

İSTANBUL TEKNİK ÜNİVERSİTESİ ★ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**MEVCUT BİR BETONARME YAPININ DEPREM
YÖNETMELİĞİ 1997' YE GÖRE KONTROLÜ VE
GÜÇLENDİRİLMESİ**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ
İnş. Müh. Selçuk SULKU**

Anabilim Dalı : İNŞAAT MÜHENDİSLİĞİ

Programı : YAPI MÜHENDİSLİĞİ

HAZİRAN 2005

**MEVCUT BİR BETONARME YAPININ DEPREM
YÖNETMELİĞİ 1997' YE GÖRE KONTROLÜ VE
GÜÇLENDİRİLMESİ**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ
İnş. Müh. Selçuk SULKU
(501001149)**

**Tezin Enstitüye Verildiği Tarih : 29 Haziran 2005
Tezin Savunulduğu Tarih : 2 Haziran 2005**

**Tez Danışmanı : Doç.Dr. Necmettin GÜNDÜZ
Diğer Jüri Üyeleri Prof.Dr. Zekai CELEP (İ.T.Ü.)
Doç.Dr. Oğuz Cem ÇELİK (İ.T.Ü.)**

HAZİRAN 2005

ÖNSÖZ

Yüksek lisans tezi olarak, mevcut bir betonarme yapının Deprem Yönetmeliği 1997'ye göre kontrolü ve 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, hep yanımda bana destek olan aileme de teşekkürlerimi bir borç bilirim.

HAZİRAN 2005

İnş. Müh. Selçuk SULKU

İÇİNDEKİLER

KISALTMALAR	V
TABLO LİSTESİ	VI
ŞEKİL LİSTESİ	VIII
SEMBOL LİSTESİ	IX
ÖZET	XI
SUMMARY	XIII
1. GİRİŞ	1
2. MEVCUT YAPININ ANALİZİ	2
2.1 Mevcut Yapı Hakkında Genel Bilgi	2
2.2 Mevcut Yapının Sap 2000N Programında Üç Boyutlu Modeli	5
2.2.1 Bodrum kat kirişlerinin tanımlanması	5
2.2.2 Zemin-normal kat kirişlerinin tanımlanması	10
2.2.3 Kolonların tanımlanması	11
2.3 Döşemelerden Gelen Sabit ve Hareketli Yüklerin Bulunması	15
2.4 Kirişlere Yüklenen Sabit ve Hareketli Yükler	18
2.4.1 Bodrum katı kirişlerinin yükleri	18
2.4.2 Zemin-normal katlardaki kirişlerin yükleri	22
2.4.3 Çatı katı kirişlerinin yükleri	23
2.5 Yapının Toplam Ağırlığının Hesabı	24
2.6 Y Doğrultusundaki Deprem Yükleri Hesabı	27
2.7 X Doğrultusundaki Deprem Yükleri Hesabı	31
2.8 Deprem Yüklemeleri ve Yük Kombinezonları	35
3. MEVCUT YAPININ DÜZENSİZLİK KONTROLLERİ	38
3.1 A-Planda Düzensizlik Durumları	38
3.1.1 A1-Burulma düzensizliği	38
3.1.2 A2-Döşeme süreksizliği	41
3.1.3 A3-Planda çıkıntılar bulunması	42
3.1.4 A4-Taşıyıcı Eleman Eksenlerinin Parelel Olmaması	43
3.2 B-Düşey Doğrultuda Düzensizlik Durumları	44
3.2.1 B1-Komşu katlar arası dayanım düzensizliği (zayıf kat)	44
3.2.2 B2-Komşu katlar arası rijitlik düzensizliği (yumuşak kat)	46
3.2.3 B3-Taşıyıcı sistemin düşey elemanlarının süreksizliği	47
3.3 Görelî Kat Ötelemelerinin Kontrolü	50
4. GÜÇLENDİRİLMİŞ YAPININ ANALİZİNİN YAPILMASI	52
4.1 Mevcut Yapıya Perdeler Eklenmesi	52
4.2 Güçlendirilmiş Yapının Toplam Ağırlığının Bulunması	56
4.3 X Doğrultusundaki Deprem Yüklerinin Bulunması	58
4.4 Y Doğrultusundaki Deprem Yüklerinin Bulunması	61

5. GÜÇLENDİRİLMİŞ YAPININ DÜZENSİZLİK KONTROLLERİ	65
5.1 A-Planda Düzensizlik Durumları	65
5.1.1 A1-Burulma düzensizliği	65
5.2 B-Düşey Doğrultuda Düzensizlik Kontrolü	69
5.2.1 B1-Komşu katlar arası dayanım düzensizliği (zayıf kat)	69
5.2.2 B2-Komşu katlar arası rijitlik düzensizliği (yumuşak kat)	71
5.3 Göreli Kat Ötelemeleri Kontrolü	73
5.4 İkinci Mertebe Etkilerinin Kontrolü	74
6. BETONARME HESAPLAR	76
6.1 Perde Duvarların Betonarme Hesabı	76
6.2 Mevcut Yapının Kolon Kesitlerinin Yeterlilik Kontrolü ve Mantolanması	92
6.3 Mevcut Yapının Bodrum Kat Giriş Kesitlerinin Yeterlilik Kontrolü	105
6.4 Radye Temel Betonarme Hesabı	114
7. SONUÇLAR VE ÖNERİLER	130
KAYNAKLAR	131
EK LİSTESİ	132
ÖZGEÇMİŞ	133

KISALTMALAR

ABYYHY : Afet Bölgelerinde Yapılacak Yapılar Hakkında Yönetmelik
SAP 2000N : Structural Analysis Programme 2000

TABLO LİSTESİ

	<u>Sayfa No</u>
Tablo 2.1. Bodrum kat kiriş kesitleri	9
Tablo 2.2. Zemin-normal kat kiriş kesitleri	10
Tablo 2.3. Kolon kesitleri	11
Tablo 2.4. Bodrum kat kirişlerine döşemelerden gelen üçgen ve trapez sabit yükler	18
Tablo 2.5. Bodrum kat kirişlerine döşemelerden gelen üçgen ve trapez hareketli yükler	19
Tablo 2.6. Bodrum kat kirişlerine döşemelerden gelen düzgün yayılı sabit ve hareketli yükler.....	21
Tablo 2.7. Zemin-normal kat kirişlerine asmolen döşemeden gelen düzgün yayılı sabit ve hareketli yükler	22
Tablo 2.8. Çat kat kirişlerine asmolen döşemeden gelen düzgün yayılı sabit hareketli yükler	23
Tablo 2.9. Mevcut yapı kat ağırlık ve kütleleri	25
Tablo 2.10. Katlara gelen deprem kuvvetleri ve dış merkezlik momentleri ...	34
Tablo 2.11. Sap2000N programında deprem yükleri	35
Tablo 2.12. Sap2000N programında yük kombinezonları	35
Tablo 3.1. X doğrultusundaki deprem kuvveti için kat yerdeğiştirmeleri	38
Tablo 3.2. X doğrultusundaki deprem kuvveti için burulma düzensizliği kontrolü	39
Tablo 3.3. Y doğrultusundaki deprem kuvveti için kat yerdeğiştirmeleri	40
Tablo 3.4. Y doğrultusundaki deprem kuvveti için burulma düzensizliği kontrolü	40
Tablo 3.5. X doğrultusunda zayıf kat düzensizlik kontrolü	45
Tablo 3.6. Y doğrultusunda zayıf kat düzensizlik kontrolü	45
Tablo 3.7. X doğrultusundaki deprem kuvveti için yumuşak kat düzensizliği kontrolü.....	46
Tablo 3.8. Y doğrultusundaki deprem kuvveti için yumuşak kat düzensizliği kontrolü	47
Tablo 3.9. X doğrultusundaki deprem kuvveti için görelî kat ötelemeleri kontrolü	50
Tablo 3.10. Y doğrultusundaki deprem kuvveti için görelî kat ötelemeleri kontrolü	51
Tablo 4.1. Sap2000N programında x doğrultusunda perdelerin konumu	52

Tablo 4.2.	Sap2000N programında y doğrultusunda perdelerin konumu	52
Tablo 4.3.	Güçlendirilmiş yapının toplam ağırlığı	57
Tablo 4.4.	Katlara gelen deprem yükleri ve dış merkezlik etkisiyle oluşan momentler	64
Tablo 5.1.	X doğrultusundaki deprem kuvveti için kat yerdeğiştirmeleri ...	65
Tablo 5.2.	X doğrultusundaki deprem kuvveti için burulma düzensizliği kontrolü	66
Tablo 5.3.	Y doğrultusundaki deprem kuvveti için kat yerdeğiştirmeleri ...	66
Tablo 5.4.	X doğrultusundaki deprem kuvveti için burulma düzensizliği kontrolü	67
Tablo 5.5.	Yeni dışmerkezlik momentlerinin bulunması	67
Tablo 5.6.	Katlara gelen deprem yükleri ve yeni eksantrisite momentleri ...	68
Tablo 5.7.	X doğrultusundaki deprem kuvveti için yeni kat yerdeğiştirmeleri	68
Tablo 5.8.	Y doğrultusundaki deprem kuvveti için yeni kat yerdeğiştirmeleri	69
Tablo 5.9.	X doğrultusundaki zayıf kat düzensizliği kontrolü	70
Tablo 5.10.	Y doğrultusundaki zayıf kat düzensizliği kontrolü	71
Tablo 5.11.	X doğrultusundaki deprem kuvveti için yumuşak kat düzensizliği kontrolü	72
Tablo 5.12.	Y doğrultusundaki deprem kuvveti için yumuşak kat düzensizliği kontrolü	72
Tablo 5.13.	X doğrultusundaki deprem kuvveti için görelî kat ötelemeleri kontrolü	73
Tablo 5.14.	Y doğrultusundaki deprem kuvveti için görelî kat ötelemeleri kontrolü	74
Tablo 5.15.	X doğrultusundaki deprem kuvveti için ikinci mertebe etkilerinin kontrolü	75
Tablo 5.16.	Y doğrultusundaki deprem kuvveti için ikinci mertebe etkilerinin kontrolü	75
Tablo 6.1.	Mantolama sonrası mevcut yapının kolon kesitleri	104
Tablo 6.2.	Düğüm noktalarını etkitilen yay katsayıları	114
Tablo 6.3.	Düğüm noktalarını etkitilen normal kuvvet değerleri	119
Tablo 6.4.	Radya plaklarının açıklık donatıları	125
Tablo 6.5.	Radya plaklarının mesnet donatıları	129

ŞEKİL LİSTESİ

	<u>Sayfa No</u>
Şekil 2.1 : Bodrum kat planı.....	3
Şekil 2.2 : Zemin, normal kat planı.....	4
Şekil 2.3 : Tablalı kiriş kesit boyutları.....	5
Şekil 2.4 : Zemin kat mimari projesi.....	13
Şekil 2.5 : Normal kat mimari projesi.....	14
Şekil 2.6 : Mevcut yapının üç boyutlu modeli.....	26
Şekil 2.7 : Mevcut yapının iki boyutlu modeli.....	27
Şekil 2.8 : Y doğrultusunda bina doğal periyodu için ivme spektrum grafiği.....	28
Şekil 2.9 : X doğrultusunda bina doğal periyodu için ivme spektrum grafiği.....	31
Şekil 2.10 : Mevcut yapıya EYP deprem yükü etkililmesi sonucu yer değiştirmeler	36
Şekil 2.11 : Mevcut yapıya EXP deprem yükü etkililmesi sonucu yer değiştirmeler	37
Şekil 3.1 : A1 tipi burulma düzensizliği kontrolü.....	39
Şekil 3.2 : A2 tipi düzensizlik durumu I.....	41
Şekil 3.3 : A2 tipi düzensizlik durumu II.....	42
Şekil 3.4 : A2 tipi düzensizlik durumu III.....	42
Şekil 3.5 : A3 tipi düzensizlik durumu.....	43
Şekil 3.6 : A4 tipi düzensizlik durumu.....	43
Şekil 3.7 : Kolonların konsol ve guselere oturması durumu.....	48
Şekil 3.8 : Kolonun iki ucundan mesnetli kirişe oturması durumu.....	48
Şekil 3.9 : Perdenin kolonlara oturması durumu.....	49
Şekil 3.10 : Perdenin kirişlere oturması durumu.....	49
Şekil 4.1 : Güçlendirilen yapının bodrum kat planı.....	53
Şekil 4.2 : Güçlendirilen yapının zemin, normal kat planı.....	54
Şekil 4.3 : Güçlendirilen yapının üç boyutlu modeli.....	55
Şekil 6.1 : Mevcut temel planı	115
Şekil 6.2 : Düğüm noktalarına ayrılmış radye temel.....	116
Şekil 6.3 : Rayda temelin y eksenine etrefindeki eğilme momentleri diyagramı.....	117
Şekil 6.4 : Rayda temelin y eksenine etrefindeki eğilme momentleri diyagramı.....	118

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 en kesit 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 en kesit 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'nci katında oluşan maksimum yerdeğiştirme
$(d_i)_{min}$	: Binanın i'nci katında oluşan minimum yerdeğiştirme
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'nci katındaki x yönündeki deprem kuvveti
F_{yi}	: Binanın i'nci katındaki y yönündeki deprem kuvveti
e_x, e_y	: Dış kuvvetlerin dış merkezliği
h	: Binanın i'nci 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 çatlamayı 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}	: Düğüm 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 görelî kat ötelemesi
$(\Delta i)_{max}$	: Binanın i'inci katındaki maksimum görelî kat ötelemesi
$(\Delta i)_{min}$	: Binanın i'inci katındaki minimum görelî kat ötelemesi
$(\Delta i)_{ort}$	: Binanın i'inci katındaki ortalama görelî kat ötelemesi
η_{bi}	: İ'inci katta tanımlanan burulma düzensizliği katsayısı
η_{ci}	: İ'inci katta tanımlanan dayınım düzensizliği katsayısı
η_{ki}	: İ'inci katta tanımlanan yumuşak kat düzensizliği katsayısı
θ_i	: İ'inci katta tanımlanan ikinci mertebe gösterge değeri
$(\sum A_e)_i$	: İ'inci katta tanımlanan etkili kesme alanı
$\sum A_w$	: Depreme dik doğrultudaki kolon çıkıntılarının alanları hariç, herhangi bir kattaki kolon en kesiti etkin gövde alanları toplamı
$\sum A_g$	: Binada herhangi bir katta, hesap yapılan deprem doğrultusuna paralel doğrultuda perde olarak çalışan taşıyıcı sistem elemanlarının en kesit alanlarının toplamı
$\sum A_{gk}$	: Binada herhangi bir katta, kapı ve pencere boşlukları çıkartıldıktan sonra, hesap yapılan deprem doğrultusuna paralel kagir dolgu duvar alanlarının toplamı
ρ_{sh}	: Perdede yatay gövde donatılarının perde gövdesi brüt enkesit alanına oranı
Φ	: Donatı çapı

KISALTMALAR

ABYYHY : Afet Bölgelerinde Yapılacak Yapılar Hakkında Yönetmelik

SAP 2000N : Structural Analysis Programme 2000

MEVCUT BİR BETONARME YAPININ DEPREM YÖNETMELİĞİ 1977'YE GÖRE KONTROLÜ VE GÜÇLENDİRİLMESİ

ÖZET

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

Söz konusu çalışmanın ikinci bölümünde, İstanbul İli, Kadıköy İlçesi'nde bulunan mevcut bir betonarme yapı incelenmiştir. Söz konusu bina 1. Deprem Bölgesinde olup, 1 bodrum kat, 1 zemin kat ve 6 normal kattan oluşmakta ve konut olarak kullanılmaktadır. Bodrum kat kirişli plâk döşeme diğer katlar ise asmolen döşeme olarak yapılmıştır. Yapıda beton sınıfı olarak BS16 kullanılmıştır. Mevcut yapının TS 498'de verilen yüklere göre zati ağırlığı ve hareketli yükleri hesaplanmış, Sap 2000N sonlu elemanlar analiz programı kullanılarak üç boyutlu modellemesi yapılmıştır. Mevcut yapının ağırlık merkezi bulunarak, bu noktalara hesaplanan 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, Sap 2000N programında modellenen yapıda ağırlık merkezine atanmış, çeşitli yük kombinasyonları çerçevesinde analiz yapılmıştır.

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

Çalışmanın dördüncü bölümünde ise, mevcut yapıya her iki doğrultuda da yapının mevcut mimarisi bozmamaya özen göstererek rijitliği artırıcı perdeler eklenmiş güçlendirilen yapının her katının ağırlığı 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, Sap 2000N programında tekrar modellenen yapıda tanımlanarak analiz yapılmıştır.

Çalışmanın beşinci bölümünde ise, güçlendirilen yapının düzensizlik kontrolleri yapılmış, yapıda y doğrultusunda burulma düzensizliği çıkmıştır. Bunun sonucunda, yapıda tanımlanan ek dış merkezlik momentleri bir D_1 katsayısı ile artırılmış ve bulunan değerler yapıya tekrar atanarak yeniden analiz yaptırılmıştır. Yapının

düzensizlik, görelî kat ötelemeleri ve ikinci mertebe etkilerinin kontrolleri yapılmıştır.

Çalışmanın son bölümünde ise, Sap 2000N programından elde edilen sonuçlar kullanılarak perde duvarlar için betonarme hesap yapılmıştır. Yine Sap 2000N programından elde edilen sonuçlar doğrultusunda kolonların mantolama donatılarının hesabı, kirişlerin taşıma kapasitelei ve radye temel plaklarının betonarme hesabı yapılmıştır.

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

ANALYSIS AND STRUCTURAL RETROFITTING OF AN EXISTING REINFORCED CONCRETE BUILDING IN ACCORDANCE WITH THE 1997 EARTHQUAKE REGULATION.

SUMMARY

This master's thesis aimed to analyse and propose structural retrofitting methods for an existing reinforced concrete building in accordance with the 1997 Earthquake Regulation.

The second part of this study is devoted to the evaluation and analysis of the reinforced concrete building situated in the city of Istanbul, Kadıköy District. The said building is actually placed in the 1st degree earthquake zone. It consists of one basement floor, ground floor and 6 upper floors. The building contains housing flats. The basement floor has a slab with beams, and the other 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 Standard No 498, and a three dimensional modelling 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 that center. A dynamic analysis is conducted in order to find out the periods at x, y, and z 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 various 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 two parts in accordance with the 1997 Earthquake Regulation. The control of the relative storey displacement constituted evidence for the increasing of building's rigidity.

The fourth part of the study considered empowerment of the building with the addition of two shear walls to increase rigidity at two directions whilst preserving the original architecture, and recalculating the weight of each floor of the empowered 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.

The fifth part of the study the irregularity controls of the retrofitted building have been made, and an irregularity of torque at y direction has been found. As a result of this the additional eccentricity moment defined within the building have been increased with a coefficient D_i and extracted values have been re-assigned to the building in order to conduct a further analysis. Accordingly, the irregularity, relative storey displacement and second degree effects are controlled.

At the last part of the study by using the results from SAP 2000N analysis, the reinforced concrete sectional calculations about shear walls, are made. Once again, according to the results obtained from SAP 2000N analysis, the reinforcement calculation of columns, the resistance capacity of beams and the reinforced concrete sectional calculations about the mat foundation slabs.

In conclusion, existing reinforced concrete, the buildings seismic safety have been ensured with empowerment through the addition of shear walls increasing rigidity and the mat foundation slabs where all second degree effects and relative storey displacement remained under the limit values.

1. GİRİŞ

Yirmi yıldan uzun süre kullanılan 1975 Deprem Yönetmeliği'ne göre yapılan mevcut bir betonarme yapının taşıyıcı sistemi, şiddetli deprem etkisini gözönüne alan Deprem Yönetmeliği 1997' ye göre yetersiz kalabilmektedir. Deprem Yönetmeliği 1977, döşemelerin rijit diyafram kabul edilmesi, yapıların deprem hesabının üç boyutlu olarak yapılması gibi birçok yeni kavram ve olumlu yaklaşımı içeren çağdaş bir yönetmeliktir [1].

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 sınırlandırarak 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 artırıcı perde elemanların 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 eksenel normal kuvvete maruz kalırlar [2].

Perdeler yapılarda çeşitli şekillerde teşkil edilebilmektedirler. Perdeler yapılarda 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 İstanbul İli, Kadıköy İlçesi, Göztepe Semti Tütüncü Mehmet Efendi Caddesi Karanfil Sokak No:5' deki Gül Apartmanı incelenmiştir. 1 bodrum kat, 1 zemin kat ve 6 normal kattan oluşan toplam 8 katlı betonarme bina SAP 2000 sonlu elemanlar analiz programı ile 3 boyutlu olarak modellenerek, statik ve dinamik analizi yapıp deprem yükleri etkisindeki davranışı incelenecek ve Deprem Yönetmeliği 1997'ye düzensizlik kontrolleri yapılarak, güçlendirilecektir.

Binamız ile ilgili kullanılacak malzeme ve tasarım bilgileri aşağıda verilmiştir:

Beton: BS 16

Toplam Kat Adedi: 8

Normal Kat: 6 (H = 3,00 m)

Zemin Kat: 1 (H = 3,50 m)

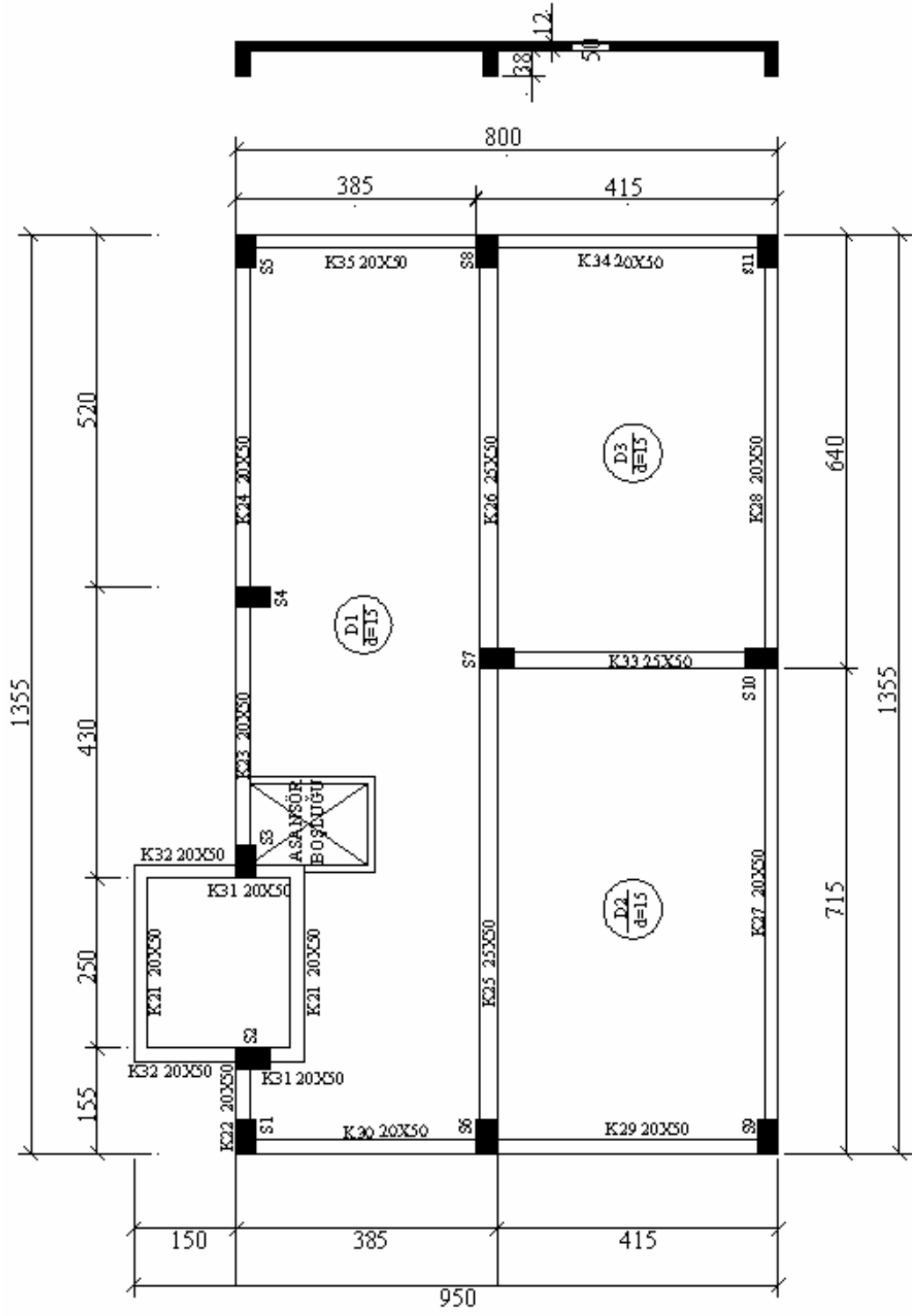
Bodrum Kat: 1 (H = 2,65 m)

Deprem Bölgesi: 1. Derece

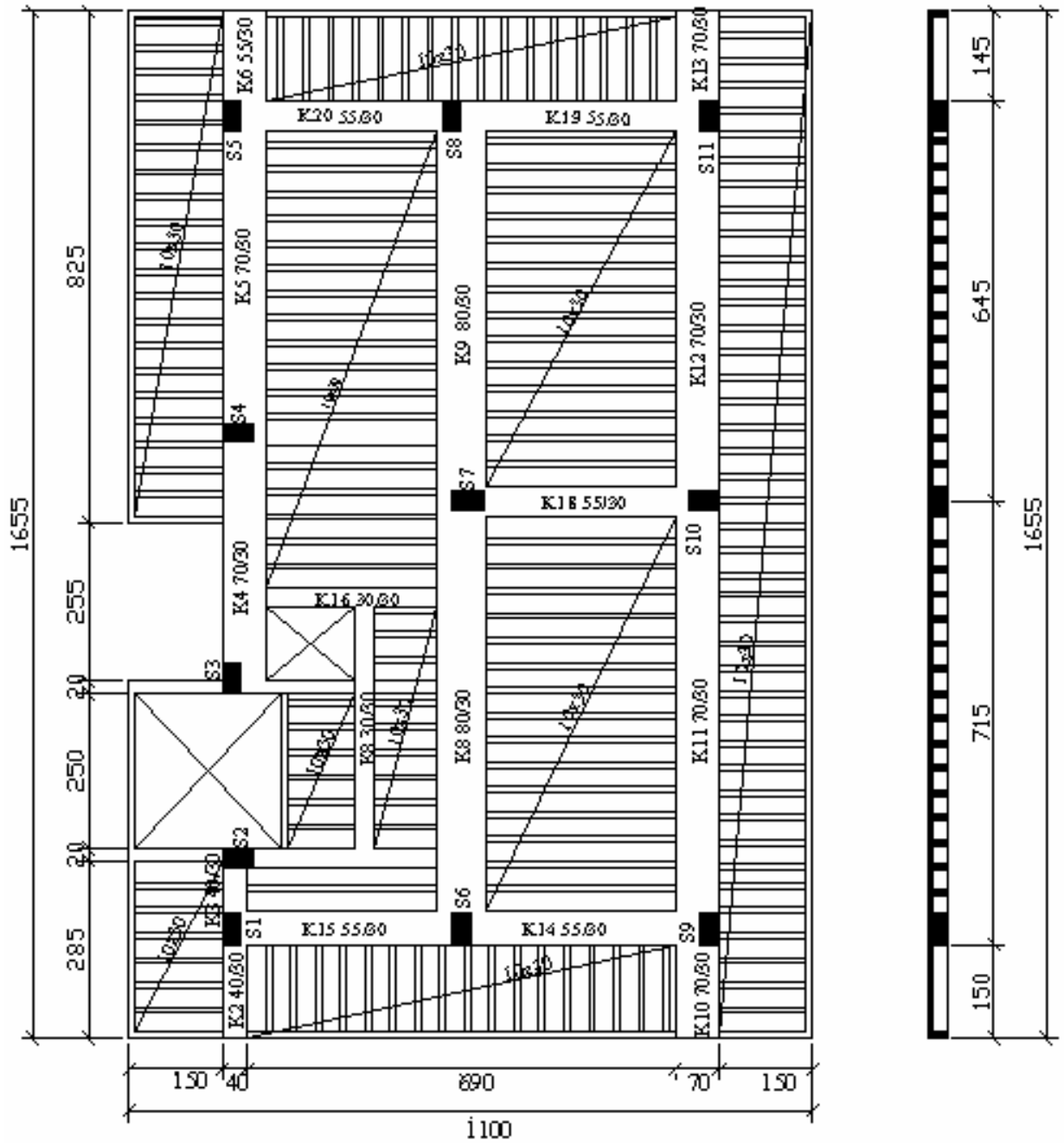
Zemin Sınıfı: Z2

Zemin Emniyet Gerilmesi: 200 kN / m²

Kullanım Amacı: Konut



Şekil 2.1 Bodrum kat planı



Şekil 2.2 Zemin, normal kat planı

2.2 Mevcut Yapının Sap 2000N Programında Üç Boyutlu Modeli

2.2.1 Bodrum kat kirişlerin tanımlanması

Bodrum katta bulunan tablalı kirişlerin kesit hesabında, yapısal çözümleme ve şekil değiştirme hesapları için gerekli eylemsizlik momentlerinin bulunmasında göz önüne alınacak etkili tabla genişliği aşağıda gösterildiği gibi hesaplanmalıdır.

$$\text{Simetrik kesitlerde (T-kesitli)} \Rightarrow b = b_w + 0,2.l_p \quad (2.1)$$

$$\text{Simetrik olmayan kesitlerde (L-kesitli vb.)} \Rightarrow b = b_1 + 0,1.l_p \quad (2.2)$$

Kirişleri Sap 2000N programında tanımlarken simetrik kesitlerde add tee komutu, simetrik olmayan kesitlerde add angle komutu kullanılmıştır. Tabliye içerisinde yer alamayan kirişler ise add rectangular komutuyla atanmıştır.

Ancak, gövde dışına taşan tabla genişliği, herbir yanda, tabla kalınlığının altı katından ve komşu kiriş gövde yüzüne olan uzaklığın yarısından fazla olamaz. Yukarıda kullanılan l_p , kirişin iki moment sıfır noktası arasındaki uzunluğudur. Kesin hesap yapılmayan durumlarda l_p değeri aşağıda ki gibi hesaplanır [3].

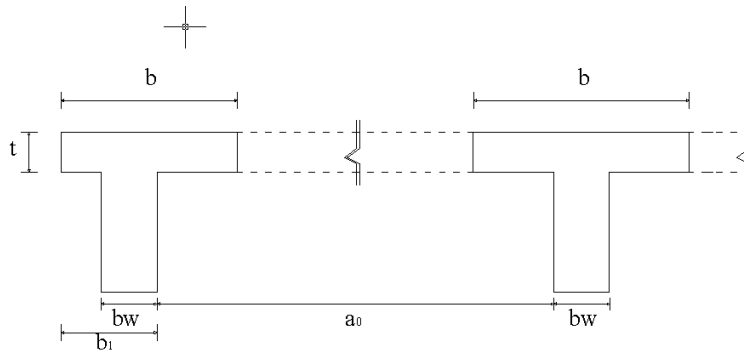
Burada , l kirişin hesap açıklığı olmak üzere,

$$\text{Tek açıklıklı, basit mesnetli kirişlerde} \quad l_p = 1,0.l \quad (2.3)$$

$$\text{Sürekli kirişlerde kenar açıklığı} \quad l_p = 0,8.l$$

$$\text{Sürekli kirişlerde iç açıklık} \quad l_p = 0,6.l$$

$$\text{Konsol kirişlerde} \quad l_p = 1,5.l \quad \text{olarak alınır.}$$



Şekil 2.3 Tablalı kiriş kesit boyutları

K21 Kirişı (20*50)

Dikdörtgen kesitli

Kiriş derinliği (t_3) = 0,50 m.

Kiriş genişliği (t_2) = 0,20 m.

K22 Kirişı (20*50)

$l=0,90$ m. $l_p=1,00.l$ (Tek açıklıklı, basit mesnetli kiriş)

$l_p=1,00.0,90 = 0,90$ m.

Simetrik olmayan l kesit $b=b_1+0,10.l_p$

$b=0,20+0,10.0,90=0,20+0,09=0,29$ m.

L kesitli

Kiriş derinliği (t_3)=0,50 m.

Bulunan etkili tabla genişliği (t_2)=0,29 m.

Döşeme kalınlığı (t_f)=0,15 m.

Kiriş genişliği (t_w)=0,20 m.

K23 Kirişı (20*50)

$l=3,85$ m.

$l_p =0,80.3,85 = 3,08$ m. (Sürekli kiriş kenar açıklığı)

$b=b_1+0,10 .l_p=0,20+0,10.3,08=0,51$ m.

L kesitli

Kiriş derinliği (t_3)=0,50 m.

Bulunan etkili tabla genişliği (t_2)=0,51 m.

Döşeme kalınlığı (t_f)=0,10 m.

Kiriş genişliği (t_w)=0,20 m.

K24 Kirişı (20*50)

$l=4,80$ m.

$l_p = 0,80.4,80 = 3,84$ m. (Sürekli kiriş kenar açıklığı)

$b=b_1+0,10 \cdot l_p=0,20+0,10.3,84=0,58$ m.

L kesitli

Kiriş derinliği $(t_3)=0,50$ m.

Bulunan etkili tabla genişliği $(t_2)=0,58$ m.

Döşeme kalınlığı $(t_f)=0,15$ m.

Kiriş genişliği $(t_w)=0,20$ m.

K21* Kirişı (20*50)

$l=1,25$ m.

$l_p = 1,50.l = 1,5.1,25 = 1,88$ m.

