



**T.C.
BATMAN ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**KİTAP ŞEKLİNDEKİ YAPININ BETONARME
TASARIM VE HESABI**

İhsan YAKUT

YÜKSEK LİSANS TEZİ

İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı

**TEMMUZ -2020
BATMAN
Her Hakkı Saklıdır**

Ek-2

TEZ KABUL VE ONAYI

İhsan YAKUT tarafından hazırlanan "Kitap Şeklindeki Yapının Betonarme Tasarım ve Hesabı" adlı tez çalışması 28/07/2020 tarihinde aşağıdaki jüri üyeleri tarafından oy birliği / oy çokluğu ile Batman Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü İnşaat Mühendisliği Mekanik Anabilim Dalı'nda YÜKSEK LİSANS TEZİ olarak kabul edilmiştir.

Jüri Üyeleri

Başkan

Doç. Dr. Recep Kadir PEKGÖKGÖZ

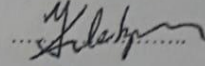
Danışman

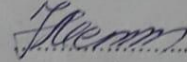
Prof. Dr. Ziraddin MAMMADOV

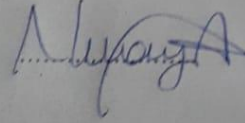
Üye

Dr. Öğr. Üyesi Nuray ALPASLAN

İmza

.....

.....

.....

Yukarıdaki sonucu onaylarım.

FBE Müdürü

TEZ BİLDİRİMİ

Bu tezdeki bütün bilgilerin etik davranış ve akademik kurallar çerçevesinde elde edildiğini ve tez yazım kurallarına uygun olarak hazırlanan bu çalışmada bana ait olmayan her türlü ifade ve bilginin kaynağına eksiksiz atıf yapıldığını bildiririm.

DECLARATION PAGE

I hereby declare that all information in this document has been obtained and presented in accordance with academic rules and ethical conduct. I also declare that, as required by these rules and conduct, I have fully cited and referenced all materials and results that are not original to this work.

İhsan YAKUT

28.07.2020

ÖZET

YÜKSEK LİSANS TEZİ

KİTAP ŞEKLİNDEKİ YAPININ BETONARME TASARIM VE HESABI

İhsan YAKUT

Batman Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü
İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı

Danışman: Prof. Dr. Ziraddin MAMMADOV
2020, 90 Sayfa

Jüri

Danışman: Prof. Dr. Ziraddin MAMMADOV
Prof. Dr. Recep Kadir PEKGÖKGÖZ
Dr. Öğr. Üyesi Nuray ALPASLAN

Zamana bağlı olarak yapı mühendisliğinin uygulama alanları artmaktadır. Yapı imkanlarının artması erişimin kolay hale gelmesi beraberinde yapı çeşitliliğini getirir. Bu çeşitlilikler neticesinde hesap metodları değişir ve yeni hesap arayışları başlar. Lisans derslerindeki betonarme derslerin odağı bina türü yapıların hesabıdır. Bina türü yapıların hesaplarını yapmak artık sıradan hale gelmiştir. Bunların yanında TS 500 ve Deprem Mevzuatı ile bu yapıların statik tasarımı en ince ayrıntısına kadar belirtilmiştir. Ayrıca sayıları zamanla artan bilgisayar destekli hesap programlarının çoğu bina türü yapıların hesabı içindir. Bu programlar ile sıradışı bir yapının çözümünü yapmak mümkün değildir. Görsel olarak yapılabilse de veri tabanı uyumsuzluğundan sonuçlar yanıltıcı olabilir. Bazı yabancı yazılımlı programlar olsa bile bunların temin maliyeti oldukça fazladır. Bir veya birkaç yapı için bu programları temin etmek ekonomik değildir. Bu nedenle geleneksel yöntemler ile yapının yorumlanması ve kesit hesabının yapılması en doğru seçenektir.

Bu çalışmada diğer yapı türlerinde olduğu gibi önce yük analizi yapılmıştır. Hareketli yük ve rüzgar yükü için TS 498’de ön görülen bilgiler kullanılmıştır. Sonra betonarme kesit hesapları yapılmıştır. Betonarme elemanlar döşemeler, kolonlar ve temellerdir. Deprem hesabı 2018 Türkiye Bina Deprem Yönetmeliğine göre yapılmıştır. Bu yapı bina türü yapılardan farklı olmasına rağmen TS 500 mevzuatındaki alt limitler esas alınmıştır. Bina yapılarında kullanılan güvenlik katsayıları bu yapı içinde kullanılmıştır. Genel olarak mevzuatta yer alan konut tipi yapılara denk tutulmuştur.

Bu bilgiler çerçevesinde donatı hesabı yapılmıştır. Son olarak hesabı yapılan bu donatılara ait detay çizimleri yapılmıştır. Çizimler TS 500’de ve 2018 Türkiye Bina Deprem Yönetmeliği’nde yer alan kurallar dahilinde yapılmıştır.

Anahtar Kelimeler: Anıt, farklı geometrik yapılar, geleneksel hesap, sıradışı yapılar

ABSTRACT

MS THESIS

THE DESIGN AND CALCULATION OF THE BOOK – SHAPED CONSTRUCTION

İhsan YAKUT

**THE GRADUATE SCHOOL OF NATURAL AND APPLIED SCIENCE OF
BATMAN UNIVERSITY**

**THE DEGREE OF MASTER OF SCIENCE
IN CIVIL ENGINEERING**

Advisor: Prof. Dr. Ziraddin MAMMADOV

2020, 90 pages

Jury

Advisor: Prof. Dr. Ziraddin MAMMADOV

Prof. Dr. Recep Kadir PEKGÖKGÖZ

Asst. Prof. Dr. Nuray ALPASLAN

The application scopes of structural engineering rise timewise. The increase of construction related opportunities and ease of accessibility give rise to diversity in constructions. As a result of the constructional diversity, existing calculation methods are subject to change and the pursuit of new calculation methods emerge. The undergraduate “reinforced concrete” courses focus on the calculation of buildings which has now become ordinary. Beside these, by TS 500 and “Earthquake Legislation” the static design of these constructions has been specified to the finest detail. Additionally, most computer aided calculation applications are used for only buildings type of constructions. It is implausible to carry out the calculation of unconventional constructions via these applications. Although the solutions can be done visually, the results may be misleading due to database incompatibility. Even if there are foreign software programs, the procurement cost of these programs is quite high. It is not affordable to provide these software programs for a few constructions or even only for one. Consequently, it is the best choice to carry out the analysis of constructions and their section calculations by conventional methods.

In this study, firstly the load analysis was carried out as in other construction types. For moving loads and the wind load, the information which is pre-specified in TS 498 was used. Afterward, the reinforced concrete section calculations were accomplished. The elements of reinforced concrete are slabs, columns, and foundations. The earthquake calculation was implemented according to the 2018 Turkey Building Earthquake Regulations. Even though this construction differs from buildings type of constructions, the lower limits in TS 500 were taken as basis. The safety parameters which are ordinarily used for buildings, were utilized for this construction as well. In general, the construction was regarded equivalent to the residential buildings in the legislation.

The steel calculation was carried out within the frame of this information. After the steel calculations were completed, the detailed drawings of these steels were accomplished according to the guidelines in TSE 500 and 2018 Turkey Earthquake Building Regulations.

Keywords: different geometric structures, classic solutions, unusual structures, monument,

ÖNSÖZ

Kitap Şeklindeki Betonarme Yapının Betonarme Tasarımı ve Hesabı adlı çalışmamda yardımlarını benden esirgemeyen Değerli Danışman Hocam Prof. Dr. Ziraddin MAMMADOV'a sonsuz teşekkürlerimi sunarım

Yapının bilgisayar destekli hesap programında çözülmesinde emeği geçen ve MV prefabrik AŞ de çalışan inşaat mühendisi Erdal KİLVAN arkadaşşıma teşekkür ederim.

İhsan YAKUT

BATMAN -2020

İÇİNDEKİLER

TEZ BİLDİRİMİ.....	ii
ÖZET.....	iii
ABSTRACT.....	iv
ÖNSÖZ.....	v
İÇİNDEKİLER	vi
ŞEKİLLER LİSTESİ.....	viii
ÇİZELGELER LİSTESİ.....	x
SİMGELER	xi
KISALTMALAR	xii
1. GİRİŞ.....	1
1.1 Tezin Amacı	2
2. KAYNAK ARAŞTIRMASI	3
3.MATERYAL ve YÖNTEM	4
3.1. Yapıya Ait Bilgiler.....	5
3.2. Betonarme Taşıyıcı Elemanlar	10
4.ARAŞTIRMA SONUÇLARI ve TARTIŞMA	11
4.1.Yapının Betonarme Hesabı.....	11
4.1.1.Döşeme Hesabı.....	11
4.1.2.Yük Hesabı.....	11
4.1.2.1. Sabit (Ölü) Yük Hesabı	11
4.1.2.2. Hareketli Yük Hesabı	13
4.1.2.3. Rüzgar Yüğü Hesabı	15
4.1.2.3.1. Cf Katsayısı ve Rüzgar Yüğü'nün Belirlenmesi.....	16
4.2. Döşeme Tiplerinin Belirlenmesi	19
4.3. Döşeme Yükleme Durumları.....	20
4.4. Rüzgar Yüğü Etkime Durumları.....	20
4.4.1. Birinci Durum	20
4.4.2. İkinci Durum	21
4.4.3. Üçüncü Durum	21
4.4.4. Dördüncü Durum.....	22
4.5. Elverişsiz Yükleme ve Döşeme Sisteminin Statik Modeli.....	23
4.6. İç Kuvvetlerin Hesabı	25
4.6.1. 1,4g+1,6q Yükleme.....	26
4.6.2. 1,0g+1,3q+1,3w1 Yükleme	26

4.6.3. 1,0g+1,3q+1,3w2 Yüklemeesi	27
4.7. Tasarım Momenti.....	28
4.8. Deformasyon	28
4.9. Döşeme Kesitinde Donatı Hesabı	29
4.10. Kolon Hesabı	30
4.11. Deprem Hesabı	31
4.12. Yapının Konumu.....	34
4.12.1. Eşdeğer Deprem Yüğü	45
4.12.2. Rüzgar Kuvveti (Wy).....	47
4.12.3. Rüzgar Kuvveti (Wx).....	48
4.13. Deprem ve Rüzgar Kuvvetlerinin karşılaştırılması.....	49
4.14. SAP 2000 İle Kesit Kuvvetlerinin Bulunması.....	50
4.14.1. S1- S2 Kolonu	55
4.14.2. S3 Kolonu.....	55
4.15. Boyuna Donatı Hesabı:	55
4.15.1. S1-S2 Kolonu	55
4.15.2. S3 Kolonu.....	59
4.16. Enine Donatı (Etriye) Hesabı:	62
4.16.1. S1-S2 Kolonu	62
4.16.2. S3 Kolonu.....	63
4.17. Temel Hesabı.....	64
4.17.1. T1-T2 Temeli	64
4.17.1.1. Donatı Hesabı.....	68
4.17.1.2. T3 Temeli.....	70
4.17.1.3. Donatı Hesabı.....	72
5. SONUÇLAR	74
KAYNAKLAR	77
EKLER	78
DONATI ÇİZİMLERİ.....	78
Döşeme Donatı Detayları.....	78
Kolon Donatı Detayları.....	79
Temel Donatı Detayları.....	81
Bağ Kirişi Donatı Detayları.....	82
ÖZGEÇMİŞ	83

ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil 3.1 Kitabenin önden görünüşü	7
Şekil 3.2 Kitabenin yan görünüşü	8
Şekil 3.3 Kitabenin arka görünüşü	9
Şekil 4.1 Döşeme kesiti	12
Şekil 4.2 Döşemenin zemine iz düşümü	13
Şekil 4.3 Döşeme ağırlık merkezinin döşeme düzlemine dik bileşeni	13
Şekil 4.4 Rüzgar kuvveti ve kitabenin zemin ile açısı	19
Şekil 4.5 Rüzgarın yapı üzerine etkisi	21
Şekil 4.6 Rüzgar basıncının sağ sayfaya dik gelme durumu	21
Şekil 4.7 Rüzgarın yapının arka tarafına etkisi	22
Şekil 4.8 Rüzgarın yandan esmesi	22
Şekil 4.9 Yapı döşemesi üzerine gelen yükler	23
Şekil 4.10 Rüzgar yükü sağ sayfaya dik g ve q yüklerinin yatay düzlemle dik olduğu durum	24
Şekil 4.11 Döşemelerin planı ve hesap şeridi	24
Şekil 4.12 Döşeme kesiti	25
Şekil 4.13 Döşemenin çubuk modeli	25
Şekil 4.14 $1,4g + 1,6q$ yükleme	26
Şekil 4.15 Eğilme momenti diyagramı	26
Şekil 4.16 $g + 1,3q + 1,3w$ yükleme	27
Şekil 4.17 Eğilme momenti diyagramı	27
Şekil 4.18 g ve q yatay düzleme w ise sayfaya dik yükleme	28
Şekil 4.19 Eğilme momenti diyagramı	28
Şekil 4.20 Döşeme deformasyonu	29
Şekil 4.21 Donatılı döşeme kesiti	29
Şekil 4.22 Kolon planı	30
Şekil 4.23 Kaplama malzemesi kesit görünüşü	31
Şekil 4.24 Hareketli yük iz düşümü	32
Şekil 4.25 Yapının yapılacağı yerin coğrafi konumu (Doğan, 2019).....	34
Şekil 4.26 Türkiye deprem haritası (Doğan, 2019).....	35
Şekil 4.27 Batman deprem haritası (Doğan, 2019).....	35
Şekil 4.28 Yapının tapu mevkii (Doğan, 2019).....	36
Şekil 4.29 Yapının enlem ve boylamı (Doğan, 2019).....	36

Şekil 4.30 Yapının ivme parametreleri (Doğan,2019).....	37
Şekil 4.31 Yerel zemin sınıf bilgisi (Doğan, 2019).....	38
Şekil 4.32 Yerel zemin etki katsayıları (Doğan, 2019).....	39
Şekil 4.33 1 saniye periyot için yerel zemin etki katsayıları (Doğan,2019).....	39
Şekil 4.34 Tasarım spektral ivme katsayıları (Doğan, 2019).....	40
Şekil 4.35 Yatay elastik tasarım spektrumu (Doğan, 2019).....	40
Şekil 4.36 Düşey elastik tasarım spektrumu (Doğan,2019).....	41
Şekil 4.37 Yatay rüzgar kuvveti	47
Şekil 4.38 Düşey rüzgar kuvveti	48
Şekil 4.39 Yanlara etkiyen yatay rüzgar kuvveti	49
Şekil 4.40 Sap 2000 de yapı modeli	50
Şekil 4.41 Yapının sonlu modeli ile yandan görünüşü	51
Şekil 4.42. Yapının rüzgar yükü etkisinde şekil değiştirmesi	52
Şekil 4.43 Yapının sonlu elemanlar modeli	53
Şekil 4.44 Kolon planı	54
Şekil 4.45 Kolon üzerindeki iç kuvvetler y yönü	54
Şekil 4.46 Kolon üzerindeki iç kuvvetler x yönü	54
Şekil 4.47 S1-S2 kolon donatılı kesiti	56
Şekil 4.48 Kolon abağı	58
Şekil 4.49 S1-S2 kolon boyuna donatı planı ve etriye detayı	59
Şekil 4.50 S3 kolonu donatılı kesiti	60
Şekil 4.51. S3 kolonu boyuna donatı planı ve etriye detayı	61
Şekil 4.52 T1-T2 temel planı	65
Şekil 4.53 Temel kesiti x yönü	65
Şekil 4.54 Temel kesiti y yönü	66

ÇİZELGELER LİSTESİ

Çizelge 4.1. Yüksekliğe bağlı olarak rüzgar hızı ve emme (TS 498)	16
Çizelge 4.2. C katsayısı ve rüzgar yükünün yapının etkilenen yüzeyinin birim alanına göre dağılımı (basınç + emme TS 498)	17
Çizelge 4.3 Yapı sınıfı ve taşıyıcı sistem bilgisi	41
Çizelge 4.4 Bina kullanım sınıfları ve bina önem katsayıları (TBDY 2018).....	42
Çizelge 4.5. Deprem tasarım sınıfları (2018 TBDY)	43
Çizelge 4.6 Bina yükseklik sınıfları (2018 TBDY)	43
Çizelge 4.7 Yapıya ait zemin ve deprem parametreleri	44

SİMGELER

g	Zati birim yük
q	Hareketli birim yük
W	Rüzgar kuvveti
w	Rüzgar basıncı
C_f	Aerodinamik yük katsayısı
C_p	Emme katsayısı
F_d	Tasarım kuvveti
h_f	Döşeme kalınlığı
L_{sn}	Döşeme en boyu
f_{yd}	Çelik çekme dayanımı
M_d	Tasarım Momenti
a	Beton basınç bloğu yüksekliği
A_s	Çelik kesit alanı
E	Deprem kuvveti
k	Kat rijitlik katsayısı
I	Eylemsizlik momenti
F_{fi}	Fiktif deprem kuvveti
V_t	Deprem kat kesme kuvveti
d_f	kat deplasmanı
N_d	Tasarım normal kuvveti
V_d	Tasarım kesme kuvveti
A_c	Beton kesit alanı
f_{ck}	Beton karakteristik basınç dayanımı
f_{cd}	Beton basınç dayanımı
ρ	Donatı porsantajı
e	Temel dış merkezliliği
V_{cr}	En büyük kesme kuvveti
S_c	Enine donatı aralığı
A_p	Zımbalama alanı
u_p	Zımbalama çevresi
γ	Zımbalama güvenlik katsayısı

KISALTMALAR

TS 498 Yapı elemanlarının boyutlandırılmasında alınacak yüklerin hesap değerleri

TS 500 Betonarme yapılarının tasarım ve yapım kuralları

TBDY 2018 Türkiye bina deprem yönetmeliği 2018

D Betonarme Döşeme

S Betonarme Kolon

T Betonarme Temel

BK Betonarme bağ kirişi

L Donatı toplam boyu

1. GİRİŞ

Değişen zamana paralel olarak mühendislik yapıları değişmektedir. Artan teknoloji sayesinde farklı yapıların görmek ve onlar hakkında bilgi edinmek oldukça kolay hale gelmiştir. Bu nedenle tasarımcılar, mimarlar ve sanatkârlar için yeni fikirler doğmaktadır. Yapı tasarımcıları yeni bir yapı yapacağı zaman dünyanın farklı yerindeki yapıları inceler ve onlar üzerinde lüzumlu araştırmaları yapar. Bu araştırmanın temelinde iki tane esas vardır. Birincisi bu eserlerden yola çıkarak yapacağı eser hakkında fikir edinmektir. İkincisi ise özgün bir eser ortaya koymaktır. İş te bu özgün yapı tasarımından dolayı yapı türleri akan zamanın zemininde artmaktadır. Bu değişkenlik beraberinde yeni mühendislik uygulamalarını getirir. Yeni matematik modeller, yeni fiziki problemler ve hesap öncesi yorumlar ortaya çıkar. Bunlara ek olarak yapının birebir aynı ölçekli minyatürü yapılır ve yapım öncesi bazı durumların tahmini için bazı deneyler yapılır.

Yapılardaki çeşitliliğin artmasına karşılık taşıyıcı sistemler için aynı durum söz konusu değildir. Fen ve sanat alanında gelişmeler sayesinde tasarımcıların kullandığı malzeme türlerinde de belirgin şekilde artış olmuştur. Taşıyıcı sistemlerde gelenek bozulmamıştır ve görsel taraf ile yollar ayrılmıştır. Tarihsel sürecin sonlarına doğru betonarme ve çelik kullanılmıştır. Doğal taş ve ahşap ise çok önceden kullanılmaya başlanmıştır. Özetle yapının görsel tarafı değişkenlik göstermesine karşılık taşıyıcı kısmı duruşunu korumaktadır. Ahşap ve doğal taş çelik ve betonarmenin gerisinde kalmış olsa da tercih edilen malzemelerdendir. Bu nedenle mühendislik hesapları bir derece gelenek haline gelmiştir.

Mühendislik yapıları içinde en yaygın kullanılan yapılar bina türü yapılardır. Bazı endüstri yapıları yol ve su yapıları bina türü yapılardan sonra gelir. Günlük hayatta kullanım sıklığına bağlı olarak bu tür yapıların hesap metotları gelişmiş ve lisans derslerine konu olmuştur. Bina türü yapıların hesap ve statik çözümlemesi gelenek halini almıştır. Bununla beraber bunların hesap ve statik kesitlerini boyutlandırmak için paket programlar yazılmıştır. Bina, İstinad duvarı, sanat yapıları, prefabrik yapılar ve çelik yapılar için hesap programı yazılmıştır. Bu programlar sayesinde sözü edilen yapıların hesap ve boyut çizimleri çok kısa zamanda ve kolaylıkla yapılabilir. Ancak bazı sıra dışı yapılar için aynı programlar yetersiz veya doğru olmayan sonuçlar verecektir. Grafik olarak programa girilse bile veri

tabanı uyumsuzluğundan hata olma ihtimali yüksektir. Bazı uluslararası programlar olsa bile bir veya birkaç yapı için o programı temin etmek ve kullanımını öğrenmek çok zahmetlidir ve ekonomik değildir. Bu nedenle bu tür yapıların hesapları için klasik yöntemle dönülmesi gerekecektir. Bunların dışında bina türü yapıların hesapları için mevzuat düzenlenmiştir. TS 500, TS 498 ve TBDY (Türkiye Bina Deprem Yönetmeliği) gibi dokümanlar ile bina hesapları standart hale getirilmiştir. Ancak bina dışındaki farklı bir yapıya dair mevzuat veya yönetmelik yoktur. Üstelik bu yapıların benzer olanlarının statik çözümlerini bile bulmak nerdeyse imkânsızdır. Ayrıca TS 498 ve TS 500 gibi yönetmeliklerde bazı durumlar için yapıların sınıflandırılması yapılmıştır. Bina türü dışında ki yapıların hangi sınıfa dahil olduğu bile aşîkar değildir.

1.1 Tezin Amacı

Yukarıda belirtilen hususlar çerçevesinde bina türü dışındaki yapıların yapısal çözümlemesini yapmak ve bu gibi yapıların statik tasarımına dair bir fikir oluşturmak için bu tez hazırlanmıştır. Bu tez çalışması kapsamında kitap şeklindeki betonarme yapının maruz kaldığı yükler, tasarım gereksinimleri ve yönetmelikler ile ilgili hususların belirlenmesi amaçlanmıştır. Bina türü yapılara göre geometrisi biraz daha zor ve bilgisayar programları ile çözülemeyen bu tür yapılar için bir fikir olacaktır. Can kaybı ihtimali düşük olması sebebi ile bu tür yapılar için statik hesap zaruretinin olup olmadığını anlamak tezin bir diğer amacıdır.

2. KAYNAK ARAŞTIRMASI

Kitap şeklindeki betonarme yapının statik tasarım ve hesabı genel anlamda 3 esas konudur. Bunlar rüzgar hesabı, deprem hesabı ve Betonarme hesaptır. Rüzgar hesabı için TS 498 yönetmeliği kullanılmıştır. Bunun dışında TS EN 1991 1-4 (Eurocode 1-4) ve ASCE 7-05 yönetmeliklerine bakılmıştır. Ancak yapının çok yüksek olmaması ve geometrisinin sade olmasından dolayı TS 498 de ki veriler esas alınmıştır. Polat (2010) yüksek lisans tezi olarak yaptığı çalışmada bu üç yönetmeliği karşılaştırmıştır. 10.25 m yüksekliğinde bir yapı üzerinde TS 498’e göre yaptığı rüzgar hesabında diğer iki yönetmelikteki değere yakın çıktığını belirtmiştir.

Deprem hesabı için Türkiye Bina Deprem Yönetmeliği (2018 TBDY) incelenmiştir ve bu yönetmelik çerçevesinde deprem hesabı yapılmıştır. 2019 yılının ocak ayında yürürlüğe giren yeni yönetmelik yeni yapılan yapıların bu yönetmeliğe göre yapılması zorunlu olmuştur. Bundan önceki yönetmeliğin adı ise 2007 yılında yürürlüğe giren Deprem Bölgelerinde Yapılacak Binalar Hakkında Yönetmelik yönetmeliğidir. Yakut ve ark., (2018), 2018 TBDY’ye uygun örnekler ile yeni yönetmeliğin tanıtımına katkı sağlamışlardır. Yapının yapıldığı yerin zemin etüt raporlarını Doğan (2019) hazırlamıştır.

Yapının betonarme elemanları döşemeler, kolonlar ve temellerdir. Bu elemanların betonarme tasarım ve hesabı için Celep (2020) ve Doğan (2019) kaynak olarak kullanılmıştır. Rüzgar yükü dinamik yük olması sebebi ile Celep (2014) “ *Yapı Dinamiği*” kitabı yapının aerodinamik yapısı hakkında fikir edinmek için incelenmiştir.

Yapının çubuk modeli, hiperstatiklik derecesi ve hiperstatik hesabı için Mammadov ve ark., (2013) hiperstatik sistemler hakkındaki çalışmalarına bakılmıştır. Bu kitaplar tezin kaynak kısmında belirtilmiştir.

3.MATERYAL ve YÖNTEM

Kitap şeklinde ki yapının önce kendi ağırlığına ve hareketli yüklere göre hesabı yapılmıştır. Yük hesaplarında TS 498 kullanılmıştır. Yapı bir sonlu eleman analiz programı olan SAP 2000 programında modellenmiştir. Yapı üzerine etki eden yükler belirlendikten sonra kritik kesitlerdeki donatı hesabı yapılmıştır.

Yapının Rüzgar hesabı TS 498 çerçevesinde yapılmıştır. TS EN 1991 1-4 (Eurocode 1-4) rüzgar hesabı için mevcut olan bir diğer yönetmeliktir. Bu yönetmelik TS 498 'e göre detaylıdır. ASCE 7-05 bir diğer yönetmeliktir. Tez konusu olan yapı yerden çok yüksek olmadığı için TS 498 deki veriler çerçevesinde yapılmıştır. rüzgar hesabında yapının konumu ve yüksekliği ve geometrisi dikkat alınmıştır. Bu parametreler ile birim alana etki eden rüzgar yükü hesaplanmıştır. Kolonlar üzerindeki yatay kuvveti hesaplamak için yapı üzerindeki rüzgar yükü bileşkesi dikkate alınmıştır.

Yapının deprem hesabı 2018 TBDY uygun olarak yapılmıştır. 2018 Türk Bina ve Deprem Yönetmeliği 2019 Ocak ayında yürürlüğe girmiştir. 2019 Ocak ayı başı itibari ile yapılan binalar bu yönetmelik çerçevesinde yapılmaya başlandı. 2019 ocak ayından önce 2007 DBYBHY yürürlükteydi. Ancak 2018 yılında yapılan düzenleme 2007 DBYBHY (Deprem Bölgelerinde Yapılacak Binalar Hakkında Yönetmelik) kaldırıldı ve yerine 2018 TBDY getirildi. Bu yönetmeliğe göre AFAD üzerinden alınan veriler ile yapının üzerindeki eşdeğer deprem yükü hesaplanır. Asgari deprem yükü ile karşılaştırma yapıldıktan sonra yapının kütle merkezine yatay kuvvet olarak uygulanır.

Yapı üzerinde gelen rüzgar ve deprem yükü hesaplandıktan sonra karşılaştırmaları yapılmıştır. Rüzgar hesabında esmesi muhtemel en şiddetli rüzgar yüküne göre hesap yapılır. Deprem hesabında aynı şekilde meydana gelme ihtimali olan en büyük depreme göre deprem hesabı yapılır. Aynı anda en şiddetli depremin olması ve rüzgarın esmesi çok düşük bir ihtimal ile mümkündür. Ancak TS 500 bu ihtimalin az olmasından dolayı dikkate alınmamasını tavsiye etmiştir. Hareketli ve sabit yük kombinasyonları ile beraber hangisi daha büyükse o na göre hesap yapılmasını uygun görmüştür.

Yapı üzerinde 4 adet düşey konumlu betonarme döşeme mevcuttur. Bu döşemelerin betonarme hesabı TS 500 çerçevesinde yapılmıştır. Döşeme yükleri hesaplandıktan sonra döşemenin statik modeli yapılmıştır. Bu model SAP 2000 de

tanımlandıktan sonra sistem üzerine yüklemeler yapılmıştır. Döşemeler üzerine sabit, hareketli ve rüzgar yükleri etki etmiştir. Bütün yükleme durumları yapıldıktan sonra sistem üzerindeki tasarı momentleri hesaplanmıştır. Hesaplanan bu momentlere göre döşemelerin donatı hesabı yapılmıştır. Donatı hesabı yapılırken TS 500 de ki asgari koşullar dikkate alınmıştır. Ayrıca sehim hesabı ve döşemelerin mesnetlenme şartları yapılmıştır.

