İSTANBUL TEKNİK ÜNİVERSİTESİ ★ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

20 KATLI BETONARME BİR BİNANIN TASARIMI

YÜKSEK LİSANS TEZİ

İnş. Müh. Tolga KUTLU

Anabilim Dalı : İNŞAAT MÜHENDİSLİĞİ

Programı : YAPI MÜHENDİSLİĞİ

MAYIS 2002

İSTANBUL TEKNİK ÜNİVERSİTESİ ★ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

20 KATLI BETONARME BİR BİNANIN TASARIMI

YÜKSEK LİSANS TEZİ

İnş. Müh. Tolga KUTLU
(501001174)

Tezin Enstitüye Verildiği Tarih : 13 Mayıs 2002
Tezin Savunulduğu Tarih : 30 Mayıs 2002

Tez Danışmanı : Prof.Dr. Metin AYDOĞAN
Diğer Jüri Üyeleri Prof.Dr. Zekeriya POLAT (Y.T.Ü.)
Doç.Dr. Kadir GÜLER (İ.T.Ü.)

MAYIS 2002

ÖNSÖZ

Yüksek lisans tezi olarak, 20 katlı betonarme bir binanın deprem yükleri etkisindeki davranışının incelenmesi ve tasarım aşamalarının irdelenmesi hedeflenmiştir.

Çalışmalarımın her aşamasında benden ilgi ve yardımlarını esirgemeyen değerli hocam Sn. Prof. Dr. Metin AYDOĞAN'a teşekkürlerimi sunarım.

Eğitimim boyunca benden desteğini esirgemeyen Sn. İnş. Y. Müh. Mustafa Ali GÜLVER'e, Sn. İnş. Y. Müh. Caner ÇAKIR'a ve CSM çalışanlarına minnettarlığımı belirtmek isterim.

Mayıs, 2002 Tolga KUTLU

İÇİNDEKİLER

KISALTMALAR **v**
TABLO LİSTESİ **vi**
ŞEKİL LİSTESİ **vii**
SEMBOL LİSTESİ **viii**
ÖZET **x**
SUMMARY **xi**

1. GİRİŞ **1**

2. YAPI ELEMANLARINA ÖNBOYUT VERİLMESİ **3**
2.1. Döşeme Kalınlıklarının Belirlenmesi 3
2.2. Kiriş Ebatlarının Belirlenmesi 4
2.3. Düşey Taşıyıcı Ebatlarının Belirlenmesi 4
2.4. Döşeme Donatısı Hesabı 16

3. STATİK VE DİNAMİK ANALİZ **22**
3.1. Kat Kütlelerinin Belirlenmesi 22
3.2. Sistemin Bilgisayar Modellemesinin Yapılması 23
3.3. Deprem Yüklerinin Belirlenmesi ve Deprem Analizi 29
3.3.1. Eşdeğer deprem yükü analizi(ABYYHY 98) 29
3.3.2. Teknik Rapor 16'ya göre deprem analizi(Y-Yönü) 38
3.3.3. SAP 2000 programı ile spektral analiz 56
3.4. Bodrum Perdeleri Yükleri ve Moment Değerleri 57
3.5. Radye Temelin Modellenmesi ve Analizi 64
3.6. Bilgisayar Analizi Sonuçları 64
3.6.1. Üstyapı 64
3.6.2. Radye temel 65

4. BETONARME HESAPLARI **70**
4.1. Zemin Kat Kolonları 70
4.1.1. Zemin kat C-2 aksında kuvvetli kolon – zayıf kiriş tahkiki 81
4.1.2. Kolonların kesme güvenliği 82
4.2. Kirişler 89
4.3. P3 Perdesi 97
4.4. Bodrum Perdeleri 115
4.5. Radye Temel 116

5. SONUÇLAR VE ÖNERİLER **118**

KAYNAKLAR **120**

EK LİSTESİ **121**

ÖZGEÇMİŞ **122**

TABLO LİSTESİ

		Sayfa No
Tablo 3.1.	Yük Sınıfları	24
Tablo 3.2.	Yük Kombinasyonları	24
Tablo 3.3.	Eşdeğer Deprem Yükleri ve Burulma Momentleri	35
Tablo 3.4.	X yönü Relatif Deplasman ve İkinci Mertebe Gösterge Değerleri	36
Tablo 3.5.	Y yönü Relatif Deplasman ve İkinci Mertebe Gösterge Değerleri	37
Tablo 3.6.	S1, S2 Kolonları Rijitlikleri	46
Tablo 3.7.	S4, S5, S8 Kolonları Rijitlikleri	46
Tablo 3.8.	S3 Kolonu Rijitlikleri	47
Tablo 3.9.	S6 Kolonu Rijitlikleri	47
Tablo 3.10.	S7 Kolonu Rijitlikleri	48
Tablo 3.11.	P1 – S7 Fiktif Kiriş Rijitlikleri	49
Tablo 3.12.	P3 – S5 Fiktif Kiriş Rijitlikleri	49
Tablo 3.13.	P3 – P2 Fiktif Kiriş Rijitlikleri	50
Tablo 3.14.	Toplam Rijitlikler	51
Tablo 3.15.	Süreklilik Denklemi Katsayıları	53
Tablo 3.16.	Süreklilik Denklemi Katsayısı Matrisi	54
Tablo 3.17.	Teknik Rapor 16'ya Göre Kat Deplasmanları Hesabı	55
Tablo 3.18.	Teknik Rapor 16 Hesabında Bulunan Deplasmanlara Göre Periyod Hesabı	56
Tablo 3.19.	Bodrum Perdeleri Plak Momentleri	63
Tablo 4.1.	Birleşim Bölgesi Etriye Hesabı	88
Tablo 4.2.	A Aksı Kirişleri Eğilme ve Kesme Donatısı Hesabı	89
Tablo 4.3.	B Aksı Kirişleri Eğilme ve Kesme Donatısı Hesabı	90
Tablo 4.4.	C Aksı Kirişleri Eğilme ve Kesme Donatısı Hesabı	91
Tablo 4.5.	1 Aksı Kirişleri Eğilme ve Kesme Donatısı Hesabı	92
Tablo 4.6.	2 Aksı Kirişleri Eğilme ve Kesme Donatısı Hesabı	93
Tablo 4.7.	3 Aksı Kirişleri Eğilme ve Kesem Donatısı Hesabı	94
Tablo 4.8.	4 Aksı Kirişleri Eğilme ve Kesme Donatısı Hesabı	95
Tablo 4.9.	K514 Kirişi Eğilme ve Kesme Donatısı Hesabı	96
Tablo 4.10.	P3 Perdesi 1. Kısım HesapDeğerleri	97
Tablo 4.11.	P3 Perdesi 2. ve 4. Kısım Hesap Değerleri	101
Tablo 4.12.	P3 Perdesi 3. Kısım Hesap Değerleri	105
Tablo 5.1.	Deprem Analizlerine Göre Kat Deplasmanları	119

ŞEKİL LİSTESİ

		Sayfa No
Şekil 1.1 :	Zemin Kat Planı.....	2
Şekil 3.1 :	Bina 3 Boyutlu Görünüşü 1	25
Şekil 3.2 :	Bina 3 Boyutlu Görünüşü 2	26
Şekil 3.3 :	Bina 1. Modu	27
Şekil 3.4 :	Bina 2. Modu	28
Şekil 3.5 :	1-Aksı Elemanları Atalet Momentleri	39
Şekil 3.6 :	2-Aksı Elemanları Atalet Momentleri	40
Şekil 3.7 :	3-Aksı Elemanları Atalet Momentleri	41
Şekil 3.8 :	4-Aksı Elemanları Atalet Momentleri	42
Şekil 3.9 :	Bodrum Perdesi Statik ve Dinamik Toprak Yükleri	58
Şekil 3.10:	4. Kat Bodrum Perdesi İdealleştirilmiş Toprak Yükleri	58
Şekil 3.11:	3. Kat Bodrum Perdesi İdealleştirilmiş Toprak Yükleri	59
Şekil 3.12:	2. Kat Bodrum Perdesi İdealleştirilmiş Toprak Yükleri	59
Şekil 3.13:	1. Kat Bodrum Perdesi İdealleştirilmiş Toprak Yükleri	59
Şekil 3.14:	Radye Temel Plağı 1 Yüklemesi M11 Moment Dağılımı	66
Şekil 3.15:	Radye Temel Plağı 1 Yüklemesi M22 Moment Dağılımı	67
Şekil 3.16:	Radye Temel Plağı 2 Yüklemesi M11 Moment Dağılımı	68
Şekil 3.17:	Radye Temel Plağı 2 Yüklemesi M22 Moment Dağılımı	69
Şekil 4.1 :	P3 Perdesi 1. Kısım Moment Değerleri	98
Şekil 4.2 :	P3 Perdesi 1. Kısım Normal Kuvvet Değerleri	99
Şekil 4.3 :	P3 Perdesi 1. Kısım Kesme Kuvveti Değerleri	100
Şekil 4.4 :	P3 Perdesi 2. ve 4.Kısım Moment Değerleri	102
Şekil 4.5 :	P3 Perdesi 2. ve 4. Kısım Normal Kuvvet Değerleri	103
Şekil 4.6 :	P3 Perdesi 2. ve 4. Kısım Kesme Kuvveti Değerleri	104
Şekil 4.7 :	P3 Perdesi 3. Kısım Moment Değerleri	106
Şekil 4.8 :	P3 Perdesi 3. Kısım Normal Kuvvet Değerleri	107
Şekil 4.9 :	P3 Perdesi 3. Kısım Kesme Kuvveti Değerleri	108

SEMBOL LİSTESİ

A : Kesit alanı
Ac : Betonarme kesit alanı
As : Donatı alanı
A_0 : Etkin yer ivmesi katsayısı
A(t) : Spektral ivme katsayısı
b : Kolon, perde genişiliği
b_w : Kiriş gövde genişliği
Ch : Toprak basıncı yatay eşdeğer deprem katsayısı
Cv : Toprak basıncı düşey eşdeğer deprem katsayısı
d : Kesit faydalı yüksekliği
D : Eleman rijitliği
Df : Fiktif çerçeve rijitliği
E : Elastiklik modülü, Deprem etkisi
F,P : Yük, Kuvvet
F_d,P_d : Hesap yükü
f_{cd} : Beton hesap basınç dayanımı
f_{ctd} : Beton hesap çekme dayanımı
f_{yd} : Donatı çeliği hesap dayanımı
g : Yerçekimi ivmesi
h : Kesit yüksekliği
h_f : Döşeme kalınlığı
hi : Kat yüksekliği
Hcr : Kritik perde yüksekliği
I : Kesit atalet momenti, yapı önem katsayısı
Kas : Statik aktif basınç katsayısı
Kat : Dinamik aktif basınç katsayısı
l_{sn} : Sürekli kenar serbest açıklık uzunluğu
l_x : x doğrultusunda uzunluk
l_y : y doğrultusunda uzunluk
M : Eğilme momenti
M_d : Hesap eğilme momenti
N : Eksenel kuvvet
R : Taşıyıcı sistem davranış katsayısı
$R_a(T)$: Deprem yükü azaltma katsayısı
S(t) : Spektrum katsayısı
T : Bina doğal titreşim periyodu
Up : Zımbalama alanı çevresi
V,Q : Kesme kuvveti
α : Duvar-zemin arakesitinin düşeyle yaptığı açı
δ : Zeminle duvar arasındaki sürtünme açısı
ε,m : plakta, döşemede uzun kenarın kısa kenara oranı

ϕ : zeminin içsel sürtünme açısı
γ : Zeminin kuru birim hacim ağırlığı
i : Zemin yüzeyinin yatayla yukarıya doğru yaptığı şev açısı
λ : Eşdeğer deprem katsayılarına bağlı olarak hesaplanan açı

KISALTMALAR

ABYYHY : Afet Bölgelerinde Yapılacak Yapılar Hakkında Yönetmelik
SAP 2000 : Structural Analysis Programme 2000
EDY : Eşdeğer Deprem Yükü
TR 16 : Teknik Rapor 16

20 KATLI BETONARME BİR BİNANIN TASARIMI

ÖZET

Yüksek lisans tezi olarak, Prof. Dr. Metin AYDOĞAN danışmanlığında yapılan bu çalışmada 20 katlı betonarme bir binanın deprem yükleri etkisindeki davranışı ve tasarım aşamaları irdelenmiştir.

Söz konusu bina 1. Deprem Bölgesinde olup, 4 bodrum kattan, 1 zemin kattan ve 15 normal kattan oluşmakta ve iş merkezi olarak kullanılması amaçlanmaktadır. Bodrum ve normal katların yüksekliği 3 m, zemin katın yüksekliği 4m'dir. Döşemeler kirişli döşeme tipinde olup, taşıyıcı sistem çerçeve ve perdelerden oluşmaktadır. Malzeme olarak BS 25 ve BÇ IIIa (S420) kullanılmıştır.

İlk iş olarak TS 498'de verilen yüklere göre zati ağırlık ve hareketli yükler etkisinde, yapının elemanlarının önboyutları TS 500'de belirtilen kurallar çerçevesinde belirlenmiştir. Daha sonra binanın SAP 2000 sonlu elemanlar analiz programı kullanılarak 3 boyutlu modellemesi yapılmıştır. Binanın deprem kuvvetleri etkisindeki davranışını incelemek amacıyla ABYYHY'de anlatılan Eşdeğer Deprem Yükü yöntemine göre belirlenen kuvvetler bilgisayar modelinde etki ettirilmiştir. Ayrıca Teknik Rapor 16'da anlatılan yaklaşık analiz metodu ve SAP 2000 programıyla Spektral Analiz metodu yapıya uygulanarak sonuçlar karşılaştırılmıştır.

Eşdeğer deprem yüklerine göre elde edilen sonuçlar kullanılarak, zemin kat kolon ve kirişleri, bina çekirdek bölgesindeki P3 perdesi (kritik perde yüksekliği ve dışı) ve zımbalama donatısı gerektirmeyecek yeterli kalınlıktaki radye temel için betonarme hesapları ve çizimleri yapılmıştır. Ayrıca, statik ve dinamik toprak basıncı etkisindeki bodrum perdeleri betonarme hesapları ve çizimi yapılmıştır. Betonarme hesaplar ABYYHY 98 ve TS 500'de belirtilen tasarım kriterlerine uygun olarak yapılmıştır.

THE DESIGN OF A 20 STOREY REINFORCED CONCERETE BUILDING

SUMMARY

The design procedure of a 20 storey reinforced concerete building and its behavior under seismic loads is considered as a master thesis, under the supervision of Prof. Dr. Metin AYDOĞAN.

The building under consideration is located in 1st degree seismic zone which consists of 4 basement stories, ground floor and 15 official stories. It is designed to be a business center. The ground floor is 4m, the basement and official stories are 3 m in height. The floor slabs are plates and structural system consists of frame elements and shear walls. As materials C25 and S420 are used.

First of all, under the effects of self weight and live loads presented in Turkish Standarts 498, preliminary dimensions are assigned to the structural elements according to the criteria mentioned in Turkish Standarts 500. Afterwards, 3 dimensional modelling of the building is made using SAP 2000 finite element analysis programme. For the purpose of considering the behavior of the building undergoing lateral seismic effects, the loads found according to the Equivalent Seismic Load method presented in the Turkish Earthquake Code are used in the computer model. In addition the approximate analysis method presented in Technical Report 16 and Spectral Analysis method using the SAP 2000 programme is applied to the building and results are corresponded with eachother. Using the results obtained from the equivalent seismic loads, the reinforced concerete sectional calculations and drawings of the ground floor columns and beams, P3 shear wall (inside and outside of the critical shear wall height) located in center zone and the mat foundation with adequate thickness in which punching effects are sustained without any steel reinforcement. Also, the calculations and drawings of the basement surrounding walls are made under the effects of the static and dynamic earth pressures. All of the calculations are carried out according to the criteria presented in Turkish Earthquake Code and Turkish Standarts.

1. GİRİŞ

Çok katlı binalar, günümüzde artan nüfus yoğunluğu ve hızlı şehirleşmenin olduğu Türkiye'de giderek daha çok yaygınlaşan ve önem kazanan bir yapı türü haline gelmiştir. Çok katlı binalarda artan yükseklik nedeniyle düşey yükelere nazaran yatay yüklerin etkili olduğu göz önüne alındığında, bir deprem ülkesi olan yurdumuzda bu tür yapıların yanal deprem yükleri etkisindeki davranışı, üzerinde durulması gereken bir konudur.

Geçmişte bu tür yapıların hesabında kullanılan yaklaşık yöntemler gelişen teknoloji ile beraber yerlerini uygun hesap programlarına bırakmıştır. Bu programlar sayesinde yapılar 3 boyutlu olarak modellenebilmekte ve her türlü yük etkisi altında hızlı bir şekilde çözülebilmektedir.

Bu çalışmada kullanılan SAP 2000 hesap programı, etkili bir hesap metodu olan Sonlu Elemanlar Metodunu esas alır. Modelleme windows ortamında şekil üzerinde yapıldığından karmakşık ve büyük yapıların modellenmesi kolaylaşır.

Tez konusu olan 20 katlı betonarme bina 3 boyutlu olarak modellenerek, çeşitli analiz yöntemlerine göre yanal deprem yükleri etkisinde davranışı incelenecek ve tasarım aşamaları irdelenecektir. Kullanılacak malzeme ve tasarım verileri aşağıdadır:

Malzeme: BS25 / BÇIIIa (S420)
Toplam Kat Adedi: 20
Normal Kat: 15 (H = 3m)
Zemin Kat: 1 (H = 4m)
Bodrum Kat: 4 (H = 3m)
Deprem Bölgesi: 1. Derece
Zemin Sınıfı: Z3
Zemin Emniyet Gerilmesi: 3 kg/cm^2
Zemin İçsel Sürtünme Açısı (ϕ) : 30^o

2. YAPI ELEMANLARINA ÖNBOYUT VERİLMESİ

2.1 Döşeme Kalınlıklarının Belirlenmesi

Döşeme kalınlıkları

$$hf = \frac{lsn}{(15 + 20/m)} \times (1 - \alpha/4) \qquad (2.1)$$

formülüne göre belirlenmiştir.

lsn: sürekli kenar serbest açıklık uzunluğu

M: büyük aks açıklığının küçük aks açıklığına oranı

α: sürekli kenar uzunluğunun toplam kenar uzunluğuna oranıdır.

D101 Döşemesi:

$$hf = \frac{570}{(15 + 20/1)} \times (1 - 0{,}5/4) = 14{,}25 \text{ cm}$$

D102,D103,D104 ve D106 Döşemeleri:

$$hf = \frac{570}{(15 + 20/1)} \times (1 - 0{,}75/4) = 13{,}23 \text{ cm}$$

D105 Döşemesi:

$$hf = \frac{570}{(15 + 20/1)} \times (1 - 1/4) = 12{,}21 \text{ cm}$$

D107 ve D110 Döşemeleri:

$$hf = \frac{640}{(15 + 20/1{,}112)} \times (1 - 0{,}75/4) = 14{,}75 \text{ cm}$$

D108 Döşemesi:

$$hf = \frac{640}{(15 + 20/1{,}112)} \times (1 - 1/4) = 14{,}55 \text{ cm}$$

D109 Döşemesi:

$$hf \geq \frac{lsn}{30} = \frac{570}{30} = 19 \text{ cm}$$

Buna göre döşeme kalınlıkları hf = 15 cm seçilmiştir. D109 döşemesi için hf = 20 cm olarak alınacaktır.

2.2 Kiriş Ebatlarının Belirlenmesi

Kiriş önboyutları aşağıdaki kriterleri sağlayacak şekilde seçilmiştir:

- $h_{kiriş} > 3 \times h_{döş}$
- bw > 200 mm
- $h_{kiriş} < (1/4) \times lsn$
- $h_{kiriş} < 3{,}5 \times bw$

Buna göre bw = 30 cm ve h = 60 cm seçilmiştir

2.3 Düşey Taşıyıcı Ebatlarının Belirlenmesi

Kullanılacak Malzeme Birim Ağırlıkları:

Beton: 25 kN/m^3

Sıva: 20 kN/m^2

Seramik Karo (harç dahil): 0,22 kN/m^2

Şap: 0,22 kN/m^2

Seramik Duvar Fayansları (harç dahil): 0,19 kN/m^2

Cam Panel: 25 kN/m^3

Taban Halısı (duvardan duvara): 0,03 kN/m^2

Döşeme Yükleri:

- Kullanım Alanlarında

B.A. Plak: h x γ_{beton} = 0,15 x 25 = 3,75 kN/m^2

Sıva (2 cm) = h x $\gamma_{sıva}$ = 0,02 x 20 = 0,40 kN/m^2

Şap (2 cm) = h x $\gamma_{şap}$ = 0,02 x 0,22 = 0,044 kN/m^2

Taban Halısı = 0,03 kN/m^2

g_1 = 4,185 kN/m^2

- Tuvalet ve Koridoru

B.A. Plak: h x γ_{beton} = 0,15 x 25 = 3,75 kN/m^2

Sıva (2 cm) = h x $\gamma_{sıva}$ = 0,02 x 20 = 0,40 kN/m^2

Kaplama – Seramik Karo(2,5cm) = 0,025 x 22 = 0,5 kN/m^2

g_2 = 4,65 kN/m^2

- Asansör Koridoru

B.A. Plak: h x γ_{beton} = 0,20 x 25 = 5 kN/m^2

Sıva (2 cm) = h x $\gamma_{sıva}$ = 0,02 x 20 = 0,40 kN/m^2

Kaplama – Seramik Karo(2,5cm) = 0,025 x 22 = 0,5 kN/m^2

} g_2 = 5,90 kN/m^2

Kolon ve Perdelere Önboyut Verilmesi:

Sabit Yükler:

- Döşemelerden gelen
- Kiriş ağırlığı
- Cephe kaplaması
- Kolon / Perde zati ağırlığı

Hareketli Yükler:

- Döşemelerden gelen

Nd (1,4G+1,6Q) ve α kullanılarak kolon ve perde kesitleri seçildi:

α : En üst katta 2, en alt katta 1.5

fi = 0,85*fcd + ρt*fyd (2.2)

Ac(1) = α * Nd / fi (2.3)

Ac(2) = Nd / (0,5*fck) (2.4)

Ac > maks (Ac(1);Ac(2))

Kolon boyutları her 5 katta bir değiştirilmiştir.