$b=b_1+0,10 \cdot l_p=0,20+0,10.1,88 = 0,39$ m.

L kesitli

Kiriş derinliği $(t_3)=0,50$ m.

Bulunan etkili tabla genişliği $(t_2)=0,39$ m.

Döşeme kalınlığı $(t_f)=0,15$ m.

Kiriş genişliği $(t_w)=0,20$ m.

K25 Kirişı (25*50)

$l=6,95$ m.

$l_p = 0,80.6,95 = 5,56$ m.

$b=b_1+0,20 \cdot l_p = 0,25+0,20.5,56= 1,36$ m.

T kesitli

Kiriş derinliği $(t_3)=0,50$ m.

Bulunan etkili tabla genişliği $(t_2)=0,39$ m.

Döşeme kalınlığı $(t_f)=0,15$ m.

Kiriş genişliği $(t_w)=0,20$ m.

K26 Kirişi (25*50)

$l=5,75$ m.

$l_p = 0,80.5,75 = 4,60$ m.

$b=b_1+0,20 .l_p = 0,25+0,20.4,60 =1,17$ m.

T kesitli

Kiriş derinliği $(t_3)=0,50$ m.

Bulunan etkili tabla genişliği $(t_2)=1,17$ m.

Döşeme kalınlığı $(t_f)=0,15$ m.

Kiriş genişliği $(t_w)=0,25$ m.

Bodrum katta bulunan diğer kirişlerde yukarıda ki şekilde hesaplanıp, Sap 2000N Programı' nda Tablo 2.1'deki gibi tanımlanmıştır.

.

Tablo 2.1 Bodrum kat giriş kesitleri.

Kesit	Kesit Adı	Kesit Tipi	t3 (m)	t2 (m)	tf (m)	tw (m)
20*50	K21	Dikdörtgen	0,50	0,20	-	-
20*50	K22	L Kesitli	0,50	0,29	0,15	0,20
20*50	K23	L Kesitli	0,50	0,51	0,15	0,20
20*50	K24	L Kesitli	0,50	0,58	0,15	0,20
20*50	K21*	L Kesitli	0,50	0,39	0,15	0,20
25*50	K25	L Kesitli	0,50	1,36	0,15	0,25
25*50	K26	T kesitli	0,50	1,17	0,15	0,25
20*50	K27	L Kesitli	0,50	0,76	0,15	0,20
20*50	K28	L Kesitli	0,50	0,66	0,15	0,20
20*50	K29	L Kesitli	0,50	0,51	0,15	0,20
20*50	K30	L Kesitli	0,50	0,47	0,15	0,20
20*50	K31	L Kesitli	0,50	0,31	0,15	0,20
20*50	K32	Dikdörtgen	0,50	0,20	-	-
20*50	K31*	Dikdörtgen	0,50	0,20	-	-
20*50	K32*	Dikdörtgen	0,50	0,20	-	-
25*50	K33	T kesitli	0,50	0,95	0,15	0,25
20*50	K34	L Kesitli	0,50	0,51	0,15	0,20
20*50	K35	L Kesitli	0,50	0,47	0,15	0,20

2.2.2 Mevcut zemin-normal kat kirişlerinin tanımlanması

Tablo 2.2 Zemin-normal kat kiriş kesitleri.

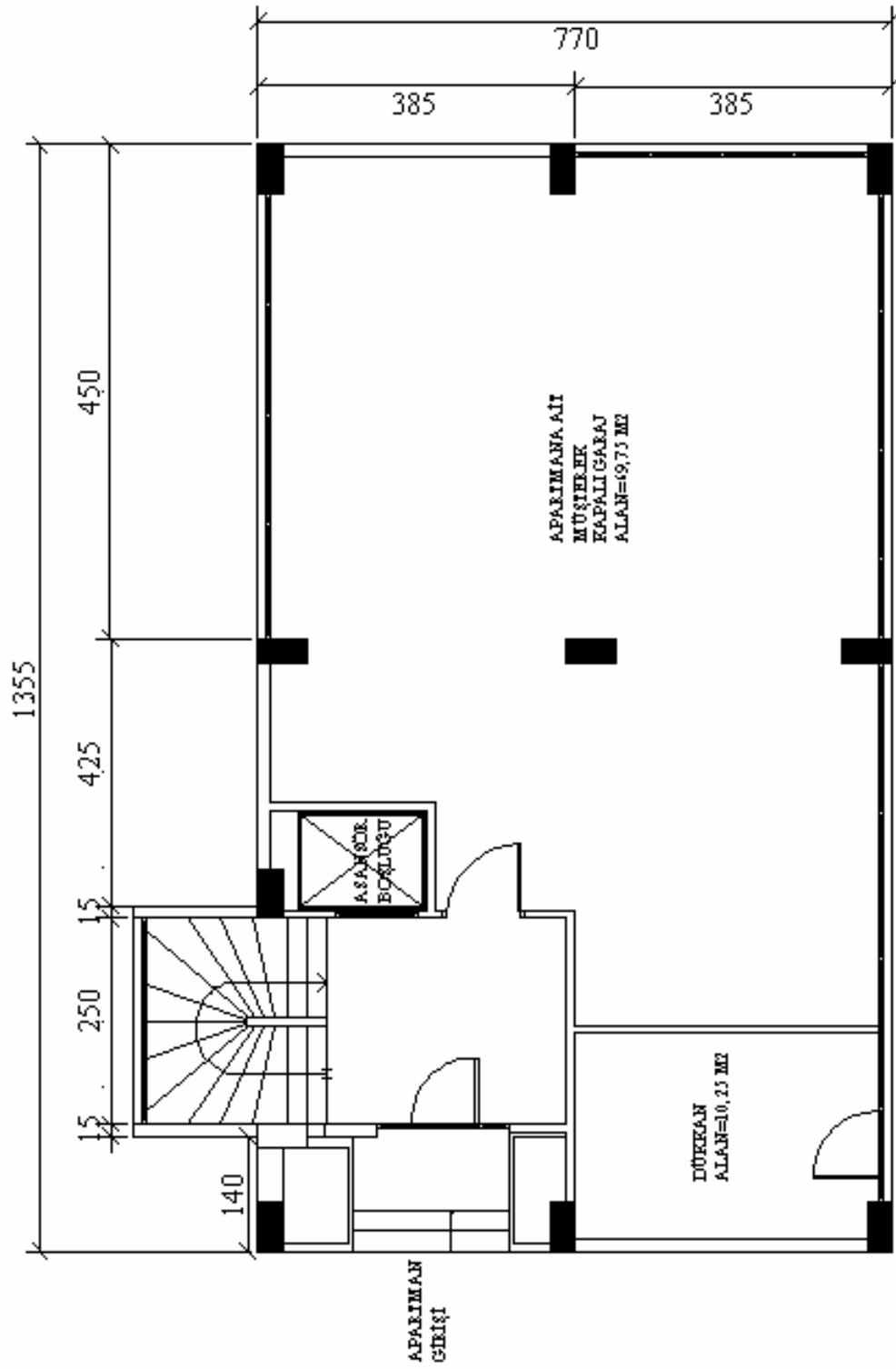
Kesit	Kesit Adı	Kesit Tipi	t3 (m)	t2 (m)
20*50	K1	Dikdörtgen	0,50	0,20
40*30	K2	Dikdörtgen	0,30	0,40
40*30	K3	Dikdörtgen	0,30	0,40
55*30	K4	Dikdörtgen	0,30	0,55
70*30	K5	Dikdörtgen	0,30	0,70
55*30	K6	Dikdörtgen	0,30	0,55
30*30	K7	Dikdörtgen	0,30	0,30
80*30	K8	Dikdörtgen	0,30	0,80
80*30	K9	Dikdörtgen	0,30	0,80
55*30	K10	Dikdörtgen	0,30	0,55
70*30	K11	Dikdörtgen	0,30	0,70
70*30	K12	Dikdörtgen	0,30	0,70
55*30	K13	Dikdörtgen	0,30	0,55
55*30	K14	Dikdörtgen	0,30	0,55
55*30	K15	Dikdörtgen	0,30	0,55
30*30	K16	Dikdörtgen	0,30	0,30
20*50	K17- K17*	Dikdörtgen	0,50	0,20
30*30	K16*	Dikdörtgen	0,30	0,30
55*30	K18	Dikdörtgen	0,30	0,55
55*30	K19	Dikdörtgen	0,30	0,55
55*30	K20	Dikdörtgen	0,30	0,55

2.2.3 Kolonların tanımlanması

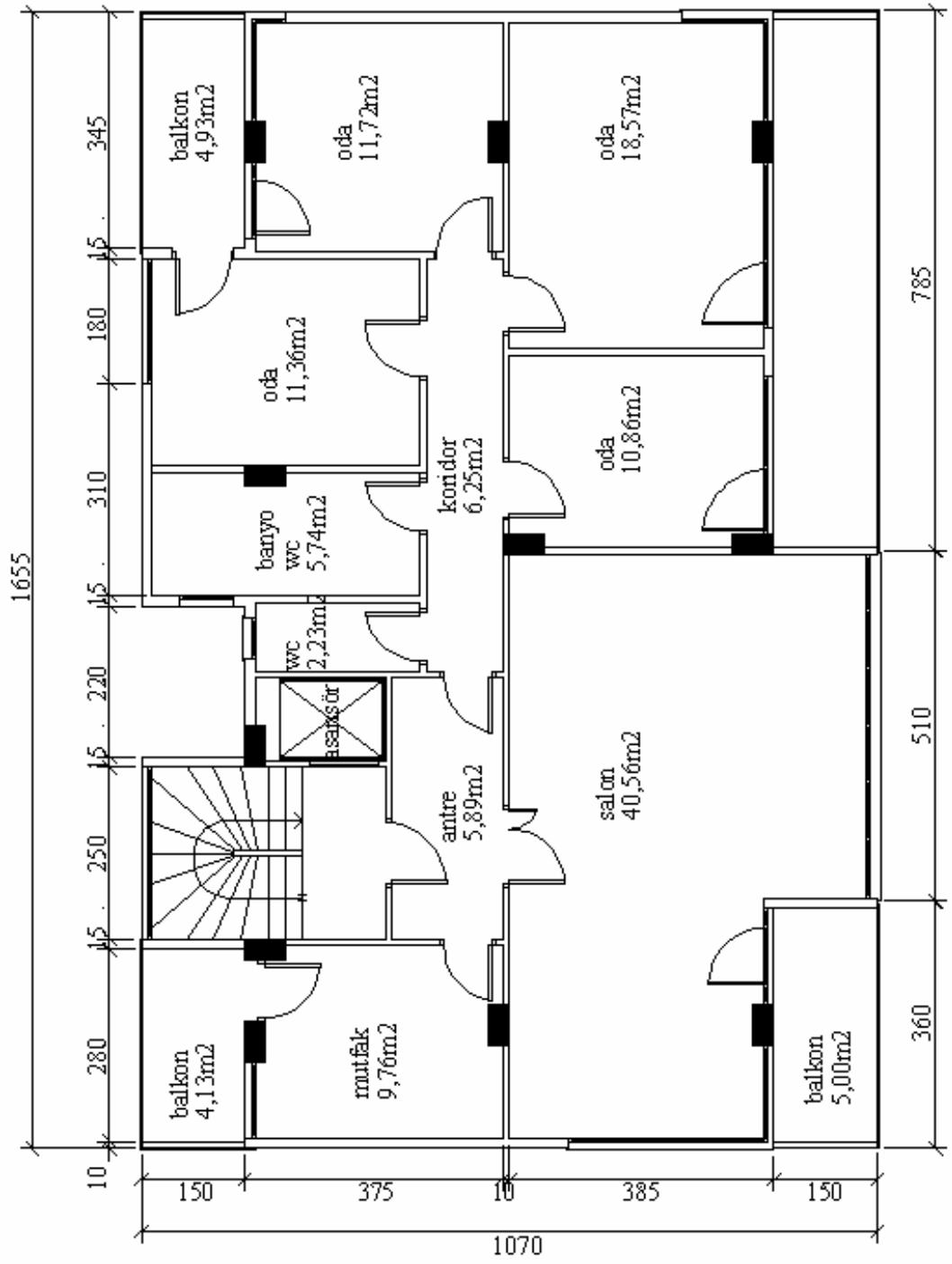
Tablo 2.3 Kolon kesitleri.

Kat No	Kesit	Kesit Adı	Kesit Tipi	t3 (m)	t2 (m)
Zemin-Bodrum	30*50	S1BZ	Dikdörtgen	0,50	0,30
Zemin-Bodrum	30*50	S2BZ	Dikdörtgen	0,50	0,30
Zemin-Bodrum	50*30	S3BZ	Dikdörtgen	0,30	0,50
Zemin-Bodrum	30*60	S4BZ	Dikdörtgen	0,60	0,30
Zemin-Bodrum	60*30	S5BZ	Dikdörtgen	0,30	0,60
Zemin-Bodrum	60*40	S6BZ	Dikdörtgen	0,40	0,60
Zemin-Bodrum	40*60	S7BZ	Dikdörtgen	0,60	0,40
Zemin-Bodrum	60*40	S8BZ	Dikdörtgen	0,40	0,60
Zemin-Bodrum	60*30	S9BZ	Dikdörtgen	0,30	0,60
Zemin-Bodrum	30*60	S10BZ	Dikdörtgen	0,60	0,30
Zemin-Bodrum	60*30	S11BZ	Dikdörtgen	0,30	0,60
1-2. Kat	30*40	S1K12	Dikdörtgen	0,40	0,30
1-2. Kat	30*50	S2K12	Dikdörtgen	0,50	0,30
1-2. Kat	50*30	S3K12	Dikdörtgen	0,30	0,50
1-2. Kat	30*50	S4K12	Dikdörtgen	0,50	0,30
1-2. Kat	60*30	S5K12	Dikdörtgen	0,30	0,60
1-2. Kat	60*30	S6K12	Dikdörtgen	0,30	0,60
1-2. Kat	30*60	S7K12	Dikdörtgen	0,60	0,30
1-2. Kat	60*30	S8K12	Dikdörtgen	0,30	0,60
1-2. Kat	60*30	S9K12	Dikdörtgen	0,30	0,60
1-2. Kat	30*60	S10K12	Dikdörtgen	0,60	0,30

Kat No	Kesit	Kesit Adı	Kesit Tipi	t3 (m)	t2 (m)
3-4. Kat	30*30	S1K34	Dikdörtgen	0,30	0,30
3-4. Kat	30*40	S2K34	Dikdörtgen	0,40	0,30
3-4. Kat	40*30	S3K34	Dikdörtgen	0,30	0,40
3-4. Kat	30*40	S4K34	Dikdörtgen	0,40	0,30
3-4. Kat	50*30	S5K34	Dikdörtgen	0,30	0,50
3-4. Kat	50*30	S6K34	Dikdörtgen	0,30	0,50
3-4. Kat	30*50	S7K34	Dikdörtgen	0,50	0,30
3-4. Kat	50*30	S8K34	Dikdörtgen	0,30	0,50
3-4. Kat	50*30	S9K34	Dikdörtgen	0,30	0,50
3-4. Kat	30*50	S10K34	Dikdörtgen	0,50	0,30
3-4. Kat	50*30	S11K34	Dikdörtgen	0,30	0,50
5-6. Kat	30*30	S1K56	Dikdörtgen	0,30	0,30
5-6. Kat	30*30	S2K56	Dikdörtgen	0,30	0,30
5-6. Kat	30*30	S3K56	Dikdörtgen	0,30	0,30
5-6. Kat	30*30	S4K56	Dikdörtgen	0,30	0,30
5-6. Kat	30*30	S5K56	Dikdörtgen	0,30	0,30
5-6. Kat	30*30	S6K56	Dikdörtgen	0,30	0,30
5-6. Kat	30*30	S7K56	Dikdörtgen	0,30	0,30
5-6. Kat	30*30	S8K56	Dikdörtgen	0,30	0,30
5-6. Kat	30*30	S9K56	Dikdörtgen	0,30	0,30
5-6. Kat	30*30	S10K56	Dikdörtgen	0,30	0,30
5-6. Kat	30*30	S11K56	Dikdörtgen	0,30	0,30



Şekil 2.4 Zemin kat mimari projesi



Şekil 2.5 Normal kat mimari projesi

2.3 Döşemelerden Gelen Sabit ve Hareketli Yüklerin Bulunması

Bodrum katta betonarme döşemeden gelen yükler TS 498 kullanarak bulunmuştur [4].

D1 Döşemesi

$$\text{Şap} \Rightarrow 0,07 \cdot 25 = 1,75 \text{ kN/m}^2$$

$$\text{BA Plâk} \Rightarrow 0,15 \cdot 25 = 3,75 \text{ kN/m}^2$$

$$\text{Sıva} \Rightarrow 0,02 \cdot 20 = 0,40 \text{ kN/m}^2$$

$$g = 5,90 \text{ kN/m}^2$$

$$q = 5,00 \text{ kN/m}^2$$

$$P = 1,4 \cdot 5,90 + 1,6 \cdot 5,00 = 16,26 \text{ kN/m}^2$$

D2 Döşemesi

$$\text{Ahşap Parke} \Rightarrow 0,002 \cdot 8 = 0,02 \text{ kN/m}^2$$

$$\text{Şap} \Rightarrow 0,07 \cdot 25 = 1,75 \text{ kN/m}^2$$

$$\text{BA Plâk} \Rightarrow 0,15 \cdot 25 = 3,75 \text{ kN/m}^2$$

$$\text{Sıva} \Rightarrow 0,02 \cdot 20 = 0,40 \text{ kN/m}^2$$

$$g = 5,92 \text{ kN/m}^2$$

$$q = 3,87 \text{ kN/m}^2$$

$$P = 1,4 \cdot 5,92 + 1,6 \cdot 3,87 = 14,47 \text{ kN/m}^2$$

D3 Döşemesi

$$\text{Şap} \Rightarrow 0,07 \cdot 25 = 1,75 \text{ kN/m}^2$$

$$\text{BA Plâk} \Rightarrow 0,15 \cdot 25 = 3,75 \text{ kN/m}^2$$

$$\text{Sıva} \Rightarrow 0,02 \cdot 20 = 0,40 \text{ kN/m}^2$$

$$g = 5,90 \text{ kN/m}^2$$

$$q = 5,00 \text{ kN/m}^2$$

$$P = 1,4 \cdot 5,90 + 1,6 \cdot 5,00 = 16,26 \text{ kN/m}^2$$

Zemin-Normal Katlar;

Normal Döşeme

$$\text{Nervür} \Rightarrow 1,15 \text{ kN/m}^2$$

$$\text{BA Plak} \Rightarrow 0,07 \cdot 25 = 1,75 \text{ kN/m}^2$$

$$\text{Asmolen} \Rightarrow 0,92 \text{ kN/m}^2$$

$$\text{Şap} \Rightarrow 0,05 \cdot 22 = 1,10 \text{ kN/m}^2$$

$$\text{Sıva} \Rightarrow 0,02 \cdot 20 = 0,40 \text{ kN/m}^2$$

$$\text{Ahşap Parke} \Rightarrow 0,002 \cdot 8,0 = 0,16 \text{ kN/m}^2$$

$$g = 5,48 \text{ kN/m}^2$$

$$q = 2,00 \text{ kN/m}^2$$

$$P = 1,4 \cdot 5,48 + 1,6 \cdot 2,00 = 10,87 \text{ kN/m}^2$$

Konsol Döşeme (Balkon)

$$\text{Nervür} \Rightarrow 1,15 \text{ kN/m}^2$$

$$\text{BA Plak} \Rightarrow 0,07 \cdot 25 = 1,75 \text{ kN/m}^2$$

$$\text{Asmolen} \Rightarrow 0,92 \text{ kN/m}^2$$

$$\text{Şap} \Rightarrow 0,05 \cdot 22 = 1,10 \text{ kN/m}^2$$

$$\text{Sıva} \Rightarrow 0,02 \cdot 20 = 0,40 \text{ kN/m}^2$$

$$\text{Harç} \Rightarrow 0,01 \cdot 20 = 0,20 \text{ kN/m}^2$$

$$\text{Seramik Karo} \Rightarrow 0,01 \cdot 22 = 0,22 \text{ kN/m}^2$$

$$g = 5,74 \text{ kN/m}^2$$

$$q = 5,00 \text{ kN/m}^2$$

$$P = 1,4 \cdot 5,74 + 1,6 \cdot 5,00 = 16,04 \text{ kN/m}^2$$

Konsol Döşeme (Oda)

Nervür $\Rightarrow 1,15 \text{ kN/m}^2$

BA Plak $\Rightarrow 0,07 \cdot 25 = 1,75 \text{ kN/m}^2$

Asmolen $\Rightarrow 0,92 \text{ kN/m}^2$

Şap $\Rightarrow 0,05 \cdot 22 = 1,10 \text{ kN/m}^2$

Sıva $\Rightarrow 0,02 \cdot 20 = 0,40 \text{ kN/m}^2$

Ahşap Parke $\Rightarrow 0,002 \cdot 8 = 0,16 \text{ kN/m}^2$

$$g = 5,48 \text{ kN/m}^2$$

$$q = 5,00 \text{ kN/m}^2$$

$$P = 1,4 \cdot 5,48 + 1,6 \cdot 5,00 = 15,67 \text{ kN/m}^2$$

Çatı Döşemesi

Oluklu Kiremit $\Rightarrow 5,00 \cdot 0,01 = 0,05 \text{ kN/m}^2$

Isı İzolasyon $\Rightarrow 1,50 \cdot 0,01 = 0,02 \text{ kN/m}^2$

Bitümlü Karton $\Rightarrow 1,50 \cdot 0,01 = 0,02 \text{ kN/m}^2$

Ahşap Çatı $\Rightarrow 0,75 \text{ kN/m}^2$

BA Plâk $\Rightarrow 0,07 \cdot 25 = 1,75 \text{ kN/m}^2$

Nervür $\Rightarrow 1,15 \text{ kN/m}^2$

Asmolen $\Rightarrow 0,92 \text{ kN/m}^2$

Sıva $\Rightarrow 0,02 \cdot 20 = 0,40 \text{ kN/m}^2$

$$g = 5,05 \text{ kN/m}^2$$

$$q = 1,00 \text{ kN/m}^2$$

$$P = 1,4 \cdot 5,05 + 1,6 \cdot 1,00 = 8,67 \text{ kN/m}^2$$

2.4 Kirişlere Yüklenen Sabit ve Hareketli Yükler

2.4.1 Bodrum katı kirişlerinin yükleri

Tablo 2.4 Bodrum kat kirişlerine döşemelerden gelen üçgen ve trapez sabit yükler.

Kiriş No	Yük Adı	Yazı Kutucuğu	Kutu No			
			1	2	3	4
K27	G	Mesafe (m)	0,00	1,98	5,33	7,30
		Yük (kN/m)	0,00	-6,02	-6,02	0,00
K28	G	Mesafe (m)	0,00	1,98	4,28	6,25
		Yük (kN/m)	0,00	5,90	-5,90	0,00
K34	G	Mesafe (m)	0,00	1,98	1,98	3,95
		Yük (kn/m)	0,00	-5,90	-5,90	0,00
K35	G	Mesafe (m)	0,00	2,03	2,03	4,05
		Yük (kN/m)	0,00	-5,90	-5,90	0,00
K29	G	Mesafe (m)	0,00	1,98	1,98	3,95
		Yük (kN/m)	0,00	-6,02	-6,02	0,00
K30	G	Mesafe (m)	0,00	2,03	2,03	4,05
		Yük (kN/m)	0,00	-6,63	-6,63	0,00
K33	G	Mesafe (m)	0,00	1,98	1,98	3,95
		Yük (kN/m)	0,00	-6,02	-6,02	0,00
K33	G	Mesafe (m)	0,00	1,98	1,98	3,95
		Yük (kN/m)	0,00	-5,90	-5,90	0,00
K24	G	Mesafe (m)	0,00	3,28	5,30	0,00
		Yük (kN/m)	-5,90	-5,90	0,00	0,00
K23	G	Mesafe (m)	0,00	1,30	1,30	3,96
		Yük (kN/m)	0,00	0,00	-6,29	-6,29
K22	G	Mesafe (m)	0,00	1,40	0,00	0,00
		Yük (kN/m)	0,00	-2,45	0,00	0,00

K25	G	Mesafe (m)	0,00	2,03	7,30	0,00
		Yük (kN/m)	0,00	-6,15	-6,15	0,00
K25	G	Mesafe (m)	0,00	1,98	5,33	7,30
		Yük (kN/m)	0,00	-6,02	-6,02	0,00
K26	G	Mesafe (m)	0,00	4,23	6,25	0,00
		Yük (kN/m)	-5,90	-5,90	0,00	0,00
K26	G	Mesafe (m)	0,00	1,98	4,28	6,25
		Yük (kN/m)	0,00	-5,90	-5,90	0,00
K21*	G	Mesafe (m)	0,00	0,63	2,90	0,00
		Yük (kN/m)	-2,45	-6,63	-6,63	0,00

Tablo 2.5 Bodrum kat kirişlerine döşemelerden gelen üçgen ve trapez hareketli yükler.

Kiriş No	Yük Adı	Yazı Kutucuğu	Kutu No			
			1	2	3	4
K27	Q	Mesafe (m)	0,00	1,98	5,33	7,30
		Yük (kN/m)	0,00	-3,87	-3,87	0,00
K28	Q	Mesafe (m)	0,00	1,98	4,28	6,25
		Yük (kN/m)	0,00	5,00	5,00	0,00
K34	Q	Mesafe (m)	0,00	1,98	1,98	3,95
		Yük (kN/m)	0,00	-5,00	-5,00	0,00
K35	Q	Mesafe (m)	0,00	2,03	2,03	4,05
		Yük (kN/m)	0,00	-5,00	-5,00	0,00
K29	Q	Mesafe (m)	0,00	1,98	1,98	3,95
		Yük (kN/m)	0,00	-3,87	-3,87	0,00

K30	Q	Mesafe (m)	0,00	2,03	2,03	4,05
		Yük (kN/m)	0,00	-2,00	-2,00	0,00
K33	Q	Mesafe (m)	0,00	1,98	1,98	3,95
		Yük (kN/m)	0,00	-3,87	-3,87	0,00
K33	Q	Mesafe (m)	0,00	1,98	1,98	3,95
		Yük (kN/m)	0,00	-5,00	-5,00	0,00
K24	Q	Mesafe (m)	0,00	3,28	5,30	0,00
		Yük (kN/m)	-5,00	-5,00	0,00	0,00
K23	Q	Mesafe (m)	0,00	1,30	1,30	3,96
		Yük (kN/m)	0,00	0,00	-5,00	-5,00
K22	Q	Mesafe (m)	0,00	1,40	0,00	0,00
		Yük (kN/m)	0,00	-0,74	0,00	0,00
K25	Q	Mesafe (m)	0,00	2,03	7,30	0,00
		Yük (kN/m)	0,00	-4,00	-4,00	0,00
K25	Q	Mesafe (m)	0,00	1,98	5,33	7,30
		Yük (kN/m)	0,00	-3,87	-3,87	0,00
K26	Q	Mesafe (m)	0,00	4,23	6,25	0,00
		Yük (kN/m)	-5,00	-5,00	0,00	0,00
K26	Q	Mesafe (m)	0,00	1,98	4,28	6,25
		Yük (kN/m)	0,00	-5,00	-5,00	0,00
K21*	Q	Mesafe (m)	0,00	0,63	2,90	0,00
		Yük (kN/m)	-0,74	-2,00	-2,00	0,00

Tablo 2.6 Bodrum kat kirişlerine döşemelerden gelen düzgün yayılı sabit ve hareketli yükler.

Kiriş No	Yük Adı	Düzgün Yayılı Yük (kN/m)
K27	G	-8,00
K28	G	-8,00
K34	G	-8,00
K35	G	-13,44
K29	G	-13,44
K24	G	-8,00
K23	G	-13,44
K22	G	-13,44
K25	G	-4,29
K21	G	-13,44
K21*	G	-14,63
K21*	Q	-4,20
K32	G	-13,44
K32	Q	-4,20
K32*	G	-13,44
K31	G	-13,44
K31	Q	-4,20
K31*	G	-8,00
K31*	Q	-4,20

2.4.2 Zemin-normal katlardaki kirişlerin yükleri

Tablo 2.7 Zemin-normal kat kirişlere asmolen döşemeden gelen düzgün yayılı sabit ve hareketli yükler.

Kiriş No	Yük Adı	Düzgün Yayılı Yük (kN/m)	Kiriş No	Yük Adı	Düzgün Yayılı Yük (kN/m)
K1	G	-11,97	K11	G	-21,86
	Q	0,00		Q	-6,95
K2	G	-16,08	K12	G	-27,09
	Q	-7,50		Q	-11,45
K3	G	-18,42	K13	G	-18,11
	Q	-11,55		Q	-7,50
K4	G	-20,04	K14	G	-10,27
	Q	-8,83		Q	-3,00
K5	G	-19,43	K15	G	-10,89
	Q	-7,50		Q	-3,00
K6	G	-16,79	K16	G	-7,13
	Q	-7,50		Q	-1,78
K7	G	-30,34	K17	G	-11,97
	Q	-5,63		Q	0,00
K8	G	-23,59	K18	G	-7,13
	Q	-7,19		Q	0,00
K9	G	-24,40	K19	G	-10,33
	Q	-8,00		Q	-3,00
K10	G	-16,08	K20	G	-10,64
	Q	-7,50		Q	-3,00

2.4.3 Çatı katı kirişlerinin yükleri

Tablo 2.8 Çatı katı kirişlerine asmolen döşemeden gelen düzgün yayılı sabit ve hareketli yükler.

