

İSTANBUL TEKNİK ÜNİVERSİTESİ ★ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**ÇOK KATLI TÜP SİSTEM ÇERÇEVELİ BETONARME
BİR BİNANIN TASARIMI**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ
İnş. Müh. Mahir Onur AYDIN**

**Anabilim Dalı : İNŞAAT MÜHENDİSLİĞİ
Programı : YAPI MÜHENDİSLİĞİ**

OCAK 2004

**ÇOK KATLI TÜP SİSTEM ÇERÇEVELİ BETONARME
BİR BİNANIN TASARIMI**

YÜKSEK LİSANS TEZİ
İnş. Müh. Mahir Onur AYDIN
501001106

Tezin Enstitüye Verildiği Tarih : 22 Aralık 2003
Tezin Savunulduğu Tarih : 14 Ocak 2004

Tez Danışmanı : Prof.Dr. Metin AYDOĞAN
Diğer Jüri Üyeleri Doç.Dr. Mustafa ZORBOZAN
Doç.Dr. Kadir GÜLER

OCAK 2004

ÖNSÖZ

Günümüz sosyo-ekonomik şartlarında nüfusun hızlı artışı, buna bağlı olarak ihtiyaç duyulan yapı ihtiyacı, yapı sektöründe hizmet vermekte olan inşaat mühendislerini çeşitli arayışlara götürmektedir.

Şehirlerde yaşayan nüfus oranındaki artışa rağmen gerekli olan alanların kısıtlı oluşu tüm dünyada olduğu gibi ülkemizde de “çok katlı yapı” kavramını ön plana çıkarmaktadır.

Bu türlü yüksek yapıların teknoloji alanındaki gelişmeler sayesinde hızlı ve kolay yapılabilmeleri nedeniyle betonarme yapılar önemini kaybetmeksizin uygulama alanı bulmaya devam etmektedir.

Bununla birlikte, yapısı itibarıyla ağır bir yapı malzemesi olan betonarmenin, %92 si deprem bölgesi olan ve nüfusunun %98 inin bu bölgelerde yaşadığı ülkemizde, deprem güvenliği konusunda da üzerinde hassasiyetle durulması gerekmektedir. Son yıllarda yaşanan büyük ve üzücü depremler konunun öneminin kamuoyu nezdinde de daha iyi anlaşılmasına sebep olmuştur. Ancak, yeterli güvenliğin, özellikle ülkemiz şartlarında en ekonomik şekilde sağlanabilmesi gerekmektedir.

Yüksek lisans tezi olarak hazırlanan bu çalışmada, yukarıda belirtilen şartların dikkate alınmasıyla, 20 katlı tüp sistem betonarme bir binanın deprem yükleri etkisindeki davranışının incelenmesi ve tasarım aşamalarının gösterilmesi hedeflenmiştir.

Depreme dayanıklı yapı tasarımını dikkate alan bu tezde, çok katlı betonarme binaların klasik düşey kullanım yükleriyle, deprem etkisi dolayısıyla yapıya gelen ve kendine mahsus kesit tesirleri oluşturan yatay yükleri birlikte ele alınarak, elde edilen süperpoze yüklere göre bir tasarım gerçekleştirilmiştir.

Tez çalışmamın başından sonuna dek bana yol göstermiş olan, yardımlarını esirgemeyen değerli hocam sayın Prof.Dr. Metin AYDOĞAN’a ilgi ve sabırlarından dolayı teşekkürlerimi sunarım.

Ocak 2004

Mahir Onur AYDIN

İÇİNDEKİLER

ÖNSÖZ	ii
TABLO LİSTESİ	v
ŞEKİL LİSTESİ	vi
SEMBOL LİSTESİ	vii
ÖZET	ix
SUMMARY	xi
1. GİRİŞ	1
2. TÜP SİSTEMLER	
2.1. Tüp Sistemlerin Davranış Biçimleri	4
2.1.1 Tüp Çerçeve Sistemler	4
2.1.2 Kuşaklanmış Tüp	7
2.1.3 Tüp Demeti	8
2.1.4 İç Bağlantılı Tüp	9
2.1.4.1 İç İç Tüp	9
2.1.4.2 Paralel Perdeli Tüp	9
3. YAPI ELEMANLARININ ÖN BOYUTLANDIRILMASI	10
3.1. Döşeme Kalınlıklarının Belirlenmesi	10
3.2. Döşemelerde Yük Analizi	11
3.2.1. Normal Kat Döşemeleri	11
3.2.2. Çatı Katı Döşemeleri	12
3.2.3. Bodrum Kat Döşemeleri	12
3.3. Kiriş Yüklerinin Hesabı	12
3.4. Kolon Ön Boyutlandırması	13
3.5. Döşeme Donatılarının Hesabı	29
3.5.1. Normal Kat Döşeme Momentleri	29
3.5.2. Çatı Katı Döşeme Momentleri	32
3.5.3. Bodrum Kat Döşeme Momentleri	34
4. STATİK VE DİNAMİK ANALİZ	44
4.1. Bina Ağırlığının Hesabı	44
4.1.1. Normal Kat Ağırlığı	44
4.1.2. Çatı Katı Ağırlığı	45
4.1.3. Bodrum Kat Ağırlığı	46
4.1.4. Bina Toplam Ağırlığı	47
4.2. Elastik Deprem Yüklerinin Tanımlanması ve Deprem Analizi	48
4.2.1. Süneklik Düzeyi Yüksek BA Boşluksuz Perdeli Çerçeve Sistemler	49
4.2.2. Eşdeğer Deprem Yüğü Yöntemi	49
4.2.2.1. Toplam Eşdeğer Deprem Yüğü Belirlenmesi	50
4.2.2.2. Katlara Etkiyen Eşdeğer Deprem Yüklerinin Belirlenmesi	50

4.2.2.3. Bodrum Katların Çevresinde Rijit Betonarme Perde Duvarları Kullanılan Binaların Hesabına İlişkin Kurallar	51
4.2.2.4. Deprem Yüklerinin Etkime Noktaları	52
4.2.2.5. Sistemin Eşdeğer Deprem Yükü Analizinin Yapılması	52
4.2.2.6. Bilgisayar Programı İle Elde Edilen X ve Y Yönündeki Serbest Titreşim Periyotları İle Eşdeğer Deprem Yükü Hesabı	57
4.2.2.7. Yerdeğiştirmelerin Sınırlandırılması ve 2. Mertebe Etkiler	58
4.2.3. SAP2000 Bilgisayar Programı İle Dinamik Analiz	63
5. BETONARME KESİT HESAPLARI	66
5.1. Zemin Kat Kolonları Betonarme Hesabı	66
5.2. Kolonlarda Narinlik Kontrolü	80
5.3. Kirişlerde Eğilme ve Kesme Donatısı Hesabı	82
5.3.1. Kirişlerde Eğilme Donatısı Hesabı	82
5.3.2. Kirişlerde Kesme Donatısı Hesabı	83
5.4. Kolonların Kirişlerden Daha Güçlü Olması Koşulu	93
5.4.1. Zemin Kat G-3 Aksında Kuvvetli Kolon Zayıf Kiriş Tahkiki	93
5.5. Kolonlarda Kesme Donatısı Hesabı	94
5.6. Bodrum Perdeleri Yükleri ve Moment Değerleri	101
5.6.1. Bodrum Perdeleri Donatıları	107
5.7. Radye Temelin Boyutlandırılması ve Betonarme Analizi	111
5.7.1. Radye Temelin SAP2000 Programı İle Modellenmesi	111
5.7.2. Radye Temelin Betonarme Hesabı	112
6. SONUÇLAR	116
KAYNAKLAR	118
EKLER	119
ÖZGEÇMİŞ	120

TABLO LİSTESİ

	<u>Sayfa No</u>
Tablo 3.1 Kat Kolonlarına Gelen Düşey Yükler.....	27
Tablo 3.2 Kolon Boyutları.....	16
Tablo 3.3 Normal Kat Döşemelerinde Açıklıkta Betonarme Hesap.....	38
Tablo 3.4 Normal Kat Döşemelerinde Mesnette Betonarme Hesap.....	39
Tablo 3.5 Çatı Katı Döşemelerinde Açıklıkta Betonarme Hesap.....	40
Tablo 3.6 Çatı Katı Döşemelerinde Mesnette Betonarme Hesap.....	41
Tablo 3.7 Bodrum Kat Döşemelerinde Açıklıkta Betonarme Hesap.....	42
Tablo 3.8 Bodrum Kat Döşemelerinde Mesnette Betonarme Hesap.....	43
Tablo 4.1 Deprem Bölgelerine Göre Etkin Yer İvmesi Katsayıları.....	48
Tablo 4.2 Yerel Zemin Sınıflarına Bağlı Olarak Spektrum Karakteristik Periyotları.....	48
Tablo 4.3 Eşdeğer Deprem Yükü Yönteminin Uygulama Sınırları.....	49
Tablo 4.4 Eşdeğer Deprem Yükleri Hesabında Kullanılacak Değerler...	59
Tablo 4.5 X Yönü Görelî Kat Öteleme Ve 2. Mertebe Gösterge Değerleri	61
Tablo 4.6 Y Yönü Görelî Kat Öteleme Ve 2. Mertebe Gösterge Değerleri	62
Tablo 4.7 Dinamik Etkilerle Bulunan X Yönü Görelî Kat Öteleme Ve 2. Mertebe Gösterge Değerleri.....	64
Tablo 4.8 Dinamik Etkilerle Bulunan Y Yönü Görelî Kat Öteleme Ve 2. Mertebe Gösterge Değerleri.....	65
Tablo 5.1 Kirişlerde Eğilme Donatısı Hesabı.....	84
Tablo 5.2 Kirişlerde Kesme Donatısı Hesabı.....	90
Tablo 5.3 Bodrum Perdeleri Plak Momentleri.....	107

ŞEKİL LİSTESİ

		<u>Sayfa No</u>
Şekil 1.1	Mimari Plan.....	2
Şekil 1.2	Taşıyıcı Sistem Planı.....	3
Şekil 2.1	Eksenel Gerilme Dağılımı.....	5
Şekil 2.2	Tüp Demeti Gerilme Dağılımı.....	8
Şekil 3.1	S101 Kolonuna Gelen Yükler.....	14
Şekil 3.2	S102 Kolonuna Gelen Yükler.....	14
Şekil 3.3	S103 Kolonuna Gelen Yükler.....	15
Şekil 3.4	S104 Kolonuna Gelen Yükler.....	15
Şekil 3.5	S105 Kolonuna Gelen Yükler.....	16
Şekil 3.6	S106 Kolonuna Gelen Yükler.....	17
Şekil 3.7	S107 Kolonuna Gelen Yükler.....	17
Şekil 3.8	S108 Kolonuna Gelen Yükler.....	18
Şekil 3.9	S109 Kolonuna Gelen Yükler.....	19
Şekil 3.10	S110 Kolonuna Gelen Yükler.....	19
Şekil 3.11	S111 Kolonuna Gelen Yükler.....	20
Şekil 4.1	Bina 3 Boyutlu Görünüşü (X Yönü).....	53
Şekil 4.2	Bina 3 Boyutlu Görünüşü (Y Yönü).....	54
Şekil 4.3	Bina 1. Mod Şekli.....	55
Şekil 4.4	Bina 2. Mod Şekli.....	56
Şekil 4.5	Spektrum Diyagramı.....	63
Şekil 5.1	Bodrum Perdesi Statik ve Dinamik Toprak Yükleri.....	103
Şekil 5.2	1. Bodrum Kat Perdesi İdealleştirilmiş Toprak Yükleri.....	103
Şekil 5.3	2. Bodrum Kat Perdesi İdealleştirilmiş Toprak Yükleri.....	103
Şekil 5.4	3. Bodrum Kat Perdesi İdealleştirilmiş Toprak Yükleri.....	103
Şekil 5.5	4. Bodrum Kat Perdesi İdealleştirilmiş Toprak Yükleri.....	103
Şekil 5.6	Radye Temel Plağı M11 Moment Dağılımı.....	113
Şekil 5.7	Radye Temel Plağı M22 Moment Dağılımı.....	114

SEMBOL LİSTESİ

A	: Kesit alanı
A_c	: Betonarme kesit alanı
A_s	: Donatı alanı
A_{sw}	: Kesitte etriye kolu kesit alanlarının toplamı
A₀	: Etkin yer ivmesi katsayısı
A(T)	: Spektral ivme katsayısı
b	: Kolon ve perde genişliği, kirişte tabla genişliği
b_w	: Kiriş gövde genişliği
C_h	: Toprak basıncı yatay eşdeğer deprem katsayısı
C_v	: Toprak basıncı düşey eşdeğer deprem katsayısı
d	: Kesit faydalı yüksekliği
D	: Eleman rijitliği
d'	: Pas payı
d_i	: Binanın i'inci katında hesaplanan yerdeğiştirme
E	: Elastisite modülü
F	: Yapıya etkiyen yük
F_i	: Eşdeğer deprem yükü yöntemine göre i'inci kata etkiyen eşdeğer deprem yükü
f_{cd}	: Beton hesap basınç dayanımı
f_{ck}	: Beton karakteristik basınç dayanımı
f_{ctd}	: Beton hesap çekme dayanımı
f_{ctk}	: Beton karakteristik çekme dayanımı
f_{yd}	: Donatı çeliği hesap dayanımı
f_{ywd}	: Etriye donatısının tasarım akma gerilmesi
f_{yk}	: Donatı karakteristik akma gerilmesi
g	: Yerçekimi ivmesi
h	: Kesit Yüksekliği
H	: Yapı toplam yüksekliği
h_f	: Döşeme kalınlığı
H_i	: i'inci katın yüksekliği
H_{cr}	: Kritik perde yüksekliği
I	: Atalet momenti, Bina önem katsayısı
i	: Zemin yüzeyinin yatayla yukarıya doğru yaptığı şev açısı
K_{as}	: Statik aktif basınç katsayısı
K_{ad}	: Dinamik aktif basınç katsayısı
k	: Kolon burkulma boyu katsayısı
l_k	: Kolon burkulma boyu
l_n	: Serbest açıklık
l_{sn}	: Sürekli kenar serbest açıklık uzunluğu
l_x, l_y	: Döşemenin kenar uzunlukları
l_u	: Perde uç bölgesi uzunluğu
l_w	: Perdenin plandaki uzunluğu

M	: Eğilme momenti
M_d	: Hesap eğilme momenti
m	: Döşemede uzun kenarın kısa kenara oranı
N	: Eksenel kuvvet, Bina kat adedi
N_d	: Hesap eksenel kuvveti
n	: Hareketli yük katılım katsayısı
Q	: Hareketli yük
R	: Taşıyıcı sistem davranış katsayısı
$R_a(T)$	: Deprem yükü azaltma katsayısı
$S(T)$	: Spektrum katsayısı
T	: Binanın doğal titreşim periyodu
T_A, T_B	: Spektrum karakteristik periyodları
U_p	: Zımbalama çevresi
V	: Kesme kuvveti
V_c	: Beton kesitin kesme kuvveti dayanımına katkısı
V_{cr}	: Eğik çatlamayı oluşturan kesme kuvveti
V_e	: Kolon ve kirişte enine donatı hesabında esas alınacak kesme kuvveti
V_{pr}	: Zımbalama taşıma gücü
V_t	: Deprem taban kesme kuvveti
W	: Toplam bina ağırlığı
x	: Tarafsız eksen derinliği
α	: Duvar zemin arakesitinin düşeyle yaptığı açı
γ	: Birim hacim ağırlığı
Δ	: Yerdeğiştirme
Δ_i	: Binanın i 'inci katında görelî kat ötelemesi
ΔF_N	: Binanın n 'inci katına etkiyen ek eşdeğer deprem yükü
ρ	: Çekme donatısı oranı
δ	: Zeminle duvar arasındaki sürtünme açısı
ϕ	: Zeminin içsel sürtünme açısı, Donatı çapı
σ_z	: Zemin gerilmesi
λ	: Eşdeğer deprem katsayılarına bağılı olarak hesaplanan açı

TÜP SİSTEM ÇERÇEVELİ ÇOK KATLI BETONARME BİR BİNANIN TASARIMI

ÖZET

Günümüzde betonarme yapılar ekonomik olması ve çeşitli amaçlara uygulanma alanının fazla oluşu sebebiyle özellikle de ülkemizde yaygın olarak kullanılmaktadır. Bu tür yapıların düzenlenmesinde izlenecek adımlar, taşıyıcı sistemin oluşturulması, bir çözümleme sistemi kullanılarak sistem kesitlerinde meydana gelen etkilerin bulunması, boyutlandırmanın ve imalata ilişkin çizimlerin yapılmasıdır.

Yüksek lisans tezi olarak, yapılan bu çalışmada 20 katlı tüp sistem çerçeveli bir betonarme ofis binasının deprem yükleri ve artırılmış düşey yükler etkisindeki davranışı ve tasarım aşamaları irdelenmiştir. Proje olarak, taşıyıcı sistemi tüp çerçevelerden ve perdelerden oluşan bir işyeri binası ele alınmıştır. Yapıda kullanılan malzeme özellikleri, yükleme durumları, yapı elemanlarının ön boyutları binaya ve taşıyıcı sisteme ait geometrik ve fiziksel özellikler, davranış biçimleri, binanın konumu, zemin özellikleri gibi çeşitli kabuller uygun görüldükleri ve sistemi zorlamaya yönelik şekillerde yapılmıştır.

Uygulanan yükler altında kesit etkilerinin saptanmasında, bilgisayar ortamında üç boyutlu olarak ve sonlu elemanlarla çözüm yapan SAP2000 yapısal analiz programı kullanılmıştır.

Söz konusu yapı 1. deprem bölgesinde olup, 4 bodrum kat 1 zemin kat ve 15 normal kattan oluşmakta ve iş merkezi olarak kullanılması amaçlanmaktadır. Zemin ve normal katların yüksekliği 3 m, bodrum katların yüksekliği 4 m dir. Döşemeler kirişli döşeme tipinde olup, taşıyıcı sistem tüp çerçeve ve perdelerden oluşmaktadır. Malzeme olarak, tüm yapıda BS25 betonu, döşemelerde BÇI (S220), diğer taşıyıcı elemanlarda BÇIIa (S420) demiri kullanılmıştır.

Yapıda taşıyıcı sistem oluşturulurken önce TS 498 de verilen sabit ve hareketli düşey yükler altında döşemelerin ve kirişlerin kesit tesirlerini hesaplamak üzere tek katlı, sonlu ve çubuk elemanlardan oluşan model düzenlenmiştir. Modelin boyutlandırılmasında TS500 ve Deprem Yönetmeliğine uygunluklar, sehim kontrolü yapılmıştır.

Binanın deprem kuvvetleri etkisindeki davranışını incelemek amacıyla ABYYHY'de anlatılan Eşdeğer Deprem Yüğü yöntemine göre belirlenen kuvvetler bilgisayar modelinde etki ettirilmiştir. Ayrıca SAP2000 programıyla Spektral Analiz metodu yapıya uygulanarak sonuçlar karşılaştırılmıştır.

Eşdeğer deprem yüklerine göre elde edilen sonuçlar kullanılarak, zemin kat kolon ve kirişleri, bina çekirdek bölgesindeki perdeler ve zımbalama donatısı gerektirmeyecek kalınlıktaki radye temel için betonarme hesapları yapılmıştır.

Ayrıca, statik ve dinamik toprak basıncı etkisindeki bodrum perdeleri betonarme hesapları yapılmıştır. Betonarme hesaplar ABYYHY 98 ve TS500 de belirtilen tasarım kriterlerine uygun olarak yapılmıştır.

Sonuç olarak, depreme dayanıklı bir çok katlı binanın taşıyıcı sisteminin tasarımındaki yöntemler ve koşullar bu tezde genel olarak ele alınmıştır. Başka yapı sistemlerinin tasarımının da küçük değişikliklerle benzer şekilde yapılabilmesi mümkün olmaktadır.

THE DESIGN OF A FRAMED MULTI-STOREY REINFORCED CONCRETE BUILDING HAVING TUBE SYSTEM

SUMMARY

Nowadays reinforced concrete buildings being economical and having widespread implementation areas have made them common practice in our country. The ways necessary to arrange these buildings are, creation of the column support systems, utilising a solution system on the sections of the support system to discover the arising effects, dimensional realisation and completion of the respective sketches.

The design procedure of a 20 storey reinforced concrete building and its behaviour under seismic loads and increased vertical loads, is considered as a master thesis. The structural system of the Project in this context, a business center, consisting of a concrete exterior tube consisting of closely spaced exterior columns and as a core shear walls support system, has been chosen to study. The material properties used in building, loading situations, pre-dimensions of structural elements, geometrical and physical properties of the structural systems of the building, behavioural characteristics, the building's location and ground characteristics have been approved and are subject to force the system.

Three dimensional modelling of the building is analysed using SAP2000 structural analysis programme, that works with the Finite Elements Method, to determine the section effects under the loads.

The building under consideration is located in 1st degree seismic zone which consist of 4 basement stories, ground floor and 15 official stories. It is designed as a business center. The basement stories are 4m, the ground floor and official stories are 3m in height. The floor slabs are plates and structural system consist of exterior tube with closely spaced columns and core shear walls. As materials C25 concrete and S420 steel are used.

First of all, under the effects under dead and live vertical loads that are presented in TS 498, preliminary dimensions are assigned to the structural elements according to the criteria mentioned in TS 500. Afterwards, while establishing the building structural system, the slabs and beams sectional effects under the loads, a single layered rod element was modelled. In the realization of the model, TS 500 and Turkish Earthquake Code compatibility was verified.

For the purpose of considering the behaviour of the building under lateral seismic effects, the loads found according to the Equivalent Seismic Load Method presented in Turkish Earthquake Code are used in computer model. In addition, Spectral Analysis method using the SAP2000 programme is applied to the building and results are compared with each other.

Using the results obtained from the Equivalent Seismic Loads method, the reinforced concrete sectional calculations of the ground floor columns and beams, shear walls located in center zone and the mat foundation with adequate thickness in which

punching effects are sustained without any steel reinforcement. Also, the calculations of the basement surrounding shear walls are made under the effects of the static and dynamic earth pressure. All of the calculations are carried out according to the criteria presented in Turkish Earthquake Code 98 and Turkish Standards.

Conclusively, the methods and conditions to design a building's structural system resistant to earthquake loads, were generally identified in this project. Also, these methods and conditions can be implemented on other buildings, having different structural systems, with minor modifications.

1. GİRİŞ

Büyük şehirlerde çok katlı yapıların yaygınlaşması, büyük kütleli ve yüksek olan bu tip yapılarda önem kazanan deprem etkilerinin daha dikkatli irdelenmesini gerektirmektedir. Ayrıca, bu tür yüksek yapıların depreme dayanıklı tasarımı ve boyutlanması esnasında, düşey yükler altındakinden daha büyük belirsizliklerle karşılaşılır. Bu belirsizlikler, etkimesi öngörülen deprem yükleri yanında, bu yükler altındaki malzeme davranışının belirlenmesinde de ortaya çıkmaktadır.

Geçmişte bu tür yapıların hesabında kullanılan yaklaşık yöntemler, gelişen bilgisayar teknolojisi ile beraber yerlerini uygun hesap programlarına bırakmıştır. Bu programlar sayesinde yapılar, 3 boyutlu olarak modellenenilmekte ve her türlü yük etkisi altında hızlı bir şekilde çözülebilmektedir. Bu çalışmada kullanılan SAP2000 yapısal analiz bilgisayar programı, etkili bir hesap metodu olan sonlu elemanlar metodunu esas alır. Modelleme görsel olarak yapıldığından karmaşık ve büyük yapıların tanımlanması kolaylaşır. Ayrıca, SAP2000 programı ile, dünyadaki birçok ülkenin deprem yönetmeliklerinde, Eşdeğer Deprem Yüğü Yöntemi'nin uygulanmadığı durumlarda yapılması zorunlu hale getirilen dinamik hesaplar da Mod Birleştirme Yöntemi kullanılarak yapılmaktadır.

Mimari planı Şekil 1.1 ve taşıyıcı sistemi Şekil 1.2 de verilen ofis binası, 4 bodrum kat, zemin kat ve 15 normal kattan oluşmaktadır. Bina 37,00 x 22,50 m² alana sahiptir. Döşeme sistemi bir doğrultuda ve iki doğrultuda çalışan kirişli döşemelerden oluşmaktadır. Taşıyıcı sistem, tüp sistem çerçeveler ve perdelerden meydana gelmektedir. Kolon boyutları her beş katta bir değişmektedir. Binanın 1. derece deprem bölgesinde inşa edileceği düşünülmüş projelendirilmesi yapılacaktır. Ayrıca zemin sınıfı olarak Z3 zemin sınıfı seçilmiş ve zemin emniyet gerilmesi 200 kN/m² olarak kabul edilmiştir. Betonarmede malzeme olarak BS25 – BÇIIIa (S420), döşemelerde ise BÇ I (S220) seçilmiştir.

2. TP SİSTEMLER

2.1. Tp Sistemlerin Davranış Biçimleri

Bu sistemlerde yapılan kabul, yüksek yapılarda çok önemli olan yatay yükler altında, yapının zemine ankastre, kutu kesitli konsol kiriş gibi davrandığının kabulüdür.

Tp sistem, yapının çevresinde kirişlerle birbirine bağlanmış, sık aralıklarla yerleştirilmiş kolonlardan meydana gelir. Kolonlar dış cephede akstan aksa 2,00 – 4,00 metre aralıklarla yerleştirilirler.

2.1.1. Tp Çerçeve Sistemler

Tp Çerçeve Sistem, birbirine dik ve rijit olarak birleştirilmiş eğilme dayanımlı çerçeve panellerinden meydana gelir. Çerçeve panelleri, cephede sık yerleştirilmiş kolonların dikdörtgen bir ızgara oluşturacak şekilde rijit olarak yüksek kirişlerle bağlanması ile oluşturulur. Bu sistemde yatay yükler iç kuşaklama kullanılmadan konsol tp davranışı ile karşılanmaktadır.

Yanal yüklerin etkisi altında eğilmeye maruz bir tp çerçevede, davranışın birinci modu konsol bir tp gibidir. Tarafsız eksenin karşılıklı kenarlarındaki kolonlar basınç ve çekme gerilmelerine maruz kalırlar. Buna ilave olarak tüpün yük doğrultusundaki dış kenarları, kirişleri esnek, çok katlı bağımsız rijit çerçeve olarak hareket etmeye yatkındır. Bu yatkınlık, çerçevenin yatay yer değiştirmesi ile sonuçlanır. Burada duvar panellerinin kesme rijitliklerinin yetersiz olmasının etkisi oldukça fazladır. Buna kayma gecikmesi denir. Bu davranış biçimi rijit çerçevenin bir özelliği olarak bilinmektedir. Kayma gecikmesinin, tp sistemin yatay yükü karşılayan cephesi üzerindeki etkisi, kolon dizisi boyunca ortadan kenarlara doğru artan doğrusal olmayan gerilme dağılışı ile sonuçlanır. Bina köşelerindeki kolonlar, ortadaki kolonlardan daha çok yük almaya zorlanır.

Bütün elemanlardaki bu şekil değişikliklerinin toplam etkisi olarak, yanal yük altında kesit düzlemi Şekil 2.1 de görüldüğü gibi şekil değiştirir.[3]

Şekil 2.1. Eksenel Gerilme Dağılımı

Birbirine dik çerçeve panellerinin arasındaki etkileşim, köşe kolonların düşey yer değiştirmesinden meydana gelir. Köşe kolonu incelenirse, basınç şekil değiştirmesine maruz kalan bu kolon, komşu kolona bağlı olduğu yüksek kiriş nedeniyle basınç uygulama eğilimindedir. Bu şekil değiştirmeler, bağlantıyı sağlayan esnek yüksek kiriş eğileceği için tamamıyla aynı iletilemez. Şekil değiştirme miktarını bağlantı kirişinin rijitliği belirler. Bu nedenle komşu iki kolondaki eksenel şekil değiştirmeler birbirinden farklı olacaktır. Böylece birbirini takip eden her bir iç kolonda daha küçük bir şekil değiştirmeye müsaade edilecek ve bu sebepten dıştaki kolonlardan içtekilere doğru azalan bir gerilme dağılışı elde edilecektir. Bu dağılım Şekil 2.1. de düz çizgi ile gösterilmektedir. Görüldüğü gibi gerçek tüp davranışı, teorik olarak kolonları bağlayan kirişin sonsuz rijit olarak ele alındığı ve sade tüp diye isimlendirilen davranıştan farklıdır. Bu yüzden kuşaksız tüp çerçeve sistem yüksek yapı inşaatında elverişli bir form olmasına rağmen, sistemin mevcut rijitliğinden ve çerçevelerdeki kayma gecikmesinin etkisinden dolayı dayanımından tam olarak faydalanılamaz.

Analitik uygulamalar için, rijit diyafram gibi davranan döşemelerin rijitliğinin genellikle kat sistemlerinin düzlem içi rijitliğinden oldukça büyük olduğu kabul edilir. Böylece her kat seviyesinde kesit aynı kalır ve bu durumdaki kesitler planda

sadece rijit cisim hareketi yaparlar. Bütün yatay yer değiştirmeler, birbirine dik iki ötelenme ve bir dönme ile ifade edilir.

Bununla birlikte, kat döşemelerinin düzlem dışı rijitliklerinin çok az olduğu, eğilmeye ve burulmaya karşı dayanımlarının olmadığı kabul edilir. Kat sisteminin, yatay yük yönüne dik ve yatay yük doğrultusundaki çerçeveler arasında hiçbir bağlayıcı etkisinin olmadığı kabul edilir. Bu yüzden gerek yanal yüke dik, gerekse yanal yüke paralel çerçevelerde düzlem içi etkilerin olduğu, düzlem dışı etkilerin genellikle önemsiz olduğu kabul edilir. Kat sisteminin görevi, yapı yanal yüklere maruz kaldığında yatay yükleri taşıyıcı yapı elemanlarına aktarmaktır.

Tüp sistem, plan formunda çok yaygın olarak kare ve dikdörtgen şeklinde uygulanmasına rağmen, daire, üçgen, ve trapezoidal olarak da uygulanabilir.

Tübüler sistem ilk olarak Chicago’da 1961 yılında 43 katlı 122 metre yüksekliğinde Dewitt Chestnut Apartmanı’nda tüp çerçeve şeklinde uygulanmıştır.

Tüp sistem, çelik ve betonarme inşaatın her ikisi için de uygundur. Çerçevelerin birbirine benzer tekrarlı elemanları, hızlı bir inşaat için çelikte prefabrikasyona, betonarmede hızlı kalıp kullanımına imkan verir.

Tüp çerçeve sistemde, dış çerçevelerin bütün yatay kuvvetleri karşıladığı kabul edilir. Bu sayede tüp yapının iç kısmının planlanmasında, mimari açıdan serbestlik avantajı elde edilir. Yapısal formu etkileyen en önemli düşünce, binanın fonksiyonudur. Modern ofis binaları, kullanıcıların isteklerine uygun olarak bölünebilen, geniş açıklıklı alanlar gerektirmektedir. Sonuç olarak düşey taşıyıcıların genellikle grup halinde içeride asansör, merdiven ve servis şaftlarının etrafında mümkün olduğu kadar plan çevresinde düzenlenmesi ile bu alanlar sağlanabilir. Tüp sistemde dağıtılmış iç kolonlar ve perdeler, kısa mesafeli döşemeleri ile yerleşim binalarına uygun olurken, merkezi çekirdekli bir tüp yapıda, tüpten çekirdeğe doğru geniş açıklıklı döşemeler, ofis binaları için uygun olmaktadır.

Tüp çerçeve; elverişli, kolaylıkla inşaa edilebilen, büyük yüksekliklerin kullanılması için uygun imkanlar veren bir sistem olarak yüksek yapı formundaki en modern ve mükemmel gelişimlerden biri olmuştur.

2.1.2. Kuşaklanmış Tüp

Tüp çerçeve sisteminin, yanal kuvvetlere dayanım bakımından elverişli olduğunun bilinmesine rağmen, kolon ve kirişlerin eğilmesinden ve kayma gecikmesinden dolayı tam bir tüp davranışı elde edilemediği bilinmektedir. Bu durumda sisteme diyagonal elemanların eklenmesi ile rijitlik büyük ölçüde artırılabilir. Böylece kesme kuvveti kirişlerle değil, diyagonal elemanlarla karşılanır. Diyagonaller, yatay kuvvetleri doğrudan aksenal kuvvet olarak taşırlar. Kayma gecikmesindeki bu azalma tübüler sisteme tam bir konsol davranışı sağlar.

Bununla birlikte iyi bir tüp davranışına rağmen, birçok birleşim bulunması, diyagonallerin birleşim noktalarındaki problemleri ve pencere düzenlenmesine uygun olmayan bir cephe formu meydana getirmesi sistemin dezavantajlarıdır. Ayrıca, diyagonaller yatay yüklerin karşılanmasında daha etkili olmalarına rağmen, düşey yüklerin zemine iletilmesinde düşey kolonlu sistem kadar etkili değildir. Çünkü düşey yükler diyagonal elemanların doğrultusunda bileşenlerine ayrılmaktadır. Böylece düşey kolon sistemine göre diyagonal kolonlu sistem, daha büyük enkesit alanları gerektirir.

Diğer bir sistem ise, dış kolonları kaldırmadan tüp çerçevenin dayanımını artırmak için tüpün cephelerinde diyagonallerin düzenlenmesidir. Böylece dış kolonların geniş açıklıklarla düzenlenmesi mümkündür. Çelik tüpte kuşaklama genellikle yataydır. 45 derece eğimle bir baştan diğer başa düzenlenen diyagonaller, kuşaklanmış cephe biçimi oluşturmak için, dış kolonlar ve kirişlerin birbirlerine bağlanabilmesini sağlarlar. Betonarme bir yapıda ise kuşaklama, çerçeve ile bir bütün olarak dökülmüş pencere panellerinin diyagonal biçimi ile düzenlenir. Yapı planda dikdörtgen ise, geniş yüzeyler çift kuşaklama ile simetrik olarak hazırlanır, dar yüzde ise tek diyagonal kuşaklama düzenlenir ve köşelerde iki dik diyagonal birleştirilir.

Sonuç olarak tüp çerçeve yapının etkinliği, diyagonallerin ilavesi ile artırılır. Kuşaklama, dış kolonların yatay ve düşey yüklere karşı koyarken beraber hareket etmelerini sağlar. Böylece yanal yükleme altında sistemin davranışı, sade bir tüp davranışına çok yakın, çok rijit bir konsol tüp davranışdır.

Yatay ve düşey kuvvetlere maruz bırakılan bir kuşaklanmış tüp yapının davranış şekli, sadece düşey kolonlar ile yapı davranışında diyagonal kuşak etkilerinin süperpozisyonu şeklinde düşünülerek kolayca idealize edilebilir.

2.1.3. Tüp Demeti

Çok yüksek yapıların yapılabilmesi için, tüp çerçeve sistemlerde görülen kayma gecikmesi binanın karşılıklı kenarları boyunca iç çerçeve diyaframlarının ilavesiyle tüp demeti oluşturularak büyük oranda azaltılabilir. İç diyaframlar kesme kuvvetlerine karşı koyarken, büyük bir konsol kirişin gövdesi gibi davranır. Yapı, yanal kuvvetlerin etkisi altında eğilmeye zorlandığında, kat döşemelerinin düzleminde fazla rijit olması, iç diyaframları dış diyaframlar ile eşit olarak eğilmeye zorlar ve kesme kuvvetleri her birinin yanal rijitlikleri ile orantılı olarak taşınır. Yanal yüke dik diyaframlar (başlıklar), bu yükten oluşan momentlerin çoğunu alırken, yanal yük doğrultusundaki diyaframlar (gövde), kesme kuvvetlerine karşı koyar. Gövde ve başlıkların kesişme noktalarında büyük gerilmeler oluşur. Bu da bize her tüpün ayrı çalıştığını gösterir. Burada bir miktar kayma gecikmesi olsa da, düşey diyaframlar, eksenel gerilmeleri eşit olarak dağıtma eğilimindedir. Şekil 2.2. de kesik çizgilerle gösterilen ideal tübüler davranıştan sapma çok önemli değildir.

Şekil 2.2. Tüp Demeti Gerilme Dağılımı

Her bir t p, kendi başına rijit olduğundan, herhangi bir şekilde biraraya getirilebilir ve yapısal bütünlük korunarak enkesit alanını azaltmak için çeşitli seviyelerde kesilebilir. T p demetinin diğer bir avantajı da, büyük serbest döşeme alanlarına olanak vermesidir.

2.1.4. İç Bağlantılı T p

İç bağlantılı t p sistemde yapı içinde perde ya da çekirdek düzenlenerek, dış t p  er eve rijitleştirilir. İç bağlantılı t p, i  içe t p ve paralel perdeli t p olarak sınıflandırılarak verilmiştir.

2.1.4.1. İ  İçe T p

İ  çekirdeğin, düşey ve yatay yükleri birlikte karşılayacak şekilde boyutlandırılması ile, t p  er eve sistemin rijitliği büyük ölçüde artırılır. Döşemeler i  ve dış tüpü birbirine bağlayarak yatay yükleri bir bütün olarak taşır.

2.1.4.2 Paralel Perdeli T p

Dış t p, planda sisteme perdeli bir çekirdek eklenerek rijitleştirilebilir. Böylece sistem, bir çekirdekle dış t p çerçeveden oluşur. Dış t p  er eve ve çekirdek sistem, yapı yüklerini ve yanal yükleri taşırken birlikte çalışır.  elik bir yapıda çekirdek, kuşaklanmış çerçevelerden meydana gelir; halbuki betonarme bir yapıda çekirdek, perdelerden oluşur. Dış t p  er eve ve i  çekirdek, perdelerin ilave edilmesiyle artırılmış yanal rijitlik sayesinde, bir perdeli  er eve yapının kesme ve eğilme bileşenleri olarak birbirlerini etkiler. Böylece yapı, perdelerin gövde, düz duvarların başlık olduğu büyük bir kiriş olarak düşünülebilir. Kayma gecikmesi minimuma indirildiği için, dış t p duvarlarında esas olarak eksenel gerilmeler oluşur.

3. YAPI ELEMANLARININ ÖN BOYUTLANDIRILMASI

3.1. Döşeme Kalınlıklarının Belirlenmesi

Tek Doğrultuda Çalışan döşemeler için; Plak kalınlığının serbest açıklığa oranı :
Basit mesnetli, tek açıklıklı döşemelerde

$$h_f \geq \frac{1}{25}$$

Sürekli döşemelerde

$$h_f \geq \frac{1}{30} \quad \text{Bunlara göre;}$$

D₁ Döşemesi İçin:

$$h_f \min \geq \frac{1}{30} = \frac{3000}{30} = 100 \text{ mm} \quad (\text{TS 500})$$

D₃ Döşemesi İçin:

$$h_f \min \geq \frac{1}{30} = \frac{2000}{30} = 66,66 \text{ mm} \quad (\text{TS 500})$$

Seçilen kalınlık 120 mm .

