

**SEKİZ KATLI MEVCUT BİR BETONARME BİNANIN HASTANE
OLARAK KULLANILMAK ÜZERE DEPREM YÖNETMELİĞİ'NE
GÖRE KONTROLÜ VE GÜÇLENDİRİLMESİ**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ
İnş. Müh. Volkan SEVENGİL
(501041121)**

**Tezin Enstitüye Verildiği Tarih : 8 Mayıs 2006
Tezin Savunulduğu Tarih : 14 Haziran 2006**

**Tez Danışmanı : Doç.Dr. A. Necmettin GÜNDÜZ
Diğer Jüri Üyeleri Prof.Dr. Metin AYDOĞAN (İ.T.Ü.)
Doç.Dr. Mustafa ZORBOZAN (Y.T.Ü.)**

HAZİRAN 2006

ÖNSÖZ

Yüksek lisans tezi olarak, mevcut bir betonarme yapının Deprem Yönetmeliği 1997'ye göre kontrolü ve hastane olarak güçlendirilmesi konusu incelenmiştir.

Bu çalışmanın gerçekleşmesinde zamanını ve bilgilerini benimle paylaşan değerli hocam Sn. Doç. Dr. A. Necmettin GÜNDÜZ'e teşekkürlerimi sunarım.

Tüm öğrenim hayatım boyunca olduğu gibi, yüksek lisans tez çalışmam sırasında da benden her türlü maddi ve manevi desteklerini esirgemeyen, daima bana destek ve yanımda olan aileme de teşekkürlerimi bir borç bilirim.

HAZİRAN, 2006

İnş. Müh. Volkan SEVENGİL

İÇİNDEKİLER

KISALTMALAR	V
TABLO LİSTESİ	VI
ŞEKİL LİSTESİ	VII
ÇİZELGE LİSTESİ	IX
SEMBOL LİSTESİ	X
ÖZET	XII
SUMMARY	XIV
1. GİRİŞ	1
2. MEVCUT YAPININ ANALİZİ	3
2.1 Mevcut Yapı Hakkında Genel Bilgi.....	3
2.2 Döşemelerden Gelen Sabit ve Hareketli Yüklerin Bulunması.....	7
2.3 Kirişlere Yüklenen Sabit ve Hareketli Yükler.....	8
2.4 Yapının Toplam Ağırlığının Hesabı.....	9
2.5 Y Doğrultusundaki Deprem Yükleri Hesabı.....	13
2.6 X Doğrultusundaki Deprem Yükleri Hesabı.....	16
2.7 Tepki spektrum Eğrisi.....	20
2.8 Rijit Diyafram Davranışının Tanımlanması.....	21
2.9 Yük Birleşimleri.....	22
3. MEVCUT YAPININ DÜZENSİZLİK KONTROLLARI	24
3.1 A-Planda Düzensizlik Durumları.....	24
3.1.1 A1-Burulma düzensizliği.....	24
3.1.2 A2-Döşeme süreksizliği.....	27
3.1.3 A3-Planda çıkıntılar bulunması.....	28
3.1.4 A4-Taşıyıcı eleman eksenlerinin paralel olmaması.....	29
3.2 B-Düşey Doğrultuda Düzensizlik Durumları.....	29
3.2.1 B1-Komşu katlar arası dayanım düzensizliği (Zayıf kat).....	29
3.2.2 B2-Komşu katlar arası rijitlik düzensizliği (Yumuşak kat).....	31
3.2.3 B3-Taşıyıcı sistemin düşey elemanlarının süreksizliği.....	32
3.3 Göreli Kat Ötelemelerinin Kontrolü.....	35
4. GÜÇLENDİRİLMİŞ YAPININ ANALİZİNİN YAPILMASI	37
4.1 Mevcut Yapıya Perdeler Eklenmesi.....	37
4.2 Güçlendirilmiş Yapının Toplam Ağırlığının Bulunması.....	41
4.3 X Doğrultusundaki Deprem Yüklerinin Bulunması.....	44
4.4 Y Doğrultusundaki Deprem Yüklerinin Bulunması.....	45
5. GÜÇLENDİRİLMİŞ YAPININ DÜZENSİZLİK KONTROLLARI	50
5.1 A-Planda Düzensizlik Durumları.....	50
5.1.1 A1-Burulma düzensizliği.....	50
5.1.2 A2-Döşeme süreksizliği.....	52
5.1.3 A3-Planda çıkıntılar bulunması.....	53

5.1.4	A4-Taşıyıcı eleman eksenlerinin paralel olmaması.....	54
5.2	B-Düşey Doğrultuda Düzensizlik Durumları.....	54
5.2.1	B1-Komşu katlar arası dayanım düzensizliği (Zayıf kat).....	54
5.2.2	B2-Komşu katlar arası rijitlik düzensizliği (Yumuşak kat).....	56
5.2.3	B3-Taşıyıcı sistemin düşey elemanlarının süreksizliği.....	57
5.3	Görelî Kat Ötelemelerinin Kontrolü.....	60
5.4	İkinci Mertebe Etkilerinin Kontrolü.....	61
6.	BETONARME HESAPLAR	63
6.1	Perde Duvarların Betonarme Hesabı.....	63
6.2	Radye Temel Hesabı.....	71
6.2.1	Temel boyutlarının belirlenmesi.....	71
6.2.2	Temel plağı yay katsayıları hesabı.....	75
6.3	Radye Temel Betonarme Hesabı.....	81
6.3.1	Y-Y yönü.....	81
6.3.2	X-X yönü.....	89
6.4	Güçlendirilmiş Yapının Bodrum II Kat Kiriş Kesitlerinin Kapasiteleri Kontrolü.....	97
6.5	Kolonların Kirişlerden Daha Güçlü Olması Koşulu.....	101
7.	SONUÇLAR VE ÖNERİLER	106
	KAYNAKLAR	108
	EK LİSTESİ	109
	ÖZGEÇMİŞ	110

KISALTMALAR

ABYYHY : Afet Bölgelerinde Yapılacak Yapılar Hakkında Yönetmelik

SAP2000N : Structural Analysis Programme 2000

TABLO LİSTESİ

		<u>Sayfa No</u>
Tablo	2.1	Mevcut yapı kat ağırlık ve kütleleri 11
Tablo	2.2	Katlara gelen deprem kuvvetleri ve dış merkezlik momentleri 20
Tablo	2.3	Spectral değerler..... 21
Tablo	3.1	X doğrultusundaki deprem kuvveti için kat yer değiştirmeleri 25
Tablo	3.2	X doğrultusundaki deprem kuvveti için burulma düzensizliği kontrolü..... 26
Tablo	3.3	Y doğrultusundaki deprem kuvveti için kat yer değiştirmeleri 26
Tablo	3.4	X doğrultusundaki deprem kuvveti için burulma düzensizliği kontrolü..... 26
Tablo	3.5	Zayıf kat düzensizliği kontrolü..... 31
Tablo	3.6	X doğrultusundaki deprem kuvveti için yumuşak kat düzensizliği kontrolü..... 31
Tablo	3.7	Y doğrultusundaki deprem kuvveti için yumuşak kat düzensizliği kontrolü..... 32
Tablo	3.8	X doğrultusundaki deprem kuvveti için görelî kat ötelemeleri kontrolü.....35
Tablo	3.9	Y doğrultusundaki deprem kuvveti için görelî kat ötelemeleri kontrolü.....36
Tablo	4.1	Mevcut yapı kat ağırlık ve kütleleri.....43
Tablo	4.2	Katlara gelen deprem yükleri ve dış merkezlik etkisiyle oluşan momentler..... 49
Tablo	5.1	X doğrultusundaki deprem kuvveti için kat yer değiştirmeleri 50
Tablo	5.2	X doğrultusundaki deprem kuvveti için burulma düzensizliği kontrolü..... 51
Tablo	5.3	Y doğrultusundaki deprem kuvveti için kat yer değiştirmeleri 51
Tablo	5.4	Y doğrultusundaki deprem kuvveti için burulma düzensizliği kontrolü..... 51
Tablo	5.5	Zayıf kat düzensizliği kontrolü.....56
Tablo	5.6	X doğrultusundaki deprem kuvveti için yumuşak kat düzensizliği kontrolü..... 56
Tablo	5.7	Y doğrultusundaki deprem kuvveti için yumuşak kat düzensizliği kontrolü..... 57
Tablo	5.8	X doğrultusundaki deprem kuvveti için görelî kat ötelemeleri kontrolü.....60
Tablo	5.9	Y doğrultusundaki deprem kuvveti için görelî kat ötelemeleri kontrolü..... 61
Tablo	5.10	X doğrultusundaki deprem kuvveti için ikinci mertebeli etkilerinin kontrolü.....62
Tablo	5.11	Y doğrultusundaki deprem kuvveti için ikinci mertebeli etkilerinin kontrolü.....62
Tablo	6.1	Zımbalama güvenliğinin sağlanması..... 74

ŞEKİL LİSTESİ

	<u>Sayfa No</u>
Şekil 2.1 : Bodrum, zemin, normal kat planı.....	5
Şekil 2.2 : Bodrum, Zemin, normal kat mimari projesi.....	6
Şekil 2.3 : Kirişlere yüklenen sabit ve hareketli yükler.....	8
Şekil 2.4 : Mevcut yapının modellenmesi.....	12
Şekil 2.5 : Y doğrultusunda bina doğal periyodu için ivme spektrum grafiği	13
Şekil 2.6 : X doğrultusunda bina doğal periyodu için ivme spektrum grafiği	17
Şekil 2.7 : Yük Birleşimleri-Sadece düşey yükler.....	22
Şekil 2.8 : Yük Birleşimleri-XX doğrultusunda deprem hareketi (+%5)	22
Şekil 2.9 : Yük Birleşimleri-XX doğrultusunda deprem hareketi (-%5)	23
Şekil 2.10 : Yük Birleşimleri-XX doğrultusunda deprem hareketi (+%5)	23
Şekil 2.11 : Yük Birleşimleri-YY doğrultusunda deprem hareketi (-%5)	23
Şekil 3.1 : A1 türü burulma düzensizliği kontrolü.....	25
Şekil 3.2 : A2 türü düzensizlik durumu I	27
Şekil 3.3 : A2 türü düzensizlik durumu II	27
Şekil 3.4 : A2 türü düzensizlik durumu III.....	28
Şekil 3.5 : A3 türü düzensizlik durumu	28
Şekil 3.6 : A4 türü düzensizlik durumu	29
Şekil 3.7 : Kolonların konsol ve guselere oturması durumu.....	33
Şekil 3.8 : Kolonun iki ucundan mesnetli kirişe oturması durumu.....	33
Şekil 3.9 : Perdenin kolonlara oturması durumu.....	34
Şekil 3.10 : Perdenin kirişlere oturması durumu.....	34
Şekil 4.1 : Perdenin modellenmesi.....	38
Şekil 4.2 : Güçlendirilen yapının bodrum, zemin, normal kat planı.....	39
Şekil 4.3 : Güçlendirilen yapının modellenmesi.....	40
Şekil 5.1 : A2 türü düzensizlik durumu I	52
Şekil 5.2 : A2 türü düzensizlik durumu II	52
Şekil 5.3 : A2 türü düzensizlik durumu III.....	53
Şekil 5.4 : A3 türü düzensizlik durumu	53
Şekil 5.5 : A4 türü düzensizlik durumu	54
Şekil 5.6 : Kolonların konsol ve guselere oturması durumu.....	58
Şekil 5.7 : Kolonun iki ucundan mesnetli kirişe oturması durumu.....	58
Şekil 5.8 : Perdenin kolonlara oturması durumu.....	59
Şekil 5.9 : Perdenin kirişlere oturması durumu.....	59
Şekil 6.1 : P ₁ -P ₃ perdeleri deprem moment diyagramı.....	64
Şekil 6.2 : P ₁ -P ₃ perdeleri deprem genişletilmiş moment diyagramı.....	64
Şekil 6.3 : P ₁ -P ₃ perdeleri deprem normal kuvvet diyagramı.....	64
Şekil 6.4 : P ₂ -P ₄ perdeleri deprem moment diyagramı.....	66
Şekil 6.5 : P ₂ -P ₄ perdeleri deprem genişletilmiş moment diyagramı.....	66
Şekil 6.6 : P ₂ -P ₄ perdeleri deprem normal kuvvet diyagramı.....	66
Şekil 6.7 : P ₅ perdeleri deprem moment diyagramı.....	68
Şekil 6.8 : P ₅ perdeleri deprem genişletilmiş moment diyagramı.....	68

Şekil 6.9 : P ₅ perdeleri deprem normal kuvvet diyagramı.....	68
Şekil 6.10 : P ₇ perdeleri deprem moment diyagramı.....	69
Şekil 6.11 : P ₇ perdeleri deprem genişletilmiş moment diyagramı.....	69
Şekil 6.12 : P ₇ perdeleri deprem normal kuvvet diyagramı.....	69
Şekil 6.13 : P ₆ - P ₈ perdeleri deprem moment diyagramı.....	71
Şekil 6.14 : P ₆ -P ₈ perdeleri deprem genişletilmiş moment diyagramı.....	71
Şekil 6.15 : P ₆ -P ₈ perdeleri deprem normal kuvvet diyagramı.....	71
Şekil 6.16 : Radye temel gösterimi.....	72
Şekil 6.17 : Radye temel, kolon ve orta şerit dağılımı.....	73
Şekil 6.18 : Kolon, kiriş moment gösterimi.....	101

ÇİZELGE LİSTESİ

Çizelge 6.1 :	Kirişsiz radye temel plağı yay mesnetleri.....	76
Çizelge 6.2 :	Kirişsiz radye temel plağı yay katsayıları.....	80

SEMBOL LİSTESİ

$A(T)$: Spektral ivme katsayısı
A_b	: Yapıdaki herhangi kattaki boşlukların toplamı
A_{ch}	: Boşluksuz perdenin, bağ kirişli perdede her bir perde parçasının brüt enkesit alanı
A_0	: Etkin yer ivme katsayısı
A_s	: Donatı alanı
A_{sh}	: Söz konusu deprem doğrultusundaki enine donatı kesit alanı
b	: Tablalı kesitte etkili tabla genişliği; kolon enkesit genişliği
b_w	: Tablalı kesitte gövde genişliği
B_x	: Binanın x doğrultusundaki uzunluğu
B_y	: Binanın y doğrultusundaki uzunluğu
C_z	: Zemin yatak katsayısı
$(d_i)_{max}$: Binanın i'inci katında oluşan maksimum yer değiştirme
$(d_i)_{min}$: Binanın i'inci katında oluşan maksimum yer değiştirme
D_i	: Dışmerkezlik momenti büyütme katsayısı
E	: Elastisite modülü
f_{cd}	: Beton tasarım basınç dayanımı
f_{ctd}	: Beton tasarım çekme dayanımı
f_{yd}	: Donatı tasarım akma gerilmesi
F_{xi}	: Binanın i'inci katındaki x yönündeki deprem kuvveti
F_{yi}	: Binanın i'inci katındaki y yönündeki deprem kuvveti
e_x, e_y	: Dış kuvvetlerin dış merkezliği
h	: Binanın i'inci katının yüksekliği
H_N	: Bina toplam yüksekliği
I	: Bina önem katsayısı
l	: Kirişin hesap açıklığı
l_p	: Kirişin iki moment sıfır noktası arasındaki uzunluğu
l_u	: Perde uç bölgesi boyu
M_d	: Hesap eğilme momenti
M_r	: Kirişin taşıma gücü momenti
M_x, M_y	: Eksantrisite momentleri
m	: Boyutsuz moment
n	: Hareketli yük katılım sayısı; boyutsuz normal kuvvet
N_d	: Hesap normal kuvveti
P	: Toplam yük
p	: Birim boy ve alana etkiyen toplam yük
q	: Birim boy ve alana etkiyen hareketli yük
Q	: Hareketli yük
R	: Taşıyıcı sistem davranış katsayısı
$R_a(T)$: Deprem yükü azaltma katsayısı
$S_{(t)}$: Spektrum katsayısı

s	: Enine donatı aralığı
T_a, T_b	: Spektrum karakteristik periyotları
T_x, T_y	: Binanın x ve y doğrultusundaki periyotları
t_f	: Döşeme kalınlığı
t_2	: Bulunan etkili tabla genişliği
t_3	: Kiriş derinliği
t_w	: Kiriş genişliği
V_T	: Toplam eşdeğer deprem yükü
V_c	: Beton kesitin taşıdığı kesme kuvveti
V_{cr}	: Eğik çatlamaı oluşturan kesme kuvveti
V_d	: Tasarım kesme kuvveti
V_{dy}	: Kirişin kolon yüzünde düşey yüklerden meydana gelen basit kiriş kesme kuvveti
V_e	: Kolon ve kirişte enine donatı hesabında esas alınan kesme kuvveti
V_{kol}	: Düşüm noktasının üstünde ve altındaki kolon kesme kuvvetlerinden küçük olanı
W	: Binanın, hareketli yük katılım katsayısı kullanılarak hesap edilen ağırlığı
Z_2	: Zemin sınıfı; Sıkı çakıl ve kum, çok katı kil ve siltli kil
Δi	: Binanın i'inci katındaki görelı kat ötelemesi
$(\Delta i)_{max}$: Binanın i'inci katındaki maksimum görelı kat ötelemesi
$(\Delta i)_{min}$: Binanın i'inci katındaki minimum görelı kat ötelemesi
$(\Delta i)_{ort}$: Binanın i'inci katındaki ortalama görelı kat ötelemesi
η_{bi}	: i'inci katta tanımlanan burulma düzensizliğı katsayısı
η_{ci}	: i'inci katta tanımlanan dayınım düzensizliğı katsayısı
η_{ki}	: i'inci katta tanımlanan yumuşak kat düzensizliğı katsayısı
θ_i	: i'inci katta tanımlanan ikinci mertebe gösterge değeri
$(\Sigma A_e)_i$: i'inci katta tanımlanan etkili kesme alanı
ΣA_w	: Depreme dik doğrultudaki kolon çıkıntılarının alanları hariç, herhangi bir kattaki kolon enkesit etkin gövde alanları toplamı
ΣA_g	: Binada herhangi bir katta, hesap yapılan deprem doğrultusuna paralel doğrultuda perde olarak çalışan taşıyıcı sistem elemanlarının en kesit alanlarının toplamı
ΣA_{gk}	: Binada herhangi bir katta, kapı ve pencere boşlukları çıkartıldıktan sonra, hesap yapılan doğrultusuna paralel kagir dolgu duvar alanlarının Toplamı
P_{sh}	: Perdede yatay gövde donatılarının perde gövdesi brüt enkesit alanına Oranı
\emptyset	: Donatı çapı

SEKİZ KATLI MEVCUT BİR BETONARME BİNANIN HASTANE OLARAK KULLANILMAK ÜZERE DEPREM YÖNETMELİĞİ'NE GÖRE KONTROLÜ VE GÜÇLENDİRİLMESİ

ÖZET

Yüksek lisans tezi olarak, mevcut bir betonarme yapının 1997 Deprem Yönetmeliği'ne göre kontrolü ve hastane olarak güçlendirilmesi konusu incelenmiştir.

Söz konusu bina 1. deprem bölgesinde olup, 2 bodrum kat, 1 zemin kat ve 5 normal kattan oluşmaktadır. Bütün katlar dışlı döşeme olarak yapılmıştır. Yapıda beton sınıfı olarak BS16 kullanılmıştır. Mevcut yapının TS 498'de verilen yüklere göre zati ağırlığı ve hareketli yükleri hesaplanmış, SAP2000N sonlu elemanlar analiz programı kullanılarak üç boyutlu modellemesi yapılmıştır. Mevcut yapının ağırlık merkezi bulunarak, bu noktalara kat kütleleri atanmış, yapılan dinamik analiz sonucu yapının x ve y yönlerindeki periyodları bulunmuştur. Yapının deprem yükleri etkisindeki davranışını incelemek için, yeni deprem yönetmeliğinde anlatılan "Eşdeğer Deprem Yüğü" yöntemine göre deprem kuvvetleri ve ek dış merkezlik etkisi sonucu oluşan momentler hesaplanmıştır. Bulunan bu değerler, SAP2000N programında modellenen yapıda ağırlık merkezine atanmış, çeşitli yük bileşimleri çerçevesinde analiz yapılmıştır.

Üçüncü bölümde, bu yük bileşimleri sonucu mevcut binanın her katında meydana gelen deplasman değerlerinden maksimum ve minimum görelî kat ötelemeleri hesaplanmış ve 1997 Deprem Yönetmeliği'ne göre A-Planda Düzensizlik Durumları ve B-Düşey Doğrultuda Düzensizlik Durumları başlıkları altında kontrolleri yapılmıştır. Görelî kat ötelemelerinin kontrolünde ise yapının rijitliğinin artırılması gerektiği görülmüştür.

Çalışmanın dördüncü bölümünde ise, mevcut yapıya her iki doğrultuda da yapının mevcut mimarisini bozmamaya özen göstererek rijitliği artırıcı perdeler eklenmiş güçlendirilen yapının her katı tekrar hesaplanmış ve yeniden dinamik analiz yapılmıştır. Bunun sonucunda bulunan yeni periyodlar kullanılarak, yeni deprem yükleri ve ek dış merkezlik momentleri hesaplanmıştır. Bu yükler ve moment değerleri, SAP2000N programında tekrar modellenen yapıda tanımlanarak analiz yapılmıştır.

Çalışmanın beşinci bölümünde ise, güçlendirilen yapının düzensizlik, görelî kat ötelemeleri ve ikinci mertebeye etkilerinin kontrolleri yapılmıştır.

Çalışmanın son bölümünde ise, SAP2000N programından elde edilen sonuçlar kullanılarak perde duvarlar için betonarme hesap yapılmıştır. Yine SAP2000N programından elde edilen sonuçlar doğrultusunda radye temel plaklarının betonarme hesabı, kirişlerin taşıma kapasiteleri ve kolonların kirişlerden daha güçlü olması hesabı yapılmıştır.

Sonuç olarak, mevcut yapıda rijitliği arttırıcı perdeler ve radye temel plaklarıyla yapılan güçlendirme sonucunda yapıdaki görelİ kat ötelemeleri ve ikinci mertbe etkileri sınır değerlerin altında kalmış, yapı güvenli bir hale gelmiştir.

ANALYSIS AND STRUCTURAL RETROFITTING USED FOR HOSPITAL OF AN EXISTING EIGHT STORIED REINFORCED CONCRETE BUILDING IN ACCORDANCE WITH THE EARTHQUAKE REGULATION

SUMMARY

This master's thesis aimed to analyse and propose structural strengthening methods for an existing strengthened concrete building. This building is placed in the 1st degree earthquake zone. It consists of two basement floors, ground floor and five upper floors. All floors have bricknogging floor blocks. The class of concrete used for the structural system is C16. The static and dynamic loads of the existing building have been calculated in accordance with the load values specified in the Turkish Standart No 498, and a three dimensional model has been made through use of SAP2000N finite elements analysis software. The gravity center of the existing building has been defined, and floor loads are assigned to the center. A dynamic analysis is conducted in order to find out the periods at x and y directions. In order to analyse the building's reaction to earthquake loads, moments occurring as a result of the earthquake loads and eccentricity have been calculated in accordance with the Equivalent Earthquake Load Method explained within the content of the new Earthquake Regulation. These calculated moment values, have been assigned to the gravity center of the building model construed in the SAP2000N software, within the frame of which analysis have been made under load combinations.

Within the content of the third part of the study the maximum and minimum displacements have been derived out of the displacement values occurring at each separate floor of the building resulting of above mentioned load combinations which provided the calculation of maximum and minimum relative storey displacement and relevant controls have been made under the headings of the parts in accordance with the 1997 Earthquake Regulation. Check for the relative storey displacement constituted evidence for the increasing of building's rigidity.

In the fourth part of the study considered strengthening the building with the addition of two shear walls to increase rigidity in two directions whilst preserving the original architecture, and recalculating the weight of each floor of the strengthened building to reconduct the dynamic analysis. The new periods found out as a result of this analysis are used to recalculate the new earthquake loads and the additional eccentricity moment values. These loads and moment values served the analysis of the building model redefined with the SAP2000N software.

In the fifth part of the study the irregularity, relative storey displacement and second degree effects checks for the strengthening building have been made.

At the last part of the study the strengthened concrete sectional design for shear walls, are made by using the results from SAP2000N analysis. Once again, according to the results obtained from SAP2000N analysis, the strengthened concrete the mat

foundation design, check for moment capacity of beams and columns. And it is showed that columns are stronger than the beam to meet the earthquake requirements.

In conclusion, it is shown that strengthened building has adequate seismic safety required in earthquake regulation

1. GİRİŞ

Yirmi yıldan uzun süre kullanılan 1975 Deprem Yönetmeliği'ne göre yapılan mevcut bir betonarme yapının taşıyıcı sistemi, şiddetli deprem etkisini göz önüne alan Deprem Yönetmeliği 1997'ye göre yetersiz kalabilmektedir. Deprem Yönetmeliği 1997, döşemelerin rijit diyafram kabul edilmesi, yapıların deprem hesabının üç boyutlu olarak yapılması gibi birçok yeni kavram ve olumlu yaklaşım içeren çağdaş bir yönetmeliktir.

Bu yeni yönetmelikte, yapı düzensizlikleri; Planda Düzensizlik Durumları ve Düşey Doğrultuda Düzensizlik Durumları olmak üzere iki grupta incelenmiştir. Ayrıca deprem sırasında meydana gelen ikinci mertebe etkileri ve yer değiştirmeleri sınırlandırılarak analizlerde hesap kontrolleri yapmak gerekir. Rüzgar ve deprem, yapıya yatay yüklerin etkimesine sebep olmaktadır. Düşey yükler için hesaplanan çerçeveler rüzgar yükünü taşıyabilirse de, deprem etkisiyle oluşan yatay yükleri iyi bir şekilde taşıyamazlar. Yapılan hesap sonucu yapı yatay yükler bakımından gereken kriterleri sağlamazsa, deprem etkisiyle oluşan yatay yüklerin taşınması için, yatay rijitliği arttırıcı perde elemanlarının kullanımı çözümüne gidilmesi gerekmektedir.

Perdeler, planda uzun kenarın kısa kenarına oranı en az yedi olan, yapıda yatay rijitliği sağlayan her iki doğrultuda birbirine paralel olarak yapılması gereken düşey taşıyıcı elemanlardır. Konsol kiriş davranışı gösteren perdeler yatay yükler etkisi altında eğilme momentine, düşey yükler etkisi altında ise normal kuvvete maruz kalırlar.

Perdeler yapılar da çeşitli şekillerde teşkil edilebilmektedirler. Perdeler yapılar da karşımıza asansör veya merdiven kovası, dış cephe duvarlar olarak çıkabileceği gibi bodrum katlarda yatay zemin itkisini karşılamak üzere de kullanılabilirler.

2. MEVCUT YAPININ ANALİZİ

2.1 Mevcut Yapı Hakkında Genel Bilgi

Tez konusu olarak mevcut bir yapı göz önüne alınarak incelenmiştir. 2 bodrum kat, 1 zemin kat, 5 normal kattan oluşan toplam 8 katlı betonarme bina SAP2000N sonlu elemanlar analiz programı ile 3 boyutlu olarak modellenerek, statik ve dinamik analizi yapıp deprem yükleri etkisindeki davranışı incelenecek ve Deprem Yönetmeliği 1997'ye göre düzensizlik kontrolleri yapılarak, güçlendirilecektir.

Binamız ile ilgili kullanılacak malzeme ve tasarım bilgileri aşağıda verilmiştir:

Beton Sınıfı	: BS16
Toplam Kat Adeti	: 8
Son Kat	: 1 ($H_N=3.20$ mt)
Normal Kat	: 4 ($H_N=3.80$ mt)
Zemin Kat	: 1 ($H_N=3.80$ mt)
Bodrum Kat	: 2 ($H_N=3.30$ mt)
Deprem Bölgesi	: 1. Derece
Zemin Sınıfı	: Z2
Zemin Emniyet Gerilmesi	: 200 kN/m^2
Hareketli Yük (Q)	: 3.5 kN/m^2
Etkin Yer İvmesi Katsayısı	: 0.40

Binanın güçlendirilmesinden sonra:

Bina Önem Katsayısı : 1.50

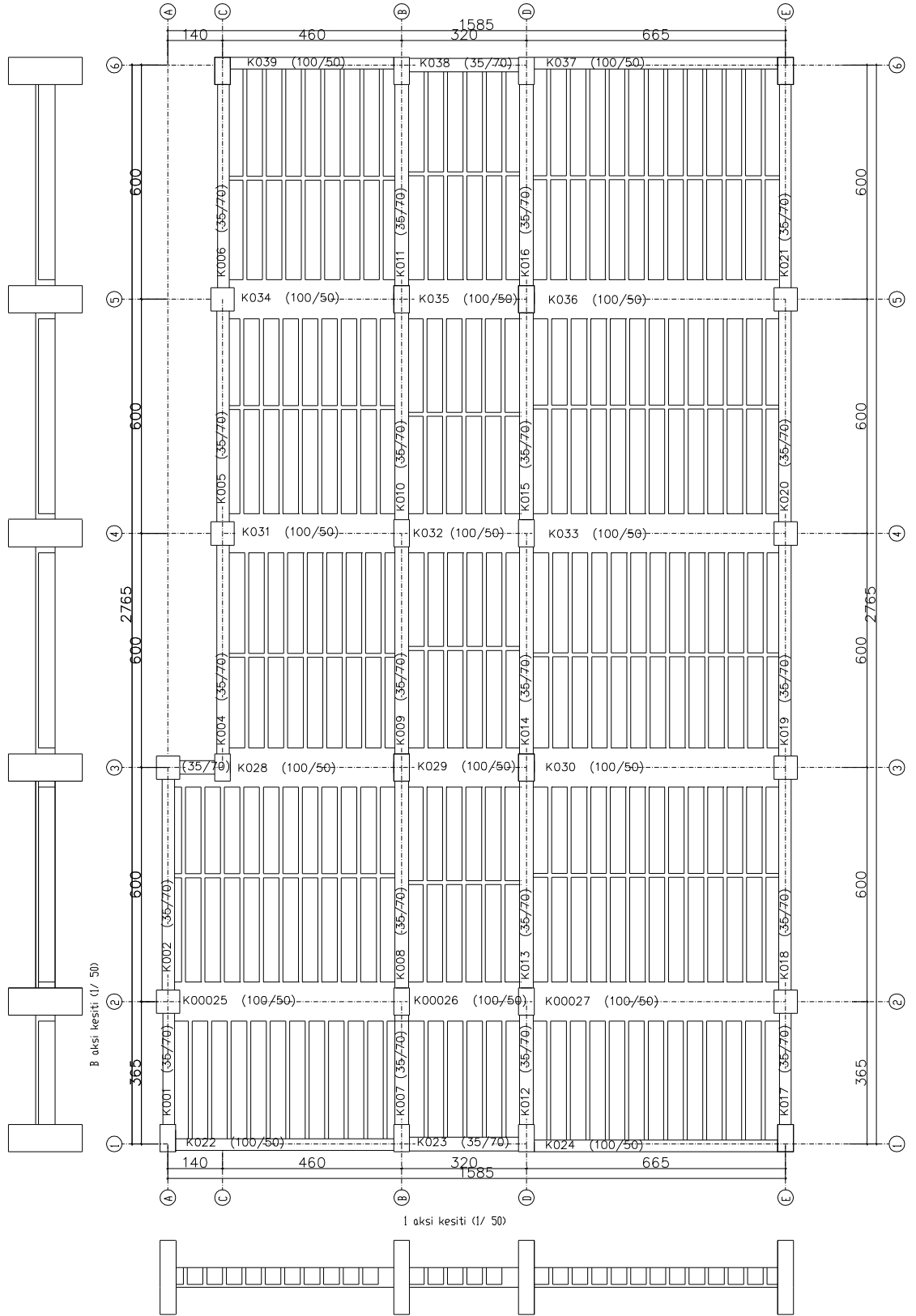
Kullanım Amacı : Hastane

f_{ck} : 250 kg/cm² BS25

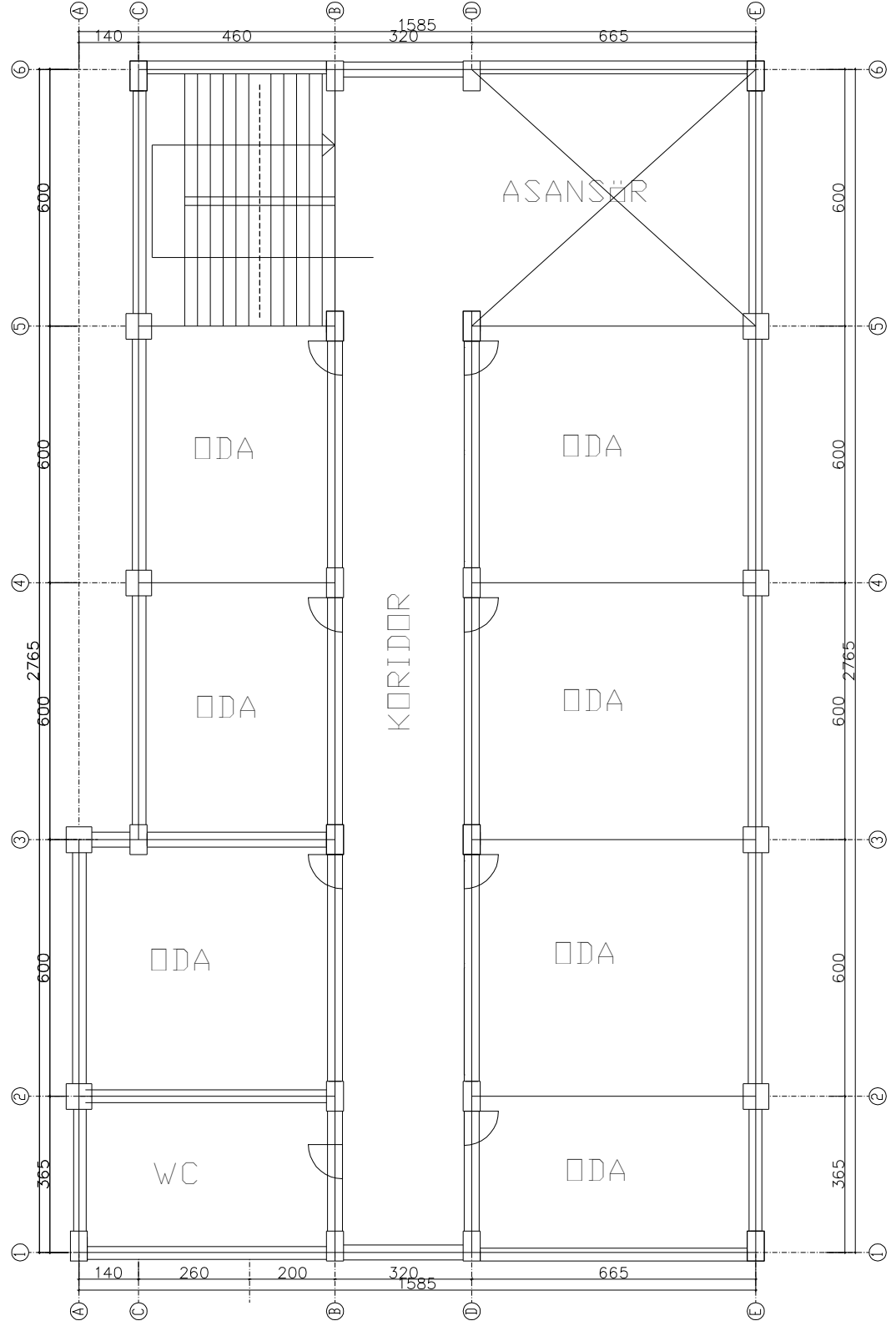
f_{yk} : 4200 kg/cm² S420

Duvar olarak 10 cm.lik Ytong kullanılmıştır.