Kiriş No	Yük Adı	Düzgün Yayılı Yük (kN/m)	Kiriş No	Yük Adı	Düzgün Yayılı Yük (kN/m)
K1	G	0,00	K12	G	-21,21
	Q	0,00		Q	-11,45
K2	G	-9,56	K13	G	-9,89
	Q	-7,50		Q	-7,50
K3	G	-20,38	K14	G	-9,89
	Q	-11,55		Q	-3,00
K4	G	-13,08	K15	G	-9,89
	Q	-5,35		Q	-3,00
K5	G	-20,57	K16	G	0,00
	Q	-8,83		Q	-1,78
K6	G	-9,89	K17	G	0,00
	Q	-7,50		Q	-4,20
K7	G	-11,10	K17*	G	0,00
	Q	-5,63		Q	0,00
K8	G	-19,12	K16*	G	0,00
	Q	-7,19		Q	-1,78
K9	G	-22,21	K18	G	0,00
	Q	-8,00		Q	0,00
K10	G	-9,56	K19	G	-9,89
	Q	-7,50		Q	-3,00
K11	G	-10,36	K20	G	-9,89
	Q	-6,95		Q	-3,00

2.5 Yapının Toplam Ağırlığının Hesabı

Bodrum Kat

$$\text{Kolon} \rightarrow (3,0,30,0,50 + 5,0,30,0,50 + 3,0,40,0,60).2,50.25 = 129,4 \text{ kN}$$

$$\text{Kiriş} \rightarrow 49,40,0,20,0,50.25 + 17,70,0,25,0,50.25 = 178,8 \text{ kN}$$

$$\text{Döşeme} \rightarrow (13,55,8,00 - 1,30,1,80).0,15.25 = 397,7 \text{ kN}$$

$$\text{Şap} \rightarrow 106,06,0,07.25 = 185,6 \text{ kN}$$

$$\text{Parke} \rightarrow 10,25,0,02.8 = 1,6 \text{ kN}$$

$$\text{Mermer} \rightarrow 4,00,3,00,0,02.28 = 6,7 \text{ kN}$$

$$\text{D.Harcı} \rightarrow 4,00,3,00,0,02.22 = 5,3 \text{ kN}$$

$$\text{Sıva} \rightarrow 106,06,0,02.25 = 53,0 \text{ kN}$$

$$\text{Merdiven} \rightarrow 2,11.16 = 33,8 \text{ kN}$$

$$\text{Sahanlık} \rightarrow 1,68 + 1,20.2 = 4,1 \text{ kN}$$

$$\text{Duvar} \rightarrow (17,00,0,15,4,20,1,68 + 21,15,0,10,2,50 + 13,15,0,10,2,50,1,68 + (41,10,0,20,4,20 + 24,70,0,10,2,50).1,18 = 80,1 \text{ kN}$$

$$\text{Toplam} \rightarrow 1076,2 \text{ kN}$$

$$\text{Bodrum kat toplam ağırlığı; } 1076,16 + 0,30.338,11 = 1177,6 \text{ kN}$$

1.Kat

$$\text{Kolon} \rightarrow (0,30,0,40,1 + 0,30,0,50,3 + 0,30,0,60,7) .1,20.25 + (0,30,0,50,3 + 0,30,0,60,5 + 0,40,0,60,3).1,68.25 = 141,6 \text{ kN}$$

$$\text{Duvar} \rightarrow (27,80,0,15,4,20 + 41,40 .0,10,2,50 + 23,90,2,50,0,15).1,50 + (24,05,0,10,2,50,1,20) + (17,00,0,15,4,20 + 21,15,0,10,2,50 + 13,15,0,10,2,50).1,53 = 91,9 \text{ kN}$$

$$\text{Şap} \rightarrow 173,29,0,05.22 = 190,6 \text{ kN}$$

$$\text{Seramik} \rightarrow 44,03,0,01.20 = 8,8 \text{ kN}$$

$$\text{D.Harcı} \rightarrow 44,03,0,01.20 = 8,8 \text{ kN}$$

Parke $\rightarrow 105,21.0,02.8 = 16,8 \text{ kN}$

Sıva $\rightarrow 173,29.0,02.20 = 69,3 \text{ kN}$

Merdiven $\rightarrow 2,11.16 = 33,8 \text{ kN}$

Sahanlık $\rightarrow 1,68+1,20.2 = 4,1 \text{ kN}$

Kiriş $\rightarrow 329,9 \text{ kN}$

Nervür $\rightarrow 246,60.0,10.0,23.25 = 141,8 \text{ kN}$

Asmolen $\rightarrow 216,50.0,40.0,23.5 = 99,6 \text{ kN}$

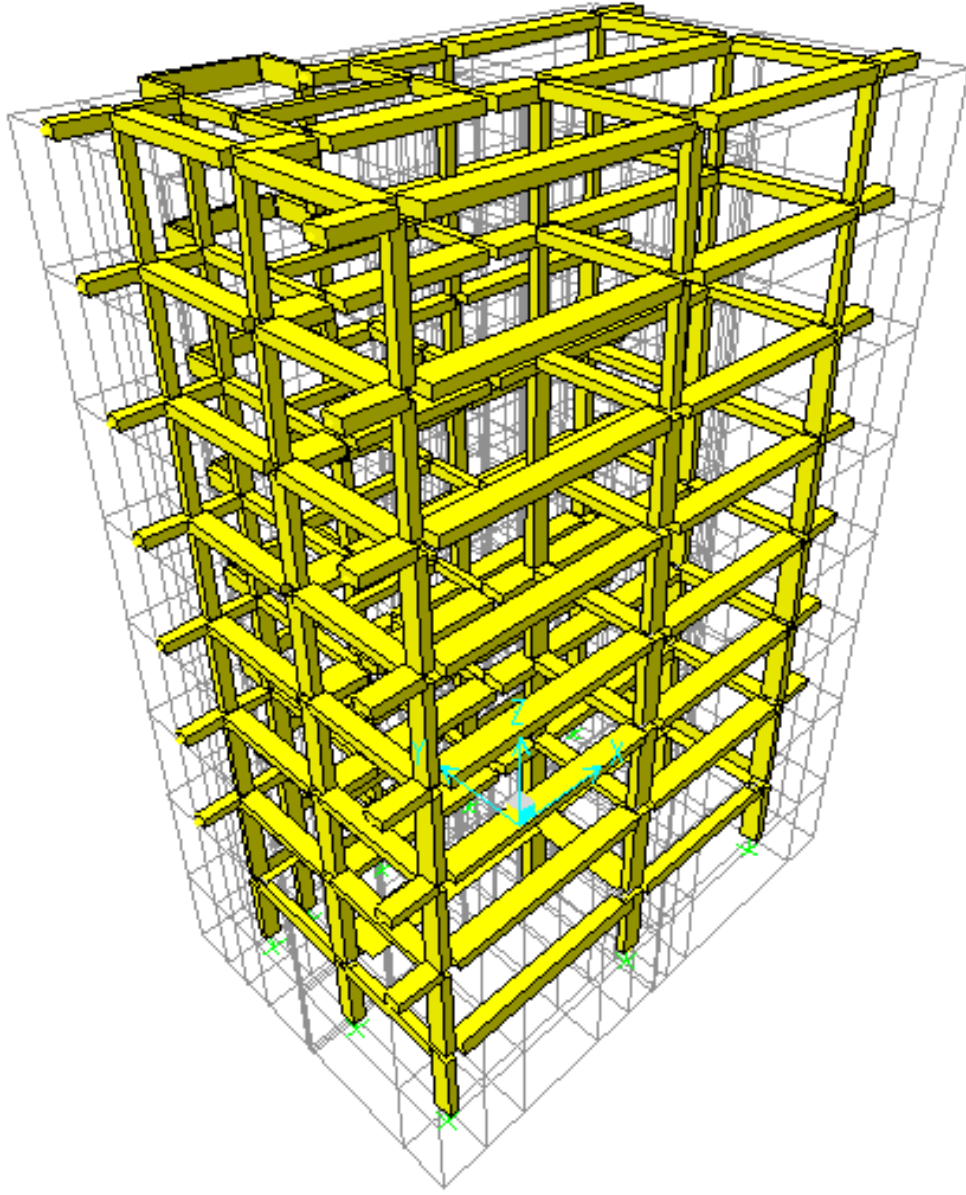
Plak $\rightarrow 173,29.0,07.25 = 303,3 \text{ kN}$

Toplam $\rightarrow 1440,9 \text{ kN}$

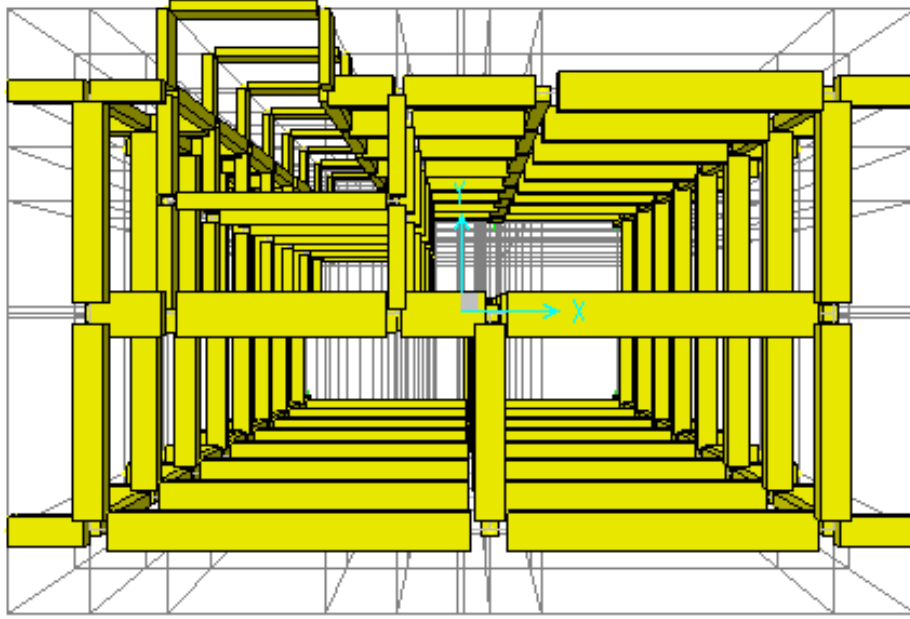
Zemin kat toplam ağırlığı; $1440,88 + 0,3.452,70 = 1576,7 \text{ kN}$

Tablo 2.9 Mevcut yapı kat ağırlık ve kütleleri

Kat	Ağırlık (kN)	Kütle (kNs ² /m)
6 (çatı)	1307,9	133,3
5	1491,8	152,1
4	1529,9	155,9
3	1548,7	157,9
2	1554,3	158,4
1	1573,1	160,4
zemin	1576,7	160,7
bodrum	1177,6	120,0
Toplam	11759,9	



Şekil 2.6 Mevcut yapının üç boyutlu modeli

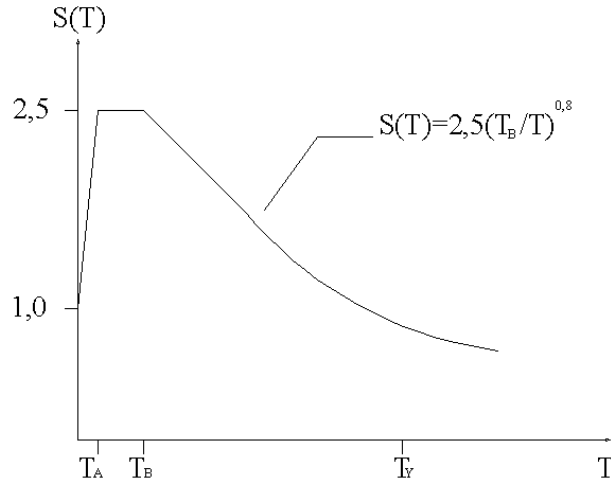


Şekil 2.7 Mevcut yapının iki boyutlu modeli

2.6 Y Doğrultusunda Deprem Yükleri Hesabı

Sap 2000 programı kullanılarak binanın y doğrultusundaki doğal periyodu (mod 1) bulunmuştur. Bulunan bu periyoda bağlı olarak yönetmelik koşullarına uygun şekilde yapının y doğrultusundaki taban kesme kuvveti ve dolayısı ile de kat kesme kuvvetleri bulunarak, deprem hesabı yapılmıştır.

Sap2000 programından elde edilen periyot değeri $T_y = 1,67$ s. bulunmuştur.



Şekil 2.8 Y doğrultusunda bina doğal periyodu için ivme spektrum grafiği

Deprem Bölgesi : I $\Rightarrow A_0 =$ Etkin yer ivme katsayısı 0,40 [3].

$$T_A = 0,15 \text{ s}$$

Yerel zemin sınıfı : Z₂ $\Rightarrow$

$$T_B = 0,40 \text{ s}$$

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

Yapı fonksiyonu : Konut $\Rightarrow$ Bina önem katsayısı : I = 1,00

$$G = 10747 \text{ kN}$$

$$Q = 3377 \text{ kN}$$

$$W = \sum_{i=1}^N w_i = \sum_{i=1}^N g_i + n \cdot q_i = 11760 \text{ kN} \Rightarrow n = 0,30 \text{ konutlar için} \quad (2.4)$$

Mevcut yapıda; perde ve etriye sıklaştırmaları 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

$$R_a(T) = R = 4 \Rightarrow T_Y > T_A \Rightarrow 1,67 > 0,15 \text{ olduğu için} \quad (2.5)$$

$T_Y > T_B \Rightarrow 1,67 > 0,40$ olduğu için spektrum katsayısı S(T)'nin bulunması için aşağıdaki formül kullanılmıştır [5].

$$S(T) = 2,5 (T_B / T_Y)^{0,8} = 2,5 (0,40 / 1,67)^{0,8} = 0,80 \quad (2.6)$$

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

$$A(T) = A_0 \cdot I \cdot S(T) = 0,40 \cdot 1,0 \cdot 0,80 = 0,32 \quad (2.7)$$

Toplam eşdeğer deprem yükünün bulunması ise aşağıdaki şekilde yapılmıştır;

$$V_t = \frac{W \cdot A(T_1)}{R_a(T_1)} \geq 0,10 \cdot A_0 \cdot I \cdot W \quad (2.8)$$

$$V_t = \frac{11760 \cdot 0,32}{4} = 938,2 \geq 0,10 \cdot 0,40 \cdot 1 \cdot 11760$$

938,3 kN > 470,4 kN koşulu sağlanmaktadır.

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

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

$$H_N \leq 25 \text{ m. olduğu için } \Delta F_N = 0 \text{ olur.} \quad (2.9)$$

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

$$F_i = (V_t - \Delta F_N) \frac{w_i \cdot H_i}{\sum_{i=1}^N (w_i \cdot h_i)} \quad (2.10)$$

$$w_6 \cdot H_6 = 1307,9 \cdot 24 = 31389 \text{ kNm}$$

$$w_5 \cdot H_5 = 1491,8 \cdot 21 = 31328 \text{ kNm}$$

$$w_4 \cdot H_4 = 1529,9 \cdot 18 = 27538 \text{ kNm}$$

$$w_3 \cdot H_3 = 1548,7 \cdot 15 = 23231 \text{ kNm}$$

$$w_2 \cdot H_2 = 1554,3 \cdot 12 = 18651 \text{ kNm}$$

$$w_1 \cdot H_1 = 1573,1 \cdot 9 = 14158 \text{ kNm}$$

$$w_z \cdot H_z = 1576,7 \cdot 6 = 9461 \text{ kNm}$$

$$w_b \cdot H_b = 1177,6 \cdot 2,35 = 3121 \text{ kNm}$$

$w_T \cdot H_T = 158875 \text{ kNm}$ (Toplam Moment)

Y doğrultusunda katlara gelen deprem yüklerinin bulunması

$$V_{6y} = 938,3 \cdot \frac{31389}{158875} = 185,4 \text{ kN}$$

$$V_{5y} = 938,3 \cdot \frac{31328}{158875} = 185,0 \text{ kN}$$

$$V_{4y} = 938,3 \cdot \frac{27538}{158875} = 162,6 \text{ kN}$$

$$V_{3y} = 938,3 \cdot \frac{23231}{158875} = 137,2 \text{ kN}$$

$$V_{2y} = 938,3 \cdot \frac{18651}{158875} = 110,2 \text{ kN}$$

$$V_{1y} = 938,3 \cdot \frac{14158}{158875} = 83,6 \text{ kN}$$

$$V_{zy} = 938,3 \cdot \frac{9461}{158875} = 55,9 \text{ kN}$$

$$V_{by} = 938,3 \cdot \frac{3121}{158875} = 18,4 \text{ kN}$$

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

$$\pm M_{yi} = V_{iy} \cdot e_x \quad (2.11)$$

$$e_x \leq 0,05 \cdot B_x \leq 0,05 \cdot 16,55 \leq 0,83 \text{ m.}$$

B_x : x doğrultusundaki toplam bina genişliği $B_x = 16,55 \text{ m.}$

Ek dışmerkezlik etkisiyle oluşan momentler;

$$\pm M_{y6} = 185,4 \cdot 0,83 = \pm 153,4 \text{ kNm}$$

$$\pm M_{y5} = 185,0 \cdot 0,83 = \pm 153,1 \text{ kNm}$$

$$\pm M_{y4} = 162,6 \cdot 0,83 = \pm 135,6 \text{ kNm}$$

$$\pm M_{y3} = 137,2 \cdot 0,83 = \pm 113,5 \text{ kNm}$$

$$\pm M_{y2} = 110,2 \cdot 0,83 = \pm 91,2 \text{ kNm}$$

$$\pm M_{y1} = 83,6 \cdot 0,83 = \pm 69,2 \text{ kNm}$$

$$\pm M_{yz} = 55,9 \cdot 0,83 = \pm 46,2 \text{ kNm}$$

$$\text{Bodrum kat } B_x = 13,55 \text{ m.}$$

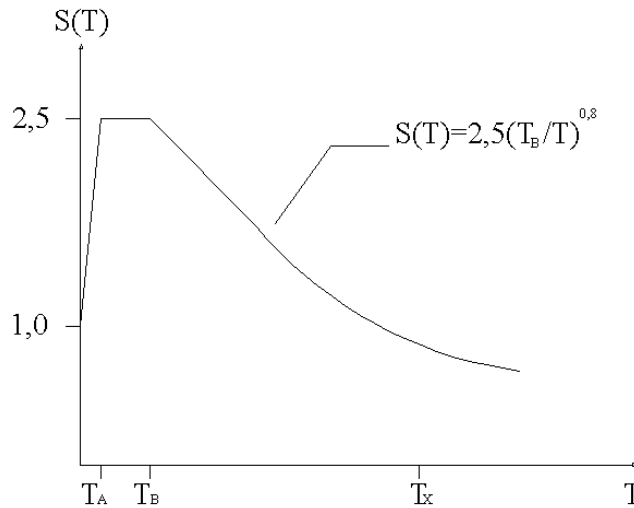
$$e_x \leq 0,05 \cdot B_x \leq 0,05 \cdot 13,55 \leq 0,68 \text{ m.}$$

$$\pm M_{yb} = 18,4 \cdot 0,68 = \pm 12,5 \text{ kNm}$$

2.7 X Doğrultusunda Deprem Yükleri Hesabı

Sap 2000N programı kullanılarak binanın x doğrultusundaki doğal periyodu (mod 2) bulunmuştur. Bulunan bu periyoda bağlı olarak yönetmelik koşullarına uygun şekilde yapının x doğrultusundaki taban kesme kuvveti ve dolayısı ile de kat kesme kuvvetleri bulunarak, deprem hesabı yapılmıştır.

Sap2000 programından elde edilen periyot değeri $T_x = 1,62 \text{ s.}$ bulunmuştur.



Şekil 2.9 X doğrultusunda bina doğal periyodu için ivme spektrum grafiği

Deprem Bölgesi :I $\Rightarrow A_0$ =Etkin yer ivme katsayısı = 0.40

$$T_A = 0,15 \text{ sn}$$

Yerel zemin sınıfı : Z₂ $\Rightarrow$

$$T_B = 0,40 \text{ sn}$$

Yapı fonksiyonu : Konut $\Rightarrow$ Bina önem katsayısı : I = 1.0

$$W = \sum_{i=1}^N w_i = \sum_{i=1}^N g_i + n \cdot q_i = 11760 \text{ kN} \quad \Rightarrow n = 0,30 \text{ konutlar için} \quad (2.12)$$

Mevcut yapıda; perde ve etriye sıklaştırmaları 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

$$R_a(T) = R = 4 \Rightarrow T_x > T_A \Rightarrow 1,62 > 0,15 \text{ olduğu için} \quad (2.13)$$

$T_x > T_B \Rightarrow 1,63 > 0,40$ olduğu için spektrum katsayısı S(T) 'nin bulunması için aşağıdaki formül kullanılmıştır.

$$S(T) = 2,5 (T_B / T_x)^{0,8} = 2,5 (0,40 / 1,62)^{0,8} \cong 0,81 \quad (2.14)$$

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

$$A(T) = A_0 \cdot I \cdot S(T) = 0,40 \cdot 1 \cdot 0,81 = 0,33 \quad (2.15)$$

Toplam eşdeğer deprem yükünün bulunması ise aşağıdaki şekilde yapılmıştır;

$$V_t = \frac{W \cdot A(T_1)}{R_a(T_1)} \geq 0,10 \cdot A_0 \cdot I \cdot W \quad (2.16)$$

$$V_t = \frac{11760 \cdot 0,33}{4} = 957,6 \geq 0,10 \cdot 0,40 \cdot 1 \cdot 11760$$

957,6 kN > 470,4 kN koşulu sağlanmaktadır.

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

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

$$H_N \leq 25 \text{ m. olduğu için } \Delta F_N = 0 \text{ olur.} \quad (2.17)$$

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

$$F_i = (V_t - \Delta F_N) \frac{w_i \cdot H_i}{\sum_{i=1}^N (w_i \cdot h_i)} \quad (2.18)$$

Katlara gelen deprem yüklerinin bulunması

$$V_{6x} = 957,6 \cdot \frac{31389}{158875} = 189,2 \text{ kN}$$

$$V_{5x} = 957,6 \cdot \frac{31328}{158875} = 189,8 \text{ kN}$$

$$V_{4x} = 957,6 \cdot \frac{27538}{158875} = 165,9 \text{ kN}$$

$$V_{3x} = 957,6 \cdot \frac{23231}{158875} = 140,0 \text{ kN}$$

$$V_{2x} = 957,6 \cdot \frac{18651}{158875} = 112,4 \text{ kN}$$

$$V_{1x} = 957,6 \cdot \frac{14158}{158875} = 85,3 \text{ kN}$$

$$V_{zx} = 957,6 \cdot \frac{9460}{158875} = 57,0 \text{ kN}$$

$$V_{bx} = 957,6 \cdot \frac{3121}{158875} = 18,8 \text{ kN}$$

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 [5].

$$\pm M_{xi} = V_{ix} \cdot e_y \quad (2.19)$$

$$E_y \leq 0,05 \cdot B_y \leq 0,05 \cdot 11,00 \leq 0,55 \text{ m.}$$

B_y : y doğrultusundaki toplam bina genişliği $B_y = 11,00 \text{ m.}$

Ek dışmerkezlilik etkisiyle oluşan momentler;

$$\pm M_{x6} = 189,2 \cdot 0,55 = \pm 104,1 \text{ kNm}$$

$$\pm M_{x5} = 189,8 \cdot 0,55 = \pm 103,9 \text{ kNm}$$

$$\pm M_{x4} = 165,9 \cdot 0,55 = \pm 91,3 \text{ kNm}$$

$$\pm M_{x3} = 140,0 \cdot 0,55 = \pm 77,0 \text{ kNm}$$

$$\pm M_{x2} = 112,4 \cdot 0,55 = \pm 61,8 \text{ kNm}$$

$$\pm M_{x1} = 85,3 \cdot 0,55 = \pm 46,9 \text{ kNm}$$

$$\pm M_{xz} = 57,0 \cdot 0,55 = \pm 31,3 \text{ kNm}$$

Bodrum kat $B_y = 8,00 \text{ m}$.

$$E_y \leq 0,05 \cdot B_y \leq 0,05 \cdot 8,00 \leq 0,4 \text{ m}.$$

$$\pm M_{xb} = 18,8 \cdot 0,4 = \pm 7,5 \text{ kNm}$$

Tablo 2.10 Katlara gelen deprem kuvvetleri ve dışmerkezlilik momentleri

Kat No	F_x (kN)	M_x (kNm)	F_y (kN)	M_y (kNm)
6	189,2	104,1	185,4	153,4
5	188,8	103,9	185,0	153,1
4	165,9	91,3	162,6	134,6
3	140,0	77,0	137,2	113,5
2	112,4	61,8	110,2	91,2
1	85,3	46,9	83,6	69,2
zemin	57,0	31,3	55,9	46,2
bodrum	18,8	7,5	18,4	12,5
toplam	957,6		938,3	

2.8 Deprem Yüklemleri ve Yük Kombinasyonları

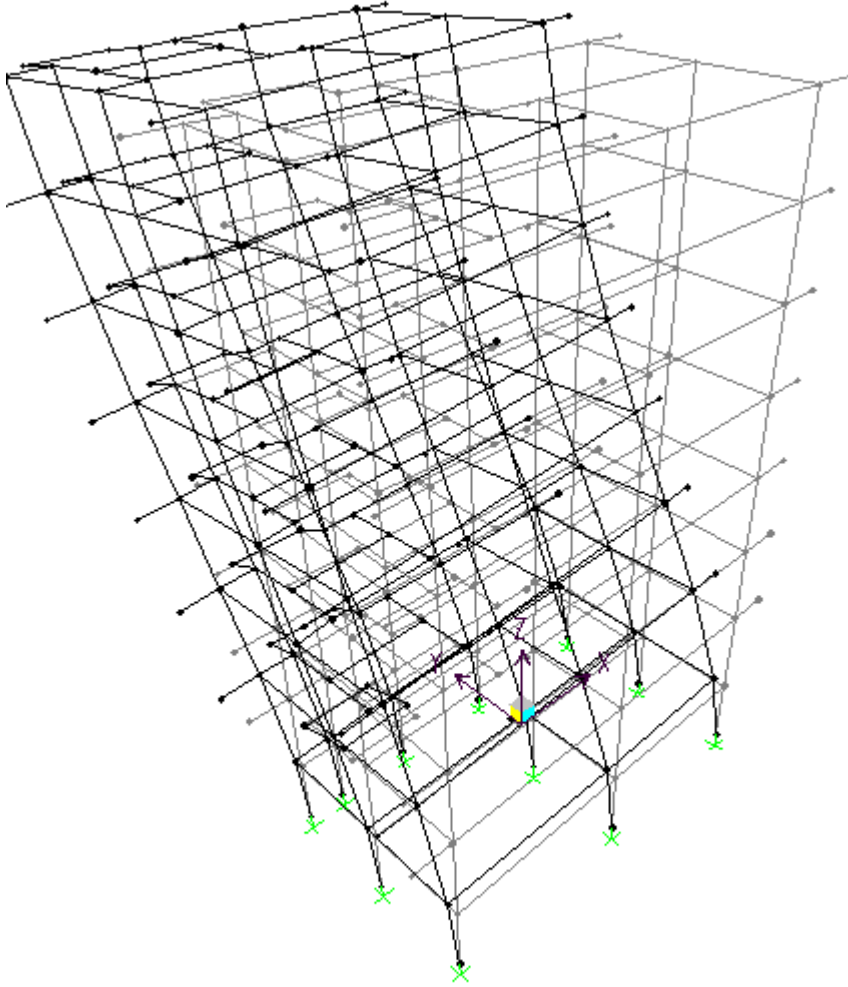
Tablo 2.11 Sap 2000N programında deprem yüklemeleri [6].

Yükleme Adı	Yükleme Tipi	Deprem Yönü	Dışmerkezlilik
EXP	DEPREM	X	+0,05
EXN	DEPREM		-0,05
EYP	DEPREM	Y	+0,05
EYN	DEPREM		-0,05

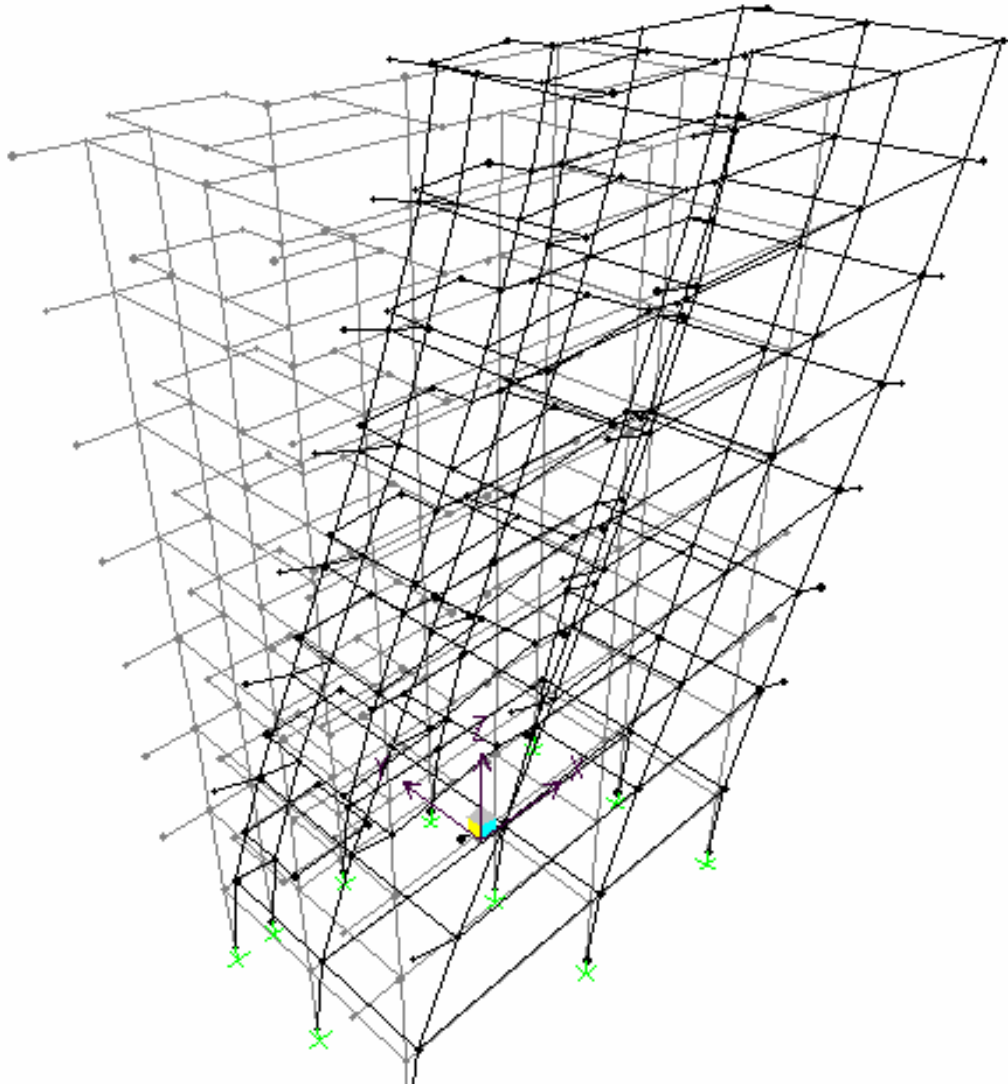
Tablo 2.12 Sap 2000N programında yük kombinasyonları [7].

	Kombinezon Adı	Kombinezon Cinsi	Deprem Yüklemesi	Deprem Yükleme Katsayısı
1	DUSEY	1,4G+1,6Q	-	
2	XPDP	G+Q+EXP	EXP	1
3	XPDN	G+Q+EXN	EXN	1
4	XNDP	G+Q-EXP	EXP	-1
5	XNDN	G+Q-EXN	EXN	-1
6	YPDP	G+Q+EYP	EYP	1
7	YPDN	G+Q+EYN	EYN	1
8	YNDP	G+Q-EYP	EYP	-1
9	YNDN	G+Q-EYN	EYN	-1
10	GXPDP	0,9G+EXP	EXP	1
11	GXPDN	0,9G+EXN	EXN	1
12	GXNDP	0,9G-EXP	EXP	-1
13	GXNDN	0,9G-EXN	EXN	-1
14	GYPDP	0,9G+EYP	EYP	1
15	GYPDN	0,9G+EYN	EYN	1
16	GYNDP	0,9G-EYP	EYP	-1
17	GYNDN	0,9G-EYN	EYN	-1

Kat kesme kuvvetleri ve dışmerkezlikten dolayı oluşan burulma momentleri bilgisayar modelinde yapıya etki ettirilerek dinamik analiz yapılmıştır. Analiz sonucu bulunan kat deplasmanları göz önünde bulundurularak A.B.Y.Y.H.Y.' planda ve düşey doğrultuda düzensizlik durumları kontrolleri yapılmıştır.



Şekil 2.10 Mevcut yapıya EYP deprem yükü etkilmesi sonucu oluşan yer değiştirmeler.



Şekil 2.11 Mevcut yapıya EXP deprem yükü etkililmesi sonucu oluşan yer değiştirmeler.

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 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 [5].

$$\eta_{bi} = \frac{(\Delta_i)_{MAX}}{(\Delta_i)_{ORT}} < 1,20 \quad (3.1)$$

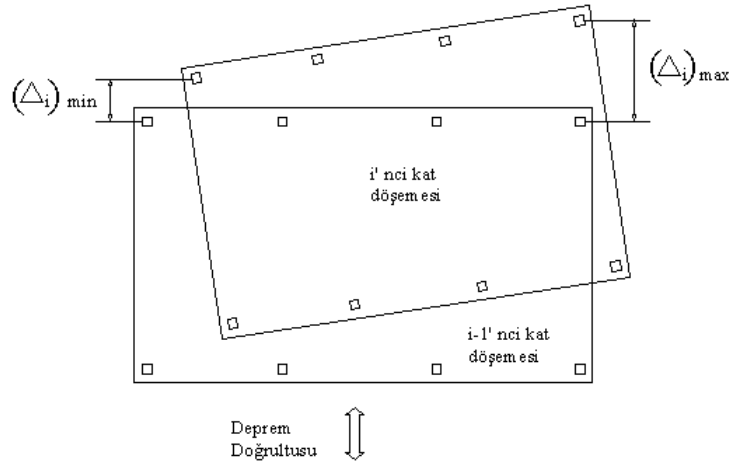
$$(\Delta_i)_{Max} = (d_i)_{Max} - (d_{i-1})_{Max} \quad (\Delta_i)_{Min} = (d_i)_{Min} - (d_{i-1})_{Min} \quad (3.2)$$

$$(\Delta_i)_{Ort} = \frac{[(\Delta_i)_{Max} + (\Delta_i)_{Min}]}{2} \quad (3.3)$$

Yapımız birinci derece deprem bölgesinde bulunduğundan A1- Burulma düzensizliği kontrolünün yapılması gerekmektedir. Yapıya ait max ve min görelî kat ötelemeleri değerleri Sap 2000N 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 yerdeğıştirmeleri

Kat	(di)max (m)	(di)min (m)
6	0,104	0,092
5	0,097	0,086
4	0,083	0,074
3	0,070	0,062
2	0,054	0,048
1	0,037	0,033
zemin	0,020	0,018
bodrum	0,005	0,004



Şekil 3.1 A1 türü burulma düzensizliği kontrolü

6. Kat

$$(\Delta 6)_{\text{Max}} = (d 6)_{\text{Max}} - (d 5)_{\text{Max}} = 0,104 - 0,097 = 0,008$$

$$(\Delta 6)_{\text{Min}} = (d 6)_{\text{Min}} - (d 5)_{\text{Min}} = 0,092 - 0,086 = 0,006$$

$$(\Delta 6)_{\text{Ort}} = \frac{[(\Delta 6)_{\text{Max}} + (\Delta 6)_{\text{Min}}]}{2} = \frac{0,008 + 0,006}{2} = 0,007$$

$$\eta b 6 = \frac{(\Delta 6)_{\text{MAX}}}{(\Delta 6)_{\text{ORT}}} = \frac{0,0079}{0,00715} = 1,11$$

Diğer katlarda ki değerler yukarıda yapıldığı gibi hesaplanmıştır.