İki Doğrultuda çalışan kirişli döşemeler için ;

$$h_f \geq \frac{l_{sn}}{15 + \frac{20}{m}} \left(1 - \frac{\alpha_s}{4} \right) \text{ ve } h_f \geq 80 \text{ mm} \quad (\text{TS 500}) \quad (3.1)$$

α_s : Döşeme sürekli kenar uzunlukları toplamının kenar uzunlukları toplamına oranıdır.

m : Döşeme uzun kenarının kısa kenarına oranıdır.

l_{sn} : Döşeme kısa kenarının serbest açıklığıdır.

D₁₀ Döşemesi için:

$$m = \frac{7,50}{5,00} = 1,50 \quad \alpha_s = \frac{25,00}{25,00} = 1$$

$$h_f \geq \frac{4500}{15 + \frac{20}{1,50}} \left(1 - \frac{1}{4}\right) = 119,119 \text{ mm} \quad h_f \geq 140 \text{ mm}$$

Seçilen $h_f = 140 \text{ mm}$

3.2 Döşemelerde Yük Analizi :

3.2.1 Normal Katlar İçin :

Ahşap Parke Kaplı Döşemeler :

Plak kendi ağırlığı : $25,0 \times 0,12 = 3,00 \text{ kN/m}^2$

3 cm , şap + tesviye harcı : $21,0 \times 0,03 = 0,63 \text{ kN/m}^2$

Ahşap parke ağırlığı : $1,50 \times 0,08 = 0,12 \text{ kN/m}^2$

Sıva (2 cm) : $20,0 \times 0,02 = 0,40 \text{ kN/m}^2$

Sabit Yük : $g = 4,15 \text{ kN/m}^2$

Hareketli Yük : $q = 3,50 \text{ kN/m}^2$

$$P_d = 11,54 \text{ kN/m}^2$$

Seramik Karo Kaplı Döşemeler :

Plak kendi ağırlığı¹ : $25,0 \times 0,12 = 3,00 \text{ kN/m}^2$

Plak kendi ağırlığı² : $25,0 \times 0,14 = 3,50 \text{ kN/m}^2$

3 cm, şap + tesviye harcı : $21,0 \times 0,03 = 0,63 \text{ kN/m}^2$

Sıva (2 cm) : $20,0 \times 0,02 = 0,40 \text{ kN/m}^2$

Seramik Karo (1 cm) : $22,0 \times 0,01 = 0,22 \text{ kN/m}^2$

Sabit Yük : $g_1 = 4,25 \text{ kN/m}^2$

$$g_2 = 4,75 \text{ kN/m}^2$$

Hareketli Yük : $q = 3,50 \text{ kN/m}^2$

$$P_{d1} = 11,70 \text{ kN/m}^2 \quad P_{d2} = 12,10 \text{ kN/m}^2$$

3.2.2 Çatı Katı İçin

Asansör Makinalarını Taşıyan Çatı Döşemesinde :

Plak kendi ağırlığı	:	$25,0 \times 0,12 = 3,00 \text{ kN/m}^2$
Çatı öz ağırlığı	:	$= 1,00 \text{ kN/m}^2$
Sıva (2 cm)	:	$20,0 \times 0,02 = 0,40 \text{ kN/m}^2$
Sabit Yük	:	$g = 4,40 \text{ kN/m}^2$
Hareketli Yük	:	$q = 3,50 \text{ kN/m}^2$
		$P_d = 11,94 \text{ kN/m}^2$

Çatı Katı Döşemeleri :

Plak kendi ağırlığı	:	$25,0 \times 0,12 = 3,00 \text{ kN/m}^2$
3 cm , şap + tesviye harcı	:	$21,0 \times 0,03 = 0,63 \text{ kN/m}^2$
Isı Yalıtımı	:	$4,00 \times 0,015 = 0,060 \text{ kN/m}^2$
Sıva (2 cm)	:	$20,0 \times 0,02 = 0,40 \text{ kN/m}^2$
Karo Mozaik (2,5 cm)	:	$22,0 \times 0,025 = 0,55 \text{ kN/m}^2$
Sabit Yük	:	$g = 4,64 \text{ kN/m}^2$
Hareketli Yük	:	$q = 2,00 \text{ kN/m}^2$
		$P_d = 10,22 \text{ kN/m}^2$

3.2.3 Bodrum Katı Döşemeleri

Plak kendi ağırlığı	:	$25,0 \times 0,14 = 3,50 \text{ kN/m}^2$
5 cm , şap + tesviye harcı	:	$21,0 \times 0,05 = 1,05 \text{ kN/m}^2$
Sıva (2 cm)	:	$20,0 \times 0,02 = 0,40 \text{ kN/m}^2$
Sabit Yük	:	$g = 4,95 \text{ kN/m}^2$
Hareketli Yük	:	$q = 5,00 \text{ kN/m}^2$
		$P_d = 14,92 \text{ kN/m}^2$

3.3 Kiriş Yüklerinin Hesabı

$K_1, K_3, K_5, K_7, K_{12}, K_{15}, K_{16}, K_{17}, K_{18}, K_{19}, K_{20}$ Kirişleri için seçilen boyutlar.

$$h = 50 \text{ cm} \quad bw = 40 \text{ cm}$$

$K_2, K_4, K_6, K_8, K_9, K_{10}, K_{11}, K_{13}, K_{14}$ Kirişleri için seçilen boyutlar.

$$h = 60 \text{ cm} \quad bw = 60 \text{ cm}$$

Kiriş Zati Ağırlığı :

$$g_k = c \times b_w \times (h - h_f)$$

$$g_k^1 = 25,0 \times 0,40 \times (0,50 - 0,12) = 3,80 \text{ kN/m}$$

$$g_k^2 = 25,0 \times 0,60 \times (0,60 - 0,12) = 7,20 \text{ kN/m}$$

Duvar Ağırlığı :

Dış Duvarlar, ıslak hacim duvarları ve merdiven duvarları 1 tam tuğla duvar ;

$$3,00 \text{ kN/m}^2$$

İç Mekan duvarları yarım tuğla duvar;

$$1,50 \text{ kN/m}^2$$

Duvar yüksekliği = kat yüksekliği – kiriş yüksekliği

K₃ , K₅ , K₇ , K₈ , K₁₀ , K₁₃ , K₁₅ , Kirişlerinin altındaki duvarlar için;

K₁₀ , K₁₃ , K₁₅ Kirişlerinin Altında tam tuğla duvarlar;

$$g_t = 2,50 \times 3,00 = 7,50 \text{ kN/m}$$

K₃ , K₅ , K₇ Kirişlerinin altında yarım tuğla duvarlar;

$$g_t = 2,50 \times 1,50 = 3,75 \text{ kN/m}$$

K₈ Kirişinin altında yarım tuğla duvarlar;

$$g_t = 2,40 \times 1,50 = 3,60 \text{ kN/m}$$

3.4 Kolon Ön Boyutlandırılması :

Malzeme BS25 BÇ III a : $f_{cd} = 170 \text{ kg/cm}^2 = 1,70 \text{ kN/cm}^2$

Dikdörtgen kesitli kolonlarda en küçük boyut 250 mm. (TS 500)

Tüm kolonlarda brüt enkesit alanı için :

$$N_d \leq 0,5 \times f_{ck} \times A_c \text{ (Deprem Yönetmeliği 1998) } (3.2)$$

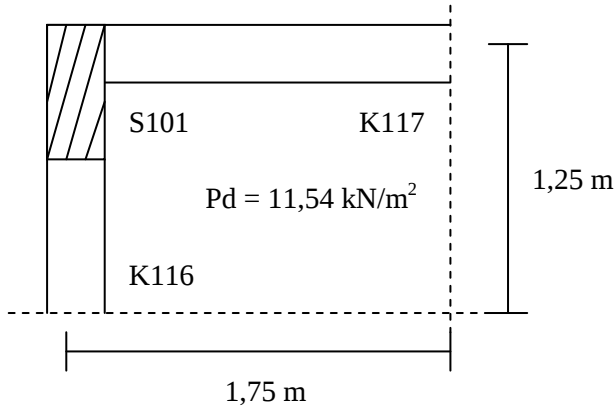
koşulu sağlanmalıdır.

Yukarıda hesaplanan döşeme yükleri, kiriş zati ağırlıkları, duvar ağırlıkları ve kolon zati ağırlıkları kullanılarak kolonlara gelen yüklerin değerleri aşağıda bulunmuştur.

Bulunan değerler doğrultusunda kat kolonlarına gelen düşey yükler kümülatif olarak Tablo 3.1 da verilmiştir.

Buradan hareketle ulaşılan kolon boyutlarını ise Tablo 3.2 göstermektedir.

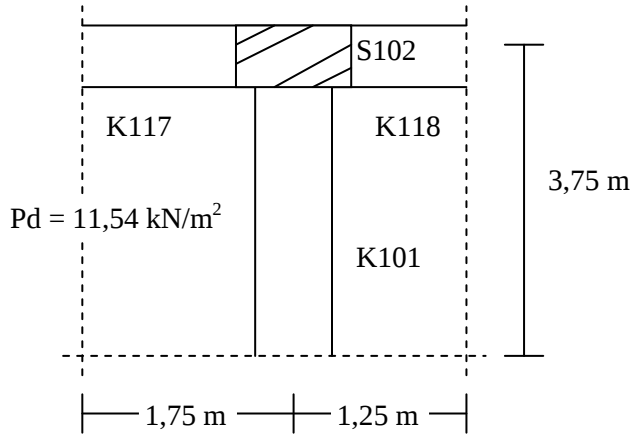
S101 Kolonuna Gelen Yükler (Normal Kat)



Şekil 3.1 S101 Kolonuna Gelen Yükler

Kiriş Ağırlıkları :	K117'den	$1,4 \times 3,80 \times 1,75 = 9,31 \text{ kN}$
	K116'dan	$1,4 \times 3,80 \times 1,25 = 6,65 \text{ kN}$
Duvar Ağırlıkları :		$1,4 \times 7,50 \times 1,75 = 18,38 \text{ kN}$
		$1,4 \times 7,50 \times 1,25 = 13,13 \text{ kN}$
Döşemeden Gelen :		$11,54 \times 1,25 \times 1,75 = 25,24 \text{ kN}$
Kolon Zati yükü :		20,00 kN
Toplam Yük :		92,71 kN

S102 Kolonuna Gelen Yükler (Normal Kat)



Şekil 3.2 S102 Kolonuna Gelen Yükler

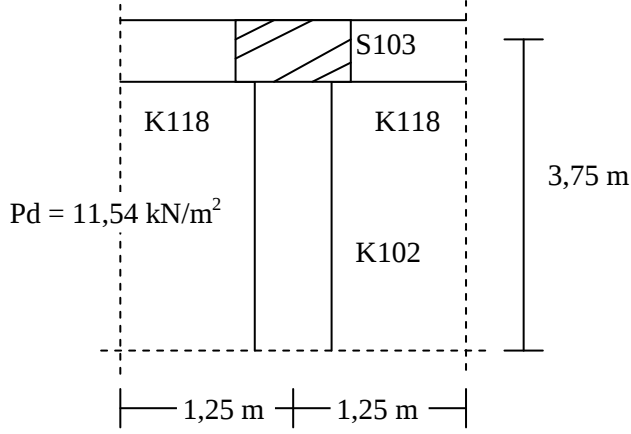
Kiriş Ağırlıkları :	K101'den	$1,4 \times 3,80 \times 3,75 = 19,95 \text{ kN}$
	K117'den	$1,4 \times 3,80 \times 1,75 = 9,31 \text{ kN}$
	K118'den	$1,4 \times 3,80 \times 1,25 = 6,65 \text{ kN}$
Duvar Ağırlıkları :		$1,4 \times 7,50 \times 1,75 = 18,38 \text{ kN}$
		$1,4 \times 7,50 \times 1,25 = 13,13 \text{ kN}$

Döşemeden Gelen : $11,54 \times 3,00 \times 3,75 = 129,83 \text{ kN}$

Kolon Zati yükü : $20,00 \text{ kN}$

Toplam Yük : **217,25 kN**

S103 Kolonuna Gelen Yükler (Normal Kat)



Şekil 3.3 S103 Kolonuna Gelen Yükler

Kiriş Ağırlıkları : K102'den $1,4 \times 7,20 \times 3,75 = 37,38 \text{ kN}$

K118'den $1,4 \times 3,80 \times 1,25 = 6,65 \text{ kN}$

K118'dan $1,4 \times 3,80 \times 1,25 = 6,65 \text{ kN}$

Duvar Ağırlıkları : $1,4 \times 7,50 \times 1,25 = 13,13 \text{ kN}$

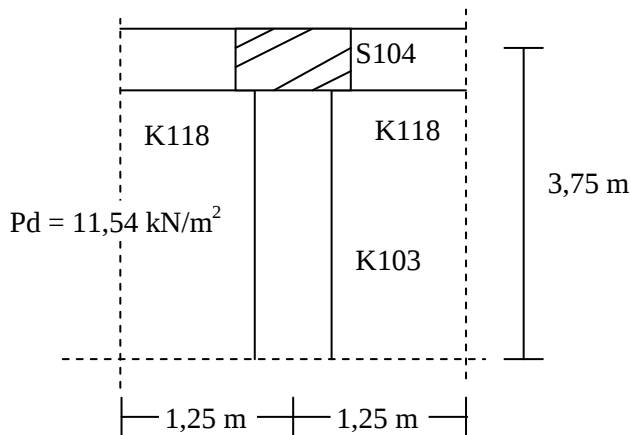
$1,4 \times 7,50 \times 1,25 = 13,13 \text{ kN}$

Döşemeden Gelen : $11,54 \times 2,50 \times 3,75 = 108,19 \text{ kN}$

Kolon Zati yükü : $20,00 \text{ kN}$

Toplam Yük : **205,13 kN**

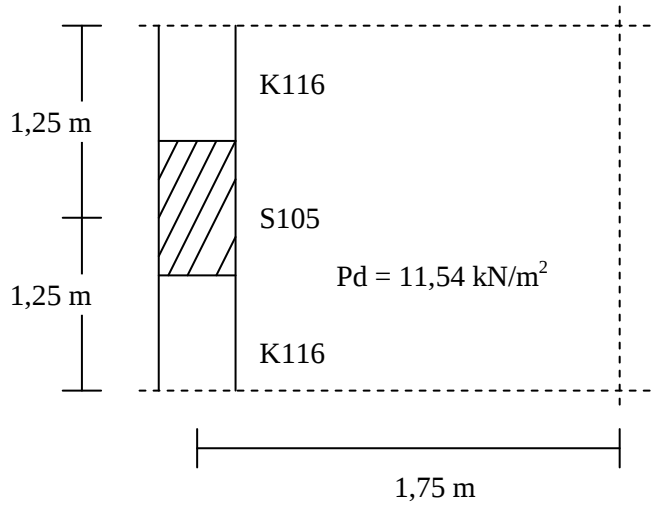
S104 Kolonuna Gelen Yükler (Normal Kat)



Şekil 3.4 S104 Kolonuna Gelen Yükler

Kiriş Ağırlıkları : K103 'den $1,4 \times 3,80 \times 3,75 = 19,95 \text{ kN}$
K118' den $1,4 \times 3,80 \times 1,25 = 6,65 \text{ kN}$
K118' den $1,4 \times 3,80 \times 1,25 = 6,65 \text{ kN}$
Duvar Ağırlıkları : $2 \times 1,4 \times 7,50 \times 1,25 = 26,26 \text{ kN}$
 $1,4 \times 3,75 \times 3,75 = 19,69 \text{ kN}$
Döşemeden Gelen : $11,54 \times 2,50 \times 3,75 = 108,19 \text{ kN}$
Kolon Zati yükü : $20,00 \text{ kN}$
Toplam Yük : **207,39 kN**

S105 Kolonuna Gelen Yükler (Normal Kat)

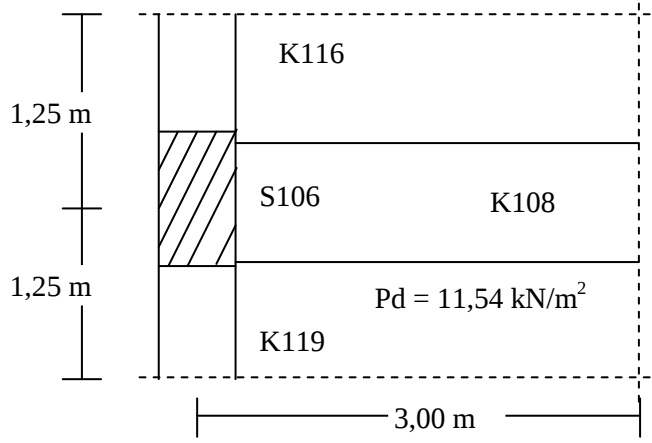


Şekil 3.5 S105 Kolonuna Gelen Yükler

Kiriş Ağırlıkları : K116'dan $1,4 \times 3,80 \times 1,25 = 6,65 \text{ kN}$
K116'dan $1,4 \times 3,80 \times 1,25 = 6,65 \text{ kN}$
Duvar Ağırlıkları : $2 \times 1,4 \times 7,50 \times 1,25 = 26,26 \text{ kN}$
Döşemeden Gelen : $11,54 \times 2,50 \times 1,75 = 50,49 \text{ kN}$
Kolon Zati yükü : $20,00 \text{ kN}$
Toplam Yük : **90,35 kN**

S106 Kolonuna Gelen Yükler (Normal Kat)

Kiriş Ağırlıkları : K101'den $1,4 \times 3,80 \times 1,88 = 9,98 \text{ kN}$
K108'den $1,4 \times 7,20 \times 3,00 = 30,24 \text{ kN}$
K116'dan $1,4 \times 3,80 \times 1,25 = 6,65 \text{ kN}$
K119'dan $1,4 \times 3,80 \times 1,25 = 6,65 \text{ kN}$
Duvar Ağırlıkları : $2 \times 1,4 \times 7,50 \times 1,25 = 26,26 \text{ kN}$
 $1,4 \times 3,60 \times 3,00 = 15,12 \text{ kN}$



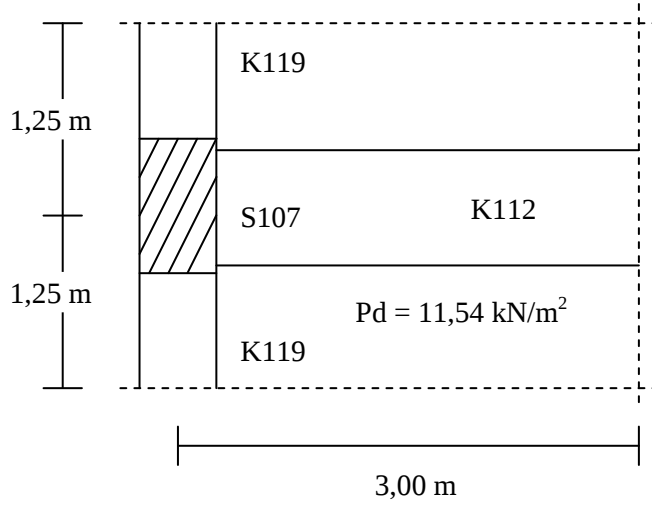
Şekil 3.6 S106 Kolonuna Gelen Yükler

Döşemeden Gelen : $11,54 \times 2,50 \times 3,00 = 86,55 \text{ kN}$

Kolon Zati yükü : $20,00 \text{ kN}$

Toplam Yük : **201,44 kN**

S107 Kolonuna Gelen Yükler (Normal Kat)



Şekil 3.7 S107 Kolonuna Gelen Yükler

Kiriş Ağırlıkları : K112'den $1,4 \times 3,80 \times 3,00 = 15,96 \text{ kN}$

K119'dan $1,4 \times 3,80 \times 1,25 = 6,65 \text{ kN}$

K119'dan $1,4 \times 3,80 \times 1,25 = 6,65 \text{ kN}$

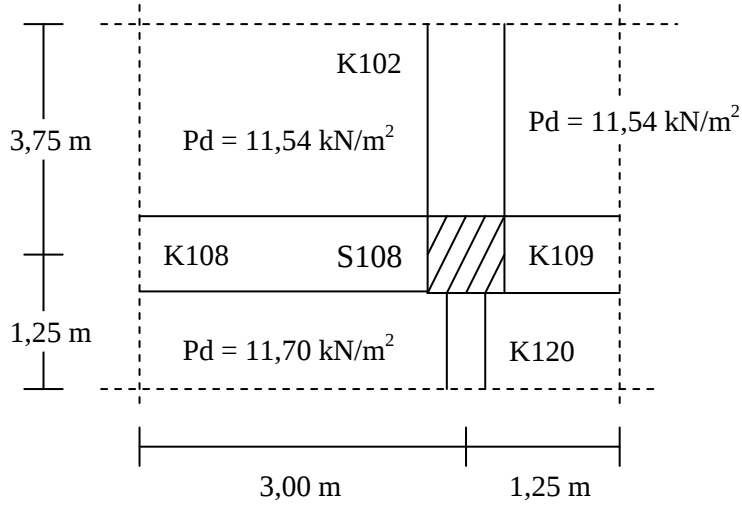
Duvar Ağırlıkları : $2 \times 1,4 \times 7,50 \times 1,25 = 26,26 \text{ kN}$

Döşemeden Gelen : $11,54 \times 2,50 \times 3,00 = 86,55 \text{ kN}$

Kolon Zati yükü : $20,00 \text{ kN}$

Toplam Yük : **162,06 kN**

S108 Kolonuna Gelen Yükler (Normal Kat)

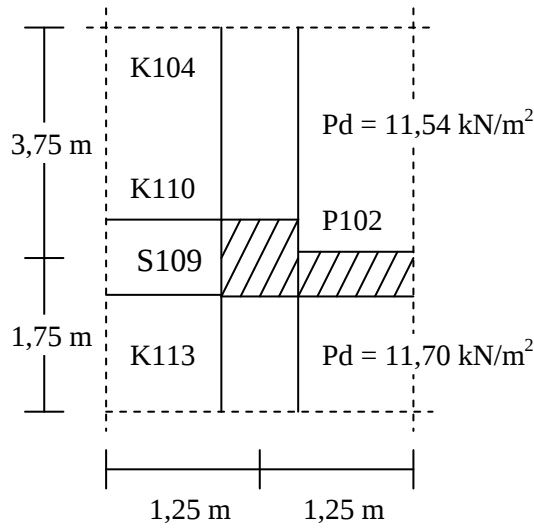


Şekil 3.8 S108 Kolonuna Gelen Yükler

Kiriş Ağırlıkları :	K101'den	$1,4 \times 3,80 \times 3,75 =$	19,95 kN
	K102'den	$1,4 \times 7,20 \times 3,75 =$	37,80 kN
	K108'den	$1,4 \times 7,20 \times 3,00 =$	30,24 kN
	K109'dan	$1,4 \times 7,20 \times 1,25 =$	12,60 kN
	K120'den	$1,4 \times 3,80 \times 1,25 =$	6,65 kN
Duvar Ağırlıkları :		$1,4 \times 3,60 \times 3,00 =$	15,12 kN
		$1,4 \times 3,75 \times 1,25 =$	6,56 kN
Döşemeden Gelen :		$11,54 \times 3,00 \times 5,00 =$	173,10 kN
		$11,70 \times 1,25 \times 3,75 =$	54,84 kN
		$11,70 \times 1,25 \times 1,25 =$	18,28 kN
Kolon Zati yükü :			20,00 kN
Toplam Yük :			395,14 kN

S109 Kolonuna Gelen Yükler (Normal Kat)

Kiriş Ağırlıkları :	K104'den	$1,4 \times 7,20 \times 3,75 =$	37,80 kN
	K110'dan	$1,4 \times 7,20 \times 1,25 =$	12,60 kN
	K113'den	$1,4 \times 7,20 \times 1,75 =$	17,64 kN
Duvar Ağırlıkları :		$1,4 \times 1,25 \times 7,50 =$	13,13 kN
Döşemeden Gelen :		$11,54 \times 3,75 \times 2,50 =$	108,19 kN
		$11,70 \times 1,75 \times 2,50 =$	51,19 kN



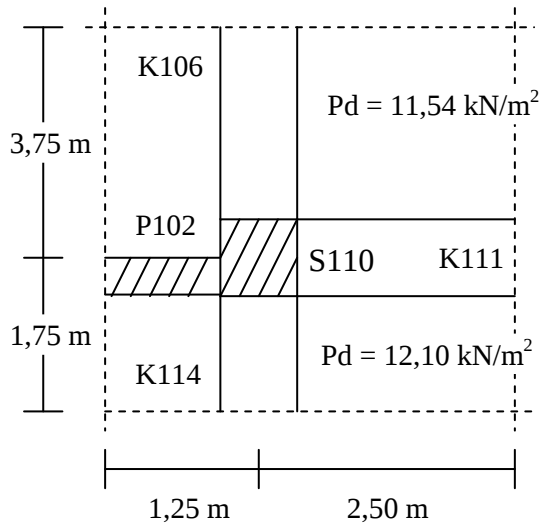
Şekil 3.9 S109 Kolonuna Gelen Yükler

Kolon Zati yükü :

20,00 kN

Toplam Yük : **260,55 kN**

S110 Kolonuna Gelen Yükler (Normal Kat)



Şekil 3.10 S110 Kolonuna Gelen Yükler

Kiriş Ağırlıkları : K106'dan $1,4 \times 7,20 \times 3,75 = 37,80$ kN

K107'den $1,4 \times 3,80 \times 3,75 = 19,96$ kN

K111'den $1,4 \times 7,20 \times 2,50 = 25,20$ kN

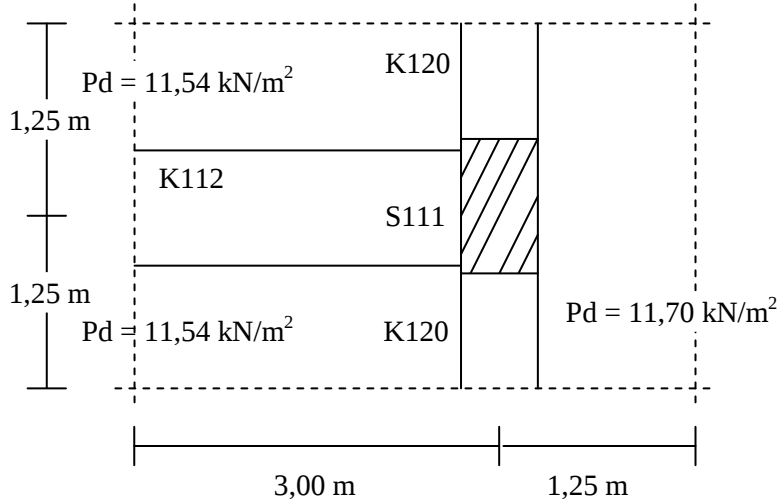
K114'den $1,4 \times 7,20 \times 1,75 = 17,64$ kN

Duvar Ağırlıkları :

$1,4 \times 3,75 \times 2,50 = 13,13$ kN

Döşemeden Gelen : $11,54 \times 3,75 \times 2,50 = 108,19 \text{ kN}$
 $11,54 \times 3,75 \times 1,25 = 54,10 \text{ kN}$
 $12,10 \times 1,75 \times 2,50 = 52,94 \text{ kN}$
 Kolon Zati yükü : $20,00 \text{ kN}$
 Toplam Yük : **348,96 kN**

S111 Kolonuna Gelen Yükler (Normal Kat)



Şekil 3.11 S111 Kolonuna Gelen Yükler

Kiriş Ağırlıkları : K112'den $1,4 \times 3,80 \times 3,00 = 15,96 \text{ kN}$
 K120'den $1,4 \times 3,80 \times 1,25 = 6,65 \text{ kN}$
 K120'den $1,4 \times 3,80 \times 1,25 = 6,65 \text{ kN}$
 Duvar Ağırlıkları : $1,4 \times 3,60 \times 2,50 = 12,60 \text{ kN}$
 Döşemeden Gelen : $11,70 \times 2,50 \times 1,25 = 36,56 \text{ kN}$
 $11,54 \times 2,50 \times 3,00 = 86,55 \text{ kN}$
 Kolon Zati yükü : $20,00 \text{ kN}$
 Toplam Yük : **184,97 kN**

Aynı şekilde Bodrum katları ve Çatı Katı için kolonlara gelen yüklerin hesabı aşağıda gösterilmiştir.

SB01 Kolonuna Gelen Yükler (Bodrum Kat)

Kiriş Ağırlıkları : KB17'den $1,4 \times 3,80 \times 1,75 = 9,31 \text{ kN}$
 KB16'dan $1,4 \times 3,80 \times 1,25 = 6,65 \text{ kN}$
 $1,4 \times 7,50 \times 1,75 = 18,38 \text{ kN}$
 $1,4 \times 7,50 \times 1,25 = 13,13 \text{ kN}$

Döşemeden Gelen : $14,92 \times 1,25 \times 1,75 = 32,64 \text{ kN}$
Kolon Zati yükü : $20,00 \text{ kN}$
Toplam Yük : **100,11 kN**

SB02 Kolonuna Gelen Yükler (Bodrum Kat)

Kiriş Ağırlıkları : KB01'den $1,4 \times 3,80 \times 3,75 = 19,95 \text{ kN}$
KB17'den $1,4 \times 3,80 \times 1,75 = 9,31 \text{ kN}$
KB16'dan $1,4 \times 3,80 \times 1,25 = 6,65 \text{ kN}$
Duvar Ağırlıkları : $1,4 \times 7,50 \times 1,75 = 18,38 \text{ kN}$
 $1,4 \times 7,50 \times 1,25 = 13,13 \text{ kN}$
Döşemeden Gelen : $14,92 \times 3,00 \times 3,75 = 167,85 \text{ kN}$
Kolon Zati yükü : $20,00 \text{ kN}$
Toplam Yük : **255,27 kN**

SB03 Kolonuna Gelen Yükler (Bodrum Kat)

Kiriş Ağırlıkları : KB02'den $1,4 \times 7,20 \times 3,75 = 37,38 \text{ kN}$
KB18'den $1,4 \times 3,80 \times 1,25 = 6,65 \text{ kN}$
KB18'dan $1,4 \times 3,80 \times 1,25 = 6,65 \text{ kN}$
Duvar Ağırlıkları : $1,4 \times 7,50 \times 1,25 = 13,13 \text{ kN}$
 $1,4 \times 7,50 \times 1,25 = 13,13 \text{ kN}$
Döşemeden Gelen : $14,92 \times 2,50 \times 3,75 = 139,88 \text{ kN}$
Kolon Zati yükü : $20,00 \text{ kN}$
Toplam Yük : **236,82 kN**

SB04 Kolonuna Gelen Yükler (Bodrum Kat)

Kiriş Ağırlıkları : KB03 'den $1,4 \times 3,80 \times 3,75 = 19,95 \text{ kN}$
KB18' den $1,4 \times 3,80 \times 1,25 = 6,65 \text{ kN}$
KB18' den $1,4 \times 3,80 \times 1,25 = 6,65 \text{ kN}$
Duvar Ağırlıkları : $2 \times 1,4 \times 7,50 \times 1,25 = 26,26 \text{ kN}$
Döşemeden Gelen : $14,92 \times 2,50 \times 3,75 = 139,88 \text{ kN}$
Kolon Zati yükü : $20,00 \text{ kN}$
Toplam Yük : **219,39 kN**

SB05 Kolonuna Gelen Yükler (Bodrum Kat)

Kiriş Ağırlıkları : KB16'dan $1,4 \times 3,80 \times 1,25 = 6,65 \text{ kN}$
KB16'dan $1,4 \times 3,80 \times 1,25 = 6,65 \text{ kN}$

Duvar Ağırlıkları : $2 \times 1,4 \times 7,50 \times 1,25 = 26,26 \text{ kN}$
Döşemeden Gelen : $14,92 \times 2,50 \times 1,75 = 65,28 \text{ kN}$
Kolon Zati yükü : $20,00 \text{ kN}$
Toplam Yük : **105,14 kN**

SB06 Kolonuna Gelen Yükler (Bodrum Kat)

Kiriş Ağırlıkları : KB01'den $1,4 \times 3,80 \times 1,88 = 9,98 \text{ kN}$
KB08'den $1,4 \times 7,20 \times 3,00 = 30,24 \text{ kN}$
KB16'dan $1,4 \times 3,80 \times 1,25 = 6,65 \text{ kN}$
KB19'dan $1,4 \times 3,80 \times 1,25 = 6,65 \text{ kN}$
Duvar Ağırlıkları : $2 \times 1,4 \times 7,50 \times 1,25 = 26,26 \text{ kN}$
Döşemeden Gelen : $14,92 \times 2,50 \times 3,00 = 111,90 \text{ kN}$
Kolon Zati yükü : $20,00 \text{ kN}$
Toplam Yük : **211,68 kN**

SB07 Kolonuna Gelen Yükler (Bodrum Kat)

Kiriş Ağırlıkları : KB12'den $1,4 \times 3,80 \times 3,00 = 15,96 \text{ kN}$
KB19'dan $1,4 \times 3,80 \times 1,25 = 6,65 \text{ kN}$
KB19'dan $1,4 \times 3,80 \times 1,25 = 6,65 \text{ kN}$
Duvar Ağırlıkları : $2 \times 1,4 \times 7,50 \times 1,25 = 26,26 \text{ kN}$
Döşemeden Gelen : $14,92 \times 2,50 \times 3,00 = 111,90 \text{ kN}$
Kolon Zati yükü : $20,00 \text{ kN}$
Toplam Yük : **187,42 kN**

SB08 Kolonuna Gelen Yükler (Bodrum Kat)

Kiriş Ağırlıkları : KB01'den $1,4 \times 3,80 \times 3,75 = 19,95 \text{ kN}$
KB02'den $1,4 \times 7,20 \times 3,75 = 37,80 \text{ kN}$
KB08'den $1,4 \times 7,20 \times 3,00 = 30,24 \text{ kN}$
KB09'dan $1,4 \times 7,20 \times 1,25 = 12,60 \text{ kN}$
KB20'den $1,4 \times 3,80 \times 1,25 = 6,65 \text{ kN}$
 $1,4 \times 3,75 \times 1,25 = 6,56 \text{ kN}$
Döşemeden Gelen : $14,92 \times 3,00 \times 5,00 = 223,80 \text{ kN}$
 $14,92 \times 1,25 \times 3,75 = 69,94 \text{ kN}$
 $14,92 \times 1,25 \times 1,25 = 23,31 \text{ kN}$
Kolon Zati yükü : $20,00 \text{ kN}$
Toplam Yük : **450,85 kN**

SB09 Kolonuna Gelen Yükler (Bodrum Kat)

Kiriş Ağırlıkları :	KB04'den	$1,4 \times 7,20 \times 3,75 =$	37,80 kN
	KB10'dan	$1,4 \times 7,20 \times 1,25 =$	12,60 kN
	KB13'den	$1,4 \times 7,20 \times 1,75 =$	17,64 kN
Döşemededen Gelen :		$14,92 \times 3,75 \times 2,50 =$	139,88 kN
		$14,92 \times 1,75 \times 2,50 =$	65,28 kN
Kolon Zati yk :			20,00 kN
Toplam Yk :			293,20 kN

SB10 Kolonuna Gelen Yükler (Bodrum Kat)

Kiriş Ağırlıkları :	KB06'dan	$1,4 \times 7,20 \times 3,75 =$	37,80 kN
	KB07'den	$1,4 \times 3,80 \times 3,75 =$	19,96 kN
	KB11'den	$1,4 \times 7,20 \times 2,50 =$	25,20 kN
	KB14'den	$1,4 \times 7,20 \times 1,75 =$	17,64 kN
Döşemededen Gelen :		$14,92 \times 3,75 \times 2,50 =$	139,88 kN
		$14,92 \times 3,75 \times 1,25 =$	69,94 kN
		$14,92 \times 1,75 \times 2,50 =$	65,28 kN
Kolon Zati yükü :			20,00 kN
Toplam Yük :			395,70 kN

SB11 Kolonuna Gelen Yükler (Bodrum Kat)

Kiriş Ağırlıkları :	KB12'den	$1,4 \times 3,80 \times 3,00 =$	15,96 kN
	KB20'den	$1,4 \times 3,80 \times 1,25 =$	13,30 kN
	KB20'den	$1,4 \times 3,80 \times 1,25 =$	13,30 kN
Döşemededen Gelen :		$14,92 \times 2,50 \times 1,25 =$	46,63 kN
		$14,92 \times 2,50 \times 3,00 =$	111,90 kN
Kolon Zati yükü :			20,00 kN
Toplam Yük :			221,09 kN

SÇ01 Kolonuna Gelen Yükler (Çatı Katı)

Kiriş Ağırlıkları :	KÇ17'den	$1,4 \times 3,80 \times 1,75 =$	9,31 kN
	KÇ16'dan	$1,4 \times 3,80 \times 1,25 =$	6,65 kN
Döşemededen Gelen :		$10,22 \times 1,25 \times 1,75 =$	22,36 kN
Kolon Zati yükü :			20,00 kN
Toplam Yük :			58,32 kN

SÇ02 Kolonuna Gelen Yükler (Çatı Katı)

Kiriş Ağırlıkları :	KÇ01'den	$1,4 \times 3,80 \times 3,75 =$	19,95 kN
	KÇ17'den	$1,4 \times 3,80 \times 1,75 =$	9,31 kN
	KÇ16'dan	$1,4 \times 3,80 \times 1,25 =$	6,65 kN
Döşemeden Gelen :		$10,22 \times 3,00 \times 3,75 =$	114,98 kN
Kolon Zati yükü :			20,00 kN
Toplam Yük :			170,89 kN

SÇ03 Kolonuna Gelen Yükler (Çatı Katı)

Kiriş Ağırlıkları :	KÇ02'den	$1,4 \times 7,20 \times 3,75 =$	37,38 kN
	KÇ18'den	$1,4 \times 3,80 \times 1,25 =$	6,65 kN
	KÇ18'den	$1,4 \times 3,80 \times 1,25 =$	6,65 kN
Döşemeden Gelen :		$10,22 \times 2,50 \times 3,75 =$	95,81 kN
Kolon Zati yükü :			20,00 kN
Toplam Yük :			166,49 kN

SÇ04 Kolonuna Gelen Yükler (Çatı Katı)

