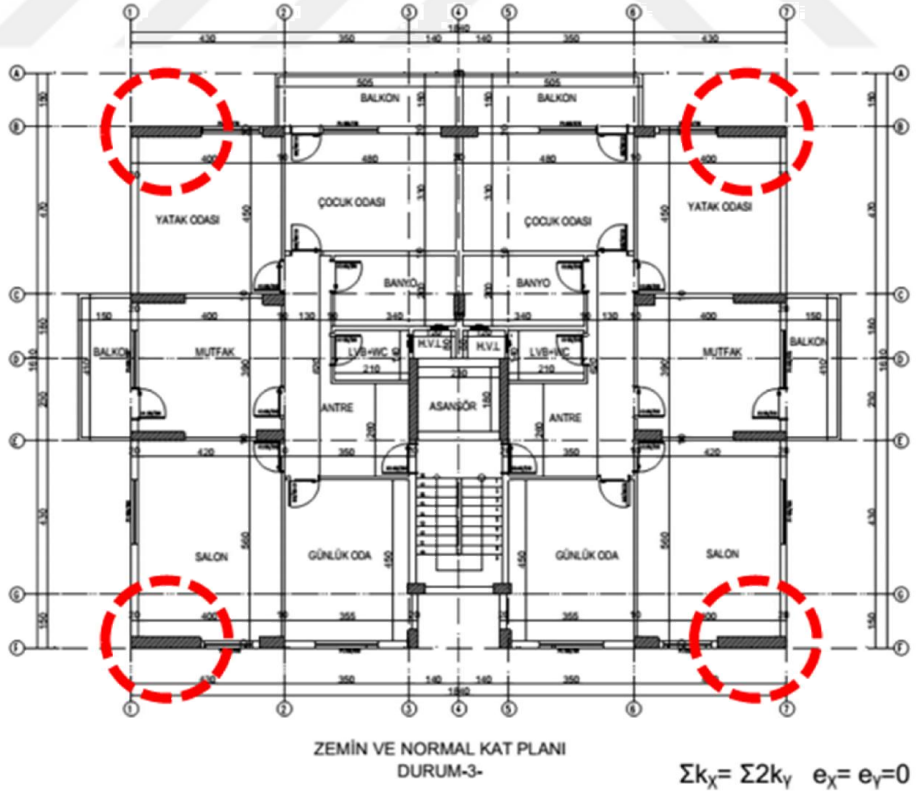
$$\Sigma k_x = \Sigma k_y \quad e_x = e_y = 0$$

ZEMİN VE NORMAL KAT KALIP PLANI
PLAK DURUM-1-

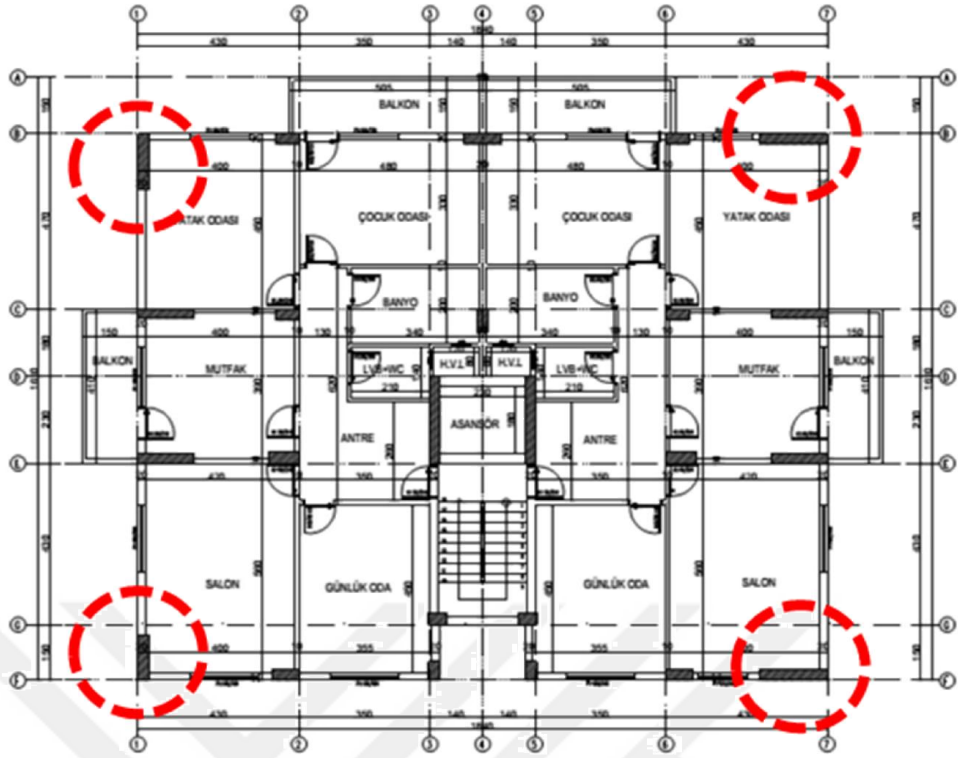
Şekil 5.2. Durum 1 için plak döşeme kalıp planı



Şekil 5.3. Durum 2 için mimari kat planı

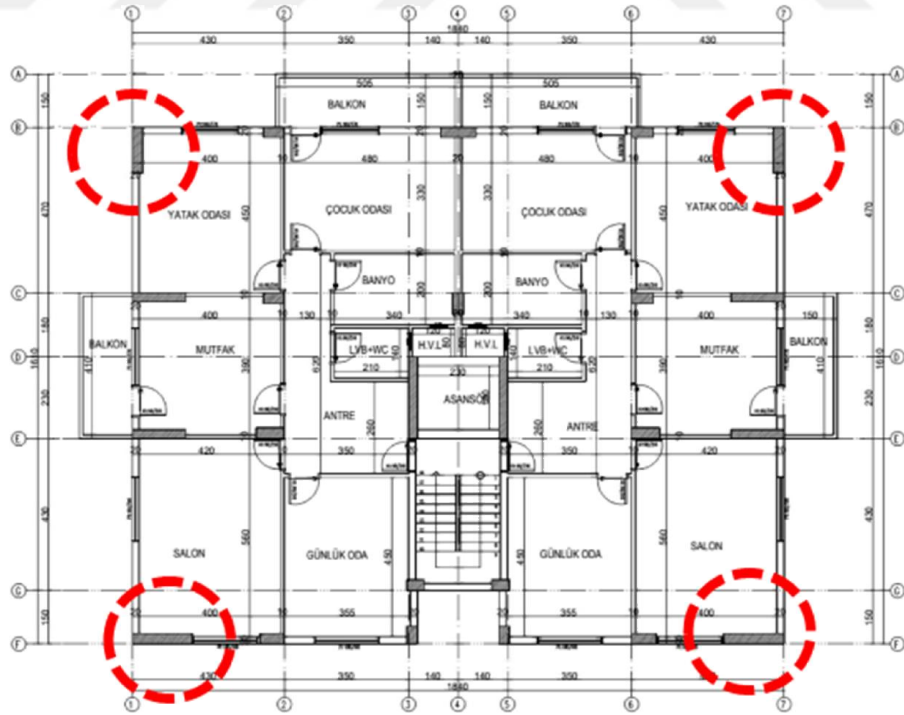


Şekil 5.4. Durum 3 için mimari kat planı



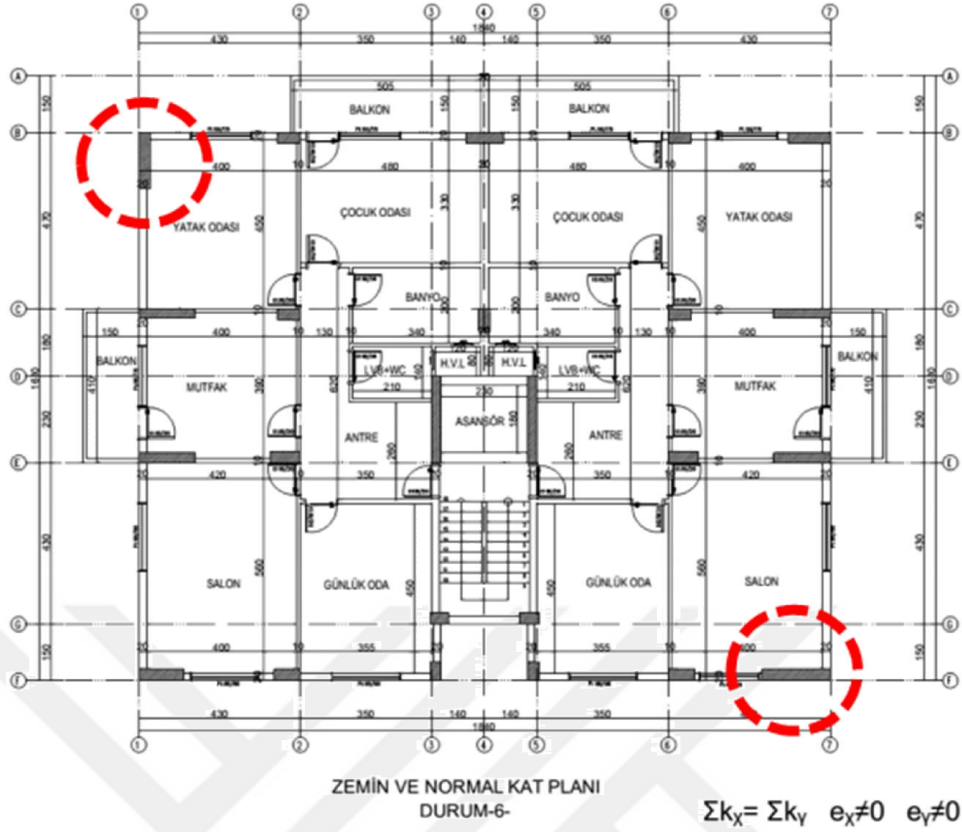
$$\Sigma k_x = \Sigma k_y \quad e_x \neq 0 \quad e_y = 0$$

Şekil 5.5. Durum 4 için mimari kat planı



$$\Sigma k_x = \Sigma k_y \quad e_x = 0 \quad e_y \neq 0$$

Şekil 5.6. Durum 5 için mimari kat planı



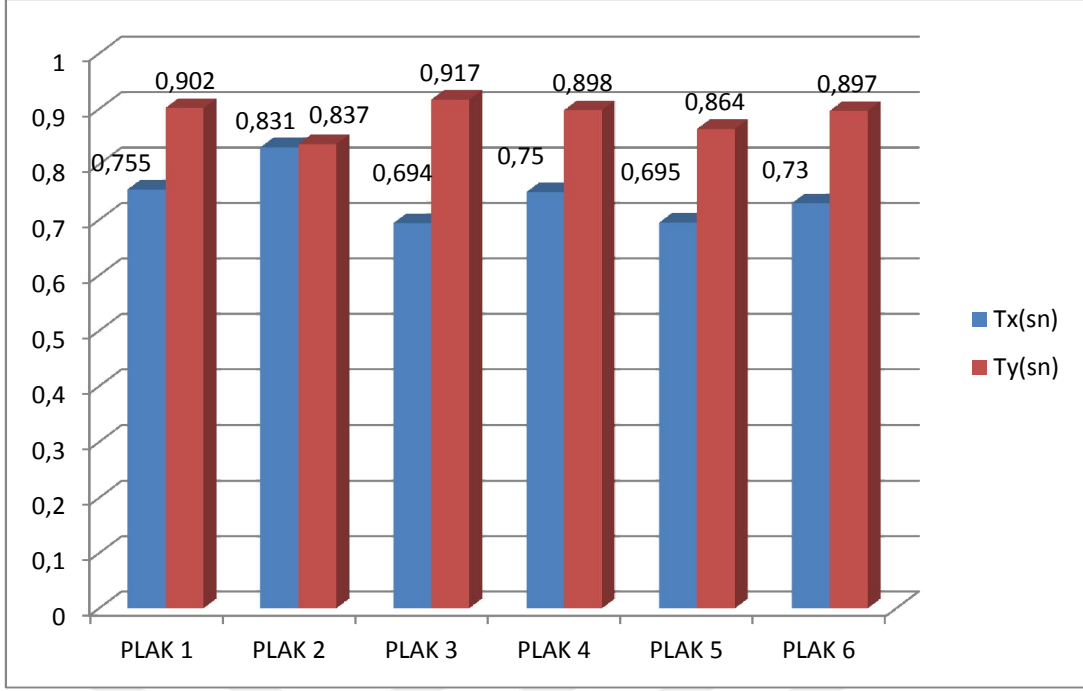
Şekil 5.7. Durum 6 için mimari kat planı