Tablo 3.2 X doğrultusundaki deprem kuvveti için burulma düzensizliği kontrolü

Kat	$(\Delta i)_{\text{max}}$ (m)	$(\Delta i)_{\text{min}}$ (m)	$(\Delta i)_{\text{ort}}$ (m)	η_{bi}
6	0,008	0,006	0,007	1,11
5	0,013	0,011	0,012	1,09
4	0,013	0,012	0,013	1,06
3	0,016	0,015	0,015	1,06
2	0,017	0,015	0,016	1,05
1	0,017	0,015	0,016	1,06
zemin	0,015	0,013	0,014	1,06
bodrum	0,005	0,004	0,005	1,05
				<1,20 olmalı

Tablo 3.3 Y doğrultusundaki deprem kuvveti için kat yerdeşistirmeleri

KAT	(di)max (m)	(di)min (m)
6	0,106	0,079
5	0,098	0,074
4	0,085	0,065
3	0,071	0,054
2	0,055	0,042
1	0,038	0,029
zemin	0,021	0,016
bodrum	0,005	0,004

Tablo 3.4 Y doğrultusundaki deprem kuvveti için burulma düzensizliği kontrolü

KAT	(Δi) _{max} (m)	(Δi) _{min} (m)	(Δi) _{ort} (m)	η_{bi}
6	0,009	0,005	0,007	1,28
5	0,013	0,010	0,011	1,18
4	0,013	0,010	0,012	1,13
3	0,016	0,012	0,014	1,13
2	0,017	0,013	0,015	1,13
1	0,017	0,013	0,015	1,13
zemin	0,016	0,012	0,014	1,15
bodrum	0,005	0,004	0,005	1,12
				<1,20 olmalı

Sonuç olarak yapının tüm katlarında A1- burulma düzensizliği katsayısı η_b y doğrultusu 6. kat hariç diğer doğrultu ve katlarda 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,

Zemin kat brüt alanı $\Rightarrow 112,75 \text{ m}^2$

Boşluk $\Rightarrow 7,68 \text{ m}^2$

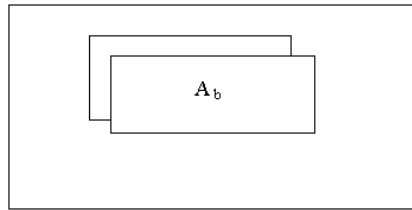
Kat boşluk alanları / bodrum kat brüt alanı $\Rightarrow 0,07$

Normal kat brüt alanı $\Rightarrow 182,05 \text{ m}^2$

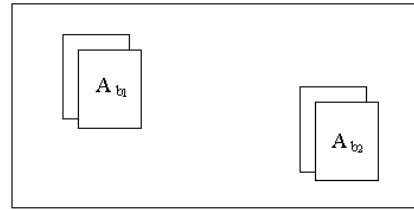
Boşluk $\Rightarrow 11,05 \text{ m}^2$

Kat boşluk alanları / bodrum kat brüt alanı $\Rightarrow 0,061$

Sonuç olarak yapıda A2-I döşeme süreksizliği çıkmamıştır.



$$A_b/A < 1/3$$

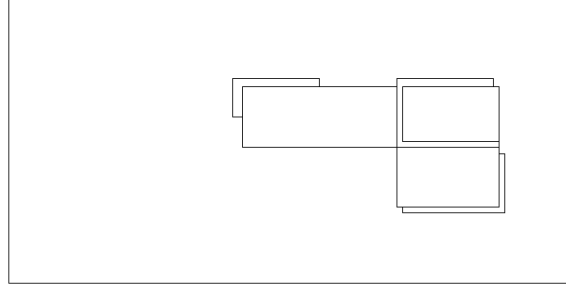


$$A_b = A_{b1} + A_{b2}$$

Şekil 3.2 A2 türü düzensizlik durumu - I

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

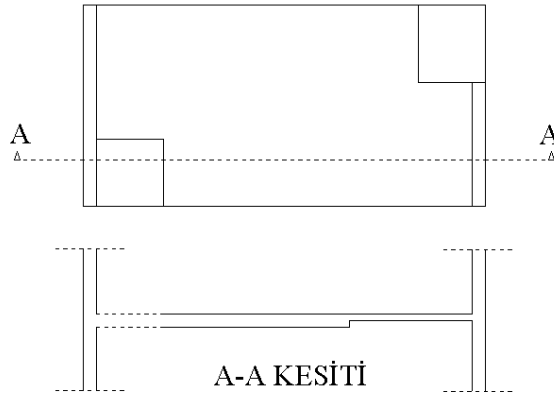
Zemin ve normal kat döşemelerinde yerel döşeme boşluğu bulunduğundan dolayı A2-II döşeme süreksizliği bulunmaktadır.



Şekil 3.3 A2 türü düzensizlik durumu - II

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

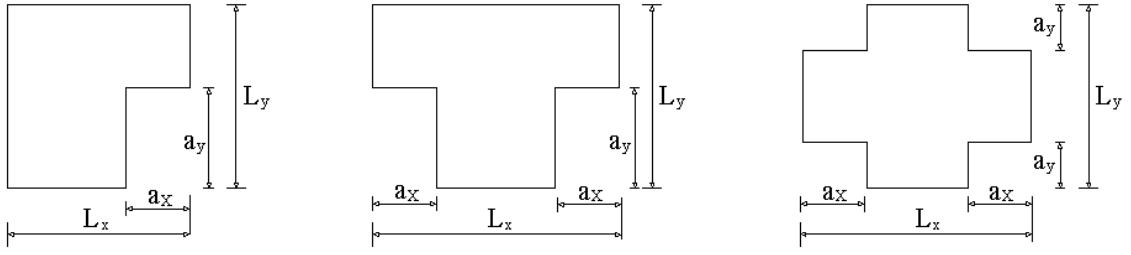
Bodrum kattaki betonarme döşemede ve zemin-normal katlarda bulunan asmolen döşemede kalınlıkları sabit oluğu için A2-III döşeme süreksizliği yoktur.



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.



$a_x > 0,2 \cdot L_x$ ve aynı zamanda $a_y > 0,2 \cdot L_y$ 'dir.

Şekil 3.5 A3 türü düzensizlik durumu

$a_x = 16,55 \text{ m.}$ $L_x = 16,55 \text{ m.}$

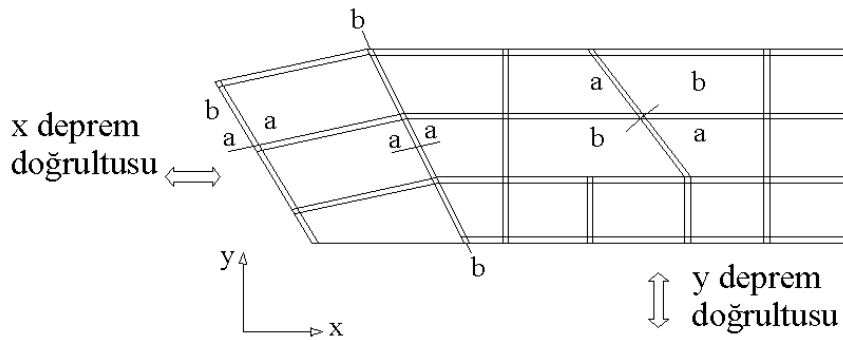
$a_x > 0,2 \cdot L_x \Rightarrow 16,55 > 3,31$ x doğrultusunda düzensizlik var. (3.4)

$a_y = 16,55 \text{ m.}$ $L_y = 16,55 \text{ m.}$

$a_y > 0,2 \cdot L_y \Rightarrow 11,00 > 2,20$ y doğrultusunda düzensizlik var. (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.



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.

$$\eta_{ci} = (\sum A_e)_i / (\sum A_e)_{i+1} < 0,80 \quad (3.6)$$

Herhangi bir kattaki etkili kesme alanının tanımı şöyledir.

$$\sum A_e = \sum A_w + \sum A_g + 0,15 \cdot \sum A_k \quad (3.7)$$

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

$\sum A_g$; Deprem doğrultusuna paralel doğrultuda ki perdelerin en kesit alanlarının toplamı.

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

X Yönü 2. Kat

$$\sum A_{w2} = 0,30 \cdot 0,40 + 3,0 \cdot 0,50 + 7,0 \cdot 0,60 = 1,83 \text{ m}^2$$

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

$$\sum A_{k2} = 39,75 \cdot 0,10 + 6,90 \cdot 0,15 = 5,01 \text{ m}^2$$

$$\sum A_{e2} = 1,83 + 0 + 0,15 \cdot 5,01 = 2,58 \text{ m}^2$$

X Yönü 3. Kat

$$\sum A_{w3} = 0,30 \cdot 0,30 + 3,0 \cdot 0,40 + 7,0 \cdot 0,50 = 1,50 \text{ m}^2$$

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

$$\sum A_{k3} = 39,75 \cdot 0,10 + 6,90 \cdot 0,15 = 5,01 \text{ m}^2$$

$$\sum A_{e3} = 1,50 + 0 + 0,15 \cdot 5,01 = 2,25 \text{ m}^2$$

$$\eta_{c2} = \frac{2,58}{2,25} = 1,15 > 0,80$$

Tablo 3.5 X doğrultusunda zayıf kat düzensizliği kontrolü

KAT	$\sum A_e \text{ (m}^2\text{)}$	η_{ci}
6	1,74	-
5	1,74	1,00
4	2,25	1,29
3	2,25	1,00
2	2,58	1,15
1	2,58	1,00
zemin	2,67	1,03
bodrum	2,92	1,09
		>0,80 olmalı

Tablo 3.6 Y doğrultusunda zayıf kat düzensizliği kontrolü

KAT	$\sum A_e \text{ (m}^2\text{)}$	η_{ci}
6	1,77	-
5	1,77	1,00
4	2,28	1,29
3	2,28	1,00
2	2,60	1,14
1	2,60	1,00
zemin	2,51	0,97
bodrum	2,78	1,11
		>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 1,5'tan fazla olması durumudur ve aşağıdaki formül ile hesaplanır [5].

$$\eta_{ki} = \frac{(\Delta_i)_{ORT}}{(\Delta_{i+1})_{ORT}} < 1,50 \quad (3.8)$$

Tablo 3.7 X doğrultusundaki deprem kuvveti için yumuşak kat düzensizliği kontrolü

Kat No	$(\Delta_i)_{ort}$	η_k
6	0,007	-
5	0,012	1,71
4	0,013	1,03
3	0,015	1,21
2	0,016	1,03
1	0,016	1,03
zemin	0,014	0,88
bodrum	0,005	0,32
		<1,50 olmalı

Tablo 3.8 Y doğrultusundaki deprem kuvveti için yumuşak kat düzensizliği kontrolü

Kat No	$(\Delta_i)_{ort}$	η_k
6	0,007	-
5	0,011	1,69
4	0,012	1,05
3	0,014	1,20
2	0,015	1,05
1	0,015	1,02
zemin	0,014	0,92
bodrum	0,005	0,33
		<1,50 olmalı

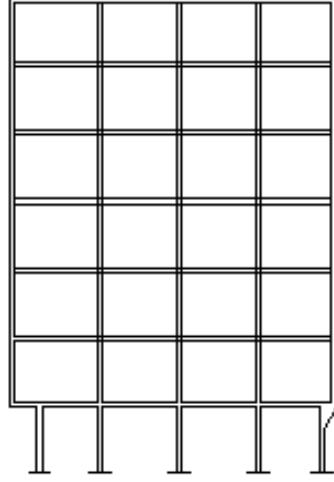
Sonuç olarak yumuşak düzensizliği katsayısı η_k her iki doğrultuda da 5. katta sınır değerden büyük çıkmıştır ve birinci ve ikinci deprem bölgelerinde dinamik hesap yapılması zorunludur.

3.2.3 B3- Taşıyıcı Sistemin Düşey Elemanlarının Süreksizliği

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

B3 türü düzensizliğin bulunduğu binalara ilişkin koşullar aşağıda belirtilmiştir.

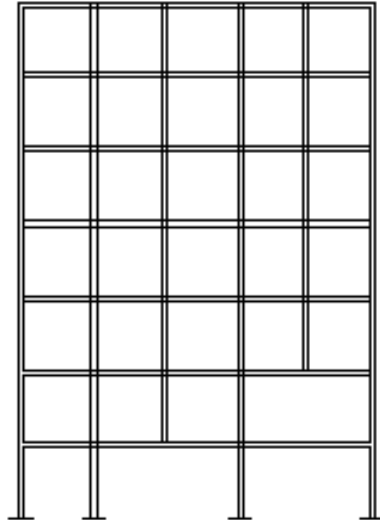
a) Bütün deprem bölgelerinde, kolonların binanın herhangi bir katında konsol kirişlerin veya alttaki kolonlarda oluşturulan guselerin üstüne veya ucuna oturtulmasına hiçbir zaman izin vermez.



Şekil 3.7 Kolonların konsol ve guselere oturması durumu

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

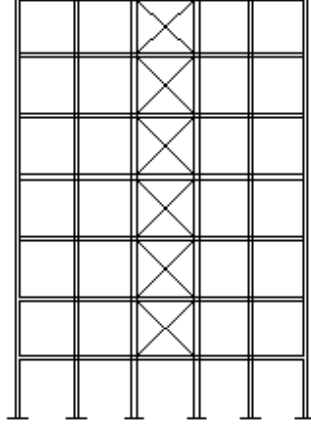
b) Kolonun iki ucundan mesnetli bir kirişe oturması durumunda, kirişin bütün kesitlerinde ve ayrıca gözönüne alınan deprem doğrultusunda bu kirişin bağlandığı düğüm noktalarına birleşen diğer kiriş ve kolonların bütün kesitlerde, düşey yükler ve depremin ortak etkisinden oluşan tüm iç kuvvet değerleri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



Şekil 3.8 Kolonun iki ucundan mesnetli kirişe oturması durumu

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

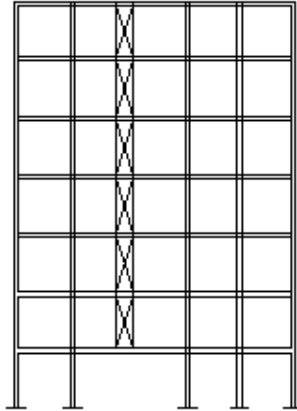
c) Üst kattaki perdenin her iki ucundan altta kolonlara oturtulması durumunda, bu kolonlarda düşey yükler ve depremin ortak etkisinden oluşan tüm iç kuvvet değerleri %50 arttırılacaktır. Bu tür düzensizliğin bulunduğu betonarme binalarda sarılma bölgelerinde yönetmelikte verilen koşullar uygulanmalıdır.



Şekil 3.9 Perdenin kolonlara oturması durumu

Yapıda perde bulunmadığından dolayı böyle bir düzensizlik yoktur.

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



Şekil 3.10 Perdenin kirişlere oturması durumu

Yapıda perde bulunmadığından dolayı böyle bir düzensizlik yoktur.

3.3 Görelî Kat Ötelemelerinin Kontrolü

Herhangi bir kolon veya perde için, ardışık iki kat arasındaki yerdeğiştirme farkını ifade eden görelî kat ötelemesi, Δ_i aşağıdaki formül ile elde edilir [5].

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

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 (3.9) ile hesaplanan görelî kat ötelemelerinin kat içindeki en büyük değeri $(\Delta_i)_{MAX}$ denklem (3.10) ve (3.11) verilen koşulların elverişsiz olanını sağlayacaktır.

$$\frac{(\Delta_i)_{MAX}}{h_i} \leq 0,0035 \quad \text{Elverişsiz koşul olarak alınacaktır.} \quad (3.10)$$

$$\frac{(\Delta_i)_{MAX}}{h_i} \leq \frac{0,02}{R} \leq \frac{0,02}{4} = 0,005 \quad (3.11)$$

Tablo 3.9 X doğrultusundaki deprem kuvveti için görelî kat ötelemeleri kontrolü

Kat	h_i (m)	$(\Delta_i)_{max}$ (m)	$(\Delta_i)_{max}/h_i$
6	3,00	0,0079	0,0026
5	3,00	0,0133	0,0044
4	3,00	0,0134	0,0045
3	3,00	0,0162	0,0054
2	3,00	0,0166	0,0055
1	3,00	0,0171	0,0057
zemin	3,50	0,0150	0,0043
bodrum	2,65	0,0049	0,0018
			$\leq 0,0035$ olmalı

Tablo 3.10 Y doğrultusundaki deprem kuvveti için görelî kat ötelemeleri kontrolü

KAT	hi (m)	(Δi)max (m)	(Δi)max/hi
6	3,00	0,0085	0,0028
5	3,00	0,0129	0,0043
4	3,00	0,0133	0,0044
3	3,00	0,0161	0,0053
2	3,00	0,0168	0,0056
1	3,00	0,0172	0,0057
zemin	3,50	0,0160	0,0046
bodrum	2,65	0,0052	0,0020
			$\leq 0,0035$ olmalı

Sonuç olarak (Δi)max/hi $\leq 0,0035$ koşulu her iki doğrultuda da 6. kat hariç diğer katlarda sağlanmamaktadır. Dolayısıyla taşıyıcı sistemin rijitliği artırılarak deprem hesabı tekrarlanması gerekmektedir.

4. GÜÇLENDİRİLMİŞ YAPININ ANALİZİNİN YAPILMASI

4.1 Mevcut Yapıya Perdeler Eklenmesi

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

X Doğrultusu

P1 → 1,50(m) x 0,25(m)

P2 → 2,30(m) x 0,25(m)

P3 → 2,20(m)x0,25(m)

P4 → 4,20 (m)x0,25(m)

Y Doğrultusu

P5 → 0,25(m)x4,30(m)

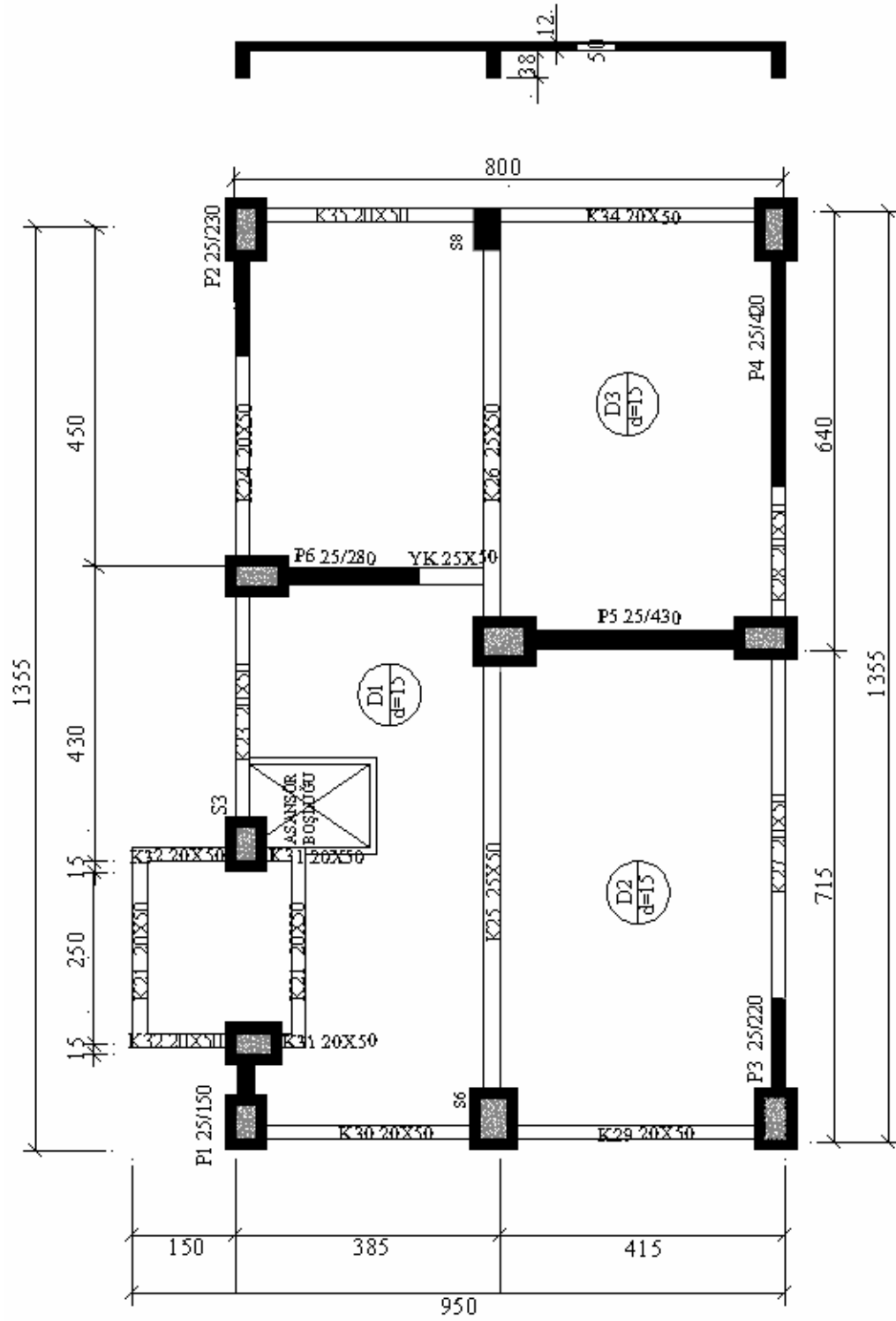
P6 → 0,25(m)x2,80(m)

Tablo 4.1 Sap 2000N doğrultusunda x doğrultusunda perdelerin konumu

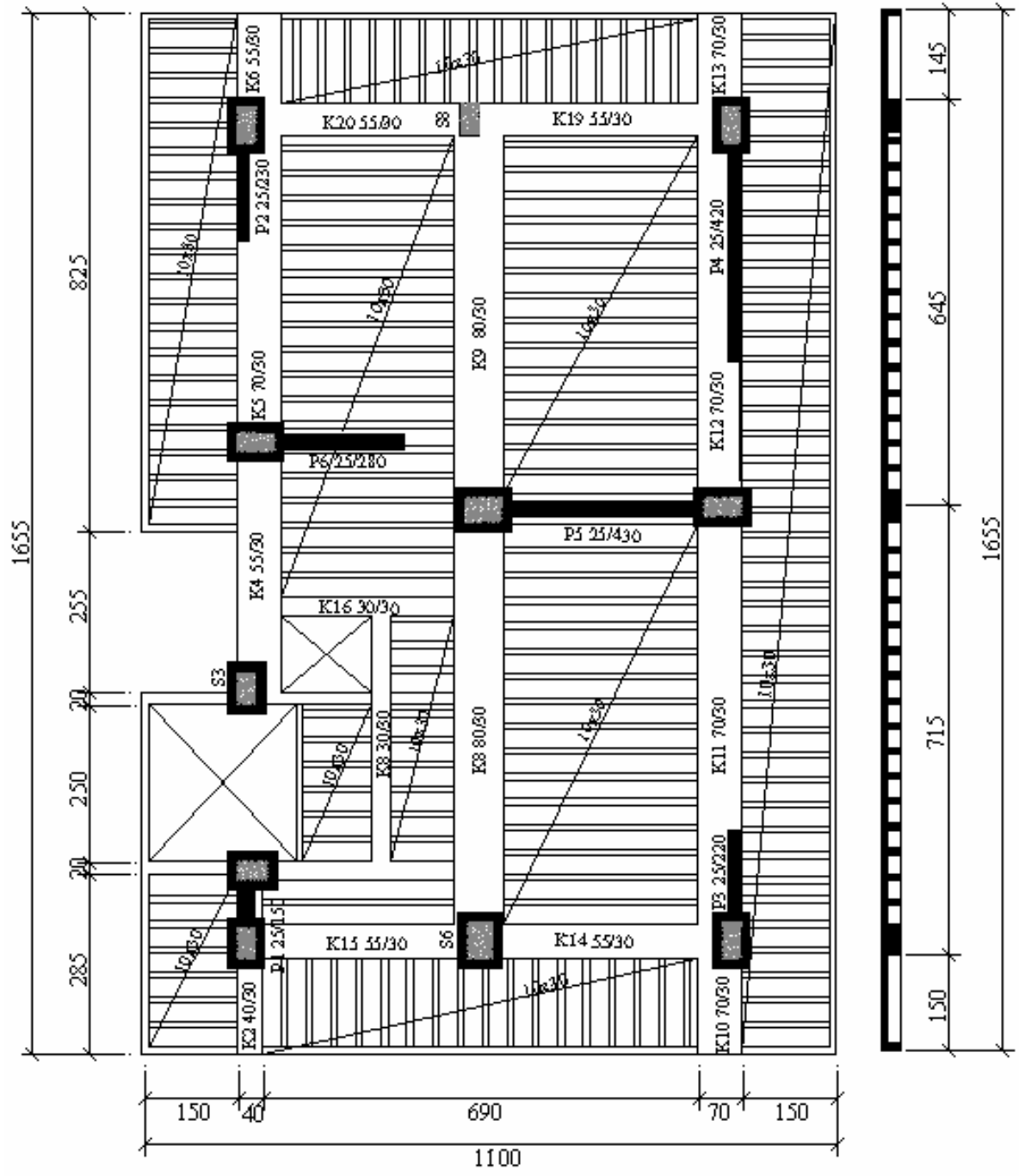
Perde Adı	X1 (m)	X2 (m)
P1	-6,775	-5,375
P2	6,775	4,475
P3	-6,775	-4,575
P4	6,775	2,555

Tablo 4.2 Sap 2000N programında y doğrultusunda kirişlerin konumu

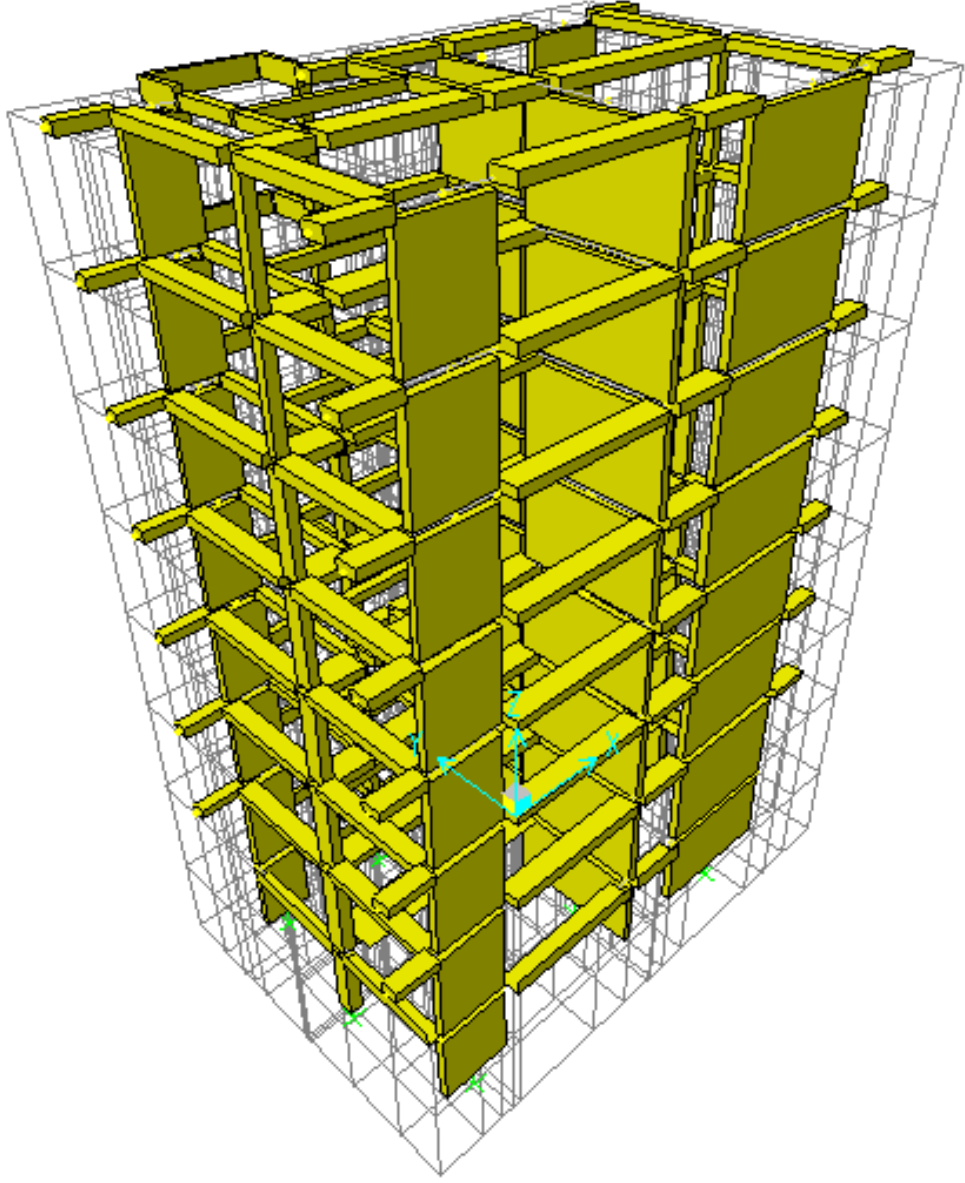
Perde Adı	Y1 (m)	Y2 (m)
P5	-4,175	0,125
P6	4,000	1,200



Şekil 4.1 Güçlendirilen yapının bodrum kat planı



Şekil 4.2 Güçlendirilen yapının zemin-normal kat planı



Şekil 4.3 Güçlendirilen yapının üç boyutlu modeli

4.2 Güçlendirilmiş Yapının Toplam Ağırlığının Bulunması

Bodrum Kat

$$\text{Kolon} \rightarrow (2,0,40,0,60 + 1,0,30,0,50) \cdot 2,50 \cdot 25 = 39,4 \text{ kN}$$

$$\text{Perdeler} \rightarrow (17,02,0,25 \cdot 2,50 \cdot 25) = 265,9 \text{ kN}$$

$$\text{Kiriş} \rightarrow 41,58 \cdot 0,20 \cdot 0,50 \cdot 25 + 14,20 \cdot 0,25 \cdot 0,50 \cdot 25 = 148,3 \text{ kN}$$

$$\text{Döşeme} \rightarrow (13,55 \cdot 8,00 - 1,30 \cdot 1,80) \cdot 0,15 \cdot 25 = 397,7 \text{ kN}$$

$$\text{Şap} \rightarrow 106,06 \cdot 0,07 \cdot 25 = 185,6 \text{ kN}$$

$$\text{Parke} \rightarrow 10,25 \cdot 0,02 \cdot 8 = 1,6 \text{ kN}$$

$$\text{Mermer} \rightarrow 4,00 \cdot 3,00 \cdot 0,02 \cdot 28 = 6,7 \text{ kN}$$

$$\text{D.Harcı} \rightarrow 4,00 \cdot 3,00 \cdot 0,02 \cdot 22 = 5,3 \text{ kN}$$

$$\text{Sıva} \rightarrow 106,06 \cdot 0,02 \cdot 22 = 46,7 \text{ kN}$$

$$\text{Merdiven} \rightarrow 2,11 \cdot 16 = 33,8 \text{ kN}$$

$$\text{Sahanlık} \rightarrow 1,68 + 1,20 \cdot 2 = 4,1 \text{ kN}$$

$$\text{Duvar} \rightarrow (16,15 \cdot 0,15 \cdot 4,2 \cdot 1,675 + 13,60 \cdot 0,10 \cdot 2,5 + 13,15 \cdot 0,10 \cdot 2,5 \cdot 1,68 + (33,55 \cdot 0,20 \cdot 4,2 + 24,70 \cdot 0,10 \cdot 2,5) \cdot 1,18 = 68,6 \text{ kN}$$

$$\text{Toplam} \rightarrow 1203,7 \text{ kN}$$

$$\text{Bodrum kat toplam ağırlığı; } 1203,732 + 0,3 \cdot 268,922 = 1284,4 \text{ kN}$$

Zemin Kat

$$\text{Kolon} \rightarrow (2,0,30,0,60 + 1,0,30,0,50) \cdot 1,20 \cdot 25 + (2,0,40,0,60 + 1,0,30,0,50) \cdot 1,675 \cdot 25 = 41,7 \text{ kN}$$

$$\text{Perdeler} \rightarrow (17,02 \cdot 0,25 \cdot 2,875 \cdot 25) = 305,8 \text{ kN}$$

$$\text{Duvar} \rightarrow (26,45 \cdot 0,15 \cdot 4,20 + 35,25 \cdot 0,10 \cdot 2,50 + 16,90 \cdot 2,50 \cdot 0,15) \cdot 1,50 + (24,05 \cdot 0,10 \cdot 2,50 \cdot 1,20 + (16,15 \cdot 0,15 \cdot 4,20 + 13,60 \cdot 0,10 \cdot 2,50 + 13,15 \cdot 0,10 \cdot 2,5) \cdot 1,525 = 80,6 \text{ kN}$$

$$\text{Şap} \rightarrow 173,285 \cdot 0,05 \cdot 22 = 190,6 \text{ kN}$$

Seramik $\rightarrow 44,03.0,01.20 = 8,8 \text{ kN}$

D.Harcı $\rightarrow 44,03.0,01.20 = 8,8 \text{ kN}$

Parke $\rightarrow 105,21.0,02.8 = 16,8 \text{ kN}$

Sıva $\rightarrow 173,285.0,02.20 = 69,3 \text{ kN}$

Merdiven $\rightarrow 2,11.16 = 33,8 \text{ kN}$

Sahanlık $\rightarrow 1,68+1,20.2 = 4,1 \text{ kN}$

Kiriş $\rightarrow 271,1 \text{ kN}$

Nervür $\rightarrow 246,60.0,10.0,23.25 = 141,8 \text{ kN}$

Asmolen $\rightarrow 216,50.0,40.0,23.5 = 99,6 \text{ kN}$

Plak $\rightarrow 173,285.0,07.25 = 303,2 \text{ kN}$

Toplam $\rightarrow 1576,1 \text{ kN}$

Zemin kat toplam ağırlığı..... $1576,1 + 0,3.352,1 = 1682,2 \text{ kN}$

Tablo 4.3 Güçlendirilmiş yapının toplam ağırlığı

Kat	Ağırlık (kN)	Kütle (kNs ² /m)
6 (çatı)	1319,3	134,5
5	1632,0	166,4
4	1655,5	168,8
3	1660,9	169,3
2	1664,1	169,6
1	1667,3	169,9
zemin	1682,2	171,5
bodrum	1284,4	130,9
Toplam	12565,8	

4.3 X Doğrultusundaki Deprem Yüklerinin Bulunması

Sap 2000N programı kullanılarak binanın x doğrultusundaki doğal periyodu (mod 1) bulunmuştur. Bulunan bu periyoda bağlı olarak yönetmelik koşullarına uygun şekilde yapının x doğrultusundaki taban kesme kuvveti ve dolayısı ile de kat kesme kuvvetleri bulunarak, deprem hesabı yapılmıştır.

Sap2000 programından elde edilen periyot değeri $T_x = 0,87$ s. bulunmuştur.