Kiriş Ağırlıkları :	KÇ03 'den	$1,4 \times 3,80 \times 3,75 =$	19,95 kN
	KÇ18' den	$1,4 \times 3,80 \times 1,25 =$	6,65 kN
	KÇ18' den	$1,4 \times 3,80 \times 1,25 =$	6,65 kN
Döşemeden Gelen :		$10,22 \times 2,50 \times 3,75 =$	95,81 kN
Kolon Zati yükü :			20,00 kN
Toplam Yük :			149,06 kN

SÇ05 Kolonuna Gelen Yükler (Çatı Katı)

Kiriş Ağırlıkları :	KÇ16'dan	$1,4 \times 3,80 \times 1,25 =$	6,65 kN
	KÇ16'dan	$1,4 \times 3,80 \times 1,25 =$	6,65 kN
Döşemeden Gelen :		$10,22 \times 2,50 \times 1,75 =$	44,71 kN
Kolon Zati yükü :			20,00 kN
Toplam Yük :			78,01 kN

SÇ06 Kolonuna Gelen Yükler (Çatı Katı)

Kiriş Ağırlıkları :	KÇ01'den	$1,4 \times 3,80 \times 1,88 =$	9,98 kN
	KÇ08'den	$1,4 \times 7,20 \times 3,00 =$	30,24 kN
	KÇ16'dan	$1,4 \times 3,80 \times 1,25 =$	6,65 kN

KÇ19'dan $1,4 \times 3,80 \times 1,25 = 6,65 \text{ kN}$
Döşemeden Gelen : $10,22 \times 2,50 \times 3,00 = 76,65 \text{ kN}$
Kolon Zati yükü : $20,00 \text{ kN}$
Toplam Yük : **150,17 kN**

SÇ07 Kolonuna Gelen Yükler (Çatı Katı)

Kiriş Ağırlıkları : KÇ12'den $1,4 \times 3,80 \times 3,00 = 15,96 \text{ kN}$
KÇ19'dan $1,4 \times 3,80 \times 1,25 = 6,65 \text{ kN}$
KÇ19'dan $1,4 \times 3,80 \times 1,25 = 6,65 \text{ kN}$
Döşemeden Gelen : $10,22 \times 2,50 \times 3,00 = 76,65 \text{ kN}$
Kolon Zati yükü : $20,00 \text{ kN}$
Toplam Yük : **125,91 kN**

SÇ08 Kolonuna Gelen Yükler (Çatı Katı)

Kiriş Ağırlıkları : KÇ01'den $1,4 \times 3,80 \times 3,75 = 19,95 \text{ kN}$
KÇ02'den $1,4 \times 7,20 \times 3,75 = 37,80 \text{ kN}$
KÇ08'den $1,4 \times 7,20 \times 3,00 = 30,24 \text{ kN}$
KÇ09'dan $1,4 \times 7,20 \times 1,25 = 12,60 \text{ kN}$
KÇ20'den $1,4 \times 3,80 \times 1,25 = 6,65 \text{ kN}$
Döşemeden Gelen : $10,22 \times 3,00 \times 5,00 = 153,30 \text{ kN}$
 $10,22 \times 1,25 \times 3,75 = 47,91 \text{ kN}$
 $10,22 \times 1,25 \times 1,25 = 15,97 \text{ kN}$
Kolon Zati yükü : $20,00 \text{ kN}$
Toplam Yük : **344,42 kN**

SÇ09 Kolonuna Gelen Yükler (Çatı Katı)

Kiriş Ağırlıkları : KÇ04'den $1,4 \times 7,20 \times 3,75 = 37,80 \text{ kN}$
KÇ10'dan $1,4 \times 7,20 \times 1,25 = 12,60 \text{ kN}$
KÇ13'den $1,4 \times 7,20 \times 1,75 = 17,64 \text{ kN}$
Döşemeden Gelen : $10,22 \times 3,75 \times 2,50 = 95,81 \text{ kN}$
 $10,22 \times 1,75 \times 1,25 = 22,36 \text{ kN}$
 $11,94 \times 1,75 \times 1,25 = 26,11 \text{ kN}$
Kolon Zati yükü : $20,00 \text{ kN}$
Toplam Yük : **232,32 kN**

SÇ10 Kolonuna Gelen Yükler (Çatı Katı)

Kiriş Ağırlıkları :	KÇ06'dan	$1,4 \times 7,20 \times 3,75 =$	37,80 kN
	KÇ07'den	$1,4 \times 3,80 \times 3,75 =$	19,96 kN
	KÇ11'den	$1,4 \times 7,20 \times 2,50 =$	25,20 kN
	KÇ14'den	$1,4 \times 7,20 \times 1,75 =$	17,64 kN
Döşemeden Gelen :		$10,22 \times 3,75 \times 2,50 =$	95,81 kN
		$10,22 \times 3,75 \times 1,25 =$	47,91 kN
		$10,22 \times 1,75 \times 2,50 =$	44,71 kN
		$11,94 \times 1,75 \times 1,25 =$	26,11 kN
Kolon Zati yükü :			20,00 kN
Toplam Yük :			335,14 kN

SÇ11 Kolonuna Gelen Yükler (Çatı Katı)

Kiriş Ağırlıkları :	KÇ12'den	$1,4 \times 3,80 \times 3,00 =$	15,96 kN
	KÇ20'den	$1,4 \times 3,80 \times 1,25 =$	6,65 kN
	KÇ20'den	$1,4 \times 3,80 \times 1,25 =$	6,65 kN
Döşemeden Gelen :		$10,22 \times 2,50 \times 1,25 =$	31,94 kN
		$10,22 \times 2,50 \times 3,00 =$	76,65 kN
Kolon Zati yükü :			20,00 kN
Toplam Yük :			157,85 kN

3.5. Döşeme Donatılarının Hesabı

$$M_d = c \times P_d \times l_k^2 \quad (3.3)$$

c : Tek doğrultuda ve çift doğrultuda çalışan çift yönde donatılı dikdörtgen plaklar için moment katsayısı. Plâğin mesnet şekline göre kısa ve uzun kenarda, sürekli kenar ve açıklık ortası için verilir.

$$P_d = 1,4 G + 1,6 Q$$

l_k = kısa açıklık uzunluğu

$$K = b_w \times d^2 / M_d \quad (3.4)$$

K sayısı bulunduğundan sonra buna bağlı olarak abaklardan k_s sayısı belirlenir.

$$A_s = k_s \times M_d / d \quad (3.5)$$

$$A_s = \rho_{\min} \times b \times d \quad (3.6)$$

Döşemelerde donatı hesabına geçebilmek için önce döşeme momentlerinin hesaplanmaları gerekir.

3.5.1 Normal Kat Döşeme Momentleri

DN01 DÖŞEMESİ

$$m = 2,33 \quad M_a = \frac{P_d \times l^2}{11} = \frac{11,54 \times 3,50^2}{11} = 12,85 \text{ kNm/m}$$

$$h_f = 12,00 \text{ cm} \quad M_m = -\frac{P_d \times l^2}{9} = -\frac{11,54 \times 3,00^2}{9} = -11,54 \text{ kNm/m}$$

$$P_d = 11,54 \text{ kN/m}^2$$

DN02 DÖŞEMESİ

$$m = 3,50 \quad M_a = \frac{P_d \times l^2}{15} = \frac{11,54 \times 2,50^2}{15} = 4,81 \text{ kNm/m}$$

$$h_f = 12,00 \text{ cm} \quad M_m = -\frac{P_d \times l^2}{10} = -\frac{11,54 \times 2,50^2}{10} = -7,21 \text{ kNm/m}$$

$$P_d = 11,54 \text{ kN/m}^2$$

DN03 DÖŞEMESİ , DN06 DÖŞEMESİ, DN07 DÖŞEMESİ İÇİN MOMENT DEĞERLERİ DN02 DÖŞEMESİ İLE AYNIYDIR.

DN04 DÖŞEMESİ

$$m = 2,75 \quad M_a = \frac{P_d \times l^2}{11} = \frac{11,54 \times 2,50^2}{11} = 6,56 \text{ kNm/m}$$

$$h_f = 12,00 \text{ cm} \quad M_{m1} = -\frac{P_d \times l^2}{24} = \frac{11,54 \times 2,50^2}{24} = -3,01 \text{ kNm/m}$$

$$P_d = 11,54 \text{ kN/m}^2 \quad M_{m2} = -\frac{P_d \times l^2}{9} = \frac{11,54 \times 2,50^2}{9} = -8,01 \text{ kNm/m}$$

DN04' DÖŞEMESİ

$$m = 2,75 \quad M_a = \frac{P_d \times l^2}{15} = \frac{11,54 \times 2,50^2}{15} = 4,81 \text{ kNm/m}$$

$$h_f = 12,00 \text{ cm} \quad M_{m1} = -\frac{P_d \times l^2}{9} = \frac{11,54 \times 2,50^2}{9} = -8,01 \text{ kNm/m}$$

$$P_d = 11,54 \text{ kN/m}^2 \quad M_{m1} = M_{m2} = -8,01 \text{ kNm}$$

DN05 DÖŞEMESİ

$$m = 3,50 \quad M_a = \frac{P_d \times l^2}{24} = \frac{11,54 \times 2,50^2}{24} = 3,01 \text{ kNm/m}$$

$$h_f = 12,00 \text{ cm} \quad M_m = -\frac{P_d \times l^2}{12} = \frac{11,54 \times 2,50^2}{12} = -6,01 \text{ kNm/m}$$

$$P_d = 11,54 \text{ kN/m}^2$$

DN08^A DÖŞEMESİ

	Kısa Açıklık	Uzun Açıklık
$m = 1,50$		
$P_d = 11,70 \text{ kN/m}^2$		
Sürekli Kenarda	0,059	0,033
Açıklık Ortasında	0,045	0,025

$$M_{mx} = 0,059 \times 11,70 \times 2,50^2 = 4,31 \text{ kNm/m}$$

$$M_{ax} = 0,045 \times 11,70 \times 2,50^2 = 3,29 \text{ kNm/m}$$

$$M_{my} = 0,033 \times 11,70 \times 2,50^2 = 2,41 \text{ kNm/m}$$

$$M_{ay} = 0,025 \times 11,70 \times 2,50^2 = 1,83 \text{ kNm/m}$$

DN08^B DÖŞEMESİ

m = 1,50	Kısa Açıklık	Uzun Açıklık
$P_d = 11,70 \text{ kN/m}^2$		
Sürekli Kenarda	0,065	0,041
Açıklık Ortasında	0,049	0,031
Süreksiz Kenarda	0,033	0,021

$$M_{mx1} = 0,065 \times 11,70 \times 2,50^2 = 4,75 \text{ kNm/m}$$

$$M_{mx2} = 0,033 \times 11,70 \times 2,50^2 = 2,41 \text{ kNm/m}$$

$$M_{ax} = 0,049 \times 11,70 \times 2,50^2 = 3,58 \text{ kNm/m}$$

$$M_{my} = 0,041 \times 11,70 \times 2,50^2 = 3,00 \text{ kNm/m}$$

$$M_{ay} = 0,031 \times 11,70 \times 2,50^2 = 2,27 \text{ kNm/m}$$

DN09 DÖŞEMESİ

m = 1,125	Kısa Açıklık	Uzun Açıklık
$P_d = 11,70 \text{ kN/m}^2$		
Sürekli Kenarda	0,041	0,033
Açıklık Ortasında	0,030	0,025

$$M_{mx} = 0,041 \times 11,70 \times 2,50^2 = 3,00 \text{ kNm/m}$$

$$M_{ax} = 0,030 \times 11,70 \times 2,50^2 = 2,19 \text{ kNm/m}$$

$$M_{my} = 0,033 \times 11,70 \times 2,50^2 = 2,41 \text{ kNm/m}$$

$$M_{ay} = 0,025 \times 11,70 \times 2,50^2 = 1,83 \text{ kNm/m}$$

DN10 DÖŞEMESİ

m = 1,56	Kısa Açıklık	Uzun Açıklık
$P_d = 12,10 \text{ kN/m}^2$		
Sürekli Kenarda	—	0,056
Açıklık Ortasında	0,072	0,044
Süreksiz Kenarda	0,048	0,029

$$M_{mx} = 0,048 \times 12,10 \times 5,00^2 = 14,52 \text{ kNm/m}$$

$$M_{ax} = 0,072 \times 12,10 \times 5,00^2 = 21,78 \text{ kNm/m}$$

$$M_{my} = 0,056 \times 12,10 \times 5,00^2 = 16,94 \text{ kNm/m}$$

$$M_{ay} = 0,044 \times 12,10 \times 5,00^2 = 13,31 \text{ kNm/m}$$

3.5.2 Çatı Katı Döşeme Momentleri

DÇ01 DÖŞEMESİ

$$m = 2,33 \quad M_a = \frac{P_d \times l^2}{11} = \frac{10,22 \times 3,50^2}{11} = 11,38 \text{ kNm/m}$$

$$h_f = 12,00 \text{ cm} \quad M_m = -\frac{P_d \times l^2}{9} = \frac{10,22 \times 3,00^2}{9} = -10,22 \text{ kNm/m}$$

$$P_d = 10,22 \text{ kN/m}^2$$

DÇ02 DÖŞEMESİ

$$m = 3,50 \quad M_a = \frac{P_d \times l^2}{15} = \frac{10,22 \times 2,50^2}{15} = 4,26 \text{ kNm/m}$$

$$h_f = 12,00 \text{ cm} \quad M_m = -\frac{P_d \times l^2}{10} = \frac{10,22 \times 2,50^2}{10} = -6,39 \text{ kNm/m}$$

$$P_d = 10,22 \text{ kN/m}^2$$

DÇ03 DÖŞEMESİ , DÇ06 DÖŞEMESİ, DÇ07 DÖŞEMESİ İÇİN MOMENT DEĞERLERİ DN02 DÖŞEMESİ İLE AYNIDIR.

DÇ04 DÖŞEMESİ

$$m = 2,75 \quad M_a = \frac{P_d \times l^2}{11} = \frac{10,22 \times 2,50^2}{11} = 5,81 \text{ kNm/m}$$

$$h_f = 12,00 \text{ cm} \quad M_{m1} = -\frac{P_d \times l^2}{24} = \frac{10,22 \times 2,50^2}{24} = -2,66 \text{ kNm/m}$$

$$P_d = 10,22 \text{ kN/m}^2 \quad M_{m2} = -\frac{P_d \times l^2}{9} = \frac{10,22 \times 2,50^2}{9} = -7,10 \text{ kNm/m}$$

DÇ04' DÖŞEMESİ

$$m = 2,75 \quad M_a = \frac{P_d \times l^2}{15} = \frac{10,22 \times 2,50^2}{15} = 4,26 \text{ kNm/m}$$

$$h_f = 12,00 \text{ cm} \quad M_{m1} = -\frac{P_d \times l^2}{9} = \frac{10,22 \times 2,50^2}{9} = -7,10 \text{ kNm/m}$$

$$P_d = 10,22 \text{ kN/m}^2 \quad M_{m1} = M_{m2} = -7,10 \text{ kNm/m}$$

DÇ05 DÖŞEMESİ

$$m = 3,50$$

$$M_a = \frac{P_d \times l^2}{24} = \frac{10,22 \times 2,50^2}{24} = 2,66 \text{ kNm/m}$$

$$h_f = 12,00 \text{ cm}$$

$$M_m = -\frac{P_d \times l^2}{12} = -\frac{10,22 \times 2,50^2}{12} = -5,32 \text{ kNm/m}$$

$$P_d = 10,22 \text{ kN/m}^2$$

DÇ08^A DÖŞEMESİ

$$m = 1,50$$

Kısa Açıklık

Uzun Açıklık

$$P_d = 10,22 \text{ kN/m}^2$$

Sürekli Kenarda	0,059	0,033
Açıklık Ortasında	0,045	0,025

$$M_{mx} = 0,059 \times 10,22 \times 2,50^2 = 2,87 \text{ kNm/m}$$

$$M_{ax} = 0,045 \times 10,22 \times 2,50^2 = 3,77 \text{ kNm/m}$$

$$M_{my} = 0,033 \times 10,22 \times 2,50^2 = 1,60 \text{ kNm/m}$$

$$M_{ay} = 0,025 \times 10,22 \times 2,50^2 = 2,11 \text{ kNm/m}$$

DÇ08^B DÖŞEMESİ

$$m = 1,50$$

Kısa Açıklık

Uzun Açıklık

$$P_d = 10,22 \text{ kN/m}^2$$

Sürekli Kenarda	0,065	0,041
Açıklık Ortasında	0,049	0,031
Süreksiz Kenarda	0,033	0,021

$$M_{mx1} = 0,065 \times 10,22 \times 2,50^2 = 4,15 \text{ kNm/m}$$

$$M_{mx2} = 0,033 \times 10,22 \times 2,50^2 = 2,11 \text{ kNm/m}$$

$$M_{ax} = 0,049 \times 10,22 \times 2,50^2 = 3,13 \text{ kNm/m}$$

$$M_{my} = 0,041 \times 10,22 \times 2,50^2 = 2,62 \text{ kNm/m}$$

$$M_{ay} = 0,031 \times 10,22 \times 2,50^2 = 1,98 \text{ kNm/m}$$

DÇ09 DÖŞEMESİ

$$m = 1,125$$

$$P_d = 11,94 \text{ kN/m}^2$$

	Kısa Açıklık	Uzun Açıklık
Sürekli Kenarda	0,041	0,033
Açıklık Ortasında	0,030	0,025

$$M_{mx} = 0,041 \times 11,94 \times 2,50^2 = 3,06 \text{ kNm/m}$$

$$M_{ax} = 0,030 \times 11,94 \times 2,50^2 = 2,24 \text{ kNm/m}$$

$$M_{my} = 0,033 \times 11,94 \times 2,50^2 = 2,46 \text{ kNm/m}$$

$$M_{ay} = 0,025 \times 11,94 \times 2,50^2 = 1,87 \text{ kNm/m}$$

DÇ10 DÖŞEMESİ

$$m = 1,56$$

$$P_d = 10,22 \text{ kN/m}^2$$

	Kısa Açıklık	Uzun Açıklık
Sürekli Kenarda	—	0,056
Açıklık Ortasında	0,072	0,044
Süreksiz Kenarda	0,048	0,029

$$M_{mx} = 0,048 \times 10,22 \times 5,00^2 = 12,47 \text{ kNm/m}$$

$$M_{ax} = 0,072 \times 10,22 \times 5,00^2 = 18,70 \text{ kNm/m}$$

$$M_{my} = 0,056 \times 10,22 \times 5,00^2 = 14,55 \text{ kNm/m}$$

$$M_{ay} = 0,044 \times 10,22 \times 5,00^2 = 11,43 \text{ kNm/m}$$

3.5.3 Bodrum Kat Döşeme Momentleri

DB01 DÖŞEMESİ

$$m = 2,33$$

$$M_a = \frac{P_d \times l^2}{11} = \frac{14,92 \times 3,50^2}{11} = 16,61 \text{ kNm/m}$$

$$h_f = 14,00 \text{ cm}$$

$$M_m = -\frac{P_d \times l^2}{9} = -\frac{14,92 \times 3,00^2}{9} = -14,92 \text{ kNm/m}$$

$$P_d = 14,92 \text{ kN/m}^2$$

DB02 DÖŞEMESİ

$$m = 3,50 \quad M_a = \frac{P_d \times l^2}{15} = \frac{14,92 \times 2,50^2}{15} = 6,21 \text{ kNm/m}$$

$$h_f = 14,00 \text{ cm} \quad M_m = -\frac{P_d \times l^2}{10} = \frac{14,92 \times 2,50^2}{10} = -9,53 \text{ kNm/m}$$

$$P_d = 14,92 \text{ kN/m}^2$$

DB03 DÖŞEMESİ , DB06 DÖŞEMESİ, DB07 DÖŞEMESİ İÇİN MOMENT DEĞERLERİ DN02 DÖŞEMESİ İLE AYNIDIR.

DB04 DÖŞEMESİ

$$m = 2,75 \quad M_a = \frac{P_d \times l^2}{11} = \frac{14,92 \times 2,50^2}{11} = 8,47 \text{ kNm/m}$$

$$h_f = 14,00 \text{ cm} \quad M_{m1} = -\frac{P_d \times l^2}{24} = \frac{14,92 \times 2,50^2}{24} = -3,89 \text{ kNm/m}$$

$$P_d = 14,92 \text{ kN/m}^2 \quad M_{m2} = -\frac{P_d \times l^2}{9} = \frac{14,92 \times 2,50^2}{9} = -10,36 \text{ kNm/m}$$

DB04' DÖŞEMESİ

$$m = 2,75 \quad M_a = \frac{P_d \times l^2}{15} = \frac{14,92 \times 2,50^2}{15} = 6,22 \text{ kNm/m}$$

$$h_f = 14,00 \text{ cm} \quad M_{m1} = -\frac{P_d \times l^2}{9} = \frac{14,92 \times 2,50^2}{9} = -10,36 \text{ kNm/m}$$

$$P_d = 14,92 \text{ kN/m}^2 \quad M_{m1} = M_{m2} = -10,36 \text{ kNm/m}$$

DB05 DÖŞEMESİ

$$m = 3,50 \quad M_a = \frac{P_d \times l^2}{24} = \frac{14,92 \times 2,50^2}{24} = 3,89 \text{ kNm/m}$$

$$h_f = 14,00 \text{ cm} \quad M_m = -\frac{P_d \times l^2}{12} = \frac{14,92 \times 2,50^2}{12} = -7,78 \text{ kNm/m}$$

$$P_d = 14,92 \text{ kN/m}^2$$

DB08^A DÖŞEMESİ

m = 1,50	Kısa Açıklık	Uzun Açıklık
$P_d = 14,92 \text{ kN/m}^2$		
Sürekli Kenarda	0,059	0,033
Açıklık Ortasında	0,045	0,025

$$M_{mx} = 0,059 \times 14,92 \times 2,50^2 = 5,50 \text{ kNm/m}$$

$$M_{ax} = 0,045 \times 14,92 \times 2,50^2 = 4,20 \text{ kNm/m}$$

$$M_{my} = 0,033 \times 14,92 \times 2,50^2 = 3,08 \text{ kNm/m}$$

$$M_{ay} = 0,025 \times 14,92 \times 2,50^2 = 2,33 \text{ kNm/m}$$

DB08^B DÖŞEMESİ

m = 1,50	Kısa Açıklık	Uzun Açıklık
$P_d = 14,92 \text{ kN/m}^2$		
Sürekli Kenarda	0,065	0,041
Açıklık Ortasında	0,049	0,031
Süreksiz Kenarda	0,033	0,021

$$M_{mx1} = 0,065 \times 14,92 \times 2,50^2 = 6,06 \text{ kNm/m}$$

$$M_{mx2} = 0,033 \times 14,92 \times 2,50^2 = 3,08 \text{ kNm/m}$$

$$M_{ax} = 0,049 \times 14,92 \times 2,50^2 = 4,57 \text{ kNm/m}$$

$$M_{my} = 0,041 \times 14,92 \times 2,50^2 = 3,82 \text{ kNm/m}$$

$$M_{ay} = 0,031 \times 14,92 \times 2,50^2 = 3,82 \text{ kNm/m}$$

DB09 DÖŞEMESİ

m = 1,125	Kısa Açıklık	Uzun Açıklık
$P_d = 14,92 \text{ kN/m}^2$		
Sürekli Kenarda	0,041	0,033
Açıklık Ortasında	0,030	0,025

$$M_{mx} = 0,041 \times 14,92 \times 2,50^2 = 3,82 \text{ kNm/m}$$

$$M_{ax} = 0,030 \times 14,92 \times 2,50^2 = 2,80 \text{ kNm/m}$$

$$M_{my} = 0,033 \times 14,92 \times 2,50^2 = 3,08 \text{ kNm/m}$$

$$M_{ay} = 0,025 \times 14,92 \times 2,50^2 = 2,33 \text{ kNm/m}$$

DB10 DÖŞEMESİ

$$m = 1,56$$

$$P_d = 14,92 \text{ kN/m}^2$$

	Kısa Açıklık	Uzun Açıklık
Sürekli Kenarda	—	0,056
Açıklık Ortasında	0,072	0,044
Süreksiz Kenarda	0,048	0,029

$$M_{mx} = 0,048 \times 14,92 \times 5,00^2 = 17,90 \text{ kNm/m}$$

$$M_{ax} = 0,072 \times 14,92 \times 5,00^2 = 26,86 \text{ kNm/m}$$

$$M_{my} = 0,056 \times 14,92 \times 5,00^2 = 20,89 \text{ kNm/m}$$

$$M_{ay} = 0,044 \times 14,92 \times 5,00^2 = 16,41 \text{ kNm/m}$$

Burada elde edilmiş olan hesap momentleri kullanılarak ve aşağıda verilen TS 500 de belirtilen minimum donatı koşullarına uyularak, katlarda gerekli açıklık ve mesnet donatıları Tablo 3.3 , Tablo 3.4, Tablo 3.5, Tablo 3.6, Tablo 3.7 ve Tablo 3.8 de bulunmuştur.

Tek doğrultuda çalışan döşemeler için donatı koşulları:

$$\rho_{min} = 0,003 \text{ buna göre } A_{smin} = 0,003 \times 120 \times 1000 = 360 \text{ mm}^2/\text{m}$$

Asal donatı aralığı $[1,5 h_f \text{ veya } 200 \text{ mm}]$

Dağıtma donatısı $/1/5 \times \text{Asal donatı, ve dağıtma donatısı aralığı } [300 \text{ mm}]$

Mesnet donatısı $/1/2 \times \text{Asal donatı}$

Kısa kenar mesnet donatısı $/ \phi 8/200 \text{ mm}$

Çift doğrultuda çalışan döşemeler için donatı koşulları:

$$\rho_{min} = 0,004 \text{ buna göre } A_{smin} = 0,004 \times 120 \times 1000 = 480 \text{ mm}^2/\text{m}$$

Kısa doğrultuda asal donatı aralığı $[1,5 h_f \text{ veya } 200 \text{ mm}]$

Uzun doğrultuda asal donatı aralığı $[250 \text{ mm}]$

4. STATİK VE DİNAMİK ANALİZ

4.1 Bina Ağırlığının Hesabı

4.1.1 Normal Kat Ağırlığı

Döşeme Ağırlığı:

Toplam Bina Alanı	= 37,00 x 22,50	= 832,50 m ²
Minha (seramik kaplı d. + mer+asansör)	= 20,00 x 7,50	= 150,00 m ²
Ahşap Kaplı Döşeme Alanları	= 832,50 – 150,00	= 682,50 m ²
Ahşap Kaplı Döşeme Ağırlıkları	= 682,50 x 4,15	= 2832,38 kN
Seramik Kaplı Döşeme Alanları	= 2x(2,50x7,50 + 2,50x3,50)x4,25	
	= 233,75 m ²	
Seramik Kaplı Döşeme Ağırlıkları	= 4,75 x (5,00 x 7,50)=	178,13 kN
Toplam Döşeme Ağırlıkları	=	3244,26 kN

Kiriş Ağırlıkları :

$$60/60 \text{ Kirişler : } 7,20 \times 2 \times (6 \times 7,00 + 2 \times 4,25 + 4 \times 2,00 + 4 \times 3,00 + 1 \times 4,00) = \\ = 1072,80 \text{ kN}$$

$$40/50 \text{ Kirişler : } 3,80 \times 2 \times (7 \times 7,00 + 2 \times 4,50 + 3 \times 2,00 + 95,00) = 847,40 \text{ kN}$$

Duvar Ağırlıkları :

$$\text{Dış Duvarlar} = 95,00 \times 2,50 \times 3,00 + ((2,00+2,00+2,00) \times 2 \times 3,00) = 748,50 \text{ kN}$$

$$\text{İç Duvarlar} = (10 \times 5,00 \times 2,50 + 2 \times 26,00 \times 2,50 + 2 \times 24 \times 2,50) \times 1,50 = 562,50 \text{ kN}$$

Kolon Ağırlıkları (15 – 11 Katlar Arası) :

$$\text{Küçük Kolonlar : } 50 \times (0,5 \times 0,3 \times 3,0) \times 25,0 = 562,50 \text{ kN}$$

$$\text{Büyük Kolonlar : } 10 \times (0,5 \times 0,5 \times 3,0) \times 25,0 = 187,50 \text{ kN}$$

Perde Ağırlıkları (15 – 11 Katlar Arası)

$$25 \text{ cm lik Perdeler : } 48,0 \times 0,25 \times 3,0 \times 25,0 = 900,00 \text{ kN}$$

$$\Sigma g_{kat} = 3244,26 + 1072,80 + 847,40 + 748,50 + 562,50 + 562,50 + 187,50 + 900,00 =$$

$$= 8125,46 \text{ kN}$$

$$\Sigma q = 3,50 \times (37,00 \times 22,50) = 2913,75 \text{ kN}$$

Toplam Kat Ağırlığı (15 – 11 Katlar Arası)

$$\Sigma g_{kat} + 0,30 \times \Sigma q = 8125,46 + 0,30 \times 2913,75 = 8999,59 \text{ kN}$$

$$\text{Kat Kütlesi : } 8999,59 / 9,81 = 917,39 \text{ kN s}^2/\text{m}$$

Kolon Ağırlıkları (10 – 5 Katlar Arası) :

$$\text{Küçük Kolonlar : } 50 \times (0,7 \times 0,3 \times 3,0) \times 25,0 = 787,50 \text{ kN}$$

$$\text{Büyük Kolonlar : } 10 \times (0,7 \times 0,7 \times 3,0) \times 25,0 = 367,50 \text{ kN}$$

Perde Ağırlıkları (10 – 5 Katlar Arası)

$$30 \text{ cm lik Perdeler : } 48,0 \times 0,30 \times 3,0 \times 25,0 = 1080,00 \text{ kN}$$

$$\Sigma g_{kat} = 3244,26 + 1072,80 + 847,40 + 748,50 + 562,50 + 787,50 + 367,50 + 1080,00 =$$

$$= 8710,46 \text{ kN}$$

$$\Sigma q = 3,50 \times (37,00 \times 22,50) = 2913,75 \text{ kN}$$

Toplam Kat Ağırlığı (10 – 5 Katlar Arası)

$$\Sigma g_{kat} + 0,30 \times \Sigma q = 8710,46 + 0,30 \times 2913,75 = 9584,59 \text{ kN}$$

$$\text{Kat Kütlesi : } 9584,59 / 9,81 = 977,02 \text{ kN s}^2/\text{m}$$

Kolon Ağırlıkları (4 – 1 Katlar Arası) :

$$\text{Küçük Kolonlar : } 50 \times (0,75 \times 0,50 \times 3,0) \times 25,0 = 1406,25 \text{ kN}$$

$$\text{Büyük Kolonlar : } 10 \times (0,75 \times 0,75 \times 3,0) \times 25,0 = 421,87 \text{ kN}$$

Perde Ağırlıkları (4 – 1 Katlar Arası)

$$35 \text{ cm lik Perdeler : } 48,0 \times 0,35 \times 3,0 \times 25,0 = 1260,00 \text{ kN}$$

$$\Sigma g_{kat} = 3244,26 + 1072,80 + 847,40 + 748,50 + 562,50 + 1406,25 + 421,87 + 1260,00 =$$

$$= 9563,58 \text{ kN}$$

$$\Sigma q = 3,50 \times (37,00 \times 22,50) = 2913,75 \text{ kN}$$

Toplam Kat Ağırlığı (4 – 1 Katlar Arası)

$$\Sigma g_{kat} + 0,30 \times \Sigma q = 9563,58 + 0,30 \times 2913,75 = 10437,71 \text{ kN}$$

$$\text{Kat Kütlesi : } 10437,71 / 9,81 = 1063,99 \text{ kN s}^2/\text{m}$$

4.1.2 Çatı Katı Ağırlığı

Döşeme Ağırlığı:

Toplam Bina Alanı	= 37,00 x 22,50	= 832,50 m ²
Toplam Döşeme Ağırlıkları	= 832,50 x 4,64	= 3862,80 kN

Kiriş Ağırlıkları :

$$60/60 \text{ Kirişler : } 7,20 \times 2 \times (6 \times 7,00 + 2 \times 4,25 + 4 \times 2,00 + 4 \times 3,00 + 1 \times 4,00) = 1072,80 \text{ kN}$$

$$40/50 \text{ Kirişler : } 3,80 \times 2 \times (7 \times 7,00 + 2 \times 4,50 + 3 \times 2,00 + 95,00) = 847,40 \text{ kN}$$

Kolon Ağırlıkları

$$\text{Küçük Kolonlar : } 50 \times (0,75 \times 0,50 \times 1,50) \times 25,0 = 281,25 \text{ kN}$$

$$\text{Büyük Kolonlar : } 10 \times (0,75 \times 0,75 \times 1,50) \times 25,0 = 93,75 \text{ kN}$$

Perde Ağırlıkları

$$25 \text{ cm lik Perdeler : } 48,0 \times 0,25 \times 1,50 \times 25,0 = 450,00 \text{ kN}$$

$$\Sigma g_{\text{kat}} = 3862,80 + 1920,20 + 281,25 + 93,75 + 450,00 = 6608,00 \text{ kN}$$

$$\Sigma q = 2,00 \times (37,00 \times 22,50) = 1665,00 \text{ kN}$$

Toplam Kat Ağırlığı

$$\Sigma g_{\text{kat}} + 0,30 \times \Sigma q = 6608,00 + 0,30 \times 1665,00 = 7107,50 \text{ kN}$$

$$\text{Kat Kütlesi : } 7107,50 / 9,81 = 724,52 \text{ kN s}^2/\text{m}$$

4.1.3. Bodrum Kat Ağırlığı

Döşeme Ağırlığı:

Toplam Bina Alanı	= 37,00 x 22,50	= 832,50 m ²
Minha (merdiven boşluğu)	= 3,50 x 3,00	= 10,50 m ²
Toplam Döşeme Ağırlıkları	= 822,00 x 4,95	= 4068,90 kN

Kiriş Ağırlıkları :

$$60/60 \text{ Kirişler : } 7,20 \times 2 \times (6 \times 7,00 + 2 \times 4,25 + 4 \times 2,00 + 4 \times 3,00 + 1 \times 4,00) = 1072,80 \text{ kN}$$

$$40/50 \text{ Kirişler : } 3,80 \times 2 \times (7 \times 7,00 + 2 \times 4,50 + 3 \times 2,00 + 95,00) = 847,40 \text{ kN}$$

Kolon Ağırlıkları

$$\text{Küçük Kolonlar : } 4 \times (0,75 \times 0,50 \times 4,00) \times 25,0 = 150,00 \text{ kN}$$

$$\text{Büyük Kolonlar : } 10 \times (0,75 \times 0,75 \times 4,00) \times 25,0 = 562,50 \text{ kN}$$

Perde Ağırlıkları

$$35 \text{ cm lik Perdeler : } 167,0 \times 0,35 \times 4,00 \times 25,0 = 5845,00 \text{ kN}$$

$$\Sigma g_{\text{kat}} = 4068,90 + 1072,80 + 847,40 + 150,00 + 562,50 + 5845,00 = 12546,60 \text{ kN}$$

$$\Sigma q = 5,00 \times (37,00 \times 22,50 - 52,50) = 3900,00 \text{ kN}$$

Toplam Kat Ağırlığı

$$\Sigma g_{\text{kat}} + 0,30 \times \Sigma q = 12546,60 + 0,30 \times 3900,00 = 13716,60 \text{ kN}$$

$$\text{Kat Kütlesi : } 13716,60 / 9,81 = 1398,23 \text{ kN s}^2/\text{m}$$

4.1.4 Bina Toplam Ağırlığı

$$\begin{aligned} \Sigma G_{\text{Bina}} &= 6608,00 \times 1 + 8125,46 \times 5 + 8710,46 \times 6 + 9563,58 \times 4 + 12546,60 \times 4 \\ &= 187938,78 \text{ kN} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \Sigma Q_{\text{Bina}} &= 1665,00 \times 1 + 2913,75 \times 15 + 3900,00 \times 4 \\ &= 60971,25 \text{ kN} \end{aligned}$$

$$\text{Bina Ağırlığı : } 187938,78 + 0,3 \times 60971,25 = 206230,16 \text{ kN}$$

4.2 Elastik Deprem Yüklerinin Tanımlanması ve Deprem Analizi

Spektral İvme Katsayısı : Deprem yüklerinin belirlenmesi için esas alınacak olan ve tanım olarak %5 sönüm oranı için elastik “Tasarım İvme Spektrumu”nun yerçekimi ivmesi g 'ye bölünmesine karşı gelen “Spektral İvme Katsayısı”, $A(T)$ şöyle verilmiştir :

$$A(T) = A_0 \times I \times S(T) \quad (\text{ABYYHY}) \quad (4.1)$$

Etkin Yer İvmesi Katsayısı : A_0 Aşağıda Tablo 4.1 de verilmiştir.

Tablo 4.1 Deprem Bölgelerine Göre Etkin Yer İvmesi Katsayıları

Deprem Bölgesi	A_0
1	0,40
2	0,30
3	0,20
4	0,10

Bina Önem Katsayısı : Deprem yüklerinin belirlenmesinde kullanılacak bir başka sayı olan *Bina Önem Katsayısı*, binanın kullanım amacı ve türüne bağlı olarak değişir. Bu sayı konutlar, işyerleri, oteller, bina türü endüstri yapıları, vb. için :

$$I = 1,0 \quad (\text{ABYYHY})$$

Spektrum Katsayısı : $S(T)$ Bu sayı yerel zemin koşullarına ve bina doğal periyodu T 'ye bağlı olarak aşağıdaki denklemlerle hesaplanacaktır.

$$S(T) = 1 + 1,5 T / T_A \quad (0 \leq T \leq T_A) \quad (4.2)$$

$$S(T) = 2,5 \quad (T_A < T \leq T_B) \quad (4.3)$$

$$S(T) = 2,5 (T_B / T)^{0,8} \quad (T > T_B) \quad (4.4)$$

Denklemlerdeki “Spektrum Karakteristik Periyotları” , T_A ve T_B tanımlanan yerel zemin sınıflarına bağlı olarak aşağıda Tablo 4.2 de verilmiştir.