Güçlendirilen Taşıyıcı Sistem Davranış Katsayısı : $R=6$ ($\alpha_m \geq 2/3$)



Şekil-2.1 : Bodrum, zemin, normal kat planı



Şekil 2.2 : Bodrum, zemin, normal kat mimari projesi

2.2 Döşemelerden Gelen Sabit ve Hareketli Yüklerin bulunması

Bodrum, zemin ve normal katlarda betonarme döşemeden gelen yükler TS 498 kullanarak bulunmuştur.

$$\text{Nervür} \quad \rightarrow \quad 0.33 \times 2 \times 0.1 \times 2.5 = 1.65 \text{ kN/m}^2$$

$$\text{BA Plak} \quad \rightarrow \quad 0.07 \times 25 = 1.75 \text{ kN/m}^2$$

$$\text{Asmolen} \quad \rightarrow \quad 0.92 \text{ kN/m}^2$$

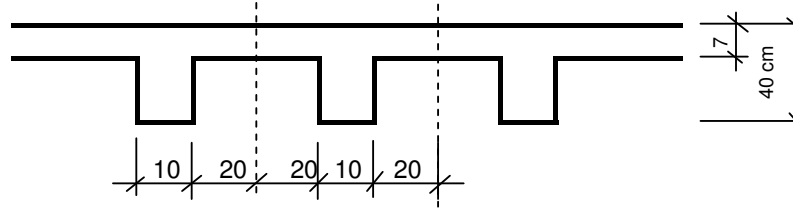
$$\text{Şap} \quad \rightarrow \quad 0.05 \times 22 = 1.10 \text{ kN/m}^2$$

$$\text{Sıva} \quad \rightarrow \quad 0.02 \times 20 = 0.40 \text{ kN/m}^2$$

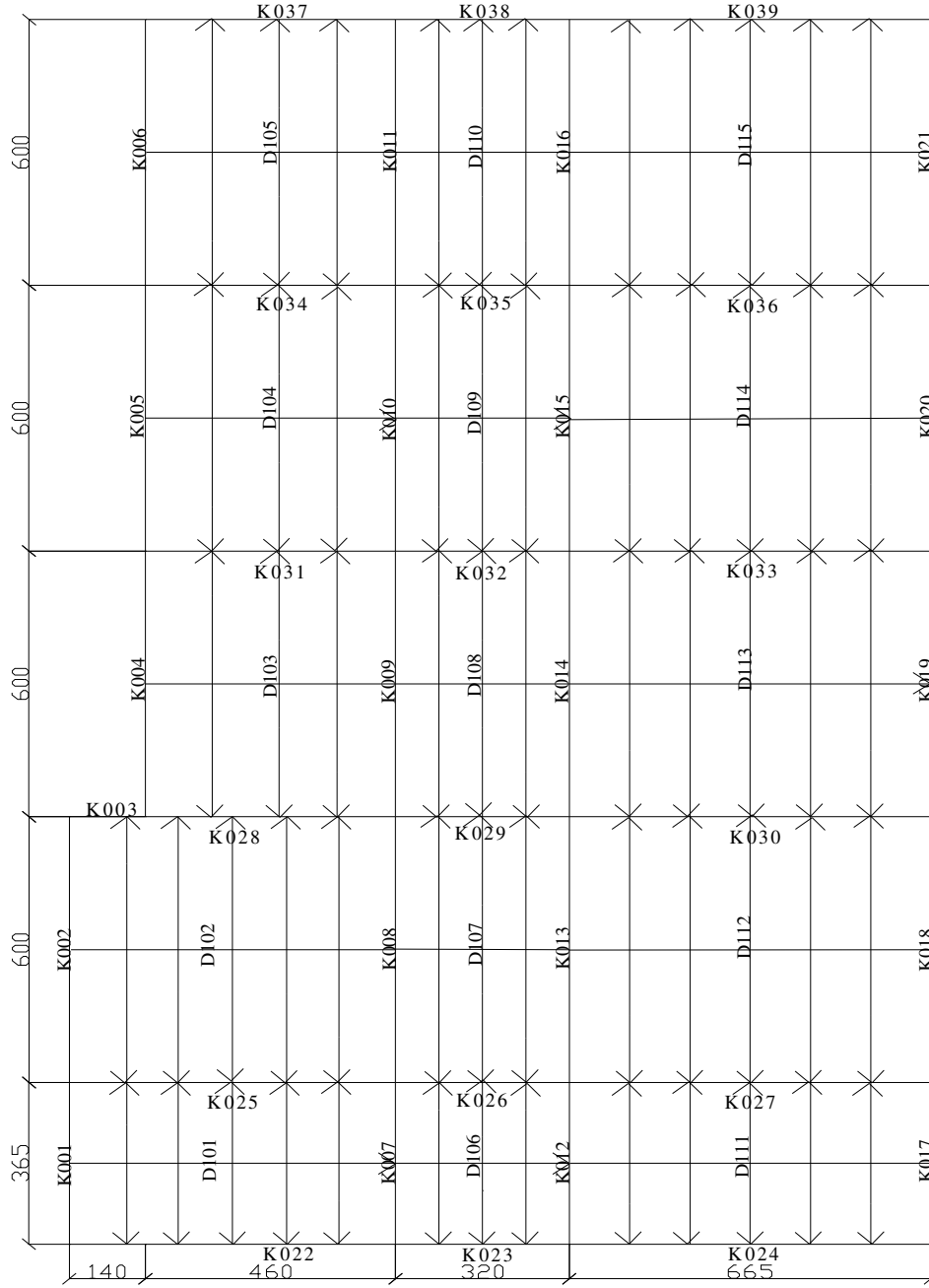
$$\text{PVC kaplama} \quad \rightarrow \quad 0.002 \times 6.0 = 0.12 \text{ kN/m}^2$$

$$g = 5.94 \text{ kN/m}^2 \quad q = 3.50 \text{ kN/m}^2$$

$$P = 1.40 \times g + 1.60 \times q = 13.916 \text{ kN/m}^2$$



2.3 Kirişlere Yüklenen Sabit ve Hareketli Yükler



Şekil 2.3 : Kirişlere yüklenen sabit ve hareketli yükler

2.4 Yapının Toplam Ağırlığının Hesabı

Bodrum Kat II

Döşeme	→	$5.94 \times (27.65 \times 15.85 - 1.40 \times 18)$	= 2453.53185 kN
Duvar	→	$2.50 \times [(3.30 - 0.70) \times (27.65 \times 4 + 1.40 + 15.85 \times 2) + (3.30 - 0.50) \times (46.40 + 6.65 \times 4 + 1.40)]$	= 1249.75 kN
Kiriş	→	$0.35 \times 0.70 \times (27.65 \times 4 + 1.40 + 15.85 \times 2 - 1.40) + 0.51 \times 1.00 \times (15.85 \times 4.00 - 3.00 \times 1.40) \times 25$	= 1611.59 kN
Kolon	→	$(0.70 \times 0.40 \times 17 + 8.00 \times 0.60 \times 0.60) \times 3.30 \times 25$	= 630.30 kN
TOPLAM	→		G = 5945.17 kN
q=3.50 kN/m ²		$3.50 \times (27.65 \times 15.85 - 1.40 \times 18)$	Q = 1445.68 kN
		$5945.17 + 0.30 \times 1445.68$	W = 6378.874 kN

Bodrum Kat I

Döşeme	→	$5.94 \times (27.65 \times 15.85 - 1.40 \times 18)$	= 2453.53185 kN
Duvar	→	$2.50 \times [(3.80 - 0.70) \times (142.3) + (3.80 - 0.50) \times (216.4)]$	= 1485.625 kN
Kiriş	→	$0.35 \times 0.70 \times (27.65 \times 4 + 1.40 + 15.85 \times 2 - 1.40) + 0.51 \times 1.00 \times (15.85 \times 4.00 - 3.00 \times 1.40) \times 25$	= 1611.59 kN
Kolon	→	$7.64 \times 3.80 \times 25$	= 725.80 kN
TOPLAM	→		G = 6276.55 kN
q=3.50 kN/m ²		$3.50 \times (27.65 \times 15.85 - 1.40 \times 18)$	Q = 1445.68 kN
		$6276.55 + 0.30 \times 1445.68$	W = 6710.254 kN

Zemin ve 1.Kat

Döşeme	→	$5.94 \times (27.65 \times 15.85 - 1.40 \times 18)$	= 2453.53185 kN
Duvar	→	$2.50 \times [(3.80 - 0.70) \times (142.3) + (3.80 - 0.50) \times (216.4)]$	= 1485.625 kN
Kiriş	→	$0.35 \times 0.70 \times (27.65 \times 4 + 1.40 + 15.85 \times 2 - 1.40) + 0.51 \times 1.00 \times (15.85 \times 4.00 - 3.00 \times 1.40) \times 25$	= 1611.59 kN

$$\begin{aligned}
\text{Kolon} &\rightarrow (0.60 \times 0.40 \times 17 + 8.05 \times 0.50) \times 3.80 \times 25 &= 577.60 \text{ kN} \\
\text{TOPLAM} &\rightarrow &G = 6128.35 \text{ kN} \\
q=3.50 \text{ kN/m}^2 &3.50 \times (27.65 \times 15.85 - 1.40 \times 18) &Q = 1445.68 \text{ kN} \\
&6128.35 + 0.30 \times 1445.68 &W = 6562.054 \text{ kN}
\end{aligned}$$

2. 3. ve 4.Kat

$$\begin{aligned}
\text{Döşeme} &\rightarrow 5.94 \times (27.65 \times 15.85 - 1.40 \times 18) &= 2453.53185 \text{ kN} \\
\text{Duvar} &\rightarrow 2.50 \times [(3.80 - 0.70) \times (142.3) + (3.80 - 0.50) \times (216.4)] &= 1485.625 \text{ kN} \\
\text{Kiriş} &\rightarrow 0.35 \times 0.70 \times (27.65 \times 4 + 1.40 + 15.85 \times 2 - 1.40) + \\
&0.51 \times 1.00 \times (15.85 \times 4.00 - 3.00 \times 1.40) \times 25 &= 1611.59 \text{ kN} \\
\text{Kolon} &\rightarrow (0.50 \times 0.40 \times 17 + 8.05 \times 0.50) \times 3.80 \times 25 &= 513.00 \text{ kN} \\
\text{TOPLAM} &\rightarrow &G = 6063.75 \text{ kN} \\
q=3.50 \text{ kN/m}^2 &3.50 \times (27.65 \times 15.85 - 1.40 \times 18) &Q = 1445.68 \text{ kN} \\
&6063.75 + 0.30 \times 1445.68 &W = 6497.454 \text{ kN}
\end{aligned}$$

5.Kat

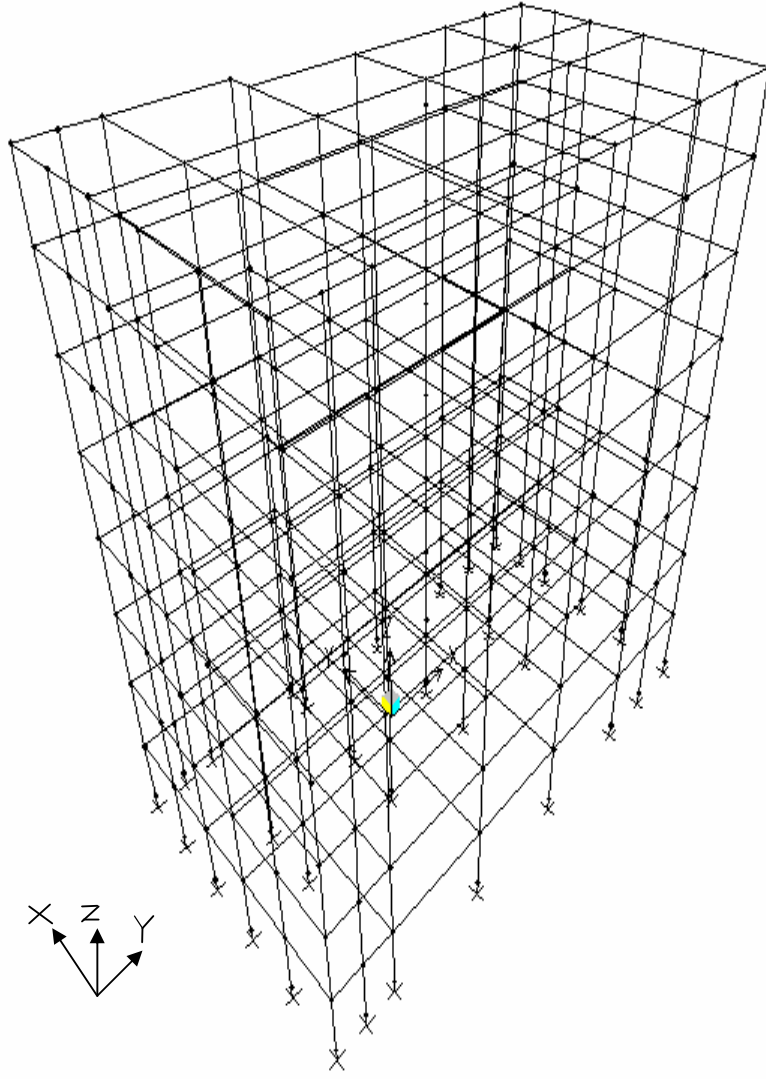
$$\begin{aligned}
\text{Döşeme} &\rightarrow 5.94 \times (27.65 \times 15.85 - 1.40 \times 18) &= 2453.53185 \text{ kN} \\
\text{Duvar} &\rightarrow 2.50 \times [(3.20 - 0.70) \times (142.3) + (3.20 - 0.50) \times (46.4)] &= 1202.575 \text{ kN} \\
\text{Kiriş} &\rightarrow 0.35 \times 0.70 \times (27.65 \times 4 + 1.40 + 15.85 \times 2 - 1.40) + \\
&0.51 \times 1.00 \times (15.85 \times 4.00 - 3.00 \times 1.40) \times 25 &= 1611.59 \text{ kN} \\
\text{Kolon} &\rightarrow (0.50 \times 0.40 \times 17 + 8.05 \times 0.50) \times 3.20 \times 25 &= 432.00 \text{ kN} \\
\text{TOPLAM} &\rightarrow &G = 5769.70 \text{ kN} \\
q=3.50 \text{ kN/m}^2 &3.50 \times (27.65 \times 15.85 - 1.40 \times 18) &Q = 1445.68 \text{ kN} \\
&5769.70 + 0.30 \times 1445.68 &W = 6223.404 \text{ kN}
\end{aligned}$$

$$\sum W = 6223.404 + 6497.454 \times 3 + 6562.054 \times 2 + 6710.254 + 6378.874$$

$$\sum W = 51929.002 \text{ kN}$$

Tablo 2.1 : Mevcut yapı kat ağırlık ve kütleleri

Kat	G	Q	W
	(kN)	(kN)	(kN)
5	5769,700	1445,680	6223,404
4	6063,750	1445,680	6497,454
3	6063,750	1445,680	6497,454
2	6063,750	1445,680	6497,454
1	6128,350	1445,680	6562,054
Zemin	6128,350	1445,680	6562,054
Bodrum I	6276,550	1445,680	6710,254
Bodrum II	5945,170	1445,680	6378,874
TOPLAM	48439,370	11565,440	51929,002

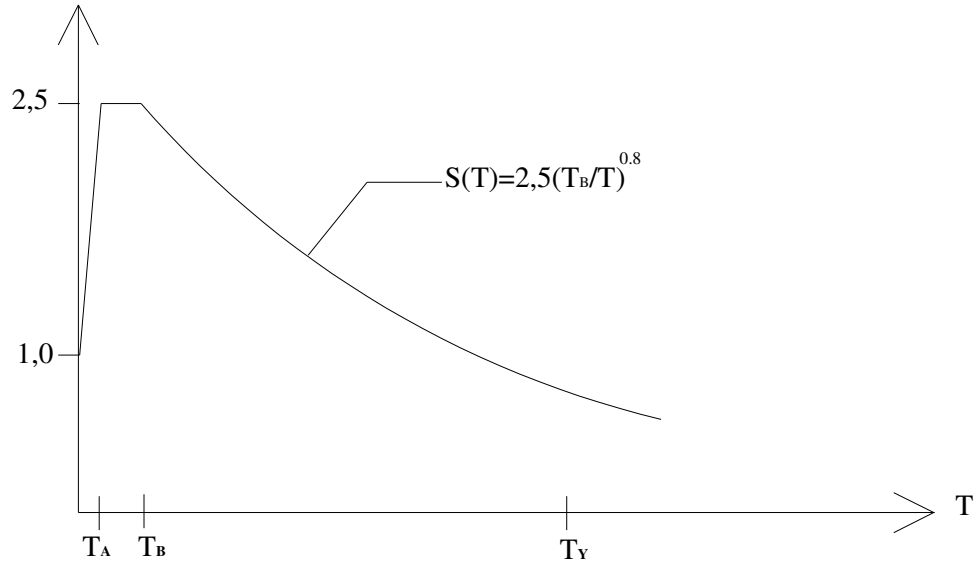


Şekil 2.5 : Mevcut yapının modellenmesi

2.5 Y Doğrultusunda Deprem Yükleri Hesabı

SAP2000N programı kullanılarak binanın y doğrultusundaki doğal periyodu (mod 1) bulunmuştur. Bulunan bu periyoda bağlı olarak yönetmelik koşullarına uygun şekilde yapının y doğrultusundaki katlara gelen deprem yükleri bulunarak, deprem hesabı yapılmıştır.

SAP2000N programından elde edilen periyot değeri $T_y = 2.2692$ s (mod 1) bulunmuştur.



Şekil 2.8 : Y doğrultusunda bina doğal periyodu için ivme spektrum grafiği

Deprem Bölgesi : I → $A_0 = \text{Etkin yer ivme katsayısı } 0.40$

$$T_A = 0.15s$$

Yerel Zemin Sınıfı: Z_2 → $T_B = 0.40s$ (Sıkı çakıl ve kum; çok katı kil ve siltli kil)

Yapı Fonksiyonu : Hastane → Bina Önem Katsayısı: $I = 1.50$

$$W = \sum_{i=1}^N w_i = \sum_{i=1}^N g_i + n \cdot q_i = 51929.002 \text{ kN} \Rightarrow n = 0.30 \text{ konutlar için} \quad (2.1)$$

Mevcut yapıda; perde ve etriye sıklaştırması yok, tamamlanmamış çerçeve vardır. Ayrıca kolonlarda yeterli süneklik alanı bulunmaması nedeniyle bina süneklik düzeyi normal yapılar sınıfına girmektedir. Bu nedenle R=4 alınmıştır.

$R_a(T) \rightarrow$ Deprem yükü azaltma katsayısı

$$R_a(T)=R=4 \rightarrow T_Y > T_A \rightarrow 2.2692 > 0.15 \text{ olduğu için} \quad (2.2)$$

$T_Y > T_B \rightarrow 2.2692 > 0.40$ olduğu için spektrum katsayısı

S(T)'nin bulunması için aşağıdaki formül kullanılmıştır.

$$S(T)=2.5(T_B/T_Y)^{0.8} = 2.5(0.40/2.2692)^{0.8} = 0.62 \quad (2.3)$$

Yukarıda bulunan değerler doğrultusunda aşağıdaki formül kullanılarak spektral ivme katsayısı A(T) hesap edilmiştir.

$$A(T)=A_0 \times I \times S(T) = 0.40 \times 1.5 \times 0.62 = 0.372 \quad (2.4)$$

Toplam eşdeğer deprem yükünün bulunması ise aşağıdaki şekilde yapılmıştır.

$$V_t = \frac{W \times A(T_1)}{R_a(T_1)} \geq 0.10 \times A_0 \times I \times W \text{ ABYYHY 6.7} \quad (2.5)$$

$$V_t = \frac{51929.002 \times 0.372}{4} = 4829.40 \text{ kN} \geq 0.10 \times 0.40 \times 1.50 \times 51929.002 = 3115.74 \text{ kN}$$

4829.40 kN > 3115.74 kN koşulu sağlanmaktadır.

Hesaplanan toplam eşdeğer deprem yükü, bina katlarına etkiyen eşdeğer deprem yüklerinin toplamı olarak aşağıdaki formül ile gösterilebilir.

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

$$H_N \geq 25 \text{ mt olduğu için } \Delta F_N = 0.07 \times T_Y \times V_T \leq 0.2 \times V_T \text{ olur.} \quad (2.6)$$

$$\Delta F_N = 0.07 \times 2.2692 \times 4829.4 = 767.12 \text{ kN} < 0.2 \times 4829.4 = 965.88 \text{ kN}$$

Toplam eşdeğer deprem yükünün ΔF_N dışında kalan kısmı, N'inci kat dahil olmak üzere, bina katlarına aşağıdaki denklemle dağıtılmıştır.

$$F_i = (V_t - \Delta F_N) \frac{w_i \times H_i}{\sum_{i=1}^N (w_i \times h_i)} \quad (2.7)$$

$$w_5 \times H_5 = 6223.404 \times 29.30 = 182345.74 \text{ kN}$$

$$w_4 \times H_4 = 6497.454 \times 26.20 = 169583.95 \text{ kN}$$

$$w_3 \times H_3 = 6497.454 \times 22.30 = 144893.22 \text{ kN}$$

$$w_2 \times H_2 = 6497.454 \times 18.50 = 120202.90 \text{ kN}$$

$$w_1 \times H_1 = 6128.350 \times 14.79 = 90086.75 \text{ kN}$$

$$w_z \times H_z = 6128.350 \times 10.90 = 66794.02 \text{ kN}$$

$$w_{b1} \times H_{b1} = 6276.550 \times 7.10 = 44653.51 \text{ kN}$$

$$w_{b2} \times H_{b2} = 6378.874 \times 3.30 = 21050.28 \text{ kN}$$

$$\sum_{i=1}^N (w_i \times h_i) = 839524.97 \text{ kN (Toplam Moment)}$$

Y doğrultusunda katlara gelen deprem yüklerinin bulunması

$$F_{5y} = (4829.40 - 767.12) \times \frac{182345.74}{839524.97} = 882.33 \text{ kN}$$

$$F_{4y} = 4062.28 \times \frac{169583.55}{839524.97} = 820.58 \text{ kN}$$

$$F_{3y} = 4062.28 \times \frac{144893.22}{839524.97} = 701.11 \text{ kN}$$

$$F_{2y} = 4062.28 \times \frac{120202.90}{839524.97} = 581.64 \text{ kN}$$

$$F_{1y} = 4062.28 \times \frac{90086.75}{839524.97} = 435.91 \text{ kN}$$

$$F_{zy} = 4062.28 \times \frac{66799.02}{839524.97} = 323.23 \text{ kN}$$

$$F_{b1y} = 4062.28 \times \frac{44563.51}{839524.97} = 215.63 \text{ kN}$$

$$F_{b2y} = 4062.28 \times \frac{21050.28}{839524.97} = 101.86 \text{ kN}$$

Ek dışmerkezlik etkisinin hesaba katılabilmesi için, her katta çeşitli noktalarda dağılı bulunan tekil kütlelerin her biri, deprem doğrultusuna dik doğrultudaki kat boyutunun +%5'i ve -%5'i kadar kaydırılacaktır.

$$\pm M_{yi} = F_{iy} \times (\pm e_x) \quad (2.8)$$

$$e_x \leq 0.05 \times B_x \leq 0.05 \times 27.65 \leq 1.3825 \text{ m.}$$

B_x : x doğrultusundaki toplam bina genişliği $B_x = 27.65 \text{ m.}$

Ek dışmerkezlilik etkisiyle oluşan momentler;

$$\pm M_{y5} = 882.33 \times 1.3825 = \pm 1219.82 \text{ kNm}$$

$$\pm M_{y4} = 820.58 \times 1.3825 = \pm 1134.45 \text{ kNm}$$

$$\pm M_{y3} = 701.11 \times 1.3825 = \pm 969.28 \text{ kNm}$$

$$\pm M_{y2} = 581.64 \times 1.3825 = \pm 804.11 \text{ kNm}$$

$$\pm M_{y1} = 435.91 \times 1.3825 = \pm 602.65 \text{ kNm}$$

$$\pm M_{yz} = 323.23 \times 1.3825 = \pm 446.82 \text{ kNm}$$

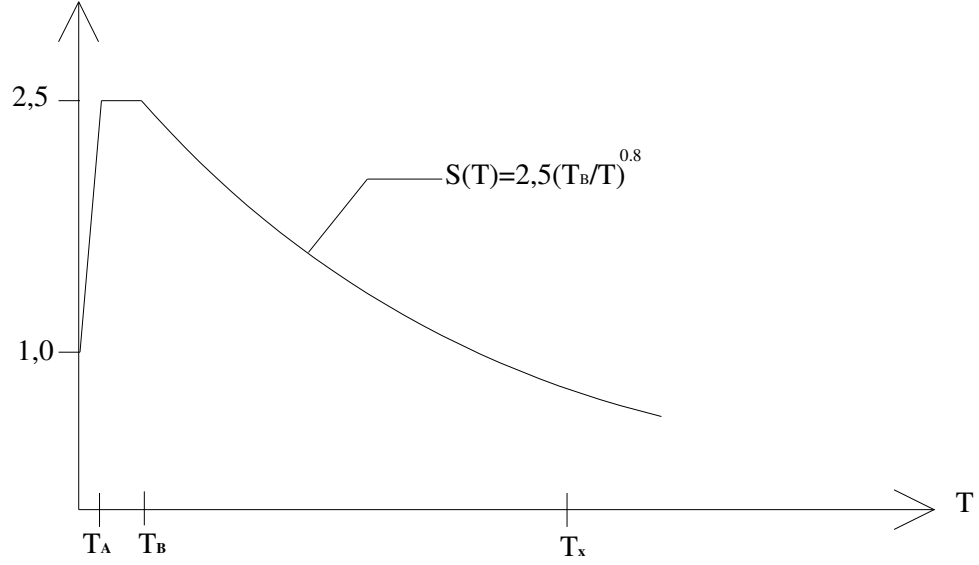
$$\pm M_{yb1} = 215.63 \times 1.3825 = \pm 298.11 \text{ kNm}$$

$$\pm M_{yb2} = 101.86 \times 1.3825 = \pm 140.82 \text{ kNm}$$

2.6 X Doğrultusunda Deprem Yükleri Hesabı

SAP2000N programını kullanarak binanın x doğrultusundaki doğal periyodu (mod 2) bulunmuştur. Bulunan bu periyoda bağlı olarak yönetmelik koşullarına uygun şekilde yapının x doğrultusundaki katlara gelen deprem yükleri bulunarak, deprem hesabı yapılmıştır.

SAP2000N programından elde edilen periyot değeri $T_x=1.9688 \text{ s}$ bulunmuştur.



Şekil 2.9 : X doğrultusundaki bina doğal periyodu için ivme spektrum grafiği

Deprem Bölgesi : I → A_0 =Etkin yer ivme katsayısı=0.40

$$T_A=0.15 \text{ sn}$$

Yerel Zemin Sınıfı : Z_2 $T_B=0.40 \text{ sn}$

Yapı Fonksiyonu : Hastane → I=Bina önem katsayısı =1.50

$$W = \sum_{i=1}^N w_i = \sum_{i=1}^N g_i + n \times q_i = 51929.002 \text{ kN} \Rightarrow n = 0.30 \text{ konutlar için} \quad (2.9)$$

Mevcut yapıda; perde ve etriye sıkıştırması yok, tamamlanmamış çerçeve vardır. Ayrıca kolonlarda yeterli süneklik alanı bulunmaması nedeniyle bina süneklik düzeyi normal yapılar sınıfına girmektedir. Bu nedenle $R=4$ alınmıştır.

$R_a(T)$ → Deprem yükü azaltma katsayısı

$$R_a(T)=R=4 \rightarrow T_x > T_A \rightarrow 1.9688 > 0.15 \text{ olduğu için} \quad (2.10)$$

$T_x > T_B \rightarrow 1.9688 > 0.40$ olduğu için spektrum katsayısı $S(T)$ 'nin bulunması için aşağıdaki formül kullanılmıştır.

$$S(T)=2.5 \times (T_B/T_x)^{0.8}=2.5 \times (0.40/1.9688)^{0.8} \approx 0.70 \quad (2.11)$$

Yukarıda bulunan değerler doğrultusunda aşağıdaki formül kullanılarak spektral ivme katsayısı $A(T)$ hesap edilmiştir.

$$A(T)=A_0 \times I \times S(T) = 0.40 \times 1.50 \times 0.70 =0.419 \quad (2.12)$$

Toplam eşdeğer toplam yükünün bulunması ise aşağıdaki şekilde yapılmıştır.

$$V_t = \frac{W \times A(T_1)}{R_a(T_1)} \geq 0.10 \times A_0 \times I \times W \quad (2.13)$$

$$V_t = \frac{51929.002 \times 0.419}{4} = 5439.56 \text{ kN} \geq 0.10 \times 0.40 \times 1.50 \times 51929.002 = 3115.74 \text{ kN}$$

5439.56 kN>3115.74 kN koşulu sağlanmaktadır.

Hesaplanan toplam eşdeğer deprem yükü, bina katlarına etkiyen eşdeğer deprem yüklerinin toplamı olarak aşağıdaki formül ile gösterilebilir.

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

$$H_N \geq 25 \text{ mt olduğu için } \Delta F_N = 0.07 \times T_Y \times V_T \leq 0.2 \times V_T \text{ olur.} \quad (2.14)$$

$$\Delta F_N = 0.07 \times 1.9688 \times 5439.56 = 749.66 \text{ kN} < 0.2 \times 5439.56 = 1087.91 \text{ kN}$$

Toplam eşdeğer deprem yükünün ΔF_N dışında kalan kısmı, N'inci kat dahil olmak üzere, bina katlarına aşağıdaki denklemle dağıtılmıştır.

$$F_i = (V_t - \Delta F_N) \frac{w_i \times H_i}{\sum_{i=1}^N (w_i \times h_i)} \quad (2.15)$$

Katlara gelen deprem yüklerinin bulunması :

$$F_{5x} = (5439.56 - 749.66) \times \frac{182345.74}{839524.97} = 1018.65 \text{ kN}$$

$$F_{4y} = 4689.9 \times \frac{169583.55}{839524.97} = 947.36 \text{ kN}$$

$$F_{3y} = 4689.9 \times \frac{144893.22}{839524.97} = 809.43 \text{ kN}$$

$$F_{2y} = 4689.9 \times \frac{120202.90}{839524.97} = 671.50 \text{ kN}$$

$$F_{1y} = 4689.9 \times \frac{90086.75}{839524.97} = 503.26 \text{ kN}$$

$$F_{zy} = 4689.9 \times \frac{66799.02}{839524.97} = 373.16 \text{ kN}$$

$$F_{b1y} = 4689.9 \times \frac{44563.51}{839524.97} = 248.95 \text{ kN}$$

$$F_{b2y} = 4689.9 \times \frac{21050.28}{839524.97} = 117.59 \text{ kN}$$

Ek dışmerkezlik etkisinin hesaba katılabilmesi için, her katta çeşitli noktalarda dağılı bulunan tekil kütlelerin her biri, deprem doğrultusuna dik doğrultudaki kat boyutunun +%5'i ve -%5'i kadar kaydırılacaktır.

$$\pm M_{xi} = F_{ix} \times (\pm e_y) \quad (2.16)$$

$$e_y \leq 0.05 \times B_y \leq 0.05 \times 15.85 \leq 0.7925 \text{ m.}$$

B_y : y doğrultusundaki toplam bina genişliği $B_y = 15.85 \text{ m.}$

Ek dışmerkezlik etkisiyle oluşan momentler;

$$\pm M_{x5} = 1018.65 \times 0.7925 = \pm 807.28 \text{ kNm}$$

$$\pm M_{x4} = 947.36 \times 0.7925 = \pm 750.78 \text{ kNm}$$

$$\pm M_{x3} = 809.43 \times 0.7925 = \pm 641.47 \text{ kNm}$$

$$\pm M_{x2} = 671.50 \times 0.7925 = \pm 532.16 \text{ kNm}$$

$$\pm M_{x1} = 503.26 \times 0.7925 = \pm 398.83 \text{ kNm}$$

$$\pm M_{xz} = 373.16 \times 0.7925 = \pm 295.13 \text{ kNm}$$

$$\pm M_{xb1} = 248.95 \times 0.7925 = \pm 197.29 \text{ kNm}$$

$$\pm M_{xb2} = 117.59 \times 0.7925 = \pm 93.19 \text{ kNm}$$

Tablo 2.2 : Katlara gelen deprem kuvvetleri ve dış merkezlik momentleri

Kat No.	Fy	My	Fx	Mx
	(kN)	(kNm)	(kN)	(kNm)
5	1649,45	1219,82	1768,31	807,28
4	820,58	1134,45	947,36	750,78
3	701,11	969,28	809,43	641,47
2	581,64	804,11	671,50	532,16
1	435,91	602,65	503,26	398,83
zemin	323,23	446,86	373,16	295,73
bodrum I	215,63	298,11	248,95	197,29
bodrum II	101,86	140,82	117,59	93,19
TOPLAM	4829,40		5439,56	

2.7 Tepki Spektrum Eğrisi

Geometrik ve fiziksel olarak tanımlanan 3 boyutlu sistemin dinamik analizini gerçekleştirmek için SAP2000 programında spectrum eğrisinin tanımlanması gerekmektedir..

