



T.C.

TOROS ÜNİVERSİTESİ

FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

MİMARLIK ANA BİLİM DALI

MİMARLIK TEZLİ YÜKSEK LİSANS PROGRAMI

**STRÜKTÜREL AÇIDAN YÜKSEK YAPILAR VE TÜRKİYE'DEKİ
UYGULAMALAR ÜZERİNE BİR İNCELEME**

Abdullah ALTUĞ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

EYLÜL 2019



T.C.

TOROS ÜNİVERSİTESİ

FEN BİLİMLERİ ENTİTÜSÜ

MİMARLIK ANA BİLİM DALI

MİMARLIK TEZLİ YÜKSEK LİSANS PROGRAMI

**STRÜKTÜREL AÇIDAN YÜKSEK YAPILAR VE TÜRKİYE'DEKİ
UYGULAMALAR ÜZERİNE BİR İNCELEME**

Abdullah ALTUĞ

DANIŞMAN

Prof. Dr. Erkin ERTEN

YÜKSEK LİSANS TEZİ

EYLÜL 2019

YÜKSEK LİSANS TEZİ KABUL ve ONAY SAYFASI

Abdullah ALTUĞ tarafından hazırlanan “Strüktrel Açıdan Yüksek Yapılar ve Türkiye’deki Uygulamalar Üzerine Bir İnceleme” başlıklı bu çalışma 09/09/2019 tarihinde yapılan savunma sınavı sonunda oybirliği ile başarılı bulunarak jürimiz tarafından Mimarlık Ana Bilim Dalı’nda yüksek lisans tezi olarak kabul edilmiştir.

Jüri Başkanı
Prof. Dr. Erkin ERTEN
Danışman

Jüri Üyesi
Dr.Öğr. Üyesi Ayşen Cevriye BENLİ

Jüri Üyesi
Dr.Öğr. Üyesi Mustafa YEĞİN
(Çukurova Üniversitesi)

Savunma Sınav Jürisi Tarafından Tezin İmzalı Nüshasının Teslim Tarihi : 07./10./2019

Jüri tarafından kabul edilen bu tezin Yüksek Lisans Tezi olması için gerekli şartları yerine getirdiğini onaylıyorum.

Prof. Dr. Fügen ÖZCANARSLAN
Enstitü Müdürü V.

ETİK BEYAN

Toros Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Tez Yazım Kurallarına uygun olarak hazırladığım bu çalışma da;

Sunduğum verileri, bilgileri ve dokümanları akademik ve etik kurallar çerçevesinde elde ettiğimi,

•Tüm bilgi, belge, değerlendirme ve sonuçları bilimsel etik ve ahlak kurallarına uygun olarak sunduğumu,

•Yararlandığım eserlerin tümüne uygun atıfta bulunarak kaynak gösterdiğimi,

•Kullanılan verilerde herhangi bir değişiklik yapmadığımı,

•Sunduğum çalışmanın özgün olduğunu,

bildirir, aksi bir durumda aleyhime doğabilecek tüm hak kayıplarını kabullendiğimi beyan ederim.

09/09/2019

Adı SOYADI

Abdullah ALTUĞ

İmza



STRÜKTÜREL AÇIDAN YÜKSEK YAPILAR VE TÜRKİYE'DEKİ UYGULAMALAR ÜZERİNE BİR İNCELEME

(Yüksek Lisans Tezi)

Abdullah ALTUĞ

TOROS ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
2019

ÖZET

Bu çalışmada strüktürel açıdan yüksek yapıların yapıldıkları malzemeye göre ve strüktür tipine göre analizler yapılmıştır. Dünya'daki yüksek yapı tasarımının taşıyıcı sisteminde kullanılan malzeme ve yapım yöntemleri analiz edilerek geçmişten günümüze izlenmiş olduğu gelişim ortaya konulmuştur. Türkiye'de yüksek yapı tasarımının başlangıcı ve gelişimi üzerine analizler yapılarak dünyadaki gelişim sürecinde geleceğe yönelik eğilimler karşısında öngörülerde bulunulmuştur.