Tablo 4.2 Yerel Zemin Sınıflarına Bağlı Olarak Spektrum Karakteristik Periyotları

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

Deprem Yüğü Azaltma Katsayısı : $R_a(T)$ Depremde taşıyıcı sistemin kendine özgü doğrusal elastik olmayan davranışını gözönüne almak üzere, verilen spektral ivme katsayısına göre bulunacak elastik deprem yükleri, aşağıda tanımlanan “Deprem Yüğü Azaltma Katsayısına” bölünecektir. $R_a(T)$, çeşitli taşıyıcı sistemler için tanımlanan Taşıyıcı Sistem Davranış Katsayısı, R' ’ye ve doğal titreşim periyodu T' ’ye bağlı olarak belirlenecektir.

$$R_a(T) = 1,5 + (R - 1,5) \times T / T_A \quad (0 \leq T \leq T_A) \quad (4.5)$$

$$R_a(T) = R \quad (T > T_A) \quad (4.6)$$

4.2.1 Süneklik Düzeyi Yüksek B.A. Boşluksuz Perdeli-Çerçevesel Sistemler :

Deprem yüklerinin süneklik düzeyi yüksek boşluksuz (bağ kirişsiz) betonarme perdeler ile süneklik düzeyi yüksek betonarme veya çelik çerçeveler tarafından beraber taşındığı binalara ilişkin koşullar aşağıda verilmiştir.

Bu tür sistemlerde $R = 7$ katsayısının kullanılabilmesi için, boşluksuz perdelerin tabanında deprem yüklerinden meydana gelen eğilme momentlerinin toplamı, binanın tümü için tabanda meydana gelen toplam devrilme momentinin % 75 inden daha fazla olmayacaktır. ($\alpha_M \leq 0,75$)

Yukarıdaki koşulun sağlanamaması durumunda, $0,75 < \alpha_M \leq 1,0$ aralığında kullanılacak R Katsayısı, $R = 10 - 4\alpha_M$ bağıntısı ile belirlenecektir.

4.2.2 Eşdeğer Deprem Yüğü Yöntemi

Tablo 4.3 Eşdeğer Deprem Yüğü Yönteminin Uygulama Sınırları :

Deprem Bölgesi	Bina Türü	Toplam Yükseklik Sınırı
1 , 2	A1 türü burulma düzensizliği olmayan, varsa her bir katta $\eta_{bi} \leq 2,0$ koşulunu sağlayan binalar.	$H_N \leq 25$ m

1 , 2	A1 türü burulma düzensizliği olmayan, varsa her bir katta $\eta_{bi} \leq 2,0$ koşulunu sağlayan ve ayrıca B2 türü düzensizliği olmayan binalar.	$H_N \leq 60 \text{ m}$
3 , 4	Tüm Binalar.	$H_N \leq 75 \text{ m}$

4.2.2.1 Toplam Eşdeğer Deprem Yükünün Belirlenmesi :

Göz önüne alınan deprem doğrultusunda, binanın tümüne etkiyen Toplam Eşdeğer Deprem Yükü (Taban Kesme Kuvveti), V_t aşağıdaki denklem ile belirlenecektir.

$$V_t = W \times A(T_1) / R_a(T_1) \geq 0,10 \times A_0 \times I \times W \quad (4.7)$$

Burada W binanın deprem sırasındaki toplam ağırlığı olarak gözönüne alınacaktır.

w_i kat ağırlıkları ise; $w_i = g_i + n q_i$ şeklinde hesaplanacaktır. Bu denklemde yer alan n Hareketli yük katılım katsayısıdır ve bu sayı, konut, işyeri, otel, hastane vb. için 0,30 dur.

4.2.2.2 Katlara Etkiyen Eşdeğer Deprem Yüklerinin Belirlenmesi :

Toplam Eşdeğer Deprem Yükü, bina katlarına etkiyen eşdeğer deprem yüklerinin toplamı olarak şu denklem ile ifade edilir:

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

$H_N > 25 \text{ m}$ için, binanın N inci katına etkiyen Ek Eşdeğer Deprem Yükü ΔF_N in değeri, binanın birinci doğal titreşim periyodu T_1 e bağlı olarak belirlenecektir.

$H_N \leq 25 \text{ m}$ için $\Delta F_N = 0$ alınacaktır.

$$\Delta F_N = 0,07 \times T_1 \times V_t \leq 0,2 \times V_t \quad (4.8)$$

Toplam eşdeğer deprem yükünün ΔF_N dışında geri kalan kısmı, N inci kat dahil olmak üzere, bina katlarına dağıtılacaktır.

$$F_i = (V_t - \Delta F_N) \frac{w_i H_i}{\sum_{j=1}^N (w_j H_j)} \quad (4.9)$$

4.2.2.3 Bodrum Katları Çevresinde Rijit Betonarme Perde Duvarları Kullanılan Binaların Hesabına İlişkin Bazı Kurallar :

Bodrum katlarında rijitliği üst katlarına oranla çok büyük olan betonarme çevre perdelerinin bulunduğu ve bodrum kat döşemelerinin yatay düzlemde rijit diyafram olarak çalıştığı binalarda, bodrum katlarına ve üstteki katlara etkiyen eşdeğer deprem yükleri, aşağıda belirtildiği üzere, ayrı ayrı hesaplanacaktır.

- (a) Üstteki katlara etkiyen toplam eşdeğer deprem yükünün ve eşdeğer kat deprem yüklerinin belirlenmesinde, bodrumdaki rijit çevre perdeleri gözönüne alınmaksızın seçilen R katsayısı kullanılacak ve sadece üstteki katların ağırlıkları hesaba katılacaktır. Bu durumda ilgili tüm tanım ve bağıntılarda temel üst kotu yerine zemin kotu gözönüne alınacaktır. Birinci doğal titreşim periyodunun hesabında da, fiktif yüklerin belirlenmesi için sadece üstteki katların ağırlıkları kullanılacaktır.
- (b) Rijit bodrum katlarına etkiyen eşdeğer deprem yüklerinin hesabında, sadece bodrum kat ağırlıkları gözönüne alınacak ve bu katlar için hesap üst katlardan bağımsız olarak yapılacaktır. Binanın bu bölümünde doğal titreşim periyodu hesaplanmaksızın spektrum katsayısı olarak $S(T) = 1$ alınacaktır. Her bir bodrum katına etkiyen eşdeğer deprem yükünün hesabında, $A(T) = A_0 \cdot I \cdot S(T)$ den bulunan spektral ivme değeri ile bu katların ağırlığı doğrudan çarpılacak ve elde edilen elastik yükler, $R_a(T) = 1,5$ katsayısına bölünerek azaltılacaktır.

(c) Üstteki katlardaki iç kuvvet ve yer değiştirme büyüklükleri, sadece yukarıdaki (a) paragrafına göre taşıyıcı sistemin tümünün hesabından elde edilen büyüklüklerdir. Bodrum katlardaki iç kuvvetler ise, yukarıdaki (a) ve (b) paragraflarında tanımlanan deprem yüklerine göre bodrum katlarında elde edilen iç kuvvetlerin *karelerinin toplamının karekökü* olarak elde edilecektir.[8]

4.2.2.4 Gözönüne Alınacak Yer değiştirme Bileşenleri ve Deprem Yüklerinin Etkime Noktaları :

Döşemelerin yatay düzlemde rijit diyafram olarak çalıştığı binalarda, her katta iki yatay yerdeğiştirme bileşeni ile düşey eksen etrafındaki dönme, bağımsız statik yerdeğiştirme bileşenleri olarak gözönüne alınacaktır. Her katta, belirlenen eşdeğer deprem yükleri kat kütle merkezine ve ayrıca ek dışmerkezlilik etkisinin hesaba katılabilmesi amacı ile, kaydırılmış kütle merkezlerine tekil yatay yükler olarak uygulanacaktır. Kaydırılmış kütle merkezleri, gerçek kütle merkezinin gözönüne alınan deprem doğrultusuna dik doğrultudaki kat boyutunun + %5 i ve - %5 i kadar kaydırılması ile belirlenen noktalardır.

4.2.2.5 Sistemin Eşdeğer Deprem Yüğü Analizinin Yapılması :

Sistemin bilgisayar modellemesi SAP2000 programı ile üç boyutlu olarak yapılmış olup, 3 boyutlu görüşler Şekil 4.1 ve Şekil 4.2 de gösterilmektedir. SAP2000 programı Sonlu Elemanlar Metodu esasına göre çalışmaktadır. Sistem önce üç boyutlu olarak modellenmiş, G ve Q yükleri ile yüklenmiştir. Bu yüklemeler tamamlandıktan sonra her kat rijit birer diyafram olarak tanımlanarak kattaki bütün düğüm noktaları bu diyaframla birbirine bağlanmıştır. Rijit diyafram olarak tanımlanan döşemelerin kütleleri, kat ortasındaki düğüm noktasında tanımlanmıştır. Bundan sonra sistemin ilk 10 adet modu için analizi yapılmış ve bu modlara karşı gelen periyotlar bulunmuştur.

Buna Göre SAP2000 programı ile bulunan ilk iki periyotlar :

$$T_1 = 1,1098 \text{ s (Y Yönü) (1.mod)}$$

$$T_2 = 1,0552 \text{ s (X Yönü) (2.mod) dir.}$$

SAP 2000 Programı ile elde edilen Bina Mod şekilleri Şekil 4.3 ve Şekil 4.4 de verilmiştir.

4.2.2.6 Bilgisayar programı ile elde edilen X ve Y yönündeki Serbest Titreşim Peryodları İle Eşdeğer Deprem Yüğü Hesabı :

Etkin Yer İvmesi Katsayısı : $A_0 = 0,40$ (I. Derece Deprem Bölgesi)

Bina Önem Katsayısı : $I = 1$ (Ofis Binası)

Spektrum Karakteristik Peryodları : $T_A = 0,15 \text{ s}$,
 $T_B = 0,40 \text{ s}$ (Yerel Zemin sınıfı Z2)

Deprem Yüğü Azaltma Katsayısı : $R_a(T) = R = 7$ ($T > T_A$)

Bu değerler kullanılarak Eşdeğer Deprem Yüğü aşağıdaki gibi hesaplanmıştır :

X Yönündeki Hesap Değerleri :

$$T_x = 1,0552 \text{ s}$$

$$S(T) = 2,5 \times (0,40 / 1,0552)^{0,8} = 1,151$$

$$A(T) = 0,4 \times 1 \times 1,151 = 0,460$$

$$V_{tx} = 151363,83 \times 0,460 / 7 = 9955,41 \text{ kN} / 0,10 \times 0,40 \times 1 \times 151363,83 \\ = 6054,55 \text{ kN}$$

$$\Delta F_{Nx} = 0,07 \times 1,0552 \times 9955,41 = 735,35 \text{ kN} \leq 0,2 \times 9955,41 = 1991,08 \text{ kN}$$

Bu değerler ile katlara X yönünde etkiyen Eşdeğer Deprem Yüğüleri aşağıdaki şekilde hesaplanır:

$$F_{ix} = (9955,41 - 735,35) \times \left(\frac{w_i H_i}{\sum_{i=1}^N (w_i H_i)} \right)$$

Y Yönündeki Hesap Değerleri :

$$T_Y = 1,1098 \text{ s}$$

$$S(T) = 2,5 \times (0,40 / 1,1098)^{0,8} = 1,105$$

$$A(T) = 0,4 \times 1 \times 1,105 = 0,442$$

(* : Deprem Yüklerinin süneklik düzeyi yüksek boşluksuz (bağ kirişsiz) betonarme perdeler ile süneklik düzeyi yüksek betonarme çerçeveler tarafından beraber taşındığı binalarda R = 7)

$$V_{tY} = 151363,83 \times 0,442 / 7 = 9557,54 \text{ kN} / 0,10 \times 0,40 \times 1 \times 151363,83 = 6054,55 \text{ kN}$$

$$\Delta F_{NY} = 0,07 \times 1,1098 \times 9557,54 = 742,49 \text{ kN} \leq 0,2 \times 9557,54 = 1911,51 \text{ kN}$$

Bu değerler ile katlara Y yönüde etkiyen Eşdeğer Deprem Yükleri aşağıdaki şekilde hesaplanır:

$$F_{iY} = (9557,54 - 742,49) \times \left(\frac{w_i H_i}{\sum_{i=1}^N (w_i H_i)} \right)$$

Her iki doğrultuda hesaplanan, katlara etkiyen Eşdeğer Deprem Yükleri ve 6%5 ek dışmerkezlilik etkisinden dolayı oluşan burulma momentleri Tablo 4.4' de verilmiştir.

Ayrıca, Bodrum Katlara etkiyen Eşdeğer Deprem Yükleri de aşağıdaki gibi hesaplanır:

$$W_{bd} = 13716,60 \text{ kN} \quad S(T) = 1,0 \text{ (ABYYHY)} \quad R_a(T) = 1,5$$

$$F_{bi} = W_b \times A_0 \times I \times S(T) / R_a(T)$$

$$F_{b1x} = F_{b2x} = F_{b3x} = F_{b4x} = 13716,60 \times 0,40 \times 1 \times 1,0 / 1,5 = 3657,80 \text{ kN}$$

$$M_{b1x} = M_{b2x} = M_{b3x} = M_{b4x} = 3657,80 \times 1,125 = 4115,00 \text{ kNm}$$

$$F_{b1Y} = F_{b2Y} = F_{b3Y} = F_{b4Y} = 13716,60 \times 0,40 \times 1 \times 1,0 / 1,5 = 3657,80 \text{ kN}$$

$$M_{b1Y} = M_{b2Y} = M_{b3Y} = M_{b4Y} = 3657,80 \times 1,85 = 6766,90 \text{ kNm}$$

Yukarıda açıklanan hesap yöntemleri doğrultusunda elde edilen eşdeğer deprem yükleri hesabında kullanılacak değerler Tablo 4.4 de verilmiştir.

4.2.2.7 Yer değiştirmelerin Sınırlandırılması ve İkinci Mertebe Etkileri :

Yukarıda tanımlanarak hesaplanan Eşdeğer Deprem Yükleri ve ek dışmerkezlik burulma momentleri bilgisayar modelinde yapıya etki ettirilerek herhangi bir kolon veya perde için d ötelenme değerleri hesaplanmıştır. ABYYHY ye göre, Herhangi bir kolon veya perde için, ardışık iki kat arasındaki yerdeğiştirme farkını ifade eden görelî kat ötelemesi Δ_i aşağıdaki gibi hesaplanacaktır.

$$\Delta_i = d_i - d_{i-1} \quad (4.10)$$

Bu denklemde d_i ve d_{i-1} binanın i'inci ve i-1'inci katlarında herhangi bir kolon veya perdenin uçlarında hesaptan elde edilen yatay yer değiştirmeleri göstermektedir.

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

$$\frac{(\Delta_i)_{\max}}{h_i} \leq 0,0035 \quad \text{ve} \quad \frac{(\Delta_i)_{\max}}{h_i} \leq 0,02 / R \quad (4.11)$$

Taşıyıcı sistem elemanlarının doğrusal elastik olmayan davranışını esas alan daha kesin bir hesap yapılmadıkça, ikinci mertebe etkileri aşağıdaki şekilde gözönüne alınabilir.

Gözönüne alınan deprem doğrultusunda her bir katta, ikinci mertebe gösterge değeri υ_i nin aşağıda verilen koşulu sağlaması durumunda, ikinci mertebe etkileri yürürlükteki betonarme ve çelik yapı yönetmeliklerine göre değerlendirilecektir.

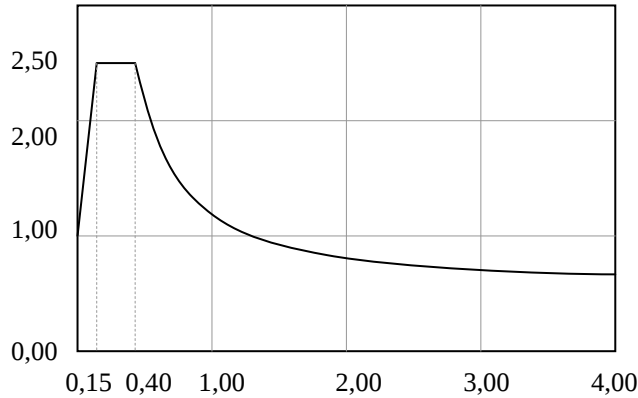
$$\theta_i = \frac{(\Delta_i)_{\text{ort}} \sum_{j=1}^N w_j}{V_i \times h_i} \leq 0,12 \quad (4.12)$$

Burada $(\Delta_i)_{\text{ort}}$, i inci kattaki kolon ve perdelerde hesaplanan görelî kat ötelemelerinin kat içindeki ortalama değeri olarak bulunacaktır.

Bütün bu değerler X ve Y yönü ayrı ayrı olmak üzere Tablo 4.5 ve Tablo 4.6 da verilmiştir.

4.2.3 SAP2000 Bilgisayar Programı ile Dinamik Analiz

Bu bölümde, taşıyıcı sistemin bilgisayar modellemesi SAP2000 programı ile üç boyutlu olarak yapılmış olan yapının Şekil 4.5 de verilen spektrum diyagramı kullanılarak mod birleştirilmesi yöntemi ile dinamik hesabı yapılacaktır.



Şekil 4.5 Spektrum Diyagramı

Dinamik Hesapta kullanılacak olan parametreler, Spektrum Ölçek Katsayısı ve Yük Kombinezonu Ölçek Katsayısı denklem (4.13) ve (4.14) de verilmiştir.

$$\text{Spektrum Ölçek Katsayısı} : A_0 \times g \quad (4.13)$$

$$\text{Yük Kombinezonu Ölçek Katsayısı} : 1 / R \quad (4.14)$$

Etkin yer ivmesi katsayısı $A_0 = 0,40$ ve Taşıyıcı sistem davranış katsayısı $R = 7$ olduğuna göre dinamik hesapta kullanılacak olan parametreler;

$$\text{Spektrum Ölçek Katsayısı} : 0,40 \times 9,81 = 3,924$$

$$\text{Yük Kombinezonu Ölçek Katsayısı} : 1 / 7 = 0,1429 \text{ olmaktadır.}$$

SAP 2000 Programı ile yapılan dinamik analiz sonucunda bulunan yer değiştirmeler Tablo 4.7 ve Tablo 4.8 de verilmiştir.

5. BETONARME KESİT HESAPLARI

5.1 Zemin Kat Kolonları Betonarme Hesabı

Kolonların donatıları hesaplanırken iki yönlü eğilme ve basınç etkisi göz önünde bulundurulacaktır. Bu etkilerle donatı hesabı yapılırken abaklardan faydalanılacaktır.

Malzeme C 25 / S 420

$$f_{cd} = 1,67 \text{ kN/cm}^2$$

$$f_{ck} = 2,50 \text{ kN/cm}^2$$

$$n_r = \frac{N_d}{0,85 \times b \times h \times f_{cd}} \quad (5.1)$$

$$M_{2d} = \frac{M_2}{0,85 \times b \times h^2 \times f_{cd}} \quad (5.2)$$

$$M_{3d} = \frac{M_3}{0,85 \times b^2 \times h \times f_{cd}} \quad (5.3)$$

S101 Kolonu : Boyutlar (50 x 75)

Kolon Zati Ağırlığı = $0,50 \times 0,75 \times 25,00 \times 3,00 = 28,13$ kN

1,4G+1,6Q Yük kombinasyonu altında;

$N_d = 2423,38 + 1,4 \times 28,13 = 2462,76$ kN $< 0,5 \times f_{ck} \times A_c = 4687,50$ kN

$M_2 = 134,71$ kNm $M_3 = 54,92$ kNm

$$n_r = \frac{N_d}{0,85 \times b \times h \times f_{cd}} = \frac{2462,76}{0,85 \times 50 \times 75 \times 1,67} = 0,46$$

$$M_{2d} = \frac{M_2}{0,85 \times b \times h^2 \times f_{cd}} = \frac{13471}{0,85 \times 50 \times 75^2 \times 1,67} = 0,034$$

$$M_{3d} = \frac{M_3}{0,85 \times b^2 \times h \times f_{cd}} = \frac{5492}{0,85 \times 50^2 \times 75 \times 1,67} = 0,021$$

$$\rho < \rho_{\min} = 0,01 \quad A_s = 0,01 \times 50 \times 75 = 37,5 \text{ cm}^2$$

G + Q + EXN Yük kombinasyonu altında;

$N_d = 2084,49 + 28,13 = 2112,62$ kN $< 0,5 \times f_{ck} \times A_c = 4687,50$ kN

$M_2 = 195,33$ kNm $M_3 = 48,35$ kNm

$$n_r = \frac{N_d}{0,85 \times b \times h \times f_{cd}} = \frac{2112,62}{0,85 \times 50 \times 75 \times 1,67} = 0,40$$

$$M_{2d} = \frac{M_2}{0,85 \times b \times h^2 \times f_{cd}} = \frac{19533}{0,85 \times 50 \times 75^2 \times 1,67} = 0,049$$

$$M_{3d} = \frac{M_3}{0,85 \times b^2 \times h \times f_{cd}} = \frac{4835}{0,85 \times 50^2 \times 75 \times 1,67} = 0,018$$

$$\rho < \rho_{\min} = 0,01 \quad A_s = 0,01 \times 50 \times 75 = 37,5 \text{ cm}^2$$

G + Q - EYP Yük kombinasyonu altında;

$N_d = 1547,03 + 28,13 = 1575,16$ kN $< 0,5 \times f_{ck} \times A_c = 4687,50$ kN

$M_2 = 95,59$ kNm $M_3 = 119,25$ kNm

$$n_r = \frac{N_d}{0,85 \times b \times h \times f_{cd}} = \frac{1575,16}{0,85 \times 50 \times 75 \times 1,67} = 0,30$$

$$M_{2d} = \frac{M_2}{0,85 \times b \times h^2 \times f_{cd}} = \frac{9559}{0,85 \times 50 \times 75^2 \times 1,67} = 0,023$$

$$M_{3d} = \frac{M_3}{0,85 \times b^2 \times h \times f_{cd}} = \frac{11925}{0,85 \times 50^2 \times 75 \times 1,67} = 0,044$$

$$\rho < \rho_{\min} = 0,01 \quad A_s = 0,01 \times 50 \times 75 = 37,5 \text{ cm}^2$$

Seçilen Donatı : 16 ϕ 20

S102 Kolonu : Boyutlar (50 x 75)

Kolon Zati Ağırlığı = $0,50 \times 0,75 \times 25,00 \times 3,00 = 28,13 \text{ kN}$

1,4G+1,6Q Yük kombinasyonu altında;

$$N_d = 2584,47 + 1,4 \times 28,13 = 2623,85 \text{ kN} < 0,5f_{ck} \times A_c = 4687,50 \text{ kN}$$

$$M_2 = 158,97 \text{ kNm} \quad M_3 = 31,64 \text{ kNm}$$

$$n_r = \frac{N_d}{0,85 \times b \times h \times f_{cd}} = \frac{2623,85}{0,85 \times 50 \times 75 \times 1,67} = 0,49$$

$$M_{2d} = \frac{M_2}{0,85 \times b \times h^2 \times f_{cd}} = \frac{15897}{0,85 \times 50 \times 75^2 \times 1,67} = 0,045$$

$$M_{3d} = \frac{M_3}{0,85 \times b^2 \times h \times f_{cd}} = \frac{3164}{0,85 \times 50^2 \times 75 \times 1,67} = 0,012$$

$$\rho < \rho_{\min} = 0,01 \quad A_s = 0,01 \times 50 \times 75 = 37,5 \text{ cm}^2$$

G + Q - EYN Yük kombinasyonu altında;

$$N_d = 2161,87 + 28,13 = 2190,00 \text{ kN} < 0,5f_{ck} \times A_c = 4687,50 \text{ kN}$$

$$M_2 = 162,12 \text{ kNm} \quad M_3 = 40,02 \text{ kNm}$$

$$n_r = \frac{N_d}{0,85 \times b \times h \times f_{cd}} = \frac{2190,00}{0,85 \times 50 \times 75 \times 1,67} = 0,41$$

$$M_{2d} = \frac{M_2}{0,85 \times b \times h^2 \times f_{cd}} = \frac{16212}{0,85 \times 50 \times 75^2 \times 1,67} = 0,041$$

$$M_{3d} = \frac{M_3}{0,85 \times b^2 \times h \times f_{cd}} = \frac{4002}{0,85 \times 50^2 \times 75 \times 1,67} = 0,015$$

$$\rho < \rho_{\min} = 0,01 \quad A_s = 0,01 \times 50 \times 75 = 37,5 \text{ cm}^2$$

G + Q + EXP Yük kombinasyonu altında;

$$N_d = 1413,29 + 28,13 = 1441,42 \text{ kN} < 0,5f_{ck}A_c = 4687,50 \text{ kN}$$

$$M_2 = 111,58 \text{ kNm} \quad M_3 = 104,87 \text{ kNm}$$

$$n_r = \frac{N_d}{0,85 \times b \times h \times f_{cd}} = \frac{1441,42}{0,85 \times 50 \times 75 \times 1,67} = 0,27$$

$$M_{2d} = \frac{M_2}{0,85 \times b \times h^2 \times f_{cd}} = \frac{11158}{0,85 \times 50 \times 75^2 \times 1,67} = 0,027$$

$$M_{3d} = \frac{M_3}{0,85 \times b^2 \times h \times f_{cd}} = \frac{10487}{0,85 \times 50^2 \times 75 \times 1,67} = 0,040$$

$$\rho < \rho_{\min} = 0,01 \quad A_s = 0,01 \times 50 \times 75 = 37,5 \text{ cm}^2$$

Seçilen Donatı : 16 $\phi 20$

S103 Kolonu : Boyutlar (50 x 75)

$$\text{Kolon Zati Ağırlığı} = 0,50 \times 0,75 \times 25,00 \times 3,00 = 28,13 \text{ kN}$$

1,4G+1,6Q Yük kombinasyonu altında;

$$N_d = 2579,18 + 1,4 \times 28,13 = 2672,89 \text{ kN} < 0,5f_{ck}A_c = 4687,50 \text{ kN}$$

$$M_2 = 145,15 \text{ kNm} \quad M_3 = 16,06 \text{ kNm}$$

$$n_r = \frac{N_d}{0,85 \times b \times h \times f_{cd}} = \frac{2672,89}{0,85 \times 50 \times 75 \times 1,67} = 0,50$$

$$M_{2d} = \frac{M_2}{0,85 \times b \times h^2 \times f_{cd}} = \frac{14515}{0,85 \times 50 \times 75^2 \times 1,67} = 0,036$$

$$M_{3d} = \frac{M_3}{0,85 \times b^2 \times h \times f_{cd}} = \frac{1606}{0,85 \times 50^2 \times 75 \times 1,67} = 0,006$$

$$\rho < \rho_{\min} = 0,01 \quad A_s = 0,01 \times 50 \times 75 = 37,5 \text{ cm}^2$$

G + Q - EYN Yük kombinasyonu altında;

$$N_d = 2279,60 + 28,13 = 2307,73 \text{ kN} < 0,5f_{ck}A_c = 4687,50 \text{ kN}$$

$$M_2 = 195,99 \text{ kNm} \quad M_3 = 23,84 \text{ kNm}$$

$$n_r = \frac{N_d}{0,85 \times b \times h \times f_{cd}} = \frac{2307,73}{0,85 \times 50 \times 75 \times 1,67} = 0,43$$

$$M_{2d} = \frac{M_2}{0,85 \times b \times h^2 \times f_{cd}} = \frac{19599}{0,85 \times 50 \times 75^2 \times 1,67} = 0,051$$

$$M_{3d} = \frac{M_3}{0,85 \times b^2 \times h \times f_{cd}} = \frac{2384}{0,85 \times 50^2 \times 75 \times 1,67} = 0,009$$

$$\rho < \rho_{\min} = 0,01 \quad A_s = 0,01 \times 50 \times 75 = 37,5 \text{ cm}^2$$

G + Q + EXP Yük kombinasyonu altında;

$$N_d = 1633,51 + 28,13 = 1661,64 \text{ kN} < 0,5 \times f_{ck} \times A_c = 4687,50 \text{ kN}$$

$$M_2 = 100,73 \text{ kNm} \quad M_3 = 81,50 \text{ kNm}$$

$$n_r = \frac{N_d}{0,85 \times b \times h \times f_{cd}} = \frac{1661,64}{0,85 \times 50 \times 75 \times 1,67} = 0,31$$

$$M_{2d} = \frac{M_2}{0,85 \times b \times h^2 \times f_{cd}} = \frac{10073}{0,85 \times 50 \times 75^2 \times 1,67} = 0,025$$

$$M_{3d} = \frac{M_3}{0,85 \times b^2 \times h \times f_{cd}} = \frac{8150}{0,85 \times 50^2 \times 75 \times 1,67} = 0,031$$

$$\rho < \rho_{\min} = 0,01 \quad A_s = 0,01 \times 50 \times 75 = 37,5 \text{ cm}^2$$

Seçilen Donatı : 16 $\phi 20$

S104 Kolonu : Boyutlar (50 x 75)

$$\text{Kolon Zati Ağırlığı} = 0,50 \times 0,75 \times 25,00 \times 3,00 = 28,13 \text{ kN}$$

1,4G+1,6Q Yük kombinasyonu altında;

$$N_d = 2569,00 + 1,4 \times 28,13 = 2608,38 \text{ kN} < 0,5 \times f_{ck} \times A_c = 4687,50 \text{ kN}$$

$$M_2 = 144,70 \text{ kNm} \quad M_3 = 6,63 \text{ kNm}$$

$$n_r = \frac{N_d}{0,85 \times b \times h \times f_{cd}} = \frac{2608,38}{0,85 \times 50 \times 75 \times 1,67} = 0,50$$

$$M_{2d} = \frac{M_2}{0,85 \times b \times h^2 \times f_{cd}} = \frac{14470}{0,85 \times 50 \times 75^2 \times 1,67} = 0,036$$

$$M_{3d} = \frac{M_3}{0,85 \times b^2 \times h \times f_{cd}} = \frac{663}{0,85 \times 50^2 \times 75 \times 1,67} = 0,002$$

$$\rho < \rho_{\min} = 0,01 \quad A_s = 0,01 \times 50 \times 75 = 37,5 \text{ cm}^2$$

G + Q - EYN Yük kombinasyonu altında;

$$N_d = 2202,50 + 28,13 = 2230,63 \text{ kN} < 0,5 \times f_{ck} \times A_c = 4687,50 \text{ kN}$$

$$M_2 = 157,50 \text{ kNm} \quad M_3 = 15,38 \text{ kNm}$$

$$n_r = \frac{N_d}{0,85 \times b \times h \times f_{cd}} = \frac{2230,63}{0,85 \times 50 \times 75 \times 1,67} = 0,41$$

$$M_{2d} = \frac{M_2}{0,85 \times b \times h^2 \times f_{cd}} = \frac{15750}{0,85 \times 50 \times 75^2 \times 1,67} = 0,040$$

$$M_{3d} = \frac{M_3}{0,85 \times b^2 \times h \times f_{cd}} = \frac{1538}{0,85 \times 50^2 \times 75 \times 1,67} = 0,006$$

$$\rho < \rho_{\min} = 0,01 \quad A_s = 0,01 \times 50 \times 75 = 37,5 \text{ cm}^2$$

G + Q + EXP Yük kombinasyonu altında;

$$N_d = 1692,78 + 28,13 = 1720,91 \text{ kN} < 0,5 \times f_{ck} \times A_c = 4687,50 \text{ kN}$$

$$M_2 = 98,99 \text{ kNm} \quad M_3 = 70,40 \text{ kNm}$$

$$n_r = \frac{N_d}{0,85 \times b \times h \times f_{cd}} = \frac{1720,91}{0,85 \times 50 \times 75 \times 1,67} = 0,32$$

$$M_{2d} = \frac{M_2}{0,85 \times b \times h^2 \times f_{cd}} = \frac{9899}{0,85 \times 50 \times 75^2 \times 1,67} = 0,030$$

$$M_{3d} = \frac{M_3}{0,85 \times b^2 \times h \times f_{cd}} = \frac{7040}{0,85 \times 50^2 \times 75 \times 1,67} = 0,031$$

$$\rho < \rho_{\min} = 0,01 \quad A_s = 0,01 \times 50 \times 75 = 37,5 \text{ cm}^2$$

Seçilen Donatı : 16 $\phi 20$

S105 Kolonu : Boyutlar (50 x 75)

$$\text{Kolon Zati Ağırlığı} = 0,50 \times 0,75 \times 25,00 \times 3,00 = 28,13 \text{ kN}$$

1,4G+1,6Q Yük kombinasyonu altında;

$$N_d = 1607,93 + 1,4 \times 28,13 = 1647,31 \text{ kN} < 0,5x f_{ck} x A_c = 4687,50 \text{ kN}$$

$$M_2 = 37,70 \text{ kNm} \quad M_3 = 28,63 \text{ kNm}$$

$$n_r = \frac{N_d}{0,85 \times b \times h \times f_{cd}} = \frac{1647,31}{0,85 \times 50 \times 75 \times 1,67} = 0,31$$

$$M_{2d} = \frac{M_2}{0,85 \times b \times h^2 \times f_{cd}} = \frac{3770}{0,85 \times 50 \times 75^2 \times 1,67} = 0,009$$

$$M_{3d} = \frac{M_3}{0,85 \times b^2 \times h \times f_{cd}} = \frac{663}{0,85 \times 50^2 \times 75 \times 1,67} = 0,002$$

$$\rho < \rho_{\min} = 0,01 \quad A_s = 0,01 \times 50 \times 75 = 37,5 \text{ cm}^2$$

G + Q - EXP Yük kombinasyonu altında;

$$N_d = 921,74 + 28,13 = 949,87 \text{ kN} < 0,5x f_{ck} x A_c = 4687,50 \text{ kN}$$

$$M_2 = 27,38 \text{ kNm} \quad M_3 = 4,31 \text{ kNm}$$

$$n_r = \frac{N_d}{0,85 \times b \times h \times f_{cd}} = \frac{949,87}{0,85 \times 50 \times 75 \times 1,67} = 0,17$$

$$M_{2d} = \frac{M_2}{0,85 \times b \times h^2 \times f_{cd}} = \frac{2738}{0,85 \times 50 \times 75^2 \times 1,67} = 0,007$$

$$M_{3d} = \frac{M_3}{0,85 \times b^2 \times h \times f_{cd}} = \frac{431}{0,85 \times 50^2 \times 75 \times 1,67} = 0,002$$

$$\rho < \rho_{\min} = 0,01 \quad A_s = 0,01 \times 50 \times 75 = 37,5 \text{ cm}^2$$

G + Q + EYP Yük kombinasyonu altında;

$$N_d = 848,35 + 28,13 = 876,48 \text{ kN} < 0,5x f_{ck} x A_c = 4687,50 \text{ kN}$$

$$M_2 = 3,43 \text{ kNm} \quad M_3 = 97,88 \text{ kNm}$$

$$n_r = \frac{N_d}{0,85 \times b \times h \times f_{cd}} = \frac{876,48}{0,85 \times 50 \times 75 \times 1,67} = 0,17$$

$$M_{2d} = \frac{M_2}{0,85 \times b \times h^2 \times f_{cd}} = \frac{343}{0,85 \times 50 \times 75^2 \times 1,67} = 0,001$$

$$M_{3d} = \frac{M_3}{0,85 \times b^2 \times h \times f_{cd}} = \frac{9788}{0,85 \times 50^2 \times 75 \times 1,67} = 0,031$$

$$\rho < \rho_{\min} = 0,01 \quad A_s = 0,01 \times 50 \times 75 = 37,5 \text{ cm}^2$$

Seçilen Donatı : 16 ϕ 20

S106 Kolonu : Boyutlar (50 x 75)

$$\text{Kolon Zati Ağırlığı} = 0,50 \times 0,75 \times 25,00 \times 3,00 = 28,13 \text{ kN}$$

1,4G+1,6Q Yük kombinasyonu altında;

$$N_d = 2406,09 + 1,4 \times 28,13 = 2445,47 \text{ kN} < 0,5 \times f_{ck} \times A_c = 4687,50 \text{ kN}$$

$$M_2 = 168,40 \text{ kNm} \quad M_3 = 56,69 \text{ kNm}$$

$$n_r = \frac{N_d}{0,85 \times b \times h \times f_{cd}} = \frac{2445,47}{0,85 \times 50 \times 75 \times 1,67} = 0,46$$

$$M_{2d} = \frac{M_2}{0,85 \times b \times h^2 \times f_{cd}} = \frac{16840}{0,85 \times 50 \times 75^2 \times 1,67} = 0,040$$

$$M_{3d} = \frac{M_3}{0,85 \times b^2 \times h \times f_{cd}} = \frac{5669}{0,85 \times 50^2 \times 75 \times 1,67} = 0,02$$

$$\rho < \rho_{\min} = 0,01 \quad A_s = 0,01 \times 50 \times 75 = 37,5 \text{ cm}^2$$

G + Q + EXP Yük kombinasyonu altında;

$$N_d = 2072,85 + 28,13 = 2100,98 \text{ kN} < 0,5 \times f_{ck} \times A_c = 4687,50 \text{ kN}$$

$$M_2 = 193,41 \text{ kNm} \quad M_3 = 50,23 \text{ kNm}$$

$$n_r = \frac{N_d}{0,85 \times b \times h \times f_{cd}} = \frac{2100,98}{0,85 \times 50 \times 75 \times 1,67} = 0,40$$

$$M_{2d} = \frac{M_2}{0,85 \times b \times h^2 \times f_{cd}} = \frac{19341}{0,85 \times 50 \times 75^2 \times 1,67} = 0,050$$

$$M_{3d} = \frac{M_3}{0,85 \times b^2 \times h \times f_{cd}} = \frac{5023}{0,85 \times 50^2 \times 75 \times 1,67} = 0,020$$

$$\rho < \rho_{\min} = 0,01 \quad A_s = 0,01 \times 50 \times 75 = 37,5 \text{ cm}^2$$

G + Q + EYP Yük kombinasyonu altında;

$$N_d = 1536,62 + 28,13 = 1564,75 \text{ kN} < 0,5x f_{ck} x A_c = 4687,50 \text{ kN}$$

$$M_2 = 93,77 \text{ kNm} \quad M_3 = 120,46 \text{ kNm}$$

$$n_r = \frac{N_d}{0,85 \times b \times h \times f_{cd}} = \frac{1564,77}{0,85 \times 50 \times 75 \times 1,67} = 0,39$$

$$M_{2d} = \frac{M_2}{0,85 \times b \times h^2 \times f_{cd}} = \frac{9377}{0,85 \times 50 \times 75^2 \times 1,67} = 0,020$$

$$M_{3d} = \frac{M_3}{0,85 \times b^2 \times h \times f_{cd}} = \frac{12046}{0,85 \times 50^2 \times 75 \times 1,67} = 0,045$$

$$\rho < \rho_{\min} = 0,01 \quad A_s = 0,01 \times 50 \times 75 = 37,5 \text{ cm}^2$$

Seçilen Donatı : 16 $\phi 20$

S107 Kolonu : Boyutlar (50 x 75)

$$\text{Kolon Zati Ağırlığı} = 0,50 \times 0,75 \times 25,00 \times 3,00 = 28,13 \text{ kN}$$

