

İSTANBUL TEKNİK ÜNİVERSİTESİ ★ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**BETONARME TÜP SİSTEM BİR YAPININ
TASARIMI**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

İnş. Müh. İsa GÜLSOY

Anabilim Dalı: İNŞAAT MÜHENDİSLİĞİ

Programı: YAPI MÜHENDİSLİĞİ

OCAK 2003

**BETONARME TÜP SİSTEM BİR YAPININ
TASARIMI**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ
İnş. Müh. İsa GÜLSOY
501991228**

**Tezin Enstitüye Verildiği Tarih : 10 Ocak 2003
Tezin Savunulduğu Tarih : 16 Ocak 2003**

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

OCAK 2003

İÇİNDEKİLER

TABLO LİSTESİ	VI
ŞEKİL LİSTESİ	VII
ÖZET	VIII
SUMMARY	IX
1.GİRİŞ	1
2.YÜKSEK BİNALARDA TAŞIYICI SİSTEMLER	3
2.1 Taşıyıcı sistem tasarımında yapı formları	3
2.2. Taşıyıcı Sistem Tasarımına Etki Eden Parametreler	9
2.3. Taşıyıcı Sistemlerin Sınıflandırılması	11
2.4. Çelik Taşıyıcı Sistemler	12
2.4.1.Çerçeve tüp sistemler	13
2.4.2 Çerçeve tüp sistemlerin yatay yüklere karşı davranış	13
2.4.3 Tüp Sistemlerde kayma gecikmeleri (Shear Lag) etkileri	17
2.4.4 Kafesli tüp Sistemler	18
2.4.5 Modüler (Demet) tüp sistemler	21
2.5. Betonarme Taşıyıcı Sistemler	22
2.5.1 Geniş açıklıklı çerçeve tüp	23
2.5.2 Çerçeve tüp sistemler	24
2.5.3 Kafesli tüp	26
2.5.4. Demet (Modüler) tüp sistemler	26
2.5.5 Çerçeve tüp ve çekirdek sistemler	28
2.5.6 Diğer betonarme taşıyıcı sistemler	29
3. SAP 2000 YAPI ANALİZİ PROGRAMI İLE STATİK VE DİNAMİK ANALİZ	30
3.1 Giriş	30
3.2. Analiz Halleri	31
3.3. Statik Analiz	31
3.4. Atalet Kuvvetleri	32
3.5 Öz vektör Analizi	33
3.6. Modal Analizin Sonuçları	34
3.6.1 Periyotlar ve frekanslar	34
3.6.2 Katılım faktörleri	34

3.6.3. Kütle katılım oranları	35
3.6.4. Toplam tutulmamış kütle ve kütlelerin konumu	35
3.7. Spektrum Analizi	36
4. BETONARME TÜP SİSTEM BİR YAPININ TASARIMI	38
4.1 Giriş	38
4.2 Binanın Özellikleri	38
4.3 Betonarme Yüksek Binalarda Düşey Taşıyıcı Sistemler	39
4.4 Taşıyıcı Sistem Boyutlarının Tayini	40
4.4.1. Dişli döşeme boyutlarının seçimi	40
4.4.2. Dişli döşemede yük analizi	43
4.4.3. Kiriş boyutlarının seçimi	45
4.4.4. Düşey yük analizinde kirişlere gelen yükler	47
4.4.5. Düşey yük analizinde kirişlere döşemeden gelen yükler	49
4.4.6 Düşey yük analizinde kirişlere duvarlardan gelen yükler	50
4.4.7 Düşey yük analizinde kirişlere gelen toplam yükler	50
4.5. Kolonların Düşey Yüklere Göre Ön Boyutlandırılması	52
4.6. Deprem Hesabı	56
4.6.1. Etkin yer ivme katsayısı	56
4.6.2. Bina önem katsayısı	56
4.6.3. Tasarım ivme spektrum katsayıları	59
4.6.4. Deprem yükü azaltma katsayısı	59
4.7. Dinamik Analiz İçin Hesap Yönteminin Seçimi	62
4.7.1 Mod birleştirme yöntemi	62
4.7.2. Gözönüne alınacak dinamik serbestlik dereceleri	62
4.7.3. Hesaba katılacak yeterli titreşim modu sayısı	63
4.7.4. Mod katkılarının birleştirilmesi	63
4.8. Dinamik Analiz İçin Kat Ağırlık Hesabı	64
4.9. Döşeme Kütle Atalet Momentlerinin Hesaplanması	64
4.10. Sayısal Sonuçlar	66
5. SONUÇLAR VE ÖNERİLER	68
5.1. Yapıda Kullanılacak Olan Değişik Beton Sınıflarının Etkileri	68
5.1.1. Binada sadece BS 35 Beton Sınıfı Kullanılması	68
5.1.2. Alt Katlarda BS 50 Üst katlarda BS 35 Beton Sınıfı Kullanılması	69
5.1.3. Alt Katlarda BS 65 Üst katlarda BS 50 Beton Sınıfı Kullanılması	69
5.2. Tüp Sistemlerin Karakteristik Özelliklerinden Olan Çevre Kirişlerinin Boyutlarının Yapıya Etkileri	71
5.3. Yapının Yapılacağı Yerin Zemin Durumlarının Yapıya Etkileri	74
5.4. Dişli Döşeme Yüksekliğinin Azaltılmasının Yapıya Etkileri	76

5.5. Betonarme Tüp Sistemde Gecikme Kayma Gerilmelerinin (Shear Lag) Etkileri	79
KAYNAKLAR	86
EKLER	87
ÖZGEÇMİŞ	129

TABLO LİSTESİ

	<u>Sayfa No</u>
Tablo 2.1 Betonarme binalar için taşıyıcı sistemler.....	23
Tablo 4.1 Birim ağırlıklar.....	44
Tablo 4.2 Döşemeye gelen hareketli yük değerleri.....	44
Tablo 4.3 Dişli döşemede bir dişin yük analizi(Döşeme kalınlığı 50 cm).....	45
Tablo 4.4 Dişli döşemede bir dişin yük analizi(Döşeme kalınlığı 40 cm).....	45
Tablo 4.5 Kirişlerin yük analizi (Döşeme kalınlığı 50 cm).....	48
Tablo 4.6. Kirişlerin yük analizi (Döşeme kalınlığı 40 cm).....	48
Tablo 4.7 Döşemelerin toplam yükleri (Döşeme kalınlığı 50 cm).....	49
Tablo 4.8 Döşemelerin toplam yükleri (Döşeme kalınlığı 40 cm).....	49
Tablo 4.9 Düşey yük analizi için döşemeden kirişlere gelen yayılı yük değerleri (Döşeme Kalınlığı 50cm).....	50
Tablo 4.10 Düşey yük analizi için döşemeden kirişlere gelen yayılı yük değerleri (Döşeme Kalınlığı 40 cm).....	50
Tablo 4.11 Düşey yük analizi için kirişlere uygulanan yayılı yük değerleri (Kirişlerinin kendi ağırlıkları hariç) (Döşeme kalınlığı 50 cm).....	51
Tablo 4.12 Düşey yük analizi için kirişlere uygulanan yayılı yük değerleri (Kirişlerinin kendi ağırlıkları hariç) (Döşeme kalınlığı 40 cm).....	52
Tablo 4.13 Beton sınıfı BS35 olan yapının kolon boyutları.....	55
Tablo 4.14 1-10. Katları beton sınıfı BS50, 20-30. Katları beton sınıfı BS35 olan yapının kolon boyutları.....	57
Tablo 4.15 1-10. Katları beton sınıfı BS65, 20-30. katları beton sınıfı BS50, Olan yapının kolon boyutları.....	58
Tablo 4.16 Yerel zemin sınıfı Z1 için spektrum fonksiyonu.....	60
Tablo 4.17 Yerel zemin sınıfı Z2 için spektrum fonksiyonu.....	61
Tablo 4.18 Deprem hesabı için döşeme ağırlığı değerleri.....	65
Tablo 4.19 Yatay yük analizi için kat ağırlığı (Çevre kirişleri hariç).....	65
Tablo 4.20 Çevre kiriş boyutlarına göre kat kütleleri (Kolonlar hariç).....	65
Tablo 5. 1 (G+Q) yüklemesinde kolonlardan temele aktarılan yük değerleri.....	78
Tablo 5. 2 (1.4G+1.6Q) yüklemesinde kolonlardan temele aktarılan yük değerleri.....	78
Tablo 5. 3 (G+Q+E) yüklemesinde kolonlardan temele aktarılan yük değerleri.....	79
Tablo 5. 4 Zemin sınıfı Z1 için deprem hesabında yatay yüklerden meydana gelen eksenel kolon basınçları (kN).....	83
Tablo 5. 5 Zemin sınıfı Z2 için deprem hesabında yatay yüklerden meydana gelen eksenel kolon basınçları (kN).....	84
Tablo 5. 6 Zemin sınıfı Z3 için deprem hesabında yatay yüklerden meydana gelen eksenel kolon basınçları (kN).....	85

ŞEKİL LİSTESİ

Sayfa No

Şekil 2.1	Yüksek bir binanın yapısal kavramı.....	4
Şekil 2.2	Binanın kesmeye karşı dayanımı; (a)bina kırılmamalı (b) bina aşırı deforme olmamalı.....	4
Şekil 2.3	Binanın eğilme dayanımı; (a)Bina devrilmemeli (b) kolonlarda çekme ve ya basınçtan dolayı hasar olmamalı (c) bina aşırı deforme olmamalı...	5
Şekil 2.4	Bina plan şekli. (a) Üniform olarak düzenlenmiş kolonlar (b) Kenarlara toplanmış kolonlar.....	7
Şekil 2.5	Kolon düzenine bağlı BRI değerleri.....	8
Şekil 2.6	Yüksek binalarda kayma sistemler. (a) perde duvar (b) diyagonal çerçeve sistemleri (c) yatay ve diyagonal çerçeve sistemler.....	9
Şekil 2.7	Citicorp Tower binası.....	10
Şekil 2.8	Bir tüp sistemin planı ve üç boyutlu görünümü.....	15
Şekil 2.9	Eksenel gerilmeler Gecikme kayma etkisi göz önüne alınarak ve alınmadan.....	15
Şekil 2.10	Eğilme etkisi altındaki kesitlerde gerilim dağılımları.....	16
Şekil 2.11	Düzensiz formlarda kapalı tüp sistemler	17
Şekil 2.12	(a) Sık yerleştirilmiş çaprazlamalı tüp sistem (b) Minimum sayıda yerleştirilmiş çapraz diyagonal tüp sistem.....	19
Şekil 2.13	First International Plaza (a) fotoğraf (b) şematik plan.....	20
Şekil 2.14	Sears Tower.....	21
Şekil 2.15	Four Allen Center binasının planı.....	22
Şekil 2.16	Geniş açıklıklı çerçeve tüp sistem planı.....	24
Şekil 2.17	Çerçeve tüp sistem yapıda shear lag etkileri.....	25
Şekil 2.18	Modüler tüp sistem bir yapının görünüşü.....	27
Şekil 2.19	Petronas İkiz Kuleleri.....	28
Şekil 2.20	Petronas binasının planı.....	29
Şekil 4.1	Planda dişli döşeme düzenlenmesi.....	41
Şekil 4.2.	Dişli döşemede bir dişin boyutları.....	42
Şekil 4.3.	Dişli Döşemenin Simetrik Eksene Göre Enkesiti.....	42
Şekil 4.4	Planda giriş numaraları	46
Şekil 4.5	Planda kolon numaraları.....	54
Şekil 5.1.	Zemin sınıfı Z2, çevre kirişleri 80x 40 olan yapıların beton sınıflarına göre yanal yer değiştirmeleri.....	72
Şekil 5.2.	Beton sınıfı BS 50 ve BS 35, zemin sınıfı Z1 olan yapının çevre kirişlerine göre yanal yerdeğiştirmeleri.....	73
Şekil 5.4.	Beton sınıfı BS 50 ve BS 35, zemin sınıfı Z2 olan yapının çevre kirişlerine göre yanal yerdeğiştirmeleri.....	75
Şekil 5.5.	1. Katta yatay yüklerden meydana gelen kolon gerilmeleri (Shear Lag) etkileri.....	80
Şekil 5.6.	6. Katta yatay yüklerden meydana gelen kolon gerilmeleri (Shear Lag) etkileri.....	81

BETONARME TÜP SİSTEM BİR YAPININ TASARIMI

ÖZET

Yapılan bu çalışmada, deprem yükleri altında, döşeme planı 29.6m x29.6m boyutunda, 30 katlı ve 104m yüksekliğinde olan betonarme tüp sistem bir binanın çevre kirişlerinin rijitlikliği ve beton dayanımının etkileri incelenmiştir. Binanın yapı sistemi iç tüp ve dış tüp (çevre çerçeve) olarak kabul edilebilir. Binanın kat yüksekliği 3.4m ve yapının iç çekirdek ile yapının dışı arasındaki açıklık 9.8m dir. Çerçeve tüp sistem yapı 3.3 m aralıkla yerleştirilmiş dış kolonlar ve farklı çevre kiriş yüksekliklerine sahip (0.4m, 0.5m, 0.6m, 0.8m, 1.0m ve 1.2m) çevre kirişleri binanın dış çevresine yerleştirilerek düzenlenmiştir. Yapının döşeme sistemi tek doğrultuda çalışan dişli döşeme olarak seçilmiştir. Dişli döşeme 0.4m ve 0.5m yüksekliğindeki dişler ve 0.1m yüksekliğindeki plaktan oluşmaktadır. Yapının yatay dayanımı yapının çevresinde yar alan kolon ve kirişlerden oluşan çerçeve tarafından sağlanmaktadır.

Yüksek binalar için tüp sistem bir yapının tasarımındaki temel yaklaşım, yanal etkiler karşı yeterli rijitliğe sahip esnek tüp sistem olarak düşünülebilir. Kolonların ve çerçevelerin bu şekilde sık yerleştirilmeleri, ana fikir olarak tüp sistemin binanın etrafında yer alan üç boyutlu boşluklu perde duvarlardan oluştuğu düşünülerek tasarlanabilir. Bu yaklaşım kapalı tüp kesitinde, zemine konsol bağlı kirişteki gibi basit gerilmeler meydana getirmektedir. Bununla beraber tüp sistem olarak tasarlanan yapının davranışı, katı tüp bir modelden çok daha karmaşıktır. Örnek olarak katı tüp bir modelde shear lag etkisi denen durum görülmemektedir. Shear lag; yanal kuvvetlerden dolayı binanın çevresinde yer alan köşe kolonlarındaki gerilmelerin artması orta kolonların gerilmelerinin azalması olarak açıklanabilir.

Yapının analizi, SAP 2000 yapı analizi programı kullanılarak yapılmıştır. Yapı sisteminin analizi, yapının lineer elastik kabulü ile üç boyutlu model olarak yapılmıştır. Çerçeve tüp sistem yapıda, değişik beton dayanımlarına göre (35MPa, 50MPa, 65MPa) yapının davranışları karşılaştırılmıştır. Alt kolonların tasarlanmasında kullanılan beton dayanımı, üst katlarda kullanılan beton dayanımından daha yüksektir. Deprem hesabında kullanılan spektrum ivme değerleri ABYYHY-1998 den alınmıştır. Beton dayanımının ve çevre kirişlerinin yapı üzerindeki etkileri hakkında yorumlar yapılmış ve elde edilen sonuçlar tablolarla ve şekillerle karşılaştırmalı olarak verilmiştir. Yapılan çeşitli sayısal sonuçlar şunu göstermiştir; iç ve dış çerçevedeki iç kuvvetlerin tertibini yaparken çevre kirişlerinin bu özel durumunda hesaba katılması gerekir. Çevre kirişlerinin boyutlarının artması yanal rijitliği arttırmaktadır.

DESIGN OF A REINFORCED CONCRETE STRUCTURE HAVING TUBE STRUCTURAL SYSTEM

SUMMARY

In this study, the effect of rigidity of spandrels and concrete strength on earthquake response of a reinforced concrete tube building having typical floor plan dimensions of $29.6\text{m} \times 29.6\text{m}$, 30 stories and 104m total height is investigated. The structural system of the building is assumed to be consisting of one inner tubes and one outer tube (perimeter frame). The story height is 3.4m and the spacing between perimeter and inner core is 9.8m. The framed tube system is arranged 3.3m spaced columns and spandrels having different depths (0.4m, 0.5m, 0.6m, 0.8m, 1.0m and 1.2m) around the entire primeter of the building. Floor system is consisted of one-way rib-slabs with filler blocks. The floor joists (ribs) are assumed to have 0.4m and 0.5m different depths and the slab thickness of 0.1m connecting joists. Lateral resistance is provided by the perimeter frame, consisting of columns and spandrels.

The basic philosophy in the design of tube systems for tall buildings is to arrange ductile box system having enough rigidity under lateral effects. The discrete columns and spandrels are considered, in a conceptual sense, equivalent to a continuous three-dimensional wall. The model becomes a hollow tube cantilevering from the ground with a basic stress distribution. Although the structural system has a tube-like form, its behavior is much more comlex than that of a solid tube; unlike a solid tube is subjected to shear lag effects. The influence of shear lag is to increase the axial stresses in the corner columns and reduce those in the inner columns of both the flange and the web panels.

The analysis of structure is carried out by using of the SAP 2000 package. The structural system is analyzed using three dimensional modeling under linear elastic assumption. The columns are assumed fixed at base. The frame tube structure is analysed using different concrete strengths (35MPa, 50MPa, 65MPa) to compare the behaviours. In the design of lower story columns, concrete strength is taken higher than the other story columns. The earthquake analysis is carried out by using the response spectrum given in Turkish Seismic Code (1998). The effects of the concrete strength and rigidity of spandrels on response of the building are discussed and the results obtained are given in tables and figures comparatively. Various numerical results yield that special considerations of spandrels should be taken into account in order to distribution of the internal forces in the inner and outer frames. As dimensions of spandrels increased, lateral rigidity of the structural system increases.

1. GİRİŞ

Eski çağlardan beri insanoğlu yüksek binalar yapma konusunda büyük bir arzu içindedir. Tarihte yer alan medeniyetler tarafından yapılan, Mısır da bulunan Giza piramidi, Meksika da Maya tapınakları, Hindistan'daki Kutap Minar günümüze kadar gelen yüksek binalara örnek olarak verilebilir.

Eski çağlarda bu yapılar yığma olarak yapılmış ve kullanım alanlarına ihtiyaç olmaktan çok anıt özelliğindeki yapılardır. Bununla beraber günümüzde yapılan yüksek binalar, hızlı bir şekilde gelişen şehirleşmeye ve nüfus artışına cevap verecek şekilde gelişse de anıt özelliklerini taşıması arzulanarak tasarlanmaktadır. Bu duruma örnek olarak en yüksek bina olma yarışında Petronas ikiz kulelerinin en yüksek bina olma özelliğini kazanmak için binanın çatısının buna göre tasarlanmasıdır. Böylece dünyanın en yüksek binası olma özelliğini kazanmıştır.

Tarihte yapılan binalarla çağdaş binalar arasındaki kullanım şeklinin farklı olmasına rağmen dayanım ve stabilite bakımından aynı sorunlar olarak karşımıza çıkmaktadır.

Dünyada yüksek binaların gelişimi 19. yüzyılın sonlarında çeliğin kullanılmasındaki yaygınlığın artması ile hız kazanmıştır. Sanayi devriminin etkisiyle şehir nüfusları hızla artmıştır. Konut ve işyeri gereksinimleri, yer darlığı arsa fiyatlarının artması gibi sebeplerden dolayı binaların çok katlı yapma ihtiyacı doğmuştur. Böylece kullanım ihtiyaçlarından dolayı yüksek binaların gereksinim olduğu döneme girilmiştir.

20. yüzyılın ilk yarısında ofis binaları olarak göze çarpan yüksek binalar, özellikle 2. Dünya Savaşından sonra 20. yüzyılın ikinci yarısında konut gereksinimlerini de karşılayan yüksek binalar yapılmaya başlamıştır. Son yıllarda yapılan yüksek binaların genel özelliklerinden biri de, hem ofis hem de konut ihtiyaçlarını karşılayan kullanım açısından karma yapılar olmasıdır.

Yüksek yapıların taşıyıcı sistemlerindeki gelişmeler sadece çeliğin gelişimi ile sınırlı kalmamıştır. İlk başlarda yüksek binalar için alternatifi olmayan çelik yapılara son yıllardaki beton basınç dayanımlarındaki büyük gelişmelerden sonra betonarme ve kompozit yapılar alternatif olmaktadır. İkinci dünya savaşından sonra karakteristik basınç dayanımları 15 MPa –20 MPa olan beton yaygın olarak kullanılmaktaydı. Son yıllarda karakteristik basınç dayanımı 75 MPa-80 MPa Dünyada yaygın olarak kullanılmaktadır. Özel katkılarla hazırlanan numunelerin beton basınç dayanımları 200 MPa ve üzerine çıkmaktadır.

Yapısal hafif betonun kullanılması ve geliştirilmesi betonarme binalardaki bazı olumsuzlukları gidermekte, tasarım zorluklarını ortadan kaldırmaktadır. Bu da betonarme yüksek binaların gelişimine katkı sağlamaktadır.

2. YÜKSEK BİNALARDA TAŞIYICI SİSTEMLER

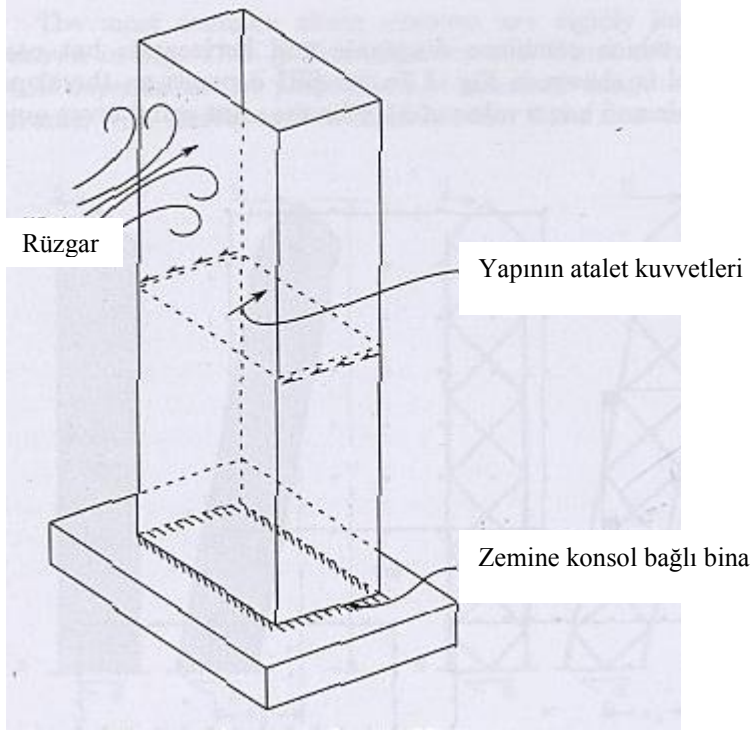
Yüksek binaların tasarımının başarılı olması için dışarıdan ve içeriden gelen etkilere karşı dayanımının yeterli olması yanında ekonomik olması da gerekmektedir. Tasarım yapılırken aynı zaman da mekanik, sıhhi tesisat, elektrik, havalandırma ve aydınlatma gibi tamamlayıcı sistemlerinde düşünülmesi gerekmektedir.

2.1 Taşıyıcı Sistem Tasarımında Yapı Formları

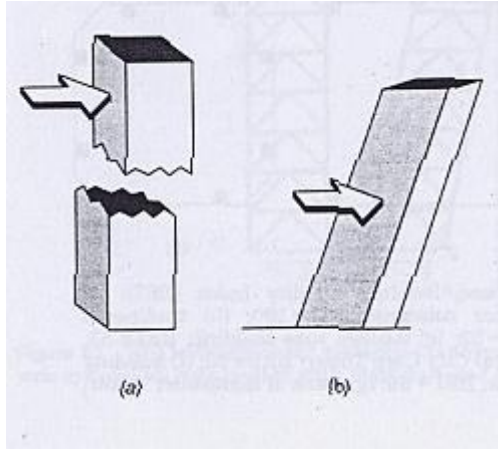
Yüksek binalarda taşıyıcı sistem tasarımındaki ana fikir, zemine konsol bağlanmış yüksek dar yapı olarak düşünülmesi uygun görülür (Şekil 2.1). Rüzgar ve deprem etkisinden kaynaklanan yatay yüklerin oluşturduğu kuvvetler yapıyı eğmeye ve kesmeye çalışır. Bundan dolayı yapının kesmeye ve eğilmeye karşı yeterli seviyede mukavemet göstermesi gerekir. Yapının kesmeye karşı dayanımı, binanın kırılmasına ya da arzu edilenden çok deformasyonuna izin vermeyecek şekilde tasarımı olabilir. (Şekil 2.2).

Yapının eğilmeye karşı dayanımı ise, binanın devrilmesine, kolonların basınçtan veya gerilmeden meydana gelen hasarlara ve arzu edilenden çok deformasyona izin vermeyecek şekilde olmalıdır (Şekil 2.3).

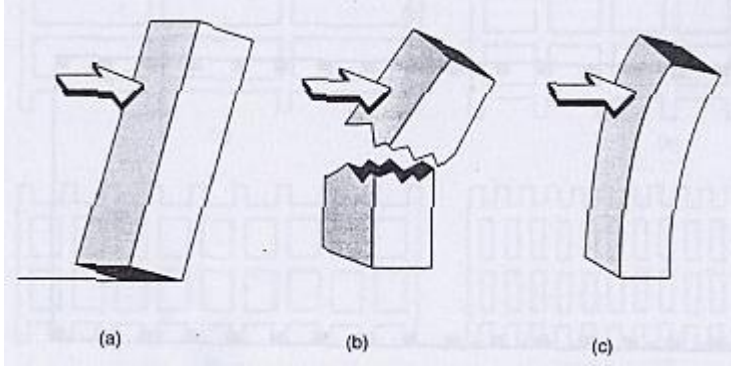
Yapının eğilmeye ve kesmeye karşı dayanımı yeterli olsa bile yüksek binalarda meydana gelen titreşimler insanlarda deniz tutması etkisi yapar. Ayrıca binanın fazla sallanması taşıyıcı olmayan elemanlarda hasara sebep olabilir. Bu da ciddi yaralanmalarla sonuçlanan kazaları beraberinde getirir. Binadaki insanların ve yayaların konforunu bozan bir sebep olarak bunun da çözülmesi gerekir. Bu da mühendislik açısından üçüncü sorun olarak ortaya çıkar.



Şekil 2.1 Yüksek bir binanın yapısal kavramı



Şekil 2.2 Binanın kesmeye karşı dayanımı; (a) bina kırılmamalı, (b) bina aşırı şekil değiştirme yapmamalı.



Şekil 2.3 Bina eğilme dayanımı; (a) Bina devrilmemeli, (b) kolonlarda çekme veya basınçtan dolayı hasar olmamalı, (c) bina aşırı şekil değiştirme yapmamalı

Eğilme etkisine, kayma etkisine ve aşırı titreşimlere karşı en ideal sistem düşey yönde sürekliliğe sahip, özellikle geometrik merkezden mümkün olduğunca uzağa yerleşmiş elemanlardan oluşan sistemdir. Eğer rasyonel süper yüksek yapı formu mühendislik modele ilham olmasaydı, betonarme baca belki de en ideal form olarak düşünülecekti. Tahmin edilebileceği gibi yüksek binalar için en ideal çözüm, betonarme bacaların parçalara ayrılarak iskelet halindeki çözümünden esinlenmiştir.

Zeminden konsol çıkan bina şartına göre tasarlanan yapılarda kolonların planda dışa yerleştirilmesi gerekir (Şekil 2.4.b). Bu plan (Şekil 2.4.a) da ki plana göre tercih edilen olmalıdır. Bununla beraber bu kolon düzenlenmesinin uygulanabilmesi genellikle mümkün değildir. Burada dikkat çekilmek istenen husus nasıl bir düzenleme yapılırsa eğilmeye karşı en iyi dayanım elde edileceğini göstermektir. Yapı sistemlerinin yanal kuvvetlere karşı etkilenmesinde iki parametre kullanılır. Birincisi, 'Eğilme Rijitlik İndeksi' BRI (Bending Rigidity Index), ikincisi 'Kesme Rijitlik İndeksi' SRI (Shear Rigidity Index).

Eğilmeye karşı en etkili sistem kolonların plan üzerinde dört köşede toplanmasıyla elde edilir (Şekil 2.5.a). Bu şekilde düzenlenen kolonların eğilmeye karşı maksimum etkisi $BRI = 100$ olarak tayin edilir. BRI merkezden geçen eksene göre kolonların atalet momentlerinin toplamının tüm sistemin atalet momenti olarak belirlenmesidir.

Geçmişteki geleneksel yüksek binalarda kolonların her biri yatay kuvvete göre bir bütünlük sağlamadan yük taşıyacak şekilde tasarlanırdı, New York'taki Empire State Binasında olduğu gibi. Bu binanın BRI si 33'tür (Şekil 2.5.b).

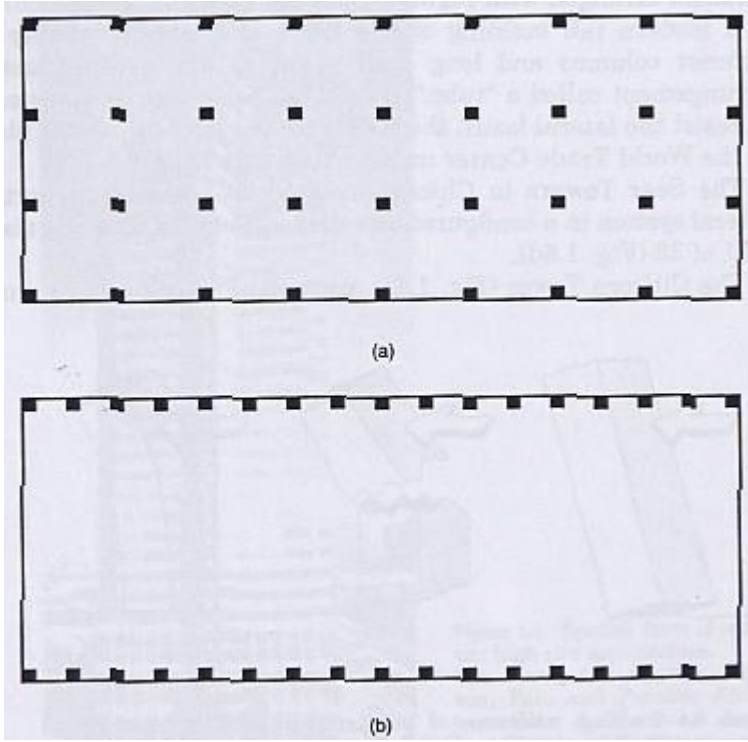
1980 ve 1990'ların binaları sık yerleştirilmiş dış kolonlar ve bina içinde büyük iç açıklıkları olan binalar olarak tasarlanmaktadır. Bu sisteme 'Tüp Sistem' denmektedir. Tüp sistemlerde yatay yükler yalnızca dış kolonlar tarafından taşıyacak şekilde tasarlanmaktadır. İç kolonların yanal yükleri taşımasındaki etkileri önemsenmektedir. Yatay yükleri sadece dış kolonların taşıdığı düşünülen sistemlerin BRI si 33 tür. Buna örnek olarak 11 eylül 2001 tarihinde yıkılan Dünya Ticaret Merkezi gösterilebilir (Şekil 2.5.c).

Chicago' da bulunun demet tüp sistemi olarak tasarlanan Sears Tower da kolonlar demet tüp sistem olarak dağılmıştır. Bu binanın da BRI si 33 tür (Şekil 2.5.d) .

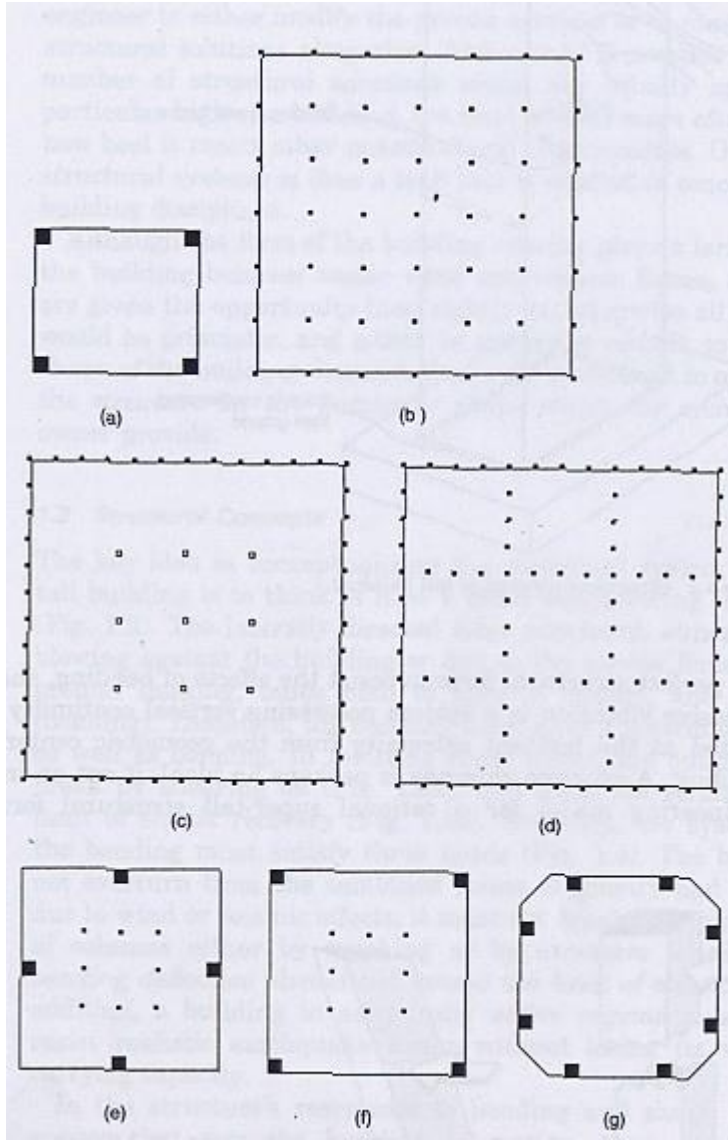
Citicorp Tower (Şekil 2.5.e) günümüzün modern binalarındandır. Ancak kolonlar köşelerde olmadığı için BRI si ancak 31 olmuştur. Eğer kolonlar köşelere yerleştirilseydi BRI si 56 ya kadar çıkacaktı (Şekil 2.5.f). Bu bina son zamanlarda yapılan modern binalardan biridir. Geleneksel binalara göre iki kat daha hafif malzemeden yapılmıştır. Kolonlarının bu şekilde BRI sı düşük olması binanın yapılacağı yerde köşe kolonlarının altında tarihi bir kilise bulunmasından dolayı bu kolonlar temele kadar ulaşamamaktadır. Mühendislik olarak başka bir çözüm bulunmuş, planda dış kolonlar, kenarların orta noktalarına gelecek şekilde dört tane süper kolon kullanılmıştır. Yatay yük analizinde binanın her iki cephesinden gelecek yatay yüklere (rüzgar yüklerine) göre hesaplanmış ve bina inşaatı tamamlanmıştır. Fakat bina tamamlandıktan sonra proje müdürüne bir öğrencinin köşelerden gelen rüzgar yüklerine göre de hesap yapıp yapılmadığı sorusu üzerine binanın köşelerinden gelecek rüzgar yüklerine göre hesaplama yapılmıştır. Binanın diyagonal kirişlerinin güvenlik sınır değerlerini karşılamadığı görülmüştür. Bina tadilata alınmış ve diyagonal kirişler güçlendirilmiş ve olası bir felaketin önüne geçilmiştir. Buradan da anlaşılacağı gibi, yapı formunun yeni uygulamalarında bir çok sorunlar çıkmakta hatta yapı tamamlandıktan sonra bile bu sorunların farkına varılamayabilmektedir.

Yeni yapı şekilleri uygulanırken tasarım sırasında yapının her yönü ile incelenmesi gerekir. Bazı önemsiz gibi görünen ayrıntılar veya geleneksel binalardan farklı olmaları bu yeni yapı sistemlerinde dikkat edilecek hususlardır. Bunun başka bir örneği de, tüp sistemlerin yatay yük analizlerinde, sistemin iki boyutlu çerçeve olarak çözülmesinde ki yanlışlıklar olarak verilebilir. Tüp sistemlerin yatay yük analizlerinde üç boyutlu olarak çözümleri gereklidir.

Houston Teksas ta bulunan Southwest Bank Tower eğilmeye karşı ideal bir tasarımı vardır. BRI si 63'tür (Şekil 2.5.g). Kolonlar süper kolon olarak tasarlanmıştır. Bu da tüp sistemlerde görülen sık kolonların yerini alan başka bir uygulamadır. Kolonların bu şekilde yerleştirilmesi iç alanda geniş kullanım açıklıkları meydana getirmiştir.

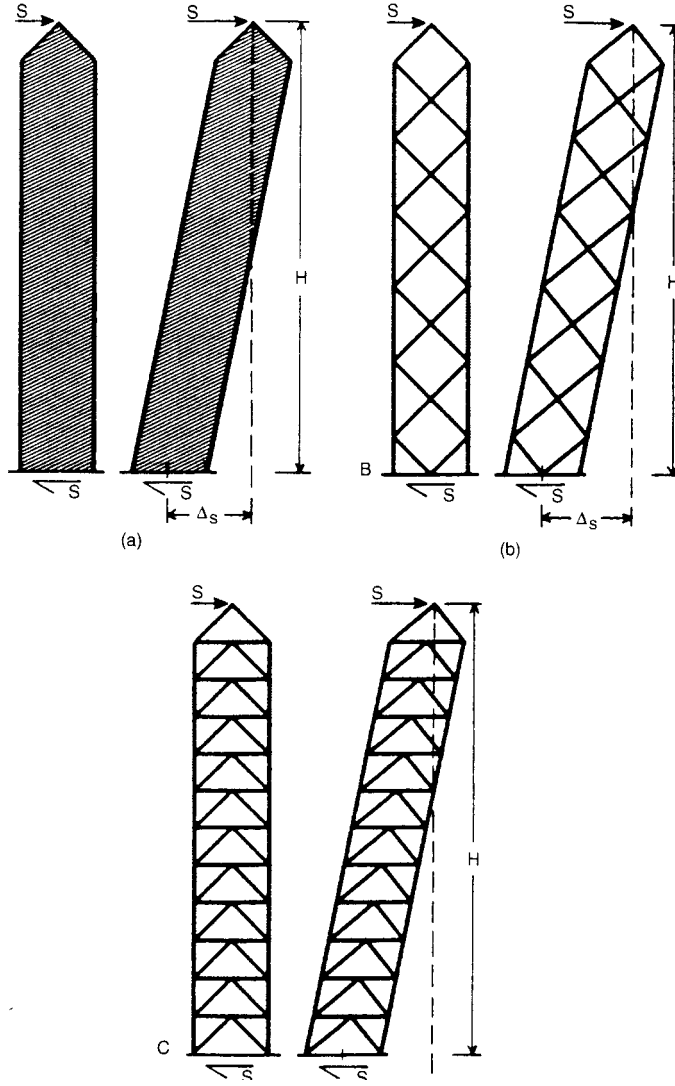


Şekil 2.4 Bina plan şekli. (a) Üniiform olarak düzenlenmiş kolonlar (b) Kenarlara toplanmış kolonlar.



Şekil 2.5 Kolon düzenine bağlı farklı uygulamalar.

Yapılarda kesme rijitlik endeksi yapının yatay kuvvetler altındaki rijitliği ile doğru orantılıdır. Yapı ne kadar rijit olursa kesme etkilerine dayanımı o kadar fazla etkili olmaktadır. Bu sistemler de perde duvarlar ve diyagonallerden oluşmuş kafes sistemlerdir (Şekil 2.6).