Kitap Şeklindeki yapı 3 adet kolon ile taşınmıştır. Yapının y yönündeki rüzgar kuvveti fazla olacağı tahmini ile kolon rijitlikleri y yönünde seçilmiştir. Kolonlar ön boyutlandırmada 30 cm ve 60 cm uygun görülmüştür. kolonlardaki iç kuvvetlerin hesabı için SAP 2000 programı kullanılmıştır. Bu program ile kolonlardaki en büyük moment, kesme ve normal kuvveti hesaplanmıştır. TS 500 kontrolleri yapılarak donatı hesabı yapılmıştır. donatı seçimlerinde 2018 TB DY ve TS 500 ilkeleri doğrultusunda yapılmıştır.

Kolonlardaki aynı düşünce ile temel seçimi yapılmıştır. Temeller tekil temel ve bağ kirişi bağlantılı şeklinde seçilmiştir. Radye temel ayrıca bir seçenek olarak düşünülebilirdi. Y yönündeki eğilme etkisi fazla olacağı tahmini ile temelin y yönündeki ölçüsü büyük seçilmiştir. Temel ön boyutlandırması zemin emniyet gerilmesine göre yapılmıştır. Temel altında oluşan zemin gerilmesinin en büyük ve en küçük değeri hesaplanmıştır. Bu gerilmelere göre temelde donatı hesabı yapılmıştır. Donatı hesabında TS 500 'e uygunluk kontrolü yapılmıştır. Ayrıca temellerde zımbalama, en büyük kesme kuvveti kontrolü yapılmıştır.

Döşeme, kolon ve temel için hesaplanan donatıların detay çizimleri Autocad programında yapılmıştır. Her bir detayın kolay bir şekilde görülmesi okunması ve uygulanması düşüncesi ile çizimler yapılmıştır. Ayrıca yapının mermer kaplama detayı ve betonarme elemanları içinde çizim programı kullanılmıştır.

3.1. Yapıya Ait Bilgiler

Teze konu olan yapı Batman İl Merkezi Özel Harekat Şube Müdürlüğü içinde yer alan Bayrak Tepesi'ndedir. Şehre hakim bir noktaya yapılan Kitabe 40 metrelik bayrak direğinin önündedir. Kitabe iç açısı 146 derece açılmış kitap şeklindedir. Sayfa boyutları yatayda 2,67 metre düşeyde 3,75 metredir. Kitabe geriye doğru 10 derecelik bir açı ile eğik yapılmıştır. Betonarme Kitabe en alt kısmı zemin seviyesinden yaklaşık

70 cm üzerindedir. Kitabe Maraş Elbistan mermeri ile kaplanmıştır. Mermer kalınlığı 3 cm olarak kullanılmış ve mekanik askı ile montajı yapılmıştır. Kitabe zeminden yaklaşık 70 cm yükseklikten başlamıştır. Kitabe üzerine altın renkli paslanmaz çelik ile Bayrak Şiiri yazılmıştır. Kitabe Betonarme olarak imal edilmiştir. Kitabe arkasında 3 adet kolon ile temele bağlanmıştır. Temel sistemi olarak tekil temel sistemi tercih edilmiştir. Temeller bağ kirişi ile bağlanarak yatay yer değiştirme önlenmiştir.

Kitabenin ön tarafında gezinti alanı güneye doğru 46 m uzunluğunda çiçekli yol bulunmaktadır. Kitabenin sağ tarafına sonradan Özel Harekat Şehitlik Anıtı yapılmıştır. Sol tarafında ise kitap okuma kamelyası yer almaktadır. Şekil 3.1’de Kitabenin önden görünüşü görülmektedir. Şekil 3.2’de ise Kitabenin yandan görünüşü verilmiştir. Şekil 3.2’de görüldüğü gibi kitabe geriye doğru 10 derece eğiktir. Şekil 3.3’te ise Kitabenin arkadan görünüşü ve kolonlar yer almaktadır.



Şekil 3.1 Kitabenin önden görünüşü



Şekil 3. 2 Kitabenin yan görünüşü



Şekil 3.3 Kitabenin arka görünüşü

3.2. Betonarme Taşıyıcı Elemanlar

Kitap formunda tasarlanan yapı betonarme olarak imal edilmiştir. Şiir yazısının yazılı olduğu zemin mermer ile kaplanmıştır. Ön ve arka taraftan kaplama mermer 25 cm kalınlığında betonarme döşeme üzerine oturtulmuştur. Bu döşeme ve kaplamayı taşıyacak 3 adet dikdörtgen kolon yapılmıştır. Kolonların rijitlik yönü kitabe yatay düzlemi ile dik olacak şekilde tasarlanmıştır. Zeminden yaklaşık 1 metre aşağı inen kolonlar tekil temel üzerine oturtulmuştur. Tekil temeller bağ kirişi ile birbirlerine bağlanmıştır. Binalardan farklı olarak bu yapıda kiriş yapılmamıştır.

4.ARAŞTIRMA SONUÇLARI ve TARTIŞMA

4.1.Yapının Betonarme Hesabı

4.1.1.Döşeme Hesabı

Betonarme döşemeler yapının ilk taşıyıcı elemanlarıdır. Bunların hesap ve tasarımları için üzerindeki yükler ayrıntılı incelenmelidir ve belirlenmelidir. Döşemeler genel olarak düz üretilirler. Ancak bazı durumlarda eğik veya başka bir şekilde üretilmeleri mümkündür. Araç rampası, betonarme çatılar, kubbe ve tonoz gibi döşemeler bunlara örnektir. Döşemenin üzerine gelen yükler döşemenin kullanım amacı ile ilişkilidir.

4.1.2.Yük Hesabı

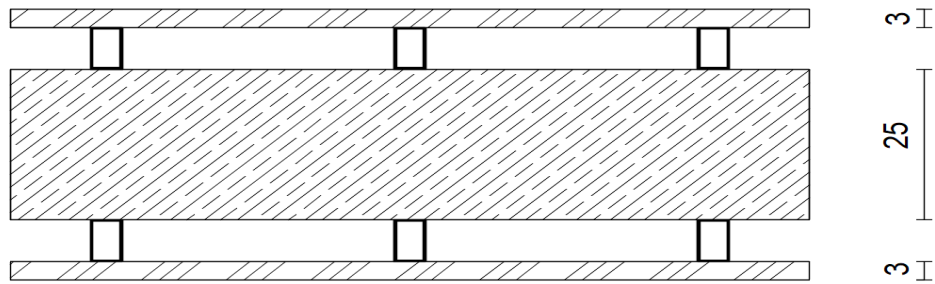
Döşemelerin yük hesabı statik hesabın ilk aşamasıdır. Yüklerin doğru tespiti ve tayini sonraki kesit hesaplarını etkilemektedir. Her bir betonarme taşıyıcı elemanın ilk hesap aşaması üzerindeki yüklerin hesabıdır. Döşemeler üzerindeki yükler genel olarak sabit ve hareketli yüklerdir. Genel olarak deprem ve rüzgar yükleri döşemeler üzerine etki etmezler. Ancak bazı döşemelerin şeklinden dolayı rüzgar ve deprem yükü döşemeler üzerine etki eder. Eğik döşeme üzerinde duran bir eşya deprem sırasında döşemeye kuvvet uygular. Benzer olarak rüzgar etkisine maruz kalan bir duvarın rüzgara dik düzleminde rüzgar yükü meydana gelir. Bu yapıdaki döşeme rüzgar yükünün etkisinde olduğundan sabit, hareketli yüklerin yanında rüzgar yükü hesabı yapılmıştır. Teorik olarak kitabenin döşemeleri üzerinde depremin etkisi vardır. Ancak TS 500 yönetmeliğinde bir yapı üzerinde aynı anda rüzgar ve deprem yükü dikkate alınmadığı için sadece rüzgar yükü hesabı yapılacaktır. Buna ek olarak döşeme üzerindeki deprem etkisi döşemenin kendisi ve üzerindeki kaplamanın ağırlığı oranında olacağından rüzgar yüküne göre oldukça düşük çıkacağı tahmini yürütülebilir.

4.1.2.1. Sabit (Ölü) Yük Hesabı

Bir yapı üzerinde ki sabit yükler yapının kendi ağırlığından meydana gelir. Bu yükler sabittir ve değişme ihtimalleri oldukça düşüktür. Bu yapıda döşeme üzerindeki

sabit yükler betonarme döşeme ve üzerindeki mekanik askılı mermerden oluşur. Buna benzer yapı uygulamalarında mermer kaplama ile betonarme döşeme arasına dolgu malzemesi yapılır. Bu gibi durumlarda bu dolgunun ağırlığı hesaba alınır. Dolgunun birim hacim ağırlığı sıva veya şap betonuna denk tutulmaktadır.

Betonarmenin birim hacim ağırlığı 25 kN/m^3 tür. Maraş- Elbistan mermerinin birim hacim ağırlığı $27\text{-}28 \text{ kN/m}^3$ aralığındadır. Mekanik askı ile beraber 28 kN/m^3 olarak kabul edilmiştir. Şekil 4.1’de döşeme kesiti verilmiştir.

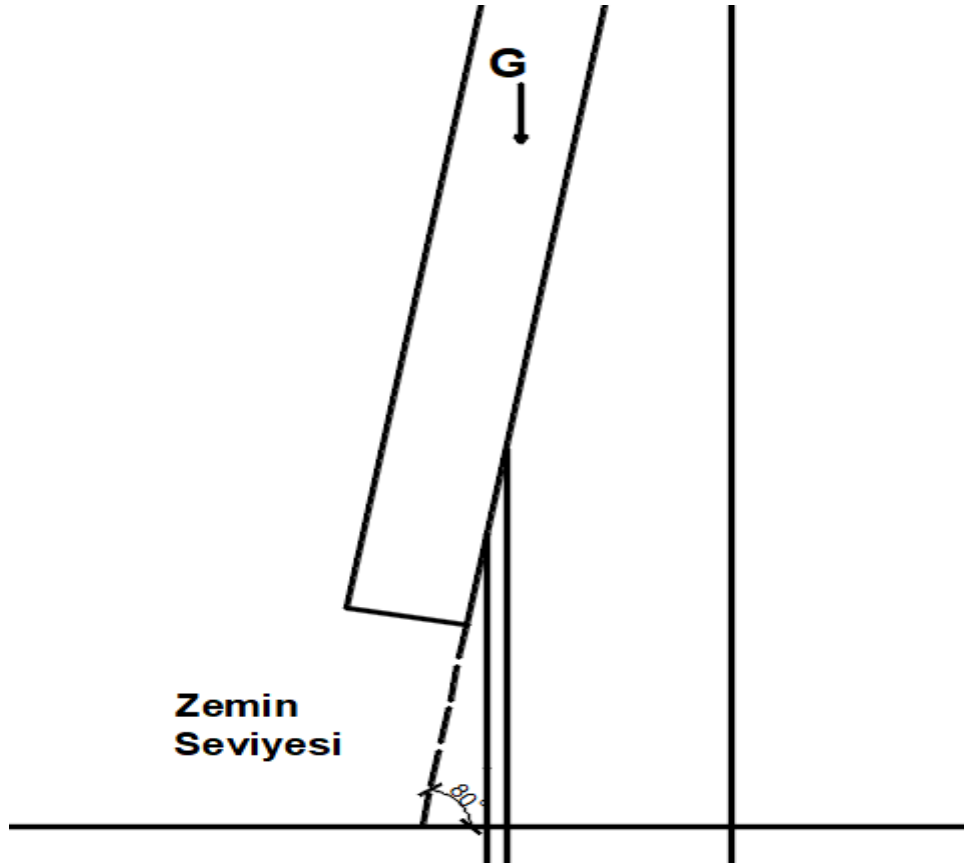


Şekil 4.1 Döşeme kesiti

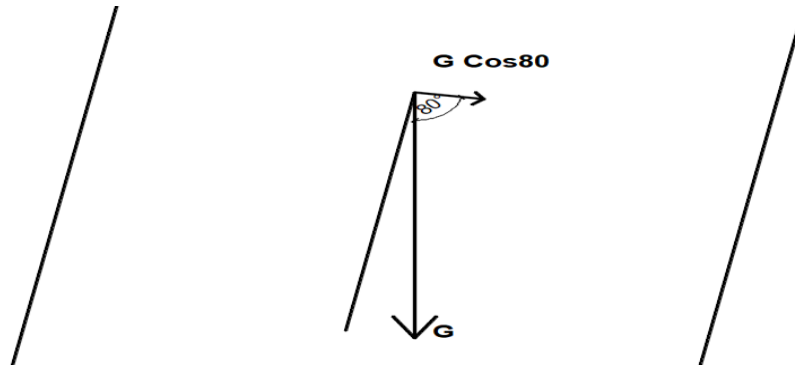
Betonarme Döşeme	$1 \times 1 \times 0,25 \text{ m} \times 25 \text{ kN/m}^3 = 6,25 \text{ kN/m}^2$
Mermer Kaplama ve Mekanik Askı	$1 \times 1 \times 0,03 \text{ m} \times 28 \text{ kN/m}^3 \times 2 = 1,68 \text{ kN/m}^2$
Birim alana gelen toplam zati yük	$6,25 + 1,68 = 7,93 \text{ kN/m}^2$

Döşeme üzerine etki eden zati yük döşeme ile dik doğrultuda olmalıdır. Betonarme döşeme zemin ile 80° derecelik açı yaptığı döşemeye dik doğrultudaki bileşen Şekil 4.2’de gösterilmiştir. Döşeme ağırlık merkezinin döşeme düzlemine dik izdüşümü Şekil 4,3’te gösterilmiştir. Döşeme üzerinde eğilemeye neden olan yük bileşeni Şekil 4,3’teki bileşendir.

$$g = 7,93 \times \cos 80^\circ = 1,37 \text{ kN/m}^2$$



Şekil 4.2 Döşemenin zemine iz düşümü



Şekil 4. 3 Döşeme ağırlık merkezinin döşeme düzlemine dik bileşeni

4.1.2.2. Hareketli Yük Hesabı

Yapılarda hareketli yükler üzerinde her zaman bir konuşma zemini olmuştur. Yapı statik hesabında üzerindeki hareketli yüklerinin tayini için kapsamlı bir

araştırma ihtiyacı şart olmuştur. Sabit yüklerde bu durum fazla söz konusu olmamıştır. Ancak hareketli yükler için aynı durum geçerli değildir. Bir yapı üzerine gelen hareketli yüklerin belirlenebilmesi için kullanımı sırasındaki durumların ele alınması gerekmektedir. Bu aşamada TS 498 yönetmeliği bina türü yapılarda hareketli yükleri belirlemiştir. 6 bölüme ayrılan binaların döşemeler, merdivenler ve çatılar için hareketli yükleri belirlenmiştir. Bu kısımda hareketli yüklerin en azı eğimli çatılarda $1,5 \text{ kN/m}^2$ en çoğu tribünlerde $7,5 \text{ kN/m}^2$ olarak belirlenmiştir. Betonarme kitabe TS 498 te 6 sınıfa ayrılan yapılardan farklı olduğu için o standarttaki hareketli yük değerlerini kullanmak doğru olmaz. Bu durum sadece kitabe için geçerli değildir. Bazı mühendislik yapısının hareketli yükleri TS 498 de ki gibi belirlenmemiştir. Sembolik bir anıt, giriş takısı, endüstri binalarındaki zemin döşemeleri (Pres ve Motorlu Makinelerin olduğu yerler) ve savunma tipi yapıların (koruma duvarları) hareketli yükleri çalışma konusudur.

Yapılan kitabe kullanım amacı olarak üzerine sadece şiir yazılacaktır. Harf yüksekliği 12 cm ve malzemesi altın renkli paslanmaz çeliktendir. Çelik altında 8 mm kauçuk bulunmaktadır. Paslanmaz çelik ise 0,8 mm kalınlığındadır. Kitabe üzerine gelen bütün harfler ve karakterlerin toplamı 10 kg dahi bulmamaktadır. Bunu hareketli yük olarak kabul etmek doğru olmaz. Çünkü yapım sırasında kitabenin üzerine farklı yerlerde 2 tane işçinin çıktığı görülmüştür. Ayrıca 3 veya 4 tane işçide aynı anda kitabe üzerine çıkma ihtimalleri vardır. Bir işçinin ağırlığı teçhizatı ile beraber yaklaşık 900 kN olursa kitabe üzerindeki yük toplam 3600 kN olur. Kitabenin döşeme alanı 10 metrekaredir. Bu durumda üzerindeki hareketli yük 360 kN/m^2 olur. Yapım işinden sonra onarım zamanları dışında üzerine işçinin çıkma ihtimali çok azdır. Ayrıca kitabe zemin ile 80 derece açı yaptığı için üzerinde durulması oldukça zordur. Şu halde hareketli yük için başka ihtimallere bakılmalıdır. Kitabe üzerindeki hareketli yüklerden bir tanesi kar yüküdür. Ancak eğimin fazla olması ve alt kenarlarda çıkımların olmaması sebebi karın üzerinde durması oldukça düşük ihtimaldir.

Hareketli yük için eğimli döşemeleri incelemekte fayda vardır. Kitabenin döşemeleri eğiktir. TS 498 çatılar ve $1/20$ ye kadar eğimli döşemelerde hareketli yük içi $1,5 \text{ kN/m}^2$ miktarını uygun görmüştür. Ancak kitabenin döşemesi bu eğimin çok üzerindedir. Eğri yüzeylerin en yaygın kullanım alanları araç rampaları çatı eğimleri ve cami kubbeleridir.

Bu yapı için hareketli yükün zemin düzlemine dik olacak şekilde $1,5 \text{ kN/m}^2$ kabul edilmiştir.

Hareketli yük zati yük gibi döşemeye dik doğrultusunu bulmak zemin ile arasındaki açının kosinüsüne eşittir.

$$q = 1,5 \times \cos 80^\circ = 0,26 \text{ kN/m}^2$$

4.1.2.3. Rüzgar Yüğü Hesabı

Kitabenin döşemelerinin bina türü döşemelerinden farklı bir yanı vardır. Bina türü döşemelerde sadece sabit ve hareketli yükler mevcuttur. Deprem etkisinin döşemeler üzerindeki etkisi çok az olduğu için ihmal edilir. Bina türü döşemelerde Sabit ve Hareketli yük etkisi vardır. Kitabe döşemelerinde ise bu etkilere ek olarak yataydan esen rüzgar yükü vardır. Rüzgar yükü sabit veya hareketli yük gibi döşeme üzerinde gerilemelere neden olur. Deprem yükünde aynı durum söz konusu değildir. Deprem yükünün döşeme üzerinde etkisi çok az olduğundan ihmal edilmiştir. Yapı üzerindeki rüzgar yükü hesabı için TS 498 de yer alan bilgilere bakılacaktır.

TS 498 (Rüzgar Yüğü Hesabı)

$$W = C_f q A \quad (4.1)$$

C_f = Aerodinamik Yüğü Katsayısı

q = Emme (Hız Basıncı) kN/m^2

A = Etkilenen Yüzey Alanı, m^2

Rüzgar Basıncı (w)

$$w = C_p q \quad (4.2)$$

q = Rüzgar Basıncı

C_p = Emme katsayısı

Çizelge 4.1'de TS 498 den alınmıştır. Çizelgede gösterildiği yapı yüksekliğine bağlı olarak rüzgar hızı ve emme basıncı gösterilmiştir. Bu tabloya göre yapılar zeminden sonraki yükseklikleri ölçü alınarak 4 sınıfa ayrılmıştır. Ayrıca yapılar 100 metre sonrası için tek sınıf olarak değerlendirilmiştir.

Çizelge 4.1. Yüksekliğe bağlı olarak rüzgar hızı ve emme (TS 498)

Zeminden Yükseklik m	Rüzgar Hızı V m/s	Emme q (kN/m ²)
0-8	28	0,5
9-20	36	0,8
21-100	42	1,1
>100	46	1,3

Kitabenin yerden yüksekliği 4,25 m seviyesindedir. Şu hali ile birinci kategoriye dahildir. 0-8 m yüksekliğinde ki rüzgar hızı 28 m/s ve Emme 0,5 kN/m² dir. Ancak yönetmelikte çizelgenin hemen altında bir not vardır. Bu nota göre Sarp ve yüksek yamaçtaki yapıda rüzgarın şiddetli olacağı düşüncesi emmenin $q=1,1$ kN/m² alınması gerekmektedir.

Kitabenin yapıldığı yer sarp ve yüksek bir noktadadır. Ayrıca kitabenin Kuzeyi hariç kalan 3 tarafı yamaç olup rüzgar şiddeti fazladır. Bu nedenle belirtilen not kapsamında olduğu kanaatine varılmıştır.

Bu durumda Emme yükün $q=1,1$ kN/m² olarak alınması uygun görülmüştür. Yeri sarp ve yamaçta olmasaydı emme yükü 0,5 kN/m² olarak alınabilirdi.

4.1.2.3.1. Cf Katsayısı ve Rüzgar Yükünün Belirlenmesi

TS 498 Çizelge 4.2 yapıların C_f katsayısı ve buna bağlı olarak rüzgar yükünü göstermektedir. Teze konu olan yapının zemin üzerinde serbest duran bir duvar tanımına çok yakın olduğu düşüncesine varılmıştır.

Çizelge 4.2. C katsayısı ve rüzgar yükünün yapının etkilenen yüzeyinin birim alanına göre dağılımı (basınç + emme TS 498)

Yapı Cinsi	Katsayı C	Rüzgâr Yükü $W = c.q$			
		$q = 0,5$ kN/m ²	$q = 0,8$ kN/m ²	$q = 1,10$ kN/m ²	$q = 1,30$ kN/m ²
1) Düzlemsel yüzeyler ile sınırlanmış yapı elemanları (Madde 2 istisna) 1.1)Kapalı Yapı Elemanları 1.1.1)Rüzgar yönüne dikey yüzeylerde a)Genel olarak b)Kule tipi yapı- larda(*)	1,2 1,6	0,60 0,80	0,96 1,28	1,32 1,76	1,56 2,08
1.1.2)Rüzgar yönüne α açısı yapan eğimli yüzeylerde a)Genel olarak b)Kule tipi yapılarda	1,2 Sin α 1,6 Sin α	0,60 Sin α 0,80 Sin α	0,96 Sin α 1,28 Sin α	1,32 Sin α 1,76 Sin α	1,56 Sin α 2,08 Sin α
1.2)Kapalı Olmayan Yapı Elemanlarında (**) 1.1.1 ve 1.1.2 deki verilen değerler geçerlidir. Yalnız gayri müsait durumu vermesi halinde bu yükler için ikinci bir hesap daha yapılmalıdır. Bu hesapta rüzgâr yükü çatı iç kısım yüzeyine dik olarak alınır.	1,2	0,60	0,96	1,32	1,56
1.3)Zemin üzerinde serbest duran duvarlar -Genel olarak yükseklği, ortalama genişliğin 5 katı olan duvarlar	1,6	0,80	1,28	1,76	2,00
2)Taşıyıcı sistemler ve taşıyıcı dolu duvarlar					
2.1)Taşıyıcı bir duvar, ardarda sürekli olan taşıyıcı duvarlardan en öndeki ve diğer duvarların etkilenecek kısmı için a)Rüzgar yönüne dikey yüzeylerde b)Rüzgar yönüne α açısı yapan eğimli yüzeylerde	1,6 1,6Sin α	0,80 0,80 Sin α	1,28 1,28 Sin α	1,76 1,76 Sin α	2,08 2,08 Sin α

Yapı Cinsi	Katsayı C	Rüzgâr yükü W = c.q			
		q = 0,5 kN/m ²	q = 0,8 kN/m ²	q = 1,10 kN/m ²	q = 1,30 kN/m ²
2.2) Ardarda olan taşıyıcı duvarlarda en öndeki duvar tarafından yüzeyi kapatılan ikinci taşıyıcı duvar ve diğerlerinin rüzgar yönünde rüzgara maruz kalmaları halinde					
a) Taşıyıcı sistemlerdeki aralıkların sistem genişliğinden küçük olması ve taşıyıcı dolu duvarların taşıyıcı yüksekliğinden küçük olması halinde	0	0	0	0	0
b) Taşıyıcı aralıkları büyük ise					
I) Rüzgar yönüne dikey yüzeylerde	1,2	0,60	0,96	1,32	1,56
II) Rüzgar yönüne α açısı yapan eğimli	1,2 Sin α	0,60 Sin α	0,96 Sin α	1,32 Sin α	1,56 Sin α

(*) Bir yapının kule tipinde yapı olduğunun kabulü için cephelerin yüksekliği ortalama yapı genişliğinin en az 5 katı olmalıdır.

(**) Kapalı olmayan yapı elemanı demek, bir cephesinden veya bütün cephelerinden açık olan veya açılabilir şekilde olan, veyahut bir veya birçok yerinden en az 1/3 oranında açıklıklar olan yapı demektir.

Bu tabloya göre 1.3 ve 2.1 deki yapı tipleri kitabe için uygun olduğu kanaatine varılmıştır. İkisi için C katsayısı 1,6 olarak verilmiştir.

Bu durumda

$$w = C_f \cdot q \quad (4.3)$$

$$w = 1,6 \times 1,1 \text{ kN/m}^2 = 1,76 \text{ kN/m}^2$$

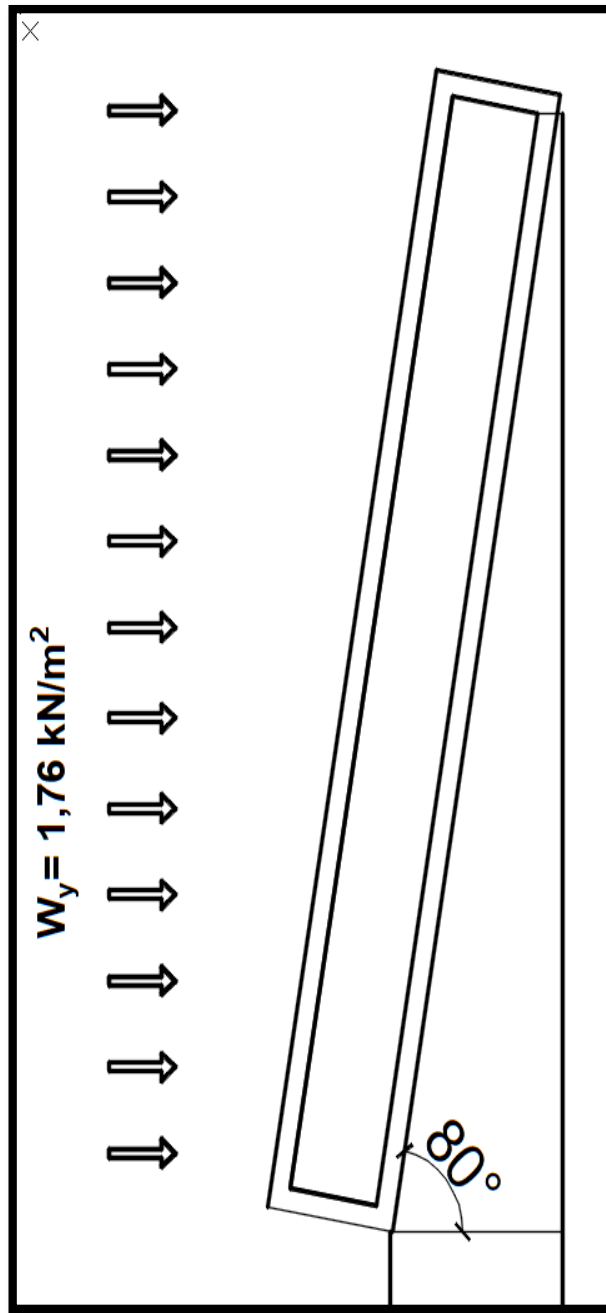
Rüzgar $w = 1,76 \text{ kN/m}^2$ olur.

Şekil 4.4'te görüldüğü gibi kitabe yatay düzlem ile 80 derecelik açı yapmıştır.

Rüzgar yükü ise yatay düzlem ile aynı doğrultudadır

$$w = 1,76 \sin 80^\circ = 1,73 \text{ kN/m}^2$$

Kitabe 3 kolon ile değil tek kolon ile yapılmış olsaydı kule tanımına girerdi. Yapı yüksekliği plandaki eninin 5 katından az olduğu için kule tipi yapılar sınıfına girmemektedir.