1,4G+1,6Q Yük kombinasyonu altında;

$$N_d = 2215,77 + 1,4 \times 28,13 = 2255,15 \text{ kN} < 0,5x f_{ck} x A_c = 4687,50 \text{ kN}$$

$$M_2 = 90,61 \text{ kNm} \quad M_3 = 10,50 \text{ kNm}$$

$$n_r = \frac{N_d}{0,85 \times b \times h \times f_{cd}} = \frac{2255,15}{0,85 \times 50 \times 75 \times 1,67} = 0,42$$

$$M_{2d} = \frac{M_2}{0,85 \times b \times h^2 \times f_{cd}} = \frac{9061}{0,85 \times 50 \times 75^2 \times 1,67} = 0,023$$

$$M_{3d} = \frac{M_3}{0,85 \times b^2 \times h \times f_{cd}} = \frac{1050}{0,85 \times 50^2 \times 75 \times 1,67} = 0,004$$

$$\rho < \rho_{\min} = 0,01 \quad A_s = 0,01 \times 50 \times 75 = 37,5 \text{ cm}^2$$

G + Q + EXP Yük kombinasyonu altında;

$$N_d = 1861,87 + 28,13 = 1890,00 \text{ kN} < 0,5x f_{ck} x A_c = 4687,50 \text{ kN}$$

$$M_2 = 107,19 \text{ kNm} \quad M_3 = 16,03 \text{ kNm}$$

$$n_r = \frac{N_d}{0,85 \times b \times h \times f_{cd}} = \frac{1890,00}{0,85 \times 50 \times 75 \times 1,67} = 0,35$$

$$M_{2d} = \frac{M_2}{0,85 \times b \times h^2 \times f_{cd}} = \frac{10719}{0,85 \times 50 \times 75^2 \times 1,67} = 0,027$$

$$M_{3d} = \frac{M_3}{0,85 \times b^2 \times h \times f_{cd}} = \frac{1603}{0,85 \times 50^2 \times 75 \times 1,67} = 0,006$$

$$\rho < \rho_{\min} = 0,01 \quad A_s = 0,01 \times 50 \times 75 = 37,5 \text{ cm}^2$$

G + Q + EYP Yük kombinasyonu altında;

$$N_d = 1483,83 + 28,13 = 1511,96 \text{ kN} < 0,5 \times f_{ck} \times A_c = 4687,50 \text{ kN}$$

$$M_2 = 58,26 \text{ kNm} \quad M_3 = 80,65 \text{ kNm}$$

$$n_r = \frac{N_d}{0,85 \times b \times h \times f_{cd}} = \frac{1511,96}{0,85 \times 50 \times 75 \times 1,67} = 0,38$$

$$M_{2d} = \frac{M_2}{0,85 \times b \times h^2 \times f_{cd}} = \frac{5826}{0,85 \times 50 \times 75^2 \times 1,67} = 0,015$$

$$M_{3d} = \frac{M_3}{0,85 \times b^2 \times h \times f_{cd}} = \frac{8065}{0,85 \times 50^2 \times 75 \times 1,67} = 0,030$$

$$\rho < \rho_{\min} = 0,01 \quad A_s = 0,01 \times 50 \times 75 = 37,5 \text{ cm}^2$$

Seçilen Donatı : 16 $\phi 20$

S108 Kolonu : Boyutlar (75 x 75)

$$\text{Kolon Zati Ağırlığı} = 0,75 \times 0,75 \times 25,00 \times 3,00 = 42,19 \text{ kN}$$

1,4G+1,6Q Yük kombinasyonu altında;

$$N_d = 2957,50 + 1,4 \times 42,19 = 3016,56 \text{ kN} < 0,5 \times f_{ck} \times A_c = 4687,50 \text{ kN}$$

$$M_2 = 144,48 \text{ kNm} \quad M_3 = 167,23 \text{ kNm}$$

$$n_r = \frac{N_d}{0,85 \times b \times h \times f_{cd}} = \frac{3016,56}{0,85 \times 75 \times 75 \times 1,67} = 0,38$$

$$M_{2d} = \frac{M_2}{0,85 \times b \times h^2 \times f_{cd}} = \frac{14448}{0,85 \times 75 \times 75^2 \times 1,67} = 0,024$$

$$M_{3d} = \frac{M_3}{0,85 \times b^2 \times h \times f_{cd}} = \frac{16723}{0,85 \times 75^2 \times 75 \times 1,67} = 0,028$$

$$\rho < \rho_{\min} = 0,01 \quad A_s = 0,01 \times 75 \times 75 = 56,25 \text{ cm}^2$$

G + Q + EYP Yük kombinasyonu altında;

$$N_d = 635,84 + 42,19 = 678,03 \text{ kN} < 0,5f_{ck}xAc = 4687,50 \text{ kN}$$

$$M_2 = 300,14 \text{ kNm} \quad M_3 = 162,58 \text{ kNm}$$

$$n_r = \frac{N_d}{0,85 \times b \times h \times f_{cd}} = \frac{678,03}{0,85 \times 75 \times 75 \times 1,67} = 0,10$$

$$M_{2d} = \frac{M_2}{0,85 \times b \times h^2 \times f_{cd}} = \frac{30014}{0,85 \times 75 \times 75^2 \times 1,67} = 0,050$$

$$M_{3d} = \frac{M_3}{0,85 \times b^2 \times h \times f_{cd}} = \frac{16258}{0,85 \times 75^2 \times 75 \times 1,67} = 0,030$$

$$\rho < \rho_{\min} = 0,01 \quad As = 0,01 \times 75 \times 75 = 56,25 \text{ cm}^2$$

G + Q - EXP Yük kombinasyonu altında;

$$N_d = 1555,46 + 42,19 = 1597,65 \text{ kN} < 0,5f_{ck}xAc = 4687,50 \text{ kN}$$

$$M_2 = 73,11 \text{ kNm} \quad M_3 = 342,96 \text{ kNm}$$

$$n_r = \frac{N_d}{0,85 \times b \times h \times f_{cd}} = \frac{1597,65}{0,85 \times 75 \times 75 \times 1,67} = 0,20$$

$$M_{2d} = \frac{M_2}{0,85 \times b \times h^2 \times f_{cd}} = \frac{7311}{0,85 \times 75 \times 75^2 \times 1,67} = 0,010$$

$$M_{3d} = \frac{M_3}{0,85 \times b^2 \times h \times f_{cd}} = \frac{34296}{0,85 \times 75^2 \times 75 \times 1,67} = 0,060$$

$$\rho < \rho_{\min} = 0,01 \quad As = 0,01 \times 75 \times 75 = 56,25 \text{ cm}^2$$

Seçilen Donatı : 16 $\phi 22$

S109 Kolonu : Boyutlar (75 x 75)

$$\text{Kolon Zati Ağırlığı} = 0,75 \times 0,75 \times 25,00 \times 3,00 = 42,19 \text{ kN}$$

1,4G+1,6Q Yük kombinasyonu altında;

$$N_d = 1976,11 + 1,4 \times 42,19 = 2035,17 \text{ kN} < 0,5f_{ck}xAc = 4687,50 \text{ kN}$$

$$M_2 = 125,68 \text{ kNm} \quad M_3 = 26,15 \text{ kNm}$$

$$n_r = \frac{N_d}{0,85 \times b \times h \times f_{cd}} = \frac{2035,17}{0,85 \times 75 \times 75 \times 1,67} = 0,25$$

$$M_{2d} = \frac{M_2}{0,85 \times b \times h^2 \times f_{cd}} = \frac{12568}{0,85 \times 75 \times 75^2 \times 1,67} = 0,024$$

$$M_{3d} = \frac{M_3}{0,85 \times b^2 \times h \times f_{cd}} = \frac{2615}{0,85 \times 75^2 \times 75 \times 1,67} = 0,004$$

$$\rho < \rho_{\min} = 0,01 \quad A_s = 0,01 \times 75 \times 75 = 56,25 \text{ cm}^2$$

G + Q + EYN Yük kombinasyonu altında;

$$N_d = 529,29 + 42,19 = 571,48 \text{ kN} < 0,5 \times f_{ck} \times A_c = 4687,50 \text{ kN}$$

$$M_2 = 303,60 \text{ kNm} \quad M_3 = 73,93 \text{ kNm}$$

$$n_r = \frac{N_d}{0,85 \times b \times h \times f_{cd}} = \frac{571,48}{0,85 \times 75 \times 75 \times 1,67} = 0,06$$

$$M_{2d} = \frac{M_2}{0,85 \times b \times h^2 \times f_{cd}} = \frac{30360}{0,85 \times 75 \times 75^2 \times 1,67} = 0,050$$

$$M_{3d} = \frac{M_3}{0,85 \times b^2 \times h \times f_{cd}} = \frac{7393}{0,85 \times 75^2 \times 75 \times 1,67} = 0,010$$

$$\rho < \rho_{\min} = 0,01 \quad A_s = 0,01 \times 75 \times 75 = 56,25 \text{ cm}^2$$

G + Q + EXP Yük kombinasyonu altında;

$$N_d = 575,20 + 42,19 = 617,39 \text{ kN} < 0,5 \times f_{ck} \times A_c = 4687,50 \text{ kN}$$

$$M_2 = 84,43 \text{ kNm} \quad M_3 = 230,00 \text{ kNm}$$

$$n_r = \frac{N_d}{0,85 \times b \times h \times f_{cd}} = \frac{617,39}{0,85 \times 75 \times 75 \times 1,67} = 0,070$$

$$M_{2d} = \frac{M_2}{0,85 \times b \times h^2 \times f_{cd}} = \frac{8443}{0,85 \times 75 \times 75^2 \times 1,67} = 0,010$$

$$M_{3d} = \frac{M_3}{0,85 \times b^2 \times h \times f_{cd}} = \frac{23000}{0,85 \times 75^2 \times 75 \times 1,67} = 0,040$$

$$\rho < \rho_{\min} = 0,01 \quad A_s = 0,01 \times 75 \times 75 = 56,25 \text{ cm}^2$$

Seçilen Donatı : 16 $\phi 22$

S110 Kolonu : Boyutlar (75 x 75)

$$\text{Kolon Zati Ağırlığı} = 0,75 \times 0,75 \times 25,00 \times 3,00 = 42,19 \text{ kN}$$

1,4G+1,6Q Yük kombinasyonu altında;

$$N_d = 1964,89 + 1,4 \times 42,19 = 2023,98 \text{ kN} < 0,5x f_{ck} x A_c = 4687,50 \text{ kN}$$

$$M_2 = 121,63 \text{ kNm} \quad M_3 = 74,90 \text{ kNm}$$

$$n_r = \frac{N_d}{0,85 \times b \times h \times f_{cd}} = \frac{2023,98}{0,85 \times 75 \times 75 \times 1,67} = 0,25$$

$$M_{2d} = \frac{M_2}{0,85 \times b \times h^2 \times f_{cd}} = \frac{12163}{0,85 \times 75 \times 75^2 \times 1,67} = 0,021$$

$$M_{3d} = \frac{M_3}{0,85 \times b^2 \times h \times f_{cd}} = \frac{7490}{0,85 \times 75^2 \times 75 \times 1,67} = 0,010$$

$$\rho < \rho_{\min} = 0,01 \quad A_s = 0,01 \times 75 \times 75 = 56,25 \text{ cm}^2$$

G + Q + EYN Yük kombinasyonu altında;

$$N_d = 425,67 + 42,19 = 467,86 \text{ kN} < 0,5x f_{ck} x A_c = 4687,50 \text{ kN}$$

$$M_2 = 296,13 \text{ kNm} \quad M_3 = 69,38 \text{ kNm}$$

$$n_r = \frac{N_d}{0,85 \times b \times h \times f_{cd}} = \frac{467,86}{0,85 \times 75 \times 75 \times 1,67} = 0,05$$

$$M_{2d} = \frac{M_2}{0,85 \times b \times h^2 \times f_{cd}} = \frac{29613}{0,85 \times 75 \times 75^2 \times 1,67} = 0,050$$

$$M_{3d} = \frac{M_3}{0,85 \times b^2 \times h \times f_{cd}} = \frac{6938}{0,85 \times 75^2 \times 75 \times 1,67} = 0,01$$

$$\rho < \rho_{\min} = 0,01 \quad A_s = 0,01 \times 75 \times 75 = 56,25 \text{ cm}^2$$

G + Q - EXP Yük kombinasyonu altında;

$$N_d = 756,45 + 42,19 = 798,64 \text{ kN} < 0,5x f_{ck} x A_c = 4687,50 \text{ kN}$$

$$M_2 = 96,54 \text{ kNm} \quad M_3 = 290,50 \text{ kNm}$$

$$n_r = \frac{N_d}{0,85 \times b \times h \times f_{cd}} = \frac{798,64}{0,85 \times 75 \times 75 \times 1,67} = 0,10$$

$$M_{2d} = \frac{M_2}{0,85 \times b \times h^2 \times f_{cd}} = \frac{9654}{0,85 \times 75 \times 75^2 \times 1,67} = 0,020$$

$$M_{3d} = \frac{M_3}{0,85 \times b^2 \times h \times f_{cd}} = \frac{29050}{0,85 \times 75^2 \times 75 \times 1,67} = 0,050$$

$$\rho < \rho_{\min} = 0,01 \quad A_s = 0,01 \times 75 \times 75 = 56,25 \text{ cm}^2$$

Seçilen Donatı : 16 $\phi 22$

S111 Kolonu : Boyutlar (50 x 75)

$$\text{Kolon Zati Ağırlığı} = 0,50 \times 0,75 \times 25,00 \times 3,00 = 28,13 \text{ kN}$$

1,4G+1,6Q Yük kombinasyonu altında;

$$N_d = 1905,94 + 1,4 \times 28,13 = 1945,32 \text{ kN} < 0,5 \times f_{ck} \times A_c = 4687,50 \text{ kN}$$

$$M_2 = 30,66 \text{ kNm} \quad M_3 = 8,24 \text{ kNm}$$

$$n_r = \frac{N_d}{0,85 \times b \times h \times f_{cd}} = \frac{1945,32}{0,85 \times 50 \times 75 \times 1,67} = 0,36$$

$$M_{2d} = \frac{M_2}{0,85 \times b \times h^2 \times f_{cd}} = \frac{3066}{0,85 \times 50 \times 75^2 \times 1,67} = 0,008$$

$$M_{3d} = \frac{M_3}{0,85 \times b^2 \times h \times f_{cd}} = \frac{824}{0,85 \times 50^2 \times 75 \times 1,67} = 0,003$$

$$\rho < \rho_{\min} = 0,01 \quad A_s = 0,01 \times 50 \times 75 = 37,5 \text{ cm}^2$$

G + Q + EXP Yük kombinasyonu altında;

$$N_d = 1160,51 + 28,13 = 1188,64 \text{ kN} < 0,5 \times f_{ck} \times A_c = 4687,50 \text{ kN}$$

$$M_2 = 84,54 \text{ kNm} \quad M_3 = 16,16 \text{ kNm}$$

$$n_r = \frac{N_d}{0,85 \times b \times h \times f_{cd}} = \frac{1188,64}{0,85 \times 50 \times 75 \times 1,67} = 0,22$$

$$M_{2d} = \frac{M_2}{0,85 \times b \times h^2 \times f_{cd}} = \frac{8454}{0,85 \times 50 \times 75^2 \times 1,67} = 0,021$$

$$M_{3d} = \frac{M_3}{0,85 \times b^2 \times h \times f_{cd}} = \frac{1616}{0,85 \times 50^2 \times 75 \times 1,67} = 0,006$$

$$\rho < \rho_{\min} = 0,01 \quad A_s = 0,01 \times 50 \times 75 = 37,5 \text{ cm}^2$$

G + Q + EYN Yük kombinasyonu altında;

$$N_d = 1071,63 + 28,13 = 1099,76 \text{ kN} < 0,5x f_{ck} x A_c = 4687,50 \text{ kN}$$

$$M_2 = 22,13 \text{ kNm} \quad M_3 = 82,32 \text{ kNm}$$

$$n_r = \frac{N_d}{0,85 \times b \times h \times f_{cd}} = \frac{1099,76}{0,85 \times 50 \times 75 \times 1,67} = 0,20$$

$$M_{2d} = \frac{M_2}{0,85 \times b \times h^2 \times f_{cd}} = \frac{2213}{0,85 \times 50 \times 75^2 \times 1,67} = 0,008$$

$$M_{3d} = \frac{M_3}{0,85 \times b^2 \times h \times f_{cd}} = \frac{8232}{0,85 \times 50^2 \times 75 \times 1,67} = 0,020$$

$$\rho < \rho_{\min} = 0,01 \quad A_s = 0,01 \times 50 \times 75 = 37,5 \text{ cm}^2$$

Seçilen Donatı : 16 ϕ 20

5.2 Kolonlarda Narinlik Kontrolü

Yüksek dayanımlı betonların kullanılmasıyla kolon kesitlerinin küçültülmesi mümkün olmuştur. Kesitlerin küçülmesiyle kesitin eğilme rijitliği azalırken, yanal yerdeğiştirmeler, dolayısıyla ikinci mertebe etkiler de artar. Bazı durumlarda ikinci mertebe etkiler, mevcut eğilme momenti yanında önemli duruma geçer. İkinci mertebe etkilerin büyük olduğu kolonların dayanımında azalmalar meydana gelir. Kolon dayanımındaki azalmanın ihmal edilecek kadar az olması veya göz önüne alınması kararına etkili olan en önemli parametre kolonun narinliğidir. Narinlik, kolonun boyu, iki ucunun mesnetlenme durumu ve kesit boyutları ile ilgilidir. Bir kolonun mesnetlenme şartları göz önüne alınarak, iki ucu mafsallı kolon boyuna eşdeğer bir burkulma boyu tarif edilebilir. $l_k = k \times l$. Burada, l kolon boyunu ve k ise etkili boy katsayısını göstermektedir.

Eşdeğer kolon boyunun belirlenmesinde kolonun iki ucunun birbirine göre yatay yerdeğiştirme yapıp yapmayacağı önemli olur. Yanal Yerdeğiştirmesi Önlenmiş durumda kolon alt ve üst uçları birbirine göre rölatif hareket yapmaz. Eğer, kolon alt ve üst uçlarının hareket serbestliği varsa, bu durumda kolon Yanal Yerdeğiştirmesi Önlenmemiş olarak bilinir.

Kolonun narinliği, etkili kolon boyu yanında kolon kesitinin atalet yarıçapına da bağlıdır. Atalet yarıçapı dikdörtgen kesit için, h kesit yüksekliği olmak üzere,

$$i = \sqrt{(I / A)} = 0,288 h = 0,30 h \quad (5.4)$$

olarak hesaplanacaktır. Sonuç olarak bir kolonun narinliğinin ölçüsü,

$$l_k / i = k l / i \quad (5.5)$$

ifadesi ile elde edilebilir. Yanal yerdeğiştirmesi önlenmemiş sistemlerde, $l_k / i < 22$ ise narinliğin kolonun dayanımına etkisi önemli olmaz. Ancak $l_k / i > 70$ ise kolon dayanımında çok önemli azalma meydana gelir ve kolonun kesit dayanımına erişmeden burkulma yoluyla kararlılığını kaybetmesi söz konusu olabilir.

Genel olarak sadece kolon ve kirişlerden oluşan taşıyıcı sistem, yanal yerdeğiştirmesi önlenmemiş olarak kabul edilir. Sistemde perde gibi atalet momenti büyük düşey taşıyıcı elemanların bulunması, yanal yerdeğiştirmenin önlenmesinde etkili olur. Ancak, perdenin yüksekliğinin büyük olması ve yapıdaki düşey yüklerin fazla olması, perdenin yanal yerdeğiştirmeleri sınırlı tutma etkisini zayıflatır ve kolonların davranışında yanal yerdeğiştirmenin göz önüne alınmasını gerektirir.

Yanal Yerdeğiştirme Önlenmiş $k[1,0$

Yanal Yerdeğiştirme Önlenmemiş $k/1,0 \quad (5.6)$

1. Kat S3 Kolonu için Narinlik Etkisi

X Yönünde :

$$i = 0,30 \times h = 0,30 \times 3,00 = 0,90$$

$$\alpha = (\Sigma I / l)_{\text{kolon}} / (\Sigma I / l)_{\text{kiriş}} \quad (5.7)$$

$$\Sigma (I / l)_{\text{kiriş}} = 2 \times (0,0026 / 2,50) = 0,0020$$

$$\Sigma (I / l)_{\text{kolon}} = 2 \times (0,0175 / 3,00) = 0,0116$$

$$\alpha_a = \alpha_b = 0,0116 / 0,0020 = 5,80$$

Yanal Yerdeğiştirmesi Önlenmemiş sistemlerde $\alpha_m = 0,5 (\alpha_a + \alpha_b)$ olmak üzere

$$\alpha_m = 0,5 \times (5,80 + 5,80) = 5,80$$

$$\alpha_m > 2 \text{ için } k = 0,9 \sqrt{(1 + \alpha_m)} \quad (5.8)$$

$$k = 0,9 \sqrt{(1 + 5,80)} = 2,35$$

Narinlik Kontrolü:

$k \times l / i = 2,35 \times 3,00 / 0,90 = 7,83 < 22$ olduğundan narinlik etkisinin göz önüne alınmasına gerek yoktur.

Y Yönünde :

$$i = 0,30 \times h = 0,30 \times 3,00 = 0,90$$

$$\alpha = (\Sigma I / l)_{\text{kolon}} / (\Sigma I / l)_{\text{kiriş}}$$

$$\Sigma (I / l)_{\text{kiriş}} = 1 \times (0,0108 / 7,50) = 0,0014$$

$$\Sigma (I / l)_{\text{kolon}} = 2 \times (0,0078 / 3,00) = 0,0052$$

$$\alpha_a = \alpha_b = 0,0052 / 0,0014 = 3,71$$

Yanal Yerdeğiştirmesi Önlenmemiş sistemlerde $\alpha_m = 0,5 (\alpha_a + \alpha_b)$ olmak üzere

$$\alpha_m = 0,5 \times (3,71 + 3,71) = 3,71$$

$$\alpha_m > 2 \text{ için} \quad k = 0,9 \sqrt{(1 + \alpha_m)}$$

$$k = 0,9 \sqrt{(1 + 3,71)} = 1,95$$

Narinlik Kontrolü:

$k \times l / i = 1,95 \times 3,00 / 0,90 = 6,51 < 22$ olduğundan narinlik etkisinin göz önüne alınmasına gerek yoktur.

S108 Kolonu için Narinlik Etkisi

Y Yönü için :

$$i = 0,30 \times h = 0,30 \times 3,00 = 0,90$$

$$\alpha = (\Sigma I / l)_{\text{kolon}} / (\Sigma I / l)_{\text{kiriş}}$$

$$(I / l)_{\text{kiriş}} = 0,0108 / 7,50 = 0,0014$$

$$(I / l)_{\text{kiriş}} = 0,0042 / 2,50 = 0,0016$$

$$(I / l)_{\text{kolon}} = 0,0264 / 3,00 = 0,0088$$

$$\alpha_a = \alpha_b = (0,0088 \times 2) / (0,0014 + 0,0016) = 5,87$$

$$\alpha_m = 0,5 \times (5,87 + 5,87) = 5,87$$

$$\alpha_m > 2 \text{ için} \quad k = 0,9 \sqrt{(1 + \alpha_m)}$$

$$k = 0,9 \sqrt{(1 + 5,87)} = 2,36$$

Narinlik Kontrolü:

$k \times l / i = 2,36 \times 3,00 / 0,90 = 7,87 < 22$ olduğundan narinlik etkisinin göz önüne alınmasına gerek yoktur.

5.3 Kirişlerde Eğilme ve Kesme Donatısı Hesabı

5.3.1 Kirişlerde Eğilme Donatısı Hesabı

Tablalı kirişlerin kesit hesabında, yapısal çözümleme ve şekil değiştirme hesapları için gereken eylemsizlik momentlerinin bulunmasında göz önüne alınacak tabla genişliği aşağıdaki gibi hesaplanır.

$$\text{Simetrik kesitlerde (T kesiti)} \quad b = b_w + 0,2 l_p \quad (5.9)$$

$$\text{Simetrik olmayan kesitlerde (L kesiti vb.)} \quad b = b_w + 0,1 l_p \quad (5.10)$$

Yukarıda kullanılan “ l_p ”, kirişin iki moment sıfır noktası arasındaki uzunluğudur.

Kesin hesap yapılmayan durumlarda;

$$l_p = 0,8 l \quad (\text{Sürekli kiriş kenar açıklığı}) \quad l_p = 0,6 l \quad (\text{Sürekli kiriş iç açıklığı}) \text{ dir.}$$

Bu denklemlere göre kirişler için etkili tabla genişlikleri :

$$\text{K101 için } b = 40 + 0,2 \times (0,6 \times 7,50) = 1,30 \text{ cm}$$

$$\text{K102 için } b = 60 + 0,2 \times (0,6 \times 7,50) = 1,50 \text{ cm}$$

$$\text{K103 için } b = 40 + 0,2 \times (0,6 \times 7,50) = 1,30 \text{ cm}$$

$$\text{K104 için } b = 60 + 0,2 \times (0,6 \times 7,50) = 1,50 \text{ cm}$$

$$\text{K105 için } b = 40 + 0,2 \times (0,6 \times 7,50) = 1,30 \text{ cm}$$

$$\text{K106 için } b = 60 + 0,2 \times (0,6 \times 7,50) = 1,50 \text{ cm}$$

$$\text{K107 için } b = 40 + 0,2 \times (0,6 \times 7,50) = 1,30 \text{ cm}$$

$$\text{K108 için } b = 60 + 0,2 \times (0,6 \times 6,00) = 1,32 \text{ cm}$$

$$\text{K109 için } b = 60 + 0,2 \times (0,6 \times 2,50) = 0,90 \text{ cm}$$

$$\text{K110 için } b = 60 + 0,2 \times (0,6 \times 2,50) = 0,90 \text{ cm}$$

$$\text{K111 için } b = 60 + 0,2 \times (0,6 \times 5,00) = 1,20 \text{ cm}$$

$$\text{K112 için } b = 40 + 0,2 \times (0,6 \times 6,00) = 1,12 \text{ cm}$$

$$\text{K113 için } b = 60 + 0,2 \times (0,6 \times 3,50) = 1,02 \text{ cm}$$

$$\text{K114 için } b = 60 + 0,2 \times (0,6 \times 3,50) = 1,02 \text{ cm}$$

$$\text{K115 için } b = 40 + 0,2 \times (0,6 \times 2,50) = 0,70 \text{ cm}$$

$$\text{K116 için } b = 40 + 0,1 \times (0,8 \times 2,50) = 0,60 \text{ cm}$$

$$\text{K117 için } b = 40 + 0,1 \times (0,8 \times 3,50) = 0,68 \text{ cm}$$

$$\text{K118 için } b = 40 + 0,1 \times (0,8 \times 2,50) = 0,60 \text{ cm}$$

$$\text{K119 için } b = 40 + 0,1 \times (0,8 \times 2,50) = 0,60 \text{ cm}$$

$$\text{K120 için } b = 40 + 0,2 \times (0,6 \times 2,50) = 0,70 \text{ cm}$$

Kirişlerde min donatı oranları ise;

$$\rho_{\min_{\text{mesnet}}} = f_{ctd} / f_{yd} \quad \rho_{\min_{\text{açıklık}}} = 0,8 f_{ctd} / f_{yd} \text{ dir.}$$

Kirişlerin eğilme donatısı hesapları, min ve max momentler SAP2000 programından alınarak, Tablo 5.1 deki gibi hesaplanmıştır.

5.3.2 Kirişlerde Kesme Donatısı Hesabı

Kirişlerde enine donatı hesabında esas alınacak kesme kuvveti, V_e , depremin soldan sağa veya sağdan sola etkimesi durumları için ayrı ayrı ve elverişsiz sonuç verecek şekilde, denklem 5.11 ile bulunacaktır.

$$V_e = V_{dy} \pm (M_{pi} + M_{pj}) / l_n \quad (5.11)$$

Kiriş uçlarındaki pekleşmeli taşıma gücü momentleri, daha kesin hesap yapılmadığı durumlarda, $M_{pi} = 1,4 M_{ri}$ ve $M_{pj} = 1,4 M_{rj}$ olarak alınabilir.

Denklem 5.11 ile hesaplanan kesme kuvveti, V_e , aşağıda verilen koşulları sağlayacaktır. Denklem (5.12b)'deki koşulun sağlanamaması durumunda, kesit boyutları gereği kadar büyütülerek deprem hesabı tekrarlanacaktır.

$$V_e \leq V_r \quad (5.12a)$$

$$V_e \leq 0,22 b_w d f_{cd} \quad (5.12b)$$

Kiriş enine donatısının V_e kesme kuvvetine göre hesabında, betonun kesme dayanımına katkısı, V_c , aşağıdaki denklemlerle hesap edilir.

$$V_{cr} = 0,65 f_{ctd} b_w d \quad \text{olmak üzere} \quad (5.13)$$

$$V_c = 0,80 V_{cr} \quad (5.14)$$

Ancak, kiriş sarılma bölgelerindeki enine donatının hesabında $V_e - V_{dy} < 0,5 V_d$ olması durumunda, betonun kesme dayanımına katkısı $V_c = 0$ alınacaktır. Hiçbir durumda pliyelerin kesme dayanımına katkıları göz önüne alınmayacaktır.

Kirişte kayma donatısı kiriş uçlarındaki eğilme momenti kapasitelerinden hareketle hesap edilecektir. Kiriş kesiti eğilme momenti kapasiteleri denk 5.15 ile bulunur.

$$M_{pi} = 1,4 \times (0,9 \times A_{smevcut} \times f_{yd} \times d) \quad (5.15)$$

Ayrıca kirişlerde min kayma donatısı oranı,

$$\rho_{min} = 0,30 f_{ctd} / f_{ywd} \quad \text{dir.} \quad (5.16)$$

Yukarıdaki denklemler ile,

40 / 50 kirişlerde:

$$V_e \leq 0,22 \times 40 \times 47 \times 1,67 = 690,712 \text{ kN}$$

$$V_{cr} = 0,65 \times 0,115 \times 40 \times 47 = 140,530 \text{ kN}$$

$$V_c = 0,80 \times 140,530 = 112,420 \text{ kN}$$

$$\rho_{\min} = 0,30 \times 1,15 / 365 = 0,001$$

$$s \leq d / 2 \text{ olduğuna göre } s \leq 200 \text{ mm}$$

$$s_k \leq d / 4, 150 \text{ mm olduğuna göre } s_k \leq 120 \text{ mm}$$

60 / 60 kirişlerde:

$$V_e \leq 0,22 \times 60 \times 57 \times 1,67 = 1256,51 \text{ kN}$$

$$V_{cr} = 0,65 \times 0,115 \times 60 \times 57 = 255,650 \text{ kN}$$

$$V_c = 0,80 \times 255,650 = 204,520 \text{ kN}$$

$$\rho_{\min} = 0,30 \times 1,15 / 365 = 0,001$$

$$s \leq d / 2 \text{ olduğuna göre } s \leq 250 \text{ mm}$$

$$s_k \leq d / 4, 150 \text{ mm olduğuna göre } s_k \leq 150 \text{ mm}$$

Yukarıdaki koşullar göz önünde bulundurularak hesaplanan kiriş kesme donatıları da Tablo 5.2 de verilmektedir.

5.4 Kolonların Kirişlerden Daha Güçlü Olması Koşulu

Sadece çerçevelerden veya perde ve çerçevelerin birleşiminden oluşan taşıyıcı sistemlerde, her bir kolon-kiriş düğüm noktasına birleşen kolonların taşıma gücü momentlerinin toplamı, o düğüm noktasına birleşen kirişlerin taşıma gücü momentleri toplamından en az %20 daha büyük olacaktır.

$$(M_{ra} + M_{ri}) \geq 1,20 (M_{rl} + M_{ri}) \quad (5.17)$$

Denk. (5.17) her bir deprem doğrultusunda ve depremin her iki yönü için elverişsiz sonuç verecek şekilde ayrı ayrı uygulanacaktır. Kolon taşıma gücü momentlerinin hesabında, depremin yönüyle uyumlu olarak bu momentleri en küçük yapan N_d eksenel kuvvetleri göz önüne alınacaktır.

Fakat düğüm noktasına birleşen kolonların her ikisinde de $N_d \leq 0,10 A_c f_{ck}$ olması durumunda denk.(5.17) nin sağlanması zorunlu değildir.

5.4.1 Zemin Kat G – 3 Aks Kesişiminde Kuvvetli Kolon Zayıf Kiriş Tahkiki

S108 Kolonu ile K108 ve K109 Kirişleri

K108 Kirişinde	Üst Donatı : 4 ϕ 12 + 5 ϕ 20
	Alt Donatı : 6 ϕ 16
K109 Kirişinde	Üst Donatı : 4 ϕ 12 + 5 ϕ 20

Alt Donatı : 6 ϕ 16

$$M_{ri} = M_{r \text{ kiriş}} = 0,9 \times 0,57 \times 365 \times 10^3 \times 2023 \times 10^{-6} = 378,80 \text{ kNm}$$

$$M_{rj} = M_{r \text{ kiriş}} = 0,9 \times 0,57 \times 365 \times 10^3 \times 2023 \times 10^{-6} = 378,80 \text{ kNm}$$

$$\text{Alt Kolon kesiti eğilme momenti kapasitesi : } N_{d+q+e} = 3524,72 \text{ kNm}$$

$$n_d = N_d / (0,85 f_{cd} b h) = 3524,72 / (0,85 \times 1,67 \times 75 \times 75) = 0,44$$

$$\rho_m = A_s f_{yd} / (0,85 f_{cd} b h) = 6082 \times 365 / (0,85 \times 16,7 \times 750 \times 750) = 0,278$$

Bu değerler ile $m_r = 0,37$

$$M_{ralt} = m_r (0,85 f_{cd} b h^2) = 0,37 \times 0,85 \times 16700 \times 0,75 \times 0,75^2 = 2215,75 \text{ kNm}$$

$$\text{Üst Kolon Kesiti eğilme momenti kapasitesi : } N_{d+q+e} = 3347,68 \text{ kNm}$$

$$n_d = N_d / (0,85 f_{cd} b h) = 3347,68 / (0,85 \times 1,67 \times 75 \times 75) = 0,41$$

$$\rho_m = A_s f_{yd} / (0,85 f_{cd} b h) = 6082 \times 365 / (0,85 \times 16,7 \times 750 \times 750) = 0,278$$

Bu değerler ile $m_r = 0,38$

$$M_{ralt} = m_r (0,85 f_{cd} b h^2) = 0,38 \times 0,85 \times 16700 \times 0,75 \times 0,75^2 = 2275,64 \text{ kNm}$$

Kolonların kirişlerden daha güçlü olma koşulunun sağlandığı belirlenir:

$$(2275,64 + 2215,75) / (378,80 + 378,80) = 5,93 > 1,20$$

5.5 Kolonlarda Kesme Donatısı Hesabı

Kolonlarda enine donatı hesabına esas alınacak kesme kuvveti, V_e , denk.(5.18) ile hesaplanacaktır.

$$V_e = (M_a + M_{\bar{u}}) / l_n \quad (5.18)$$

Bir düğüm noktasına birleşen kolonların uçlarındaki momentler, pekleşmeli kolon taşıma gücü momentleri olarak hesaplanacak ve denk.(5.18) de M_a ve/veya $M_{\bar{u}}$ olarak kullanılacaktır. Pekleşmeli taşıma gücü momentleri daha kesin hesap yapılamadığı durumlarda, $M_{pa} = 1,4 M_{ra}$ ve $M_{p\bar{u}} = 1,4 M_{r\bar{u}}$ olarak alınabilir.

Kolon enine donatısının V_e kesme kuvvetine göre hesabında, betonun kesme dayanımına katkısı, $V_c = 0,80 V_{cr}$ olarak alınacaktır. Ancak, kolon sarılma bölgelerindeki enine donatısının hesabında, $V_e > 0,5 V_d$ ve $N_d \leq 0,05 A_c f_{ck}$ olması durumunda, betonun kesme dayanımına katkısı $V_c = 0$ alınacaktır.