5.1 Plak Döşeme için Taşıyıcı Sistem Seçiminin Etkilerinin Karşılaştırılması

Çizelge 5.1. Plak durumlar için toplam atalet momentleri, kütle ve rijitlik merkezi koordinatları ve yapı toplam ağırlığı

DURUM 1	ATALET MOMENTLERİ		X YÖNÜ		Y YÖNÜ		Σ W
	Σ I _x (m ⁴)	Σ I _y (m ⁴)	X _k (mt)	X _r (mt)	Y _k (mt)	Y _r (mt)	
PLAK 1	0,5565	0,5544	9,2	9,2	8,65	8,65	1983
PLAK 2	0,6836	0,3372	9,2	9,2	8,6	8,6	1981
PLAK 3	0,5637	1,1429	9,2	9,2	8,55	8,4	2005
PLAK 4	0,6819	0,6991	9,2	8	8,6	8,6	1994
PLAK 5	0,6637	0,6529	9,2	9,2	8,55	10,20	1992
PLAK 6	0,6398	0,6271	9,2	8,35	8,25	9,5	1989

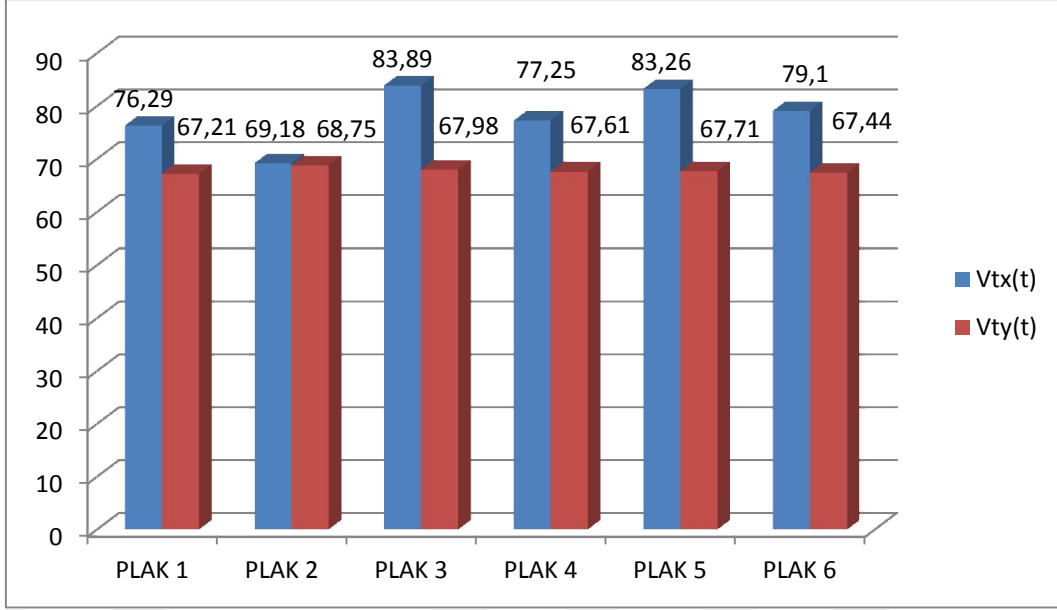
Çizelge 5.1'de farklı taşıyıcı sistem durumları için toplam atalet momentleri, kütle ve rijitlik merkezi koordinatları ve yapı toplam ağırlığı görülmektedir.



Şekil 5.8. Plak durumlar için periyotlar

Şekil 5.8’de X ve Y doğrultusu için hesaplanan periyotlar plak durumlar için ayrı ayrı verilmiştir. Tablolar sonucunda;

- Periyotlar 0.694s ile 0.917s arası değişmektedir.
- Deprem yönetmeliği gereği periyot değeri 0.856s’yi geçenlerin değeri 0.856s olarak alınacaktır.
- Birbirine en yakın periyot değeri Plak Durum 2 için gerçekleşmiştir.
- Y doğrultusu yer değiştirmeler daha fazla olduğu için Y doğrultusu periyot değerleri daha fazla çıkmıştır.



Şekil 5.9. Plak durumları için x ve y yönü deprem yükleri

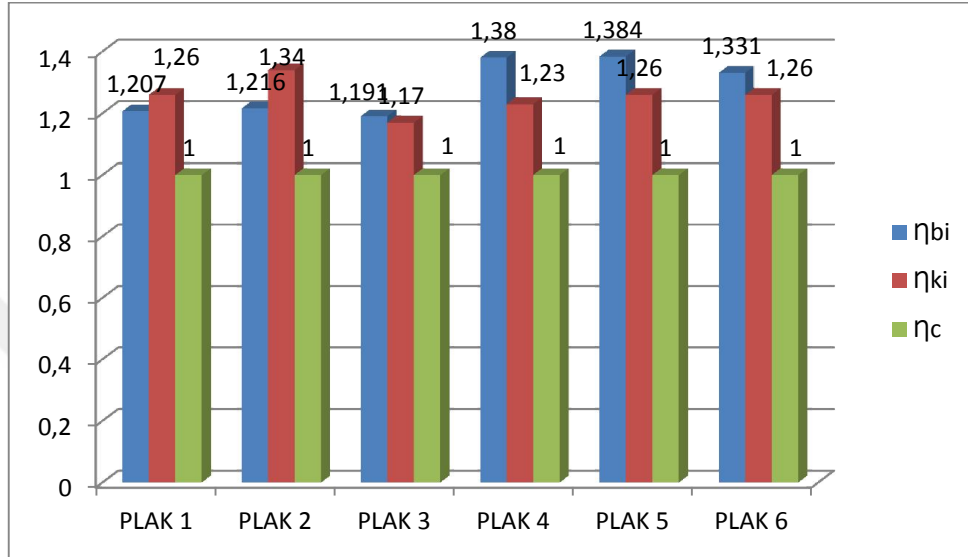
- Yapı periyodu yapıya etkileyen deprem kuvvetinin belirlenmesinde en önemli etkenlerden birisi olduğundan deprem yükü, periyot tablosunun tersi sonuç vermiştir.
- Plak 2 durumu için her iki doğrultuda da yaklaşık aynı deprem yükü alınmıştır.
- Yapı ağırlığı arttıkça deprem kesme kuvvetinin de artmakta olduğunu görülmektedir.

Çizelge 5.2. Plak durumlar için 9, 10, 11, 12 yükleme kombinasyonlarında 6.kat diyaframının yerdeğiştirme ve dönme değerleri

YÜK KOMBİNASYONLARI DEPREM DOĞRULTUSU	9.YÜKLEME DURUMU Ex + %5 eksantiriste		10.YÜKLEME DURUMU Ex - %5 eksantiriste		11.YÜKLEME DURUMU Ey + %5 eksantiriste		12.YÜKLEME DURUMU Ey - %5 eksantiriste	
	δx (m)	θz (rad)	δx (m)	θz (rad)	δy (m)	θz (rad)	δy (m)	θz (rad)
	PLAK 1	0.0098738	0.0001112	0.0098723	-0.000268	-0.012711	-0.000219	-0.012711
PLAK 2	0.0104287	0.0001327	0.0104279	-0.000190	-0.011308	-0.000211	-0.011308	0.0002116
PLAK 3	0.0093637	0.0001139	0.0093612	-0.000241	-0.013125	-0.000188	-0.013125	0.0001888
PLAK 4	0.0100922	0.0001126	0.0100886	-0.000236	-0.011740	-0.000379	-0.011724	0.0000201
PLAK 5	0.0106090	-0.000109	0.0106368	-0.000479	-0.011791	-0.000199	-0.011791	0.0001994
PLAK 6	0.0102610	0.0000057	0.0102729	-0.000362	-0.012070	-0.000321	-0.012056	0.0000912

Çizelge 5.2’de plak durumlar için 9, 10, 11, 12 yükleme kombinasyonlarında 6.kat diyaframının yer değiştirme ve dönme değerleri görülmektedir. X doğrultusunda plak3

durumunda yerdeğiştirmenin en az olduğu ve X doğrultusu için rijitlik değerinin en fazla olduğu, Y doğrultusunda ise plak2 durumunda yerdeğiştirmenin en az olduğu ve Y doğrultusu için rijitlik değerinin en fazla olduğu görölmektedir. Her iki durumda da ekzantirisite ve kütle rijitlik merkezinin çakıştığı görölmektedir. $e_x=e_y=0$ durumlarında periyot değerı ile yerdeğiştirmenin doğru orantılı olduğu görölmektedir.



şekil 5.10. Plak durumlar için düzensizlik katsayıları

- STA4CAD programı bütün katlar ve yükleme durumlarının her biri için ayrı düzensizlik katsayısı hesabı yapmaktadır. Bütün bu hesabın sonunda sağlanmayan bir adet bile düzensizlik durumu varsa ona göre hesaplar yapılmaktadır.
- Yumuşak kat düzensizliği kat yüksekliğinin değişmediği yapılarda pek karşılaşılmaz. Bu örnekte de yoktur. η_{ki} katsayısının 2'yi geçmemesi gerekir.
- Zayıf kat düzensizliği duvar ve düşey taşıyıcı eleman değişikliği yoksa karşımıza çıkmaz. Bu örnekte de yoktur. η_{ci} 0.6'nın altına düşmesi durumunda tasarım değiştirilir.
- Burulma düzensizliğinde 1.2 ile 2 olması gerekmektedir.

Çizelge 5.3. KZ27 kirişine ait moment ve kesme kuvvetleri

DURUM	BOYUT	üstMsol(tm)	altMsol(tm)	Maç(tm)	üstMsag(tm)	altMsag(tm)	solVd(t)	sagVd(t)
Plak 1	25 / 50	14.1	0.00	2.85	-5.65	0.33	4.18	-3.76
Plak 2	25 / 50	13.9	0.00	2.85	-5.30	0.07	4.20	-3.74
Plak 3	25 / 50	14.1	0.00	2.85	-5.70	0.35	4.18	-3.76
Plak 4	25 / 50	13.8	0.00	2.85	-5.30	0.02	4.18	-3.76
Plak 5	25 / 50	13.4	0.00	2.85	-5.50	0.00	4.10	-3.80
Plak 6	25 / 50	13.6	0.00	2.85	-5.50	0.03	4.15	-3.80

Çizelge 5.3'den KZ27 kirişinin mesnetlendiği kolonlarda herhangi bir değişiklik olmadığı için moment ve kesme kuvveti sonuçlarında çok fark olmadığı görülmektedir.