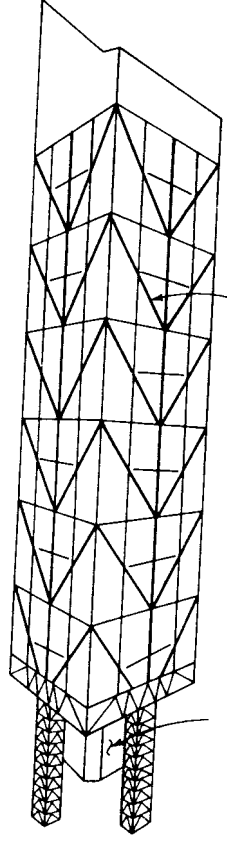
Şekil 2.6 Yüksek binalarda kayma dayanımı yüksek sistemler. (a) perde duvar (b) diyagonal çerçeve sistemleri (c) yatay ve diyagonal çerçeve sistemler.

2.2. Taşıyıcı Sistem Tasarımına Etki Eden Parametreler

Taşıyıcı sistemin seçilmesinde bir çok etken vardır. Bu etkenler incelenerek yapının istenilen şartları sağlayan en uygun sistem seçilir. Taşıyıcı sistem seçilirken mimari ve mühendislik olarak yapının ihtiyaçlarını karşılaması gerekir. Bunların yanında seçilen taşıyıcı sistemin ekonomik olması da gerekir.

Bazı durumlarda bina sahibinin özel istekleri olabilir ve bunlarında karşılanması gerekir. Bina sahibi Petronas kulelerinin dünyanın en yüksek binası olmasını

istendiği için çatısı bu şekilde tasarlanmış iki kuleyi birbirine bağlayan bir hava geçidi istediği için binalar birbirine tp geçitle bağlanmışlardır.



şekil 2.7 Citicorp Tower binası

Bazı zel durumlar da mümkündür. Citicorp Tower binası yapılacağı yerde tarihi bir kilise bulunmaktaydı. Bu kilisenin yıkılması istenmediğinden dolayı Citicorp Tower binası bu kilise yıkılmadan yapılmıştır. Planda kilise Citicorp Tower binasının düşey ekseninde köşesinden içeri girmekte adeta üstüste yapılmıştır. Bu yüzden binanın köşelerinde temele bağlanan kolonları yoktur. Mühendislik olarak başka bir çözüm bulunup süper kolonlar kullanılarak yapı yapılmıştır. Yeni yapılan her binanın her ne kadar başka binalara benzese de kendine özgü sorunları ve bunun çözümü için başkalarına benzemeyen çözüm yolları olabilmekte, farklı sistemlerde yapılar meydana gelmektedir. Bununla beraber yapı sistemi seçiminde bazı ana kriterler de belirleyici rol oynamaktadır bunların bazılarını şöyle sıralayabiliriz;

-Yapının kullanım amacı

-Yapının yüksekliği

- Yapı narinliği (narinlik oranı; yapı yüksekliği / yapı kısa kenar uzunluğu)
- Yatay yüklerin büyüklüklerinin nitelikleri ve büyüklükleri
- Yatay rijitlik kriterleri
- Zeminin durumu
- Yapıda kullanılacak temel yapı malzemelerinin mevcudiyeti ve maliyeti
- Kalifiye işçilik ihtiyacı ve maliyeti
- İnşaat tekniklerindeki gelişmişlik durumu
- Yapım süresi

2.3. Taşıyıcı Sistemlerin Sınıflandırılması

Yüksek binalarda uygulanan taşıyıcı sistemler, genel olarak yapıda kullanılan malzemelere göre sınıflandırılır. Bu sınıflandırma;

- Çelik taşıyıcı sistemler
- Betonarme taşıyıcı sistemler
- Kompozit (çelik ve betonarme elemanların birlikte kullanıldığı) taşıyıcı sistemler.

Bu sınıflandırmadan sonra her bir sınıflandırma için de yatay yük taşıyıcı elemanlara göre kendi içlerinde sınıflandırılırlar.

Ayrıca Fazlun Khan taşıyıcı sistemlerin yatay yüklere dayanımı açısından etkinlikleri doğrultusunda sınıflandırılabilceğini öne sürmüştür [1]. Buna göre 20 – 30 kat yükseklikliğine kadar etkili olan, çelik yapılarda rijit çerçeveler, betonarme yapılarda perde duvarlar, diğer taraftan da zemine bağlı konsol gibi çalışan tüp sistemler bulunmaktadır.

Diğer sınıflandırma da binanın kat adedine, mimarı planlamasına veya kullanma amacına göre yapılabilir.

2.4. Çelik Taşıyıcı Sistemler

Yapı sistemlerinde çeliğin kullanılması her ne kadar 1856'da Bessemer'in çelik yapım sürecini keşfetmesine dayansa da, çelik profillerin yapımı ancak 1885' te mümkün olabilmıştır. Bu profil yapı elemanlarının yapılarda ilk uygulamasına ise 1889'da 300 metre yüksekliğindeki Eiffel Kulesi'nin yapımında rastlanmıştır. 20. yüzyılın başlamasıyla birçok yüksek bina yapılmaya başlamıştır. Bunların bazıları 87 metre yüksekliğindeki 1902 de yapılan Flatiron binası, 319 metre yüksekliğindeki 1929 da yapılan Chrysler binası. Dünyada en yüksek bina rekorunu 1931 yılında kıran 381 metre yüksekliğindeki Empire State binası, daha sonraları 412 metre yüksekliğindeki 1972 yılında yapılan 11 eylül 2002 yılında terörist saldırılar sonucu yıkılan Dünya Ticaret Merkezi (World Trade Center) ve 1974 yılında yapılan 442 metre yüksekliğindeki Sears Towers çelik yapılardan bazılarıdır.

Yüksek binaların ilk örneklerinde düşey yükleri taşımak üzere tasarlanan çelik elemanlardan oluşan yapılar, daha sonraları rüzgar ve deprem kuvvetlerine karşı basit portal çerçeveler üretilmiştir. Yatay kafes kirişli sistemler, mega çerçeveler , içte süper diyagonal çaprazlı çerçeveler ve benzerlerinin geliştirilmesiyle daha etkin ve yüksek yapılar yapılmaya başlamıştır.

Günümüzde sayılamayacak kadar çok çelik yapı sistemleri kullanılmaktadır. Bununla beraber bu yapı sistemlerini yatay yüklere karşı etkinliklerine göre şu şekilde gruplandırabiliriz.

- Yarı rijit bağlantılı çerçeveler
- Rijit çerçeveler
- Çapraz çerçeveler
- Şaşırtmalı kafes sistemler
- Dış merkezli çaprazlı sistemler
- Büyük ölçekli çaprazlı sistemlerle rijit çerçevelerin beraber kullanıldığı sistemler
- Yatay kafes kirişli ve kuşaklı sistemler

-Çerçeveleli t p sistemler

-Kafesli t p sistemler

-Demet t p sistemler

2.4.1  er eveleli T p Sistemler

T p sistem basitçe yatay yüklere karşı yapının tamamının üç boyutlu olarak karşı koyduğu sistem olarak tanımlanabilir. Cephede sık aralıklarla düzenlenmiş kolonlar ve yüksek dış kiri lerle düzenlenmiş yerden konsol çıkan boru şeklinde üç boyutlu olarak projelendirilirler. Yatay yüke karşı düşey bir konsol gibi davranan bu sistem yüksek binalar için oldukça etkili bir sistemdir..

Dünyanın en yüksek be  binasından dördü t p sistem olarak yapılmıştır.Bunlar Chicago’da bulunan 110 katlı Sears Tower, 100 katlı John Hancock binası, 83 katlı Standard Oil binası, ve 11 eylül saldırılarında yıkılan New York’daki Dünya Ticaret Merkezi. Bu binaların hepsi t p sistem olarak yapılmıştır.

T p sistemlerin ilk uygulaması Dr. Fazlur Khan ve Skidmore, Owings & Meril Mühendislik Mimarlık firması tarafından 43 katlı konut binası olarak Chicago da yapılmıştır.

Genel olarak  er eveleli t p sistemler yapının en iyi çözümünü elde edebilmek için çeşitli kolon aralıklarında ve kolon özelliklerinde uygulanmaktadır. Uygulamalarda  er eveleli t p sistemlerde t p davranışı 3 m den 6 m ye kadar değişen kolon aralıklarında ve 0.90 cm ile 1.5 m yüksekliğine kadar değişen  evre kiriş yüksekliklerinde elde edilebilmektedir.

T p sistemler betonarme yapı sistemi, yapısal  elik kullanarak veya bu iki yapı elemanı beraber kompozit olarak kullanılarak yapılmaktadır.

2.4.2  er eveleli T p Sistemlerin Yatay yüklere Karşı Davranış

T p sistemlerin yatay yüklere karşı davranışını daha iyi anlayabilmek için kare şeklindeki 50 katlı bir t p sistem yapı ele alınmıştır. Bu binanın dış kolonları sık bir şekilde yerleştirilmiş ve yüksek kiri lerle birbirlerine ba lanmı tır. Binanın içindeki kolonlar sadece düşey yüklere göre boyutlandırıldı ı ve yatay yüklere karşı

etkilerinin ihmal edilecek düzeyde olduğu kabul edilir. Kat döşemelerinin yatay yükler etkisi altında rijit diyafram olarak davrandığı kabul edilir. Tüp sistemlerde yatay yükleri sık kolonlardan ve yüksek kirişlerden oluşan sistem karşılar. Kat adedi arttıkça yatay yükler arttığı için, içteki çekirdekten veya iç tüplerden yararlanılabilir.

Çevre kirişler, sık kolonlarla her kat döşeme hizasında rijit olarak bağlıdır. Böylece binanın yatay yüklerden eğilme etkilerine karşı güçlü bir şekilde karşı koyar.

Tüp sistem yapılar yatay yüklere karşı, normal çerçevelerden oluşan sistemlerden farklı bir şekilde karşı koyarlar. Tüp sistem yapılarda yatay yüklerin meydana getirdiği eğilmeye karşı, yalnız binanın yatay yüke dik yöndeki yüzü doğrultusunda bulunan bütün kolonlar en çok yükü taşıyan kısımlardır. Normal çerçevelerden oluşan sistemlerde ise her bir kolon tek başına rijitliği kadar yük taşır. Tüp sistemlerde yatay yükün taşıma kapasitesi yapının planda kesit alanının en uç kesimlerinde en fazladır. Bundan dolayı binanın dış yüzündeki kolonlardan oluşan dış tüp bütün yatay yükleri karşılaması için tasarlanır.

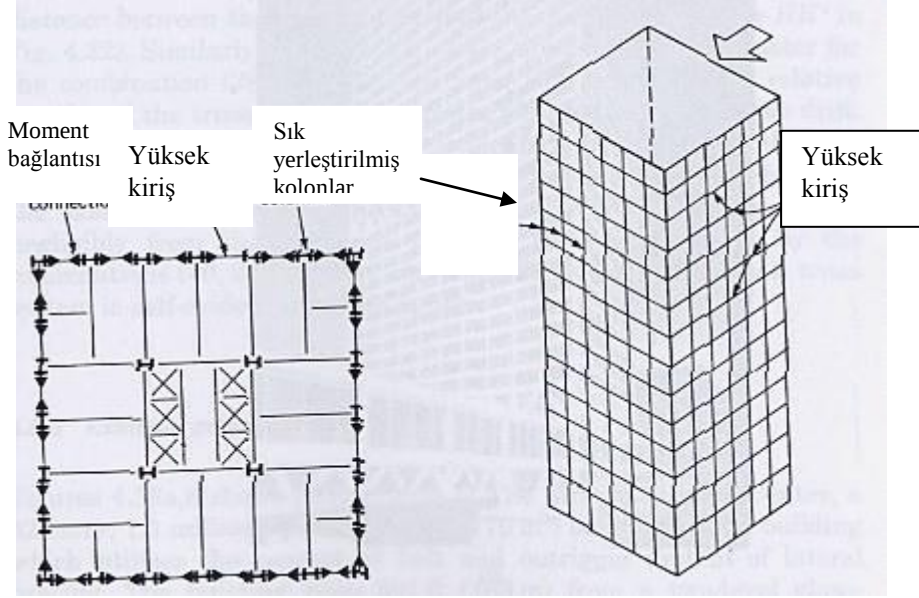
Yatay yüklere paralel olan çerçeve, delikli tüpün gövdesi (web), dik yöndeki kolonlardan oluşan çerçevelerde başlıkları (flanges) olarak adlandırılabilir. Düşey yükler kısmen dış tüpler tarafından kısmen de içteki kolonlar ya da çekirdek tarafından karşılanır.

Tüp sistemin yatay yüklerden kaynaklanan eğilmeye karşı zemine bağlanmış bir konsol kiriş gibi davranması beklenir. Bu yüklemde tarafsız eksenin karşılıklı taraflarındaki kolonların bir kısmında basınç bir kısmında çekme meydana gelir. Buna ilave olarak yatay yüke paralel olan çerçevelerde, normal çerçeveler gibi eğilme kesme gerilmeleri beraber olarak görülür.

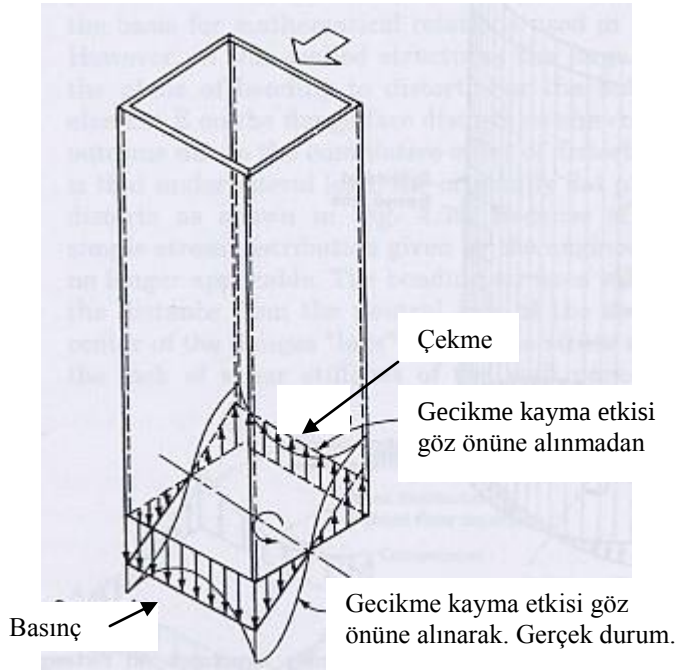
Tüp sistem bir yapıya model oluştururken ana fikir, ayrı ayrı parçalardan meydana gelen kolonlar ve kirişler, eşdeğer üç boyutlu boşluksuz perde olarak tasarlanabilir. Tüp sistem bu modelde zemine bağlanmış konsol kiriş gibi davranır (Şekil 2.8).

Bununla beraber tüp sistem yapıların davranışlar normal boşluksuz tüp kesitlerden çok daha karmaşıktır. Buna örnek olarak normal tüp kesitlerde kayma gecikmeleri (shear lag) etkileri görülmemektedir. Shear lag etkileri eksenel gerilmelerde köşe

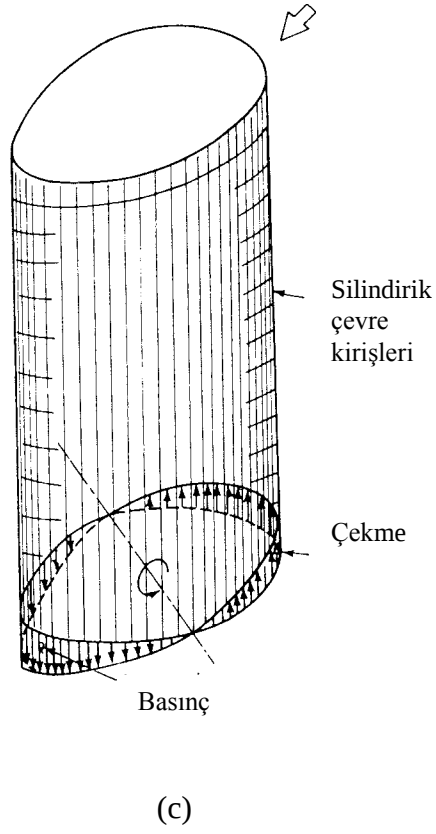
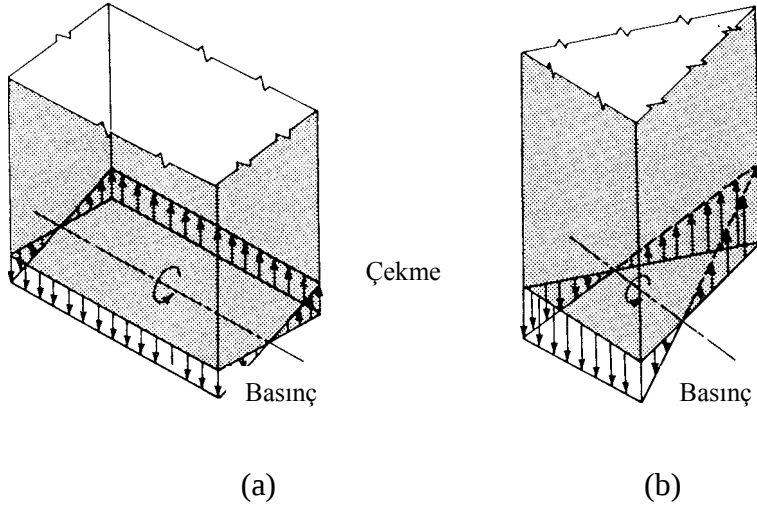
kolonlarında artmalar meydana getirirken orta kolonlarda azalmalara sebep olur ve bu durum hem web denilen kolonlarda hem de flange denilen kolonlarda görülmektedir (Şekil 2.9). Bu durum plandaki şekillerine göre dikdörtgen, üçgen ve daire kesitli yapılarda şekilde gösterilmiştir (Şekil 2.10). Düzensiz şekillerde de tüp sistemler olabilir. (Şekil 2.11)



Şekil 2.8 Bir tüp sistemin planı ve üç boyutlu görünümü



Şekil 2.9 Eksenel gerilmeler gecikme kayma etkisi göz önüne alınarak ve alınmadan.

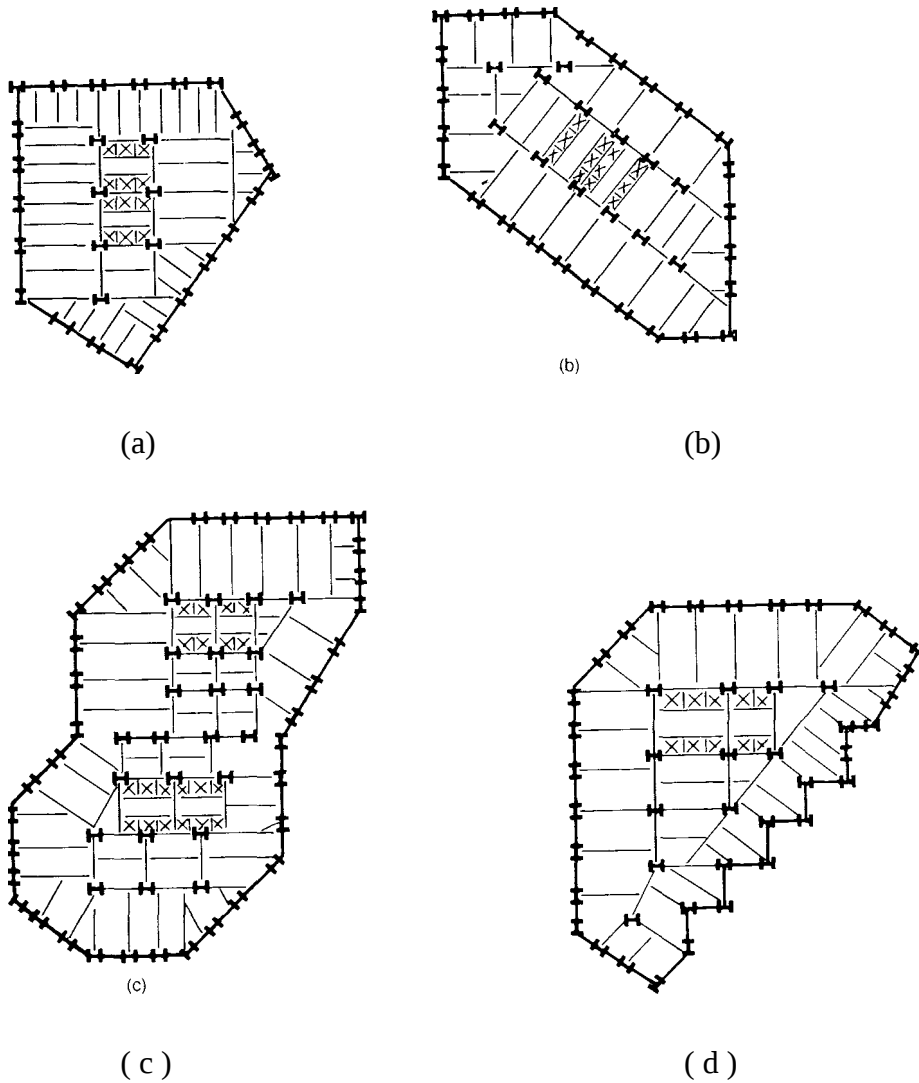


Şekil 2.10 Eğilme etkisi altındaki kesitlerde gerilime dağılımları

2.4.3 Tüp Sistemlerde Kayma Gecikmeleri (Shear Lag) Etkileri

Çerçeveli tüp sistem yapılar yüksek binalar için yapı yükseklikleri bakımından oldukça geniş bir aralıkta ekonomik açıdan uygun çözümler üretmektedir. Yapı yatay yüklere karşı bütün bina üç boyutlu olarak karşı koymaktadır [3]

Yatay yükler altında konsol kiriş gibi davranan yapı, yatay yüklerin meydana getirdiği binanın eğilme momentine karşı dört tarafında bulunan çerçeveler tarafından aksel gerilmelere dönüşerek karşı koyar. Ayrıca yatay yükler altında



Şekil 2.11 Düzensiz formlarda kapalı tüp sistemler

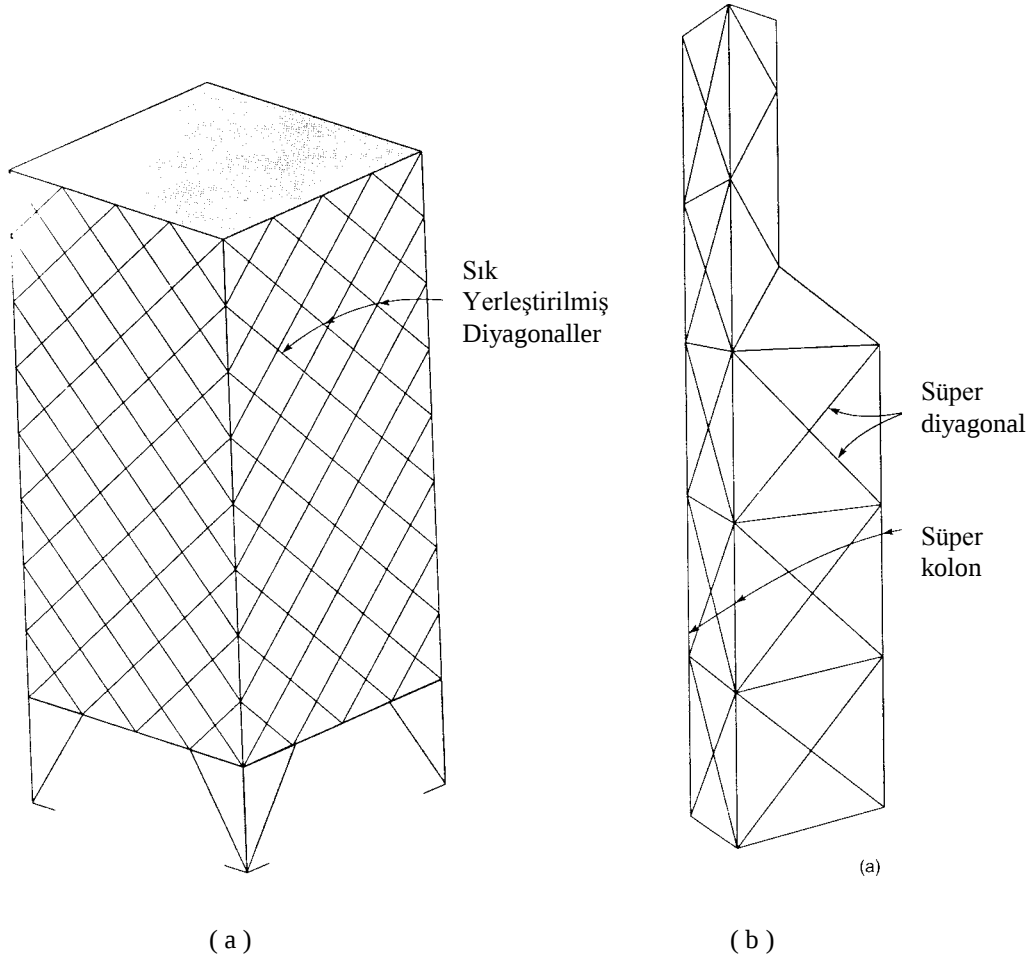
kesmeye karşı plan içinde yüke paralel olan, kolon ve kirişlerden oluşan çerçeveler tarafından karşı koyarlar. Eğer bu kiriş ve kolonlardan oluşan çerçeve sistemi tam rijit gibi davranırsa plan içinde olan çerçeve, geleneksel yöntemlerle çözümleri

mümkün olurdu. Fakat bu çerçeveyi oluşturan elemanların bağlantıları ve pencere boşlukları yapının tam rijit olmasını imkansız hale getirir. Bu sebeplerden dolayı çerçeve elemanları ve bağlantılar esnek olmakta, kaymalarda esneklik olmaktadır. Bunun sonucu köşe kolonlarındaki gerilmeler artmakta orta kolonlardaki gerilmeler azalmaktadır. Böylece bütün yapının rijitliği azalmaktadır. Ayrıca shear lag etkileri döşemelerde eğilmelere sebep olmakta taşıyıcı olmayan elemanlarda hasar meydana getirmektedir.

Shear lag etkileri ince cidarlı tam rijit davranamayan kapalı tüp kesitli elemanlarda meydana gelmektedir. Bu etkileri hesaplamak için, üç boyutlu bilgisayar analiz programları kullanmak en geçerli yöntemdir. Yapıyı oluşturan plan dışındaki çerçevelerdeki deformasyonlar, web ve flange denilen çerçeveler arasındaki etkilenmeler, düşey yöndeki kayma gerilmeleri gibi konularda konunun daha iyi anlaşılabilmesi için teorik analiz metotları geliştirilmiştir [1].

2.4.4 Kafesli Tüp Sistemler

Kafesli tüp sistemler, yüksek binalar için klasik çözüm olmuş çerçeveli tüp sistemlerin etkinliklerini arttırmak için uygulanan sistemlerdir. Bu sistemlerde çerçeveli tüp sistemlerde ulaşılan bina yüksekliklerini daha da arttırmakta, kolon açıklıklarının mümkün olduğu kadar büyümesi sağlanmaktadır. Tüp sistemlerin bina yüzlerine diyagonal olarak yerleştirilen çaprazlamalar sayesinde binanın web ve flange denilen her iki yüzlerinde de meydana gelen shear lag etkilerini hemen hemen yok etmektedir (Şekil 2.13).



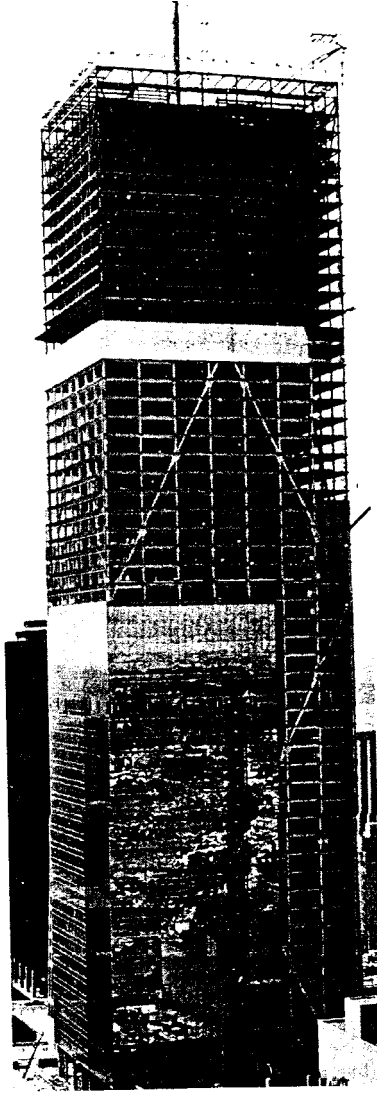
Şekil 2.12 (a) Sık yerleştirilmiş çaprazlamalı tüp sistem

(b) Minimum sayıda yerleştirilmiş çapraz diyagonal tüp sistem

Çerçeveli tüp sistemlerde yatay yüklerden meydana gelen kayma gerilmeleri yapının yeterince rijit davranamamasından dolayı köşe kolonlarında toplanmakta ve bu yükleri başka yerlere aktaramamaktadır. Yapının bu yatay yüklere karşı maksimum etkili olabilmesi için binanın yüzlerindeki kolonlarda meydana gelen çekme ve basınç gerilmelerinin üniform olarak yayılmasını sağlamak gerekir. Kafesli tüp sistemler yapıyı daha rijit hale getirerek bu yüklerin daha üniform olarak dağılmalarını sağlar ve shear lag etkilerini neredeyse yok eder. Normal çerçeveli tüp sistemlerde 50 – 60 kata kadar bina yüksekliğe ulaşır. Bu durumdan istisna olarak, Dünya Ticaret Merkezindeki gibi sık yerleştirilmiş kolonlar (1.0 m) durumunda bina yüksekliği 109 kata kadar çıkmıştır [2].

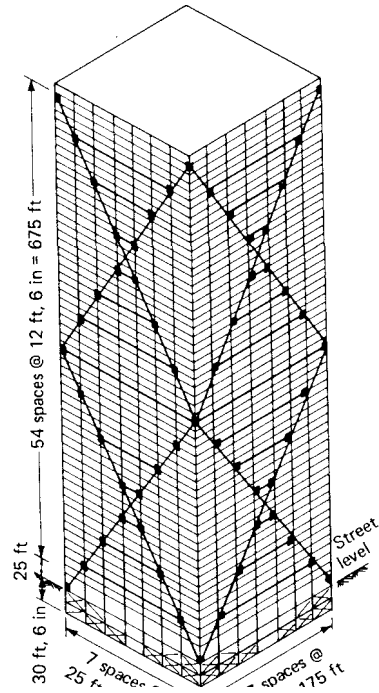
Yüksek binalar için kolon açıklığı genel olarak 3.0 m ile 4.5 m arasında uygulanmaktadır. Yatay yüke paralel olan yapı yüzündeki çerçeveler boşluklu tam rijit gibi davranır. Bunun sonucunda kolon ve kirişler tasarım aşamasında genellikle

eksenel gerilmelerden çok eğilme durumlarına göre boyutlandırılırlar. Bunun sonucunda istenmeyen büyük kesitler meydana çıkar. Oysa normal çerçevesiz tüp sistemlerde kolonların boyutlandırmaları genellikle aksel gerilmelere göre olmaktadır.



(a)

(a)



(b)

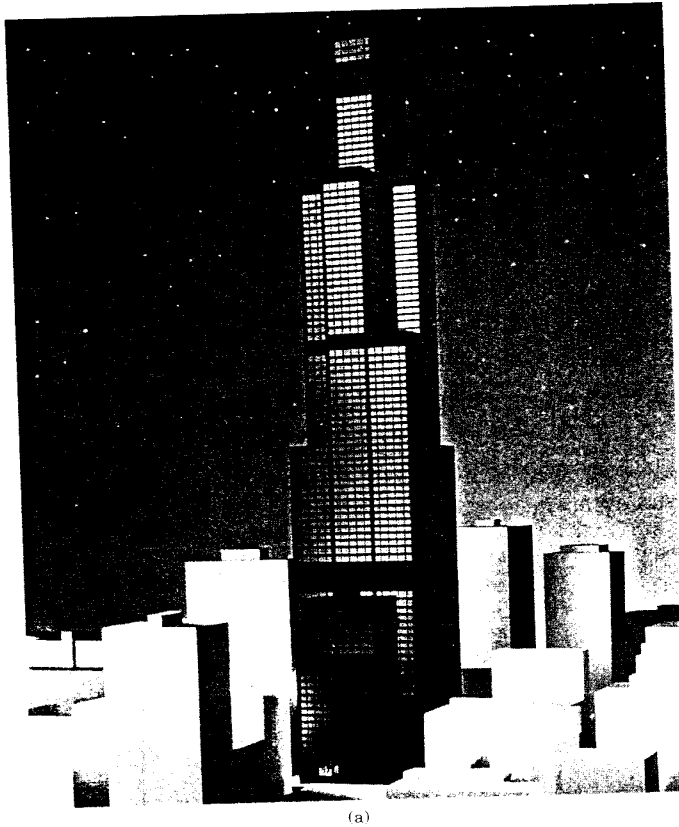
Şekil 2.13 First International Plaza (a) fotoğraf (b) şematik plan

Kafesli tüp sistemlerde en etkili sistem düşey kolonlara şaşırtmalı olarak sık yerleştirilmiş çaprazlamalarla elde edilir (Şekil 2.12.a). Fakat bu sistem elemanların birleşim noktalarındaki detaylar ve pencere boşluklarından dolayı pek kullanılan bir sistem değildir.

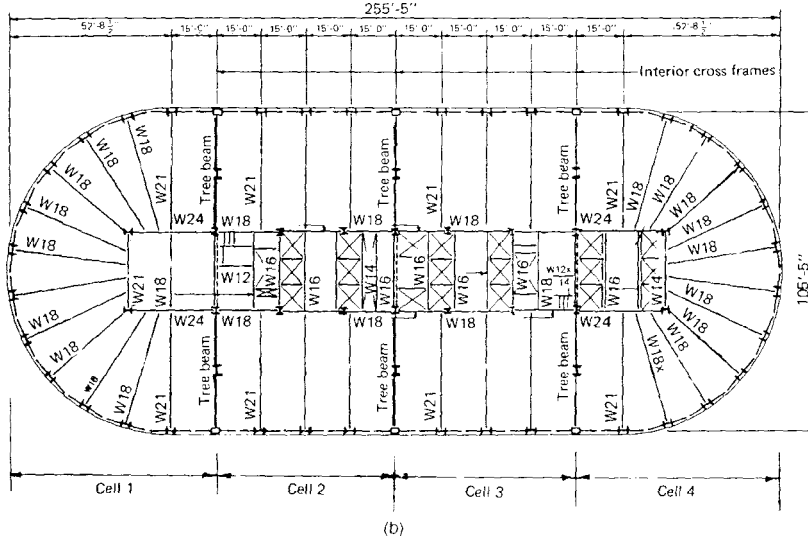
Diyagonal çaprazlama ile şekil çerçeveli tüp sistemlerin etkinliğini arttıran en yaygın kullanılan kafesli tüp sistemlerdir. Bu sistemde mümkün olduğu kadar az diyagonal çaprazlamalar kullanılmıştır (Şekil 2.12.b). Burada şu görülmüştür ki en mükemmel çözüm binanın her yüzündeki minimum sayıdaki çaprazların kolon üzerinde aynı noktalarda kesişmeleri gereklidir. Böylece tüp sistem ile bina yüzündeki kafes etkileşmekte üç boyutlu davranış göstermektedir.

2.4.5 Modüler (Demet) Tüp sistemler

Genel olarak tüp sistemler planda, üçgen, dörtgen, beşgen, dairesel veya kapalı tüp kesitler halinde kullanılmaktadır. Tüp sistemlerde planda en etkili kare formdur. En nadir görünen ise planda üçgen formdur. Dış tüp sistemin simetrik olmaması burulma rijitliği karakteristiği bakımından avantaj sağlamaktadır. Fakat tüp sistemdeki bu süreksizlik tüp sistemin etkinliğini ciddi şekilde azaltmaktadır. Modüler tüp sistem birkaç kapalı tüp sisteminin birleşmesiyle meydana gelir. Böylece planda istenilen şekillerde yapı yapılırken tüp sistemlerin etkinliğinden de bir şey kaybedilmemiş olur (Şekil 2.14), (Şekil 2.15).



Şekil 2.14 Sears Tower (Chicago, USA)



Şekil 2.15 Four Allen Center binasının planı

Bu şekilde oluşturulan demet tüp sistemler ile geniş kolon açıklıkları elde etmek mümkün olur. Sears Tower binası modüler tüp sistemine uygun şekilde yapılmıştır.

2.5. Betonarme Taşıyıcı Sistemler

Betonarme taşıyıcı sistemler betonun form esnekliğinden dolayı çok çeşitli taşıyıcılar olarak tasarlanabilmektedir. Betonarme taşıyıcı sistemlerin kendi ağırlıklarından dolayı yapı ağırlığını fazladan arttırmaktadır bu da yüksek binalar için sorun teşkil eden bir husustur. Ancak son yıllarda beton basınç dayanımının çok fazla artması, çeliğin basınç dayanımına yaklaşması hafif agrega kullanımı gibi gelişmelerden dolayı bu olumsuzluğunu azaltmıştır. Ayrıca yüksek mukavemetli beton kullanımı kalıp alma süresini azaltmış inşaat hızını artırmıştır. Betonarme bu özelliklerinden dolayı çeliğe karşı dezavantajlarını azaltmıştır. Tablo 2.1 de betonarme taşıyıcı sistemlerin bina kat adedine göre dağılımı verilmiştir.

Tablo 2.1 Betonarme binalar için taşıyıcı sistemler

BETONARME TAŞIYICI SİSTEMLER	
SİSTEM	KAT ADEDİ
	0 10 20 30 40 50 60 70 80 90 100 110 120
İki yönlü döşeme ve kolonlar	10
Perde ve mantar döşeme	20
Perde kolon ve mantar döşeme	30
İkiz perde duvarları	40
Rijit çerçeve	50
Geniş açıklıklı çerçeveli tüp	60
Guseli kirişli rijit çerçeve	70
Çekirdek sistemler	80
Perde duvarı ve çerçeve	90
Perde ve guseli kirişli çerçeve	100
Sık yerleştirilmiş çerçeveli tüp	110
Çerçeveli tüp ve çekirdek	120
Kafes tüp	120
Modüler tüp	120

Betonarme taşıyıcı sistemin modüler tüp olarak seçilmesi durumunda bina yüksekliği 120 kata kadar çıkmaktadır. Bu gösterge de betonarme yüksek binaların çelikle yarışır duruma geldiğinin göstergesidir.

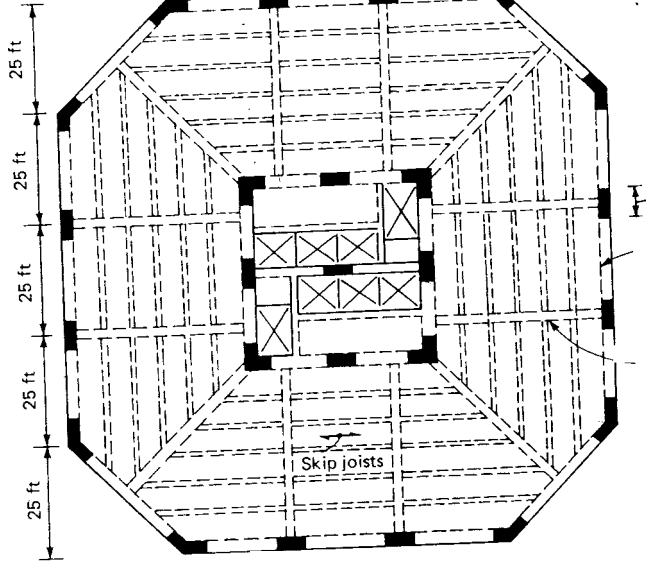
Betonarme tüp sistemlerle, çelik tüp sistemler yapı sistemi olarak aynı özelliktedirler. Sadece kullanılan malzemelerden doğan farklılıklar mevcuttur.