Tablo 2.3 : Spektral değerler

0	1
0.15	2.5
0.40	2.5
0.45	2.275
0.50	2.091
0.55	1.938
0.60	1.807
0.65	1.655
0.70	1.598
0.75	1.512
0.80	1.436
0.85	1.368
0.90	1.307
0.95	1.251
1	1.201
1.10	1.113
1.20	1.038
1.30	0.974
1.45	0.892
1.65	0.805
2	0.690
3	0.499
5	0.331
10	0.190
15	0.138
30	0.079
50	0.053
75	0.038
100	0.003

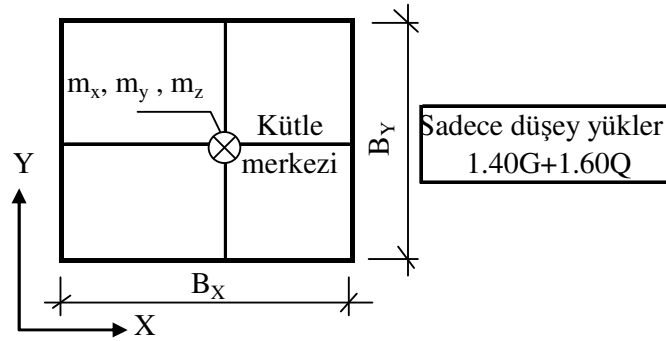
2.8 Rijit Diyafram Davranışının Tanımlanması

Sisteme kat kütleleri için rijit diyafram hareketi empoze edilecektir. Uzay çerçevelerin yatay yüklere göre hesabında bilinmiyen sayısını azaltmak için betonarme döşemeler pratik olarak kendi düzlemleri içinde sonsuz rijit kabul edilebilir ve hesaplar bu kabule göre yapılır. Bu durumda bir diyafram hareketinin varlığından söz edilebilir. Bu kabule göre yapılacak hesaplarda bu hareketin sisteme bir şekilde empoze edilmesi gerekir. Bunun için öncelikle döşeme içinde kalmak şartıyla bir nokta (bağımsız nokta) tanımlanır. Daha sonra diğer tüm noktaların (döşeme üzerinde bulunan) bu bağımsız noktaya sonsuz rijit fiktif çubuklarla bağlandığı düşünülür. Bu durumda söz konusu noktaların hareketleri bağımsız

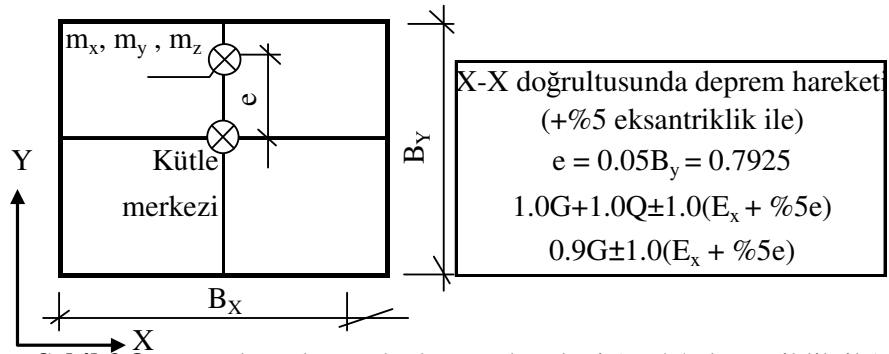
düğümün hareketlerine uyacaktır. Çözümlenelerde bu varsayıma sık başvurulur; ilgili bölümlerde bu bağlamda ek bilgiler yer almaktadır.

2.10 Yük Birleşimleri

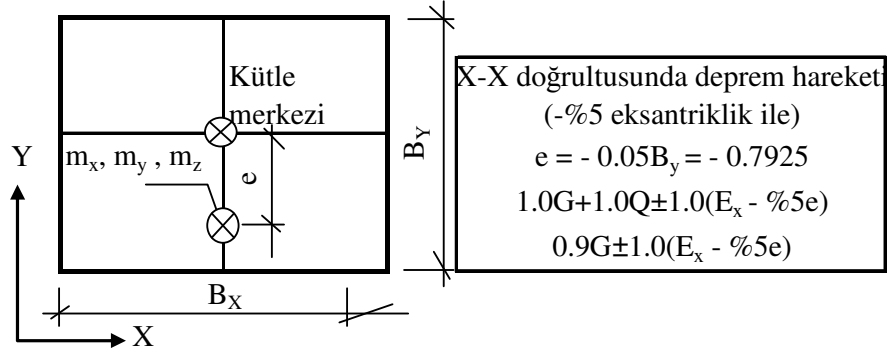
Yapı sisteminin geometrik olarak modellenmesi ve hesapta dikkate alınacak yüklerin (düşey ve yatay) tanımlanmasından sonra, (ABYYHY' 98 6.7.3.2) dikkate alınarak aşağıda belirtilen yükleme ve 17 farklı kombinasyon göz önünde bulundurulur:



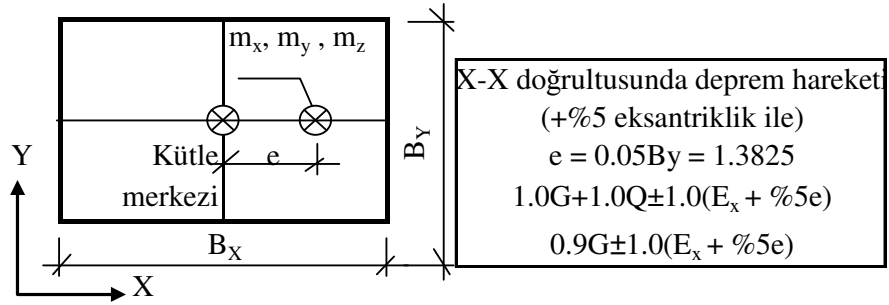
Şekil 2.7 : Sadece düşey yükler



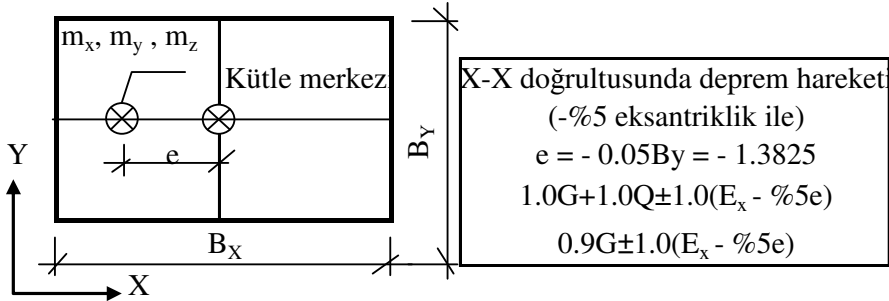
Şekil 2.8 : X-X doğrultusunda deprem hareketi (+ %5 eksantriklik ile)



Şekil 2.9 : X-X doğrultusunda deprem hareketi (- %5 eksantriklik ile)



Şekil 2.10 : Y-Y doğrultusunda deprem hareketi (+ %5 eksantriklik ile)



Şekil 2.11 : Y-Y doğrultusunda deprem hareketi (- %5 eksantriklik ile)

3. MEVCUT YAPININ DÜZENSİZLİK KONTROLLERİ

3.1 A- Planda Düzensizlik Durumları

3.1.1 A1- Burulma düzensizliği

Birbirine dik iki deprem doğrultusunun herhangi biri için, herhangi bir katta en büyük görelî kat ötelemesinin, o katta aynı doğrultudaki ortalama görelî ötelemeye oranını ifade eden burulma düzensizliği katsayısı η_{bi} 'nin 1.2'den büyük olması durumudur.

$$\eta_{bi} = \frac{(\Delta_i)_{MAX}}{(\Delta_i)_{ORT}} < 1.20 \quad (3.1)$$

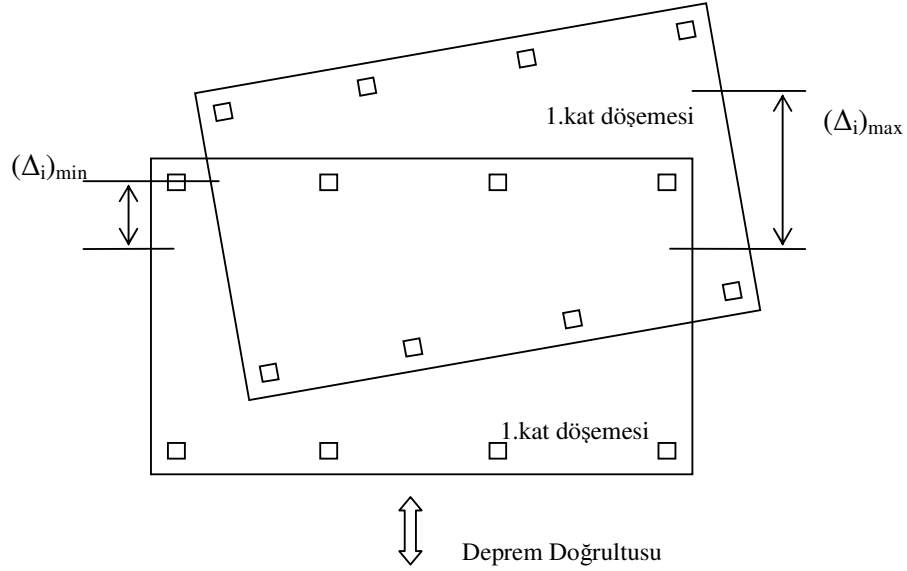
$$(\Delta_i)_{MAX} = (d_i)_{MAX} - (d_{i-1})_{MAX} \quad (\Delta_i)_{MIN} = (d_i)_{MIN} - (d_{i-1})_{MIN} \quad (3.2)$$

$$(\Delta_i)_{ORT} = \frac{[(\Delta_i)_{MAX} + (\Delta_i)_{MIN}]}{2} \quad (3.3)$$

Yapı birinci derece deprem bölgesinde bulunduğundan A1-Burulma düzensizliği kontrolünün yapılması gerekmektedir. Yapıya ait max. ve min. görelî kat ötelemeleri değerleri SAP2000N programında yapılan analiz sonucu elde edilen değerlerden hesaplanmıştır. X doğrultusunda burulma düzensizliği kontrol sonuçları tablo 3.2'de verilmiştir.

Tablo 3.1 : X doğrultusundaki deprem kuvveti, için kat yer değiştirmeleri

Kat	(d _i) _{max}	(d _i) _{min}
	(m)	(m)
5	0.09690	0.08357
4	0.09471	0.07930
3	0.08345	0.06975
2	0.06875	0.05729
1	0.05167	0.04281
zemin	0.03555	0.02436
bodrum I	0.01894	0.01556
bodrum II	0.00621	0.00503



Şekil 3.1 : A1 türü burulma düzensizliği kontrolü

5.Kat

$$(\Delta_5)_{\text{Max}} = (d_5)_{\text{Max}} - (d_4)_{\text{Max}} = 0.09969 - 0.09471 = 0.00498$$

$$(\Delta_5)_{\text{Min}} = (d_5)_{\text{Min}} - (d_4)_{\text{Min}} = 0.08357 - 0.07930 = 0.00427$$

$$(\Delta_5)_{\text{Ort}} = \frac{[(\Delta_5)_{\text{Max}} + (\Delta_5)_{\text{Min}}]}{2} = \frac{0.00498 + 0.00427}{2} = 0.004625$$

$$\eta_{b6} = \frac{\Delta_{5\text{Max}}}{\Delta_{5\text{Ort}}} = \frac{0.00498}{0.004625} = 1.08$$

Diğer katlardaki değerler yukarıda yapıldığı gibi hesaplanmıştır.

Tablo 3.2 : X doğrultusundaki deprem kuvveti için burulma düzensizliği kontrolü

Kat	$(\Delta_i)_{Max}$	$(\Delta_i)_{Min}$	$(\Delta_i)_{Ort}$	η_{bi}
	(m)	(m)	(m)	
5	0,00498	0,00427	0,004625	1,08
4	0,01126	0,00955	0,010405	1,08
3	0,01470	0,01246	0,013580	1,08
2	0,01708	0,01448	0,015780	1,08
1	0,01612	0,01445	0,015285	1,05
zemin	0,01661	0,01246	0,014535	1,14
bodrum I	0,01273	0,01053	0,011630	1,09
bodrum II	0,00621	0,00503	0,005620	1,09
				<1.20 olmalı

Tablo 3.3 : Y doğrultusunda deprem kuvveti için kat yer değiştirmeleri

Kat	$(d_i)_{Max}$	$(d_i)_{Min}$
	(m)	(m)
5	0.12105	0.08121
4	0.11537	0.07718
3	0.10235	0.06845
2	0.08539	0.05712
1	0.06582	0.04405
zemin	0.04615	0.03083
bodrum I	0.02579	0.01717
bodrum II	0.00878	0.00577

Tablo 3.4 : Y doğrultusundaki deprem kuvveti için burulma düzensizliği kontrolü

Kat	$(\Delta_i)_{Max}$	$(\Delta_i)_{Min}$	$(\Delta_i)_{Ort}$	η_{bi}
	(m)	(m)	(m)	
5	0,00568	0,00403	0,004855	1,17
4	0,01302	0,00873	0,010875	1,19
3	0,01696	0,01133	0,014145	1,19
2	0,01957	0,01307	0,016320	1,19
1	0,01967	0,01322	0,016445	1,19
zemin	0,02036	0,01366	0,017010	1,19
bodrum I	0,01701	0,01140	0,014205	1,19
bodrum II	0,00878	0,00577	0,007275	1,20
				<1.20 olmalı

Sonuç olarak yapının tüm katlarında A1- burulma düzensizliği katsayısı η_b 1.20'den küçük çıkmıştır.

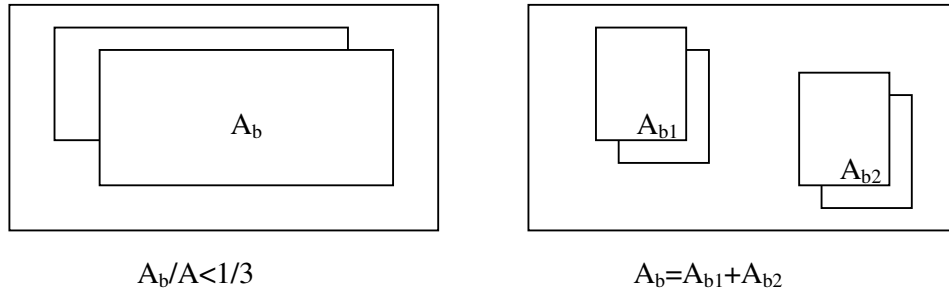
3.1.2 A2- Döşeme süreksizliği

Herhangi bir kattaki döşemede;

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

Kat brüt alanı	→	413.05 m ²
Boşluk	→	92.70 m ²
Kat brüt alanı / 3	→	137.68 m ² > 92.70 m ²

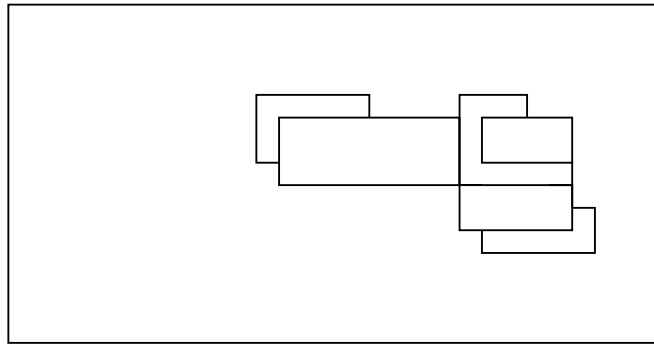
Sonuç olarak yapıda A2-I döşeme süreksizliliği çıkmamıştır.



Şekil 3.2 : A2 türü düzensizlik durumu – I

II. Deprem yüklerinin düşey taşıyıcı sistem elemanlarına güvenle aktarılabilmesini güçleştiren yerel döşeme boşluklarının bulunması durumu

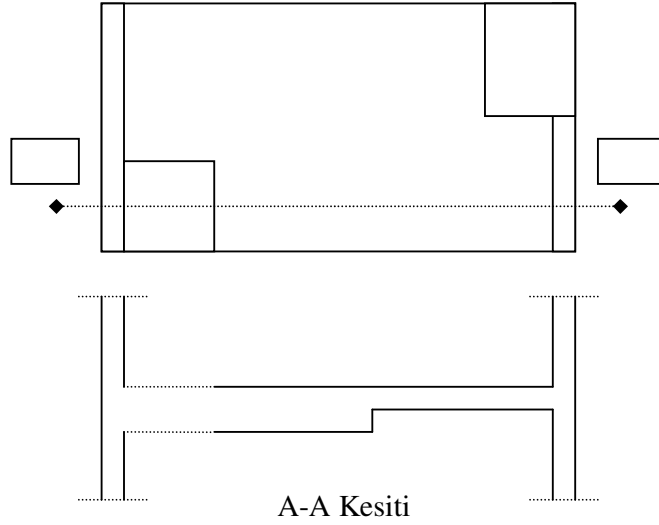
Zemin ve normal kat döşemelerinde yerel döşeme boşluğu bulunduğundan dolayı A2-II döşeme süreksizliği bulunmaktadır.



Şekil 3.3 : A2 türü düzensizlik durumu – II

III: Döşemenin düzlem içi rijitlik ve dayanımında ani azalmaların olması durumudur.

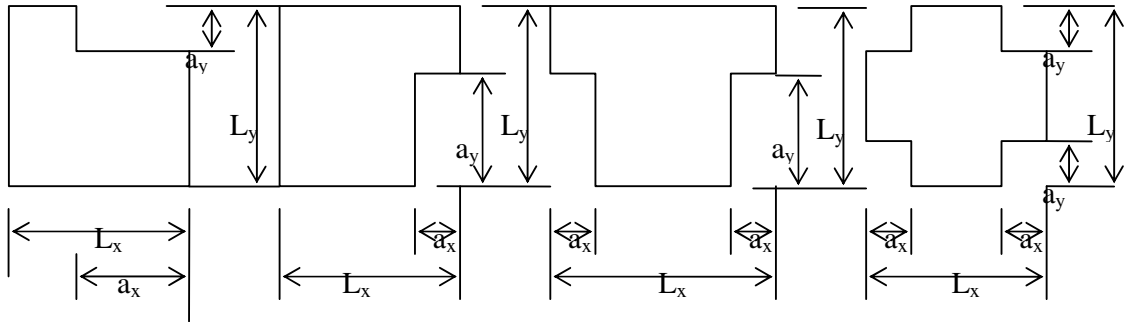
Bodrum kattaki betonarme döşemede ve zemin-normal katlarda bulunan asmolen döşemede kalınlıkları sabit olduğu için A2-III döşeme süreksizliği yoktur.



Şekil 3.4 : A2 türü düzensizlik durumu – III

3.1.3 A3- Planda çıkıntılar bulunması

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



Şekil 3.5 : A3 türü düzensizlik durumu

$a_x > 0.2 \times L_x$ ve aynı zamanda $a_y > 0.2 \times L_y$ 'dir.

$$a_x = 12.00 \text{ m.} \quad L_x = 27.65 \text{ m.}$$

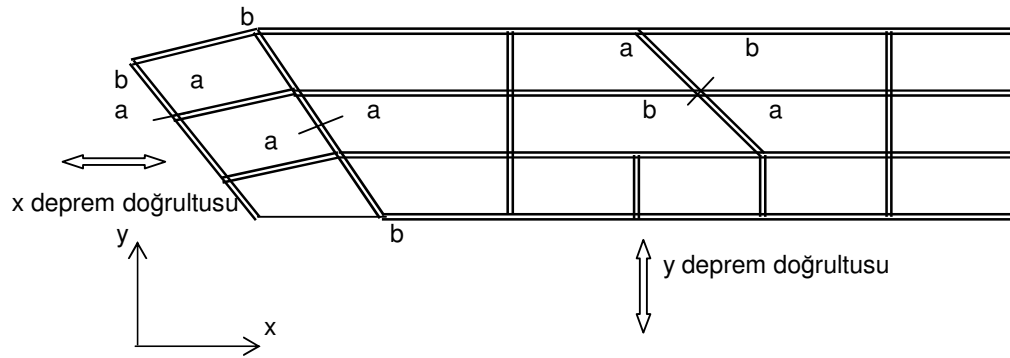
$$a_x > 0.2 \times L_x \quad \rightarrow \quad 12.00 > 5.53 \text{ x doğrultusunda düzensizlik var. (3.4)}$$

$$a_y = 1.40 \text{ m.} \quad L_y = 15.85 \text{ m.}$$

$$a_y > 0.2 \times L_y \quad \rightarrow \quad 1.40 > 3.17 \text{ y doğrultusunda düzensizlik yok. (3.5)}$$

3.1.4 A4- Taşıyıcı eleman eksenlerinin paralel olmaması

Taşıyıcı sistemin düşey elemanlarının plandaki asal eksenlerinin, göz önüne alınan birbirine dik yatay deprem doğrultularına paralel olmaması durumudur. (ABYYHY 6.3.2.3)



Şekil 3.6 : A4 türü düzensizlik durumu

Yapıda bulunan kolonların hepsinin asal eksenleri birbirine dik yatay deprem doğrultusuna paraleldir. Dolayısıyla düzensizlik yoktur.

3.2 B- Düşey Doğrultuda Düzensizlik Durumları

3.2.1 B1- Komşu katlar arası dayanım düzensizliği (Zayıf kat)

Betonarme binalarda, birbirine dik iki deprem doğrultusunun herhangi birinde, herhangi bir kattaki etkili kesme alanının, bir üst kattaki etkili kesme alanına oranı olarak tanımlanan dayanım süreksizliği katsayısı η_{ci} aşağıdaki formül ile hesaplanır. (ABYYHY 6.3.2.4)

$$\eta_{ci} = \frac{(\sum A_e)_i}{(\sum A_e)_{i+1}} < 0.80 \quad (3.6)$$

(Kolon+Perde+Kargir duvar kesit alanı)

Herhangi bir kattaki etkili kesme alanının tanımı şöyledir.

$$\sum A_e = \sum A_w + \sum A_g + 0.15 \times \sum A_k \quad (3.7)$$

$\sum A_w$; Herhangi bir kattaki en kesiti etkin gövde alanlarının toplamı.

$\sum A_g$; Deprem doğrultusuna paralel doğrultudaki perdelerin enkesit alanlarının toplamı.

$\sum A_k$; Deprem doğrultusuna paralel doğrultudaki kagir dolgu duvarların alanlarının toplamı.

X Yönü Bodrum II Kat

$$\sum A_{w2} = 17 \times 0.70 \times 0.40 + 8 \times 0.60 \times 0.60 = 7.64 \text{ m}^2 \quad \sum A_{eb2} = 10.56 \text{ m}^2$$

$$\sum A_{g2} = 0 \text{ (Yapıda perde yok.)}$$

$$\sum A_{k2} = [0.1 \times (27.65 \times 4 + 15.85 \times 2 + 12.65 \times 4 + 1.40)] = 19.43 \text{ m}^2$$

X Yönü Bodrum I Kat

$$\sum A_{w1} = \sum A_{w2} = 7.64 \text{ m}^2 \quad \sum A_{eb2} = 10.56 \text{ m}^2$$

$$\sum A_{g3} = 0 \text{ (Yapıda perde yok.)}$$

$$\sum A_{k2} = 19.43 \text{ m}^2$$

$$\eta_{c2} = \frac{10.56}{10.56} = 1.00 > 0.80 \text{ düzensizlik yoktur.}$$

Tablo 3.5 : Zayıf kat düzensizliği kontrolü

Kat	$\sum A_e$	η_{ci}
	(m ²)	(m ²)
5	8.3145	-
4	8.3145	1.000
3	8.3145	1.000
2	8.3145	1.000
1	8.9945	0.920
zemin	8.9945	1.000
bodrum I	10.5600	0.850
bodrum II	10.5600	1.000
		>0.80 olmalı

Sonuç olarak yapıda B1 komşu katlar arası dayanım düzensizliği (zayıf kat) düzensizliği çıkmamıştır.

3.2.2 B2- Komşu katlar arası rijitlik düzensizliği (Yumuşak kat)

Birbirine dik iki deprem doğrultusunun herhangi biri için, herhangi bir i'inci kattaki ortalama görelî kat ötelemesinin bir üst kattaki ortalama görelî kat ötelemesine oranı olarak tanımlanan rijitlik düzensizliği katsayısı η_{ki} 'nin 1.50 den fazla olması durumudur ve aşağıdaki formül ile hesaplanır. (ABYYHY 6.3.2.1)

$$\eta_{ki} = \frac{(\Delta_i)_{ORT}}{(\Delta_{i+1})_{ORT}} < 1.50 \quad (3.8)$$

Tablo 3.6 : X doğrultusundaki deprem kuvveti için yumuşak kat düzensizliği kontrolü

Kat	$(\Delta_i)_{ORT}$	η_k
	(m)	
5	0.004625	
4	0.010405	2.240
3	0.013580	1.300
2	0.015780	1.160
1	0.014785	0.940
zemin	0.021175	1.430
bodrum I	0.013265	0.630
bodrum II	0.008370	0.630
		<1.50 olmalı

4. katta sınır değerden büyük çıkmıştır.

Tablo 3.7 : Y doğrultusundaki deprem kuvveti için yumuşak kat düzensizliği kontrolü

Kat	$(\Delta_i)_{ORT}$	η_k
	(m)	
5	0.005800	
4	0.010875	1.875
3	0.014145	1.300
2	0.016320	1.150
1	0.016445	1.007
zemin	0.017010	1.030
bodrum I	0.014205	0.840
bodrum II	0.007275	0.510
		<1.50 olmalı

4. katta sınır değerden büyük çıkmıştır.

Sonuç olarak yumuşak düzensizliği katsayısı η_k he iki doğrultuda da 4. katta sınır değerden büyük çıkmıştır ve birinci ve ikinci deprem bölgelerinde dinamik hesap yapılması zorunludur.

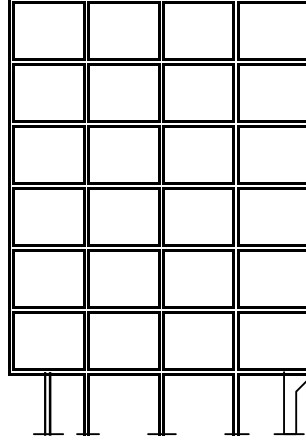
3.2.3 B3- Taşıyıcı sistemin düşey elemanlarının süreksizliği

Taşıyıcı sistemin düşey elemanlarının (kolon ve perdelerin) bazı katlarda kaldırılarak kirişlerin veya guseli kolonların üstüne veya ucuna oturtulması, yada üst kattaki perdelerin altta kolonlara oturtulması durumudur. (ABYYHY 6.3.2.5)

B3 türü düzensizliğin bulunduğu binalara ilişkin koşullar aşağıda belirtilmiştir.

a) Bütün deprem bölgelerinde, kolonların binanın herhangi bir katında konsol kirişlerin veya alttaki kolonlarda oluşturulan guselerin üstüne veya ucuna oturtulmasına hiçbir zaman izin vermez.

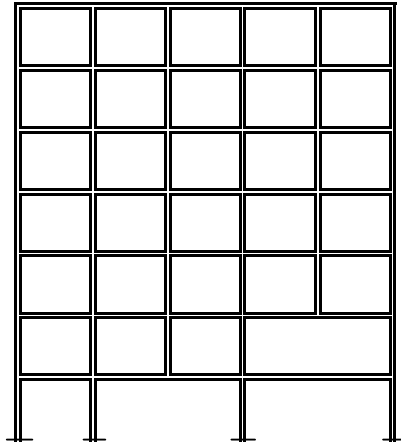
Yapıdaki kolonların hiçbiri konsol veya guselere oturmamaktadır ve dolayısıyla bu tür düzensizlik yoktur.



Şekil 3.7 : Kolonların konsol ve guselere oturması durumu

b) Kolonun iki ucundan mesnetli bir kirişe oturması durumunda, kirişin bütün kesitlerinde ve ayrıca gözönüne alınan deprem doğrultusunda bu kirişin bağlandığı düğüm noktalarına birleşen diğer kiriş ve kolonların bütün kesitlerde, düşey yükler ve depremin ortak etkisinden oluşan tüm iç kuvvet değerleri %50 oranında arttırılacaktır.

Yapıdaki kolonların hiçbiri iki ucundan mesnetli bir kirişe oturmadığından dolayı böyle bir düzensizlik yoktur.

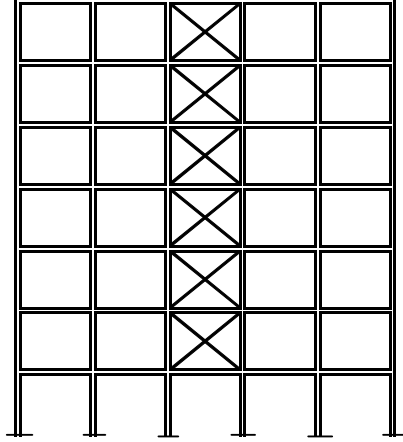


Şekil 3.8 : Kolonun iki ucundan mesnetli kirişe oturması durumu

c) Üst kattaki perdenin her iki ucundan altta kolonlara oturtulması durumunda, bu kolonlarda düşey yükler ve depremin ortak etkisinden oluşan tüm iç kuvvet değerleri

%50 arttırılacaktır. Bu tür düzensizliğin bulunduğu betonarme binalarda sarılma bölgelerinde yönetmelikte verilen koşullar uygulanmalıdır.

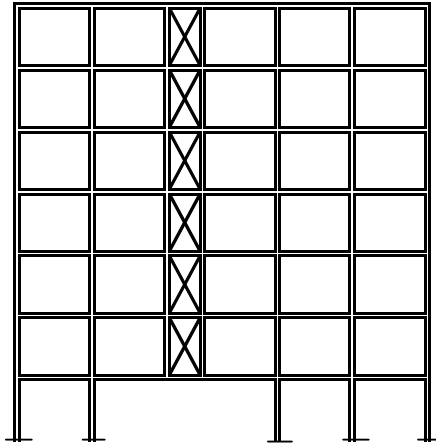
Yapıda perde bulunmadığından dolayı bir düzensizlik yoktur.



Şekil 3.9 : Perdenin kolonlara oturması durumu

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

Yapıda perde bulunmadığından dolayı böyle bir düzensizlik yoktur.



Şekil 3.10 : Perdenin kirişlere oturması durumu

3.3 Görelî Kat Ötelemelerinin Kontrolü

Herhangi bir kolon veya perde için, ardışık iki kat arasındaki yer değiştirme farkını ifade eden görelî kat ötelemesi, Δ_i aşağıdaki formül ile elde edilir.

$$\Delta_i = d_i - d_{i-1} \quad (3.9)$$

Her bir deprem doğrultusu için, binanın herhangi bir i'inci katında kolon veya perdelerde, denklem (3.9) ile hesaplanan görelî kat ötelemelerinin kat içindeki en büyük değeri $(\Delta_i)_{Max}$ denklem (3.10) ve (3.11) verilen koşulların elverişsiz olmasını sağlayacaktır.

$$\frac{(\Delta_i)_{Max}}{h_i} \leq 0.0035 \text{ elverişsiz koşul olarak alınacaktır.} \quad (3.10)$$

$$\frac{(\Delta_i)_{Max}}{h_i} \leq \frac{0.02}{R} \leq \frac{0.02}{4} = 0.005 \quad (3.11)$$

Tablo 3.8 : X doğrultusundaki deprem kuvveti için görelî kat ötelemeleri kontrolü

Kat	h_i	$(\Delta_i)_{Max}$	$(\Delta_i)_{Max} / h_i$
	(m)	(m)	
5	3.20	0.00498	0.00160
4	3.80	0.01116	0.00290
3	3.80	0.01470	0.00380
2	3.80	0.01708	0.00440
1	3.80	0.01612	0.00420
zemin	3.80	0.01661	0.00435
bodrum I	3.80	0.01273	0.00330
bodrum II	3.30	0.00621	0.00187
			≤ 0.0035 olmalı

3., 2., 1. ve zemin katlarında sağlanmadığı görülmektedir.

Tablo 3.9 : Y doğrultusundaki deprem kuvveti için görelî kat ötelemeleri kontrolü

Kat	h_i	$(\Delta_i)_{Max}$	$(\Delta_i)_{Max} / h_i$
	(m)	(m)	
5	3,20	0,01035	0,00340
4	3,80	0,01302	0,00340
3	3,80	0,01696	0,00440
2	3,80	0,01957	0,00508
1	3,80	0,01197	0,00508
zemin	3,80	0,02036	0,00527
bodrum I	3,80	0,01701	0,00447
bodrum II	3,30	0,00878	0,00260
			≤ 0.0035 olmalı

3., 2., 1., zemin ve bodrum1 katlarında sağlanmadığı görülmektedir.

Sonuç olarak $(\Delta_i)_{Max} / h_i \leq 0.0035$ koşulu her iki doğrultuda da sağlanmamaktadır. Dolayısıyla taşıyıcı sistemin rijitliği artırılarak deprem hesabın tekrarlanması gerekmektedir.

4. GÜÇLENDİRİLMİŞ YAPININ ANALİZİNİN YAPILMASI

4.1 Mevcut Yapıya Perdeler Eklenmesi

Mevcut yapıya deprem yüklerini karşılamak amacıyla her iki dik doğrultuda perdeler eklenmiştir.