Çizelge 5.4. SZ17 kolonu için N-M ve As değerleri

DURUM	BOYUTLAR (cm)	max. Nd(tn)	minor M(tm)	major M(tm)	As (cm ²)
PLAK 1	60/30	158.94	0,417	-5,245	3.60
PLAK 2	60/30	163.78	0.401	-5.396	3.60
PLAK 3	60/30	158.64	1.030	-5.235	3.60
PLAK 4	60/30	158.41	0.412	-5.220	3.60
PLAK 5	60/30	158.44	0.468	-5.228	3.60
PLAK 6	60/30	157.96	0.461	-5.213	3.60

Çizelge 5.4'den en büyük aksenal kuvvetin plak2 durumunda olduğu ve en düşük aksenal kuvvetin plak6 durumunda olduğu görülmektedir. Kolon boyutlarından dolayı yönetmelik gereği bütün donatı oranlarının eşit olduğu görülmektedir.

Çizelge 5.5. Plak durumları toplam maliyet karşılaştırması

	C25 HAZIR BETON(M ³)	DÜZ YÜZEYLİ BETONARME KALIBI(M ²)	Ø8-12 mm DEMİR	Ø14-50 mm DEMİR	MALİYET
BİRİM FİYATLAR	160	20	3400	3400	
PLAK 1	405	3387	31.4	10.4	274660
PLAK 2	403	3359	31.4	10.4	273780
PLAK 3	420	3477	31.9	9	275800
PLAK 4	414	3436	31.6	9.9	276060
PLAK 5	412	3427	32.2	11	281340
PLAK 6	410	3415	31.6	10.2	276020

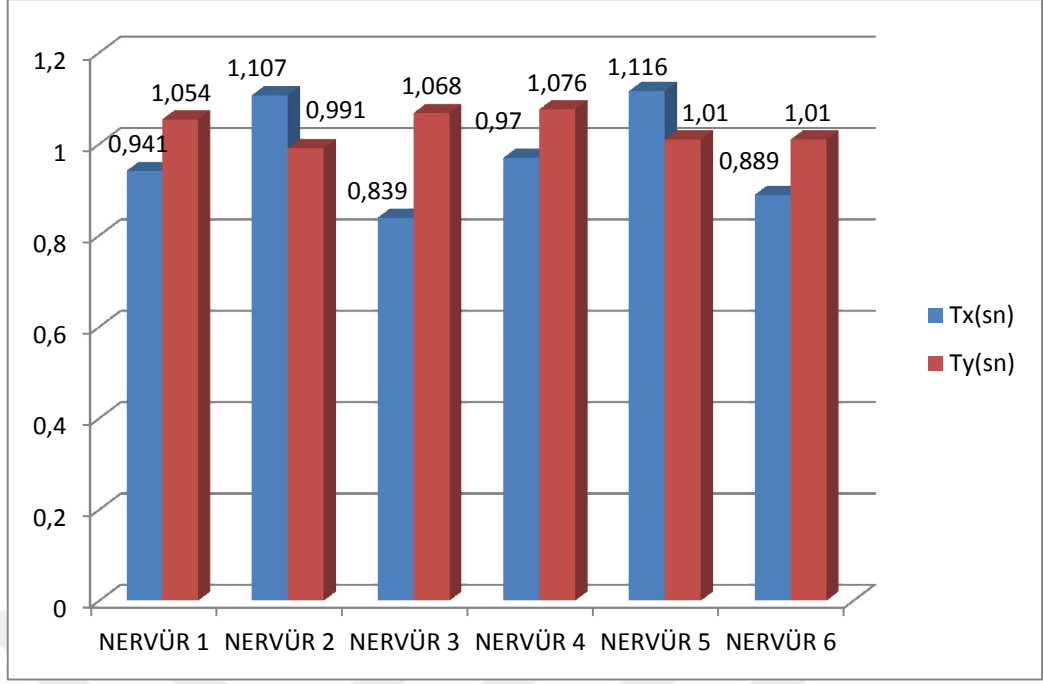
Çizelge 5.5’de ekzantirisite ve kütle rijitlik merkezi karşılaştırılan plak1, plak2, plak3 durumlarının en düşük maliyete sahip oldukları görülmektedir. En yüksek maliyeti ise plak5 durumunda görülmektedir.

5.2 Nervür Döşeme için Taşıyıcı Sistem Seçiminin Etkilerinin Karşılaştırılması

Çizelge 5.6. Nervür durumlar için toplam atalet momentleri, kütle ve rijitlik merkezi koordinatları ve yapı toplam ağırlığı

DÖŞEME TÜRÜ	ATALET MOMENTLERİ		X YÖNÜ		Y YÖNÜ		Σ W Ton
	Σ I _x (m ⁴)	Σ I _y (m ⁴)	X _k (mt)	X _r (mt)	Y _k (mt)	Y _r (mt)	
NERVÜR 1	0,5565	0,5544	9,2	9,2	8,5	8,5	2294
NERVÜR 2	0,6836	0,3372	9,2	9,2	8,4	8,4	2307
NERVÜR 3	0,5637	1,1429	9,2	9,2	8,55	8,55	2316
NERVÜR 4	0,6819	0,6991	9,2	8	8,45	8,45	2306
NERVÜR 5	0,6637	0,6529	9,2	9,2	8,25	10,60	2305
NERVÜR 6	0,6398	0,6271	9,2	8,2	8,25	9,75	2302

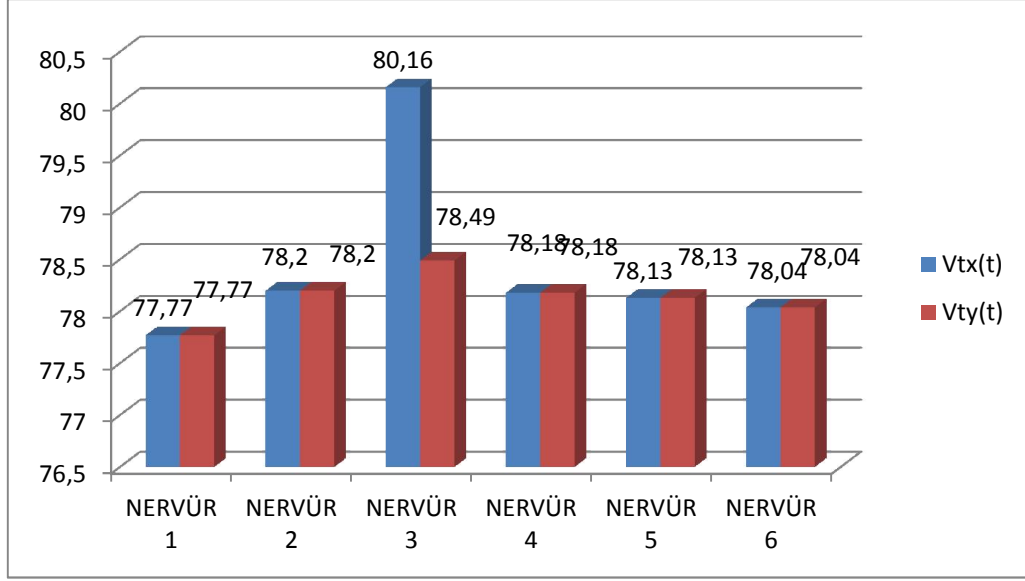
Çizelge 5.6’da farklı taşıyıcı sistem durumları için toplam atalet momentleri, kütle ve rijitlik merkezi koordinatları ve yapı toplam ağırlığı görülmektedir.



Şekil 5.11. Nervür durumlar için periyotlar

Şekil 5.11’de X ve Y doğrultusu için hesaplanan periyotlar nervür durumlar için ayrı ayrı verilmiştir. Tablolar sonucunda;

- Periyotlar 0.839s ile 1.116s aralığında değişmektedir.
- Deprem yönetmeliği gereği bu yapı için periyot değeri 0.856s’yi geçenlerin değeri 0.856s olarak alınacaktır.
- Nervür 3 durumunun T_x periyodu hariç bütün değerler 0.856s’yi geçtiği için yapılacak hesaplamalarda 0.856s kullanılacaktır.
- Nervür 2 durumunda X doğrultusu toplam rijiliği daha az olduğu için periyot değeri daha fazla çıkmıştır. Bu durumda yerdeğiştirme miktarının daha fazla olduğu da görülmektedir.



Şekil 5.12. Nervür durumları için x ve y yönü deprem yükleri

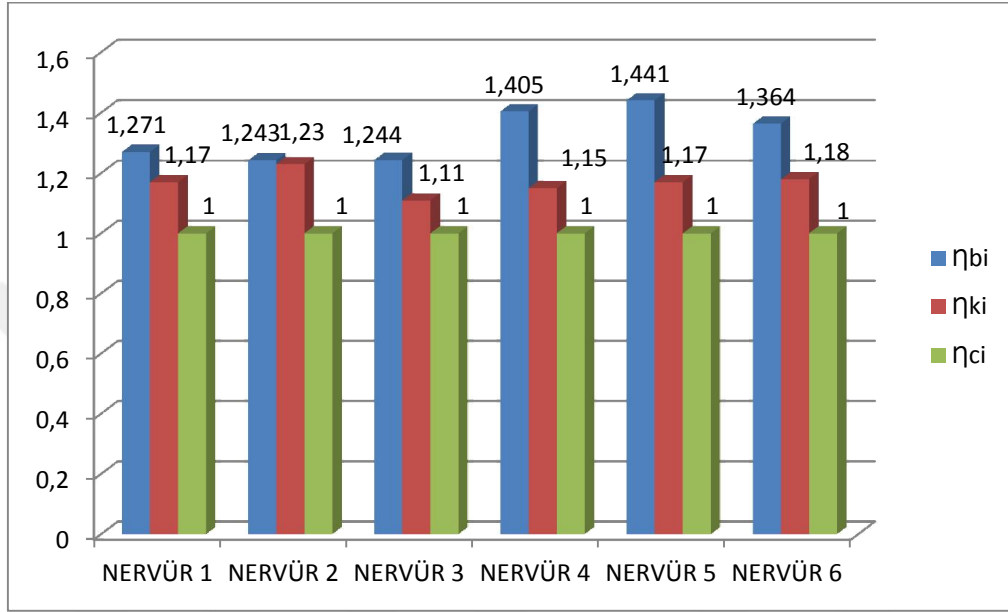
- Yapı periyodu yapıya etkileyen deprem kuvvetinin belirlenmesinde en önemli etkenlerden birisi olduğundan deprem yükü, periyot tablosunun tersi sonuç vermiştir.
- Nervür 3 durumu X doğrultusu T_x periyot değeri için herhangi bir azaltma uygulanmamıştır ve sonucunda deprem kesme kuvveti o doğrultu için büyük hesaplanmıştır.
- TBDY2018'e göre bu yapı için 0.856s üst periyot değeri olarak kabul edilmektedir. Bunun sonucu olarak ta deprem taban kesme kuvvetleri (Nervür 3 durumu X doğrultusu haricinde) kendi içlerinde iki doğrultuda da eşit olduğu görülmektedir.