Buradaki betonarme sistemlerden, sadece tüp sistem olanlar incelenmiştir.

2.5.1 Geniş Açıklıklı Çerçeveli Tüp

Tüp sistem; daha önce belirtildiği gibi cephede sık aralıklarla yerleştirilmiş (2.5 m-4.5 m) kolonlar ve yüksek çevre kirişlerinden oluşan bir yapı sistemi olarak tanımlanmaktadır. Sık aralıklı dış kolonlardan ve yüksek çevre kirişlerden oluşan yapı, yatay yüklere karşı oldukça etkili bir sistem teşkil etmektedir. Bununla beraber yüksek çevre kirişlerinin etkileriyle uygun yapı formunda kolon açıklıkları geniş tutulabilir. Şekil 2.16'da bu anlayışla tasarlanmış olan 28 katlı betonarme binaya ilişkin döşeme planı verilmiştir. Bu binada yatay yüklere karşı dayanım,

eksen aralıkları 7.62 m olan, 1.5 m genişliğine sahip kolonlardan ve bu kolonları bağlayan 1.53 m yüksekliğindeki çevre kirişlerden oluşan çerçeveler ile sağlanmaktadır.



Şekil 2.16 Geniş açıklıklı çerçeve tüp sistem planı

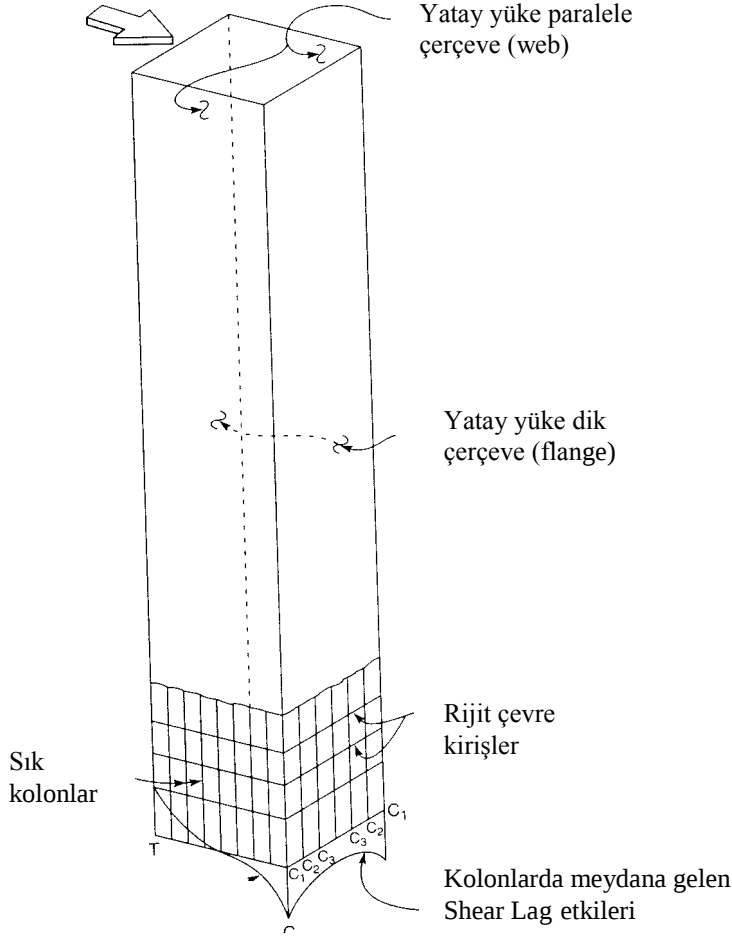
2.5.2 Çerçevesel Tüp Sistemler

Tüp sistemler, daha önce de söz edildiği gibi yüksek-narin binalar için oldukça etkin yapı sistemleridir. Bu sistem için ekonomik olabilecek kat adedi, kolonlar arasındaki açıklık, kolon boyutları, çevre kirişlerinin yüksekliği ve plan boyutları gibi faktörlere bağlıdır. Özellikle 40 kattan yüksek binaların tasarımında bu sistem mutlaka göz önünde bulundurulmalıdır.

Yatay yükler etkisiyle oluşan eğilme momenti, büyük ölçüde binanın yatay yüke dik yüzündeki kolonlar tarafından eksenel kuvvetler olarak karşılanır. Bu arada çerçeve başlarında oluşan eksenel kuvvetler, bu kolonları bağlayan kirişlerin yeterince rijit olmamalarından dolayı kolonlara üniform olarak dağılmamakta ve köşe kolonlarındaki gerilmeler daha fazla olmaktadır. Bu duruma yukarıda da açıklandığı gibi kayma gecikmeleri (Shear lag) etkileri denmektedir (Şekil 2.17)

Yapının kesme etkilerine karşı web denilen yatay yüklere paralel yöndeki çerçevelerde eğilme etkileri kayma etkileri olarak karşılanır.

Bu t p sistemlerin yatay yükler etkisinde yönetmeliklerdeki yer değiştirme sınır koşullarını sağlayacak kadar rijit olmayabilir. Yapının tasarımı sırasında kolonların boyutlandırılmaları bu kriterlere göre yapılabilir. Ayrıca yapının plandaki dar kenarın geniş kenarına oranı 1/1.5 den büyükse, yatay yüklerden meydana gelen basınç altında kalan kolonlardaki şekil değiştirmelerin kontrol edilmesi gerekir.



şekil 2.17  er eve t p sistem yapıda shear lag etkileri.

Planda birbirine yakın yerleştirilmiş kolonlar, giriş katında genel amaçlı kullanım alanlarına giriş çıkışı ve bu alanların kullanımını zorlaştırdıklarından , fonksiyonel olarak istenmezler. Bu yüzden düşey yükleri , sık yerleştirilmiş kolonlardan almak ve bu yükleri zemin kat seviyesine geniş aralıklarla yerleştirilmiş daha az sayıda kolona yaymak için transfer kirişi kullanılır. Böylece giriş katı seviyesinde her türlü kullanım rahatlığı sağlayacak geniş açıklıklı kolonlar düzenlenebilir. zeminde transfer kirişi düzenlenmesi gösterilmiştir. Bu forma alternatif olarak kolon yükleri, cephede eğik kolonlar düzenlenerek de toplanabilir.

Tüp sistemin de dağılmış iç kolonlar ve perdeler, kısa açıklıklı döşemeleri ile yerleşim binalarına uygun olurken, bir merkezi çekirdekli tüp yapıda (iç içe tüp), tüpten çekirdeğe geniş açıklıklı döşemeler , ofis-büro binaları için uygun olmaktadır.

Betonarme çerçeveli tüp sistemlere ilişkin ilk örneklerden biri De Witt Chestnut Binası'dır. 1963'te Chicago'da yapılan bu binanın zemin katında bir aktarma yapı sistemi kullanılmıştır. Düşey yük aktarımı cephede zemine yaklaştıkça kalınlaşan kolonlardan açıkça belli olmaktadır. Aynı şekilde kiriş yükseklikleri de zemine doğru azalmaktadır.

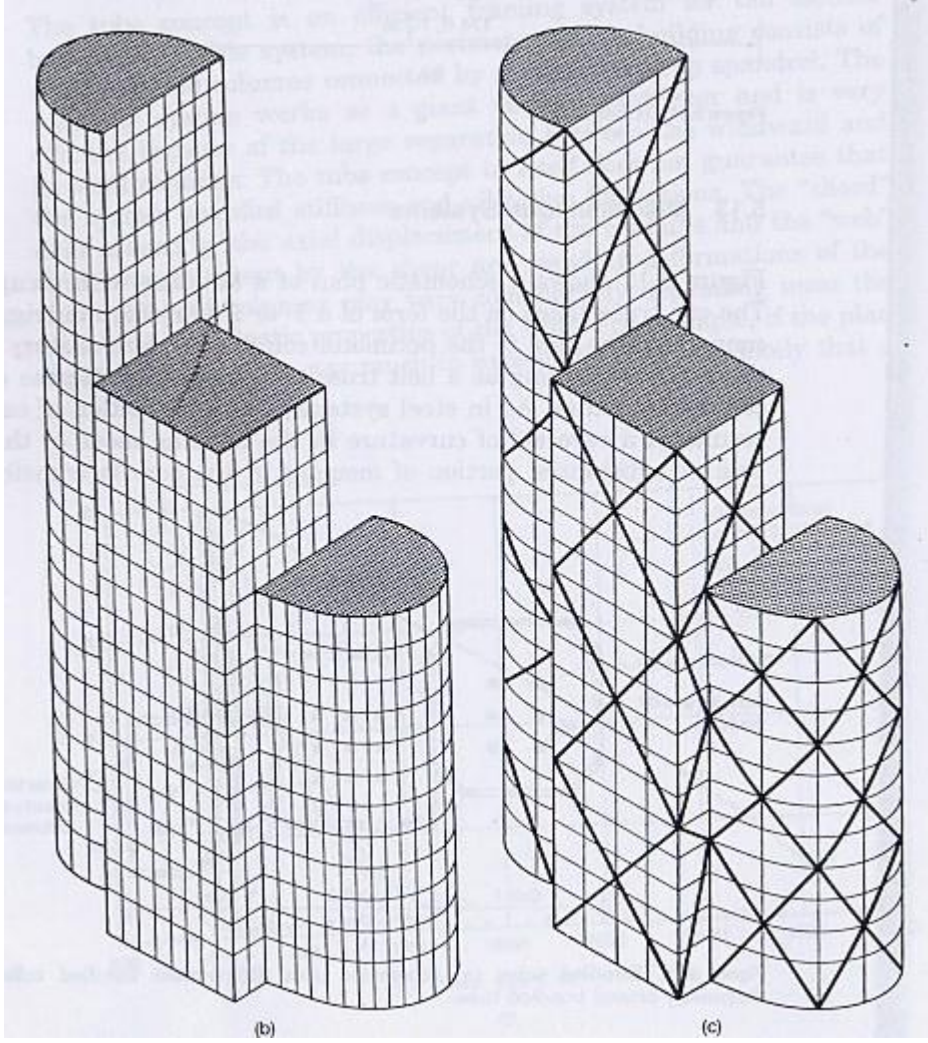
2.5.3 Kafesli Tüp

Çelik bir bina John Hancock Center'da uygulanan kafesli tüp kavramı, betonarme yapılar için de uygulanabilmektedir. Tüp sistemlerin öncüsü Fazlur Khan tarafından ortaya atılan bu sistemde pencere boşlukları diyagonal düzende bloklanmaktadır. Cephedeki bu yapı düzeni, kesme kuvvetlerini karşılamakta kolon ve çevre kirişlerindeki eğilme etkisini ortadan kaldırmaktadır. Günümüzde bu yaklaşımın betonarme yapılarda uygulandığı iki yüksek bina bulunmaktadır. Bunlar New York'ta 50 katlı bir ofis binası olan 780 Third Avenue (Wang) Binası ve Chicago'da 58 katlı, karma kullanımlı Onterie Center'dır.

58 katlı Onterie Center'da yatay yükler cephede sık aralıklı kolonlar ve yüksek çevre kirişleri ile kafesin oluşturduğu tüp tarafından taşınmaktadır. Zemin katı ticari amaçlı, bodrum ve zeminin üzerindeki dört kat otopark olarak kullanılmaktadır. 6. ve 10. katlar arası ofislere ayrılmıştır. 11 katın üzerinde ise konut birimleri bulunmaktadır. İçteki kolonlar ise yalnızca düşey yükleri karşılamaktadır. Yatay yüklere dayanım için içte perde duvarlarına gerek olmaması, planda esneklik sağlamaktadır. 171 m yüksekliğindeki binanın dış kolon aralıkları 1.68 m olup, boyutları 480 mm x 510 mm'dir. Betonarme döşemelerin kalınlığı konut katlarında 216 mm'dir. Binanın narinlik oranı 7:1'dir.

2.5.4. Demet (Modüler) Tüp Sistemler

Betonarme demet (modüler) tüp kavramı, çelik taşıyıcı sistemler bölümünde de söz edildiği gibi, birden fazla çerçeveli tüpün, binanın yükselmesine ve yatay yüklere



Şekil 2.18 Modüler tüp sistem bir yapının görünüşü

dayanıklılığın arttırılmasına yönelik olarak bir araya getirilmesiyle ortaya çıkmaktadır. Modülleri oluşturan tüplerden her biri, çerçevesiz tüp veya kafesli tüp olarak tasarlanabilmekte, farklı plan şemalarına sahip olabilmektedir. Bu sistemin sağladığı en önemli avantaj, bina kütlelerinin tasarımında serbestlik tanınmasıdır. Çeşitli modüler tüp düzenlemeleri (Şekil 2.18) görülmektedir.

1984 yılında Chicago’da yapılmış olan One Magnificent Mile Binası betonarme modüler tüp sistemleri için iyi bir örnek oluşturmaktadır. Skidmore,Owings ve Merrill tarafından tasarlanmış olan bu karma kullanımlı bina 22, 49 ve 57 katlı üç adet tüpten oluşmaktadır. Tüplerin altıgen plan formuna sahip olması, yatay yüke dayanım açısından büyük avantaj sağlamaktadır. İlk 20 katı büro ve ticari amaca yönelik olarak düzenlenen binanın 21. katı tesisat sistemlerine ayrılmış ve bu katların üzeri de konut olarak düzenlenmiştir. Binanın döşeme sistemi 20 cm kalınlığında

betonarme mantar döşemedir. Ticaret ve büro katlarındaki kolonlar konut katlarına oranla daha fazla yük taşıdığı için başlıklı olarak düzenlenmiştir.

2.5.5 Çerçevesi Tüp ve Çekirdek Sistemler

Bu sistem betonarme tüp sistem yapılarda çerçevesi tüp sistemlerin yatay kuvvetlere karşı daha etkin olmalarını sağlamaktadır. Özellikle çerçevesi tüp sistemlerin kesme etkilerine karşı yetersiz kaldığı durumlarda yapının planda iç kısmına perdelerden oluşan çekirdek kısmı yükü taşımaktadır (Şekil 2.19), (Şekil 2.20).

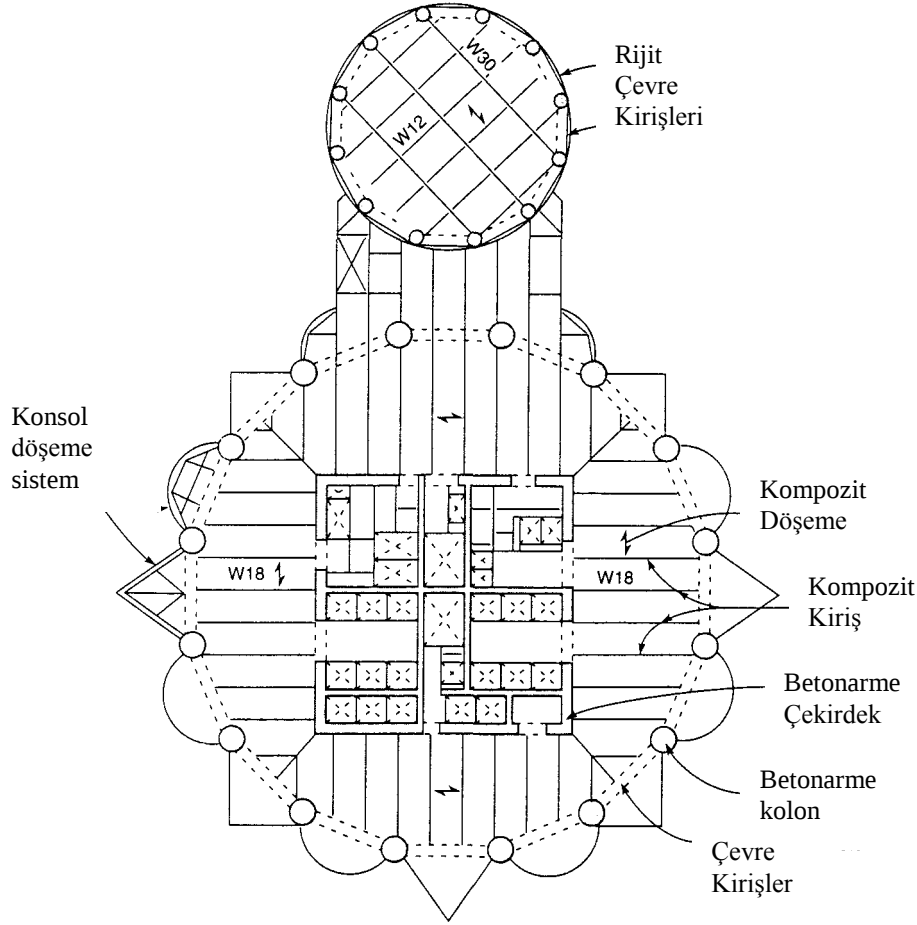
Çerçevesi tüp sistemlerde yatay rijitlikler her zaman yeterli olmamaktadır. Bina kat adedi arttıkça bu durum daha fazla belirginlik kazanır. Bunun için çözüm yapı kat adedi arttıkça yapının orta kısmında çekirdek oluşturulmasına gidilmektedir. Ya da binanın dış yüzündeki çevre kolonları daha sık yerleştirilerek çözüme ulaşılabilir. Bu durum istenen bir durum olmayabilir.



Şekil 2.19 Petronas İkiz Kuleleri

Dünyanın en yüksek binaları olan Petronas İkiz Kuleleri (450 m) bu sistemle yapılmış binalardır. Sears Tower'dan sadece 7 metre fazla yükseklikte olmasıyla Dünyanın en yüksek binası olma rekorunu kırmıştır. Yapı sahibinin binanın dış

yüzünde sık kolonlar istememesi, geniş açıklıklar istemesinden dolayı, mühendislik olarak yapının ortasına çekirdek yerleştirilerek tüp sistem yapının etkinliğinin azalmasından kaynaklanan dezavantajları giderilmiştir.



Şekil 2.20 Petronas binasının planı

2.5.6 Diğer Betonarme Taşıyıcı Sistemler

Betonarme yüksek binalarda uygulanan taşıyıcı sistemler yukarıda anlatılanlar ile sınırlı kalmamaktadır. Günümüzde birçok taşıyıcı sistem belirli bir sınıfa dahil edilebileceği gibi, hiçbir sınıfa dahil edilemeyen, tek bir binaya özgü olarak tasarlanmış taşıyıcı sistemler de bulunmaktadır. Bunlara en güzel örnekler; çekirdek ve kafes giriş kuşaklı-başlıklı sistemler, virendel kirişli çerçeveler ayrıca süper yüksek binalar için uygun olabilecek, binanın köşelerine yerleştirilmiş servis çekirdekleri ve bu çekirdekleri birbirine bağlayan kafes sisteminden meydana gelen sistemlerdir.

3. SAP 2000 YAPI ANALİZİ PROGRAMI İLE STATİK VE DİNAMİK ANALİZ

SAP 2000 yapı analizi programı, yapı sistemi modellerinin geliştirilmesi, analizi ve boyutlandırması için kullanılır. Genel amaçlı bir programdır. Program Windows ortamında çalışmakta ve tüm işlemler özel grafik kullanıcı arayüzü (graghical user interface – GUI) yardımı ile SAP 2000 ekranı üzerinde gerçekleşmektedir[10].

Statik ve dinamik analizler, yapının değişik tip yüklemeler altında vereceği tepkileri tespit etmek, yapı elemanlarında meydana gelen çeşitli iç kuvvetleri belirlemek için kullanılır.

Bölüm 4 de tasarlanan yapı sistemin SAP 2000 yardımıyla boyutlandırılırken şu şekilde yol izlenmiştir;

İlk olarak dişli döşeme düzeni belirlenen sistemde, kolonlardan ve kirişlerden oluşan bir çerçeve sistemi oluşturulmuştur. İkinci olarak sistem tamamlandıktan sonra bina da kullanılacak olan beton sınıflarının (BS 35, BS 50 VE BS 65) malzeme özellikleri tanımlanmıştır. Üçüncü olarak elemanların kesit özellikleri tanımlanmıştır. Dördüncü olarak sabit ve hareketli yükler atanmıştır. Dinamik analiz yapmak için gerekli veriler girilmiştir. Son olarak ta analiz (çözüm) yapılmıştır. Bu ilk analizde elde edilen sonuçlar incelenmiş ve yönetmelik sınırlarında olmayan sonuçlar elde edilince bu sonuçların sağlaması için eleman boyutları değiştirilmiştir. Bu yapılan analizler, hem yönetmelik değerlerini sağlayan hem de ekonomik olan sonuçlar elde edilene kadar devam etmiştir.

3.1 Giriş

Sap 2000 yapı analizi programını kullanılarak bir çok değişik analiz yapmak mümkündür. Bunların bazıları şunlardır;

Statik analiz.

Öz vektörler yada Ritz vektörleri kullanarak titreşim modları için modal analiz

Sismik cevap için spektrum analizi

Zaman tanım alanında çözüm için deprem kaydı uygulanması

Bu farklı tipteki analizler , bir uygulama içinde aynı anda yaptırılabilir ve sonuçlar bazı özel durumlar haricinde kombine edilebilir.

3.2. Analiz Halleri

Uygulanan her ayrı analiz, farklı bir analiz hali olarak adlandırılır. Her bir analiz hali için analizi tanımlayan bir isim verilir. Bu isimler yardımıyla ek kombinasyonlar oluşturulabilir ve çıktılar yardımıyla her analiz sonucunda elde edilen sonuçlar karşılaştırılabilir.

-Yük hali ya da kısaca yük; yüklemenin temel olarak uzaysal dağılımı ve buna karşılık gelen statik analiz sonucu.

-Mod; bir öz vektör ya da Ritz vektörü ve titreşim mod analizi sonucunda karşılık gelen frekans değerleri

Spec; bir spektrum analizi ana sonucu

Programın bir yapı sisteminin analizi aşamasında değişik tipteki analiz hallerinde çeşitli sayıda analiz tanımlanabilir.

SAP 2000 grafik arabirimi kullanarak çeşitli analiz hallerinde lineer kombinasyonlarının zarfları bulunabilir.

3.3. Statik Analiz

Bir yapının statik analizi aşağıda tanımlanan lineer denklem takımının çözümünü içerir (matris deplasman yöntemi);

$$K.u = r \quad (3.1)$$

Burada K rijitlik matrisi, r uygulanan yük vektörü ve u da sonuç deplasman değerleridir.

Tanımlanan her yük hali için program otomatik olarak yük vektörü, r 'yi oluşturur ve statik deplasman değerleri, u için çözümü yapar. Her yük hali aşağıdaki yüklerden oluşabilir.

Çerçeve ve/veya kabuk elemanlar üzerindeki ölü yükler.

Çerçeve elemanları üzerindeki tekil veya yayılı yükler

Kabuk elemanları üzerindeki üniform yükler

Düğüm noktalarındaki kuvvet ve/veya zemin deplasman yükleri

3. 4. Atalet Kuvvetleri

SAP 2000 yapı analizi programı her üç global eksen yönündeki birim yanal ivmelenme için yapıya etkiyecek atalet kuvvetleri otomatik olarak hesaplar. Bu değerler d'Alembert ilkelerine göre hesaplanır ve m_x , m_y ve m_z ile gösterilir. Bu yükler zemin ivme değerlerinin response-spektrum analizine uygulanması için ayrıca Ritz-vektör analizinde başlangıç yük vektörleri olarak kullanılır.

Bu yükler herbir düğüm noktası ve eleman için hesaplanıp tüm sistem üzerinde birleştirilirler. Düğüm noktaları için ivmelenme yükleri, basitçe düğüm noktası lokal ekseninde düğüm noktası yanal kütle değerinin negatifine eşittir. Bu yükler daha sonra global koordinat eksenine dönüştürülür.

Elemanlar için ise ivmelenme yükleri her yön için aynıdır ve eleman kütle değerlerinin negatifine eşittir. Koordinat eksen dönüşümüne gerek duyulmaz.

İvmelenme yükleri herhangi bir koordinat eksenine dönüştürülebilir. Global koordinat sisteminde pozitif X, Y ve Z eksenlerindeki ivmelenme yükleri sırasıyla U_x , U_y ve U_z olarak adlandırılır. spektrum analizi için tanımlanmış bir lokal koordinat sisteminde ise atalet kuvvetler pozitif 1, 2 ve 3 eksenlerinde sırasıyla U_1 , U_2 ve U_3 olarak adlandırılır.

3.5 Öz vektör Analizi

Öz vektör analizi ile sistemin sönümsüz serbest titreşim mod şekilleri ve frekansları tespit edilir. Bu doğal modlar yapının davranışı hakkında doğru karar verebilmek için imkan sağlar. Her ne kadar Ritz vektörlerinin kullanılması önerilse de bu modlar davranış-spektrum analizi için temel bilgiler olarak alınırlar.

Öz vektör analizi genelleştirilmiş bir eigen değer probleminin çözümünü içerir;

$$[K - \Omega^2 \cdot M] \cdot \Phi = 0 \quad (3.2)$$

Burada K rijitlik matrisini, M köşegen kütle matrisini, Ω^2 köşegen öz değer matrisini ve Φ ise öz vektörlere karşılı gelen matrisi (mod şekillerini) temsil eder.

Her bir öz değer öz vektör çifti yapının doğal titreşim modu olarak adlandırılır.

Bir öz değer o mod için açısal frekans ω ' nin karesidir. Bir moda ait frekans f , ve periyot T , ω ile aşağıdaki şekilde ilişkilidir.

$$T = 1 / f, \quad f = \omega / 2\pi \quad (3.3)$$

Hesaplanacak mod sayısı n , kullanıcı tarafından tanımlanabilir. Bu durumda program n adet en düşük frekans (en büyük periyot) değeri bulmaya çalışacaktır.

Bulunabilecek mod sayısı n , aşağıdaki koşullarla sınırlıdır;

- İstenilen mod sayısı
- Modeldeki kütle serbestlik derecesi sayısı
- Bir kütle serbestlik derecesi yanal kütleli veya dönmeye karşı kütle atalet momentini temsil eden herhangi aktif bir serbestlik derecesidir. Kütle düğüm noktasında tanımlandığı gibi o düğüm noktasına bağlı elemanlardan da gelebilir.

Yapılacak herhangi bir davranış spektrum analizinde sadece daha önceden bulunmuş olan modlar kullanılabilir.

3.6. Modal Analizin Sonuçları

Sap 2000 yapı analizi programı grafik ara biriminde titreşim modlarına ait çok çeşitli özellikler görüntülenebilir. Bu bilgiler öz vektör ya da Ritz vektörleri kullanılması durumları için aynıdır ve şu alt başlıklarla tanımlanabilir.

3.6.1 Periyotlar ve Frekanslar

Her bir mod için aşağıdaki zaman özellikleri verilir;

Periyot, T; zaman birimindedir (s) .

Frekans, f; Periyot T' nin tersi birimindedir (1/s)

Açısal frekans; $\omega=2\pi f$

Öz değeri , ω^2 /T^2 radyan bölü zaman kare birimindedir.

3.6.2 Katılım Faktörleri

Modal katılım faktörleri üç ivmelenme yükünün mod şekilleri ile skaler çarpımına eşittir. Global X, Y ve Z yönlerindeki atalet kuvvetlerine karşılık gelen n Mod katılım faktörleri aşağıdaki şekilde gösterilebilir;

$$f_{xn}=[\varphi_n]^T \cdot m_x \quad (3.4)$$

$$f_{yn}=[\varphi_n]^T \cdot m_y \quad (3.5)$$

$$f_{zn}=[\varphi_n]^T \cdot m_z \quad (3.6)$$

Burada mod şekilleri ve m_x, m_y ve m_z birim atalet kuvvetleridir. Bu faktörler, her bir atalet kuvvetinden dolayı o moda etkiyen genelleştirilmiş yük değerleridir. Global koordinat eksenine göre tanımlanırlar.

Bu değerler “faktör” olarak adlandırılırlar çünkü mod şekilleri ve birim ivmeye bağlıdırlar. Mod şekilleri kütle matrisine göre aşağıdaki gibi normalize edilirler ya da ölçeklendirilirler;

$$[\varphi_n]^T \cdot [M] \cdot [\varphi_n] = 1 \quad (3.7)$$

Katılım faktörlerinin gerçek büyüklükleri ve işaretleri önemli değildir. Asıl önemli olan bir mod için bulunan göreceli üç faktör değeridir.

3.6.3. Kütle Katılım Oranları

Bir mod için kütle katılım oranı, o modun, global ekseninin her bir yönünde etkiyen ivmelenme yükleri için hesaplanacak spektrumdaki öneminin anlaşılmasını sağlar. Bu şekilde spektrum analizinin doğruluğu saptanabilir.

Herhangi bir n. mod için global X, Y, ve Z yönlerindeki ivmelenme yüklerine karşılık gelen kütle katılım oranları aşağıdaki gibi hesaplanabilirler.

$$P_{xn} = (f_{xn})^2 / M_x \quad (3.8)$$

$$P_{yn} = (f_{yn})^2 / M_y \quad (3.9)$$

$$P_{zn} = (f_{zn})^2 / M_z \quad (3.10)$$

burada f_{xn} , f_{yn} ve f_{zn} bir önceki alt başlıkta tanımlanan katılım faktörleridir. M_x , M_y ve M_z ise X Y ve Z yönünde etkiyen toplam tutulmamış kütlelerdir. Kütle Katılım oranları yüzde cinsinden ifade edilir.

Bütün modlar için kütle katılım oranlarının kümülatif toplamı, her bir modun kütle katılım oranları ile birlikte verilir. Bu şekilde yer hareketinin temsili için yeterli olabilecek mod sayısının görülmesi sağlanır.

Eğer yapının bütün eigen modları mevcut ise her üç yöndeki atalet kuvvetleri için kütle katılım oranları %100 olacaktır. Fakat bu durum bazı tip bağlanmalarının bulunması durumunda simetri koşullarının, kütlenin yanal ivmelenmelerden etkilenmesini önlenmesinden dolayı her zaman geçerli değildir.

3.6.4. Toplam Tutulmamış Kütle ve Kütlenin Konumu

Global X, Y ve Z yönünde etkiyen toplam tutulmamış kütleler, M_x , M_y ve M_z olarak verilir.

Bu kütleler düğüm noktalarındaki yanal kütleler eşit olarak yerleştirilmiş olsa bile farklı olabilir. Çünkü bir düğüm noktasındaki yanal serbestlik dereceleri aynı olmak zorunda değildir.

M_x , M_y ve M_z için kütle ağırlık merkezlerinin yerleri global orijine göre tanımlanır.

Bunlar, kütle değerleri ile birlikte kullanılarak ivmelenme yüklerinden oluşacak momentler hesaplanır.

3.7. Spektrum Analizi

Zemin hareketine binanın vereceği tepkiyi ifade eden dinamik denge denklemleri aşağıdaki gibi yazılabilir;

$$K \cdot u(t) + C \cdot \dot{u}(t) + M \cdot \ddot{u}(t) = m_x \cdot \ddot{u}_{gx}(t) + m_y \cdot \ddot{u}_{gy}(t) + m_z \cdot \ddot{u}_{gz}(t) \quad (3.11)$$

Burada K rijitlik matrisi, C ; orantılı sönüm matrisi, M ; köşegen kütle matrisi, u , $\dot{u}$ ve $\ddot{u}$ yere göre rölatif deplasmanlar hızlar ve ivmeler; m_x , m_y ve m_z birim ivmelenme yükleri ve $\ddot{u}_{gx}$, $\ddot{u}_{gy}$ ve $\ddot{u}_{gz}$ üniform yer ivmesi bileşenleridir.

Spektrum analizi ile zaman tanım alanındaki tüm değerler yerine denklem takımına maksimuma yakın tepkiyi veren değer bulunmaya çalışılır. Her yöndeki deprem yer ivmesi, suni spektral ivme değerleri ile yapı periyot değerlerine bağlı spektrum eğrileri olarak verilir.

Her ne kadar ivmeler her üç doğrultu için de tanımlansa bile, her tepki değeri için tek ve pozitif bir sonuç bulunur. Bu tepki değerleri deplasmanlar, kuvvetler ve gerilmeler olabilir. Hesaplanmış her sonuç tepki değerlerinin maksimuma yakın büyüklükleri istatistiksel bir değeri belirtir. Gerçek tepki kendi pozitif değeri ile negatif değeri arasında değişen bir değer olabilir.

Farklı iki tepki değeri arasında karşılaştırma yapmak mümkün değildir. Sismik yükleme anında herhangi bir tepki değeri için ne zaman oluştuğuna dair bir bilgi almak ya da diğer tepki değerlerinin o andaki değerlerinin ne olduğunu bulmak mümkün değildir.

Spektrum analizi mod süperpozisyon yöntemi kullanılarak yapılır. Modlar öz vektörler ya da Ritz-vektörlerinden herhangi biri kullanılarak hesaplanabilir. Aynı

sayıda mod için Ritz-vektörlerinin daha iyi sonuçlar verdiği göz önüne alınarak bu yöntemin kullanılması önerilir.

Programın bir uygulamasında farklı sayıda spektrum analizi gerçekleştirilebilir. Her bir analiz sonuc spektrum olarak adlandırılır [6].

4. BETONARME TP SİSTEM BİR YAPININ TASARIMI

4.1 Giriş

Bu bölümde birinci derece deprem bölgesinde bulunan çerçeve tp sistem bir yapının tasarımını etkileyecek faktörler incelenmiştir. Bu faktörler,

1-Yapının yapılacağı yerin zemin durumlarının yapıya etkileri

2-Yapıda kullanılacak olan değişik beton sınıflarının etkileri

3-Tp sistemlerin karakteristik özelliklerinden olan çevre kirlişlerinin boyutlarının yapıya etkileri

4-Döşeme yüksekliğinin azaltılmasının yapıya etkileri

SAP 2000 7.21 nonlineer versiyonlu yapı analizi programı ile modal analizi yapılacaktır

4.2 Binanın Özellikleri

Tasarımı yapılacak olan bina 1. Deprem bölgesindedir. Zemin durumu değişkenlerin içinde olup aynı deprem bölgesinde bulunan farklı zemin sınıflarının yapıya etkileri incelenecektir. Binanın plandaki boyutları 29.60 m x 29.60 m dir. Bina ofis binası olarak 30 katlı çerçeve tp sistem özelliklerine uygun şekilde tasarlanmıştır. Binanın kat yüksekliği 3.4 m dir . Toplam yükseklik 102.00 m dir.

Yapının tasarımında üç ayrı beton sınıfı kullanılması karşılaştırılmıştır. Birinci durumda yapının tamamında BS 35 beton kullanılarak tasarlanmıştır. İkinci durumda alt katlarda dayanımı BS 50 beton üst katlarda orta dayanımlı BS 35 olan beton, kullanılmıştır.Alt katlarda kullanılan BS 50 beton 10. kata kadar kullanılmıştır. Üçüncü durumda ise dünyada artık çok sıklıkla kullanılmaya başlanan ancak

Türkiye’de pek kullanılmayan yüksek dayanımlı BS 65, BS 50 sınıfı ile yapı tasarlanmıştır. Burada BS 65 10. kata kadar kullanılmıştır.

Yapıda kolon düzeni dış kolonlar 3.3 m aralıklarla sık bir şekilde düzenlenmiş tüp sistem özelliklerini taşımaktadır. İç kolonlar düşey yükleri taşıması için bir çekirdek oluşturmuştur. Yapıda perde kullanılmamıştır.

Yapıda kat döşemeleri, yüksek yapılarda dünyada en çok kullanılan tek doğrultuda çalışan dişli döşemelerden oluşturulmuştur.

Yapının yatay yükler altındaki hesabı (deprem hesabı) SAP 2000 7.21 versiyonlu yapı analizi programı ile Afet Bölgelerine Yapılacak Yapılar Hakkındaki Yönetmelikler – 1998 içinde üç boyutlu çözümleme yapılmıştır. Bu çalışmada karşılaştırmalar genel olarak yatay öteleme değerleri kullanılarak yapılmıştır.

Binanın yapı analizi yapılırken iki boyutlu sistem kullanılarak çözülmesi bu tür sistem için doğru bir yaklaşım değildir. Tüp sistem özelliği taşıyan binalar yatay yük etkisine karşı bir çerçeve gibi değil üç boyutlu sistem olarak karşı koyar. Çözümde kullanılacak analiz üç boyutlu olmak zorundadır.

4.3 Betonarme Yüksek Binalarda Düşey Taşıyıcı Sistemler

Dünyadaki betonarme yüksek binalarda kullanım alanındaki yüklerin taşınmasını sağlayan döşeme sistemleri binanın özelliklerine göre bina sahibinin istekleri doğrultusunda mimari ve mühendislik bakımından en uygun çözümü karşılaması için bir çok alternatif bulunmaktadır. Yüksek binalarda uygulanan bu döşeme sistemlerini şu alt başlıklarda toparlayabiliriz

1. Kirişsiz döşemeler
2. Kolon başlıklı döşemeler
3. İki doğrultuda dişli döşemeler
4. Dişli döşemeler
5. Dişler şeklinde düzenlenmiş kirişli döşemeler

6. Döşeme kalınlığıyla aynı yükseklikte düzenlenmiş kirişli döşemeler
7. Serbest mesnetle düzenlenmiş dişli döşemeler
8. Kirişli normal döşemeler

Bu döşeme sistemleri arasından ele alınan binada dünyadaki yüksek binalarda en çok kullanılan özellikle tüp sistemlerde tercih edilen dişli döşeme olarak tasarlanması uygun bulunmuştur.

4.4 Taşıyıcı Sistem Boyutlarının Tayini

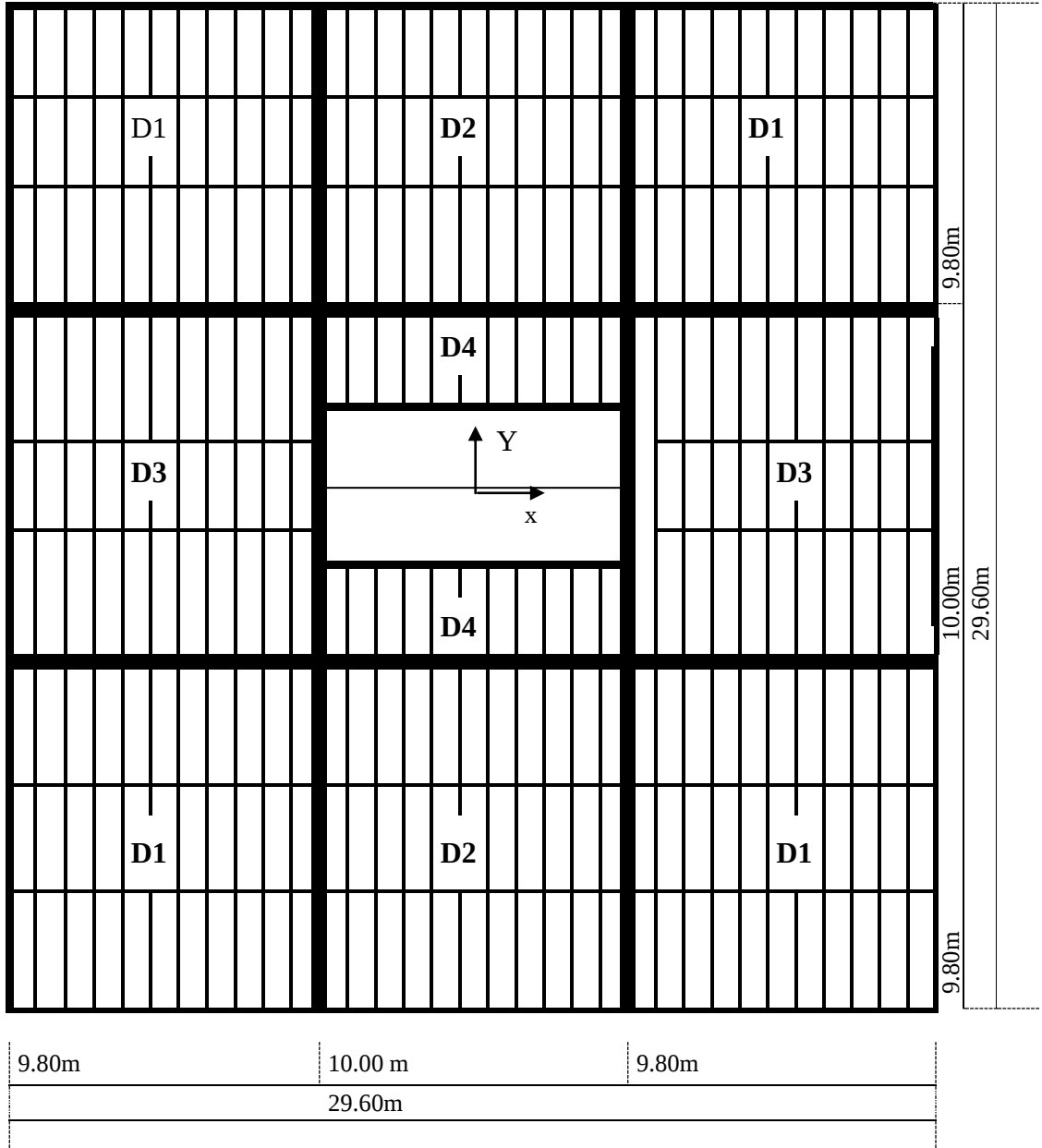
4.4.1. Dişli Döşeme Boyutlarının Seçimi

Yüksek binalarda dünyada özellikle Kuzey Amerika’da en yaygın olarak kullanılan döşeme sistemi dişli döşemedir. Ofis binalarında büyük kullanım açıklıklarına ihtiyaç duyulması, büyük açıklıkları rahatça geçme imkanı veren dişli döşeme sistemi dünyada en yaygın olarak kullanılan döşeme sistemidir.