S101 Kolonu :

K116 Kirişi

Üst Donatı : 4 ϕ 12 + 3 ϕ 16 (1055 mm²)

Alt Donatı : 4 ϕ 14 (616 mm²)

$$M_a = M_{\bar{u}} = 1,4 (M_{ri} + M_{rj}) / 2$$

$$M_{ri} = 0,9 f_{yd} A_{sd} d = 0,9 \times 0,47 \times 365 \times 10^3 \times 1055 \times 10^{-6} = 162,89 \text{ kNm}$$

$$M_{rj} = 0$$

$$M_a = M_{\bar{u}} = 1,4 \times (162,89 + 0)/2 = 114,02 \text{ kNm}$$

$$V_e = (114,02 + 114,02) / 2,50 = 91,22 \text{ kN}$$

$$0,05 A_c f_{ck} = 0,05 \times 0,50 \times 0,75 \times 25000 = 468,75 \text{ kN} < N_d = 1809,38 \text{ kN}$$

Bu ifadeden kesme kuvvetinin karşılanmasında beton katkısının hesaba katılabileceği anlaşılır.

$$V_{cr} = 0,65 f_{ctd} b_w d = 0,65 \times 1150 \times 0,50 \times 0,75 = 280,31 \text{ kN}$$

$$V_{max} = 0,22 A_w f_{cd} = 0,22 \times 0,50 \times 0,75 \times 16700 = 1377,75 \text{ kN} > V_e$$

Etriye olarak $\phi 10 / 200 \text{ mm}$ seçilerek kesme kuvvetinin karşılandığı belirlenir.

$$V_{ws} = A_{aws} d f_{ywd} / s = 2 \times 79 \times 470 \times 365 / 200 = 135,5 \text{ kN} > V_e$$

Kuşatılmış birleşim bölgesinde,

$$V_e = 1,25 f_{yk} (A_{s1} + A_{s2}) - V_{kol}$$

$$V_e = 1,25 \times 420 \times (1526) - 131940 = 669210 \text{ N} = 669,2 \text{ kN}$$

$$V_{emax} = 0,50 f_{cd} b_j h_c = 0,50 \times 16,7 \times 500 \times 750 = 3131250 \text{ N} = 3131,25 \text{ kN} > V_e$$

S102 Kolonu :

K117 Kirişi Üst Donatı : $4\phi 12 + 4\phi 20 \text{ (1709 mm}^2\text{)}$

Alt Donatı : $4\phi 14 \text{ (616 mm}^2\text{)}$

K118 Kirişi Üst Donatı : $4\phi 12 + 4\phi 20 \text{ (1709 mm}^2\text{)}$

Alt Donatı : $4\phi 14 \text{ (616 mm}^2\text{)}$

$$M_a = M_{\bar{u}} = 1,4 (M_{ri} + M_{rj}) / 2$$

$$M_{ri} = 0,9 f_{yd} A_{sd} d = 0,9 \times 0,47 \times 365 \times 10^3 \times 1709 \times 10^{-6} = 263,86 \text{ kNm}$$

$$M_{rj} = 0,9 f_{yd} A_{sd} d = 0,9 \times 0,47 \times 365 \times 10^3 \times 1709 \times 10^{-6} = 263,86 \text{ kNm}$$

$$M_a = M_{\bar{u}} = 1,4 \times (263,86 + 263,86)/2 = 369,41 \text{ kNm}$$

$$V_e = (369,41 + 369,41) / 2,50 = 295,53 \text{ kN}$$

$$0,05 A_c f_{ck} = 0,05 \times 0,50 \times 0,75 \times 25000 = 468,75 \text{ kN} < N_d = 2178,57 \text{ kN}$$

Bu ifadeden kesme kuvvetinin karşılanmasında beton katkısının hesaba katılabileceği anlaşılır.

$$V_{cr} = 0,65 f_{ctd} b_w d = 0,65 \times 1150 \times 0,50 \times 0,75 = 280,31 \text{ kN}$$

$$V_{max} = 0,22 A_w f_{cd} = 0,22 \times 0,50 \times 0,75 \times 16700 = 1377,75 \text{ kN} > V_e$$

Etriye olarak $\phi 10 / 200 \text{ mm}$ seçilerek kesme kuvvetinin karşılandığı belirlenir.

$$V_{ws} = A_{aws} d f_{ywd} / s = 2 \times 79 \times 470 \times 365 / 200 = 135,5 \text{ kN}$$

$$V_{ws} + 0,80 V_{cr} = 135,5 + (0,80 \times 280,31) = 359,75 \text{ kN} > V_e$$

Kuşatılmış birleşim bölgesinde,

$$V_e = 1,25 f_{yk} (A_{s1} + A_{s2}) - V_{kol}$$

$$V_e = 1,25 \times 420 \times (1526+616) - 185200 = 939350 \text{ N} = 939,35 \text{ kN}$$

$$V_{emax} = 0,50 f_{cd} b_j h_c = 0,50 \times 16,7 \times 500 \times 750 = 3131250 \text{ N} = 3131,25 \text{ kN} > V_e$$

S103 Kolonu :

K118Kirişi Üst Donatı : $4\phi 12 + 4\phi 20$ (1709 mm²)

Alt Donatı : $4\phi 14$ (616 mm²)

K118 Kirişi Üst Donatı : $4\phi 12 + 4\phi 20$ (1709 mm²)

Alt Donatı : $4\phi 14$ (616 mm²)

$$M_a = M_{\bar{u}} = 1,4 (M_{ri} + M_{rj}) / 2$$

$$M_{ri} = 0,9 f_{yd} A_{sd} d = 0,9 \times 0,47 \times 365 \times 10^3 \times 1709 \times 10^{-6} = 263,86 \text{ kNm}$$

$$M_{rj} = 0,9 f_{yd} A_{sd} d = 0,9 \times 0,47 \times 365 \times 10^3 \times 1709 \times 10^{-6} = 263,86 \text{ kNm}$$

$$M_a = M_{\bar{u}} = 1,4 \times (263,86 + 263,86)/2 = 369,41 \text{ kNm}$$

$$V_e = (369,41 + 369,41) / 2,50 = 295,53 \text{ kN}$$

$$0,05 A_c f_{ck} = 0,05 \times 0,50 \times 0,75 \times 25000 = 468,75 \text{ kN} < N_d = 2300,76 \text{ kN}$$

Bu ifadeden kesme kuvvetinin karşılanmasında beton katkısının hesaba katılabileceği anlaşılır.

$$V_{cr} = 0,65 f_{ctd} b_w d = 0,65 \times 1150 \times 0,50 \times 0,75 = 280,31 \text{ kN}$$

$$V_{rmax} = 0,22 A_w f_{cd} = 0,22 \times 0,50 \times 0,75 \times 16700 = 1377,75 \text{ kN} > V_e$$

Etriye olarak $\phi 10$ /200 mm seçilerek kesme kuvvetinin karşılandığı belirlenir.

$$V_{ws} = A_{aws} d f_{ywd} / s = 2 \times 79 \times 470 \times 365 / 200 = 135,5 \text{ kN}$$

$$V_{ws} + 0,80 V_{cr} = 135,5 + (0,80 \times 280,31) = 359,75 \text{ kN} > V_e$$

Kuşatılmış birleşim bölgesinde,

$$V_e = 1,25 f_{yk} (A_{s1} + A_{s2}) - V_{kol}$$

$$V_e = 1,25 \times 420 \times (1526+616) - 185200 = 939350 \text{ N} = 939,35 \text{ kN}$$

$$V_{emax} = 0,50 f_{cd} b_j h_c = 0,50 \times 16,7 \times 500 \times 750 = 3131250 \text{ N} = 3131,25 \text{ kN} > V_e$$

S104 Kolonu :

K118Kirişi Üst Donatı : $4\phi 12 + 4\phi 20$ (1709 mm²)

Alt Donatı : $4\phi 14$ (616 mm²)

K118 Kirişi Üst Donatı : $4\phi 12 + 4\phi 20$ (1709 mm²)

Alt Donatı : $4\phi 14$ (616 mm²)

$$M_a = M_{\bar{u}} = 1,4 (M_{ri} + M_{rj}) / 2$$

$$M_{ri} = 0,9 f_{yd} A_{sd} d = 0,9 \times 0,47 \times 365 \times 10^3 \times 1709 \times 10^{-6} = 263,86 \text{ kNm}$$

$$M_{rj} = 0,9 f_{yd} A_{sd} d = 0,9 \times 0,47 \times 365 \times 10^3 \times 1709 \times 10^{-6} = 263,86 \text{ kNm}$$

$$M_a = M_{\bar{u}} = 1,4 \times (263,86 + 263,86) / 2 = 369,41 \text{ kNm}$$

$$V_e = (369,41 + 369,41) / 2,50 = 295,53 \text{ kN}$$

$$0,05 A_c f_{ck} = 0,05 \times 0,50 \times 0,75 \times 25000 = 468,75 \text{ kN} < N_d = 2219,53 \text{ kN}$$

Bu ifadeden kesme kuvvetinin karşılanmasında beton katkısının hesaba katılabileceği anlaşılır.

$$V_{cr} = 0,65 f_{ctd} b_w d = 0,65 \times 1150 \times 0,50 \times 0,75 = 280,31 \text{ kN}$$

$$V_{max} = 0,22 A_w f_{cd} = 0,22 \times 0,50 \times 0,75 \times 16700 = 1377,75 \text{ kN} > V_e$$

Etriye olarak $\phi 10 / 200$ mm seçilerek kesme kuvvetinin karşılandığı belirlenir.

$$V_{ws} = A_{aws} d f_{ywd} / s = 2 \times 79 \times 470 \times 365 / 200 = 135,5 \text{ kN}$$

$$V_{ws} + 0,80 V_{cr} = 135,5 + (0,80 \times 280,31) = 359,75 \text{ kN} > V_e$$

Kuşatılmış birleşim bölgesinde,

$$V_e = 1,25 f_{yk} (A_{s1} + A_{s2}) - V_{kol}$$

$$V_e = 1,25 \times 420 \times (1526 + 616) - 185200 = 939350 \text{ N} = 939,35 \text{ kN}$$

$$V_{emax} = 0,50 f_{cd} b_j h_c = 0,50 \times 16,7 \times 500 \times 750 = 3131250 \text{ N} = 3131,25 \text{ kN} > V_e$$

S105 Kolonu :

K116Kirişi Üst Donatı : $4\phi 12 + 3\phi 16$ (1055 mm²)

Alt Donatı : $4\phi 14$ (616 mm²)

K116 Kirişi Üst Donatı : $4\phi 12 + 3\phi 16$ (1055 mm²)

Alt Donatı : $4\phi 14$ (616 mm²)

$$M_a = M_{\bar{u}} = 1,4 (M_{ri} + M_{rj}) / 2$$

$$M_{ri} = 0,9 f_{yd} A_{sd} d = 0,9 \times 0,47 \times 365 \times 10^3 \times 1055 \times 10^{-6} = 162,89 \text{ kNm}$$

$$M_{rj} = 0,9 f_{yd} A_{sd} d = 0,9 \times 0,47 \times 365 \times 10^3 \times 1055 \times 10^{-6} = 162,89 \text{ kNm}$$

$$M_a = M_{\bar{u}} = 1,4 \times (162,89 + 162,89) / 2 = 228,05 \text{ kNm}$$

$$V_e = (228,05 + 228,05) / 2,50 = 182,44 \text{ kN}$$

$$0,05 A_c f_{ck} = 0,05 \times 0,50 \times 0,75 \times 25000 = 468,75 \text{ kN} < N_d = 1382,54 \text{ kN}$$

Bu ifadeden kesme kuvvetinin karşılanmasında beton katkısının hesaba katılabileceği anlaşılır.

$$V_{cr} = 0,65 f_{ctd} b_w d = 0,65 \times 1150 \times 0,50 \times 0,75 = 280,31 \text{ kN}$$

$$V_{max} = 0,22 A_w f_{cd} = 0,22 \times 0,50 \times 0,75 \times 16700 = 1377,75 \text{ kN} > V_e$$

Etriye olarak $\phi 10 / 200$ mm seçilerek kesme kuvvetinin karşılandığı belirlenir.

$$V_{ws} = A_{aws} d f_{ywd} / s = 2 \times 79 \times 470 \times 365 / 200 = 135,5 \text{ kN}$$

$$V_{ws} + 0,80 V_{cr} = 135,5 + (0,80 \times 280,31) = 359,75 \text{ kN} > V_e$$

Kuşatılmış birleşim bölgesinde,

$$V_e = 1,25 f_{yk} (A_{s1} + A_{s2}) - V_{kol}$$

$$V_e = 1,25 \times 420 \times (1526+616) - 185200 = 939350 \text{ N} = 939,35 \text{ kN}$$

$$V_{emax} = 0,50 f_{cd} b_j h_c = 0,50 \times 16,7 \times 500 \times 750 = 3131250 \text{ N} = 3131,25 \text{ kN} > V_e$$

S106 Kolonu :

K116Kirişi Üst Donatı : 4φ12 +3φ16 (1055 mm²)

Alt Donatı : 4φ14 (616 mm²)

K119 Kirişi Üst Donatı : 4φ12 +3φ16 (1055 mm²)

Alt Donatı : 4φ14 (616 mm²)

$$M_a = M_{\bar{u}} = 1,4 (M_{ri} + M_{rj}) / 2$$

$$M_{ri} = 0,9 f_{yd} A_{sd} d = 0,9 \times 0,47 \times 365 \times 10^3 \times 1055 \times 10^{-6} = 162,89 \text{ kNm}$$

$$M_{rj} = 0,9 f_{yd} A_{sd} d = 0,9 \times 0,47 \times 365 \times 10^3 \times 1055 \times 10^{-6} = 162,89 \text{ kNm}$$

$$M_a = M_{\bar{u}} = 1,4 \times (162,89 + 162,89)/2 = 228,05 \text{ kNm}$$

$$V_e = (228,05 + 228,05) / 2,50 = 182,44 \text{ kN}$$

$$0,05 A_c f_{ck} = 0,05 \times 0,50 \times 0,75 \times 25000 = 468,75 \text{ kN} < N_d = 2084,56 \text{ kN}$$

Bu ifadeden kesme kuvvetinin karşılanmasında beton katkısının hesaba katılabileceği anlaşılır.

$$V_{cr} = 0,65 f_{ctd} b_w d = 0,65 \times 1150 \times 0,50 \times 0,75 = 280,31 \text{ kN}$$

$$V_{rmax} = 0,22 A_w f_{cd} = 0,22 \times 0,50 \times 0,75 \times 16700 = 1377,75 \text{ kN} > V_e$$

Etriye olarak φ10 /200 mm seçilerek kesme kuvvetinin karşılandığı belirlenir.

$$V_{ws} = A_{aws} d f_{ywd} / s = 2 \times 79 \times 470 \times 365 / 200 = 135,5 \text{ kN}$$

$$V_{ws} + 0,80 V_{cr} = 135,5 + (0,80 \times 280,31) = 359,75 \text{ kN} > V_e$$

Kuşatılmış birleşim bölgesinde,

$$V_e = 1,25 f_{yk} (A_{s1} + A_{s2}) - V_{kol}$$

$$V_e = 1,25 \times 420 \times (1526+616) - 185200 = 939350 \text{ N} = 939,35 \text{ kN}$$

$$V_{emax} = 0,50 f_{cd} b_j h_c = 0,50 \times 16,7 \times 500 \times 750 = 3131250 \text{ N} = 3131,25 \text{ kN} > V_e$$

S107 Kolonu :

K119Kirişi Üst Donatı : 4φ12 +3φ16 (1055 mm²)

Alt Donatı : 4φ14 (616 mm²)

K119 Kirişi Üst Donatı : 4φ12 +3φ16 (1055 mm²)

Alt Donatı : 4φ14 (616 mm²)

$$M_a = M_{\bar{u}} = 1,4 (M_{ri} + M_{rj}) / 2$$

$$M_{ri} = 0,9 f_{yd} A_{sd} d = 0,9 \times 0,47 \times 365 \times 10^3 \times 1055 \times 10^{-6} = 162,89 \text{ kNm}$$

$$M_{rj} = 0,9 f_{yd} A_{sd} d = 0,9 \times 0,47 \times 365 \times 10^3 \times 1055 \times 10^{-6} = 162,89 \text{ kNm}$$

$$M_a = M_{\bar{u}} = 1,4 \times (162,89 + 162,89)/2 = 228,05 \text{ kNm}$$

$$V_e = (228,05 + 228,05) / 2,50 = 182,44 \text{ kN}$$

$$0,05 A_c f_{ck} = 0,05 \times 0,50 \times 0,75 \times 25000 = 468,75 \text{ kN} < N_d = 1867,18 \text{ kN}$$

Bu ifadeden kesme kuvvetinin karşılanması beton katkısının hesaba katılabileceği anlaşılır.

$$V_{cr} = 0,65 f_{ctd} b_w d = 0,65 \times 1150 \times 0,50 \times 0,75 = 280,31 \text{ kN}$$

$$V_{rmax} = 0,22 A_w f_{cd} = 0,22 \times 0,50 \times 0,75 \times 16700 = 1377,75 \text{ kN} > V_e$$

Etriye olarak $\phi 10$ /200 mm seçilerek kesme kuvvetinin karşılandığı belirlenir.

$$V_{ws} = A_{aws} d f_{ywd} / s = 2 \times 79 \times 470 \times 365 / 200 = 135,5 \text{ kN}$$

$$V_{ws} + 0,80 V_{cr} = 135,5 + (0,80 \times 280,31) = 359,75 \text{ kN} > V_e$$

Kuşatılmış birleşim bölgesinde,

$$V_e = 1,25 f_{yk} (A_{s1} + A_{s2}) - V_{kol}$$

$$V_e = 1,25 \times 420 \times (1526+616) - 185200 = 939350 \text{ N} = 939,35 \text{ kN}$$

$$V_{emax} = 0,50 f_{cd} b_j h_c = 0,50 \times 16,7 \times 500 \times 750 = 3131250 \text{ N} = 3131,25 \text{ kN} > V_e$$

S108 Kolonu :

K108 Kirişi Üst Donatı : $4\phi 12 + 5\phi 20$ (2023 mm^2)

Alt Donatı : $6\phi 16$ (1206 mm^2)

K109 Kirişi Üst Donatı : $4\phi 12 + 5\phi 20$ (2023 mm^2)

Alt Donatı : $6\phi 16$ (1206 mm^2)

$$M_a = M_{\bar{u}} = 1,4 (M_{ri} + M_{rj}) / 2$$

$$M_{ri} = 0,9 f_{yd} A_{sd} d = 0,9 \times 0,57 \times 365 \times 10^3 \times 2023 \times 10^{-6} = 378,80 \text{ kNm}$$

$$M_{rj} = 0,9 f_{yd} A_{sd} d = 0,9 \times 0,57 \times 365 \times 10^3 \times 2023 \times 10^{-6} = 378,80 \text{ kNm}$$

$$M_a = M_{\bar{u}} = 1,4 \times (378,80 + 378,80)/2 = 530,32 \text{ kNm}$$

$$V_e = (530,32 + 530,32) / 2,50 = 424,26 \text{ kN}$$

$$0,05 A_c f_{ck} = 0,05 \times 0,75 \times 0,75 \times 25000 = 703,13 \text{ kN} < N_d = 3254,72 \text{ kN}$$

Bu ifadeden kesme kuvvetinin karşılanması beton katkısının hesaba katılabileceği anlaşılır.

$$V_{cr} = 0,65 f_{ctd} b_w d = 0,65 \times 1150 \times 0,75 \times 0,75 = 420,47 \text{ kN}$$

$$V_{rmax} = 0,22 A_w f_{cd} = 0,22 \times 0,75 \times 0,75 \times 16700 = 2066,63 \text{ kN} > V_e$$

Etriye olarak $\phi 10$ /200 mm seçilerek kesme kuvvetinin karşılandığı belirlenir.

$$V_{ws} = A_{aws} d f_{ywd} / s = 2 \times 79 \times 720 \times 365 / 200 = 207,612 \text{ kN}$$

$$V_{ws} + 0,80 V_{cr} = 207,61 + (0,80 \times 420,47) = 543,99 \text{ kN} > V_e$$

Kuşatılmış birleşim bölgesinde,

$$V_e = 1,25 f_{yk} (A_{s1} + A_{s2}) - V_{kol}$$

$$V_e = 1,25 \times 420 \times (1884 + 1884) - 506020 = 1472180 \text{ N} = 1472,18 \text{ kN}$$

$$V_{emax} = 0,50 f_{cd} b_j h_c = 0,50 \times 16,7 \times 750 \times 750 = 4696875 \text{ N} = 4696,88 \text{ kN} > V_e$$

S109 Kolonu :

K104Kirişi Üst Donatı : $4\phi 12 + 4\phi 20$ (1709 mm²)

Alt Donatı : $6\phi 16$ (1206 mm²)

K113 Kirişi Üst Donatı : $4\phi 12 + 4\phi 20$ (1709 mm²)

Alt Donatı : $6\phi 16$ (1206 mm²)

$$M_a = M_{\bar{u}} = 1,4 (M_{ri} + M_{rj}) / 2$$

$$M_{ri} = 0,9 f_{yd} A_{sd} d = 0,9 \times 0,57 \times 365 \times 10^3 \times 1709 \times 10^{-6} = 320,00 \text{ kNm}$$

$$M_{rj} = 0,9 f_{yd} A_{sd} d = 0,9 \times 0,57 \times 365 \times 10^3 \times 1709 \times 10^{-6} = 320,00 \text{ kNm}$$

$$M_a = M_{\bar{u}} = 1,4 \times (320,00 + 320,00) / 2 = 448,00 \text{ kNm}$$

$$V_e = (448,00 + 448,00) / 2,50 = 358,40 \text{ kN}$$

$$0,05 A_c f_{ck} = 0,05 \times 0,75 \times 0,75 \times 25000 = 703,13 \text{ kN} < N_d = 2304,82 \text{ kN}$$

Bu ifadeden kesme kuvvetinin karşılanmasında beton katkısının hesaba katılabileceği anlaşılır.

$$V_{cr} = 0,65 f_{ctd} b_w d = 0,65 \times 1150 \times 0,75 \times 0,75 = 420,47 \text{ kN}$$

$$V_{rmax} = 0,22 A_w f_{cd} = 0,22 \times 0,75 \times 0,75 \times 16700 = 2066,63 \text{ kN} > V_e$$

Etriye olarak $\phi 10$ /200 mm seçilerek kesme kuvvetinin karşılandığı belirlenir.

$$V_{ws} = A_{aws} d f_{ywd} / s = 2 \times 79 \times 720 \times 365 / 200 = 207,612 \text{ kN}$$

$$V_{ws} + 0,80 V_{cr} = 207,61 + (0,80 \times 420,47) = 543,99 \text{ kN} > V_e$$

Kuşatılmış birleşim bölgesinde,

$$V_e = 1,25 f_{yk} (A_{s1} + A_{s2}) - V_{kol}$$

$$V_e = 1,25 \times 420 \times (1526 + 1206) - 366880 = 1067420 \text{ N} = 1067,42 \text{ kN}$$

$$V_{emax} = 0,50 f_{cd} b_j h_c = 0,50 \times 16,7 \times 750 \times 750 = 4696875 \text{ N} = 4696,88 \text{ kN} > V_e$$

S110 Kolonu :

K106Kirişi Üst Donatı : $4\phi 12 + 4\phi 20$ (1709 mm²)

Alt Donatı : $6\phi 16$ (1206 mm²)

K114 Kirişi Üst Donatı : $4\phi 12 + 4\phi 20$ (1709 mm²)

Alt Donatı : $6\phi 16$ (1206 mm²)

$$M_a = M_{\bar{u}} = 1,4 (M_{ri} + M_{rj}) / 2$$

$$M_{ri} = 0,9 f_{yd} A_{sd} d = 0,9 \times 0,57 \times 365 \times 10^3 \times 1709 \times 10^{-6} = 320,00 \text{ kNm}$$

$$M_{rj} = 0,9 f_{yd} A_{sd} d = 0,9 \times 0,57 \times 365 \times 10^3 \times 1709 \times 10^{-6} = 320,00 \text{ kNm}$$

$$M_a = M_{\bar{u}} = 1,4 \times (320,00 + 320,00)/2 = 448,00 \text{ kNm}$$

$$V_e = (448,00 + 448,00) / 2,50 = 358,40 \text{ kN}$$

$$0,05 A_c f_{ck} = 0,05 \times 0,75 \times 0,75 \times 25000 = 703,13 \text{ kN} < N_d = 2387,31 \text{ kN}$$

Bu ifadeden kesme kuvvetinin karşılanmasında beton katkısının hesaba katılabileceği anlaşılır.

$$V_{cr} = 0,65 f_{ctd} b_w d = 0,65 \times 1150 \times 0,75 \times 0,75 = 420,47 \text{ kN}$$

$$V_{rmax} = 0,22 A_w f_{cd} = 0,22 \times 0,75 \times 0,75 \times 16700 = 2066,63 \text{ kN} > V_e$$

Etriye olarak $\phi 10 / 200$ mm seçilerek kesme kuvvetinin karşılandığı belirlenir.

$$V_{ws} = A_{aws} d f_{ywd} / s = 2 \times 79 \times 720 \times 365 / 200 = 207,612 \text{ kN}$$

$$V_{ws} + 0,80 V_{cr} = 207,61 + (0,80 \times 420,47) = 543,99 \text{ kN} > V_e$$

Kuşatılmış birleşim bölgesinde,

$$V_e = 1,25 f_{yk} (A_{s1} + A_{s2}) - V_{kol}$$

$$V_e = 1,25 \times 420 \times (1526 + 1206) - 366880 = 1067420 \text{ N} = 1067,42 \text{ kN}$$

$$V_{emax} = 0,50 f_{cd} b_j h_c = 0,50 \times 16,7 \times 750 \times 750 = 4696875 \text{ N} = 4696,88 \text{ kN} > V_e$$

S111 Kolonu :

K120Kirişi Üst Donatı : $4\phi 12 + 4\phi 20$ (1709 mm²)

Alt Donatı : $4\phi 14$ (616 mm²)

K120 Kirişi Üst Donatı : $4\phi 12 + 4\phi 20$ (1709 mm²)

Alt Donatı : $4\phi 14$ (616 mm²)

$$M_a = M_{\bar{u}} = 1,4 (M_{ri} + M_{rj}) / 2$$

$$M_{ri} = 0,9 f_{yd} A_{sd} d = 0,9 \times 0,47 \times 365 \times 10^3 \times 1709 \times 10^{-6} = 263,86 \text{ kNm}$$

$$M_{rj} = 0,9 f_{yd} A_{sd} d = 0,9 \times 0,47 \times 365 \times 10^3 \times 1709 \times 10^{-6} = 263,86 \text{ kNm}$$

$$M_a = M_{\bar{u}} = 1,4 \times (263,86 + 263,86)/2 = 369,41 \text{ kNm}$$

$$V_e = (369,41 + 369,41) / 2,50 = 295,53 \text{ kN}$$

$$0,05 A_c f_{ck} = 0,05 \times 0,50 \times 0,75 \times 25000 = 468,75 \text{ kN} < N_d = 1567,31 \text{ kN}$$

Bu ifadeden kesme kuvvetinin karşılanmasında beton katkısının hesaba katılabileceği anlaşılır.

$$V_{cr} = 0,65 f_{ctd} b_w d = 0,65 \times 1150 \times 0,50 \times 0,75 = 280,31 \text{ kN}$$

$$V_{rmax} = 0,22 A_w f_{cd} = 0,22 \times 0,50 \times 0,75 \times 16700 = 1377,75 \text{ kN} > V_e$$

Etriye olarak $\phi 10 / 200$ mm seçilerek kesme kuvvetinin karşılandığı belirlenir.

$$V_{ws} = A_{aws} d f_{ywd} / s = 2 \times 79 \times 470 \times 365 / 200 = 135,5 \text{ kN}$$

$$V_{ws} + 0,80 V_{cr} = 135,5 + (0,80 \times 280,31) = 359,75 \text{ kN} > V_e$$

Kuşatılmış birleşim bölgesinde,

$$V_e = 1,25 f_{yk} (A_{s1} + A_{s2}) - V_{kol}$$

$$V_e = 1,25 \times 420 \times (1526+616) - 185200 = 939350 \text{ N} = 939,35 \text{ kN}$$

$$V_{emax} = 0,50 f_{cd} b_j h_c = 0,50 \times 16,7 \times 500 \times 750 = 3131250 \text{ N} = 3131,25 \text{ kN} > V_e$$

5.6 Bodrum Perdeleri Yükleri ve Moment Değerleri

Bodrum perdelerine gelen statik toprak basıncı ile depremden oluşan ek dinamik toprak basıncının toplamını hesaplamak için kullanılacak Toplam Aktif Basınc Katsayısı, K_{at} , emniyetli yönde kalmak üzere zeminin kohezyonu ihmal edilerek belirlenecektir. Daha sonra bu katsayılarla kullanılarak perdelerine gelen yükler üçgen ve düzgün yayılı yükler şeklinde idealize edilerek plaklar için verilen moment katsayıları ile plak momentleri hesaplanmıştır.

$$K_{at} = \frac{(1 \pm C_v) \cos^2(\varphi - \lambda - \alpha)}{\cos \lambda \cos^2 \alpha \cos(\delta + \alpha + \lambda)} \times \frac{1}{\left[1 + \sqrt{\frac{\sin(\varphi + \delta) \sin(\varphi - \lambda - i)}{\cos(\delta + \alpha + \lambda) \cos(i - \alpha)}} \right]} \quad (5.19)$$

$$\lambda = \arctan \left[\frac{C_h}{(1 \pm C_v)} \right] \quad (5.20)$$

Yatay Eşdeğer deprem Katsayısı C_h , yatay doğrultuda bina döşemeleri veya ankrajla mesnetlenmiş zemin dayanma yapı ve elemanlarında,

$$C_h = 0,3 (I+1) A_0 = 0,3 \times (1+1) \times 0,40 = 0,24$$

Yatay doğrultuda bina döşemeleri ile mesnetlenmiş bodrum duvarlarında $C_v = 0$ alınacaktır.

$$\lambda = \arctan \left[\frac{0,24}{(1 \pm 0)} \right] = 13,496 \quad \phi = 30^\circ \quad \gamma = 18 \text{ kN/m}^3$$

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

Bu sayılarla $K_{at} = 0,509$ bulunur.

$$\lambda = 0 \text{ için } K_{as} = 0,333$$

$$K_{ad} = K_{at} - K_{as} = 0,509 - 0,333 = 0,176$$

$$P_{ad}(z) = 3 K_{ad} (1-z/H) p_v(z) = 3 K_{ad} (1-z/H) \gamma z$$

z	$P_{ad}(z)$
0	0
4	2,851
8	3,802

$$\begin{array}{cc} 12 & 2,851 \\ 16 & 0 \end{array}$$

$$K_{as} = \cos^2 \phi / (1 + \sin \phi)^2 = \cos^2 30 / (1 + \sin 30)^2 = 0,333$$

$$P_{as} = K_{as} \gamma H = 0,333 \times 18 \times 16,00 = 95,904 \text{ kNm}$$

Moment Değerleri :

$$\text{Düzgün yayılı yükte : } K = q \times l_x \times l_y \quad (5.21)$$

$$\text{Üçgen yayılı yükte : } K = 1/2 \times q \times l_x \times l_y \quad (5.22)$$

$$M_i = K / m_i \quad (5.23)$$

1. Bodrum Kat :

1.Yükleme :

$$K = 1/2 \times 23,98 \times 2,50 \times 4,00 = 119,90 \text{ kNm}$$

$m_{xm} = 50$	$M_{xm} = 2,398 \text{ kNm}$
$m_{ym} = 514$	$M_{ym} = 0,233 \text{ kNm}$
$-m_{ex1} = 30,2$	$M_{ex1} = 3,970 \text{ kNm}$
$-m_{ex2} = 20,3$	$M_{ex2} = 5,906 \text{ kNm}$
$-m_{ey1} = -m_{ey2} = 35,4$	$M_{ey1} = M_{ey2} = 3,387 \text{ kNm}$

2.Yükleme :

$$K = 1/2 \times 28,51 \times 2,50 \times 4,00 = 142,55 \text{ kNm}$$

$m_{xm} = 50$	$M_{xm} = 2,851 \text{ kNm}$
$m_{ym} = 514$	$M_{ym} = 0,277 \text{ kNm}$
$-m_{ex1} = 30,2$	$M_{ex1} = 4,720 \text{ kNm}$
$-m_{ex2} = 20,3$	$M_{ex2} = 7,022 \text{ kNm}$
$-m_{ey1} = -m_{ey2} = 35,4$	$M_{ey1} = M_{ey2} = 4,027 \text{ kNm}$

2. Bodrum Kat :

1.Yükleme :

$$K = 23,98 \times 2,50 \times 4,00 = 239,80 \text{ kNm}$$

$m_{xm} = 50$	$M_{xm} = 4,796 \text{ kNm}$
$m_{ym} = 210$	$M_{ym} = 1,142 \text{ kNm}$
$-m_{ex1} = 24$	$M_{ex1} = 9,992 \text{ kNm}$
$-m_{ex2} = 24$	$M_{ex2} = 9,992 \text{ kNm}$
$-m_{ey1} = -m_{ey2} = 35$	$M_{ey1} = M_{ey2} = 6,851 \text{ kNm}$

2.Yükleme :

$$K = 1/2 \times 23,98 \times 2,50 \times 4,00 = 119,90 \text{ kNm}$$

$m_{xm} = 50$	$M_{xm} = 2,398 \text{ kNm}$
$m_{ym} = 514$	$M_{ym} = 0,233 \text{ kNm}$
$-m_{ex1} = 30,2$	$M_{ex1} = 3,970 \text{ kNm}$
$-m_{ex2} = 20,3$	$M_{ex2} = 5,906 \text{ kNm}$
$-m_{ey1} = -m_{ey2} = 35,4$	$M_{ey1} = M_{ey2} = 3,387 \text{ kNm}$

3.Yükleme :

$$K = 33,27 \times 2,50 \times 4,00 = 332,70 \text{ kNm}$$

$m_{xm} = 50$	$M_{xm} = 6,654 \text{ kNm}$
$m_{ym} = 210$	$M_{ym} = 1,584 \text{ kNm}$
$-m_{ex1} = 24$	$M_{ex1} = 13,863 \text{ kNm}$
$-m_{ex2} = 24$	$M_{ex2} = 13,863 \text{ kNm}$
$-m_{ey1} = -m_{ey2} = 35$	$M_{ey1} = M_{ey2} = 9,506 \text{ kNm}$

3. Bodrum Kat :

1.Yükleme :

$$K = 47,95 \times 2,50 \times 4,00 = 479,50 \text{ kNm}$$

$m_{xm} = 50$	$M_{xm} = 9,590 \text{ kNm}$
$m_{ym} = 210$	$M_{ym} = 2,283 \text{ kNm}$
$-m_{ex1} = 24$	$M_{ex1} = 19,979 \text{ kNm}$
$-m_{ex2} = 24$	$M_{ex2} = 19,979 \text{ kNm}$
$-m_{ey1} = -m_{ey2} = 35$	$M_{ey1} = M_{ey2} = 13,700 \text{ kNm}$

2.Yükleme :

$$K = 1/2 \times 23,98 \times 2,50 \times 4,00 = 119,90 \text{ kNm}$$

$m_{xm} = 50$	$M_{xm} = 2,398 \text{ kNm}$
$m_{ym} = 514$	$M_{ym} = 0,233 \text{ kNm}$
$-m_{ex1} = 30,2$	$M_{ex1} = 3,970 \text{ kNm}$
$-m_{ex2} = 20,3$	$M_{ex2} = 5,906 \text{ kNm}$
$-m_{ey1} = -m_{ey2} = 35,4$	$M_{ey1} = M_{ey2} = 3,387 \text{ kNm}$

3.Yükleme :

$$K = 33,27 \times 2,50 \times 4,00 = 332,70 \text{ kNm}$$

$m_{xm} = 50$	$M_{xm} = 6,654 \text{ kNm}$
$m_{ym} = 210$	$M_{ym} = 1,584 \text{ kNm}$
$-m_{ex1} = 24$	$M_{ex1} = 13,863 \text{ kNm}$
$-m_{ex2} = 24$	$M_{ex2} = 13,863 \text{ kNm}$
$-m_{ey1} = -m_{ey2} = 35$	$M_{ey1} = M_{ey2} = 9,506 \text{ kNm}$

4. Bodrum Kat :

1.Yükleme :

$$K = 71,93 \times 2,50 \times 4,00 = 719,30 \text{ kNm}$$

$m_{xm} = 50$	$M_{xm} = 14,386 \text{ kNm}$
$m_{ym} = 210$	$M_{ym} = 3,425 \text{ kNm}$
$-m_{ex1} = 24$	$M_{ex1} = 29,971 \text{ kNm}$
$-m_{ex2} = 24$	$M_{ex2} = 29,971 \text{ kNm}$
$-m_{ey1} = -m_{ey2} = 35$	$M_{ey1} = M_{ey2} = 20,551 \text{ kNm}$

2.Yükleme :

$$K = 1/2 \times 23,98 \times 2,50 \times 4,00 = 119,90 \text{ kNm}$$

$m_{xm} = 50$	$M_{xm} = 2,398 \text{ kNm}$
$m_{ym} = 514$	$M_{ym} = 0,233 \text{ kNm}$
$-m_{ex1} = 30,2$	$M_{ex1} = 3,970 \text{ kNm}$
$-m_{ex2} = 20,3$	$M_{ex2} = 5,906 \text{ kNm}$
$-m_{ey1} = -m_{ey2} = 35,4$	$M_{ey1} = M_{ey2} = 3,387 \text{ kNm}$

3.Yükleme :

$$K = 1/2 \times 28,51 \times 2,50 \times 4,00 = 142,55 \text{ kNm}$$

$$\begin{aligned} m_{xm} &= 50 & M_{xm} &= 2,851 \text{ kNm} \\ m_{ym} &= 514 & M_{ym} &= 0,277 \text{ kNm} \\ -m_{ex1} &= 20,3 & M_{ex1} &= 7,022 \text{ kNm} \\ -m_{ex2} &= 30,2 & M_{ex2} &= 4,720 \text{ kNm} \\ -m_{ey1} = -m_{ey2} &= 35,4 & M_{ey1} = M_{ey2} &= 4,027 \text{ kNm} \end{aligned}$$

Tablo 5.3 Bodrum Perdeleri Plak Momentleri

1.Bodrum	Yükleme	M_{xm}	M_{ym}	M_{ex1}	M_{ex2}	M_{ey1}	M_{ey2}
Kat	1	2,398	0,233	3,970	5,906	3,387	3,387
	2	2,851	0,277	4,720	7,022	4,027	4,027
	Toplam	5,249	0,510	8,690	12,928	7,414	7,414

2.Bodrum	Yükleme	M_{xm}	M_{ym}	M_{ex1}	M_{ex2}	M_{ey1}	M_{ey2}
Kat	1	4,796	1,142	9,992	9,992	6,851	6,851
	2	2,398	0,233	3,970	5,906	3,387	3,387
	3	6,654	1,584	13,863	13,863	9,506	9,506
	Toplam	13,848	2,959	27,825	29,761	19,744	19,744

3.Bodrum	Yükleme	M_{xm}	M_{ym}	M_{ex1}	M_{ex2}	M_{ey1}	M_{ey2}
Kat	1	9,590	2,283	19,979	19,979	13,700	13,700
	2	2,398	0,233	3,970	5,906	3,387	3,387

	3	6,654	1,534	13,863	13,863	9,506	9,506
	Toplam	18,642	4,050	37,812	39,748	26,593	26,593

	Yüklem	M _{xm}	M _{ym}	M _{ex1}	M _{ex2}	M _{ey1}	M _{ey2}
4.Bodrum	1	14,386	3,425	29,971	29,971	20,551	20,551
Kat	2	2,398	0,233	3,970	5,906	3,387	3,387
	3	2,851	0,277	7,022	4,720	4,027	4,027
	Toplam	19,635	3,935	40,963	40,597	27,965	27,965

5.6.1 Bodrum Perdeleri Donatıları

$$h = 30 \text{ cm}$$

$$d' = 5 \text{ cm}$$

$$d = 25 \text{ cm}$$

4.Bodrum Kat

$$M_{\text{xaçıklık}} = 19,64 \text{ kNm}$$

$$K = k_d^2 = 1,00 \times 0,25^2 / 19,635 = 318,3 \times 10^{-5} \quad \text{buna göre tablodan } k_s = 2,80$$

$$A_s = k_s \times M / d = 2,80 \times 19,64 / 0,25 = 220,0 \text{ mm}^2$$

$$\rho_{\min} = 0,0025 \quad A_{s\min} = 0,0025 \times 25 \times 100 = 6,25 \text{ cm}^2 = 625 \text{ mm}^2$$