Çizelge 5.7. Nervür durumlar için 9, 10, 11, 12 yükleme kombinasyonlarında 6.kat diyaframının yerdeğiştirme ve dönme değerleri

YÜK KOMBİNASYONLARI DEPREM DOĞRULTUSU	9.YÜKLEME DURUMU		10.YÜKLEME DURUMU		11.YÜKLEME DURUMU		12.YÜKLEME DURUMU	
	Ex + %5 eksantiriste		Ex - %5 eksantiriste		Ey + %5 eksantiriste		Ey - %5 eksantiriste	
	δx (m)	θz (rad)	δx (m)	θz (rad)	δy (m)	θz (rad)	δy (m)	θz (rad)
NERVÜR 1	0.0142549	0.0000448	0.0142499	-0.000514	-0.017433	-0.000364	-0.017433	0.0003647
NERVÜR 2	0.0171979	0.0000663	0.0171920	-0.000472	-0.015591	-0.000351	-0.015591	0.0003512
NERVÜR 3	0.0118320	0.0000555	0.0118267	-0.000393	-0.017883	-0.000288	-0.017883	0.0002885
NERVÜR 4	0.0140406	0.0000598	0.0140333	-0.000426	-0.016066	-0.016066	-0.000578	-0.016040
NERVÜR 5	0.0136492	-0.000290	0.0136788	-0.000772	-0.016148	-0.000320	-0.016148	0.0003202
NERVÜR 6	0.0141013	-0.000127	0.0141128	-0.000637	-0.016508	-0.000512	-0.016487	0.0001551

Çizelge 5.7'de nervür durumlar için 9, 10, 11, 12 yükleme kombinasyonlarında 6.kat diyaframının yer değiştirme ve dönme değerleri görülmektedir. X doğrultusunda

nervür3 durumunda yerdeğiştirmenin en az olduğu ve X doğrultusu için rijitlik değerinin en fazla olduğu, Y doğrultusunda ise nervür2 durumunda yerdeğiştirmenin en az olduğu ve Y doğrultusu için rijitlik değerinin en fazla olduğu görölmektedir. Her iki durumda da ekzantirisite ve kütle rijitlik merkezinin çakıştığı görölmektedir. $e_x=e_y=0$ durumlarında periyot değeri ile yerdeğiştirmenin doğru orantılı olduğu görölmektedir.



şekil 5.13. Nervür durumlar için düzensizlik katsayıları

- STA4CAD programı bütün katlar yükleme durumlarının her biri için ayrı düzensizlik katsayısı hesabı yapmaktadır. Bütün bu hesabın sonunda sağlanmayan bir adet bile düzensizlik durumu varsa ona göre hesaplar yapılmaktadır.
- Yumuşak kat düzensizliği kat yüksekliğinin değişmediği yapılarda pek karşılaşılmaz. Bu örnekte de yoktur. η_{ki} katsayısının 2'yi geçmemesi gerekir.
- Zayıf kat düzensizliği duvar ve düşey taşıyıcı eleman değişikliği yoksa karşılaşılmaz. Bu örnekte de yoktur. η_{ci} 0.6'nın altına düşmesi durumunda tasarım değiştirilir.
- Burulma düzensizliğinde 1.2 ile 2 olması gerekmektedir.

Çizelge 5.8. KZ27 kirişine ait moment ve kesme kuvvetleri

DURUM	BOYUT	üstM _{sol} (tm)	altM _{sol} (tm)	Maç(tm)	üstM _{sağ} (tm)	altM _{sağ} (tm)	soIVd(t)	sağVd(t)
Nervür 1	25 / 50	18,89	0,00	3,255	-6,524	1,101	5,58	-4,115
Nervür 2	25 / 50	18,53	0,00	3,255	-6,089	0,736	5,60	-4,100
Nervür 3	25 / 50	18,90	0,00	3,256	-6,557	1,106	5,571	-4,122
Nervür 4	25 / 50	18,36	0,00	3,254	-6,129	0,632	5,561	-4,133
Nervür 5	25 / 50	18,00	0,00	3,258	-6,386	0,599	5,488	-4,206
Nervür 6	25 / 50	18,13	0,00	3,254	-6,345	0,668	5,516	-4,178

Çizelge 5.8'den KZ27 kirişinin mesnetlendiği kolonlarda herhangi bir değişiklik olmadığı için moment ve kesme kuvveti sonuçlarında çok fark olmadığı görülmektedir.

Çizelge 5.9. SZ17 kolonu için N-M ve As değerleri

DURUM	BOYUTLAR (cm)	max. Nd(tn)	minor M(tm)	major M(tm)	As (cm ²)
NERVÜR 1	60/30	190,551	1,446	-6,288	3.60
NERVÜR 2	60/30	188,956	1,443	-6,235	3.60
NERVÜR 3	60/30	190,569	1,450	-6,289	3.60
NERVÜR 4	60/30	189,943	1,426	-6,268	3.60
NERVÜR 5	60/30	189,480	1,448	-6,253	3.60
NERVÜR 6	60/30	189,235	1,442	-6,245	3.60

Çizelge 5.9'dan en büyük eksenel kuvvetin nervür1 ile nervür3 durumunda olduğu ve en düşük eksenel kuvvetin nervür2 durumunda olduğu görülmektedir. Kolon boyutlarından dolayı yönetmelik gereği bütün donatı oranlarının eşit olduğu görülmektedir.

Çizelge 5.10. Nervür durumları toplam maliyet karşılaştırması

	C25 HAZIR BETON (M ³)	DÜZ YÜZEYLİ BETONARME KALIBI(M ²)	Ø8-12 mm DEMİR	Ø14-50 mm DEMİR	MALİYET
BİRİM FİYATLAR	160	20	3400	3400	
NERVÜR 1	577	2986	59,2	23,6	433.560,00
NERVÜR 2	575	2962	59,2	23,7	433.100,00
NERVÜR 3	592	3090	59,5	22,4	434.980,00
NERVÜR 4	585	3043	59,7	22,9	435.300,00
NERVÜR 5	583	3033	60	24,7	441.920,00
NERVÜR 6	581	3020	47,4	23,5	394.420,00

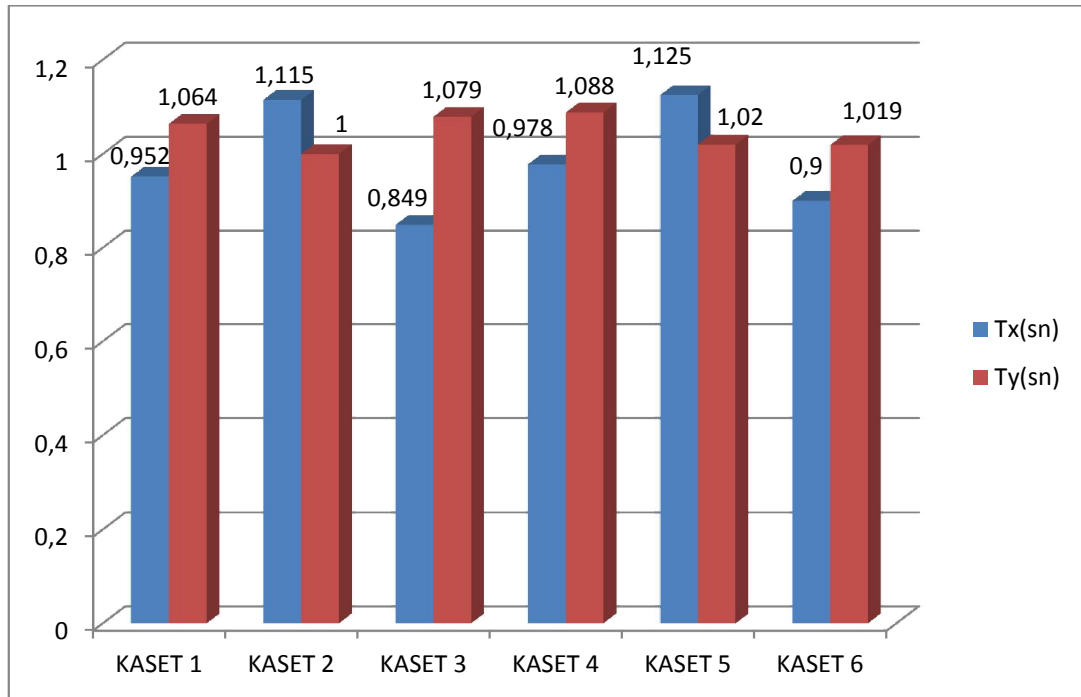
Çizelge 5.10'da en düşük maliyetin nervür6 durumu için gerçekleştiği görülmektedir. Nervür6 durumunun %10 daha düşük maliyette olduğu görülmektedir.

5.3 Kaset Döşeme için Taşıyıcı Sistem Seçiminin Etkilerinin Karşılaştırılması

Çizelge 5.11. Kaset durumlar için toplam atalet momentleri, kütle ve rijitlik merkezi koordinatları ve yapı toplam ağırlığı

DÖŞEME TÜRÜ	ATALET MOMENTLERİ		X YÖNÜ		Y YÖNÜ		Σ W Ton
	Σ I _x (m ⁴)	Σ I _y (m ⁴)	X _k (mt)	X _r (mt)	Y _k (mt)	Y _r (mt)	
KASET 1	0,5565	0,5544	9,2	9,2	8,4	8,4	2339
KASET 2	0,6836	0,3372	9,2	9,2	8,5	8,5	2350
KASET 3	0,5637	1,1429	9,2	9,2	8,5	8,5	2363
KASET 4	0,6819	0,6991	9,2	8	8,45	8,45	2351
KASET 5	0,6637	0,6529	9,2	9,2	8,25	10,60	2351
KASET 6	0,6398	0,6271	9,2	8,2	8,25	9,75	2346

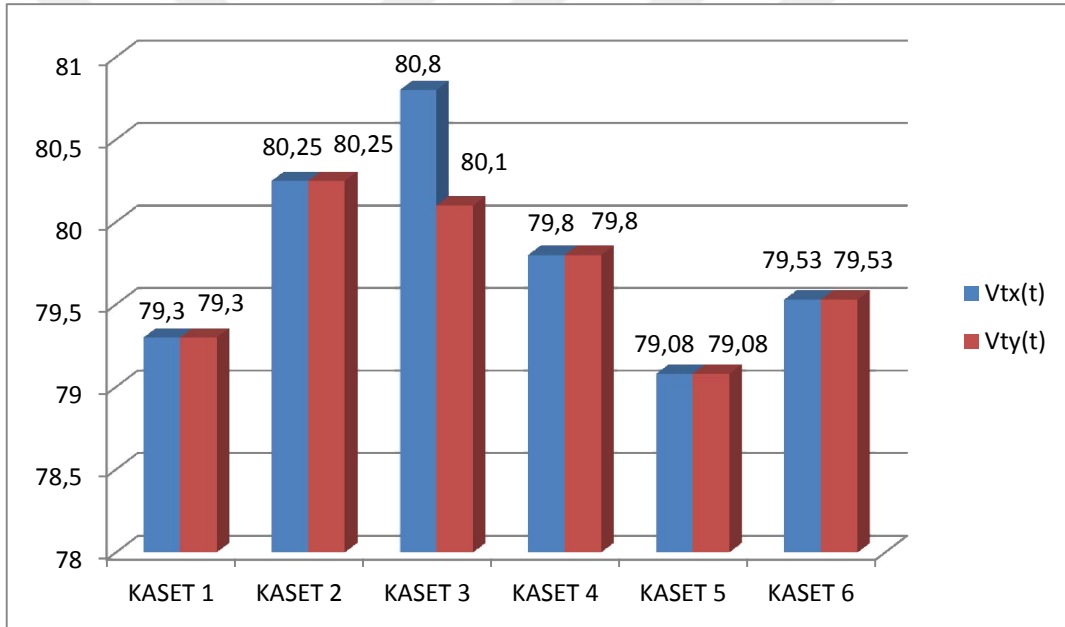
Çizelge 5.11'de farklı taşıyıcı sistem durumları için toplam atalet momentleri, kütle ve rijitlik merkezi koordinatları ve yapı toplam ağırlığı görülmektedir.