Şekil 4.4 Rüzgar kuvveti ve kitabenin zemin ile açısı

4.2. Döşeme Tiplerinin Belirlenmesi

Bu yapıdaki döşemelerin bina türü yapılardan durumu farklıdır. Bina türü yapılarda döşemeler düzlemsel olarak yatay elemanlara mesnetlenir. Burdaki mesnetlenme şekli ise kolonlar ile olmuştur. Ama çalışma klasik döşemelerden farklı değildir. Normal döşemeler 2 türdür. Uzun kenarı kısa kenarının 2 katından fazla olan

döşemeler tek doğrultuda, 2 katından az ise çift doğrultuda çalışan döşemelerdir. İlk bakışta buradaki döşemeler tek doğrultuda çalışan döşemeler tarifine uymaktadır. Ancak döşemeler yukarıdan ve aşağıdan rijit mesnetlenme yapmadığı için döşemeler sadece kısa doğrultuda çalışacaktır. Bu nedenle sadece kısa yönde (x doğrultusunda) hesap yapılacaktır. Döşemelerin alt tarafında kolon ile bağlantı olmadığı için döşemeler y doğrultusunda konsol davranış gösterecektir. Ayrıca kolonlar yapının üst kısmına yakın yerlerde incelmeye başlamıştır. Bu incelme döşeme mesnetlerinde rijitliğin azalmasına neden olmaktadır. Ancak bu etki hesabı değiştirmedikinden göz ardı edilmiştir. Sağ ve sol döşemelerin konsolu daha uzun olması ve bunlara göre donatı hesabı yapılacağı için dikkate alınmamıştır. Yapının küçük olması ve döşeme sayısının az olması nedeni ile döşeme üzerindeki en büyük eğilme momenti bulunmuştur ve bu momente göre donatı hesabı yapılmıştır. Döşeme sayıları fazla olsaydı ekonomi ilkesine göre her bir döşeme için ayrı hesap yapılması gerekmektedir.

4.3. Döşeme Yükleme Durumları

G ve Q yüklemesi kitabenin zemin eğik düzlemine dik doğrultudadır. Bu iki yükün etkileri sabittir. W rüzgar yükü zemin ile yatay yöndedir. Ancak rüzgar yükü yönleri değişkendir. Rüzgar etkilerinin olması durumunda yükleme kombinasyonları TS 500 de aşağıdaki gibidir.

$$F_d = 1,0G + 1,3 Q + 1,3 W \quad (4.4)$$

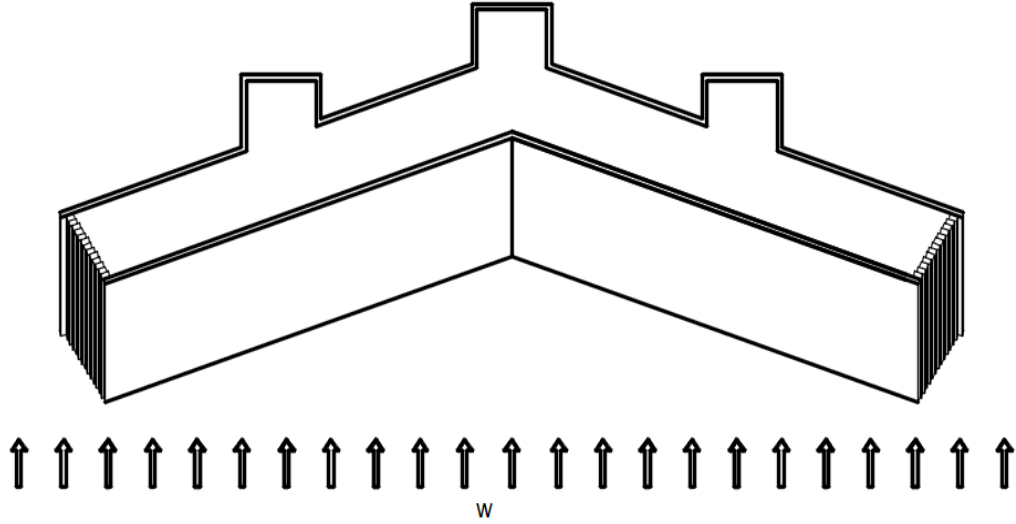
$$F_d = 1,4G + 1,6Q \quad (4.5)$$

$$F_d = 0,9G + 1,3W \quad (4.6)$$

4.4. Rüzgar Yüğü Etkime Durumları

4.4.1. Birinci Durum

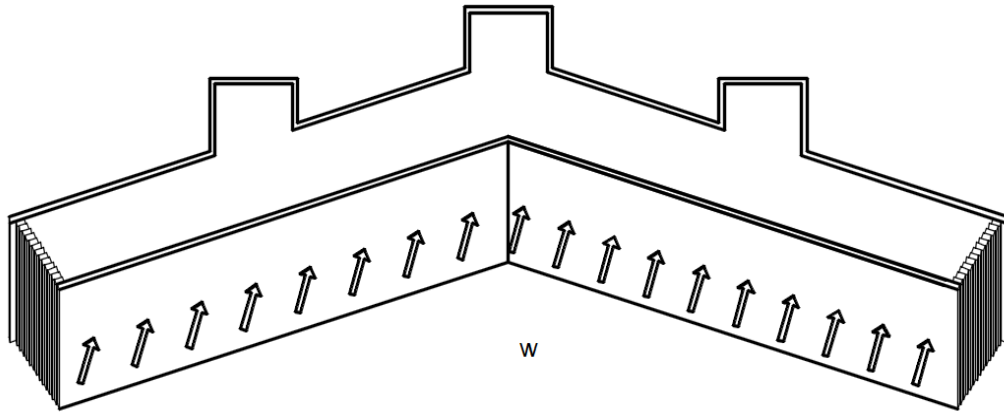
Şekil 4.5'deki gibi yükleme durumunda rüzgar yükü zemine yatay yapının düşey izdüşümüne dik doğrultuda etkimektedir. Bu yükleme durumunda döşemeler üzerinde rüzgarın etkisi ihmal edilmeyecek kadar büyüktür.



Şekil 4.5 Rüzgarın yapı üzerine etkisi

4.4.2. İkinci Durum

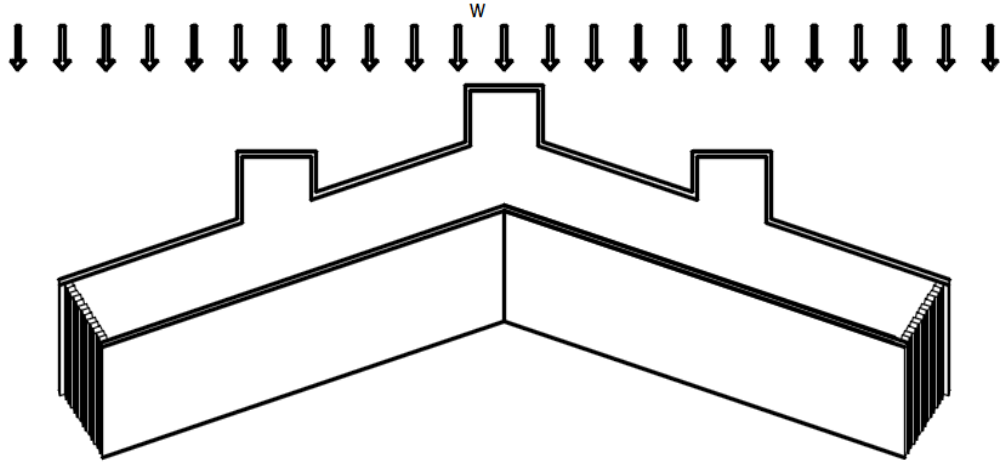
Şekil 4.6’da ki gibi yükleme durumunda rüzgar etkisi kitap şeklindeki yapının bir sayfasına dik olacak şekilde etki etmektedir. Bu durumda kitabın diğer sayfasına kitap kapama açısı kadar açılı etkime yapacaktır. Aynı durum kitabın diğer sayfası içinde geçerlidir. Bu resimde rüzgar etkisi kitabın sağ sayfasına dik geldiği gibi sol sayfasına da dik gelme durumu vardır.



Şekil 4.6 Rüzgar basıncının sağ sayfaya dik gelme durumu

4.4.3. Üçüncü Durum

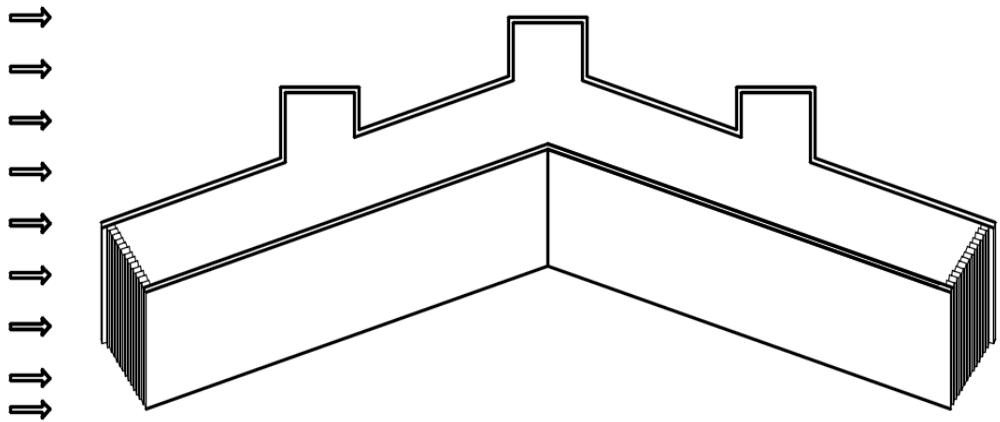
Şekil 4.7’de görülen rüzgar yükü etkiye durumu birinci yüklemenin tersi durumdur. Bu durumda rüzgarın etkisinin bir kısmı kolonların yan yüzlerine gelecektir. Bu durumda döşeme üzerine etki yüklemesi birinci duruma göre daha az olmaktadır.



Şekil 4.7 Rüzgarın yapının arka tarafına etkisi

4.4.4. Dördüncü Durum

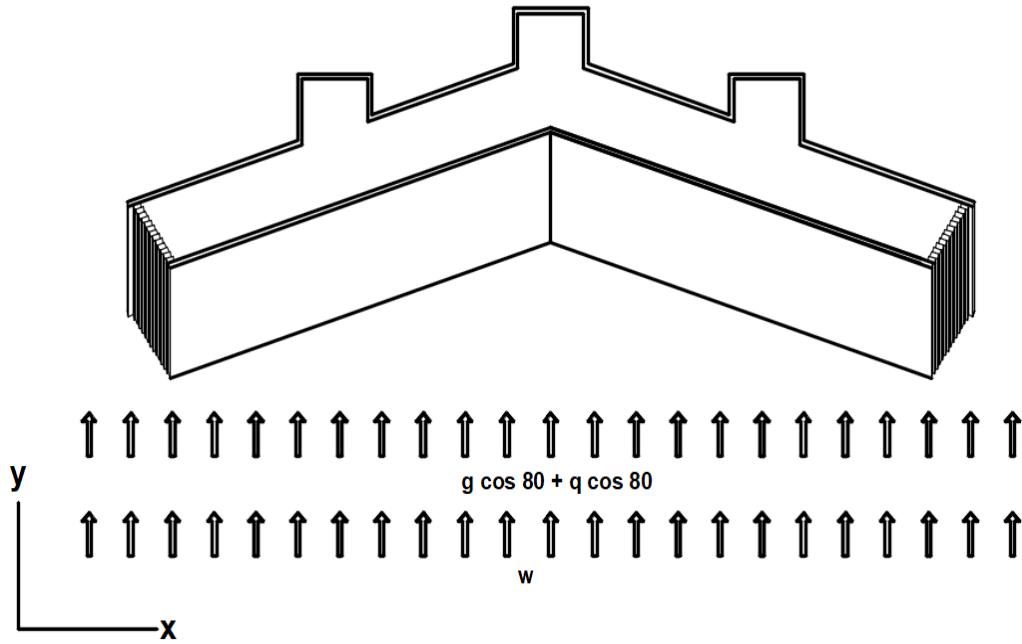
Bu yükleme durumunda kitabın yanlarından rüzgar esme durumudur. Bu durumun döşeme üzerindeki etkisi az olduğundan hesapta dikkate alınmamıştır. Ancak yatay yük hesabında kolonlar üzerinde ki etkileri için dikkate alınacaktır. Bu yükleme durumu Şekil 4.8’de gösterilmiştir.



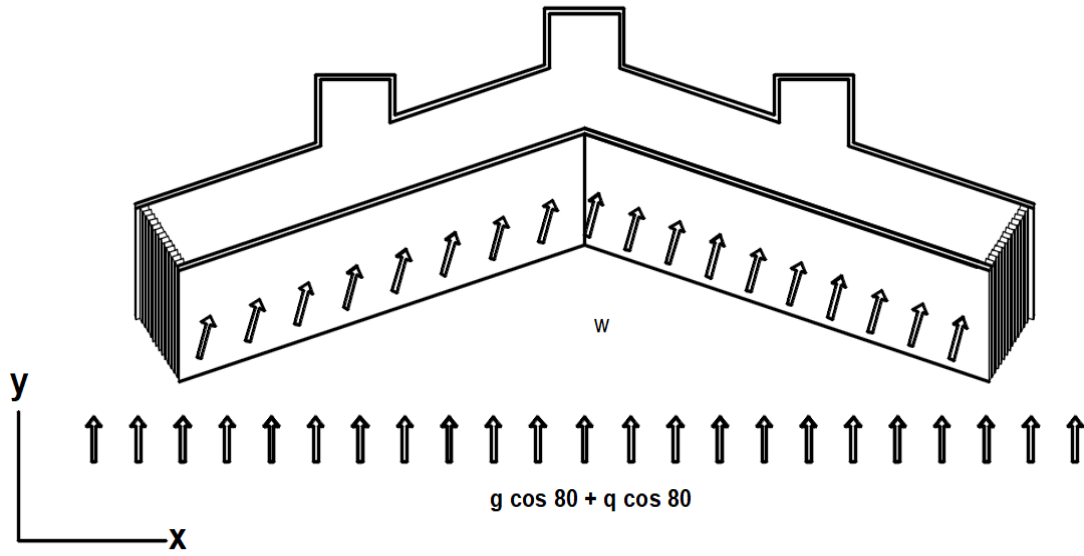
Şekil 4.8 Rüzgarın yandan esmesi

4.5. Elverişsiz Yükleme ve Döşeme Sisteminin Statik Modeli

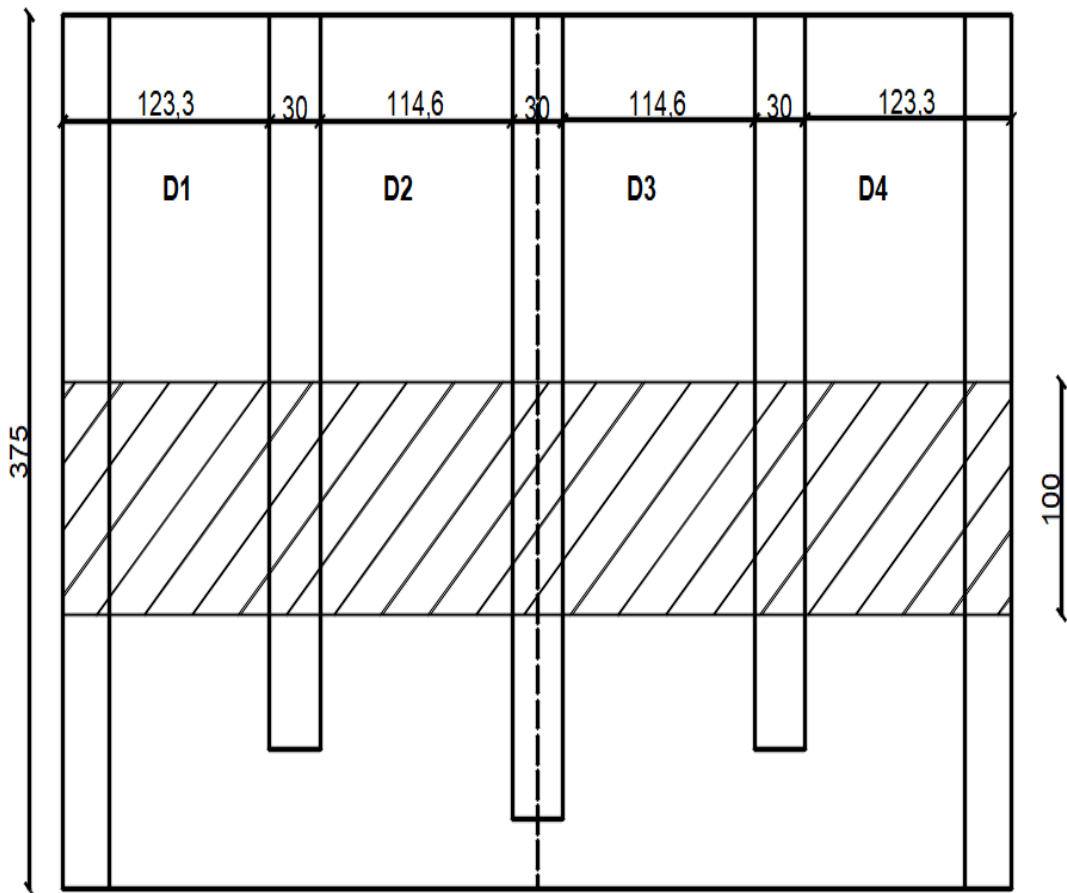
Döşeme kesitlerinde oluşan iç kuvvetlerin hesabında en etkili olan yükleme rüzgar yüklemesidir. Ayrıca döşeme üzerindeki en büyük eğilme momenti sabit ve hareketli yük ile aynı yönde olan yükleme durumlarında ortaya çıkar. Kitabe geriye doğru (y yönünde) 10 derecelik açı ile eğik olduğundan sabit ve hareketli yükler döşeme üzerinde y doğrultusunda kuvvet uygularlar. Bu nedenle rüzgarın bu yöndeki etkileri dikkate alınması sistem üzerindeki en büyük eğilme momentlerini verecektir. Şekil 4.9 ve Şekil 4.10'da gösterildiği gibi birinci ve ikinci yükleme durumlarıdır. Şekil 4.11'de kitabe üzerinde 1 metrelik hesap şeridi seçilmiştir. Bu hesap şeridi çubuk sisteme çevrilmiştir. Burada kolonlar rijit mesnet olarak kabul edilmiştir. Kitabenin alt kısmında döşemenin kolonları henüz kesmediği yerlerde döşeme konsol döşeme gibi çalışmaktadır.



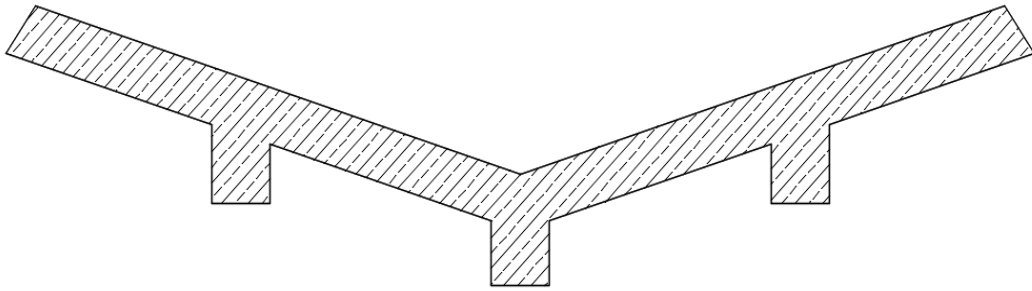
Şekil 4.9 Yapı döşemesi üzerine gelen yükler



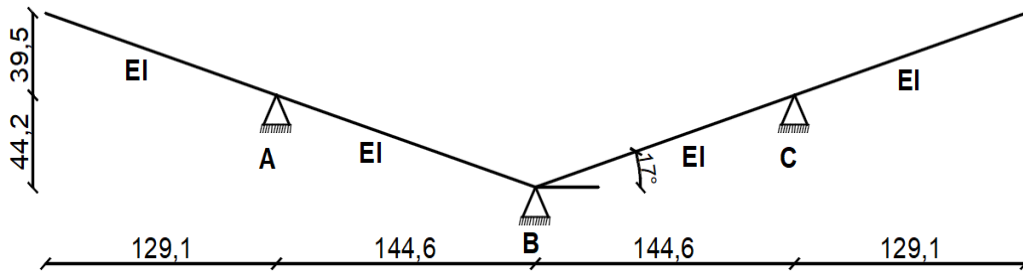
Şekil 4.10 Rüzgar yükü sağ sayfaya dik g ve q yüklerinin yatay düzlemle dik olduğu durum



Şekil 4.11 Döşemelerin planı ve hesap şeridi



Şekil 4.12 Döşeme kesiti



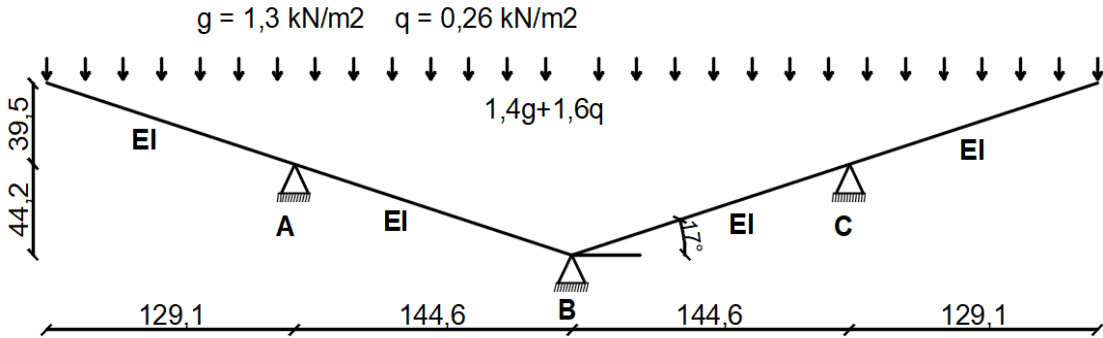
Şekil 4.13 Döşemenin çubuk modeli

4.6. İç Kuvvetlerin Hesabı

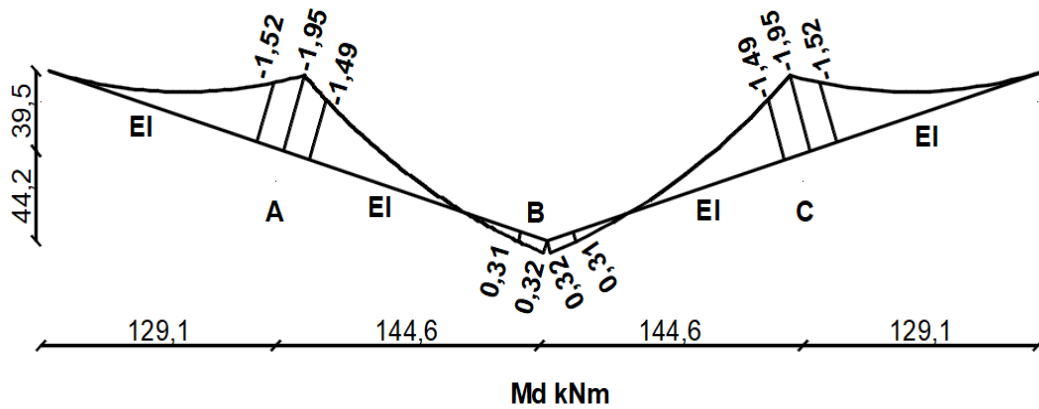
Statik modeli yapılan sistem üzerinde sabit, hareketli ve rüzgar yüklemesi yapılmıştır. Betonarme Hesaplarında döşeme üzerindeki kesme ve normal kuvvet durumu dikkate alınmamıştır. Döşeme kesitlerinde eğilme hesabı yapılmıştır. Taşıyıcı sistem altıncı dereceden hiperstatik bir sistemdir. Çubuğun rijitliği çubuk boyunca sabit olarak alınmıştır. Sistem üzerindeki eğilme momentini bulmak için sap 2000 programı kullanılmıştır. Sap 2000 hesap programında sistem Şekil 4.14'de gösterildiği gibi çubuk elemanlarından oluşan bir sistem olarak modellenmiştir. Bu program ile sistem üzerindeki yüklemeler yapılarak iç kuvvet etkilerini bulmak mümkündür. Ayrıca hiperstatik sistemlerin çözümü için kullanılan yöntemleri kullanarak sistemi çözümü yapılabilir. Kuvvet yöntemi ile sistemin izostatik esas sistemi seçilir. Sistem üzerindeki fazla bağlar kaldırılır ve birim yüklemeler yapılır. Her bir yükleme için moment alan diyagramı çizilir. Bilinmeyenler bulunduktan sonra sistemin moment diyagramı çizilir. Ancak bilinmeyen sayısının 6 olması ve yükleme durumlarının birden çok olması nedeni ile hesap programı kullanılmıştır.

4.6.1. 1,4g+1,6q Yüklemesi

Şekil 4.14 sistemin statik modeli ve üzerindeki yükler gösterilmiştir. Mesnet A,B ve C ile gösterilmiştir. Sistem üzerinde sadece sabit ve hareketli yüklerin etkime durumu ele alınmıştır. Şekil 4.15'te ise yükleme sonucu sistem üzerindeki eğilme momenti diyagramı gösterilmiştir. Mesnetlerin sağ ve solundaki moment değerleri döşemenin bitiş noktalarındaki değerlerdir.



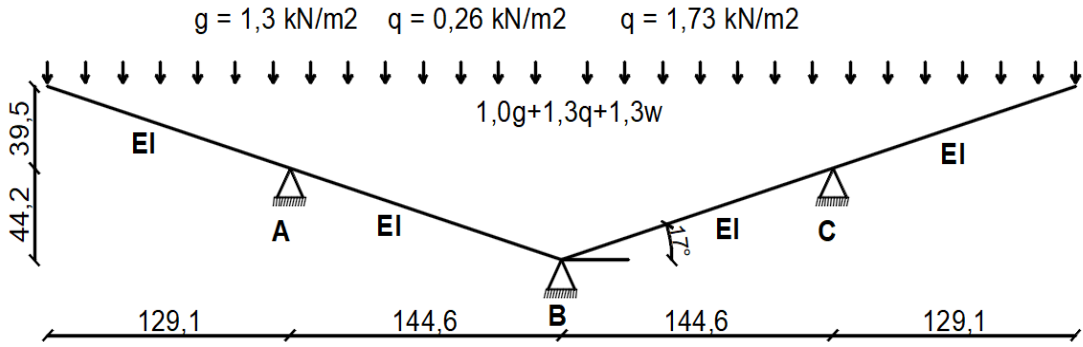
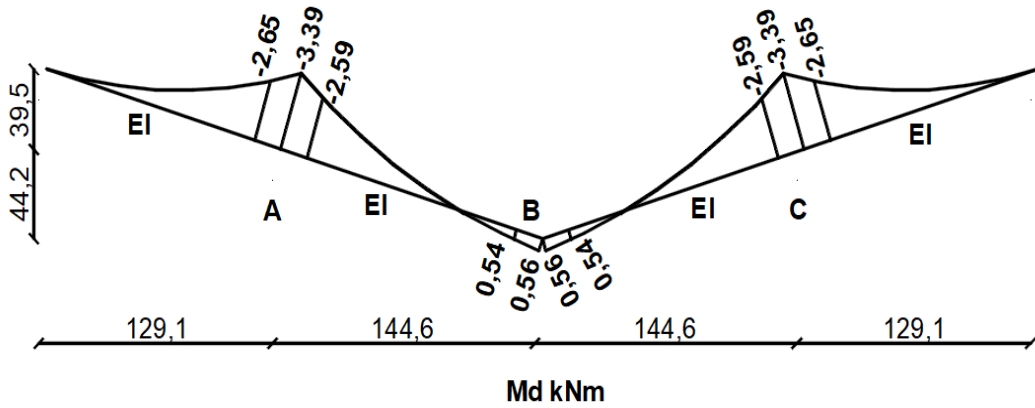
Şekil 4.14 1,4g + 1,6q yüklemesi



Şekil 4.15 Eğilme momenti diyagramı

4.6.2. 1,0g+1,3q+1,3w1 Yüklemesi

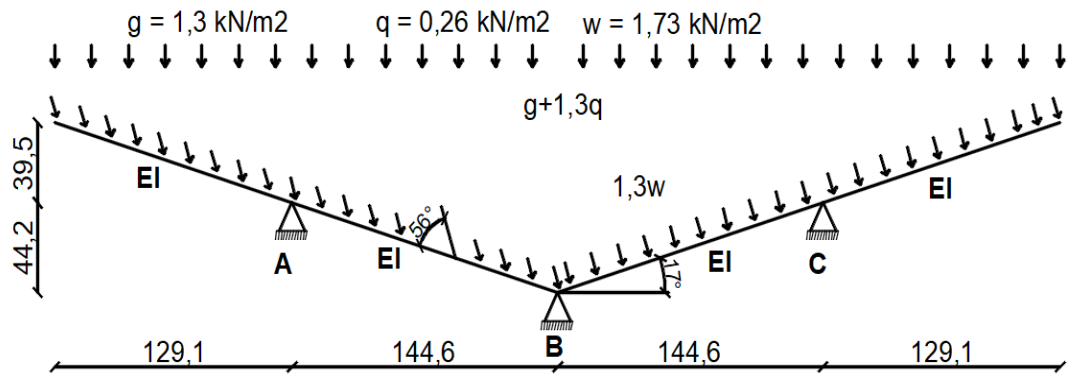
Şekil 4.16'da gösterildiği gibi sistem üzerine sabit hareketli ve rüzgar yükü beraber uygulanmıştır. Bu yükleme durumunda rüzgar kitabının düşey düzlemine dik etki ettiği durumudur. Yükleme kombinasyonu TS 500 den alınmıştır. Şekil 4.17'de ise bu yükleme altında sistem üzerinde meydana eğilme momenti diyagramı gösterilmiştir.