Çalışmanın birinci bölümünde, problem ortaya konularak konu tanıtılmış, amaç, kapsam ve bu çalışmada izlenen yöntem açıklanmıştır.

İkinci bölümde CTBUH (Yüksek Binalar ve Kentsel Yerleşimler Konseyi) göre yüksek yapı tanımı yer almaktadır. Yüksek yapı kavramının ortaya çıkış sebepleri, tanımlanması, sınıflandırılması ve yıllara göre gelişimi ve tasarımına etki eden faktörler bu bölümde yer almaktadır.

Üçüncü bölümde yüksek yapılarda uygulanan taşıyıcı sistemler açıklanmıştır.

Dördüncü bölümde Türkiye'de yüksek yapıların ortaya çıkışı ve gelişimi yer almaktadır. Türkiye'den seçilmiş olan yüksek yapıların malzeme ve strüktür analizleri yer almaktadır.

Değerlendirme ve sonuç bölümünde ise tez aşamasında ele alınan konuların değerlendirmesi, karşılaştırması ve öneriler yer almaktadır.

Anahtar kelimeler: Çok katlı, Strüktür, Yüksek Yapı, Taşıyıcı Sistem

**STRUCTURAL HIGH STRUCTURES AND A REVIEW ON THE
IMPLEMENTATION IN FROM TURKEY**

(M. Sc. Thesis)

Abdullah ALTUĞ

**TOROS UNIVERSITY
GRADUATE SCHOOL OF NATURAL AND APPLIED
SCIENCES**

2019

ABSTRACT

In this study, structurally high structures were analyzed according to the material they are made and structure type. The materials and construction methods used in the structural system of the high structure design in the world have been analyzed and the development that has been followed from the past to the present has been revealed. Turkey in the global development process by making analysis on the startup and development of high structure design assumptions were made in the face of future trends.

In the first part of the study, subject introduced by introducing the problem, purpose, scope and the method followed in this study are explained.

In the second part, the definition of high structure according to CTBUH (Council of High-Rise Buildings and Urban Settlements). Reasons for the emergence of the concept of high structure, identification, classification and the development according to years and factors affecting design are included in the section. In the third section, structural systems applied in high structures are explained.

The fourth section is located in the emergence and development of the high structure in Turkey. There are material and structure analysis of selected from Turkey high structures. In the evaluation and conclusion section, evaluation of the topics covered in the thesis stage, comparison and recommendations are included.

Key words: Multi - storey, Structure, High Structure, Carrier System

TEŞEKKÜR

Akademik duruşu ve bilime bakışıyla örnek aldığım, saygıdeğer tez danışmanım Prof. Dr. Erkin ERTEN' e tez boyunca yaptığı katkılardan dolayı teşekkür ederim.

Çalışma süresince bilgi ve deneyimlerini esirgemeyen her konuda araştırmalarıma yardımcı olan Çukurova üniversitesi Arş. Gör. Kasım ÇELİK' e teşekkür ederim.

Her konuda sabırla bana yardımcı olan eşim Şenay Gül ALTUĞ' a ve ağabeyim Ömer ALTUĞ' a desteklerinden dolayı teşekkür ederim.



İÇİNDEKİLER

Sayfa

ÖZET	iv
ASBTRACT	v
TEŞEKKÜR.....	vi
ÇİZELGELERİN LİSTESİ.....	x
ŞEKİLLERİN LİSTESİ.....	xi
SİMGELER ve KISALTMALAR.....	xvi
GİRİŞ.....	1