Kolonlar:

-Normal Katlarda (h = 3 m)

S1 kolonuna gelen yük:

*Sabit yükler:

D601 döşemesi: (6/2) x (6/2) x 4,185 = 37,665 kN

D602 döşemesi: (6/2) x (6/2) x 4,185 = 37,665 kN

Kiriş Ağırlığı: 37,125 kN

Cephe Kaplaması (Cam panel-2 cm) = (6/2) x (6/2) x 3 x 0,02 x 25 = 13,5 kN

Kolon Kendi Ağırlığı: 63 kN

G = 188,955 kN

*Hareketli Yükler: (q = 3,5 kN/m^2)

D601 döşemesi: (6/2) x (6/2) x 3,5 = 31,5 kN

D602 döşemesi: (6/2) x (6/2) x 3,5 = 31,5 kN

Q = 63 kN

G + Q = 251,955 kN

Pd = 1,4 G + 1,6 Q = 365,337 kN

S2 ve S3 kolonları, S1 kolonu ile aynı yükü almaktadır.

S4 kolonuna gelen yük:

*Sabit yükler:

D601 döşemesi: 37,665 kN

D602 döşemesi: 37,665 kN

D604 döşemesi: 37,665 kN

D605 döşemesi: 37,665 kN

Kiriş Ağırlığı: 49,5 kN

Kolon Kendi Ağırlığı: 75 kN

G = 275,16 kN

*Hareketli Yükler: (q = 3,5 kN/m^2)

D601 döşemesi: 31,5 kN

D602 döşemesi: 31,5 kN

D604 döşemesi: 31,5 kN

D605 döşemesi: 31,5 kN

Q = 126 kN

G + Q = 401,16 kN

Pd = 1,4 G + 1,6 Q = 586,824 kN

S5 ve S6 kolonları, S4 kolonu ile aynı yükü almaktadır.

S7 kolonuna gelen yük:

*Sabit yükler:

D604 döşemesi: (6/2) x (6/2) x 4,185 = 37,665 kN

D607 döşemesi: (6,7/2) x (6/2) x 4,185 = 42,059 kN

Kiriş Ağırlığı: 41,456 kN

Cephe Kaplaması (Cam panel-2 cm) = (6,7/2) x (6/2) x 3 x 0,02 x 25 = 15,075 kN

Kolon Kendi Ağırlığı: 63 kN

G = 199,255 kN

*Hareketli Yükler: ($q = 3,5$ kN/m^2)

D604 döşemesi: (6/2) x (6/2) x 3,5 = 31,5 kN

D607 döşemesi: (6/2) x (6/2) x 3,5 = 35,175 kN

Q = 66,675 kN

G + Q = 265,93 kN

Pd = 1,4 G + 1,6 Q = 385,637 kN

S8 kolonuna gelen yük:

*Sabit yükler:

D604 döşemesi: 37,665 kN

D605 döşemesi: 37,665 kN

D607 döşemesi: 42,059 kN

D608 döşemesi: 42,059 kN

Kiriş Ağırlığı: 40,01 kN

Kolon Kendi Ağırlığı: 75 kN

G = 274,461 kN

*Hareketli Yükler: ($q = 3,5$ kN/m^2)

D601 döşemesi: 31,55 kN

D602 döşemesi: 31,5 kN

D604 döşemesi: 35,175 kN

D605 döşemesi: 35,175 kN

Q = 133,35 kN

G + Q = 407,811 kN

Pd = 1,4 G + 1,6 Q = 597,6 kN

-Zemin Katta (h = 4 m)

S1 kolonuna gelen yük:

*Sabit yükler:

D501 döşemesi: (6/2) x (6/2) x 4,185 = 37,665 kN

D502 döşemesi: (6/2) x (6/2) x 4,185 = 37,665 kN

Kiriş Ağırlığı: 37,125 kN

Cephe Kaplaması (Cam panel-2 cm) = (6/2) x (6/2) x 4 x 0,02 x 25 = 18 kN

Kolon Kendi Ağırlığı: 84 kN

G = 214,455 kN

*Hareketli Yükler: (q = 3,5 kN/m^2)

D501 döşemesi: (6/2) x (6/2) x 5 = 31,5 kN

D502 döşemesi: (6/2) x (6/2) x 5 = 31,5 kN

Q = 63 kN

G + Q = 277,455 kN

Pd = 1,4 G + 1,6 Q = 401,04 kN

S2 ve S3 kolonları, S1 kolonu ile aynı yükü almaktadır.

S4 kolonuna gelen yük:

*Sabit yükler:

D501 döşemesi: 37,665 kN

D502 döşemesi: 37,665 kN

D504 döşemesi: 37,665 kN

D505 döşemesi: 37,665 kN

Kiriş Ağırlığı: 49,5 kN

Kolon Kendi Ağırlığı: 100 kN

G = 300,16 kN

*Hareketli Yükler: (q = 3,5 kN/m^2)

D501 döşemesi: 31,5 kN

D502 döşemesi: 31,5 kN

D504 döşemesi: 31,5 kN

D505 döşemesi: 31,5 kN

Q = 126 kN

G + Q = 426,16 kN

Pd = 1,4 G + 1,6 Q = 621,824 kN

S5 ve S6 kolonları, S4 kolonu ile aynı yükü almaktadır.

S7 kolonuna gelen yük:

*Sabit yükler:

D504 döşemesi: (6/2) x (6/2) x 4,185 = 37,665 kN

D507 döşemesi: (6,7/2) x (6/2) x 4,185 = 42,059 kN

Kiriş Ağırlığı: 41,456 kN

Cephe Kaplaması (Cam panel-2 cm) = (6,7/2) x (6/2) x 4 x 0,02 x 25 = 20,1 kN

Kolon Kendi Ağırlığı: 84 kN

G = 225,28 kN

*Hareketli Yükler: ($q = 3,5$ kN/m^2)

D504 döşemesi: (6/2) x (6/2) x 5 = 31,5 kN

D507 döşemesi: (6/2) x (6/2) x 5 = 35,175 kN

Q = 66,675 kN

G + Q = 291,95 kN

Pd = 1,4 G + 1,6 Q = 422,07 kN

S8 kolonuna gelen yük:

*Sabit yükler:

D504 döşemesi: 37,665 kN

D505 döşemesi: 37,665 kN

D507 döşemesi: 42,059 kN

D508 döşemesi: 42,059 kN

Kiriş Ağırlığı: 40,01 kN

Kolon Kendi Ağırlığı: 100 kN

G = 299,461 kN

*Hareketli Yükler: ($q = 3,5$ kN/m^2)

D501 döşemesi: 31,5 kN

D502 döşemesi: 31,5 kN

D504 döşemesi: 35,175 kN

D505 döşemesi: 35,175 kN

Q = 133,35 kN

G + Q = 432,811 kN

Pd = 1,4 G + 1,6 Q = 632,6 kN

-Bodrum Katlarda (h = 3 m):

S1 kolonuna gelen yük:

*Sabit yükler:

D101 döşemesi: 37,665 / 2 = 18,83 kN

D102 döşemesi: 37,665 / 2 = 18,83 kN

Kiriş Ağırlığı: 37,125 kN

Kolon Kendi Ağırlığı: 63 kN

G = 137,785 kN

*Hareketli Yükler: (q = 3,5 kN/m^2)

D101 döşemesi: 31,5 / 2 = 15,75 kN

D102 döşemesi: 31,5 / 2 = 15,75 kN

Q = 45 kN

G + Q = 169,285 kN

Pd = 1,4 G + 1,6 Q = 243,3 kN

S2 ve S3 kolonları, S1 kolonu ile aynı yükü almaktadır.

S4 kolonuna gelen yük:

*Sabit yükler:

D101 döşemesi: 37,665 kN

D102 döşemesi: 37,665 kN

D104 döşemesi: 37,665 kN

D105 döşemesi: 37,665 kN

Kiriş Ağırlığı: 49,5 kN

Kolon Kendi Ağırlığı: 75 kN

G = 275,16 kN

*Hareketli Yükler: (q = 3,5 kN/m^2)

D101 döşemesi: 31,5 kN

D102 döşemesi: 31,5 kN

D104 döşemesi: 31,5 kN

D105 döşemesi: 31,5 kN

Q = 126 kN

G + Q = 401,16 kN

Pd = 1,4 G + 1,6 Q = 586,824 kN

S5 ve S6 kolonları, S4 kolonu ile aynı yükü almaktadır.

S7 kolonuna gelen yük:

*Sabit yükler:

D104 döşemesi: 37,665 / 2 = 18,83 kN

D107 döşemesi: 42,059 / 2 = 21,03 kN

Kiriş Ağırlığı: 41,456 kN

Kolon Kendi Ağırlığı: 63 kN

G = 144,316 kN

*Hareketli Yükler: (q = 3,5 kN/m^2)

D104 döşemesi: 31,5 / 2 = 15,775 kN

D107 döşemesi: 35,175 / 2 = 17,588 kN

Q = 33,363 kN

G + Q = 177,679 kN

Pd = 1,4 G + 1,6 Q = 255,42 kN

S8 kolonuna gelen yük:

*Sabit yükler:

D604 döşemesi: 37,665 kN

D605 döşemesi: 37,665 kN

D607 döşemesi: 42,059 kN

D608 döşemesi: 42,059 kN

Kiriş Ağırlığı: 40,01 kN

Kolon Kendi Ağırlığı: 75 kN

G = 274,461 kN

*Hareketli Yükler: (q = 3,5 kN/m^2)

D101 döşemesi: 31,5 kN

D102 döşemesi: 31,5 kN

D104 döşemesi: 35,175 kN

D105 döşemesi: 35,175 kN

Q = 133,35 kN

G + Q = 407,811 kN

Pd = 1,4 G + 1,6 Q = 597,6 kN

Perdeler:

-Normal Katlarda (h = 3 m):

P1 perdesine gelen yükler:

*Sabit Yükler:

D601 ve D604 döşemesi: (6+3) x 3 x 4,185 = 112,995 kN

Kiriş Ağırlığı: 25,998 kN

Cephe Kaplaması: 14,25 kN

Perde Kendi Ağırlığı: 213,75 kN

G = 366,983 kN

*Hareketli Yükler:

D601 ve D604 döşemesi: (6+3) x 3 x 3,5 = 94,5 kN

Q = 94,5 kN

G + Q = 461,48 kN

Pd = 1,4 G + 1,6 Q = 664,98 kN

P2 perdesine gelen yükler:

*Sabit Yükler:

D609 döşemesi: (1,9 / 2) x 6 x 5,90 = 33,63 kN

D610 döşemesi: (6,7 / 2) x 6 x 4,65 = 93,465 kN

D608 döşemesi: (6,7 / 2) x 3 x 4,185 = 42,059 kN

D605 döşemesi: (6 / 2) x 3 x 4,185 = 37,665 kN

D606 döşemesi: (6 / 2) x 6 x 4,185 = 75,33 kN

D611 döşemesi: (6 / 2) x 6 x 4,185 = 75,33 kN

D612 döşemesi: (6 / 2) x 3 x 4,185 = 37,665 kN

D613 döşemesi: (6,7 / 2) x 3 x 4,185 = 42,059 kN

Kiriş Ağırlığı: 71,981 kN

Perde Kendi Ağırlığı: 507,563 kN

G = 1012,353 kN

*Hareketli Yükler:

D609 döşemesi: (1,9 / 2) x 6 x 3,5 = 19,95 kN

D610 döşemesi: (6,7 / 2) x 6 x 3,5 = 70,35 kN

D608 döşemesi: (6,7 / 2) x 3 x 3,5 = 35,175 kN

D605 döşemesi: (6 / 2) x 3 x 3,5 = 31,5 kN

D606 döşemesi: (6 / 2) x 6 x 3,5 = 105 kN

D611 döşemesi: (6 / 2) x 6 x 3,5 = 105 kN

D612 döşemesi: (6 / 2) x 3 x 3,5 = 31,5 kN

D613 döşemesi: (6,7 / 2) x 3 x 3,5 = 31,5 kN

Q = 429,98 kN

G + Q = 1442,333 kN

Pd = 1,4 G + 1,6 Q = 2105,26 kN

P3 perdesine gelen yükler:

*Sabit Yükler:

D608 döşemesi: (6,7 / 2) x 3 x 4,185 = 42,059 kN

D617 döşemesi: (6 / 2) x 3 x 4,185 = 37,665 kN

D616 döşemesi: (6 / 2) x 6 x 4,185 = 75,33 kN

D615 döşemesi: (6 / 2) x 6 x 4,185 = 75,33 kN

D614 döşemesi: (6 / 2) x 3 x 4,185 = 37,665 kN

D613 döşemesi: (6,7 / 2) x 3 x 4,185 = 42,059 kN

D609 döşemesi: (1,9 / 2) x 6 x 5,90 = 33,63 kN

D610 döşemesi: (6,7 / 2) x 6 x 4,65 = 93,465 kN

Kiriş Ağırlığı: 71,981 kN

Perde Kendi Ağırlığı: 432,938 kN

G = 942,122 kN

*Hareketli Yükler:

D608 döşemesi: (6,7 / 2) x 3 x 3,5 = 35,175 kN

D617 döşemesi: (6 / 2) x 3 x 3,5 = 31,5 kN

D616 döşemesi: (6 / 2) x 6 x 3,5 = 63 kN

D615 döşemesi: (6 / 2) x 6 x 3,5 = 63 kN

D614 döşemesi: (6 / 2) x 3 x 3,5 = 31,5 kN

D613 döşemesi: (6,7 / 2) x 3 x 3,5 = 35,175 kN

D609 döşemesi: (1,9 / 2) x 6 x 3,5 = 19,95 kN

D610 döşemesi: (6,7 / 2) x 6 x 3,5 = 73,5 kN

Q = 352,8 kN

G + Q = 1294,92 kN

Pd = 1,4 G + 1,6 Q = 1883,45 kN

-Zemin Katta (h = 4 m):

P1 perdesine gelen yükler:

*Sabit Yükler:

Döşemelerden gelen: 112,995 kN

Kiriş Ağırlığı: 25,998 kN

Cephe Kaplaması: 19 kN

Perde Kendi Ağırlığı: 285 kN

G = 442,983 kN

*Hareketli Yükler:

Döşemelerden gelen: 94,5 kN

Q = 94,5 kN

G + Q = 537,483 kN

Pd = 1,4 G + 1,6 Q = 771,38 kN

P2 perdesine gelen yükler:

*Sabit Yükler:

Döşemelerden gelen: 437,207 kN

Kiriş Ağırlığı: 71,981 kN

Perde Kendi Ağırlığı: 676,75 kN

G = 1185,934 kN

*Hareketli Yükler:

Döşemelerden gelen: 429,975 kN

Q = 429,975 kN

G + Q = 1615,91 kN

Pd = 1,4 G + 1,6 Q = 2348,27 kN

P3 perdesine gelen yükler:

*Sabit Yükler:

Döşemelerden gelen: 437,207 kN

Kiriş Ağırlığı: 71,981 kN

Perde Kendi Ağırlığı: 577,25 kN

G = 1086,434 kN

*Hareketli Yükler:

Döşemelerden gelen: 352,8 kN

$$Q = 352{,}8 \text{ kN}$$

$G + Q = 1439{,}23$ kN

$Pd = 1{,}4\ G + 1{,}6\ Q = 2085{,}49$ kN

-Bodrum Katlarda (h = 3 m):

P1 perdesi kat boyunca çepeçevre dönecek şekilde tasarlanmıştır.

P2 ve **P3** perdelerine normal katlardakilerle aynı yükler gelmektedir.

Not: Düşey taşıyıcılar için hesaplanan yükler kullanılarak TS 500'e göre önboyutlandırma yapılmıştır. Bu hesapların ve seçilen düşey taşıyıcı ebatlarının bulunduğu tablolar EK A kısmında verilmiştir.

2.4 Döşeme Donatısı Hesabı

$M_d = c \times Pd \times l_k{}^2$

c: Dört kenarından oturmuş çift yönde donatılı dikdörtgen plaklar için moment katsayısı. Plağın mesnet şekline göre kısa ve uzun kenarda, sürekli kenar ve açıklık ortası için verilir.

Pd = 1,4G + 1,6Q

l_k : kısa açıklık uzunluğu

$K = bw \times d^2 / M_d$ (2.5)

buradan ks katsayısı belirlenir.

$As = ks \times M_d / d$ (2.6)

$As = \rho_{min} \times b \times d$ (2.7)

$\rho_{min} = 0,002$

<u>D501 Döşemesi (m = 1):</u>

g = 4,185 kN/m^2 q = 3,5 kN/m^2

Pd = 1,4 G + 1,6 Q = 11,459 kN/m^2

My = 0,037 x 11,459 x 6^2 = 15,26 kNm

Y = -0,049 x 11,459 x 6^2 = -20,21 kNm

Mx = 15,26 kNm

X = -20,21 kNm

Her iki yön için:

d = 15 – 2 = 13 cm

$K = \frac{bw \times d^2}{Md} = 100 \times \frac{13^2}{1526} = 11,07 \longrightarrow ks = 0,0284$

$\rho > \rho_{min} = 0,002$

$As = \frac{ks \times Md}{d} = 0,0284 \times \frac{1526}{13} = 3,33 \text{ cm}^2$

ϕ12/20 (ϕ12/40 d + ϕ12/40 p)

X = -20,21 kNm

$K = \frac{bw \times d^2}{Md} = 100 \times \frac{13^2}{2021} = 8,36 \longrightarrow ks = 0,0288$

$\rho > \rho_{min} = 0,002$

$As = \frac{ks \times Md}{d} = 0,0288 \times \frac{2021}{13} = 4,48 \text{ cm}^2$

Mevcut: ϕ12/40 p = 2,825 cm^2

Gerekli: 4,48 – 2,825 = 1,655 cm^2 ϕ12/40

D502, D503, D504, D506 Döşemeleri (m = 1):

g = 4,185 kN/m^2 q = 3,5 kN/m^2

Pd = 1,4 G + 1,6 Q = 11,459 kN/m^2

My = 0,031 x 11,459 x 6^2 = 12,79 kNm

Y = -0,041 x 11,459 x 6^2 = -16,91 kNm

Mx = 12,79 kNm

X = -16,91 kNm

Her iki yön için:

d = 15 – 2 = 13 cm

$K = bw \times \frac{d^2}{Md} = 100 \times \frac{13^2}{1279} = 13{,}21 \longrightarrow$ ks = 0,0282

$\rho > \rho_{min} = 0{,}002$

$As = ks \times \frac{Md}{d} = 0{,}0282 \times \frac{1321}{13} = 2{,}77\ cm^2$

ϕ12/20 (ϕ12/40 d + ϕ12/40 p)

X = -16,91 kNm

$K = bw \times \frac{d^2}{Md} = 100 \times \frac{13^2}{1691} = 9{,}99 \longrightarrow$ ks = 0,0284

$\rho > \rho_{min} = 0{,}002$

$As = ks \times \frac{Md}{d} = 0{,}0284 \times \frac{1691}{13} = 3{,}69\ cm^2$

Mevcut: ϕ12/40 p = 2,825 cm^2

Gerekli: 3,69 – 2,825 = 0,895 cm^2 ϕ12/50

D505 Döşemesi (m = 1):

g = 4,185 kN/m^2 q = 3,5 kN/m^2

Pd = 1,4 G + 1,6 Q = 11,459 kN/m^2

My = 0,025 x 11,459 x 6^2 = 10,313 kNm

Y = -0,033 x 11,459 x 6^2 = -13,61 kNm

Mx = 10,313 kNm

X = -13,61 kNm

Her iki yön için:

d = 15 – 2 = 13 cm

$$K = bw \times \frac{d^2}{Md} = 100 \times \frac{13^2}{1031{,}3} = 16{,}39 \longrightarrow ks = 0{,}0282$$

$\rho < \rho_{min} = 0{,}002$

$As = 0{,}002 \times 13 \times 100 = 2{,}6$

$\phi 12/20$ ($\phi 12/40$ d + $\phi 12/40$ p)

X = -13,61 kNm

$$K = bw \times \frac{d^2}{Md} = 100 \times \frac{13^2}{1361} = 12{,}42 \longrightarrow ks = 0{,}0282$$

$\rho > \rho_{min} = 0{,}002$

$$As = ks \times \frac{Md}{d} = 0{,}0282 \times \frac{1361}{13} = 2{,}95 \text{ cm}^2$$

Mevcut: $\phi 12/40$ p = 2,825 cm^2

Gerekli: 2,95 – 2,825 = 0,125 cm^2 $\phi 12/50$

<u>D507 ve D510 Döşemeleri (m = 1,112):</u>

g = 4,185 kN/m^2 q = 3,5 kN/m^2

Pd = 1,4 G + 1,6 Q = 13,859 kN/m^2

Mx = 0,031 x 11,459 x 6^2 = 12,79 kNm

x = -0,041 x 11,459 x 6^2 = -16,91 kNm

My = 0,025 x 11,459 x $6{,}7^2$ = 12,86 kNm

y = -0,033 x 11,459 x $6{,}7^2$ = -16,98 kNm

X – X yönü:

d = 15 – 2 = 13 cm

$$K = bw \times \frac{d^2}{Md} = 100 \times \frac{13^2}{1279} = 13{,}21 \longrightarrow ks = 0{,}0282$$