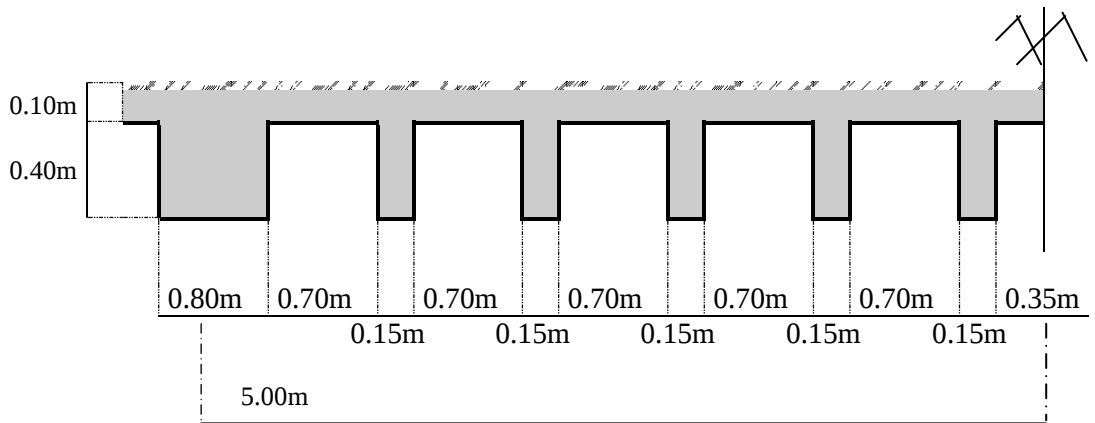
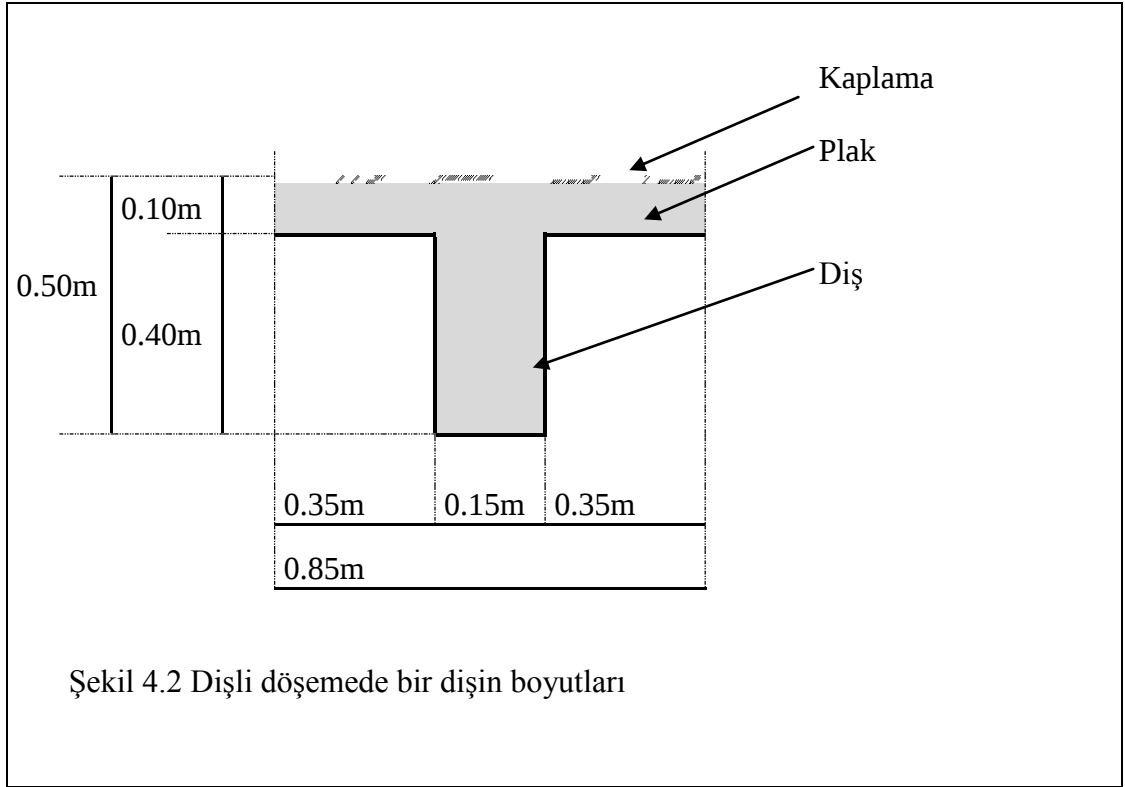
Dişli döşeme seçiminde yüksek yapılarda dünyada kullanılan dişli döşemelerin özellikleri ve TS 500 Türk Standardı dikkate alınarak seçilmiştir. Dünyada şimdiye kadar yapılmış yüksek yapılarda yaygın olarak diş yüksekliği tabla hariç 30, 35, 40 ve 50 cm olarak kullanılmaktadır. Diş aralıkları ise genelde 50 cm ile 75 cm arasındadır. Yüksek binalarda diş açıklığı genellikle yaklaşık olarak 9 m civarında kullanılmaktadır. Bu 9 metrelik açıklık betonarme dişli döşemedeki optimum ekonomik çözüm olarak belirlenmiştir. Dişli döşeme kullanılarak 13-14 metreye kadar açıklıklar geçilebilmektedir.

TS 500 de bir doğrultuda çalışan dişli döşemelerde dişler arasındaki serbest aralık 700 mm den fazla olamaz koşulu vardır. Tablanın kalınlığı serbest diş mesafesinin 1/10 undan ve 50 mm den, diş genişliği ise 100 mm de az olamaz. Toplam diş yüksekliğinin (plakla birlikte) serbest açıklığa oranı, basit mesnetli tek açıklıklı döşemelerde 1/20, sürekli döşemelerde 1/25 konsollarda ise 1/10 dan az olamaz.

Bir doğrultuda çalışan dişli döşemelerin açıklığı 4 m den fazla ise, taşıyıcıya dişlere dik en az aynı boyutlarda enine dişler düzenlenmesi gereklidir. Açılığın 4 m ile 7 m



Şekil 4.1 Planda dışlı döşeme düzenlenmesi.



arasında olduğu durumlarda bir, enine diş açıklığının 7 m den büyük olduğu durumlarda ise iki enine diş düzenlenmelidir. Enine dişler açıklığı olabildiğince eşit bölmelidir.

Tasarlanan binada dişli döşemede dişlerin düzeni işçilik maliyetleri, hesap kolaylığı sağlayacak en uygun çözüm olmasına dikkat edilmiştir. Dişli döşemede dişlerin planda düzenlenmesi Şekil 4. 1 de verilmiştir. Bu sistemde tabla kalınlığı 10 cm, tabla kalınlığı ile birlikte diş yüksekliği 50 cm seçilmiştir (Şekil 4.2 ,Şekil 4.3).

Ayrıca yüksek dayanımlı beton kullanıldığı durumda diş yüksekliği 40 cm ye indirilerek etkisi incelenmiştir. Diş genişliği 15 cm, diş aralıkları ise 70 cm olarak seçilmiştir. Bu seçilen değerler dünyadaki yüksek binalarda uygulanan dişli döşemeler dikkate alınarak seçilmiş ve TS 500 deki sınırlandırılmalara uyulmuştur. Ayrıca konstriktif olarak düzenlenen enine donatılar açıklığın 7 m den fazla olmasından dolayı iki tane yerleştirilmiştir. Bu dişlerin normal dişlerden daha fazla zorlandığı daha fazla yük taşıdığı görülebilir. Ancak, alışlagelen döşeme sistemlerinde bu farkın göz önüne alınmasına gerek yoktur. Bu dişler normal dişler gibi hesaplanmaktadır. Döşemedeki dişlerin düzeni Şekil 1’de gösterilmiştir

4.4.2. Dişli Döşemede Yük Analizi

Dişli döşemede yük analizi, diş yüksekliğinin 40 cm ve 50 cm olması durumları için ayrı ayrı yapılmıştır . Ayrıca hareketli yükler de normal ofis döşemesinde ve sık kullanılan döşemelerde iki ayrı yük olarak hesaplanmıştır. Yapıda kullanılan beton duvar ve yer kaplaması gibi malzemelerin birim ağırlıkları (Tablo 4.1) de verilmiştir.

Dişli döşemeye gelen hareketli yükler, yüksek binalarda kullanılan hareketli yük azaltma değerleri (α) ve toplam hareketli yüke göre azaltma değeri (β) TS 498: Yapı Elemanlarının Boyutlandırılmasında Alınacak Yüklerin Hesap Değerleri yönetmeliğinden alınmıştır. TS 498 de kat adedi 12 ve daha fazla olan binalarda konut ve büro tipi olan yapılarda hareketli yük değerinin (q) % 40 ı kadar azaltılabileceği (α) yani toplam yükün %60 alınabileceği (β) yönetmelikte bildirilmiştir. Normal büro alanlarında ve sık kullanılan alanlarda olmak üzere iki hareketli yük alınmıştır. Normal büro olarak kullanılan döşemeler D1 ve D3 sık

kullanılan döşemeler ise D2 ve D4 nolu döşemelerdir. (β) Döşemeye gelen hareketli yük değerleri Tablo 4.2 de verilmiştir.

Plak ağırlığı.....	0.85*0.10*25=2.125 kN/m
Dışın ağırlığı (Döşeme yüksekliği=50 cm).....	0.15*0.40*25=1.500 kN/m
Dışın ağırlığı. (Döşeme yüksekliği=40 cm).....	0.15*0.40*25=1.125 kN/m
Sıva+ kaplama ağırlığı.....	0.85*0.9=0.765 kN/m
Toplam sabit yük ₁ (Döşeme yüksekliği=50 cm).....	$g_1=4.390$ kN/m
Toplam sabit yük ₂ (Döşeme yüksekliği=40 m).....	$g_2=4.015$ kN/m
Hareketli yük ₁	$q_1=0.85*1.2=1.020$ kN /m
Hareketli yük ₂	$q_2=0.85*2.1=1.785$ kN /m

Tasarlanan yapı SAP 2000 yapı analizi programında yapılacağı için hesap kolaylığı ve karşılaştırma kolaylığı sağlaması sebebiyle hesaplamalar ve elde edilen sonuçlar tablolarda verilmiştir. Dışlı döşeme yüksekliğinin 50 cm ve 40 cm olmasına göre bir dışın yük analizi (Tablo 4.3 ve Tablo 4. 4) de verilmiştir.

Tablo 4.1 Birim ağırlıklar

	Birim Ağırlık	Birim Ağırlık
	(kN/m ³)	(kN/m ²)
Beton	25	-
Dış Duvar	-	4.0
İç Duvar	-	2.0
Yer Kaplaması	-	0.9

Tablo 4. 2 Döşemeye gelen hareketli yük değerleri

	Yük Şiddeti	Azaltma Oranı	Yük Şiddeti
	(kN/m ²)	β	(kN/m ²)
Hareketli yük₁	2.0	0.6	1.2
Hareketli yük₂	3.5	0.6	2.1

Tablo 4. 3 Dişli döşemede bir dişin yük analizi (Dişli döşeme kalınlığı 50 cm)

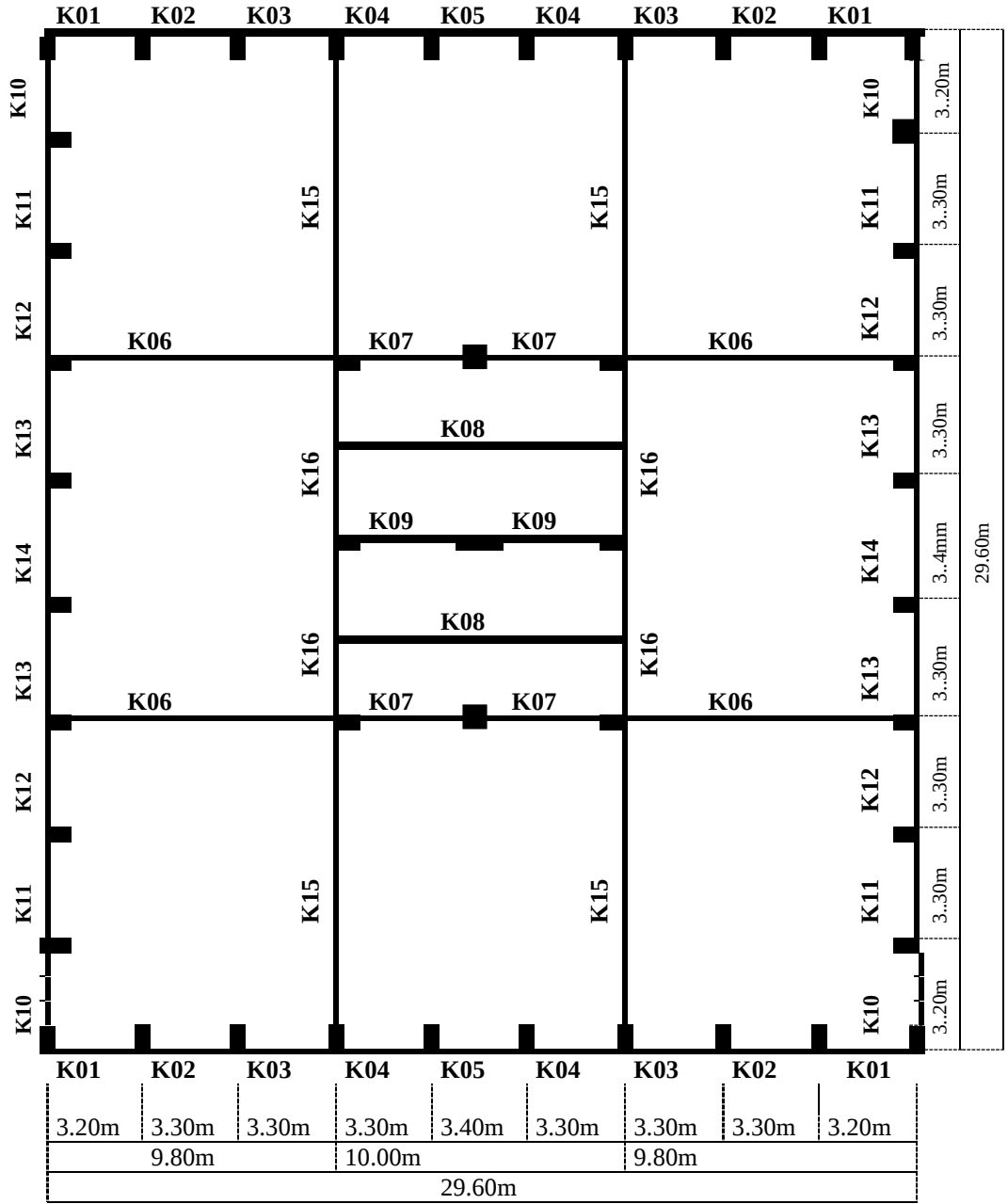
	Yükseklik	Genişlik	Birim Ağırlık
	(m)	(m)	(kN/m)
DİŞLİ DÖŞEME			
Plak	0.10	0.85	2.125
Diş	0.40	0.15	1.500
Yer Kaplaması		0.85	0.765
Top. sabit yük		g=	<u>4.390</u>
Hareketli yük 1		q₁=	<u>1.020</u>
Hareketli yük 2		q₂=	<u>1.785</u>

Tablo 4.4 Dişli döşemede bir dişin yük analizi (Dişli döşeme kalınlığı 40 cm)

	Yükseklik	Genişlik	Birim Ağırlık
	(m)	(m)	(kN/m)
DİŞLİ DÖŞEME			
Plak	0.10	0.85	2.125
Diş	0.30	0.15	1.125
Yer Kaplaması		0.85	0.765
Top. sabit yük		g=	<u>4.015</u>
Hareketli yük 1		q₁=	<u>1.020</u>
Hareketli yük 2		q₂=	<u>1.785</u>

4.4.3. Kiriş Boyutlarının seçimi

Kirişler; iç kirişler ve dış kirişler olarak iki ayrı grupta toplanmıştır. Dış kirişler tüp sistemlerde çevre kirişi olarak adlandırılmaktadır. Çevre kirişler tüp sistemlerin karakteristik özelliklerindendir. Bundan dolayı çevre kirişlerinin boyutları değiştirilerek bir çok defa analiz yapılmıştır. Kirişler simetri eksenine göre adlandırılmıştır (Şekil 4.2.).



Şekil 4.4 Planda giriş numaraları

Kirişlerin ön boyutlandırılması sırasında dikkate alınan yönetmelikler TS 500 ve Afet bölgelerinde Yapılacak Yapılar Hakkındaki Yönetmelikler (ABYYHY-1998) kullanılmıştır. Ayrıca dış kirişlerin boyutlarının ön boyutlandırmasında dünyada yapılmış tüp sistemli yüksek binaların dış kirişleri incelenmiş ve bu bilgilerin ışığı altında kirişlerin ön boyutlandırılması yapılmıştır.

ABYYHY'e göre kiriş gövde genişliği en az 250 mm olacaktır. Gövde genişliği kiriş yüksekliği ile kirişin birleştiği kolonun kirişe dik genişliğinin toplamını geçmeyecektir. Kiriş yüksekliği döşeme kalınlığının 3 katından ve 300 mm den daha az olamaz kiriş gövde genişliğinin 3.5 katından daha fazla olmayacaktır. Deprem bölgesindeki yapılarda kirişlerin 25x30 cm kesitinden daha küçük olmasına izin verilmez.

ABYYHY ve TS 500 dikkate alındıktan sonra ekonomik çözümler dikkate alınır. İşçilik maliyetleri bir yapının toplam maliyetinin yaklaşık olarak yarısı kadardır. Bu maliyetler doğrultusunda büyük zorunluluklar olmadığı sürece kiriş yükseklikleri döşeme yüksekliğinden farklı seçilmemektedir. Bu sebepten dolayı iç kirişlerin boyutları , ekonomik döşeme sistemlerinin ön gördüğü gibi değiştirilmeyecek, döşeme yüksekliği ile aynı tutulacaktır. Fakat iki ayrı döşeme yüksekliğinin incelenmesinden dolayı iki ayrı kiriş yüksekliği ayrı sistemlerde mevcuttur.

Çevre kirişlerinin yükseklikleri yatay yük sistemindeki etkileri inceleneceğinden çevre kirişlerinin boyutları, dişli döşeme kalınlığı 50 cm olan sistemlerde, 50x40, 60x40, 80x40, 100x40 ve 120x40 boyutlarında ayrı, ayrı incelenecektir. Ayrıca Yüksek dayanımlı beton sınıfı kullanıldığında döşeme kalınlığı 40 cm olan sistemlerde çevre kirişlerinin yükseklikleri, 40x40, 60x40, 80x40, 100x40 ve 120x40 boyutlarında incelenecek ve karşılaştırmalar yapılacaktır. Döşeme kalınlıklarının etkilerini iyi karşılaştırabilmek için dış kiriş yükseklikleri aynı seçilmiştir (Döşeme kalınlığına eşit olan ilk kiriş boyutları hariç).

4.4.4. Düşey Yük Analizinde Kirişlere Gelen Yükler

Düşey yüklere göre hesabı yapılan kirişlere gelen yükler döşemeden ve duvarda gelen yükler ile hareketli yüklerden oluşmaktadır. SAP 2000 yapı analizi programında yapı elamanlarının kendi ağırlıklarını programın kendisi tarafından sisteme uygulayabildiği için ayrıca kendi ağırlıklarından oluşan yükler

hesaplanmaya gerek kalmaz. Fakat kirişlerin ağırlıklarının ne mertebelerde olduğunu görmek ve karşılaştırmak için tablo halinde verilmiştir (Tablo 4.5 Tablo 4.6). Bu değerler SAP 2000 programında kullanılmayacaktır.

Yüksek binalarda kullanılan tüp sistemlerin genel özelliği sık aralıklarla yerleştirilmiş dış kolonlar ve yüksek dış kirişlerdir. Bu özelliklerin binaya olan etkileri ne mertebede olduğunu anlamak için kolon aralıklarını ve dış kiriş yüksekliklerini değiştirilerek yatay yüklere karşı yapı sisteminde meydana getirdiği etkileri incelemek gerekir. Fakat dış kolonların aralıklarının değiştirilmesi değişkenlerin fazla değişmesinden dolayı sağlıklı bir karşılaştırılma yapılamamasına sebep olabilir. Bunun için daha kapsamlı bir araştırılma yapılması gerekir. Burada sadece dış kiriş yüksekliklerinin değiştirilmesiyle yapıda meydana gelen değişimler incelenmiştir.

Tablo 4.5 Kirişlerin yük analizi (Dışlı döşeme kalınlığı 50 cm)

	YÜKSEKLİK	GENİŞLİK	BİRİM AĞIRLIK
Kiriş Numaraları	(m)	(m)	(kN/m)
K06-K07-K15-K16	0.50	0.80	10.00
K08-K09	0.50	0.40	5.00
Çevre Kirişi (50x40)	0.50	0.40	5.00
Çevre Kirişi (60x40)	0.60	0.40	6.00
Çevre Kirişi (80x40)	0.80	0.40	8.00
Çevre Kirişi (100x40)	1.00	0.40	10.00
Çevre Kirişi (120x40)	1.20	0.40	12.00

Tablo 4.6 Kirişlerin yük analizi (Dışlı döşeme kalınlığı 40 cm)

	YÜKSEKLİK	GENİŞLİK	BİRİM AĞIRLIK
Kiriş Numaraları	(m)	(m)	(kN/m)
K06-K07-K15-K16	0.40	0.80	8.00
K08-K09	0.40	0.40	4.00
Çevre Kirişi (40x40)	0.40	0.40	4.00
Çevre Kirişi (60x40)	0.60	0.40	6.00
Çevre Kirişi (80x40)	0.80	0.40	8.00
Çevre Kirişi (100x40)	1.00	0.40	10.00
Çevre Kirişi (120x40)	1.20	0.40	12.00

Bu yapıda kiriş yüksekliklerinin artması ile yatay rijitliğin artması beklenmektedir. Diğer bir etki de kiriş yüksekliklerinin artması düşey yük analizinde düşey yüklerin artması anlamına gelir. Burada optimum çözümü elde ederken bu parametrelerin değişmesine dikkat edilecek ve etkileri incelenecektir. Ayrıca döşeme yüksekliğinin değişmesiyle meydana gelen değişmelerin ne mertebede olduğu incelenecektir.

SAP2000 yapı analizi programındaki yapı elemanlarının kendi ağırlıklarından doğan yükleri kendisinin hesaplayabilmesini sağlayan bu özellik ile kolon ağırlıklarından meydana gelen düşey yüklerin sisteme uygulanmasında kolaylık sağlamaktadır.

4.4.5. Düşey Yük Analizinde Kirişlere Döşmeden Gelen Yükler

Dişli döşmeden kirişlere gelen yükler yukarıdaki hesaplamada bir birim diş boyutuna gelen sabit yük ve hareketli yük ayrı, ayrı bir döşemeye gelen toplam yük bulunur. Bu yükler döşeme kalınlığı 40 cm ve 50 cm için ayrı ayrı hesaplanmıştır (Tablo 4.7 Tablo 4.8). Toplam yük dişli döşemenin yük aktarımı yönündeki kirişlere yayılı yük olarak ilettiği kabulüyle dişli döşemedeki yükler yayılı yük haline çevrilir ve kirişlere aktarılır (Tablo 4. 9 , Tablo 4.10).

Tablo 4.7 Döşemelerin toplam yükleri (Dişli döşeme kalınlığı 50 cm)

	Diş Açıklığı	Diş Sayısı	Sabit Yük (g)	Hareketli yük(q)
	(m)		(kN)	(kN)
DÖŞEME1	9.80	10	430.22	99.96
DÖŞEME2	9.80	10	430.22	174.93
DÖŞEME3	10.00	10	439.00	102.00
DÖŞEME4	2.90	10	127.31	51.77

Tablo 4.8 Döşemelerin toplam yükleri (Dişli döşeme kalınlığı 40 cm)

	Diş Açıklığı	Diş Sayısı	Sabit Yük (g)	Hareketli yük(q)
	(m)		(kN)	(kN)
DÖŞEME1	9.80	10	393.47	99.96
DÖŞEME2	9.80	10	393.47	174.93
DÖŞEME3	10.00	10	401.50	99.96
DÖŞEME4	2.90	10	116.435	51.765

Tablo 4.9 Düşey yük analizi için döşemeden kirişlere gelen yayılı yük değerleri
(Dişli döşeme kalınlığı 50 cm)

	Yayılı yük (g)	Yayılı yük (q)
	(kN/m)	(kN/m)
DÖŞEME1	21.95	5.10
DÖŞEME2	21.51	8.75
DÖŞEME3	22.40	5.20
DÖŞEME4	6.37	2.59

Tablo 4.10 Düşey yük analizi için döşemeden kirişlere gelen yayılı yük değerleri
(Dişli döşeme kalınlığı 40 cm)

	Yayılı yük (g)	Yayılı yük (q)
	(kN/m)	(kN/m)
DÖŞEME1	20.08	5.10
DÖŞEME2	19.67	8.75
DÖŞEME3	20.47	5.20
DÖŞEME4	5.82	2.59

4.4.6 Düşey Yük Analizinde Kirişlere Duvarlardan Gelen Yükler

Tasarlanan bu yapıda dış duvarlara ve asansör boşluğunda birim ağırlığı 4 kN/m^2 ve iç duvarlara 2 kN/m^2 olan yayılı yük etkidiği kabul edilmiştir. Bu değerler sıva+tuğla değerleridir. TS 498 de verilen yük değerlerinden küçük olmasına rağmen ısı yalıtımını sağlayan tuğla gibi malzemenin birim ağırlıklarından da daha büyüktür. Ayrıca günümüzde yüksek binalarda sıkça kullanılan cephe giydirme elemanlarının birim ağırlıkları daha da küçüktür.

4.4.7 Düşey Yük Analizinde Kirişlere Gelen Toplam Yükler

Kirişlere kendi ağırlıklarından dişli döşemeden ve duvarlardan gelen sabit yükler ile hareketli yükler etki eder. SAP 2000 Yapı analizi programında elemanların kendi ağırlıklarını hesapladığı için kendi ağırlıklarından gelen yük değerleri alınmamıştır.

Tasarımda yapıya etkimesi olasılığı bulunan tüm yük birleşimleri dikkate alınmalıdır. Yapıya etki eden yük birleştirme katsayıları TS 500 de verilmiştir. TS 500 de yalnız düşey yüklerin için yapılan hesaplamalar da tasarım yük katsayıları; $F_d=1.4G+1.6Q$ olarak verilmiştir.

Tasarlanan yapı da kirişlere gelen sabit yükler ve hareketli yükler bu katsayılarla çarpılmamıştır. SAP 2000 yapı analiz programı bu katsayıları programın içinde girmeye imkan sağlamaktadır (Tablo 4.11, Tablo 4.12). Ayrıca sehim gibi kullanma sınır durumlarının şartlarını da inceleme imkanı sağlar.

Tablo 4.11 Düşey yük analizi için kirişlere uygulanan yayılı yük değerleri (Kirişlerinin kendi ağırlıkları hariç) (Dışlı döşeme kalınlığı 50 cm)

	Kendi	Duvar dan	Döşemeden	Toplam	Hareketli yük
	gk (kN/m)	gdu (kN/m)	gdö(kN/m)	gt(kN/m)	qt(kN/m)
K01-K02-K03	0.00	6.00	21.95	27.95	5.10
K04-K05	0.00	6.00	21.51	27.95	8.75
K06	0.00	6.00	44.35	50.35	10.30
K07	0.00	6.00	27.88	33.88	11.34
K08	0.00	12.00	6.37	18.37	2.59
K09	0.00	12.00	0.00	12.00	0.00
K10-K11-K12	0.00	6.00	0.00	6.00	0.00
K13-K14	0.00	6.00	0.00	6.00	0.00
K15	0.00	6.00	0.00	6.00	0.00
K16	0.00	6.00	0.00	6.00	0.00

Bu değerler SAP 2000 yapı analizi programında yapının bütün katlarındaki kirişlere etki ettirilmektedir. Kolonların ön boyutlandırılmalarında bu değerlerden faydalanarak yaklaşık bir sonuç elde edilebilir. Fakat sistem hiperstatik olduğu için özellikle dış kolonların planda sık yerleştirilmelerinden dolayı kolonlar arasındaki yük aktarımı sırasındaki yardımlaşmanın da büyük olacağı dikkate alınmalıdır. Son kolondaki koyu altı çizili değerler SAP 2000 yapı analizi programında kullanılan her bir kirişe gelen yük değerleridir (Tablo 4.11, 4.12).

Tablo 4.12 Düşey yük analizi için kirişlere uygulanan yayılı yük değerleri (Kirişlerinin kendi ağırlıkları hariç) (Dişli döşeme kalınlığı 40 cm)

	Kendi	Duvardan	Döşemeden	Toplam	Hareketli yük
	gk (kN/m)	gdu (kN/m)	gdö(kN/m)	gt(kN/m)	qt(kN/m)
K01-K02-K03	0.00	6.00	20.08	26.08	5.10
K04-K05	0.00	6.00	19.67	25.67	8.75
K06	0.00	6.00	40.55	46.55	10.30
K07	0.00	6.00	25.49	31.49	11.34
K08	0.00	12.00	5.82	17.82	2.59
K09	0.00	12.00	0.00	12.00	0.00
K10-K11-K12	0.00	6.00	0.00	6.00	0.00
K13-K14	0.00	6.00	0.00	6.00	0.00
K15	0.00	6.00	0.00	6.00	0.00
K16	0.00	6.00	0.00	6.00	0.00

4.5. Kolonların Düşey Yüklere Göre Ön Boyutlandırılması

Kolonların ön boyutlandırılmaları sırasında esas alınan yönetmelik ve standartlar, Afet Bölgelerine Yapılacak Yapılar Hakkındaki yönetmelik (ABYYHY-1998) ve TS 500 kullanılmıştır.

TS 500 e göre dikdörtgen kesitli kolonların kesit genişliği 250 mm den küçük olamaz. Ancak I, T veya L kesitli kolonlarda en küçük kalınlık 200 mm, kutu kesitli kolonlarda ise en küçük et kalınlığı 120 mm olabilir. Daire kesitli kolonlarda kolon çapı 300 mm den az olamaz

Kolonlardaki net beton örtüsü dıştaki elemanlarda 25 mm den içteki elemanlarda 200 mm den az olamaz

ABYYHY-1998'e göre dikdörtgen kesitli kolonların en küçük boyutu 250 mm den ve en kesit alanı 75000 mm^2 den daha az olamaz

Kolonun brüt enkesit alanı, A_c ;

$A_c \geq N_{dmax} / (0.50f_{ck})$ koşulunu sağlamalıdır.

Kolonları ön boyutlandırma yaparken kirişlere gelen yükler basit mesnet kabulü ile mesnet tepkileri bulunabilir. Bulunan bu mesnet tepkileri kendisiyle ilgili olan kolonlara etkililerek her kattaki kolonlara gelen yükler hesap edilir. Bu işlem bütün katlar için yapılarak sonunda kolonlara gelen toplam yükler bulunur. Bundan sonra $A_c \geq N_{dmax} / (0.50f_{ck})$ formülden yararlanılarak kolonlar yaklaşık olarak boyutlandırmaları yapılır. Kolonların boyutlandırmaları yapılırken bulunan boyutlar eğilme etkileri ile de zorlanacağı göz önüne alınarak daha büyük seçilir.

Kolonların yerleştirilme şekli tüp sisteme uygun olarak yapılmış ve Şekil 5. 3 de verilmiştir.

Bu tasarlanan binada ön boyutlandırma yaparken bir çok zorluklar çıkmış olup bunları aşağıdaki gibi sıralanabilir;

-Bu 30 katlı tüp sistem yapının kat adedinin fazla oluşu.

-Yapının üç ayrı beton sınıfından (BS 35, BS 50 ve BS65) teşkiline göre ayrı ayrı veya birlikte çözülmesi.

-Yapının iki döşeme kalınlığına göre farklı taşıyıcı sistem olarak çözülmesi.

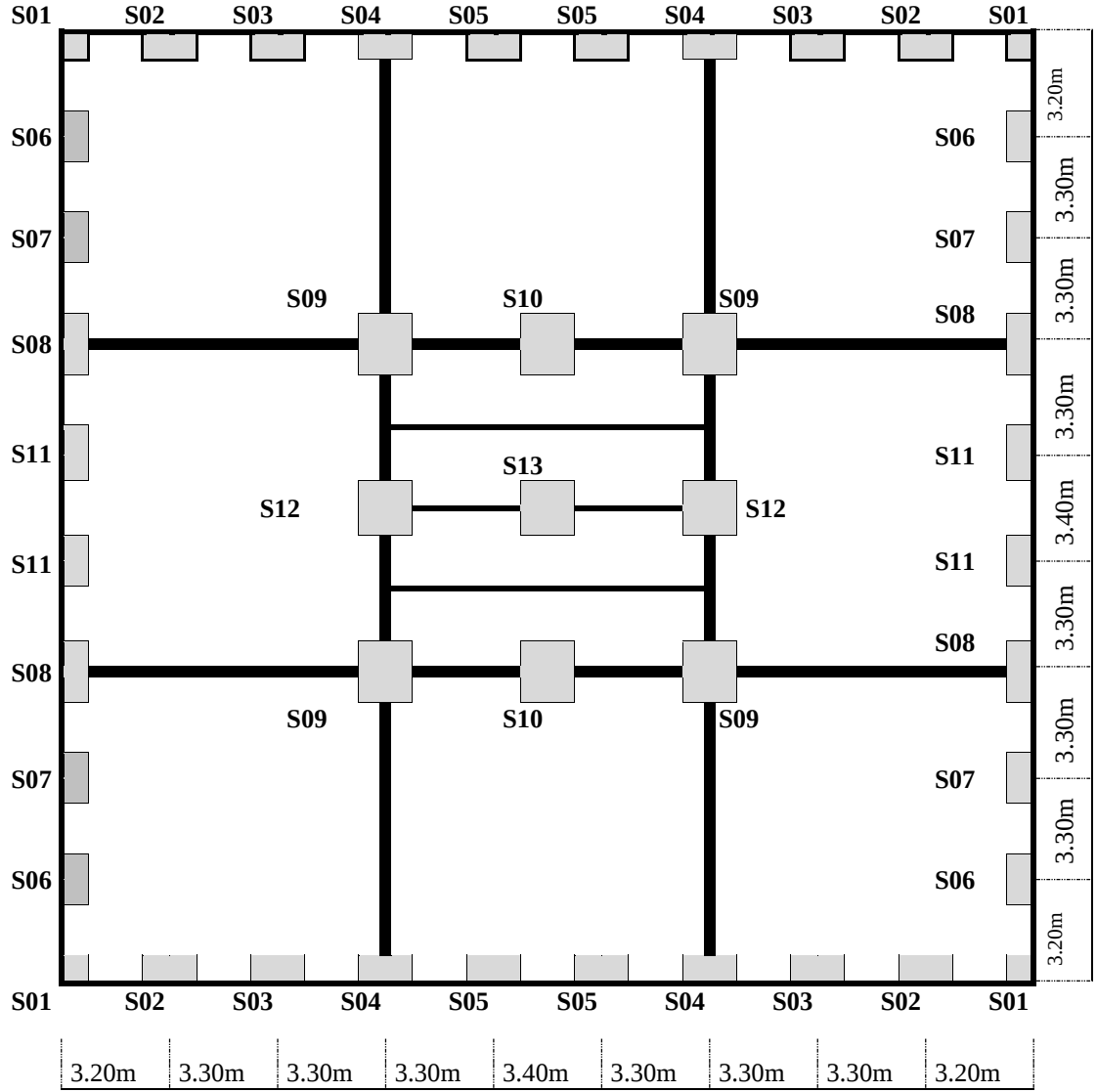
-Yapının 5 farklı dış kiriş boyutlarına (40x40, 60x40, 80x40, 100x40 ve 120x 40) göre çözümlenmesi.

-Kolon sayısının fazla olması.

-Bu ön boyutlandırmanın iki boyutlu analiz yapmaya uygun olmayan üç boyutlu analizi gerekli kılan bir tüp sistem yapı olması.

Sistemin değişkenlerin kombinasyonlarının fazlalığı sebebiyle bu ön analizi yapmak için Excel’de elektronik hesap tabloları yapılmıştır.

Ön boyutlandırma yapılırken yapı tüp sistem olduğu için her kattaki dış kolonların kesitlerinin aynı olmasına dikkat edilmiştir. Dünyadaki uygulamalarda en ekonomik ve en sık rastlanan durum her kattaki dış kolonların kesitlerinin aynı tutulmasıdır. Bundan dolayı dış kolonlardan en çok zorlanan kolonların kesitleri diğer dış kolon kesitleriyle aynı boyutlu alınmıştır.



Şekil 5.5 Planda kolon yerleşimi

Tablo 4.13 Beton sınıfı BS 35 olan yapının SAP 2000 yapı analizi programında hesaplanan kolon boyutları

	Kat Numaraları			
	30-29-28-27-26-25-24-23-22	21-20-19-18	17-16-15-14	
Kolon No	Kolon Kesiti	Kolon Kesiti	Kolon Kesiti	
	(cm x cm)	(cm x cm)	(cm x cm)	
S01	60x60	60x60	60x60	
S02	60x60	60x60	60x60	
S03	60x60	60x60	60x60	
S04	60x60	60x60	60x60	
S05	60x60	60x60	60x60	
S06	60x60	60x60	60x60	
S07	60x60	60x60	60x60	
S08	60x60	60x60	60x60	
S09	70x70	90x90	100x100	
S10	60x60	70x70	80x80	
S11	60x60	60x60	60x60	
S12	60x60	70x70	80x80	
S13	40x40	40x40	40x50	
	13-12-11	-10-	9-8-7-6-	5-4-3-2-1
Kolon No	Kolon Kesiti	Kolon Kesiti	Kolon Kesiti	Kolon Kesiti
	(cm x cm)	(cm x cm)	(cm x cm)	(cm x cm)
S01	60x60	70x70	70x70	80x80
S02	60x60	70x70	70x70	80x80
S03	60x60	70x70	70x70	80x80
S04	60x60	70x70	70x70	80x80
S05	60x60	70x70	70x70	80x80
S06	60x60	70x70	70x70	80x80
S07	60x60	70x70	70x70	80x80
S08	60x60	70x70	70x70	80x80
S09	115x115	115x115	130x130	145x145
S10	90x90	90x90	100x100	110x110
S11	60x60	70x70	70x70	80x80
S12	90x90	90x90	100x100	110x110
S13	40x60	40x70	40x70	40x80

Yapı sistemi dış kolon kesitlerinin aynı tutularak SAP 2000 yapı analizi programında çözülmüştür. Sonuç olarak yapının hiperstatikliği ve tüp sistem özelliğinden dolayı

dış kolonlardaki ön boyutlandırma sonucunda belirlenen kesitlerin taşıyabileceği yük miktarı yaklaşık olarak iki kat daha fazla çıkmıştır. Bunun sonucunda tekrar dış kolonların boyutlarının belirlenmesi için değiştirilmiştir. Bu değişiklik SAP 2000 yapı analizi programında elde edilen çözümlemede kolon kesitleri taşıma gücü %20 arttırılarak elde edilmiştir. Tüp sistemin özelliği olarak iç kolonların düşey yüklere göre hesaplandığından yaklaşım doğru kabul edilebilir.