BİRİNCİ BÖLÜM PROBLEMİN TANIMI

1. PROBLEMİN TANIMI	3
1.1.Çalışmanın Amacı.....	3
1.2.Çalışmanın Yöntemi	4

İKİNCİ BÖLÜM STRÜKTÜREL AÇIDAN YÜKSEK YAPILAR

2. STRÜKTÜREL AÇIDAN YÜKSEK YAPILAR	5
2.1.Yüksek Yapıların Tanımlanması	5
2.2. Strüktürel Açidan Yüksek Yapıların Ortaya Çıkış Sebepleri.....	6
2.3.Yüksek Yapıların Taşıyıcı Sistemi Oluşturan Malzemeye Göre Sınıflandırılması.....	7
2.3.1.Betonarme yüksek yapılar.....	9
2.3.2.Çelik yüksek yapılar	12
2.3.3.Kompozit (Karma) yüksek yapılar.....	15
2. 4.Yüksek Yapıların Yıllara Göre Gelişimi	16
2.5.Yüksek Yapıların Kıtalara Göre Dağılımı	33
2.6.Yüksek Yapıların Tasarımına Etki Eden Faktörler.....	36
2.6.1.Tasarıma etki eden faktörler	36

2.6.2.Yüksek binalara etkiyen yükler	36
--	----

ÜÇÜNCÜ BÖLÜM

YÜKSEK YAPILARDA UYGULANAN TAŞIYICI SİSTEMLER

3.YÜKSEK YAPILARDA UYGULANAN TAŞIYICI SİSTEMLER.....	44
3.1. Rijit Çerçeve ve Çapraz Çerçeve Sistemler.....	49
3.2 Perde Duvarlı Sistemler	52
3.3 Çekirdek ve Yatay Perdeli Sistemler	55
3.4 Tübüler Sistemler	60
3.4.1 Çerçeve tüp sistemler	62
3.4.2 Kafes tüp sistemler	65
3.4.3 İç İç tüp sistemler	67
3.4.4 Modüler (Demet) tüp sistemler	68
3.5. Diyagonal (Diagrid) Sistemler	72
3.6. Uzay Kafes Sistemler	75
3.7 Mega Çerçeve Sistemler	77

DÖRDÜNCÜ BÖLÜM

TÜRKİYE'DE YÜKSEK YAPI ÖRNEKLERİ

4. TÜRKİYE'DE YÜKSEK YAPI ÖRNEKLERİ	79
4.1.Türkiye'de Yüksek Yapıların Başlangıcı	79
4.2 Türkiye'deki Yüksek Yapı Örneklerinin Strüktürel Açından İncelenmesi	86
4.2.1 Skyland Towers	86
4.2.2. Sapphire Tower	88
4.2.3 Folkart Towers	90
4.2.4 Spine Tower	92
4.2.5 Rönesans (Allianz) Tower	94
4.2.6. Palladium Tower	96
4.2.7. Mertim Kulesi.....	98
4.2.8. İş Bankası Kuleleri.....	100

4.2.9 Levent 199 Tower	102
4.2.10. Soyak Tower (Kristalkule)	104
4.2.11. Trump Towers	106
4.2.12. Nidakule Tower	108
4.2.13. Next Level Towers.....	110