$\rho > \rho_{min} = 0{,}002$

$$As = ks \times \frac{Md}{d} = 0{,}0282 \times \frac{1279}{13} = 2{,}77 \text{ cm}^2$$

$\phi 12/20$ ($\phi 12/40$ d + $\phi 12/40$ p)

X = -16,91 kNm

$$K = bw \times \frac{d^2}{Md} = 100 \times \frac{13^2}{1691} = 9{,}99 \longrightarrow ks = 0{,}0284$$

$\rho > \rho_{min} = 0{,}002$

$$As = ks \times \frac{Md}{d} = 0{,}0284 \times \frac{1691}{13} = 3{,}69 \text{ cm}^2$$

Mevcut: ϕ12/40 p = 2,825 cm^2

Gerekli: 3,69 – 2,825 = 0,869 cm^2 ϕ12/50

Y – Y yönü:

d = 15 – 2 = 13 cm

$$K = bw \times \frac{d^2}{Md} = 100 \times \frac{13^2}{1286} = 13{,}14 \longrightarrow ks = 0{,}0282$$

$\rho > \rho_{min} = 0{,}002$

$$As = ks \times \frac{Md}{d} = 0{,}0282 \times \frac{1286}{13} = 2{,}79 \text{ cm}^2$$

ϕ12/20 (ϕ12/40 d + ϕ12/40 p)

X = -16,98 kNm

$$K = bw \times \frac{d^2}{Md} = 100 \times \frac{13^2}{1698} = 9{,}95 \longrightarrow ks = 0{,}0284$$

$\rho > \rho_{min} = 0{,}002$

$$As = ks \times \frac{Md}{d} = 0{,}0284 \times \frac{1698}{13} = 3{,}71 \text{ cm}^2$$

Mevcut: ϕ12/40 p = 2,825 cm^2

Gerekli: 3,71 – 2,825 = 0,885 cm^2 ϕ12/50

<u>D508 Döşemesi (m = 1,112):</u>

g = 4,65 kN/m^2 q = 3,5 kN/m^2

Pd = 1,4 G + 1,6 Q = 12,11 kN/m^2

Mx = 0,031 x 12,11 x 6^2 = 13,52 kNm

x = -0,041 x 12,11 x 6^2 = -17,87 kNm

My = 0,025 x 12,11 x 6,7^2 = 13,59 kNm

y = -0,033 x 12,11 x 6,7^2 = -17,94 kNm

X – X yönü:

d = 15 – 2 = 13 cm

$$K = bw \times \frac{d^2}{Md} = 100 \times \frac{13^2}{1352} = 12{,}5 \longrightarrow ks = 0{,}0282$$

$\rho > \rho_{min} = 0{,}002$

$$As = ks \times \frac{Md}{d} = 0{,}0282 \times \frac{1352}{13} = 2{,}93 \text{ cm}^2$$

ϕ12/20 (ϕ12/40 d + ϕ12/40 p)

X = -17,87 kNm

$$K = bw \times \frac{d^2}{Md} = 100 \times \frac{13^2}{1787} = 9{,}46 \longrightarrow ks = 0{,}0285$$

$\rho > \rho_{min} = 0{,}002$

$$As = ks \times \frac{Md}{d} = 0{,}0285 \times \frac{1787}{13} = 3{,}92 \text{ cm}^2$$

Mevcut: ϕ12/40 p = 2,825 cm^2

Gerekli: 3,92 – 2,825 = 1,095 cm^2 ϕ12/50

Y – Y yönü:

d = 15 – 2 = 13 cm

$$K = bw \times \frac{d^2}{Md} = 100 \times \frac{13^2}{1359} = 12{,}44 \longrightarrow ks = 0{,}0282$$

$\rho > \rho_{min} = 0{,}002$

$$As = ks \times \frac{Md}{d} = 0{,}0282 \times \frac{1359}{13} = 2{,}95 \text{ cm}^2$$ ϕ12/20 (ϕ12/40 d + ϕ12/40 p)

X = -17,94 kNm

$$K = bw \times \frac{d^2}{Md} = 100 \times \frac{13^2}{1794} = 9{,}42 \longrightarrow ks = 0{,}0285$$

$\rho > \rho_{min} = 0{,}002$

$$As = ks \times \frac{Md}{d} = 0{,}0285 \times \frac{1794}{13} = 3{,}933 \text{ cm}^2$$

Mevcut: ϕ12/40 p = 2,825 cm^2

Gerekli: 3,933 – 2,825 = 1,108 cm^2 ϕ12/50

<u>D509 Döşemesi:</u>

h = 20 cm, d = 18 cm

g = 5,9 kN/m^2 q = 3,5 kN/m^2

Pd = 1,4 G + 1,6 Q = 13,86 kN/m^2

$M_{açıklık} = \frac{Pd \times l^2}{8} = \frac{13{,}86 \times 6^2}{8} = 62{,}37$ kNm

$M_{mesnet} = -\frac{Pd \times l^2}{10} = -\frac{13{,}86 \times 6^2}{10} = -49{,}896$ kNm

Açıklık için:

$K = bw \times \frac{d^2}{Md} = 100 \times \frac{18^2}{6237} = 5{,}195 \longrightarrow ks = 0{,}0294$

$\rho > \rho_{min} = 0{,}002$

$As = ks \times \frac{Md}{d} = 0{,}0294 \times \frac{6237}{18} = 10{,}19$ cm^2

ϕ12/9 (ϕ12/18 d + ϕ12/18 p)

Mesnet için:

$K = bw \times \frac{d^2}{Md} = 100 \times \frac{18^2}{4989{,}6} = 6{,}49 \longrightarrow ks = 0{,}0291$

$\rho > \rho_{min} = 0{,}002$

$As = ks \times \frac{Md}{d} = 0{,}0291 \times \frac{4989{,}6}{18} = 8{,}07$ cm^2

Mevcut: ϕ12/18 p = 6,23 cm^2

Gerekli: 8,07 – 6,23 = 1,3 cm^2 ϕ12/30

As,dağıtma = As,açıklık/5 = 2,04 ϕ12/30

Not: D509 döşemesinin asansör boşluğu ve merdiven boşluğu kenarlarında, altta ve üstte ikişer adet ϕ16 yırtık donatısı yerleştirilmiştir.

3. STATİK VE DİNAMİK ANALİZ

3.1 Kat Kütlelerinin Belirlenmesi

Katlar 16,17,18,19,20:

Perde Ağırlığı: 65,535 x 2,5 = 163,383 ton

Kolon Ağırlığı: 28,8 x 2,5 = 72 ton

Kiriş ağırlığı: 65,052 x 2,5 = 162,63 ton

Döşeme Ağırlığı = 454,298 ton

Cephe Kaplaması = 20,01 ton

Toplam Kat Ağırlığı = 872,78 ton

Kat Kütlesi = 872,78 / 9,81 = 88,968 ts^2/m

Katlar 11,12,13,14,15:

Perde Ağırlığı: 65,535 x 2,5 = 163,383 ton

Kolon Ağırlığı: 59,76 x 2,5 = 149,4 ton

Kiriş ağırlığı: 65,052 x 2,5 = 162,63 ton

Döşeme Ağırlığı = 454,298 ton

Cephe Kaplaması = 20,01 ton

Toplam Kat Ağırlığı = 950,18 ton

Kat Kütlesi = 950,18 / 9,81 = 96,858 ts^2/m

Katlar 6,7,8,9,10:

Perde Ağırlığı: 65,535 x 2,5 = 163,383 ton

Kolon Ağırlığı: 75,72 x 2,5 = 189,3 ton

Kiriş ağırlığı: 65,052 x 2,5 = 162,63 ton

Döşeme Ağırlığı = 454,298 ton

Cephe Kaplaması = 20,01 ton

Toplam Kat Ağırlığı = 990,08 ton

Kat Kütlesi = 990,08 / 9,81 = 100,926 ts^2/m

Zemin Kat:

Perde Ağırlığı: 87,38 x 2,5 = 218,45 ton

Kolon Ağırlığı: 122,24 x 2,5 = 305,6 ton

Kiriş ağırlığı: 65,052 x 2,5 = 162,63 ton

Döşeme Ağırlığı = 454,298 ton

Cephe Kaplaması = 20,01 ton

Toplam Kat Ağırlığı = 1160,99 ton

Kat Kütlesi = 1160,99 / 9,81 = 118,348 ts^2/m

Katlar 1,2,3,4:

Perde Ağırlığı: 120,06 x 2,5 = 300,15 ton

Kolon Ağırlığı: 81,6 x 2,5 = 204 ton

Kiriş ağırlığı: 65,052 x 2,5 = 162,63 ton

Döşeme Ağırlığı = 454,298 ton

Toplam Kat Ağırlığı = 1121,078 ton

Kat Kütlesi = 1121,078 / 9,81 = 114,279 ts^2/m

3.2 Sistemin Bilgisayar Modellemesinin Yapılması

Bilgisayar modellemesi Sap 2000 programı ile yapılmış olup bu program Sonlu Elemanlar Analiz Metodu esasına göre çalışmaktadır. Düşey taşıyıcılar ankastre olarak mesnetlendirilmiştir. Her katın ortasındaki düğüm noktasına kat kütlesi tanımlanmıştır. Her katta diyafram tanımlanarak bütün düğüm noktaları bu diyaframla birbirine bağlanmıştır. Elastisite modülü BS25 için $E = 3{,}025 \times 10^6$ alınmıştır. Malzeme özellikleri girişinde kütle ve ağırlık sıfır alınmış olup, düşey taşıyıcıların zati ağırlıkları daha sonra gerekli yük çarpanı ile çarpılarak göz önüne alınacaktır.

G ve Q değerleri için döşeme yükü diyagramları hazırlanarak bilgisayar modelinde ilgili çubuklara yüklenmiştir.

Tablo 3.1 Yük Sınıfları

Yük	Tipi	Zati Ağırlık Yük Çarpanı
G	Zati	0
Q	Hareketli	0
EXP	Deprem	0
EXN	Deprem	0
EYP	Deprem	0
EYN	Deprem	0

Deprem yük sınıflarının tanımları 3.3.1 Eşdeğer Deprem Yükü Analizi Kısmında yapılmıştır.

Tablo 3.2 Yük Kombinasyonları

İsim	Tip
GQ	G + Q
1,4G1,6Q	1,4G + 1,6Q
GQPEXP	G+Q+EXP
GQNEXP	G+Q-EXP
GQPEXN	G+Q+EXN
GQNEXN	G+Q-EXN
GQPEYP	G+Q+EYP
GQNEYP	G+Q-EYP
GQPEYN	G+Q+EYN
GQNEYN	G+Q-EYN
0,9GPEXP	0,9G+EXP
0,9GNEXP	0,9G-EXP
0,9GPEXN	0,9G+EXN
0,9GNEXN	0,9G-EXN
0,9GPEYP	0,9G+EYP
0,9GNEYP	0,9G-EYP
0,9GPEYN	0,9G+EYN
0,9GNEYN	0,9G-EYN

3.3 Deprem Yüklerinin Belirlenmesi ve Deprem Analizi

Bu bölümde üç tip analiz metodu kullanılmıştır:

a) Eşdeğer Deprem Yüklerine Göre Bilgisayar Analizi
b) Teknik Rapor 16'ya göre Deprem Analizi (y – yönünde)
c) Sap 2000 programı ile Spektral Analiz

3.3.1 Eşdeğer Deprem Yükü Analizi (ABYYHY 98):

Sap 2000 programı ile $T_1 = 1{,}129$ s (y yönü)

$T_2 = 1{,}002$ s (x yönü) elde edilmiştir.

Buna göre;

Z3 için $T_A = 0{,}15$ s ve $T_b = 0{,}60$ s değerleri spektrum eğrisinde kullanılarak S(T) spektrum katsayısı hesaplanmıştır.

$$A(T) = Ao \times I \times S(T) \qquad (3.1)$$

A(T) = Spektral İvme Katsayısı

Ao : Etkin yer ivmesi katsayısı (1. Derece deprem bölgesi için 0,40)

I : Yapı önem katsayısı (1)

Bu değerler kullanılarak Toplam Eşdeğer Deprem Yükü hesaplanır.

$$Vt = W \times A(T) / R_A(T) \qquad (3.2)$$

R = 7 (Deprem yüklerinin çerçeveler ile boşluksuz ve/veya kirişli perdeler tarafından birlikte taşındığı, süneklik düzeyi yüksek sistemler)

$R_A(T) = 10 - 4 \times \alpha_M$ $\qquad \alpha_M = 0{,}94$

$R_A(T) = 10 - 4 \times 0{,}94 = 6{,}24$

W : Bina Toplam Ağırlığı

$W = \Sigma$ wi $\qquad$ wi = gi + nqi (i'ninci kat ağırlığı)

n hareketli yük katılım katsayısı (0,3)

Bulunan Vt değeri

$$Fi = \frac{(Vt - \Delta F_N) \times (w_i \times H_i)}{\Sigma (w_j \times H_j)} \qquad (3.3)$$

formülü ile katlara dağıtılır.

$\Delta F_N = H_N > 25$ m için ek eşdeğer deprem yükü

Hi = i'ninci katın toplam yüksekliği

Bu işlem her iki doğrultuda yapılarak bulunan yükler +- %5'lik ek dışmerkezlik etkisinden dolayı oluşan burulma momentleri ile birlikte bilgisayar modelinde etki ettirilerek analiz yapılmıştır. Bu analiz esnasında kullanılan yükleme tipleri aşağıdadır:

EXP : $Fx + 0.05 \times Bx \times Fx$

EXN : $Fx - 0.05 \times Bx \times Fx$

EYP : $Fy + 0.05 \times By \times Fy$

EYN : $Fy - 0.05 \times By \times Fy$

Bx: x doğrultusundaki toplam bina genişliği

By: y doğrultusundaki toplam bina genişliği

-Y yönü için hesap değerleri:

$T_1 = 1,129$ s

$S(T) = 2,5 \times (0,60 / 1,129)^{0,8} = 1,51$

$A(T_1) = 0,4 \times 1 \times 1,51 = 0,603$

$q_i = 3,5 \times 30,7 \times 36 = 3868,2$ kN = 386,82 t

$nq_i = 0,3 \times 386,82 = 116,1$ t

Katlar (16,17,18,19,20) ⟶ $w_i = 872,78 + 116,1 = 988,88$ t

Katlar (11,12,13,14,15) ⟶ $w_i = 950,18 + 116,1 = 1066,28$ t

Katlar (6,7,8,9,10) ⟶ $w_i = 990,08 + 116,1 = 1106,18$ t

Katlar (5 - Zemin) ⟶ $w_i = 1160,99 + 116,1 = 1277,09$ t

Katlar (1,2,3,4) ⟶ $w_i = 1121,08 + 116,1 = 1237,18$ t

$W = \sum_{i=1}^{N} w_i = 22032,51$ t

$Vt = 22032,51 \times 0,603 / 6,24 = 2129,1$ t

$\Delta F_N = 0,07 \times 1,129 \times 2129,1 = 168,26$ t

$\sum_{i=1}^{N} (w_j \times H_j) = 438884,46$

<u>Bodrum Katlarda (1,2,3,4)</u>

S(T) = 1

Fbk = $A_0 \times I \times W_{bk} / 1,5$

$W_{b1} = W_{b2} = W_{b3} = W_{b4} = 1237,18$ t

$F_{b1} = F_{b2} = F_{b3} = F_{b4} = 330,18$ t

Normal Katlarda

-Zemin Kat:

$$F_i = \frac{(2129,1 - 168,26) \times (1277,09 \times 4)}{438884,46} = 22,82 \text{ t}$$

-6. Kat:

$$F_i = \frac{(2129,1 - 168,26) \times (1106,18 \times 7)}{438884,46} = 34,6 \text{ t}$$

-7. Kat:

$$F_i = \frac{(2129,1 - 168,26) \times (1106,18 \times 10)}{438884,46} = 49,42 \text{ t}$$

-8.Kat:

$$F_i = \frac{(2129,1 - 168,26) \times (1106,18 \times 13)}{438884,46} = 64,25 \text{ t}$$

-9.Kat

$$F_i = \frac{(2129,1 - 168,26) \times (1106,18 \times 16)}{438884,46} = 79,08 \text{ t}$$

-10. Kat:

$$F_i = \frac{(2129,1 - 168,26) \times (1106,18 \times 19)}{438884,46} = 93,9 \text{ t}$$

-11.Kat:

$$F_i = \frac{(2129,1 - 168,26) \times (1066,28 \times 22)}{438884,46} = 104,81 \text{ t}$$

-12.Kat:

$$F_i = \frac{(2129,1 - 168,26) \times (1066,28 \times 25)}{438884,46} = 119,1 \text{ t}$$

-13.Kat:

$$F_i = \frac{(2129{,}1 - 168{,}26) \times (1066{,}28 \times 28)}{438884{,}46} = 133{,}39 \text{ t}$$

-14.Kat:

$$F_i = \frac{(2129{,}1 - 168{,}26) \times (1066{,}28 \times 31)}{438884{,}46} = 147{,}68 \text{ t}$$

-15.Kat:

$$F_i = \frac{(2129{,}1 - 168{,}26) \times (1066{,}28 \times 34)}{438884{,}46} = 161{,}97 \text{ t}$$

-16.Kat:

$$F_i = \frac{(2129{,}1 - 168{,}26) \times (988{,}88 \times 37)}{438884{,}46} = 163{,}47 \text{ t}$$

-17.Kat:

$$F_i = \frac{(2129{,}1 - 168{,}26) \times (988{,}88 \times 40)}{438884{,}46} = 176{,}72 \text{ t}$$

-18.Kat:

$$F_i = \frac{(2129{,}1 - 168{,}26) \times (988{,}88 \times 43)}{438884{,}46} = 189{,}98 \text{ t}$$

-19.Kat:

$$F_i = \frac{(2129{,}1 - 168{,}26) \times (988{,}88 \times 46)}{438884{,}46} = 203{,}23 \text{ t}$$

-20.Kat:

$$F_i = \frac{(2129{,}1 - 168{,}26) \times (988{,}88 \times 49)}{438884{,}46} = 216{,}49 \text{ t}$$

-X yönü için hesap değerleri:

$T_2 = 1{,}002$ s

$S(T) = 2{,}5 \times (0{,}60 / 1{,}002)^{0{,}8} = 1{,}66$

$A(T_1) = 0{,}4 \times 1 \times 1{,}66 = 0{,}664$

$Vt = 22032{,}51 \times 0{,}664 / 6{,}24 = 2344{,}49$ t

$\Delta F_N = 0{,}07 \times 1{,}002 \times 2344{,}49 = 164{,}44$ t

$$\sum_{i=1}^{N} (w_j \times H_j) = 438884{,}46$$

Bodrum Katlarda (1,2,3,4)

S(T) = 1

Fbk = $A_0 \times I \times W_{bk} / 1,5$

$W_{b1} = W_{b2} = W_{b3} = W_{b4} = 1237,18$ t

$F_{b1} = F_{b2} = F_{b3} = F_{b4} = 330,18$ t

Normal Katlarda

-Zemin Kat:

$$F_i = \frac{(2344,49 - 164,44) \times (1277,09 \times 4)}{438884,46} = 25,37t$$

-6. Kat:

$$F_i = \frac{(2344,49 - 164,44) \times (1106,18 \times 7)}{438884,46} = 38,46\ t$$

-7. Kat:

$$F_i = \frac{(2344,49 - 164,44) \times (1106,18 \times 10)}{438884,46} = 54,95\ t$$

-8.Kat:

$$F_i = \frac{(2344,49 - 164,44) \times (1106,18 \times 13)}{438884,46} = 71,43\ t$$

-9.Kat

$$F_i = \frac{(2344,49 - 164,44) \times (1106,18 \times 16)}{438884,46} = 87,91\ t$$

-10. Kat:

$$F_i = \frac{(2344,49 - 164,44) \times (1106,18 \times 19)}{438884,46} = 104,4\ t$$

-11.Kat:

$$F_i = \frac{(2344,49 - 164,44) \times (1066,28 \times 22)}{438884,46} = 116,52\ t$$

-12.Kat:

$$F_i = \frac{(2344,49 - 164,44) \times (1066,28 \times 25)}{438884,46} = 132,41\ t$$

-13.Kat:

$$F_i = \frac{(2344,49 - 164,44) \times (1066,28 \times 25)}{438884,46} = 148,3\ t$$

-14.Kat:

$$F_i = \frac{(2344,49 - 164,44) \times (1066,28 \times 31)}{438884,46} = 164,19 \text{ t}$$

-15.Kat:

$$F_i = \frac{(2344,49 - 164,44) \times (1066,28 \times 34)}{438884,46} = 180,08 \text{ t}$$

-16.Kat:

$$F_i = \frac{(2344,49 - 164,44) \times (988,88 \times 37)}{438884,46} = 181,75 \text{ t}$$

-17.Kat:

$$F_i = \frac{(2344,49 - 164,44) \times (988,88 \times 40)}{438884,46} = 196,48 \text{ t}$$

-18.Kat:

$$F_i = \frac{(2344,49 - 164,44) \times (988,88 \times 43)}{438884,46} = 211,22 \text{ t}$$

-19.Kat:

$$F_i = \frac{(2344,49 - 164,44) \times (988,88 \times 46)}{438884,46} = 225,95 \text{ t}$$

-20.Kat:

$$F_i = \frac{(2344,49 - 164,44) \times (988,88 \times 49)}{438884,46} = 240,69 \text{ t}$$

Tablo 3.3 Eşdeğer Deprem Yükleri ve Burulma Momentleri

KAT	ex (m)	ey (m)	Fx (t)	Mx (tm)	Fy (t)	My (tm)
20	1,535	1,8	240,69	369,4592	216,49	389,682
19	1,535	1,8	225,95	346,8333	203,23	365,814
18	1,535	1,8	211,22	324,2227	189,98	341,964
17	1,535	1,8	196,48	301,5968	176,72	318,096
16	1,535	1,8	181,75	278,9863	163,47	294,246
15	1,535	1,8	180,08	276,4228	161,97	291,546
14	1,535	1,8	164,19	252,0317	147,68	265,824
13	1,535	1,8	148,3	227,6405	133,39	240,102
12	1,535	1,8	132,41	203,2494	119,1	214,38
11	1,535	1,8	116,52	178,8582	104,81	188,658
10	1,535	1,8	104,4	160,254	93,9	169,02
9	1,535	1,8	87,91	134,9419	79,08	142,344
8	1,535	1,8	71,43	109,6451	64,25	115,65
7	1,535	1,8	54,95	84,34825	49,42	88,956
6	1,535	1,8	38,46	59,0361	34,6	62,28
5	1,535	1,8	25,37	38,94295	22,82	41,076
4	1,535	1,8	330,18	506,8263	330,18	594,324
3	1,535	1,8	330,18	506,8263	330,18	594,324
2	1,535	1,8	330,18	506,8263	330,18	594,324
1	1,535	1,8	330,18	506,8263	330,18	594,324

Fx ve Fy kuvvetleri bilgisayar medelinde yapıya etki ettirilerek bulunan d ötelenme değerleri kullanılarak Δi göreli kat ötelenmeleri hesaplanmış ve bu değerlerin ABYYHY'de verilen ve aşağıda belirtilen koşulları sağladığı görülmüştür.

$$\frac{(\Delta i)\max}{hi} \le 0{,}0035 \quad \text{ve} \quad \frac{(\Delta i)\max}{hi} \le 0{,}02 / \mathrm{R}$$

Ayrıca gözönüne alınan deprem doğrultusunda ikinci mertebe gösterge değerleri θi,

$$\theta i = \frac{(\Delta i) ort \times \sum_{j=1}^{N} wj}{Vi \times hi} \qquad (3.4)$$

formülü ile hesaplanmış ve bunların ABYYHY'de belirtilen $\theta_\iota \le 0{,}12$ olma koşulunu sağladığı görülmüştür. Bu değerler aşağıdaki tablolarda verilmiştir.