X Doğrultusu

$$P_1 \rightarrow 3.00 \text{ (m)} \times 0.30 \text{ (m)}$$

$$P_2 \rightarrow 5.35 \text{ (m)} \times 0.30 \text{ (m)}$$

$$P_3 \rightarrow 3.00 \text{ (m)} \times 0.30 \text{ (m)}$$

$$P_4 \rightarrow 5.35 \text{ (m)} \times 0.30 \text{ (m)}$$

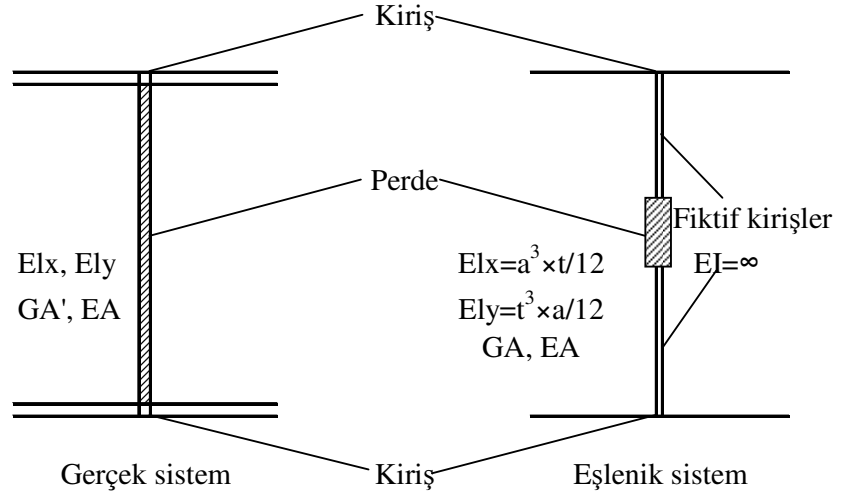
Y Doğrultusu

$$P_5 \rightarrow 0.30 \text{ (m)} \times 5.60 \text{ (m)}$$

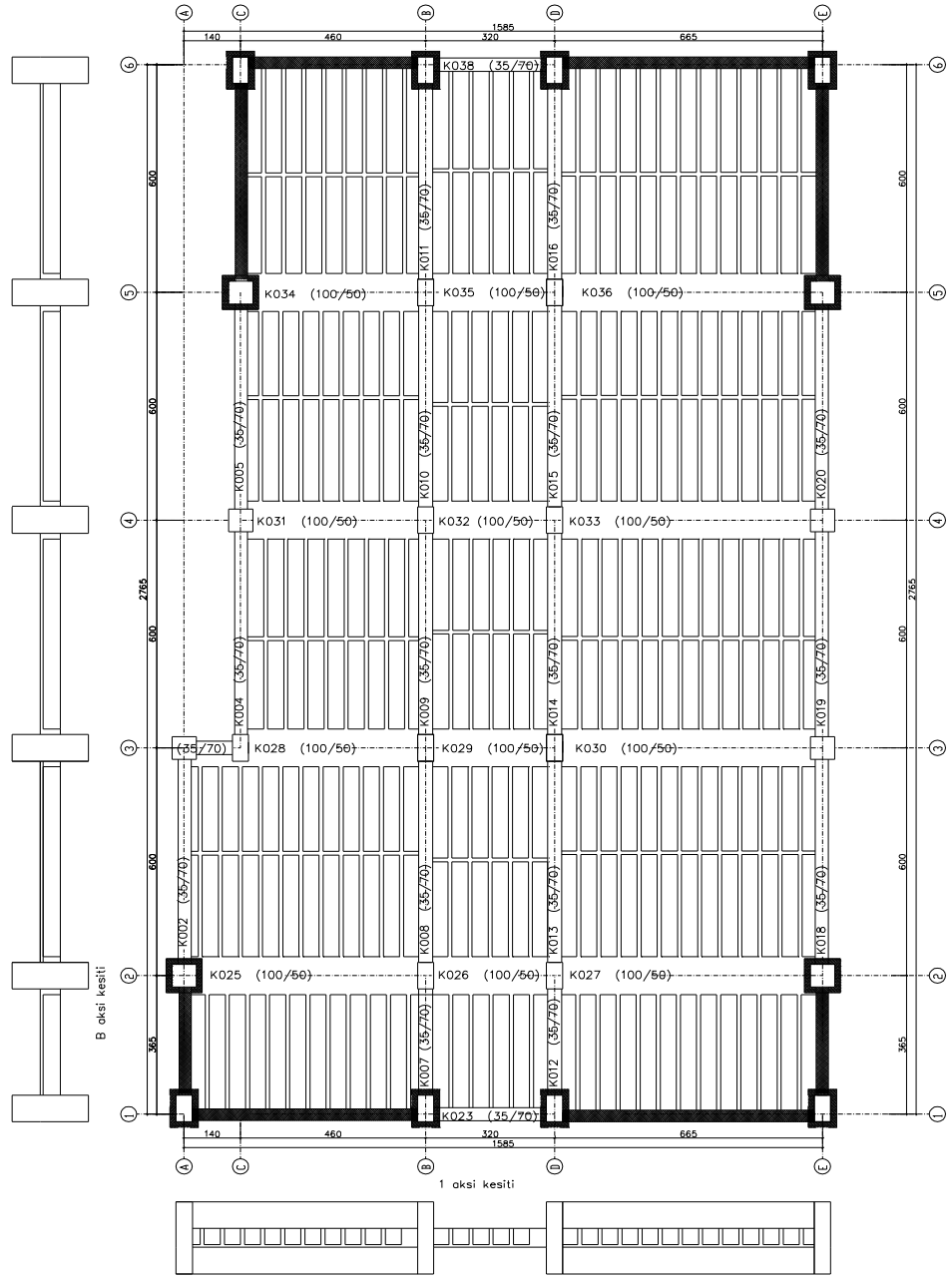
$$P_6 \rightarrow 0.30 \text{ (m)} \times 6.25 \text{ (m)}$$

$$P_7 \rightarrow 0.30 \text{ (m)} \times 4.20 \text{ (m)}$$

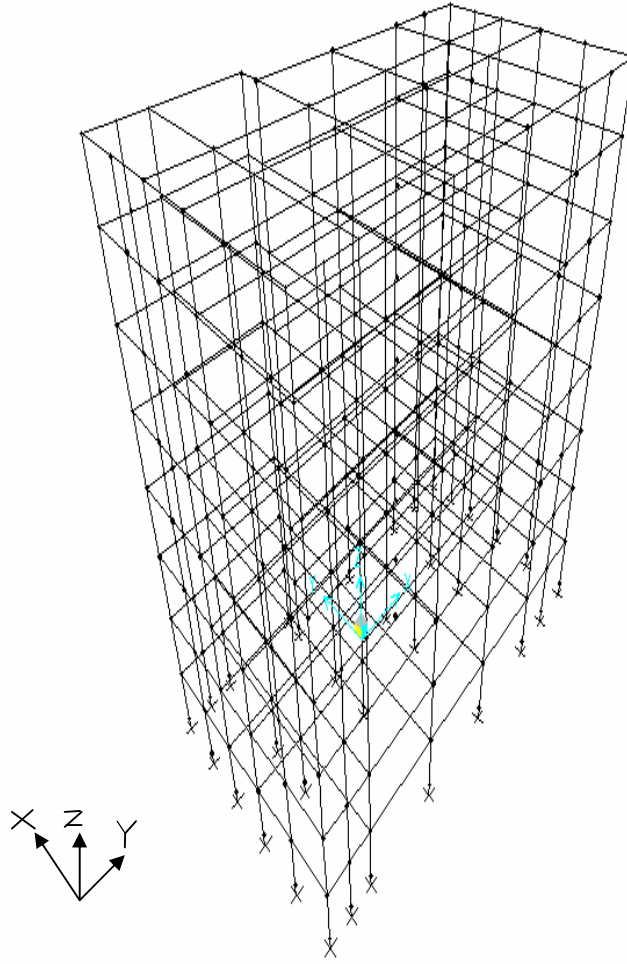
$$P_8 \rightarrow 0.30 \text{ (m)} \times 6.25 \text{ (m)}$$



Şekil 4.1 : Perdenin modellenmesi



Şekil 4.2 : Güçlendirilmiş yapının bodrum, zemin, normal kat planı



Şekil 4.3 : Güçlendirilen yapının modellenmesi

4.2 Güçlendirilmiş Yapının Toplam Ağırlığının Bulunması

5. Kat

Döşeme	→	$5.94 \times (27.65 \times 15.85 - 1.40 \times 18)$	= 2453.53185 kN
Duvar	→	$2.50 \times [(3.20 - 0.70) \times (3 \times 4 \times 6 + 2 \times 3.65 + 2 \times 6.00 + 2 \times 3.20 + 2 \times 6.00 + 2 \times 4.60 + 4 \times 6.65)]$	= 909.375 kN
Kiriş	→	$2.50 \times [0.35 \times 0.70 \times (3 \times 4 \times 6 + 2 \times 3.65 + 2 \times 6.00 + 1.40 + 2 \times 3.20) + 0.5 \times 1.00 \times (4.60 \times 4 + 1.40 + 3.20 \times 4 + 6.65 \times 4)]$	= 1346.9875 kN
Kolon	→	$(9 \times 0.50 \times 0.4 + 6.00 \times 0.50 \times 0.50) \times 3.20 \times 25$	= 264.00 kN
Perdeler	→	$(3.65 \times 2 + 6.00 \times 3 + 6.65 \times 2 + 4.60) \times 3.20 \times 25 \times 0.30$	= 1036.80 kN
TOPLAM	→		G = 6100.69 kN
q=3.50 kN/m ²		$3.50 \times (27.65 \times 15.85 - 1.40 \times 18)$	Q = 1445.68 kN
		$6100.69 + 0.30 \times 1445.68$	W = 6534.394 kN

2.3. ve 4. Kat

Döşeme	→	$5.94 \times (27.65 \times 15.85 - 1.40 \times 18)$	= 2453.53185 kN
Duvar	→	$2.50 \times [(3.80 - 0.70) \times (145.5)]$	= 1127.625 kN
Kiriş	→	$2.50 \times [0.35 \times 0.70 \times (3 \times 4 \times 6 + 2 \times 3.65 + 2 \times 6.00 + 1.40 + 2 \times 3.20) + 0.5 \times 1.00 \times (4.60 \times 4 + 1.40 + 3.20 \times 4 + 6.65 \times 4)]$	= 1346.9875 kN
Kolon	→	$(9 \times 0.50 \times 0.4 + 6.00 \times 0.50 \times 0.50) \times 3.80 \times 25$	= 313.50 kN
Perdeler	→	$43.20 \times 3.80 \times 25 \times 0.30$	= 1231.2 kN
TOPLAM	→		G = 6562.84 kN
q=3.50 kN/m ²		$3.50 \times (27.65 \times 15.85 - 1.40 \times 18)$	Q = 1445.68 kN

$$6562.84+0.30 \times 1445.68$$

$$W = 6996.544 \text{ kN}$$

Zemin ve 1.Kat

$$\text{Döşeme} \rightarrow 5.94 \times (27.65 \times 15.85 - 1.40 \times 18) = 2453.53185 \text{ kN}$$

$$\text{Duvar} \rightarrow 2.50 \times [(3.80 - 0.70) \times (145.5)] = 1127.625 \text{ kN}$$

$$\begin{aligned} \text{Kiriş} \rightarrow & 2.50 \times [0.35 \times 0.70 \times (3 \times 4 \times 6 + 2 \times 3.65 + 2 \times 6.00 + \\ & 1.40 + 2 \times 3.20) + 0.5 \times 1.00 \times (4.60 \times 4 + 1.40 + \\ & 3.20 \times 4 + 6.65 \times 4)] = 1346.9875 \text{ kN} \end{aligned}$$

$$\text{Kolon} \rightarrow (6.00 \times 0.50 \times 0.5 + 9 \times 0.60 \times 0.60) \times 3.80 \times 25 = 347.7 \text{ kN}$$

$$\text{Perdeler} \rightarrow 43.20 \times 3.80 \times 25 \times 0.30 = 1231.2 \text{ kN}$$

$$\text{TOPLAM} \rightarrow G = 6597.04 \text{ kN}$$

$$q = 3.50 \text{ kN/m}^2 \quad 3.50 \times (27.65 \times 15.85 - 1.40 \times 18) \quad Q = 1445.68 \text{ kN}$$

$$6597.04 + 0.30 \times 1445.68$$

$$W = 7030.744 \text{ kN}$$

Bodrum I

$$\text{Döşeme} \rightarrow 5.94 \times (27.65 \times 15.85 - 1.40 \times 18) = 2453.53185 \text{ kN}$$

$$\text{Duvar} \rightarrow 2.50 \times [(3.80 - 0.70) \times (145.5)] = 1127.625 \text{ kN}$$

$$\begin{aligned} \text{Kiriş} \rightarrow & 2.50 \times [0.35 \times 0.70 \times (3 \times 4 \times 6 + 2 \times 3.65 + 2 \times 6.00 + \\ & 1.40 + 2 \times 3.20) + 0.5 \times 1.00 \times (4.60 \times 4 + 1.40 + \\ & 3.20 \times 4 + 6.65 \times 4)] = 1346.9875 \text{ kN} \end{aligned}$$

$$\text{Kolon} \rightarrow (6.00 \times 0.60 \times 0.60 + 9 \times 0.70 \times 0.40) \times 3.80 \times 25 = 444.6 \text{ kN}$$

$$\text{Perdeler} \rightarrow 43.20 \times 3.80 \times 25 \times 0.30 = 1231.2 \text{ kN}$$

$$\text{TOPLAM} \rightarrow G = 6693.58 \text{ kN}$$

$$q = 3.50 \text{ kN/m}^2 \quad 3.50 \times (27.65 \times 15.85 - 1.40 \times 18) \quad Q = 1445.68 \text{ kN}$$

$$6693.58 + 0.30 \times 1445.68$$

$$W = 7127.284 \text{ kN}$$

Bodrum II

Döşeme	→	$5.94 \times (27.65 \times 15.85 - 1.40 \times 18)$	= 2453.53185 kN
Duvar	→	$2.50 \times [(3.80 - 0.70) \times (145.5)]$	= 1127.625 kN
Kiriş	→	$2.50 \times [0.35 \times 0.70 \times (3 \times 4 \times 6 + 2 \times 3.65 + 2 \times 6.00 + 1.40 + 2 \times 3.20) + 0.5 \times 1.00 \times (4.60 \times 4 + 1.40 + 3.20 \times 4 + 6.65 \times 4)]$	= 1346.9875 kN
Kolon	→	$(6.00 \times 0.60 \times 0.60 + 9 \times 0.70 \times 0.40) \times 3.30 \times 25$	= 386.1 kN
Perdeler	→	$43.20 \times 3.80 \times 25 \times 0.30$	= 1231.2 kN
TOPLAM	→		G = 6635.44 kN
$q = 3.50 \text{ kN/m}^2$		$3.50 \times (27.65 \times 15.85 - 1.40 \times 18)$	Q = 1445.68 kN
		$6635.44 + 0.30 \times 1445.68$	W = 7069.144 kN
Ağırlık Toplamı	→	G = 52312.31 kN	Q = 11565.44 kN

$$\Sigma W = 52312.31 + 11565.44 \times 0.3$$

$$\Sigma W = 55781.942 \text{ kN}$$

Tablo 4.3 : Mevcut yapı kat ağırlık ve kütleleri

Kat	G	Q	W
	(kN)	(kN)	(kN)
5	6100.690	1445.680	6534.394
4	6562.840	1445.680	6996.544
3	6562.840	1445.680	6996.544
2	6562.840	1445.680	6996.544
1	6597.040	1445.680	7030.744
Zemin	6597.040	1445.680	7030.744
Bodrum I	6693.580	1445.680	7127.284
Bodrum II	6635.440	1445.680	7069.144
TOPLAM	52312.310	11565.440	55781.942

4.3 X Doğrultusunda Deprem Yüklerinin Bulunması

SAP2000N programı kullanarak binanın x doğrultusundaki doğal periyodu (mod 1) bulunmuştur. Bulunan bu periyoda bağlı olarak yönetmelik koşullarına uygun şekilde yapının x doğrultusundaki katlara gelen deprem yükleri bulunarak, deprem hesabı yapılmıştır.

SAP2000N programından elde edilen periyot değeri $T_x = 0.7058s$. bulunmuştur.

Deprem Bölgesi : I → A_0 =Etkin yer ivme katsayısı=0.40

$$T_A=0.15 \text{ s}$$

Yerel zemin sınıfı : Z_2 → $T_B=0.40 \text{ s}$

Yapı fonksiyonu : Konut → Bina önem katsayısı : $I=1.50$

$$W = \sum_{i=1}^N w_i = \sum_{i=1}^N g_i + n \times q_i = 55781.942 \text{ kN} \Rightarrow n = 0.30 \text{ konutlar için} \quad (4.1)$$

$\alpha_m > 2/3$ olduğundan dolayı ABYYHY 6.5.4 deprem yük tanımının süneklik düzeyi yüksek perde tarafından taşındığı durum için verilen $R=6$ katsayısı ($R=R_{yp}$) taşıyıcı sistem türü için kullanılabilir.

$R_a(T)$ → Deprem yükü azaltma katsayısı

$$R_a(T)=R=6 \rightarrow T_x > T_A \rightarrow 0.7058 > 0.15 \text{ olduğu için} \quad (4.2)$$

$T_x > T_B$ → $0.7058 > 0.40$ olduğu için spektrum katsayısı $S(T)$ 'nin bulunması için aşağıdaki formül kullanılmıştır.

$$S(T)=2.50(T_B/T_x)^{0.8}=2.5(0.40/0.7058)^{0.8} \approx 1.587 \quad (4.3)$$

Yukarıda bulunan değerler doğrultusunda aşağıdaki formül kullanılarak spektral ivme katsayısı $A(T)$ hesap edilmiştir.

$$A(T)=A_0 \times I \times S(T)=0.40 \times 1.50 \times 1.587=0.9522 \quad (4.4)$$

Toplam eşdeğerdeprem yükünün bulunması ise aşağıdaki şekilde yapılmıştır.

$$V_t = \frac{W \times A(T_1)}{R_a(T_1)} \geq 0.10 \times A_0 \times I \times W \quad (4.5)$$

$$V_{tx} = \frac{55781.942 \times 0.9522}{6} = 8852.59 \text{ kN} > 0.10 \times 0.40 \times 1.50 \times 55781.942 = 3346.82 \text{ kN}$$

8852.59 kN > 3346.82 kN koşulu sağlanmaktadır.

Hesaplanan toplam eşdeğer deprem yükü, bina katlarına etkiyen eşdeğer deprem yüklerinin toplamı olarak aşağıdaki formül ile gösterilebilir.

$$V_t = \Delta F_N + \sum_{i=1}^N F_i \quad H_N > 25 \text{ m. olduğu için } \Delta F_N = 0.07 \times T_y \times V_T < 0.2 \times V_T \text{ olur. (4.6)}$$

$$\Delta F_N = 0.07 \times 0.7058 \times 8852.9 = 437.37 < 0.2 \times V_T = 0.2 \times 8852.59 = 1170.518$$

Toplam eşdeğer deprem yükünün ΔF_N dışında kalan kısmı, N'inci kat dahil olmak üzere, bina katlarına aşağıdaki denklemle dağıtılmıştır.

$$F_i = (V_t - \Delta F_N) \frac{w_i \times H_i}{\sum_{i=1}^N (w_i \times h_i)} \quad (4.7)$$

$$w_5 \times H_5 = 6534.394 \times 29.30 = 191457.74 \text{ kNm}$$

$$w_4 \times H_4 = 6996.544 \times 26.10 = 182609.80 \text{ kNm}$$

$$w_3 \times H_3 = 6996.544 \times 22.30 = 156022.90 \text{ kNm}$$

$$w_2 \times H_2 = 6996.544 \times 18.50 = 129436.06 \text{ kNm}$$

$$w_1 \times H_1 = 7030.744 \times 14.70 = 103351.94 \text{ kNm}$$

$$w_z \times H_z = 7030.744 \times 10.90 = 76635.11 \text{ kNm}$$

$$w_{b1} \times H_{b1} = 7127.284 \times 7.10 = 50603.72 \text{ kNm}$$

$$w_{b2} \times H_{b2} = 7069.144 \times 3.30 = 23328.18 \text{ kNm}$$

$$\sum_{i=1}^N (w_i \times h_i) = 913445.454 \text{ kNm (Toplam Moment)}$$

X doğrultusunda katlara gelen deprem yüklerinin bulunması

$$F_{5x} = (8852.59 - 437.37) \times \frac{191457.74}{913445.454} = 1763.83 \text{ kN}$$

$$F_{4x} = 8425.22 \times \frac{182609.80}{913445.454} = 1632.81 \text{ kN}$$

$$F_{3x} = 8415.22 \times \frac{156022.90}{913445.454} = 1437.38 \text{ kN}$$

$$F_{2x} = 8415.22 \times \frac{129436.064}{913445.454} = 1192.44 \text{ kN}$$

$$F_{1x} = 8415.22 \times \frac{103359.94}{913445.454} = 952.14 \text{ kN}$$

$$F_{zx} = 8415.22 \times \frac{76635.11}{913445.454} = 706.01 \text{ kN}$$

$$F_{b1x} = 8415.22 \times \frac{50603.72}{913445.454} = 466.19 \text{ kN}$$

$$F_{b2x} = 8415.22 \times \frac{23328.18}{913445.454} = 214.91 \text{ kN}$$

Ek dışmerkezlik etkisinin hesaba katılabilmesi için, her katta çeşitli noktalarda dağılı bulunan tekil kütlelerin her biri, deprem doğrultusuna dik doğrultudaki kat boyutunun +%5'i ve -%5'i kadar kaydırılacaktır.

$$\pm M_{xi} = V_{ix} \times (\pm e_y) \quad (4.8)$$

$$e_y \leq 0.05 \times B_y \leq 0.05 \times 15.85 \leq 0.7925 \text{ m.}$$

B_y : y doğrultusundaki toplam bina genişliği $B_y = 15.85 \text{ m.}$

Ek dışmerkezlik etkisiyle oluşan momentler:

$$\pm M_{x5} = 1763.83 \times 0.7925 = \pm 1397.83 \text{ kNm}$$

$$\pm M_{x4} = 1632.31 \times 0.7925 = \pm 1333.23 \text{ kNm}$$

$$\pm M_{x3} = 1437.38 \times 0.7925 = \pm 1139.12 \text{ kNm}$$

$$\pm M_{x2} = 1192.44 \times 0.7925 = \pm 945.01 \text{ kNm}$$

$$\pm M_{x1} = 952.14 \times 0.7925 = \pm 754.57 \text{ kNm}$$

$$\pm M_{xz1} = 706.01 \times 0.7925 = \pm 559.51 \text{ kNm}$$

$$\pm M_{xb1} = 466.19 \times 0.7925 = \pm 369.41 \text{ kNm}$$

$$\pm M_{xb2} = 214.91 \times 0.7925 = \pm 170.32 \text{ kNm}$$

4.4 Y Doğrultusunda Deprem Yüklerinin Bulunması

SAP2000N programı kullanarak binanın y doğrultusundaki doğal periyodu (mod 2) bulunmuştur. Bulunan bu periyoda bağlı olarak yönetmelik koşullarına uygun şekilde yapının y doğrultusundaki katlara gelen deprem yükleri bulunarak, deprem hesabı yapılmıştır.

SAP2000N programından elde edilen periyot değeri $T_y = 0.5460$ s. bulunmuştur.

Deprem Bölgesi : I → A_0 =Etkin yer ivme katsayısı=0.40
 $T_A=0.15$ s

Yerel zemin sınıfı : Z_2 → $T_B=0.15$ s

(sıkı çakıl ve kum; çok katı kil ve siltli kil)

Yapı fonksiyonu : Konut → Bina önem katsayısı : $I=1.50$

$$W = \sum_{i=1}^N w_i = \sum_{i=1}^N g_i + n \times q_i = 55781.942 \text{ kN} \Rightarrow n = 0.30 \text{ konutlar için} \quad (4.9)$$

$\alpha_m > 2/3$ olduğundan dolayı ABYYHY 6.5.4 deprem yük tanımının süneklik düzeyi yüksek perde tarafından taşındığı durum için verilen $R=6$ katsayısı ($R=R_{yp}$) taşıyıcı sistem türü için kullanılabilir.

$R_a(T)$ → Deprem yükü azaltma katsayısı

$$R_a(T)=R=6 \rightarrow T_Y > T_A \rightarrow 0.5460 > 0.15 \text{ olduğu için} \quad (4.10)$$

$T_Y > T_B$ → $0.5460 > 0.40$ olduğu için spektrum katsayısı $S(T)$ 'nin bulunması için aşağıdaki formül kullanılmıştır.

$$S(T)=2.50(T_B/T_Y)^{0.8}=2.5(0.40/0.5460)^{0.8} \approx 1.949 \quad (4.11)$$

Yukarıda bulunan değerler doğrultusunda aşağıdaki formül kullanılarak spektral ivme katsayısı $A(T)$ hesap edilmiştir.

$$A(T)=A_0 \times I \times S(T)=0.40 \times 1.50 \times 1.949=1.17 \quad (4.12)$$

Toplam eşdeğerdeprem yükünün bulunması ise aşağıdaki şekilde yapılmıştır.

$$V_t = \frac{W \times A(T_1)}{R_a(T_1)} \geq 0.10 \times A_0 \times I \times W \quad (4.13)$$

$$V_{ty} = \frac{55781.942 \times 1.17}{6} = 10877.48 \text{ kN} > 0.10 \times 0.40 \times 1.50 \times 55781.942$$

10877.48 kN > 3346.12 kN koşulu sağlanmaktadır.

Hesaplanan toplam eşdeğer deprem yükü, bina katlarına etkiyen eşdeğer deprem yüklerinin toplamı olarak aşağıdaki formül ile gösterilebilir.

$$V_t = \Delta F_N + \sum_{i=1}^N F_i \quad H_N \geq 25 \text{ m. olduğu için } \Delta F_N = 0.07 \times T_Y \times V_T \leq 0.2 \times V_T \quad (4.14)$$

$$\Delta F_N = 0.07 \times 0.5460 \times 10877.48 = 415.74 \text{ kN} \leq 0.2 \times 10877.48 = 2175.50 \text{ kN}$$

Toplam eşdeğer deprem yükünün ΔF_N dışında kalan kısmı, N'inci kat dahil olmak üzere, bina katlarına aşağıdaki denklemlerle dağıtılmıştır.

$$F_i = (V_t - \Delta F_N) \frac{w_i \times H_i}{\sum_{i=1}^N (w_i \times h_i)} \quad (4.15)$$

Y doğrultusunda katlara gelen deprem yüklerinin bulunması

$$F_{5y} = (10877.48 - 415.74) \times \frac{191457.74}{913445.454} = 2192.78 \text{ kN}$$

$$F_{4y} = 10461.74 \times \frac{182609.80}{913445.454} = 2091.44 \text{ kN}$$

$$F_{3y} = 10461.74 \times \frac{156022.9}{913445.454} = 1786.94 \text{ kN}$$

$$F_{2y} = 10461.74 \times \frac{129436.064}{913445.454} = 1482.38 \text{ kN}$$

$$F_{1y} = 10461.74 \times \frac{129436.064}{913445.454} = 1183.69 \text{ kN}$$

$$F_{zy} = 10461.74 \times \frac{76635.11}{913445.454} = 877.71 \text{ kN}$$

$$F_{b1y} = 10411.74 \times \frac{50603.72}{913445.454} = 579.57 \text{ kN}$$

$$F_{b2y} = 10411.74 \times \frac{23528.18}{913445.454} = 265.90 \text{ kN}$$

Ek dışmerkezlilik etkisinin hesaba katılabilmesi için, her katta çeşitli noktalarda dağılı bulunan tekil kütlelerin her biri, deprem doğrultusuna dik doğrultudaki kat boyutunun +%5'i ve -%5'i kadar kaydırılacaktır.

$$\pm M_{yi} = V_{iy} \times (\pm e_x) \quad (4.16)$$

$$e_x \leq 0.05 \times B_x \leq 0.05 \times 27.65 \leq 1.3825 \text{ m.}$$

B_x : x doğrultusundaki toplam bina genişliği $B_x = 27.65 \text{ m.}$

Ek dışmerkezlilik etkisiyle oluşan momentler;

$$\pm M_{y5} = 2192.78 \times 1.3825 = \pm 3031.52 \text{ kNm}$$

$$\pm M_{y4} = 2091.44 \times 1.3825 = \pm 2891.42 \text{ kNm}$$

$$\pm M_{y3} = 1786.94 \times 1.3825 = \pm 2470.44 \text{ kNm}$$

$$\pm M_{y2} = 1482.38 \times 1.3825 = \pm 2049.95 \text{ kNm}$$

$$\pm M_{y1} = 1183.64 \times 1.3825 = \pm 1636.46 \text{ kNm}$$

$$\pm M_{yz} = 877.71 \times 1.3825 = \pm 1213.43 \text{ kNm}$$

$$\pm M_{yb1} = 579.57 \times 1.3825 = \pm 801.25 \text{ kNm}$$

$$\pm M_{yb21} = 265.90 \times 1.3825 = \pm 367.61 \text{ kNm}$$

Tablo 4.4 : Katlara gelen deprem yükleri ve dış merkezlik etkisiyle oluşan momentler

Kat No.	Fx	Mx	Fy	My
	(kN)	(kNm)	(kN)	(kNm)
5	2201,17	1397,83	2608,52	3031,52
4	1682,31	1333,23	2091,44	2891,42
3	1437,38	1139,12	1786,94	2470,44
2	1192,44	945,01	1482,38	2049,95
1	952,14	754,57	1183,69	1636,46
zemin	706,01	589,51	877,71	1213,43
bodrum I	466,19	369,46	579,57	801,25
bodrum II	214,91	170,32	265,90	367,61
TOPLAM	8852,59		10877,48	

5. GÜÇLENDİRİLMİŞ YAPININ DÜZENSİZLİK KONTROLLERİ

5.1A- Planda Düzensizlik Durumları

5.1.1 A1- Burulma düzensizliği

Tablo 5.1 : X doğrultusundaki deprem kuvveti için kat yer değiştirmeleri

Kat	$(d_i)_{Max}$	$(d_i)_{Min}$
	(m)	(m)
5	0.05228	0.05183
4	0.04589	0.04545
3	0.03764	0.03727
2	0.02924	0.02886
1	0.02095	0.02062
zemin	0.01333	0.01309
bodrum I	0.00685	0.00669
bodrum II	0.00211	0.00204

5.Kat

$$(\Delta_5)_{Max} = (d_5)_{Max} - (d_5)_{Min} = 0.05228 - 0.04589 = 0.00639$$

$$(\Delta_5)_{Min} = (d_5)_{Min} - (d_5)_{Min} = 0.05183 - 0.04545 = 0.00638$$

$$(\Delta_5)_{Ort} = \frac{[(\Delta_5)_{Max} + (\Delta_5)_{Min}]}{2} = \frac{0.00639 + 0.00638}{2} = 0.006385$$

$$\eta_{b5} = \frac{(\Delta_5)_{Max}}{(\Delta_5)_{Ort}} = \frac{0.006390}{0.006385} = 1.00$$

Diğer katlardaki değerler yukarıda yapıldığı gibi hesaplanmıştır.

Tablo 5.2 : X doğrultusundaki deprem kuvveti için burulma düzensizliği kontrolü

Kat	$(\Delta_i)_{Max}$	$(\Delta_i)_{Min}$	$(\Delta_i)_{Ort}$	η_{bi}
	(m)	(m)	(m)	
5	0.00639	0.00638	0.006385	1.00
4	0.00820	0.00818	0.008190	1.00
3	0.00845	0.00841	0.008430	1.00
2	0.00829	0.00824	0.008265	1.00
1	0.00762	0.00753	0.007575	1.01
zemin	0.00648	0.00640	0.006440	1.01
bodrum I	0.00474	0.00465	0.004695	1.01
bodrum II	0.00211	0.00204	0.002075	1.02
				<1.20 olmalı

Tablo 5.3 : Y doğrultusunda deprem kuvveti için kat yer değiştirmeleri

Kat	$(\Delta_i)_{Max}$	$(\Delta_i)_{Min}$
	(m)	(m)
5	0.04640	0.03882
4	0.04166	0.03472
3	0.03520	0.02920
2	0.02816	0.02325
1	0.02090	0.01719
zemin	0.03870	0.01136
bodrum I	0.00755	0.00617
bodrum II	0.00255	0.00211

Tablo 5.4 : Y doğrultusundaki deprem kuvveti için burulma düzensizliği kontrolü

Kat	$(\Delta_i)_{Max}$	$(\Delta_i)_{Min}$	$(\Delta_i)_{Ort}$	η_{bi}
	(m)	(m)	(m)	
5	0.00474	0.00410	0.00442	1.07
4	0.00646	0.00520	0.00599	1.08
3	0.00704	0.00595	0.00650	1.08
2	0.00726	0.00606	0.00666	1.09
1	0.00703	0.00583	0.00643	1.09
zemin	0.00632	0.00529	0.00576	1.10
bodrum I	0.00500	0.00406	0.00453	1.10
bodrum II	0.00255	0.00211	0.00233	1.09
				<1.20 olmalı

Sonuç olarak güçlendirilen yapıda y doğrultusunda burulma düzensizliği katsayısı $\eta_{bi} < 1.20$ arasında çıkmıştır.

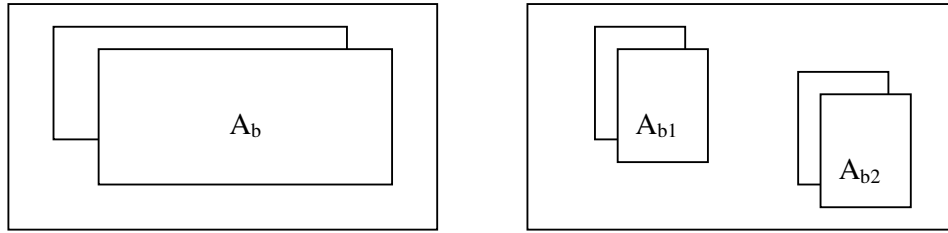
5.1.2 A2- Döşeme süreksizliği

Herhangi bir kattaki döşemede;

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

Kat brüt alanı	→	413.05 m ²
Boşluk	→	92.70 m ²
Kat brüt alanı / 3	→	137.68 m ² > 92.70 m ²

Sonuç olarak yapıda A2-I döşeme süreksizliliği çıkmamıştır.