Deprem Bölgesi :I $\Rightarrow A_0$ =Etkin yer ivme katsayısı = 0,40

$$T_A = 0,15 \text{ s}$$

Yerel zemin sınıfı : $Z_2 \Rightarrow$

$$T_B = 0,40 \text{ s}$$

Yapı fonksiyonu : Konut $\Rightarrow$ Bina önem katsayısı : $I = 1,00$

$$W = \sum_{i=1}^N w_i = \sum_{i=1}^N g_i + n \cdot q_i = 12566 \text{ kN} \Rightarrow n = 0,30 \text{ konutlar için} \quad (4.1)$$

Güçlendirilmiş yapı deprem yüklerinin tamamının boşluksuz perdelerle taşındığı binalar kapsamına girdiği için $R=6$ alınmıştır.

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

$$R_a(T) = R = 6 \Rightarrow T_x > T_A \Rightarrow 0,87 > 0,15 \text{ olduğu için} \quad (4.2)$$

$T_x > T_B \Rightarrow 0,87 > 0,40$ olduğu için spektrum katsayısı $S(T)$ 'nin bulunması için aşağıdaki formül kullanılmıştır.

$$S(T) = 2,5 (T_B / T_x)^{0,8} = 2,5 (0,40 / 0,87)^{0,8} \cong 1,34 \quad (4.3)$$

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

$$A(T) = A_0 \cdot I \cdot S(T) = 0,40 \cdot 1 \cdot 1,34 = 0,54 \quad (4.4)$$

Toplam eşdeğer deprem yükünün bulunması ise aşağıdaki şekilde yapılmıştır;

$$V_t = \frac{W \cdot A(T_1)}{R_a(T_1)} \geq 0,10 \cdot A_0 \cdot I \cdot W \quad (4.5)$$

$$V_t = \frac{12566 \cdot 0,54}{6} = 1120,6 \text{ kN} > 0,10 \cdot 0,40 \cdot 1 \cdot 12566$$

1120,6 kN > 502,6 kN koşulu sağlanmaktadır.

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

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

$$H_N \leq 25 \text{ m. olduğu için } \Delta F_N = 0 \text{ olur.} \quad (4.6)$$

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

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

$$w_6 \cdot H_6 = 1349,3 \cdot 24 = 32384,4 \text{ kNm}$$

$$w_5 \cdot H_5 = 1632,5 \cdot 21 = 34272,9 \text{ kNm}$$

$$w_4 \cdot H_4 = 1655,5 \cdot 18 = 29798,3 \text{ kNm}$$

$$w_3 \cdot H_3 = 1660,9 \cdot 15 = 24912,9 \text{ kNm}$$

$$w_2 \cdot H_2 = 1664,1 \cdot 12 = 19969,2 \text{ kNm}$$

$$w_1 \cdot H_1 = 1667,3 \cdot 9 = 15006,1 \text{ kNm}$$

$$w_z \cdot H_z = 1682,2 \cdot 6 = 10093,4 \text{ kNm}$$

$$w_b \cdot H_b = 1284,4 \cdot 2,35 = 3403,7 \text{ kNm}$$

$$w_T \cdot H_T = 169840,9 \text{ kNm (Toplam Moment)}$$

X doğrultusunda katlara gelen deprem yüklerinin bulunması

$$V_{6x} = 1120,6 \cdot \frac{32384,4}{169840,9} = 213,7 \text{ kN}$$

$$V_{5x} = 1120,6 \cdot \frac{34272,9}{169840,9} = 226,1 \text{ kN}$$

$$V_{4x} = 1120,6 \cdot \frac{29798,3}{169840,9} = 196,6 \text{ kN}$$

$$V_{3x} = 1120,6 \cdot \frac{24912,9}{169840,9} = 164,4 \text{ kN}$$

$$V_{2x} = 1120,6 \cdot \frac{19969,2}{169840,9} = 131,8 \text{ kN}$$

$$V_{1x} = 1120,6 \cdot \frac{15006,1}{169840,9} = 99,0 \text{ kN}$$

$$V_{zx} = 1120,6 \cdot \frac{10093,4}{169840,9} = 66,6 \text{ kN}$$

$$V_{2x} = 1120,6 \cdot \frac{3403,7}{169840,9} = 22,5 \text{ kN}$$

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.

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

$$E_y \leq 0,05 \cdot B_y \leq 0,05 \cdot 11,00 \leq 0,55 \text{ m.}$$

B_y : y doğrultusundaki toplam bina genişliği $B_y = 11,00 \text{ m.}$

Ek dışmerkezlilik etkisiyle oluşan momentler

$$\pm M_{x6} = 213,7 \cdot 0,55 = \pm 117,5 \text{ kNm}$$

$$\pm M_{x5} = 226,1 \cdot 0,55 = \pm 124,4 \text{ kNm}$$

$$\pm M_{x4} = 196,6 \cdot 0,55 = \pm 108,1 \text{ kNm}$$

$$\pm M_{x3} = 164,4 \cdot 0,55 = \pm 90,4 \text{ kNm}$$

$$\pm M_{x2} = 131,8 \cdot 0,55 = \pm 72,5 \text{ kNm}$$

$$\pm M_{x1} = 99,0 \cdot 0,55 = \pm 54,4 \text{ kNm}$$

$$\pm M_{xz} = 66,6 \cdot 0,55 = \pm 36,6 \text{ kNm}$$

Bodrum kat $B_y = 8,00$ m.

$$E_y \leq 0,05 \cdot B_y \leq 0,05 \cdot 8,00 \leq 0,4 \text{ m.} \quad (4.9)$$

$$\pm M_{xb} = 22,5 \cdot 0,4 = \pm 9,0 \text{ kNm}$$

4.4 Y Doğrultusundaki Deprem Yüklerinin Bulunması

Sap 2000 programı kullanılarak binanın y doğrultusundaki doğal periyodu (mod 2) bulunmuştur. Bulunan bu periyoda bağlı olarak yönetmelik koşullarına uygun şekilde yapının y doğrultusundaki taban kesme kuvveti ve dolayısı ile de kat kesme kuvvetleri bulunarak, deprem hesabı yapılmıştır.

Sap2000 programından elde edilen periyot değeri $T_y = 0,74$ s. bulunmuştur.

Deprem Bölgesi : I $\Rightarrow A_0 =$ Etkin yer ivme katsayısı 0,40

$$T_A = 0,15 \text{ s}$$

Yerel zemin sınıfı : $Z_2 \Rightarrow$

$$T_B = 0,40 \text{ s}$$

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

Yapı fonksiyonu : Konut $\Rightarrow$ Bina önem katsayısı : $I = 1,0$

$$G = 11776 \text{ kN}$$

$$Q = 2631 \text{ kN}$$

$$W = \sum_{i=1}^N w_i = \sum_{i=1}^N g_i + n \cdot q_i = 12566 \text{ kN} \quad \Rightarrow n = 0,30 \text{ konutlar için} \quad (4.10)$$

Güçlendirilmiş yapı deprem yüklerinin tamamının boşluksuz perdelerle taşındığı binalar kapsamına girdiği için $R=6$ alınmıştır.

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

$$R_a(T) = R = 6 \Rightarrow T_Y > T_A \Rightarrow 0,74 > 0,15 \text{ olduğu için} \quad (4.11)$$

$T_Y > T_B \Rightarrow 0,74 > 0,40$ olduğu için spektrum katsayısı $S(T)$ ' nin bulunması için aşağıdaki formül kullanılmıştır.

$$S(T) = 2,5 (T_B / T_Y)^{0,8} = 2,5 (0,40 / 0,74)^{0,8} = 1,53 \quad (4.12)$$

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

$$A(T) = A_0 \cdot I \cdot S(T) = 0,40 \cdot 1,01,53 = 0,61 \quad (4.13)$$

Toplam eşdeğer deprem yükünün bulunması ise aşağıdaki şekilde yapılmıştır;

$$V_t = \frac{W \cdot A(T_1)}{R_a(T_1)} \geq 0,10 \cdot A_0 \cdot I \cdot W \quad (4.14)$$

$$V_t = \frac{12566 \cdot 0,61}{6} = 1279,5 \text{ kN} > 0,10 \cdot 0,40 \cdot 1 \cdot 12566$$

1279,5 kN > 502,6 kN koşulu sağlanmaktadır.

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

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

$$H_N \leq 25 \text{ m. olduğu için } \Delta F_N = 0 \text{ olur.} \quad (4.15)$$

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

$$F_i = (V_t - \Delta F_N) \frac{w_i \cdot H_i}{\sum_{i=1}^N (w_i \cdot h_i)} \quad (4.16)$$

Y doğrultusunda katlara gelen deprem yüklerinin bulunması

$$V_{6y} = 1279,5 \cdot \frac{32384,4}{169840,9} = 243,9 \text{ kN}$$

$$V_{5y} = 1279,5 \cdot \frac{34272,9}{169840,9} = 258,2 \text{ kN}$$

$$V_{4y} = 1279,5 \cdot \frac{29798,3}{169840,9} = 224,5 \text{ kN}$$

$$V_{3y} = 1279,5 \cdot \frac{24912,9}{169840,9} = 187,7 \text{ kN}$$

$$V_{2y} = 1279,5 \cdot \frac{19969,2}{169840,9} = 150,4 \text{ kN}$$

$$V_{1y} = 1279,51 \cdot \frac{15006,1}{169840,9} = 113,1 \text{ kN}$$

$$V_{zy} = 1279,5 \cdot \frac{10093,4}{169840,9} = 76,0 \text{ kN}$$

$$V_{by} = 1279,5 \cdot \frac{3403,7}{169840,9} = 25,6 \text{ kN}$$

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.

$$\pm M_{yi} = V_{iy} \cdot e_x \quad (4.17)$$

$$e_x \leq 0,05 \cdot B_x \leq 0,05 \cdot 16,55 \leq 0,83 \text{ m.}$$

B_x : x doğrultusundaki toplam bina genişliği $B_x = 16,55 \text{ m.}$

Ek dışmerkezlilik etkisiyle oluşan momentler

$$\pm M_{y6} = 243,9 \cdot 0,83 = \pm 201,9 \text{ kNm}$$

$$\pm M_{y5} = 258,2 \cdot 0,83 = \pm 213,7 \text{ kNm}$$

$$\pm M_{y4} = 224,5 \cdot 0,83 = \pm 185,8 \text{ kNm}$$

$$\pm M_{y3} = 187,7 \cdot 0,83 = \pm 155,3 \text{ kNm}$$

$$\pm M_{y2} = 150,4 \cdot 0,83 = \pm 124,5 \text{ kNm}$$

$$\pm M_{y1} = 113,0 \cdot 0,83 = \pm 93,5 \text{ kNm}$$

$$\pm M_{yz} = 76,0 \cdot 0,83 = \pm 62,9 \text{ kNm}$$

Bodrum kat $B_x = 13,55 \text{ m.}$

$$e_x \leq 0,05 \cdot B_x \leq 0,05 \cdot 13,55 \leq 0,68 \text{ m.}$$

$$\pm M_{yb} = 25,6 \cdot 0,68 = \pm 17,4 \text{ kNm}$$

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

Kat No	F _x (kN)	M _x (kNm)	F _y (kN)	M _y (kNm)
6	213,7	117,5	243,9	201,9
5	226,1	124,4	258,2	213,7
4	196,6	108,1	224,5	185,8
3	164,4	90,4	187,7	155,3
2	131,8	72,5	150,4	124,5
1	99,0	54,5	113,1	93,5
zemin	66,6	36,6	76,0	62,9
bodrum	22,5	9,0	25,6	17,4
toplam	1120,6		1279,5	

5. GÜÇLENDİRİLMİŞ YAPININ DÜZENSİZLİK KONTROLLERİ

5.1 A- Planda Düzensizlik Durumları

5.1.1 A1- Burulma düzensizliği

Tablo 5.1 X doğrultusundaki deprem kuvveti için kat yerdeğiştirmeleri

KAT	(di)max (m)	(di)min (m)
6	0,0185	0,0153
5	0,0157	0,0130
4	0,0128	0,0106
3	0,0099	0,0081
2	0,0071	0,0058
1	0,0044	0,0036
zemin	0,0022	0,0018
bodrum	0,0005	0,0004

6. Kat

$$(\Delta 6)_{\text{Max}} = (d6)_{\text{Max}} - (d_5)_{\text{Max}} = 0,0185 - 0,0157 = 0,0028$$

$$(\Delta 6)_{\text{Min}} = (d6)_{\text{Min}} - (d_5)_{\text{Min}} = 0,0153 - 0,0130 = 0,0023$$

$$(\Delta 6)_{\text{Ort}} = \frac{[(\Delta 6)_{\text{Max}} + (\Delta 6)_{\text{Min}}]}{2} = \frac{0,0028 + 0,0023}{2} = 0,0255$$

$$\eta b6 = \frac{(\Delta 6)_{\text{MAX}}}{(\Delta 6)_{\text{ORT}}} = \frac{0,0028}{0,00255} = 1,11$$

Diğer katlarda değerler yukarıda yapıldığı gibi hesaplanmıştır.

Tablo 5.2 X doğrultusundaki deprem kuvveti için burulma düzensizliği kontrolü

KAT	$(\Delta i)_{\max}$ (m)	$(\Delta i)_{\min}$ (m)	$(\Delta i)_{\text{ort}}$ (m)	η_{bi}
6	0,0028	0,0023	0,0026	1,10
5	0,0029	0,0024	0,0027	1,09
4	0,0028	0,0024	0,0026	1,08
3	0,0028	0,0024	0,0026	1,09
2	0,0026	0,0022	0,0024	1,09
1	0,0022	0,0018	0,0020	1,10
zemin	0,0017	0,0014	0,0016	1,10
bodrum	0,0005	0,0004	0,0005	1,10
				<1,20 olmalı

Tablo 5.3 Y doğrultusundaki deprem kuvveti için kat yerdeğiştirmeleri

KAT	$(d_i)_{\max}$ (m)	$(d_i)_{\min}$ (m)
6	0,0484	0,0212
5	0,0414	0,0179
4	0,0341	0,0146
3	0,0266	0,0113
2	0,0192	0,0080
1	0,0122	0,0050
zemin	0,0062	0,0026
bodrum	0,0014	0,0006

Tablo 5.4 Y doğrultusundaki deprem kuvveti için burulma düzensizliği kontrolü

Kat	$(\Delta i)_{\max}$ (m)	$(\Delta i)_{\min}$ (m)	$(\Delta i)_{\text{ort}}$ (m)	η_{bi}
6	0,0070	0,0033	0,0052	1,36
5	0,0073	0,0033	0,0053	1,38
4	0,0075	0,0033	0,0054	1,39
3	0,0074	0,0033	0,0053	1,39
2	0,0070	0,0029	0,0050	1,41
1	0,0060	0,0025	0,0043	1,41
zemin	0,0048	0,0019	0,0034	1,43
bodrum	0,0014	0,0006	0,0010	1,36
				<1,20 olmalı

Sonuç olarak güçlendirilen yapıda y doğrultusunda burulma düzensizliği katsayısı $1,2 < \eta_{bi} < 2,0$ arasında çıkmıştır. Bu katlarda eksantrisite miktarları $D_i = (\eta_{bi}/1,2)^2$ katsayısı ile çarpılarak büyütülmüş ve eşdeğer kat deprem yükleri bulunan bu yeni eksantrisite miktarları gözönüne alınarak deprem analizi yeniden yapılmış, yeni deplasmanlar ile iç kuvvetler elde edilmiştir. Katlarda oluşan yeni eksantrisite momentleri ve yeni deplasmanlar aşağıda ki tablolarda yer almaktadır.

Tablo 5.5 Yeni eksantrisite momentlerinin bulunması

Kat No	η_{bi}	$D=(\eta_{bi}/1,2)^2$	$M_x.D$ (kNm)	$M_y.D$ (kNm)
6	1,36	1,28	150,8	259,0
5	1,38	1,32	163,9	281,5
4	1,39	1,34	144,9	248,8
3	1,39	1,34	120,9	207,7
2	1,41	1,37	99,6	171,0
1	1,41	1,39	75,5	129,6
zemin	1,43	1,41	51,8	88,9
bodrum	1,36	1,28	11,5	22,3

Tablo 5.6 Katlara gelen deprem yükleri ve yeni eksantrisite momentleri

Kat No	F _x (kN)	M _x (kNm)	F _y (kN)	M _y (kNm)
6	213,7	150,8	243,9	259,0
5	226,1	163,9	258,2	281,5
4	196,6	144,9	224,5	248,8
3	164,4	120,9	187,7	207,7
2	131,8	99,6	150,4	171,0
1	99,0	75,5	113,1	129,6
zemin	66,6	51,8	76,0	88,9
bodrum	22,5	11,5	25,6	22,3
toplam	1120,6		1279,5	

Tablo 5.7 X doğrultusundaki deprem kuvveti için yeni kat yerdeğiştirmeleri

Kat	(d _i) _{max} (m)	(d _i) _{min} (m)
6	0,0188	0,0150
5	0,0159	0,0127
4	0,0130	0,0104
3	0,0101	0,008
2	0,0072	0,0057
1	0,0045	0,0036
zemin	0,0022	0,0018
bodrum	0,0005	0,0004

Tablo 5.8 Y doğrultusundaki deprem kuvveti için yeni kat yerdeşiştirmeleri

KAT	(di)max (m)	(di)min (m)
6	0,0513	0,0183
5	0,0440	0,0153
4	0,0363	0,0124
3	0,0284	0,0095
2	0,0205	0,0067
1	0,0131	0,0042
zemin	0,0066	0,0021
bodrum	0,0015	0,0006

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.

$$\eta_{ci} = (\sum A_e)_i / (\sum A_e)_{i+1} < 0,80 \quad (5.1)$$

Herhangi bir kattaki etkili kesme alanının bulunması;

$$\sum A_e = \sum A_w + \sum A_g + 0,15 \cdot \sum A_k \quad (5.2)$$

X Yönü

2. Kat

$$\sum A_{w2} = 2.0,30.0,60 + 1.0,30.0,50 = 0,51 \text{ m}^2$$

$$\sum A_{g2} = 17,00.0,25 = 4,25 \text{ m}^2$$

$$\sum A_{k2} = 20,70.0,15 + 19,95.0,10 = 5,10 \text{ m}^2$$

$$\sum A_{e2} = 0,51+4,25+0,15.5,1 = 5,53 \text{ m}^2$$

3. Kat

$$\sum A_{w3} = 2.0,30.0,50 + 1.0,30.0,40 = 0,42 \text{ m}^2$$

$$\sum A_{g2} = 17,00.0,25 = 4,25 \text{ m}^2$$

$$\sum A_{k2} = 20,70.0,15 + 19,95.0,10 = 5,10 \text{ m}^2$$

$$\sum A_{e2} = 0,42+4,25+0,15.5,1 = 5,44 \text{ m}^2$$

$$\eta_{c2} = \frac{5,525}{5,435} = 1,02 > 0,80$$

Tablo 5.9 X doğrultusunda zayıf kat düzensizliği kontrolü

Kat	$\sum A_e \text{ (m}^2\text{)}$	η_{ci}
6	3,51	-
5	3,51	1,00
4	3,66	1,04
3	3,66	1,00
2	3,75	1,02
1	3,75	1,00
zemin	3,58	0,96
bodrum	3,97	1,11
		>0,80 olmalı

Tablo 5.10 Y doğrultusunda zayıf kat düzensizliği kontrolü

KAT	$\sum A_e (m^2)$	η_{ci}
6	2,82	-
5	2,82	1,00
4	2,97	1,00
3	2,97	1,00
2	3,06	1,03
1	3,06	1,00
zemin	2,81	0,92
bodrum	3,11	1,11
		>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 1,5'tan fazla olması durumudur ve aşağıdaki formül ile hesaplanır.

$$\eta_{ki} = \frac{(\Delta_i)_{ORT}}{(\Delta_{i+1})_{ORT}} < 1,50 \quad (5.3)$$

Tablo 5.11 Y doğrultusundaki deprem kuvveti için yumuşak kat düzensizliği kontrolü

KAT	$(\Delta i)_{\max}$ (m)	$(\Delta i)_{\min}$ (m)	$(\Delta i)_{\text{ort}}$ (m)	η_{ki}
6	0,0029	0,0023	0,0026	-
5	0,0029	0,0023	0,0026	1,00
4	0,0029	0,0024	0,0026	1,01
3	0,0029	0,0023	0,0026	0,99
2	0,0027	0,0021	0,0024	0,92
1	0,0023	0,0018	0,0020	0,84
zemin	0,0017	0,0014	0,0016	0,77
bodrum	0,0005	0,0004	0,0005	0,31
				<1,50 olmalı

Tablo 5.12 Y doğrultusundaki deprem kuvveti için yumuşak kat düzensizliği kontrolü

KAT	$(\Delta i)_{\max}$ (m)	$(\Delta i)_{\min}$ (m)	$(\Delta i)_{\text{ort}}$ (m)	η_{ki}
6	0,0073	0,0030	0,0052	-
5	0,0077	0,0029	0,0053	1,03
4	0,0079	0,0029	0,0054	1,02
3	0,0079	0,0028	0,0053	0,99
2	0,0074	0,0025	0,0049	0,93
1	0,0065	0,0021	0,0043	0,87
zemin	0,0052	0,0016	0,0034	0,79
bodrum	0,0015	0,0006	0,0010	0,30
				<1,50 olmalı

5.3 Görelî kat ötelemelerinin kontrolü

Görelî kat ötelemesi, Δ_i aşağıdaki formül ile elde ediliyordu;

$$\Delta_i = d_i - d_{i-1} \quad (5.4)$$

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 değıştirmeleri göstermektedir.

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

$$\frac{(\Delta_i)_{MAX}}{h_i} \leq 0,0035 \quad (5.5)$$

$$\frac{(\Delta_i)_{MAX}}{h_i} \leq \frac{0,02}{R} \leq \frac{0,02}{6} = 0,0033 \quad \text{Elverişsiz koşul olarak alınacaktır} \quad (5.6)$$

Tablo 5.13 X doğrultusundaki deprem kuvveti için görelî kat ötelemeleri kontrolü

Kat	h_i (m)	$(\Delta_i)_{max}$ (m)	$(\Delta_i)_{max}/h_i$
6	3,00	0,0029	0,0009
5	3,00	0,0029	0,0009
4	3,00	0,0029	0,0009
3	3,00	0,0029	0,0009
2	3,00	0,0027	0,0009
1	3,00	0,0023	0,0008
zemin	3,50	0,0017	0,0005
bodrum	2,65	0,0005	0,0002
			$\leq 0,0033$

Tablo 5.14 Y doğrultusundaki deprem kuvveti göreli kat ötelemeleri kontrolü

Kat	hi(m)	(Δi)max	(Δi)max/hi
6	3,00	0,0073	0,0024
5	3,00	0,0077	0,0026
4	3,00	0,0079	0,0026
3	3,00	0,0079	0,0026
2	3,00	0,0074	0,0025
1	3,00	0,0065	0,0022
zemin	3,50	0,0052	0,0015
bodrum	2,65	0,0015	0,0006
			≤0,0033

Sonuç olarak, yapının tüm katlarında tablo 5.5 ve tablo 5.6’ da görüldüğü gibi göreli 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 yönetmeliklerine göre değerlendirilecektir.

$$\theta_i = \frac{(\Delta_i)_{\text{ort}} \sum_{j=1}^N w_j}{V_i \cdot h_i} \leq 0,12 \quad (5.7)$$

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

Bizim yapımız için ise ikinci mertebe etkileri depremin her iki doğrultusundaki kat kesme 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 5.15 X doğrultusundaki deprem kuvveti için ikinci mertebe etkilerinin kontrolü

Kat No	w _i (kN)	$\sum w_i$ (kN)	(Δi) _{ort} (m)	$\sum V_i$ (kN)	h _i (m)	θ_i
6	1319	1319	0,0026	213,7	3,00	0,0054
5	1632	2951	0,0026	439,8	3,00	0,0058
4	1655	4607	0,0026	636,4	3,00	0,0064
3	1660	6268	0,0026	800,8	3,00	0,0068
2	1664	7932	0,0024	932,6	3,00	0,0068
1	1667	9599	0,0020	1031,6	3,00	0,0063
zemin	1682	11281	0,0016	1098,2	3,50	0,0045
bodrum	1284	12566	0,0005	1120,6	2,65	0,0020
						<0,12 olmalı

Tablo 5.16 Y doğrultusundaki deprem kuvveti için ikinci mertebe etkilerinin kontrolü

Kat No	w _i (kN)	$\sum w_i$ (kN)	(Δi) _{ort} (m)	$\sum V_i$ (kN)	h _i (m)	θ_i
6	1319	1319	0,0052	243,9	3,00	0,0093
5	1632	2951	0,0053	502,2	3,00	0,0104
4	1655	4607	0,0054	726,7	3,00	0,0114
3	1661	6268	0,0053	914,3	3,00	0,0122
2	1664	7932	0,0050	1064,8	3,00	0,0123
1	1667	9599	0,0043	1177,8	3,00	0,0116
zemin	1682	11281	0,0034	1253,9	3,50	0,0087
bodrum	1284	12566	0,0010	1279,5	2,65	0,0037
						<0,12 olmalı

6. BETONARME HESAPLAR

6.1 Perde Duvarların Betonarme Hesabı

P1 Perdesi (150*25) Betonarme Hesabı

$$N_d = N_{g+q\mu ex} = 1534 \text{ kN}$$

$$M_d = 684 \text{ kNm}$$

Kritik perde yüksekliği boyunca perde uç bölgesi:

$$l_u \geq \left\{ \begin{array}{l} 2 \cdot b_w = 2 \cdot 250 = 500 \text{ mm} \\ 0,2 \cdot l_w = 0,2 \cdot 1500 = 300 \text{ mm} \end{array} \right\} l_u = 500 \text{ mm alınır.} \quad (6.1)$$

Yatay gövde donatısı hesabı:

$$A_{sg} = 0,0025 \cdot 500 \cdot 250 = 312 \text{ mm}^2 \quad (\text{iki kenardaki toplam yatay gövde donatısı})$$

$$\text{Bir kenara düşen donatı miktarı} \Rightarrow \frac{312}{2} = 156 \text{ mm}^2$$

$$\text{Bir metreye düşen donatı miktarı} 156 \cdot 2 = 312 \text{ mm}^2 / m$$

$$\text{Seçilen yatay gövde donatısı} \Rightarrow \Phi 12/250 \text{ mm} (452 \text{ mm}^2)$$

Düşey gövde donatısı hesabı:

$$\frac{A_{sh}}{s_2 \cdot b_w} \geq 0,0025 \Rightarrow A_{sh} \geq 0,0025 \cdot 250 \cdot 250 = 156 \text{ mm}^2 \quad (6.2)$$

Seçilen $\Phi 12/250 \text{ mm}$ düşey gövde donatısı ;

$$\left. \begin{array}{l} s_2 = 250 \text{ mm} \\ \Phi 12 \Rightarrow A_0 = 113 \text{ mm}^2 \end{array} \right\} \Rightarrow A_{sh} = 2 \cdot 113 = 226 \text{ mm}^2 > 156 \text{ mm}^2$$

Perde uç bölgesi düşey donatı hesabı:

$$N_d = N_{g+q\mu ex} = 1534 \text{ kN}$$

$$M_d = 684 \text{ kN}$$

$$\left. \begin{array}{l} n_d = \frac{1534}{0,25 \cdot 1,00 \cdot 17000} = 0,36 \\ m_d = \frac{684}{0,25 \cdot 1,00^2 \cdot 17000} = 0,16 \end{array} \right\} w = 0,08 \quad (6.3)$$

$$A_{s1} = A_{s2} = 0,08 \cdot \frac{250 \cdot 1000}{20,5} = 975 \text{ mm}^2 \quad (6.4)$$

Kritik perde yüksekliği boyunca ;

$$\begin{aligned} A_{s_{uç}} &\geq 0,002 \cdot b_w \cdot l_w \Rightarrow 0,002 \cdot 250 \cdot 1500 = 750 \text{ mm}^2 \\ 975 \text{ mm}^2 &> 750 \text{ mm}^2 \Rightarrow 6\Phi 16 \Rightarrow 1206 \text{ mm}^2 \text{ seçilir} \end{aligned} \quad (6.5)$$

Perde uç bölgesi enine donatı hesabı:

$$\left. \begin{array}{l} 50 \text{ mm} \leq s \leq 100 \text{ mm} \\ s \leq \frac{b_w}{2} \Rightarrow \frac{250}{2} = 125 \text{ mm} \end{array} \right\} s = 100 \text{ mm} \text{ seçilir.}$$

$$A_{sh} \geq \frac{2}{3} \cdot 0,075 \cdot s \cdot b_k \cdot \left(\frac{f_{ck}}{f_{ywk}} \right) \Rightarrow \frac{2}{3} \cdot 0,075 \cdot 100 \cdot 200 \cdot \left(\frac{25}{420} \right) = 59 \text{ mm}^2 \quad (6.6)$$

$\Phi 10/100 \text{ mm}$ seçilir ;

$$A_{sh} = n \cdot A_0 \Rightarrow 2 \cdot 79 = 158 \text{ mm}^2 > 59 \text{ mm}^2 \quad (6.7)$$

$$A_{sh} \geq \frac{2}{3} \cdot 0,075 \cdot s \cdot b_k \cdot \left(\frac{f_{ck}}{f_{ywk}} \right) \Rightarrow \frac{2}{3} \cdot 0,075 \cdot 100 \cdot 450 \cdot \left(\frac{25}{420} \right) = 135 \text{ mm}^2$$

$\Phi 10/100$ mm seçilirse ;

$$A_{sh} = n \cdot A_0 \Rightarrow 2 \cdot 79 = 158 \text{ mm}^2 > 135 \text{ mm}^2$$

Perdenin Kesme Güvenliği:

$$V_d = 126 \text{ kN}$$

$$V_d \leq V_r = A_{ch} \cdot (0,65 \cdot f_{ctd} + \rho_{sh} \cdot f_{yd})$$

$$\Rightarrow 250 \cdot 1500 \cdot (0,65 \cdot 0,00115 + 0,0025 \cdot 0,365) = 623 \text{ kN}$$

$$126 \text{ kN} < 623 \text{ kN}$$

(6.8)

$$V_d \leq 0,22 \cdot A_{ch} \cdot f_{cd}$$

$$\Rightarrow 0,22 \cdot 250 \cdot 1500 \cdot 17 \cdot 10^{-3} = 1403 \text{ kN}$$

$$126 \text{ kN} < 1403 \text{ kN}$$

Kesme güvenliğini sağlıyor.

P2 Perdesi (230*25) Betonarme Hesabı

$$N_d = N_{g+q\mu ex} = 1425 \text{ kN}$$

$$M_d = 2468 \text{ kNm}$$

Kritik perde yüksekliği boyunca perde uç bölgesi:

$$l_u \geq \left\{ \begin{array}{l} 2 \cdot b_w = 2 \cdot 250 = 500 \text{ mm} \\ 0,2 \cdot l_w = 0,2 \cdot 2300 = 460 \text{ mm} \end{array} \right\} l_u = 500 \text{ mm alınır.}$$

Yatay gövde donatısı hesabı:

$$A_{sg} = 0,0025 \cdot 250 \cdot 1300 = 812 \text{ mm}^2 \quad (\text{iki kenardaki toplam yatay gövde donatısı})$$

$$\text{Bir kenara düşen donatı miktarı} \Rightarrow \frac{812}{2} = 406 \text{ mm}^2$$

$$\text{Bir metreye düşen donatı miktarı} 406 / 1,30 = 313 \text{ mm}^2 / m$$

$$\text{Seçilen yatay gövde donatısı} \Rightarrow \Phi 12/250 \text{ mm} (452 \text{ mm}^2)$$

Düşey gövde donatısı hesabı:

$$\frac{A_{sh}}{s_2 \cdot b_w} \geq 0,0025 \Rightarrow A_{sh} \geq 0,0025 \cdot 250 \cdot 250 = 156 \text{ mm}^2$$

Seçilen $\Phi 12/250 \text{ mm}$ düşey gövde donatısı ;

$$\left. \begin{array}{l} s_2 = 250 \text{ mm} \\ \Phi 12 \Rightarrow A_0 = 113 \text{ mm}^2 \end{array} \right\} \Rightarrow A_{sh} = 2 \cdot 113 = 226 \text{ mm}^2 > 156 \text{ mm}^2$$

Perde uç bölgesi düşey donatı hesabı:

$$N_d = N_{g+q\mu ex} = 1425 \text{ kN}$$

$$M_d = 2468 \text{ kN}$$

$$\left. \begin{array}{l} n_d = \frac{1425}{0,25 \cdot 1,80 \cdot 17000} = 0,19 \\ m_d = \frac{2468}{0,25 \cdot 1,80^2 \cdot 17000} = 0,18 \end{array} \right\} w = 0,13$$

$$A_{s1} = A_{s2} = 0,13 \cdot \frac{250 \cdot 1800}{20,5} = 2854 \text{ mm}^2$$

Kritik perde yüksekliği boyunca ;

$$A_{s_{uç}} \geq 0,002 \cdot b_w \cdot l_w \Rightarrow 0,002 \cdot 250 \cdot 2300 = 1150 \text{ mm}^2$$

$$2854 \text{ mm}^2 > 1150 \text{ mm}^2 \Rightarrow 10 \Phi 20 \Rightarrow 3140 \text{ mm}^2 \text{ seçilir}$$

Perde uç bölgesi enine donatı hesabı:

$$\left. \begin{array}{l} 50 \text{ mm} \leq s \leq 100 \text{ mm} \\ s \leq \frac{b_w}{2} \Rightarrow \frac{250}{2} = 125 \text{ mm} \end{array} \right\} s = 100 \text{ mm} \text{ seçilir.}$$

$$A_{sh} \geq \frac{2}{3} \cdot 0,075 \cdot s \cdot b_k \cdot \left(\frac{f_{ck}}{f_{ywk}} \right) \Rightarrow \frac{2}{3} \cdot 0,075 \cdot 100 \cdot 200 \cdot \left(\frac{25}{420} \right) = 59 \text{ mm}^2$$

$\Phi 10/100 \text{ mm}$ seçilir ;

$$A_{sh} = n \cdot A_0 \Rightarrow 2 \cdot 79 = 158 \text{ mm}^2 > 59 \text{ mm}^2$$

$$A_{sh} \geq \frac{2}{3} \cdot 0,075 \cdot s \cdot b_k \cdot \left(\frac{f_{ck}}{f_{ywk}} \right) \Rightarrow \frac{2}{3} \cdot 0,075 \cdot 100 \cdot 450 \cdot \left(\frac{25}{420} \right) = 134 \text{ mm}^2$$

$\Phi 10/100 \text{ mm}$ seçilirse ;

$$A_{sh} = n \cdot A_0 \Rightarrow 2 \cdot 79 = 158 \text{ mm}^2 > 134 \text{ mm}^2$$

Perdenin Kesme Güvenliği:

$$V_d = 336 \text{ kN}$$

$$V_d \leq V_r = A_{ch} \cdot (0,65 \cdot f_{ctd} + \rho_{sh} \cdot f_{yd})$$

$$\Rightarrow 250 \cdot 2300 \cdot (0,65 \cdot 0,00115 + 0,0025 \cdot 0,365) = 955 \text{ kN}$$

$$336 \text{ kN} < 955 \text{ kN}$$

$$V_d \leq 0,22 \cdot A_{ch} \cdot f_{cd}$$

$$\Rightarrow 0,22 \cdot 250 \cdot 2300 \cdot 17 \cdot 10^{-3} = 2151 \text{ kN}$$

$$336 \text{ kN} < 2151 \text{ kN}$$

Kesme güvenliğini sağlıyor.