3.3.2 Teknik Rapor 16'ya Göre Deprem Analizi (Y – yönü)

Bu yöntem lineer elastik malzemeden yapılmış, kat döşemeleri düzlemleri içinde sonsuz rijit olan ve burulma yapmayan çok katlı yapıların yatay yüklere göre hesabı için geliştirilmiştir.

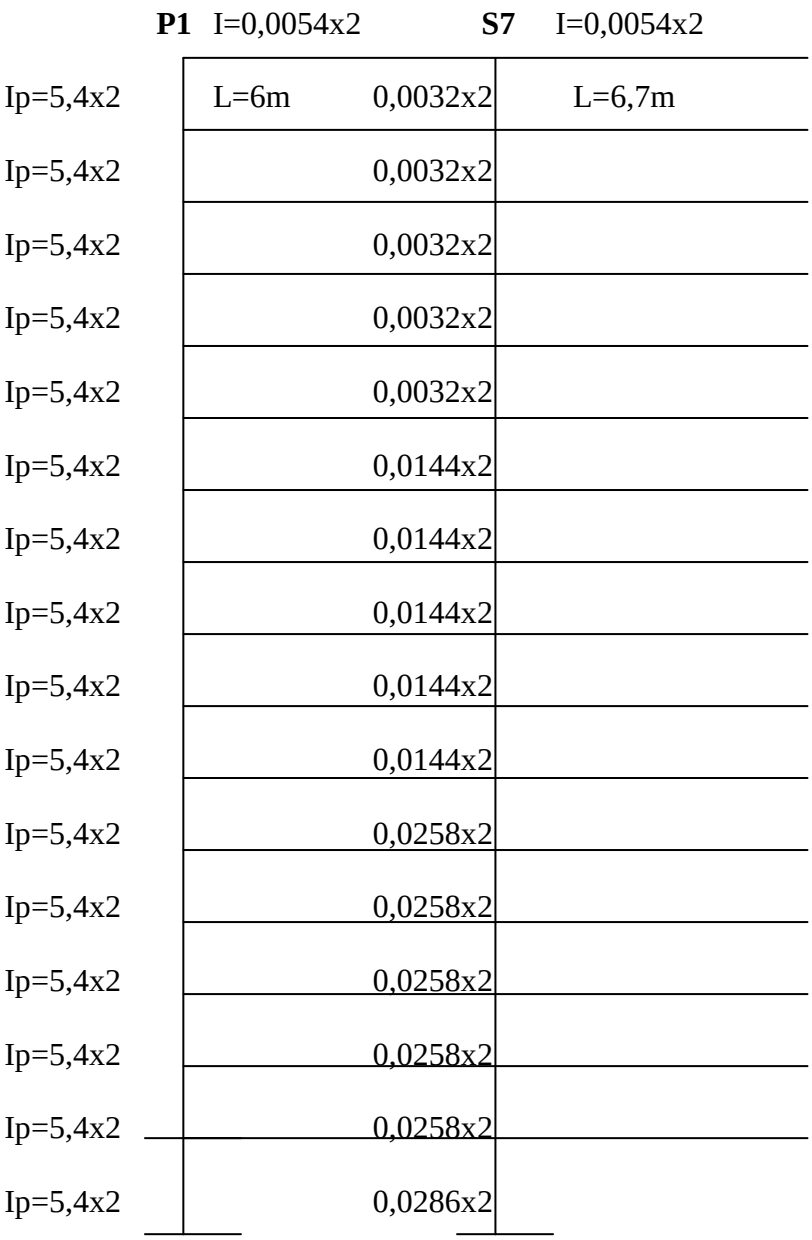
Bu metotta, perde boşlukları arasında kalan kirişler yerine fiktif çerçeveler alınarak, sistem boşluksuz perdeler ile çerçevelerden oluşan bir sisteme dönüştürülmektedir. Böylece elde edilen fiktif sistemin hesabı kuvvet metodu ile yapılabilmektedir. Bu metod çerçeve, perde ve boşluklu perdelerden oluşan yapıların hesabı için kullanılabilir.

İzlenen yol aşağıda özetlenmiştir:

1. Kolon ve kiriş I/L değerleri kullanılarak r_o , r_u , k değerleri abaklar yardımıyla belirlenmiştir.
2. D = $\frac{2EI}{H} \times k$ rijitlikleri kolonlar için hesaplanmıştır.
3. r_o , r_u değerleri kullanılarak Ra bağlantı kirişi redörleri tayin edilmiş ve fiktif çerçeve rijitlikleri hesaplanmıştır.
4. Süreklilik denklemlerindeki katsayılar bulunan değerlere göre hesaplanarak yerlerine konulmuştur.
5. Süreklilik denklemleri çözülerek Xi bilinmeyenleri bulunmuştur. Burada süreklilik denklemlerinin katsayı matrisi 3 köşegenli simetrik bir bant matristir.
6. Xi değerleri kullanılarak d kat yerdeğiştirmeleri ve T toplam kat kolon kesme kuvvetleri hesaplanmıştır.

Not: Bodrum perdelerinin bittiği zemin kat hesaplarda 1. Kat olarak alınıp 16 kat için hesap yapılmıştır.

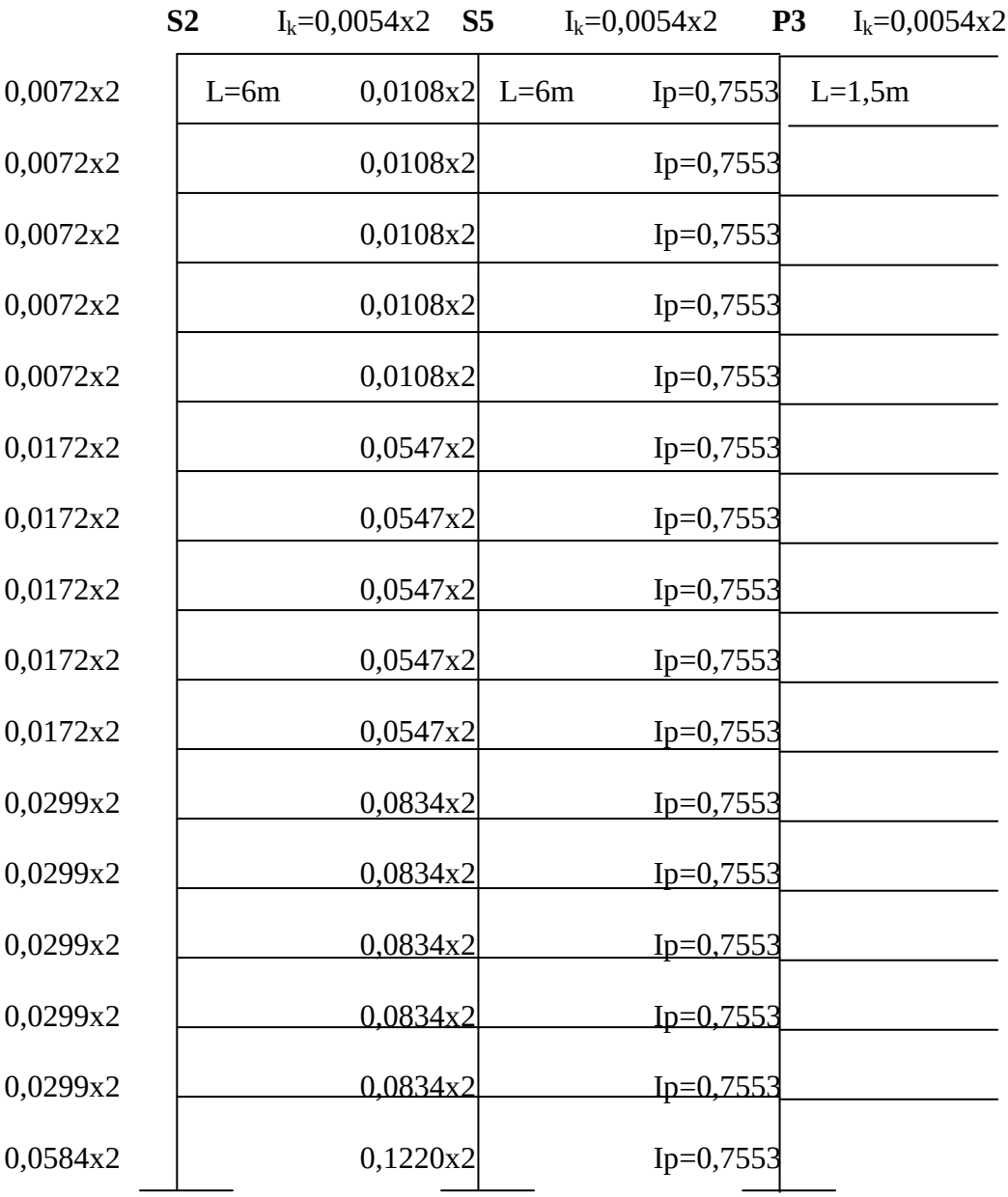
1 - AKSI



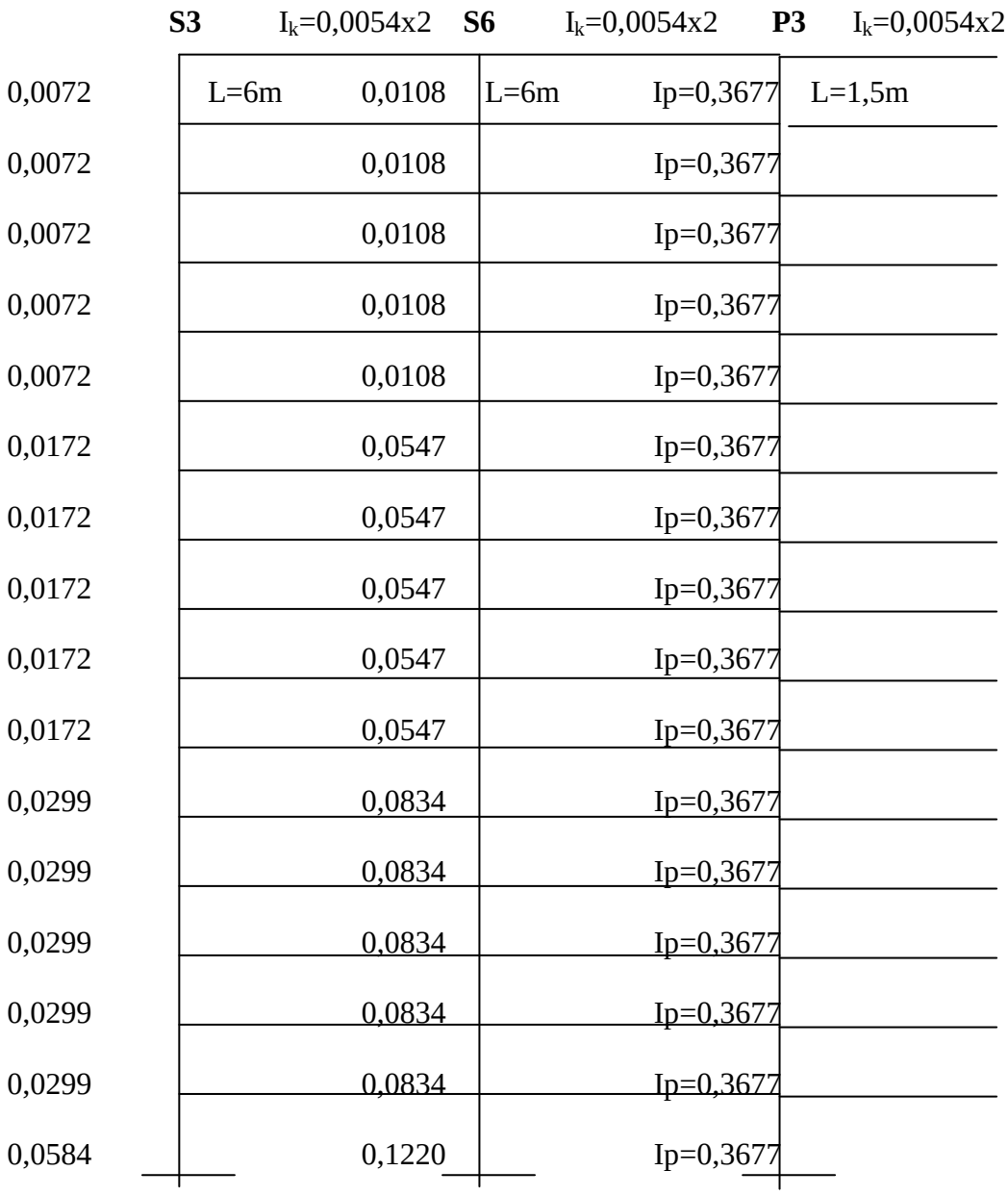
Şekil 3.5 1-Aksı Elemanları Atalet Momentleri

	S1 I_k=0,0054x2		**S4** I_k=0,0054x2		**S8** I_k=0,0054x2
0,0072x2	L=6m	0,0108x2	L=6,7m	0,0108x2	L=6,7m
0,0072x2		0,0108x2		0,0108x2	
0,0072x2		0,0108x2		0,0108x2	
0,0072x2		0,0108x2		0,0108x2	
0,0072x2		0,0108x2		0,0108x2	
0,0172x2		0,0547x2		0,0547x2	
0,0172x2		0,0547x2		0,0547x2	
0,0172x2		0,0547x2		0,0547x2	
0,0172x2		0,0547x2		0,0547x2	
0,0172x2		0,0547x2		0,0547x2	
0,0299x2		0,0834x2		0,0834x2	
0,0299x2		0,0834x2		0,0834x2	
0,0299x2		0,0834x2		0,0834x2	
0,0299x2		0,0834x2		0,0834x2	
0,0299x2		0,0834x2		0,0834x2	
0,0584x2		0,1220x2		0,1220x2	

Şekil 3.6 2-Aksı Elemanları Atalet Momentleri



Şekil 3.7 3-Aksı Elemanları Atalet Momentleri



Şekil 3.8 4-Aksı Elemanları Atalet Momentleri

r_0, r_u ve k değerleri:

-S7 Kolonu için:

$r_{016} = 0,627$	$r_{u16} = 0,386$	k = 0,4
$r_{015} = 0,386$	$r_{u15} = 0,386$	k = 0,46
$r_{014} = 0,386$	$r_{u14} = 0,386$	k = 0,46
$r_{013} = 0,386$	$r_{u13} = 0,386$	k = 0,46
$r_{012} = 0,386$	$r_{u12} = 0,164$	k = 0,63
$r_{011} = 0,738$	$r_{u11} = 0,738$	k = 0,2
$r_{010} = 0,738$	$r_{u10} = 0,738$	k = 0,2
$r_{09} = 0,738$	$r_{u9} = 0,738$	k = 0,2
$r_{08} = 0,738$	$r_{u8} = 0,738$	k = 0,2
$r_{07} = 0,738$	$r_{u7} = 0,467$	k = 0,25
$r_{06} = 0,834$	$r_{u6} = 0,834$	k = 0,15
$r_{05} = 0,834$	$r_{u5} = 0,834$	k = 0,15
$r_{04} = 0,834$	$r_{u4} = 0,834$	k = 0,15
$r_{03} = 0,834$	$r_{u3} = 0,834$	k = 0,15
$r_{02} = 0,834$	$r_{u2} = 0,542$	k = 0,18
$r_{01} = 0,7$		k = 0,4

-S1 ve S2 Kolonları için:

$r_{016} = 2,67$	$r_{u16} = 0,73$	k = 0,2
$r_{015} = 0,73$	$r_{u15} = 0,73$	k = 0,2
$r_{014} = 0,73$	$r_{u14} = 0,73$	k = 0,2
$r_{013} = 0,73$	$r_{u13} = 0,73$	k = 0,2
$r_{012} = 0,73$	$r_{u12} = 0,362$	k = 0,35
$r_{011} = 0,86$	$r_{u11} = 0,86$	k = 0,15
$r_{010} = 0,86$	$r_{u10} = 0,86$	k = 0,15
$r_{09} = 0,86$	$r_{u9} = 0,86$	k = 0,15
$r_{08} = 0,86$	$r_{u8} = 0,86$	k = 0,15
$r_{07} = 0,86$	$r_{u7} = 0,58$	k = 0,18
$r_{06} = 0,9$	$r_{u6} = 0,9$	k = 0,1
$r_{05} = 0,9$	$r_{u5} = 0,9$	k = 0,1
$r_{04} = 0,9$	$r_{u4} = 0,9$	k = 0,1
$r_{03} = 0,9$	$r_{u3} = 0,9$	k = 0,1

$r_{02} = 0,9$	$r_{u2} = 0,62$	k = 0,15
$r_{01} = 1,35$		k = 0,2

-S4, S5 ve S8 Kolonları için:

$r_{016} = 2$	$r_{u16} = 0,67$	k = 0,2
$r_{015} = 0,67$	$r_{u15} = 0,67$	k = 0,24
$r_{014} = 0,67$	$r_{u14} = 0,67$	k = 0,24
$r_{013} = 0,67$	$r_{u13} = 0,67$	k = 0,24
$r_{012} = 0,67$	$r_{u12} = 0,18$	k = 0,5
$r_{011} = 0,91$	$r_{u11} = 0,91$	k = 0,1
$r_{010} = 0,91$	$r_{u10} = 0,91$	k = 0,1
$r_{09} = 0,91$	$r_{u9} = 0,91$	k = 0,1
$r_{08} = 0,91$	$r_{u8} = 0,91$	k = 0,1
$r_{07} = 0,91$	$r_{u7} = 0,62$	k = 0,15
$r_{06} = 0,94$	$r_{u6} = 0,94$	k = 0,1
$r_{05} = 0,94$	$r_{u5} = 0,94$	k = 0,1
$r_{04} = 0,94$	$r_{u4} = 0,94$	k = 0,1
$r_{03} = 0,94$	$r_{u3} = 0,94$	k = 0,1
$r_{02} = 0,94$	$r_{u2} = 0,86$	k = 0,15
$r_{01} = 1$		k = 0,2

-S3 Kolonu için:

$r_{016} = 2,67$	$r_{u16} = 0,73$	k = 0,2
$r_{015} = 0,73$	$r_{u15} = 0,73$	k = 0,2
$r_{014} = 0,73$	$r_{u14} = 0,73$	k = 0,2
$r_{013} = 0,73$	$r_{u13} = 0,73$	k = 0,2
$r_{012} = 0,73$	$r_{u12} = 0,42$	k = 0,3
$r_{011} = 0,86$	$r_{u11} = 0,86$	k = 0,15
$r_{010} = 0,86$	$r_{u10} = 0,86$	k = 0,15
$r_{09} = 0,86$	$r_{u9} = 0,86$	k = 0,15
$r_{08} = 0,86$	$r_{u8} = 0,86$	k = 0,15
$r_{07} = 0,86$	$r_{u7} = 0,575$	k = 0,19
$r_{06} = 0,92$	$r_{u6} = 1$	k = 0,05
$r_{05} = 0,92$	$r_{u5} = 0,92$	k = 0,05

$r_{04} = 0,92$	$r_{u4} = 0,92$	k = 0,05
$r_{03} = 0,92$	$r_{u3} = 0,92$	k = 0,05
$r_{02} = 0,92$	$r_{u2} = 0,64$	k = 0,15
$r_{01} = 1,45$		k = 0,2

-S6 Kolonu için:

$r_{016} = 2$	$r_{u16} = 0,67$	k = 0,2
$r_{015} = 0,67$	$r_{u15} = 0,67$	k = 0,25
$r_{014} = 0,67$	$r_{u14} = 0,67$	k = 0,25
$r_{013} = 0,67$	$r_{u13} = 0,67$	k = 0,25
$r_{012} = 0,67$	$r_{u12} = 0,18$	k = 0,5
$r_{011} = 0,91$	$r_{u11} = 0,91$	k = 0,05
$r_{010} = 0,91$	$r_{u10} = 0,91$	k = 0,05
$r_{09} = 0,91$	$r_{u9} = 0,91$	k = 0,05
$r_{08} = 0,91$	$r_{u8} = 0,91$	k = 0,05
$r_{07} = 0,91$	$r_{u7} = 0,62$	k = 0,15
$r_{06} = 0,94$	$r_{u6} = 0,94$	k = 0,05
$r_{05} = 0,94$	$r_{u5} = 0,94$	k = 0,05
$r_{04} = 0,94$	$r_{u4} = 0,94$	k = 0,05
$r_{03} = 0,94$	$r_{u3} = 0,94$	k = 0,05
$r_{02} = 0,94$	$r_{u2} = 0,86$	k = 0,1
$r_{01} = 1$		k = 0,25

Tablolarda verilen değerler kullanılarak sistemin süreklilik denklemi çözülmüştür. Süreklilik denklemi ve katsayılarının açıklamaları aşağıdaki gibidir:

$$\delta_{i,i-1} X_{i-1} + \delta_{i,i} X_i + \delta_{i,i+1} X_{i+1} + \delta_{i,0} = 0 \qquad (3.5)$$

$$\delta_{i,i-1} = f_{i-1} - F_{i-1} \quad (3.6)$$

$$\delta_{i,i} = 2f_i + 2f_{i-1} + F_i + F_{i-1} \quad (3.7)$$

$$\delta_{i,i+1} = f_i - F_i \quad (3.8)$$

$$\delta_{i,0} = f_i M_{i+1,0} + 2(f_i + f_{i-1}) M_{i,0} + f_{i-1} M_{i-1,0} \quad (3.9)$$

$$f_i = \frac{h_i}{6(\sum EI_p)_i} \quad (3.10)$$

$$F_i = \frac{1}{(\sum D)_i} \quad (3.11)$$

$(\Sigma EI_p)_i$: i katında sabit olarak alınan perde eğilme rijitliklerinin toplamı

$(\Sigma D)_i$: kolon rijitlikleri toplamı

h : kat yüksekliği

$M_{i,0}$: tabanında ankastre olan konsol kirişte yatay yüklerden i döşemesi hizasında meydana gelen eğilme momenti

Tablo 3.17 Teknik Rapor 16'ya Göre Kat Deplasmanları Hesabı

Xi	Ti	Σ D	Σ D / (h)^2	δ(i)	d (m)
-2,33921	0,779736	0,993727	334002,7229	2,33E-06	0,061311
-649,075	215,5786	0,713846	239931,4918	0,000899	0,060413

-1905,18	418,7014	0,713846	239931,4918	0,001745	0,058668
-3729,58	608,135	0,713846	239931,4918	0,002535	0,056133
-6082,84	784,4187	0,808296	271677,3785	0,002887	0,053246
-8925,33	947,4954	0,810711	272488,837	0,003477	0,049769
-12250,6	1108,425	0,810711	272488,837	0,004068	0,045701
-16016,2	1255,208	0,810711	272488,837	0,004606	0,041094
-20179,7	1387,831	0,810711	272488,837	0,005093	0,036001
-24698,2	1506,155	0,932846	313539,933	0,004804	0,031198
-29529,4	1610,407	0,881777	296375,0962	0,005434	0,025764
-34639,1	1703,216	0,881777	296375,0962	0,005747	0,020017
-39988,5	1783,147	0,881777	296375,0962	0,006017	0,014001
-45512,4	1841,306	0,881777	296375,0962	0,006213	0,007788
-51250,4	1912,653	0,975412	327846,9602	0,005834	0,001954
-56814,1	1390,92	2,118024	711891,4426	0,001954	0

Ayrıca Teknik Rapor 16'ya göre bulunan deplasmanlar ile ABYYHY'deki Periyod hesabı

$$T_1 = 2\pi \left[\frac{\sum_{i=1}^{N} (m_i d_{fi}^{\ 2})}{\sum_{i=1}^{N} (F_{fi} d_{fi})} \right]^{1/2} \qquad (3.12)$$

formülü ile yapılarak T = 1,0489 s değeri bulunmuştur. Bu değer bilgisayar analizinden elde edilen T = 1,129 s değerine yakındır. Bu hesap Tablo 3.18'de gösterilmiştir.

Tablo 3.18 Teknik Rapor 16 Hesabında Bulunan Deplasmanlara Göre Periyod Hesabı

I	Wi	mi	Hi	Di	Fi	mi*(di)^2	Fi*di
20	872,78	88,9684	61	0,061311	215,938	0,33444	13,23947

19	872,78	88,9684	58	0,060413	202,718	0,32471	12,24679
18	872,78	88,9684	55	0,058668	189,497	0,306222	11,11738
17	872,78	88,9684	52	0,056133	176,276	0,280334	9,894941
16	872,78	88,9684	49	0,053246	163,056	0,252237	8,682065
15	950,18	96,85831	46	0,049769	160,987	0,239911	8,012117
14	950,18	96,85831	43	0,045701	146,782	0,202296	6,708075
13	950,18	96,85831	40	0,041094	132,578	0,16357	5,448224
12	950,18	96,85831	37	0,036001	118,373	0,125538	4,261584
11	950,18	96,85831	34	0,031198	104,168	0,094271	3,249792
10	990,08	100,9256	31	0,025764	93,188	0,066992	2,400889
9	990,08	100,9256	28	0,020017	78,474	0,040439	1,570822
8	990,08	100,9256	25	0,014001	63,76	0,019783	0,892677
7	990,08	100,9256	22	0,007788	49,046	0,006121	0,381961
6	990,08	100,9256	19	0,001954	34,33	0,000385	0,067075
5	1160,99	118,3476	16	0	22,519	0	0
4	1121,08	114,2793	12	0	343,163	0	0
3	1121,08	114,2793	9	0	343,163	0	0
2	1121,08	114,2793	6	0	343,163	0	0
1	1121,08	114,2793	3	0	343,163	0	0
Σ						2,45725	88,17386

T1 = 1,048901 s

3.3.3 Sap 2000 programı ile Spektral Analiz

- ABYYHY adı altında Deprem yönetmeliğindeki spektrum eğrisinin programa girişi yapılmıştır.
- Her iki doğrultuda S – spektrum ölçek katsayısı aşağıdaki değer alınmıştır:

$$S = \frac{A_0 \times g}{R} \qquad (3.13)$$

$$S = \frac{0,4 \times 9,81}{7} = 0,5606$$

- CQC Tam Karesel Birleştirme metodu kullanılmıştır.
- Toplam 6 adet mod göz önüne alınmıştır.

3.4 Bodrum Perdeleri Yükleri ve Moment Değerleri

Bodrum perdeleri yükleri AFBYYHY'deki toprak basıncı formülleri kullanılarak belirlenmiştir. Daha sonra bu yükler üçgen ve düzgün yayılı yükler şeklinde

idealize edilerek plaklar için verilen moment katsayıları ile plak momentleri hesaplanmıştır.

$$Kat = \frac{(1 \pm Cv) \times \cos^2(\varphi - \lambda - \alpha)}{\cos\lambda \times \cos^2\alpha \times \cos(\delta + \alpha + \lambda)} \times \frac{1}{\left[1 + \sqrt{\frac{\sin(\varphi + \delta) \times \sin(\varphi - \lambda - i)}{\cos(\delta + \alpha + \lambda) \times \cos(i - \alpha)}}\right]^2} \qquad (3.14)$$

$$\lambda = \arctan\left[\frac{Ch}{(1 \pm Cv)}\right] \qquad (3.15)$$

$Ch = 0{,}3 \times (I+1) \times A_0 = 0{,}3 \times (1+1) \times 0{,}4 = 0{,}24$

$$\lambda = \arctan\left[\frac{0{,}24}{(1 \pm 0)}\right] = 13{,}496$$

$\varphi = 30^o$

$\gamma = 1{,}8\ t/m^3$

$\alpha = 0$ i = 0 $\delta = 0$

$$Kat = \frac{(1 \pm 0) \times \cos^2(30 - 13{,}496 - 0)}{\cos 13{,}496 \times \cos^2 0 \times \cos(0 + 0 + 13{,}496)} \times \frac{1}{\left[1 + \sqrt{\frac{\sin(30 + 0) \times \sin(30 - 13{,}496 - 0)}{\cos(0 + 0 + 13{,}496) \times \cos(0 - 0)}}\right]^2} \qquad (3.16)$$

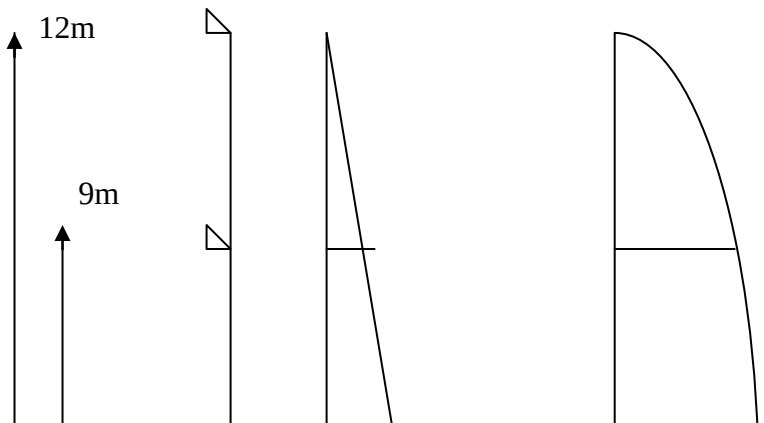
Kat = 0,509

Kas için $\lambda = 0$ ⟶ Kas = 0,333

Kad = Kat – Kas = 0,509 – 0,333 = 0,176

$$Pad(z) = 3 \times Kad \times (1 - \frac{z}{H}) \times pv(z) = 3 \times Kad \times (1 - \frac{z}{H}) \times \gamma \times z$$

z	Pad(z)
0	0
3	2,138
6	2,851
9	2,138
12	0



1,19 t/m 2,138 t/m

6m 2,38 t/m 2,851 t/m

3m 3,569 t/m 2,138 t/m

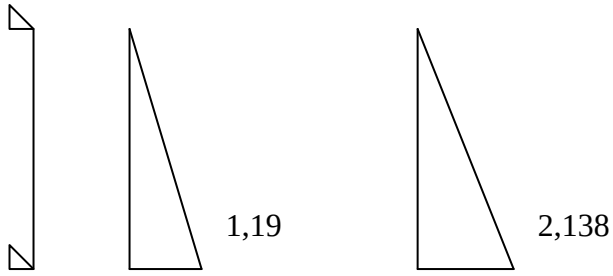
7,193 t/m

Statik Etki Dinamik Etki

Şekil 3.9 Bodrum Perdesi Statik ve Dinamik Toprak Yükleri

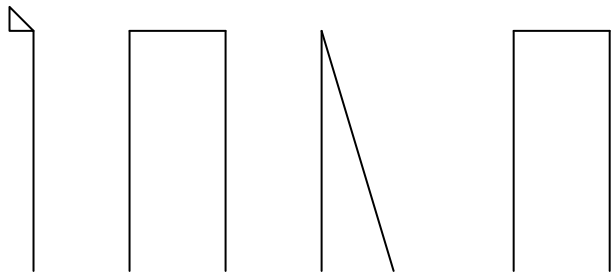
Yüklemeler:

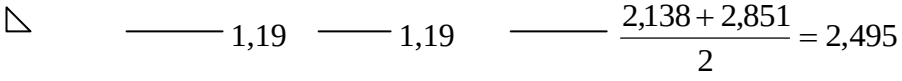
4. Kat:



Şekil 3.10 4. Kat Bodrum Perdesi İdealleştirilmiş Toprak Yükleri

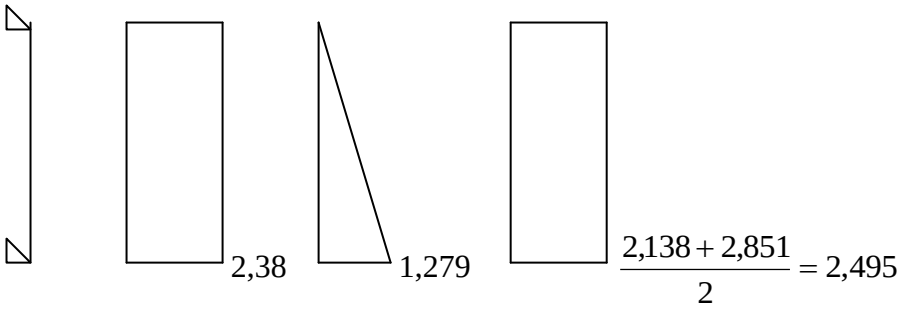
3. Kat:





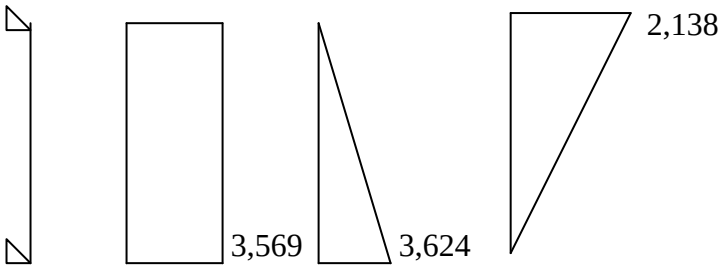
Şekil 3.11 3. Kat Bodrum Perdesi İdealleştirilmiş Toprak Yükleri

2. Kat:



Şekil 3.12 2. Kat Bodrum Perdesi İdealleştirilmiş Toprak Yükleri

1. Kat:



Şekil 3.13 1. Kat Bodrum Perdesi İdealleştirilmiş Toprak Yükleri

Moment Değerleri:

Düzgün yayılı yükte: $K = q \times lx \times ly$ (3.17)

Üçgen yayılı yükte: $K = \frac{1}{2} \times q \times lx \times ly$ (3.18)

$Mi = K / mi$ (3.19)

$\varepsilon = \frac{ly}{lx} = \frac{6}{3} = 2$

4. Kat:

-1. yükleme

$K = \frac{1}{2} \times 1{,}19 \times 6 \times 3 = 10{,}71$ tm

$m_{xm} = 50 \longrightarrow Mxm = 0{,}214$ tm

$m_{ym} = 514 \longrightarrow Mym = 0{,}021$ tm

$-m_{ex1} = 30{,}2 \longrightarrow Mex1 = -0{,}355$ tm

$-m_{ex2} = 20{,}3 \longrightarrow Mex2 = -1{,}528$ tm

$-m_{ey1} = -m_{ey2} = 35{,}4 \longrightarrow Mey1 = Mey2 = -0{,}303$ tm

-2. yükleme

$K = \frac{1}{2} \times 2{,}138 \times 6 \times 3 = 19{,}242$ tm

$m_{xm} = 50 \longrightarrow Mxm = 0{,}388$ tm

$m_{ym} = 514 \longrightarrow Mym = 0{,}0378$ tm

$-m_{ex1} = 30{,}2 \longrightarrow Mex1 = -0{,}643$ tm

$-m_{ex2} = 20{,}3 \longrightarrow Mex2 = -0{,}957$ tm

$-m_{ey1} = -m_{ey2} = 35{,}4 \longrightarrow Mey1 = Mey2 = -0{,}549$ tm

3. Kat:

-1. yükleme

$K = 1{,}19 \times 6 \times 3 = 21{,}42$ tm

$m_{xm} = 50 \longrightarrow Mxm = 0{,}428$ tm

$m_{ym} = 210 \longrightarrow Mym = 0{,}102$ tm

$-m_{ex1} = 24 \longrightarrow Mex1 = -0{,}893$ tm

$-m_{ex2} = 24 \longrightarrow Mex2 = -0{,}893$ tm

$-m_{ey1} = -m_{ey2} = 35 \longrightarrow Mey1 = Mey2 = -0{,}612$ tm

-2. yükleme

$K = \frac{1}{2} \times 1{,}19 \times 6 \times 3 = 10{,}71$ tm

$m_{xm} = 50 \longrightarrow Mxm = 0{,}214$ tm

m_{ym} = 514 ⟶ Mym = 0,021 tm

$-m_{ex1}$ = 30,2 ⟶ Mex1 = -0,355 tm

$-m_{ex2}$ = 20,3 ⟶ Mex2 = -0,528 tm

$-m_{ey1} = -m_{ey2}$ = 35,4 ⟶ Mey1 = Mey2 = -0,303 tm

-3. yükleme

K = 2,495× 6×3 = 100,3 tm

m_{xm} = 50 ⟶ Mxm = 0,898 tm

m_{ym} = 210 ⟶ Mym = 0,214 tm

$-m_{ex1}$ = 24 ⟶ Mex1 = -1,871 tm

$-m_{ex2}$ = 24 ⟶ Mex2 = -1,871 tm

$-m_{ey1} = -m_{ey2}$ = 35 ⟶ Mey1 = Mey2 = -1,283 tm

2. Kat:

-1. yükleme

K = 2,38× 6×3 = 42,84 tm

m_{xm} = 50 ⟶ Mxm = 0,857 tm

m_{ym} = 210 ⟶ Mym = 0,204 tm

$-m_{ex1}$ = 24 ⟶ Mex1 = -1,785 tm

$-m_{ex2}$ = 24 ⟶ Mex2 = -1,785 tm

$-m_{ey1} = -m_{ey2}$ = 35 ⟶ Mey1 = Mey2 = -1,224 tm

-2. yükleme

K = $\frac{1}{2}$ × 1,279× 6×3 = 11,511 tm

m_{xm} = 50 ⟶ Mxm = 0,23 tm

m_{ym} = 514 ⟶ Mym = 0,022 tm

$-m_{ex1}$ = 30,2 ⟶ Mex1 = -381 tm

$-m_{ex2}$ = 20,3 ⟶ Mex2 = -0,567 tm

$-m_{ey1} = -m_{ey2}$ = 35,4 ⟶ Mey1 = Mey2 = -0,325 tm

-3. yükleme

K = 2,495× 6×3 = 44,91 tm

m_{xm} = 50 ⟶ Mxm = 0,898 tm

m_{ym} = 210 ⟶ Mym = 0,214 tm

$-m_{ex1} = 24 \longrightarrow$ Mex1 = -1,871 tm

$-m_{ex2} = 24 \longrightarrow$ Mex2 = -1,283 tm

$-m_{ey1} = -m_{ey2} = 35 \longrightarrow$ Mey1 = Mey2 = -4,917 tm

1. Kat:

-1. yükleme

K = $3{,}569 \times 6 \times 3 = 64{,}24$ tm

$m_{xm} = 50 \longrightarrow$ Mxm = 1,285 tm

$m_{ym} = 210 \longrightarrow$ Mym = 0,396 tm

$-m_{ex1} = 24 \longrightarrow$ Mex1 = -2,677 tm

$-m_{ex2} = 24 \longrightarrow$ Mex2 = -2,677 tm

$-m_{ey1} = -m_{ey2} = 35 \longrightarrow$ Mey1 = Mey2 = -1,836 tm

-2. yükleme

K = $\frac{1}{2} \times 3{,}624 \times 6 \times 3 = 32{,}616$ tm

$m_{xm} = 50 \longrightarrow$ Mxm = 0,652 tm

$m_{ym} = 514 \longrightarrow$ Mym = 0,064 tm

$-m_{ex1} = 30{,}2 \longrightarrow$ Mex1 = -1,08 tm

$-m_{ex2} = 20{,}3 \longrightarrow$ Mex2 = -1,607 tm

$-m_{ey1} = -m_{ey2} = 35{,}4 \longrightarrow$ Mey1 = Mey2 = -0,921 tm

-3. yükleme

K = $\frac{1}{2} \times 2{,}138 \times 6 \times 3 = 19{,}242$ tm

$m_{xm} = 50 \longrightarrow$ Mxm = 0,385 tm

$m_{ym} = 514 \longrightarrow$ Mym = 0,038 tm

$-m_{ex1} = 20{,}3 \longrightarrow$ Mex1 = -0,948 tm

$-m_{ex2} = 30{,}2 \longrightarrow$ Mex2 = -0,637 tm

$-m_{ey1} = -m_{ey2} = 35{,}4 \longrightarrow$ Mey1 = Mey2 = -0,544 tm

3.5 Radye Temelin Modellenmesi ve Analizi

Radye temel SAP 2000 programı ile modellenmiştir. Bu modelleme sırasında zemin yatak katsayısı olarak k = 5000 t/m^3 değeri kullanılmıştır. Modelleme, zımbalama donatısı gerektirmeyen plak kalınlığı için yapılmıştır. Her düğüm

noktasına, yatak katsayısının düğüm noktası etkili alanı ile çarpımı büyüklüğünde yay katsayısı değeri olan bir yay tanımlanmıştır. Betonarme perdeler rijit çubuklar olarak sisteme dahil edilmiş ve perde rijitliklerinin temel plağı üzerindeki etkisi idealize edilmiştir. Daha sonra en elverişsiz sonuç veren G+Q+EXP (1) ve G+Q+EXP (2) kombinasyonlarının plak düğüm noktalarındaki normal kuvvet, kesme kuvveti, ve eğilme momenti etkileri yük olarak aktarılmıştır. Perdelerin altındaki düğüm noktalarında oluşan normal kuvvetler rijit perde çubuklarına düzgün yayılı yük, momentlerde üçgen yayılı yük olarak dağıtılmıştır. Ayrıca betonarme plağın kendi ağırlığıda, kombinasyonlarda zati yük katılım katsayısı "1" verilerek göz önünde bulundurulmuştur.