Şekil 4.16 $g+1,3q+1,3w$ yüklemesi

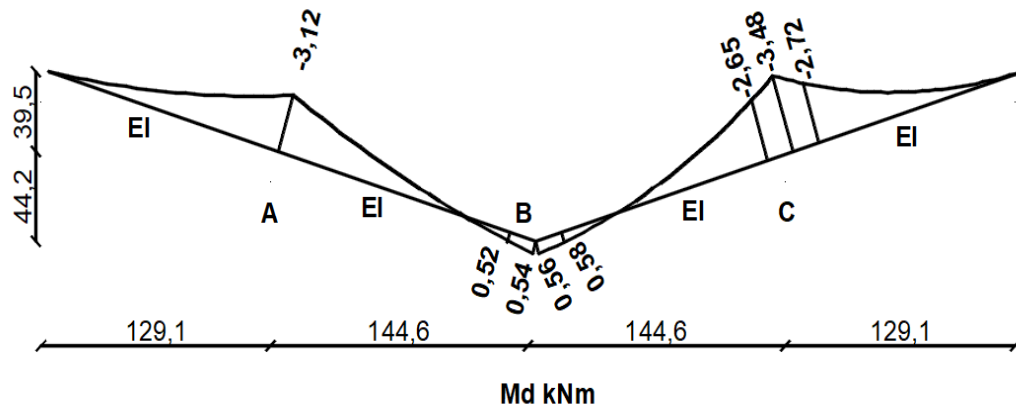
Şekil 4.17 Eğilme momenti diyagramı

4.6.3. $1,0g+1,3q+1,3w_2$ Yüklemesi

Şekil 4.16 'daki yüklemeden farklı olarak bu yükleme durumunda rüzgar yükü yapının sağ sayfasına dik olacak şekilde etki etmiştir. Bu durumda sol sayfada 56 derecelik bir açı ile etki etmektedir. Şekil 4.18'de gösterilmiştir. Bu yükleme durumunda sistem üzerindeki eğilme momenti Şekil 4.19'da gösterilmiştir. Rüzgar yükünün dik olarak ettiği kısımda C mesneti üzerinde $3,48 \text{ kN/m}^2$ bir moment meydana gelmiştir.



Şekil 4.18 g ve q yatay düzleme w ise sayfaya dik yükleme



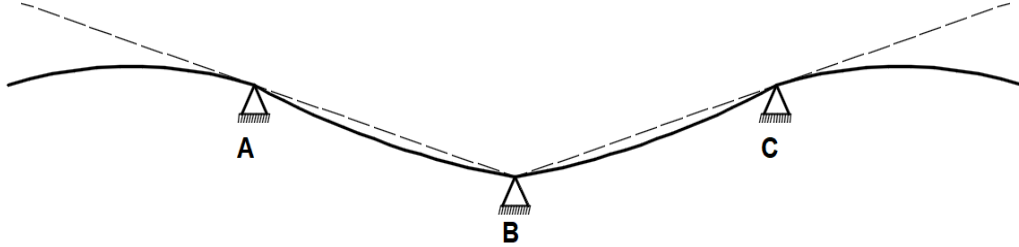
Şekil 4.19 Eğilme momenti diyagramı

4.7. Tasarım Momenti

Sistem üzerindeki en büyük eğilme momenti üçüncü yükleme durumunda gerçekleşmiştir. Sistem simetrik olması nedeni ile aynı durum A noktası içinde geçerlidir. Mesnet noktasında ki moment 3,48 kNm dir. Mesnet momenti düzeltilmesi yapılmaksızın hesap programından 15 cm sağ ve soldan ve momentler alınmıştır. Bu durumda Şekil 4.19’da gösterildiği gibi en büyük eğilme etkisi 2,72 kNm olmuştur. B noktasında sistemin geometrisinden dolayı eğilme momenti düşük çıkmıştır. Ancak donatı tasarımında sistem üzerindeki en büyük eğilme momenti dikkate alınmıştır. B noktasındaki momentlere göre donatı hesabı yapılmamıştır.

4.8. Deformasyon

Betonarme döşemenin yükleme altındaki şekil değiştirmiş durumu Şekil 4.20'deki gibidir. Moment diyagramları incelendiğinde B noktasında bir ayrıntı görülmektedir. Yapı düz olsaydı B noktasında moment eksi yani yukarıda olacaktı. Oysaki kitabenin kapama açısından dolayı B noktasında moment pozitif yönde kalmış negatife geçmemiştir.

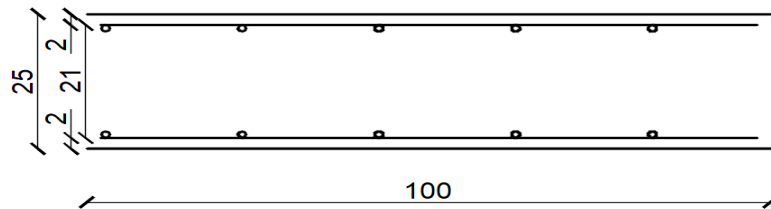


Şekil 4.20 Döşeme deformasyonu

4.9. Döşeme Kesitinde Donatı Hesabı

Tasarım momenti hesaplandıktan donatı hesabı yapılmıştır. Yapıya ait Döşeme kesiti Şekil 4.21'de gösterilmiştir.

Malzeme C 25 S 420



Şekil 4.21 Donatılı döşeme kesiti

Kalınlık Kontrolü

$$h_f = 25 \text{ cm} = 250 \text{ mm}$$

Konsol döşeme $h_f \geq L_{sn}/10$ sehimi hesabı gerekmez.

$$L_{sn} = 123,3 \text{ cm} = 1233 \text{ mm} / 10 = 123,3 \text{ mm} \quad h_f = 250 \text{ mm} > 123,3 \text{ mm} \text{ sehimi hesabına gerek yoktur.}$$

$$\text{İç Açıklık} \quad h_f \geq L_{sn} / 30 \quad L_{sn} = 114,6 \text{ cm} = 1146 \text{ mm} / 30 = 38,2 \text{ mm} \text{ Sehimi hesabına gerek yoktur.}$$

Beton Örtüsü 2 cm = 20 mm, $d=250-20 = 230$ mm $b=100$ cm =1000 mm

Beton C 25 $f_{cd}= 16,7$ Mpa

Çelik S 420 $f_{yd}= 365$ Mpa

$M_d= 2,72$ kNm = $2,72 \times 10^6$ Nmm

$$a = d - \sqrt{d^2 - \frac{2.M_d}{0,85.f_{cd}.b}} \quad (4.7)$$

$$A_s = \frac{M_d}{f_{yd}(d-\frac{a}{2})} \quad (4.8)$$

$$A_s= 32,5 \text{ mm}^2$$

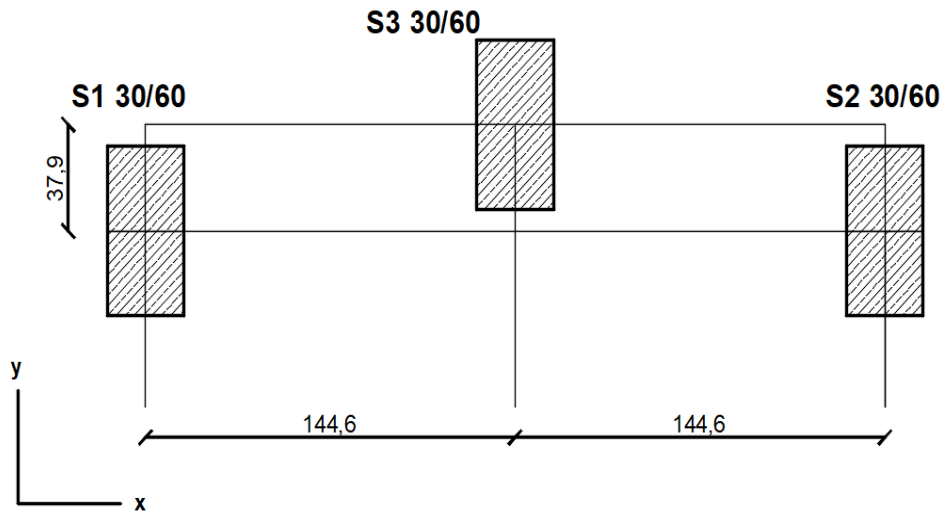
$$A_{smin}= 0,002 b.d = 0,002 \times 1000 \times 230 =460 \text{ mm}^2$$

Seçilen donatı $\Phi 12/200$ 5 adet $A_s= 565 \text{ mm}^2$

Seçilen donatı Döşemelerin her iki yönünde ve her iki tarafında kullanılmıştır.

4.10. Kolon Hesabı

Kitabe düşey de 3 adet kolon ile temel üzerinde oturmuştur. Kolon planı Şekil 4.22’de gösterilmiştir ve ön boyutlandırması yapılmıştır. kolonlar 30x 60 cm ebatında seçilmiştir. Kolon rijitlikleri rüzgar etkisini en iyi karşılayacak şekilde y yönünde yerleştirilmiştir.



Şekil 4.22 Kolon planı

Döşemedeki yükler ve ayrıca deprem yükü kolonlara etkimektedir. Bu nedenle deprem hesabı yapılmıştır. Ancak TS 500 yönetmeliğinde yapılar üzerinde hem rüzgar hem deprem yükü beraber alınmamıştır.

Rüzgar etkisi var İse

$$F_d = 1,0 G + 1,3 Q + 1,3 W \quad (4.9)$$

Depremli durumda

$$F_d = 1,0 G + 1,0 Q + 1,0 E \quad (4.10)$$

Bu nedenle yükleme durumu daha büyük olan yük hesapta dikkate alınmıştır.

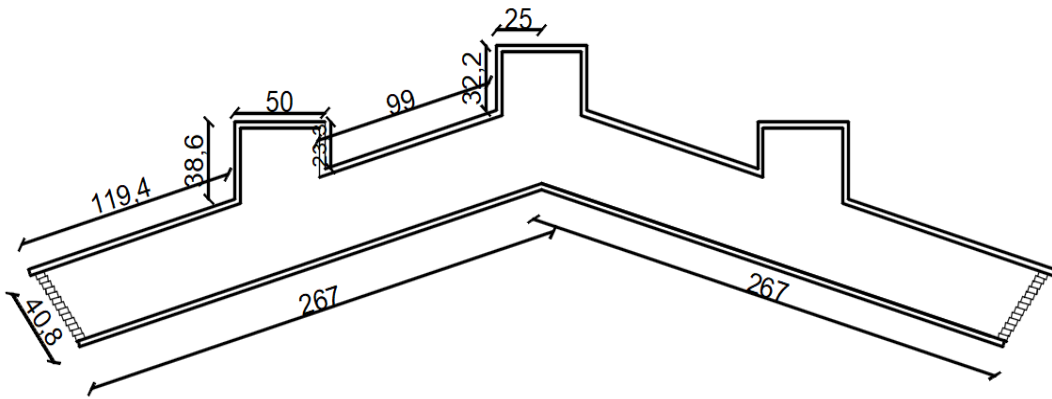
4.11. Deprem Hesabı

Yapı Ağırlığı

$$G_{\text{perde}} = 2,65 \times 3,60 \times 0,25 \times 25 \times 2 = \mathbf{119,25 \text{ kN}}$$

$$G_{\text{kolonlar}} = 0,35 \times 3,25 \times 0,30 \times 3 \times 25 = \mathbf{25,6 \text{ kN}}, \quad 0,3 \times 0,6 \times 2,5 \times 3 \times 25 = \mathbf{33,75 \text{ kN}}$$

Kaplama (Mermer)

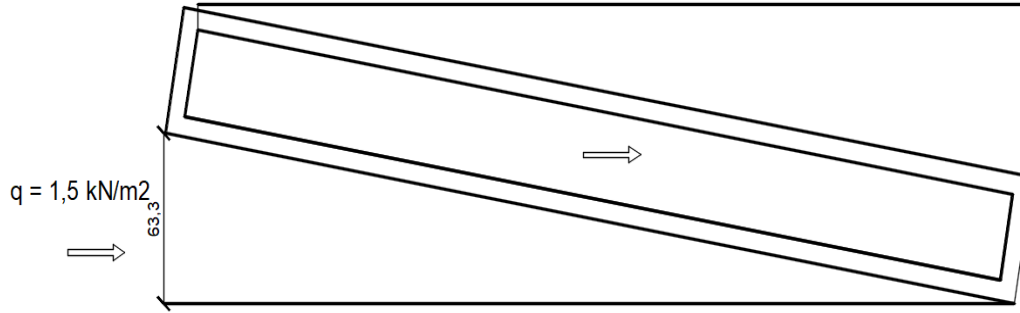


Şekil 4.23 Kaplam malzemesi kesit görünüşü

Ön Yüz	$2,67 \times 3,75 \times 2 = 20 \text{ m}^2$
Arka Yüz	$(1,20 + 0,38 + 0,49 + 0,23 + 1 + 0,32 + 0,25) \times 3,75 \times 2 = 29 \text{ m}^2$
Üst-Alt	$0,35 \times 2,85 \times 2 \times 2 = 4 \text{ m}^2$
Yan	$0,45 \times 3,75 \times 2 \times 2 = 6,75 \text{ m}^2$
Kolonlar	$(0,5 + 0,8) \times 2 \times 1 \times 3 = 7,8 \text{ m}^2$
Toplam Alan	$20 + 29 + 4 + 6,75 + 7,8 = 67,5 \text{ m}^2$
G_{mermer}	$67,5 \times 0,03 \times 28 = \mathbf{56,75 \text{ kN}}$

$$W_G = 119,25 + 25,6 + 33,75 + 56,75 = 235,4 \text{ kN}$$

Hareketli Yük



Şekil 4.24 Hareketli yük iz düşümü

$$W_Q = 0,63 \times 2,67 \times 1,5 \times 2 = 5 \text{ kN}$$

$$W_t = W_G + n \cdot W_Q \quad (4.11)$$

TBDY 2018 Tablo 4.3. $n = 0,3$

$$W_t = 235,4 + 0,3 \times 5 = 236,9 \text{ kN}$$

$$m_t = W_t / g = 236,9 / 9,81 = 24,15 \text{ kN/m/s}^2$$

Bina Hakim Doğal Titreşim Periyodu Hesabı (TBDY 2018 Bölüm 4.7.3.)

$$k_x = 12 E I_x / L^3 \quad (4.12)$$

$$C 25 \text{ için } E = 30 \times 10^6 \text{ kN / m}^2$$

L kat yüksekliği 3,70 m

I_x Atalet momentini m^4

Tablo 4.2. Betonarme Taşıyıcı Sistem Elemanlarının Etkin Kesit Rijitliği Çarpanları

Çerçeve Kolonlar için Eksenel 0,7

$$k_x = (12 \times (30 \times 10^6) / 3,70^3) \times ((0,6^3 \times 0,3) \times 3) \times 0,7 / 12 = 80595,4 \text{ kN/m}$$

$$k_y = (12 \times (30 \times 10^6) / 3,70^3) \times ((0,3^3 \times 0,6) \times 3) \times 0,7 / 12 = 20148,9 \text{ kN/m}$$

$$F_{fi} = (V_t - \Delta F_N) \frac{m_i H_i}{\sum_{j=1}^N m_j H_j} \quad (4.13)$$

Yapı tek katlı olduğu için fiktif kuvvet ($V_t - \Delta F_N$) eşittir.

Fiktif kuvvet 100 kN olsun

Yatay düzlemde fiktif kat deplasman hesabı

$$d_{f1} = d_{f0} + \frac{F_{fi}}{k_i} \quad (4.14)$$

$$d_{fx} = 0 + 100 / 80595,4 = 12,4 \times 10^{-4} \text{ m}$$

$$d_{fy} = 0 + 100 / 20148,9 = 49,63 \times 10^{-4} \text{ m}$$

T Yapının hakim doğal titreşim periyodu (Saniye)

$$T^2 = 4\pi^2 \left[\frac{\sum_{i=1}^N m_i d_{fi}^2}{\sum_{i=1}^N F_{fi} d_{fi}} \right] \quad (4.15)$$

$$T_x^2 = 4\pi^2 \left[\frac{24,15 \times (12,4 \times 10^{-4})^2}{100 \times (12,4 \times 10^{-4})} \right]$$

$$T_x = 0,109 \text{ s}$$

$$T_y^2 = 4\pi^2 \left[\frac{24,15 \times (49,63 \times 10^{-4})^2}{100 \times (49,63 \times 10^{-4})} \right]$$

$$T_y = 0,217 \text{ s}$$

TBDY 2018 e göre hesaplanan bu periyotlar bölüm 4.7.3.4 te verilen T_{pA} periyotunun 1,4 katından fazla olmamalıdır

$$T_{pA} = C_t H_N^{3/4} \quad (4.16)$$

Taşıyıcı sistem betonarme çerçeve ise $C_t = 0,1$ alınır.

H_N Yapı yüksekliğidir.

$$T_{pA} = 0,1 \times (3,70)^{3/4} = 0,267 \text{ s}$$

$$T_x = 0,109 < 1,4 \times 0,267 = 0,373 \text{ s}$$

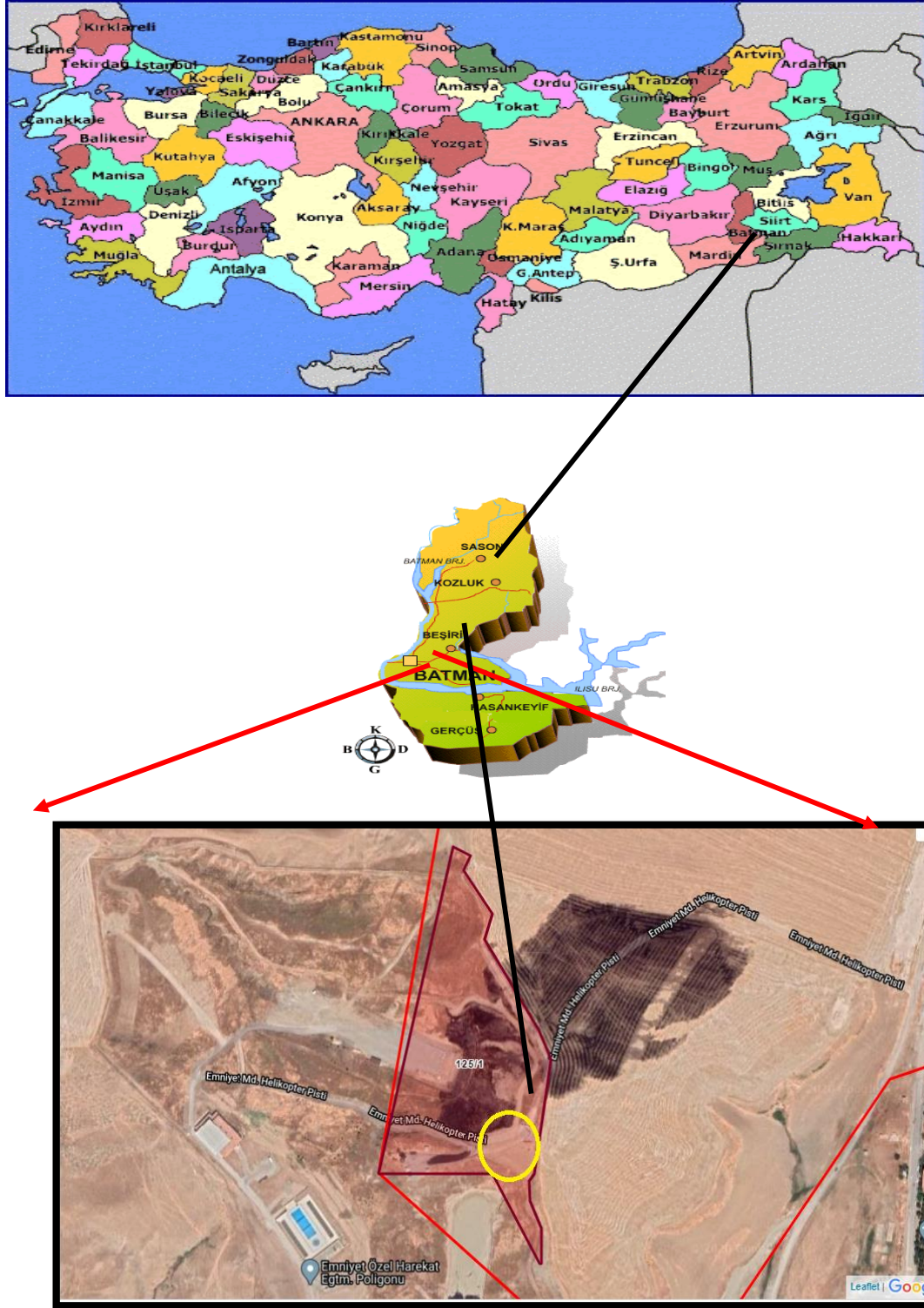
$$T_y = 0,217 < 1,4 \times 0,267 = 0,373 \text{ s}$$

Zemin ve Konum Bilgileri

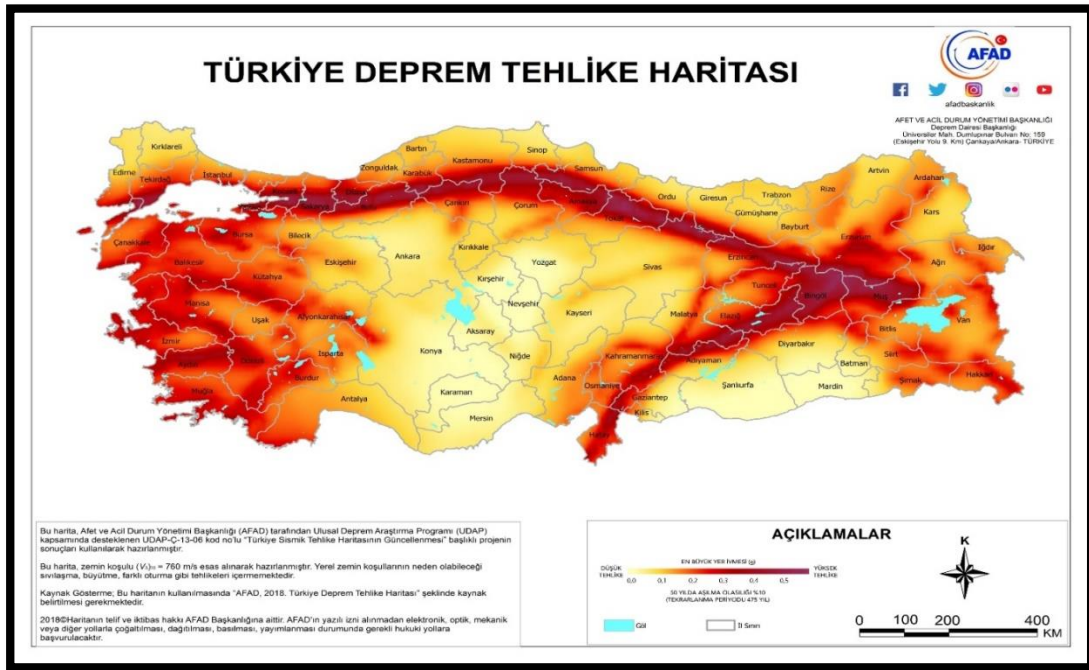
2007 Deprem yönetmeliğine göre binaya etki eden yatay deprem kuvvetlerini belirlemek için etkin yer ivmesi katsayısı kullanılırdı. Binanın konumuna bağlı olarak 4 bölgeye ayrılan deprem bölgesi haritasından alınmaktaydı. Yürürlükteki 2018

TBDY göre deprem parametreleri, binanın konumuna bağılı olarak AFAD tarafından hazırlanan Türkiye Deprem Tehlike Haritasından alınmaktadır.

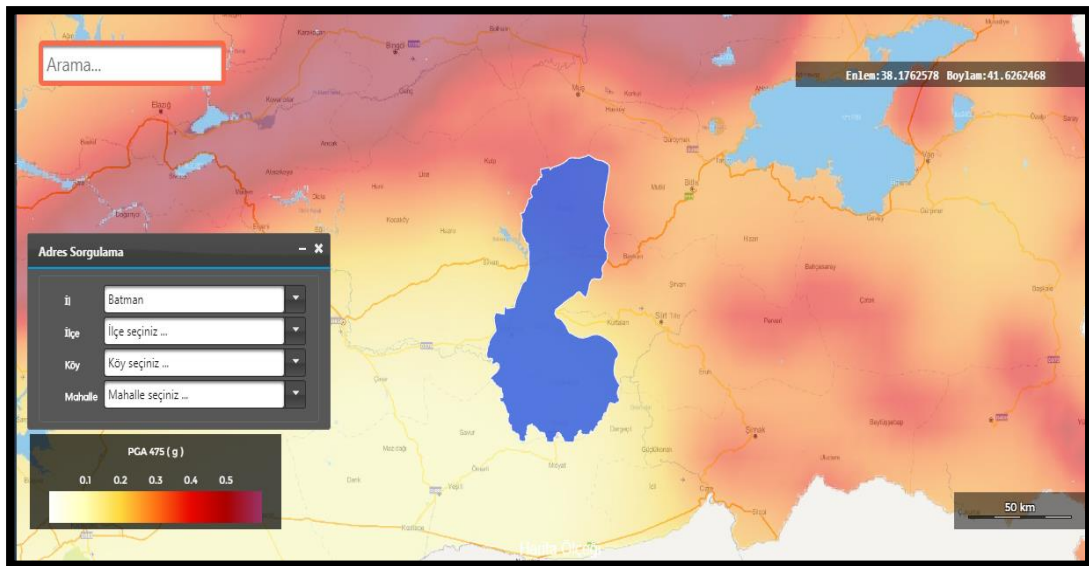
4.12. Yapının Konumu



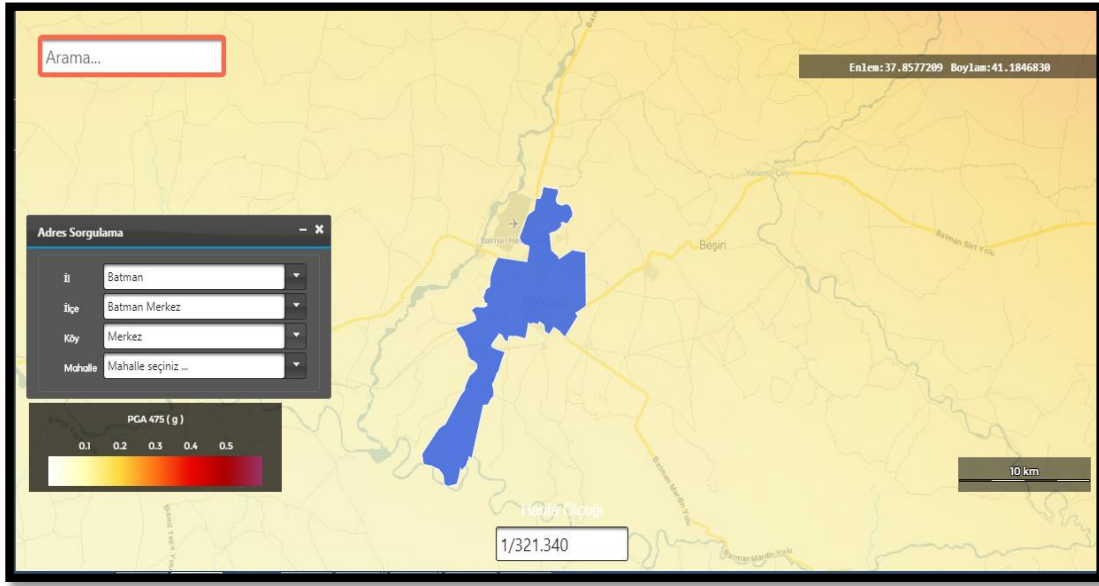
Şekil 4.25 Yapının yapılacağı yerin coğrafi konumu (Doğan, 2019)



Şekil 4.26 Türkiye deprem haritası (Doğan, 2019)



Şekil 4.27 Batman deprem haritası (Doğan, 2019)



Şekil 4.28 Yapının tapu mevkii (Doğan, 2019)



Şekil 4.29 Yapının enlem ve boylamı (Doğan, 2019)




Türkiye Deprem Tehlike Haritaları İnteraktif Web Uygulaması

Kullanıcı Girdileri

Rapor Başlığı: **Batman Merkez Özel Harekat**

50 yılda aşılma olasılığı %10 (tekrarlanma periyodu 475 yıl) olan deprem yer hareketi düzeyi

Deprem Yer Hareketi Düzeyi	DD-2	50 yılda aşılma olasılığı %10 (tekrarlanma periyodu 475 yıl) olan deprem yer hareketi düzeyi
Yerel Zemin Sınıfı	ZD	Orta sıkı - sıkı kum, çakıl veya çok katı kil tabakaları
Enlem:	37.922341°	
Boylam	41.160908°	

Çıktılar

$S_0 = 0.329$	$S_1 = 0.126$	$PGA=0.146$	$PGV=9.994$
---------------	---------------	-------------	-------------

S_0 : Kısa periyot harita spektral ivme katsayısı [boyutsuz]

S_1 : 1.0 saniye periyot için harita spektral ivme katsayısı [boyutsuz]

PGA : En büyük yer ivmesi [g]

PGV : En büyük yer hızı [cm/sn]

Şekil 4.30 Yapının ivme parametreleri (Doğan, 2019)

Yerel Zemin Sınıfları				
Yerel Zemin Sınıfı	Zemin Cinsi	Üst 30 metrede ortalama		
		$(V_s)_{30}$ [m/s]	$(N_{60})_{30}$ [darbe/30 cm]	$(C_u)_{30}$ [kPa]
ZA	Sağlam, sert kayalar	> 1500	-	-
ZB	Az ayrılmış, orta sağlam kayalar	760 - 1500	-	-
ZC	Çok sıkı kum, çakıl ve sert kil tabakaları veya ayrılmış, çok çatlaklı zayıf kayalar	360 - 760	> 50	> 250
ZD	Orta sıkı - sıkı kum, çakıl veya çok katı kil tabakaları	180 - 360	15 - 50	70 - 250
ZE	Gevşek kum, çakıl veya yumuşak - katı kil tabakaları veya $PI > 20$ ve $w > \% 40$ koşullarını sağlayan toplamda 3 metreden daha kalın yumuşak kil tabakası ($C_u < 25$ kPa) içeren profiller	< 180	< 15	< 70
ZF	Sahaya özel araştırma ve değerlendirme gerektiren zeminler : 1) Deprem etkisi altında çökme ve potansiyel göçme riskine sahip zeminler (sıvılaştırılabilir zeminler, yüksek derecede hassas killeri, göçebilir zayıf çimentolu zeminler vb.), 2) Toplam kalınlığı 3 metreden fazla turba ve/veya organik içeriği yüksek killeri, 3) Toplam kalınlığı 8 metreden fazla olan yüksek plastisiteli ($PI > 50$) killeri , 4) Çok kalın (> 35 m) yumuşak veya orta katı killeri.			