BEŞİNCİ BÖLÜM DEĞERLENDİRME VE SONUÇ

DEĞERLENDİRME VE SONUÇLAR.....	114
KAYNAKÇA.....	121
ÖZGEÇMİŞ	129

ÇİZELGELERİN LİSTESİ

Çizelge	Sayfa
Çizelge 2.1. Betonarme yapım sistemleri.....	12
Çizelge 2.2. Çelik yapım sistemleri	15
Çizelge 2.4. Dünya'nın en yüksek 100 binasının yıllara göre kıtalara dağılma oranı	34
Çizelge 2.5. 2018 Yılında yapılan en yüksek 100 binanın kıtalara göre dağılma oranı	35
Çizelge 4.1. 1965-2000 yılları arası yılında yapılan yüksek binalar	85
Çizelge 4.2. İncelenen 13 adet yüksek yapı örneklerinin yüksekliklerine göre sıralanması.....	86
Çizelge 4. 3. Skyland Kuleleri hakkında genel bilgiler.....	88
Çizelge 4.4. Sapphire hakkında genel bilgiler.....	90
Çizelge 4.5. Folkart Towers hakkında genel bilgiler	92
Çizelge 4. 6. Maslak Spine Tower hakkında genel bilgiler.....	94
Çizelge 4. 7. Rönesans Tower hakkında genel bilgiler	96
Çizelge 4. 8. Palladium Tower hakkında genel bilgiler	98
Çizelge 4. 9. Mertim Tower hakkında genel bilgiler	100
Çizelge 4. 10. İş Bankası Kuleleri hakkında genel bilgiler	102
Çizelge 4.11. Levent 199 Tower hakkında genel bilgiler	104
Çizelge 4.12. Soyak Tower hakkında genel bilgiler	106
Çizelge 4.13. Trump Towers hakkında genel bilgiler	108
Çizelge 4.14. Nidakule Levent hakkında genel bilgiler	110
Çizelge 4.15. Next Level hakkında genel bilgiler	112
Çizelge 5.1. Yüksek yapılardaki strüktür tiplerinin Dünya'daki gelişimi.....	115
Çizelge 5.2. Yüksek yapılardaki strüktür tiplerinin Türkiye'deki gelişimi.....	117
Çizelge 5. 3. İncelenen yüksek yapı örneklerinin yüksekliklerine göre sıralanması	118

ŞEKİLLERİN LİSTESİ

Şekil	Sayfa
Şekil 2.1. Home Insurance binası,Chicago	16
Şekil 2.2. Singer Tower,New York (1908)	18
Şekil 2.3. Singer Tower,New York (1908)	18
Şekil 2.4. Woolworth Tower, N.Y (1913).....	18
Şekil 2.5. Woolworth Tower, N.Y(1913).....	18
Şekil 2.6. Chrysler Tower, N.Y (1930)	19
Şekil 2.7. Chrysler Tower, N.Y(1930)	19
Şekil 2.8. Empire State Tower, N.Y (1931)	20
Şekil 2.9. Empire State Tower, N.Y(1931)	20
Şekil 2.10. Seagram Binası, New York (1958).....	21
Şekil 2.11. Dewitt-Chesnut Tower, Chicago (1965).....	22
Şekil 2.12. Dewitt-Chesnut Tower, taşıyıcı sistem modeli	22
Şekil 2.13.John Hancock Center, Chicago(1969)	23
Şekil 2.14. John Hancock Center,Chicago(1969)	22
Şekil 2.15. Word Trade Center, New York (1972)	23
Şekil 2.16. Word Trade Center kat planı.....	23
Şekil 2.17. Sears Tower (Wills Tower), Chicago (1974).....	24
Şekil 2.18. Sears Tower (Wills Tower), Chicago (1974).....	24
Şekil 2.19. Pirelli Binası, Milan (1958)	25
Şekil 2.20. Torre Velasca binası, Milan (1958)	25
Şekil 2.21. Torre Velasca binası, Milan (1958)	25
Şekil 2.22. Torre Galfa binası, Milan (1959)	26
Şekil 2.23. Vickers (Millbank) binası, Londra (1962)	26
Şekil 2.24. Mannesmann Hochhaus Binası, Düsseldorf (1958).....	27
Şekil 2.25. Montparnasse Binası, Paris (1973)	27
Şekil 2.26. Shinjuku Mitsui binası, Tokyo (1974)	28
Şekil 2.27. Shinjuku Mitsui binası, Tokyo (1974)	28
Şekil 2.28. Bank of China, Hong Kong (1988)	31
Şekil 2.29. Bank of China	29
Şekil 2.30. Petronas Tower, Kuala Lumpur Malezya (1998).....	29
Şekil 2.31. Petronas Tower, Kuala Lumpur Malezya (1998).....	29