3.6 Bilgisayar Analizi Sonuçları

3.6.1 Üstyapı

Eşdeğer Deprem Yükü metodu ile elde edilen deprem, zati ağırlık ve hareketli yük sınıfları ile yapılan kombinasyonların en elverişsiz sonuç verenlerine göre yapı elemanlarının betonarme hesapları yapılmıştır. Kirişler için tüm kombinasyonların maksimum değerlerini veren zarf kombinasyonları (X ve Y yönlerinde) tanımlanarak, kiriş betonarme hesaplarında bu kombinasyonlardan elde edilen moment ve kesme kuvveti değerleri kullanılmıştır. Perdelere saplanan kirişlerde çok büyük eğilme momenti etkileri ortaya çıkmıştır. Bu etkilere gore donatı yerleştirmek yerine, perdelere saplanan kirişlerin deprem esnasında mafsallaşarak çatladığı ve toplam atalet momentlerinin yarısını yitirdikleri kabuluyle analiz yapılmıştır. Elde edilen azaltılmış eğileme momentleri, betonarme hesaplarda kullanılmıştır. Kirişlerde meydana gelen moment azalmasının sonucunda perdelerde oluşan moment artışı göz önünde bulundurulmuştur.

3.6.2 Radye Temel

Temel plağı düğüm noktalarında oluşan çökmelerin değerleri zemin yatak katsayısı ile çarpılarak oluşan zemin gerilmeleri değerlendirilmiştir. Bu değerlendirme sırasında deprem esnasında zemin emniyet gerilmesinde %50'lik bir artış göz önünde bulundurularak karşılaştırma yapılmış ve zemin gerilmeleri bakımından bir problem oluşmadığı görülmüştür.

Temel plağında oluşan eğilme momenti etkileri değerlendirilerek betonarme hesabı yapılmıştır.

Not: Betonarme hesabı yapılan yapı elemanlarının analiz sonuçları ek olarak verilen disketlerde mevcuttur.

4. BETONARME HESAPLARI

4.1 Zemin Kat Kolonları

C25 / S420

fcd = 1,67 kN/cm^2

fck = 2,50 kN/cm^2

$$n_r = \frac{Nd}{0{,}85 \times b \times h \times fcd} \tag{4.1}$$

$$M_d = \frac{M_2}{0{,}85 \times b \times h^2 \times fcd} \tag{4.2}$$

<u>S1 Kolonu:</u> (70×100 cm^2) Kolon Zati Ağırlığı = 51 ton

-1,4G + 1,6Q

Nd = 398,66 + 1,4×51 = 470,06 t = 4700,6 kN < 0,5×fct×Ac = 8750 kN

M_2 = 10,949 tm = 104,49 kNm

M_3 = 1,222 tm = 12,22 kNm

d' / h = 0,08

$$n_r = \frac{Nd}{0{,}85 \times b \times h \times fcd} = \frac{4700{,}6}{0{,}85 \times 70 \times 100 \times 1{,}67} = 0{,}473$$

$$M_{2d} = \frac{M_2}{0{,}85 \times b \times h^2 \times fcd} = \frac{10949}{0{,}85 \times 70 \times 100^2 \times 1{,}67} = 0{,}0105$$

$$M_{3d} = \frac{M_3}{0{,}85 \times b \times h^2 \times fcd} = \frac{1222}{0{,}85 \times 100 \times 70^2 \times 1{,}67} = 0{,}001$$

$\rho < \rho_{min} = 0{,}01$ As = $0{,}01 \times 70 \times 100 = 70$ cm^2

-G + Q + EXP

Nd = 277,705 + 51 = 328,705 t = 3287,05 kN < 0,5×fct×Ac = 8750 kN

M_2 = 10,634 tm = 106,34 kNm

M_3 = 54,475 tm = 544,75 kNm

$$n_r = \frac{Nd}{0{,}85 \times b \times h \times fcd} = \frac{3287{,}05}{0{,}85 \times 70 \times 100 \times 1{,}67} = 0{,}33$$

$M_{2d} = \dfrac{M_2}{0{,}85 \times b \times h^2 \times fcd} = \dfrac{10634}{0{,}85 \times 70 \times 100^2 \times 1{,}67} = 0{,}011$

$M_{2d} = \dfrac{M_3}{0{,}85 \times b \times h^2 \times fcd} = \dfrac{54475}{0{,}85 \times 100 \times 70^2 \times 1{,}67} = 0{,}079$

$\rho < \rho_{min} = 0{,}01$

$As = 0{,}01 \times 70 \times 100 = 70\ cm^2$

-G + Q + EYN

Nd = 440,085 + 51 = 491,085 t = 4910,85 kN < $0{,}5 \times fct \times Ac$ = 8750 kN

M_2 = 48,046 tm = 480,46 kNm

M_3 = 14,203 tm = 142,03 kNm

d' / h = 0,08

$n_r = \dfrac{Nd}{0{,}85 \times b \times h \times fcd} = \dfrac{4910{,}85}{0{,}85 \times 70 \times 100 \times 1{,}67} = 0{,}494$

$M_{2d} = \dfrac{M_2}{0{,}85 \times b \times h^2 \times fcd} = \dfrac{48046}{0{,}85 \times 70 \times 100^2 \times 1{,}67} = 0{,}047$

$M_{2d} = \dfrac{M_3}{0{,}85 \times b \times h^2 \times fcd} = \dfrac{14203}{0{,}85 \times 100 \times 70^2 \times 1{,}67} = 0{,}02$

$\rho < \rho_{min} = 0{,}01$

$As = 0{,}01 \times 70 \times 100 = 70\ cm^2$

- Seçilen: 16 ϕ 26

-Burkulma Tahkiki:

i = $0{,}30h = 0{,}30 \times 4 = 1{,}2$

$(Ec \times I / l)_{kiriş} = 3{,}025 \times 10^6 \times 0{,}0054 / 6 = 2722{,}23$

$(Ec \times I)_{kolon} = 3{,}025 \times 10^6 \times 1 \times 0{,}7^3 / 12 = 86464{,}58$

$\dfrac{\sum (Ec \times I / l)_{kolon}}{2 \times (Ec \times I / l)_{kiriş}} = \dfrac{(86464{,}58 / 4) + 86464{,}58 / 3)}{2 \times 2722{,}25} = 9{,}26$

$k = 0{,}7 + 0{,}05 \times (9{,}26 \times 2) = 1{,}626$

$\dfrac{k \times l}{i} = \dfrac{1{,}626 \times 4}{1{,}2} = 5{,}42 < 34 - 12(M_{1d} / M_{2d}) \longrightarrow$ Narinliğin etkisi yok

S2 Kolonu: $(70\times100\ cm^2)$ Kolon Zati Ağırlığı = 51 ton

-1,4G + 1,6Q

Nd = 426,424 + 1,4×51 = 497,824 t = 4978,24 kN < 0,5×fct×Ac = 8750 kN

M_2 = 10,906 tm = 109,06 kNm

M_3 = 0,49 tm = 4,9 kNm

d' / h = 0,08

$$n_r = \frac{Nd}{0{,}85\times b\times h\times fcd} = \frac{4978{,}824}{0{,}85\times70\times100\times1{,}67} = 0{,}5$$

$$M_{2d} = \frac{M_2}{0{,}85\times b\times h^2\times fcd} = \frac{10906}{0{,}85\times70\times100^2\times1{,}67} = 0{,}0106$$

$$M_{2d} = \frac{M_3}{0{,}85\times b\times h^2\times fcd} = \frac{490}{0{,}85\times100\times70^2\times1{,}67} = 0{,}0007$$

$\rho < \rho_{min} = 0{,}01$

As = 0,01×70×100 = 70 cm^2

-G + Q + EXP

Nd = 281,569 + 51 = 332,569 t = 3325,69 kN < 0,5×fct×Ac = 8750 kN

M_2 = 8,02 tm = 80,2 kNm

M_3 = 54,414 tm = 544,14 kNm

d' / h = 0,08

$$n_r = \frac{Nd}{0{,}85\times b\times h\times fcd} = \frac{3325{,}69}{0{,}85\times70\times100\times1{,}67} = 0{,}335$$

$$M_{2d} = \frac{M_2}{0{,}85\times b\times h^2\times fcd} = \frac{8020}{0{,}85\times70\times100^2\times1{,}67} = 0{,}0081$$

$$M_{2d} = \frac{M_3}{0{,}85\times b\times h^2\times fcd} = \frac{54414}{0{,}85\times100\times70^2\times1{,}67} = 0{,}079$$

$\rho < \rho_{min} = 0{,}01$

As = 0,01×70×100 = 70 cm^2

-G + Q - EYP

Nd = 409,86 + 51 = 460,81 t = 4608,1 kN < 0,5×fct×Ac = 8750 kN

M_2 = 42,55 tm = 425,5 kNm

M_3 = 5,2 tm = 52 kNm

d' / h = 0,08

$n_r = \frac{Nd}{0,85 \times b \times h \times fcd} = \frac{4608,1}{0,85 \times 70 \times 100 \times 1,67} = 0,46$

$M_{2d} = \frac{M_2}{0,85 \times b \times h^2 \times fcd} = \frac{42550}{0,85 \times 70 \times 100^2 \times 1,67} = 0,042$

$M_{2d} = \frac{M_3}{0,85 \times b \times h^2 \times fcd} = \frac{5200}{0,85 \times 100 \times 70^2 \times 1,67} = 0,0075$

$\rho < \rho_{min} = 0,01$

$As = 0,01 \times 70 \times 100 = 70\ cm^2$

- Seçilen: 16 ϕ 26

<u>S3 Kolonu:</u> ($70 \times 100\ cm^2$) Kolon Zati Ağırlığı = 51 ton

-1,4G + 1,6Q

Nd = 428,569 + 1,4×51 = 499,969 t = 4999,69 kN < 0,5×fct×Ac = 8750 kN

M_2 = 10,901 tm = 109,01 kNm

M_3 = 0,75 tm = 7,5 kNm

d' / h = 0,08

$n_r = \frac{Nd}{0,85 \times b \times h \times fcd} = \frac{4999,69}{0,85 \times 70 \times 100 \times 1,67} = 0,5$

$M_{2d} = \frac{M_2}{0,85 \times b \times h^2 \times fcd} = \frac{10901}{0,85 \times 70 \times 100^2 \times 1,67} = 0,0105$

$M_{2d} = \frac{M_3}{0,85 \times b \times h^2 \times fcd} = \frac{750}{0,85 \times 100 \times 70^2 \times 1,67} = 0,001$

$\rho < \rho_{min} = 0,01$

$As = 0,01 \times 70 \times 100 = 70\ cm^2$

-G + Q + EXP

Nd = 284,12 + 51 = 335,12 t = 3351,2 kN < 0,5×fct×Ac = 8750 kN

M_2 = 7,109 tm = 71,09 kNm

M_3 = 55,059 tm = 550,59 kNm

d' / h = 0,08

$$n_r = \frac{Nd}{0{,}85 \times b \times h \times fcd} = \frac{3351{,}2}{0{,}85 \times 70 \times 100 \times 1{,}67} = 0{,}337$$

$$M_{2d} = \frac{M_2}{0{,}85 \times b \times h^2 \times fcd} = \frac{7109}{0{,}85 \times 70 \times 100^2 \times 1{,}67} = 0{,}007$$

$$M_{2d} = \frac{M_3}{0{,}85 \times b \times h^2 \times fcd} = \frac{55059}{0{,}85 \times 100 \times 70^2 \times 1{,}67} = 0{,}079$$

$\rho < \rho_{min} = 0{,}01$

$As = 0{,}01 \times 70 \times 100 = 70\ cm^2$

-G + Q - EYN

Nd = 417,609 + 51 = 468,609 t = 4686,09 kN < $0{,}5 \times fct \times Ac$ = 8750 kN

M_2 = 46,346 tm = 463,46 kNm

M_3 = 4,978 tm = 49,78 kNm

d' / h = 0,08

$$n_r = \frac{Nd}{0{,}85 \times b \times h \times fcd} = \frac{4686{,}09}{0{,}85 \times 70 \times 100 \times 1{,}67} = 0{,}47$$

$$M_{2d} = \frac{M_2}{0{,}85 \times b \times h^2 \times fcd} = \frac{46346}{0{,}85 \times 70 \times 100^2 \times 1{,}67} = 0{,}047$$

$$M_{2d} = \frac{M_3}{0{,}85 \times b \times h^2 \times fcd} = \frac{4978}{0{,}85 \times 100 \times 70^2 \times 1{,}67} = 0{,}007$$

$\rho < \rho_{min} = 0{,}01$

$As = 0{,}01 \times 70 \times 100 = 70\ cm^2$

- Seçilen: 16 ϕ 26

<u>S4 Kolonu:</u> ($110 \times 110\ cm^2$) Kolon Zati Ağırlığı = 90,45 ton

-1,4G + 1,6Q

Nd = 711,386 + $1{,}4 \times 90{,}45$ = 838,016 t = 8380,16 kN < $0{,}5 \times fct \times Ac$ = 15125 kN

M_2 = 3,698 tm = 36,98 kNm

M_3 = 2,55 tm = 25,5 kNm

d' / h = 0,08

$$n_r = \frac{Nd}{0{,}85 \times b \times h \times fcd} = \frac{8380{,}16}{0{,}85 \times 110 \times 110 \times 1{,}67} = 0{,}487$$

$$M_{2d} = \frac{M_2}{0{,}85 \times b \times h^2 \times fcd} = \frac{3698}{0{,}85 \times 110 \times 110^2 \times 1{,}67} = 0{,}0011$$

$$M_{2d} = \frac{M_3}{0{,}85 \times b \times h^2 \times fcd} = \frac{2550}{0{,}85 \times 110 \times 110^2 \times 1{,}67} = 0{,}0008$$

$\rho < \rho_{min} = 0{,}01$

$As = 0{,}01 \times 110 \times 110 = 121\ cm^2$

-G + Q - EXP

$Nd = 518{,}85 + 90{,}45 = 609{,}3\ t = 6093\ kN < 0{,}5 \times fct \times Ac = 15125\ kN$

$M_2 = 5{,}201\ tm = 52{,}01\ kNm$

$M_3 = 87{,}689\ tm = 876{,}89\ kNm$

$d' / h = 0{,}08$

$$n_r = \frac{Nd}{0{,}85 \times b \times h \times fcd} = \frac{6093}{0{,}85 \times 110 \times 110 \times 1{,}67} = 0{,}35$$

$$M_{2d} = \frac{M_2}{0{,}85 \times b \times h^2 \times fcd} = \frac{5201}{0{,}85 \times 110 \times 110^2 \times 1{,}67} = 0{,}0028$$

$$M_{2d} = \frac{M_3}{0{,}85 \times b \times h^2 \times fcd} = \frac{87689}{0{,}85 \times 110 \times 110^2 \times 1{,}67} = 0{,}038$$

$\rho < \rho_{min} = 0{,}01$

$As = 0{,}01 \times 110 \times 110 = 121\ cm^2$

-G + Q + EYN

$Nd = 487{,}25 + 90{,}45 = 577{,}7\ t = 5777\ kN < 0{,}5 \times fct \times Ac = 15125\ kN$

$M_2 = 78{,}418\ tm = 784{,}18\ kNm$

$M_3 = 5{,}237\ tm = 52{,}37\ kNm$

$d' / h = 0{,}08$

$$n_r = \frac{Nd}{0{,}85 \times b \times h \times fcd} = \frac{5777}{0{,}85 \times 110 \times 110 \times 1{,}67} = 0{,}336$$

$$M_{2d} = \frac{M_2}{0{,}85 \times b \times h^2 \times fcd} = \frac{78418}{0{,}85 \times 110 \times 110^2 \times 1{,}67} = 0{,}04$$

$$M_{2d} = \frac{M_3}{0{,}85 \times b \times h^2 \times fcd} = \frac{5237}{0{,}85 \times 110 \times 110^2 \times 1{,}67} = 0{,}003$$

$\rho < \rho_{min} = 0,01$

$As = 0,01 \times 110 \times 110 = 121\ cm^2$

- Seçilen: 24 ϕ 26

S5 Kolonu: $(110 \times 110\ cm^2)$ Kolon Zati Ağırlığı = 90,45 ton

-1,4G + 1,6Q

Nd = 715,678 + 1,4×90,45 = 842,308 t = 8423,08 kN < 0,5×fct×Ac = 15125 kN

M_2 = 1,73 tm = 17,3 kNm

M_3 = 1,18 tm = 11,8 kNm

d' / h = 0,08

$$n_r = \frac{Nd}{0,85 \times b \times h \times fcd} = \frac{8423,08}{0,85 \times 110 \times 110 \times 1,67} = 0,49$$

$$M_{2d} = \frac{M_2}{0,85 \times b \times h^2 \times fcd} = \frac{1730}{0,85 \times 110 \times 110^2 \times 1,67} = 0,0008$$

$$M_{2d} = \frac{M_3}{0,85 \times b \times h^2 \times fcd} = \frac{1180}{0,85 \times 110 \times 110^2 \times 1,67} = 0,0006$$

$\rho < \rho_{min} = 0,01$

$As = 0,01 \times 110 \times 110 = 121\ cm^2$

-G + Q - EXP

Nd = 561,888 + 90,45 = 652,338 t = 6523,38 kN < 0,5×fct×Ac = 15125 kN

M_2 = 9,44 tm = 94,4 kNm

M_3 = 86,07 tm = 860,7 kNm

d' / h = 0,08

$$n_r = \frac{Nd}{0,85 \times b \times h \times fcd} = \frac{6523,38}{0,85 \times 110 \times 110 \times 1,67} = 0,38$$

$$M_{2d} = \frac{M_2}{0,85 \times b \times h^2 \times fcd} = \frac{9440}{0,85 \times 110 \times 110^2 \times 1,67} = 0,004$$

$$M_{2d} = \frac{M_3}{0,85 \times b \times h^2 \times fcd} = \frac{86070}{0,85 \times 110 \times 110^2 \times 1,67} = 0,047$$

$\rho < \rho_{min} = 0,01$

$As = 0,01 \times 110 \times 110 = 121\ cm^2$

-G + Q - EYN

Nd = 533,199 + 90,45 = 623,649 t = 6236,49 kN < $0,5 \times fct \times Ac$ = 15125 kN

M_2 = 79,352 tm = 793,52 kNm

M_3 = 6,435 tm = 64,35 kNm

d' / h = 0,08

$$n_r = \frac{Nd}{0,85 \times b \times h \times fcd} = \frac{6236,49}{0,85 \times 110 \times 110 \times 1,67} = 0,364$$

$$M_{2d} = \frac{M_2}{0,85 \times b \times h^2 \times fcd} = \frac{79352}{0,85 \times 110 \times 110^2 \times 1,67} = 0,042$$

$$M_{2d} = \frac{M_3}{0,85 \times b \times h^2 \times fcd} = \frac{6435}{0,85 \times 110 \times 110^2 \times 1,67} = 0,004$$

$\rho < \rho_{min} = 0,01$

$As = 0,01 \times 110 \times 110 = 121\ cm^2$

- Seçilen: 24 ϕ 26

<u>S6 Kolonu:</u> ($110 \times 110\ cm^2$) Kolon Zati Ağırlığı = 90,45 ton

-1,4G + 1,6Q

Nd = 717,498 + $1,4 \times 90,45$ = 844,128 t = 8441,28 kN < $0,5 \times fct \times Ac$ = 15125 kN

M_2 = 1,979 tm = 19,79 kNm

M_3 = 1,346 tm = 13,46 kNm

d' / h = 0,08

$$n_r = \frac{Nd}{0,85 \times b \times h \times fcd} = \frac{8441,28}{0,85 \times 110 \times 110 \times 1,67} = 0,49$$

$$M_{2d} = \frac{M_2}{0,85 \times b \times h^2 \times fcd} = \frac{1979}{0,85 \times 110 \times 110^2 \times 1,67} = 0,0009$$

$$M_{2d} = \frac{M_3}{0,85 \times b \times h^2 \times fcd} = \frac{1346}{0,85 \times 110 \times 110^2 \times 1,67} = 0,0007$$

$\rho < \rho_{min} = 0,01$

$As = 0,01 \times 110 \times 110 = 121\ cm^2$

-G + Q - EXP

Nd = 477,208 + 90,45 = 567,658 t = 5676,58 kN < $0,5 \times fct \times Ac$ = 15125 kN

M_2 = 1,418 tm = 14,18 kNm

M_3 = 83,545 tm = 835,45 kNm

d' / h = 0,08

$$n_r = \frac{Nd}{0,85 \times b \times h \times fcd} = \frac{5676,58}{0,85 \times 110 \times 110 \times 1,67} = 0,33$$

$$M_{2d} = \frac{M_2}{0,85 \times b \times h^2 \times fcd} = \frac{1418}{0,85 \times 110 \times 110^2 \times 1,67} = 0,0007$$

$$M_{2d} = \frac{M_3}{0,85 \times b \times h^2 \times fcd} = \frac{83545}{0,85 \times 110 \times 110^2 \times 1,67} = 0,044$$

$\rho < \rho_{min} = 0,01$

$As = 0,01 \times 110 \times 110 = 121\ cm^2$

-G + Q - EYP

Nd = 546,484 + 90,45 = 636,934 t = 636,934 kN < $0,5 \times fct \times Ac$ = 15125 kN

M_2 = 82,823 tm = 828,23 kNm

M_3 = 4,04 tm = 40,4 kNm

d' / h = 0,08

$$n_r = \frac{Nd}{0,85 \times b \times h \times fcd} = \frac{6369,34}{0,85 \times 110 \times 110 \times 1,67} = 0,37$$

$$M_{2d} = \frac{M_2}{0,85 \times b \times h^2 \times fcd} = \frac{82823}{0,85 \times 110 \times 110^2 \times 1,67} = 0,044$$

$$M_{2d} = \frac{M_3}{0,85 \times b \times h^2 \times fcd} = \frac{4040}{0,85 \times 110 \times 110^2 \times 1,67} = 0,0004$$

$\rho < \rho_{min} = 0,01$

$As = 0,01 \times 110 \times 110 = 121\ cm^2$

- Seçilen: 24 ϕ 26

S7 Kolonu: (100×70 cm^2) Kolon Zati Ağırlığı = 51 ton

-1,4G + 1,6Q

Nd = 423,187 + $1,4\times51$ = 494,587 t = 4945,87 kN < $0,5\times fct\times Ac$ = 8750 kN