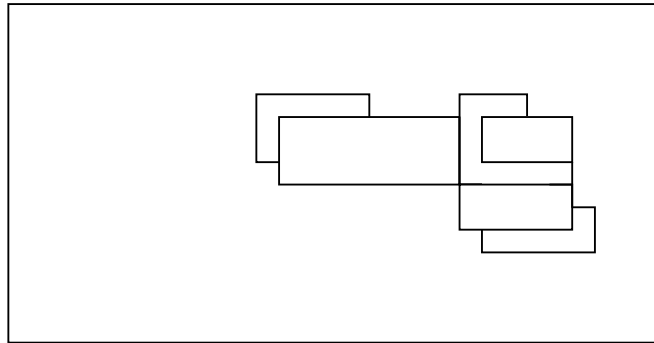
$$A_b/A < 1/3$$

$$A_b = A_{b1} + A_{b2}$$

Şekil 5.1 : A2 türü düzensizlik durumu – I

II. Deprem yüklerinin düşey taşıyıcı sistem elemanlarına güvenle aktarılabilmesini güçleştiren yerel döşeme boşluklarının bulunması durumu

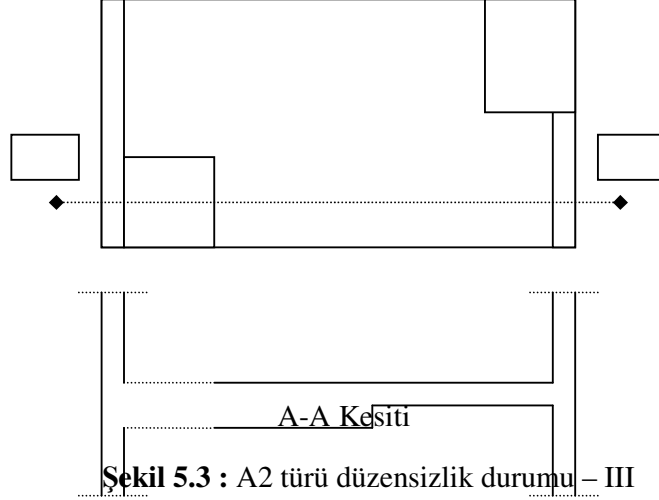
Zemin ve normal kat döşemelerinde yerel döşeme boşluğu bulunduğundan dolayı A2-II döşeme süreksizliği bulunmaktadır.



Şekil 5.2 : A2 türü düzensizlik durumu – II

III: Döşemenin düzlem içi rijitlik ve dayanımında ani azalmaların olması durumudur.

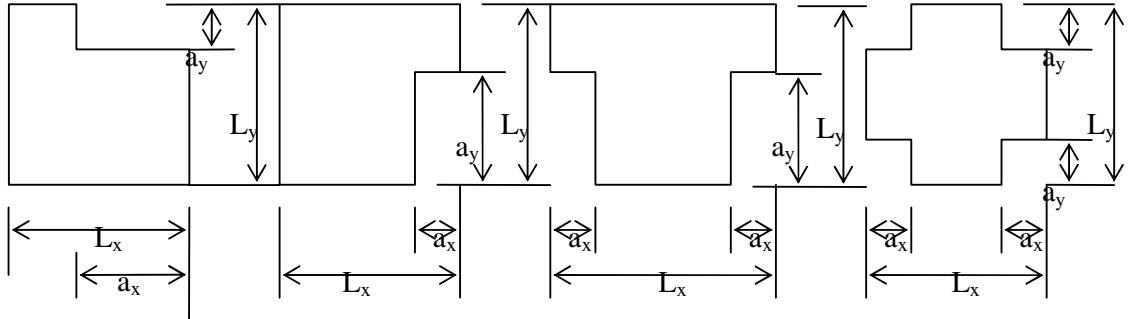
Bodrum kattaki betonarme döşemede ve zemin-normal katlarda bulunan asmolen döşemede kalınlıkları sabit olduğu için A2-III döşeme süreksizliği yoktur.



Şekil 5.3 : A2 türü düzensizlik durumu – III

5.1.3 A3- Planda çıkıntılar bulunması

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



Şekil 5.4 : A3 türü düzensizlik durumu

$a_x > 0.2 \times L_x$ ve aynı zamanda $a_y > 0.2 \times L_y$ 'dir.

$$a_x = 12.00 \text{ m.} \quad L_x = 27.65 \text{ m.}$$

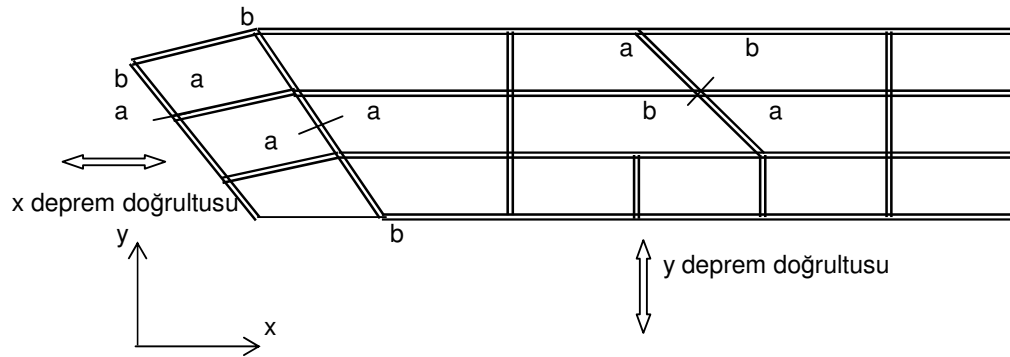
$$a_x > 0.2 \times L_x \quad \rightarrow \quad 12.00 > 5.53 \text{ x doğrultusunda düzensizlik var. (5.1)}$$

$$a_y = 1.40 \text{ m.} \quad L_y = 15.85 \text{ m.}$$

$$a_y > 0.2 \times L_y \quad \rightarrow \quad 1.40 > 3.17 \text{ y doğrultusunda düzensizlik yok. (5.2)}$$

5.1.4 A4- Taşıyıcı eleman eksenlerinin paralel olmaması

Taşıyıcı sistemin düşey elemanlarının plandaki asal eksenlerinin, göz önüne alınan birbirine dik yatay deprem doğrultularına paralel olmaması durumudur. (ABYYHY 6.3.2.3)



Şekil 5.5 : A4 türü düzensizlik durumu

Yapıda bulunan kolonların ve perdelerin hepsinin asal eksenleri birbirine dik yatay deprem doğrultusuna paraleldir. Dolayısıyla düzensizlik yoktur.

5.2 B- Düşey Doğrultuda Düzensizlik Durumları

5.2.1 B1- Komşu katlar arası dayanım düzensizliği (Zayıf kat)

Betonarme binalarda, birbirine dik iki deprem doğrultusunun herhangi birinde, herhangi bir kattaki etkili kesme alanının, bir üst kattaki etkili kesme alanına oranı olarak tanımlanan dayanım süreksizliği katsayısı η_{ci} aşağıdaki formül ile hesaplanır.

$$\eta_{ci} = (\sum A_e)_i / (\sum A_e)_{i+1} < 0.80 \quad (5.3)$$

Herhangi bir kattaki etkili kesme alanının bulunması;

$$\sum A_e = \sum A_w + \sum A_g + 0.15 \times \sum A_k \quad (5.4)$$

Bodrum I

$$\sum A_{wb1} = 9 \times 0.7 \times 0.40 + 6 \times 0.60 \times 0.60 = 4.68 \text{ m}^2$$

$$\sum A_{gb1} = 2 \times 3.65 \times 0.30 + 3 \times 6.00 \times 0.30 + 2 \times 6.65 \times 0.30 + 4.60 \times 0.30 = 12.96 \text{ m}^2$$

$$\sum A_{kb1} = 0.10 \times 145.50 = 14.55 \text{ m}^2$$

$$\sum A_{eb1} = \sum A_{wb1} + \sum A_{gb1} + 0.15 \times \sum A_{kb1}$$

$$\sum A_{eb1} = 19.8225 \text{ m}^2$$

Bodrum II

$$\sum A_{wb2} = 9 \times 0.7 \times 0.40 + 6 \times 0.60 \times 0.60 = 4.68 \text{ m}^2$$

$$\sum A_{gb2} = 2 \times 3.65 \times 0.30 + 3 \times 6.00 \times 0.30 + 2 \times 6.65 \times 0.30 + 4.60 \times 0.30 = 12.96 \text{ m}^2$$

$$\sum A_{kb2} = 0.10 \times 145.50 = 14.55 \text{ m}^2$$

$$\sum A_{eb2} = \sum A_{wb2} + \sum A_{gb2} + 0.15 \times \sum A_{kb2}$$

$$\sum A_{eb2} = 19.8225 \text{ m}^2$$

$$\eta_{c2} = \frac{19.8225}{19.8225} = 1.00 > 0.80$$

Tablo 5.5 : Zayıf kat düzensizliği kontrolü

Kat	$\sum A_e$	η_{ci}
	(m ²)	
5	19.2334	-
4	19.2334	1.00
3	19.2334	1.00
2	19.2334	1.00
1	19.5434	0.98
zemin	19.5434	1.00
bodrum I	19.8225	0.98
bodrum II	19.8225	1.00
		0.80 < olmalı

Sonuç olarak yapıda B1 komşu katlar arası dayanım düzensizliği (zayıf kat) düzensizliği çıkmamıştır.

5.2.2 B2- Komşu katlar arası rijitlik düzensizliği (yumuşak kat)

Birbirine dik iki deprem doğrultusunun herhangi biri için, herhangi bir i'inci kattaki ortalama görelî kat ötelemesinin bir üst kattaki ortalama görelî kat ötelemesine oranı olarak tanımlanan rijitlik düzensizliği katsayısı η_{ki} 'nin 1.50'tan fazla olması durumudur ve aşağıdaki formül ile hesaplanır.

$$\eta_{ki} = \frac{(\Delta_i)_{ORT}}{(\Delta_{i+1})_{ORT}} < 1.50 \quad (5.5)$$

Tablo 5.6 : X doğrultusundaki deprem kuvveti için yumuşak kat düzensizliği kontrolü

Kat	$(\Delta_i)_{Max}$	$(\Delta_i)_{Min}$	$(\Delta_i)_{Ort}$	η_{ki}
	(m)	(m)	(m)	
5	0.00639	0.00638	0.006385	-
4	0.00820	0.00818	0.008190	1.28
3	0.00845	0.00841	0.008430	1.03
2	0.00829	0.00824	0.008265	0.98
1	0.00762	0.00753	0.007575	0.92
zemin	0.00648	0.00640	0.006440	0.85
bodrum I	0.00474	0.00465	0.004695	0.73
bodrum II	0.00211	0.00204	0.002075	0.44
				<1.50 olmalı

Tablo 5.7 : Y doğrultusundaki deprem kuvveti için yumuşak kat düzensizliği kontrolü

Kat	$(\Delta_i)_{Max}$	$(\Delta_i)_{Min}$	$(\Delta_i)_{Ort}$	η_{ki}
	(m)	(m)	(m)	
5	0.00474	0.00410	0.00442	-
4	0.00646	0.00520	0.00599	1.36
3	0.00704	0.00595	0.00650	1.08
2	0.00726	0.00606	0.00666	1.03
1	0.00703	0.00583	0.00643	0.96
zemin	0.00632	0.00529	0.00576	0.90
bodrum I	0.00500	0.00406	0.00453	0.79
bodrum II	0.00255	0.00211	0.00233	0.59
				<1.50 olmalı

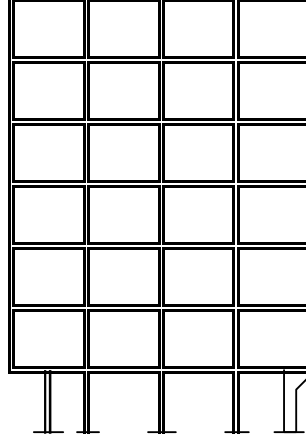
5.2.3 B3- Taşıyıcı sistemin düşey elemanlarının süreksizliği

Taşıyıcı sistemin düşey elemanlarının (kolon ve perdelerin) bazı katlarda kaldırılarak kirişlerin veya guseli kolonların üstüne veya ucuna oturtulması, yada üst kattaki perdelerin altta kolonlara veya oturtulması durumudur. (ABYYHY 6.3.2.5)

B3 türü düzensizliğin bulunduğu binalara ilişkin koşullar aşağıda belirtilmiştir.

a) Bütün deprem bölgelerinde, kolonların binanın herhangi bir katında konsol kirişlerin veya alttaki kolonlarda oluşturulan guselerin üstüne veya ucuna oturtulmasına hiçbir zaman izin vermez.

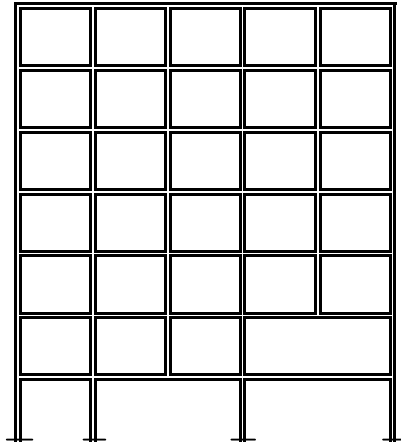
Yapıdaki kolonların ve perdelerin hiçbiri konsol veya guselere oturmamaktadır ve dolayısıyla bu tür düzensizlik yoktur.



Şekil 5.6 : Kolonların konsol ve guselere oturması durumu

b) Kolonun iki ucundan mesnetli bir kirişe oturması durumunda, kirişin bütün kesitlerinde ve ayrıca gözönüne alınan deprem doğrultusunda bu kirişin bağlandığı düğüm noktalarına birleşen diğer kiriş ve kolonların bütün kesitlerde, düşey yükler ve depremin ortak etkisinden oluşan tüm iç kuvvet değerleri %50 oranında arttırılacaktır.

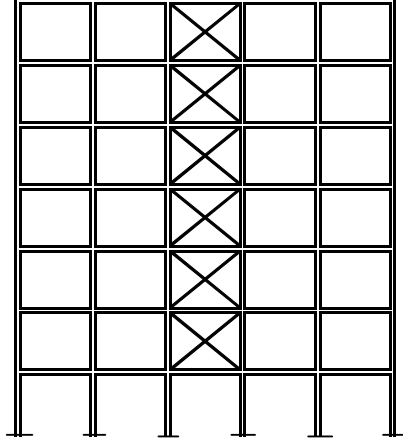
Yapıdaki kolonların hiçbiri iki ucundan mesnetli bir kirişe oturmadığından dolayı böyle bir düzensizlik yoktur.



Şekil 5.7 : Kolonun iki ucundan mesnetli kirişe oturması durumu

c) Üst kattaki perdenin her iki ucundan altta kolonlara oturtulması durumunda, bu kolonlarda düşey yükler ve depremin ortak etkisinden oluşan tüm iç kuvvet değerleri

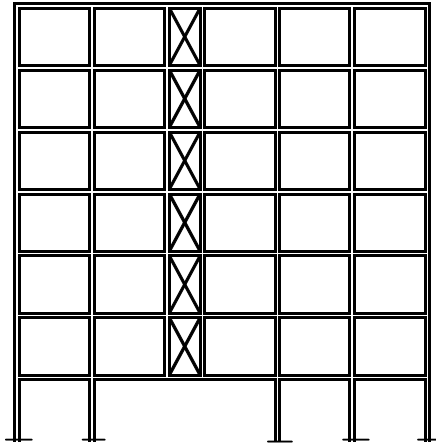
%50 arttırılacaktır. Bu tür düzensizliğin bulunduğu betonarme binalarda sarılma bölgelerinde yönetmelikte verilen koşullar uygulanmalıdır.



Şekil 5.8 : Perdenin kolonlara oturması durumu

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

Yapıda perdeler kirişlerin üstüne açıklık ortasında oturtulmamıştır.



Şekil 5.9 : Perdenin kirişlere oturması durumu

5.3 Göreli Kat Ötelemelerinin Kontrolü

Görelî kat ötelemesi, Δ_i aşağıdaki formül ile elde ediliyordu;

$$\Delta_i = d_i - d_{i-1} \quad (5.6)$$

d_i ve d_{i-1} , binanın i 'inci ve $(i-1)$ 'inci katlarındaki herhangi bir kolon veya perdenin uçlarında hesaptan elde edilen yatay yer değiştirmeleri göstermektedir.

Her bir deprem doğrultusu için, binanın herhangi bir i 'inci katındaki kolon veya perdelerde, denklem (5.4) ile hesaplanan göreli kat ötelemelerinin kat içindeki en büyük değeri $(\Delta_i)_{Max}$ denklem (5.5) verilen koşulların elverişsiz olanını sağlayacaktır.

$$\frac{(\Delta_i)_{Max}}{h_i} \leq 0.0035 \quad (5.7)$$

$$\frac{(\Delta_i)_{Max}}{h_i} \leq \frac{0.02}{R} \leq \frac{0.02}{6} = 0.0033 \quad \text{Elverişsiz koşul olarak alınacaktır.} \quad (5.8)$$

Tablo 5.8 : X doğrultusundaki deprem kuvveti için göreli kat ötelemeleri kontrolü

Kat	(h_i)	$(\Delta_i)_{Max}$	$(\Delta_i)_{Max} / h_i$
	(m)	(m)	
5	3.20	0.00634	0.00200
4	3.80	0.00820	0.00210
3	3.80	0.00845	0.00220
2	3.80	0.00924	0.00220
1	3.80	0.00762	0.00200
zemin	3.80	0.00648	0.00170
bodrum I	3.80	0.00474	0.00120
bodrum II	3.30	0.00211	0.00064
			≤ 0.0033

Tablo 5.9 : Y doğrultusundaki deprem kuvveti için görelî kat ötelemeleri kontrolü

Kat	(h _i)	(Δ _i) _{Max}	(Δ _i) _{Max} / h _i
	(m)	(m)	
5	3.20	0.00474	0.00150
4	3.80	0.00646	0.00170
3	3.80	0.00704	0.00180
2	3.80	0.00726	0.00190
1	3.80	0.00703	0.00180
zemin	3.80	0.00632	0.00160
bodrum I	3.80	0.00500	0.00130
bodrum II	3.30	0.00255	0.00067
			≤0.0033

Sonuç olarak, yapının tüm katlarında tablo 5.13 ve tablo 5.14'da görüldüğü gibi görelî kat ötelemeleri değeri elverişsiz koşul olan 0.0033 değerinden küçük çıkmıştır.

5.4 İkinci Mertebe Etkilerinin Kontrolü

Taşıyıcı sistem elemanlarının doğrusal elastik olmayan davranışını esas alan daha kesin bir hesap yapılmadıkça, ikinci mertebe etkileri aşağıda belirtildiği gibi göz önüne alınabilir.

Göz önüne alınan deprem doğrultusunda her bir katta, ikinci mertebe gösterge değeri; θ_i'nin aşağıda verilen koşulu sağlaması durumunda, ikinci mertebe etkileri yürürlükteki betonarme yönetmeliklere göre değerlendirilecektir.

$$\theta_i = \frac{(\Delta_i)_{Ort} \sum_{j=i}^N w_j}{V_i \times h_i} \leq 0.12 \quad (5.9)$$

Bu koşulun herhangi bir katta sağlanamaması durumunda, taşıyıcı sistemin rijitliği yeterli ölçüde artırılarak deprem hesabı tekrarlanmalıdır.

Bu yapı için ise ikinci mertebe etkileri depremin her iki doğrultusundaki katlara gelen deprem kuvvetleri için ayrı ayrı aşağıdaki tablolarda görüldüğü üzere incelenmiştir.

Sonuç olarak ikinci mertebe etkilerinin her iki deprem doğrultusu için de verilen koşulu sağladığı görülmektedir.

Tablo 5.10 : X doğrultusundaki deprem kuvveti için ikinci mertebe etkilerinin kontrolü

Kat No.	w_i	$\sum w_i$	$(\Delta_i)_{Ort}$	$\sum F_i$	h_i	θ_i
	(kN)	(kN)	(m)	(kN)	(m)	
5	6534,394	6534,394	0,006385	2201,20	3,20	0,0059
4	6996,544	13530,938	0,008190	3885,51	3,80	0,0075
3	6996,544	20527,482	0,008410	5322,89	3,80	0,0085
2	6996,544	27524,026	0,008265	6515,33	3,80	0,0092
1	7030,744	34554,770	0,007575	7467,47	3,80	0,0092
zemin	7030,744	41585,514	0,006440	8173,48	3,80	0,0086
bodrum I	7127,284	48712,798	0,004695	8639,67	3,80	0,0070
bodrum II	7069,144	55781,942	0,002075	8852,59	3,30	0,0040
						<0.12 olmalı

Tablo 5.11 : Y doğrultusundaki deprem kuvveti için ikinci mertebe etkilerinin kontrolü

Kat No.	w_i	$\sum w_i$	$(\Delta_i)_{Ort}$	$\sum F_i$	h_i	θ_i
	(kN)	(kN)	(m)	(kN)	(m)	
5	6534,394	6534,394	0,004420	2608,52	3,20	0,0035
4	6996,544	13530,938	0,005990	4699,96	3,80	0,0045
3	6996,544	20527,482	0,006495	6486,90	3,80	0,0054
2	6996,544	27524,026	0,006660	7969,28	3,80	0,0061
1	7030,744	34554,770	0,006430	9153,17	3,80	0,0064
zemin	7030,744	41585,514	0,005755	10030,88	3,80	0,0063
bodrum I	7127,284	48712,798	0,004530	10610,45	3,80	0,0055
bodrum II	7069,144	55781,942	0,002330	10877,48	3,30	0,0036
						<0.12 olmalı

Sonuç olarak yapılan işlemlerin yeterli olduğu görülmüştür.

6. BETONARME HESAPLAR

6.1 Perde Duvarların Betonarme Hesabı

P₁ – P₃ Perdeleri

Donatı hesabı :

Uygun düzenlenen perdeler ekonomik ve etkili yatay rijidleştirici elemanlardır. Kuvvetli depremde çok katlı binalarda önemli hasarlara sebep olan relatif kat yer değiştirmelerini azaltırlar.

$$H_{cr} = \text{Max}\{l_{wi} ; H_{sa}/6\} = \text{Max}\{3.00 ; 29.30/6\} = \text{Max}\{3.00 ; 4.88\} = 4.88 \text{ m}$$

$$\frac{Z_s}{h} = \frac{(h - 2 \times d')}{h} = \frac{(60 - 2 \times 5)}{60} = 0.85 \text{ (Abak 9)}$$

$$n = \frac{N}{bh f_{cd}} = \frac{3450 \times 10^3}{300 \times 3000 \times 16.7} = 0.23$$

$$m = \frac{M}{bh^2 f_{cd}} = \frac{11286 \times 10^6}{300 \times 3000^2 \times 16.7} = 0.25$$

Abaklardan $w_1 = w_2 = 0.125$

Perde kritik bölgesinin ucunda

$$n = \frac{N}{bh f_{cd}} = \frac{3121 \times 10^3}{300 \times 3000 \times 16.7} = 0.21 \quad m = \frac{M}{bh^2 f_{cd}} = \frac{11286 \times 10^6}{300 \times 3000^2 \times 16.7} = 0.17$$

Abaklardan $w_1 = w_2 = 0.15$

$$A_{s1} = A_{s2} = w \times \frac{b \times h}{f_{yd}/f_{cd}} = 0.15 \times \frac{300 \times 3000}{365/16.7} = 6176.70 \text{ mm}^2$$

Seçilen $12\phi 26 (12 \times 531 = 6372 \text{ mm}^2)$

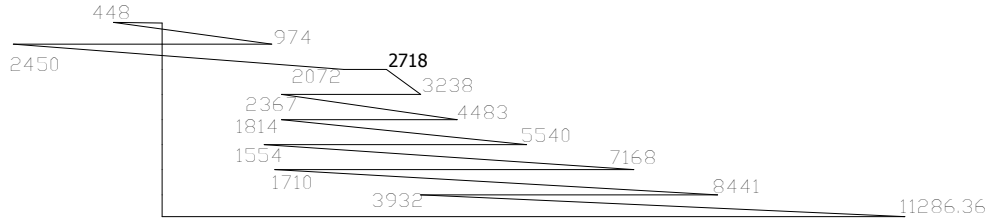
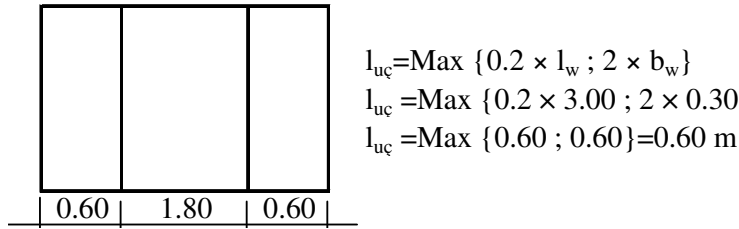
$$A_{s\text{MinUç}} = 0.002 \times b_w \times l_w = 0.002 \times 300 \times 3000 = 1800 \text{ mm}^2$$

$$A_{s\text{Gövde}} = \frac{A_{s1}}{6} = \frac{6176.70}{6} = 1062.80 \text{ mm}^2 > A_{s\text{MinGövde}} = 0.00125 \times 1000 \times 300$$

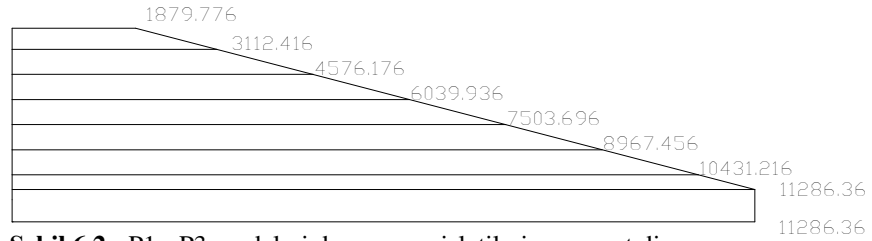
$$A_{s\text{Gövde}} = 1062.80 \text{ mm}^2 > A_{s\text{MinGövde}} = 375 \text{ mm}^2/\text{m}$$

Seçilen $\phi 14/200 (769 \times 1.80 = 1384.20 \text{ mm}^2)$

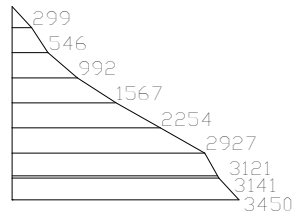
Yatay doğrultuda (enine + boyuna) $\phi 10/200$ konulabilir.



Şekil 6.1 : P1 - P3 perdeleri deprem moment diyagramı



Şekil 6.2 : P1 - P3 perdeleri deprem genişletilmiş moment diyagramı



Şekil 6.3 : P1 - P3 perdeleri deprem normal kuvvet diyagramı

P₂ – P₄ Perdeleri

$$H_{cr} = \text{Max}\{l_{wi}; H_{sa}/6\} = \text{Max}\{6.00; 29.30/6\} = \text{Max}\{6.00; 4.88\} = 6.00 \text{ m}$$

Donatı hesabı :

$$\frac{Z_s}{h} = \frac{(h - 2 \times d')}{h} = \frac{(1.20 - 2 \times 0.5)}{1.20} = 0.90 \text{ (Abak 10)}$$

Perde kritik bölgesinin ucunda

$$n = \frac{N}{b h f_{cd}} = \frac{6067 \times 10^3}{300 \times 5350 \times 16.7} = 0.22$$
$$m = \frac{M}{b h^2 f_{cd}} = \frac{32961 \times 10^6}{300 \times 5350^2 \times 16.7} = 0.22$$

Abaklardan $w_1 = w_2 = 0.14$

$$A_{s1} = A_{s2} = w \times \frac{b \times h}{f_{yd}/f_{cd}} = 0.14 \times \frac{300 \times 5350}{365/16.7} = 10281 \text{ mm}^2$$

Seçilen $24\phi 24 (24 \times 452 = 10848 \text{ mm}^2)$

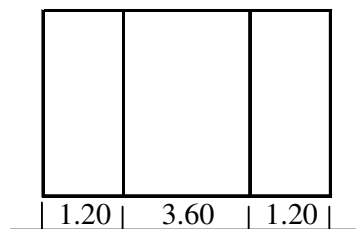
$$A_{s\text{MinUç}} = 0.001 \times b_w \times l_w = 0.001 \times 300 \times 53500 = 1605 \text{ mm}^2$$

$$A_{s\text{Gövde}} = \frac{A_{s1}}{6} = \frac{10281}{6} = 1713.50 \text{ mm}^2 > A_{s\text{MinGövde}} = 0.00125 \times 1000 \times 300$$

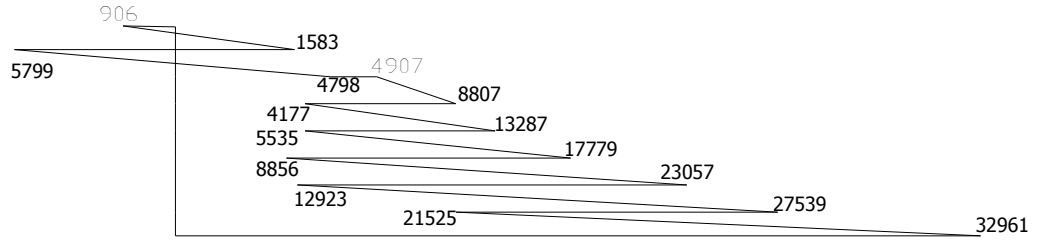
$$A_{s\text{Gövde}} = 1713.50 \text{ mm}^2 > A_{s\text{MinGövde}} = 375 \text{ mm}^2/\text{m}$$

Seçilen $\phi 10/200 (393 \times 3.60 = 1414.8 \text{ mm}^2)$

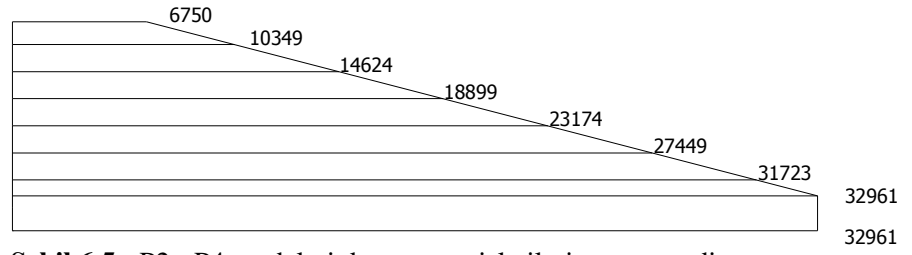
Yatay doğrultuda (enine + boyuna) $\phi 10/200$ konulabilir.



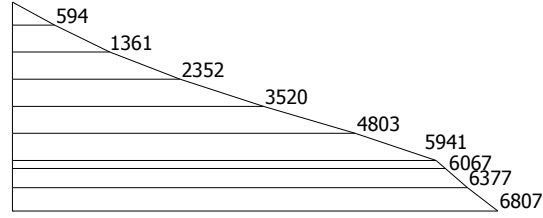
$$l_{uc} = \text{Max}\{0.2 \times l_w; 2 \times b_w\}$$
$$l_{uc} = \text{Max}\{0.2 \times 6.00; 2 \times 0.35\}$$
$$l_{uc} = \text{Max}\{1.20; 0.70\} = 1.20 \text{ m}$$



Şekil 6.4 : P2 - P4 perdeleri deprem moment diyagramı



Şekil 6.5 : P2 - P4 perdeleri deprem genişletilmiş moment diyagramı



Şekil 6.6 : P2 - P4 perdeleri deprem normal kuvvet diyagramı

P₅ Perdesi

$$H_{cr} = \text{Max}\{l_{wi}; H_{sa}/6\} = \text{Max}\{6.00; 29.30/6\} = \text{Max}\{6.00; 4.88\} = 6.00 \text{ m}$$

Donatı hesabı :

$$\frac{Z_s}{h} = \frac{(h - 2 \times d')}{h} = \frac{(1.20 - 2 \times 0.5)}{1.20} = 0.90 \text{ (Abak 10)}$$

$$n = \frac{N}{b h f_{cd}} = \frac{1953 \times 10^3}{350 \times 1953 \times 16.7} = 0.05$$

$$m = \frac{M}{b h^2 f_{cd}} = \frac{32659 \times 10^6}{350 \times 6000^2 \times 16.7} = 0.16$$

Abaklardan $w_1 = w_2 = 0.10$

$$A_{s1} = A_{s2} = w \times \frac{b \times h}{f_{yd}/f_{cd}} = 0.10 \times \frac{350 \times 6000}{365/16.7} = 9608 \text{ mm}^2$$

Seçilen $26\phi 22 (26 \times 380 = 11752 \text{ mm}^2)$

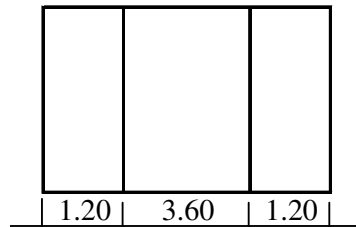
$$A_{s\text{MinU}\check{\text{c}}} = 0.001 \times b_w \times l_w = 0.001 \times 350 \times 6000 = 2100 \text{ mm}^2$$

$$A_{s\text{Gövde}} = \frac{A_{s1}}{6} = \frac{9608}{6} = 1601 \text{ mm}^2 > A_{s\text{MinGövde}} = 0.00125 \times 1000 \times 350$$

$$A_{s\text{Gövde}} = 1601 \text{ mm}^2 > A_{s\text{MinGövde}} = 437.5 \text{ mm}^2/\text{m}$$

Seçilen $\phi 10/200 (393 \times 3.60 = 1414.8 \text{ mm}^2)$

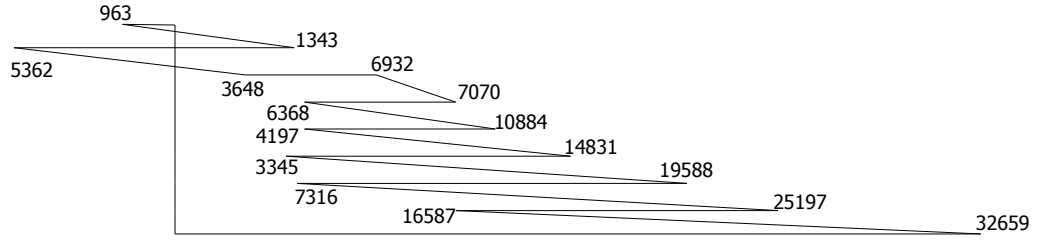
Yatay doğrultuda (enine + boyuna) $\phi 10/200$ konulabilir.