P3 Perdesi (220*25) Betonarme Hesabı

$$N_d = N_{g+q_{\mu ex}} = 790 \text{ kN}$$

$$M_d = 781 \text{ kNm}$$

Kritik perde yüksekliği boyunca perde uç bölgesi:

$$l_u \geq \left\{ \begin{array}{l} 2 \cdot b_w = 2 \cdot 250 = 500 \text{ mm} \\ 0,2 \cdot l_w = 0,2 \cdot 2300 = 460 \text{ mm} \end{array} \right\} l_u = 500 \text{ mm alınır.}$$

Yatay gövde donatısı hesabı:

$$A_{sg} = 0,0025 \cdot 250 \cdot 1200 = 750 \text{ mm}^2 \quad (\text{iki kenardaki toplam yatay gövde donatısı})$$

$$\text{Bir kenara düşen donatı miktarı} \Rightarrow \frac{750}{2} = 375 \text{ mm}^2$$

$$\text{Bir metreye düşen donatı miktarı} 375 / 1,20 = 313 \text{ mm}^2 / m$$

$$\text{Seçilen yatay gövde donatısı} \Rightarrow \Phi 12/250 \text{ mm} (452 \text{ mm}^2)$$

Düşey gövde donatısı hesabı:

$$\frac{A_{sh}}{s_2 \cdot b_w} \geq 0,0025 \Rightarrow A_{sh} \geq 0,0025 \cdot 250 \cdot 250 = 156 \text{ mm}^2$$

Seçilen $\Phi 12/250$ mm düşey gövde donatısı ;

$$\left. \begin{array}{l} s_2 = 250 \text{ mm} \\ \Phi 12 \Rightarrow A_0 = 113 \text{ mm}^2 \end{array} \right\} \Rightarrow A_{sh} = 2 \cdot 113 = 226 \text{ mm}^2 > 156 \text{ mm}^2$$

Perde uç bölgesi düşey donatı hesabı:

$$N_d = N_{g+q\mu ex} = 790 \text{ kN}$$

$$M_d = 781 \text{ kN}$$

$$\left. \begin{array}{l} n_d = \frac{790}{0,25 \cdot 1,70 \cdot 17000} = 0,11 \\ m_d = \frac{781}{0,25 \cdot 1,70^2 \cdot 17000} = 0,06 \end{array} \right\} w = 0,09$$

$$A_{s1} = A_{s2} = 0,09 \cdot \frac{250 \cdot 1200}{20,5} = 1317 \text{ mm}^2$$

Kritik perde yüksekliği boyunca ;

$$A_{s_{uç}} \geq 0,002 \cdot b_w \cdot l_w \Rightarrow 0,002 \cdot 250 \cdot 1200 = 600 \text{ mm}^2$$

$$1317,07 \text{ mm}^2 > 600 \text{ mm}^2 \Rightarrow 6\Phi 18 \Rightarrow 1527 \text{ mm}^2 \text{ seçilir}$$

Perde uç bölgesi enine donatı hesabı:

$$\left. \begin{array}{l} 50 \text{ mm} \leq s \leq 100 \text{ mm} \\ s \leq \frac{b_w}{2} \Rightarrow \frac{250}{2} = 125 \text{ mm} \end{array} \right\} s = 100 \text{ mm} \text{ seçilir.}$$

$$A_{sh} \geq \frac{2}{3} \cdot 0,075 \cdot s \cdot b_k \cdot \left(\frac{f_{ck}}{f_{ywk}} \right) \Rightarrow \frac{2}{3} \cdot 0,075 \cdot 100 \cdot 200 \cdot \left(\frac{25}{420} \right) = 59 \text{ mm}^2$$

Φ10/100 mm seçilir ;

$$A_{sh} = n \cdot A_0 \Rightarrow 2 \cdot 79 = 158 \text{ mm}^2 > 59 \text{ mm}^2$$

$$A_{sh} \geq \frac{2}{3} \cdot 0,075 \cdot s \cdot b_k \cdot \left(\frac{f_{ck}}{f_{ywk}} \right) \Rightarrow \frac{2}{3} \cdot 0,075 \cdot 100 \cdot 450 \cdot \left(\frac{25}{420} \right) = 134 \text{ mm}^2$$

Φ10/100 mm seçilirse ;

$$A_{sh} = n \cdot A_0 \Rightarrow 2 \cdot 79 = 158 \text{ mm}^2 > 134 \text{ mm}^2$$

Perdenin Kesme Güvenliği:

$$V_d = 116 \text{ kN}$$

$$V_d \leq V_r = A_{ch} \cdot (0,65 \cdot f_{ctd} + \rho_{sh} \cdot f_{yd})$$

$$\Rightarrow 250 \cdot 2200 \cdot (0,65 \cdot 0,00115 + 0,0025 \cdot 0,365) = 1038 \text{ kN}$$

$$116 \text{ kN} < 1038 \text{ kN}$$

$$V_d \leq 0,22 \cdot A_{ch} \cdot f_{cd}$$

$$\Rightarrow 0,22 \cdot 250 \cdot 2200 \cdot 17 \cdot 10^{-3} = 2057 \text{ kN}$$

$$116 \text{ kN} < 2057 \text{ kN}$$

Kesme güvenliğini sağlıyor.

P4 Perdesi (420*25) Betonarme Hesabı

$$N_d = N_{g+q\mu ex} = 1776 \text{ kN}$$

$$M_d = 5351 \text{ kNm}$$

Kritik perde yüksekliği boyunca perde uç bölgesi:

$$l_u \geq \left\{ \begin{array}{l} 2 \cdot b_w = 2 \cdot 250 = 500 \text{ mm} \\ 0,2 \cdot l_w = 0,2 \cdot 4200 = 840 \text{ mm} \end{array} \right\} l_u = 840 \text{ mm alınır.}$$

Yatay gövde donatısı hesabı:

$$A_{sg} = 0,0025 \cdot 250 \cdot 2520 = 1575 \text{ mm}^2 \text{ (iki kenardaki toplam yatay gövde donatısı)}$$

$$\text{Bir kenara düşen donatı miktarı} \Rightarrow \frac{1575}{2} = 788 \text{ mm}^2$$

$$\text{Bir metreye düşen donatı miktarı} 788 / 2,52 = 313 \text{ mm}^2 / m$$

$$\text{Seçilen yatay gövde donatısı} \Rightarrow \Phi 12/250 \text{ mm (452 mm}^2 \text{)}$$

Düşey gövde donatısı hesabı:

$$\frac{A_{sh}}{s_2 \cdot b_w} \geq 0,0025 \Rightarrow A_{sh} \geq 0,0025 \cdot 250 \cdot 250 = 156 \text{ mm}^2$$

Seçilen $\Phi 12/250 \text{ mm}$ düşey gövde donatısı ;

$$\left. \begin{array}{l} s_2 = 250 \text{ mm} \\ \Phi 12 \Rightarrow A_0 = 113 \text{ mm}^2 \end{array} \right\} \Rightarrow A_{sh} = 2 \cdot 113 = 226 \text{ mm}^2 > 156 \text{ mm}^2$$

Perde uç bölgesi düşey donatı hesabı:

$$N_d = N_{g+q\mu ex} = 1776 \text{ kN}$$

$$M_d = 5351 \text{ kN}$$

$$\left. \begin{aligned} n_d &= \frac{1776}{0,25 \cdot 3,36 \cdot 17000} = 0,12 \\ m_d &= \frac{5351}{0,25 \cdot 3,36^2 \cdot 17000} = 0,11 \end{aligned} \right\} w = 0,12$$

$$A_{s1} = A_{s2} = 0,12 \cdot \frac{250 \cdot 3360}{20,5} = 4917 \text{ mm}^2$$

Kritik perde yüksekliği boyunca ;

$$A_{s_{uc}} \geq 0,002 \cdot b_w \cdot l_w \Rightarrow 0,002 \cdot 250 \cdot 4200 = 2100 \text{ mm}^2$$

$$1317 \text{ mm}^2 > 600 \text{ mm}^2 \Rightarrow 10 \Phi 26 \Rightarrow 5309 \text{ mm}^2 \text{ seçilir}$$

Perde uç bölgesi enine donatı hesabı:

$$\left. \begin{aligned} 50 \text{ mm} &\leq s \leq 100 \text{ mm} \\ s &\leq \frac{b_w}{2} \Rightarrow \frac{250}{2} = 125 \text{ mm} \end{aligned} \right\} s = 100 \text{ mm} \text{ seçilir.}$$

$$A_{sh} \geq \frac{2}{3} \cdot 0,075 \cdot s \cdot b_k \cdot \left(\frac{f_{ck}}{f_{ywk}} \right) \Rightarrow \frac{2}{3} \cdot 0,075 \cdot 100 \cdot 200 \cdot \left(\frac{25}{420} \right) = 60 \text{ mm}^2$$

$\Phi 10/100 \text{ mm}$ seçilir ;

$$A_{sh} = n \cdot A_0 \Rightarrow 2 \cdot 79 = 158 \text{ mm}^2 > 60 \text{ mm}^2$$

$$A_{sh} \geq \frac{2}{3} \cdot 0,075 \cdot s \cdot b_k \cdot \left(\frac{f_{ck}}{f_{ywk}} \right) \Rightarrow \frac{2}{3} \cdot 0,075 \cdot 100 \cdot 790 \cdot \left(\frac{25}{420} \right) = 235 \text{ mm}^2$$

Φ14/100 mm seçilirse ;

$$A_{sh} = n \cdot A_0 \Rightarrow 2 \cdot 154 = 308 \text{ mm}^2 > 235 \text{ mm}^2$$

Perdenin Kesme Güvenliği:

$$V_d = 481 \text{ kN}$$

$$V_d \leq V_r = A_{ch} \cdot (0,65 \cdot f_{ctd} + \rho_{sh} \cdot f_{yd})$$

$$\Rightarrow 250 \cdot 4200 \cdot (0,65 \cdot 0,00115 + 0,0025 \cdot 0,365) = 1743 \text{ kN}$$

$$481 \text{ kN} < 1743 \text{ kN}$$

$$V_d \leq 0,22 \cdot A_{ch} \cdot f_{cd}$$

$$\Rightarrow 0,22 \cdot 250 \cdot 4200 \cdot 17 \cdot 10^{-3} = 3927 \text{ kN}$$

$$481 \text{ kN} < 3927 \text{ kN}$$

Kesme güvenliğini sağlıyor.

P5 Perdesi (25*430) Betonarme Hesabı

$$N_d = N_{g+q_{\mu ex}} = 3428 \text{ kN}$$

$$M_d = 11033 \text{ kNm}$$

Kritik perde yüksekliği boyunca perde uç bölgesi:

$$l_u \geq \left\{ \begin{array}{l} 2 \cdot b_w = 2 \cdot 250 = 500 \text{ mm} \\ 0,2 \cdot l_w = 0,2 \cdot 4300 = 860 \text{ mm} \end{array} \right\} l_u = 860 \text{ mm alınır.}$$

Yatay gövde donatısı hesabı:

$$A_{sg} = 0,0025 \cdot 250 \cdot 2580 = 1613 \text{ mm}^2 \quad (\text{iki kenardaki toplam yatay gövde donatısı})$$

$$\text{Bir kenara düşen donatı miktarı} \Rightarrow \frac{1612,50}{2} = 806 \text{ mm}^2$$

$$\text{Bir metreye düşen donatı miktarı} 806,25 / 2,58 = 313 \text{ mm}^2 / m$$

$$\text{Seçilen yatay gövde donatısı} \Rightarrow \Phi 12/250 \text{ mm } (452 \text{ mm}^2)$$

Düşey gövde donatısı hesabı:

$$\frac{A_{sh}}{s_2 \cdot b_w} \geq 0,0025 \Rightarrow A_{sh} \geq 0,0025 \cdot 250 \cdot 250 = 156 \text{ mm}^2$$

Seçilen $\Phi 12/250 \text{ mm}$ düşey gövde donatısı ;

$$\left. \begin{array}{l} s_2 = 250 \text{ mm} \\ \Phi 12 \Rightarrow A_0 = 113 \text{ mm}^2 \end{array} \right\} \Rightarrow A_{sh} = 2 \cdot 113 = 226 \text{ mm}^2 > 156 \text{ mm}^2$$

Perde uç bölgesi düşey donatı hesabı:

$$N_d = N_{g+q\mu ex} = 3428 \text{ kN}$$

$$M_d = 11032 \text{ kN}$$

$$\left. \begin{array}{l} n_d = \frac{3428}{0,25 \cdot 3,44 \cdot 17000} = 0,23 \\ m_d = \frac{11033}{0,25 \cdot 3,44^2 \cdot 17000} = 0,22 \end{array} \right\} w = 0,16$$

$$A_{s1} = A_{s2} = 0,16 \cdot \frac{250 \cdot 3440}{20,5} = 6712 \text{ mm}^2$$

Kritik perde yüksekliği boyunca ;

$$A_{s_{uç}} \geq 0,002 \cdot b_w \cdot l_w \Rightarrow 0,002 \cdot 250 \cdot 4300 = 2150 \text{ mm}^2$$

$$6712 \text{ mm}^2 > 2150 \text{ mm}^2 \Rightarrow 15 \Phi 24 \Rightarrow 6780 \text{ mm}^2 \text{ seçilir}$$

Perde uç bölgesi enine donatı hesabı:

$$\left. \begin{array}{l} 50 \text{ mm} \leq s \leq 100 \text{ mm} \\ s \leq \frac{b_w}{2} \Rightarrow \frac{250}{2} = 125 \text{ mm} \end{array} \right\} s = 100 \text{ mm} \text{ seçilir.}$$

$$A_{sh} \geq \frac{2}{3} \cdot 0,075 \cdot s \cdot b_k \cdot \left(\frac{f_{ck}}{f_{ywk}} \right) \Rightarrow \frac{2}{3} \cdot 0,075 \cdot 100 \cdot 200 \cdot \left(\frac{25}{420} \right) = 60 \text{ mm}^2$$

$\Phi 10/100 \text{ mm}$ seçilir ;

$$A_{sh} = n \cdot A_0 \Rightarrow 2 \cdot 79 = 158 \text{ mm}^2 > 60 \text{ mm}^2$$

$$A_{sh} \geq \frac{2}{3} \cdot 0,075 \cdot s \cdot b_k \cdot \left(\frac{f_{ck}}{f_{ywk}} \right) \Rightarrow \frac{2}{3} \cdot 0,075 \cdot 100 \cdot 810 \cdot \left(\frac{25}{420} \right) = 271 \text{ mm}^2$$

$\Phi 14/100 \text{ mm}$ seçilirse ;

$$A_{sh} = n \cdot A_0 \Rightarrow 2 \cdot 154 = 308 \text{ mm}^2 > 271 \text{ mm}^2$$

Perdenin Kesme Güvenliği:

$$V_d = 728 \text{ kN}$$

$$V_d \leq V_r = A_{ch} \cdot (0,65 \cdot f_{ctd} + \rho_{sh} \cdot f_{yd})$$

$$\Rightarrow 250 \cdot 4300 \cdot (0,65 \cdot 0,00115 + 0,0025 \cdot 0,365) = 1785 \text{ kN}$$

$$728 \text{ kN} < 1785 \text{ kN}$$

$$V_d \leq 0,22 \cdot A_{ch} \cdot f_{cd}$$

$$\Rightarrow 0,22 \cdot 250 \cdot 4300 \cdot 17 \cdot 10^{-3} = 4021 \text{ kN}$$

$$728 \text{ kN} < 4021 \text{ kN}$$

Kesme güvenliğini sağlıyor.

P6 Perdesi (25*280) Betonarme Hesabı

$$N_d = N_{g+q\mu ex} = 2433 \text{ kN}$$

$$M_d = 3168 \text{ kNm}$$

Kritik perde yüksekliği boyunca perde uç bölgesi:

$$l_u \geq \left\{ \begin{array}{l} 2 \cdot b_w = 2 \cdot 250 = 500 \text{ mm} \\ 0,2 \cdot l_w = 0,2 \cdot 280 = 560 \text{ mm} \end{array} \right\} l_u = 560 \text{ mm} \text{ alınır.}$$

Yatay gövde donatısı hesabı:

$$A_{sg} = 0,0025 \cdot 250 \cdot 1680 = 1050 \text{ mm}^2 \quad (\text{iki kenardaki toplam yatay gövde donatısı})$$

$$\text{Bir kenara düşen donatı miktarı} \Rightarrow \frac{1050}{2} = 525 \text{ mm}^2$$

$$\text{Bir metreye düşen donatı miktarı} 525 / 1,68 = 313 \text{ mm}^2 / m$$

$$\text{Seçilen yatay gövde donatısı} \Rightarrow \Phi 12/250 \text{ mm} (452 \text{ mm}^2)$$

Düşey gövde donatısı hesabı:

$$\frac{A_{sh}}{s_2 \cdot b_w} \geq 0,0025 \Rightarrow A_{sh} \geq 0,0025 \cdot 250 \cdot 250 = 156 \text{ mm}^2$$

Seçilen $\Phi 12/250$ mm düşey gövde donatısı ;

$$\left. \begin{array}{l} s_2 = 250 \text{ mm} \\ \Phi 12 \Rightarrow A_0 = 113 \text{ mm}^2 \end{array} \right\} \Rightarrow A_{sh} = 2 \cdot 113 = 226 \text{ mm}^2 > 156 \text{ mm}^2$$

Perde uç bölgesi düşey donatı hesabı:

$$N_d = N_{g+q\mu ex} = 2433 \text{ kN}$$

$$M_d = 3168 \text{ kN}$$

$$\left. \begin{array}{l} n_d = \frac{2433}{0,25 \cdot 2,24 \cdot 17000} = 0,26 \\ m_d = \frac{3168}{0,25 \cdot 2,24^2 \cdot 17000} = 0,15 \end{array} \right\} w = 0,15$$

$$A_{s1} = A_{s2} = 0,15 \cdot \frac{250 \cdot 2240}{20,5} = 4098 \text{ mm}^2$$

Kritik perde yüksekliği boyunca ;

$$A_{s_{uç}} \geq 0,002 \cdot b_w \cdot l_w \Rightarrow 0,002 \cdot 250 \cdot 2800 = 1400 \text{ mm}^2$$

$$4098 \text{ mm}^2 > 1400 \text{ mm}^2 \Rightarrow 12 \Phi 22 \Rightarrow 4560 \text{ mm}^2 \text{ seçilir}$$

Perde uç bölgesi enine donatı hesabı:

$$\left. \begin{array}{l} 50 \text{ mm} \leq s \leq 100 \text{ mm} \\ s \leq \frac{b_w}{2} \Rightarrow \frac{250}{2} = 125 \text{ mm} \end{array} \right\} s = 100 \text{ mm} \text{ seçilir.}$$

$$A_{sh} \geq \frac{2}{3} \cdot 0,075 \cdot s \cdot b_k \cdot \left(\frac{f_{ck}}{f_{ywk}} \right) \Rightarrow \frac{2}{3} \cdot 0,075 \cdot 100 \cdot 200 \cdot \left(\frac{25}{420} \right) = 60 \text{ mm}^2$$

$\Phi 10/100 \text{ mm}$ seçilir ;

$$A_{sh} = n \cdot A_0 \Rightarrow 2 \cdot 79 = 158 \text{ mm}^2 > 60 \text{ mm}^2$$

$$A_{sh} \geq \frac{2}{3} \cdot 0,075 \cdot s \cdot b_k \cdot \left(\frac{f_{ck}}{f_{ywk}} \right) \Rightarrow \frac{2}{3} \cdot 0,075 \cdot 100 \cdot 510 \cdot \left(\frac{25}{420} \right) = 152 \text{ mm}^2$$

$\Phi 10/100 \text{ mm}$ seçilirse ;

$$A_{sh} = n \cdot A_0 \Rightarrow 2 \cdot 79 = 158 \text{ mm}^2 > 152 \text{ mm}^2$$

Perdenin Kesme Güvenliği:

$$V_d = 299 \text{ kN}$$

$$V_d \leq V_r = A_{ch} \cdot (0,65 \cdot f_{ctd} + \rho_{sh} \cdot f_{yd})$$

$$\Rightarrow 250 \cdot 2800 \cdot (0,65 \cdot 0,00115 + 0,0025 \cdot 0,365) = 639 \text{ kN}$$

$$299 \text{ kN} < 639 \text{ kN}$$

$$V_d \leq 0,22 \cdot A_{ch} \cdot f_{cd}$$

$$\Rightarrow 0,22 \cdot 250 \cdot 2800 \cdot 17 \cdot 10^{-3} = 2618 \text{ kN}$$

$$299 \text{ kN} < 2618 \text{ kN}$$

Kesme güvenliğini sağlıyor.

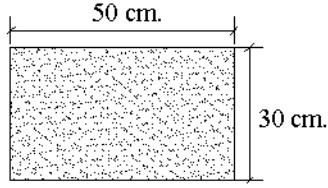
6.2 Mevcut Yapının Kolon Kesitlerinin Yeterlilik Kontrolü ve Mantolanması

S1 Kolonu:

$$N_{d \max} = 1720 \text{ kN}$$

$$A_c = \frac{N_{d \max}}{0,50 \cdot f_{ck}} = \frac{1720}{0,50 \cdot 16000} = 0,22 \text{ m}^2 \quad (6.9)$$

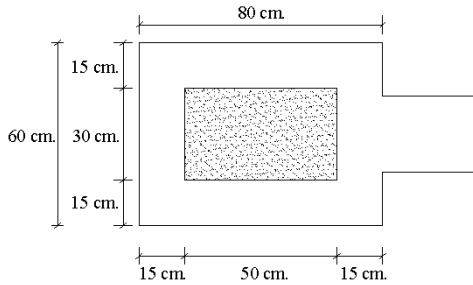
Mevcut kolon;



$$0,50 \cdot 0,30 = 0,15 \text{ m}^2$$

$0,22 \text{ m}^2 > 0,15 \text{ m}^2$ mevcut kolonun kesiti yetersizdir.

Mantolanmış kolon;



$$0,60 \cdot 0,80 = 0,48 \text{ m}^2$$

$0,48 \text{ m}^2 > 0,22 \text{ m}^2$ mantolanmış kolonun kesiti yeterlidir.

$$\left. \begin{aligned} n_d &= \frac{1720}{0,60 \cdot 0,80 \cdot 17000} = 0,21 \\ m_d &= \frac{163}{0,80 \cdot 0,60^2 \cdot 17000} = 0,03 \end{aligned} \right\} w = 0,01 \text{ (abaktan değ er okunamıyor)}$$

$$A_{s \min} = 0,01 \cdot b \cdot h = 0,001 \cdot 600 \cdot 800 = 4800 \text{ mm}^2 \quad (6.10)$$

Kolon mevcut donatısı; $8\Phi 16 \quad A_{mevcut} \Rightarrow 8.201 = 1608 \text{ mm}^2$

Mantolama donatısı; $4800\text{mm}^2 - 1608\text{mm}^2 = 3192\text{mm}^2 \quad A_{mantolama} \Rightarrow 20.201 = 4020 \text{ mm}^2$

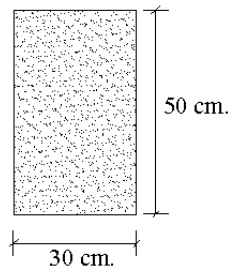
$4020 \text{ mm}^2 > 3192 \text{ mm}^2$ mantolama donatısı yeterlidir.

S2 Kolonu;

$$N_{d \max} = 1804 \text{ kN}$$

$$A_c = \frac{N_{d \max}}{0,50 \cdot f_{ck}} = \frac{1804}{0,50 \cdot 16000} = 0,23 \text{ m}^2$$

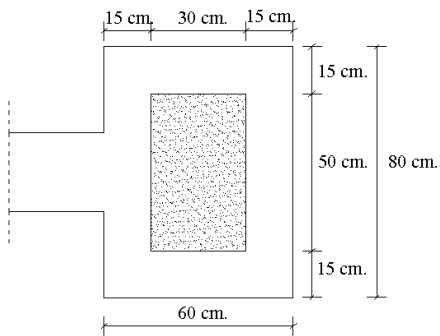
Mevcut kolon;



$$0,30.0,50=0,15 \text{ m}^2$$

$0,23 \text{ m}^2 > 0,15 \text{ m}^2$ mevcut kolonun kesiti yetersizdir.

Mantolanmış kolon;



$$0,60.0,80=0,48 \text{ m}^2$$

$0,48 \text{ m}^2 > 0,23 \text{ m}^2$ mantolanmış kolonun kesiti yeterlidir.

$$\left. \begin{aligned} n_d &= \frac{1804}{0,60 \cdot 0,80 \cdot 17000} = 0,22 \\ m_d &= \frac{170}{0,60 \cdot 0,80^2 \cdot 17000} = 0,03 \end{aligned} \right\} w = 0,01$$

$$A_{s \min} = 0,01 \cdot b \cdot h = 0,001 \cdot 600 \cdot 800 = 4800 \text{ mm}^2$$

$$\text{Kolon mevcut donatısı; } 8\Phi 16 \quad A_{\text{mevcut}} \Rightarrow 8 \cdot 201 = 1608 \text{ mm}^2$$

$$\text{Mantolama donatısı; } 4800 \text{ mm}^2 - 1608 \text{ mm}^2 = 3192 \text{ mm}^2 \quad A_{\text{mantolama}} \Rightarrow 20 \cdot 201 = 4020 \text{ mm}^2$$

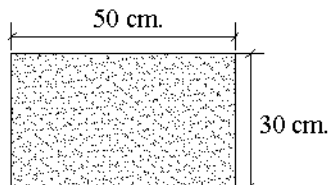
$4020 \text{ mm}^2 > 3192 \text{ mm}^2$ mantolama donatısı yeterlidir.

S3 Kolonu;

$$N_{d \max} = 1406 \text{ kN}$$

$$A_c = \frac{N_{d \max}}{0,50 \cdot f_{ck}} = \frac{1406}{0,50 \cdot 16000} = 0,18 \text{ m}^2$$

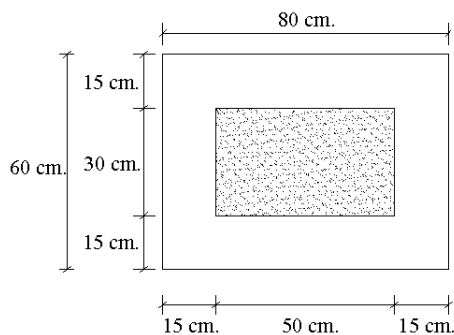
Mevcut kolon;



$$0,50 \cdot 0,30 = 0,15 \text{ m}^2$$

$0,18 \text{ m}^2 > 0,15 \text{ m}^2$ mevcut kolonun kesiti yetersizdir.

Mantolanmış kolon;



$$0,60 \cdot 0,80 = 0,48 \text{ m}^2$$

$0,48 \text{ m}^2 > 0,18 \text{ m}^2$ mantolanmış kolonun kesiti yeterlidir.

$$\left. \begin{aligned} n_d &= \frac{1406}{0,60 \cdot 0,80 \cdot 17000} = 0,17 \\ m_d &= \frac{134}{0,80 \cdot 0,60^2 \cdot 17000} = 0,03 \end{aligned} \right\} w = 0,01$$

$$A_{s \min} = 0,01 \cdot b \cdot h = 0,001 \cdot 600 \cdot 800 = 4800 \text{ mm}^2$$

$$\text{Kolon mevcut donatısı; } 8\Phi 16 \quad A_{\text{mevcut}} \Rightarrow 8 \cdot 201 = 1608 \text{ mm}^2$$

$$\text{Mantolama donatısı; } 4800 \text{ mm}^2 - 1608 \text{ mm}^2 = 3192 \text{ mm}^2 \quad A_{\text{mantolama}} \Rightarrow 20 \cdot 201 = 4020 \text{ mm}^2$$

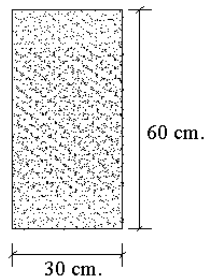
$4020 \text{ mm}^2 > 3192 \text{ mm}^2$ mantolama donatısı yeterlidir.

S4 Kolonu;

$$N_{d \max} = 1557 \text{ kN}$$

$$A_c = \frac{N_{d \max}}{0,50 \cdot f_{ck}} = \frac{1557}{0,50 \cdot 16000} = 0,19 \text{ m}^2$$

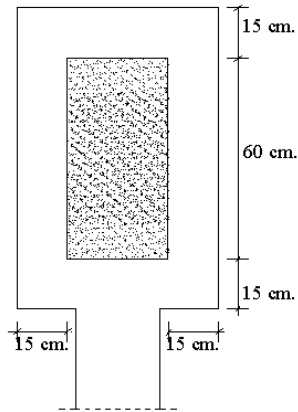
Mevcut kolon;



$$0,30 \cdot 0,60 = 0,18 \text{ m}^2$$

$0,19 \text{ m}^2 > 0,18 \text{ m}^2$ mevcut kolonun kesiti yetersizdir.

Mantolanmış kolon;



$$0,60 \cdot 0,90 = 0,54 \text{ m}^2$$

$0,54 \text{ m}^2 > 0,19 \text{ m}^2$ mantolanmış kolonun kesiti yeterlidir.

$$\left. \begin{aligned} n_d &= \frac{1557}{0,60 \cdot 0,90 \cdot 17000} = 0,17 \\ m_d &= \frac{274}{0,60 \cdot 0,90^2 \cdot 17000} = 0,03 \end{aligned} \right\} w = 0,01$$

$$A_{s \min} = 0,01 \cdot b \cdot h = 0,001 \cdot 600 \cdot 900 = 5400 \text{ mm}^2$$

$$\text{Kolon mevcut donatısı; } 10\Phi 16 \quad A_{\text{mevcut}} \Rightarrow 10 \cdot 201 = 2010 \text{ mm}^2$$

$$\text{Mantolama donatısı; } 5400 \text{ mm}^2 - 2010 \text{ mm}^2 = 3390 \text{ mm}^2 \quad A_{\text{mantolama}} \Rightarrow 20 \cdot 201 = 4020 \text{ mm}^2$$

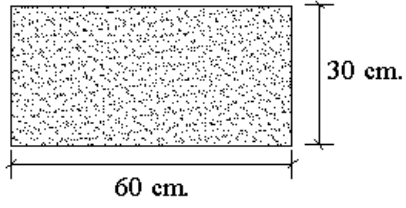
$4020 \text{ mm}^2 > 3390 \text{ mm}^2$ mantolama donatısı yeterlidir.

S5 Kolonu;

$$N_{d \max} = 1662 \text{ kN}$$

$$A_c = \frac{N_{d \max}}{0,50 \cdot f_{ck}} = \frac{1662}{0,50 \cdot 16000} = 0,21 \text{ m}^2$$

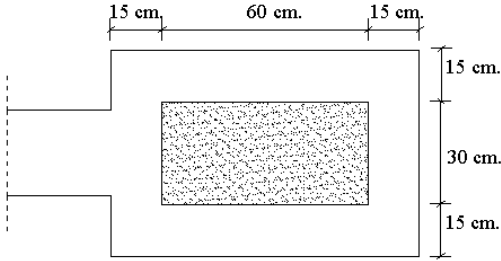
Mevcut kolon;



$$0,30 \cdot 0,60 = 0,18 \text{ m}^2$$

$0,21 \text{ m}^2 > 0,18 \text{ m}^2$ mevcut kolonun kesiti yetersizdir.