Şekil 4.31 Yerel zemin sınıf bilgisi (Doğan, 2019)

Yerel Zemin Etki Katsayıları

Yerel Zemin Sınıfı	Kısa periyot bölgesi için Yerel Zemin Etki Katsayısı F_s					
	$S_s \leq 0.25$	$S_s = 0.50$	$S_s = 0.75$	$S_s = 1.00$	$S_s = 1.25$	$S_s \geq 1.50$
ZA	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8
ZB	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9
ZC	1.3	1.3	1.2	1.2	1.2	1.2
ZD	1.6	1.4	1.2	1.1	1.0	1.0
ZE	2.4	1.7	1.3	1.1	0.9	0.8
ZF	Sahaya özel zemin davranış analizi yapılacaktır.					

Yerel Zemin Sınıfı ZD ve $S_s = 0.329$ için $F_s = 1.537$

Şekil 4.32 Yerel zemin etki katsayıları (Doğan, 2019)

Yerel Zemin Sınıfı	1.0 saniye periyot için Yerel Zemin Etki Katsayısı F_1					
	$S_1 \leq 0.10$	$S_1 = 0.20$	$S_1 = 0.30$	$S_1 = 0.40$	$S_1 = 0.50$	$S_1 \geq 0.60$
ZA	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8
ZB	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8
ZC	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.4
ZD	2.4	2.2	2.0	1.9	1.8	1.7
ZE	4.2	3.3	2.8	2.4	2.2	2.0
ZF	Sahaya özel zemin davranış analizi yapılacaktır.					

Şekil 4.33 1 Saniye periyot için yerel zemin etki katsayıları (Doğan, 2019)

Yerel Zemin Sınıfı ZD ve $S_1 = 0.126$ için $F_1 = 2.348$

Tasarım Spektral İvme Katsayıları

$$S_{DS} = S_5 F_5 = 0.329 \times 1.537 = 0.506$$

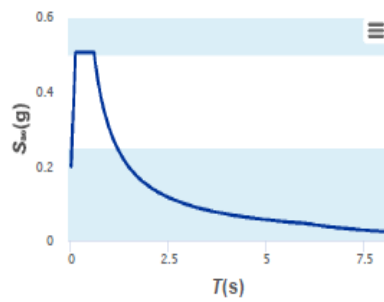
$$S_{D1} = S_1 F_1 = 0.126 \times 2.348 = 0.296$$

S_{DS} : Kısa periyot tasarım spektral ivme katsayısı [boyutsuz]

S_{D1} : 1.0 saniye periyot için tasarım spektral ivme katsayısı [boyutsuz]

Şekil 4.34 Tasarım spektral ivme katsayıları (Doğan,2019)

Yatay Elastik Tasarım Spektrumu



$$S_{ae}(T) = \left(0.4 + 0.6 \frac{T}{T_A}\right) S_{DS} \quad (0 \leq T \leq T_A)$$

$$S_{ae}(T) = S_{DS} \quad (T_A \leq T \leq T_B)$$

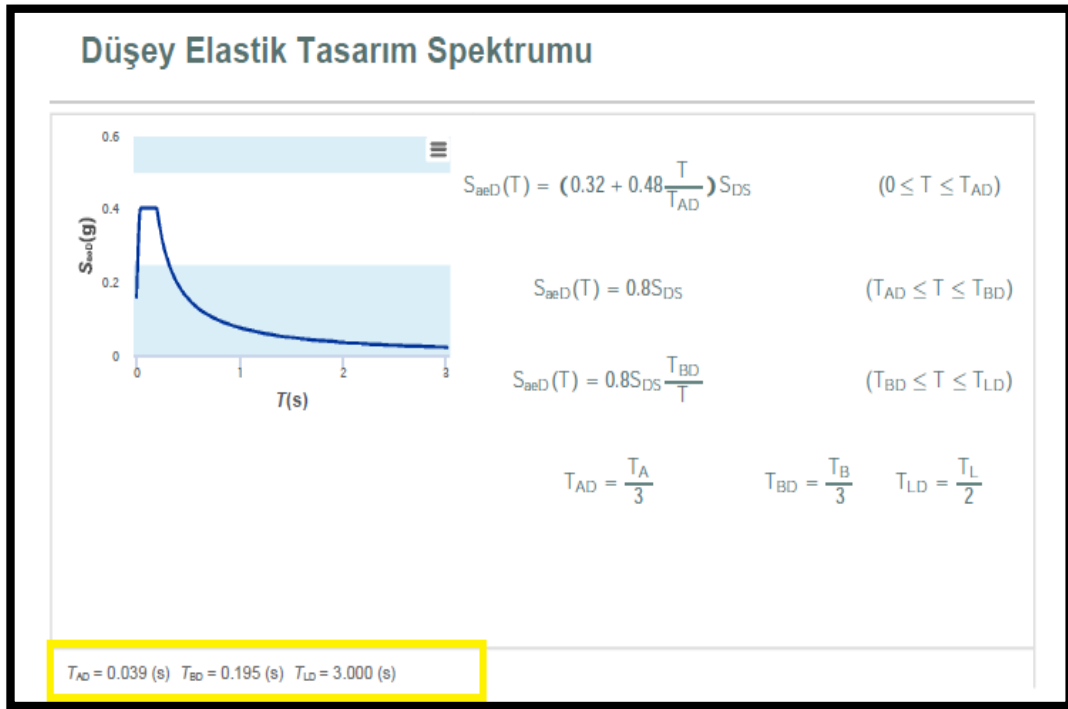
$$S_{ae}(T) = \frac{S_{D1}}{T} \quad (T_B \leq T \leq T_L)$$

$$S_{ae}(T) = \frac{S_{D1} T_L}{T^2} \quad (T_L \leq T)$$

$$T_A = 0.2 \frac{S_{D1}}{S_{DS}} \quad T_B = \frac{S_{D1}}{S_{DS}} \quad T_L = 6s$$

$$T_A = 0.117 \text{ (s)} \quad T_B = 0.585 \text{ (s)} \quad T_L = 6.000 \text{ (s)}$$

Şekil 4.35 Yatay elastik tasarım spektrumu (Doğan, 2019)



Şekil 4.36 Düşey elastik tasarım spektrumu (Doğan, 2019)

Batman İli, Merkez İlçesi, **Amso Mahallesi 125 Ada, 1 no'lu parsel'de**, 4,75 m yüksekliğinde Betonarme Kitabe Yapılmıştır. Ancak Bu yapıya ait özel bir tanımlama yoktur. Yapının kullanım amacı anıt olduğu için müzeler sınıfına girdiği kanaatine varılmıştır. Çizelge 4.3 yapının taşıyıcı sistem bilgisi ve yapı sınıfı bilgilerini içermektedir.

Çizelge 4.3 Yapı sınıfı ve taşıyıcı sistem bilgisi

Kullanım Amacı	Etüt Alanı (m ²)	Oturum Alanı (m ²)	Toplam Kat Adedi	Kazı Derinliği (m)	Yapı Malzemesi
Müze	38.247,04			-1,50	Betonarme

2018 TBDY ye göre bina önem katsayıları kullanım amacına göre 3 sınıfa ayrılmıştır. Betonarme Kitabe BKS= 1 sınıfına girmektedir. Bina önem katsayısı Çizelge 4.4’de gösterilmiştir.

Çizelge 4.4 Bina kullanım sınıfları ve bina önem katsayıları (TBDY 2018)

Bina Kullanım Sınıfı	Binanın Kullanım Amacı	Bina Önem Katsayısı (I)
BKS = 1	Deprem sonrası kullanımı gereken binalar, insanların uzun süreli ve yoğun olarak bulunduğu binalar, değerli eşyanın saklandığı binalar ve tehlikeli madde içeren binalar a) Deprem sonrasında hemen kullanılması gerekli binalar (Hastaneler, dispanserler, sağlık ocakları, itfaiye bina ve tesisleri, PTT ve diğer haberleşme tesisleri, ulaşım istasyonları ve terminalleri, enerji üretim ve dağıtım tesisleri, vilayet, kaymakamlık ve belediye yönetim binaları, ilk yardım ve afet planlama istasyonları) b) Okullar, diğer eğitim bina ve tesisleri, yurt ve yatakhaneler, askeri kışlalar, cezaevleri, vb. c) Müzeler d) Toksik, patlayıcı, parlayıcı, vb. özellikleri olan maddelerin bulunduğu veya depolandığı binalar	1.5
BKS = 2	İnsanların kısa süreli ve yoğun olarak bulunduğu binalar Alışveriş merkezleri, spor tesisleri, sinema, tiyatro, konser salonları, ibadethaneler, vb.	1.2
BKS = 3	Diğer binalar BKS=1 ve BKS=2 için verilen tanımlara girmeyen diğer binalar (Konutlar, işyerleri, oteller, bina türü endüstri yapıları, vb.)	1.0

Deprem tasarım sınıfı 2018 TBDY yer alan bir bölümdür. 2007 deprem yönetmeliğinde bu bölüm yoktu. Deprem tasarım sınıflarına ait bilgiler Çizelge 4.5’te gösterilmiştir.

Çizelge 4.5 Deprem tasarım sınıfları (2018 TBDY)

DD-2 Deprem Yer Hareketi Düzeyinde Kısa Periyot Tasarım Spektral İvme Katsayısı (S_{DS})	Bina Kullanım Sınıfı	
	BKS = 1	BKS = 2, 3
$S_{DS} < 0.33$	DTS = 4a	DTS = 4
$0.33 \leq S_{DS} < 0.50$	DTS = 3a	DTS = 3
$0.50 \leq S_{DS} < 0.75$	DTS = 2a	DTS = 2
$0.75 \leq S_{DS}$	DTS = 1a	DTS = 1

Bina yükseklik sınıfı deprem tasarım sınıfı gibi 2018 TBDY yeni girmiştir. Bir önceki yönetmelikte bu bölüm yoktu. Bina yükseklik sınıflarına seçilen deprem tasarım sınıfları Çizelge 4.6’da gösterilmiştir.

Çizelge 4.6 Bina yükseklik sınıfları (2018 TBDY)

Bina Yükseklik Sınıfı	Bina Yükseklik Sınıfları ve Deprem Tasarım Sınıflarına Göre Tanımlanan Bina Yükseklik Aralıkları [m]		
	DTS = 1, 1a, 2, 2a	DTS = 3, 3a	DTS = 4, 4a
BYS = 1	$H_N > 70$	$H_N > 91$	$H_N > 105$
BYS = 2	$56 < H_N \leq 70$	$70 < H_N \leq 91$	$91 < H_N \leq 105$
BYS = 3	$42 < H_N \leq 56$	$56 < H_N \leq 70$	$56 < H_N \leq 91$
BYS = 4	$28 < H_N \leq 42$	$42 < H_N \leq 56$	
BYS = 5	$17.5 < H_N \leq 28$	$28 < H_N \leq 42$	
BYS = 6	$10.5 < H_N \leq 17.5$	$17.5 < H_N \leq 28$	
BYS = 7	$7 < H_N \leq 10.5$	$10.5 < H_N \leq 17.5$	
BYS = 8	$H_N \leq 7$	$H_N \leq 10.5$	

Bina temelinin oturacağı seviye için, statik projeye esas zemin parametreleri Çizelge 4.7’de yer almaktadır.

Çizelge 4.7 Yapıya ait zemin ve deprem parametreleri

Tasarım Dayanımı	$q_t = 220 \text{ kN/m}^2$
Yerel zemin sınıfı	ZD
Deprem Bölgesi	DD2
PGA	0,146
PGV	9,994
Spektral ivme Katsayısı ($S_s - S_1$)	$S_s = 0,329 - S_1 = 0,126$
Yerel Zemin Etki Katsayıları	$F_s = 1,537 - F_1 = 2,348$
Tasarım Spektral İvme Katsayıları ($S_{DS} - S_{D1}$)	$S_{DS} = 0,506 - S_{D1} = 0,296$
Bina Yükseklik Sınıfı (BYS)	BYS=8
Bina Kullanım Sınıfı (BKS)	BKS=1
Deprem Tasarım Sınıfı (DTS)	DTS=2
Bina önem katsayısı	$I=1,5$
Yatay/Düşey Elastik Tasarım İvme Spektrum Köşe Periyotları ($T_A - T_B - T_{AD} - T_{BD}$)	$T_A = 0,117 \text{ s} \quad T_B = 0,585 \text{ s}$ $T_L = 6,000 \text{ s}$ $T_{AD} = 0,039 \text{ s} \quad T_{BD} = 0,195 \text{ s}$ $T_{LD} = 3,000 \text{ s}$
Zemin Yatak Katsayısı	$K_s = 2900 \text{ t/m}^3$
Enlem Boylam	Enlem: $37,922341^\circ$ Boylam: $41,160908^\circ$

TBDY Tablo 4.4 Eşdeğer deprem yükü uygulanabilecek binaları göstermektedir.

$$DTS = 2$$

BYS ≥ 5 olması durumunda Eşdeğer deprem yükü kullanılabilir.

4.12.1. Eşdeğer Deprem Yükü

TBDY 2018 e göre yapımız eşdeğer deprem yüküne göre çözüm yapılabilir.

$$V_{tE} = m_t S_{aR}(T_p) \geq 0,04 m_t I S_{DS} g \quad (4.17)$$

TBDY 2018 Bölüm 2.3.4.1.

$$S_{ae}(T) = \left(0,4 + 0,6 \frac{T}{T_A}\right) S_{DS} \quad (0 \leq T \leq T_A) \quad (4.18)$$

$$S_{ae}(T) = S_{DS} \quad (T_A \leq T \leq T_B) \quad (4.19)$$

$$S_{ae}(T) = \frac{S_{D1}}{T} \quad (T_B \leq T \leq T_L) \quad (4.20)$$

$$S_{ae}(T) = \frac{S_{D1} T_L}{T^2} \quad (T_L \leq T) \quad (4.21)$$

$S_{ae}(T)$: Yatay Elastik Tasarım spektral İvme

$$T_x = 0,109 \text{ s}$$

$$T_y = 0,217 \text{ s}$$

$$T_A = 0,117 \text{ s}$$

$$T_B = 0,585 \text{ s}$$

$$T_A \leq T_y \leq T_B \quad S_{ae}(T_y) = S_{DS} = 0,506 \text{ g}$$

$$0 \leq T_x \leq T_A \quad S_{ae}(T_x) = \left(0,4 + 0,6 \frac{T_x}{T_A}\right) S_{DS} \quad (4.22)$$

$$S_{ae}(T_x) = 0,485 \text{ g}$$

Tablo 4.1.

R Taşıyıcı Sistem Davranış Katsayısı	8
D Dayanım fazlalığı katsayısı	3

Deprem Yüğü Azaltma Katsayısı $R_a(T)$

$$R_a(T) = \frac{R}{I} \quad T > T_B \quad (4.23)$$

$$R_a(T) = D + \left(\frac{R}{I} - D \right) \frac{T}{T_B} \quad T \leq T_B \quad (4.24)$$

$$T_x = 0,109 < 0,585 = T_B$$

$$R_a(T_x) = 3 + \left(\frac{8}{1} - 3 \right) \frac{0,109}{0,585} = 3,93$$

$$T_y = 0,217 < 0,585 = T_B$$

$$R_a(T_y) = 3 + \left(\frac{8}{1} - 3 \right) \frac{0,217}{0,585} = 4,85$$

Azaltılmış Tasarım Spektral İvmesi $S_{aR}(T)$ (g)

$$S_{aR}(T) = \frac{S_{ae}(T)}{R_a(T)} \quad (4.25)$$

$$S_{aR}(T_x) = \frac{0,485}{3,93} = 0,123 \text{ g}$$

$$S_{aR}(T_y) = \frac{0,506}{4,85} = 0,104 \text{ g}$$

Eşdeğer Deprem Yüğü V_t (kN)

$$V_{tE} = m_t S_{aR}(T_p) \geq 0,04 m_t I S_{DS} g \quad (4.26)$$

$$V_{tx} = 24,15 \times 0,123 \times 9,81 \geq 0,04 \times 24,15 \times 1,5 \times 0,506 \times 9,81$$

$$V_{tx} = 29,15 \text{ kN} \geq 7,19 \text{ kN}$$

$$V_{ty} = 24,15 \times 0,104 \times 9,81 \geq 0,04 \times 24,15 \times 1,5 \times 0,506 \times 9,81$$

$$V_{ty} = 24,64 \text{ kN} \geq 7,19 \text{ kN}$$

Eşdeğer Deprem Yükleri

$$V_{tx} = 29,15 \text{ kN} \quad V_{ty} = 24,64 \text{ kN}$$

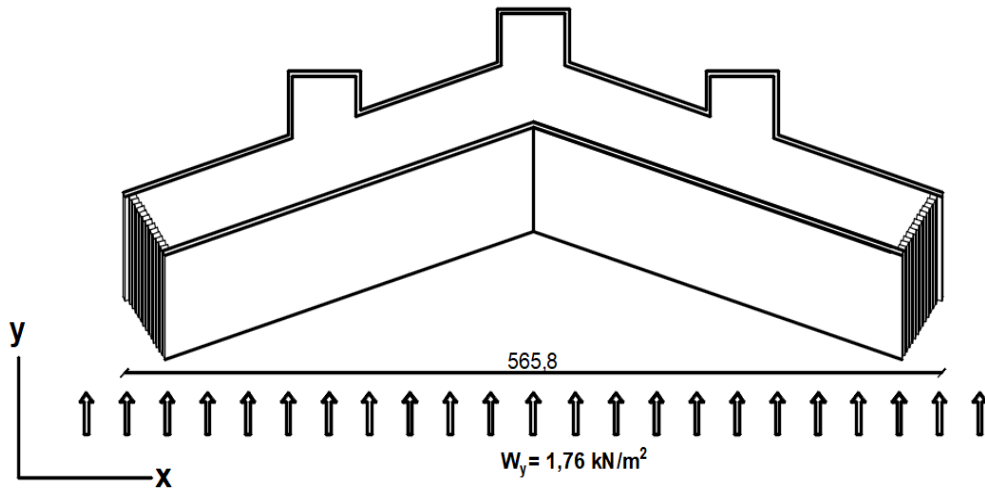
Yapı üzerinde x yönünde oluşan toplam deprem kesme kuvveti 29,15 kN dur. Bu kuvvet yapının kütle merkezine uygulanır. Yapının y yönünde ise 24,64 kN deprem kesme kuvveti meydana gelmiştir.

TS 500 yükleme kombinasyonları içinde hem deprem yükü hem rüzgar yükü alınmamaktadır. Bu nedenle Rüzgar yükünün yapı üzerinde oluşturduğu kesme kuvvetinin bulunması gerekir.

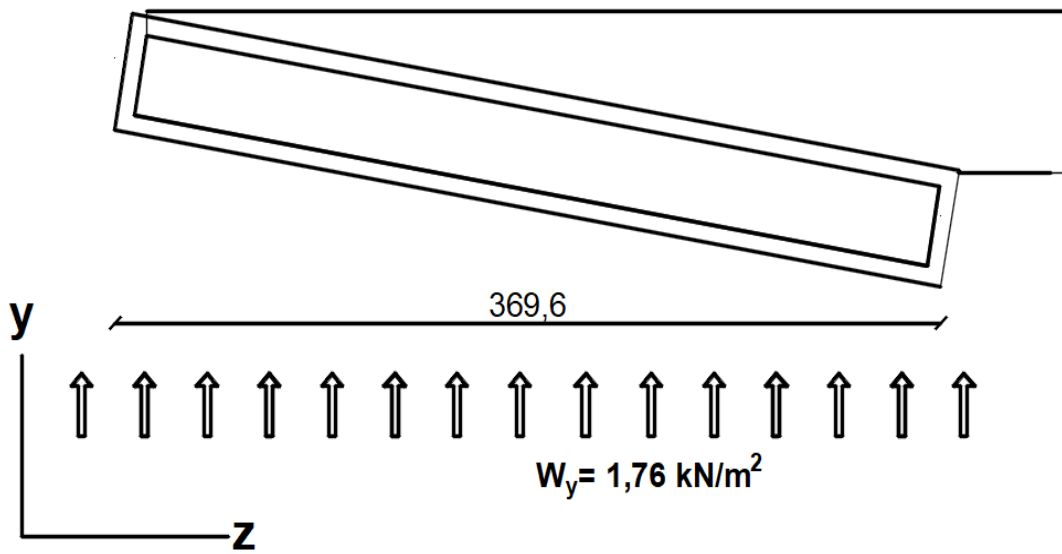
4.12.2. Rüzgar Kuvveti (W_y)

Döşeme hesabında yapı üzerindeki rüzgar yükü hesaplanmıştı. Ancak döşeme zemin düzlemi ile 80 derece açı yaptığı için rüzgar yükünün bu açının sinüsü ile çarpılmıştı. Yapı üzerindeki kesme kuvvetinin kolonlar üzerindeki etkisi hesaplanacağından yatay yükü dikkate alınacaktır.

$$w = 1,76 \text{ kN/m}^2$$



Şekil 4.37 Yatay rüzgar kuvveti



Şekil 4.38 Düşey rüzgar kuvveti

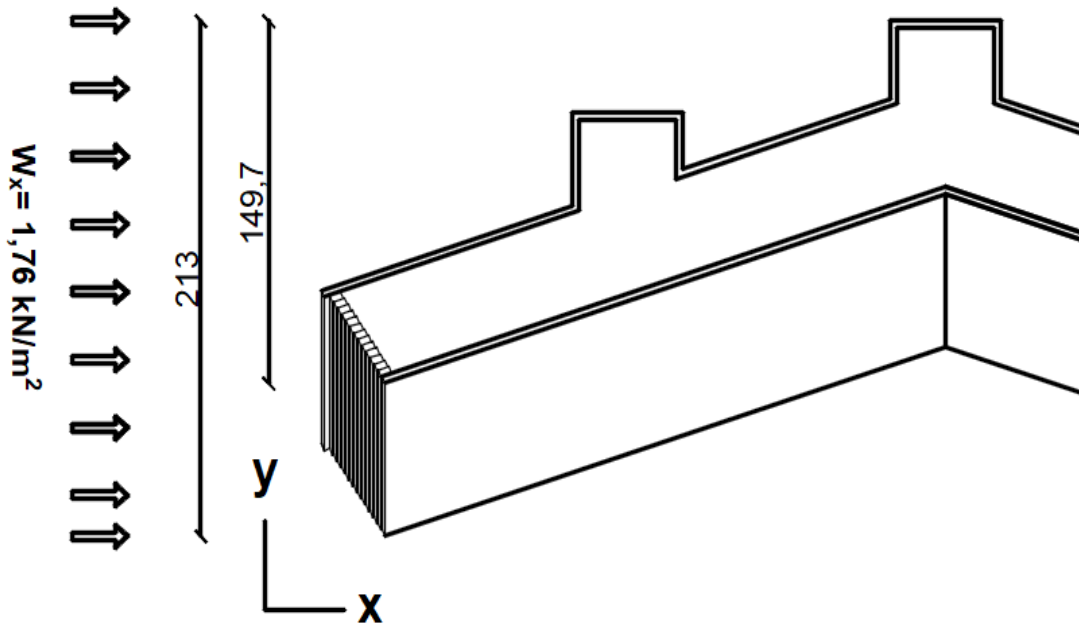
Şekil 4.37 ve 4.38’de gösterildiği birim rüzgar yükü yapı üzerinde yatayda 5,65 metre, düşeyde ise 3,7 metre boyunca etmektedir.

$$W_y = 1,76 \times 5,65 \times 3,7 = \mathbf{36,8 \text{ kN}}$$

4.12.3. Rüzgar Kuvveti (W_x)

X yönünde esen rüzgar yaklaşık alt kenarı 2,13 m ve üst kenarı 1,5 m ve yüksekliği 3,70 m olan bir trapez alan üzerine etkime yapar. Şekil 4.39’da rüzgarın x yönündeki esmesi durumunda yapı üzerindeki etki alanı gösterilmiştir. Bu alan üzerindeki rüzgar basınç kuvvetinin bileşkesi x yönündeki yatay kuvvete eşittir. Yapının üst kenarının alt kenarında az olmasının sebebi yapının geriye doğru 10 derece eğik olmasıdır.

$$W_x = 1,76 \times ((2,13+1,5) \times 3,70 / 2) = \mathbf{11,9 \text{ kN}}$$



Şekil 4.39 Yanlara etkiyen yatay rüzgar kuvveti

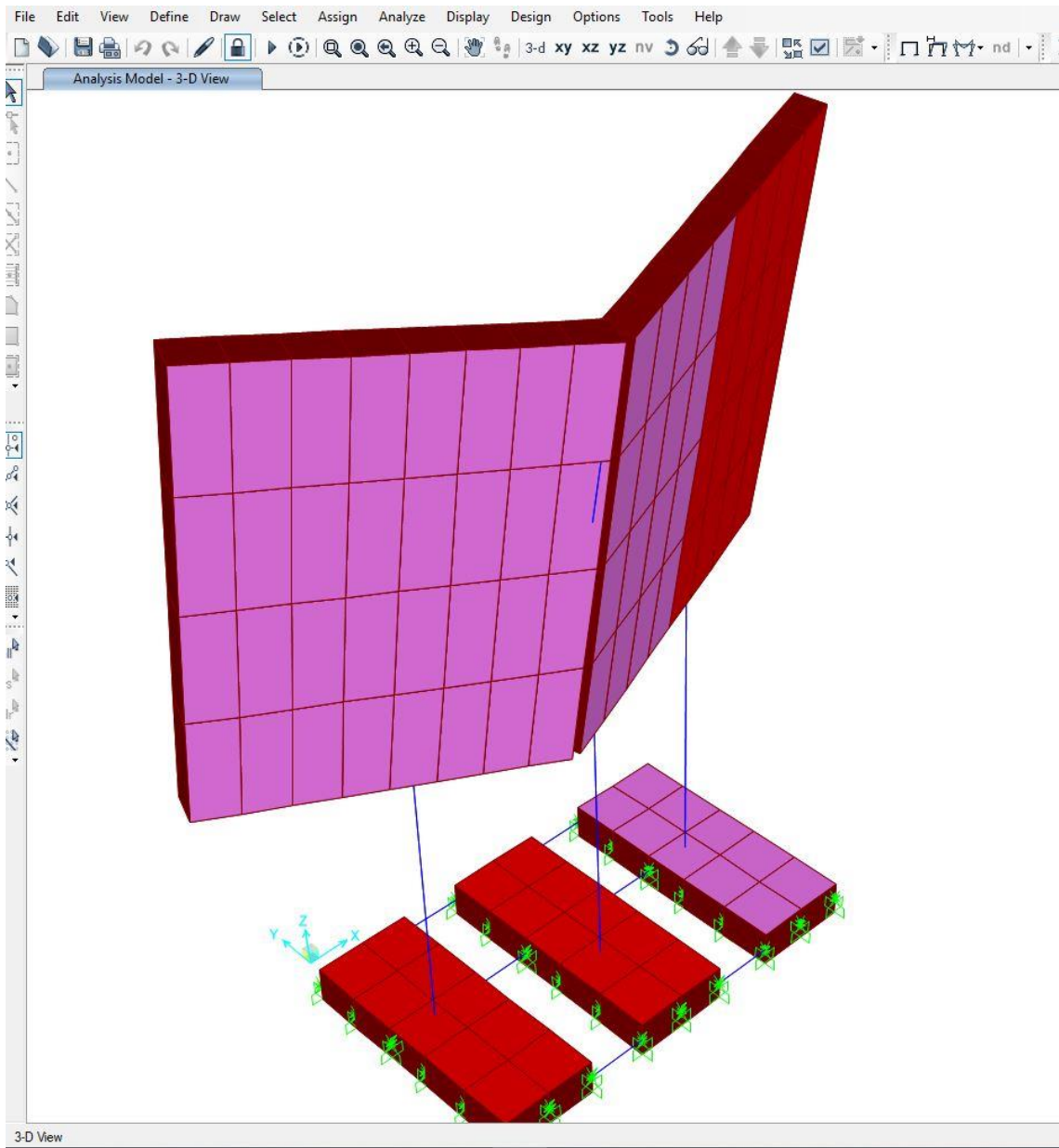
4.13. Deprem ve Rüzgar Kuvvetlerinin karşılaştırılması

TS 500 Yük kombinasyonlarında deprem ve rüzgar aynı anda etkiye durumunu dikkate almamıştır. Teorik olarak bir bölgede bir yapı üzerinde aynı anda en hızlı rüzgarın esmesi ve o bölgedeki en büyük depremin olması çok düşük bir ihtimaldir. Bu nedenle ayrı yükleme durumları hesaplanması tavsiye edilmiştir. Statik tasarım ve donatı hesabı için en elverişsiz yüklemeye göre yapılması gerekmektedir. Bu durumda yatayda hangi kuvvet fazla ise onun dikkate alınması doğru olacaktır. Ayrıca Rüzgar yükünde 1,3 katsayısı olduğu da dikkat edilmesi gereken bir husustur.