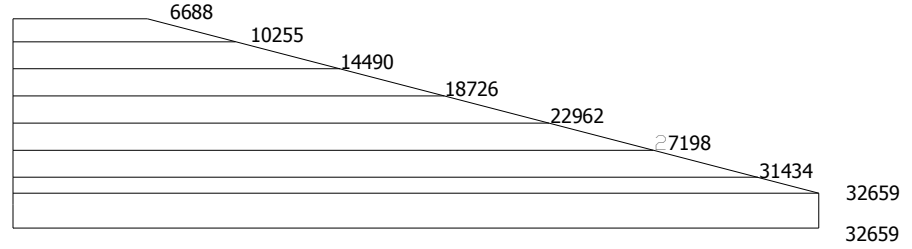
$$l_{uc} = \text{Max}\{0.2 \times l_w; 2 \times b_w\}$$

$$l_{uc} = \text{Max}\{0.2 \times 6.00; 2 \times 0.35\}$$

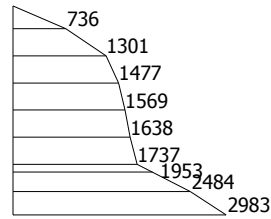
$$l_{uc} = \text{Max}\{1.20; 0.70\} = 1.20 \text{ m}$$



Şekil 6.7 : P5 perdesi deprem moment diyagramı



Şekil 6.8 : P5 perdesi deprem genişletilmiş moment diyagramı



Şekil 6.9 : P5 perdesi deprem normal kuvvet diyagramı

P₇ Perdesi

$$H_{cr} = \text{Max}\{l_{wi} ; H_{sa}/6\} = \text{Max}\{4.60 ; 29.30/6\} = \text{Max}\{4.60 ; 4.88\} = 4.88 \text{ m}$$

Donatı hesabı :

$$\frac{Z_s}{h} = \frac{(h - 2 \times d')}{h} = \frac{(0.84 - 2 \times 0.5)}{0.84} = 0.90 \text{ (Abak 10)}$$

Perde kritik bölgesinin ucunda

$$n = \frac{N}{bh f_{cd}} = \frac{1595 \times 10^3}{350 \times 4200 \times 16.7} = 0.06$$

$$m = \frac{M}{bh^2 f_{cd}} = \frac{20758 \times 10^6}{350 \times 4200^2 \times 16.7} = 0.20$$

Abaklardan $w_1=w_2=0.15$

$$A_{s1} = A_{s2} = w \times \frac{b \times h}{f_{yd}/f_{cd}} = 0.10 \times \frac{350 \times 4200}{365/16.7} = 10089 \text{ mm}^2$$

Seçilen $26\phi 24 (26 \times 452 = 11752 \text{ mm}^2)$

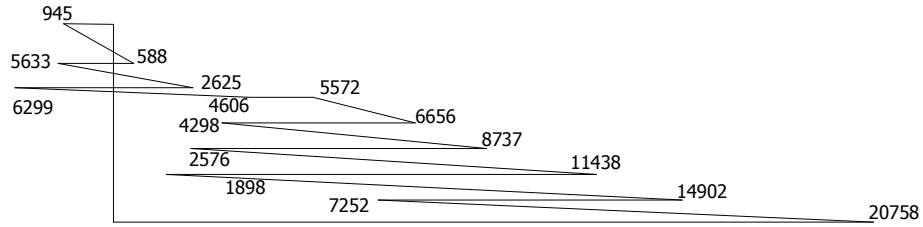
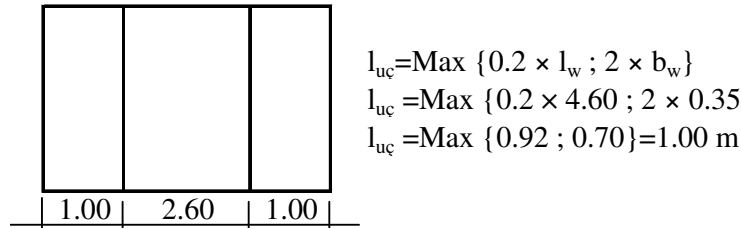
$$A_{s\text{MinUç}} = 0.001 \times b_w \times l_w = 0.001 \times 350 \times 4200 = 1470 \text{ mm}^2$$

$$A_{s\text{Gövde}} = \frac{A_{s1}}{6} = \frac{10089}{6} = 1681.5 \text{ mm}^2 > A_{s\text{MinGövde}} = 0.00125 \times 1000 \times 350$$

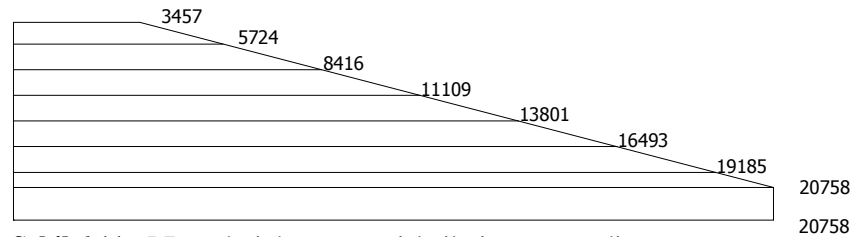
$$A_{s\text{Gövde}} = 1681.5 \text{ mm}^2 > A_{s\text{MinGövde}} = 437.5 \text{ mm}^2/\text{m}$$

Seçilen $\phi 12/200 (565 \times 2.60 = 1468.00 \text{ mm}^2)$

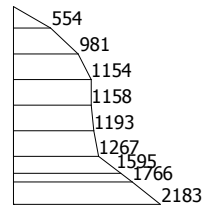
Yatay doğrultuda (enine + boyuna) $\phi 12/200$ konulabilir.



Şekil 6.10 : P7 perdesi deprem moment diyagramı



Şekil 6.11 : P7 perdesi deprem genişletilmiş moment diyagramı



Şekil 6.12: P7 perdesi deprem normal kuvvet diyagramı

P₆ - P₈ Perdeleri

$$H_{cr} = \text{Max}\{l_{wi}; H_{sa}/6\} = \text{Max}\{6.65; 29.30/6\} = \text{Max}\{6.65; 4.88\} = 6.65 \text{ m}$$

Donatı hesabı :

$$\frac{Z_s}{h} = \frac{(h - 2 \times d')}{h} = \frac{(1.11 - 2 \times 0.5)}{1.33} = 0.90 \text{ (Abak 10)}$$

Perde kritik bölgesinin ucunda

$$n = \frac{N}{bhf_{cd}} = \frac{2865 \times 10^3}{350 \times 6650 \times 16.7} = 0.07$$
$$m = \frac{M}{bh^2f_{cd}} = \frac{41588 \times 10^6}{350 \times 6650^2 \times 16.7} = 0.16$$

Abaklardan $w_1 = w_2 = 0.10$

$$A_{s1} = A_{s2} = w \times \frac{b \times h}{f_{yd}/f_{cd}} = 0.10 \times \frac{350 \times 6650}{365/16.7} = 10649 \text{ mm}^2$$

Seçilen $26\phi 24 (26 \times 452 = 11752 \text{ mm}^2)$

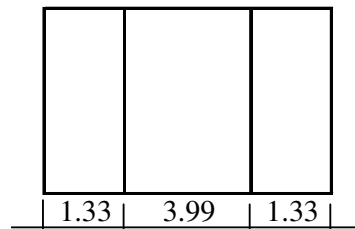
$$A_{s\text{MinUç}} = 0.001 \times b_w \times l_w = 0.001 \times 350 \times 6650 = 2327.5 \text{ mm}^2$$

$$A_{s\text{Gövde}} = \frac{A_{s1}}{6} = \frac{10641}{6} = 1773.5 \text{ mm}^2 > A_{s\text{MinGövde}} = 0.00125 \times 1000 \times 350$$

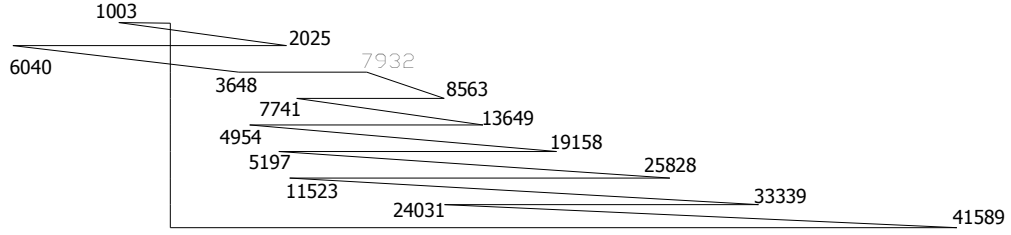
$$A_{s\text{Gövde}} = 1773.5 \text{ mm}^2 > A_{s\text{MinGövde}} = 437.5 \text{ mm}^2/\text{m}$$

Seçilen $\phi 10/200 (393.4 \times 3.94 = 1570 \text{ mm}^2)$

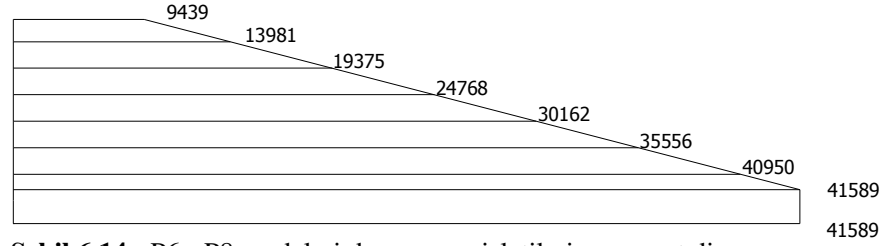
Yatay doğrultuda (enine + boyuna) $\phi 10/200$ konulabilir.



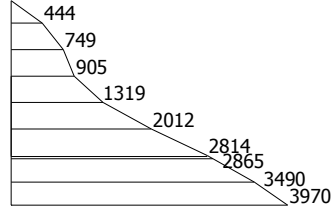
$$l_{uc} = \text{Max}\{0.2 \times l_w; b_w\}$$
$$l_{uc} = \text{Max}\{0.2 \times 6.65; 0.35\}$$
$$l_{uc} = \text{Max}\{1.33; 0.35\} = 1.33 \text{ m}$$



Şekil 6.13 : P6 - P8 perdeleri deprem moment diyagramı



Şekil 6.14 : P6 - P8 perdeleri deprem genişletilmiş moment diyagramı



Şekil 6.15 : P6 - P8 perdeleri deprem normal kuvvet diyagramı

6.2 Radye Temel Hesabı

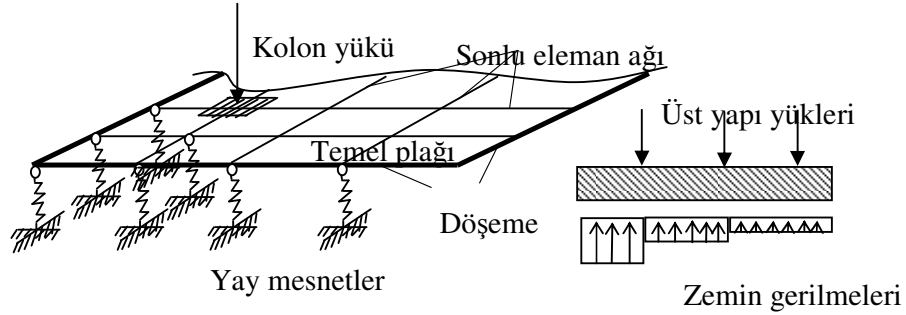
6.2.1 Temel Boyutlarının Belirlenmesi

Bina temelleri, deprem sırasında oluşacak gerilme artışlarından ve oturmadan dolayı üst yapıda hasara neden olmayacak biçimde, zeminin özellikleri göz önüne alınarak düzenlenmelidir.

Kirişsiz Radye Temel

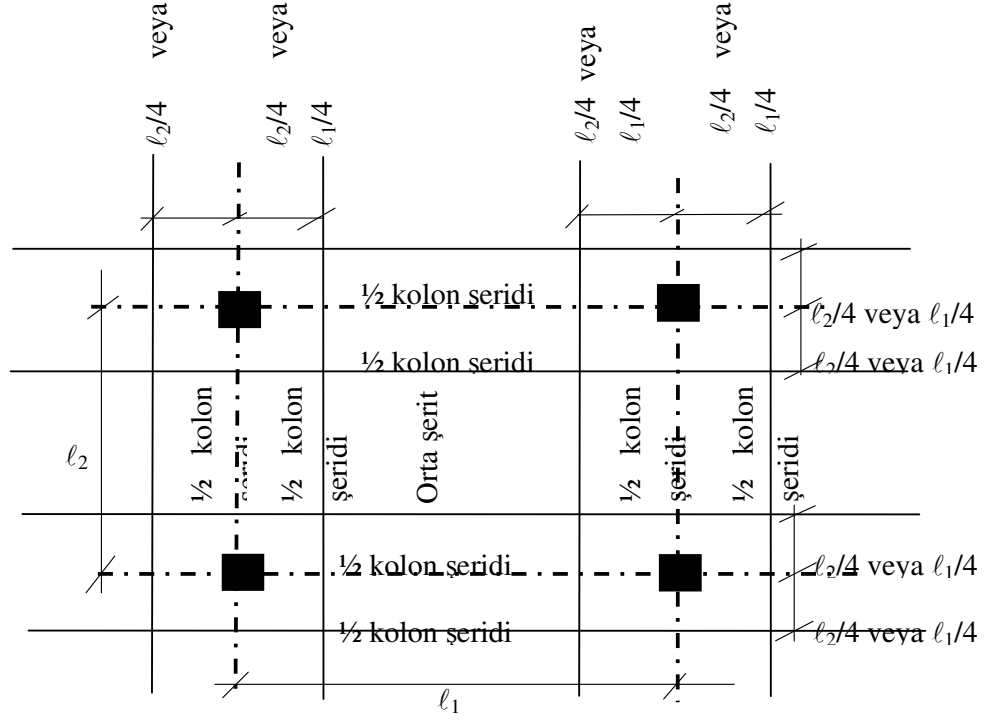
Yapı ağırlığı büyük ya da zeminin taşıma gücü düşükse bütün yapının altına tek bir plak temel yapılması uygun olur. Böylece plak temel bodrum katın taban döşemesini de oluşturur. Bodrum katın yer altı suyunun karşı yalıtımının gerektiği durumlarda da

plak temel bu nedenle tercih edilebilir. Genelde temel altındaki zemin gerilmelerini küçültebilmek için temel, planda yapı oturma alanının bir miktar dışına taşırılır. Ayrıca imalat sırasında kolon ve perdeler doğrudan kirişler olmaksızın plağa oturtulur. Bu yüzden zımbalama güvenliğinin sağlanması gereklidir. Sistemin statik açıdan hesabı için, zeminin elastikliği dikkate alınarak birbirine sonsuz yakın yay mesnetlere mesnetlenmiş plak çözümü önerilebilir.



Şekil 6.16 : Radye temel gösterimi

Temel plağı her iki doğrultuda kolon ve orta şeritlere ayrılır. En elverişsiz durum için yatay ve düşey yükler altında gerçekleştirilen çözüm sonrası genişlikleri bilinen bu şeritlere gelen eğilme momentleri bilinmektedir. Bu kuvvetler altında sistemin betonarme kesit hesabı yapılırken, temel sistemi, plağa etkimesi muhtemel yükler dikkate alındığında (zemin gerilmeleri, ağırlık yükleri, kolon ve perde yükleri gibi) ters dönmüş kirişsiz döşeme olarak düşünülebilir ve hesaplar bu düşünce tarzına göre yapılabilir. Ancak mesnet kesiti olan kolonların civarında zımbalama etkisi için ilave tedbirler alınmalıdır. Plak çözümü yapılacağından hesaplanan eğilme momentleri 1 m genişliğe gelen momentlerdir, mesnet ve açıklık kesitlerindeki bu momentler dikkate alınarak 1 m genişliğinde, temel plağı yüksekliğinde bir dikdörtgen kesitin betonarme kesit hesabı yapılır.



Şekil 6.17 : Radye temel kolon ve orta şerit dağılımı

Temel Yüksekliği Hesabı

$$N_{PdP1}=1990 \text{ kN}=N_{PdP3}$$

$$N_{PdS3}=2056 \text{ kN}$$

$$N_{PdS4}=2280 \text{ kN}$$

$$N_{PdS5}=2172 \text{ kN}$$

$$N_{PdP2}=3277 \text{ kN}=N_{PdP4}$$

$$N_{PdP5}=3419 \text{ kN}$$

$$N_{PdP6}=3123 \text{ kN}=N_{PdP8}$$

$$N_{PdS9}=2540 \text{ kN}$$

$$N_{PdS10}=3860 \text{ kN}$$

$$N_{PdS11}=3310 \text{ kN}$$

$$N_{PdP7}=2832 \text{ kN}$$

Kolon Etki Alanı

$$S_3 \text{ için } \left(1 + \frac{6.00}{2}\right) \times \left(1 + \frac{1.40}{2}\right) = 6.8 \text{ m}^2 \quad q_3 = \frac{2056}{6.8} = 302.35 \text{ kN/m}^2$$

$$S_4 \text{ için } \left(\frac{6}{2}\right) \times \left(\frac{1.40}{2} + \frac{4.60}{2}\right) = 9.00 \text{ m}^2 \quad q_4 = \frac{2280}{9.00} = 253.33 \text{ kN/m}^2$$

$$S_5 \text{ için } (6.00) \times \left(\frac{4.60}{2} + 1\right) = 19.80 \text{ m}^2 \quad q_5 = \frac{2172}{19.80} = 109.70 \text{ kN/m}^2$$

$$S_9 \text{ için } \left(\frac{6.00}{2} + \frac{3.20}{2}\right) \times \left(\frac{3.65}{2} + \left(\frac{6.00}{2}\right)\right) = 22.19 \text{ m}^2 \quad q_9 = \frac{2540}{22.19} = 114.44 \text{ kN/m}^2$$

$$S_{10} \text{ için } (6.00) \times \left(\frac{4.20}{2} + \frac{4.60}{2}\right) = 23.40 \text{ m}^2 \quad q_{10} = \frac{3820}{23.40} = 162.82 \text{ kN/m}^2$$

$$S_{11} \text{ için } (6.00) \times \left(\frac{4.20}{2} + \frac{4.60}{2}\right) = 23.40 \text{ m}^2 \quad q_{10} = \frac{3820}{23.40} = 162.82 \text{ kN/m}^2$$

$$P_1 \text{ için } (3.65) \times \left(\frac{6.00}{2} + 1\right) = 14.60 \text{ m}^2 \quad q_{P1} = \frac{1950}{14.60} = 136.30 \text{ kN/m}^2$$

$$P_2 \text{ için } (6.00) \times \left(\frac{4.60}{2} + 1\right) = 19.80 \text{ m}^2 \quad q_{P2} = \frac{3277}{19.80} = 165.50 \text{ kN/m}^2$$

$$P_5 \text{ için } (6.00) \times \left(\frac{3.65}{2} + 1\right) = 16.95 \text{ m}^2 \quad q_{P5} = \frac{3419}{16.95} = 201.70 \text{ kN/m}^2$$

$$P_6 \text{ için } (6.65) \times \left(\frac{3.65}{2} + 1\right) = 18.79 \text{ m}^2 \quad q_{P5} = \frac{3123}{18.79} = 166.24 \text{ kN/m}^2$$

$$P_7 \text{ için } (4.60) \times \left(\frac{6.00}{2} + 1\right) = 18.40 \text{ m}^2 \quad q_{P7} = \frac{2382}{18.40} = 129.46 \text{ kN/m}^2$$

P₅ için

$$V_{Pd} = 3419 - (0.35+d) \times (6.00+d) \times (201.70) \quad f_{ctd} = (0.35 \times \sqrt{25}) / 1.5 = 1.17$$

$$V_{Pr} = \gamma \times f_{ctd} \times U_{Pd} \quad (6.1)$$

$$V_{Pr} = 9.2 \times (0.35+d+6.00+d) \times d \times 1170$$

d (m)	0.40
V _{Pd} (kN)	2450.84
V _{Pr} (kN)	4015.44

V_{Pr} > V_{Pd}

S₃ Kolonu

$$V_{Pd} = 2056 - (0.6+d)^2 \times 302.35$$

$$V_{Pr} = 1.40 \times (0.6+d) \times d \times 1170$$

Tablo 6.1 : Zımbalama güvenliğinin sağlanması

d (m)	0.40	0.50	0.60	0.70	0.75
V _{Pd} (kN)	1753.65	1650.90	1620.62	1545.03	1504.97
V _{Pr} (kN)	655.20	500.90	1179.36	1490.58	1658.48

d=h=1.00 m seçildi.

6.2.2 Temel Plağı Yay Katsayıları Hesabı

Sistemin statik açıdan hesabı için zeminin elastikliği dikkate alınarak birbirine sonsuz yakın yay mesnetlerle mesnetlenmiş sürekli plak çözümü önerilir. Projemizde kolon ve akslara birer düğüm noktası gelecek ve araları 1 ' er m yi aşmayacak şekilde ızgara sistemi kurulup her düğüm noktasına kendi değerleri karşı gelerek yay katsayıları atanmıştır.

7. No.lu Dügüm Noktasında

Etki Alanı	$A_i = 0.50 \times 1.00$	$= 0.50 \text{ m}^2$
Yay Katsayısı	$k_i = 0.5 \times 20000$	$= 10000 \text{ kN/m}$

14. No.lu Dügüm Noktasında

Etki Alanı	$A_i = (0.50) \times (0.50 + (0.70/2))$	$= 0.60 \text{ m}^2$
Yay Katsayısı	$k_i = 0.6 \times 20000$	$= 12000 \text{ kN/m}$

15. No.lu Dügüm Noktasında

Etki Alanı	$A_i = (1.00 + 0.7/2) \times (0.50 + (0.9125/2))$	$= 1.2909 \text{ m}^2$
Yay Katsayısı	$k_i = 1.2909 \times 20000$	$= 25818 \text{ kN/m}$

16. No.lu Dügüm Noktasında

Etki Alanı	$A_i = 0.9125 \times (1.00 + 0.7/2)$	$= 1.2319 \text{ m}^2$
Yay Katsayısı	$k_i = 1.2319 \times 20000$	$= 24638 \text{ kN/m}$

20. No.lu Dügüm Noktasında

Etki Alanı	$A_i = 1.00 \times (1.00 + 0.7/2)$	$= 1.35 \text{ m}^2$
Yay Katsayısı	$k_i = 1.35 \times 20000$	$= 27000 \text{ kN/m}$

39. No.lu Dügüm Noktasında

Etki Alanı	$A_i = (0.5 \times 0.7) + (0.5 \times 1)$	$= 0.85 \text{ m}^2$
Yay Katsayısı	$k_i = 0.85 \times 20000$	$= 17000 \text{ kN/m}$

58. No.lu Dügüm Noktasında

Etki Alanı	$A_i = (1.00/2 + 0.767/2) \times 0.50$	$= 0.44175 \text{ m}^2$
Yay Katsayısı	$k_i = 0.44175 \times 20000$	$= 8835 \text{ kN/m}$

59. No.lu Dügüm Noktasında

Etki Alanı	$A_i = (1.00/2 + 0.767/2) \times (0.50 + (0.9125/2))$	$= 0.8448 \text{ m}^2$
Yay Katsayısı	$k_i = 0.8448 \times 20000$	$= 16896 \text{ kN/m}$

60. No.lu Dügüm Noktasında

Etki Alanı	$A_i = (1.00/2 + 0.767/2) \times 0.9125$	$= 0.8062 \text{ m}^2$
Yay Katsayısı	$k_i = 0.8062 \times 20000$	$= 16124 \text{ kN/m}$

64. No.lu Düğüm Noktasında

Etki Alanı	$A_i = (1.00/2 + 0.767/2) \times 1.00$	$= 0.8835 \text{ m}^2$
Yay Katsayısı	$k_i = 0.8835 \times 20000$	$= 17670 \text{ kN/m}$

89. No.lu Düğüm Noktasında

Etki Alanı	$A_i = 0.50 \times (2 \times 0.767/2)$	$= 0.3835 \text{ m}^2$
Yay Katsayısı	$k_i = 0.3835 \times 20000$	$= 7670 \text{ kN/m}$

90. No.lu Düğüm Noktasında

Etki Alanı	$A_i = (0.50 + 0.9125/2) \times (2 \times 0.767/2)$	$= 0.7334 \text{ m}^2$
Yay Katsayısı	$k_i = 0.7334 \times 20000$	$= 14668 \text{ kN/m}$

91. No.lu Düğüm Noktasında

Etki Alanı	$A_i = (2 \times 0.9125/2) \times (2 \times 0.767/2)$	$= 0.6999 \text{ m}^2$
Yay Katsayısı	$k_i = 0.6999 \times 20000$	$= 13998 \text{ kN/m}$

95. No.lu Düğüm Noktasında

Etki Alanı	$A_i = 1.00 \times (2 \times 0.767/2)$	$= 0.767 \text{ m}^2$
Yay Katsayısı	$k_i = 0.767 \times 20000$	$= 15340 \text{ kN/m}$

244. No.lu Düğüm Noktasında

Etki Alanı	$A_i = (0.767/2 + 1.07/2) \times 0.5$	$= 0.45925 \text{ m}^2$
Yay Katsayısı	$k_i = 0.45925 \times 20000$	$= 9185 \text{ kN/m}$

245. No.lu Düğüm Noktasında

Etki Alanı	$A_i = (0.50 + 0.9125/2) \times (0.767/2 + 1.07/2) = 0.8783 \text{ m}^2$	
Yay Katsayısı	$k_i = 0.8783 \times 20000$	$= 17566 \text{ kN/m}$

246. No.lu Düğüm Noktasında

Etki Alanı	$A_i = (2 \times 0.9125/2) \times (0.767/2 + 1.07/2) = 0.8381 \text{ m}^2$	
Yay Katsayısı	$k_i = 0.8381 \times 20000$	$= 16762 \text{ kN/m}$

250. No.lu Düğüm Noktasında

Etki Alanı	$A_i = 1.00 \times (0.767/2 + 1.07/2)$	$= 0.9185 \text{ m}^2$
Yay Katsayısı	$k_i = 0.9185 \times 20000$	$= 18370 \text{ kN/m}$

275. No.lu Düğüm Noktasında

Etki Alanı	$A_i = 1.07 \times 0.5$	$= 0.535 \text{ m}^2$
Yay Katsayısı	$k_i = 0.535 \times 20000$	$= 10700 \text{ kN/m}$

276. No.lu Düğüm Noktasında

Etki Alanı	$A_i = (0.50 + 0.9125/2) \times 1.07$	$= 1.0232 \text{ m}^2$
Yay Katsayısı	$k_i = 1.0232 \times 20000$	$= 20464 \text{ kN/m}$

277. No.lu Düğüm Noktasında

Etki Alanı	$A_i = (2 \times 0.9125/2) \times 1.07$	$= 0.9764 \text{ m}^2$
Yay Katsayısı	$k_i = 0.9264 \times 20000$	$= 19528 \text{ kN/m}$

281. No.lu Düğüm Noktasında

Etki Alanı	$A_i = 1 \times 1.07$	$= 1.07 \text{ m}^2$
Yay Katsayısı	$k_i = 1.07 \times 20000$	$= 21400 \text{ kN/m}$

337. No.lu Düğüm Noktasında

Etki Alanı	$A_i = (0.844/2 + 1.07/2) \times 0.5$	$= 0.4785 \text{ m}^2$
Yay Katsayısı	$k_i = 0.4785 \times 20000$	$= 9570 \text{ kN/m}$

338. No.lu Düğüm Noktasında

Etki Alanı	$A_i = (0.50 + 0.9125/2) \times (0.844/2 + 1.07/2) = 0.9151 \text{ m}^2$	
Yay Katsayısı	$k_i = 0.9151 \times 20000$	$= 18302 \text{ kN/m}$

339. No.lu Düğüm Noktasında

Etki Alanı	$A_i = (2 \times 0.9125/2) \times (0.844/2 + 1.07/2) = 0.8733 \text{ m}^2$	
Yay Katsayısı	$k_i = 0.8733 \times 20000$	$= 17466 \text{ kN/m}$

343. No.lu Düğüm Noktasında

Etki Alanı	$A_i = 1.00 \times (0.844/2 + 1.07/2)$	$= 0.957 \text{ m}^2$
Yay Katsayısı	$k_i = 0.957 \times 20000$	$= 19140 \text{ kN/m}$

368. No.lu Düğüm Noktasında

Etki Alanı	$A_i = 0.844 \times 0.5$	$= 0.422 \text{ m}^2$
Yay Katsayısı	$k_i = 0.422 \times 20000$	$= 8440 \text{ kN/m}$

369. No.lu Düğüm Noktasında

Etki Alanı $A_i = (0.50 + 0.9125/2) \times 0.844 = 0.8071 \text{ m}^2$

Yay Katsayısı $k_i = 0.8071 \times 20000 = 16142 \text{ kN/m}$

370. No.lu Düğüm Noktasında

Etki Alanı $A_i = (2 \times 0.9125/2) \times (2 \times 0.844/2) = 0.7702 \text{ m}^2$

Yay Katsayısı $k_i = 0.7702 \times 20000 = 15404 \text{ kN/m}$

374. No.lu Düğüm Noktasında

Etki Alanı $A_i = 1.00 \times (2 \times 0.844/2) = 0.844 \text{ m}^2$

Yay Katsayısı $k_i = 0.844 \times 20000 = 16880 \text{ kN/m}$

585. No.lu Düğüm Noktasında

Etki Alanı $A_i = 0.5 \times (0.5 + 0.844/2) = 0.461 \text{ m}^2$

Yay Katsayısı $k_i = 0.461 \times 20000 = 9220 \text{ kN/m}$

586. No.lu Düğüm Noktasında

Etki Alanı $A_i = (0.5 + 0.9125/2) \times (0.5 + 0.844/2) = 0.8817 \text{ m}^2$

Yay Katsayısı $k_i = 0.8817 \times 20000 = 17634 \text{ kN/m}$

587. No.lu Düğüm Noktasında

Etki Alanı $A_i = 0.9125 \times (0.5 + 0.844/2) = 0.8413 \text{ m}^2$

Yay Katsayısı $k_i = 0.8413 \times 20000 = 16826 \text{ kN/m}$

591. No.lu Dügüm Noktasında

Etki Alanı $A_i = 1.00 \times (0.5 + 0.844/2) = 0.922 \text{ m}^2$

Yay Katsayısı $k_i = 0.922 \times 20000 = 18440 \text{ kN/m}$

z ₀ =0 Kotu Radye Plağı Yay Katsayıları	
Dügüm No.	Yay Katsayısı (kN/m)
1, 57, 616, 646	5000
2, 6, 617, 621	9562.5
3, 4, 5, 618, 619, 620	9125
7, 8, ..., 12, 40, 41, ..., 56, 622, 623, ..., 646	10000
14, 26, 27	12000
15, 19, 28, 32	25818
16, 17, 18, 29, 30, 31	24638
20, 21, ..., 25, 33, 34, ..., 38	27000
39	17000
58, 88	8835
59, 63	16896
60, 61, 62	16124
64, 65, ..., 87	17670
89, 119, 120, 150, 151, 181, 182, 212, 213, 243	7670
90, 94, 121, 125, 152, 156, 183, 187, 214, 218	14668
91, 92, 93, 122, 123, 124, 153, 154, 155, 184, 185, 186, 215, 216, 217	13998
95, 96, ..., 118, 126, 127, ..., 149, 157, 158, ..., 180, 188, 189, ..., 211, 219, 220, ..., 242	15340
244, 274	9185
245, 249	17566
246, 247, 248	16762
250, 251, ..., 273	18370
275, 305, 306, 336	10700
276, 280, 307, 311	20464
277, 278, 279, 308, 309, 310	19528
281, 282, ..., 304, 312, 313, ..., 335	21400
337, 367	9570
338, 342	18302
339, 340, 341	17466
343, 344, ..., 366	19140
368, 398, 399, 429, 430, 460, 461, 491, 492, 522, 523, 553, 554, 584	8440
369, 373, 400, 404, 431, 435, 462, 466, 493, 497, 524, 528, 555, 559	16142
464, 465, 494, 495, 496, 525, 526, 527, 556, 557, 558	15404
374, 375, ..., 397, 405, 406, ..., 428, 436, 437, ..., 459, 467, 468, ..., 490, 498, 499, ..., 521, 529, 530, ..., 552, 560, 561, ..., 583	16880
585, 615	14220
586, 590	17634
587, 588, 589	16826
591, 592, ..., 614	18440

Çizelge 6.2 : Kirişsiz radye temel plağı yay katsayıları

6.3 Radye Temel Betonarme Hesabı

S_{420} için $\rho_{uzun}=0.0015$ $\rho_{minkısa}=0.0020$ $s \leq 1.5$ $h_f = 1.5 \times 1 = 1.5$ m

Uzun doğrultuda $s \leq 25$ cm, $d' = 5$ cm, $d = 1000 - 50 = 950$ mm

Hesaplar 1.00 mt şerit genişliği için yapılmıştır.