Mantolanmış kolon;



$$0,60 \cdot 0,90 = 0,54 \text{ m}^2$$

$0,54 \text{ m}^2 > 0,21 \text{ m}^2$ mantolanmış kolonun kesiti yeterlidir.

$$\left. \begin{aligned} n_d &= \frac{1662}{0,60 \cdot 0,90 \cdot 17000} = 0,18 \\ m_d &= \frac{293}{0,60 \cdot 0,90^2 \cdot 17000} = 0,05 \end{aligned} \right\} w = 0,01$$

$$A_{s \min} = 0,01 \cdot b \cdot h = 0,001 \cdot 600 \cdot 900 = 5400 \text{ mm}^2$$

$$\text{Kolon mevcut donatısı; } 10\Phi 16 \quad A_{\text{mevcut}} \Rightarrow 10 \cdot 201 = 2010 \text{ mm}^2$$

$$\text{Mantolama donatısı; } 5400 \text{ mm}^2 - 2010 \text{ mm}^2 = 3390 \text{ mm}^2 \quad A_{\text{mantolama}} \Rightarrow 20 \cdot 201 = 4020 \text{ mm}^2$$

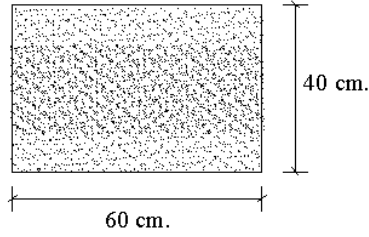
$4020 \text{ mm}^2 > 3390 \text{ mm}^2$ mantolama donatısı yeterlidir.

S6 Kolonu;

$$N_{d \max} = 2152 \text{ kN}$$

$$A_c = \frac{N_{d \max}}{0,50 \cdot f_{ck}} = \frac{2152}{0,50 \cdot 16000} = 0,27 \text{ m}^2$$

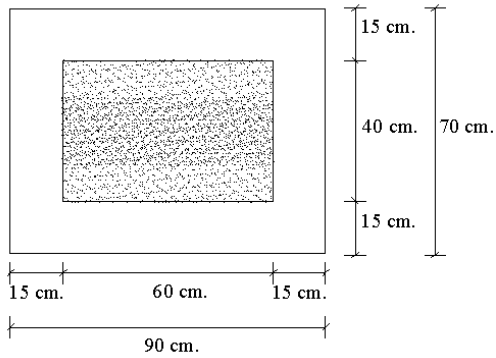
Mevcut kolon;



$$0,30 \cdot 0,60 = 0,18 \text{ m}^2$$

$0,27 \text{ m}^2 > 0,24 \text{ m}^2$ mevcut kolonun kesiti yetersizdir.

Mantolanmış kolon;



$$0,90 \cdot 0,70 = 0,63 \text{ m}^2$$

$0,63 \text{ m}^2 > 0,27 \text{ m}^2$ mantolanmış kolonun kesiti yeterlidir.

$$\left. \begin{aligned} n_d &= \frac{2152}{0,90 \cdot 0,70 \cdot 17000} = 0,20 \\ m_d &= \frac{463}{0,90 \cdot 0,70^2 \cdot 17000} = 0,06 \end{aligned} \right\} w = 0,01$$

$$A_{s \min} = 0,01 \cdot b \cdot h = 0,001 \cdot 900 \cdot 700 = 6300 \text{ mm}^2$$

Kolon mevcut donatısı; $12\Phi 16$ $A_{mevcut} \Rightarrow 12 \cdot 201 = 2412 \text{ mm}^2$

Mantolama donatısı; $6300\text{mm}^2 - 2412\text{mm}^2 = 3888 \text{ mm}^2$ $A_{mantolama} \Rightarrow 20 \cdot 201 = 4020 \text{ mm}^2$

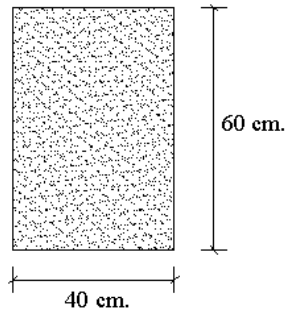
$4020 \text{ mm}^2 > 3888 \text{ mm}^2$ mantolama donatısı yeterlidir.

S7 Kolonu;

$$N_{d \max} = 2970 \text{ kN}$$

$$A_c = \frac{N_{d \max}}{0,50 \cdot f_{ck}} = \frac{2970}{0,50 \cdot 16000} = 0,37 \text{ m}^2$$

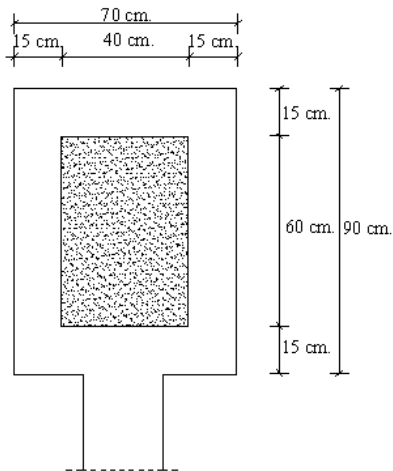
Mevcut kolon;



$$0,40 \cdot 0,60 = 0,24 \text{ m}^2$$

$0,37 \text{ m}^2 > 0,24 \text{ m}^2$ mevcut kolonun kesiti yetersizdir.

Mantolanmış kolon;



$$0,70 \cdot 0,90 = 0,63 \text{ m}^2$$

$0,63 \text{ m}^2 > 0,37 \text{ m}^2$ mantolanmış kolonun kesiti yeterlidir.

$$\left. \begin{aligned} n_d &= \frac{2970}{0,90 \cdot 0,70 \cdot 17000} = 0,27 \\ m_d &= \frac{392}{0,90 \cdot 0,70^2 \cdot 17000} = 0,04 \end{aligned} \right\} w = 0,01$$

$$A_{s \min} = 0,01 \cdot b \cdot h = 0,001 \cdot 700 \cdot 900 = 6300 \text{ mm}^2$$

Kolon mevcut donatısı; $12\Phi 16 \quad A_{mevcut} \Rightarrow 12 \cdot 201 = 2412 \text{ mm}^2$

Mantolama donatısı; $6300 \text{ mm}^2 - 2412 \text{ mm}^2 = 3888 \text{ mm}^2 \quad A_{mantolama} \Rightarrow 20 \cdot 201 = 4020 \text{ mm}^2$

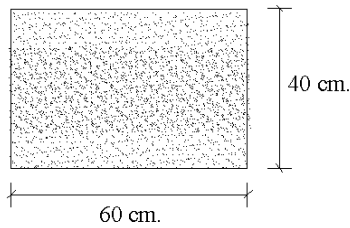
$4020 \text{ mm}^2 > 3888 \text{ mm}^2$ mantolama donatısı yeterlidir.

S8 Kolonu;

$$N_{d \max} = 1750 \text{ kN}$$

$$A_c = \frac{N_{d \max}}{0,50 \cdot f_{ck}} = \frac{1750}{0,50 \cdot 16000} = 0,22 \text{ m}^2$$

Mevcut kolon;



$$0,60 \cdot 0,40 = 0,24 \text{ m}^2$$

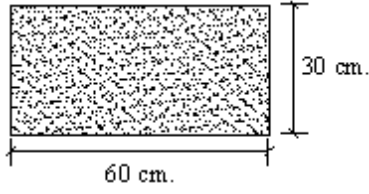
$0,24 \text{ m}^2 > 0,22 \text{ m}^2$ mevcut kolonun kesiti yeterlidir.

S9 Kolonu;

$$N_{d \max} = 1879 \text{ kN}$$

$$A_c = \frac{N_{d \max}}{0,50 \cdot f_{ck}} = \frac{1879}{0,50 \cdot 16000} = 0,23 \text{ m}^2$$

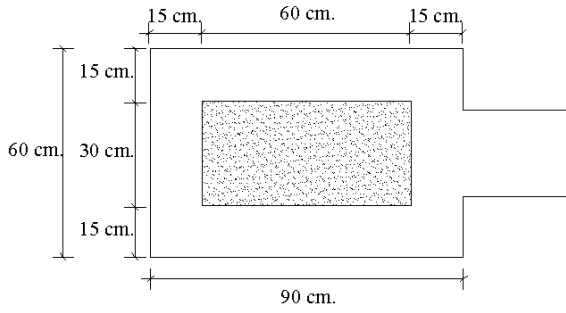
Mevcut kolon;



$$0,60 \cdot 0,30 = 0,18 \text{ m}^2$$

$0,23 \text{ m}^2 > 0,18 \text{ m}^2$ mevcut kolonun kesiti yetersizdir.

Mantolanmış kolon;



$$0,90 \cdot 0,60 = 0,54 \text{ m}^2$$

$0,54 \text{ m}^2 > 0,23 \text{ m}^2$ mantolanmış kolonun kesiti yeterlidir.

$$\left. \begin{aligned} n_d &= \frac{1879}{0,90 \cdot 0,60 \cdot 17000} = 0,20 \\ m_d &= \frac{328}{0,90 \cdot 0,60^2 \cdot 17000} = 0,06 \end{aligned} \right\} w = 0,01$$

$$A_{s \min} = 0,01 \cdot b \cdot h = 0,001 \cdot 900 \cdot 600 = 5400 \text{ mm}^2$$

Kolon mevcut donatısı; $10\Phi 16 \quad A_{\text{mevcut}} \Rightarrow 10 \cdot 201 = 2010 \text{ mm}^2$

Mantolama donatısı; $5400 \text{ mm}^2 - 2010 \text{ mm}^2 = 3390 \text{ mm}^2 \quad A_{\text{mantolama}} \Rightarrow 20 \cdot 201 = 4020 \text{ mm}^2$

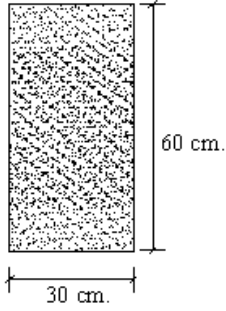
$4020 \text{ mm}^2 > 3390 \text{ mm}^2$ mantolama donatısı yeterlidir.

S10 Kolonu;

$$N_{d \max} = 2583 \text{ kN}$$

$$A_c = \frac{N_{d \max}}{0,50 \cdot f_{ck}} = \frac{2583}{0,50 \cdot 16000} = 0,32 \text{ m}^2$$

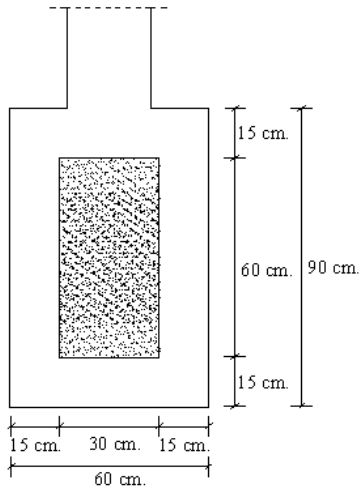
Mevcut kolon;



$$0,30 \cdot 0,60 = 0,18 \text{ m}^2$$

$0,32 \text{ m}^2 > 0,18 \text{ m}^2$ mevcut kolonun kesiti yetersizdir.

Mantolanmış kolon;



$$0,60 \cdot 0,90 = 0,54 \text{ m}^2$$

$0,54 \text{ m}^2 > 0,32 \text{ m}^2$ mantolanmış kolonun kesiti yeterlidir.

$$\left. \begin{aligned} n_d &= \frac{2583}{0,90 \cdot 0,60 \cdot 17000} = 0,28 \\ m_d &= \frac{322}{0,60 \cdot 0,90^2 \cdot 17000} = 0,04 \end{aligned} \right\} w = 0,01$$

$$A_{s \min} = 0,01 \cdot b \cdot h = 0,001 \cdot 600 \cdot 900 = 5400 \text{ mm}^2$$

$$\text{Kolon mevcut donatısı; } 10\Phi 16 \quad A_{\text{mevcut}} \Rightarrow 10 \cdot 201 = 2010 \text{ mm}^2$$

$$\text{Mantolama donatısı; } 5400 \text{ mm}^2 - 2010 \text{ mm}^2 = 3390 \text{ mm}^2 \quad A_{\text{mantolama}} \Rightarrow 20 \cdot 201 = 4020 \text{ mm}^2$$

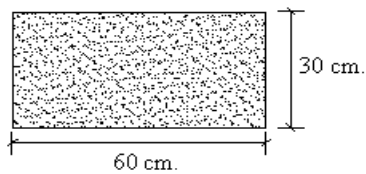
$4020 \text{ mm}^2 > 3390 \text{ mm}^2$ mantolama donatısı yeterlidir.

S11 Kolonu;

$$N_{d \max} = 1998 \text{ kN}$$

$$A_c = \frac{N_{d \max}}{0,50 \cdot f_{ck}} = \frac{1998}{0,50 \cdot 16000} = 0,25 \text{ m}^2$$

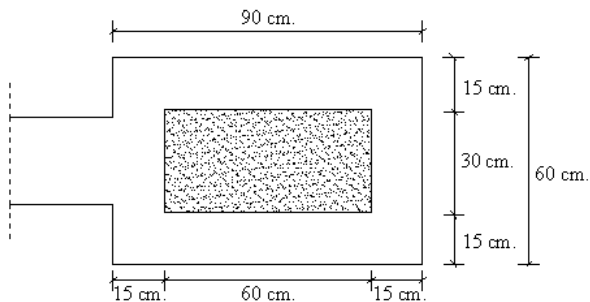
Mevcut kolon;



$$0,60 \cdot 0,30 = 0,18 \text{ m}^2$$

$0,25 \text{ m}^2 > 0,18 \text{ m}^2$ mevcut kolonun kesiti yetersizdir.

Mantolanmış kolon;



$$0,60 \cdot 0,90 = 0,54 \text{ m}^2$$

$0,54\text{m}^2 > 0,25\text{ m}^2$ mantolanmış kolonun kesiti yeterlidir.

$$\left. \begin{aligned} n_d &= \frac{1998}{0,60 \cdot 0,90 \cdot 17000} = 0,22 \\ m_d &= \frac{300}{0,90 \cdot 0,60^2 \cdot 17000} = 0,05 \end{aligned} \right\} w = 0,01$$

$$A_{s\min} = 0,01 \cdot b \cdot h = 0,001 \cdot 600 \cdot 900 = 5400\text{ mm}^2$$

$$\text{Kolon mevcut donatısı; } 10\Phi 16 \quad A_{\text{mevcut}} \Rightarrow 10 \cdot 201 = 2010\text{ mm}^2$$

$$\text{Mantolama donatısı; } 5400\text{mm}^2 - 2010\text{mm}^2 = 3390\text{ mm}^2 \quad A_{\text{mantolama}} \Rightarrow 20 \cdot 201 = 4020\text{ mm}^2$$

$4020\text{ mm}^2 > 3390\text{ mm}^2$ mantolama donatısı yeterlidir.

Tablo 6.1 Mantolama sonrası mevcut yapının kolon kesitleri

Kolon Adı	Mantolama Yapılmadan Önceki Boyutlar		Mantolama Yapıldıktan Sonraki Boyutlar	
	Bx (cm)	By (cm)	Bx (cm)	By (cm)
S1	50	30	80	60
S2	30	50	60	80
S3	50	30	80	60
S4	30	60	60	90
S5	60	30	90	60
S6	60	40	90	70
S7	40	60	70	90
S8	60	40	-	-
S9	60	30	90	60
S10	30	60	60	90
S11	60	30	90	60

6.3 Mevcut Yapının Bodrum Kat Kiriş Kesitlerinin Yeterlik Kontrolü

K25 Kirişi (25cmx50cm)

$$M_{\max} = 156 \text{ kNm}$$

$$\text{Mevcut kiriş üst donatısı; } 7\Phi 16 \quad A_{\text{mevcut}} \Rightarrow 7.201 = 1407 \text{ mm}^2$$

Malzeme; BÇ I, BS16

$$\frac{A_s}{b \cdot d} = \frac{k_s}{k} = \frac{1407}{200 \cdot 460} = 0,015 \quad (6.11)$$

$$\text{Abaktan; } \frac{6,25}{41 \cdot 10} = 0,0159$$

$$M_r = \frac{b \cdot d^2}{K} \quad M_r = \frac{0,200 \cdot (0,460)^2}{41 \cdot 10^{-5}} = 103 \text{ kNm} \quad (6.12)$$

M_r ; Kirişin taşıma kapasitesi

156 kNm > 103 kNm Kirişin taşıma kapasitesi yetersizdir.

K26 Kirişi (25cmx50cm)

$$M_{\max} = 111 \text{ kNm}$$

$$\text{Mevcut kiriş üst donatısı; } 7\Phi 16 \quad A_{\text{mevcut}} \Rightarrow 7.201 = 1407 \text{ mm}^2$$

Malzeme; BÇ I, BS16

$$\frac{A_s}{b \cdot d} = \frac{k_s}{k} = \frac{1407}{200 \cdot 460} = 0,015$$

$$\text{Abaktan; } \frac{6,25}{41 \cdot 10} = 0,015$$

$$M_r = \frac{0,200 \cdot (0,460)^2}{41 \cdot 10^{-5}} = 103 \text{ kNm}$$

111 kNm > 103 kNm Kirişin taşıma kapasitesi yetersizdir.

K27 Kirişi (20cmx50cm)

$$M_{\max} = 78 \text{ kNm}$$

Mevcut kiriş üst donatısı; 5Φ14 $A_{\text{mevcut}} \Rightarrow 5.154 = 770 \text{ mm}^2$

Malzeme; BÇ I, BS16

$$\frac{A_s}{b \cdot d} = \frac{k_s}{k} = \frac{770}{150 \cdot 460} = 0,011$$

Abaktan; $\frac{5,96}{52,2 \cdot 10} = 0,011$

$$M_r = \frac{0,150 \cdot (0,460)^2}{52,2 \cdot 10^{-5}} = 61 \text{ kNm}$$

78 kNm > 61 kNm Kirişin taşıma kapasitesi yetersizdir.

K28 Kirişi (20cmx50cm)

$$M_{\max} = 110 \text{ kNm}$$

Mevcut kiriş üst donatısı; 5Φ14 $A_{\text{mevcut}} \Rightarrow 5.154 = 770 \text{ mm}^2$

Malzeme; BÇ I, BS16

$$\frac{A_s}{b \cdot d} = \frac{k_s}{k} = \frac{770}{150 \cdot 460} = 0,011$$

Abaktan; $\frac{5,96}{52,2 \cdot 10} = 0,011$

$$M_r = \frac{0,150 \cdot (0,460)^2}{52,2 \cdot 10^{-5}} = 61 \text{ kNm}$$

110 kNm > 61 kNm Kirişin taşıma kapasitesi yetersizdir.

K23 Kirişi (20cmx50cm)

$$M_{\max} = 106 \text{ kNm}$$

Mevcut kiriş üst donatısı; 4Φ14 $A_{mevcut} \Rightarrow 4.154 = 616 \text{ mm}^2$

Malzeme; BÇ I, BS16

$$\frac{A_s}{b \cdot d} = \frac{k_s}{k} = \frac{616}{150 \cdot 460} = 0,009$$

$$\text{Abaktan; } \frac{5,80}{63,5 \cdot 10} = 0,009$$

$$M_r = \frac{0,150 \cdot (0,460)^2}{63,5 \cdot 10^{-5}} = 50 \text{ kNm}$$

106 kNm > 50 kNm Kirişin taşıma kapasitesi yetersizdir

K24 Kirişi (20cmx50cm)

$$M_{\max} = 156 \text{ kNm}$$

Mevcut kiriş üst donatısı; 5Φ14 $A_{mevcut} \Rightarrow 5.154 = 770 \text{ mm}^2$

Malzeme; BÇ I, BS16

$$\frac{A_s}{b \cdot d} = \frac{k_s}{k} = \frac{770}{150 \cdot 460} = 0,011$$

$$\text{Abaktan; } \frac{5,96}{52,2 \cdot 10} = 0,011$$

$$M_r = \frac{0,150 \cdot (0,460)^2}{52,2 \cdot 10^{-5}} = 61 \text{ kNm}$$

156 kNm > 61 kNm Kirişin taşıma kapasitesi yetersizdir

K22 Kirişi (20cmx50cm)

$$M_{\max} = 37 \text{ kNm}$$

Mevcut kiriş üst donatısı; 3Φ12 $A_{mevcut} \Rightarrow 3.113 = 339 \text{ mm}^2$

Malzeme; BÇ I, BS16

$$\frac{A_s}{b \cdot d} = \frac{k_s}{k} = \frac{339}{150 \cdot 460} = 0,005$$

$$\text{Abaktan; } \frac{5,58}{102,7 \cdot 10} = 0,005$$

$$M_r = \frac{0,150 \cdot (0,460)^2}{102,7 \cdot 10^{-5}} = 31 \text{ kNm}$$

37 kNm > 31 kNm Kirişin taşıma kapasitesi yetersizdir.

K21 Kirişi (20cmx50cm)

$$M_{\max} = 15 \text{ kNm}$$

$$\text{Mevcut kiriş üst donatısı; } 5\Phi 12 \quad A_{\text{mevcut}} \Rightarrow 5 \cdot 113 = 565 \text{ mm}^2$$

Malzeme; BÇ I, BS16

$$\frac{A_s}{b \cdot d} = \frac{k_s}{k} = \frac{565}{150 \cdot 460} = 0,008$$

$$\text{Abaktan; } \frac{5,74}{70,3 \cdot 10} = 0,008$$

$$M_r = \frac{0,150 \cdot (0,460)^2}{70,3 \cdot 10^{-5}} = 45 \text{ kNm}$$

45 kNm > 15 kNm Kirişin taşıma kapasitesi yetersizdir.

K21* Kirişi (20cmx50cm)

$$M_{\max} = 25 \text{ kNm}$$

$$\text{Mevcut kiriş üst donatısı; } 5\Phi 12 \quad A_{\text{mevcut}} \Rightarrow 5 \cdot 113 = 565 \text{ mm}^2$$

Malzeme; BÇ I, BS16

$$\frac{A_s}{b \cdot d} = \frac{k_s}{k} = \frac{565}{150 \cdot 460} = 0,008$$

$$\text{Abaktan; } \frac{5,74}{70,3 \cdot 10} = 0,008$$

$$M_r = \frac{0,150 \cdot (0,460)^2}{70,3 \cdot 10^{-5}} = 45 \text{ kNm}$$

45 kNm > 25 kNm Kirişin taşıma kapasitesi yeterlidir.

K32 Kirişi (20cmx50cm)

$$M_{\max} = 69 \text{ kNm}$$

$$\text{Mevcut kiriş üst donatısı; } 4\Phi 14 \quad A_{\text{mevcut}} \Rightarrow 5.154 = 616 \text{ mm}^2$$

Malzeme; BÇ I, BS16

$$\frac{A_s}{b \cdot d} = \frac{k_s}{k} = \frac{616}{150 \cdot 460} = 0,008$$

$$\text{Abaktan; } \frac{5,74}{70,3 \cdot 10} = 0,008$$

$$M_r = \frac{0,150 \cdot (0,460)^2}{70,3 \cdot 10^{-5}} = 45 \text{ kNm}$$

69 kNm > 25 kNm Kirişin taşıma kapasitesi yetersizdir.

K32 Kirişi (20cmx50cm)

$$M_{\max} = 69 \text{ kNm}$$

$$\text{Mevcut kiriş üst donatısı; } 4\Phi 14 \quad A_{\text{mevcut}} \Rightarrow 5.154 = 616 \text{ mm}^2$$

Malzeme; BÇ I, BS16

$$\frac{A_s}{b \cdot d} = \frac{k_s}{k} = \frac{616}{150 \cdot 460} = 0,008$$

$$\text{Abaktan; } \frac{5,74}{70,3 \cdot 10} = 0,008$$

$$M_r = \frac{0,150 \cdot (0,460)^2}{70,3 \cdot 10^{-5}} = 45 \text{ kNm}$$

69 kNm > 25 kNm Kirişin taşıma kapasitesi yetersizdir.

K31 Kirişi (20cmx50cm)

$$M_{\max} = 56 \text{ kNm}$$

$$\text{Mevcut kiriş üst donatısı; } 4\Phi 14 \quad A_{\text{mevcut}} \Rightarrow 5.154 = 616 \text{ mm}^2$$

Malzeme; BÇ I, BS16

$$\frac{A_s}{b \cdot d} = \frac{k_s}{k} = \frac{616}{150 \cdot 460} = 0,008$$

$$\text{Abaktan; } \frac{5,74}{70,3 \cdot 10} = 0,008$$

$$M_r = \frac{0,150 \cdot (0,460)^2}{70,3 \cdot 10^{-5}} = 45 \text{ kNm}$$

56 kNm > 45 kNm Kirişin taşıma kapasitesi yetersizdir.

K32* Kirişi (20cmx50cm)

$$M_{\max} = 62 \text{ kNm}$$

$$\text{Mevcut kiriş üst donatısı; } 4\Phi 14 \quad A_{\text{mevcut}} \Rightarrow 4.154 = 616 \text{ mm}^2$$

Malzeme; BÇ I, BS16

$$\frac{A_s}{b \cdot d} = \frac{k_s}{k} = \frac{616}{150 \cdot 460} = 0,008$$

$$\text{Abaktan; } \frac{5,74}{70,3 \cdot 10} = 0,008$$

$$M_r = \frac{0,150 \cdot (0,460)^2}{70,3 \cdot 10^{-5}} = 45 \text{ kNm}$$

62 kNm > 45 kNm Kirişin taşıma kapasitesi yetersizdir.

K31* Kirişi (20cmx50cm)

$$M_{\max} = 53 \text{ kNm}$$

$$\text{Mevcut kiriş üst donatısı; } 4\Phi 14 \quad A_{\text{mevcut}} \Rightarrow 4.154 = 616 \text{ mm}^2$$

Malzeme; BÇ I, BS16

$$\frac{A_s}{b \cdot d} = \frac{k_s}{k} = \frac{616}{150 \cdot 460} = 0,008$$

$$\text{Abaktan; } \frac{5,74}{70,3 \cdot 10} = 0,008$$

$$M_r = \frac{0,150 \cdot (0,460)^2}{70,3 \cdot 10^{-5}} = 45 \text{ kNm}$$

53 kNm > 45 kNm Kirişin taşıma kapasitesi yetersizdir.

K30 Kirişi (20cmx50cm)

$$M_{\max} = 95 \text{ kNm}$$

$$\text{Mevcut kiriş üst donatısı; } 2\Phi 12 + 2\Phi 14 \quad A_{\text{mevcut}} = 534 \text{ mm}^2$$

Malzeme; BÇ I, BS16

$$\frac{A_s}{b \cdot d} = \frac{k_s}{k} = \frac{534}{150 \cdot 460} = 0,007$$

$$\text{Abaktan; } \frac{5,72}{73 \cdot 10} = 0,007$$

$$M_r = \frac{0,150 \cdot (0,460)^2}{73 \cdot 10^{-5}} = 43 \text{ kNm}$$

95 kNm > 43 kNm Kirişin taşıma kapasitesi yetersizdir.

K29 Kirişi (20cmx50cm)

$$M_{\max} = 102 \text{ kNm}$$

Mevcut kiriş üst donatısı; 2Φ12+2Φ14 $A_{mevcut} = 534 \text{ mm}^2$

Malzeme; BÇ I, BS16

$$\frac{A_s}{b \cdot d} = \frac{k_s}{k} = \frac{534}{150 \cdot 460} = 0,007$$

$$\text{Abaktan; } \frac{5,72}{73 \cdot 10} = 0,007$$

$$M_r = \frac{0,150 \cdot (0,460)^2}{73 \cdot 10^{-5}} = 43 \text{ kNm}$$

102 kNm > 43 kNm Kirişin taşıma kapasitesi yetersizdir.

K29 Kirişi (20cmx50cm)

$$M_{\max} = 102 \text{ kNm}$$

Mevcut kiriş üst donatısı; 2Φ12+2Φ14 $A_{mevcut} = 534 \text{ mm}^2$

Malzeme; BÇ I, BS16

$$\frac{A_s}{b \cdot d} = \frac{k_s}{k} = \frac{534}{150 \cdot 460} = 0,007$$

$$\text{Abaktan; } \frac{5,72}{73 \cdot 10} = 0,007$$

$$M_r = \frac{0,150 \cdot (0,460)^2}{73 \cdot 10^{-5}} = 43 \text{ kNm}$$

102 kNm > 43 kNm Kirişin taşıma kapasitesi yetersizdir.

K33 Kirişi (25cmx50cm)

$$M_{\max} = 103 \text{ kNm}$$

Mevcut kiriş üst donatısı; 1Φ16+2Φ14 $A_{mevcut} = 509 \text{ mm}^2$

Malzeme; BÇ I, BS16

$$\frac{A_s}{b \cdot d} = \frac{k_s}{k} = \frac{509}{200 \cdot 460} = 0,005$$

$$\text{Abaktan; } \frac{5,58}{102,7 \cdot 10} = 0,005$$

$$M_r = \frac{0,200 \cdot (0,460)^2}{102,7 \cdot 10^{-5}} = 41 \text{ kNm}$$

103 kNm > 43 kNm Kirişin taşıma kapasitesi yetersizdir.

K34 Kirişi (25cmx50cm)

$$M_{\max} = 85 \text{ kNm}$$

$$\text{Mevcut kiriş üst donatısı; } 2\Phi 12 + 2\Phi 14 \quad A_{\text{mevcut}} = 534 \text{ mm}^2$$

Malzeme; BÇ I, BS16

$$\frac{A_s}{b \cdot d} = \frac{k_s}{k} = \frac{534}{150 \cdot 460} = 0,007$$

$$\text{Abaktan; } \frac{5,72}{73 \cdot 10} = 0,007$$

$$M_r = \frac{0,150 \cdot (0,460)^2}{73 \cdot 10^{-5}} = 43 \text{ kNm}$$

85 kNm > 43 kNm Kirişin taşıma kapasitesi yetersizdir.

K35 Kirişi (20cmx50cm)

$$M_{\max} = 94 \text{ kNm}$$

$$\text{Mevcut kiriş üst donatısı; } 2\Phi 12 + 2\Phi 14 \quad A_{\text{mevcut}} = 534 \text{ mm}^2$$

Malzeme; BÇ I, BS16

$$\frac{A_s}{b \cdot d} = \frac{k_s}{k} = \frac{534}{150 \cdot 460} = 0,007$$

$$\text{Abaktan; } \frac{5,72}{73 \cdot 10} = 0,007$$

$$M_r = \frac{0,150 \cdot (0,460)^2}{73 \cdot 10^{-5}} = 43 \text{ kNm}$$

94 kNm > 43 kNm Kirişin taşıma kapasitesi yetersizdir.

6.4 Radye Temel Betonarme Hesabı

Radye Alanı → 16,60x11,00=182,6 m²

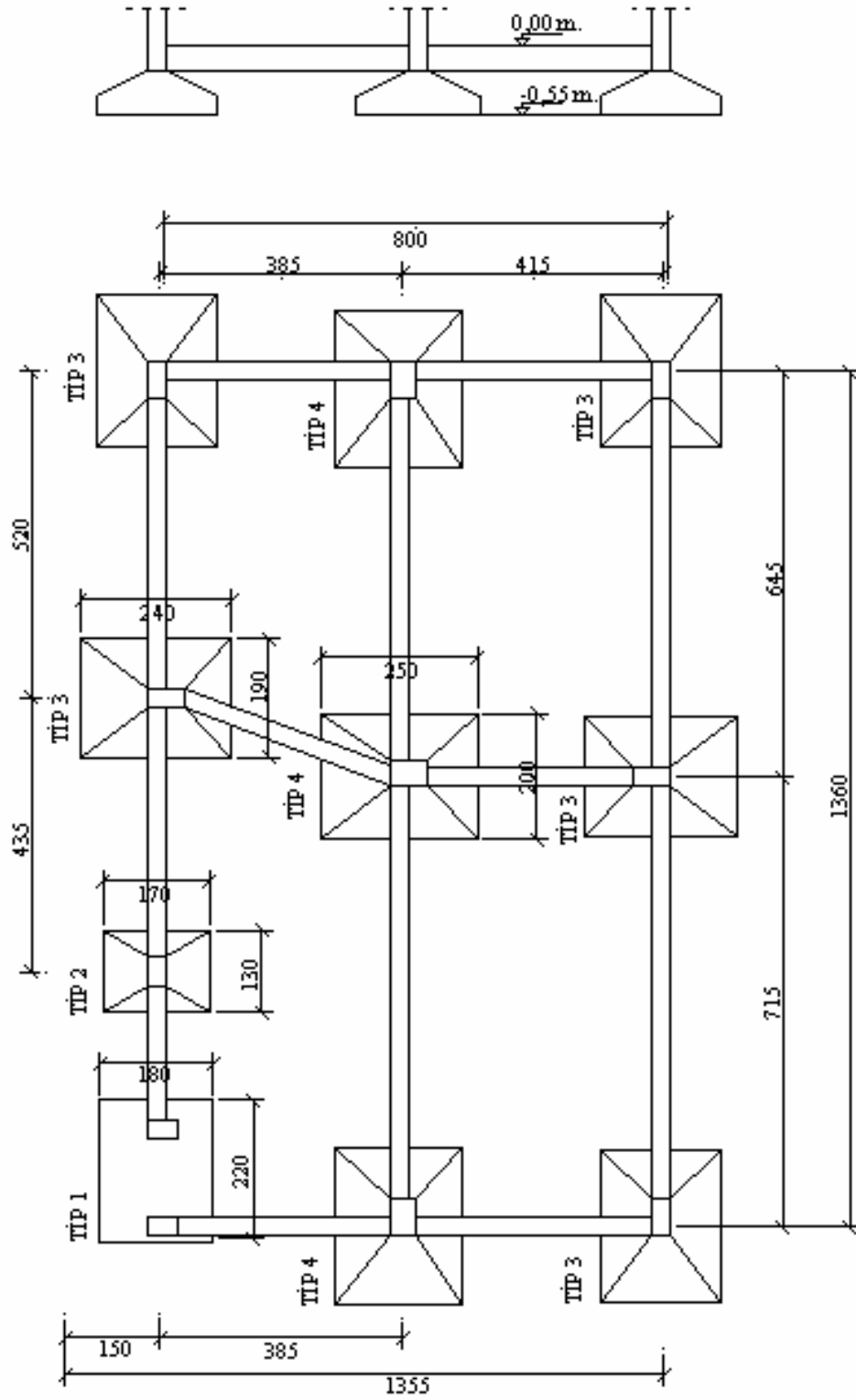
Radye Yüksekliği → H=1,00 m.