Sonuç olarak üç sistem için iç ayrı kolon boyutları elde edilmiştir. Bu sistemler yapıda beton kalitesinin yapıya etkilerini incelemek için üç ayrı boyutlu taşıyıcı sistemde üç ayrı beton sınıfı yalnız veya birlikte kullanılmıştır.

Birinci sistemde beton sınıfı düşük tutularak yalnız tek beton sınıfı BS 35 kullanılarak kolon boyutları belirlenmiştir (Tablo 4.13)

İkinci olarak beton sınıfı olarak karma bir sistemdir. Alt katlarda BS 50 üst katlarda BS35 kullanılarak kolon boyutları belirlenmiştir (Tablo 4.14).

Üçüncü sistemde dünyada yaygın olarak kullanılan yüksek mukavemetli beton sınıfına giren BS 65 kullanılmıştır (Tablo 4.15)

Bu kolon kesitleri ön boyutlandırma yapıldıktan sonra SAP 2000 yapı analizi programı ile çözüm yapılmıştır.

4.6. Deprem Hesabı

4.6.1. Etkin Yer ivme Katsayısı

Tasarlanan binanın inşa edileceği yer 1. deprem bölgesindedir.

ABYYHY-1998 den alınan etkin yer ivme katsayısı, A_0 1. deprem bölgesi için $A_0=0.40$ tır.

4.6.2. Bina Önem Katsayısı

Bu tüp sistem yapı bir ofis binası olarak tasarlanmıştır. ABYYHY-1998 de verilen Bina önem katsayısı $I = 1.0$ dir.

Tablo 4.14 1-10. katları beton sınıfı BS 50, 20-30. katları beton sınıfı BS 35, olan yapının SAP 2000 yapı analizi programında hesaplanan kolon boyutları

	Kat Numaraları			
	30-29-28-27-26-25-24-23-22	21-20-19-18	17-16-15-14	
Kolon No	Kolon Kesiti	Kolon Kesiti	Kolon Kesiti	
	(cm x cm)	(cm x cm)	(cm x cm)	
S01	60x60	60x60	60x60	
S02	60x60	60x60	60x60	
S03	60x60	60x60	60x60	
S04	60x60	60x60	60x60	
S05	60x60	60x60	60x60	
S06	60x60	60x60	60x60	
S07	60x60	60x60	60x60	
S08	60x60	60x60	60x60	
S09	70x70	90x90	100x100	
S10	60x60	70x70	80x80	
S11	60x60	60x60	60x60	
S12	60x60	70x70	80x80	
S13	40x40	40x40	40x50	
	13-12-11	-10-	9-8-7-6-	5-4-3-2-1
Kolon No	Kolon Kesiti	Kolon Kesiti	Kolon Kesiti	Kolon Kesiti
	(cm x cm)	(cm x cm)	(cm x cm)	(cm x cm)
S01	60x60	70x70	70x70	70x70
S02	60x60	70x70	70x70	70x70
S03	60x60	70x70	70x70	70x70
S04	60x60	70x70	70x70	70x70
S05	60x60	70x70	70x70	70x70
S06	60x60	70x70	70x70	70x70
S07	60x60	70x70	70x70	70x70
S08	60x60	70x70	70x70	70x70
S09	115x115	115x115	115x115	115x115
S10	90x90	90x90	90x90	90x90
S11	60x60	70x70	70x70	70x70
S12	90x90	90x90	90x90	90x90
S13	40x60	40x60	40x60	40x60

Tablo 4.15 1-10. katları beton sınıfı BS 65, 20-30. katları beton sınıfı BS 50, olan yapının SAP 2000 yapı analizi programında hesaplanan kolon boyutları

	Kat Numaraları			
	30-29-28-27-26-25-24-23-22	21-20-19-18	17-16-15-14	
Kolon No	Kolon Kesiti	Kolon Kesiti	Kolon Kesiti	
	(cm x cm)	(cm x cm)	(cm x cm)	
S01	50x50	50x50	50x50	
S02	50x50	50x50	50x50	
S03	50x50	50x50	50x50	
S04	50x50	50x50	50x50	
S05	50x50	50x50	50x50	
S06	50x50	50x50	50x50	
S07	50x50	50x50	50x50	
S08	50x50	50x50	50x50	
S09	50x50	50x50	50x50	
S10	50x50	50x50	50x50	
S11	50x50	50x50	50x50	
S12	50x50	50x50	50x50	
S13	40x40	40x40	40x45	
	13-12-11	-10-	9-8-7-6-	5-4-3-2-1
Kolon No	Kolon Kesiti	Kolon Kesiti	Kolon Kesiti	Kolon Kesiti
	(cm x cm)	(cm x cm)	(cm x cm)	(cm x cm)
S01	50x50	60x60	60x60	60x60
S02	50x50	60x60	60x60	60x60
S03	50x50	60x60	60x60	60x60
S04	50x50	60x60	60x60	60x60
S05	50x50	60x60	60x60	60x60
S06	50x50	60x60	60x60	60x60
S07	50x50	60x60	60x60	60x60
S08	50x50	60x60	60x60	60x60
S09	95x95	95x95	95x95	95x95
S10	75x75	75x75	75x75	75x75
S11	50x50	60x60	60x60	60x60
S12	75x75	75x75	75x75	75x75
S13	40x45	40x45	40x45	40x45

4.6.3. Tasarım İvme Spektrum Katsayıları

Çözümü yapılan tüp sistem yapının üç ayrı zemin sınıfında inşa edilmesi durumunda deprem hesabında binaya etkileri yani yanal yer değiştirmeleri ele alınmıştır. Bunun için yerel zemin sınıfı Z1, yerel zemin sınıfı Z2 ve yerel zemin sınıfı Z3 e göre ayrı ayrı tasarım ivme spektrumları elde edilmiştir.

ABYYHY-1998 de tasarım ivme spektrumları oluşturulken spektrum katsayıları aşağıdaki eşitliklerden faydalanılarak oluşturulmuştur.

$$S(T)=1+1.5T/T_A \quad (0 \leq T \leq T_A) \quad (4.1a)$$

$$S(T)=2.5 \quad (T_A < T \leq T_B) \quad (4.1b)$$

$$S(T)=2.5(T_B/T)^{0.8} \quad (T > T_B) \quad (4.1c)$$

Spektrum karakteristik periyotları T_A ve T_B değerleri yerel zemin sınıflarına göre ABYYHY-1998 den alınmıştır. Bu değerler SAP 2000 yapı analizi programında kullanılacak şekilde tablo haline getirilmiş ve Tablo 4.16, 4.17, 4.18 de verilmiştir.

4.6.4. Deprem Yüğü Azaltma Katsayısı

Deprem etkisi durumunda taşıyıcı sistemin doğrusal elastik olmayan davranışını göz önüne almak için spektral ivme katsayısına göre bulunan elastik deprem yükleri, deprem yükü azaltma katsayısına bölünmüştür. Bu yapı, deprem yüklerinin tamamının çerçevelerle taşındığı süneklik düzeyi yüksek sistem sınıfına girdiği için;

Taşıyıcı sistem katsayısı $R_a=R=8$ olarak alınmıştır. $A(T)=A_0.I.S(T)$ olan spektral ivme katsayısı $S_{pa}(T) = A(T).g/R_a(T) = A_0.g.S(T) / R_a(T)$ şeklini alır.

Sönüm, %5 alınarak spektrum ölçek katsayısı $= A_0.I.g = 0.40*1*9.81 = 3.924$ elde edilmiştir. Yük kombinasyonu ölçek katsayısı $= 1/R_a=1/8=0.125$

SAP 2000 yapı analizinde dinamik analiz yapılırken bu değerler kullanılacaktır.

Tablo 4.16 Yerel zemin sınıfı Z1 için spektrum değerleri

Periyod	Spektrum Katsayısı
T(s)	S(T)
0	1.000
<u>0.10</u>	<u>2.500</u>
0.20	2.500
<u>0.30</u>	<u>2.500</u>
0.40	1.986
0.50	1.661
0.60	1.436
0.70	1.269
0.80	1.141
0.90	1.038
1.00	0.954
1.10	0.884
1.20	0.825
1.30	0.774
1.40	0.729
1.50	0.690
1.60	0.655
1.70	0.624
1.80	0.596
1.90	0.571
2.00	0.548
2.10	0.527
2.20	0.508
2.30	0.490
2.40	0.474
2.50	0.458
3.50	0.350
4.00	0.315
5.00	0.263
10.00	0.151
Yerel Zemin Sınıfı= Z1	

Tablo 4.17 Yerel zemin sınıfı Z2 için spektrum değerleri

Periyod	Spektrum Katsayısı
T(s)	S(T)
0	1.000
0.10	2.000
<u>0.15</u>	<u>2.500</u>
0.20	2.500
0.30	2.500
<u>0.40</u>	<u>2.500</u>
0.50	2.091
0.60	1.807
0.70	1.598
0.80	1.436
0.90	1.307
1.00	1.201
1.10	1.113
1.20	1.038
1.30	0.974
1.40	0.918
1.50	0.868
1.60	0.825
1.70	0.786
1.80	0.751
1.90	0.719
2.00	0.690
2.10	0.663
2.20	0.639
2.30	0.617
2.40	0.596
2.50	0.577
3.00	0.499
3.50	0.441
4.00	0.396
5.00	0.331
10.00	0.190
Yerel zemin sınıfı= Z2	

4.7. Dinamik Analiz İçin Hesap Yönteminin Seçimi

Binalar ve bina türü yapıların deprem hesabında kullanılacak yöntemler ABYYHY-1998 de verilmiştir. Buradaki eşdeğer deprem yükü yöntemi yapılacak binanın yüksekliği 75 metreden daha fazla olduğu için uygulanamamaktadır.

Deprem hesabı için mod birleştirme dinamik hesap yöntemi kullanılmıştır.

4.7.1 Mod Birleştirme Yöntemi

Bu yöntemde maksimum iç kuvvetler ve yer değiştirmeler binada yeterli sayıda doğal titreşim modunun her biri için hesaplanan maksimum katkıların birleştirilmesi ile elde edilir.

Herhangi bir r'inci titreşim modunda göz önüne alınacak ivme spektrumu ordinatı

$$S_{pa}(T)=A(T).g/R_a(T)=A_0.g.S(T)/R_a(T) \quad (4.2)$$

denklemleri ile belirlenecektir.

4.7.2. Göz önüne Alınacak Dinamik Serbestlik Dereceleri

Döşemeler yatay düzlemde rijit diyafram olarak çalıştığı binalarda, her bir katta kaydırılmış kütle merkezlerinin her birinde, birbirine dik doğrultulardaki iki yatay serbestlik derecesi ile düşey eksen etrafında dönme serbestlik derecesi gözönüne alınacaktır. Kat kütleleri, her katın kütle merkezinde ve ayrıca ek dışmerkezlilik etkisi hesaba katılabilmesi amacı ile kaydırılmış kütle merkezlerinde tanımlanacaktır. Kaydırılmış kütle merkezleri, gerçek kütle merkezinin gözönüne alınan deprem doğrultusuna dik doğrultudaki kat boyutunun +%5'i ve -%5'i kadar kaydırılması ile belirlenen noktalardır. Ancak herhangi bir i'inci katın kütle eylemsizlik momenti m_{0i} , kaydırılmamış kütle merkezinden geçen düşey eksen etrafında hesaplanacaktır. Kat kütlelerine karşı gelen kat ağırlıkları, W_i ;

$$W_i = g_i + n \cdot q_i$$

göre belirlenecektir. Burada g_i ; i. kattaki sabit yük, q_i ; hareketli yük ve n ise hareketli yük azaltma katsayısıdır.

4.7.3. Hesaba Katılacak Yeterli Titreşim Modu Sayısı

Hesaba katılması gereken yeterli titreşim modu sayısı, Y, gözönüne alınan birbirine dik x ve y yatay deprem doğrultularının her birinde, her bir mod için hesaplanan etkin kütle'lerin toplamının, hiçbir zaman bina toplam kütlelerinin %90'ından daha az olmaması kuralına göre belirlenecektir. Ayrıca gözönüne alınan deprem doğrultusunda etkin kütlesi, bina toplam kütlelerinin %5'inden büyük olan bütün titreşim modları gözönüne alınacaktır.

$$\sum_{r=1}^Y M_{xr} = \sum_{r=1}^Y \left\{ \left[\sum_{i=1}^N (m_i \Phi_{xir}) \right]^2 / M_r \right\} \geq 0.90 \sum_{i=1}^N m_i \quad (4.3)$$

$$\sum_{r=1}^Y M_{yr} = \sum_{r=1}^Y \left\{ \left[\sum_{i=1}^N (m_i \Phi_{yir}) \right]^2 / M_r \right\} \geq 0.90 \sum_{i=1}^N m_i \quad (4.4)$$

Denklemden yer alan modal kütle M_r 'in ifadesi, kat döşemelerinin rijit diyafram olarak çalıştığı binalar için aşağıda verilmiştir:

$$M_r = \sum_{i=1}^N (m_i \Phi_{xir}^2 + m_i \Phi_{yir}^2 + m_{0i} \Phi_{0ir}^2) \quad (4.5)$$

4.7.4. Mod Katkılarının Birleştirilmesi

Binaya etkiyen toplam deprem yükü, kat kesme kuvveti, iç kuvvet bileşenleri, yerdeğiştirme ve görel kat ötelemesi gibi büyüklüklerin her biri için ayrı ayrı uygulanmak üzere, her titreşim modu için hesaplanan ve eşzamanlı olmayan maksimum katkıların birleştirilmesi için uygulanacak kurallar aşağıda verilmiştir:

$T_s < T_r$ olmak üzere, gözönüne alınan herhangi iki titreşim moduna ait doğal periyotların daima $T_s / T_r < 0.80$ koşulunu sağlaması durumunda, maksimum mod katkılarının birleştirilmesi için “Karelerin Toplamının Kare Kökü Kuralı” uygulanabilir.

Yukarıda belirtilen koşulun sağlanamaması durumunda, maksimum mod katkılarının birleştirilmesi için “Tam Karesel Birleştirme (CQC) Kuralı” uygulanacaktır. Bu kuralın uygulanmasında kullanılacak çapraz korelasyon katsayıları’nın hesabında, modal sönüm oranları bütün titreşim modları için %5 olarak alınacaktır.

4.8. Dinamik Analiz İçin Kat Ağırlık Hesabı

Kat ağırlıkları hesaplanırken, hesapların kolaylıkla incelenebilmesi ve bilgisayar programına uygularken kolaylık sağlaması için tablolar kullanılmıştır.

Buna göre ilk önce dişli döşemelerden gelen sabit ve hareketli yüklerin ağırlıkları hesaplanmıştır. Daha sonra bir kattaki kirişlerden gelen yükler duvardan gelen yüklerin ağırlıkları hesaplanmıştır. Burada hesaplamalar yapılırken tüp sistemin dinamik analizi sırasında değişkenlerden olan dış kirişlerin ağırlıkları hesaplanmamıştır. Bir sonraki adımda dişli döşemeden iç kirişlerden ve duvardan gelen ağırlıklar ile hareketli yüklerden gelen ağırlıklar her bir dış kiriş kesiti için her bir kata gelen ağırlıklar hesaplanmıştır.

Hesaplamalarda hareketli yük katılım katsayısı $n = 0.3$ olarak alınmıştır. Yapı ofis binası olarak tasarlandığından yük katılım katsayısı bu değerde alınmıştır.

Bu değerler kat kütlelerini oluşturan tablolarda kullanılmıştır.

4.9. Döşeme Kütle Atalet Momentlerinin Hesaplanması

Herhangi bir i’inci katın döşeme kütle eylemsizlik momenti, $m_{\theta i}$ kaydırılmış kütle merkezinden geçen düşey eksen etrafında hesaplanmıştır. Hesap sonuçları Ek A daki tablolarda verilmiştir.

Kat eylemsizlik momenti; $m_{\theta i} = M \cdot (b^2 + d^2) / 12$ formülü ile hesaplanmıştır.

Tablo 4.18 Deprem hesabı için döşeme ağırlığı değerleri

	Sabit Yük (g)	Hareketli yük(q)	Top.(g)	Top (q)
	(kN)	(kN)	(kN)	(kN)
DÖŞEME1	393.47	99.96	1573.88	399.84
DÖŞEME2	393.47	174.93	786.94	349.86
DÖŞEME3	393.47	99.96	786.94	199.92
DÖŞEME4	116.435	51.765	232.87	103.53
		qdös=	3380.63	1053.15

Tablo 4.19 Yatay yük analizi için kat ağırlığı (Çevre kirişleri hariç)

	Kendi Ağırlığı	Hareketli Yük	0.3*H. yük(q)	g+0.3q
	(kN)	(kN)	(kN)	(kN)
İç.Kirişler	1067.20	0.00	0.00	1067.20
Duvarlar	1780.80	0.00	0.00	1780.80
Döşeme	3380.63	1053.15	315.95	3696.58
				6544.58

Tablo 4.20 Çevre kiriş boyutlarına göre kat kütleleri (Kolonlar hariç)

Çevre Kiriş Boy.	Birim Ağırlık	Çevre Kir.Ağı.	Dös Ağırlığı	Top.Ağırlık	Toplam Kutle
cmxcm	(kN/m)	(kN)	(kN)	(kN)	(kNs ² /m)
40x40	4.00	473.60	6544.58	7018.18	715.41
60x40	6.00	710.40	6544.58	7254.98	739.55
80x40	8.00	947.20	6544.58	7491.78	763.69
100x40	10.00	1184.00	6544.58	7728.58	787.83
120x40	12.00	1420.80	6544.58	7965.38	811.97
140x40	14.00	1657.60	6544.58	8202.18	836.10

Bu hesaplamalardan sonra her katın kütleleri Ek A' daki tablolarda verilmiştir.

4.10 Sayısal Sonuçlar

SAP 2000 yapı analizi programında yapılan analizler sonucunda elde edilen yanal yerdeğiştirmeler Ek B de verilmiştir. Bu değerlerin karşılaştırılması ve yorumlanması Bölüm 5 içinde ele alınmıştır. Bu çalışma içinde beton sınıflarının değiştirilmesi, çevre kirişinin kesitlerinin değiştirilmesi, dışlı döşeme döşeme yüksekliğinin değiştirilmesi ve yapının farklı zemin sınıflarına oturmasından dolayı ve bunların kombinasyonlarından dolayı bir çok yapı sistemi mevcuttur. Ayrıca tasarlanan yapının çok katlı olması sebebiyle yapıyı oluşturan yapı elemanlarının herbirinin zorlandığı kuvvetleri göstermek donatı hesabının yapılması mümkün olamamaktadır.

Ancak burada bir sistemi seçip içinden yapı hakkında kısmen bilgi verilebilir. Burada ele alınan yapı sistemi, alt 10 katta BS 50 10. kattan 30 kata kadar BS 35 beton kullanılan, çevre kirişinin yüksekliği 80 cm olan Z1 zemin sınıfına oturan yapı ele alınmıştır.

Yapının 1. katındaki kolonları incelediğimizde deprem kuvvetinden meydana gelen basınç değerleri S01 kolonunda depremli durumda 6817 kN çıkarken yalnız düşey yük durumunda 6537 kN çıkmaktadır. Eğilme momenti ise 238 kNm dir. Kesme kuvveti ise kolon dibinde 94 kN çıkmaktadır.

S08 kolonunda depremli durumda 6639 kN çıkarken yalnız düşey yük durumunda 8740 kN çıkmaktadır. Eğilme momenti 2 ekseninde depremli durumda 273 kN yalnız düşey yük durumunda 4 kN, 3 ekseninde depremli durumda 294 kN yalnız düşey yük durumunda 308 kN çıkmaktadır. Kesme kuvveti ise 2 ekseninde depremli durumda 147 kN yalnız düşey yük durumunda 132 kN, 3 ekseninde depremli durumda 127 kN yalnız düşey yük durumunda 2 kN çıkmaktadır.

S04 kolonunda depremli durumda 6356 kN çıkarken yalnız düşey yük durumunda 8346 kN çıkmaktadır. Eğilme momenti 2 ekseninde depremli durumda 219 kN yalnız düşey yük durumunda 70 kN, 3 ekseninde depremli durumda 272 kN yalnız düşey yük durumunda 6 kN çıkmaktadır. Kesme kuvveti ise 2 ekseninde depremli durumda 127 kN yalnız düşey yük durumunda 3 kN, 3 ekseninde depremli durumda 76 kN yalnız düşey yük durumunda 30 kN çıkmaktadır.

S09 kolonunda depremli durumda 21987 kN çıkarken yalnız düşey yük durumunda 29034 kN çıkmaktadır. Eğilme momenti 2 ekseninde depremli durumda 1302 kN yalnız düşey yük durumunda 7 kN, 3 ekseninde depremli durumda 1356 kN yalnız düşey yük durumunda 210 kN çıkmaktadır. Kesme kuvveti ise 2 ekseninde depremli durumda 374 kN yalnız düşey yük durumunda 85 kN, 3 ekseninde depremli durumda 311 kN yalnız düşey yük durumunda 3 kN çıkmaktadır.

Diğer kolonlarda bu değerlerle aynı özellikleri taşımaktadır.

Deprem analizinden ve statik analizden elde edilen sonuçlara göre tasarlanan tüp sistem yüksek yapı hakkında şu önerilerde bulunulabilir:

- Tasarlanan binada deprem etkisiyle kolonlarda meydana gelen eğilme momentleri oldukça küçük çıkmaktadır. Bu tüp sistemin özelliğinden olan eğilmeye karşı rijitliğinin büyük olmasından kaynaklanır. Eğilme ile zorlanan yapı kolonlarda çekme ve basınç ile karşılanır. Bu da kolonlardaki eğilme moment değerlerini basınç değerlerine göre oldukça küçük olmasını sağlar.

- Tasarlanan binada iç kolonlarda eksenel basınç değerine göre, yalnız düşey yükler için ($F_d=1.4G+1.6Q$) kullanılan yük katsayılarına göre boyutlandırılır. Bu yük katsayıları en büyük değeri vermektedir.

- Binanın çevresindeki kolonlarda, yalnız düşey yükler için ($F_d=1.4G+1.6Q$) kullanılan yük katsayıları kullanıldığında eksenel gerilmeler büyük çıkmaktadır.

- Binanın köşe kolonlarında deprem etkili durumda ($F_d=G+Q+E$) eksenel basınç büyük çıkmaktadır.

- Binanın deprem analizinde dış kolonlar ve dış kolonları birbirine bağlayan çevre kirişler yatay yük analizine göre boyutlandırılır. Çünkü çerçevesel tüp sistem yapılarda yatay rijitlikler yeterli seviyelerde büyük olmadığı için boyutlandırmalarda önemli rol oynarlar.

5. SONUÇLAR VE ÖNERİLER

5.1. Yapıda Kullanılacak Olan Farklı Beton Sınıflarının Etkileri

Dünyadaki yapı malzemelerinin gelişmelerine paralel olarak beton mukavemetleri de gün geçtikçe artmaktadır. Türkiye pek kullanılmamasına rağmen dünyada gelişmiş ülkelerde BS 75 kullanımı artık oldukça yaygın hale gelmiştir. Türkiye’de yüksek dayanımlı beton sınıfı olduğu düşünülen BS 35 gibi betonlar dünyada düşük dayanımlı beton sınıfı olarak görülmektedir. Türkiye şartlarını dikkate alarak ve dünyadaki gelişmelere paralel olarak tasarlanan tüp sistem yüksek yapıya beton sınıflarının etkileri incelenmiştir. Bu incelemelerden elde edilen sonuçlar yapı sistemi de dikkate alınarak şöyle sıralandırılabilir.

5.1.1. Binada sadece BS 35 Beton Sınıfı Kullanılması

Tasarlanan binanın tamamında BS 35 beton sınıfı kullanılması durumunda deprem hesabında yatay rijitlik sorunu ortaya çıkmamaktadır. Yani kolonların boyutlandırılmalarında yatay yer değiştirmelerin önemi, yüksek beton mukavemetli beton kullanılmasına göre fazla değildir. Fakat zemin sınıfına göre davranışta farklılıklar söz konusu olabilir.

Yalnızca BS 35 beton sınıfı kullanılarak projelendirilen yapının kat sayısı arttıkça alt katlardaki kolon kesitleri, yüksek mukavemetli beton kullanıldığı durumdaki kesitlerden daha büyümek olmaktadır.

Yapılacak yapının yerel zemin durumlarına göre eğer temel yapım masrafları sınır durumlardan uzaksa yapının tamamı BS 35 ile yapılabilir. Fakat temel masrafları sınır durumlara yakınsa tasarlanan binanın sadece BS 35 beton sınıfı ile yapılması ek temel maliyetleri getirebileceği için uygun olmayabilir.

5.1.2. Alt Katlarda BS 50 Üst katlarda BS 35 Beton Sınıfı Kullanılması

Alt katlar BS 50 üst katlar BS 35 beton sınıfları kullanılarak tasarlanan yapının alt katlarındaki kolon kesitleri makul seviyelerde kalmaktadır. Bunun etkisi olarak üst katlardaki kolon kesitlerinin alt katlarda da aynı olmasını sağlamaktadır.

Alt katlarda BS 50 kullanılması sonucunda kolon kesitleri küçülmektedir. Bu da temel maliyetini azaltmaktadır.

Üst katlarda BS 35 kullanılması sonucu kolon kesitleri fazla küçülmemekte bu da yatay rijitliği arttırmaktadır. Dış kolon boyutlarının belirlenmesi deprem hesabından dolayı yatay rijitliklere bağlı olmaktadır. Yapı sisteminin yatay yer değiştirmeleri sınır şartlarını sağlaması için yatay rijitlikler azaltılamamaktadır. Yani betonun taşıma gücü yeterli olması rağmen kesitler küçültülememektedir.

Beton sınıflarının karma olarak kullanılması sonucu kolon kesitleri bina yüksekliği boyunca fazla değişmemekte bu da kalıp maliyetini düşürmektedir.

Görüldüğü gibi üst katlarda BS 35 alt katlarda BS 50 beton sınıflarının karma olarak kullanılmasının sadece tek bir beton sınıfının kullanılmasından daha fazla avantajlı olmaktadır.

5.1.3. Alt Katlarda BS 65 Üst katlarda BS 50 Beton Sınıfı Kullanılması

Bu yapı sisteminde kolon kesitleri betonun taşıma gücü yeterli olmasına rağmen kesitlerin yatay rijitliği sağlaması bakımından fazla küçültülememektedir. Bu da sonuçta yüksek beton sınıfı kullanılmasıyla beklenen yeterli etkiyi gösterememektedir. Beton sınıfının kalitesi programda kullanılan malzemenin elastisite modülünün değişimi ile sağlanmaktadır.

Yüksek beton sınıfları kullanılması yapının kat adedinin 30 dan daha fazla olması durumunda önem kazanacaktır. Fakat tasarlanan bu yapı için özellikle Türkiye şartlarının yüksek dayanımlı beton üretimi ve yapılarda kullanılması konusundaki sıkıntılar nedeniyle ekonomik olduğu söylenemez.

Şekil 5.1 de gösterilen grafikte, beton sınıfları farklı olan yapıların deplasmanları karşılaştırılmıştır. Buradaki yapıların çevre kiriş yüksekliği 80 cm, Z2 zemin sınıfına oturan yapının deplasmanları karşılaştırılmıştır. Grafikte sadece BS 35 ile yapılan yapı ile BS 35 ve BS 50 nin beraber kullanıldığı yapının deplasmanları birbirine yakın çıkarken BS 65 ve BS 50 nin beraber kullanıldığı yapıda deplasmanlar fazla çıkmıştır. Bu durumun sebebi kolon boyutlarının her bir sistemde farklı olmasıdır. Her bir sistemde kolon kesitleri, eksenel basınçları ABYYHY-1998 de verilen değerin %20 arttırılarak seçilmiştir. Fakat bu durum en üst katlarda her bir kolon için geçerli değildir. BS 60 ve BS 50 nin beraber kullanıldığı sistemde beton mukavemetinin kolon kesitlerini küçültmekte ve yanal yerdeğştirmelerin büyük çıkmasına sebep olmaktadır. Buradan da anlaşılağı gibi üçüncü sistemde yanal yer değıştirmelerin alt kolonlarda bile kolon boyutlarını belirleyen durumdur.

5.2. Tüp Sistemlerin Karakteristik Özelliklerinden Olan Çevre Kiriş Boyutlarının Yapı Davranışına Etkileri

Yapılan dinamik analizlerde görölmüştür ki, tüp sistem yapıların karakteristik özelliğinden olan dış (çevre) kirişlerin yüksekliklerinin değıştirilmesi sistemin yatay rijitliğini büyük ölçüde etkilemektedir. Bu kirişlerin yüksekliğinin artmasıyla sistem çok daha fazla yatay rijitlik kazanmaktadır. Dinamik analiz sonucunda oluşturulan deplasman değeri Ek B deki tablolarda verilmiştir. Tablolarda hesaplanan değeri daha iyi şekilde karşılaştırmak için, Şekil5.2, Şekil 5.3 ve Şekil 5.4. deki grafiklerde gösterilmiştir.

Buradan çıkarılacak sonuç yapının yatay rijitliği sadece kolon kesitleri ile değıl dış (çevre) kirişlerin kesitleriyle de ilgilidir. Çerçevesi tüp sistem yapılarda genel olarak yanal rijitlikler yeterli seviyede değıldir. Yani taşıyıcı elemanların kesitleri yüklere karşı yeterli olmalarına rağmen yatay yer değıştirmeler sınır değeri den büyük çıkar. Bunun için bazı kolon kesitleri yatay rijitliğin sağlaması için daha büyük seçilir. Yatay ötelemeyi etkileyen bir diğeri etki de çevre kiriş yükseklikleridir. Bu iki değışkenle, uygun kombinasyonlar elde edilerek yatay rijitlik sağlanabilir. Bu durumdan faydalanılarak yapıda kolon kalıp maliyetlerini kolayca azaltabilecek optimum çözümler elde etmek mümkün olabilir.

5.3. Yapının Yapılacağı Yerin Zemin Durumlarının Üst Yapıya Etkileri

Tasarlanan çok katlı tüp sistem yapının üç ayrı zemin sınıfına (Z1,Z2,Z3) oturması durumları için deprem analizi yapılmıştır. Her bir zemin sınıfı için SAP 2000 yapı analizi programından elde edilen her bir sistem için yatay öteleme değerleri, Ek.B'deki tablolarda gösterilmiştir. Bu tablolardaki BS 50 ve BS 35 beton sınıfında, çevre giriş yüksekliği 50 cm olan yapının, zemin sınıflarına göre yatay deplasman değerlerine göre çizilmiş olan Şekil 5.4. ki grafik'te gösterilmiştir. Bu hesaplanan sonuçlara göre zemin sınıflarının, yapının aynı deprem bölgesinde olmasına rağmen, tasarlanacak bina üzerinde büyük etkileri olmaktadır. Bu etkiler zaten beklenmektedir. Fakat bu etkilerin yüksek binalar üzerindeki mertebeleri hakkında sayısal olarak bilgi vermektedir.

5.4. Dişli Döşeme Yüksekliğinin Azaltılmasının Yapıya Etkileri

Normal yükseklikte binalar için dişli döşemelerin yükseklikleri veya kirişlerin yükseklikleri hesaplamalarda bir değişken olarak almak fazla dikkate alınmaz.. Bu tür binalarda kirişlerin ve dişli döşemelerin boyutlandırmaları yapılırken alt kolonlara ve temele aktarılabacak yükün mertebesi çok önemli değildir. Fakat kat sayısı arttıkça her kattan gelen bu önemsiz gibi görünen yük fazlalığı, kat sayısı arttıkça toplanarak çoğaldığı için dikkate alınması gereken mertebelere gelir. Bunun için yüksek binaların tasarımında, dişli döşeme boyutlandırması yapılırken, normal binalarda bu önemsiz gibi görünen durumu da dikkate almak gerekir.

Dişli döşeme yüksekliğinin değiştirilmesinin etkilerini sayısal olarak karşılaştırmak için SAP 2000 yapı analizi programında çözümlenen iki sistem karşılaştırılmıştır. Karşılaştırmaya alınan sistemler alt katlarda BS 65 beton sınıfı üst katlarda BS 50 beton sınıfı kullanılan çevre kirişlerinin yükseklikleri 80 cm olan sadece döşeme yükseklikleri farklı olan sistemlerdir. Bunlardan bir tanesinin döşeme yüksekliği 40 cm diğeri 50 cm dir. Sistemlerin temel hesabında kullanılacak (G+Q), (1.4G+1.6Q), (G+Q+E) yüklemelerin sonuçları karşılaştırılmıştır. Bu değerler temel hesabında kullanılacak her bir kolonda temele aktarılan yüklerdir.(Tablo5.21, 5.22, 5.23)

(G+Q) yüklemesinde dişli döşeme kalınlığının 40 cm olması sonucu yapıdan temele aktarılan düşey yükteki azalma miktarı;

Çift simetrik sistemde; $88926-83323=5603$ kN

Tüm sistemde $4*5603=22412$ kN olarak bulunur.

(1.4G+1.6Q) yüklemesinde dişli döşeme kalınlığının 40 cm olması sonucu yapıdan temele aktarılan düşey yükteki azalma miktarı;

Çift simetrik sistemde ; $126374-118520=7854$ kN,

tüm sistemde $4*7854=31416$ kN olarak bulunmuştur.

(G+Q+E) yüklemesinde dişli döşeme kalınlığının 40 cm olması sonucu yapıdan temele aktarılan düşey yükteki azalma miktarı

Çif simetrik sistemde; $97830-91008=6822$ kN ve

tüm sistemde ise; $4*6822=27288$ kN elde edilmiştir.

(G+Q) ve (1.4G+1.6Q) yüklemeleri sonucunda döşeme kalınlığının 40 cm ye indirilmesiyle düşey yüklerde % 6.7 kadar bir azalma meydana geldiği hesaplanmıştır. Bu oran deprem etkisinin de katıldığı (G+Q+E) yüklemesinde %7.5 oranında bir azalmaya karşı gelmektedir.

Tablodaki sonuçlar karşılaştırıldığında temel hesabında kullanılacak olan hangi yüklemeler olursa olsun döşeme yüksekliğinin azaltılması sonucunda temele aktarılan yüklerde dikkate alınacak mertebelerde azalmalar olmaktadır. Döşemelerin tasarımı sırasında bu sonuçları da dikkate almak gerekmektedir.

Bu tip yüksek binalarda beton sınıfı kalitesi yükseldikçe yapı elemanlarının yani dişli döşeme ve kirişlerin kesitlerinde küçülmeler olmaktadır. Bu kesitlerin küçülmeleri yapı elemanlarındaki yerdeğıştirmeleri artırmaktadır. Bu yapı elemanlarının sehim şartlarını yerine getirebilmeleri için bu elemanlarda ki kesit küçültmelerin sınırlarına da dikkat etmek gerekir. Sap 2000 yapı analizi programında çözülen döşemeler ve kirişler bu şartları sağlamaktadır.

Bununla beraber tüp sistem yapılarda shear lag etkilerinden dolayı döşemelerde burulmalar meydana gelebilir. Tüp sistemin etkinliği bir diğer parametre olan döşeme rijitliğidir. Temele aktarılan yüklerde azalmalar meydana gelmesi sağlanırken döşemenin rijitliğinin de istenilen düzeyde olmasına dikkat etmek gerekir. Sap 2000 yapı analizi programında tasarlanan yapılarda döşemenin sonsuz rijit kabul edildiği diyafram etkisinde bulunduğu kabulüyle çözümler yapılmış, döşeme rijitliği hesaplara katılmamıştır.

Tablo 5.1 (G+Q) yüklemesinde kolonlardan temele aktarılan yük değerleri

	Döşeme Yük (h=40 cm)	Döşeme Yük (h=50 cm)
Kolon No	kN	kN
S01	4138	4333
S02	4521	4749
S03	4865	5134
S04	5266	5585
S05	5214	5512
S06	4065	4256
S07	4461	4694
S08	5458	5780
S09	1827	19282
S10	9988	10877
S11	4734	4994
S12	9262	10341
S13	3081	3389
Toplam	<u>66880</u>	<u>88926</u>

Tablo 5.2 (1.4G+1.6Q) yüklemesinde kolonlardan temele aktarılan yük değerleri

	Döşeme Yük (h=40 cm)	Döşeme Yük (h=50 cm)
Kolon No	kN	kN
S01	5871	6145
S02	6423	6743
S03	6918	7295
S04	7496	7944
S05	7435	7854
S06	5762	6032
S07	6328	6653
S08	7753	8205
S09	26036	27438
S10	14288	15518
S11	6715	7080
S12	13140	14671
S13	4355	4796
Toplam	<u>118520</u>	<u>126374</u>

Tablo 5.3 (G+Q+E) yüklemesinde kolonlardan temele aktarılan yük değerleri

	Döşeme Yük (h=40 cm)	Döşeme Yük (h=50 cm)
Kolon No	kN	kN
S01	6046	6231
S02	5358	5603
S03	5362	5675
S04	5640	6046
S05	5496	5861
S06	4897	5104
S07	4955	5231
S08	5830	6238
S09	19345	20816
S10	10196	11224
S11	5014	5341
S12	9785	11070
S13	3084	3390
Toplam	91008	97830

5.5. Betonarme Tüp Sistemde Gecikme Kayma Gerilmelerinin (Shear Lag) Etkileri

Çerçeve tüp sistem yapılar, yüksek yapılar için oldukça uygun bir yapı formudur. Bu yapı sistemi yüksek binalar için oldukça ekonomik çözümler üretir. Tüp sistemin kullanıldığı binalar, bina yükseklikleri bakımından çok geniş bir aralıkta uygulama imkanı bulunmaktadır.

Tüp sistem yapı, yatay yükler altında zemine bağlanmış konsol kutu kiriş gibi davranır. Yapı, yatay yüklerden meydana gelen eğilme momentine karşı yapının dört tarafındaki kolonlar tarafından eksenel gerilmeler olarak karşı koyar. Bununla beraber binanın yatay yüklerden meydana gelen kesme etkileri, yatay yüke paralel olan yapının her iki tarafındaki kolon ve kirişlerden oluşan çerçeve tarafından karşılanır. Eğer bu çerçeveler çok rijit olursa eğilme momentinden oluşan gerilmeler merkezden geçen asal eksene göre doğrusal olarak normal gerilmeler hesaplanabilir. Fakat çerçevenin bu şekilde rijit davranması pencere boşluklarından dolayı mümkün değildir. Çerçeve elamanlarındaki bu rijitliğin tam olmaması, basit kiriş davranışını

kompleks bir hale getirmektedir. Bu karışık durum köşede bulunan kolonlardaki gerilmeler artarken kenar üzerinde yer alan iç kısımdaki kolonlarda azalmalar olur. Bu duruma shear lag etkisi denir.

Shear lag etkilerini SAP 2000 yapı analizi programında, deprem analizi yapılan sistemlerde görülmektedir. İncelemek için ele alınan sistemin özellikleri, üst katlarda BS 35 alt katlarda BS 50 beton sınıfı kullanılan, döşeme yüksekliği 50 cm olan ve çevre kirişleri yüksekliği 80 cm dir. Her 5 katta alınan deprem etkisinden meydana gelen kolon gerilmeleri incelenmiştir. Burada shear lag etkilerinin büyüklük mertebeleri karşılaştırılmıştır. Bu değerlerle karşılaştırma, Tablo 5.24, Tablo 5.25, Tablo 5.26, Şekil 5. ve Şekil 5. üzerinde gösterilmiştir.