6.3.1 Y-Y yönü

1. Kolon Şerit :

İç Açıklık

$$M_y = -280 \text{ kNm/m}$$

$$k_m = \frac{M_d}{b_w d^2} = \frac{280 \times 10^6}{1000 \times 950^2} = 0.3 \Rightarrow k_z = 0.990$$

$$A_{sGerekli} = \frac{M_d}{k_z \times d \times f_{sd}} A_{sGerekli} = \frac{280 \times 10^6}{0.990 \times 1000 \times 365} = 775 \text{ mm}^2/\text{m}$$

$$A_{sGerekli} < A_{sMin} = \rho_{Min} \times b \times d = 0.0020 \times 1000 \times 950 = 1900 \text{ mm}^2/\text{mm}$$

$$A_s = A_{sMin} = 1900 \text{ mm}^2/\text{mm} \text{ seçilen } \phi 18/13 (1958 \text{ mm}^2/\text{mm})$$

$$\phi 18/26 d + \phi 18/26 p$$

Dış Açıklık

$$M_y = -430 \text{ kNm/m}$$

$$k_m = \frac{M_d}{b_w d^2} = \frac{430 \times 10^6}{1000 \times 950^2} = 0.48 \Rightarrow k_z = 0.982$$

$$A_{sGerekli} = \frac{M_d}{k_z \times d \times f_{sd}} A_{sGerekli} = \frac{430 \times 10^6}{0.991 \times 1000 \times 365} = 1199 \text{ mm}^2/\text{m}$$

$$A_{sGerekli} < A_{sMin} = \rho_{Min} \times b \times d = 0.0020 \times 1000 \times 950 = 1900 \text{ mm}^2/\text{mm}$$

$$A_s = A_{sMin} = 1900 \text{ mm}^2/\text{mm} \text{ seçilen } \phi 18/13 (1958 \text{ mm}^2/\text{mm})$$

$$\phi 18/26 d + \phi 18/26 p$$

İç Mesnet

$$M_y = 550 \text{ kNm/m}$$

$$k_m = \frac{M_d}{b_w d^2} = \frac{550 \times 10^6}{1000 \times 950^2} = 0.61 \Rightarrow k_z = 0.978$$

$$A_{sGerekli} = \frac{M_d}{k_z \times d \times f_{sd}} A_{sGerekli} = \frac{550 \times 10^6}{0.978 \times 1000 \times 365} = 1540 \text{ mm}^2/\text{m}$$

$$A_{sGerekli} < A_{sMevcut} = \phi 18/26d + \phi 18/26p = 1958 \text{ mm}^2/\text{m} \text{ Ek demire gerek yoktur.}$$

Orta Mesnet

$$M_y = 150 \text{ kNm/m}$$

$$k_m = \frac{M_d}{b_w d^2} = \frac{150 \times 10^6}{1000 \times 950^2} = 0.17 \Rightarrow k_z = 0.994$$

$$A_{sGerekli} = \frac{M_d}{k_z \times d \times f_{sd}} A_{sGerekli} = \frac{150 \times 10^6}{0.994 \times 1000 \times 365} = 413 \text{ mm}^2/\text{m}$$

$$A_{sGerekli} < A_{sMevcut} = \phi 18/26d + \phi 18/24p = 2035.5 \text{ mm}^2/\text{m} \text{ Ek demire gerek yoktur.}$$

Dış Mesnet

$$M_y = 334 \text{ kNm/m}$$

$$k_m = \frac{M_d}{b_w d^2} = \frac{334 \times 10^6}{1000 \times 950^2} = 0.37 \Rightarrow k_z = 0.984$$

$$A_{sGerekli} = \frac{M_d}{k_z \times d \times f_{sd}} A_{sGerekli} = \frac{334 \times 10^6}{0.984 \times 950 \times 365} = 979 \text{ mm}^2/\text{m}$$

$$A_{sGerekli} < A_{sMevcut} = \phi 18/24 = 1060.5 \text{ mm}^2/\text{m} \text{ Ek Demire gerek yoktur.}$$

1. Orta Şerit :

İç Açıklık

$$M_y = -216 \text{ kNm/m}$$

$$k_m = \frac{M_d}{b_w d^2} = \frac{216 \times 10^6}{1000 \times 950^2} = 0.24 \Rightarrow k_z = 0.991$$

$$A_{sGerekli} = \frac{M_d}{k_z \times d \times f_{sd}} A_{sGerekli} = \frac{216 \times 10^6}{0.991 \times 950 \times 365} = 629 \text{ mm}^2/\text{m}$$

$$A_{sGerekli} < A_{sMin} = \rho_{Min} \times b \times d = 0.0020 \times 1000 \times 950 = 1900 \text{ mm}^2/\text{mm}$$

$$A_s = A_{sMin} = 1900 \text{ mm}^2/\text{mm} \text{ seçilen } \phi 18/13 (1958 \text{ mm}^2/\text{mm})$$

$$\phi 18/26 d + \phi 18/26 p$$

Dış Açıklık

$$M_y = -410 \text{ kNm/m}$$

$$k_m = \frac{M_d}{b_w d^2} = \frac{380 \times 10^6}{1000 \times 950^2} = 0.42 \Rightarrow k_z = 0.985$$

$$A_{sGerekli} = \frac{M_d}{k_z \times d \times f_{sd}} A_{sGerekli} = \frac{380 \times 10^6}{0.985 \times 950 \times 365} = 1113 \text{ mm}^2/\text{m}$$

$$A_{sGerekli} < A_{sMin} = \rho_{Min} \times b \times d = 0.0020 \times 1000 \times 950 = 1900 \text{ mm}^2/\text{mm}$$

$$A_s = 1900 \text{ mm}^2/\text{mm} \text{ seçilen } \phi 18/13 (1958 \text{ mm}^2/\text{mm})$$

$$\phi 18/26 d + \phi 18/26 p$$

İç Mesnet

$$M_y = 750 \text{ kNm/m}$$

$$k_m = \frac{M_d}{b_w d^2} = \frac{750 \times 10^6}{1000 \times 950^2} = 0.83 \Rightarrow k_z = 0.969$$

$$A_{sGerekli} = \frac{M_d}{k_z \times d \times f_{sd}} A_{sGerekli} = \frac{750 \times 10^6}{0.969 \times 950 \times 365} = 2230 \text{ mm}^2/\text{m}$$

$$A_{sMevcut} = \phi 18/26 d + \phi 18/26 p = 1958 \text{ mm}^2/\text{mm}$$

$$A_{sEk} = 2230 - 1958 = 272 \text{ mm}^2/\text{mm}$$

$$\text{Seçilen Min. Ek } \phi 8/18.5 (272 \text{ mm}^2/\text{mm})$$

Orta Mesnet

$$M_y = 220 \text{ kNm/m}$$

$$k_m = \frac{M_d}{b_w d^2} = \frac{220 \times 10^6}{1000 \times 950^2} = 0.24 \Rightarrow k_z = 0.990$$

$$A_{sGerekli} = \frac{M_d}{k_z \times d \times f_{sd}} A_{sGerekli} = \frac{220 \times 10^6}{0.990 \times 950 \times 365} = 641 \text{ mm}^2/\text{m}$$

$$A_{sGerekli} < A_{sMevcut} = \phi 18/26d + \phi 18/26p = 1958 \text{ mm}^2/\text{mm} \text{ Ek demire gerek yoktur.}$$

Dış Mesnet

$$M_y = -71 \text{ kNm/m}$$

$$k_m = \frac{M_d}{b_w d^2} = \frac{71 \times 10^6}{1000 \times 950^2} = 0.08 \Rightarrow k_z = 1$$

$$A_{sGerekli} = \frac{M_d}{k_z \times d \times f_{sd}} A_{sGerekli} = \frac{71 \times 10^6}{1 \times 950 \times 365} = 205 \text{ mm}^2/\text{m}$$

$$A_{sGerekli} < A_{sMevcut} = \phi 18/26 = 950 \text{ mm}^2/\text{mm} \text{ Ek Demire gerek yoktur.}$$

2. Kolon Şerit :

İç Açıklık

$$M_y = -226 \text{ kNm/m}$$

$$k_m = \frac{M_d}{b_w d^2} = \frac{226 \times 10^6}{1000 \times 950^2} = 0.25 \Rightarrow k_z = 0.991$$

$$A_{sGerekli} = \frac{M_d}{k_z \times d \times f_{sd}} A_{sGerekli} = \frac{226 \times 10^6}{0.991 \times 950 \times 365} = 657 \text{ mm}^2/\text{m}$$

$$A_{sGerekli} < A_{sMin} = \rho_{Min} \times b \times d = 0.0020 \times 1000 \times 950 = 1900 \text{ mm}^2/\text{mm}$$

$$A_s = A_{sMin} = 1900 \text{ mm}^2/\text{mm} \text{ seçilen } \phi 18/13 \text{ (1958 mm}^2/\text{mm)}$$

$$\phi 18/26 d + \phi 18/26 p$$

Dış Açıklık

$$M_y = -578 \text{ kNm/m}$$

$$k_m = \frac{M_d}{b_w d^2} = \frac{578 \times 10^6}{1000 \times 950^2} = 0.64 \Rightarrow k_z = 0.976$$

$$A_{sGerekli} = \frac{M_d}{k_z \times d \times f_{sd}} A_{sGerekli} = \frac{578 \times 10^6}{0.976 \times 950 \times 365} = 1708 \text{ mm}^2/\text{m}$$

$$A_{sGerekli} < A_{sMin} = \rho_{Min} \times b \times d = 0.0020 \times 1000 \times 950 = 1900 \text{ mm}^2/\text{mm}$$

$$A_s = 1900 \text{ mm}^2/\text{mm} \text{ seçilen } \phi 18/13 (1958 \text{ mm}^2/\text{mm})$$

$$\phi 18/26 d + \phi 18/26 p$$

İç Mesnet

$$M_y = 553 \text{ kNm/m}$$

$$k_m = \frac{M_d}{b_w d^2} = \frac{553 \times 10^6}{1000 \times 950^2} = 0.61 \Rightarrow k_z = 0.977$$

$$A_{sGerekli} = \frac{M_d}{k_z \times d \times f_{sd}} A_{sGerekli} = \frac{553 \times 10^6}{0.977 \times 950 \times 365} = 1632 \text{ mm}^2/\text{m}$$

$$A_{sMevcut} = \phi 18/26 d + \phi 18/26 p = 1958 \text{ mm}^2/\text{mm}$$

$$A_{sGerekli} < A_{sMevcut} = \phi 18/26 d + \phi 18/26 p = 1958 \text{ mm}^2/\text{mm} \text{ Ek demire gerek yoktur.}$$

Orta Mesnet

$$M_y = 112 \text{ kNm/m}$$

$$k_m = \frac{M_d}{b_w d^2} = \frac{112 \times 10^6}{1000 \times 950^2} = 0.12 \Rightarrow k_z = 0.996$$

$$A_{sGerekli} = \frac{M_d}{k_z \times d \times f_{sd}} A_{sGerekli} = \frac{112 \times 10^6}{0.996 \times 950 \times 365} = 324 \text{ mm}^2/\text{m}$$

$$A_{sGerekli} < A_{sMevcut} = \phi 18/26 d + \phi 18/26 p = 1958 \text{ mm}^2/\text{mm} \text{ Ek demire gerek yoktur.}$$

Dış Mesnet

$$M_y = 100 \text{ kNm/m}$$

$$k_m = \frac{M_d}{b_w d^2} = \frac{100 \times 10^6}{1000 \times 950^2} = 0.11 \Rightarrow k_z = 0.997$$

$$A_{sGerekli} = \frac{M_d}{k_z \times d \times f_{sd}} A_{sGerekli} = \frac{100 \times 10^6}{0.997 \times 950 \times 365} = 289 \text{ mm}^2/\text{m}$$

$$A_{sGerekli} < A_{sMevcut} = \phi 18/26 = 979 \text{ mm}^2/\text{mm} \text{ Ek Demire gerek yoktur.}$$

2. Orta Şerit :

İç Açıklık

$$M_y = -102 \text{ kNm/m}$$

$$k_m = \frac{M_d}{b_w d^2} = \frac{102 \times 10^6}{1000 \times 950^2} = 0.11 \Rightarrow k_z = 0.996$$

$$A_{s\text{Gerekli}} = \frac{M_d}{k_z \times d \times f_{sd}} A_{s\text{Gerekli}} = \frac{102 \times 10^6}{0.996 \times 950 \times 365} = 295 \text{ mm}^2/\text{m}$$

$$A_{s\text{Gerekli}} < A_{s\text{Min}} = \rho_{\text{Min}} \times b \times d = 0.0020 \times 1000 \times 950 = 1900 \text{ mm}^2/\text{mm}$$

$$A_s = A_{s\text{Min}} = 1900 \text{ mm}^2/\text{mm} \text{ seçilen } \phi 18/13 (1958 \text{ mm}^2/\text{mm})$$

$$\phi 18/26 d + \phi 18/26 p$$

Dış Açıklık

$$M_y = -423 \text{ kNm/m}$$

$$k_m = \frac{M_d}{b_w d^2} = \frac{423 \times 10^6}{1000 \times 950^2} = 0.47 \Rightarrow k_z = 0.981$$

$$A_{s\text{Gerekli}} = \frac{M_d}{k_z \times d \times f_{sd}} A_{s\text{Gerekli}} = \frac{423 \times 10^6}{0.981 \times 950 \times 365} = 1244 \text{ mm}^2/\text{m}$$

$$A_{s\text{Gerekli}} < A_{s\text{Min}} = \rho_{\text{Min}} \times b \times d = 0.0020 \times 1000 \times 950 = 1900 \text{ mm}^2/\text{mm}$$

$$A_s = 1900 \text{ mm}^2/\text{mm} \text{ seçilen } \phi 18/13 (1958 \text{ mm}^2/\text{mm})$$

$$\phi 18/26 d + \phi 18/26 p$$

İç Mesnet

$$M_y = 360 \text{ kNm/m}$$

$$k_m = \frac{M_d}{b_w d^2} = \frac{360 \times 10^6}{1000 \times 950^2} = 0.40 \Rightarrow k_z = 0.985$$

$$A_{s\text{Gerekli}} = \frac{M_d}{k_z \times d \times f_{sd}} A_{s\text{Gerekli}} = \frac{360 \times 10^6}{0.985 \times 950 \times 365} = 1054 \text{ mm}^2/\text{m}$$

$$A_{s\text{Gerekli}} < A_{s\text{Mevcut}} = \phi 18/26 p + \phi 18/26 p = 1958 \text{ mm}^2/\text{mm} \text{ Ek demire gerek yoktur.}$$

Orta Mesnet

$$M_y = -80 \text{ kNm/m}$$

$$k_m = \frac{M_d}{b_w d^2} = \frac{80 \times 10^6}{1000 \times 950^2} = 0.09 \Rightarrow k_z = 1$$

$$A_{s\text{Gerekli}} = \frac{M_d}{k_z \times d \times f_{sd}} A_{s\text{Gerekli}} = \frac{80 \times 10^6}{1 \times 950 \times 365} = 230 \text{ mm}^2/\text{m}$$

$$A_{s\text{Gerekli}} < A_{s\text{Mevcut}} = \phi 18/26p + \phi 18/26p = 1958 \text{ mm}^2/\text{m} \text{ Ek demire gerek yoktur.}$$

Dış Mesnet

$$M_y = -90 \text{ kNm/m}$$

$$k_m = \frac{M_d}{b_w d^2} = \frac{90 \times 10^6}{1000 \times 950^2} = 0.10 \Rightarrow k_z = 10.996$$

$$A_{s\text{Gerekli}} = \frac{M_d}{k_z \times d \times f_{sd}} A_{s\text{Gerekli}} = \frac{90 \times 10^6}{0.996 \times 950 \times 365} = 296 \text{ mm}^2/\text{m}$$

$$A_{s\text{Gerekli}} < A_{s\text{Mevcut}} = \phi 18/26p = 979 \text{ mm}^2/\text{m} \text{ Ek Demire gerek yoktur.}$$

3. Kolon Şerit :

İç Açıklık

$$M_y = -146 \text{ kNm/m}$$

$$k_m = \frac{M_d}{b_w d^2} = \frac{146 \times 10^6}{1000 \times 950^2} = 0.17 \Rightarrow k_z = 0.994$$

$$A_{s\text{Gerekli}} = \frac{M_d}{k_z \times d \times f_{sd}} A_{s\text{Gerekli}} = \frac{146 \times 10^6}{0.994 \times 950 \times 365} = 424 \text{ mm}^2/\text{m}$$

$$A_{s\text{Gerekli}} < A_{s\text{Min}} = \rho_{\text{Min}} \times b \times d = 0.0020 \times 1000 \times 950 = 1900 \text{ mm}^2/\text{m}$$

$$A_s = A_{s\text{Min}} = 1900 \text{ mm}^2/\text{m} \text{ seçilen } \phi 18/13 (1958 \text{ mm}^2/\text{m})$$

$$\phi 18/26 d + \phi 18/26 p$$

Dış Açıklık

$$M_y = -460 \text{ kNm/m}$$

$$k_m = \frac{M_d}{b_w d^2} = \frac{460 \times 10^6}{1000 \times 950^2} = 0.51 \Rightarrow k_z = 0.981$$

$$A_{sGerekli} = \frac{M_d}{k_z \times d \times f_{sd}} A_{sGerekli} = \frac{460 \times 10^6}{0.981 \times 950 \times 365} = 1352 \text{ mm}^2/\text{m}$$

$$A_{sGerekli} < A_{sMin} = \rho_{Min} \times b \times d = 0.0020 \times 1000 \times 950 = 1900 \text{ mm}^2/\text{mm}$$

$$A_s = 1900 \text{ mm}^2/\text{mm} \text{ seçilen } \phi 18/13 (1958 \text{ mm}^2/\text{mm})$$

$$\phi 18/26 d + \phi 18/26 p$$

İç Mesnet

$$M_y = 586 \text{ kNm/m}$$

$$k_m = \frac{M_d}{b_w d^2} = \frac{586 \times 10^6}{1000 \times 950^2} = 0.65 \Rightarrow k_z = 0.976$$

$$A_{sGerekli} = \frac{M_d}{k_z \times d \times f_{sd}} A_{sGerekli} = \frac{586 \times 10^6}{0.976 \times 950 \times 365} = 1732 \text{ mm}^2/\text{m}$$

$$A_{sGerekli} < A_{sMevcut} = \phi 18/26p + \phi 18/26p = 1958 \text{ mm}^2/\text{mm} \text{ Ek demire gerek yoktur.}$$

Orta Mesnet

$$M_y = 327 \text{ kNm/m}$$

$$k_m = \frac{M_d}{b_w d^2} = \frac{327 \times 10^6}{1000 \times 950^2} = 0.36 \Rightarrow k_z = 0.985$$

$$A_{sGerekli} = \frac{M_d}{k_z \times d \times f_{sd}} A_{sGerekli} = \frac{327 \times 10^6}{0.985 \times 950 \times 365} = 957 \text{ mm}^2/\text{m}$$

$$A_{sGerekli} < A_{sMevcut} = \phi 18/26p + \phi 18/26p = 1958 \text{ mm}^2/\text{mm} \text{ Ek demire gerek yoktur.}$$

Dış Mesnet

$$M_y = 248 \text{ kNm/m}$$

$$k_m = \frac{M_d}{b_w d^2} = \frac{248 \times 10^6}{1000 \times 950^2} = 0.27 \Rightarrow k_z = 0.986$$

$$A_{sGerekli} = \frac{M_d}{k_z \times d \times f_{sd}} A_{sGerekli} = \frac{248 \times 10^6}{0.986 \times 950 \times 365} = 725 \text{ mm}^2/\text{m}$$

$$A_{sGerekli} < A_{sMevcut} = \phi 18/26p = 979 \text{ mm}^2/\text{mm} \text{ Ek Demire gerek yoktur.}$$

6.3.2 X-X yönü

$$d_2 = d - 0 = 950 - 18 = 932 \text{ mm}$$

1. Kolon Şerit :

İç Açıklık

$$M_y = -243 \text{ kNm/m}$$

$$k_m = \frac{M_d}{b_w d^2} = \frac{243 \times 10^6}{1000 \times 950^2} = 0.28 \Rightarrow k_z = 0.990$$

$$A_{s\text{Gerekli}} = \frac{M_d}{k_z \times d \times f_{sd}} A_{s\text{Gerekli}} = \frac{243 \times 10^6}{0.990 \times 932 \times 365} = 672 \text{ mm}^2/\text{m}$$

$$A_{s\text{Gerekli}} < A_{s\text{Min}} = \rho_{\text{Min}} \times b \times d = 0.0015 \times 1000 \times 932 = 1398 \text{ mm}^2/\text{mm}$$

$$A_s = A_{s\text{Min}} = 1398 \text{ mm}^2/\text{mm} \text{ seçilen } \phi 16/14 \text{ (1436 mm}^2/\text{mm)}$$

$$\phi 16/28 \text{ d} + \phi 16/28 \text{ p}$$

Dış Açıklık

$$M_x = -460 \text{ kNm/m}$$

$$k_m = \frac{M_d}{b_w d^2} = \frac{460 \times 10^6}{1000 \times 932^2} = 0.53 \Rightarrow k_z = 0.978$$

$$A_{s\text{Gerekli}} = \frac{M_d}{k_z \times d \times f_{sd}} A_{s\text{Gerekli}} = \frac{460 \times 10^6}{0.978 \times 932 \times 365} = 1383 \text{ mm}^2/\text{m}$$

$$A_{s\text{Gerekli}} < A_{s\text{Min}} = \rho_{\text{Min}} \times b \times d = 0.0015 \times 932 \times 950 = 1398 \text{ mm}^2/\text{mm}$$

$$A_s = 1398 \text{ mm}^2/\text{mm} \text{ seçilen } \phi 16/14 \text{ (1436 mm}^2/\text{mm)}$$

$$\phi 16/28 \text{ d} + \phi 16/28 \text{ p}$$

İç Mesnet

$$M_x = 480 \text{ kNm/m}$$

$$k_m = \frac{M_d}{b_w d^2} = \frac{480 \times 10^6}{1000 \times 932^2} = 0.55 \Rightarrow k_z = 0.978$$

$$A_{sGerekli} = \frac{M_d}{k_z \times d \times f_{sd}} A_{sGerekli} = \frac{480 \times 10^6}{0.978 \times 932 \times 365} = 1443 \text{ mm}^2/\text{m}$$

$$A_{sMevcut} = \phi 16/28d + \phi 16/28p = 1436 \text{ mm}^2/\text{m}$$

$$A_{sEk} = 1443 - 1436 = 7 \text{ mm}^2/\text{m}$$

Seçilen Min. Ek $\phi 12/15$ (754 mm²/mm)

Orta Mesnet

$$M_x = 360 \text{ kNm/m}$$

$$k_m = \frac{M_d}{b_w d^2} = \frac{360 \times 10^6}{1000 \times 932^2} = 0.42 \Rightarrow k_z = 0.984$$

$$A_{sGerekli} = \frac{M_d}{k_z \times d \times f_{sd}} A_{sGerekli} = \frac{360 \times 10^6}{0.984 \times 932 \times 365} = 1075 \text{ mm}^2/\text{m}$$

$$A_{sGerekli} < A_{sMevcut} = \phi 16/28p + \phi 16/28p = 1436 \text{ mm}^2/\text{m} \text{ Ek demire gerek yoktur.}$$

Dış Mesnet

$$M_x = 297 \text{ kNm/m}$$

$$k_m = \frac{M_d}{b_w d^2} = \frac{297 \times 10^6}{1000 \times 932^2} = 0.34 \Rightarrow k_z = 0.988$$

$$A_{sGerekli} = \frac{M_d}{k_z \times d \times f_{sd}} A_{sGerekli} = \frac{297 \times 10^6}{0.988 \times 932 \times 365} = 884 \text{ mm}^2/\text{m}$$

$$A_{sGerekli} > A_{sMevcut} = \phi 16/28 = 718 \text{ mm}^2/\text{m}$$

$$A_{sEk} = 884 - 718 = 166 \text{ mm}^2/\text{m}$$

Seçilen Min. Ek $\phi 8/29$ (173 mm²/mm)

1. Orta Şerit :

İç Açıklık

$$M_x = -143 \text{ kNm/m}$$

$$k_m = \frac{M_d}{b_w d^2} = \frac{143 \times 10^6}{1000 \times 932^2} = 0.17 \Rightarrow k_z = 0.994$$

$$A_{sGerekli} = \frac{M_d}{k_z \times d \times f_{sd}} A_{sGerekli} = \frac{143 \times 10^6}{0.994 \times 932 \times 365} = 423 \text{ mm}^2/\text{m}$$

$$A_{sGerekli} < A_{sMin} = \rho_{Min} \times b \times d = 0.0015 \times 1000 \times 932 = 1398 \text{ mm}^2/\text{mm}$$

$$A_s = A_{sMin} = 1398 \text{ mm}^2/\text{mm} \text{ seçilen } \phi 16/14 \text{ (1436 mm}^2/\text{mm)}$$

$$\phi 16/28 \text{ d} + \phi 16/28 \text{ p}$$

Dış Açıklık

$$M_x = -360 \text{ kNm/m}$$

$$k_m = \frac{M_d}{b_w d^2} = \frac{360 \times 10^6}{1000 \times 32^2} = 0.41 \Rightarrow k_z = 0.984$$

$$A_{sGerekli} = \frac{M_d}{k_z \times d \times f_{sd}} A_{sGerekli} = \frac{360 \times 10^6}{0.984 \times 932 \times 365} = 1075 \text{ mm}^2/\text{m}$$

$$A_{sGerekli} < A_{sMin} = \rho_{Min} \times b \times d = 0.0015 \times 1000 \times 932 = 1398 \text{ mm}^2/\text{mm}$$

$$A_s = A_{sMin} = 1398 \text{ mm}^2/\text{mm} \text{ seçilen } \phi 16/14 \text{ (1436 mm}^2/\text{mm)}$$

$$\phi 16/28 \text{ d} + \phi 16/28 \text{ p}$$

İç Mesnet

$$M_x = 210 \text{ kNm/m}$$

$$k_m = \frac{M_d}{b_w d^2} = \frac{210 \times 10^6}{1000 \times 932^2} = 0.24 \Rightarrow k_z = 0.990$$

$$A_{sGerekli} = \frac{M_d}{k_z \times d \times f_{sd}} A_{sGerekli} = \frac{210 \times 10^6}{0.990 \times 932 \times 365} = 624 \text{ mm}^2/\text{m}$$

$$A_{sGerekli} < A_{sMevcut} = \phi 16/28 \text{ p} + \phi 16/28 \text{ p} = 1436 \text{ mm}^2/\text{mm} \text{ Ek demire gerek yoktur.}$$

Orta Mesnet

$$M_x = 316 \text{ kNm/m}$$

$$k_m = \frac{M_d}{b_w d^2} = \frac{316 \times 10^6}{1000 \times 932^2} = 0.36 \Rightarrow k_z = 0.986$$

$$A_{sGerekli} = \frac{M_d}{k_z \times d \times f_{sd}} A_{sGerekli} = \frac{316 \times 10^6}{0.986 \times 932 \times 365} = 942 \text{ mm}^2/\text{m}$$

$$A_{sGerekli} < A_{sMevcut} = \phi 16/28 \text{ p} + \phi 16/28 \text{ p} = 1436 \text{ mm}^2/\text{mm} \text{ Ek demire gerek yoktur.}$$

Dış Mesnet

$$M_x = -108 \text{ kNm/m}$$

$$k_m = \frac{M_d}{b_w d^2} = \frac{108 \times 10^6}{1000 \times 932^2} = 0.12 \Rightarrow k_z = 10.996$$

$$A_{s\text{Gerekli}} = \frac{M_d}{k_z \times d \times f_{sd}} A_{s\text{Gerekli}} = \frac{108 \times 10^6}{0.996 \times 932 \times 365} = 319 \text{ mm}^2/\text{m}$$

$$A_{s\text{Gerekli}} < A_{s\text{Mevcut}} = \phi 16/28 = 718 \text{ mm}^2/\text{mm} \text{ Ek Demire gerek yoktur.}$$

2. Kolon Şerit :

İç Açıklık

$$M_x = -180 \text{ kNm/m}$$

$$k_m = \frac{M_d}{b_w d^2} = \frac{180 \times 10^6}{1000 \times 932^2} = 0.21 \Rightarrow k_z = 0.992$$

$$A_{s\text{Gerekli}} = \frac{M_d}{k_z \times d \times f_{sd}} A_{s\text{Gerekli}} = \frac{180 \times 10^6}{0.992 \times 932 \times 365} = 533 \text{ mm}^2/\text{m}$$

$$A_{s\text{Gerekli}} < A_{s\text{Min}} = \rho_{\text{Min}} \times b \times d = 0.0015 \times 1000 \times 932 = 1398 \text{ mm}^2/\text{mm}$$

$$A_s = A_{s\text{Min}} = 1398 \text{ mm}^2/\text{mm} \text{ seçilen } \phi 16/14 (1436 \text{ mm}^2/\text{mm})$$

$$\phi 16/28 \text{ d} + \phi 16/28 \text{ p}$$

Dış Açıklık

$$M_x = -439 \text{ kNm/m}$$

$$k_m = \frac{M_d}{b_w d^2} = \frac{439 \times 10^6}{1000 \times 932^2} = 0.51 \Rightarrow k_z = 0.984$$

$$A_{s\text{Gerekli}} = \frac{M_d}{k_z \times d \times f_{sd}} A_{s\text{Gerekli}} = \frac{439 \times 10^6}{0.984 \times 932 \times 365} = 1311 \text{ mm}^2/\text{m}$$

$$A_{s\text{Gerekli}} > A_{s\text{Min}} = \rho_{\text{Min}} \times b \times d = 0.0015 \times 1000 \times 932 = 1398 \text{ mm}^2/\text{mm}$$

$$A_s = A_{s\text{Min}} = 1398 \text{ mm}^2/\text{mm} \text{ seçilen } \phi 16/14 (1436 \text{ mm}^2/\text{mm})$$

$$\phi 16/28 \text{ d} + \phi 16/28 \text{ p}$$

İç Mesnet

$$M_x = 314 \text{ kNm/m}$$

$$k_m = \frac{M_d}{b_w d^2} = \frac{314 \times 10^6}{1000 \times 932^2} = 0.36 \Rightarrow k_z = 0.984$$

$$A_{sGerekli} = \frac{M_d}{k_z \times d \times f_{sd}} A_{sGerekli} = \frac{314 \times 10^6}{0.984 \times 932 \times 365} = 938 \text{ mm}^2/\text{m}$$

$$A_{sGerekli} < A_{sMin} = \rho_{Min} \times b \times d = 0.0015 \times 1000 \times 932 = 1398 \text{ mm}^2/\text{mm}$$

$$A_s = A_{sMin} = 1398 \text{ mm}^2/\text{mm} \text{ seçilen } \phi 16/14 \text{ (1436 mm}^2/\text{mm)}$$

$$\phi 16/28 \text{ p} + \phi 16/28 \text{ p}$$

Orta Mesnet

$$M_x = 264 \text{ kNm/m}$$

$$k_m = \frac{M_d}{b_w d^2} = \frac{264 \times 10^6}{1000 \times 932^2} = 0.30 \Rightarrow k_z = 0.990$$

$$A_{sGerekli} = \frac{M_d}{k_z \times d \times f_{sd}} A_{sGerekli} = \frac{264 \times 10^6}{0.990 \times 932 \times 365} = 784 \text{ mm}^2/\text{m}$$

$$A_{sGerekli} < A_{sMin} = \rho_{Min} \times b \times d = 0.0015 \times 1000 \times 932 = 1398 \text{ mm}^2/\text{mm}$$

$$A_s = A_{sMin} = 1398 \text{ mm}^2/\text{mm} \text{ seçilen } \phi 16/14 \text{ (1436 mm}^2/\text{mm)}$$

$$\phi 16/28 \text{ p} + \phi 16/28 \text{ p Ek demire gerek yoktur.}$$

Dış Mesnet

$$M_x = 210 \text{ kNm/m}$$

$$k_m = \frac{M_d}{b_w d^2} = \frac{210 \times 10^6}{1000 \times 932^2} = 0.24 \Rightarrow k_z = 0.990$$

$$A_{sGerekli} = \frac{M_d}{k_z \times d \times f_{sd}} A_{sGerekli} = \frac{210 \times 10^6}{0.990 \times 932 \times 365} = 624 \text{ mm}^2/\text{m}$$

$$A_{sGerekli} < A_{sMevcut} = \phi 16/28 \text{ p} = 718 \text{ mm}^2/\text{mm} \text{ Ek Demire gerek yoktur.}$$

2. Orta Şerit :

İç Açıklık

$$M_x = -179 \text{ kNm/m}$$

$$k_m = \frac{M_d}{b_w d^2} = \frac{179 \times 10^6}{1000 \times 932^2} = 0.21 \Rightarrow k_z = 0.992$$

$$A_{sGerekli} = \frac{M_d}{k_z \times d \times f_{sd}} A_{sGerekli} = \frac{179 \times 10^6}{0.992 \times 932 \times 365} = 933 \text{ mm}^2/\text{m}$$

$$A_{sGerekli} < A_{sMin} = \rho_{Min} \times b \times d = 0.0015 \times 1000 \times 932 = 1398 \text{ mm}^2/\text{mm}$$

$$A_s = A_{sMin} = 1398 \text{ mm}^2/\text{mm} \text{ seçilen } \phi 16/14 (1436 \text{ mm}^2/\text{mm})$$

$$\phi 16/28 \text{ d} + \phi 16/28 \text{ p}$$

Dış Açıklık

$$M_x = -457 \text{ kNm/m}$$

$$k_m = \frac{M_d}{b_w d^2} = \frac{457 \times 10^6}{1000 \times 932^2} = 0.53 \Rightarrow k_z = 0.978$$

$$A_{sGerekli} = \frac{M_d}{k_z \times d \times f_{sd}} A_{sGerekli} = \frac{457 \times 10^6}{0.978 \times 932 \times 365} = 1383 \text{ mm}^2/\text{m}$$

$$A_{sGerekli} < A_{sMin} = \rho_{Min} \times b \times d = 0.0015 \times 1000 \times 932 = 1436 \text{ mm}^2/\text{mm}$$

$$A_s = A_{sMin} = 1398 \text{ mm}^2/\text{mm} \text{ seçilen } \phi 16/14 (1436 \text{ mm}^2/\text{mm})$$

$$\phi 16/28 \text{ d} + \phi 16/28 \text{ p}$$

İç Mesnet

$$M_x = 431 \text{ kNm/m}$$

$$k_m = \frac{M_d}{b_w d^2} = \frac{431 \times 10^6}{1000 \times 932^2} = 0.50 \Rightarrow k_z = 0.984$$

$$A_{sGerekli} = \frac{M_d}{k_z \times d \times f_{sd}} A_{sGerekli} = \frac{431 \times 10^6}{0.984 \times 932 \times 365} = 1288 \text{ mm}^2/\text{m}$$

$$A_{sGerekli} < A_{sMevcut} = \phi 16/28 \text{ d} + \phi 16/28 \text{ p} = 1436 \text{ mm}^2/\text{mm} \text{ Ek demire gerek yoktur.}$$