Seçilen donatı ($\phi 14 / 20$) (769 mm²)

$$M_{\text{yaçıklık}} = 3,94 \text{ kNm}$$

$$K = k_d^2 = 1,00 \times 0,25^2 / 3,94 = 1586,3 \times 10^{-5} \quad \text{buna göre tablodan } k_s = 2,77$$

$$A_s = k_s \times M / d = 2,77 \times 3,94 / 0,25 = 43,7 \text{ mm}^2$$

$$\rho_{\min} = 0,0025 \quad A_{s\min} = 0,0025 \times 25 \times 100 = 6,25 \text{ cm}^2 = 625 \text{ mm}^2$$

Seçilen donatı ($\phi 14 / 20$) (769 mm²)

$$M_{\text{xüstmesnet}} = 40,96 \text{ kNm}$$

$$K = k_d^2 = 1,00 \times 0,25^2 / 40,96 = 152,6 \times 10^{-5} \quad \text{buna göre tablodan } k_s = 2,84$$

$$A_s = k_s \times M / d = 2,84 \times 40,96 / 0,25 = 465,30 \text{ mm}^2$$

$$\rho_{\min} = 0,0025 \quad A_{s\min} = 0,0025 \times 25 \times 100 = 6,25 \text{ cm}^2 = 625 \text{ mm}^2$$

Seçilen donatı ($\phi 14 / 20$) (769 mm²)

$$M_{\text{xaltmesnet}} = 40,60 \text{ kNm}$$

$$K = k_d^2 = 1,00 \times 0,25^2 / 40,60 = 153,9 \times 10^{-5} \quad \text{buna göre tablodan } k_s = 2,84$$

$$A_s = k_s \times M / d = 2,84 \times 40,60 / 0,25 = 461,20 \text{ mm}^2$$

$$\rho_{\min} = 0,0025 \quad A_{s\min} = 0,0025 \times 25 \times 100 = 6,25 \text{ cm}^2 = 625 \text{ mm}^2$$

Seçilen donatı ($\phi 14 / 20$) (769 mm²)

$$M_{\text{yemesnet}} = 27,97 \text{ kNm}$$

$$K = k_d^2 = 1,00 \times 0,25^2 / 27,97 = 223,5 \times 10^{-5} \quad \text{buna göre tablodan } k_s = 2,82$$

$$A_s = k_s \times M / d = 2,82 \times 27,97 / 0,25 = 315,50 \text{ mm}^2$$

$$\rho_{\min} = 0,0025 \quad A_{s\min} = 0,0025 \times 25 \times 100 = 6,25 \text{ cm}^2 = 625 \text{ mm}^2$$

Seçilen donatı ($\phi 14 / 20$) (769 mm²)

3.Bodrum Kat

$$M_{\text{xaçıklık}} = 18,64 \text{ kNm}$$

$$K = k_d^2 = 1,00 \times 0,25^2 / 18,64 = 335,3 \times 10^{-5} \quad \text{buna göre tablodan } k_s = 2,80$$

$$A_s = k_s \times M / d = 2,80 \times 18,64 / 0,25 = 208,7 \text{ mm}^2$$

$$\rho_{\min} = 0,0025 \quad A_{s\min} = 0,0025 \times 25 \times 100 = 6,25 \text{ cm}^2 = 625 \text{ mm}^2$$

Seçilen donatı ($\phi 14 / 20$) (769 mm²)

$$M_{\text{yaçıklık}} = 4,05 \text{ kNm}$$

$$K = k_d^2 = 1,00 \times 0,25^2 / 4,05 = 1543,2 \times 10^{-5} \quad \text{buna göre tablodan } k_s = 2,77$$

$$A_s = k_s \times M / d = 2,77 \times 4,05 / 0,25 = 44,8 \text{ mm}^2$$

$$\rho_{\min} = 0,0025 \quad A_{s\min} = 0,0025 \times 25 \times 100 = 6,25 \text{ cm}^2 = 625 \text{ mm}^2$$

Seçilen donatı ($\phi 14 / 20$) (769 mm²)

$$M_{\text{xüstmesnet}} = 37,81 \text{ kNm}$$

$$K = k_d^2 = 1,00 \times 0,25^2 / 37,81 = 165,3 \times 10^{-5} \quad \text{buna göre tablodan } k_s = 2,84$$

$$A_s = k_s \times M / d = 2,84 \times 37,81 / 0,25 = 429,52 \text{ mm}^2$$

$$\rho_{\min} = 0,0025 \quad A_{s\min} = 0,0025 \times 25 \times 100 = 6,25 \text{ cm}^2 = 625 \text{ mm}^2$$

Seçilen donatı ($\phi 14 / 20$) (769 mm²)

$$M_{\text{xaltmesnet}} = 39,75 \text{ kNm}$$

$$K = k_d^2 = 1,00 \times 0,25^2 / 39,75 = 157,2 \times 10^{-5} \quad \text{buna göre tablodan } k_s = 2,84$$

$$A_s = k_s \times M / d = 2,84 \times 39,75 / 0,25 = 451,60 \text{ mm}^2$$

$$\rho_{\min} = 0,0025 \quad A_{s\min} = 0,0025 \times 25 \times 100 = 6,25 \text{ cm}^2 = 625 \text{ mm}^2$$

Seçilen donatı ($\phi 14 / 20$) (769 mm²)

$$M_{\text{yemesnet}} = 25,60 \text{ kNm}$$

$$K = k_d^2 = 1,00 \times 0,25^2 / 25,60 = 244,1 \times 10^{-5} \quad \text{buna göre tablodan } k_s = 2,81$$

$$A_s = k_s \times M / d = 2,81 \times 25,60 / 0,25 = 287,70 \text{ mm}^2$$

$$\rho_{\min} = 0,0025 \quad A_{s\min} = 0,0025 \times 25 \times 100 = 6,25 \text{ cm}^2 = 625 \text{ mm}^2$$

Seçilen donatı ($\phi 14 / 20$) (769 mm²)

2.Bodrum Kat

$$M_{\text{xaçıklık}} = 13,85 \text{ kNm}$$

$$K = k_d^2 = 1,00 \times 0,25^2 / 13,85 = 451,3 \times 10^{-5} \quad \text{buna göre tablodan } k_s = 2,79$$

$$A_s = k_s \times M / d = 2,79 \times 13,85 / 0,25 = 154,6 \text{ mm}^2$$

$$\rho_{\min} = 0,0025 \quad A_{s\min} = 0,0025 \times 25 \times 100 = 6,25 \text{ cm}^2 = 625 \text{ mm}^2$$

Seçilen donatı ($\phi 14 / 20$) (769 mm²)

$$M_{\text{yaçıklık}} = 2,96 \text{ kNm}$$

$$K = k_d^2 = 1,00 \times 0,25^2 / 2,96 = 2111,5 \times 10^{-5} \quad \text{buna göre tablodan } k_s = 2,77$$

$$A_s = k_s \times M / d = 2,77 \times 2,96 / 0,25 = 32,79 \text{ mm}^2$$

$$\rho_{\min} = 0,0025 \quad A_{s\min} = 0,0025 \times 25 \times 100 = 6,25 \text{ cm}^2 = 625 \text{ mm}^2$$

Seçilen donatı ($\phi 14 / 20$) (769 mm²)

$$M_{\text{xüstmesnet}} = 27,83 \text{ kNm}$$

$$K = k_d^2 = 1,00 \times 0,25^2 / 27,83 = 224,6 \times 10^{-5} \quad \text{buna göre tablodan } k_s = 2,82$$

$$A_s = k_s \times M / d = 2,82 \times 27,83 / 0,25 = 313,90 \text{ mm}^2$$

$$\rho_{\min} = 0,0025 \quad A_{s\min} = 0,0025 \times 25 \times 100 = 6,25 \text{ cm}^2 = 625 \text{ mm}^2$$

Seçilen donatı ($\phi 14 / 20$) (769 mm²)

$$M_{\text{xaltmesnet}} = 27,76 \text{ kNm}$$

$$K = k_d^2 = 1,00 \times 0,25^2 / 27,76 = 226,3 \times 10^{-5} \quad \text{buna göre tablodan } k_s = 2,82$$

$$A_s = k_s \times M / d = 2,82 \times 27,76 / 0,25 = 311,60 \text{ mm}^2$$

$$\rho_{\min} = 0,0025 \quad A_{s\min} = 0,0025 \times 25 \times 100 = 6,25 \text{ cm}^2 = 625 \text{ mm}^2$$

Seçilen donatı ($\phi 14 / 20$) (769 mm²)

$$M_{\text{ymesnet}} = 19,74 \text{ kNm}$$

$$K = k_d^2 = 1,00 \times 0,25^2 / 19,74 = 316,6 \times 10^{-5} \quad \text{buna göre tablodan } k_s = 2,81$$

$$A_s = k_s \times M / d = 2,81 \times 19,74 / 0,25 = 221,70 \text{ mm}^2$$

$$\rho_{\min} = 0,0025 \quad A_{s\min} = 0,0025 \times 25 \times 100 = 6,25 \text{ cm}^2 = 625 \text{ mm}^2$$

Seçilen donatı ($\phi 14 / 20$) (769 mm²)

2.Bodrum Kat

$$M_{\text{xaçıklık}} = 5,25 \text{ kNm}$$

$$K = k_d^2 = 1,00 \times 0,25^2 / 5,25 = 1190,47 \times 10^{-5} \quad \text{buna göre tablodan } k_s = 2,77$$

$$A_s = k_s \times M / d = 2,77 \times 5,25 / 0,25 = 58,2 \text{ mm}^2$$

$$\rho_{\min} = 0,0025 \quad A_{s\min} = 0,0025 \times 25 \times 100 = 6,25 \text{ cm}^2 = 625 \text{ mm}^2$$

Seçilen donatı ($\phi 14 / 20$) (769 mm²)

$$M_{\text{yaçıklık}} = 0,51 \text{ kNm}$$

$$K = k_d^2 = 1,00 \times 0,25^2 / 0,51 = 12254,5 \times 10^{-5} \quad \text{buna göre tablodan} \quad k_s = 2,75$$

$$A_s = k_s \times M / d = 2,75 \times 0,51 / 0,25 = 5,61 \text{ mm}^2$$

$$\rho_{\min} = 0,0025 \quad A_{s\min} = 0,0025 \times 25 \times 100 = 6,25 \text{ cm}^2 = 625 \text{ mm}^2$$

Seçilen donatı ($\phi 14 / 20$) (769 mm²)

$$M_{\text{xüstmesnet}} = 12,93 \text{ kNm}$$

$$K = k_d^2 = 1,00 \times 0,25^2 / 12,93 = 483,4 \times 10^{-5} \quad \text{buna göre tablodan} \quad k_s = 2,79$$

$$A_s = k_s \times M / d = 2,79 \times 12,93 / 0,25 = 143,20 \text{ mm}^2$$

$$\rho_{\min} = 0,0025 \quad A_{s\min} = 0,0025 \times 25 \times 100 = 6,25 \text{ cm}^2 = 625 \text{ mm}^2$$

Seçilen donatı ($\phi 14 / 20$) (769 mm²)

$$M_{\text{xaltmesnet}} = 8,69 \text{ kNm}$$

$$K = k_d^2 = 1,00 \times 0,25^2 / 8,69 = 719,3 \times 10^{-5} \quad \text{buna göre tablodan} \quad k_s = 2,77$$

$$A_s = k_s \times M / d = 2,77 \times 8,69 / 0,25 = 96,30 \text{ mm}^2$$

$$\rho_{\min} = 0,0025 \quad A_{s\min} = 0,0025 \times 25 \times 100 = 6,25 \text{ cm}^2 = 625 \text{ mm}^2$$

Seçilen donatı ($\phi 14 / 20$) (769 mm²)

$$M_{\text{ymesnet}} = 7,41 \text{ kNm}$$

$$K = k_d^2 = 1,00 \times 0,25^2 / 7,41 = 843,5 \times 10^{-5} \quad \text{buna göre tablodan} \quad k_s = 2,77$$

$$A_s = k_s \times M / d = 2,77 \times 7,41 / 0,25 = 82,10 \text{ mm}^2$$

$$\rho_{\min} = 0,0025 \quad A_{s\min} = 0,0025 \times 25 \times 100 = 6,25 \text{ cm}^2 = 625 \text{ mm}^2$$

Seçilen donatı ($\phi 14 / 20$) (769 mm²)

5.7 Radye Temelin Boyutlandırılması ve Betonarme Analizi

Yapının ağırlığı büyük olduğundan ve zeminin taşıma ($\sigma_{\text{zemn}} = 200 \text{ kN/m}^2$) gücü düşük olduğundan, bütün yapının altına tek bir plak temel yapılması uygun olacaktır. Temeli planda biraz üst yapının dışına taşırarak zemin gerilmelerini daha da küçültmek uygun olabilir. Plak temel aynı zamanda bodrum katın taban döşemesini de oluşturur. Bodrum katın yeraltı suyu karşı yalıtımının gerektiği durumlarda plak temel bu nedenle de tercih edilir. İnşaa bakımından en basit olanı kolonların doğrudan düz radye temel üzerine mesnetlenmesidir. Kirişsiz plak temel olarak isimlendirilen

bu durum ters çevrilmiş kirişsiz döşemeye benzer. Kolon tabanı civarında zımbalama önemli bir zorlama olarak ortaya çıkar.

Boyutlama için en önemli husus zemin gerilmelerinin bulunmasıdır. Kolon ve perdelerden gelen yüklerin plak temele iletilmesiyle temel plağının elastik zemine mesnetli olarak çözümü yapılacaktır. Çok katlı sistemlerde eğer düşey yüklerin ağırlık merkezi temel plağının ağırlık merkezine yakın oluşuyorsa ve özellikle temel plağı kalın ise, zemin gerilmelerini kolon momentlerine bakılmaksızın sadece düşey kuvvetlerden hesaplamak yerinde olur.

Radye temellerin düzenlenmesinde belirli bir plak rijitliğinin sağlanması gerekeceğinden, plak yüksekliğinin yükler yanında açıklığı da göz önüne alınarak belirlenmesi uygundur. Bu hususlar gözönünde bulundurularak temel plak kalınlığı 150 cm olarak belirlenmiştir.

5.7.1 Radye Temelin SAP2000 Bilgisayar Programı ile Modellenmesi

Modelleme yapılırken temel plağı mümkün olduğunca küçük sonlu elemanlara bölünmüştür. Bu sonlu elemanların her düğüm noktasında, zemin yatak katsayısının düğüm noktası etkili alanı ile çarpımı büyüklüğünde yay katsayısı olan bir yay tanımlanmıştır. (Zemin Yatak Katsayısı, $k = 40000 \text{ kN/m}^3$) Modelleme zımbalama, donatısı gerektirmeyen kalınlık için yapılmıştır. En elverişsiz sonuçları veren yükleme kombinasyonlarının plak düğüm noktalarında oluşan normal kuvvet, kesme kuvveti ve eğilme momenti etkileri yük olarak aktarılmıştır.

Daha sonra bilgisayar programı ile analizi yapılan radye temelin plak düğüm noktalarında oluşan çökmelerin değerleri zemin yatak katsayısı ile çarpılarak oluşan zemin gerilmeleri değerlendirilmiştir. Bu değerlendirme yapılırken deprem esnasında zemin emniyet gerilmesinin %50 lik artışı göz önünde bulundurularak karşılaştırma yapılmıştır.

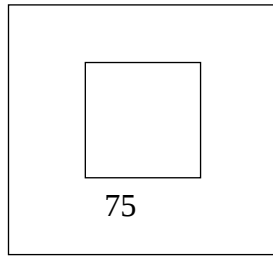
Temel plağında oluşan eğilme momenti etkileri değerlendirilerek betonarme hesabı yapılmıştır. SAP 2000 programı ile elde edilmiş olan Radye temel plağının M11 ve M22 Moment Dağılımı Şekil 5.6 ve Şekil 5.7 de verilmiştir.

5.7.2 Radye Temelin Betonarme Hesabı

Zımbalama Tahkiki : S8 Kolonu İçin ($75 \times 75 \text{ cm}^2$)

$$N_{1,4G+1,6Q} = 4398,48 \text{ kN}$$

$$N_{G+Q+E} = 2255,42 \text{ kN}$$



$$75 + d$$

$$U_p = (75 + 75 + 2d) \times 2 = 300 + 2d$$

$$V_{pr} = f_{ctd} \times U_p \times d$$

$$d = 145,00 \text{ cm}$$

$$d' = 5,00 \text{ cm}$$

$$h = 150 \text{ cm seçilirse}$$

$$V_{pr} = 1,15 \times (3000 + 4 \times 1450) \times 1450 = 14674000,00 \text{ N} = 14674,00 \text{ kN}$$

$$V_{pr} > N_{1,4G+1,6Q} = 4398,48 \text{ kN}$$

$$V_{pr} > N_{G+Q+E} = 2255,42 \text{ kN}$$

Temel Plağı Donatısı :

Temel plağı Boyunca alt ve üst donatı olarak her iki yönde minimum donatı yerleştirilmiştir.

$$A_{smin} = 0,00175 \times b \times d = 0,00175 \times 100 \times 145,00 = 25,38 \text{ cm}^2/\text{m}$$

$$\text{Seçilen donatı} = \phi 26/15 \text{ (35,36 cm}^2/\text{m)}$$

Çekirdek perde Bölgesi ve etrafındaki 2,5 m lik şeritte :

$$M_{maks} = 1500 \text{ kN} \quad \text{ve} \quad M_{min} = -1200 \text{ kN}$$

Alt donatı olarak her iki doğrultuda :

$$K = b_w d^2 / M_{max} = 1,00 \times 1,45^2 / 1500 = 140,16 \times 10^{-5}$$

$$K = 140,16 \times 10^{-5} \text{ için } k_s = 2,85$$

$$A_s = k_s M_{max} / d = 2,85 \times 1500 / 1,45 = 2948 \text{ mm}^2 = 29,48 \text{ cm}^2$$

$$\text{Seçilen donatı } \phi 26/15$$

Üst donatı olarak her iki doğrultuda :

$$K = b_w d^2 / M_{min} = 1,00 \times 1,45^2 / 1200 = 175,21 \times 10^{-5}$$

$$K = 175,21 \times 10^{-5} \text{ için } k_s = 2,83$$

$$A_s = k_s M_{\max} / d = 2,83 \times 1200 / 1,45 = 2342 \text{ mm}^2 = 23,42 \text{ cm}^2$$

Seçilen donatı $\phi 26/15$

Çekirdek perdelerin köşe birleşimlerinde 2350 kN lık momente göre ilave donatı konmuştur.

Alt donatı olarak her iki doğrultuda :

$$K = b_w d^2 / M_{\max} = 1,00 \times 1,45^2 / 2350 = 89,46 \times 10^{-5}$$

$$K = 89,46 \times 10^{-5} \text{ için } k_s = 2,88$$

$$A_s = k_s M_{\max} / d = 2,88 \times 2350 / 1,45 = 4668 \text{ mm}^2 = 46,68 \text{ cm}^2$$

Mevcut donatı $\phi 26/15$ (35,36 cm²)

$$\text{Gerekli Donatı} = 46,68 - 35,36 = 11,32 \text{ cm}^2$$

Seçilen ilave donatı $\phi 20/20$ (15,71 cm²)

Temel plağının çekirdek perde bölgesi dışında kalan bölgelerde moment değerleri daha düşük olduğundan yapılan hesap sonucunda $\phi 26/15$ donatısının yeterli olduğu görülmüştür.

6. SONUÇLAR

Betonarme yapı tasarımında etkili olan sabit ve hareketli düşey yüklerin yanısıra deprem yükü olarak nitelendirilen yatay yüklerin hesaplanması ve yapı taşıyıcı sisteminin gösterdiği davranışlar son yıllarda arka arkaya yaşadığımız talihsiz deprem olaylarıyla birlikte bir kat daha fazla önem kazanmıştır.

Sonuç olarak depreme dayanıklı yapı tasarımında da kullanılan yöntemlerin ve karşılaştırmaların bulunduğu bu tez, betonarme yapıların düşey kullanım yükleriyle yatay deprem yükleri altındaki davranışlarını basit ve kısıtlı bir şekilde de olsa incelediğinden konuyla ilgili bir fikir verebilmek amacını gerçekleştirmektedir.

Tez konusu olan binanın taşıyıcı sistemi perde ve tüp sistem çerçeveden oluşmaktadır. Yatay yükler bakımında ele alındığında seçilen sistemin oldukça

uygun bir sistem olduğu görölmüştür. Perdeler yeterli rijitliğe sahip olduklarından, yatay deprem yükleri altında toplam momentin %70 inden fazlasını karşılamaktadır. Bu da kolonların çok fazla deprem yükü almaması anlamına gelip, ekonomik olarak boyutlandırılabilmesi olanağını sağlar.

Bina yüksekliği ve kat sayısı göz önüne alındığında, yeterli yanal rijitliği sağlayacak perdelerin bulunması, kat yerdeğıştirmelerini sınırlayarak ikinci mertebe etkilerin 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 perdelerle sapslanan kirişlerde birleşim noktalarında mafsallaşmaya izin verilerek bu kesitlerdeki atalet momentleri yarıya indirilmiştir. Kirişlerde mesnetlerde genellikle $G+Q \pm E_x$ ve $G+Q \pm E_y$ yüklemelerinin olumsuz koşulları oluşturduğu görüldü. Kolonlarda ise normal kuvvetin etkisi ile $0,9G \pm E_x$ ve $0,9G \pm E_y$ yüklemesinin olumsuz koşulları oluşturduğu görüldü.

Yapının deprem yüklerine göre hesabı Eşdeğer Deprem Yüğü Yöntemi ve 3 boyutlu bilgisayar modelinde ABYYHY deki tasarım spektrumuna göre spektral analiz olmak üzere iki değışik yöntemle yapılmıştır. İki yöntemin kıyaslanması sonucunda kat deplasmanlarının birbirine yakın olduğu görölmüştür.

Tüm bunlar göz önüne alındığında, deprem yönetmeliğine uygun ve düzenli bir yapı tasarımı için;

1. Uygun malzeme seçimi yapılmalıdır.
2. Deprem durumunda oluşan etkilerin artmasını engellemek üzere, taşıyıcı sistem planda simetrik olarak düzenlenmelidir.
3. Yapı ağırlık merkezi ile düşey taşıyıcıların rijitlik merkezi birbirine yakın tasarlanarak burulma etkilerinin önüne geçilmelidir.
4. Çok katlı yapılarda yeterli yatay rijitliği sağlayacak perde teşkiline önem verilmelidir.
5. Deprem yüklerini taşıyan ve aynı zamanda taşıyıcı sistemi oluşturan elemanların her birinde, yüklerin temele kadar sürekli bir şekilde ve güvenli bir şekilde aktarılması sağlanmalıdır.

6. Deprem etkisinde en elverişsiz kesit etkileri birleşim bölgelerinde oluşacaktır. Buralara boyuna donatıların ve etriyelerin yerleştirilmesinde ve bu donatıların kenetlenmesini sağlamada özen gösterilmelidir.
7. Deprem etkisi en fazla alt katlarda ortaya çıkacağı için buralardaki perde ve kolonların yapım ve düzenlenmesine dikkat edilmeli, ani rijitlik değişimlerinden kaçınılmalıdır.

KAYNAKLAR

- [1] **Celep, Z. ve Kumbasar, N.**, 1998. Betonarme Yapılar, Sema Matbaacılık, İstanbul.
- [2] **Celep, Z. ve Kumbasar, N.**, 1996. Yapı Dinamiği ve Deprem Mühendisliğine Giriş, İ.T.Ü. İnşaat Fakültesi, İstanbul.
- [3] **Taranath, B.S.**, 1998. Skil, Concrete and Composite Design of Tall Buildings, McGraw-Hill, Inc., New York.
- [4] **Çetmeli, E. ve Çakıroğlu, A.**, 1995. Yapı Statiği I ve II, Beta Basım Yayım Dağıtım AŞ., İstanbul.

- [5] **Özmen, G., Orakdöğen, E., Darılmaz, K.,** 2000. Örneklerle SAP2000, Birsen Yayınevi, İstanbul.
- [6] **Atımtay, E.,** 2000. Çerçeve ve Perdeli Betonarme Sistemlerin Tasarımı, ODTÜ İnşaat Mühendisliği Bölümü, Ankara.
- [7] **Berktaş, İ.,** 1995. Betonarme 1, TMMOB İnşaat Mühendisleri Odası, İstanbul Şubesi, İstanbul.
- [8] **Afet Bölgelerinde Yapılacak Yapılar Hakkında Yönetmelik,** 1998. TMMOB İnşaat Mühendisleri Odası, İzmir Şubesi, İzmir.
- [9] **TS-498,** 1997. Yapı Elemanlarının Boyutlandırılmasında Alınacak Yüklerin Hesap Değerleri, *Türk Standartları Enstitüsü*, Ankara.
- [10] **TS-500,** 2000. Betonarme Yapıların Tasarım ve Yapım Kuralları, *Türk Standartları Enstitüsü*, Ankara.
- [11] **Betonarme Tablo Ve Abaklar,** 1998. İ.T.Ü. İnşaat Fakültesi, İstanbul.

EKLER

Yapının Normal Kat Kalıp Planı, Kolon Aplikasyon Planı, Kiriş Detayları, Radye Temel Planı Paftaları Tezle birlikte verilmiştir.

ÖZGEÇMİŞ

Mahir Onur AYDIN, 08.07.1978 tarihinde Kırıkkale’de doğmuştur. Orta öğrenimini sırasıyla Kırıkkale Anadolu Lisesi ve Kırıkkale Fen Lisesi’nde tamamladıktan sonra 1996 yılında İstanbul Teknik Üniversitesi İnşaat Fakültesi, İnşaat Mühendisliği Bölümüne girmiştir. 2000 Yılında mezun olan Mahir Onur AYDIN aynı yıl İ.T.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü’nde Yüksek Lisansa başlamıştır.

2001 Yılında Arı İnşaat AŞ. de “Küresel Barut Üretim Tesisi” İnşaatında şantiye mühendisi olarak çalışan Mahir Onur AYDIN, şu anda Domino İnş. Ltd. Şti.’nde çalışma hayatına devam etmektedir.

Tablo 3.2 Kolon Boyutları

Kat No	Kolon No	N _d (kN)	A _c (cm ²)	Boyutlar
16 -- 11	S1	521,870	417,496	25 x 50
	S2	1257,140	1005,712	25 x 50
	S3	1192,140	953,712	25 x 50
	S4	1186,010	948,808	25 x 50
	S5	529,760	423,808	25 x 50
	S6	1157,370	925,896	25 x 50
	S7	936,210	748,968	25 x 50
	S8	2320,120	1856,096	50 x 50
	S9	1535,070	1228,056	50 x 50
	S10	2079,940	1663,952	50 x 50
	S11	1082,700	866,160	25 x 50

Kat No	Kolon No	N _d (kN)	A _c (cm ²)	Boyutlar
10 -- 5	S1	1078,130	862,504	30 x 70
	S2	2560,640	2048,512	30 x 70
	S3	2422,920	1938,336	30 x 70
	S4	2430,350	1944,280	30 x 70
	S5	1071,860	857,488	30 x 70
	S6	2366,010	1892,808	30 x 70
	S7	1908,570	1526,856	30 x 70
	S8	4690,960	3752,768	70 x 70
	S9	3098,370	2478,696	70 x 70
	S10	4173,700	3338,960	70 x 70
	S11	2192,520	1754,016	30 x 70

Kat No	Kolon No	N _d (kN)	A _c (cm ²)	Boyutlar
4 -- 1	S1	1541,680	1233,344	50 x 75
	S2	3646,890	2917,512	50 x 75
	S3	3448,570	2758,856	50 x 75
	S4	3467,300	2773,840	50 x 75
	S5	1523,610	1218,888	50 x 75
	S6	3373,210	2698,568	50 x 75
	S7	2718,870	2175,096	50 x 75
	S8	6666,660	5333,328	75 x 75
	S9	4401,120	3520,896	75 x 75
	S10	5918,500	4734,800	75 x 75
	S11	3117,370	2493,896	40 x 70

Tablo 3.3 Normal Kat Döşemelerinde Açıklıkta Betonarme Hesap (BS25, BÇI)

DÖŞEME	DOĞRULTU	Md (kN/m)	d (m)	K ^(10⁵)	ks	As (mm ² /m)	SEÇİLEN DONATI	
							DÜZ	PLİYE
D101	X	12,850	0,100	77,82	5,53	711	Φ10/20	Φ10/20
D102	X	4,810	0,100	207,90	5,39	259	Φ8/35	Φ8/35
D103	X	4,810	0,100	207,90	5,39	259	Φ8/35	Φ8/35
D104 ^A	Y	6,560	0,100	152,44	5,42	356	Φ8/28	Φ8/28
D104 ^B	Y	4,810	0,100	207,90	5,39	259	Φ8/35	Φ8/35
D105	X	3,010	0,100	332,23	5,35	161	Φ8/35	Φ8/35
D106	X	4,810	0,100	207,90	5,39	259	Φ8/35	Φ8/35
D107	X	4,810	0,100	207,90	5,39	259	Φ8/35	Φ8/35
D108 ^A	X	3,290	0,100	303,95	5,36	176	Φ8/35	Φ8/35
	Y	1,830	0,090	442,62	5,33	108	Φ8/35	Φ8/35
D108 ^B	X	3,580	0,100	279,33	5,36	192	Φ8/35	Φ8/35
	Y	2,270	0,090	356,83	5,35	135	Φ8/35	Φ8/35
D109	X	2,190	0,100	456,62	5,33	117	Φ8/35	Φ8/35
	Y	1,830	0,090	442,62	5,33	108	Φ8/35	Φ8/35
D110	X	21,780	0,120	66,12	5,56	1009	Φ10/15	Φ10/15
	Y	13,310	0,110	90,91	5,50	666	Φ10/22	Φ10/22

Tablo 3.4 Normal Kat Döşemelerinde Mesnette Betonarme Hesap (BS25, BÇI)

DÖŞEME	DOĞRULTU	Md (kN/m)	d (m)	K (10 ⁵)	ks	As (mm ² /m)	SEÇİLEN DONATI	
							MEVCUT	EK
D101-D102	X	11,540	0,100	86,66	5,50	635	Φ10/20 ; Φ8/35	Φ8/30
D102-D103	X	7,210	0,100	138,70	5,43	392	Φ8/35 ; Φ8/35	Φ8/30
D103-D106	X	7,210	0,100	138,70	5,43	392	Φ8/35 ; Φ8/35	Φ8/30
D106-D107	X	7,210	0,100	138,70	5,43	392	Φ8/35 ; Φ8/35	Φ8/30
D104-D101-102	Y	3,010	0,100	332,23	5,35	161	Φ8/28	Φ8/30
D104-D104	Y	8,010	0,100	124,84	5,45	437	Φ8/28 ; Φ8/35	Φ8/30
D105-D104	X	6,010	0,100	166,39	5,41	325	Φ8/35	Φ8/25
D105-D108	X	6,010	0,100	166,39	5,41	325	Φ8/35 ; Φ8/35	Φ8/30
D108 ^A -D109	X	4,310	0,100	232,02	5,38	232	Φ8/35 ; Φ8/35	
D108 ^A -D108 ^B	Y	2,410	0,100	414,94	5,33	128	Φ8/35 ; Φ8/35	
D109-D106	Y	3,580	0,100	279,33	5,36	192	Φ8/35	Φ8/30
D110-D107	Y	13,310	0,100	75,13	5,54	737	Φ10/22	Φ10/20
D110-D109	X	14,520	0,100	68,87	5,56	807	Φ10/15	Φ10/20

Tablo 3.5 Çatı Kat Döşemelerinde Açıklıkta Betonarme Hesap (BS25, BÇI)

DÖŞEME	DOĞRULTU	Md (kN/m)	d (m)	K ⁵ (10 ⁵)	ks	As (mm ² /m)	SEÇİLEN DONATI	
							DÜZ	PLİYE
DÇ01	X	11,380	0,100	87,87	5,50	626	Φ10/25	Φ10/25
DÇ02	X	4,260	0,100	234,74	5,38	229	Φ8/35	Φ8/35
DÇ03	X	4,260	0,100	234,74	5,38	229	Φ8/35	Φ8/35
DÇ04 ^A	Y	5,810	0,100	172,12	5,41	314	Φ8/30	Φ8/30
DÇ04 ^B	Y	4,260	0,100	234,74	5,38	229	Φ8/35	Φ8/35
DÇ05	X	2,660	0,100	375,94	5,35	142	Φ8/35	Φ8/35
DÇ06	X	4,260	0,100	234,74	5,38	229	Φ8/35	Φ8/35
DÇ07	X	4,260	0,100	234,74	5,38	229	Φ8/35	Φ8/35
DÇ08 ^A	X	2,870	0,100	348,43	5,35	154	Φ8/35	Φ8/35
	Y	1,600	0,090	506,25	5,33	95	Φ8/35	Φ8/35
DÇ08 ^B	X	3,130	0,100	319,49	5,35	167	Φ8/35	Φ8/35
	Y	1,980	0,090	409,09	5,35	118	Φ8/35	Φ8/35
DÇ09	X	2,240	0,100	446,43	5,34	120	Φ8/35	Φ8/35
	Y	1,870	0,090	433,16	5,34	111	Φ8/35	Φ8/35
DÇ10	X	18,700	0,120	77,01	5,54	863	Φ10/18	Φ10/18
	Y	11,430	0,110	105,86	5,47	568	Φ10/25	Φ10/25

Tablo 3.6 Çatı Kat Döşemelerinde Mesnette Betonarme Hesap (BS25, BÇI)

Tablo 3.6 Yatırtıl Döşemelerinde Mesnetle Betonarme Hesap (DÖZÜ, DÖY)

DÖŞEME	DOĞRULTU	Md (kN/m)	d (m)	K ^(10⁵)	ks	As (mm ² /m)	SEÇİLEN DONATI	
							MEVCUT	EK
DÇ01-DÇ02	X	10,220	0,100	97,85	5,49	561	Φ10/25 ; Φ8/35	Φ8/30
DÇ02-DÇ03	X	6,390	0,100	156,49	5,42	346	Φ8/35 ; Φ8/35	Φ8/30
DÇ03-DÇ06	X	6,390	0,100	156,49	5,42	346	Φ8/35 ; Φ8/35	Φ8/30
DÇ06-DÇ07	X	6,390	0,100	156,49	5,42	346	Φ8/35 ; Φ8/35	Φ8/30
DÇ04-DÇ01-02	Y	5,810	0,100	172,12	5,41	314	Φ8/30	Φ8/20
DÇ04-DÇ04	Y	7,100	0,100	140,85	5,43	386	Φ8/30 ; Φ8/35	Φ8/30
DÇ05-DÇ04	X	5,320	0,100	187,97	5,40	287	Φ8/35	Φ8/20
DÇ05-DÇ08	X	5,320	0,100	187,97	5,40	287	Φ8/35 ; Φ8/35	Φ8/30
DÇ08 ^A -DÇ09	X	3,770	0,100	265,25	5,36	202	Φ8/35 ; Φ8/35	Φ8/30
DÇ08 ^B -DÇ09	Y	2,410	0,100	414,94	5,34	129	Φ8/35 ; Φ8/35	Φ8/30
DÇ08 ^A -DÇ08 ^B	Y	2,110	0,100	473,93	5,33	112	Φ8/35 ; Φ8/35	Φ8/30
DÇ09-DÇ06	Y	2,460	0,100	406,50	5,34	131	Φ8/35	Φ8/30
DÇ10-DÇ07	Y	14,550	0,100	68,73	5,57	810	Φ10/25	Φ10/15
DÇ10-DÇ09	X	12,470	0,100	80,19	5,52	688	Φ10/18	Φ10/25

Tablo 3.7 Bodrum Kat Döşemelerinde Açıklıkta Betonarme Hesap (BS25, BÇI)

DÖŞEME	DOĞRULTU	Md (kN/m)	d (m)	K ^(10⁵)	ks	As (mm ² /m)	SEÇİLEN DONATI	
							DÜZ	PLİYE
DB01	X	16,610	0,120	86,69	5,50	761	Φ10/20	Φ10/20
DB02	X	6,210	0,120	231,88	5,38	278	Φ8/35	Φ8/35
DB03	X	6,210	0,120	231,88	5,38	278	Φ8/35	Φ8/35
DB04 ^A	Y	8,470	0,120	170,01	5,41	382	Φ8/25	Φ8/25
DB04 ^B	Y	6,220	0,120	231,51	5,38	279	Φ8/35	Φ8/35
DB05	X	3,890	0,120	370,18	5,35	173	Φ8/35	Φ8/35
DB06	X	6,210	0,120	231,88	5,38	278	Φ8/35	Φ8/35
DB07	X	6,210	0,120	231,88	5,38	278	Φ8/35	Φ8/35
DB08 ^A	X	4,200	0,120	342,86	5,35	187	Φ8/35	Φ8/35
	Y	2,330	0,110	519,31	5,32	113	Φ8/35	Φ8/35
DB08 ^B	X	4,570	0,120	315,10	5,34	203	Φ8/35	Φ8/35
	Y	3,820	0,110	316,75	5,35	186	Φ8/35	Φ8/35
DB09	X	2,800	0,120	514,29	5,32	124	Φ8/35	Φ8/35
	Y	2,330	0,110	519,31	5,32	113	Φ8/35	Φ8/35
DB10	X	26,860	0,120	53,61	5,65	1265	Φ12/16	Φ12/16
	Y	16,410	0,110	73,74	5,54	826	Φ12/25	Φ12/25

Tablo 3.8 Bodrum Kat Döşemelerinde Mesnette Betonarme Hesap (BS25, BÇI)

DÖŞEME	DOĞRULTU	Md (kN/m)	d (m)	K ⁵⁾ (10 ⁵)	ks	As (mm ² /m)	SEÇİLEN DONATI	
							MEVDUT	EK
DB01-DB02	X	14,920	0,120	96,51	5,49	683	Φ10/20 ; Φ8/35	Φ8/30
DB02-DB03	X	9,330	0,120	154,34	5,42	421	Φ8/35 ; Φ8/35	Φ8/30
DB03-DB06	X	9,330	0,120	154,34	5,42	421	Φ8/35 ; Φ8/35	Φ8/20
DB06-DB07	X	9,330	0,120	154,34	5,42	421	Φ8/35 ; Φ8/35	Φ8/20
DB04-DB01-02	Y	3,890	0,120	370,18	5,35	173	Φ8/25	
DB04-DB04	Y	10,360	0,120	139,00	5,43	469	Φ8/35 ; Φ8/35	Φ8/20
DB05-DB04	X	7,780	0,120	185,09	5,40	350	Φ8/35	Φ8/20
DB05-DB08	X	7,780	0,120	185,09	5,40	350	Φ8/35 ; Φ8/35	Φ8/30
DB08 ^A -DB09	X	5,500	0,120	261,82	5,36	246	Φ8/35 ; Φ8/35	
DB08 ^B -DB09	X	6,060	0,120	237,62	5,37	271	Φ8/35 ; Φ8/35	Φ8/30
DB08 ^A -DB08 ^B	Y	3,820	0,120	376,96	5,35	170	Φ8/35 ; Φ8/35	
DB09-DB06	Y	3,080	0,120	467,53	5,33	137	Φ8/35	
DB10-DB07	Y	20,890	0,120	68,93	5,57	970	Φ12/25	Φ12/20
DB10-DB09	X	17,900	0,120	80,45	5,53	825	Φ12/16	Φ10/20