Yukarıda Şekil 5. verilen sistemde deprem analizi sonucunda deprem kuvveti yönüne dik yöndeki kenar kolonlarında shear lag etkilerinin görüldüğü kolonlardaki basınç değerleri, köşe kolonlarındaki eksenel gerilmeler 2208 kN çıkarken kenar üzerinde bulunan iç kolonlarda bu gerilmeler 352 kN kadar düşmektedir. Bu gerilmeler en altta bulunan kolonlardaki değerlerdir.

Eğer shear lag etkisi olmasaydı, yani çerçeveyi oluşturan elemanlar tam rijit olsaydı, bu bütün kenar kolonlarda aynı gerilmeler olması gerekirdi. Bu değer ise 910 kN dur. Bu değer yine en alt kolonlarındaki değerdir.

Görüldüğü gibi shear lag etkisi gerçekte çok büyüktür. Bu tüp sistem olarak tasarlanan bina için dikkate alınması gereken bir durumdur. Shear lag etkisi yapının yükseklik / genişlik oranı arttıkça daha da artar. Bu tasarlanan binanın yükseklik / genişlik oranı $102.0/29.6=3.45$ dir. Bu değer aslında yüksek binalar için küçük sayılabilecek bir değerdir. Dünyadaki bazı yüksek binalarda bu değer 7 – 8 e kadar çıkmaktadır. Tabii ki böyle olan tüp sistemlerde shear lag etkileri çok daha büyük olmaktadır.

Tablolarda verilen kolonlara gelen eksenel basınç değerleri depremden kaynaklanan yatay yükün yön değiştirmesi ile bu değerler çekme olabilmektedir

Tablo 5.4 Zemin sınıfı Z1 için deprem hesabında yatay yüklerden meydana gelen eksenel kolon basınçları (kN)

Kolon Numaraları										
Kat no	S01	S02	S03	S04	S05	S05	S04	S03	S02	S01
30	36	14	12	7	9	9	7	12	14	36
29	82	31	29	19	22	22	19	29	31	82
28	112	47	48	32	34	34	32	48	47	112
27	134	63	65	46	47	47	46	65	63	134
26	152	81	83	61	60	60	61	83	81	152
25	168	101	102	77	73	73	77	102	101	168
24	185	123	122	94	87	87	94	122	123	185
23	207	148	142	110	101	101	110	142	148	207
22	233	175	162	126	115	115	126	162	175	233
21	263	203	183	144	129	129	144	183	203	263
20	297	234	205	162	143	143	162	205	234	297
19	337	267	227	179	157	157	179	227	267	337
18	381	302	250	197	171	171	197	250	302	381
17	429	337	272	215	185	185	215	272	337	429
16	482	375	295	232	198	198	232	295	375	482
15	541	412	318	250	212	212	250	318	412	541
14	609	451	340	267	225	225	267	340	451	609
13	684	489	362	284	237	237	284	362	489	684
12	766	527	384	302	249	249	302	384	527	766
11	848	562	403	318	259	259	318	403	562	848
10	925	614	430	337	273	273	337	430	614	925
9	1002	672	459	354	287	287	354	459	672	1002
8	1085	728	486	370	300	300	370	486	728	1085
7	1183	782	511	387	311	311	387	511	782	1183
6	1300	833	533	403	322	322	403	533	833	1300
5	1438	879	553	418	331	331	418	553	879	1438
4	1604	919	569	434	339	339	434	569	919	1604
3	1797	950	581	450	345	345	450	581	950	1797
2	2013	970	589	465	349	349	465	589	970	2013
1	2203	975	594	478	352	352	478	594	975	2203

Tablo 5.5 Zemin sınıfı Z2 için Deprem hesabında yatay yüklerden meydana gelen eksenel kolon basınçları (kN)

Kolon Numaraları										
Kat no	S01	S02	S03	S04	S05	S05	S04	S03	S02	S01
30	45	17	15	8	11	11	8	15	17	45
29	102	39	38	24	27	27	24	38	39	102
28	138	59	60	40	43	43	40	60	59	138
27	164	79	82	58	59	59	58	82	79	164
26	185	101	105	78	75	75	78	105	101	185
25	207	127	129	97	92	92	97	129	127	207
24	231	155	153	118	110	110	118	153	155	231
23	258	186	178	139	127	127	139	178	186	258
22	292	220	204	160	145	145	160	204	220	292
21	331	256	231	182	162	162	182	231	256	331
20	374	295	258	204	180	180	204	258	295	374
19	423	336	286	226	198	198	226	286	336	423
18	479	380	314	248	215	215	248	314	380	479
17	540	425	343	270	233	233	270	343	425	540
16	606	472	372	293	250	250	293	372	472	606
15	681	520	400	315	267	267	315	400	520	681
14	767	568	429	336	283	283	336	429	568	767
13	861	616	467	358	298	298	358	467	616	861
12	964	664	483	381	314	314	381	483	664	964
11	1068	709	508	402	327	327	402	508	709	1068
10	1165	773	541	424	344	344	424	541	773	1165
9	1263	847	578	446	361	361	446	578	847	1263
8	1367	918	612	467	377	377	467	612	918	1367
7	1490	985	644	488	392	392	488	644	985	1490
6	1637	1049	672	508	406	406	508	672	1049	1637
5	1812	1108	696	528	417	417	528	696	1108	1812
4	2020	1158	717	547	427	427	547	717	1158	2020
3	2265	1197	732	567	435	435	567	732	1197	2265
2	2537	1222	743	587	441	441	587	743	1222	2537
1	2776	1229	749	602	444	444	602	749	1229	2776

Tablo 5.6 Zemin sınıfı Z3 için deprem hesabında yatay yüklerden meydana gelen eksenel kolon basınçları (kN)

Kolon Numaraları										
Kat no	S01	S02	S03	S04	S05	S05	S04	S03	S02	S01
30	62	23	21	11	15	15	11	21	23	62
29	139	53	52	33	37	37	33	52	53	139
28	184	80	83	56	57	57	56	83	80	184
27	214	108	113	80	82	82	80	113	108	214
26	237	139	146	107	104	104	107	146	139	237
25	263	174	178	134	128	128	134	178	174	263
24	297	213	212	162	152	152	162	212	213	297
23	341	257	246	191	176	176	191	246	257	341
22	394	303	282	220	200	200	220	282	303	394
21	452	354	319	251	225	225	251	319	354	452
20	515	408	357	282	249	249	282	357	408	515
19	584	465	395	312	273	273	312	395	465	584
18	661	525	435	343	298	298	343	435	525	661
17	745	587	474	374	321	321	374	474	587	745
16	836	652	514	405	346	346	405	514	652	836
15	939	719	554	435	369	369	435	554	719	939
14	1057	785	593	466	391	391	466	593	785	1057
13	1188	852	631	496	411	411	496	631	852	1188
12	1331	917	668	526	433	433	526	668	917	1331
11	1476	980	703	555	452	452	555	703	980	1476
10	1610	1069	748	586	475	475	586	748	1069	1610
9	1765	1171	800	616	499	499	616	800	1171	1765
8	1888	1268	846	645	521	521	645	846	1268	1888
7	2058	1362	890	674	542	542	674	890	1362	2058
6	2260	1451	929	702	561	561	702	929	1451	2260
5	2503	1532	963	730	577	577	730	963	1532	2503
4	2792	1602	991	757	591	591	757	991	1602	2792
3	3131	1056	1012	784	602	602	784	1012	1056	3131
2	3508	1689	1027	811	610	610	811	1027	1689	3508
1	3838	1699	1035	833	614	614	833	1035	1699	3838

KAYNAKLAR

- [1] **Taranath, B. S.** 1998 Steel, Concrete and Composite Design of Tall Buildings
McGraw_Hill, Inc., New York
- [2] **Taranath, B. S.** 1988 Structal Analysis and Design of Tall Buildings
McGraw_Hill, Inc., New York
- [3] **Smith,B.S. and Coull, A.** 1991. Tall Building Structures Analysis and Design
John Wiley and Sons, Inc.; USA
- [4] **Hasgür, Z. ve Gündüz, A.N.** 1992, Betonarme Yüksek Binalar, İTÜ, İstanbul
- [5] **Celep, Z. ve Kumbasar, N.**1996 Betorme Yapılar, Sema Matbaacılık, İstanbul
- [6] **SAP 2000,** 1997, Basic Analysis Refence, Computers and Structures, Inc
Berkeley, California, USA
- [7] **ABYYHY**1998, Afet Bölgelerinde Yapılacak Yapılar Hakkında Yönetmelikler
- [8] **TS 500** 2000. Betonarme Yapıların Tasarım ve Yapım Kuralları, Türk Standartları Enstitüsü, Ankara
- [9] **TS 498** 1987, Yapı Elemanlarının Boyutlandırılmalarında Alınacak Yüklerin Hesap Değerleri, Türk Standartları Enstitüsü, Ankara
- [10] **Özmen, G. Orakdöğen, E. ve Darılmaz, K.** Örneklerle SAP 2000, Birsen Yayınevi, İstanbul

ÖZGEÇMİŞ

1976 yılında Ankara’da doğdum. İlk öğrenimimi İzmit Piri Reis ilkokulunda orta ve lise öğrenimimi İzmit Derince Lisesinde 1993 yılında tamamladım. Aynı yıl İstanbul Teknik Üniversitesi İnşaat Mühendisliği bölümünü kazandım. Bir yıl hazırlık dört yıl lisans döneminden sonra 1998 yılında mezun oldum.

- EK A-

**SAP 2000 YAPI ANALİZİ PROGRAMINDA KULLANILACAK KAT
KÜTLELERİ VE KAT KÜTLE EYLEMSİZLİK MOMENTLERİ
TABLOLARI**

Tablo A.1 Çevre kirişleri 50x40 olan katın kolon ağırlıkları hariç kat ağırlığı

Duvar Ağırlığı	Top.Dış Ağırlığı	Top. İç Kiriş Ağırlığı	Top.Dış Kiriş Ağırlığı	0.3*q	Toplam Kat Ağırlığı
kN	kN	kN	kN	kN	kN
1780.80	3713.90	1334.00	592.00	315.95	7736.69

Tablo A.2 Beton sınıfı BS35, çevre kirişleri 50x40 boyutunda olan yapının kat kütleleri (Dışlı döşeme kalınlığı 50cm)

	Top Kat Ağırlığı	Kolon Ağırlığı	Toplam Ağırlık	Toplam Kütle	Kütle Eylemsiz. Momenti
Kat No	kN	kN	kN	kNs ² /m	kNs ² m
30	7736.69	1465.4	9202.09	938.0	136977.6
29	7736.69	1465.4	9202.09	938.0	136977.6
28	7736.69	1465.4	9202.09	938.0	136977.6
27	7736.69	1465.4	9202.09	938.0	136977.6
26	7736.69	1465.4	9202.09	938.0	136977.6
25	7736.69	1465.4	9202.09	938.0	136977.6
24	7736.69	1465.4	9202.09	938.0	136977.6
23	7736.69	1465.4	9202.09	938.0	136977.6
22	7736.69	1465.4	9202.09	938.0	136977.6
21	7736.69	1618.4	9355.09	953.6	139255.1
20	7736.69	1618.4	9355.09	953.6	139255.1
19	7736.69	1618.4	9355.09	953.6	139255.1
18	7736.69	1618.4	9355.09	953.6	139255.1
17	7736.69	1737.4	9474.09	965.8	141026.5
16	7736.69	1737.4	9474.09	965.8	141026.5
15	7736.69	1737.4	9474.09	965.8	141026.5
14	7736.69	1737.4	9474.09	965.8	141026.5
13	7736.69	1908.25	9644.94	983.2	143569.7
12	7736.69	1908.25	9644.94	983.2	143569.7
11	7736.69	1908.25	9644.94	983.2	143569.7
10	7736.69	2331.55	10068.24	1026.3	149870.7
9	7736.69	2521.1	10257.79	1045.6	152692.2
8	7736.69	2521.1	10257.79	1045.6	152692.2
7	7736.69	2521.1	10257.79	1045.6	152692.2
6	7736.69	2521.1	10257.79	1045.6	152692.2
5	7736.69	3220.65	10957.34	1117.0	163105.4
4	7736.69	3220.65	10957.34	1117.0	163105.4
3	7736.69	3220.65	10957.34	1117.0	163105.4
2	7736.69	3220.65	10957.34	1117.0	163105.4
1	7736.69	3220.65	10957.34	1117.0	163105.4

Tablo A.3 Çevre kirişleri 60x40 olan katın kolon ağırlıkları hariç kat ağırlığı

Duvar Ağırlığı	Top.Dış Ağırlığı	Top. İç Kiriş Ağırlığı	Top.Dış Kiriş Ağırlığı	0.3*q	Toplam Kat Ağırlığı
kN	kN	kN	kN	kN	kN
1780.80	3714	1334.00	7736.69	315.95	7855.09

Tablo A.4 Beton sınıfı BS35, çevre kirişleri 60x40 boyutunda olan yapının kat kütleleri (Dışlı döşeme kalınlığı 50cm)

	Top Kat Ağırlığı	Kolon Ağırlığı	Toplam Ağırlık	Toplam Kütle	Kütle Eylemsiz. Momenti
Kat No	kN	kN	kN	kNs ² /m	kNs ² m
30	7855.09	1465.4	9320.49	950.1	138740.1
29	7855.09	1465.4	9320.49	950.1	138740.1
28	7855.09	1465.4	9320.49	950.1	138740.1
27	7855.09	1465.4	9320.49	950.1	138740.1
26	7855.09	1465.4	9320.49	950.1	138740.1
25	7855.09	1465.4	9320.49	950.1	138740.1
24	7855.09	1465.4	9320.49	950.1	138740.1
23	7855.09	1465.4	9320.49	950.1	138740.1
22	7855.09	1465.4	9320.49	950.1	138740.1
21	7855.09	1618.4	9473.49	965.7	141017.6
20	7855.09	1618.4	9473.49	965.7	141017.6
19	7855.09	1618.4	9473.49	965.7	141017.6
18	7855.09	1618.4	9473.49	965.7	141017.6
17	7855.09	1737.4	9592.49	977.8	142788.9
16	7855.09	1737.4	9592.49	977.8	142788.9
15	7855.09	1737.4	9592.49	977.8	142788.9
14	7855.09	1737.4	9592.49	977.8	142788.9
13	7855.09	1908.25	9763.34	995.2	145332.1
12	7855.09	1908.25	9763.34	995.2	145332.1
11	7855.09	1908.25	9763.34	995.2	145332.1
10	7855.09	2331.55	10186.64	1038.4	151633.1
9	7855.09	2521.1	10376.19	1057.7	154454.7
8	7855.09	2521.1	10376.19	1057.7	154454.7
7	7855.09	2521.1	10376.19	1057.7	154454.7
6	7855.09	2521.1	10376.19	1057.7	154454.7
5	7855.09	3220.65	11075.74	1129.0	164867.8
4	7855.09	3220.65	11075.74	1129.0	164867.8
3	7855.09	3220.65	11075.74	1129.0	164867.8
2	7855.09	3220.65	11075.74	1129.0	164867.8
1	7855.09	3220.65	11075.74	1129.0	164867.8

Tablo A.5 Çevre kirişleri 80x40 olan katın kolon ağırlıkları hariç kat ağırlığı

Duvar Ağırlığı	Top.Dış Ağırlığı	Top. İç Kiriş Ağırlığı	Top.Dış Kiriş Ağırlığı	0.3*q	Toplam Kat Ağırlığı
kN	kN	kN	kN	kN	kN
1780.80	3714	1334.00	7736.69	315.95	8091.89

Tablo A.6 Beton sınıfı BS35, çevre kirişleri 80x40 boyutunda olan yapının kat kütleleri (Dışlı döşeme kalınlığı 50cm)

	Top Kat Ağırlığı	Kolon Ağırlığı	Toplam Ağırlık	Toplam Kütle	Kütle Eylemsiz. Momenti
Kat No	kN	kN	kN	kNs ² /m	kNs ² m
30	8091.89	1465.4	9557.29	974.2	142265.0
29	8091.89	1465.4	9557.29	974.2	142265.0
28	8091.89	1465.4	9557.29	974.2	142265.0
27	8091.89	1465.4	9557.29	974.2	142265.0
26	8091.89	1465.4	9557.29	974.2	142265.0
25	8091.89	1465.4	9557.29	974.2	142265.0
24	8091.89	1465.4	9557.29	974.2	142265.0
23	8091.89	1465.4	9557.29	974.2	142265.0
22	8091.89	1465.4	9557.29	974.2	142265.0
21	8091.89	1618.4	9710.29	989.8	144542.4
20	8091.89	1618.4	9710.29	989.8	144542.4
19	8091.89	1618.4	9710.29	989.8	144542.4
18	8091.89	1618.4	9710.29	989.8	144542.4
17	8091.89	1737.4	9829.29	1002.0	146313.8
16	8091.89	1737.4	9829.29	1002.0	146313.8
15	8091.89	1737.4	9829.29	1002.0	146313.8
14	8091.89	1737.4	9829.29	1002.0	146313.8
13	8091.89	1908.25	10000.14	1019.4	148857.0
12	8091.89	1908.25	10000.14	1019.4	148857.0
11	8091.89	1908.25	10000.14	1019.4	148857.0
10	8091.89	2331.55	10423.44	1062.5	155158.0
9	8091.89	2521.1	10612.99	1081.9	157979.6
8	8091.89	2521.1	10612.99	1081.9	157979.6
7	8091.89	2521.1	10612.99	1081.9	157979.6
6	8091.89	2521.1	10612.99	1081.9	157979.6
5	8091.89	3220.65	11312.54	1153.2	168392.7
4	8091.89	3220.65	11312.54	1153.2	168392.7
3	8091.89	3220.65	11312.54	1153.2	168392.7
2	8091.89	3220.65	11312.54	1153.2	168392.7
1	8091.89	3220.65	11312.54	1153.2	168392.7

Tablo A.7 Çevre kirişleri 100x40 olan katın kolon ağırlıkları hariç kat ağırlığı

Duvar Ağırlığı	Top.Dış Ağırlığı	Top. İç Kiriş Ağırlığı	Top.Dış Kiriş Ağırlığı	0.3*q	Toplam Kat Ağırlığı
kN	kN	kN	kN	kN	kN
1780.80	3714	1334.00	7736.69	315.95	8328.69

Tablo A.8 Beton sınıfı BS35, çevre kirişleri 100x40 boyutunda olan yapının kat kütleleri (Dışlı döşeme kalınlığı 50cm)

	Top Kat Ağırlığı	Kolon Ağırlığı	Toplam Ağırlık	Toplam Kütle	Kütle Eylemsiz. Momenti
Kat No	kN	kN	kN	kNs ² /m	kNs ² m
30	8328.69	1465.4	9794.09	998.4	145789.8
29	8328.69	1465.4	9794.09	998.4	145789.8
28	8328.69	1465.4	9794.09	998.4	145789.8
27	8328.69	1465.4	9794.09	998.4	145789.8
26	8328.69	1465.4	9794.09	998.4	145789.8
25	8328.69	1465.4	9794.09	998.4	145789.8
24	8328.69	1465.4	9794.09	998.4	145789.8
23	8328.69	1465.4	9794.09	998.4	145789.8
22	8328.69	1465.4	9794.09	998.4	145789.8
21	8328.69	1618.4	9947.09	1014.0	148067.3
20	8328.69	1618.4	9947.09	1014.0	148067.3
19	8328.69	1618.4	9947.09	1014.0	148067.3
18	8328.69	1618.4	9947.09	1014.0	148067.3
17	8328.69	1737.4	10066.09	1026.1	149838.7
16	8328.69	1737.4	10066.09	1026.1	149838.7
15	8328.69	1737.4	10066.09	1026.1	149838.7
14	8328.69	1737.4	10066.09	1026.1	149838.7
13	8328.69	1908.25	10236.94	1043.5	152381.9
12	8328.69	1908.25	10236.94	1043.5	152381.9
11	8328.69	1908.25	10236.94	1043.5	152381.9
10	8328.69	2331.55	10660.24	1086.7	158682.9
9	8328.69	2521.1	10849.79	1106.0	161504.5
8	8328.69	2521.1	10849.79	1106.0	161504.5
7	8328.69	2521.1	10849.79	1106.0	161504.5
6	8328.69	2521.1	10849.79	1106.0	161504.5
5	8328.69	3220.65	11549.34	1177.3	171917.6
4	8328.69	3220.65	11549.34	1177.3	171917.6
3	8328.69	3220.65	11549.34	1177.3	171917.6
2	8328.69	3220.65	11549.34	1177.3	171917.6
1	8328.69	3220.65	11549.34	1177.3	171917.6

Tablo A.9 Çevre kirişleri 120x40 olan katın kolon ağırlıkları hariç kat ağırlığı

Duvar Ağırlığı	Top.Dış Ağırlığı	Top. İç Kiriş Ağırlığı	Top.Dış Kiriş Ağırlığı	0.3*q	Toplam Kat Ağırlığı
kN	kN	kN	kN	kN	kN
1780.80	3714	1334.00	7736.69	315.95	8565.49

Tablo A.10 Beton sınıfı BS35, çevre kirişleri 120x40 boyutunda olan yapının kat kütleleri (Dışlı döşeme kalınlığı 50cm)

	Top Kat Ağırlığı	Kolon Ağırlığı	Toplam Ağırlık	Toplam Kütle	Kütle Eylemsiz. Momenti
Kat No	kN	kN	kN	kNs ² /m	kNs ² m
30	8565.49	1465.4	10030.89	1022.5	149314.7
29	8565.49	1465.4	10030.89	1022.5	149314.7
28	8565.49	1465.4	10030.89	1022.5	149314.7
27	8565.49	1465.4	10030.89	1022.5	149314.7
26	8565.49	1465.4	10030.89	1022.5	149314.7
25	8565.49	1465.4	10030.89	1022.5	149314.7
24	8565.49	1465.4	10030.89	1022.5	149314.7
23	8565.49	1465.4	10030.89	1022.5	149314.7
22	8565.49	1465.4	10030.89	1022.5	149314.7
21	8565.49	1618.4	10183.89	1038.1	151592.2
20	8565.49	1618.4	10183.89	1038.1	151592.2
19	8565.49	1618.4	10183.89	1038.1	151592.2
18	8565.49	1618.4	10183.89	1038.1	151592.2
17	8565.49	1737.4	10302.89	1050.2	153363.6
16	8565.49	1737.4	10302.89	1050.2	153363.6
15	8565.49	1737.4	10302.89	1050.2	153363.6
14	8565.49	1737.4	10302.89	1050.2	153363.6
13	8565.49	1908.25	10473.74	1067.7	155906.8
12	8565.49	1908.25	10473.74	1067.7	155906.8
11	8565.49	1908.25	10473.74	1067.7	155906.8
10	8565.49	2331.55	10897.04	1110.8	162207.8
9	8565.49	2521.1	11086.59	1130.1	165029.3
8	8565.49	2521.1	11086.59	1130.1	165029.3
7	8565.49	2521.1	11086.59	1130.1	165029.3
6	8565.49	2521.1	11086.59	1130.1	165029.3
5	8565.49	3220.65	11786.14	1201.4	175442.5
4	8565.49	3220.65	11786.14	1201.4	175442.5
3	8565.49	3220.65	11786.14	1201.4	175442.5
2	8565.49	3220.65	11786.14	1201.4	175442.5
1	8565.49	3220.65	11786.14	1201.4	175442.5

Tablo A.11 Çevre kirişleri 50x40 olan katın kolon ağırlıkları hariç kat ağırlığı

Duvar Ağırlığı	Top.Dış Ağırlığı	Top. İç Kiriş Ağırlığı	Top.Dış Kiriş Ağırlığı	0.3*q	Toplam Kat Ağırlığı
kN	kN	kN	kN	kN	kN
1780.80	3714	1334.00	7736.69	315.95	7736.69

Tablo A.12 Beton sınıfı BS35-BS50, çevre kirişleri 50x40 boyutunda olan yapının kat kütleleri (Dışlı döşeme kalınlığı 50cm)

	Top Kat Ağırlığı	Kolon Ağırlığı	Toplam Ağırlık	Toplam Kütle	Kütle Eylemsiz. Momenti
Kat No	kN	kN	kN	kNs ² /m	kNs ² m
30	7736.69	1465.4	9202.09	938.0	136977.6
29	7736.69	1465.4	9202.09	938.0	136977.6
28	7736.69	1465.4	9202.09	938.0	136977.6
27	7736.69	1465.4	9202.09	938.0	136977.6
26	7736.69	1465.4	9202.09	938.0	136977.6
25	7736.69	1465.4	9202.09	938.0	136977.6
24	7736.69	1465.4	9202.09	938.0	136977.6
23	7736.69	1465.4	9202.09	938.0	136977.6
22	7736.69	1465.4	9202.09	938.0	136977.6
21	7736.69	1618.4	9355.09	953.6	139255.1
20	7736.69	1618.4	9355.09	953.6	139255.1
19	7736.69	1618.4	9355.09	953.6	139255.1
18	7736.69	1618.4	9355.09	953.6	139255.1
17	7736.69	1737.4	9474.09	965.8	141026.5
16	7736.69	1737.4	9474.09	965.8	141026.5
15	7736.69	1737.4	9474.09	965.8	141026.5
14	7736.69	1737.4	9474.09	965.8	141026.5
13	7736.69	1908.25	9644.94	983.2	143569.7
12	7736.69	1908.25	9644.94	983.2	143569.7
11	7736.69	1908.25	9644.94	983.2	143569.7
10	7736.69	2331.55	10068.24	1026.3	149870.7
9	7736.69	2331.55	10068.24	1026.3	149870.7
8	7736.69	2331.55	10068.24	1026.3	149870.7
7	7736.69	2331.55	10068.24	1026.3	149870.7
6	7736.69	2331.55	10068.24	1026.3	149870.7
5	7736.69	2331.55	10068.24	1026.3	149870.7
4	7736.69	2331.55	10068.24	1026.3	149870.7
3	7736.69	2331.55	10068.24	1026.3	149870.7
2	7736.69	2331.55	10068.24	1026.3	149870.7
1	7736.69	2331.55	10068.24	1026.3	149870.7

Tablo A.13 Çevre kirişleri 60x40 olan katın kolon ağırlıkları hariç kat ağırlığı

Duvar Ağırlığı	Top.Dış Ağırlığı	Top. İç Kiriş Ağırlığı	Top.Dış Kiriş Ağırlığı	0.3*q	Toplam Kat Ağırlığı
kN	kN	kN	kN	kN	kN
1780.80	3714	1334.00	7736.69	315.95	7855.09

Tablo A.14 Beton sınıfı BS35-BS50, çevre kirişleri 60x40 boyutunda olan yapının kat kütleleri (Dışlı döşeme kalınlığı 50cm)

	Top Kat Ağırlığı	Kolon Ağırlığı	Toplam Ağırlık	Toplam Kütle	Kütle Eylemsiz. Momenti
Kat No	kN	kN	kN	kNs ² /m	kNs ² m
30	7855.09	1465.4	9320.49	950.1	138740.1
29	7855.09	1465.4	9320.49	950.1	138740.1
28	7855.09	1465.4	9320.49	950.1	138740.1
27	7855.09	1465.4	9320.49	950.1	138740.1
26	7855.09	1465.4	9320.49	950.1	138740.1
25	7855.09	1465.4	9320.49	950.1	138740.1
24	7855.09	1465.4	9320.49	950.1	138740.1
23	7855.09	1465.4	9320.49	950.1	138740.1
22	7855.09	1465.4	9320.49	950.1	138740.1
21	7855.09	1618.4	9473.49	965.7	141017.6
20	7855.09	1618.4	9473.49	965.7	141017.6
19	7855.09	1618.4	9473.49	965.7	141017.6
18	7855.09	1618.4	9473.49	965.7	141017.6
17	7855.09	1737.4	9592.49	977.8	142788.9
16	7855.09	1737.4	9592.49	977.8	142788.9
15	7855.09	1737.4	9592.49	977.8	142788.9
14	7855.09	1737.4	9592.49	977.8	142788.9
13	7855.09	1908.25	9763.34	995.2	145332.1
12	7855.09	1908.25	9763.34	995.2	145332.1
11	7855.09	1908.25	9763.34	995.2	145332.1
10	7855.09	2331.55	10186.64	1038.4	151633.1
9	7855.09	2331.55	10186.64	1038.4	151633.1
8	7855.09	2331.55	10186.64	1038.4	151633.1
7	7855.09	2331.55	10186.64	1038.4	151633.1
6	7855.09	2331.55	10186.64	1038.4	151633.1
5	7855.09	2331.55	10186.64	1038.4	151633.1
4	7855.09	2331.55	10186.64	1038.4	151633.1
3	7855.09	2331.55	10186.64	1038.4	151633.1
2	7855.09	2331.55	10186.64	1038.4	151633.1
1	7855.09	2331.55	10186.64	1038.4	151633.1

Tablo A.15 Çevre kirişleri 80x40 olan katın kolon ağırlıkları hariç kat ağırlığı

Duvar Ağırlığı	Top.Dış Ağırlığı	Top. İç Kiriş Ağırlığı	Top.Dış Kiriş Ağırlığı	0.3*q	Toplam Kat Ağırlığı
kN	kN	kN	kN	kN	kN
1780.80	3714	1334.00	7736.69	315.95	8091.89

Tablo A.16 Beton sınıfı BS35-BS50, çevre kirişleri 80x40 boyutunda olan yapının kat kütleleri (Dışlı döşeme kalınlığı 50cm)

	Top Kat Ağırlığı	Kolon Ağırlığı	Toplam Ağırlık	Toplam Kütle	Kütle Eylemsiz. Momenti
Kat No	kN	kN	kN	kNs ² /m	kNs ² m
30	8091.89	1465.4	9557.29	974.2	142265.0
29	8091.89	1465.4	9557.29	974.2	142265.0
28	8091.89	1465.4	9557.29	974.2	142265.0
27	8091.89	1465.4	9557.29	974.2	142265.0
26	8091.89	1465.4	9557.29	974.2	142265.0
25	8091.89	1465.4	9557.29	974.2	142265.0
24	8091.89	1465.4	9557.29	974.2	142265.0
23	8091.89	1465.4	9557.29	974.2	142265.0
22	8091.89	1465.4	9557.29	974.2	142265.0
21	8091.89	1618.4	9710.29	989.8	144542.4
20	8091.89	1618.4	9710.29	989.8	144542.4
19	8091.89	1618.4	9710.29	989.8	144542.4
18	8091.89	1618.4	9710.29	989.8	144542.4
17	8091.89	1737.4	9829.29	1002.0	146313.8
16	8091.89	1737.4	9829.29	1002.0	146313.8
15	8091.89	1737.4	9829.29	1002.0	146313.8
14	8091.89	1737.4	9829.29	1002.0	146313.8
13	8091.89	1908.25	10000.14	1019.4	148857.0
12	8091.89	1908.25	10000.14	1019.4	148857.0
11	8091.89	1908.25	10000.14	1019.4	148857.0
10	8091.89	2331.55	10423.44	1062.5	155158.0
9	8091.89	2331.55	10423.44	1062.5	155158.0
8	8091.89	2331.55	10423.44	1062.5	155158.0
7	8091.89	2331.55	10423.44	1062.5	155158.0
6	8091.89	2331.55	10423.44	1062.5	155158.0
5	8091.89	2331.55	10423.44	1062.5	155158.0
4	8091.89	2331.55	10423.44	1062.5	155158.0
3	8091.89	2331.55	10423.44	1062.5	155158.0
2	8091.89	2331.55	10423.44	1062.5	155158.0
1	8091.89	2331.55	10423.44	1062.5	155158.0

Tablo A.17 Çevre kirişleri 100x40 olan katın kolon ağırlıkları hariç kat ağırlığı

Duvar Ağırlığı	Top.Dış Ağırlığı	Top. İç Kiriş Ağırlığı	Top.Dış Kiriş Ağırlığı	0.3*q	Toplam Kat Ağırlığı
kN	kN	kN	kN	kN	kN
1780.80	3714	1334.00	7736.69	315.95	8328.69

Tablo A.18 Beton sınıfı BS35-BS50, çevre kirişleri 1000x40 boyutunda olan yapının kat kütleleri (Dişli döşeme kalınlığı 50cm)

	Top Kat Ağırlığı	Kolon Ağırlığı	Toplam Ağırlık	Toplam Kütle	Kütle Eylemsiz. Momenti
Kat No	kN	kN	kN	kNs ² /m	kNs ² m
30	8328.69	1465.4	9794.09	998.4	145789.8
29	8328.69	1465.4	9794.09	998.4	145789.8
28	8328.69	1465.4	9794.09	998.4	145789.8
27	8328.69	1465.4	9794.09	998.4	145789.8
26	8328.69	1465.4	9794.09	998.4	145789.8
25	8328.69	1465.4	9794.09	998.4	145789.8
24	8328.69	1465.4	9794.09	998.4	145789.8
23	8328.69	1465.4	9794.09	998.4	145789.8
22	8328.69	1465.4	9794.09	998.4	145789.8
21	8328.69	1618.4	9947.09	1014.0	148067.3
20	8328.69	1618.4	9947.09	1014.0	148067.3
19	8328.69	1618.4	9947.09	1014.0	148067.3
18	8328.69	1618.4	9947.09	1014.0	148067.3
17	8328.69	1737.4	10066.09	1026.1	149838.7
16	8328.69	1737.4	10066.09	1026.1	149838.7
15	8328.69	1737.4	10066.09	1026.1	149838.7
14	8328.69	1737.4	10066.09	1026.1	149838.7
13	8328.69	1908.25	10236.94	1043.5	152381.9
12	8328.69	1908.25	10236.94	1043.5	152381.9
11	8328.69	1908.25	10236.94	1043.5	152381.9
10	8328.69	2331.55	10660.24	1086.7	158682.9
9	8328.69	2331.55	10660.24	1086.7	158682.9
8	8328.69	2331.55	10660.24	1086.7	158682.9
7	8328.69	2331.55	10660.24	1086.7	158682.9
6	8328.69	2331.55	10660.24	1086.7	158682.9
5	8328.69	2331.55	10660.24	1086.7	158682.9
4	8328.69	2331.55	10660.24	1086.7	158682.9
3	8328.69	2331.55	10660.24	1086.7	158682.9
2	8328.69	2331.55	10660.24	1086.7	158682.9
1	8328.69	2331.55	10660.24	1086.7	158682.9

Tablo A.19 Çevre kirişleri 120x40 olan katın kolon ağırlıkları hariç kat ağırlığı

Duvar Ağırlığı	Top.Dış Ağırlığı	Top. İç Kiriş Ağırlığı	Top.Dış Kiriş Ağırlığı	0.3*q	Toplam Kat Ağırlığı
kN	kN	kN	kN	kN	kN
1780.80	3714	1334.00	7736.69	315.95	8565.49

Tablo A.20 Beton sınıfı BS35-BS50, çevre kirişleri 120x40 boyutunda olan yapının kat kütleleri (Dişli döşeme kalınlığı 50cm)

	Top Kat Ağırlığı	Kolon Ağırlığı	Toplam Ağırlık	Toplam Kütle	Kütle Eylemsiz. Momenti
Kat No	kN	kN	kN	kNs ² /m	kNs ² m
30	8565.49	1465.4	10030.89	1022.5	149314.7
29	8565.49	1465.4	10030.89	1022.5	149314.7
28	8565.49	1465.4	10030.89	1022.5	149314.7
27	8565.49	1465.4	10030.89	1022.5	149314.7
26	8565.49	1465.4	10030.89	1022.5	149314.7
25	8565.49	1465.4	10030.89	1022.5	149314.7
24	8565.49	1465.4	10030.89	1022.5	149314.7
23	8565.49	1465.4	10030.89	1022.5	149314.7
22	8565.49	1465.4	10030.89	1022.5	149314.7
21	8565.49	1618.4	10183.89	1038.1	151592.2
20	8565.49	1618.4	10183.89	1038.1	151592.2
19	8565.49	1618.4	10183.89	1038.1	151592.2
18	8565.49	1618.4	10183.89	1038.1	151592.2
17	8565.49	1737.4	10302.89	1050.2	153363.6
16	8565.49	1737.4	10302.89	1050.2	153363.6
15	8565.49	1737.4	10302.89	1050.2	153363.6
14	8565.49	1737.4	10302.89	1050.2	153363.6
13	8565.49	1908.25	10473.74	1067.7	155906.8
12	8565.49	1908.25	10473.74	1067.7	155906.8
11	8565.49	1908.25	10473.74	1067.7	155906.8
10	8565.49	2331.55	10897.04	1110.8	162207.8
9	8565.49	2331.55	10897.04	1110.8	162207.8
8	8565.49	2331.55	10897.04	1110.8	162207.8
7	8565.49	2331.55	10897.04	1110.8	162207.8
6	8565.49	2331.55	10897.04	1110.8	162207.8
5	8565.49	2331.55	10897.04	1110.8	162207.8
4	8565.49	2331.55	10897.04	1110.8	162207.8
3	8565.49	2331.55	10897.04	1110.8	162207.8
2	8565.49	2331.55	10897.04	1110.8	162207.8
1	8565.49	2331.55	10897.04	1110.8	162207.8

Tablo A.21 Çevre kirişleri 50x40 olan katın kolon ağırlıkları hariç kat ağırlığı

Duvar Ağırlığı	Top.Dış Ağırlığı	Top. İç Kiriş Ağırlığı	Top.Dış Kiriş Ağırlığı	0.3*q	Toplam Kat Ağırlığı
kN	kN	kN	kN	kN	kN
1780.80	3714	1334.00	7736.69	315.95	7736.69

Tablo A.22 Beton sınıfı BS50-BS65, çevre kirişleri 50x40 boyutunda olan yapının kat kütleleri (Dışlı döşeme kalınlığı 50cm)

	Top Kat Ağırlığı	Kolon Ağırlığı	Toplam Ağırlık	Toplam Kütle	Kütle Eylemsiz. Momenti
Kat No	kN	kN	kN	kNs ² /m	kNs ² m
30	7736.69	1465.4	9202.09	938.0	136977.6
29	7736.69	1465.4	9202.09	938.0	136977.6
28	7736.69	1465.4	9202.09	938.0	136977.6
27	7736.69	1465.4	9202.09	938.0	136977.6
26	7736.69	1465.4	9202.09	938.0	136977.6
25	7736.69	1465.4	9202.09	938.0	136977.6
24	7736.69	1465.4	9202.09	938.0	136977.6
23	7736.69	1465.4	9202.09	938.0	136977.6
22	7736.69	1465.4	9202.09	938.0	136977.6
21	7736.69	1618.4	9355.09	953.6	139255.1
20	7736.69	1618.4	9355.09	953.6	139255.1
19	7736.69	1618.4	9355.09	953.6	139255.1
18	7736.69	1618.4	9355.09	953.6	139255.1
17	7736.69	1737.4	9474.09	965.8	141026.5
16	7736.69	1737.4	9474.09	965.8	141026.5
15	7736.69	1737.4	9474.09	965.8	141026.5
14	7736.69	1737.4	9474.09	965.8	141026.5
13	7736.69	1908.25	9644.94	983.2	143569.7
12	7736.69	1908.25	9644.94	983.2	143569.7
11	7736.69	1908.25	9644.94	983.2	143569.7
10	7736.69	2331.55	10068.24	1026.3	149870.7
9	7736.69	2331.55	10068.24	1026.3	149870.7
8	7736.69	2331.55	10068.24	1026.3	149870.7
7	7736.69	2331.55	10068.24	1026.3	149870.7
6	7736.69	2331.55	10068.24	1026.3	149870.7
5	7736.69	2331.55	10068.24	1026.3	149870.7
4	7736.69	2331.55	10068.24	1026.3	149870.7
3	7736.69	2331.55	10068.24	1026.3	149870.7
2	7736.69	2331.55	10068.24	1026.3	149870.7
1	7736.69	2331.55	10068.24	1026.3	149870.7