Orta Mesnet

$$M_x = -156 \text{ kNm/m}$$

$$k_m = \frac{M_d}{b_w d^2} = \frac{156 \times 10^6}{1000 \times 932^2} = 0.18 \Rightarrow k_z = 0.994$$

$$A_{sGerekli} = \frac{M_d}{k_z \times d \times f_{sd}} A_{sGerekli} = \frac{156 \times 10^6}{0.994 \times 932 \times 365} = 461 \text{ mm}^2/\text{m}$$

$$A_{sGerekli} < A_{sMevcut} = \phi 16/28d + \phi 16/28p = 1436 \text{ mm}^2/\text{mm} \text{ Ek demire gerek yoktur.}$$

Dış Mesnet

$$M_x = -112 \text{ kNm/m}$$

$$k_m = \frac{M_d}{b_w d^2} = \frac{112 \times 10^6}{1000 \times 932^2} = 0.13 \Rightarrow k_z = 0.996$$

$$A_{sGerekli} = \frac{M_d}{k_z \times d \times f_{sd}} A_{sGerekli} = \frac{112 \times 10^6}{0.996 \times 932 \times 365} = 362 \text{ mm}^2/\text{m}$$

$$A_{sGerekli} < A_{sMevcut} = \phi 16/28p = 718 \text{ mm}^2/\text{mm} \text{ Ek demire gerek yoktur.}$$

3. Kolon Şerit :

İç Açıklık

$$M_x = -290 \text{ kNm/m}$$

$$k_m = \frac{M_d}{b_w d^2} = \frac{290 \times 10^6}{1000 \times 932^2} = 0.33 \Rightarrow k_z = 0.988$$

$$A_{sGerekli} = \frac{M_d}{k_z \times d \times f_{sd}} A_{sGerekli} = \frac{290 \times 10^6}{0.988 \times 932 \times 365} = 863 \text{ mm}^2/\text{m}$$

$$A_{sGerekli} < A_{sMin} = \rho_{Min} \times b \times d = 0.0015 \times 1000 \times 932 = 1398 \text{ mm}^2/\text{mm}$$

$$A_s = A_{sMin} = 1398 \text{ mm}^2/\text{mm} \text{ seçilen } \phi 16/14 \text{ (1436 mm}^2/\text{mm)}$$

$$\phi 16/28 d + \phi 16/28 p$$

Dış Açıklık

$$M_x = -340 \text{ kNm/m}$$

$$k_m = \frac{M_d}{b_w d^2} = \frac{340 \times 10^6}{1000 \times 932^2} = 0.40 \Rightarrow k_z = 0.984$$

$$A_{sGerekli} = \frac{M_d}{k_z \times d \times f_{sd}} A_{sGerekli} = \frac{340 \times 10^6}{0.984 \times 932 \times 365} = 1015 \text{ mm}^2/\text{m}$$

$$A_{sGerekli} > A_{sMin} = \rho_{Min} \times b \times d = 0.0015 \times 1000 \times 932 = 1398 \text{ mm}^2/\text{m}$$

$$A_s = 1398 \text{ mm}^2/\text{m} \text{ seçilen } \phi 16/12 (1676 \text{ mm}^2/\text{m})$$

$$\phi 16/24 d + \phi 16/24 p$$

İç Mesnet

$$M_x = 490 \text{ kNm/m}$$

$$k_m = \frac{M_d}{b_w d^2} = \frac{490 \times 10^6}{1000 \times 932^2} = 0.56 \Rightarrow k_z = 0.978$$

$$A_{sGerekli} = \frac{M_d}{k_z \times d \times f_{sd}} A_{sGerekli} = \frac{490 \times 10^6}{0.978 \times 932 \times 365} = 1472 \text{ mm}^2/\text{m}$$

$$A_{sGerekli} > A_{sMevcut} = \phi 16/28p + \phi 16/28p = 1436 \text{ mm}^2/\text{m}$$

$$A_{sEk} = 1472 - 1436 = 6 \text{ mm}^2/\text{m}$$

$$\text{Seçilen Min. Ek } \phi 8/12 (419 \text{ mm}^2/\text{m})$$

Orta Mesnet

$$M_x = 156 \text{ kNm/m}$$

$$k_m = \frac{M_d}{b_w d^2} = \frac{156 \times 10^6}{1000 \times 932^2} = 0.18 \Rightarrow k_z = 0.994$$

$$A_{sGerekli} = \frac{M_d}{k_z \times d \times f_{sd}} A_{sGerekli} = \frac{156 \times 10^6}{0.994 \times 932 \times 365} = 461 \text{ mm}^2/\text{m}$$

$$A_{sGerekli} < A_{sMevcut} = \phi 16/28d + \phi 16/24p = 1502 \text{ mm}^2/\text{m} \text{ Ek demire gerek yoktur.}$$

Dış Mesnet

$$M_x = 175 \text{ kNm/m}$$

$$k_m = \frac{M_d}{b_w d^2} = \frac{175 \times 10^6}{1000 \times 932^2} = 0.21 \Rightarrow k_z = 0.992$$

$$A_{sGerekli} = \frac{M_d}{k_z \times d \times f_{sd}} A_{sGerekli} = \frac{175 \times 10^6}{0.992 \times 932 \times 365} = 533 \text{ mm}^2/\text{m}$$

$$A_{sGerekli} < A_{sMevcut} = \phi 16/24 = 838 \text{mm}^2/\text{mm} \text{ Ek Demire gerek yoktur.}$$

6.4 Güçlendirilmiş Yapının Bodrum II Kat Kiriş Kesitlerinin Kapasiteleri Kontrolü

K002 Kirişi (35x75)

$$M_{\text{Max}} = 336 \text{ kNm}$$

$$\text{Mevcut kiriş üst donatısı} \quad \rho_{\text{üst}} \geq \frac{f_{\text{ctd}}}{f_{\text{ya}}} = \frac{0.90}{1.91} = 0.0047$$

$$\text{Abaktan; } \frac{5.56}{117.9 \times 10} = 0.0047 \quad M_r = \frac{0.35 \times (0.71)^2}{117.9 \times 10^{-5}} = 149.65 \text{ kNm}$$

$M_{\text{Max}} = 336 \text{ kNm} > M_r = 149.65 \text{ kNm}$ kirişin taşıma kapasitesi yetersizdir.

K005 Kirişi (35x75)

$$M_{\text{Max}} = 314.69 \text{ kNm}$$

$$\text{Mevcut kiriş üst donatısı} \quad \rho_{\text{üst}} \geq \frac{f_{\text{ctd}}}{f_{\text{ya}}} = \frac{0.90}{1.91} = 0.0047$$

$$\text{Abaktan; } \frac{5.56}{117.9 \times 10} = 0.0047 \quad M_r = \frac{0.35 \times (0.71)^2}{117.9 \times 10^{-5}} = 149.65 \text{ kNm}$$

$M_{\text{Max}} = 314.69 \text{ kNm} > M_r = 149.65 \text{ kNm}$ kirişin taşıma kapasitesi yetersizdir.

K007 Kirişi (35x75)

$$M_{\text{Max}} = 275.89 \text{ kNm}$$

$$\text{Mevcut kiriş üst donatısı} \quad \rho_{\text{üst}} \geq \frac{f_{\text{ctd}}}{f_{\text{ya}}} = \frac{0.90}{1.91} = 0.0047$$

$$\text{Abaktan; } \frac{5.56}{117.9 \times 10} = 0.0047 \quad M_r = \frac{0.35 \times (0.71)^2}{117.9 \times 10^{-5}} = 149.65 \text{ kNm}$$

$M_{\text{Max}} = 275.89 \text{ kNm} > M_r = 149.65 \text{ kNm}$ kirişin taşıma kapasitesi yetersizdir.

K011 Kirişi (35x75)

$$M_{\text{Max}} = 295.57 \text{ kNm}$$

$$\text{Mevcut kiriş üst donatısı} \quad \rho_{\text{üst}} \geq \frac{f_{\text{ctd}}}{f_{\text{ya}}} = \frac{0.90}{1.91} = 0.0047$$

$$\text{Abaktan;} \quad \frac{5.56}{117.9 \times 10} = 0.0047 \quad M_r = \frac{0.35 \times (0.71)^2}{117.9 \times 10^{-5}} = 149.65 \text{ kNm}$$

$M_{\text{Max}} = 295.57 \text{ kNm} > M_r = 149.65 \text{ kNm}$ kirişin taşıma kapasitesi yetersizdir.

K012 Kirişi (35x75)

$$M_{\text{Max}} = 283.31 \text{ kNm}$$

$$\text{Mevcut kiriş üst donatısı} \quad \rho_{\text{üst}} \geq \frac{f_{\text{ctd}}}{f_{\text{ya}}} = \frac{0.90}{1.91} = 0.0047$$

$$\text{Abaktan;} \quad \frac{5.56}{117.9 \times 10} = 0.0047 \quad M_r = \frac{0.35 \times (0.71)^2}{117.9 \times 10^{-5}} = 149.65 \text{ kNm}$$

$M_{\text{Max}} = 336 \text{ kNm} > M_r = 149.65 \text{ kNm}$ kirişin taşıma kapasitesi yetersizdir.

K016 Kirişi (35x75)

$$M_{\text{Max}} = 291.88 \text{ kNm}$$

$$\text{Mevcut kiriş üst donatısı} \quad \rho_{\text{üst}} \geq \frac{f_{\text{ctd}}}{f_{\text{ya}}} = \frac{0.90}{1.91} = 0.0047$$

$$\text{Abaktan;} \quad \frac{5.56}{117.9 \times 10} = 0.0047 \quad M_r = \frac{0.35 \times (0.71)^2}{117.9 \times 10^{-5}} = 149.65 \text{ kNm}$$

$M_{\text{Max}} = 291.88 \text{ kNm} > M_r = 149.65 \text{ kNm}$ kirişin taşıma kapasitesi yetersizdir.

K018 Kirişi (35x75)

$$M_{\text{Max}} = 316.56 \text{ kNm}$$

$$\text{Mevcut kiriş üst donatısı} \quad \rho_{\text{üst}} \geq \frac{f_{\text{ctd}}}{f_{\text{ya}}} = \frac{0.90}{1.91} = 0.0047$$

$$\text{Abaktan;} \quad \frac{5.56}{117.9 \times 10} = 0.0047 \quad M_r = \frac{0.35 \times (0.71)^2}{117.9 \times 10^{-5}} = 149.65 \text{ kNm}$$

$M_{\text{Max}} = 316.56 \text{ kNm} > M_r = 149.65 \text{ kNm}$ kirişin taşıma kapasitesi yetersizdir.

K020 Kirişi (35x75)

$$M_{\text{Max}} = 309.13 \text{ kNm}$$

$$\text{Mevcut kiriş üst donatısı} \quad \rho_{\text{üst}} \geq \frac{f_{\text{ctd}}}{f_{\text{ya}}} = \frac{0.90}{1.91} = 0.0047$$

$$\text{Abaktan; } \frac{5.56}{117.9 \times 10} = 0.0047 \quad M_r = \frac{0.35 \times (0.71)^2}{117.9 \times 10^{-5}} = 149.65 \text{ kNm}$$

$M_{\text{Max}} = 309.13 \text{ kNm} > M_r = 149.65 \text{ kNm}$ kirişin taşıma kapasitesi yetersizdir.

K023 Kirişi (35×75)

$$M_{\text{Max}} = 372.60 \text{ kNm}$$

$$\text{Mevcut kiriş üst donatısı} \quad \rho_{\text{üst}} \geq \frac{f_{\text{ctd}}}{f_{\text{ya}}} = \frac{0.90}{1.91} = 0.0047$$

$$\text{Abaktan; } \frac{5.56}{117.9 \times 10} = 0.0047 \quad M_r = \frac{0.35 \times (0.71)^2}{117.9 \times 10^{-5}} = 149.65 \text{ kNm}$$

$M_{\text{Max}} = 372.60 \text{ kNm} > M_r = 149.65 \text{ kNm}$ kirişin taşıma kapasitesi yetersizdir.

K027 Kirişi (100×50)

$$M_{\text{Max}} = 260.13 \text{ kNm}$$

$$\text{Mevcut kiriş üst donatısı} \quad \rho_{\text{üst}} \geq \frac{f_{\text{ctd}}}{f_{\text{ya}}} = \frac{0.90}{1.91} = 0.0047$$

$$\text{Abaktan; } \frac{5.56}{117.9 \times 10} = 0.0047 \quad M_r = \frac{1.00 \times (0.46)^2}{117.9 \times 10^{-5}} = 179.5 \text{ kNm}$$

$M_{\text{Max}} = 260.13 \text{ kNm} > M_r = 179.5 \text{ kNm}$ kirişin taşıma kapasitesi yetersizdir.

K025 Kirişi (100×50)

$$M_{\text{Max}} = 259.34 \text{ kNm}$$

$$\text{Mevcut kiriş üst donatısı} \quad \rho_{\text{üst}} \geq \frac{f_{\text{ctd}}}{f_{\text{ya}}} = \frac{0.90}{1.91} = 0.0047$$

$$\text{Abaktan; } \frac{5.56}{117.9 \times 10} = 0.0047 \quad M_r = \frac{1.00 \times (0.46)^2}{117.9 \times 10^{-5}} = 179.5 \text{ kNm}$$

$M_{\text{Max}} = 259.34 \text{ kNm} > M_r = 179.5 \text{ kNm}$ kirişin taşıma kapasitesi yetersizdir.

K034 Kirişi (100×50)

$$M_{\text{Max}} = 300.32 \text{ kNm}$$

$$\text{Mevcut kiriş üst donatısı} \quad \rho_{\text{üst}} \geq \frac{f_{\text{ctd}}}{f_{\text{ya}}} = \frac{0.90}{1.91} = 0.0047$$

$$\text{Abaktan; } \frac{5.56}{117.9 \times 10} = 0.0047 \quad M_r = \frac{1.00 \times (0.46)^2}{117.9 \times 10^{-5}} = 179.5 \text{ kNm}$$

$M_{\text{Max}} = 300.32 \text{ kNm} > M_r = 179.5 \text{ kNm}$ kirişin taşıma kapasitesi yetersizdir.

K036 Kirişi (100×50)

$$M_{\text{Max}} = 276.28 \text{ kNm}$$

$$\text{Mevcut kiriş üst donatısı} \quad \rho_{\text{üst}} \geq \frac{f_{\text{ctd}}}{f_{\text{ya}}} = \frac{0.90}{1.91} = 0.0047$$

$$\text{Abaktan; } \frac{5.56}{117.9 \times 10} = 0.0047 \quad M_r = \frac{1.00 \times (0.46)^2}{117.9 \times 10^{-5}} = 179.5 \text{ kNm}$$

$M_{\text{Max}} = 276.28 \text{ kNm} > M_r = 179.5 \text{ kNm}$ kirişin taşıma kapasitesi yetersizdir.

K038 Kirişi (35×75)

$$M_{\text{Max}} = 474.44 \text{ kNm}$$

$$\text{Mevcut kiriş üst donatısı} \quad \rho_{\text{üst}} \geq \frac{f_{\text{ctd}}}{f_{\text{ya}}} = \frac{0.90}{1.91} = 0.0047$$

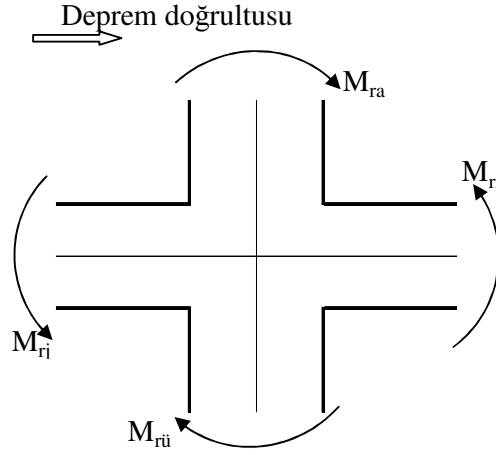
$$\text{Abaktan; } \frac{5.56}{117.9 \times 10} = 0.0047 \quad M_r = \frac{0.35 \times (0.71)^2}{117.9 \times 10^{-5}} = 149.65 \text{ kNm}$$

$M_{\text{Max}} = 474.44 \text{ kNm} > M_r = 149.65 \text{ kNm}$ kirişin taşıma kapasitesi yetersizdir.

6.5 Kolonların Kirişlerden Daha Güçlü Olması Koşulu

Sadece çerçevelerden veya perde ve çerçevelerin birleşiminden oluşan taşıyıcı sistemlerde, her bir kolon-kiriş düğüm noktasına birleşen kolonların taşıma gücü momentlerinin toplamı, o düğüm noktasına birleşen kirişlerin taşıma gücü momentleri toplamından en az %20 daha büyük olacaktır. (ABYYHY 7.3.5)

$$(M_{\text{ra}} + M_{\text{rri}}) \geq 1.2 \times (M_{\text{ri}} + M_{\text{rj}}) \quad (6.1)$$



Şekil 6.18 : Kolon kiriş moment gösterimi

S₃ Kolonu :

$$\text{Mevcut kiriş üst donatısı} \quad \rho_{\text{üst}} \geq \frac{f_{\text{ctd}}}{f_{\text{ya}}} = \frac{0.90}{1.91} = 0.0047$$

$$\text{Abaktan; } \frac{5.56}{117.9 \times 10} = 0.0047 \quad M_r = \frac{0.35 \times (0.71)^2}{117.9 \times 10^{-5}} = 149.65 \text{ kNm}$$

Üst kolon kesiti eğilme momenti kapasitesi $N_{\text{dg+q+e}} = 906 \text{ kN}$ $\rho_{\text{min}} \geq 0.001$

$$n_d = N_d / (0.85 \times f_{\text{cd}} \times b \times h) = 0.906 / (0.85 \times 10.70 \times 0.60 \times 0.60) = 0.27$$

$$\rho_m = \rho \times f_{\text{yd}} / (0.85 \times f_{\text{cd}}) = 0.50 \times 0.001 \times 191 / (0.85 \times 10.70) = 0.15$$

Betonarme Yapılar Tablo 18.b $m_r = 0.22$

$$M_{\text{rüsr}} = m_r \times (0.85 \times f_{\text{cd}} \times b \times h^2) = 0.22 \times (0.85 \times 10700 \times 0.60 \times 0.60^2) = 432 \text{ kNm}$$

Alt kolon kesiti eğilme momenti kapasitesi $N_{\text{dg+q+e}} = 1008 \text{ kN}$ $\rho_{\text{min}} \geq 0.001$

$$n_d = N_d / (0.85 \times f_{\text{cd}} \times b \times h) = 1.008 / (0.85 \times 10.70 \times 0.60 \times 0.60) = 0.30$$

$$\rho_m = \rho \times f_{\text{yd}} / (0.85 \times f_{\text{cd}}) = 0.50 \times 0.001 \times 191 / (0.85 \times 10.70) = 0.15$$

Betonarme Yapılar Tablo 18.b $m_r = 0.23$

$$M_{\text{ralt}} = m_r \times (0.85 \times f_{\text{cd}} \times b \times h^2) = 0.24 \times (0.85 \times 10700 \times 0.60 \times 0.60^2) = 451 \text{ kNm}$$

$$(M_{\text{ra}} + M_{\text{rî}}) \geq 1.2 \times (M_{\text{ri}} + M_{\text{rj}}) \quad (451 + 432) \geq 1.2 \times (149.65)$$

$(883) \geq (179.58)$ kolonun kirişten daha güçlü olma koşulu sağlanmıştır.

S₄ Kolonu :

$$\text{Mevcut kiriş üst donatısı} \quad \rho_{\text{üst}} \geq \frac{f_{\text{ctd}}}{f_{\text{ya}}} = \frac{0.90}{1.91} = 0.0047$$

$$\text{Abaktan; } \frac{5.56}{117.9 \times 10} = 0.0047 \quad M_{\text{rj}} = \frac{0.35 \times (0.71)^2}{117.9 \times 10^{-5}} = 149.65 \text{ kNm}$$

$$\text{Abaktan; } \frac{5.56}{117.9 \times 10} = 0.0047 \quad M_{\text{ri}} = \frac{1.00 \times (0.46)^2}{117.9 \times 10^{-5}} = 179.5 \text{ kNm}$$

Üst kolon kesiti eğilme momenti kapasitesi $N_{\text{dg+q+e}} = 1008 \text{ kN}$ $\rho_{\text{min}} \geq 0.001$

$$n_{\text{d}} = N_{\text{d}} / (0.85 \times f_{\text{cd}} \times b \times h) = 1.008 / (0.85 \times 10.70 \times 0.70 \times 0.40) = 0.40$$

$$\rho_{\text{m}} = \rho \times f_{\text{yd}} / (0.85 \times f_{\text{cd}}) = 0.50 \times 0.001 \times 191 / (0.85 \times 10.70) = 0.15$$

Betonarme Yapılar Tablo 18.b $m_{\text{r}} = 0.24$

$$M_{\text{rüsr}} = m_{\text{r}} \times (0.85 \times f_{\text{cd}} \times b \times h^2) = 0.24 \times (0.85 \times 10700 \times 0.70 \times 0.40^2) = 245 \text{ kNm}$$

Alt kolon kesiti eğilme momenti kapasitesi $N_{\text{dg+q+e}} = 1163 \text{ kN}$ $\rho_{\text{min}} \geq 0.001$

$$n_{\text{d}} = N_{\text{d}} / (0.85 \times f_{\text{cd}} \times b \times h) = 1.163 / (0.85 \times 10.70 \times 0.70 \times 0.40) = 0.45$$

$$\rho_{\text{m}} = \rho \times f_{\text{yd}} / (0.85 \times f_{\text{cd}}) = 0.50 \times 0.001 \times 191 / (0.85 \times 10.70) = 0.15$$

Betonarme Yapılar Tablo 18.b $m_{\text{r}} = 0.22$

$$M_{\text{ralt}} = m_{\text{r}} \times (0.85 \times f_{\text{cd}} \times b \times h^2) = 0.22 \times (0.85 \times 10700 \times 0.70 \times 0.40^2) = 224 \text{ kNm}$$

$$(M_{\text{ra}} + M_{\text{rü}}) \geq 1.2 \times (M_{\text{ri}} + M_{\text{rj}})$$

$$(245 + 224) \geq 1.2 \times (149.65 + 179.50)$$

$(469) \geq (394.98)$ kolonun kirişten daha güçlü olma koşulu sağlanmıştır.

S₅ Kolonu :

$$\text{Mevcut kiriş üst donatısı} \quad \rho_{\text{üst}} \geq \frac{f_{\text{ctd}}}{f_{\text{ya}}} = \frac{0.90}{1.91} = 0.0047$$

$$\text{Abaktan; } \frac{5.56}{117.9 \times 10} = 0.0047 \quad M_{\text{ri}} = \frac{1.00 \times (0.46)^2}{117.9 \times 10^{-5}} = 179.5 \text{ kNm}$$

Üst kolon kesiti eğilme momenti kapasitesi $N_{\text{dg+q+e}} = 1051 \text{ kN}$ $\rho_{\text{min}} \geq 0.001$

$$n_d = N_d / (0.85 \times f_{cd} \times b \times h) = 1.051 / (0.85 \times 10.70 \times 0.70 \times 0.40) = 0.41$$

$$\rho_m = \rho \times f_{yd} / (0.85 \times f_{cd}) = 0.50 \times 0.001 \times 191 / (0.85 \times 10.70) = 0.15$$

Betonarme Yapılar Tablo 18.b $m_r = 0.23$

$$M_{rüsr} = m_r \times (0.85 \times f_{cd} \times b \times h^2) = 0.23 \times (0.85 \times 10700 \times 0.70 \times 0.40^2) = 234 \text{ kNm}$$

Alt kolon kesiti eğilme momenti kapasitesi $N_{dg+q+e} = 1203 \text{ KN}$ $\rho_{\min} \geq 0.001$

$$n_d = N_d / (0.85 \times f_{cd} \times b \times h) = 1.203 / (0.85 \times 10.70 \times 0.70 \times 0.40) = 0.47$$

$$\rho_m = \rho \times f_{yd} / (0.85 \times f_{cd}) = 0.50 \times 0.001 \times 191 / 0.85 \times 10.70 = 0.15$$

Betonarme Yapılar Tablo 18.b $m_r = 0.22$

$$M_{ralt} = m_r \times (0.85 \times f_{cd} \times b \times h^2) = 0.22 \times (0.85 \times 10700 \times 0.70 \times 0.40^2) = 224 \text{ kNm}$$

$$(M_{ra} + M_{rü}) \geq 1.2 \times (M_{ri} + M_{rj}) \quad (234 + 224) \geq 1.2 \times (179.50)$$

$(458) \geq (215)$ kolonun kirişten daha güçlü olma koşulu sağlanmıştır.

S₉ Kolonu :

$$\text{Mevcut kiriş üst donatısı} \quad \rho_{üst} \geq \frac{f_{ctd}}{f_{ya}} = \frac{0.90}{1.91} = 0.0047$$

$$\text{Abaktan;} \quad \frac{5.56}{117.9 \times 10} = 0.0047 \quad M_{ri} = \frac{1.00 \times (0.46)^2}{117.9 \times 10^{-5}} = 179.5 \text{ kNm}$$

$$\text{Abaktan;} \quad \frac{5.56}{117.9 \times 10} = 0.0047 \quad M_{ri} = \frac{1.00 \times (0.46)^2}{117.9 \times 10^{-5}} = 179.5 \text{ kNm}$$

Üst kolon kesiti eğilme momenti kapasitesi $N_{dg+q+e} = 1313 \text{ kN}$ $\rho_{\min} \geq 0.001$

$$n_d = N_d / (0.85 \times f_{cd} \times b \times h) = 1.313 / (0.85 \times 10.70 \times 0.70 \times 0.40) = 0.51$$

$$\rho_m = \rho \times f_{yd} / (0.85 \times f_{cd}) = 0.50 \times 0.001 \times 191 / (0.85 \times 10.70) = 0.15$$

Betonarme Yapılar Tablo 18.b $m_r = 0.22$

$$M_{rüsr} = m_r \times (0.85 \times f_{cd} \times b \times h^2) = 0.22 \times (0.85 \times 10700 \times 0.70 \times 0.40^2) = 224 \text{ kNm}$$

Alt kolon kesiti eğilme momenti kapasitesi $N_{dg+q+e} = 1433 \text{ KN}$ $\rho_{\min} \geq 0.001$

$$n_d = N_d / (0.85 \times f_{cd} \times b \times h) = 1.433 / (0.85 \times 10.70 \times 0.70 \times 0.40) = 0.55$$

$$\rho_m = \rho \times f_{yd} / (0.85 \times f_{cd}) = 0.50 \times 0.001 \times 191 / 0.85 \times 10.70 = 0.15$$

Betonarme Yapılar Tablo 18.b $m_r = 0.21$

$$M_{\text{raht}} = m_r \times (0.85 \times f_{cd} \times b \times h^2) = 0.21 \times (0.85 \times 10700 \times 0.70 \times 0.40^2) = 214 \text{ kNm}$$

$$(M_{\text{ra}} + M_{\text{rü}}) \geq 1.2 \times (M_{\text{ri}} + M_{\text{rj}})$$

$$(224 + 214) \geq 1.2 \times (179.5 + 179.5)$$

(438) \geq (430) kolon kirişten daha güçlüdür.

S₁₀ Kolonu :

$$\text{Mevcut kiriş üst donatısı} \quad \rho_{\text{üst}} \geq \frac{f_{ctd}}{f_{ya}} = \frac{0.90}{1.91} = 0.0047$$

$$\text{Abaktan; } \frac{5.56}{117.9 \times 10} = 0.0047 \quad M_{\text{ri}} = \frac{1.00 \times (0.46)^2}{117.9 \times 10^{-5}} = 179.5 \text{ kNm}$$

$$\text{Abaktan; } \frac{5.56}{117.9 \times 10} = 0.0047 \quad M_{\text{ri}} = \frac{1.00 \times (0.46)^2}{117.9 \times 10^{-5}} = 179.5 \text{ kNm}$$

Üst kolon kesiti eğilme momenti kapasitesi $N_{\text{dg+q+e}} = 1373 \text{ kN}$ $\rho_{\text{min}} \geq 0.001$

$$n_d = N_d / (0.85 \times f_{cd} \times b \times h) = 1.373 / (0.85 \times 10.70 \times 0.70 \times 0.40) = 0.51$$

$$\rho_m = \rho \times f_{yd} / (0.85 \times f_{cd}) = 0.50 \times 0.001 \times 191 / (0.85 \times 10.70) = 0.15$$

Betonarme Yapılar Tablo 18.b $m_r = 0.22$

$$M_{\text{rüsr}} = m_r \times (0.85 \times f_{cd} \times b \times h^2) = 0.22 \times (0.85 \times 10700 \times 0.70 \times 0.40^2) = 224 \text{ kNm}$$

Alt kolon kesiti eğilme momenti kapasitesi $N_{\text{dg+q+e}} = 1498 \text{ kN}$ $\rho_{\text{min}} \geq 0.001$

$$n_d = N_d / (0.85 \times f_{cd} \times b \times h) = 1.498 / (0.85 \times 10.70 \times 0.70 \times 0.40) = 0.56$$

$$\rho_m = \rho \times f_{yd} / (0.85 \times f_{cd}) = 0.50 \times 0.001 \times 191 / 0.85 \times 10.70 = 0.15$$

Betonarme Yapılar Tablo 18.b $m_r = 0.21$

$$M_{\text{raht}} = m_r \times (0.85 \times f_{cd} \times b \times h^2) = 0.21 \times (0.85 \times 10700 \times 0.70 \times 0.40^2) = 214 \text{ kNm}$$

$$(M_{\text{ra}} + M_{\text{rü}}) \geq 1.2 \times (M_{\text{ri}} + M_{\text{rj}})$$

$$(224 + 214) \geq 1.2 \times (179.5 + 179.5)$$

(438) \geq (430) kolon kirişten daha güçlüdür.

7. SONUÇLAR VE ÖNERİLER

Yapılan tez çalışmasında ilk olarak, mevcut bir betonarme yapıya gelen deprem yükleri hesaplanmıştır. Bu deprem yükleri yapıya etkendirildiğinde yapıda meydana gelen deplasmanlar ABYYHY' deki belirtilen kurallara göre incelendiği zaman yapıda düzensizliklerin çıktığı ve görelî kat ötelemelerinin sınır değerlerin üzerinde olduğu görülmüştür. Bu durumda yapının rijitliğini arttırmak gerekmektedir.

Tez çalışmasının dördüncü kısmında ise mevcut yapıya x ve y doğrultusunda perdeler eklenerek güçlendirilmiş, yani rijitliği arttırılmıştır. Perdeler eklenirken yapının mevcut mimarisini bozmamaya özen gösterilmiştir. Güçlendirilen yapıya gelen deprem yükleri bulunmuş, ABYYHY' deki kurallara göre tekrar düzensizliklerin, görelî kat ötelemelerinin ve ikinci mertbe etkilerinin kontrolleri yapılarak sınırlar dahilinde olduğu yani yapının rijitliğinin yeterli olduğu görülmüştür.

Tez çalışmasının son kısmında ise söz konusu perdelerin donatıları hesaplanmıştır. Perdelerin, eleman olarak burkulmasını önlemek, uç bölgelerinde beton basınç bölgesini büyütmek ve zorlamayı hafifletmek için, uç kısımlarında başlık bölgesi düzenlenir. Perdenin başlık bölgesinin donatıları ve perdenin gövde donatıları ayrı hesaplanmıştır. Mevcut yapının temeli ise, 1 m yüksekliğinde, kenarlarında 1 m ampırtmanı olan, elastik zemine oturan kirişsiz radye plak temele çevrilmiştir ve donatıları hesaplanmıştır. Bodrum güçlendirilmiş yapının bodrum II. kat kiriş kesitlerinin kapasiteleri kontrolü ve kolonların kirişlerden daha güçlü olması koşulu incelenmiştir.

Yapılan bu incelemeler sonucunda, özellikle yüksek katlı yapılarda çerçeve ile beraber kullanılan perdelerin, artan kat yüksekliği ile birlikte artan deprem ve rüzgar gibi yatay yüklerin taşınmasında son derece etkili olduğu ve bu yapılarda perdelerin kullanılmasının kaçınılmaz olduğu görülmüştür. Deprem bölgelerinde yapılan perdelerin yapıda özellikle deprem kuvveti sonucu oluşan yerdeğiştirmeleri sınırlandırarak yapısal olmayan elemanlarda hasarları önlemeleri bakımından etkili davrandıkları belirlenmiştir. Önemli bir rijitlik elemanları olan perdelerin yapıya simetrik olarak yerleştirilmesi yapıda çeşitli düzensizliklerin oluşmasını önlemektedir.

KAYNAKLAR

Kitap ve Kitap Bölümleri için gösterim

- [1] **Celep, Z. ve Kumbasar, N.**, 2005. Betonarme Yapılar, Sema Matbaacılık, İstanbul.
- [2] **Celep, Z. ve Kumbasar, N.**, 2004. Deprem Mühendisliğine Giriş, İhlas Matbaacılık, İstanbul.
- [3] **Doran, B. ve Alacalı, S.**, 2004. Yapısal Analiz Programı SAP 2000 Bilgi Aktarımı ve Kullanımı, Birsen Yayınevi, İstanbul.
- [4] **İnan, M.**, 2001. Cisimlerin Mukavemeti, Lebib Yalkın Yayınları, İstanbul.

Standartlar

- [5] **TS-498**, 1997. Yapı Elemanlarının Boyutlandırmasında Alınacak Yüklerin Hesap Değerleri, Türk Standartları Enstitüsü, Ankara
- [6] **TS-500**, 2000. Betonarme Yapıların Tasarım ve Yapım Kuralları, Türk Standartları Enstitüsü, Ankara
- [7] **Afet Bölgelerinde Yapılacak Yapılar Hakkında Yönetmelik**, 1997. Bayındırlık ve İskan Bakanlığı, Ankara

EK LİSTESİ

EK1 : Betonarme Çizimler

ÖZGEÇMİŞ

Volkan SEVENGİL 27 Temmuz 1980 tarihinde Samsun' da doğdu. İlk öğrenimini Gülsüm Sami Kefeli İlköğretim Okulu'nda, orta öğretimini Samsun Anadolu Lisesin'nde tamamladı. 1999 yılında Yıldız Teknik Üniversitesi İnşaat Mühendisliği Bölümü'nde üniversite öğrenimine başladı. 2004 yılında buradan 3.45 ortalama ile üstün başarılı olarak mezun oldu. Aynı yıl İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yapı Anabilim Dalında yüksek lisans öğrenimine başladı.