Şekil 5.14. Kaset durumlar için periyotlar

Şekil 5.14'de X ve Y doğrultusu için hesaplanan periyotlar plak durumlar için ayrı ayrı verilmiştir. Tablolar sonucunda;

- Periyotlar 0.849s ile 1.125s aralığında değişmektedir.
- Deprem yönetmeliği gereği bu yapı için periyot değeri 0.856s'yi geçenlerin değeri 0.856s olarak alınacaktır.
- Kaset 3 durumunun T_x periyodu hariç bütün değerler 0.856s'yi geçtiği için yapılacak hesaplamalarda 0.856s kullanılacaktır.
- Kaset 2 durumunda X doğrultusu toplam rijitliği daha az olduğu için periyot değeri daha fazla çıkmıştır. Bu durumda aşağıdaki yerdeğiştirme miktarının daha fazla olduğu görülmektedir.



Şekil 5.15. Kaset durumları için x ve y yönü deprem yükleri

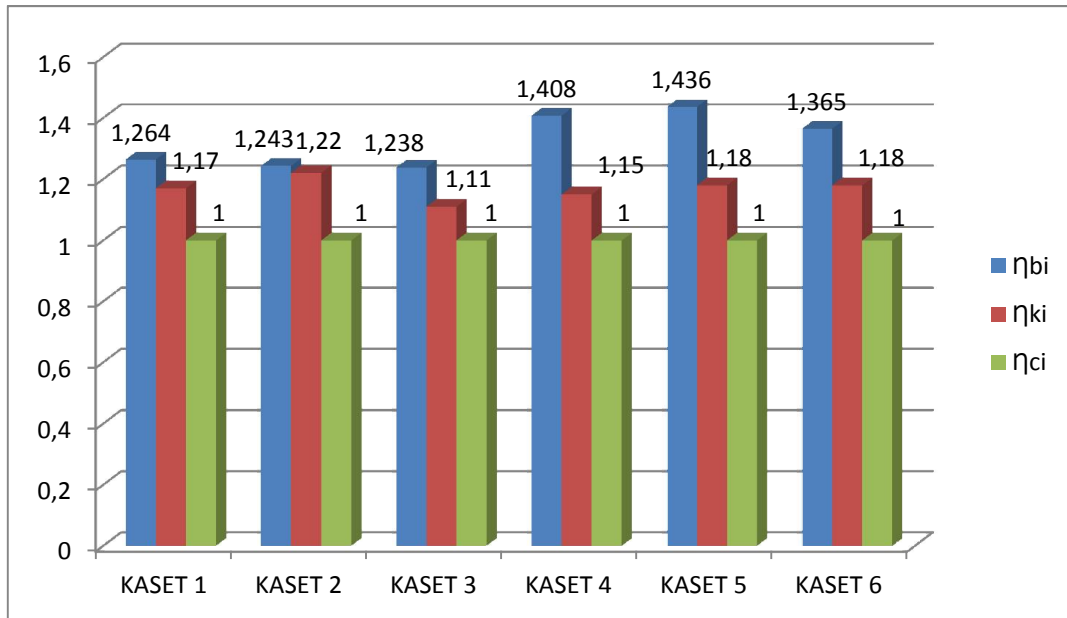
- Yapı periyodu yapıya etkileyen deprem kuvvetinin belirlenmesinde en önemli etkenlerden birisi olduğundan deprem yükü, periyot tablosunun tersi sonuç vermiştir.
- Kaset 3 durumu X doğrultusu T_x periyot değeri için herhangi bir azaltma uygulanmamıştır ve sonucunda deprem kesme kuvveti o doğrultu için büyük hesaplanmıştır.
- TBDY 2018'e göre bu yapı için 0.856s üst periyot değeri olarak kabul edilmektedir. Bunun sonucu olarak ta deprem taban kesme kuvvetleri (Kaset 3

durumu X doğrultusu haricinde) kendi içlerinde iki doğrultuda da eşit olduğu görülmektedir.

Çizelge 5.12. Kaset durumlar için 9, 10, 11, 12 yükleme kombinasyonlarında 6.kat diyaframının yerdeğiştirme ve dönme değerleri

YÜK KOMBİNASYONLARI	9.YÜKLEME DURUMU		10.YÜKLEME DURUMU		11.YÜKLEME DURUMU		12.YÜKLEME DURUMU	
	EX + %5 eksantiriste		EX - %5 eksantiriste		EY + %5 eksantiriste		EY - %5 eksantiriste	
	δx (m)	θz (rad)	δx (m)	θz (rad)	δy (m)	θz (rad)	δy (m)	θz (rad)
KASET 1	0.0145372	0.0000591	0.0145321	-0.000511	-0.017773	-0.000371	-0.017773	0.0003720
KASET 2	0.0176500	0.0000819	0.0176439	-0.000471	-0.015989	-0.000360	-0.015989	0.0003603
KASET 3	0.0119263	0.0000664	0.0119209	-0.000386	-0.018244	-0.000294	-0.018244	0.0002944
KASET 4	0.0142028	0.0000718	0.0141955	-0.000419	-0.016234	-0.000589	-0.016208	0.0000504
KASET 5	0.0138121	-0.000283	0.0138420	-0.000770	-0.016336	-0.000323	-0.016336	0.0003249
KASET 6	0.0143735	-0.000118	0.0143851	-0.000637	-0.016817	-0.000524	-0.016795	0.0001557

Çizelge 5.12’de kaset durumlar için 9, 10, 11, 12 yükleme kombinasyonlarında 6.kat diyaframının yer değiştirme ve dönme değerleri görülmektedir. X doğrultusunda kaset3 durumunda yerdeğiştirmenin en az olduğu ve X doğrultusu için rijitlik değerinin en fazla olduğu, Y doğrultusunda ise kaset2 durumunda yerdeğiştirmenin en az olduğu ve Y doğrultusu için rijitlik değerinin en fazla olduğu görülmektedir. Her iki durumda da ekzantirisite ve kütle rijitlik merkezinin çakıştığı görülmektedir. $e_x=e_y=0$ durumlarında periyot değeri ile yerdeğiştirmenin doğru orantılı olduğu görülmektedir.



Şekil 5.16. Kaset durumlar için düzensizlik katsayıları

- STA4CAD programı bütün katlar yükleme durumlarının her biri için ayrı düzensizlik katsayısı hesabı yapmaktadır. Bütün bu hesabın sonunda

sağlanmayan bir adet bile düzensizlik durumu varsa ona göre hesaplar yapılmaktadır.

- Yumuşak kat düzensizliği kat yüksekliğinin değişmediği yapılarda pek karşılaşılmaz. Bu örnekte de yoktur. η_{ki} katsayısının 2'yi geçmemesi gerekir.
- Zayıf kat düzensizliği duvar ve düşey taşıyıcı eleman değişikliği yoksa karşımıza çıkmaz. Bu örnekte de yoktur. η_{ci} 0.6'nın altına düşmesi durumunda tasarım değiştirilir.
- Burulma düzensizliğinde 1.2 ile 2 olması gerekmektedir.

Çizelge 5.13. KZ27 kirişine ait moment ve kesme kuvveti sonuçları

DURUM	BOYUT	üstMsol(tm)	altMsol(tm)	Maç(tm)	üstMsag(tm)	altMsag(tm)	solVd(t)	sağVd(t)
Kaset 1	25 / 50	17,77	0,00	3,289	-6,560	1,150	4,983	-4,202
Kaset 2	25 / 50	17,19	0,00	3,29	-6,139	0,797	5,01	-4,19
Kaset 3	25 / 50	17,775	0,00	3,289	-6,593	1,156	4,976	-4,209
Kaset 4	25 / 50	16,907	0,00	3,284	-6,137	0,642	4,963	-4,223
Kaset 5	25 / 50	16,79	0,00	3,283	-6,409	0,604	4,885	-4,300
Kaset 6	25 / 50	16,929	0,00	3,283	-6,396 /	0,693	4,911	-4,274

Çizelge 5.13'den KZ27 kirişinin mesnetlendiği kolonlarda herhangi bir değişiklik olmadığı için moment ve kesme kuvveti sonuçlarında çok fark olmadığı görülmektedir.

Çizelge 5.14. SZ17 kolonu için N-M ve As değerleri

DURUM	BOYUTLAR(cm)	max. Nd(tn)	minor M(tm)	major M(tm)	As(cm ²)
KASET 1	60/30	183,466	1,005	-6,054	3.60
KASET 2	60/30	184,815	0,990	-6,099	3.60
KASET 3	60/30	183,406	1,010	-6,052	3.60
KASET 4	60/30	182,437	0,983	-6,020	3.60
KASET 5	60/30	182,436	1,006	-6,020	3.60
KASET 6	60/30	181,819	1,004	-6,000	3.60

Çizelge 5.14'den kaset döşeme tipinde her iki doğrultuda yük aktarımı olduğu için benzer aksenal kuvvet sonuçlarının elde edildiği görülmektedir. Kolon boyutlarından dolayı yönetmelik gereği bütün donatı oranlarının eşit olduğu görülmektedir.

Çizelge 5.15. Kaset durumları toplam maliyet karşılaştırması

	C25 HAZIR BETON (M ³)	DÜZ YÜZEYLİ BETONARME KALIBI(M ²)	Ø8-12 mm DEMİR	Ø14-50 mm DEMİR	MALİYET
BİRİM FİYATLAR	160	20	3400	3400	
KASET 1	623	2986	55,8	23,7	429.700,00
KASET 2	621	2962	56	24,1	430.940,00
KASET 3	638	3090	56,8	21,9	431.460,00
KASET 4	630	3043	56,4	23,3	432.640,00
KASET 5	629	3033	56,6	24,8	438.060,00
KASET 6	627	3020	55,6	23,4	429.320,00

Çizelge 5.15’de kaset döşeme tiplerinin maliyet açısından sonuçlarının birbirine yakın olduğu görülmektedir.

BÖLÜM VI

SONUÇLAR

Bu tez çalışmasında Niğde ili Merkez ilçesi 37.9664 enlem, 34.6824 boylam da yer alan arsa için, üzerine yapılması planlanan zemin üzeri 5 normal katlı yapının değişik taşıyıcı sistemler için belli parametreler üzerinden sonuçları incelenmiş ve aşağıdaki sonuçlar elde edilmiştir;

Aynı taşıyıcı sistem için farklı döşeme tiplerinde periyot değerlerinin yapı ağırlığıyla direk ilişkili olduğu gözlenmektedir. Yapı ağırlığı az olan sistemlerde periyot değeri her zaman fazla olana göre daha az olmuştur.

TBDY gereği bu yapı için üst periyot değeri 0.856s'dir. 0.856s değeri üzeri çıkan durumların hepsinde deprem taban kesme kuvveti üst değer olan 0.856s'ye göre hesaplandığı görülmüştür. Örneğin 1.2s çıkan bir periyot durumu için deprem kesme kuvveti hesabı 0.856s'ye göre yapılmıştır.

Döşeme tipinin değişmesiyle yapı ağırlığı değişmekte ve yapı ağırlığı arttıkça deprem taban kesme kuvveti de artmaktadır.

Plak döşemelerin bütün durumlarında hepsinde $T_x < T_y$ çıkmıştır. Nervür ve Kaset döşemelerde durum2 ve durum5 haricinde $T_x < T_y$ çıkmıştır.

Deprem yükü STA4CAD programında hem modal analiz yöntemi kullanılarak ve hem de eşdeğer deprem yükü yöntemi kullanılarak hesaplanmaktadır. Hesaplamalarda kullanılacak deprem yükü ise iki farklı yöntem sonucunun karşılaştırılmasıyla bulunmaktadır. Yapı ağırlığı nispeten az olan plak döşeme türünün altı farklı durumu için X ve Y doğrultularında bulunan deprem taban kesme kuvvetleri birbirlerinden farklıdır ve nervür ile kaset döşeme türüne göre deprem yükü daha azdır. Nervür ve Kaset döşeme türü için bulunan deprem yükleri ise X ve Y doğrultusu için periyot aynı kabul edildiği için eşit çıkmıştır (Durum3 nervür döşeme tipi hariç).