Zemin Emniyet Gerilmesi $\sigma_{z,em} = 200 \text{ kN/m}^2$

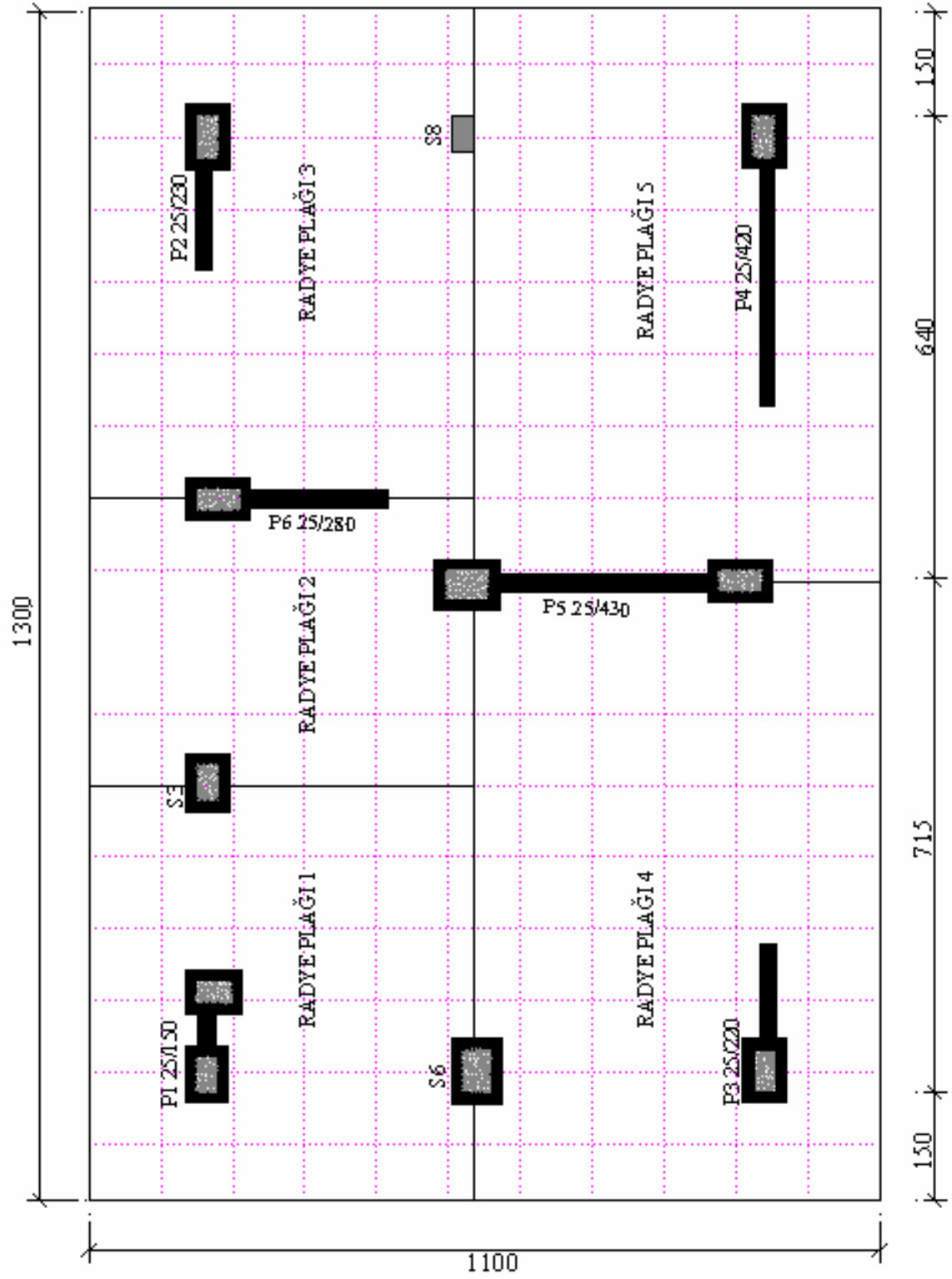
Zemin Yatak Katsayısı $C_z = 15000 \text{ kN/m}^3$

Tablo 6.2 Düğüm noktalarına etkitilen yay katsayıları

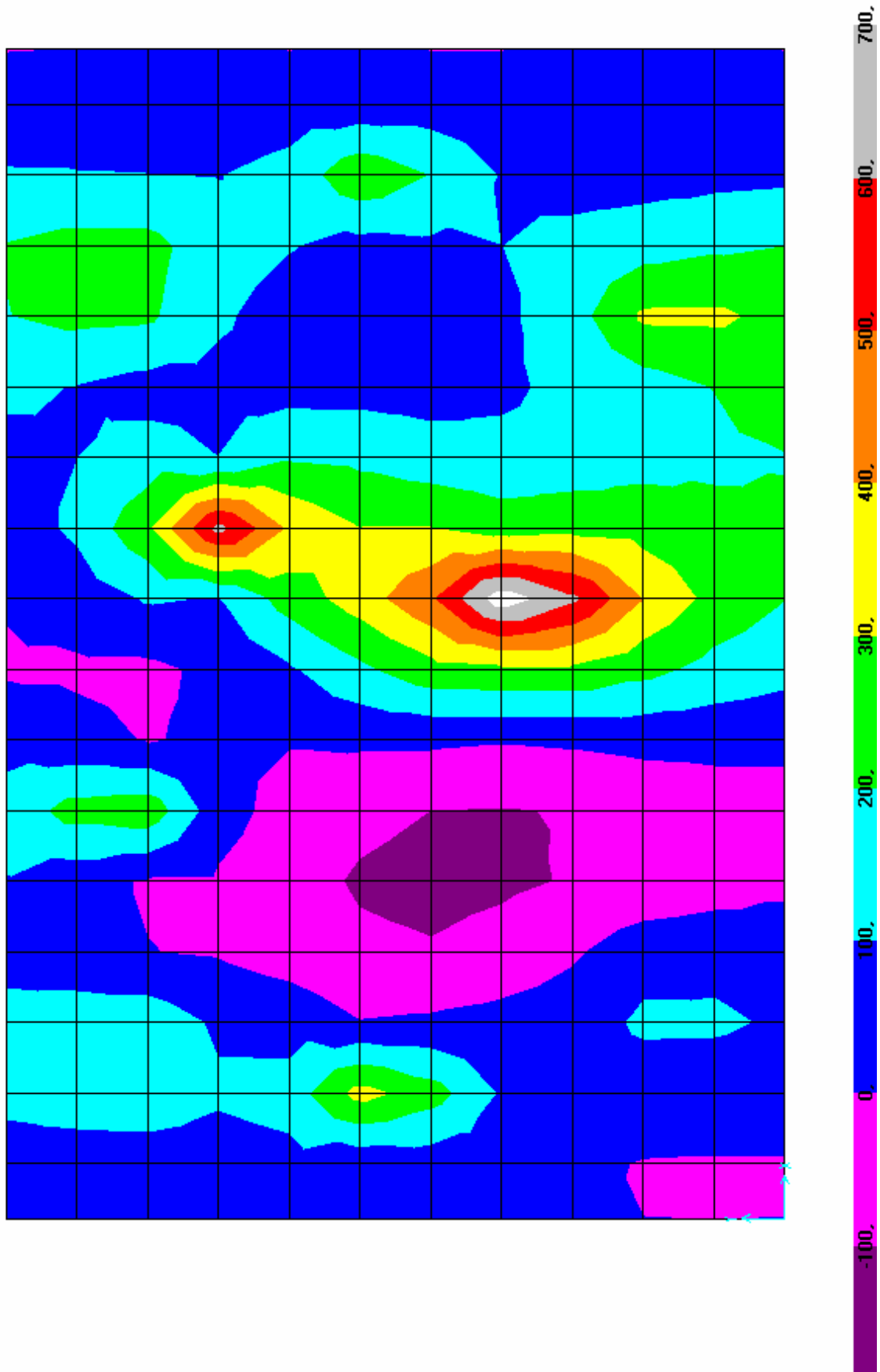
Düğüm Noktası No	Etkili Alan (m ²)	Yay Katsayısı (kN/m)
1,18,199,216	0,19	2906
2,17,200,215	0,44	6656
3→16; 201→214	0.50	7500
19→181; 36→198	0,39	5813
20→182; 35→197	0.89	13313
21→34; 34→196 196→180; 183→21	1,00	15000



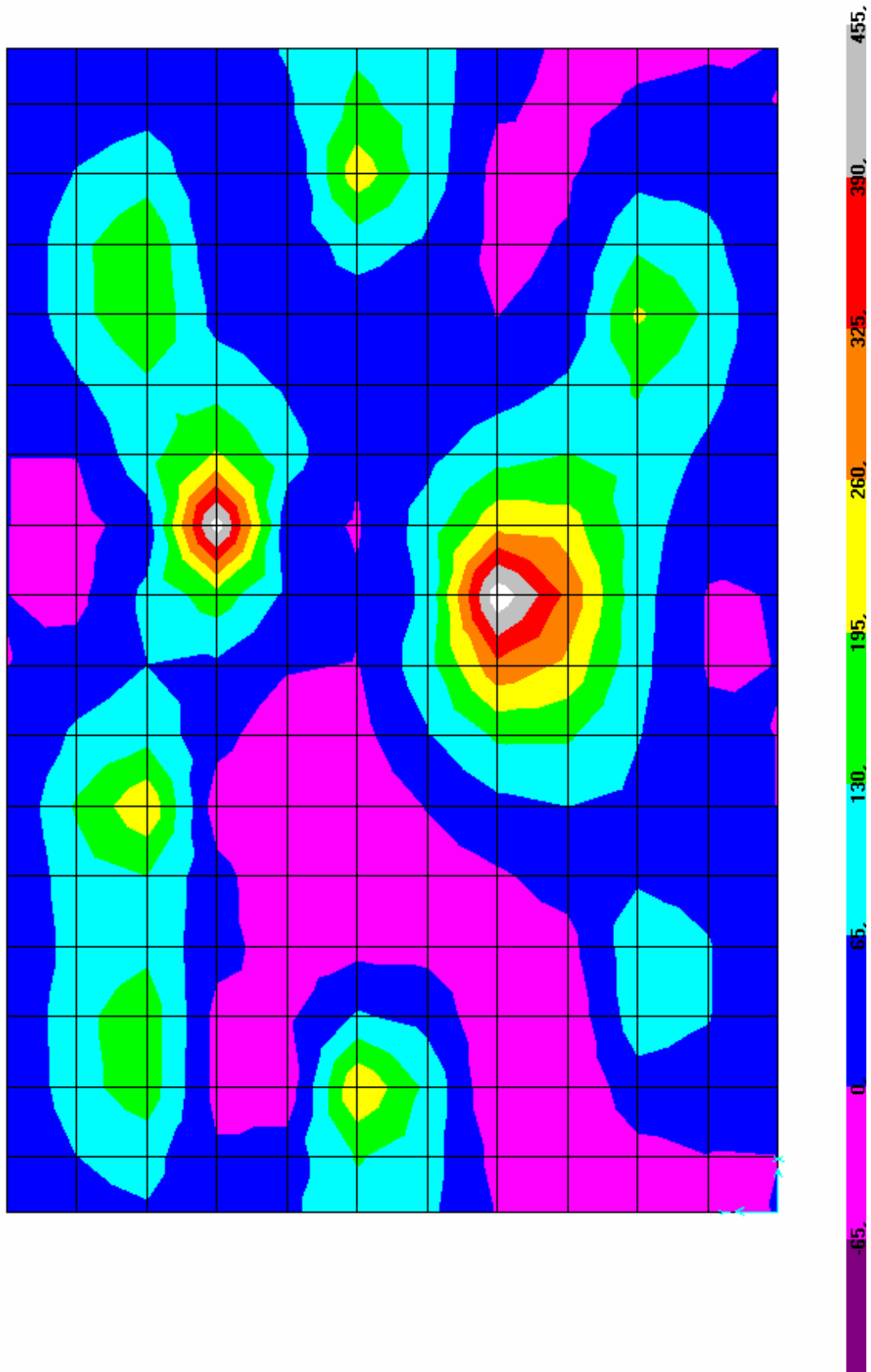
Şekil 6.1 Mevcut temel planı



Şekil 6.2 Düğüm noktalarına ayrılmış radye temel



Şekil 6.3 Radye temelin y ekseni etrafındaki eğilme momentleri diyagramı



Şekil 6.4 Radye temelin x eksenı etrafındaki eğılme momentleri diyagramı

Tablo 6.3 Düzüm noktalarına etkitilen normal kuvvet değerleri

Perde ve Kolonlardaki Normal Kuvvet Dağılımları		
Perde/Kolon No	Düzüm Noktası No	Düşey Yük (kN)
P1 Perdesi	182	53,9
	183	338,6
	184	306,4
	185	48,8
	164	89,9
	165	564,4
	166	510,6
	167	81,4
S3 Kolonu	186	19,5
	187	627,4
	188	18,8
	168	32,4
	169	1045,6
	170	31,4
	191	55,7
P6 Perdesi	173	167,2
	155	2025,9
	137	184,4
	119	27,7
	194	301,5
P2 Perdesi	195	316,9
	196	113,1
	197	18,0
	176	502,4
	177	528,2
	178	188,6
	179	30,1
	110	36,4
S6 Kolonu	111	1172,9
	112	35,2
	92	19,6
	93	631,5
	94	18,9
S8 Kolonu	123	71,8
	124	897,8
	125	78,4
	105	30,8
	106	384,8
	107	33,5
	38	22,5
P3 Perdesi	39	141,1
	40	414,4
	41	356,6

	20	13,49
	21	84,63
	22	248,64
	23	213,94
P5 Perdesi	117	32,25
	118	182,77
	99	48,38
	100	274,16
	81	310,13
	82	1757,40
	63	167,47
	64	948,99
	45	48,85
	46	276,79
	27	16,28
	28	92,26
P4 Perdesi	48	54,62
	49	70,23
	50	693,67
	51	201,16
	52	77,78
	53	12,40
	30	30,99
	31	43,92
	32	416,20
	33	120,70
	34	46,70
	35	7,44

RD 1 Radye Plağı Açıklık Donatısı

Malzeme : C 25 / S420

b = 1,00 m

X Yönü;

Md_x= 173,4 kNm/m

d₁ = 0,95 - 0,05 = 0,95 m

$$K = \frac{b_w \cdot d^2}{M_d} = \frac{1,0 \cdot 0,95^2}{173,4} = 520,6 \cdot 10^{-5} \Rightarrow k_s = 2,79 \quad (6.13)$$

$$A_s = \frac{k_s \cdot M_d}{d} = \frac{2,79 \cdot 173,4}{0,95} = 509 \text{ mm}^2/\text{m} \quad (6.14)$$

$$\Phi 12/200 = \Phi 12/400(\text{alt}) + \Phi 12/400(\text{üst}) = 565 \text{ mm}^2/\text{m}$$

Y Yönü;

$$M_{d_y} = 186,8 \text{ kNm/m}$$

$$d_2 = 0,95 - 0,015 = 0,935 \text{ m}$$

$$K = \frac{b_w \cdot d^2}{M_d} = \frac{1,0 \cdot 0,935^2}{186,8} = 468 \cdot 10^{-5} \Rightarrow k_s = 2,79$$

$$A_s = \frac{k_s \cdot M_d}{d} = \frac{2,79 \cdot 186,8}{0,935} = 557 \text{ mm}^2/\text{m}$$

$$\Phi 12/200 = \Phi 12/400(\text{alt}) + \Phi 12/400(\text{üst}) = 565 \text{ mm}^2/\text{m}$$

RD 2 Radye Plağı Açıklık Donatısı

X Yönü;

$$M_{d_x} = 167,7 \text{ kNm/m}$$

$$d_1 = 0,95 - 0,05 = 0,95 \text{ m}$$

$$K = \frac{b_w \cdot d^2}{M_d} = \frac{1,0 \cdot 0,95^2}{167,7} = 538 \cdot 10^{-5} \Rightarrow k_s = 2,79$$

$$A_s = \frac{k_s \cdot M_d}{d} = \frac{2,79 \cdot 167,7}{0,95} = 493 \text{ mm}^2/\text{m}$$

$$\Phi 12/200 = \Phi 12/400(\text{alt}) + \Phi 12/400(\text{üst}) = 565 \text{ mm}^2/\text{m}$$

Y Yönü;

$$M_{d_y} = 243,7 \text{ kNm/m}$$

$$d_2 = 0,95 - 0,015 = 0,935 \text{ m}$$

$$K = \frac{b_w \cdot d^2}{M_d} = \frac{1,0 \cdot 0,935^2}{243,7} = 358,8 \cdot 10^{-5} \Rightarrow k_s = 2,80$$

$$A_s = \frac{k_s \cdot M_d}{d} = \frac{2,80 \cdot 243,7}{0,935} = 718 \text{ mm}^2/\text{m}$$

$$\Phi 14/200 = \Phi 14/400(\text{alt}) + \Phi 14/400(\text{üst}) = 770 \text{ mm}^2/\text{m}$$

RD 3 Radye Plağı Açıklık Donatısı

X Yönü;

$$M_{d_x} = 202,8 \text{ kNm/m}$$

$$d_1 = 0,95 - 0,05 = 0,95 \text{ m}$$

$$K = \frac{b_w \cdot d^2}{M_d} = \frac{1,0 \cdot 0,95^2}{202,8} = 445 \cdot 10^{-5} \Rightarrow k_s = 2,79$$

$$A_s = \frac{k_s \cdot M_d}{d} = \frac{2,79 \cdot 202,8}{0,95} = 595 \text{ mm}^2/\text{m}$$

$$\Phi 12/180 = \Phi 12/360(\text{alt}) + \Phi 12/360(\text{üst}) = 628 \text{ mm}^2/\text{m}$$

Y Yönü;

$$M_{d_y} = 234,1 \text{ kNm/m}$$

$$d_2 = 0,95 - 0,015 = 0,935 \text{ m}$$

$$K = \frac{b_w \cdot d^2}{M_d} = \frac{1,0 \cdot 0,935^2}{234,1} = 373,4 \cdot 10^{-5} \Rightarrow k_s = 2,80$$

$$A_s = \frac{k_s \cdot M_d}{d} = \frac{2,80 \cdot 234,1}{0,935} = 701 \text{ mm}^2/\text{m}$$

$$\Phi 14/200 = \Phi 14/400(\text{alt}) + \Phi 14/400(\text{üst}) = 770 \text{ mm}^2/\text{m}$$

RD 4 Radye Plağı Açıklık Donatısı

X Yönü;

$$M_{d_x} = 310,6 \text{ kNm/m}$$

$$d_1 = 0,95 - 0,05 = 0,95 \text{ m}$$

$$K = \frac{b_w \cdot d^2}{M_d} = \frac{1,0 \cdot 0,95^2}{310,6} = 290,6 \cdot 10^{-5} \Rightarrow k_s = 2,81$$

$$A_s = \frac{k_s \cdot M_d}{d} = \frac{2,81 \cdot 310,6}{0,95} = 919 \text{ mm}^2/\text{m}$$

$$\Phi 14/160 = \Phi 14/320(\text{alt}) + \Phi 14/320(\text{üst}) = 963 \text{ mm}^2/\text{m}$$

Y Yönü;

$$M_{d_y} = 286,0 \text{ kNm/m}$$

$$d_2 = 0,95 - 0,015 = 0,935 \text{ m}$$

$$K = \frac{b_w \cdot d^2}{M_d} = \frac{1,0 \cdot 0,935^2}{286,0} = 306 \cdot 10^{-5} \Rightarrow k_s = 2,81$$

$$A_s = \frac{k_s \cdot M_d}{d} = \frac{2,81 \cdot 286,0}{0,935} = 861 \text{ mm}^2/\text{m}$$

$$\Phi 14/170 = \Phi 14/340(\text{alt}) + \Phi 14/340(\text{üst}) = 905 \text{ mm}^2/\text{m}$$

RD 5 Radye Plağı Açıklık Donatısı

X Yönü;

$$M_{d_x} = 244,9 \text{ kNm/m}$$

$$d_1 = 0,95 - 0,05 = 0,9 \text{ m}$$

$$K = \frac{b_w \cdot d^2}{M_d} = \frac{1,0 \cdot 0,9^2}{244,9} = 368,5 \cdot 10^{-5} \Rightarrow k_s = 2,80$$

$$A_s = \frac{k_s \cdot M_d}{d} = \frac{2,80 \cdot 244,9}{0,9} = 722 \text{ mm}^2/\text{m}$$

$$\Phi 14/200 = \Phi 14/400(\text{alt}) + \Phi 14/400(\text{üst}) = 770 \text{ mm}^2/\text{m}$$

Y Yönü;

$$M_{d_y} = 319,5 \text{ kNm/m}$$

$$d_2 = 0,95 - 0,015 = 0,935 \text{ m}$$

$$K = \frac{b_w \cdot d^2}{M_d} = \frac{1,0 \cdot 0,935^2}{319,5} = 273 \cdot 10^{-5} \Rightarrow k_s = 2,81$$

$$A_s = \frac{k_s \cdot M_d}{d} = \frac{2,81 \cdot 319,5}{0,935} = 960 \text{ mm}^2/\text{m}$$

$$\Phi 14/160 = \Phi 14/320(\text{alt}) + \Phi 14/320(\text{üst}) = 963 \text{ mm}^2/\text{m}$$

Tablo 6.4 Radye plaklarının açıklık donatıları

Plak	Yön	d (m)	M _d (kNm / m)	K (10 ⁻⁵)	k _s	A _s (mm ² / m)	Seçilen Donatı (mm ² / m)
RD1	X	0,95	173,4	520,6	2,79	509	Φ12/200 = Φ12/400(alt) + Φ12/400(üst) = 565
	Y	0,935	186,8	468,0	2,79	558	Φ12/200 = Φ12/400(alt) + Φ12/400(üst) = 565
RD2	X	0,95	167,7	538,0	2,79	493	Φ12/200 = Φ12/400(alt) + Φ12/400(üst) = 565
	Y	0,935	243,7	358,8	2,80	718	Φ14/200 = Φ14/400(alt) + Φ14/400(üst) = 770
RD3	X	0,95	202,8	445,0	2,79	596	Φ12/180 = Φ12/360(alt) + Φ12/360(üst) = 628
	Y	0,935	234,1	373,4	2,80	701	Φ14/200 = Φ14/400(alt) + Φ14/400(üst) = 770
RD4	X	0,95	310,6	290,6	2,81	919	Φ14/160 = Φ14/320(alt) + Φ14/320(üst) = 963
	Y	0,935	286,0	306,0	2,814	861	Φ14/170 = Φ14/340(alt) + Φ14/340(üst) = 905
RD5	X	0,95	244,9	368,5	2,80	722	Φ14/200 = Φ14/400(alt) + Φ14/400(üst) = 770
	Y	0,935	319,5	273,0	2,81	960	Φ14/160 = Φ14/320(alt) + Φ14/320(üst) = 963

X Yönü RD 1 / RD 2 Radye Plağı Mesnet Donatısı

$$Md_x = 250,9 \text{ kNm/m}$$

$$d_1 = 0,95 - 0,05 = 0,95 \text{ m}$$

$$K = \frac{b_w \cdot d^2}{M_d} = \frac{1,0 \cdot 0,95^2}{250,9} = 359 \cdot 10^{-5} \Rightarrow ks=2,80$$

$$A_s = \frac{k_s \cdot M_d}{d} = \frac{2,80 \cdot 250,9}{0,95} = 740 \text{ mm}^2/\text{m}$$

Mevcut donatı 565 mm²/m

Ek Donatı $\Phi 10/400 = 198 \text{ mm}^2/\text{m}$

Toplam Donatı 763 mm²/m

X Yönü RD 2 / RD 3 Radye Plağı Mesnet Donatısı

$$Md_x = 489,6 \text{ kNm/m}$$

$$d_1 = 0,95 - 0,05 = 0,95 \text{ m}$$

$$K = \frac{b_w \cdot d^2}{M_d} = \frac{1,0 \cdot 0,95^2}{489,6} = 185 \cdot 10^{-5} \Rightarrow ks=2,83$$

$$A_s = \frac{k_s \cdot M_d}{d} = \frac{2,83 \cdot 489,6}{0,95} = 1458 \text{ mm}^2/\text{m}$$

Mevcut donatı 628mm²/m

Ek Donatı $\Phi 14/180 = 855 \text{ mm}^2/\text{m}$

Toplam Donatı 1483 mm²/m

X Yönü RD 4 / RD 5 Radye Plağı Mesnet Donatısı

$$Md_x = 507,1 \text{ kNm/m}$$

$$d_1 = 0,95 - 0,05 = 0,95 \text{ m}$$

$$K = \frac{b_w \cdot d^2}{M_d} = \frac{1,0 \cdot 0,95^2}{507,1} = 178.10^{-5} \Rightarrow ks=2,835$$

$$A_s = \frac{k_s \cdot M_d}{d} = \frac{2,835 \cdot 507,1}{0,95} = 1513 \text{ mm}^2/\text{m}$$

Mevcut donatı 770 mm²/m

Ek Donatı Φ14/200 = 770 mm²/m

Toplam Donatı 1540 mm²/m

Y Yönü RD 1 / RD 4 Radye Plağı Mesnet Donatısı

Md_x = 338,3 kNm/m

$$d_1 = 0,95 - 0,05 = 0,95 \text{ m}$$

$$K = \frac{b_w \cdot d^2}{M_d} = \frac{1,0 \cdot 0,95^2}{338,3} = 267.10^{-5} \Rightarrow ks=2,805$$

$$A_s = \frac{k_s \cdot M_d}{d} = \frac{2,805 \cdot 338,3}{0,95} = 999 \text{ mm}^2/\text{m}$$

Mevcut donatı 565mm²/m

Ek Donatı Φ14/350 = 440 mm²/m

Toplam Donatı 1005 mm²/m

Y Yönü RD 2 / RD 4 Radye Plağı Mesnet Donatısı

Md_x = 486,6 kNm/m

$$d_1 = 0,95 - 0,05 = 0,95 \text{ m}$$

$$K = \frac{b_w \cdot d^2}{M_d} = \frac{1,0 \cdot 0,95^2}{486,6} = 185.10^{-5} \Rightarrow ks=2,83$$

$$A_s = \frac{k_s \cdot M_d}{d} = \frac{2,83 \cdot 486,6}{0,95} = 1450 \text{ mm}^2/\text{m}$$

Mevcut donatı 770mm²/m

Ek Donatı $\Phi 14/200 = 770 \text{ mm}^2/\text{m}$

Toplam Donatı 1540 mm²/m

Y Yönü RD 2 / RD 5 Radye Plağı Mesnet Donatısı

$M_{d_x} = 486,5 \text{ kNm/m}$

$d_1 = 0,95 - 0,05 = 0,95 \text{ m}$

$$K = \frac{b_w \cdot d^2}{M_d} = \frac{1,0 \cdot 0,95^2}{486,5} = 186 \cdot 10^{-5} \Rightarrow k_s = 2,83$$

$$A_s = \frac{k_s \cdot M_d}{d} = \frac{2,83 \cdot 486,5}{0,95} = 1449 \text{ mm}^2/\text{m}$$

Mevcut donatı 770mm²/m

Ek Donatı $\Phi 14/200 = 770 \text{ mm}^2/\text{m}$

Toplam Donatı 1540 mm²/m

Y Yönü RD 3 / RD 5 Radye Plağı Mesnet Donatısı

$M_{d_x} = 303,2 \text{ kNm/m}$

$d_1 = 0,95 - 0,05 = 0,95 \text{ m}$

$$K = \frac{b_w \cdot d^2}{M_d} = \frac{1,0 \cdot 0,95^2}{303,2} = 298 \cdot 10^{-5} \Rightarrow k_s = 2,81$$

$$A_s = \frac{k_s \cdot M_d}{d} = \frac{2,81 \cdot 303,2}{0,95} = 897 \text{ mm}^2/\text{m}$$

Mevcut donatı 770mm²/m

Ek Donatı $\Phi 10/400 = 198 \text{ mm}^2/\text{m}$

Toplam Donatı 968 mm²/m

Tablo 6.5 Radye Plaklarının Mesnet Donatıları

Kesit	Yön	d m	M _d kNm / m	K 10 ⁻⁵	k _s	A _s mm ² /m	Mevcut mm ² /m	Ek mm ² /m
RD1 / RD2	X	0,95	250,9	359	2,80	740	Φ12/40 0 (alt) + Φ12/40 0 (üst)	Φ10/400 = 198
RD2 / RD3	X	0,95	489,6	185	2,83	1458	Φ12/36 0 (alt) + Φ12/36 0 (üst)	Φ14 / 180 = 855
RD4 / RD5	X	0,95	507,1	178	2,84	1513	Φ14/40 0 (alt) + Φ14/40 0 (üst)	Φ14 / 200 = 770
RD1 / RD4	Y	0,95	338,3	267	2,81	999	Φ12/40 0 (alt) + Φ12/40 0 (üst)	Φ14 / 350 = 440
RD2 / RD4	Y	0,95	486,6	185	2,83	1450	Φ14/40 0 (alt) + Φ14/40 0 (üst)	Φ14 / 200 = 770
RD2 / RD5	Y	0,95	486,5	186	2,83	1449	Φ14/40 0 (alt) + Φ14/40 0 (üst)	Φ14 / 200 = 770
RD2 / RD5	Y	0,95	303,2	298	2,81	897	Φ14/40 0 (alt) + Φ14/40 0 (üst)	Φ10 / 400 = 198

7. SONUÇLAR VE ÖNERİLER

Yapılan tez çalışmasında ilk olarak, mevcut bir betonarme yapıya gelen deprem yükleri hesaplanmıştır. Bu deprem yükleri yapıya atandığında yapıda meydana gelen deplasmanlar ABYYHY'deki belirtilen kurallara göre incelendiği zaman yapıdaki görelî kat ötelemelerinin sınır değerin üzerinde olduğu görülmüştür. Bu durumda yapının rijitliğini arttırmak gerekmektedir.

Tez çalışmasının ikinci 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 düzensizlik kontrolleri yapıldığında yapıda y doğrultusunda burulma düzensizliği ortaya çıkmıştır. Bunun sebebi, perdelerin yapının mimarisini bozmadan her iki doğrultuda simetrik olarak yerleştirilememesidir. Bu olumsuz durum için, her iki doğrultuda dışmerkezlik etkisiyle oluşan momentler D_i katsayısı ile çarpılmış bulunan bu değerler sonucunda düzensizliklerin, görelî kat ötelemelerinin ve ikinci mertebe etkilerinin kontrolü yapılmıştır. Görelî kat ötelemelerinin ve ikinci mertebe etkilerinin 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 büyötmek 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 1,5 m. ampartmanı olan, elastik zemine oturan radye plak temele çevrilmiştir ve donatıları hesaplanmıştır.

Yapılan bu incelemeler sonucunda , özellikle yüksek katlı yapılarda çerçeve ile beraber kullanılan perdelerin, artan kat yüksekliği ile birlikte artan deprem ve rüzgâr 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 yerdeğıştirmeleri sınırlandırarak yapısal olmayan elamanlarda hasarları önlemeleri bakımından etkili davrandıkları belirlenmiştir. Önemli bir rijitlik elemanları olan perdelerin yapıya simetrik olarak yerleştirilmesi yapıda çeşitli düzensizliklerin oluşması önlemektedir.

KAYNAKLAR

- [1] **Çağatay, İ. ve Güzeldağ, S.**, 2002. Yeni Deprem Yönetmeliğinde SAP 2000N Uygulamaları, Birsen Yayınevi, Adana.
- [2] **Celep, Z. ve Kumbasar, N.**, 2005. Betonarme Yapılar, Sema Matbaacılık, İstanbul.
- [3] **Afet Bölgelerinde Yapılacak Yapılar Hakkında Yönetmelik**, 1997. Bayındırlık ve İskan Bakanlığı , Ankara.
- [4] **TS-498**, 1997. Yapı Elemanlarının Boyutlandırılmasında Alınacak Yüklerin Hesap Değerleri, Türk Standartları Enstitüsü, Ankara.
- [5] **Özmen, G.**, 2002. İnşaat Mühendisleri için Excel Uygulamaları, Birsen Yayınevi, İstanbul.
- [6] **Özmen, G., Orakdöğen E. ve Darılmaz K.**, 2001. Örneklerle Sap 2000, Birsen Yayınevi, İstanbul.
- [7] **Hanmehmet, Z.** 2002, Betonarme Yapıların Hesap ve Tasarım Esasları, Birsen Yayınevi, İstanbul.
- [8] **Celep, Z. ve Kumbasar, N.**, 2004. Deprem Mühendisliğine Giriş, İhlas Matbaacılık, İstanbul.

EK LİSTESİ

EK1 : Betonarme Çizimler

ÖZGEÇMİŞ

Selçuk SULKU 4 Mart 1977 tarihinde Edirne’de doğdu. İlk öğrenimini Yusuf Paşa İlköğretim Okulu’nda, orta öğrenimini sırasıyla I. Murat Ortaokulu ve Edirne Teknik Lisesi’nde tamamladı. 1995 yılında Marmara Üniversitesi Teknik Eğitim Fakültesi Elektrik Öğretmenliği Bölümü’nde üniversite öğrenimine başladı. 1997 yılında buradan ön lisans diploması alarak ayrıldı ve aynı yıl İstanbul Üniversitesi İnşaat Mühendisliği Bölümünde üniversite öğrenimine devam etti. 2000 senesinde bu üniversiteden mezun oldu. Aynı yıl İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yapı Anabilim Dalında yüksek lisans öğrenimine başladı.