Tablo 4.4 Eşdeğer Deprem Yükleri Hesabında Kullanılacak Değerler

KATLAR	W _i (kN)	H _i (m)	W _i x H _i	F _x (kN)	M _x (kNm)	F _y (kN)	M _y (kNm)
16	7107,500	48,0	341160,00	1584,77	1782,87	1554,60	2876,01
15	8999,590	45,0	404981,55	1008,32	1134,36	964,03	1783,46
14	8999,590	42,0	377982,78	941,10	1058,74	899,76	1664,56
13	8999,590	39,0	350984,01	873,88	983,12	835,49	1545,66
12	8999,590	36,0	323985,24	806,66	907,49	771,22	1426,77
11	8999,590	33,0	296986,47	739,44	831,87	706,96	1307,87
10	9584,590	30,0	287537,70	715,91	805,40	684,46	1266,26
9	9584,590	27,0	258783,93	644,32	724,86	616,02	1139,63
8	9584,590	24,0	230030,16	572,73	644,32	547,57	1013,01
7	9584,590	21,0	201276,39	501,14	563,78	479,12	886,38
6	9584,590	18,0	172522,62	429,55	483,24	410,68	759,75
5	9584,590	15,0	143768,85	357,96	402,70	342,23	633,13
4	10437,710	12,0	125252,52	311,85	350,84	298,16	551,59
3	10437,710	9,0	93939,39	233,89	263,13	223,62	413,69
2	10437,710	6,0	62626,26	155,93	175,42	149,08	275,79
1	10437,710	3,0	31313,13	77,96	87,71	74,54	137,90

$$\sum_{i=1}^N (w_i \times H_i) \quad \mathbf{3703131,00}$$

Tablo 4.5 X Yönü Görelî Kat Öteleme ve İkinci Mertebe Gösterge Değerleri

Katlar (i)	d _i (m)	h _i (m)	Δ _i (m)	Δ _i / h _i	W _i (kN)	$\sum_{j=i}^N (w_j)$	F _i (kN)	V _i (kN)	V _i x h _i	g _i
15	0,0381	3,00	0,00210	0,00070	7107,50	7107,50	1584,77	1584,77	4754,31	0,00314
14	0,0360	3,00	0,00230	0,00077	8999,59	16107,09	1008,32	2593,09	7779,27	0,00476
13	0,0337	3,00	0,00230	0,00077	8999,59	25106,68	941,10	3534,19	10602,57	0,00545
12	0,0314	3,00	0,00250	0,00083	8999,59	34106,27	873,88	4408,07	13224,21	0,00645
11	0,0289	3,00	0,00260	0,00087	8999,59	43105,86	806,66	5214,73	15644,19	0,00716
10	0,0263	3,00	0,00270	0,00090	8999,59	52105,45	739,44	5954,17	17862,51	0,00788
9	0,0236	3,00	0,00260	0,00087	9584,59	61690,04	715,91	6670,08	20010,24	0,00802
8	0,0210	3,00	0,00260	0,00087	9584,59	71274,63	644,32	7314,40	21943,2	0,00845
7	0,0184	3,00	0,00260	0,00087	9584,59	80859,22	572,73	7887,13	23661,39	0,00889
6	0,0158	3,00	0,00260	0,00087	9584,59	90443,81	501,14	8388,27	25164,81	0,00934
5	0,0132	3,00	0,00260	0,00087	9584,59	100028,40	429,55	8817,82	26453,46	0,00983
4	0,0106	3,00	0,00236	0,00079	9584,59	109612,99	357,96	9175,78	27527,34	0,00940
3	0,00824	3,00	0,00216	0,00072	10437,71	120050,70	311,85	9487,63	28462,89	0,00911
2	0,00608	3,00	0,00196	0,00065	10437,71	130488,41	233,89	9721,52	29164,56	0,00877
1	0,00412	3,00	0,00166	0,00055	10437,71	140926,12	155,93	9877,45	29632,35	0,00789
Z	0,00246	3,00	0,00126	0,00042	10437,71	151363,83	77,96	9955,41	29866,23	0,00639
B1	0,00120	4,00	0,00039	0,00010	13716,60	165080,43	3657,80	13613,21	54452,84	0,00118
B2	0,00081	4,00	0,00030	0,00008	13716,60	178797,03	3657,80	17271,01	69084,04	0,00078
B3	0,00051	4,00	0,00028	0,00007	13716,60	192513,63	3657,80	20928,81	83715,24	0,00064
B4	0,00023	4,00	0,00023	0,00006	13716,60	206230,23	3657,80	24586,61	98346,44	0,00048

$$\Delta_i / h_i \leq 0,0035$$

$$g_i < 0,12$$

Tablo 4.6 Y Yönü Görelî Kat Öteleme ve İkinci Mertebe Gösterge Değerleri

Katlar (i)	d _i (m)	h _i (m)	Δ _i (m)	Δ _i / h _i	W _i (kN)	$\sum_{j=1}^N (w_j)$	F _i (kN)	V _i (kN)	V _i x h _i	g _i
15	0,0416	3,00			7107,50	7107,50	1554,60	1554,60	4663,80	0,00366
14	0,0392	3,00	0,00240	0,00080	8999,59	16107,09	964,03	2518,63	7555,89	0,00554
13	0,0366	3,00	0,00260	0,00087	8999,59	25106,68	899,76	3418,39	10255,17	0,00637
12	0,0340	3,00	0,00260	0,00087	8999,59	34106,27	835,49	4253,88	12761,64	0,00722
11	0,0313	3,00	0,00270	0,00090	8999,59	43105,86	771,22	5025,10	15075,3	0,00801
10	0,0285	3,00	0,00280	0,00093	8999,59	52105,45	706,96	5732,06	17196,18	0,00848
9	0,0257	3,00	0,00280	0,00093	9584,59	61690,04	684,46	6416,52	19249,56	0,00865
8	0,0230	3,00	0,00270	0,00090	9584,59	71274,63	616,02	7032,54	21097,62	0,00946
7	0,0202	3,00	0,00280	0,00093	9584,59	80859,22	547,57	7580,11	22740,33	0,00960
6	0,0175	3,00	0,00270	0,00090	9584,59	90443,81	479,12	8059,23	24177,69	0,01010
5	0,0148	3,00	0,00270	0,00090	9584,59	100028,40	410,68	8469,91	25409,73	0,01024
4	0,0122	3,00	0,00260	0,00087	9584,59	109612,99	342,23	8812,14	26436,42	0,01045
3	0,00968	3,00	0,00252	0,00084	10437,71	120050,70	298,16	9110,30	27330,9	0,00993
2	0,00742	3,00	0,00226	0,00075	10437,71	130488,41	223,62	9333,92	28001,76	0,00965
1	0,00535	3,00	0,00207	0,00069	10437,71	140926,12	149,08	9483,00	28449	0,00897
Z	0,00354	3,00	0,00181	0,00060	10437,71	151363,83	74,54	9557,54	28672,62	0,00760
B1	0,00210	4,00	0,00144	0,00048	13716,60	165080,43	3657,80	13215,34	52861,36	0,00215
B2	0,00141	4,00	0,00069	0,00017	13716,60	178797,03	3657,80	16873,14	67492,56	0,00146
B3	0,00086	4,00	0,00055	0,00014	13716,60	192513,63	3657,80	20530,94	82123,76	0,00115
B4	0,00037	4,00	0,00049	0,00012	13716,60	206230,23	3657,80	24188,74	96754,96	0,00079
			0,00037	0,00009						

$$\Delta_i / h_i \leq 0,0035$$

$$g_i < 0,12$$

Tablo 4.7 Dinamik Etkilerle Bulunan X Yönü Görelî Kat Öteleme ve İkinci Mertebe Gösterge Değerleri

Katlar (i)	d _i (m)	h _i (m)	Δ _i (m)	Δ _i / h _i	W _i (kN)	$\sum_{j=i}^N (w_j)$	F _i (kN)	V _i (kN)	V _i x h _i	g _i
15	0,0272	3,00	0,00160	0,00053	7107,50	7107,50	1284,17	1284,17	3852,51	0,00295
14	0,0256	3,00	0,00160	0,00053	8999,59	16107,09	1178,20	2462,37	7387,11	0,00349
13	0,0240	3,00	0,00160	0,00053	8999,59	25106,68	823,48	3285,85	9857,55	0,00408
12	0,0224	3,00	0,00180	0,00060	8999,59	34106,27	618,23	3904,08	11712,24	0,00524
11	0,0206	3,00	0,00180	0,00060	8999,59	43105,86	515,06	4419,14	13257,42	0,00585
10	0,0188	3,00	0,00180	0,00060	8999,59	52105,45	440,42	4859,56	14578,68	0,00643
9	0,0170	3,00	0,00190	0,00063	9584,59	61690,04	410,33	5269,89	15809,67	0,00741
8	0,0151	3,00	0,00190	0,00063	9584,59	71274,63	392,90	5662,79	16988,37	0,00797
7	0,0132	3,00	0,00180	0,00060	9584,59	80859,22	387,63	6050,42	18151,26	0,00802
6	0,0114	3,00	0,00190	0,00063	9584,59	90443,81	358,51	6408,93	19226,79	0,00894
5	0,0095	3,00	0,00180	0,00060	9584,59	100028,40	333,21	6742,14	20226,42	0,00890
4	0,0077	3,00	0,00180	0,00060	9584,59	109612,99	415,73	7157,87	21473,61	0,00919
3	0,0059	3,00	0,00160	0,00053	10437,71	120050,70	386,02	7543,89	22631,67	0,00849
2	0,0043	3,00	0,00140	0,00047	10437,71	130488,41	363,55	7907,44	23722,32	0,00770
1	0,0029	3,00	0,00130	0,00043	10437,71	140926,12	311,71	8219,15	24657,45	0,00743
Z	0,0016	3,00	0,00095	0,00032	10437,71	151363,83	238,67	8457,82	25373,46	0,00567
B1	0,00065	4,00	0,00026	0,00007	13716,60	165080,43	3657,80	12115,62	48462,48	0,00089
B2	0,00039	4,00	0,00017	0,00004	13716,60	178797,03	3657,80	15773,42	63093,68	0,00048
B3	0,00022	4,00	0,00013	0,00003	13716,60	192513,63	3657,80	19431,22	77724,88	0,00032
B4	0,00009	4,00	0,00009	0,00002	13716,60	206230,23	3657,80	23089,02	92356,08	0,00020

$$\Delta_i / h_i \leq 0,0035$$

$$g_i < 0,12$$

Tablo 4.8 Dinamik Etkilerle Bulunan Y Yönü Görelî Kat Öteleme ve İkinci Mertebe Gösterge Değerleri

Katlar (i)	d _i (m)	h _i (m)	Δ _i (m)	Δ _i / h _i	W _i (kN)	$\sum_{j=i}^N (w_j)$	F _i (kN)	V _i (kN)	V _i x h _i	g _i
15	0,0292	3,00	0,00170	0,00057	7107,50	7107,50	1554,60	1554,60	4663,80	0,00259
14	0,0275	3,00	0,00180	0,00060	8999,59	16107,09	964,03	2518,63	7555,89	0,00384
13	0,0257	3,00	0,00180	0,00060	8999,59	25106,68	899,76	3418,39	10255,17	0,00441
12	0,0239	3,00	0,00180	0,00060	8999,59	34106,27	835,49	4253,88	12761,64	0,00481
11	0,0221	3,00	0,00200	0,00067	8999,59	43105,86	771,22	5025,10	15075,3	0,00572
10	0,0201	3,00	0,00190	0,00063	8999,59	52105,45	706,96	5732,06	17196,18	0,00576
9	0,0182	3,00	0,00200	0,00067	9584,59	61690,04	684,46	6416,52	19249,56	0,00641
8	0,0162	3,00	0,00190	0,00063	9584,59	71274,63	616,02	7032,54	21097,62	0,00642
7	0,0143	3,00	0,00190	0,00063	9584,59	80859,22	547,57	7580,11	22740,33	0,00676
6	0,0124	3,00	0,00190	0,00063	9584,59	90443,81	479,12	8059,23	24177,69	0,00711
5	0,0105	3,00	0,00190	0,00063	9584,59	100028,40	410,68	8469,91	25409,73	0,00748
4	0,0086	3,00	0,00180	0,00060	9584,59	109612,99	342,23	8812,14	26436,42	0,00746
3	0,0068	3,00	0,00170	0,00057	10437,71	120050,70	298,16	9110,30	27330,9	0,00747
2	0,0051	3,00	0,00150	0,00050	10437,71	130488,41	223,62	9333,92	28001,76	0,00699
1	0,0036	3,00	0,00130	0,00043	10437,71	140926,12	149,08	9483,00	28449	0,00644
Z	0,0023	3,00	0,00110	0,00037	10437,71	151363,83	74,54	9557,54	28672,62	0,00581
B1	0,00120	4,00	0,00048	0,00012	13716,60	165080,43	3657,80	13215,34	52861,36	0,00150
B2	0,00072	4,00	0,00032	0,00008	13716,60	178797,03	3657,80	16873,14	67492,56	0,00085
B3	0,00040	4,00	0,00024	0,00006	13716,60	192513,63	3657,80	20530,94	82123,76	0,00056
B4	0,00016	4,00	0,00016	0,00004	13716,60	206230,23	3657,80	24188,74	96754,96	0,00034

$$\Delta_i / h_i \leq 0,0035$$

$$g_i < 0,12$$

Tablo 5.1 Kirişlerde Eğilme Donatısı Hesabı

KİRİŞ	KESİT	Md (kNm)	b (m)	d (m)	K	ks	kx	x	As (mm ²)	Seçilen Donatı
K101	Mesnet	-205,86	0,40	0,47	42,9	3,02			1322,76	4Φ12+4Φ20
		25,87	1,30	0,47	1110,1	2,77	0,034	0,016	152,47	4Φ14
	Açıklık	100,34	1,30	0,47	286,2	2,81	0,070	0,033	599,91	4Φ14
		-113,70	0,40	0,47	77,7	2,90			701,55	4Φ12+4Φ20
		4,38	1,30	0,47	6556,4	2,76	0,150	0,071	25,72	4Φ14
K102	Mesnet	-294,26	0,60	0,57	66,2	2,92			1507,44	4Φ12+4Φ20
		68,9	1,50	0,57	707,3	2,78	0,052	0,030	336,04	6Φ16
	Açıklık	98,91	1,50	0,57	492,7	2,79	0,060	0,034	484,14	6Φ16
		-236,25	0,60	0,57	82,5	2,89			1197,83	4Φ12+4Φ20
		114,89	1,50	0,57	424,2	2,80	0,062	0,035	564,37	6Φ16
K103	Mesnet	-198,54	0,40	0,47	44,5	3,00			1267,28	4Φ12+4Φ20
		6,51	1,30	0,47	4411,2	2,76	0,015	0,007	38,23	4Φ14
	Açıklık	100,85	1,30	0,47	284,7	2,81	0,073	0,034	602,95	4Φ14
		-160,13	0,40	0,47	55,2	2,95			1005,07	4Φ12+4Φ20
		13,57	1,30	0,47	2116,2	2,77	0,026	0,012	79,98	4Φ14
K104	Mesnet	-238,52	0,60	0,57	81,7	2,89			1209,34	4Φ12+4Φ20
		83,98	1,50	0,57	580,3	2,78	0,051	0,029	409,59	6Φ16
	Açıklık	95,71	1,50	0,57	509,2	2,78	0,050	0,029	466,80	6Φ16
		-273,5	0,60	0,57	71,3	2,91			1396,29	4Φ12+4Φ20
		74,19	1,50	0,57	656,9	2,78	0,047	0,027	361,84	6Φ16
K105	Mesnet	-171,59	0,40	0,47	51,5	2,97			1084,30	4Φ12+4Φ20
		8,77	1,30	0,47	3274,5	2,76	0,025	0,012	51,50	4Φ14
	Açıklık	94,31	1,30	0,47	304,5	2,81	0,070	0,033	563,85	4Φ14
		-172,74	0,40	0,47	51,2	2,97			1091,57	4Φ12+4Φ20
		12,63	1,30	0,47	2273,7	2,77	0,026	0,012	74,44	4Φ14

Tablo 5.1 Kirişlerde Eğilme Donatısı Hesabı

KİRİŞ	KESİT	Md (kNm)	b (m)	d (m)	K	ks	kx	x	As (mm ²)	Seçilen Donatı
K106	Mesnet	-235,76	0,60	0,57	82,7	2,89			1195,34	4Φ12+4Φ20
		81,29	1,50	0,57	599,5	2,78	0,051	0,029	396,47	6Φ16
	Açıklık	95,87	1,50	0,57	508,3	2,78	0,054	0,031	467,58	6Φ16
		-270,16	0,60	0,57	72,2	2,91			1379,24	4Φ12+4Φ20
		71,19	1,50	0,57	684,6	2,78	0,046	0,026	347,21	6Φ16
K107	Mesnet	-185,23	0,40	0,47	47,7	2,99			1178,38	4Φ12+4Φ20
		26,20	1,30	0,47	1096,1	2,77	0,037	0,017	154,41	4Φ14
	Açıklık	102,26	1,30	0,47	280,8	2,81	0,073	0,034	611,38	4Φ14
		-133,71	0,40	0,47	66,1	2,92			830,71	4Φ12+4Φ20
		11,08	1,30	0,47	2591,8	2,77	0,026	0,012	65,30	4Φ14
K108	Mesnet	-298,91	0,60	0,57	65,2	2,92			1531,26	4Φ12+5Φ20
		25,62	1,32	0,57	1674,0	2,77	0,029	0,017	124,50	6Φ16
	Açıklık	161,02	1,32	0,57	266,3	2,81	0,080	0,046	793,82	6Φ16
		-200,95	0,60	0,57	97,0	2,87			1011,80	4Φ12+5Φ20
		88,03	1,32	0,57	487,2	2,79	0,056	0,032	430,88	6Φ16
K109	Mesnet	-109,11	0,60	0,57	178,7	2,83			541,72	4Φ12+5Φ20
		327,36	0,90	0,57	89,3	2,88	0,140	0,080	1654,03	6Φ16
	Açıklık	99,15	0,90	0,57	294,9	2,81	0,070	0,040	488,79	6Φ16
		-260,09	0,60	0,57	75,0	2,90			1323,26	4Φ12+5Φ20
		108,16	0,90	0,57	270,3	2,81	0,074	0,042	533,21	6Φ16
K110	Mesnet	-196,93	0,60	0,57	99,0	2,87			991,56	4Φ12+4Φ20
		207,81	0,90	0,57	140,7	2,85	0,107	0,061	1039,05	6Φ18
	Açıklık	112,46	0,90	0,57	260,0	2,81	0,079	0,045	554,41	6Φ18
		-390,67	0,60	0,57	49,9	2,97			2035,60	4Φ12+4Φ20
		231,25	0,90	0,57	126,4	2,86	0,112	0,064	1160,31	6Φ18

Tablo 5.1 Kirişlerde Eğilme Donatısı Hesabı

KİRİŞ	KESİT	Md (kNm)	b (m)	d (m)	K	ks	kx	x	As (mm ²)	Seçilen Donatı
K111	Mesnet	-422,20	0,60	0,57	46,2	2,99			2214,70	5Φ16+5Φ20
		278,71	1,20	0,57	139,9	2,85	0,107	0,061	1393,55	6Φ18
	Açıklık	112,46	1,20	0,57	346,7	2,80	0,065	0,037	552,44	6Φ18
	Mesnet	-422,20	0,60	0,57	46,2	2,99			2214,70	5Φ16+5Φ20
		278,71	1,20	0,57	139,9	2,85	0,107	0,061	1393,55	6Φ18
	K112	Mesnet	-133,18	0,40	0,47	66,3	2,92			827,42
6,59			1,12	0,47	3754,3	2,76	0,025	0,012	38,70	4Φ14
Açıklık		51,05	1,12	0,47	484,6	2,78	0,060	0,028	301,96	4Φ14
Mesnet		-90,30	0,40	0,47	97,9	2,87			551,41	4Φ12+4Φ20
		32,70	1,12	0,47	756,6	2,77	0,044	0,021	192,72	4Φ14
K113		Mesnet	-47,40	0,60	0,57	411,3	2,79			232,01
	7,82		1,02	0,57	4237,8	2,76	0,020	0,011	37,87	6Φ16
	Açıklık	25,99	1,02	0,57	1275,1	2,77	0,033	0,019	126,30	6Φ16
	Mesnet	-90,43	0,60	0,57	215,6	2,82			447,39	4Φ12+4Φ20
		38,83	1,02	0,57	853,5	2,77	0,035	0,020	188,70	6Φ16
	K113a	Mesnet	-163,44	0,60	0,57	119,3	2,86			820,07
94,10			1,02	0,57	352,2	2,80	0,074	0,042	462,25	6Φ16
Açıklık		25,83	1,02	0,57	1283,0	2,77	0,032	0,018	125,52	6Φ16
Mesnet		-154,06	0,60	0,57	126,5	2,87			775,71	4Φ12+4Φ20
		160,80	1,02	0,57	206,1	2,82	0,086	0,049	795,54	6Φ16
K114		Mesnet	-41,00	0,60	0,57	475,5	2,79			200,68
	8,24		1,02	0,57	4021,8	2,76	0,019	0,011	39,90	6Φ16
	Açıklık	22,77	1,02	0,57	1455,4	2,77	0,031	0,018	110,65	6Φ16
	Mesnet	-97,42	0,60	0,57	200,1	2,82			481,97	4Φ12+4Φ20
		36,82	1,02	0,57	900,0	2,77	0,040	0,023	178,93	6Φ16

Tablo 5.1 Kirişlerde Eğilme Donatısı Hesabı

KİRİŞ	KESİT	Md (kNm)	b (m)	d (m)	K	ks	kx	x	As (mm ²)	Seçilen Donatı
K114a	Mesnet	-168,48	0,60	0,57	115,7	2,86			845,36	4Φ12+4Φ20
		83,88	1,02	0,57	395,1	2,79	0,061	0,035	410,57	6Φ16
	Açıklık	34,36	1,02	0,57	964,5	2,77	0,039	0,022	166,98	6Φ16
		-154,11	0,60	0,57	126,5	2,86			773,25	4Φ12+4Φ20
		143,20	1,02	0,57	231,4	2,82	0,082	0,047	708,46	6Φ16
K115	Mesnet	-35,00	0,40	0,47	252,5	2,81			209,26	4Φ12+3Φ16
		35,00	0,70	0,47	441,8	2,79	0,060	0,028	207,77	4Φ14
	Açıklık	14,18	0,70	0,47	1090,5	2,77	0,032	0,015	83,57	4Φ14
		-68,55	0,40	0,47	128,9	2,86			417,13	4Φ12+3Φ16
		31,61	0,70	0,47	489,2	2,79	0,055	0,026	187,64	4Φ14
K116	Mesnet	-99,30	0,40	0,47	89,0	2,88			608,48	4Φ12+3Φ16
		83,90	0,60	0,47	158,0	2,84	0,101	0,047	506,97	4Φ14
	Açıklık	8,34	0,60	0,47	1589,2	2,77	0,033	0,016	49,15	4Φ14
		-107,65	0,40	0,47	82,1	2,89			661,93	4Φ12+3Φ16
		80,18	0,60	0,47	165,3	2,84	0,103	0,048	484,49	4Φ14
K117	Mesnet	-88,96	0,40	0,47	99,3	2,87			543,22	4Φ12+4Φ20
		46,58	0,68	0,47	322,5	2,80	0,070	0,033	277,50	4Φ14
	Açıklık	15,25	0,68	0,47	985,0	2,77	0,037	0,017	89,88	4Φ14
		-70,17	0,40	0,47	125,9	2,86			426,99	4Φ12+4Φ20
		56,60	0,68	0,47	265,4	2,81	0,077	0,036	338,40	4Φ14
K118	Mesnet	-89,32	0,40	0,47	98,9	2,87			545,42	4Φ12+4Φ20
		68,48	0,60	0,47	193,5	2,83	0,090	0,042	412,34	4Φ14
	Açıklık	6,34	0,60	0,47	2090,5	2,77	0,027	0,013	37,37	4Φ14
		-80,68	0,40	0,47	109,5	2,86			490,95	4Φ12+4Φ20
		73,66	0,60	0,47	179,9	2,84	0,093	0,044	445,09	4Φ14

Tablo 5.1 Kirişlerde Eğilme Donatısı Hesabı

KİRİŞ	KESİT	Md (kNm)	b (m)	d (m)	K	ks	kx	x	As (mm ²)	Seçilen Donatı
K119	Mesnet	-103,39	0,40	0,47	85,5	2,88			633,54	4Φ12+3Φ16
		88,36	0,60	0,47	150,0	2,84	0,102	0,048	533,92	4Φ14
	Açıklık	6,00	0,60	0,47	2209,0	2,77	0,025	0,012	35,36	4Φ14
	Mesnet	-102,42	0,40	0,47	86,3	2,88			627,59	4Φ12+3Φ16
		88,85	0,60	0,47	149,2	2,84	0,104	0,049	536,88	4Φ14
K120	Mesnet	-55,09	0,40	0,47	160,4	2,84			332,88	4Φ12+4Φ20
		42,07	0,70	0,47	367,6	2,80	0,064	0,030	250,63	4Φ14
	Açıklık	6,31	0,70	0,47	2450,6	2,77	0,026	0,012	37,19	4Φ14
	Mesnet	-57,97	0,40	0,47	152,4	2,86			352,75	4Φ12+4Φ20
		40,13	0,70	0,47	385,3	2,84	0,062	0,029	242,49	4Φ14

$$\rho_{\min_{\text{mesnet}}} = f_{ctd} / f_{yd} = 0,0031$$

$$\rho_{\min_{\text{açıklık}}} = 0,8 (f_{ctd} / f_{yd}) = 0,0025$$

$$A_{s_{\min}} = \rho_{\min} \times b_w \times d$$

$$40/50 \text{ Kirişler İçin} \quad A_{s_{\min_{\text{mesnet}}}} = 0,0031 \times 40 \times 47 = 5,828 \text{ cm}^2$$

$$A_{s_{\min_{\text{açıklık}}}} = 0,0025 \times 40 \times 47 = 4,700 \text{ cm}^2$$

$$60/60 \text{ Kirişler İçin} \quad A_{s_{\min_{\text{mesnet}}}} = 0,0031 \times 60 \times 57 = 10,602 \text{ cm}^2$$

$$A_{s_{\min_{\text{açıklık}}}} = 0,0025 \times 60 \times 57 = 8,550 \text{ cm}^2$$

Tablo 5.2 Kirişlerde Kayma Donatısı Hesabı

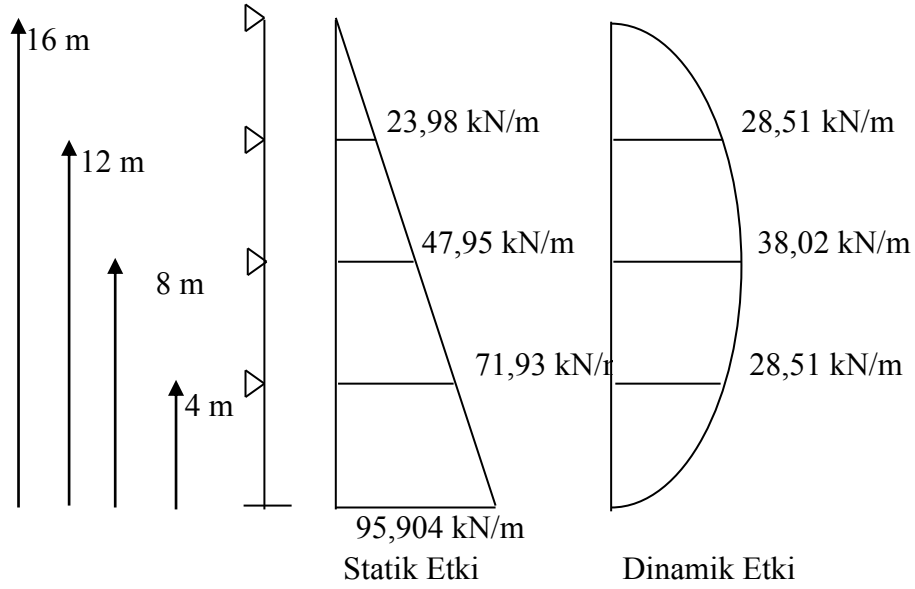
KİRİŞ	KESİT	Vd_1 (1,4G+1,6Q) (kN)	Vd_2 (G+Q+E) (kN)	Vdy (G+Q) (kN)	$Mpi_{üst}$ ve $Mpj_{üst}$ (kNm)	Mpi_{alt} ve Mpj_{alt} (kNm)	$\frac{\max}{ln}$ ($Mpi+Mpj$)	Ve	Vc	As (cm ²)	Seçilen Donatı
K101	Mesnet i	83,89	103,58	56,80	329,85	133,15	97,01	153,815	0,00	0,54	Φ10/12
	Açıklık								112,42	0,40	Φ10/20
	Mesnet j	56,98	60,05	38,53	329,85	133,15	97,01	135,545	0,00	0,47	Φ10/12
K102	Mesnet i	83,30	135,31	56,80	400,03	315,88	117,66	174,456	0,00	0,63	Φ10/15
	Açıklık								204,52	0,75	Φ10/25
	Mesnet j	57,52	33,82	39,37	400,03	315,88	117,66	157,026	0,00	0,57	Φ10/15
K103	Mesnet i	78,69	109,63	53,68	329,85	133,15	97,01	150,690	0,00	0,53	Φ10/12
	Açıklık								112,42	0,50	Φ10/20
	Mesnet j	63,96	62,12	43,70	329,85	133,15	97,01	140,710	0,00	0,50	Φ10/12
K104	Mesnet i	65,46	120,05	44,59	400,03	315,88	117,66	162,250	0,00	0,58	Φ10/15
	Açıklık								204,52	0,75	Φ10/25
	Mesnet j	75,36	49,08	51,49	400,03	315,88	117,66	169,150	0,00	0,61	Φ10/15
K105	Mesnet i	70,96	101,26	48,41	329,85	133,15	97,01	145,420	0,00	0,51	Φ10/12
	Açıklık								112,42	0,40	Φ10/20
	Mesnet j	71,70	70,49	48,98	329,85	133,15	97,01	145,990	0,00	0,51	Φ10/12
K106	Mesnet i	65,50	119,29	44,62	400,03	315,88	117,66	162,280	0,00	0,59	Φ10/15
	Açıklık								204,52	0,75	Φ10/25
	Mesnet j	75,32	49,84	51,45	400,03	315,88	117,66	169,110	0,00	0,61	Φ10/15
K107	Mesnet i	78,57	103,44	53,62	329,85	133,15	97,01	150,630	0,00	0,53	Φ10/12
	Açıklık								112,42	0,40	Φ10/20
	Mesnet j	64,09	68,31	43,77	329,85	133,15	97,01	140,780	0,00	0,50	Φ10/12

Tablo 5.2 Kirişlerde Kayma Donatısı Hesabı

KİRİŞ	KESİT	Vd_1 (1,4G+1,6Q) (kN)	Vd_2 (G+Q+E) (kN)	Vdy (G+Q) (kN)	$Mpi_{üst}$ ve $Mpj_{üst}$ (kNm)	Mpi_{alt} ve Mpj_{alt} (kNm)	max ($Mpi+Mpj$) I_n	V_e	V_c	A_s (mm ²)	Seçilen Donatı
K108	Mesnet i	153,26	163,96	104,75	407,23	315,88	150,83	255,576	0,00	0,61	Φ10/10
	Açıklık								204,52	0,75	Φ10/25
	Mesnet j	128,57	53,08	87,95	407,23	315,88	150,83	238,776	0,00	0,58	Φ10/10
K109	Mesnet i	119,50	189,94	81,51	315,88	407,23	407,23	488,740	0,00	0,91	Φ12/8
	Açıklık								204,52	0,75	Φ12/8
	Mesnet j	149,94	223,89	102,47	407,23	315,88	407,23	509,700	0,00	0,97	Φ12/8
K110	Mesnet i	37,40	195,46	25,55	329,85	329,85	329,85	355,400	0,00	0,85	Φ12/10
	Açıklık								204,52	0,75	Φ12/10
	Mesnet j	82,97	249,82	57,15	329,85	329,85	329,85	387,000	0,00	0,93	Φ12/10
K111	Mesnet i	112,41	53,47	77,15	659,03	400,03	306,53	383,676	0,00	0,92	Φ12/10
	Açıklık								204,52	0,75	Φ12/20
	Mesnet j	112,41	219,69	77,04	659,03	400,03	306,53	383,570	0,00	0,92	Φ12/10
K112	Mesnet i	58,97	43,89	39,99	329,85	133,15	122,17	162,157	0,00	0,57	Φ10/12
	Açıklık								112,42	0,40	Φ10/20
	Mesnet j	37,62	64,51	25,47	329,85	133,15	122,17	147,637	0,00	0,54	Φ10/12
K113	Mesnet i	23,57	50,75	16,23	400,03	315,88	266,69	282,917	0,00	0,68	Φ10/10
	Açıklık								204,52	0,75	Φ10/10
	Mesnet j	29,59	7,43	20,38	400,03	315,88	266,69	287,070	0,00	0,69	Φ10/10
K113a	Mesnet i	37,98	105,54	26,17	400,03	315,88	266,69	292,860	0,00	0,71	Φ10/10
	Açıklık								112,42	0,75	Φ10/10
	Mesnet j	3,33	56,58	3,60	400,03	315,88	266,69	270,290	0,00	0,63	Φ10/10

Tablo 5.2 Kirişlerde Kayma Donatısı Hesabı

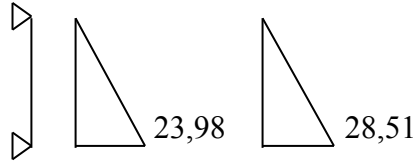
KİRİŞ	KESİT	Vd_1 (1,4G+1,6Q) (kN)	Vd_2 (G+Q+E) (kN)	Vdy (G+Q) (kN)	$Mpi_{üst}$ ve $Mpj_{üst}$ (kNm)	Mpi_{alt} ve Mpj_{alt} (kNm)	$\frac{\max}{ln}$ ($Mpi+Mpj$)	V_e	V_c	A_s (mm ²)	Seçilen Donatı
K114	Mesnet i	54,71	116,78	37,18	400,03	315,88	228,59	265,769	0,00	0,64	Φ10/10
	Açıklık								204,52	0,75	Φ10/10
	Mesnet j	21,30	37,92	14,56	400,03	315,88	228,59	243,149	0,00	0,58	Φ10/10
K115	Mesnet i	10,16	7,08	7,08	329,85	133,15	329,85	336,930	0,00	0,75	Φ10/10
	Açıklık								112,42	0,75	Φ10/10
	Mesnet j	44,68	37,79	30,71	329,85	133,15	329,85	360,560	0,00	0,75	Φ10/10
K116	Mesnet i	17,11	45,94	11,85	329,85	133,15	329,85	341,700	0,00	0,99	Φ12/10
	Açıklık								112,42	0,75	Φ12/10
	Mesnet j	25,80	105,21	17,79	329,85	133,15	329,85	347,640	0,00	1,00	Φ12/10
K117	Mesnet i	47,11	69,14	32,85	329,85	133,15	219,90	252,750	0,00	0,74	Φ10/10
	Açıklık								112,42	0,75	Φ10/10
	Mesnet j	31,54	13,98	22,25	329,85	133,15	219,90	242,150	0,00	0,73	Φ10/10
K118	Mesnet i	30,08	83,00	21,18	329,85	133,15	329,85	351,030	0,00	1,02	Φ12/10
	Açıklık								112,42	0,75	Φ12/10
	Mesnet j	21,36	46,78	15,04	329,85	133,15	329,85	344,890	0,00	1,00	Φ12/10
K119	Mesnet i	14,92	94,46	10,44	329,85	133,15	329,85	340,290	0,00	0,98	Φ12/10
	Açıklık								112,42	0,75	Φ12/10
	Mesnet j	13,77	58,23	9,67	329,85	133,15	329,85	339,520	0,00	0,98	Φ12/10
K120	Mesnet i	37,98	105,54	26,17	329,85	133,15	329,85	356,020	0,00	1,03	Φ12/10
	Açıklık								112,42	0,75	Φ12/10
	Mesnet j	3,33	56,58	3,60	329,85	133,15	329,85	333,450	0,00	0,96	Φ12/10



Şekil 5.1 Bodrum Perdesi Statik ve Dinamik Toprak Yükleri

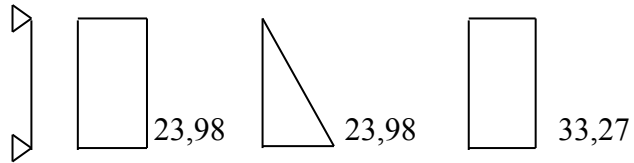
Yüklemeler :

1. Bodrum Kat



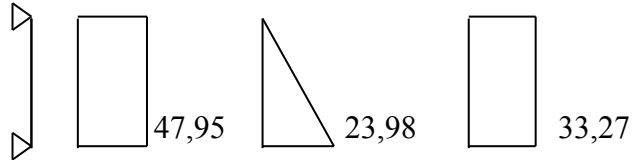
Şekil 5.2 1.Bodrum Kat Perdesi İdealleştirilmiş Toprak Yükleri

2. Bodrum Kat



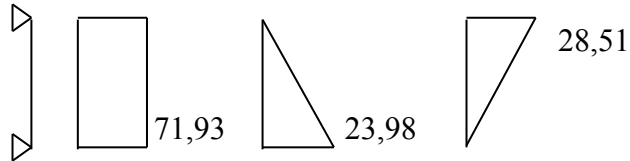
Şekil 5.3 2.Bodrum Kat Perdesi İdealleştirilmiş Toprak Yükleri

3. Bodrum Kat



Şekil 5.4 3.Bodrum Kat Perdesi İdealleştirilmiş Toprak Yükleri

4. Bodrum Kat



Şekil 5.5 4.Bodrum Kat Perdesi İdealleştirilmiş Toprak Yükleri