Aynı taşıyıcı sistem için döşeme durumlarının farklı olduğu durumlarda yer değiştirme ile periyot değerleri arasında doğru orantı olduğu gözlenmiştir. Plak döşeme tipi daha rijit ve daha hafif olduğu için yer değiştirme, periyot ve maruz kaldığı deprem yükü daha az çıkmıştır. Plak döşemeyi sırasıyla nervür döşeme ve kaset döşeme tipi takip etmiştir. Yapısal düzensizlikler için ise ilgili katsayılar hesaplanmıştır. Altı kat için her katta bir nokta olmak üzere dört farklı yükleme durumu için toplam 24 düzensizlik katsayısı hesabı yapılmaktadır. Mimari proje gereği mimari planda ve kat yüksekliklerinde herhangi bir değişiklik tasarlanmamıştır. Bundan dolayı zayıf kat ve yumuşak kat düzensizliğine beklenildiği üzere karşılaşılmamıştır. A1 türü düzensizlik olan burulma düzensizliği ise Plak Durum3 haricinde bütün durumlarda karşılaşılmıştır.

Tez çalışmasında3 aksı üzerinde E-G aks aralığında bulunan 25cm/50cm boyutlarında ki kiriş sonuçları bütün durumlarda aynı kesite sahip olduğu için incelenmiştir. Her durum için noktasal sonuçlar tablolar halinde sunulmuş ve kirişe ait moment, kesme kuvveti sonuçlarına bakılmıştır. Döşeme tiplerinin farklılığı açısından sonuçlara bakıldığında plak döşeme türünün daha güvenli ve ekonomik sonuçlara sahip olduğu söylenebilir. Nervür döşeme tipinin döşeme doğrultusundan dolayı en güvensiz seçim olduğu söylenebilir.

Kolon sonuçları da 2-C aksında bulunan 60cm/30cm boyutlarında ki eleman üzerinden değerlendirilmiştir. Eksenel kuvvet, moment ve donatı metrajı karşılaştırılması yapılmıştır. Plak döşeme durumunda en güvenilir sonuçlar gözlemlenmiştir. Donatı metrajı bütün durumlar için minimum durumda kalmış ve aynı sonuçlar elde edilmiştir. Yapı maliyeti değerlendirmesi kaba inşaat maliyeti üzerinden yapılmıştır. Beton, donatı, kalıp malzemesi güncel birim fiyatlar üzerinden değerlendirilerek bulunmuştur. Sonuçta her üç döşeme tipinde de Durum2'nin en ekonomik sonuç verdiği gözlenmiştir.

Tez çalışmasının bu ilk bölümünde (aynı taşıyıcı sistemlerinin farklı döşeme tiplerinde ki sonuçları karşılaştırdığımızda) Plak Durum2 hem maruz kaldığı deprem kuvveti açısından ve hem de maliyet açısından en güvenilir sonuç olduğu gözlenmiştir.

Tez çalışmasının ikinci bölümünde altı farklı taşıyıcı sistem periyot, deprem yükü, yapı ağırlığı, kat deplasmanı ve dönmesi, yapısal düzensizlikler, kiriş ve kolonda oluşan iç

kuvvetler ve maliyet yönüyle karşılaştırılmıştır. Bu karşılaştırmalar önce plak daha sonra nervür ve kaset döşeme tipleri için ayrı ayrı yapılmıştır.

Plak Durum2 sonucunda $\Sigma 2k_x = \Sigma k_y$ ve $e_x = e_y$ olmasına rağmen periyot değerleri birbirine çok yakın çıkmıştır. Toplam rijitliğin her iki doğrultuda eşit olduğu durumlar olan durum1, durum4, durum5 ve durum6 da periyotlar arası fark oldukça fazla çıkmıştır ve hepsinde $T_x < T_y$ hesaplanmıştır. Y doğrultusu periyotları daha fazla olduğu için Y doğrultusu yerdeğiştirmeleri daha fazla çıkmıştır. Deprem yükü hesabında da Plak Durum2 en güvenilir sonuç olarak vermiştir çünkü hem X doğrultusunda ve hem de Y doğrultusunda eşit deprem yükü hesap elde edilmiştir.

Yapı ağırlığı 1981 ton ile en az Plak Durum2 de hesaplanmıştır.

Yer değiştirme sonuçları toplam rijitliğin Y doğrultusunda en fazla olduğu Plak Durum2'de ve X doğrultusunda toplam rijitliğin en fazla olduğu Plak Durum3'de minimum gerçekleşmiştir.

Yapısal düzensizlik katsayıları Plak Durum3 için sınır değerlerin içinde kaldığı tek alternatiftir. Plak durumları kendi içlerinde kesit tesirleri açısından çok önemli farklılıklar barındırmamaktadır. Yapı maliyeti açısından da çok ciddi farklılıklar barındırmamakla birlikte en ekonomik model Plak Durum2'de oluşmuştur.

Bu sonuçlara nervür durumlar için baktığımızda Nervür Durum2 ve Nervür Durum5' $T_x > T_y$ olduğunu görüyoruz. Deprem yükü açısından Nervür Durum3 dışında kalan bütün alternatiflerde deprem yüklerinin X ve Y doğrultusunda eşit çıktığını görüyoruz. Yer değiştirme sonuçları toplam rijitliğin Y doğrultusunda en fazla olduğu Nervür Durum2'de ve X doğrultusunda toplam rijitliğin en fazla olduğu Nervür Durum3'de minimum değerleri almıştır. Nervür durumları kendi içlerinde ki durumlarda kesit tesirleri açısından çok önemli farklılıklar barındırmamaktadır. Yapı maliyeti açısından da çok ciddi farklılıklar barındırmamakla birlikte en ekonomik model Nervür Durum6'da oluşmuştur.

Son olarak kaset durumlar için baktığımızda Kaset Durum2 ve Kaset Durum5'in $T_x > T_y$ olduğu görülmüştür. Deprem yükü açısından Kaset Durum3 dışında kalan bütün

alternatiflerde deprem yüklerinin X ve Y doğrultusunda eşit çıktığını görüyoruz. Yer değiştirme sonuçları toplam rijitliğin Y doğrultusunda en fazla olduğu Kaset Durum2'de ve X doğrultusunda toplam rijitliğin en fazla olduğu Kaset Durum3'de minimum değerleri almıştır. Kaset durumları kendi içlerinde kesit tesirleri açısından çok önemli farklılıklar barındırmamaktadır. Yapı maliyeti açısından da çok ciddi farklılıklar barındırmamakla birlikte en ekonomik model Kaset Durum6'da oluşmuştur.

Sonuç olarak döşeme tipi seçiminde en ekonomik ve en güvenli sistemin plak döşeme türü olduğu görülmektedir. Plak döşeme tipinde ise plak2 durumunun en ekonomik ve en güvenli sistem olduğu görülmektedir.

İleride yapılacak benzer çalışmalarda daha yüksek katlı yapıların seçiminin yapılarak çok daha faydalı sonuçlar elde edileceği düşünölmektedir.

KAYNAKLAR

- Celep, Z. ve Kumbasar N., Deprem Mühendisliğine Giriş, **Beta Dağıtım**, İstanbul, 2004.
- Doğangün, A., Betonarme Yapıların Hesap ve Tasarımı, **Birsen Yayınevi**, İstanbul, 2018.
- Döndüren, S. ve Karaduman, A., “Deprem Bölgelerindeki Yüksek Katlı Betonarme Yapılarda Taşıyıcı Sistem Seçiminin Kesit Tesirlerine Etkisi”, **Selçuk Üniversitesi Mühendislik Mimarlık Fakültesi Teknik-Online Dergi**, 2, 132-135, 2010.
- Erken, S., Betonarme yapıların taşıyıcı sistem seçiminde perde yerleşiminin davranışa etkisi, Yüksek Lisans Tezi, **İTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü**, İstanbul, s. 3-21, 2012.
- Gülay, G., Betonarme binaların deprem güvenliğini etkileyen parametreler, **TMMOB İnşaat Mühendisleri Odası**, İstanbul, 2010.
- Kasap, H. vd., “Perdeli-Çerçeveli Taşıyıcı Sistemli Binalarda Taşıyıcı Sistem Seçiminin Yapı Davranışı Üzerindeki Etkisinin İncelenmesi”, **APJES**, III-I, 48-55, 2015.
- Kaya, G. ve Özbay, A.E., “Perde ve çerçeveli betonarme yapılarda perde konumunun planda düzenlenmesi ve yapısal davranışa etkisi”, **Mühendislik Bilimleri ve Tasarım Dergisi**, 7, 8-9, 2019.
- Mert, N. vd., Betonarme Yapılarda Perde Yeri Seçiminin Yapısal Davranışa Etkisinin İncelenmesi, **2ND International Symposium on Natural Hazards and Disaster Management**, Sakarya Üniversitesi, 2018.
- Öztürk, T., “Binalarda Döşeme Boşluklarının Taşıyıcı Sistem Davranışına Etkisi”, **İnşaat Mühendisleri Odası Teknik Dergi**, 393, 6233-6234, 2013.

STA4CAD V14, STA Bilgisayar Mühendislik Müşavirlik Ltd. Şti., Copyright (C) 2019.

TBDY, Türkiye bina deprem yönetmeliği, *Afet ve Acil Durum Yönetimi Başkanlığı*, Ankara, 2018.

Terzi, M. ve Elçi, H., “Çerçeve Tipi Betonarme Yapılarda Döşeme Süreksizliklerinin Kesit Tesirlerine Etkisi”, *Pamukkale Üniversitesi Mühendislik Mimarlık Fakültesi Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 12, 342-343, 2006.

Topçu, A., Betonarme II Ders Notları, *Osmangazi Üniversitesi*, Eskişehir, 2019.

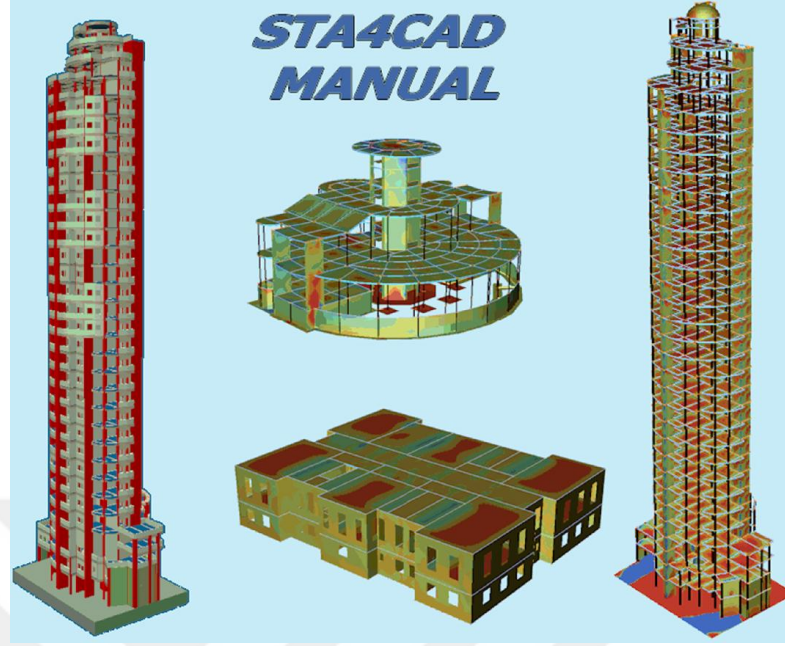
TS 498, Yapı elemanlarının boyutlandırılmasında alınacak yüklerin hesap değerleri, *Türk Standartları Enstitüsü*, Ankara, 1997.