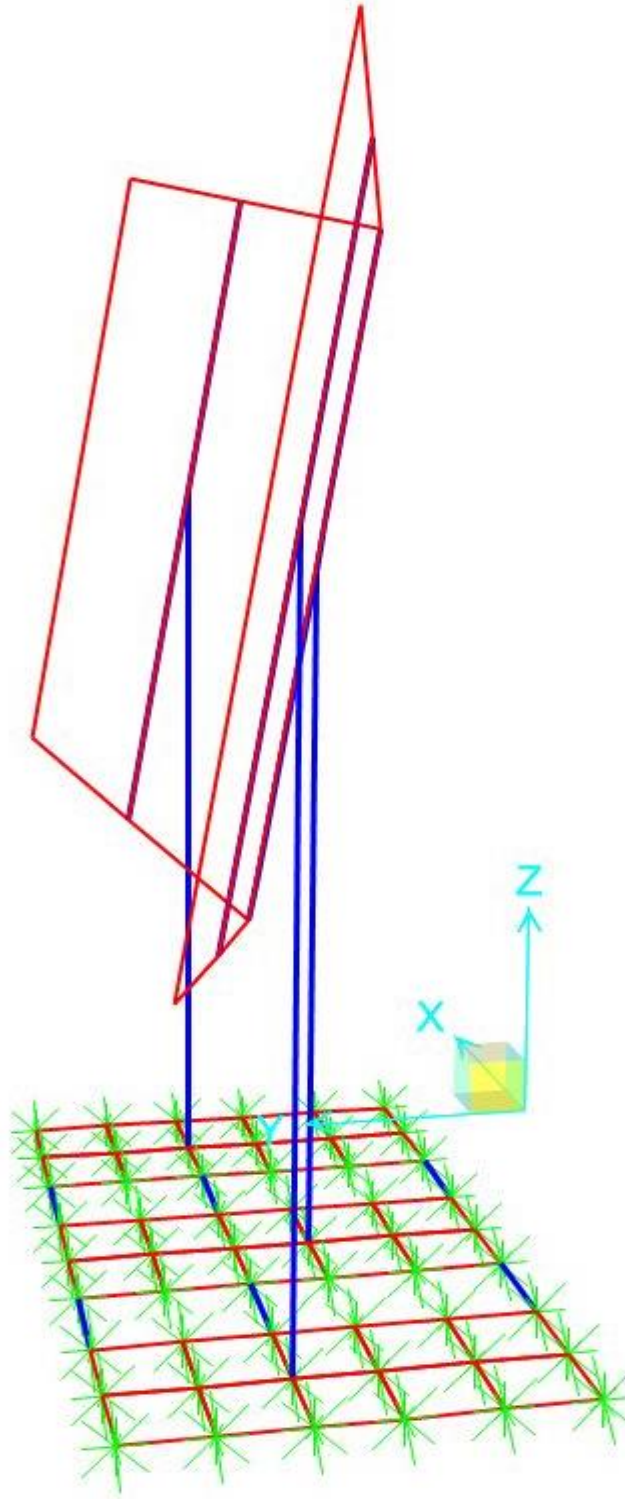
Bu bilgiler çerçevesinde yapının X yönündeki rüzgar ve deprem kuvvetleri karşılaştırıldığında deprem kuvvetinin büyük olduğu görülmüştür. Bu nedenle x yönündeki kolon ve temel hesabında $V_{tx} = 29,15$ kN yatay kesme kuvveti hesaba katılacaktır. Y yönünde ise yapının geometrisinden dolayı rüzgar kuvveti deprem kuvvetinden daha büyük çıkmıştır. Bu nedenle kolon ve temellerin hesabında $W_y = 36,8$ kN yatay kesme kuvveti değeri kullanılacaktır.

4.14. SAP 2000 İle Kesit Kuvvetlerinin Bulunması

Yapının kolonlarının üzerindeki iç kuvvetlerin bulunması için SAP 2000 hesap yazılım programı kullanılmıştır. Sap 2000 programı yapı elemanları üzerinde tasarım kesit kuvvetlerinin bulunmasında kullanılır. Şekil 4.40'ta yapının Sap 2000 modeli gösterilmiştir. Şekil 4.41 ise yapının sap 2000 programında ki sonlu eleman modeline aittir.

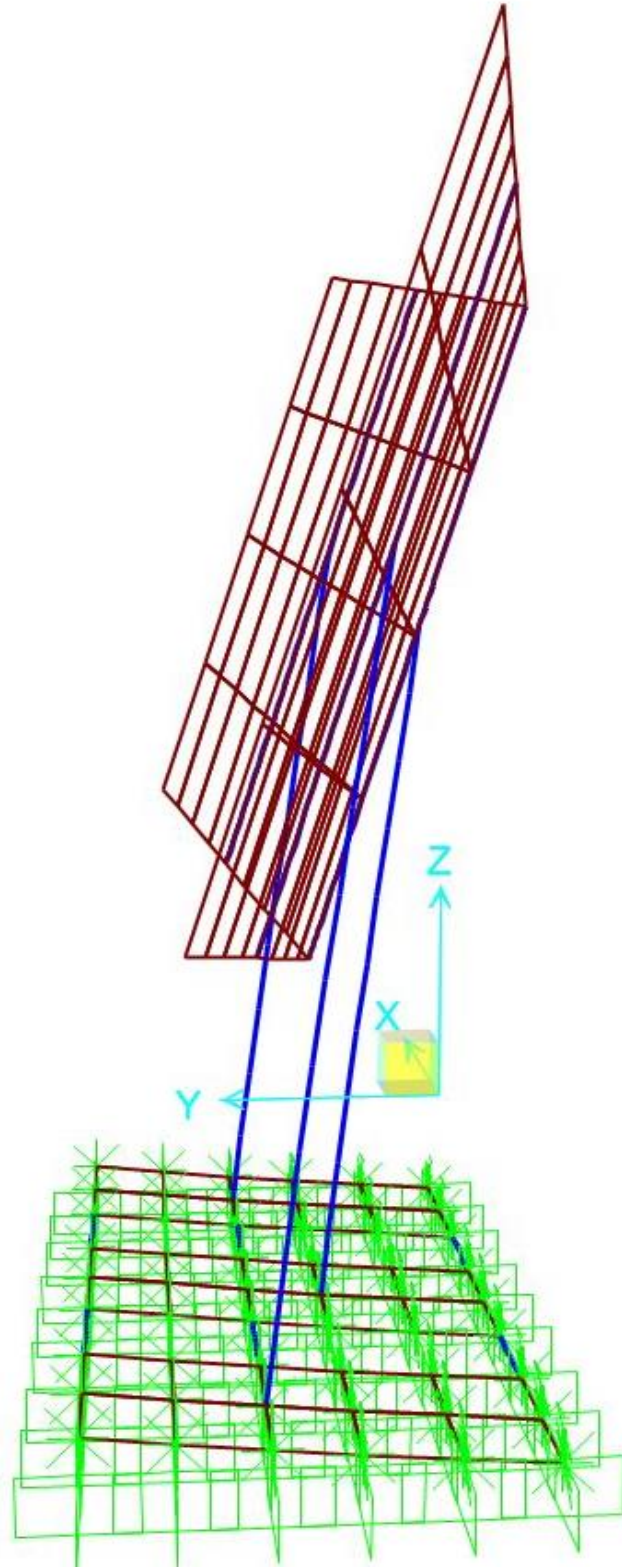


Şekil 4.40 Sap 2000 de yapı modeli



Şekil 4.41 Yapının sonlu modeli ile yandan görünüşü

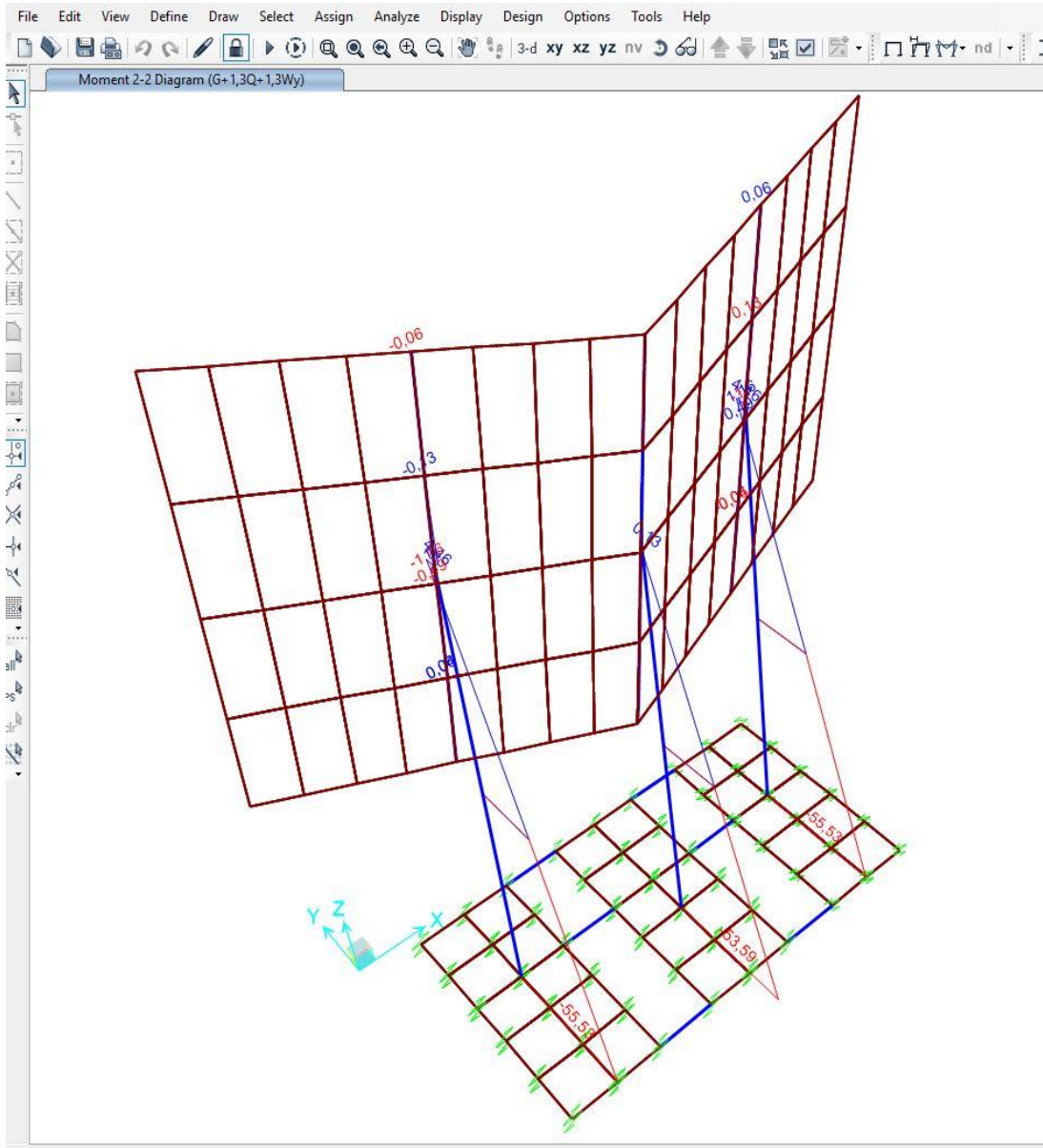
Şekil 4.42 yapının y yönünden gelen rüzgar kuvveti etkisindeki şekil değiştirmesidir. Yapı geometrisi nedeni ile y yönündeki yatay kuvvet x yönüne göre daha büyüktür.



Şekil 4.42. Yapının rüzgar yükü etkisinde şekil değıştirmesi

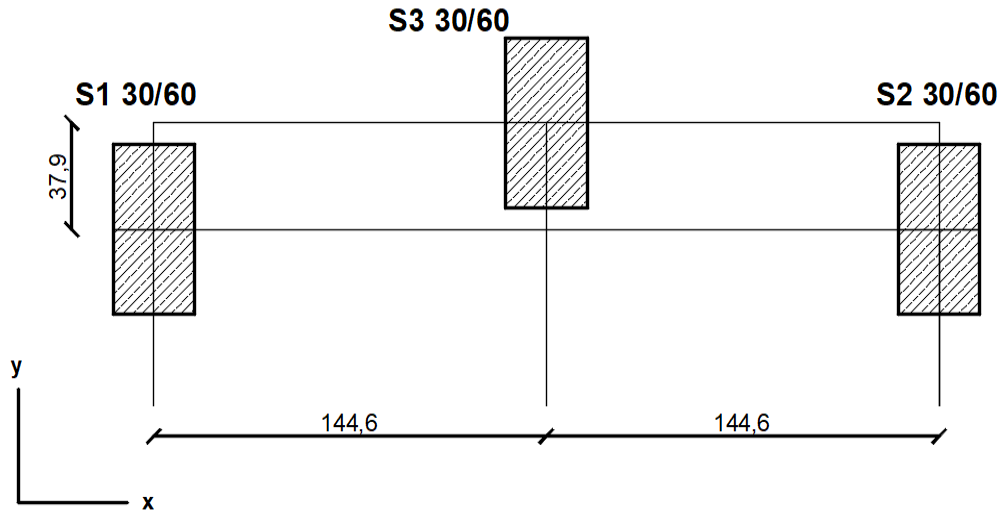
Yapı üzerinde yapılan yüklemeler sonucunda kolon üzerindeki en büyük moment değeri Şekil 4.43'te gösterilmiştir. Şekil 4.43'te görüldüğü gibi en büyük

moment değerleri y yönünden ters esen rüzgar etkisinde meydana gelmiştir. Bunun nedeni ise yapının ağırlık merkezinin artı y yönünde olmasındandır.

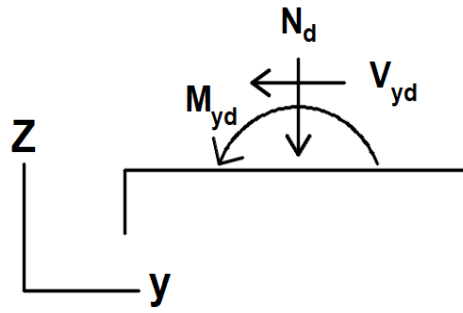


Şekil 4.43 Yapının sonlu elemanlar modeli

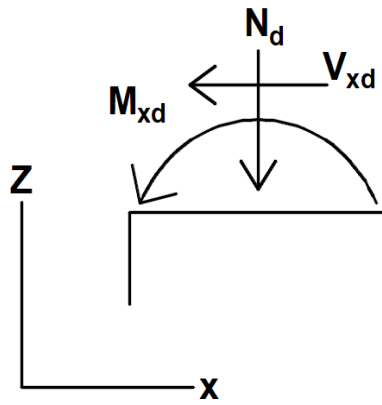
Bu yüklemeler sonucunda kolonlar üzerindeki Moment, Normal, ve Kesme Kuvvetleri aşağıdaki gibi olmuştur. Şekil 4.44 kolonların yerleşim planını göstermektedir. Kolonların y yönündeki iç kuvvetleri Şekil 4.45 ve x yönündeki iç kuvvetleri Şekil 4.46'da gösterilmiştir.



Şekil 4.44 Kolon planı



Şekil 4.45 Kolon üzerindeki iç kuvvetler y yönü



Şekil 4.46 Kolon üzerindeki iç kuvvetler x yönü

4.14.1. S1- S2 Kolonu

$$N_d = 113,73 \text{ kN}$$

$$M_{yd} = 54,66 \text{ kNm} \quad M_{xd} = 18,66 \text{ kNm}$$

$$V_{yd} = 15,04 \text{ kN} \quad V_{xd} = 9,22 \text{ kN}$$

4.14.2. S3 Kolonu

$$N_d = 67,03 \text{ kN}$$

$$M_{yd} = 53,22 \text{ kNm} \quad M_{xd} = 21,8 \text{ kNm}$$

$$V_{yd} = 14,98 \text{ kN} \quad V_{xd} = 11,8 \text{ kN}$$

4.15. Boyuna Donatı Hesabı:

Kolonlar için kullanılan beton sınıfı C 25 ve çelik sınıfı ise S 420 dir.

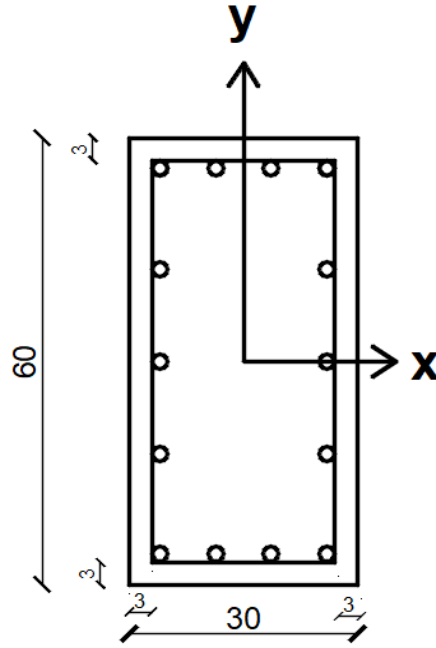
4.15.1. S1-S2 Kolonu

S1 ve S2 kolonlarına ait donatılı kesit detayı şekil 4.47’de gösterilmiştir. Net beton örtüsü (paspayı) 3 cm olarak alınmıştır.

$$N_d = 113,73 \text{ kN}$$

$$M_{xd} = 18,66 \text{ kNm}$$

$$M_{yd} = 54,66 \text{ kNm}$$



Şekil 4.47 S1-S2 kolon donatılı kesiti

TS 500 Kontrolü

$$N_d \leq 0,6 \times A_c \times f_{ck} \quad (4.27)$$

2018 TB DY koşulu

$$N_{dm} \leq 0,4 \times A_c \times f_{ck} \quad (4.28)$$

$$A_c = b \times h \quad b = 30 \text{ cm} = 300 \text{ mm} \quad h = 60 \text{ cm} = 600 \text{ mm}$$

$$f_{ck} = 25 \text{ Mpa}$$

$$f_{cd} = 16,7 \text{ Mpa}$$

$$N_{dm} \leq 0,4 \times 300 \times 600 \times 25 = 1800000 \text{ N} = 1800 \text{ kN}$$

$$N_d = 113,73 \text{ kN} < 1800 \text{ kN} \text{ koşul sağlanmıştır.}$$

$$d'' = 30 \text{ mm net beton örtüsü}$$

$$n = \frac{N_d}{b \times h \times f_{cd}} \quad (4.29)$$

$$n = \frac{113,73 \times 10^3}{300 \times 600 \times 16,7} = 0,038$$

$$m = \frac{M_d}{b \times h^2 \times f_{cd}} \quad (4.30)$$

$$m_y = \frac{54,66 \times 10^6}{300 \times 600^2 \times 16,7} = 0,030$$

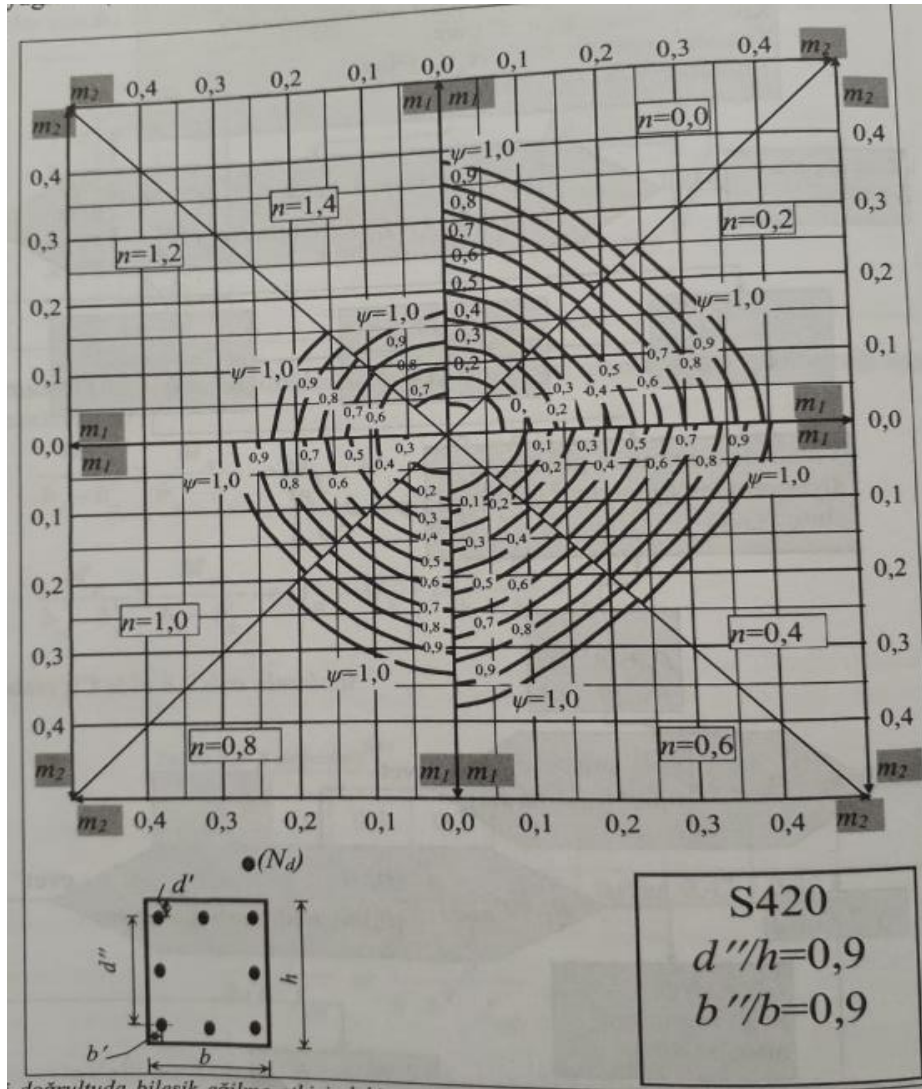
$$m_x = \frac{18,66 \times 10^6}{600 \times 300^2 \times 16,7} = 0,020$$

$$m_y = m_1, \quad m_x = m_2$$

Abaktan bakıldığında $\psi = 0,1$ kısmına karşılık gelmektedir. Kolon donatı hesabı için kullanılan abak şekil 4.48'de gösterilmiştir.

$$\rho = 0,1 \times \frac{f_{cd}}{f_{yd}} = 0,1 \times \frac{16,7}{365} = 0,0046$$

$\rho_{\min} > \rho$ olduğundan asgari porsantaj kullanılmıştır.

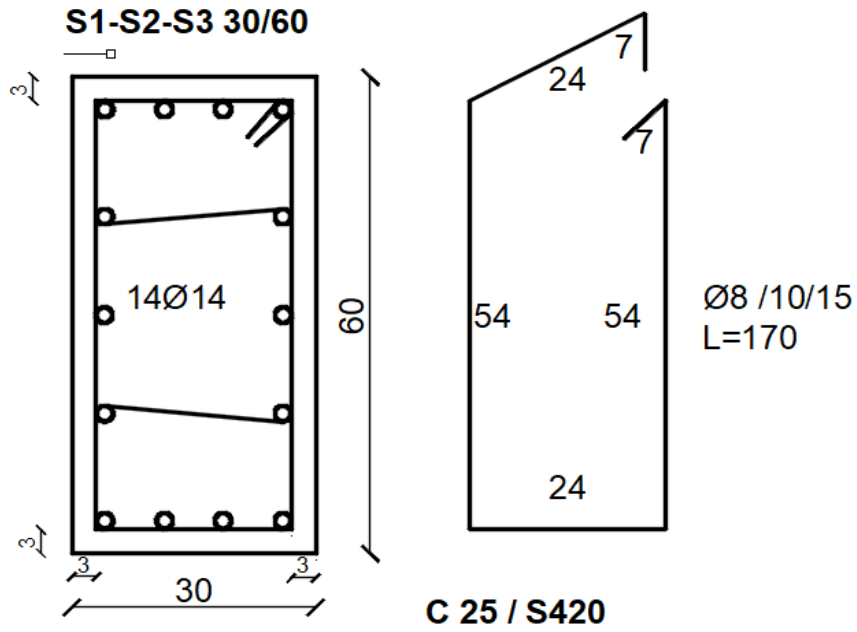


Şekil 4.48 Kolon abağı (Doğangün, 2019)

$$A_s = 0,01 \times b \times h = 0,01 \times 300 \times 600 = 1800 \text{ mm}^2$$

Seçilen Donatı 14 Φ 14 (2154 mm²)

Donatı hesabı neticesinde S1 ve S2 kolonlarına ait boyuna donatı planı ve etriye detayı Şekil 4.49'da gösterilmiştir.



Şekil 4.49 S1-S2 kolon boyuna donatı planı ve etriye detayı

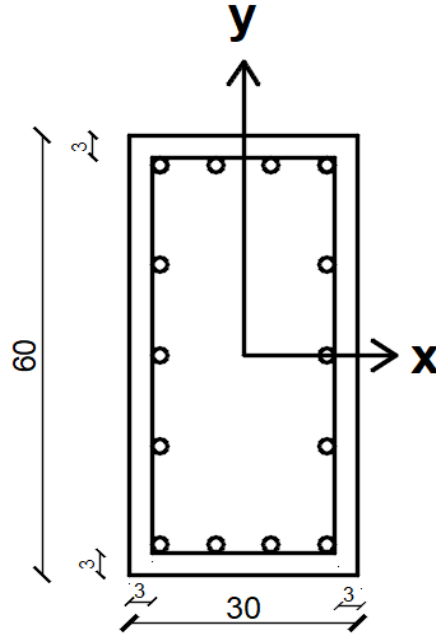
4.15.2. S3 Kolonu

S3 kolonuna ait donatılı planı Şekil 4.50’de gösterilmiştir. S3 kolonu üzerindeki iç kuvvetler aşağıdaki gibi olmuştur.

$$N_d = 67,03 \text{ kN}$$

$$M_{xd} = 21,8 \text{ kNm}$$

$$M_{yd} = 54,66 \text{ kNm}$$



Şekil 4.50 S3 Kolonu donatılı kesit

TS 500 Kontrolü

$$N_d \leq 0,6 \times A_c \times f_{ck} \quad (4.31)$$

2018 TBDY koşulu

$$N_{dm} \leq 0,4 \times A_c \times f_{ck} \quad (4.32)$$

$$A_c = b \times h \quad (4.33)$$

$$b = 30 \text{ cm} = 300 \text{ mm} \quad h = 60 \text{ cm} = 600 \text{ mm}$$

$$f_{ck} = 25 \text{ Mpa}$$

$$f_{cd} = 16,7 \text{ Mpa}$$

$$N_{dm} \leq 0,4 \times 300 \times 600 \times 25 = 1800000 \text{ N} = 1800 \text{ kN}$$

$$N_d = 67,03 \text{ kN} < 1800 \text{ kN} \text{ koşul sağlanmıştır.}$$

$$d'' = 30 \text{ mm net beton örtüsü}$$

$$n = \frac{N_d}{b \times h \times f_{cd}} \quad (4.34)$$

$$n = \frac{67,03 \times 10^3}{300 \times 600 \times 16,7} = 0,022$$

$$m = \frac{M_d}{b \times h^2 \times f_{cd}} \quad (4.35)$$

$$m_y = \frac{53,22 \times 10^6}{300 \times 600^2 \times 16,7} = 0,029$$

$$m_x = \frac{21,8 \times 10^6}{600 \times 300^2 \times 16,7} = 0,024$$

$$m_y = m_1, \quad m_x = m_2$$

Abaktan bakıldığında $\psi = 0,1$ kısmına karşılık gelmektedir.