Tablo A.23 Çevre kirişleri 60x40 olan katın kolon ağırlıkları hariç kat ağırlığı

Duvar Ağırlığı	Top.Dış Ağırlığı	Top. İç Kiriş Ağırlığı	Top.Dış Kiriş Ağırlığı	0.3*q	Toplam Kat Ağırlığı
kN	kN	kN	kN	kN	kN
1780.80	3714	1334.00	7736.69	315.95	7855.09

Tablo A.24 Beton sınıfı BS50-BS65, çevre kirişleri 60x40 boyutunda olan yapının kat kütleleri (Dışlı döşeme kalınlığı 50cm)

	Top Kat Ağırlığı	Kolon Ağırlığı	Toplam Ağırlık	Toplam Kütle	Kütle Eylemsiz. Momenti
Kat No	kN	kN	kN	kNs ² /m	kNs ² m
30	7855.09	1028.5	8883.59	905.6	132236.6
29	7855.09	1028.5	8883.59	905.6	132236.6
28	7855.09	1028.5	8883.59	905.6	132236.6
27	7855.09	1028.5	8883.59	905.6	132236.6
26	7855.09	1028.5	8883.59	905.6	132236.6
25	7855.09	1028.5	8883.59	905.6	132236.6
24	7855.09	1028.5	8883.59	905.6	132236.6
23	7855.09	1028.5	8883.59	905.6	132236.6
22	7855.09	1028.5	8883.59	905.6	132236.6
21	7855.09	1134.75	8989.84	916.4	133818.2
20	7855.09	1134.75	8989.84	916.4	133818.2
19	7855.09	1134.75	8989.84	916.4	133818.2
18	7855.09	1134.75	8989.84	916.4	133818.2
17	7855.09	1210.4	9065.49	924.1	134944.3
16	7855.09	1210.4	9065.49	924.1	134944.3
15	7855.09	1210.4	9065.49	924.1	134944.3
14	7855.09	1210.4	9065.49	924.1	134944.3
13	7855.09	1320.9	9175.99	935.4	136589.1
12	7855.09	1320.9	9175.99	935.4	136589.1
11	7855.09	1320.9	9175.99	935.4	136589.1
10	7855.09	1676.2	9531.29	971.6	141877.9
9	7855.09	1676.2	9531.29	971.6	141877.9
8	7855.09	1676.2	9531.29	971.6	141877.9
7	7855.09	1676.2	9531.29	971.6	141877.9
6	7855.09	1676.2	9531.29	971.6	141877.9
5	7855.09	1676.2	9531.29	971.6	141877.9
4	7855.09	1676.2	9531.29	971.6	141877.9
3	7855.09	1676.2	9531.29	971.6	141877.9
2	7855.09	1676.2	9531.29	971.6	141877.9
1	7855.09	1676.2	9531.29	971.6	141877.9

Tablo A.25 Çevre kirişleri 80x40 olan katın kolon ağırlıkları hariç kat ağırlığı

Duvar Ağırlığı	Top.Dış Ağırlığı	Top. İç Kiriş Ağırlığı	Top.Dış Kiriş Ağırlığı	0.3*q	Toplam Kat Ağırlığı
kN	kN	kN	kN	kN	kN
1780.80	3714	1334.00	7736.69	315.95	8091.89

Tablo A.26 Beton sınıfı BS50-BS65, çevre kirişleri 50x40 boyutunda olan yapının kat kütleleri (Dışlı döşeme kalınlığı 50cm)

	Top Kat Ağırlığı	Kolon Ağırlığı	Toplam Ağırlık	Toplam Kütle	Kütle Eylemsiz. Momenti
Kat No	kN	kN	kN	kNs ² /m	kNs ² m
30	8091.89	1028.5	9120.39	929.7	135761.5
29	8091.89	1028.5	9120.39	929.7	135761.5
28	8091.89	1028.5	9120.39	929.7	135761.5
27	8091.89	1028.5	9120.39	929.7	135761.5
26	8091.89	1028.5	9120.39	929.7	135761.5
25	8091.89	1028.5	9120.39	929.7	135761.5
24	8091.89	1028.5	9120.39	929.7	135761.5
23	8091.89	1028.5	9120.39	929.7	135761.5
22	8091.89	1028.5	9120.39	929.7	135761.5
21	8091.89	1134.75	9226.64	940.5	137343.1
20	8091.89	1134.75	9226.64	940.5	137343.1
19	8091.89	1134.75	9226.64	940.5	137343.1
18	8091.89	1134.75	9226.64	940.5	137343.1
17	8091.89	1210.4	9302.29	948.2	138469.2
16	8091.89	1210.4	9302.29	948.2	138469.2
15	8091.89	1210.4	9302.29	948.2	138469.2
14	8091.89	1210.4	9302.29	948.2	138469.2
13	8091.89	1320.9	9412.79	959.5	140114.0
12	8091.89	1320.9	9412.79	959.5	140114.0
11	8091.89	1320.9	9412.79	959.5	140114.0
10	8091.89	1676.2	9768.09	995.7	145402.8
9	8091.89	1676.2	9768.09	995.7	145402.8
8	8091.89	1676.2	9768.09	995.7	145402.8
7	8091.89	1676.2	9768.09	995.7	145402.8
6	8091.89	1676.2	9768.09	995.7	145402.8
5	8091.89	1676.2	9768.09	995.7	145402.8
4	8091.89	1676.2	9768.09	995.7	145402.8
3	8091.89	1676.2	9768.09	995.7	145402.8
2	8091.89	1676.2	9768.09	995.7	145402.8
1	8091.89	1676.2	9768.09	995.7	145402.8

Tablo A.27 Çevre kirişleri 100x40 olan katın kolon ağırlıkları hariç kat ağırlığı

Duvar Ağırlığı	Top.Dış Ağırlığı	Top. İç Kiriş Ağırlığı	Top.Dış Kiriş Ağırlığı	0.3*q	Toplam Kat Ağırlığı
kN	kN	kN	kN	kN	kN
1780.80	3714	1334.00	7736.69	315.95	8328.69

Tablo A.28 Beton sınıfı BS50-BS65, çevre kirişleri 100x40 boyutunda olan yapının kat kütleleri (Dışlı döşeme kalınlığı 50cm)

	Top Kat Ağırlığı	Kolon Ağırlığı	Toplam Ağırlık	Toplam Kütle	Kütle Eylemsiz. Momenti
Kat No	kN	kN	kN	kNs ² /m	kNs ² m
30	8328.69	1028.5	9357.19	953.8	139286.4
29	8328.69	1028.5	9357.19	953.8	139286.4
28	8328.69	1028.5	9357.19	953.8	139286.4
27	8328.69	1028.5	9357.19	953.8	139286.4
26	8328.69	1028.5	9357.19	953.8	139286.4
25	8328.69	1028.5	9357.19	953.8	139286.4
24	8328.69	1028.5	9357.19	953.8	139286.4
23	8328.69	1028.5	9357.19	953.8	139286.4
22	8328.69	1028.5	9357.19	953.8	139286.4
21	8328.69	1134.75	9463.44	964.7	140868.0
20	8328.69	1134.75	9463.44	964.7	140868.0
19	8328.69	1134.75	9463.44	964.7	140868.0
18	8328.69	1134.75	9463.44	964.7	140868.0
17	8328.69	1210.4	9539.09	972.4	141994.0
16	8328.69	1210.4	9539.09	972.4	141994.0
15	8328.69	1210.4	9539.09	972.4	141994.0
14	8328.69	1210.4	9539.09	972.4	141994.0
13	8328.69	1320.9	9649.59	983.6	143638.9
12	8328.69	1320.9	9649.59	983.6	143638.9
11	8328.69	1320.9	9649.59	983.6	143638.9
10	8328.69	1676.2	10004.89	1019.9	148927.7
9	8328.69	1676.2	10004.89	1019.9	148927.7
8	8328.69	1676.2	10004.89	1019.9	148927.7
7	8328.69	1676.2	10004.89	1019.9	148927.7
6	8328.69	1676.2	10004.89	1019.9	148927.7
5	8328.69	1676.2	10004.89	1019.9	148927.7
4	8328.69	1676.2	10004.89	1019.9	148927.7
3	8328.69	1676.2	10004.89	1019.9	148927.7
2	8328.69	1676.2	10004.89	1019.9	148927.7
1	8328.69	2331.55	10660.24	1086.7	158682.9

Tablo A.29 Çevre kirişleri 120x40 olan katın kolon ağırlıkları hariç kat ağırlığı

Duvar Ağırlığı	Top.Dış Ağırlığı	Top. İç Kiriş Ağırlığı	Top.Dış Kiriş Ağırlığı	0.3*q	Toplam Kat Ağırlığı
kN	kN	kN	kN	kN	kN
1780.80	3714	1334.00	7736.69	315.95	8565.49

Tablo A.30 Beton sınıfı BS50-BS65, çevre kirişleri 120x40 boyutunda olan yapının kat kütleleri (Dışlı döşeme kalınlığı 50cm)

	Top Kat Ağırlığı	Kolon Ağırlığı	Toplam Ağırlık	Toplam Kütle	Kütle Eylemsiz. Momenti
Kat No	kN	kN	kN	kNs ² /m	kNs ² m
30	8565.49	1028.5	9593.99	978.0	142811.3
29	8565.49	1028.5	9593.99	978.0	142811.3
28	8565.49	1028.5	9593.99	978.0	142811.3
27	8565.49	1028.5	9593.99	978.0	142811.3
26	8565.49	1028.5	9593.99	978.0	142811.3
25	8565.49	1028.5	9593.99	978.0	142811.3
24	8565.49	1028.5	9593.99	978.0	142811.3
23	8565.49	1028.5	9593.99	978.0	142811.3
22	8565.49	1028.5	9593.99	978.0	142811.3
21	8565.49	1134.75	9700.24	988.8	144392.8
20	8565.49	1134.75	9700.24	988.8	144392.8
19	8565.49	1134.75	9700.24	988.8	144392.8
18	8565.49	1134.75	9700.24	988.8	144392.8
17	8565.49	1210.4	9775.89	996.5	145518.9
16	8565.49	1210.4	9775.89	996.5	145518.9
15	8565.49	1210.4	9775.89	996.5	145518.9
14	8565.49	1210.4	9775.89	996.5	145518.9
13	8565.49	1320.9	9886.39	1007.8	147163.8
12	8565.49	1320.9	9886.39	1007.8	147163.8
11	8565.49	1320.9	9886.39	1007.8	147163.8
10	8565.49	1676.2	10241.69	1044.0	152452.6
9	8565.49	1676.2	10241.69	1044.0	152452.6
8	8565.49	1676.2	10241.69	1044.0	152452.6
7	8565.49	1676.2	10241.69	1044.0	152452.6
6	8565.49	1676.2	10241.69	1044.0	152452.6
5	8565.49	1676.2	10241.69	1044.0	152452.6
4	8565.49	1676.2	10241.69	1044.0	152452.6
3	8565.49	1676.2	10241.69	1044.0	152452.6
2	8565.49	1676.2	10241.69	1044.0	152452.6
1	8565.49	1676.2	10241.69	1044.0	152452.6

Tablo A.31 Çevre kirişleri 40x40 olan katın kolon ağırlıkları hariç kat ağırlığı

Duvar Ağırlığı	Top.Dış Ağırlığı	Top. İç Kiriş Ağırlığı	Top.Dış Kiriş Ağırlığı	0.3*q	Toplam Kat Ağırlığı
kN	kN	kN	kN	kN	kN
1780.80	3397	1067.20	7034.24	315.95	7034.24

Tablo A.32 Beton sınıfı BS50-BS65, çevre kirişleri 40x40 boyutunda olan yapının kat kütleleri (Dışlı döşeme kalınlığı 40cm)

	Top Kat Ağırlığı	Kolon Ağırlığı	Toplam Ağırlık	Toplam Kütle	Kütle Eylemsiz. Momenti
Kat No	kN	kN	kN	kNs ² /m	kNs ² m
30	7034.24	1028.5	8062.74	821.9	120017.8
29	7034.24	1028.5	8062.74	821.9	120017.8
28	7034.24	1028.5	8062.74	821.9	120017.8
27	7034.24	1028.5	8062.74	821.9	120017.8
26	7034.24	1028.5	8062.74	821.9	120017.8
25	7034.24	1028.5	8062.74	821.9	120017.8
24	7034.24	1028.5	8062.74	821.9	120017.8
23	7034.24	1028.5	8062.74	821.9	120017.8
22	7034.24	1028.5	8062.74	821.9	120017.8
21	7034.24	1134.75	8168.99	832.7	121599.4
20	7034.24	1134.75	8168.99	832.7	121599.4
19	7034.24	1134.75	8168.99	832.7	121599.4
18	7034.24	1134.75	8168.99	832.7	121599.4
17	7034.24	1210.4	8244.64	840.4	122725.5
16	7034.24	1210.4	8244.64	840.4	122725.5
15	7034.24	1210.4	8244.64	840.4	122725.5
14	7034.24	1210.4	8244.64	840.4	122725.5
13	7034.24	1320.9	8355.14	851.7	124370.4
12	7034.24	1320.9	8355.14	851.7	124370.4
11	7034.24	1320.9	8355.14	851.7	124370.4
10	7034.24	1676.2	8710.44	887.9	129659.2
9	7034.24	1676.2	8710.44	887.9	129659.2
8	7034.24	1676.2	8710.44	887.9	129659.2
7	7034.24	1676.2	8710.44	887.9	129659.2
6	7034.24	1676.2	8710.44	887.9	129659.2
5	7034.24	1676.2	8710.44	887.9	129659.2
4	7034.24	1676.2	8710.44	887.9	129659.2
3	7034.24	1676.2	8710.44	887.9	129659.2
2	7034.24	1676.2	8710.44	887.9	129659.2
1	7034.24	1676.2	8710.44	887.9	129659.2

Tablo A.33 Çevre kirişleri 60x40 olan katın kolon ağırlıkları hariç kat ağırlığı

Duvar Ağırlığı	Top.Dış Ağırlığı	Top. İç Kiriş Ağırlığı	Top.Dış Kiriş Ağırlığı	0.3*q	Toplam Kat Ağırlığı
kN	kN	kN	kN	kN	kN
1780.80	3397	1067.20	7152.64	315.95	7271.04

Tablo A.34 Beton sınıfı BS50-BS65, çevre kirişleri 60x40 boyutunda olan yapının kat kütleleri (Dışlı döşeme kalınlığı 40cm)

	Top Kat Ağırlığı	Kolon Ağırlığı	Toplam Ağırlık	Toplam Kütle	Kütle Eylemsiz. Momenti
Kat No	kN	kN	kN	kNs ² /m	kNs ² m
30	7271.04	1028.5	8299.54	846.0	123542.7
29	7271.04	1028.5	8299.54	846.0	123542.7
28	7271.04	1028.5	8299.54	846.0	123542.7
27	7271.04	1028.5	8299.54	846.0	123542.7
26	7271.04	1028.5	8299.54	846.0	123542.7
25	7271.04	1028.5	8299.54	846.0	123542.7
24	7271.04	1028.5	8299.54	846.0	123542.7
23	7271.04	1028.5	8299.54	846.0	123542.7
22	7271.04	1028.5	8299.54	846.0	123542.7
21	7271.04	1134.75	8405.79	856.9	125124.3
20	7271.04	1134.75	8405.79	856.9	125124.3
19	7271.04	1134.75	8405.79	856.9	125124.3
18	7271.04	1134.75	8405.79	856.9	125124.3
17	7271.04	1210.4	8481.44	864.6	126250.4
16	7271.04	1210.4	8481.44	864.6	126250.4
15	7271.04	1210.4	8481.44	864.6	126250.4
14	7271.04	1210.4	8481.44	864.6	126250.4
13	7271.04	1320.9	8591.94	875.8	127895.2
12	7271.04	1320.9	8591.94	875.8	127895.2
11	7271.04	1320.9	8591.94	875.8	127895.2
10	7271.04	1676.2	8947.24	912.1	133184.1
9	7271.04	1676.2	8947.24	912.1	133184.1
8	7271.04	1676.2	8947.24	912.1	133184.1
7	7271.04	1676.2	8947.24	912.1	133184.1
6	7271.04	1676.2	8947.24	912.1	133184.1
5	7271.04	1676.2	8947.24	912.1	133184.1
4	7271.04	1676.2	8947.24	912.1	133184.1
3	7271.04	1676.2	8947.24	912.1	133184.1
2	7271.04	1676.2	8947.24	912.1	133184.1
1	7271.04	1676.2	8947.24	912.1	133184.1

Tablo A.35 Çevre kirişleri 80x40 olan katın kolon ağırlıkları hariç kat ağırlığı

Duvar Ağırlığı	Top.Dış Ağırlığı	Top. İç Kiriş Ağırlığı	Top.Dış Kiriş Ağırlığı	0.3*q	Toplam Kat Ağırlığı
kN	kN	kN	kN	kN	kN
1780.80	3397	1067.20	7152.64	315.95	7507.84

Tablo A.36 Beton sınıfı BS50-BS65, çevre kirişleri 80x40 boyutunda olan yapının kat kütleleri (Dışlı döşeme kalınlığı 40cm)

	Top Kat Ağırlığı	Kolon Ağırlığı	Toplam Ağırlık	Toplam Kütle	Kütle Eylemsiz. Momenti
Kat No	kN	kN	kN	kNs ² /m	kNs ² m
30	7507.84	1028.5	8536.34	870.2	127067.6
29	7507.84	1028.5	8536.34	870.2	127067.6
28	7507.84	1028.5	8536.34	870.2	127067.6
27	7507.84	1028.5	8536.34	870.2	127067.6
26	7507.84	1028.5	8536.34	870.2	127067.6
25	7507.84	1028.5	8536.34	870.2	127067.6
24	7507.84	1028.5	8536.34	870.2	127067.6
23	7507.84	1028.5	8536.34	870.2	127067.6
22	7507.84	1028.5	8536.34	870.2	127067.6
21	7507.84	1134.75	8642.59	881.0	128649.2
20	7507.84	1134.75	8642.59	881.0	128649.2
19	7507.84	1134.75	8642.59	881.0	128649.2
18	7507.84	1134.75	8642.59	881.0	128649.2
17	7507.84	1210.4	8718.24	888.7	129775.3
16	7507.84	1210.4	8718.24	888.7	129775.3
15	7507.84	1210.4	8718.24	888.7	129775.3
14	7507.84	1210.4	8718.24	888.7	129775.3
13	7507.84	1320.9	8828.74	900.0	131420.1
12	7507.84	1320.9	8828.74	900.0	131420.1
11	7507.84	1320.9	8828.74	900.0	131420.1
10	7507.84	1676.2	9184.04	936.2	136708.9
9	7507.84	1676.2	9184.04	936.2	136708.9
8	7507.84	1676.2	9184.04	936.2	136708.9
7	7507.84	1676.2	9184.04	936.2	136708.9
6	7507.84	1676.2	9184.04	936.2	136708.9
5	7507.84	1676.2	9184.04	936.2	136708.9
4	7507.84	1676.2	9184.04	936.2	136708.9
3	7507.84	1676.2	9184.04	936.2	136708.9
2	7507.84	1676.2	9184.04	936.2	136708.9
1	7507.84	1676.2	9184.04	936.2	136708.9

Tablo A.37 Çevre kirişleri 100x40 olan katın kolon ağırlıkları hariç kat ağırlığı

Duvar Ağırlığı	Top.Dış Ağırlığı	Top. İç Kiriş Ağırlığı	Top.Dış Kiriş Ağırlığı	0.3*q	Toplam Kat Ağırlığı
kN	kN	kN	kN	kN	kN
1780.80	3397	1067.20	7152.64	315.95	7744.64

Tablo A.38 Beton sınıfı BS50-BS65, çevre kirişleri 100x40 boyutunda olan yapının kat kütleleri (Dışlı döşeme kalınlığı 40cm)

	Top Kat Ağırlığı	Kolon Ağırlığı	Toplam Ağırlık	Toplam Kütle	Kütle Eylemsiz. Momenti
Kat No	kN	kN	kN	kNs ² /m	kNs ² m
30	7744.69	1028.5	8773.19	894.3	130593.2
29	7744.69	1028.5	8773.19	894.3	130593.2
28	7744.69	1028.5	8773.19	894.3	130593.2
27	7744.69	1028.5	8773.19	894.3	130593.2
26	7744.69	1028.5	8773.19	894.3	130593.2
25	7744.69	1028.5	8773.19	894.3	130593.2
24	7744.69	1028.5	8773.19	894.3	130593.2
23	7744.69	1028.5	8773.19	894.3	130593.2
22	7744.69	1028.5	8773.19	894.3	130593.2
21	7744.69	1134.75	8879.44	905.1	132174.8
20	7744.69	1134.75	8879.44	905.1	132174.8
19	7744.69	1134.75	8879.44	905.1	132174.8
18	7744.69	1134.75	8879.44	905.1	132174.8
17	7744.69	1210.4	8955.09	912.9	133300.9
16	7744.69	1210.4	8955.09	912.9	133300.9
15	7744.69	1210.4	8955.09	912.9	133300.9
14	7744.69	1210.4	8955.09	912.9	133300.9
13	7744.69	1320.9	9065.59	924.1	134945.8
12	7744.69	1320.9	9065.59	924.1	134945.8
11	7744.69	1320.9	9065.59	924.1	134945.8
10	7744.69	1676.2	9420.89	960.3	140234.6
9	7744.69	1676.2	9420.89	960.3	140234.6
8	7744.69	1676.2	9420.89	960.3	140234.6
7	7744.69	1676.2	9420.89	960.3	140234.6
6	7744.69	1676.2	9420.89	960.3	140234.6
5	7744.69	1676.2	9420.89	960.3	140234.6
4	7744.69	1676.2	9420.89	960.3	140234.6
3	7744.69	1676.2	9420.89	960.3	140234.6
2	7744.69	1676.2	9420.89	960.3	140234.6
1	7744.69	1676.2	9420.89	960.3	140234.6

Tablo A.39 Çevre kirişleri 120x40 olan katın kolon ağırlıkları hariç kat ağırlığı

Duvar Ağırlığı	Top.Dış Ağırlığı	Top. İç Kiriş Ağırlığı	Top.Dış Kiriş Ağırlığı	0.3*q	Toplam Kat Ağırlığı
kN	kN	kN	kN	kN	kN
1780.80	3397	1067.20	7034.24	315.95	7981.44

Tablo A.40 Beton sınıfı BS50-BS65, çevre kirişleri 120x40 boyutunda olan yapının kat kütleleri (Dışlı döşeme kalınlığı 40cm)

	Top Kat Ağırlığı	Kolon Ağırlığı	Toplam Ağırlık	Toplam Kütle	Kütle Eylemsiz. Momenti
Kat No	kN	kN	kN	kNs ² /m	kNs ² m
30	7981.44	1028.5	9009.94	918.4	134117.4
29	7981.44	1028.5	9009.94	918.4	134117.4
28	7981.44	1028.5	9009.94	918.4	134117.4
27	7981.44	1028.5	9009.94	918.4	134117.4
26	7981.44	1028.5	9009.94	918.4	134117.4
25	7981.44	1028.5	9009.94	918.4	134117.4
24	7981.44	1028.5	9009.94	918.4	134117.4
23	7981.44	1028.5	9009.94	918.4	134117.4
22	7981.44	1028.5	9009.94	918.4	134117.4
21	7981.44	1134.75	9116.19	929.3	135699.0
20	7981.44	1134.75	9116.19	929.3	135699.0
19	7981.44	1134.75	9116.19	929.3	135699.0
18	7981.44	1134.75	9116.19	929.3	135699.0
17	7981.44	1210.4	9191.84	937.0	136825.1
16	7981.44	1210.4	9191.84	937.0	136825.1
15	7981.44	1210.4	9191.84	937.0	136825.1
14	7981.44	1210.4	9191.84	937.0	136825.1
13	7981.44	1320.9	9302.34	948.3	138469.9
12	7981.44	1320.9	9302.34	948.3	138469.9
11	7981.44	1320.9	9302.34	948.3	138469.9
10	7981.44	1676.2	9657.64	984.5	143758.7
9	7981.44	1676.2	9657.64	984.5	143758.7
8	7981.44	1676.2	9657.64	984.5	143758.7
7	7981.44	1676.2	9657.64	984.5	143758.7
6	7981.44	1676.2	9657.64	984.5	143758.7
5	7981.44	1676.2	9657.64	984.5	143758.7
4	7981.44	1676.2	9657.64	984.5	143758.7
3	7981.44	1676.2	9657.64	984.5	143758.7
2	7981.44	1676.2	9657.64	984.5	143758.7
1	7981.44	1676.2	9657.64	984.5	143758.7

EK B -

**SAP 2000 YAPI ANALİZİ PROGRAMINDAN HESAPLANAN KAT
YERDEĞİŞTİRME SONUÇLARI TABLOLARI**

Tablo B.1 Deplasmanlar (Beton Sınıfı BS 65 – BS 50 Döşeme yüksekliği D40 Çevre Kirişleri 40x40)

	Zemin Sınıf.	Zemin Sınıf.	Zemin Sınıf.			
	Z1	Z2	Z3	Max Kat Dep	Kat Yük	Kat Dep/Kat yük
Kat no	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	
1	0.00170	0.00214	0.00296	0.00296	3.4	0.00087
2	0.00531	0.00668	0.00921	0.00626	3.4	0.00184
3	0.00968	0.01217	0.01681	0.00760	3.4	0.00223
4	0.01432	0.01802	0.02490	0.00809	3.4	0.00238
5	0.01903	0.02395	0.03312	0.00822	3.4	0.00242
6	0.02373	0.02985	0.04130	0.00818	3.4	0.00241
7	0.02837	0.03569	0.04938	0.00808	3.4	0.00238
8	0.03293	0.04144	0.05734	0.00796	3.4	0.00234
9	0.03743	0.04710	0.06517	0.00783	3.4	0.00230
10	0.04188	0.05270	0.07292	0.00775	3.4	0.00228
11	0.04651	0.05852	0.08097	0.00805	3.4	0.00237
12	0.05110	0.06430	0.08896	0.00799	3.4	0.00235
13	0.05559	0.06995	0.09679	0.00783	3.4	0.00230
14	0.06001	0.07551	0.10448	0.00769	3.4	0.00226
15	0.06427	0.08087	0.11190	0.00742	3.4	0.00218
16	0.06837	0.08603	0.11904	0.00714	3.4	0.00210
17	0.07231	0.09099	0.12590	0.00686	3.4	0.00202
18	0.07612	0.09578	0.13252	0.00663	3.4	0.00195
19	0.07973	0.10032	0.13881	0.00629	3.4	0.00185
20	0.08314	0.10461	0.14475	0.00594	3.4	0.00175
21	0.08635	0.10865	0.15034	0.00559	3.4	0.00164
22	0.08942	0.11251	0.15568	0.00534	3.4	0.00157
23	0.09223	0.11605	0.16057	0.00490	3.4	0.00144
24	0.09479	0.11927	0.16504	0.00447	3.4	0.00131
25	0.09711	0.12218	0.16906	0.00402	3.4	0.00118
26	0.09915	0.12476	0.17263	0.00357	3.4	0.00105
27	0.10093	0.12699	0.17572	0.00309	3.4	0.00091
28	0.10242	0.12887	0.17831	0.00259	3.4	0.00076
29	0.10361	0.13036	0.18038	0.00207	3.4	0.00061
30	0.10452	0.13151	0.18197	0.00159	3.4	0.00047
ABYYHY- 1998' de Maksimum Kat Dep/Kat yükseklik oranı = 0.02 / 8 = 0.00250						

Tablo B.2 Deplasmanlar (Beton Sınıfı BS 65 – BS 50 Döşeme yüksekliği D40 Çevre Kirişleri 60x40)

	Zemin Sınıf.	Zemin Sınıf.	Zemin Sınıf.			
	Z1	Z2	Z3	Max Kat Dep	Kat Yük	Kat Dep/Kat yük
Kat no	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	
1	0.00146	0.00018	0.00252	0.00252	3.4	0.00074
2	0.00423	0.00531	0.00732	0.00480	3.4	0.00141
3	0.00738	0.00927	0.01278	0.00546	3.4	0.00161
4	0.01061	0.01335	0.01842	0.00564	3.4	0.00166
5	0.01385	0.01742	0.02407	0.00565	3.4	0.00166
6	0.01706	0.02146	0.02968	0.00560	3.4	0.00165
7	0.02023	0.02546	0.03521	0.00553	3.4	0.00163
8	0.02337	0.02940	0.04067	0.00546	3.4	0.00161
9	0.02647	0.03330	0.04607	0.00540	3.4	0.00159
10	0.02961	0.03725	0.05153	0.00547	3.4	0.00161
11	0.03315	0.04171	0.05770	0.00616	3.4	0.00181
12	0.03676	0.04625	0.06399	0.00629	3.4	0.00185
13	0.04032	0.05074	0.07019	0.00620	3.4	0.00182
14	0.04384	0.05516	0.07631	0.00612	3.4	0.00180
15	0.04724	0.05943	0.08223	0.00592	3.4	0.00174
16	0.05052	0.06357	0.08795	0.00572	3.4	0.00168
17	0.05368	0.06755	0.09345	0.00551	3.4	0.00162
18	0.05675	0.07140	0.09879	0.00534	3.4	0.00157
19	0.05967	0.07508	0.10388	0.00508	3.4	0.00150
20	0.06244	0.07857	0.10871	0.00483	3.4	0.00142
21	0.06506	0.08187	0.11327	0.00456	3.4	0.00134
22	0.06757	0.08503	0.11764	0.00437	3.4	0.00128
23	0.06989	0.08794	0.12168	0.00404	3.4	0.00119
24	0.07203	0.09063	0.12540	0.00372	3.4	0.00109
25	0.07398	0.09308	0.12879	0.00339	3.4	0.00100
26	0.07573	0.09528	0.13183	0.00305	3.4	0.00090
27	0.07727	0.09722	0.13452	0.00268	3.4	0.00079
28	0.07859	0.00000	0.13682	0.00230	3.4	0.00068
29	0.07968	0.00000	0.13871	0.00189	3.4	0.00056
30	0.08054	0.00000	0.14021	0.00150	3.4	0.00044
ABYYHY- 1998' de Maksimum Kat Dep/Kat yükseklik oranı = 0.02 / 8 = 0.00250						

Tablo B.3 Deplasmanlar (Beton Sınıfı BS 65 – BS 50 Döşeme yüksekliği D40 Çevre Kirişleri 80x40)

	Zemin Sınıf.	Zemin Sınıf.	Zemin Sınıf.			
	Z1	Z2	Z3	Max Kat Dep	Kat Yük	Kat Dep/Kat yük
Kat no	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	
1	0.00134	0.00168	0.00231	0.00231	3.4	0.00068
2	0.00370	0.00465	0.00640	0.00410	3.4	0.00120
3	0.00630	0.00792	0.01091	0.00450	3.4	0.00132
4	0.00893	0.01124	0.01550	0.00460	3.4	0.00135
5	0.01156	0.01456	0.02010	0.00460	3.4	0.00135
6	0.01417	0.01785	0.02467	0.00457	3.4	0.00134
7	0.01676	0.02111	0.02919	0.00452	3.4	0.00133
8	0.01932	0.02434	0.03366	0.00447	3.4	0.00131
9	0.02186	0.02754	0.03809	0.00443	3.4	0.00130
10	0.02449	0.03085	0.04266	0.00458	3.4	0.00135
11	0.02763	0.03481	0.04815	0.00548	3.4	0.00161
12	0.03091	0.03894	0.05385	0.00571	3.4	0.00168
13	0.03415	0.04302	0.05950	0.00565	3.4	0.00166
14	0.03735	0.04705	0.06507	0.00558	3.4	0.00164
15	0.04045	0.05096	0.07048	0.00541	3.4	0.00159
16	0.04345	0.05475	0.07572	0.00524	3.4	0.00154
17	0.04635	0.05840	0.08078	0.00506	3.4	0.00149
18	0.04917	0.06195	0.08569	0.00491	3.4	0.00144
19	0.05186	0.06535	0.09038	0.00469	3.4	0.00138
20	0.05443	0.06858	0.09485	0.00447	3.4	0.00132
21	0.05686	0.07164	0.09909	0.00424	3.4	0.00125
22	0.05919	0.07459	0.10316	0.00407	3.4	0.00120
23	0.06136	0.07732	0.10694	0.00378	3.4	0.00111
24	0.06337	0.07985	0.11044	0.00350	3.4	0.00103
25	0.06521	0.08217	0.11365	0.00321	3.4	0.00094
26	0.06688	0.08427	0.11656	0.00291	3.4	0.00085
27	0.06836	0.08614	0.11914	0.00258	3.4	0.00076
28	0.06965	0.08776	0.12138	0.00224	3.4	0.00066
29	0.07072	0.08911	0.12325	0.00187	3.4	0.00055
30	0.07159	0.09020	0.12476	0.00151	3.4	0.00044
ABYYHY- 1998' de Maksimum Kat Dep/Kat yükseklik oranı = $0.02 / 8 = 0.00250$						

Tablo B.4 Deplasmanlar (Beton Sınıfı BS 65 – BS 50 Döşeme yüksekliği D40 Çevre Kirişleri 100x40)

	Zemin Sınıf.	Zemin Sınıf.	Zemin Sınıf.			
	Z1	Z2	Z3	Max Kat Dep	Kat Yük	Kat Dep/Kat yük
Kat no	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	
1	0.00129	0.00162	0.00222	0.00222	3.4	0.00065
2	0.00348	0.00437	0.00601	0.00379	3.4	0.00111
3	0.00583	0.00733	0.01009	0.00409	3.4	0.00120
4	0.00821	0.01034	0.01425	0.00415	3.4	0.00122
5	0.01059	0.01334	0.01841	0.00416	3.4	0.00122
6	0.01296	0.01632	0.02254	0.00414	3.4	0.00122
7	0.01530	0.01928	0.02664	0.00410	3.4	0.00121
8	0.01762	0.02220	0.03070	0.00406	3.4	0.00119
9	0.01994	0.02512	0.03473	0.00403	3.4	0.00119
10	0.02235	0.02816	0.03894	0.00421	3.4	0.00124
11	0.02536	0.03195	0.04418	0.00524	3.4	0.00154
12	0.02852	0.03593	0.04968	0.00551	3.4	0.00162
13	0.03165	0.03988	0.05514	0.00546	3.4	0.00160
14	0.03474	0.04377	0.06053	0.00539	3.4	0.00159
15	0.03775	0.04756	0.06577	0.00524	3.4	0.00154
16	0.04066	0.05123	0.07085	0.00508	3.4	0.00149
17	0.04348	0.05478	0.07576	0.00491	3.4	0.00144
18	0.04621	0.05823	0.08053	0.00477	3.4	0.00140
19	0.04883	0.06153	0.08510	0.00457	3.4	0.00134
20	0.05134	0.06468	0.08946	0.00436	3.4	0.00128
21	0.05371	0.06768	0.09359	0.00414	3.4	0.00122
22	0.05599	0.07055	0.09757	0.00398	3.4	0.00117
23	0.05812	0.07323	0.10127	0.00370	3.4	0.00109
24	0.06009	0.07572	0.10471	0.00344	3.4	0.00101
25	0.06191	0.07801	0.10788	0.00317	3.4	0.00093
26	0.06356	0.08008	0.11075	0.00288	3.4	0.00085
27	0.06503	0.08194	0.11332	0.00257	3.4	0.00076
28	0.06631	0.08356	0.11556	0.00224	3.4	0.00066
29	0.06740	0.08492	0.11744	0.00188	3.4	0.00055
30	0.06828	0.08603	0.11898	0.00153	3.4	0.00045
ABYYHY- 1998' de Maksimum Kat Dep/Kat yükseklik oranı = 0.02 / 8 = 0.00250						

Tablo B.5 Deplasmanlar (Beton Sınıfı BS 65 – BS 50 Döşeme yüksekliği D40 Çevre Kirişleri 120x40)

	Zemin Sınıf.	Zemin Sınıf.	Zemin Sınıf.			
	Z1	Z2	Z3	Max Kat Dep	Kat Yük	Kat Dep/Kat yük
Kat no	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	
1	0.00127	0.00159	0.00219	0.00219	3.4	0.00064
2	0.00338	0.00424	0.00583	0.00364	3.4	0.00107
3	0.00561	0.00706	0.00972	0.00389	3.4	0.00114
4	0.00788	0.00991	0.01366	0.00395	3.4	0.00116
5	0.01014	0.01276	0.01761	0.00395	3.4	0.00116
6	0.01238	0.01560	0.02155	0.00393	3.4	0.00116
7	0.01462	0.01841	0.02545	0.00390	3.4	0.00115
8	0.01683	0.02120	0.02931	0.00386	3.4	0.00114
9	0.01903	0.02397	0.03315	0.00384	3.4	0.00113
10	0.02135	0.02689	0.03719	0.00404	3.4	0.00119
11	0.02429	0.03061	0.04232	0.00513	3.4	0.00151
12	0.02741	0.03453	0.04775	0.00543	3.4	0.00160
13	0.03050	0.03843	0.05313	0.00538	3.4	0.00158
14	0.03355	0.04227	0.05845	0.00532	3.4	0.00156
15	0.03652	0.04601	0.06362	0.00517	3.4	0.00152
16	0.03939	0.04964	0.06864	0.00502	3.4	0.00148
17	0.04218	0.05314	0.07349	0.00485	3.4	0.00143
18	0.04488	0.05656	0.07821	0.00472	3.4	0.00139
19	0.04748	0.05982	0.08273	0.00452	3.4	0.00133
20	0.04996	0.06295	0.08705	0.00432	3.4	0.00127
21	0.05231	0.06591	0.09115	0.00410	3.4	0.00121
22	0.05457	0.06876	0.09509	0.00394	3.4	0.00116
23	0.05668	0.07142	0.09877	0.00368	3.4	0.00108
24	0.05865	0.07390	0.10219	0.00342	3.4	0.00101
25	0.06046	0.07618	0.10535	0.00316	3.4	0.00093
26	0.06210	0.07825	0.10822	0.00287	3.4	0.00084
27	0.06358	0.08011	0.11079	0.00257	3.4	0.00076
28	0.06487	0.08174	0.11303	0.00225	3.4	0.00066
29	0.06596	0.08311	0.11493	0.00189	3.4	0.00056
30	0.06685	0.08423	0.11648	0.00155	3.4	0.00046
ABYYHY- 1998' de Maksimum Kat Dep/Kat yükseklik oranı = 0.02 / 8 = 0.00250						

Tablo B.6 Deplasmanlar (Beton Sınıfı BS 65 – BS 50 Döşeme yüksekliği D50 Çevre Kirişleri 50x40)

	Zemin Sınıf.	Zemin Sınıf.	Zemin Sınıf.			
	Z1	Z2	Z3	Max Kat Dep	Kat Yük	Kat Dep/Kat yük
Kat no	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	
1	0.00103	0.00129	0.00178	0.00178	3.4	0.00052
2	0.00339	0.00427	0.00590	0.00412	3.4	0.00121
3	0.00649	0.00815	0.01130	0.00540	3.4	0.00159
4	0.00996	0.01250	0.01730	0.00600	3.4	0.00176
5	0.01360	0.01710	0.02370	0.00640	3.4	0.00188
6	0.01750	0.02200	0.03040	0.00670	3.4	0.00197
7	0.02130	0.02680	0.03710	0.00670	3.4	0.00197
8	0.02520	0.03170	0.04380	0.00670	3.4	0.00197
9	0.02900	0.03640	0.05040	0.00660	3.4	0.00194
10	0.03278	0.04120	0.05703	0.00663	3.4	0.00195
11	0.03670	0.04608	0.06380	0.00677	3.4	0.00199
12	0.04050	0.05090	0.07040	0.00660	3.4	0.00194
13	0.04420	0.05560	0.07690	0.00650	3.4	0.00191
14	0.04790	0.06020	0.08330	0.00640	3.4	0.00188
15	0.05140	0.06460	0.08940	0.00610	3.4	0.00179
16	0.05480	0.06890	0.09540	0.00600	3.4	0.00176
17	0.05811	0.07310	0.10109	0.00569	3.4	0.00167
18	0.06130	0.07710	0.10663	0.00554	3.4	0.00163
19	0.06430	0.08090	0.11189	0.00527	3.4	0.00155
20	0.06720	0.08447	0.11689	0.00499	3.4	0.00147
21	0.06990	0.08790	0.12159	0.00471	3.4	0.00139
22	0.07248	0.09110	0.12609	0.00450	3.4	0.00132
23	0.07490	0.09410	0.13024	0.00414	3.4	0.00122
24	0.07700	0.09690	0.13403	0.00379	3.4	0.00111
25	0.07901	0.09930	0.13746	0.00343	3.4	0.00101
26	0.08080	0.10155	0.14052	0.00306	3.4	0.00090
27	0.08230	0.10348	0.14320	0.00268	3.4	0.00079
28	0.08360	0.10512	0.14547	0.00227	3.4	0.00067
29	0.08470	0.10645	0.14730	0.00183	3.4	0.00054
30	0.08549	0.10748	0.14874	0.00144	3.4	0.00042
ABYYHY- 1998' de Maksimum Kat Dep/Kat yükseklik oranı = 0.02 / 8 = 0.00250						