TS 500, Betonarme yapıların tasarım ve yapım kuralları, *Türk Standartları Enstitüsü*, Ankara, 2000.

URL1, <https://docplayer.biz.tr/7758185-Tasiyici-sistem-tasarimi-1.html>, 20.05.2019

URL2, <https://insapedia.com/turkiye-bina-deprem-yonetmeli-b1-komsu-katlar-arasi-dayanim-duzensizligi-zayif-kat/>, 20.05.2019

EKLER -STA4CAD PROGRAMI İLE ANALİZ



Şekil 7.1. STA4CAD programında yapı modellemesi örnekleri

STA4 programı, çok katlı betonarme yapıların 3 boyutlu analizini ve entegre olarak çizimlerini yapan entegre paket programdır. Yapının tümü için global stifnes matrisi bir defada kurulur ve bloklama tekniği ile deplasmanlar bulunur. Kat düzlemindeki plakların yatay düzlemde sonsuz rijitliğini dikkate alarak, kat düzlemindeki δx , δy , δz deplasmanları için her katta 3 bilinmeyen, eleman uçlarında θx , θy , θz deplasmanları için her noktada 3 bilinmeyen kullanarak bir noktada 6 serbestlikli betonarme yapılara özgün stifnes matrisi ile çözülmektedir. Kiriş ve kolon elemanlarında kayma deformasyonları ile burulma etkileri dikkate alınmaktadır (STA4CAD V14, 2019).

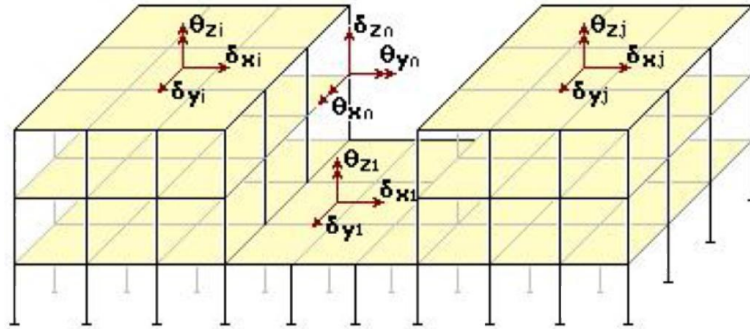
1. Statik Analiz Yük Kombinasyon Notasyonları

1. G+G+G+G+G : Genel ölü yük
2. Q+Q+Q+Q+Q : 1. Genel hareketli yük
3. Q+o+Q+o+Q : 2. Hareketli yük
4. o+Q+o+Q+o : 3. Hareketli yük
5. Q+Q+o+Q+Q : 4. Hareketli yük
6. o+Q+Q+o+Q : 5. Hareketli yük
7. Q+o+Q+Q+o : 6. Hareketli yük

8. S_z : Yatay zemin itkisi
9. $E_x + \%5 \times e_y$: X yönü deprem + %5 eksantrisite
10. $E_x - \%5 \times e_y$: X yönü deprem - %5 eksantrisite
11. $E_y + \%5 \times e_x$: Y yönü deprem + %5 eksantrisite
12. $E_y - \%5 \times e_x$: Y yönü deprem - %5 eksantrisite
13. W_x : X yönü rüzgar
14. W_y : Y yönü rüzgar
15. T : Isı yükü

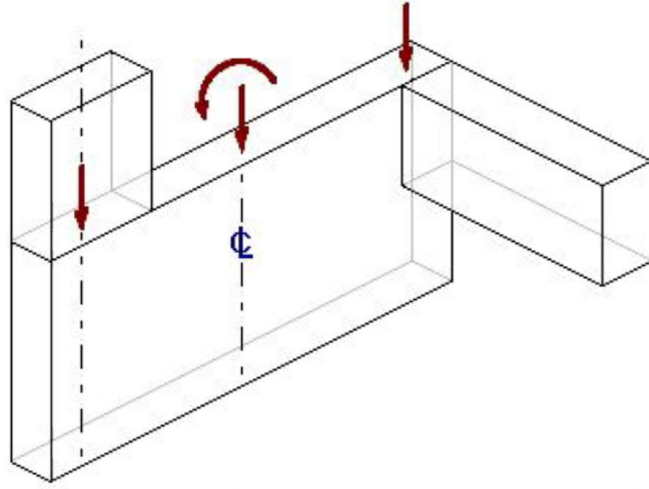
2. Programda Kullanılan Standartlar

- TBDY 2018-Türkiye Bina Deprem Yönetmeliği
- Afet Bölgelerinde Yapılacak Yapılar Hakkında Yönetmelik (1975, 1997, 2007)
- TS-498, Yapı Elemanlarının Boyutlandırılmasında Alınacak Yüklerin Hesap Değerleri
- TS-500, Betonarme Yapıların Tasarım Ve Yapım Kuralları
- ACI-318, UBC-97 code, Building Code Requirements for Structural Concrete
- EUROCODE-2,8 code, Design of concrete structures



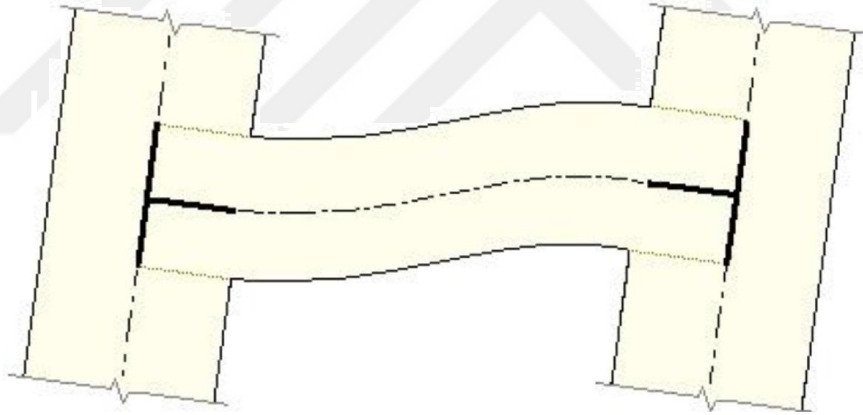
Şekil 7.2 Kat yerdeğiştirmelerinin gösterimi(STA4CAD)

3. Perde ve Kolonlarda Eksantrisite



Şekil 7.3. Perde ve kolonlarda eksantrisite

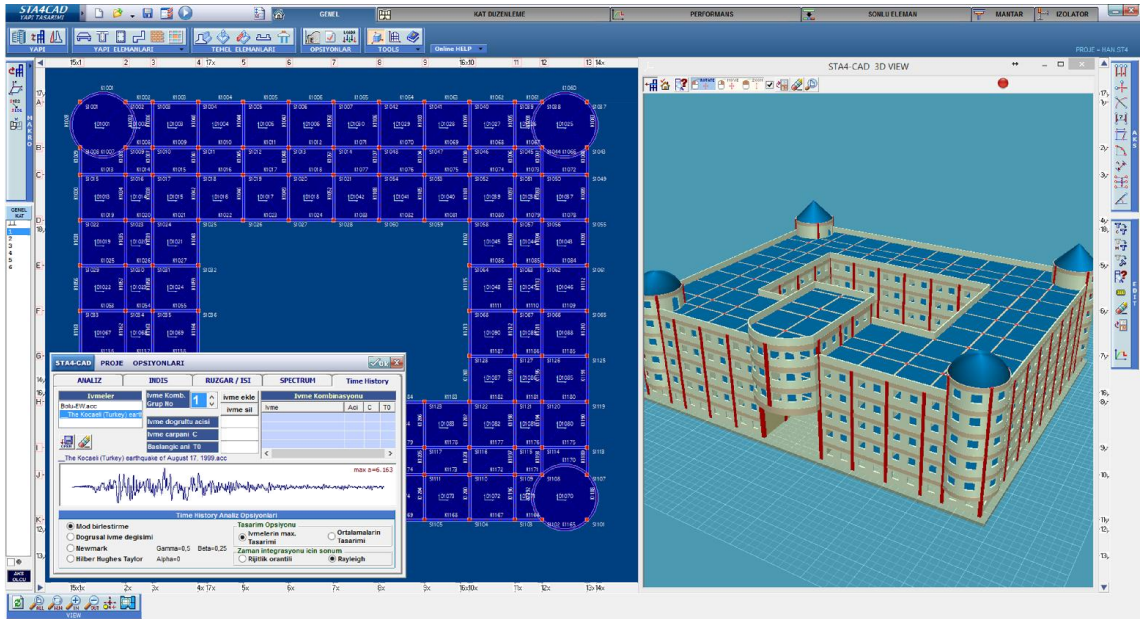
4. Kayma Deformasyonu ve Rijitlik Bölgeleri



Şekil 7.4. Kayma deformasyonu ve rijitlik bölgeleri

Kirişlerin kolon kısmındaki bölgeleri, gerekse kolonların kiriş kısmındaki bölgeleri sonsuz rijit kabul edilerek moment alan teorisi ile sayısal integrasyon yapılarak gerçek rijit matrisi kurularak çözüm yapılır.

5. STA4CAD Programı ile Yapılabilen Hesaplamalar

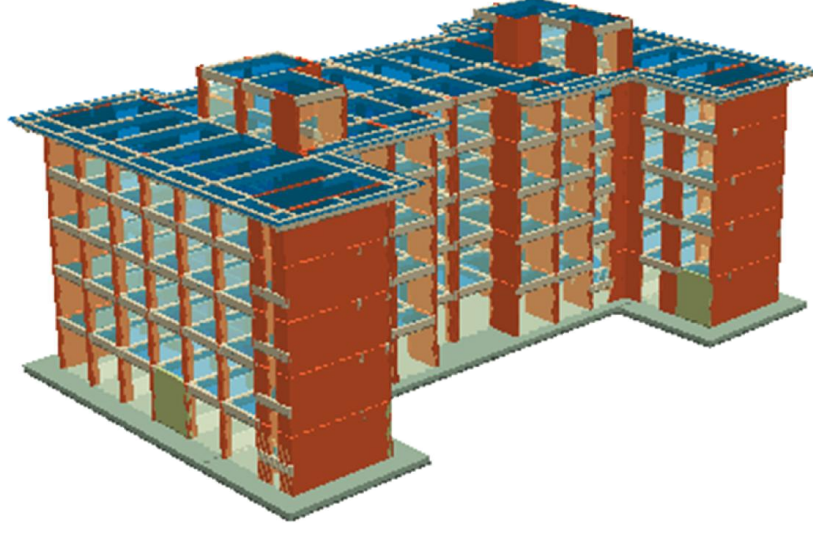


Şekil 7.5. STA4CAD programı arayüzü

- Yapıların Nonlineer performans analizi.
- Kauçuk izolatör kullanımı, deprem analizinde izolatör ve temeller dikkate alınarak modal analiz.
- Nonortogonal, ortogonal, kademeli, arakatlı, taşıyıcı sistemi düzenli-düzensiz, çok katlı betonarme yapıların analizi, tasarım, çizim ve metraji.
- Kat aplikasyon olarak görsel ve sesli veri girişi. Yapı elemanlarının çoklu kopyalanması ve düzenlemesi.
- Duvar yük analizi ile yapıya etkiyen yüklerin çok hassas bir biçimde bulunması sonucu ekonomik tasarım yapılması
- Tuğla duvarlar için yalnızca basınç etkisi altında çalışan özel hazırlanmış elemanlar ile deprem etkisi altında tuğla duvarın etkisinin incelenmesi ve yapıya olumsuz etkisinin hesaba alınması.
- Temellerde kazık sistemi kullanılması.
- Konsol tipi istinat duvarı hesabı, çizimi ve çıktılarının hazırlanması.
- Statik ve dinamik analizde yapı-temel etkileşimli çözüm plak ve perdelerde hasır çelik opsiyonlu hesap ve çizim
- Bodrum perdelerinin, 6 noktalı panel elemanla çözümü ve çizimi. Perdeler kapı ve pencere boşlukları tanımlama, sonlu elemanlarla analiz etme