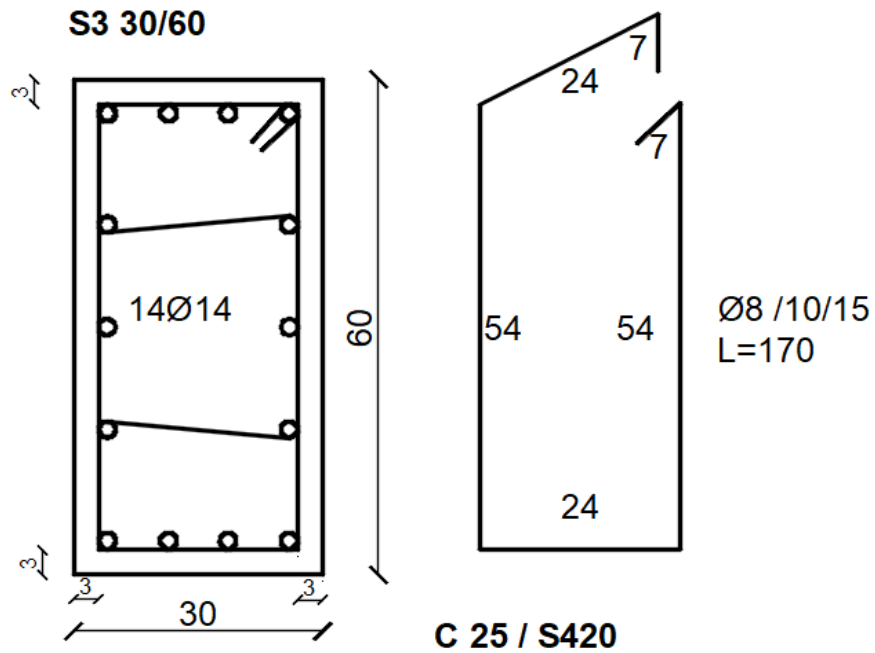
$$\rho = 0,1 \times \frac{f_{cd}}{f_{yd}} = 0,1 \times \frac{16,7}{365} = 0,0046$$

$\rho_{\min} > \rho$ olduğundan asgari pirsantaj kullanılacaktır.

$$A_s = 0,01 \times b \times h = 0,01 \times 300 \times 600 = 1800 \text{ mm}^2$$

Seçilen Donatı 14 Φ 14 (2154 mm²)

Şekil 4.51'de S3 kolonuna ait donatı planı ve etriye detayını göstermektedir.



Şekil 4.51. S3 Kolonu boyuna donatı planı ve etriye detayı

4.16. Enine Donatı (Etriye) Hesabı:

4.16.1. S1-S2 Kolonu

$$N_d = 113,73 \text{ kN}$$

$$M_{yd} = 54,66 \text{ kNm} \quad M_{xd} = 18,66 \text{ kNm}$$

$$V_{yd} = 15,04 \text{ kN} \quad V_{xd} = 9,22 \text{ kN}$$

$$d = 540 \text{ mm (faydalı yükseklik } d=h-2 \times d'')$$

$$f_{ctd} = 1,15 \text{ Mpa}$$

En Büyük Kesme Kuvveti Kontrolü

$$V_d \leq 0,22 \times A_w \times f_{cd} \quad (4.36)$$

$$0,22 \times 300 \times 600 \times 16,7 = 661320 \text{ N} = 661,3 \text{ kN}$$

$$V_{yd} \leq V_d \quad V_{xd} \leq V_d$$

$$V_{cr} = 0,65 f_{ctd} b d \left(1 + 0,07 \frac{N_d}{A_c} \right) \quad (4.37)$$

$$V_{cr} = 0,65 \times 1,15 \times 300 \times 540 \times \left(1 + 0,07 \times \frac{113,73 \times 10^3}{300 \times 600} \right)$$

$$V_{cr} = 126450,1 \text{ N} = 126,4 \text{ kN}$$

$V_{yd} < V_{cr}$ ve $V_{xd} < V_{cr}$ olduğunda kesme donatısı hesabı gerekmemektedir. Etriye için asgari donatı kullanılmıştır.

Sarılma Bölgesi

Seçilen Donatı $\Phi 8$ iki kollu

S_c = Donatı Aralığı

- $S_c \leq b/3 \quad 300/3 = 100 \text{ mm}$
- $S_c \leq 8\Phi \quad 8 \times 14 = 112 \text{ mm}$
- $S_c \leq 150 \text{ mm}$

$$S_c = 100 \text{ mm}$$

Orta Bölge

$$S_c \leq b / 2 \quad 300/2 = 150 \text{ mm}$$

$$S_c \leq 200 \text{ mm}$$

$$S_c = 150 \text{ mm}$$

4.16.2. S3 Kolonu

$$N_d = 67,03 \text{ kN}$$

$$M_{yd} = 53,22 \text{ kNm} \quad M_{xd} = 21,8 \text{ kNm}$$

$$V_{yd} = 14,98 \text{ kN} \quad V_{xd} = 11,8 \text{ kNm}$$

En Büyük Kesme Kuvveti Kontrolü

$$V_d \leq 0,22 \times A_w \times f_{cd} \quad (4.38)$$

$$0,22 \times 300 \times 600 \times 16,7 = 661320 \text{ N} = 661,3 \text{ kN}$$

$$V_{yd} \leq V_d \quad V_{xd} \leq V_d$$

$$V_{cr} = 0,65 f_{ctd} b d \left(1 + 0,07 \frac{N_d}{A_c} \right) \quad (4.39)$$

$$V_{cr} = 0,65 \times 1,15 \times 300 \times 540 \times \left(1 + 0,07 \times \frac{67,03 \times 10^3}{300 \times 600} \right)$$

$$V_{cr} = 124251,6 \text{ N} = 124,2 \text{ kN}$$

$V_{yd} < V_{cr}$ ve $V_{xd} < V_{cr}$ olduğunda kesme donatısı hesabı gerekmemektedir. Etriye için asgari donatı kullanılmıştır.

Sarılma Bölgesi

Seçilen Donatı $\Phi 8$ iki kollu

S_c = Donatı Aralığı

- $S_c \leq b/3 \quad 300/3 = 100 \text{ mm}$
- $S_c \leq 8\Phi \quad 8 \times 14 = 112 \text{ mm}$
- $S_c \leq 150 \text{ mm}$

$$S_c = 100 \text{ mm}$$

Orta Bölge

$$S_c \leq b / 2 \quad 300/2 = 150 \text{ mm}$$

$$S_c \leq 200 \text{ mm}$$

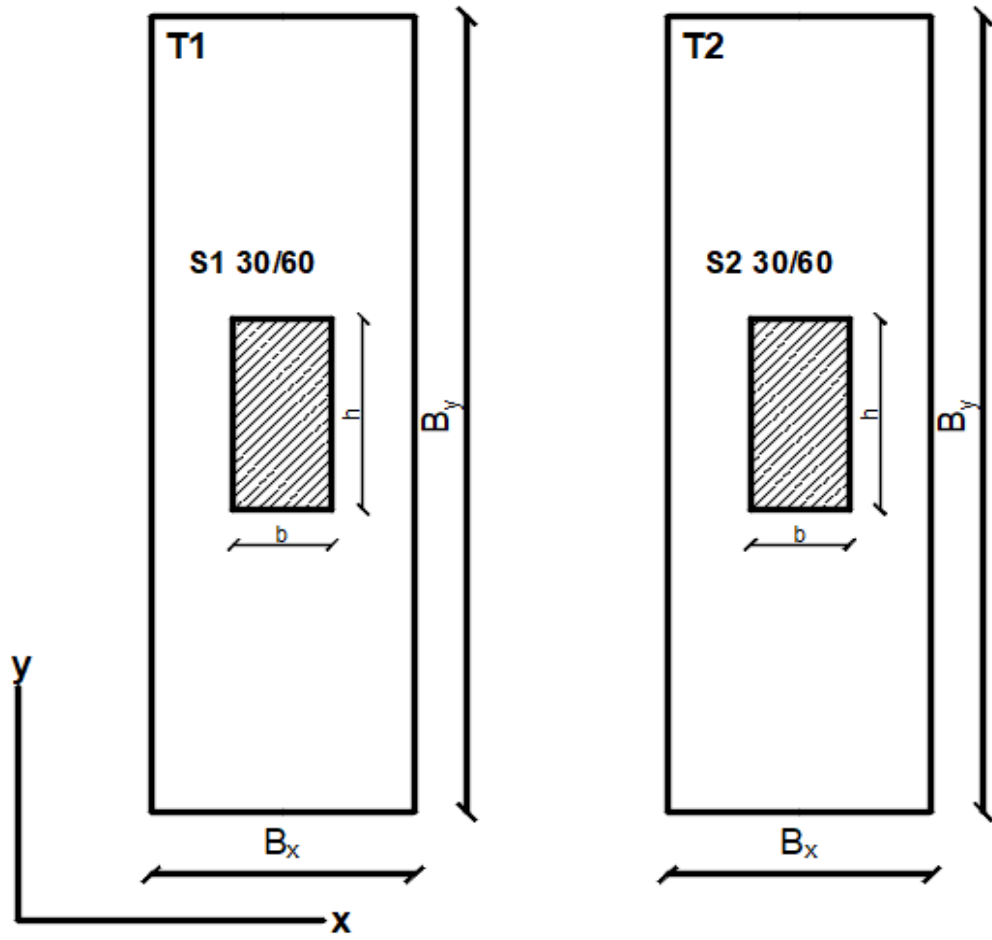
$$S_c = 150 \text{ mm}$$

4.17. Temel Hesabı

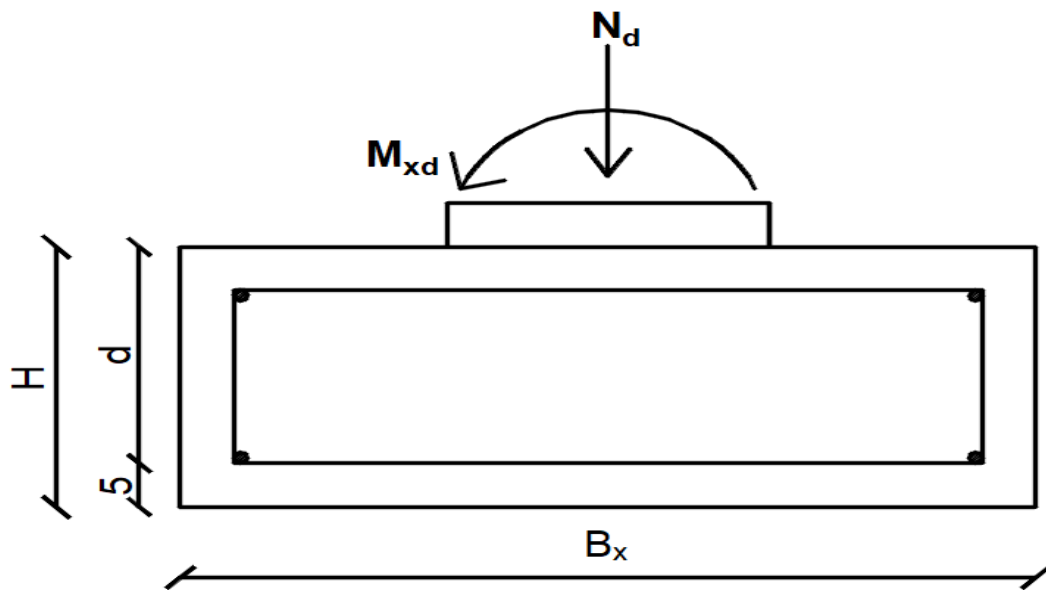
Betonarme yapıların için çeşitli temel tipleri (tekil, sürekli, radye) vardır. Bu yapı için temel sistemi olarak tekil temel seçilmiştir.

4.17.1. T1-T2 Temeli

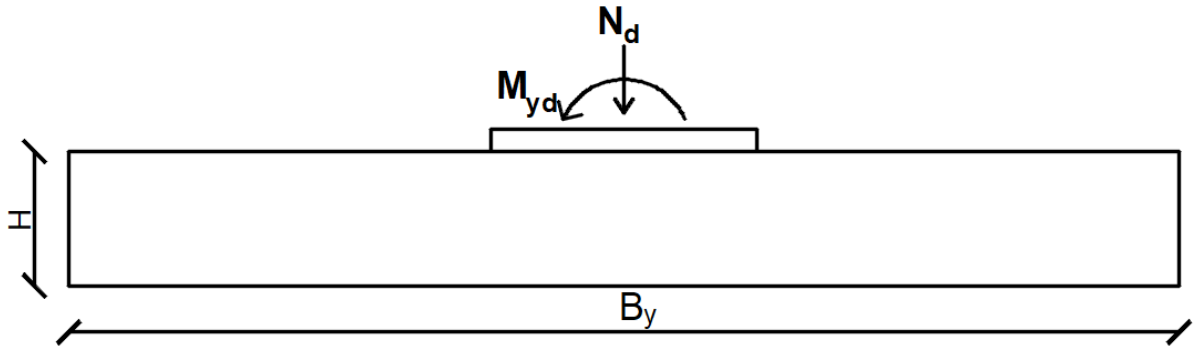
Yapının T1 ve T2 temel planı şekil 4.52'deki gibidir. Temellerin x yönlü kesiti ve üzerindeki kuvvetler şekil 4.53 ve y yönlü kesiti ve üzerindeki kuvvetler şekil 4.54'te gösterilmiştir.



Şekil 4.52 T1-T2 temel planı



Şekil 4.53 Temel kesiti x yönü



Şekil 4.54 Temel kesiti y yönü

$$N_d = 113,73 \text{ kN}$$

$$M_{yd} = 54,66 \text{ kNm} \quad M_{xd} = 18,66 \text{ kNm}$$

$$q_t = 220 \text{ kN/m}^2$$

Temel Ön Boyutlandırma

$$\text{Temel Alanı} = B_x \cdot B_y$$

$$B_x \cdot B_y \geq \frac{N_d}{f_{zu}} \quad , \quad f_{zu} = 1,5 \cdot q_t \quad (4.40)$$

$$B_x \cdot B_y \geq \frac{113,73}{1,5 \times 220} = 0,345 \text{ m}^2$$

$$\text{Seçilen Ölçüler } B_x = 80 \text{ cm} , \quad B_y = 250 \text{ cm}$$

$$B_x \times B_y = 0,8 \times 2,5 = 2 \text{ m}^2 > 0,345 \text{ m}^2$$

Dış Merkezliliğin Belirlenmesi

$$e = \frac{M_d}{N_d} \quad e_x = \frac{M_{xd}}{N_d} = \frac{18,66}{113,73} = 0,16 \text{ m} \quad e_y = \frac{M_{yd}}{N_d} = \frac{54,66}{113,73} = 0,48 \text{ m}$$

$$e_{kritik} = \frac{B}{6} \quad e_{ykr} = \frac{B_y}{6} = \frac{2,5}{6} = 0,42 \text{ m} \quad e_{xkr} = \frac{B_x}{6} = \frac{0,8}{6} = 0,13 \text{ m}$$

e_x ve e_y e_{kritik} büyük oldukları için dışmerkezlik çekirdek dışındadır. Zeminde oluşan gerilme üçgen şeklindedir.

En Büyük Zemin Gerilmesinin Bulunması

$$\sigma_{zymaks} = \frac{N_d}{B_x \cdot B_y} \left(1 + \frac{6 e_y}{B_y} \right) = \frac{113,73}{0,8 \cdot 2,5} \times \left(1 + \frac{6 \cdot 0,48}{2,5} \right) = 122,4 \text{ kN/m}^2$$

$$\sigma_{zxmaks} = \frac{N_d}{B_x \cdot B_y} \left(1 + \frac{6 e_x}{B_x} \right) = \frac{113,73}{0,8 \cdot 2,5} \times \left(1 + \frac{6 \cdot 0,16}{0,8} \right) = 125,1 \text{ kN/m}^2$$

Zemin Taşıma gücü kontrolü

$$\sigma_{zmaks} = 125,1 \text{ kN/m}^2 \quad f_{zu} = 1,5 \times 220 = 330 \text{ kN/m}^2$$

$\sigma_{zmaks} < f_{zu}$ sağlanmıştır.

Kolon İzdüşümündeki Zemin Basıncının Bulunması

$$\begin{aligned} \sigma_{zfy} &= \sigma_{zyma} - \left[\frac{\sigma_{zyma}}{B_y} \left(\frac{B_y - b}{2} \right) \right] \quad \sigma_{zfy} = 122,4 - \left[\frac{122,4}{2,5} \times \left(\frac{2,5 - 0,3}{2} \right) \right] \\ &= 68,5 \text{ kN/m}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \sigma_{zfx} &= \sigma_{zхма} - \left[\frac{\sigma_{zхма}}{B_x} \left(\frac{B_x - h}{2} \right) \right] \quad \sigma_{zfx} = 125,1 - \left[\frac{125,1}{0,8} \times \left(\frac{0,8 - 0,6}{2} \right) \right] \\ &= 109,46 \text{ kN/m}^2 \end{aligned}$$

Temel Kalınlığı Tespiti (H)

Temel kalınlığı 25 cm den az olmamalı. Ayrıca Temel kalınlığı kolondan sonraki çıkmanın dörte birinden az olmamalıdır.

Konsol Temel Çıkması 95 cm

$$95/4 = 23,75 \text{ cm}$$

Seçilen Temel Kalınlığı H=30 cm ve d = 25 cm

$$f_{zn} = f_{zu} - 18 H = 330 - 18 \times 0,3 = 324,6 \text{ kN/m}^2$$

$$\sigma_{zmaks} < f_{zn} \quad 125,1 \text{ kN/m}^2 < 324,6 \text{ kN/m}^2$$

Zımbalama Kontrolü

$$b_1 = h + d = 0,6 + 0,25 = 0,85 \text{ m} , b_2 = b + d = 0,3 + 0,25 = 0,55 \text{ m}$$

$$A_p = b_1 \times b_2 = 0,85 \times 0,55 = 0,4675 \text{ m}^2 , u_p = 2 \times (b_1 + b_2) = 2 \times (0,85 + 0,55) = 2,8 \text{ m}$$

$$\gamma = \frac{1}{1 + 1,5 \frac{e_x + e_y}{\sqrt{b_1 b_2}}} , \gamma = \frac{1}{1 + 1,5 \times \frac{0,16 + 0,48}{\sqrt{0,85 \times 0,55}}} = 0,64$$

$$V_{pr} = \gamma f_{ctd} u_p d = 0,64 \times 1,15 \times 2800 \times 250 = 515200 \text{ N} = 515,2 \text{ kN}$$

$$\sigma_{zo} = \sigma_{zmaks} / 2 = 125,1 / 2 = 62,55 \text{ kN/m}^2$$

$$V_{pd} = N_d - A_p \sigma_{zo} = 113,73 - 0,4675 \times 62,55 = 84,5 \text{ kN}$$

$$V_{pd} < V_{pr}$$

84,5 kN < 515,2 kN koşulu sağlandığından zımbalama dayanımı sağlanmıştır.

Kesme Dayanımı Kontrolü

$$V_{dy} = \left(\frac{\sigma_{zmaks} + \sigma_{zf}}{2} \right) \times \left(\frac{B_y - b}{2} \right) \times B_x = \left(\frac{122,4 + 68,5}{2} \right) \times \left(\frac{2,5 - 0,3}{2} \right) \times 0,8 = 84 \text{ kN}$$

$$V_{cry} = 0,65 f_{ctd} B_x d = 0,65 \times 1,15 \times 800 \times 250 = 149500 = 149,5 \text{ kN}$$

$$V_{dy} < V_{cry}$$

84 kN < 149,5 kN olduğundan kesme dayanımı sağlanmıştır.

$$V_{dx} = \left(\frac{\sigma_{zxmaks} + \sigma_{zfx}}{2} \right) \times \left(\frac{B_x - h}{2} \right) \times B_y = \left(\frac{125,1 + 109,46}{2} \right) \times \left(\frac{0,8 - 0,6}{2} \right) \times 2,5 = 29,32 \text{ kN}$$

$$V_{crx} = 0,65 f_{ctd} B_y d = 0,65 \times 1,15 \times 2500 \times 250 = 467187,5 = 467,2 \text{ kN}$$

$$V_{dx} < V_{crx}$$

29,32 kN < 467,2 kN olduğundan kesme dayanımı sağlanmıştır.

4.17.1.1. Donatı Hesabı

$$M_{yd} = \frac{1}{24} (B_y - b)^2 B_x (2\sigma_{zymak} + \sigma_{zfy}) \quad (4.41)$$

$$M_{yd} = \frac{1}{24} \times (2,5 - 0,3)^2 \times 0,8 \times (2 \times 122,4 + 68,5) = 50,5 \text{ kNm}$$

$$M_{xd} = \frac{1}{24} (B_x - h)^2 B_y (2\sigma_{zxmak} + \sigma_{zfy}) \quad (4.42)$$

$$M_{xd} = \frac{1}{24} \times (0,8 - 0,3)^2 \times 2,5 \times (2 \times 125,1 + 109,46) = 9,37 \text{ kNm}$$

$$a_y = d - \sqrt{d^2 - \frac{2M_{yd}}{0,85 f_{cd} B_x}} \quad a_y = 250 - \sqrt{250^2 - \frac{2 \times 50,5 \times 10^6}{0,85 \times 16,7 \times 800}}$$

$$= 18,5 \text{ mm}$$

$$A_{sy} = \frac{M_{yd}}{f_{yd} \left(d - \frac{a}{2}\right)} \quad A_{sy} = \frac{50,5 \times 10^6}{365 \times \left(250 - \frac{18,5}{2}\right)} = 574,7 \text{ mm}^2$$

$$A_{smin} = 0,002 \times B_x \times H = 0,002 \times 800 \times 300 = 480 \text{ mm}^2$$

Hesaplanan donatı asgari donatıdan fazla olduğu için donatı hesabı yapılmıştır.

$$\text{Seçilen } 6\Phi 12 = 679 \text{ mm}^2$$

$$a_x = d - \sqrt{d^2 - \frac{2M_{xd}}{0,85 f_{cd} B_y}} \quad a_x = 250 - \sqrt{250^2 - \frac{2 \times 9,37 \times 10^6}{0,85 \times 16,7 \times 2500}}$$

$$= 1,06 \text{ mm}$$

$$A_{sx} = \frac{M_{xd}}{f_{yd} \left(d - \frac{a_x}{2}\right)} \quad A_{sx} = \frac{9,37 \times 10^6}{365 \times \left(250 - \frac{1,06}{2}\right)} = 103 \text{ mm}^2$$

$$A_{smin} = 0,002 \times B_y \times H = 0,002 \times 2500 \times 300 = 1500 \text{ mm}^2$$

Hesap donatısı asgari donatıdan az olduğu için kesitte asgari donatı kullanılacaktır.

$$\text{Seçilen } 14 \Phi 12 = 1583 \text{ mm}^2$$

4.17.1.2. T3 Temeli

$$N_d = 67,03 \text{ kN}$$

$$M_{yd} = 53,22 \text{ kNm} \quad M_{xd} = 21,8 \text{ kNm}$$

$$q_t = 220 \text{ kN/m}^2$$

Temel Ön Boyutlandırma

$$\text{Temel Alanı} = B_x \cdot B_y$$

$$B_x \cdot B_y \geq \frac{N_d}{f_{zu}} \quad , \quad f_{zu} = 1,5 \cdot q_t \quad (4.43)$$

$$B_x \cdot B_y \geq \frac{113,73}{1,5 \cdot 220} = 0,345 \text{ m}^2$$

$$\text{Seilen ller} \quad B_x = 80 \text{ cm} \quad , \quad B_y = 250 \text{ cm}$$

$$B_x \cdot B_y = 0,8 \cdot 2,5 = 2 \text{ m}^2 > 0,345 \text{ m}^2$$

Dış Merkezliliğın Belirlenmesi

$$e = \frac{M_d}{N_d} \quad e_x = \frac{M_{xd}}{N_d} = \frac{21,8}{67,03} = 0,32 \text{ m} \quad e_y = \frac{M_{yd}}{N_d} = \frac{53,22}{67,03} = 0,8 \text{ m}$$

$$e_{kritik} = \frac{B}{6} \quad e_{ykr} = \frac{B_y}{6} = \frac{2,5}{6} = 0,42 \text{ m} \quad e_{xkr} = \frac{B_x}{6} = \frac{0,8}{6} = 0,13 \text{ m}$$

e_x ve e_y e_{kritik} büyük oldukları için dışmerkezlik çekirdek dışındadır. Zeminde oluşan gerilme üçgen şeklindedir.

En Büyük Zemin Gerilmesinin Bulunması

$$\sigma_{zymaks} = \frac{N_d}{B_x \cdot B_y} \left(1 + \frac{6 e_y}{B_y} \right) = \frac{67,03}{0,8 \cdot 2,5} x \left(1 + \frac{6 \cdot 0,8}{2,5} \right) = 97,86 \text{ kN/m}^2$$

$$\sigma_{zxmaks} = \frac{N_d}{B_x \cdot B_y} \left(1 + \frac{6 e_x}{B_x} \right) = \frac{67,03}{0,8 \cdot 2,5} x \left(1 + \frac{6 \cdot 0,32}{0,8} \right) = 113,95 \text{ kN/m}^2$$

Zemin Taşıma gücü kontrolü

$$\sigma_{zmaks} = 113,95 \text{ kN/m}^2 \quad f_{zu} = 1,5 \times 220 = 330 \text{ kN/m}^2$$

$$\sigma_{zmaks} < f_{zu}$$

$113,95 \text{ kN/m}^2 < 330 \text{ kN/m}^2$ koşul sağlanmıştır.

Kolon İzdüşümündeki Zemin Basıncını Bulunması

$$\begin{aligned} \sigma_{zfy} &= \sigma_{zyma} - \left[\frac{\sigma_{zyma}}{B_y} \left(\frac{B_y - b}{2} \right) \right] \quad \sigma_{zfy} = 97,86 - \left[\frac{97,86}{2,5} \times \left(\frac{2,5 - 0,3}{2} \right) \right] \\ &= 54,8 \text{ kN/m}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \sigma_{zfx} &= \sigma_{zxma} - \left[\frac{\sigma_{zxma}}{B_x} \left(\frac{B_x - h}{2} \right) \right] \quad \sigma_{zfx} = 113,95 - \left[\frac{113,95}{0,8} \times \left(\frac{0,8 - 0,6}{2} \right) \right] \\ &= 99,71 \text{ kN/m}^2 \end{aligned}$$

Temel Kalınlığı Tespiti (H)

Temel kalınlığı 25 cm den az olmamalı. Ayrıca Temel kolondan sonraki çıkmanın dörte birinden az olmamalı

Konsol Temel Çıkması 95 cm

$$95/4 = 23,75 \text{ cm}$$

Seçilen Temel Kalınlığı H=30 cm ve d = 25 cm

$$f_{zn} = f_{zu} - 18 H = 330 - 18 \times 0,3 = 324,6 \text{ kN/m}^2$$

$$\sigma_{zmaks} < f_{zn}$$

Zımbalama Kontrolü

$$b_1 = h + d = 0,6 + 0,25 = 0,85 \text{ m} , \quad b_2 = b + d = 0,3 + 0,25 = 0,55 \text{ m}$$

$$A_p = b_1 \times b_2 = 0,85 \times 0,55 = 0,4675 \text{ m}^2 , \quad u_p = 2 \times (b_1 + b_2) = 2 \times (0,85 + 0,55) = 2,8 \text{ m}$$

$$\gamma = \frac{1}{1 + 1,5 \frac{e_x + e_y}{\sqrt{b_1 b_2}}} \times 0,4 , \quad \gamma = \frac{1}{1 + 1,5 \times \frac{0,32 + 0,8}{\sqrt{0,85 \cdot 0,55}}} \times 0,4 = 0,50$$

$$V_{pr} = \gamma f_{ctd} u_p d = 0,50 \times 1,15 \times 2800 \times 250 = 402500 \text{ N} = 402,5 \text{ kN}$$

$$\sigma_{zo} = \sigma_{zmaks} / 2 = 113,95 / 2 = 56,98 \text{ kN/m}^2$$

$$V_{pd} = N_d - A_p \sigma_{zo} = 67,03 - 0,4675 \times 56,98 = 40,39 \text{ kN}$$

$$V_{pd} < V_{pr}$$

40,39 kN < 402,5 kN koşulu sağlandığından zımbalama dayanımı sağlanmıştır.