Tablo B.7 Deplasmanlar (Beton Sınıfı BS 65 – BS 50 Döşeme yüksekliği D50 Çevre Kirişleri 60x40)

	Zemin Sınıf.	Zemin Sınıf.	Zemin Sınıf.			
	Z1	Z2	Z3	Max Kat Dep	Kat Yük	Kat Dep/Kat yük
Kat no	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	
1	0.00103	0.00129	0.00178	0.00178	3.4	0.00052
2	0.00339	0.00427	0.00590	0.00412	3.4	0.00121
3	0.00649	0.00815	0.01130	0.00540	3.4	0.00159
4	0.00996	0.01250	0.01730	0.00600	3.4	0.00176
5	0.01360	0.01710	0.02370	0.00640	3.4	0.00188
6	0.01750	0.02200	0.03040	0.00670	3.4	0.00197
7	0.02130	0.02680	0.03710	0.00670	3.4	0.00197
8	0.02520	0.03170	0.04380	0.00670	3.4	0.00197
9	0.02900	0.03640	0.05040	0.00660	3.4	0.00194
10	0.03278	0.04120	0.05703	0.00663	3.4	0.00195
11	0.03670	0.04608	0.06380	0.00677	3.4	0.00199
12	0.04050	0.05090	0.07040	0.00660	3.4	0.00194
13	0.04420	0.05560	0.07690	0.00650	3.4	0.00191
14	0.04790	0.06020	0.08330	0.00640	3.4	0.00188
15	0.05140	0.06460	0.08940	0.00610	3.4	0.00179
16	0.05480	0.06890	0.09540	0.00600	3.4	0.00176
17	0.05811	0.07310	0.10109	0.00569	3.4	0.00167
18	0.06130	0.07710	0.10663	0.00554	3.4	0.00163
19	0.06430	0.08090	0.11189	0.00527	3.4	0.00155
20	0.06720	0.08447	0.11689	0.00499	3.4	0.00147
21	0.06990	0.08790	0.12159	0.00471	3.4	0.00139
22	0.07248	0.09110	0.12609	0.00450	3.4	0.00132
23	0.07490	0.09410	0.13024	0.00414	3.4	0.00122
24	0.07700	0.09690	0.13403	0.00379	3.4	0.00111
25	0.07901	0.09930	0.13746	0.00343	3.4	0.00101
26	0.08080	0.10155	0.14052	0.00306	3.4	0.00090
27	0.08230	0.10348	0.14320	0.00268	3.4	0.00079
28	0.08360	0.10512	0.14547	0.00227	3.4	0.00067
29	0.08470	0.10645	0.14730	0.00183	3.4	0.00054
30	0.08549	0.10748	0.14874	0.00144	3.4	0.00042
ABYYHY- 1998' de Maksimum Kat Dep/Kat yükseklik oranı = 0.02 / 8 = 0.00250						

Tablo B.8 Deplasmanlar (Beton Sınıfı BS 65 – BS 50 Döşeme yüksekliği D50 Çevre Kirişleri 80x40)

	Zemin Sınıf.	Zemin Sınıf.	Zemin Sınıf.			
	Z1	Z2	Z3	Max Kat Dep	Kat Yük	Kat Dep/Kat yük
Kat no	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	
1	0.00103	0.00129	0.00178	0.00178	3.4	0.00052
2	0.00339	0.00427	0.00590	0.00412	3.4	0.00121
3	0.00649	0.00815	0.01130	0.00540	3.4	0.00159
4	0.00996	0.01250	0.01730	0.00600	3.4	0.00176
5	0.01360	0.01710	0.02370	0.00640	3.4	0.00188
6	0.01750	0.02200	0.03040	0.00670	3.4	0.00197
7	0.02130	0.02680	0.03710	0.00670	3.4	0.00197
8	0.02520	0.03170	0.04380	0.00670	3.4	0.00197
9	0.02900	0.03640	0.05040	0.00660	3.4	0.00194
10	0.03278	0.04120	0.05703	0.00663	3.4	0.00195
11	0.03670	0.04608	0.06380	0.00677	3.4	0.00199
12	0.04050	0.05090	0.07040	0.00660	3.4	0.00194
13	0.04420	0.05560	0.07690	0.00650	3.4	0.00191
14	0.04790	0.06020	0.08330	0.00640	3.4	0.00188
15	0.05140	0.06460	0.08940	0.00610	3.4	0.00179
16	0.05480	0.06890	0.09540	0.00600	3.4	0.00176
17	0.05811	0.07310	0.10109	0.00569	3.4	0.00167
18	0.06130	0.07710	0.10663	0.00554	3.4	0.00163
19	0.06430	0.08090	0.11189	0.00527	3.4	0.00155
20	0.06720	0.08447	0.11689	0.00499	3.4	0.00147
21	0.06990	0.08790	0.12159	0.00471	3.4	0.00139
22	0.07248	0.09110	0.12609	0.00450	3.4	0.00132
23	0.07490	0.09410	0.13024	0.00414	3.4	0.00122
24	0.07700	0.09690	0.13403	0.00379	3.4	0.00111
25	0.07901	0.09930	0.13746	0.00343	3.4	0.00101
26	0.08080	0.10155	0.14052	0.00306	3.4	0.00090
27	0.08230	0.10348	0.14320	0.00268	3.4	0.00079
28	0.08360	0.10512	0.14547	0.00227	3.4	0.00067
29	0.08470	0.10645	0.14730	0.00183	3.4	0.00054
30	0.08549	0.10748	0.14874	0.00144	3.4	0.00042
ABYYHY- 1998' de Maksimum Kat Dep/Kat yükseklik oranı = 0.02 / 8 = 0.00250						

Tablo B.9 Deplasmanlar (Beton Sınıfı BS 65 – BS 50 Döşeme yüksekliği D50 Çevre Kirişleri 100x40)

	Zemin Sınıf.	Zemin Sınıf.	Zemin Sınıf.			
	Z1	Z2	Z3	Max Kat Dep	Kat Yük	Kat Dep/Kat yük
Kat no	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	
1	0.00103	0.00129	0.00178	0.00178	3.4	0.00052
2	0.00339	0.00427	0.00590	0.00412	3.4	0.00121
3	0.00649	0.00815	0.01130	0.00540	3.4	0.00159
4	0.00996	0.01250	0.01730	0.00600	3.4	0.00176
5	0.01360	0.01710	0.02370	0.00640	3.4	0.00188
6	0.01750	0.02200	0.03040	0.00670	3.4	0.00197
7	0.02130	0.02680	0.03710	0.00670	3.4	0.00197
8	0.02520	0.03170	0.04380	0.00670	3.4	0.00197
9	0.02900	0.03640	0.05040	0.00660	3.4	0.00194
10	0.03278	0.04120	0.05703	0.00663	3.4	0.00195
11	0.03670	0.04608	0.06380	0.00677	3.4	0.00199
12	0.04050	0.05090	0.07040	0.00660	3.4	0.00194
13	0.04420	0.05560	0.07690	0.00650	3.4	0.00191
14	0.04790	0.06020	0.08330	0.00640	3.4	0.00188
15	0.05140	0.06460	0.08940	0.00610	3.4	0.00179
16	0.05480	0.06890	0.09540	0.00600	3.4	0.00176
17	0.05811	0.07310	0.10109	0.00569	3.4	0.00167
18	0.06130	0.07710	0.10663	0.00554	3.4	0.00163
19	0.06430	0.08090	0.11189	0.00527	3.4	0.00155
20	0.06720	0.08447	0.11689	0.00499	3.4	0.00147
21	0.06990	0.08790	0.12159	0.00471	3.4	0.00139
22	0.07248	0.09110	0.12609	0.00450	3.4	0.00132
23	0.07490	0.09410	0.13024	0.00414	3.4	0.00122
24	0.07700	0.09690	0.13403	0.00379	3.4	0.00111
25	0.07901	0.09930	0.13746	0.00343	3.4	0.00101
26	0.08080	0.10155	0.14052	0.00306	3.4	0.00090
27	0.08230	0.10348	0.14320	0.00268	3.4	0.00079
28	0.08360	0.10512	0.14547	0.00227	3.4	0.00067
29	0.08470	0.10645	0.14730	0.00183	3.4	0.00054
30	0.08549	0.10748	0.14874	0.00144	3.4	0.00042
ABYYHY- 1998' de Maksimum Kat Dep/Kat yükseklik oranı = 0.02 / 8 = 0.00250						

Tablo B.10 Deplasmanlar (Beton Sınıfı BS 65 – BS 50 Döşeme yüksekliği D50 Çevre Kirişleri 120x40)

	Zemin Sınıf.	Zemin Sınıf.	Zemin Sınıf.			
	Z1	Z2	Z3	Max Kat Dep	Kat Yük	Kat Dep/Kat yük
Kat no	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	
1	0.00103	0.00129	0.00178	0.00178	3.4	0.00052
2	0.00339	0.00427	0.00590	0.00412	3.4	0.00121
3	0.00649	0.00815	0.01130	0.00540	3.4	0.00159
4	0.00996	0.01250	0.01730	0.00600	3.4	0.00176
5	0.01360	0.01710	0.02370	0.00640	3.4	0.00188
6	0.01750	0.02200	0.03040	0.00670	3.4	0.00197
7	0.02130	0.02680	0.03710	0.00670	3.4	0.00197
8	0.02520	0.03170	0.04380	0.00670	3.4	0.00197
9	0.02900	0.03640	0.05040	0.00660	3.4	0.00194
10	0.03278	0.04120	0.05703	0.00663	3.4	0.00195
11	0.03670	0.04608	0.06380	0.00677	3.4	0.00199
12	0.04050	0.05090	0.07040	0.00660	3.4	0.00194
13	0.04420	0.05560	0.07690	0.00650	3.4	0.00191
14	0.04790	0.06020	0.08330	0.00640	3.4	0.00188
15	0.05140	0.06460	0.08940	0.00610	3.4	0.00179
16	0.05480	0.06890	0.09540	0.00600	3.4	0.00176
17	0.05811	0.07310	0.10109	0.00569	3.4	0.00167
18	0.06130	0.07710	0.10663	0.00554	3.4	0.00163
19	0.06430	0.08090	0.11189	0.00527	3.4	0.00155
20	0.06720	0.08447	0.11689	0.00499	3.4	0.00147
21	0.06990	0.08790	0.12159	0.00471	3.4	0.00139
22	0.07248	0.09110	0.12609	0.00450	3.4	0.00132
23	0.07490	0.09410	0.13024	0.00414	3.4	0.00122
24	0.07700	0.09690	0.13403	0.00379	3.4	0.00111
25	0.07901	0.09930	0.13746	0.00343	3.4	0.00101
26	0.08080	0.10155	0.14052	0.00306	3.4	0.00090
27	0.08230	0.10348	0.14320	0.00268	3.4	0.00079
28	0.08360	0.10512	0.14547	0.00227	3.4	0.00067
29	0.08470	0.10645	0.14730	0.00183	3.4	0.00054
30	0.08549	0.10748	0.14874	0.00144	3.4	0.00042
ABYYHY- 1998' de Maksimum Kat Dep/Kat yükseklik oranı = 0.02 / 8 = 0.00250						

Tablo B.11 Deplasmanlar (Beton Sınıfı BS 50 – BS 35 Döşeme yüksekliği D50 Çevre Kirişleri 50x40)

	Zemin Sınıf.	Zemin Sınıf.	Zemin Sınıf.			
	Z1	Z2	Z3	Max Kat Dep	Kat Yük	Kat Dep/Kat yük
Kat no	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	
1	0.00121	0.00151	0.00208	0.00208	3.4	0.00061
2	0.00377	0.00473	0.00650	0.00442	3.4	0.00130
3	0.00689	0.00865	0.01193	0.01128	3.4	0.00332
4	0.01022	0.01285	0.01773	0.00580	3.4	0.00171
5	0.01361	0.01712	0.02365	0.00592	3.4	0.00174
6	0.01700	0.02138	0.02956	0.00591	3.4	0.00174
7	0.02036	0.02560	0.03542	0.00585	3.4	0.00172
8	0.02368	0.02978	0.04120	0.00578	3.4	0.00170
9	0.02697	0.03391	0.04692	0.00573	3.4	0.00168
10	0.03027	0.03807	0.05268	0.00576	3.4	0.00169
11	0.03389	0.04261	0.05896	0.00628	3.4	0.00185
12	0.03763	0.04732	0.06547	0.00651	3.4	0.00191
13	0.04136	0.05201	0.07196	0.00649	3.4	0.00191
14	0.04506	0.05666	0.07840	0.00644	3.4	0.00189
15	0.04864	0.06117	0.08464	0.00624	3.4	0.00184
16	0.05210	0.06552	0.09066	0.00603	3.4	0.00177
17	0.05544	0.06972	0.09647	0.00581	3.4	0.00171
18	0.05868	0.07379	0.10210	0.00563	3.4	0.00166
19	0.06176	0.07766	0.10746	0.00536	3.4	0.00158
20	0.06468	0.08134	0.11255	0.00508	3.4	0.00150
21	0.06744	0.08481	0.11735	0.00480	3.4	0.00141
22	0.07008	0.08812	0.12194	0.00459	3.4	0.00135
23	0.07251	0.09118	0.12617	0.00423	3.4	0.00124
24	0.07474	0.09398	0.13004	0.00388	3.4	0.00114
25	0.07675	0.09652	0.13356	0.00351	3.4	0.00103
26	0.07855	0.09879	0.13669	0.00313	3.4	0.00092
27	0.08013	0.10076	0.13943	0.00274	3.4	0.00080
28	0.08146	0.10244	0.14175	0.00232	3.4	0.00068
29	0.08254	0.10379	0.14362	0.00187	3.4	0.00055
30	0.08338	0.10485	0.14508	0.00146	3.4	0.00043
ABYYHY- 1998' de Maksimum Kat Dep/Kat yükseklik oranı = $0.02 / 8 = 0.00250$						

Tablo B.12 Deplasmanlar (Beton Sınıfı BS 50 – BS 35 Döşeme yüksekliği D50 Çevre Kirişleri 60x40)

	Zemin Sınıf.	Zemin Sınıf.	Zemin Sınıf.			
	Z1	Z2	Z3	Max Kat Dep	Kat Yük	Kat Dep/Kat yük
Kat no	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	
1	0.00113	0.00142	0.00195	0.00195	3.4	0.00057
2	0.00342	0.00430	0.00592	0.00397	3.4	0.00117
3	0.00614	0.00772	0.01063	0.00472	3.4	0.00139
4	0.00899	0.01131	0.01561	0.00497	3.4	0.00146
5	0.01187	0.01495	0.02064	0.00504	3.4	0.00148
6	0.01474	0.01857	0.02566	0.00501	3.4	0.00147
7	0.01758	0.02214	0.03061	0.00496	3.4	0.00146
8	0.02039	0.02568	0.03551	0.00490	3.4	0.00144
9	0.02317	0.02919	0.04037	0.00486	3.4	0.00143
10	0.02599	0.03274	0.04529	0.00492	3.4	0.00145
11	0.02918	0.03675	0.05083	0.00554	3.4	0.00163
12	0.03250	0.04094	0.05663	0.00580	3.4	0.00170
13	0.03582	0.04513	0.06242	0.00579	3.4	0.00170
14	0.03912	0.04928	0.06816	0.00574	3.4	0.00169
15	0.04231	0.05330	0.07373	0.00557	3.4	0.00164
16	0.04540	0.05720	0.07911	0.00539	3.4	0.00158
17	0.04838	0.06095	0.08431	0.00519	3.4	0.00153
18	0.05128	0.06460	0.08935	0.00505	3.4	0.00148
19	0.05404	0.06808	0.09416	0.00481	3.4	0.00141
20	0.05666	0.07138	0.09874	0.00457	3.4	0.00134
21	0.05914	0.07451	0.10306	0.00432	3.4	0.00127
22	0.06152	0.07750	0.10720	0.00414	3.4	0.00122
23	0.06372	0.08027	0.11103	0.00383	3.4	0.00113
24	0.06574	0.08282	0.11456	0.00353	3.4	0.00104
25	0.06759	0.08514	0.11777	0.00321	3.4	0.00095
26	0.06924	0.08723	0.12066	0.00288	3.4	0.00085
27	0.07070	0.08906	0.12319	0.00254	3.4	0.00075
28	0.07194	0.09063	0.12537	0.00217	3.4	0.00064
29	0.07297	0.09192	0.12715	0.00178	3.4	0.00052
30	0.07378	0.09294	0.12856	0.00141	3.4	0.00042
ABYYHY- 1998’ de Maksimum Kat Dep/Kat yükseklik oranı = 0.02 / 8 = 0.00250						

Tablo B.13 Deplasmanlar (Beton Sınıfı BS 50 – BS 35 Döşeme yüksekliği D50 Çevre Kirişleri 80x40)

	Zemin Sınıf.	Zemin Sınıf.	Zemin Sınıf.			
	Z1	Z2	Z3	Max Kat Dep	Kat Yük	Kat Dep/Kat yük
Kat no	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	
1	0.00010	0.00129	0.00177	0.00177	3.4	0.00052
2	0.00296	0.00372	0.00511	0.00334	3.4	0.00098
3	0.00516	0.00649	0.00893	0.00382	3.4	0.00112
4	0.00743	0.00935	0.01288	0.00395	3.4	0.00116
5	0.00971	0.01222	0.01686	0.00398	3.4	0.00117
6	0.01197	0.01508	0.02082	0.00396	3.4	0.00116
7	0.01421	0.01790	0.02474	0.00392	3.4	0.00115
8	0.01643	0.02070	0.02862	0.00388	3.4	0.00114
9	0.01864	0.02349	0.03247	0.00386	3.4	0.00113
10	0.02092	0.02635	0.03644	0.00397	3.4	0.00117
11	0.02364	0.02979	0.04119	0.00475	3.4	0.00140
12	0.02654	0.03343	0.04623	0.00504	3.4	0.00148
13	0.02943	0.03708	0.05127	0.00504	3.4	0.00148
14	0.03230	0.04070	0.05627	0.00500	3.4	0.00147
15	0.03509	0.04421	0.06113	0.00486	3.4	0.00143
16	0.03779	0.04762	0.06584	0.00471	3.4	0.00139
17	0.04041	0.05091	0.07040	0.00456	3.4	0.00134
18	0.04295	0.05412	0.07484	0.00444	3.4	0.00131
19	0.04539	0.05719	0.07909	0.00424	3.4	0.00125
20	0.04771	0.06012	0.08314	0.00405	3.4	0.00119
21	0.04992	0.06290	0.08698	0.00384	3.4	0.00113
22	0.05204	0.06558	0.09067	0.00369	3.4	0.00109
23	0.05401	0.06806	0.09411	0.00344	3.4	0.00101
24	0.05584	0.07037	0.09730	0.00319	3.4	0.00094
25	0.05752	0.07248	0.10023	0.00293	3.4	0.00086
26	0.05905	0.07440	0.10289	0.00266	3.4	0.00078
27	0.06040	0.07611	0.10525	0.00237	3.4	0.00070
28	0.06158	0.07760	0.10731	0.00206	3.4	0.00060
29	0.06257	0.07885	0.10903	0.00172	3.4	0.00051
30	0.06338	0.07986	0.11043	0.00140	3.4	0.00041
ABYYHY- 1998' de Maksimum Kat Dep/Kat yükseklik oranı = 0.02 / 8 = 0.00250						

Tablo B.14 Deplasmanlar (Beton Sınıfı BS 50 – BS 35 Döşeme yüksekliği D50
Çevre Kirişleri 100x40)

	Zemin Sınıf.	Zemin Sınıf.	Zemin Sınıf.			
	Z1	Z2	Z3	Max Kat Dep	Kat Yük	Kat Dep/Kat yük
Kat no	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	
1	0.00097	0.00122	0.00167	0.00167	3.4	0.00049
2	0.00271	0.00034	0.00467	0.00300	3.4	0.00088
3	0.00464	0.00584	0.00802	0.00335	3.4	0.00098
4	0.00662	0.00833	0.01146	0.00344	3.4	0.00101
5	0.00860	0.01083	0.01492	0.00346	3.4	0.00102
6	0.01057	0.01332	0.01837	0.00345	3.4	0.00101
7	0.01253	0.01579	0.02180	0.00342	3.4	0.00101
8	0.01447	0.01823	0.02519	0.00339	3.4	0.00100
9	0.01641	0.02067	0.02857	0.00338	3.4	0.00099
10	0.01843	0.02322	0.03210	0.00353	3.4	0.00104
11	0.02096	0.02640	0.03650	0.00440	3.4	0.00129
12	0.02366	0.02981	0.04122	0.00472	3.4	0.00139
13	0.02637	0.03323	0.04594	0.00472	3.4	0.00139
14	0.02906	0.03661	0.05062	0.00468	3.4	0.00138
15	0.03167	0.03991	0.05518	0.00456	3.4	0.00134
16	0.03422	0.04311	0.05961	0.00443	3.4	0.00130
17	0.03668	0.04621	0.06390	0.00429	3.4	0.00126
18	0.03908	0.04924	0.06808	0.00418	3.4	0.00123
19	0.04138	0.05214	0.07209	0.00401	3.4	0.00118
20	0.04358	0.05491	0.07593	0.00384	3.4	0.00113
21	0.04568	0.05756	0.07958	0.00365	3.4	0.00107
22	0.04770	0.06010	0.08310	0.00352	3.4	0.00103
23	0.04958	0.06247	0.08638	0.00328	3.4	0.00097
24	0.05134	0.06469	0.08945	0.00306	3.4	0.00090
25	0.05296	0.06673	0.09227	0.00283	3.4	0.00083
26	0.05444	0.06859	0.09485	0.00258	3.4	0.00076
27	0.05576	0.07026	0.09716	0.00231	3.4	0.00068
28	0.05693	0.07173	0.09919	0.00203	3.4	0.00060
29	0.05791	0.07297	0.10090	0.00172	3.4	0.00050
30	0.05873	0.07400	0.10232	0.00142	3.4	0.00042
ABYYHY- 1998' de Maksimum Kat Dep/Kat yükseklik oranı = 0.02 / 8 = 0.00250						

Tablo B.15 Deplasmanlar (Beton Sınıfı BS 50 – BS 35 Döşeme yüksekliği D50 Çevre Kirişleri 50x40)

	Zemin Sınıf.	Zemin Sınıf.	Zemin Sınıf.			
	Z1	Z2	Z3	Max Kat Dep	Kat Yük	Kat Dep/Kat yük
Kat no	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	
1	0.00094	0.00118	0.00162	0.00162	3.4	0.00048
2	0.00258	0.00324	0.00440	0.00278	3.4	0.00081
3	0.00438	0.00550	0.00075	0.00031	3.4	0.00009
4	0.00621	0.00780	0.01073	0.00997	3.4	0.00293
5	0.00804	0.01012	0.01392	0.00320	3.4	0.00094
6	0.00986	0.01242	0.01712	0.00319	3.4	0.00094
7	0.01168	0.01471	0.02029	0.00317	3.4	0.00093
8	0.01348	0.01698	0.02344	0.00315	3.4	0.00093
9	0.01528	0.01925	0.02659	0.00315	3.4	0.00093
10	0.01717	0.02164	0.02990	0.00331	3.4	0.00097
11	0.01961	0.02470	0.03415	0.00425	3.4	0.00125
12	0.02223	0.02801	0.03873	0.00458	3.4	0.00135
13	0.02486	0.03132	0.04330	0.00458	3.4	0.00135
14	0.02747	0.03461	0.04785	0.00454	3.4	0.00134
15	0.03001	0.03781	0.05227	0.00443	3.4	0.00130
16	0.03248	0.04092	0.05658	0.00431	3.4	0.00127
17	0.03488	0.04394	0.06075	0.00417	3.4	0.00123
18	0.03721	0.04689	0.06483	0.00407	3.4	0.00120
19	0.03946	0.04972	0.06874	0.00391	3.4	0.00115
20	0.04161	0.05243	0.07249	0.00375	3.4	0.00110
21	0.04366	0.05501	0.07607	0.00357	3.4	0.00105
22	0.04564	0.05751	0.07952	0.00345	3.4	0.00101
23	0.04749	0.05984	0.08274	0.00323	3.4	0.00095
24	0.04922	0.06202	0.08576	0.00302	3.4	0.00089
25	0.05082	0.06404	0.08855	0.00279	3.4	0.00082
26	0.05229	0.06588	0.09111	0.00255	3.4	0.00075
27	0.05361	0.06754	0.09340	0.00230	3.4	0.00068
28	0.05477	0.06901	0.09543	0.00202	3.4	0.00060
29	0.05577	0.07026	0.09716	0.00173	3.4	0.00051
30	0.05659	0.07130	0.09859	0.00144	3.4	0.00042
ABYYHY- 1998' de Maksimum Kat Dep/Kat yükseklik oranı = 0.02 / 8 = 0.00250						

Tablo B.16 Deplasmanlar (Beton Sınıfı BS 35 Döşeme yüksekliği D50 Çevre Kirişleri 50x40)

	Zemin Sınıf.	Zemin Sınıf.	Zemin Sınıf.			
	Z1	Z2	Z3	Max Kat Dep	Kat Yük	Kat Dep/Kat yük
Kat no	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	
1	0.00103	0.00129	0.00178	0.00178	3.4	0.00052
2	0.00339	0.00427	0.00590	0.00411	3.4	0.00121
3	0.00649	0.00815	0.01127	0.00537	3.4	0.00158
4	0.00996	0.01252	0.01731	0.00604	3.4	0.00178
5	0.01362	0.01712	0.02368	0.00637	3.4	0.00187
6	0.01746	0.02195	0.03037	0.00669	3.4	0.00197
7	0.02133	0.02682	0.03711	0.00674	3.4	0.00198
8	0.02518	0.03166	0.04381	0.00670	3.4	0.00197
9	0.02899	0.03645	0.05043	0.00662	3.4	0.00195
10	0.03278	0.04121	0.05703	0.00660	3.4	0.00194
11	0.03665	0.04608	0.06376	0.00674	3.4	0.00198
12	0.04047	0.05088	0.07040	0.00664	3.4	0.00195
13	0.04420	0.05557	0.07690	0.00649	3.4	0.00191
14	0.04787	0.06018	0.08328	0.00638	3.4	0.00188
15	0.05141	0.06464	0.08944	0.00616	3.4	0.00181
16	0.05482	0.06893	0.09538	0.00594	3.4	0.00175
17	0.05811	0.07305	0.10109	0.00571	3.4	0.00168
18	0.06129	0.07705	0.10663	0.00554	3.4	0.00163
19	0.06432	0.08086	0.11189	0.00527	3.4	0.00155
20	0.06719	0.08447	0.11689	0.00499	3.4	0.00147
21	0.06989	0.08787	0.12159	0.00471	3.4	0.00139
22	0.07248	0.09112	0.12609	0.00450	3.4	0.00132
23	0.07486	0.09411	0.13024	0.00414	3.4	0.00122
24	0.07704	0.09685	0.13403	0.00379	3.4	0.00111
25	0.07901	0.09933	0.13746	0.00343	3.4	0.00101
26	0.08077	0.10155	0.14052	0.00306	3.4	0.00090
27	0.08231	0.10348	0.14320	0.00268	3.4	0.00079
28	0.08361	0.10512	0.14547	0.00227	3.4	0.00067
29	0.08467	0.10645	0.14730	0.00183	3.4	0.00054
30	0.08549	0.10748	0.14874	0.00144	3.4	0.00042
ABYYHY- 1998' de Maksimum Kat Dep/Kat yükseklik oranı = 0.02 / 8 = 0.00250						

Tablo B.17 Deplasmanlar (Beton Sınıfı BS 35 Döşeme yüksekliği D50 Çevre Kirişleri 60x40)

	Zemin Sınıf.	Zemin Sınıf.	Zemin Sınıf.			
	Z1	Z2	Z3	Max Kat Dep	Kat Yük	Kat Dep/Kat yük
Kat no	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	
1	0.00096	0.00121	0.00166	0.00166	3.4	0.00049
2	0.00310	0.00389	0.00535	0.00369	3.4	0.00109
3	0.00579	0.00728	0.01004	0.00468	3.4	0.00138
4	0.00876	0.01102	0.01519	0.00516	3.4	0.00152
5	0.01184	0.01491	0.02058	0.00539	3.4	0.00158
6	0.01510	0.01901	0.02626	0.00568	3.4	0.00167
7	0.01838	0.02314	0.03199	0.00573	3.4	0.00169
8	0.02164	0.02725	0.03769	0.00570	3.4	0.00168
9	0.02488	0.03133	0.04333	0.00564	3.4	0.00166
10	0.02813	0.03542	0.04899	0.00566	3.4	0.00166
11	0.03153	0.03970	0.05492	0.00593	3.4	0.00174
12	0.03492	0.04397	0.06082	0.00590	3.4	0.00173
13	0.03824	0.04815	0.06660	0.00579	3.4	0.00170
14	0.04151	0.05227	0.07230	0.00570	3.4	0.00168
15	0.04468	0.05626	0.07782	0.00551	3.4	0.00162
16	0.04773	0.06011	0.08314	0.00532	3.4	0.00157
17	0.05067	0.06381	0.08827	0.00513	3.4	0.00151
18	0.05353	0.06741	0.09325	0.00498	3.4	0.00146
19	0.05626	0.07084	0.09800	0.00474	3.4	0.00140
20	0.05884	0.07410	0.10250	0.00451	3.4	0.00133
21	0.06129	0.07718	0.10676	0.00426	3.4	0.00125
22	0.06363	0.08012	0.11084	0.00408	3.4	0.00120
23	0.06579	0.08285	0.11460	0.00376	3.4	0.00111
24	0.06778	0.08535	0.11807	0.00347	3.4	0.00102
25	0.06959	0.08763	0.12122	0.00316	3.4	0.00093
26	0.07121	0.08968	0.12406	0.00283	3.4	0.00083
27	0.07264	0.09148	0.12655	0.00250	3.4	0.00073
28	0.07387	0.09302	0.12869	0.00214	3.4	0.00063
29	0.07488	0.09429	0.13044	0.00175	3.4	0.00052
30	0.07568	0.09531	0.13184	0.00140	3.4	0.00041
ABYYHY- 1998' de Maksimum Kat Dep/Kat yükseklik oranı = 0.02 / 8 = 0.00250						

Tablo B.18 Deplasmanlar (Beton Sınıfı BS 35 Döşeme yüksekliği D50 Çevre Kirişleri 50x40)

	Zemin Sınıf.	Zemin Sınıf.	Zemin Sınıf.			
	Z1	Z2	Z3	Max Kat Dep	Kat Yük	Kat Dep/Kat yük
Kat no	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	
1	0.00085	0.00107	0.00146	0.00146	3.4	0.00043
2	0.00260	0.00327	0.00449	0.00303	3.4	0.00089
3	0.00472	0.00594	0.00816	0.00367	3.4	0.00108
4	0.00699	0.00880	0.01211	0.00395	3.4	0.00116
5	0.00934	0.01176	0.01622	0.00411	3.4	0.00121
6	0.01189	0.01497	0.02067	0.00445	3.4	0.00131
7	0.01448	0.01824	0.02520	0.00453	3.4	0.00133
8	0.01707	0.02150	0.02972	0.00452	3.4	0.00133
9	0.01964	0.02475	0.03422	0.00449	3.4	0.00132
10	0.02227	0.02805	0.03879	0.00457	3.4	0.00135
11	0.02516	0.03170	0.04384	0.00504	3.4	0.00148
12	0.02810	0.03540	0.04895	0.00511	3.4	0.00150
13	0.03099	0.03905	0.05399	0.00504	3.4	0.00148
14	0.03385	0.04265	0.05897	0.00498	3.4	0.00146
15	0.03662	0.04614	0.06380	0.00483	3.4	0.00142
16	0.03930	0.04952	0.06848	0.00468	3.4	0.00138
17	0.04190	0.05279	0.07300	0.00452	3.4	0.00133
18	0.04442	0.05598	0.07741	0.00440	3.4	0.00129
19	0.04684	0.05902	0.08162	0.00421	3.4	0.00124
20	0.04914	0.06192	0.08563	0.00401	3.4	0.00118
21	0.05133	0.06468	0.08944	0.00381	3.4	0.00112
22	0.05343	0.06732	0.09309	0.00366	3.4	0.00108
23	0.05538	0.06978	0.09649	0.00340	3.4	0.00100
24	0.05719	0.07206	0.09965	0.00315	3.4	0.00093
25	0.05885	0.07415	0.10254	0.00290	3.4	0.00085
26	0.06036	0.07605	0.10517	0.00263	3.4	0.00077
27	0.06170	0.07775	0.10751	0.00234	3.4	0.00069
28	0.06287	0.07922	0.10955	0.00204	3.4	0.00060
29	0.06385	0.08046	0.11126	0.00171	3.4	0.00050
30	0.06466	0.08147	0.11266	0.00140	3.4	0.00041
ABYYHY- 1998' de Maksimum Kat Dep/Kat yükseklik oranı = $0.02 / 8 = 0.00250$						

Tablo B.19 Deplasmanlar (Beton Sınıfı BS 35 Döşeme yüksekliği D50 Çevre Kirişleri 100x40)

	Zemin Sınıf.	Zemin Sınıf.	Zemin Sınıf.			
	Z1	Z2	Z3	Max Kat Dep	Kat Yük	Kat Dep/Kat yük
Kat no	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	
1	0.00078	0.00097	0.00133	0.00133	3.4	0.00039
2	0.00230	0.00289	0.00395	0.00262	3.4	0.00077
3	0.00409	0.00513	0.00704	0.00309	3.4	0.00091
4	0.00597	0.00751	0.01031	0.00328	3.4	0.00096
5	0.00793	0.00998	0.01373	0.00342	3.4	0.00101
6	0.01011	0.01274	0.01755	0.00382	3.4	0.00112
7	0.01237	0.01558	0.02150	0.00395	3.4	0.00116
8	0.01463	0.01843	0.02546	0.00395	3.4	0.00116
9	0.01688	0.02127	0.02939	0.00394	3.4	0.00116
10	0.01921	0.02420	0.03345	0.00406	3.4	0.00119
11	0.02187	0.02756	0.03809	0.00465	3.4	0.00137
12	0.02461	0.03100	0.04286	0.00477	3.4	0.00140
13	0.02731	0.03441	0.04758	0.00472	3.4	0.00139
14	0.02999	0.03779	0.05224	0.00467	3.4	0.00137
15	0.03259	0.04107	0.05678	0.00453	3.4	0.00133
16	0.03512	0.04425	0.06118	0.00440	3.4	0.00130
17	0.03757	0.04733	0.06545	0.00426	3.4	0.00125
18	0.03995	0.05034	0.06960	0.00415	3.4	0.00122
19	0.04224	0.05322	0.07358	0.00398	3.4	0.00117
20	0.04442	0.05597	0.07739	0.00381	3.4	0.00112
21	0.04650	0.05859	0.08102	0.00362	3.4	0.00107
22	0.04850	0.06112	0.08450	0.00349	3.4	0.00103
23	0.05037	0.06347	0.08776	0.00326	3.4	0.00096
24	0.05211	0.06566	0.09079	0.00304	3.4	0.00089
25	0.05372	0.06769	0.09360	0.00280	3.4	0.00082
26	0.05519	0.06954	0.09616	0.00256	3.4	0.00075
27	0.05650	0.07120	0.09845	0.00230	3.4	0.00068
28	0.05766	0.07266	0.10047	0.00202	3.4	0.00059
29	0.05865	0.07390	0.10218	0.00171	3.4	0.00050
30	0.05946	0.07492	0.10359	0.00142	3.4	0.00042
ABYYHY- 1998' de Maksimum Kat Dep/Kat yükseklik oranı = 0.02 / 8 = 0.00250						

Tablo B.20 Deplasmanlar (Beton Sınıfı BS 35 Döşeme yüksekliği D50 Çevre Kirişleri 120x40)

	Zemin Sınıf.	Zemin Sınıf.	Zemin Sınıf.			
	Z1	Z2	Z3	Max Kat Dep	Kat Yük	Kat Dep/Kat yük
Kat no	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	
1	0.00074	0.00092	0.00126	0.00126	3.4	0.00037
2	0.00213	0.00267	0.00365	0.00239	3.4	0.00070
3	0.00373	0.00468	0.00641	0.00276	3.4	0.00081
4	0.00541	0.00680	0.00932	0.00291	3.4	0.00086
5	0.00717	0.00901	0.01238	0.00306	3.4	0.00090
6	0.00917	0.01154	0.01589	0.00351	3.4	0.00103
7	0.01126	0.01418	0.01955	0.00366	3.4	0.00108
8	0.01336	0.01683	0.02323	0.00368	3.4	0.00108
9	0.01546	0.01948	0.02690	0.00367	3.4	0.00108
10	0.01764	0.02222	0.03071	0.00381	3.4	0.00112
11	0.02021	0.02546	0.03519	0.00448	3.4	0.00132
12	0.02286	0.02880	0.03982	0.00463	3.4	0.00136
13	0.02549	0.03212	0.04440	0.00459	3.4	0.00135
14	0.02810	0.03540	0.04894	0.00454	3.4	0.00134
15	0.03063	0.03859	0.05336	0.00442	3.4	0.00130
16	0.03310	0.04170	0.05765	0.00429	3.4	0.00126
17	0.03548	0.04471	0.06181	0.00416	3.4	0.00122
18	0.03781	0.04764	0.06587	0.00406	3.4	0.00119
19	0.04005	0.05046	0.06977	0.00390	3.4	0.00115
20	0.04220	0.05316	0.07351	0.00374	3.4	0.00110
21	0.04424	0.05574	0.07707	0.00356	3.4	0.00105
22	0.04621	0.05822	0.08050	0.00343	3.4	0.00101
23	0.04805	0.06054	0.08371	0.00321	3.4	0.00094
24	0.04977	0.06271	0.08671	0.00300	3.4	0.00088
25	0.05136	0.06472	0.08949	0.00278	3.4	0.00082
26	0.05282	0.06655	0.09203	0.00254	3.4	0.00075
27	0.05414	0.06821	0.09433	0.00229	3.4	0.00067
28	0.05530	0.06968	0.09635	0.00202	3.4	0.00060
29	0.05630	0.07093	0.09808	0.00173	3.4	0.00051
30	0.05713	0.07198	0.09952	0.00144	3.4	0.00042
ABYYHY- 1998' de Maksimum Kat Dep/Kat yükseklik oranı = 0.02 / 8 = 0.00250						

ÖZGEÇMİŞ

1976 yılında Ankara’da doğdum. İlk öğrenimimi İzmit Piri Reis ilkokulunda orta ve lise öğrenimimi İzmit Derince Lisesinde 1993 yılında tamamladım. Aynı yıl İstanbul Teknik Üniversitesi İnşaat Mühendisliği bölümünü kazandım. Bir yıl hazırlık dört yıl lisans döneminden sonra 1998 yılında mezun oldum.