- Dilatasyonlu yapıların ortak temel analizi.
- Simetrik yapıların otomatik kopyalanması ve kontrolü
- Tamamen grafiksel ve açıklamalı çıktılar
- Elemanlarda optimizasyon ile yeterliliği sağlayan ekonomik boyutların seçilebilmesi
- Mantar plakların çözümleri, çizimleri ve zımbalama kontrolleri
- Kolonlarda aksenal yük eksantirisitesinde meydana gelen etkilerin dikkate alınması ve global matriste dengelenmesi
- Otomatik metrajlı, pafta çerçevesi, ölçülendirmeli tüm çizimler
- Zaman tanım alanında analiz ile yapıya önceden kaydedilmiş bir yer hareketinin etkilerinin, bu hareket boyunca ortaya çıkan gerilmelerin modal analiz gerilmeleriyle karşılaştırılarak eleman tasarımında kullanılması
- Sonlu elemanlar yöntemiyle, katlanmış plak, merdiven hesabı ve çizimi, kubbe, tonoz hesabı
- Sonlu elemanlar yöntemiyle havuz hesabı
- Enternasyonal çizim pozlama tekniği
- Farklı kotlardaki Mat radye temellerin sonlu elemanlar ile çözümü, çizimi
- Türkçe ve İngilizce dil seçenekleri. Türkçe versiyonda, çıktılarda ve çizimlerde otomatik olarak İngilizceye çevirme
- Döşemelerde boşluk oluşturma
- Zemin çevre kotunun girilmesi ile zemin hakkında detaylı geometrik bilgi edinilmesi.
- Yapı analizinde 3 boyutlu çözüm. Rijit kat diyaframlı, her noktada 6 serbestlikli global stiffness matrisli yapısal analiz. Aynı katlarda, farklı diyaframların otomatik modellenmesi. Farklı diyaframlar arası kirişlerle, tüm etkilerin dikkate alınarak analizi
- Guseli ve değişken kesitli kirişlerin sayısal entegrasyonla rijitlik ve yük matrislerinin hesaplanması ve çizimleri
- TS500, Eurocode, ACI ve SNIP code'larına uyumluluk
- Kat kat beton dokumu ile yüksek yapılarda gerekli olan ölü yük düzeltmesinin yapılması ile gerçek moment zarflarının belirlenmesi.

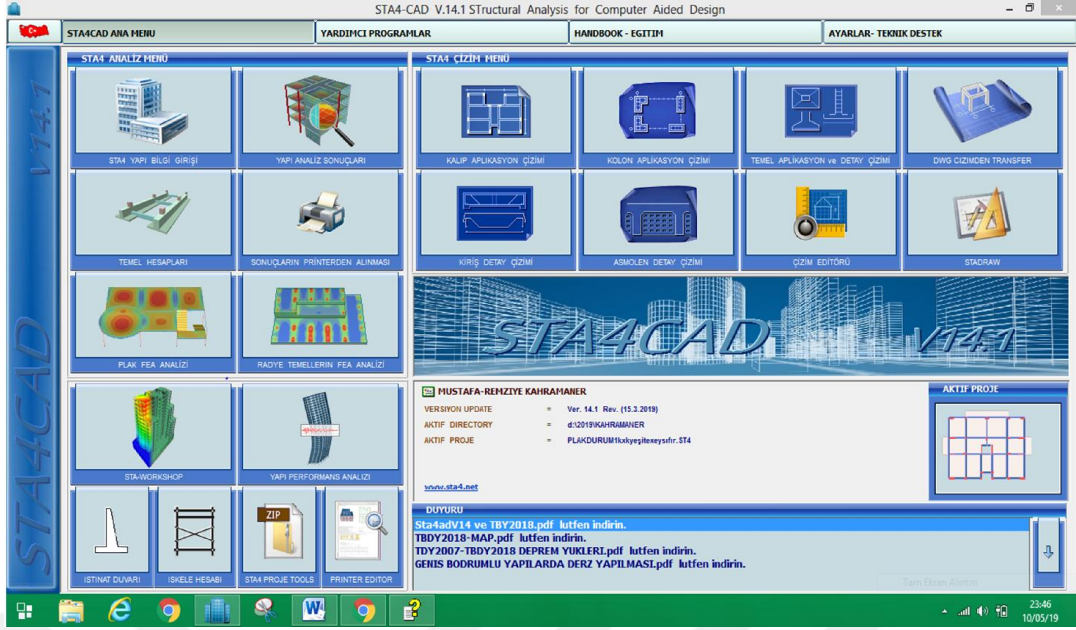
- 2007, 1997 ve 1975 deprem yönetmeliğinin opsiyonel olarak kullanımı, 2007 deprem yönetmeliğinin tüm düzensizlik kontrolleri. Yüksek sünek yapıların tüm kontrolü
- Veri girişinde eşzamanlı olarak kat rijitlik ve ağırlık merkezlerinin grafik olarak görünmesi, kolon ve perdelerin ön çalışma yapılırken yapıdaki eksantrisiteyi görerek dengeleme



Şekil 7.6. Yapı modelleme örneği

6. Program Arayüzü ve Proje Tanımlama Adımları

STA4CAD programı çalıştırıldığında ilk olarak aşağıda resmi görülen ekranla karşılaşılır. Bu ekrandan sonra yapılmak istenen işleme göre bir alt menü bölümüne girilir. STA4 yapı bilgi girişi, yapı analiz sonuçları, yazıcı ayarları, proje çizim ayarları, vb. alt bölümler bu menü yardımıyla geçiş yapılabilen bazı alt bölümlerdir.



Şekil 7.7. STA4CAD programı arayüzü



Şekil 7.8. STA4CAD programı yapı bilgi giriş ekranı

7. Proje Girilmesinde İzlenecek Yol

STA4 programı genel olarak plan aplikasyon üzerinde çalışmaya ve kopyalama ile aplikasyonu oluşturulma üzerine kurulmuştur. Yapı bilgileri girilirken aşağıdaki adımlara sırasıyla uygulanır.

7.1 Yapı genel bilgilerinin girilmesi

Yapı genel bilgileri yönetmeliklere uygun olarak girilir.

7.2 Kat bilgilerinin girilmesi

Yapıdaki kat sayısı kadar kat koordinatı ve isimleri girilir.

7.3 Aksların oluşturulması

Aplikasyonda her eleman akslarla geometrik yeri tarif edildiği için öncelikle akslar oluşturulmalıdır. Unutulan veya daha sonra girilmesi gereken akslarda daha sonra girilebilir.

7.4 Eleman bilgisinin girilmesi

STA4 programında bilgi girişi sırası ile ilgili bir zorunluluk yoktur. Ancak uygulamayı daha iyi göstermesi açısından önce plakların tercih edilmesi daha uygundur.

Sta4CAD programının içinde çok ileri düzey kopyalama fonksiyonları bulundurmaktadır. Bu yüzden veri girişinde bir eleman girilip benzerlerinin kopyalanması işlemleri hızlandıracaktır. İlk olarak bir eleman bilgisi girip onu kopyalamak en hızlı ve uygun veri giriş şeklidir. Programda üç farklı eleman tipi olduğuna göre bu elemanlardan birer adet üretilip bunlar kopyalanabilir.

7.5 Eleman kopyalama

Ekranda oluşan 3 farklı elemanı aynı özellikleri taşımasına rağmen kopyalayarak uygulamadaki tanımları yapılarak, katlardaki plaklar, kirişler ve kolonlar oluşturulabilir. Yapılan işlemler sırasında eğer yanlış yere kopyalama yapılırsa 19'nolu bölümdeki elemanların akslarının düzeltilmesi komutu ile değişiklik yapılabilir.

7.6 Elemanların kaçıklığı ve kolonlarda döndürme

Bazı durumlarda elemanları tanımlamak için sadece aks ismi vermek yeterli olmaz, bu elemanların akslardan belli bir kaçıklığı veya ortagonallıktan belirli bir açısı olabilir. İlk olarak kirişlerin kaçıklığının verilmesi uygun olur. Bundan sonra ise kolonlardaki kaçıklık ve döndürme açısının verilmesi gerekir. Son olarak da ilgili komut ile gerekli elemanların özellikleri hızlı bir biçimde düzenlenebilir. Böylece veri giriş ekranında elde edilen model aplikasyondaki ile uyuşmuş olur.

7.7 Genel kat düzenleme

Bir yapıda aynı özellikte birçok eleman bulunmaktadır. Tasarım esnasında yapı elemanlarında topluca bir düzeltmeye gidilmek istenilebilir. Örneğin bütün plakların kalınlığını değiştirmek için her elemana ayrı ayrı uğraşmak yerine genel kat düzenleme menüsü ile bunların hepsini birden yapmak mümkündür. Bu kısımda boyut değiştirebilmek için yukarıdaki süzgeçten boyutu değiştirilecek elemanların tipleri belirlenmelidir.

7.8 Simetri alma

Yapı simetri özelliklerini içeriyorsa simetri alma tuşu yardımı ile planın simetrisi bir defada oluşturulabilir.

7.9 Kat kopyalama

Yapının 1. katını oluşturduktan sonra üst katlarda büyük benzerlik içerisinde ise katları kopyalanarak diğer katlar da hızlı bir şekilde oluşturulabilir. Kat kopyalama yapıldıktan sonra bu katlara geçilerek planda gerekli düzenlemeler yapılabilir. Düzeltmeler neticesinde elde edilen kat da diğer katlara kopyalanabilir.

7.10 Döşeme şeritlerinin düzenlenmesi

Plaklarla ilgili işlemlerin tamamlanmasında sonra, plakların sürekliliğinin otomatik olarak program tarafından hazırlanması sağlanır ve bununla ilgili kontroller yapılır.

7.11 Malzeme seçimi

Elemanlara ait beton ve çelik sınıflarının tanımı yapılmalıdır.

7.12 Analiz seçeneklerinin belirlenmesi

Analiz konusundaki seçenekler yeni deprem yönetmeliğine uygun değerlerde olmasına karşılık kontrol edilmesi uygun olur.

7.13 STA4 model kontrol

Data kontrol düğmesi ile modelde yapılan veri giriş hataları gözlenip düzeltilmelidir.

7.14 STA4 model saklama

Gerek bilgi girişinden çıkarken, gerekse analize giderken mutlaka bilgiler STA4 saklama tuşundan saklanmalıdır.

7.15 Temeller

Üst yapı öncelikle çözülmeli, daha sonra temel bilgi girişinden temeller oluşturularak temel analizi yapılmalıdır.

ÖZGEÇMİŞ

Mustafa KAHRAMANER 1982 yılında Niğde’de doğmuştur. İlk, orta ve lise eğitimini Niğde’de tamamladıktan sonra 2005 yılında Erciyes Üniversitesi İnşaat Mühendisliği Bölümünden mezun olmuştur. 2005 yılında kendi firmasını kurarak çalışma hayatına atılmıştır.