Kesme Dayanımı Kontrolü

$$V_{dy} = \left(\frac{\sigma_{zymaks} + \sigma_{zfy}}{2} \right) x \left(\frac{B_y - b}{2} \right) x B_x = \left(\frac{97,86 + 54,8}{2} \right) x \left(\frac{2,5 - 0,3}{2} \right) x 0,8 = 67,17 \text{ kN}$$

$$V_{cry} = 0,65 f_{ctd} B_x d = 0,65 \times 1,15 \times 800 \times 250 = 149500 = 149,5 \text{ kN}$$

$$V_{dy} < V_{cry}$$

67,17 kN < 149,5 kN olduğundan kesme dayanımı sağlanmıştır.

$$V_{dx} = \left(\frac{\sigma_{zxmaks} + \sigma_{zfx}}{2} \right) x \left(\frac{B_x - h}{2} \right) x B_y = \left(\frac{113,95 + 99,71}{2} \right) x \left(\frac{0,8 - 0,6}{2} \right) x 2,5 = 26,71 \text{ kN}$$

$$V_{cr} = 0,65 f_{ctd} B_y d = 0,65 \times 1,15 \times 2500 \times 250 = 467187,5 = 467,2 \text{ kN}$$

$$V_{dx} < V_{crx}$$

26,71 kN < 467,2 kN olduğundan kesme dayanımı sağlanmıştır.

4.17.1.3. Donatı Hesabı

$$M_{yd} = \frac{1}{24} (B_y - b)^2 B_x (2\sigma_{zymak} + \sigma_{zfy}) \quad (4.43)$$

$$M_{yd} = \frac{1}{24} x (2,5 - 0,3)^2 x 0,8 . (2 . 97,86 + 54,8) = 40,42 \text{ kNm}$$

$$M_{xd} = \frac{1}{24} (B_x - h)^2 B_y (2\sigma_{zxmaks} + \sigma_{zfx}) \quad (4.44)$$

$$M_{xd} = \frac{1}{24} x (0,8 - 0,3)^2 \cdot 2,5 \cdot (2 \cdot 113,95 + 99,71) = 8,53 \text{ kNm}$$

$$a_y = d - \sqrt{d^2 - \frac{2M_{yd}}{0,85 f_{cd} B_x}} \quad a_y = 250 - \sqrt{250^2 - \frac{2 \times 40,42 \times 10^6}{0,85 \times 16,7 \times 800}} = 14,7 \text{ mm}$$

$$A_{sy} = \frac{M_{yd}}{f_{yd} \left(d - \frac{a}{2}\right)} \quad A_{sy} = \frac{40,42 \times 10^6}{365 \times \left(250 - \frac{14,7}{2}\right)} = 454 \text{ mm}^2$$

$$A_{smin} = 0,002 \times B_x \times H = 0,002 \times 800 \times 300 = 480 \text{ mm}^2$$

Hesaplanan donatı asgari donatıdan az olduğu için kesitte asgari donatı kullanılmıştır.

$$\text{Seçilen } 5\Phi 12 = 565 \text{ mm}^2$$

$$a_x = d - \sqrt{d^2 - \frac{2M_{xd}}{0,85 f_{cd} B_y}} \quad a_x = 250 - \sqrt{250^2 - \frac{2 \times 8,53 \times 10^6}{0,85 \times 16,7 \times 2500}} = 0,9 \text{ mm}$$

$$A_{sx} = \frac{M_{xd}}{f_{yd} \left(d - \frac{a_x}{2}\right)} \quad A_{sx} = \frac{8,53 \times 10^6}{365 \times \left(250 - \frac{0,9}{2}\right)} = 94 \text{ mm}^2$$

$$A_{smin} = 0,002 \times B_y \times H = 0,002 \times 2500 \times 300 = 1500 \text{ mm}^2$$

Hesap donatısı asgari donatıdan az olduğu için kesitte asgari donatı dikkate alınmıştır.

$$\text{Seçilen } 14 \Phi 12 = 1583 \text{ mm}^2$$

5. SONUÇLAR

Bina türü dışındaki yapılar için taşıyıcı sistem seçilmesi ve bu sistemin hesabının yapılması mühendislik için ayrı bir çalışma sahasıdır. Lisans derslerinde odak nokta bina ve benzeri yapıların tasarım ve hesabıdır. Ayrıca bazı yönetmelikler ile bu yapıların hesabı kolay hale gelmiştir. Ancak bina türü dışındaki bir yapı için aynı durum söz konusu değildir. Günlük hayatta kullanılan bilgisayar destekli hesap programları bu işler için yetersiz kalmaktadır. Ayrıca bu programların satın alınma ücretlerinin de zamana bağlı olarak arttığı görülmüştür. Bu nedenle bir veya birkaç yapı için bu programları satın almak ve bu programları kullanmayı öğrenmek hem ekonomik değil hem zahmetli bir iştir. Bu açıklama neticesinde geleneksel hesap ve çözümler her zaman aktif olarak kullanılması gerektiği görülmüştür. Bu amaçla bu tür yapıların statik tasarım ve hesabına dair bazı sonuçlar aşağıda açıklanmıştır.

1. Çalışmaya konu olan kitabe ve benzeri yapıların hareketli yük kavramına dair bir yönetmelik yoktur. Bu nedenle hareketli yük için yapının kullanım amacının ve öncesi olan yapım aşamalarının araştırılması gerektiği görülmüştür. Yapı geometrisi nedeni ile hareketli yük için pek uygun olmadığı kanaati hasıl olur. Ancak yapının yapım, onarım ve temizlik gibi durumları dikkate alındığında hareketli yük kavramı önemi ortaya çıkar.

2. Betonarme duvar ve döşemelerde rüzgar etkisi ender karşılaşılan bir durumdur. Bu çalışmada döşeme üzerindeki rüzgar yükü ve hesabı ayrıntılı olarak yapılmıştır. Rüzgar hesabı için TS 498 ile iktifa edilmiştir. Ancak TS EN 1991 1-4 ve ASCE 7-05 yönetmeliklerinden faydalanma imkanı vardı. Yapının yerden fazla yüksek olmaması ve cephesi büyük olmaması nedeni ile TS 498 deki veriler kullanılmıştır. Ancak yapı yerden yüksek ve cephesi uzun olsaydı diğer yönetmeliklere göre rüzgar hesabı yapılarak yapı üzerindeki rüzgar emme kuvveti hesaplanacaktı. Ayrıca TS 498 çizelge 4 e göre birinci kategoride yer almasına karşılık konumu nedeni ile daha büyük bir emme kuvveti değeri alınmıştır. Bu nedenle yapıların yüksekliklerinin yanında konumlarının da dikkate alınması gerektiği görülmüştür.

3. Genel olarak yapılarda döşeme kirişe veya kolon başlığına mesnetlenir, onlarda kolona mesnetlenir. Ancak bu yapıda döşemeler doğrudan kolona mesnetlendiği için hesap yöntemi değişmiştir. Ayrıca döşemeler yukarı ve aşağı taraftan rijit mesnetlenme yapmamıştır. Dolayısıyla döşemeler kısa doğrultuda çalışan döşemeler

olarak hesaplanmıştır. Eğer döşemeler yukarıdan ve aşağıdan rijit bağlar ile bağlanmış olsaydı düşey konum için donatı hesabı yapılacaktı.

4. Döşemelerin yatay ve düşey düzlem ile açılı olması sebebi ile iç kuvvetlere neden olan yük bileşenleri ele alınmıştır. Normal bina döşemelerinde sabit ve hareketli yükün tamamı döşeme üzerinde moment hesabına katılmasına karşılık bu yapıda az bir kısmı hesaba katılmıştır. Döşeme kalınlığının normal bina döşemelerine göre çok daha kalın olmasına karşılık sabit yük e katkısı bu nedenle az olmuştur. böylece döşeme üzerindeki eğilme etkisi azalmıştır.

5. Betonarme yapılar ağırlıklarından dolayı deprem yükü rüzgar yükünden büyük olur. Yönetmelikte aynı anda deprem yükü ve rüzgar yükü beraber alınmadığı için rüzgar yükü hesabı yapılmaz. Ancak bu yapıda rüzgar yükünün deprem yükünden büyük olduğu hesaplanmıştır. İncelediğimiz yapı bodur sayılabilecek bir yüksekliğe sahiptir. Bu tür betonarme yapılarında rüzgar yükü hesabının yapılması nadir görülen bir durumdur. Rüzgar yüklerinin deprem yükleri gibi kolonlar üzerinde kesme ve momente neden olduğu görülmüştür. Ayrıca yapı alanının çok küçük olmasına karşılık üzerinde oluşan rüzgar yüklerinin deprem yükünden fazla olması rüzgar hesabının önemini ortaya koymuştur. Çünkü yapının yüksekliği bir katlı binadan daha fazladır. Bu nedenle bir katlı bir bina için deprem yükünün yanından rüzgar yükünün ayrıca hesaplanması önem arz etmiştir.

6. Yapının formundan dolayı y yönünde rüzgar yükü x yönünde ise deprem yükü büyük olduğu hesaplanmıştır ve bu yüklere göre kesit hesabı yapılmıştır. Genel olarak yapı üzerinde her iki doğrultuda deprem veya rüzgar kuvvetinden biri büyük çıkar ve buna göre hesap yapılır. bu yapıda ise farklı bir durum ortaya çıkmıştır. Dolayısıyla yapıların her iki yönü için rüzgar ve deprem kuvveti ayrı ayrı hesaplanmalıdır.

7. Döşeme üzerinde en büyük eğilmeye neden rüzgar esiş yönü ile yatayda kolonlar üzerinde en büyük eğilmeye neden olan rüzgar esiş yönü aynı değildir. Döşeme üzerinde en büyük eğilmeye neden olan rüzgar kuvveti yapının bir sayfasına dik diğer sayfasına aynı doğrultu ile etki edendir. Ancak kolonlar üzerindeki en büyük eğilme etkisi yapının yatay konumuna dik gelen rüzgar etkisidir. Bu nedenle hesabın her aşamasında rüzgar esiş yönünün tekrar ele alınması gerekmiştir.

8. Binaların güvenliğini artıran katsayılar bu tür yapılar içinde kullanılmıştır. Betonarme hesapların hemen hemen her aşamasında güvenlik katsayıları kullanılır. Örneğin beton karakteristik basınç dayanım katsayısı 1,5 ve çeliğin ise 1,15 tir. Ayrıca yük hesabında sabit yükün 1,4 ve hareketli yükün 1,6 dır. Bu tür yapılarda yıkılma

ihtimali olsa da can kaybı çok düşük bir ihtimaldir. Ancak can kaybı ihtimali düşük olsa da yapının mali boyutu ve onarım maliyeti dikkate alındığında güvenlik katsayılarının kullanılması doğru olacağı kanaatine varılmıştır.

9. Bu çalışmanın bina türü dışındaki farklı geometriye sahip yapıların tasarım ve hesabı için bir rehber niteliği taşıyacağı düşünülmektedir. Farklı geometrik yapıya sahip yapıların geleneksel yöntemler ile çözülmesi çözüm veri tabanını zenginleştirir. Ayrıca başka benzer yapıların tasarım ve hesabı için fikir oluşturur.

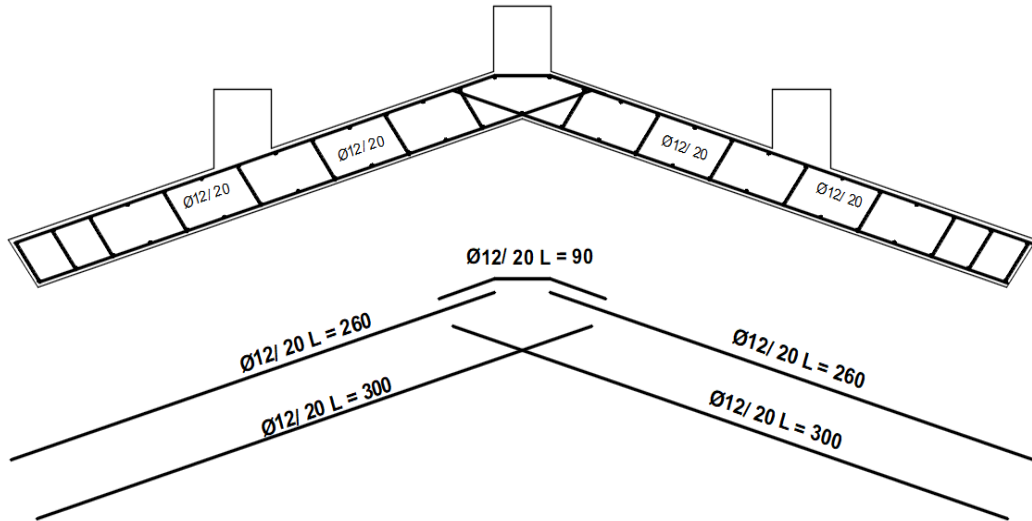
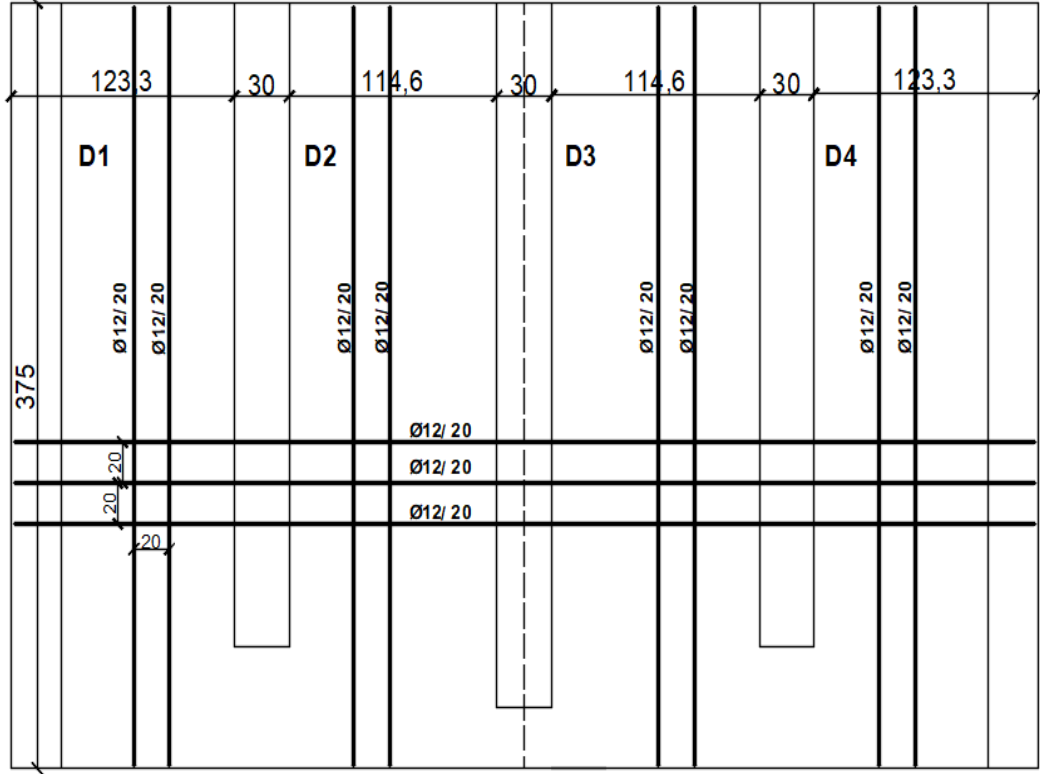
KAYNAKLAR

- Celep, Z. (2014). *Yapı Dinamiği*. İstanbul .
- Celep, Z. (2020). *Betonarme Yapılar*. İstanbul.
- Doğan, A. (2019). *Kitabeye Ait Zemin Etüt Raporu*. Batman.
- Doğangün, A. (2019). *Betonarme Yapıların Hesap ve Tasarımı*.
- Mammadov, Z., Pekgökgöz, R. K., Ulugerger, K., & Alifov, A. (2013). *Yapı Statiği II*. Şanlıurfa.
- Polat, Ö. O. (2010). ASCE 7-05, EUROCODE 1-4 ve TS 498 Yönetmelikleri Kullanılarak Yapılara Gelen Rüzgar Yüklerinin Karşılaştırılması. *Yüksek Lisans Tezi*. İstanbul: İstanbul Teknik Üniversitesi.
- TBDY 2018. (2018). *Türkiye Bina Deprem Yönetmeliği*. Ankara: Afet ve Acil Durum Yönetim Başkanlığı.
- TS 498. (1997). *Yapı Elemanlarının Boyutlandırılmasında Alınacak Yüklerin Hesap Değerleri*. Ankara: Türk Standartlar Enstitüsü.
- TS 500 . (2000). *Betonarme Yapıların Tasarım Ve Yapım Kuralları*. Ankara: Türk Standartlar Enstitüsü.
- Yakut, A., Binici, B., Topkaya, C., Canbay, E., Sucuoğlu, H., Tuncay, K., . . . Gülkan, P. (2018). *Türkiye Bina Deprem Yönetmeliği Örnekler Kitabı*. Ankara: Afet ve Acil Durum Yönetim Başkanlığı.

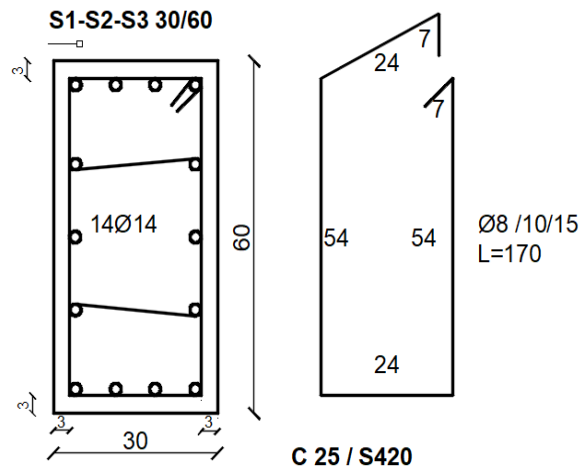
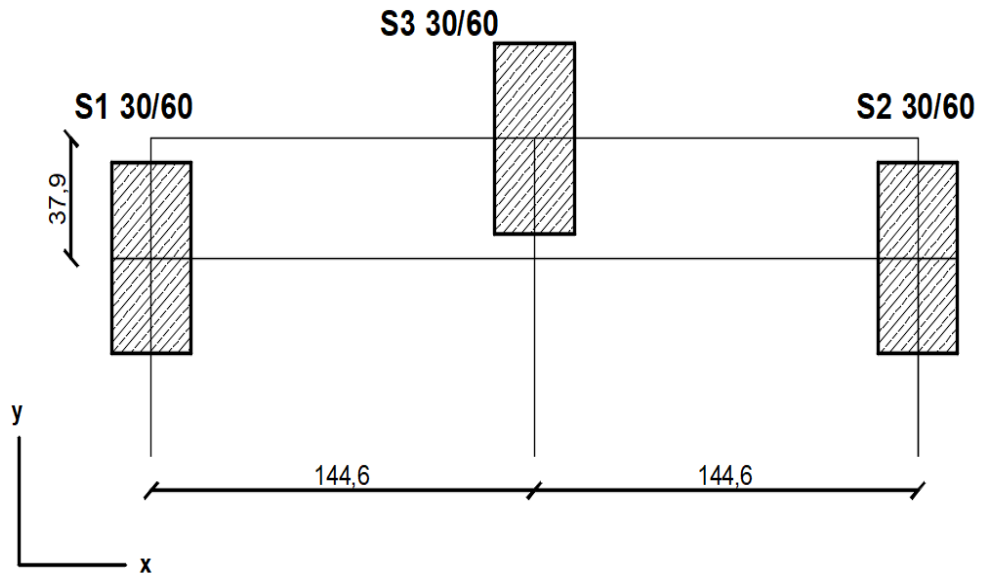
EKLER

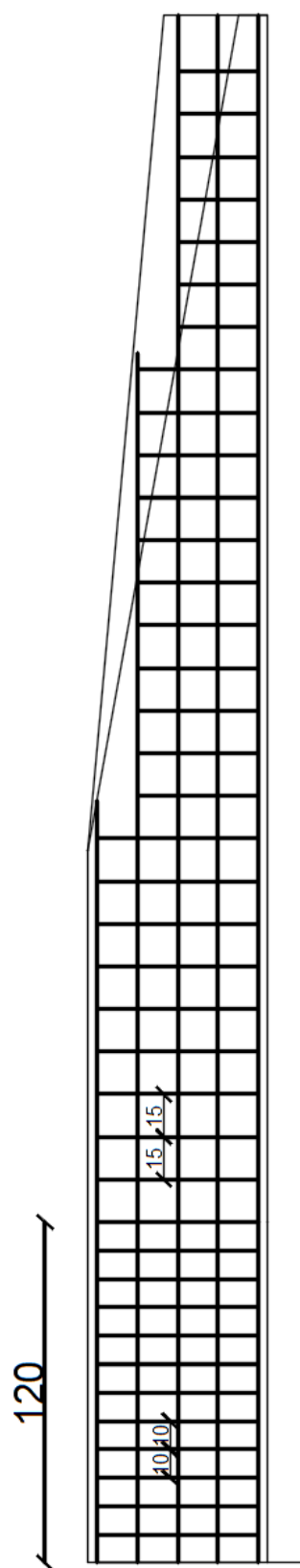
DONATI ÇİZİMLERİ

Döşeme Donatı Detayları

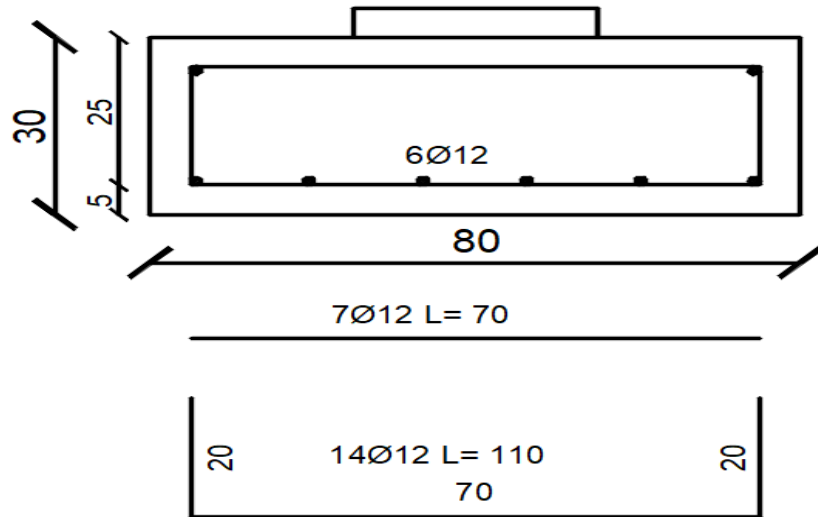
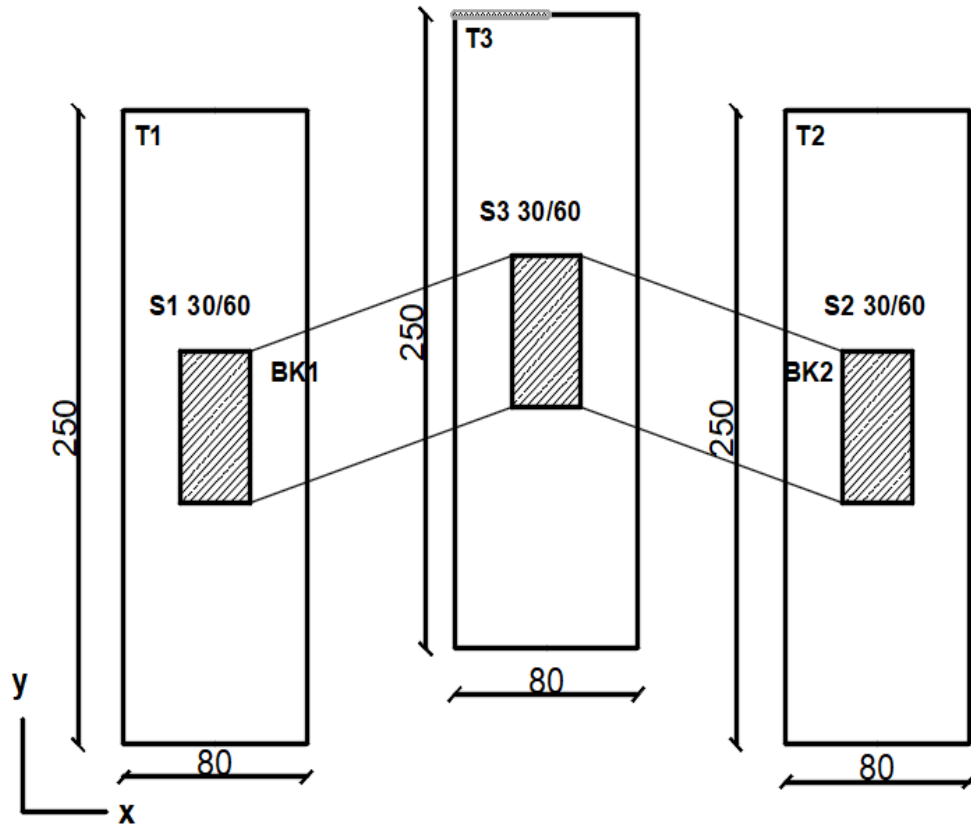


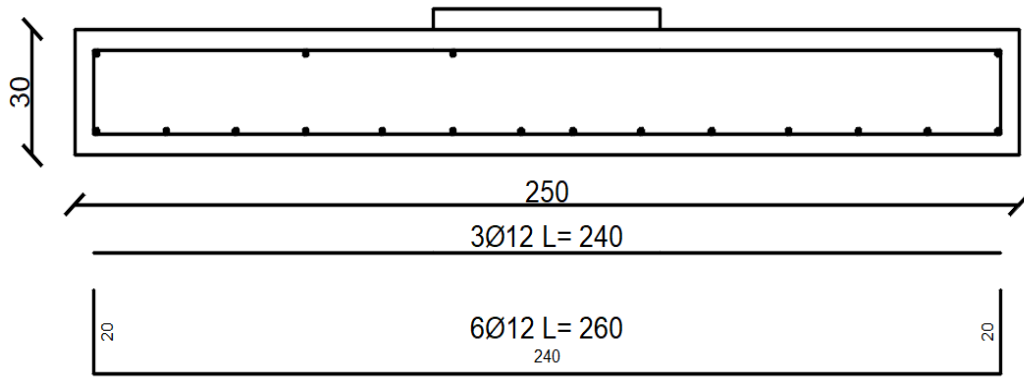
Kolon Donatı Detayları





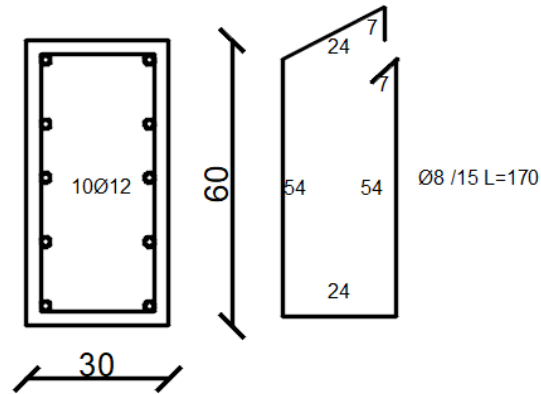
Temel Donatı Detayları





Bağ Kirişi Donatı Detayları

Bağ Kirişi Detayı



ÖZGEÇMİŞ**Kişisel Bilgiler**

Adı Soyadı : İhsan YAKUT

Uyruğu : T.C.

Doğum Yeri ve Tarihi : Hasankeyf – 24.10.1981

Telefon : 555 492 6666

e-mail : ihsanyakut@hotmail.com

EĞİTİM

Lise : Mardin Lisesi (1999)

Lisans : İstanbul Teknik Üniversitesi (2006)

Yüksek Lisans: Batman Üniversitesi (2020)