M_2 = 1,259 tm = 12,59 kNm

M_3 = 11,231 tm = 112,31 kNm

d' / h = 0,08

$$n_r = \frac{Nd}{0,85\times b\times h\times fcd} = \frac{4945,87}{0,85\times70\times100\times1,67} = 0,497$$

$$M_{2d} = \frac{M_2}{0,85\times b\times h^2\times fcd} = \frac{1259}{0,85\times100\times70^2\times1,67} = 0,0001$$

$$M_{2d} = \frac{M_3}{0,85\times b\times h^2\times fcd} = \frac{11231}{0,85\times70\times100^2\times1,67} = 0,012$$

$\rho < \rho_{min}$ = 0,01

As = $0,01\times70\times100$ = 70 cm^2

-G + Q - EXP

Nd = 411,387 + 51 = 462,387 t = 4623,87 kN < $0,5\times fct\times Ac$ = 8750 kN

M_2 = 7,958 tm = 79,58 kNm

M_3 = 50,193 tm = 501,93 kNm

d' / h = 0,08

$$n_r = \frac{Nd}{0,85\times b\times h\times fcd} = \frac{4623,87}{0,85\times70\times100\times1,67} = 0,466$$

$$M_{2d} = \frac{M_2}{0,85\times b\times h^2\times fcd} = \frac{7958}{0,85\times100\times70^2\times1,67} = 0,001$$

$$M_{2d} = \frac{M_3}{0,85\times b\times h^2\times fcd} = \frac{50193}{0,85\times70\times100^2\times1,67} = 0,071$$

$\rho < \rho_{min}$ = 0,01

As = $0,01\times70\times100$ = 70 cm^2

-G + Q + EYN

Nd = 370,25 + 51 = 421,25 t = 4212,25 kN < $0,5\times fct\times Ac$ = 8750 kN

M_2 = 57,349 tm = 463,46 kNm

M_3 = 7,049 tm = 70,49 kNm

d' / h = 0,08

$$n_r = \frac{Nd}{0{,}85 \times b \times h \times fcd} = \frac{4212{,}5}{0{,}85 \times 70 \times 100 \times 1{,}67} = 0{,}42$$

$$M_{2d} = \frac{M_2}{0{,}85 \times b \times h^2 \times fcd} = \frac{57349}{0{,}85 \times 100 \times 70^2 \times 1{,}67} = 0{,}058$$

$$M_{2d} = \frac{M_3}{0{,}85 \times b \times h^2 \times fcd} = \frac{7049}{0{,}85 \times 70 \times 100^2 \times 1{,}67} = 0{,}001$$

$\rho < \rho_{min} = 0{,}01$

$As = 0{,}01 \times 70 \times 100 = 70\ cm^2$

- Seçilen: 16 ϕ 26

<u>S8 Kolonu:</u> ($110 \times 110\ cm^2$) Kolon Zati Ağırlığı = 90,45 ton

-1,4G + 1,6Q

Nd = 742,214 + 1,4×90,45 = 868,864 t = 8686,64 kN < 0,5×fct×Ac = 15125 kN

M_2 = 3,25 tm = 32,5 kNm

M_3 = 1,417 tm = 14,17 kNm

d' / h = 0,08

$$n_r = \frac{Nd}{0{,}85 \times b \times h \times fcd} = \frac{8688{,}44}{0{,}85 \times 110 \times 110 \times 1{,}67} = 0{,}51$$

$$M_{2d} = \frac{M_2}{0{,}85 \times b \times h^2 \times fcd} = \frac{3250}{0{,}85 \times 110 \times 110^2 \times 1{,}67} = 0{,}0012$$

$$M_{2d} = \frac{M_3}{0{,}85 \times b \times h^2 \times fcd} = \frac{1417}{0{,}85 \times 110 \times 110^2 \times 1{,}67} = 0{,}0006$$

$\rho < \rho_{min} = 0{,}01$

$As = 0{,}01 \times 110 \times 110 = 121\ cm^2$

-G + Q - EXP

Nd = 612,186 + 90,45 = 702,636 t = 7026,36 kN < 0,5×fct×Ac = 15125 kN

M_2 = 5,958 tm = 59,58 kNm

M_3 = 91,213 tm = 912,13 kNm

d' / h = 0,08

$$n_r = \frac{Nd}{0{,}85 \times b \times h \times fcd} = \frac{7026{,}36}{0{,}85 \times 110 \times 110 \times 1{,}67} = 0{,}41$$

$$M_{2d} = \frac{M_2}{0{,}85 \times b \times h^2 \times fcd} = \frac{5958}{0{,}85 \times 110 \times 110^2 \times 1{,}67} = 0{,}002$$

$$M_{2d} = \frac{M_3}{0{,}85 \times b \times h^2 \times fcd} = \frac{91213}{0{,}85 \times 110 \times 110^2 \times 1{,}67} = 0{,}045$$

$\rho < \rho_{min} = 0{,}01$

$As = 0{,}01 \times 110 \times 110 = 121\ cm^2$

-G + Q - EYN

Nd = 492,39 + 90,45 = 582,84 t = 5828,4 kN < $0{,}5 \times fct \times Ac$ = 15125 kN

M_2 = 83,059 tm = 830,59 kNm

M_3 = 4,62 tm = 46,2 kNm

d' / h = 0,08

$$n_r = \frac{Nd}{0{,}85 \times b \times h \times fcd} = \frac{5828{,}4}{0{,}85 \times 110 \times 110 \times 1{,}67} = 0{,}339$$

$$M_{2d} = \frac{M_2}{0{,}85 \times b \times h^2 \times fcd} = \frac{83059}{0{,}85 \times 110 \times 110^2 \times 1{,}67} = 0{,}044$$

$$M_{2d} = \frac{M_3}{0{,}85 \times b \times h^2 \times fcd} = \frac{4620}{0{,}85 \times 110 \times 110^2 \times 1{,}67} = 0{,}002$$

$\rho < \rho_{min} = 0{,}01$

$As = 0{,}01 \times 110 \times 110 = 121\ cm^2$

- Seçilen: 24 ϕ 26

4.1.1 Zemin Kat C – 2 Aks Kesişiminde Kuvvetli Kolon – Zayıf Kiriş Tahkiki

S8 Kolonu ⟶ Üst:(100 ×100 cm) 24 ϕ 26
Alt: (110 ×110 cm) 24 ϕ 26

K511 ve K512 ⟶ (30×60 cm) Üst: 6 ϕ 20
Alt: 7 ϕ 14

Üst Kolonda:

$N_{(G+Q+E)}$= 518,85 t

$$N_d = \frac{N}{(b \times h \times fcd)} = \frac{5188{,}5}{(100 \times 100 \times 1{,}67)} = 0{,}31$$

$$\rho_m = \frac{As \times fyd}{(b \times h \times fcd)} = \frac{47{,}78 \times 36{,}5}{(100 \times 100 \times 1{,}67)} = 0{,}1$$

m = 0,19

$Mp = m \times fcd \times b \times h^2$

$Mp = 0,19 \times 1,67 \times 100 \times 100^2 = 3173$ kNm

Alt Kolonda:

$N_{(G+Q+E)} = 489,27$ t

$$N_d = \frac{N}{(b \times h \times fcd)} = \frac{4892,7}{(110 \times 110 \times 1,67)} = 0,24$$

$$\rho_m = \frac{As \times fyd}{(b \times h \times fcd)} = \frac{47,78 \times 36,5}{(110 \times 110 \times 1,67)} = 0,086$$

m = 0,16

$Mp = m \times fcd \times b \times h^2$

$Mp = 0,19 \times 1,67 \times 110 \times 110^2 = 3556,4$ kNm

Kirişlerde:

$Mp = (d - d') \times As' \times fyd$

$Mp = 0,56 \times 7 \times 154 \times 365 \times 10^{-3} = 220,34$ kNm

$Mp = (d - d') \times As \times fyd$

$Mp = 0,56 \times 6 \times 314 \times 365 \times 10^{-3} = 385,1$ kNm

$$\frac{\sum Mp_{kolon}}{\sum Mp_{kiriş}} = \frac{(3173 + 3556,4)}{(220,34 + 385,1)} = 11,06 > 1,2$$

4.1.2 Kolonların Kesme Güvenliği

<u>S1 Kolonu:</u>

K501, K502 ⟶ Alt: 6ϕ14 (924 mm^2)
Üst: 6ϕ16 (1207 mm^2)

$Mp = 1,4 \times f_{yd} \times As \times j \times d$ (4.3)

$Mp_1 = 1,4 \times 420 \times 1207 \times 0,9 \times 0,58 \times 10^{-3} = 370,47$ kNm = 37,047 tm

$Mp_2 = 1,4 \times 420 \times 924 \times 0,9 \times 0,58 \times 10^{-3} = 283,61$ kNm = 28,361 tm

Ma + Mü = 65,408 tm

$$Vd = \frac{(Ma + Mü)}{l_n} \qquad (4.4)$$

$$Vd = \frac{(65{,}408)}{3{,}4} = 19{,}238 \text{ t}$$

Bulunan bu kesme kuvveti için TS 500'e göre, betonun katkısını göz önüne almaksızın gerekli etriye:

$$Asw = \frac{19238}{3650} \times \frac{s}{65} = 2A_o$$

ϕ12 seçilirse: $A_o = 1{,}131$ cm^2 ⟶ s = 27,89 cm > s_{min} = 20 cm

Birleşim bölgesinde hesaba esas olan kesme kuvveti:

$Vd = 1{,}25 \times fyk \times (As_1 + As_2) - Vdc$

$Vd = 1{,}25 \times 420 \times (924+1207) \times 10^{-3} - 192{,}38 = 926{,}4$ kN = 92,64 t

max $Ve = 0{,}45 \times fcd \times bj \times hc = 0{,}45 \times 16{,}7 \times 0{,}70 \times 1 \times 10^2 = 526$ t > Vd

<u>S2 Kolonu:</u>

K502, K503 ⟶ Alt: 6ϕ14 (924 mm^2)
Üst: 6ϕ16 (1207 mm^2)

$Mp = 1{,}4 \times f_{yd} \times As \times j \times d$

$Mp_1 = 1{,}4 \times 420 \times 1207 \times 0{,}9 \times 0{,}58 \times 10^{-3} = 370{,}47$ kNm = 37,047 tm

$Mp_2 = 1{,}4 \times 420 \times 924 \times 0{,}9 \times 0{,}58 \times 10^{-3} = 283{,}61$ kNm = 28,361 tm

Ma + Mü = 65,408 tm

$$Vd = \frac{(Ma + Mü)}{l_n}$$

$$Vd = \frac{(65{,}408)}{3{,}4} = 19{,}238 \text{ t}$$

Bulunan bu kesme kuvveti için TS 500'e göre, betonun katkısını göz önüne almaksızın gerekli etriye:

$$Asw = \frac{19238}{3650} \times \frac{s}{65} = 2A_o$$

ϕ12 seçilirse: $A_o = 1{,}131$ cm^2 ⟶ s = 27,89 cm > s_{min} = 20 cm

Birleşim bölgesinde hesaba esas olan kesme kuvveti:

$Vd = 1{,}25 \times fyk \times (As_1 + As_2) - Vdc$

$Vd = 1{,}25 \times 420 \times (924+1207) \times 10^{-3} - 192{,}38 = 926{,}4$ kN = 92,64 t

max $Ve = 0{,}45 \times fcd \times bj \times hc = 0{,}45 \times 16{,}7 \times 0{,}70 \times 1 \times 10^2 = 526$ t > Vd

S3 Kolonu:

K503, K503 ⟶ Alt: 4ϕ14 (616 mm^2)
Üst: 4ϕ16 (814 mm^2)

$Mp = 1,4 \times f_{yd} \times As \times j \times d$

$Mp_1 = 1,4 \times 420 \times 814 \times 0,9 \times 0,58 \times 10^{-3} = 246,78$ kNm = 24,678 tm

$Mp_2 = 1,4 \times 420 \times 616 \times 0,9 \times 0,58 \times 10^{-3} = 189,08$ kNm = 18,908 tm

Ma + Mü = 43,586 tm

$$Vd = \frac{(Ma + Mü)}{l_n}$$

$$Vd = \frac{(43,586)}{3,4} = 12,819 \text{ t}$$

Bulunan bu kesme kuvveti için TS 500'e göre, betonun katkısını göz önüne almaksızın gerekli etriye:

$$Asw = \frac{12819}{3650} \times \frac{s}{65} = 2A_o$$

ϕ12 seçilirse: $A_o = 1,131$ cm^2 ⟶ s = 41,86 cm > s_{min} = 20 cm

Birleşim bölgesinde hesaba esas olan kesme kuvveti:

$Vd = 1,25 \times fyk \times (As_1 + As_2) - Vdc$

$Vd = 1,25 \times 420 \times (616+814) \times 10^{-3} - 128,19 = 617,31$ kN = 61,731 t

$\max Ve = 0,45 \times fcd \times bj \times hc = 0,45 \times 16,7 \times 0,70 \times 1 \times 10^2 = 526$ t > Vd

S4 Kolonu:

K504, K505 ⟶ Alt: 5ϕ14 (770 mm^2)
Üst: 6ϕ18 (1527 mm^2)

$Mp = 1,4 \times f_{yd} \times As \times j \times d$

$Mp_1 = 1,4 \times 420 \times 1527 \times 0,9 \times 0,58 \times 10^{-3} = 468,69$ kNm = 46,869 tm

$Mp_2 = 1,4 \times 420 \times 770 \times 0,9 \times 0,58 \times 10^{-3} = 236,34$ kNm = 23,634 tm

Ma + Mü = 70,5 tm

$$Vd = \frac{(Ma + Mü)}{l_n}$$

$$Vd = \frac{(70,5)}{3,4} = 20,74 \text{ t}$$

Bulunan bu kesme kuvveti için TS 500'e göre, betonun katkısını göz önüne almaksızın gerekli etriye:

$$Asw = \frac{20740}{3650} \times \frac{s}{105} = 2A_o$$

ϕ12 seçilirse: $A_o = 1{,}131\ cm^2 \longrightarrow s = 41{,}81\ cm > s_{min} = 20\ cm$

Birleşim bölgesinde hesaba esas olan kesme kuvveti:

$Vd = 1{,}25 \times fyk \times (As_1 + As_2) - Vdc$

$Vd = 1{,}25 \times 420 \times (770+1527) \times 10^{-3} - 207{,}4 = 998{,}57\ kN = 99{,}857\ t$

$\max Ve = 0{,}45 \times fcd \times bj \times hc = 0{,}45 \times 16{,}7 \times 1{,}1 \times 1{,}1 \times 10^2 = 909{,}32\ t > Vd$

<u>S5 Kolonu:</u>

K505, K506 $\longrightarrow$ Alt: 5ϕ14 (770 mm^2)
Üst: 6ϕ18 (1527 mm^2)

$Mp = 1{,}4 \times f_{yd} \times As \times j \times d$

$Mp_1 = 1{,}4 \times 420 \times 1527 \times 0{,}9 \times 0{,}58 \times 10^{-3} = 468{,}69\ kNm = 46{,}869\ tm$

$Mp_2 = 1{,}4 \times 420 \times 770 \times 0{,}9 \times 0{,}58 \times 10^{-3} = 236{,}34\ kNm = 23{,}634\ tm$

$Ma + Mü = 70{,}5\ tm$

$$Vd = \frac{(Ma + Mü)}{l_n}$$

$$Vd = \frac{(70{,}5)}{3{,}4} = 20{,}74\ t$$

Bulunan bu kesme kuvveti için TS 500'e göre, betonun katkısını göz önüne almaksızın gerekli etriye:

$$Asw = \frac{20740}{3650} \times \frac{s}{105} = 2A_o$$

ϕ12 seçilirse: $A_o = 1{,}131\ cm^2 \longrightarrow s = 41{,}81\ cm > s_{min} = 20\ cm$

Birleşim bölgesinde hesaba esas olan kesme kuvveti:

$Vd = 1{,}25 \times fyk \times (As_1 + As_2) - Vdc$

$Vd = 1{,}25 \times 420 \times (770+1527) \times 10^{-3} - 207{,}4 = 998{,}57\ kN = 99{,}857\ t$

$\max Ve = 0{,}45 \times fcd \times bj \times hc = 0{,}45 \times 16{,}7 \times 1{,}1 \times 1{,}1 \times 10^2 = 909{,}32\ t > Vd$

S6 Kolonu:

K506, K506 ⟶ Alt: 5ϕ14 (770 mm^2)
Üst: 6ϕ18 (1527 mm^2)

$Mp = 1,4 \times f_{yd} \times As \times j \times d$

$Mp_1 = 1,4 \times 420 \times 1527 \times 0,9 \times 0,58 \times 10^{-3} = 468,69$ kNm = 46,869 tm

$Mp_2 = 1,4 \times 420 \times 770 \times 0,9 \times 0,58 \times 10^{-3} = 236,34$ kNm = 23,634 tm

Ma + Mü = 70,5 tm

$$Vd = \frac{(Ma + Mü)}{l_n}$$

$$Vd = \frac{(70,5)}{3,4} = 20,74 \text{ t}$$

Bulunan bu kesme kuvveti için TS 500'e göre, betonun katkısını göz önüne almaksızın gerekli etriye:

$$Asw = \frac{20740}{3650} \times \frac{s}{105} = 2A_o$$

ϕ12 seçilirse: $A_o = 1,131\ cm^2$ ⟶ $s = 41,81$ cm > $s_{min} = 20$ cm

Birleşim bölgesinde hesaba esas olan kesme kuvveti:

$Vd = 1,25 \times fyk \times (As_1 + As_2) - Vdc$

$Vd = 1,25 \times 420 \times (770+1527) \times 10^{-3} - 207,4 = 998,57$ kN = 99,857 t

$\max Ve = 0,45 \times fcd \times bj \times hc = 0,45 \times 16,7 \times 1,1 \times 1,1 \times 10^2 = 909,32$ t > Vd

S7 Kolonu:

K509, K510 ⟶ Alt: 6ϕ14 (924 mm^2)
Üst: 5ϕ18 (1272 mm^2)

$Mp = 1,4 \times f_{yd} \times As \times j \times d$

$Mp_1 = 1,4 \times 420 \times 924 \times 0,9 \times 0,58 \times 10^{-3} = 390,42$ kNm = 39,042 tm

$Mp_2 = 1,4 \times 420 \times 1272 \times 0,9 \times 0,58 \times 10^{-3} = 283,61$ kNm = 28,361 tm

Ma + Mü = 67,403 tm

$$Vd = \frac{(Ma + Mü)}{l_n}$$

$$Vd = \frac{(67,403)}{3,4} = 19,824 \text{ t}$$

Bulunan bu kesme kuvveti için TS 500'e göre, betonun katkısını göz önüne almaksızın gerekli etriye:

$$Asw = \frac{19824}{3650} \times \frac{s}{65} = 2A_o$$

ϕ12 seçilirse: $A_o = 1{,}131\ cm^2 \longrightarrow s = 27{,}07\ cm > s_{min} = 20\ cm$

Birleşim bölgesinde hesaba esas olan kesme kuvveti:

$Vd = 1{,}25 \times fyk \times (As_1 + As_2) - Vdc$

$Vd = 1{,}25 \times 420 \times (924+1272) \times 10^{-3} - 128{,}19 = 954{,}66\ kN = 95{,}466\ t$

$\max Ve = 0{,}45 \times fcd \times bj \times hc = 0{,}45 \times 16{,}7 \times 0{,}70 \times 1 \times 10^2 = 526\ t > Vd$

S8 Kolonu:

K511, K512 $\longrightarrow$ Alt: 6ϕ14 (924 mm^2)
Üst: 6ϕ20 (1885 mm^2)

$Mp = 1{,}4 \times f_{yd} \times As \times j \times d$

$Mp_1 = 1{,}4 \times 420 \times 1885 \times 0{,}9 \times 0{,}58 \times 10^{-3} = 578{,}57\ kNm = 57{,}857\ tm$

$Mp_2 = 1{,}4 \times 420 \times 924 \times 0{,}9 \times 0{,}58 \times 10^{-3} = 283{,}61\ kNm = 23{,}634\ tm$

$Ma + Mü = 86{,}218\ tm$

$$Vd = \frac{(Ma + Mü)}{l_n}$$

$$Vd = \frac{(86{,}218)}{3{,}4} = 25{,}358\ t$$

Bulunan bu kesme kuvveti için TS 500'e göre, betonun katkısını göz önüne almaksızın gerekli etriye:

$$Asw = \frac{25358}{3650} \times \frac{s}{105} = 2A_o$$

ϕ12 seçilirse: $A_o = 1{,}131\ cm^2 \longrightarrow s = 32{,}56\ cm > s_{min} = 20\ cm$

Birleşim bölgesinde hesaba esas olan kesme kuvveti:

$Vd = 1{,}25 \times fyk \times (As_1 + As_2) - Vdc$

$Vd = 1{,}25 \times 420 \times (924+11885) \times 10^{-3} - 253{,}58 = 1221{,}15\ kN = 122{,}115\ t$

$\max Ve = 0{,}45 \times fcd \times bj \times hc = 0{,}45 \times 16{,}7 \times 1{,}1 \times 1{,}1 \times 10^2 = 909{,}32\ t > Vd$

Birleşim Bölgesi Kesme Hesabı Tablosu

4.2 Kirişler

4.3 P3 Perdesi

P3 Perdesi 1. Kısım:

Hw = 49 m

Lw = 12,3 m

$Hcr < 2 \times Lw = 24,6$ m

$Hcr > Lw = 12,3$ m

$Hcr > \frac{Hw}{6} = 8,17$ m

} Hcr = 13 m

-Perde uç bölgesi uzunluğu:

a) Kritik perde yüksekliğince

$Luç > 2 \times bw = 60$ cm

$Luç > 0,2 \times Lw = 246$ cm

} Luç = 250 cm

b) Kritik yükseklik dışında

$Luç > bw = 30$ cm

$Luç > 0,1 \times Lw = 123$ cm

} Luç = 130 cm

- Kritik Perde Yüksekliğince:

$$n = \frac{N}{b \times h \times fcd} = \frac{15038,6}{30 \times 1230 \times 1,67} = 0,24$$

$$\frac{M}{b \times h^2 \times fcd} = \frac{10916700}{30 \times 1230^2 \times 1,67} = 0,15$$

} $\rho < \rho_{min}$

$As_{min,uç} = 0,002 \times 30 \times 1230 = 73,8\ cm^2 \longrightarrow 52\ \phi 14$

$As_{min,gövde} = 0,0025 \times 730 \times 30 = 54,75\ cm^2 \longrightarrow \phi 14 / 20$

$Vd = 1271,42\ t < 0,22 \times b \times h \times fcd = 0,22 \times 30 \times 1230 \times 0,167 = 1355,7\ t$

$Vcr = 0,65 \times fctd \times b \times d$

$= 0,65 \times 11,5 \times 30 \times 1230 \times 10^{-3} = 275,83\ t$

$Vw = Vd - 0,8Vcr$

$Vw = 1271,42 - 0,8 \times 275,83 = 1050,76\ t$

$$Asw = \frac{Vw}{fyd} \times \frac{s}{h} = nA_0 \qquad (4.5)$$

$$Asw = \frac{1050760}{3650} \times \frac{s}{1230} = 2A_0$$

ϕ14 seçilirse: $A_0 = 1{,}539\ cm^2 \longrightarrow s = 13{,}15\ cm$

seçilen: ϕ14 / 10

Uç bölgede: Ek ϕ12 / 10 etriye

- Kritik Perde Yüksekliği dışı:

$$n = \frac{N}{b \times h \times fcd} = \frac{11268{,}2}{30 \times 1230 \times 1{,}67} = 0{,}18$$

$$m = \frac{M}{b \times h^2 \times fcd} = \frac{10248330}{30 \times 1230^2 \times 1{,}67} = 0{,}04$$

$\rho < \rho_{min}$

$As_{min,uç} = 0{,}001 \times 30 \times 1230 = 36\ cm^2 \longrightarrow 24\phi14$

$As_{min,gövde} = 0{,}0025 \times 970 \times 30 = 72{,}75\ cm^2 \longrightarrow \phi14 / 20$

$Vd = 67{,}32\ t < 0{,}22 \times b \times h \times fcd = 0{,}22 \times 30 \times 1230 \times 0{,}167 = 1355{,}7\ t$

$Vcr = 0{,}65 \times fctd \times b \times d$

$= 0{,}65 \times 11{,}5 \times 30 \times 1230 \times 10^{-3} = 275{,}83\ t$

$Vcr > Vd \longrightarrow$ min etriye ϕ12 / 10

Uç bölgede: Ek ϕ12 / 20 etriye

<u>P3 Perdesi 2. ve 4. Kısım:</u>

Hw = 49 m

Lw = 2,75 m

Hcr < 2 × Lw = 5,5 m

Hcr > Lw = 2,75 m

Hcr = 4 m

-Perde uç bölgesi uzunluğu:

a) Kritik perde yüksekliğince

Luç > 2 × bw = 60 cm

Luç > 0,2 × Lw = 55 cm

Luç = 65 cm

b) Kritik yükseklik dışında

Luç > bw = 30 cm

Luç > 0,1 ×Lw = 27,5 cm } Luç = 35 cm

- Kritik Perde Yüksekliğinde:

$$n = \frac{N}{b \times h \times fcd} = \frac{4814{,}1}{30 \times 275 \times 1{,}67} = 0{,}35$$

$$m = \frac{M}{b \times h^2 \times fcd} = \frac{294440}{30 \times 275^2 \times 1{,}67} = 0{,}098$$

} $\rho < \rho_{min}$

$As_{min,uç} = 0{,}002 \times 30 \times 275 = 16{,}5\ cm^2 \longrightarrow 8\phi14$

$As_{min,gövde} = 0{,}0025 \times 145 \times 30 = 10{,}875\ cm^2 \longrightarrow 14 / 20$

$Vd = 110{,}37\ t < 0{,}22 \times b \times h \times fcd = 0{,}22 \times 30 \times 275 \times 0{,}167 = 303{,}105\ t$

$Vcr = 0{,}65 \times fctd \times b \times d$

$= 0{,}65 \times 11{,}5 \times 30 \times 275 \times 10^{-3} = 61{,}67\ t$

$Vw = Vd - 0{,}8Vcr$

$Vw = 110{,}37 - 0{,}8 \times 61{,}67 = 61{,}03\ t$

$$Asw = \frac{Vw}{fyd} \times \frac{s}{h} = nA_0$$

$$Asw = \frac{61030}{3650} \times \frac{s}{245} = 2A_0$$

$\phi12$ seçilirse: $A_0 = 1{,}131\ cm^2 \longrightarrow s = 30{,}45\ cm > s_{min} = 25\ cm$

seçilen: $\phi12 / 25$

Uç bölgede: Ek $\phi12 / 10$ etriye

- Kritik Perde Yüksekliği dışı

$$n = \frac{N}{b \times h \times fcd} = \frac{4606{,}5}{30 \times 275 \times 1{,}67} = 0{,}33$$

$$m = \frac{M}{b \times h^2 \times fcd} = \frac{285430}{30 \times 275^2 \times 1{,}67} = 0{,}075$$

} $\rho < \rho_{min}$

$As_{min,uç} = 0{,}001 \times 30 \times 275 = 8{,}25\ cm^2 \longrightarrow 8\phi14$

$As_{min,gövde} = 0{,}0025 \times 205 \times 30 = 15{,}375\ cm^2 \longrightarrow \phi 14 / 20$

$Vd = 73{,}48\ t < 0{,}22 \times b \times h \times fcd = 0{,}22 \times 30 \times 275 \times 0{,}167 = 308{,}55\ t$

$Vcr = 0{,}65 \times fctd \times b \times d$

$= 0{,}65 \times 11{,}5 \times 30 \times 275 \times 10^{-3} = 61{,}67\ t$

$Vw = Vd - 0{,}8Vcr$

$Vw = 73{,}48 - 0{,}8 \times 61{,}67 = 24{,}144\ t$

$$Asw = \frac{Vw}{fyd} \times \frac{s}{h} = nA_0$$

$$Asw = \frac{24144}{3650} \times \frac{s}{275} = 2A_0$$

$\phi 12$ seçilirse: $A_0 = 1{,}131\ cm^2 \longrightarrow s = 94\ cm > s_{min} = 25\ cm$

seçilen: $\phi 12 / 25$

Uç bölgede: Ek $\phi 12 / 20$ etriye

<u>P3 Perdesi 3. Kısım:</u>

$Hw = 49\ m$

$Lw = 2{,}75\ m$

$Hcr < 2 \times Lw = 5{,}5\ m$
$Hcr > Lw = 2{,}75\ m$ } $Hcr = 4\ m.$

-Perde uç bölgesi uzunluğu:

a) Kritik perde yüksekliğince

$Luç > 2 \times bw = 60\ cm$
$Luç > 0{,}2 \times Lw = 55\ cm$ } $Luç = 65\ cm$

b) Kritik yükseklik dışında

$Luç > bw = 30\ cm$
$Luç > 0{,}1 \times Lw = 27{,}5\ cm$ } $Luç = 35\ cm$

• Kritik Perde Yüksekliğinde :

$$n = \frac{N}{b \times h \times fcd} = \frac{4035,9}{30 \times 275 \times 1,67} = 0,29$$

$$m = \frac{M}{b \times h^2 \times fcd} = \frac{266690}{30 \times 275^2 \times 1,67} = 0,09$$

} $\rho < \rho_{min}$

$As_{min,uç} = 0,002 \times 30 \times 275 = 16,5\ cm^2 \longrightarrow 8\phi14$

$As_{min,gövde} = 0,0025 \times 145 \times 30 = 10,875\ cm^2 \longrightarrow \phi14 / 20$

$Vd = 119,12\ t < 0,22 \times b \times h \times fcd = 0,22 \times 30 \times 275 \times 0,167 = 303,105\ t$

$Vcr = 0,65 \times fctd \times b \times d$

$= 0,65 \times 11,5 \times 30 \times 275 \times 10^{-3} = 61,67\ t$

$Vw = Vd - 0,8Vcr$

$Vw = 119,12 - 0,8 \times 61,67 = 69,784\ t$

$$Asw = \frac{Vw}{fyd} \times \frac{s}{h} = nA_0$$

$$Asw = \frac{69784}{3650} \times \frac{s}{245} = 2A_0$$

$\phi12$ seçilirse: $A_0 = 1,131\ cm^2 \longrightarrow s = 26,75\ cm > s_{min} > 25\ cm$

seçilen: $\phi12 / 25$

Uç bölgede: Ek $\phi12 / 10$ etriye

• Kritik Perde Yüksekliği dışı:

$$n = \frac{N}{b \times h \times fcd} = \frac{4132,2}{30 \times 275 \times 1,67} = 0,3$$

$$m = \frac{M}{b \times h^2 \times fcd} = \frac{255260}{30 \times 275^2 \times 1,67} = 0,08$$

} $\rho < \rho_{min}$

$As_{min,uç} = 0,001 \times 30 \times 275 = 8,25\ cm^2 \longrightarrow 8\phi14$

$As_{min,gövde} = 0,0025 \times 205 \times 30 = 15,375\ cm^2 \longrightarrow \phi14 / 20$

$Vd = 88,21\ t < 0,22 \times b \times h \times fcd = 0,22 \times 30 \times 275 \times 0,167 = 303,105\ t$

$Vcr = 0,65 \times fctd \times b \times d$

$= 0,65 \times 11,5 \times 30 \times 275 \times 10^{-3} = 61,67\ t$

$Vw = Vd - 0,8Vcr$

$Vw = 88,21 - 0,8 \times 61,67 = 38,874\ t$

$$Asw = \frac{Vw}{fyd} \times \frac{s}{h} = nA_0$$

$$Asw = \frac{38874}{3650} \times \frac{s}{275} = 2A_0$$

$\phi 12$ seçilirse: $A_0 = 1,131\ cm^2 \longrightarrow s = 58,4\ cm > s_{min} > 25\ cm$

seçilen: $\phi 12 / 25$

Uç bölgede: Ek $\phi 12 / 20$ etriye

4.4 Bodrum Perdeleri

h = 30 cm d'=5 cm d = 20 cm

- 1. Kat:

$Mx_{açıklık}$ = 2,322 tm

$$K = bw \times \frac{d^2}{M} = 100 \times \frac{20^2}{2322} = 7{,}73 \longrightarrow \rho < \rho_{min} = 0{,}00175$$

$$As = 0{,}00175 \times 20 \times 100 = 3{,}5 \text{ cm}^2/\text{m} \quad (\phi 14/20)$$

$My_{açıklık}$ = 0,408 tm

$$K = bw \times \frac{d^2}{M} = 100 \times \frac{20^2}{408} = 98 \longrightarrow \rho < \rho_{min} = 0{,}00175$$

$$As = 0{,}00175 \times 20 \times 100 = 3{,}5 \text{ cm}^2/\text{m} \quad (\phi 14/20)$$

$Mx_{üst\ mesnet}$ = -3,805 tm

$$K = bw \times \frac{d^2}{M} = 100 \times \frac{20^2}{3805} = 10{,}51 \longrightarrow ks = 0{,}0284$$

$$As = ks \times \frac{M}{d} = 0{,}0284 \times \frac{3805}{20} = 5{,}4 \text{ cm}^2/\text{m} \quad (\phi 14/20)$$

$Mx_{alt\ mesnet}$ = -4,921 tm

$$K = bw \times \frac{d^2}{M} = 100 \times \frac{20^2}{4921} = 8{,}13 \longrightarrow ks = 0{,}0287$$

$$As = ks \times \frac{M}{d} = 0{,}0287 \times \frac{4921}{20} = 7{,}06 \text{ cm}^2/\text{m} \quad (\phi 14/20)$$

My_{mesnet} = -3,301 tm

$$K = bw \times \frac{d^2}{M} = 100 \times \frac{20^2}{3301} = 12{,}12 \longrightarrow ks = 0{,}0282$$

$$As = ks \times \frac{M}{d} = 0{,}0282 \times \frac{3301}{20} = 4{,}65 \text{ cm}^2/\text{m} \quad (\phi 14/20)$$

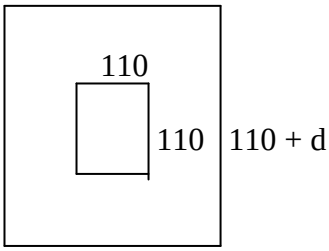
Not: Diğer katlarda yapılan hesap sonucu minimum donatı oranının yeterli olduğu görülmüş ve her iki yönde, plağın her iki tarafına (ϕ14/20)'lik donatı yerleştirilmiştir.

4.5 Radye Temel

Zımbalama Tahkiki:

$N_{1,4G+1,6Q}$ = 969 t h = 110 cm, b = 110 cm

N_{G+Q+E} = 882 t



Up = (220 + 2d)x2=440 + 4d

$$Vpr = fctd \times Up \times d \qquad (4.6)$$

d = 142,5 d' = 7,5 cm h = 150 cm seçilirse:

$$Vpr = 11,5 \times (440+4 \times 142,5) \times 142,5 = 1655 \text{ t}$$

$Vpr > N_{1,4G+1,6Q}$

$Vpr > N_{G+Q+E}$

Temel Plağı Donatısı:

Temel plağı boyunca altta ve üstte, her iki yönde minimum donatı yerleştirilmiştir.

$$As = 0,00175 \times b \times d = 0,00175 \times 100 \times 142,5 = 24,9 \text{ cm}^2/\text{m}$$

Seçilen : ϕ22 / 15

Çekirdek Perde Bölgesi ve etrafındaki 3 m'lik şeritte:

Mmaks = 190 tm

Mmin = -150 tm

-Altta (Her iki doğrultuda)

$$K = bw \times \frac{d^2}{M} = 100 \times \frac{142,5^2}{195000} = 10,41 \longrightarrow ks = 0,0283$$

$$As = ks \times \frac{M}{d} = 0,0283 \times \frac{195000}{142,5} = 36 \text{ cm}^2/\text{m} \quad (\phi 22/10)$$

(ϕ22/15 + ϕ22/30)

-Üstte (Her iki doğrultuda)

$$K = bw \times \frac{d^2}{M} = 100 \times \frac{142,5^2}{150000} = 13,5 \longrightarrow ks = 0,0282$$

$$As = ks \times \frac{M}{d} = 0,02822 \times \frac{150000}{142,5} = 29,68 \text{ cm}^2/\text{m} \quad (\phi 22/10)$$

$(\phi 22/15 + \phi 22/30)$

Çekirdek perdelerinin köşe birleşimlerinde 350 tm'lik momente göre ilave donatı konmuştur.

-Altta (Her iki doğrultuda)

$$K = bw \times \frac{d^2}{M} = 100 \times \frac{142,5^2}{350000} = 5,8 \longrightarrow ks = 0,0292$$

$$As = ks \times \frac{M}{d} = 0,0292 \times \frac{350000}{142,5} = 71,72 \text{ cm}^2/\text{m}$$

Mevcut $\phi 22/15 \longrightarrow 25,3 \text{ cm}^2/\text{m}$

Gerekli: $71,72 - 25,3 = 46,42 \text{ cm}^2/\text{m} \longrightarrow (\phi 22 / 8)$

Plağın diğer bölgelerinde yapılan hesap sonucu $\phi 22/15$ donatısının yeterli olduğu görülmüştür.

5. SONUÇLAR VE ÖNERİLER

Tez konusu olan bina perde ve çerçevelerden oluşmaktadır. Yatay yükler bakımından ele alındığında oldukça uygun bir sitem olduğu görülmüştür.

Perdeler yeterli rijitliğe sahip olduğu için, yatay deprem yükleri altında toplam momentin yaklaşık olarak %94'ünü almaktadır. Bu da kolonların çok fazla deprem momenti almaması ve neredeyse sadece düşey yüklere maruz kalması anlamına gelip, ekonomik olarak boyutlandırılabilmeleri olanağını sağlar.

Bina yüksekliği ve kat sayısı göz önüne alındığında, yeterli yanal rijitliği sağlayacak perdelerin bulunması, kat ötelenmelerini sınırlayarak 2. mertebe etkilerinin oluşmasını engellemektedir.

Yapıda her iki yönde simetrik perde yerleşimi tasarlandığından, ağırlık merkezi ile düşey taşıyıcıların rijitlik merkezi birbirine çok yakın oluşturulmuştur. Bu sayede yapının burulma etkilerine maruz kalması önlenmiştir.

Rijitlikleri yüksek perdelere saplanan kirişlerde mafsallaşmaya müsade edilerek, bu kesitlerdeki atalet momentleri yarıya indirilmiştir. Hesaplar buna göre yapılarak kirişler boyutlandırılmıştır.

Yapının deprem yüklerine göre hesabı

a) Eşdeğer Deprem Yükleriyle 3 boyutlu bilgisayar analizi
b) Teknik Rapor 16'daki yaklaşık yöntemle analiz
c) 3 boyutlu bilgisayar modelinde ABYYHY'deki tasarım spektrumuna göre Spektral Analiz

olmak üzere üç değişik yöntemle yapılmış ve Tablo 5.1'deki deplasmanlar elde edilmiştir.

Tablo 5.1 Deprem Analizlerine Göre Kat Deplasmanları

KAT	Eşdeğer Deprem Yükü d (m)	Teknik Rapor d (m)	Spektral Analiz d(m)
20	0,0821	0,0613	0,0414
19	0,0774	0,0604	0,0389
18	0,0726	0,0587	0,0365
17	0,0675	0,0561	0,0339
16	0,0623	0,0532	0,0312
15	0,0569	0,0498	0,0285
14	0,0513	0,0457	0,0257
13	0,0457	0,0411	0,0229
12	0,0399	0,0360	0,0199
11	0,0342	0,0312	0,0171
10	0,0286	0,0258	0,0143
9	0,0231	0,0200	0,0115
8	0,0178	0,0140	0,0089
7	0,0129	0,0078	0,0064
6	0,0086	0,0020	0,0042
5	0,0050	0,0000	0,0016
4	0,0018	0,0000	0,0005
3	0,0010	0,0000	0,0004
2	0,0007	0,0000	0,0002
1	0,0000	0,0000	0,0000

a ve b analizlerindeki yatay yükler eşit kabul edildiğinden dolayı her iki yöntemin kıyaslanması mümkün olmuştur. Bu kıyaslama sonucunda kat deplasmanlarının birbirine yakın olduğu ve binanın davranışında perdelerin etkili olduğu alt katlara inildikçe, deplasman farkının azaldığı görülmüştür. Bunun nedenleri ise:

I - Yapıda burulma etkilerinin olmaması

II – Perdelerin yeterli rijitlikte olup, çerçevelere deprem etkisinin gelmemesi olarak değerlendirilerbilir.

Tüm bunlar göz önüne alındığında aşağıdaki değerlendirmeler yapılabilir:

1- Çok katlı yapılarda yeterli yatay rijitliği sağlayacak perde teşkiline önem verilmelidir.
2- Yapı ağırlık merkezi ile düşey taşıyıcıların rijitlik merkezi birbirine yakın tasarlanarak burulma etkilerinin önüne geçilmelidir.
3- Uygun malzeme seçimi yapılmalıdır.
4- Bir bütün olarak deprem yüklerini taşıyan bina taşıyıcı sisteminde ve aynı zamanda taşıyıcı sistemi oluşturan elemanların her birinde, deprem yüklerinin temel zeminine kadar sürekli bir şekilde ve güvenli olarak aktarılmasını sağlayacak yeterlilikte rijitlik, kararlılık ve dayanım bulunmalıdır.

KAYNAKLAR

[1] **Atımtay, E.,** 2000. Çerçeveli ve Perdeli Betonarme Sistemlerin Tasarımı, O.D.T.Ü İnşaat Mühendisliği Bölümü, ANKARA

[2] **Berktay, İ.,** 1995. Betonarme 1. TMMOB İnşaat Mühendisleri Odası, İstanbul Şubesi

[3] **Celep, Z., Kumbasar N.,** 1991 Örneklerle Betonarme, İ.T.Ü. İnşaat Fakültesi, İSTANBUL.

[4] **Celep, Z., Kumbasar N.,** 1996 Yapı Dinamiği ve Deprem Mühendisliğine Giriş, İ.T.Ü. İnşaat Fakültesi, İSTANBUL.

[5] **Özmen, G., Orakdöğen E., Darılmaz, K.,** Örneklerle SAP 2000, Birsen Yayınevi, İSTANBUL.

[6] **AFET BÖLGELERİNDE YAPILACAK YAPILAR HAKKINDA YÖNETMELİK**, 1997. , İnşaat Mühendisleri Odası, İZMİR ŞUBESİ

[7] **TS - 500**, 2000. , Betonarme Yapıların Tasarım ve Yapım Kuralları, Türk Standartları Enstitüsü, ANKARA.

[8] **TS - 498**, 1997. , Yapı Elemanlarının Boyutlandırılmasında Alınacak Yüklerin Hesap Değerleri, Türk Standartları Enstitüsü, ANKARA.

[9] **Çakıroğlu , A. Özmen, G**., 1973. Teknik Rapor 16, Çerçeveler ve Boşluklu Perdelerden Oluşan Yapıların Yatay Yüklere Göre Hesabı, İ.T.Ü. İnşaat Fakültesi, İSTANBUL.

EK LİSTESİ

EK A : Önboyut Tabloları

EK B : Betonarme Çizimleri

EK C : SAP 2000 ve Çıktı Dosyalarını İçeren Disketler