Şekil 2.32. Petronas Tower, kat planı.....	30
Şekil 2.33. Taipei 101 Tower, Tayvan (2004)	31
Şekil 2.34. Taipei 101 Tower kat planı, Tayvan (2004).....	31
Şekil 2.35. Taipei 101 Tower detay kesit, Tayvan (2004)	31
Şekil 2.36. Burj Khalifa, Dubai (2010)	32
Şekil 2.37. Burj Khalifa, kat planı.....	32
Şekil 2.38. Ağırlık yükleri	40
Şekil 2.39. Yer çekimi yükleri.....	37
Şekil 2.40. Aerodinamik mühendisliğinde rüzgarın bileşenleri ve yapıya etki eden enine, boyuna rüzgarların şematik gösterimi	38
Şekil 2.41. Yüksek yapılarda rüzgar hızı ile ilgili çözümler	39
Şekil 2.42. Yanal yükler	40
Şekil 2.43. Kesme yükü.....	41
Şekil 2.44. Eğilme yükü	42
Şekil 2.45. Devrilme yükü.....	43
Şekil 2.46. Burulma.....	43
Şekil 3.1. Yüksek yapılar için çelik taşıyıcı sistem sınıfları (Khan 10-1969).....	45
Şekil 3.2. Yüksek yapılar için beton taşıyıcı sistem sınıfları (Khan 10-1969).....	46
Şekil 3.3. Taşıyıcı sistemlerin karşılaştırılması (Beedle ve Rice ,6).....	47
Şekil 3.4. Dış Taşıyıcı Sistemler (Ali ve Moon ,211).....	48
Şekil 3.5. İç Taşıyıcı sistemler	48
Şekil 3.6. Rijit Çerçeve sistem	50
Şekil 3.7. Rijit ve çaprazlı çerçeve sistemler.....	50
Şekil 3.8. Lake Shore Building	51
Şekil 3.9. Lake Shore Building Chicago (1951)	51
Şekil 3.10. İç çapraz çerçeveli sistem	51
Şekil 3.11. Seagram kat planı.....	52
Şekil 3.12. Seagram Binası, New York (1958).....	52
Şekil 3.13. Çeşitli perde geometrileri.....	53
Şekil 3.14. Perde duvarlı sistemler.....	53
Şekil 3.16. Kapalı perde sistemler.....	54
Şekil 3.17. Kapalı perde sistemler.....	54
Şekil 3.18. Çekirdeğin şekline göre çekirdek sistemler	55

Şekil 3.19. Çekirdeğin şekline göre çekirdek sistemler	56
Şekil 3.20. Çekirdeğin şekline göre çekirdek sistemler	56
Şekil 3.21. Çekirdeğin şekline göre çekirdek sistemler	57
Şekil 3.22. Çekirdeğin şekline göre çekirdek sistemler	57
Şekil 3.23. Yatay Perdeli Sistemin Organizasyonu.....	58
Şekil 3.24. Strüktürel diyagramlar: solda: yatay yükler altında davranış, sağda: yatay yük dağılım kesiti	58
Şekil 3.25. Marina City Towers kat planı	59
Şekil 3.26. Marina City Towers, Chicago(1964)	59
Şekil 3.27. Boş tüp sistemle oluşturulmuş yapı.....	60
Şekil 3.28. Dewitt Chesnut kat planı.....	61
Şekil 3.29. Dewitt Chesnut ,Chicago (1966).....	61
Şekil 3.30. Şematik planda çerçevesiz tüp sistem	62
Şekil 3.31. Serbest formlu plan örnekleri tüp taşıyıcı sistem şeması	63
Şekil 3.32. Serbest formlu plan örnekleri tüp taşıyıcı sistem şeması	64
Şekil 3.33. Torre Agbar kat planı	65
Şekil 3.34. Torre Agbar plan	65
Şekil 3.35. Çerçevesiz tüpün rijitleştirilmesi.....	72
Şekil 3.36. Kısmi Kafesli tübüler sistem.....	66
Şekil 3.37. John Hancock Tower kat planı.....	67
Kaynak: (S.O.M architects).....	67
Şekil 3.38. John Hancock Tower, Chicago (1969).....	67
Kaynak: (URL 37).....	67
Şekil 3.39. İç içe tüp sistem.....	68
Şekil 3.40. Çeşitli modüler tüpler.....	69
Şekil 3.41. Modüler tüp formları.....	70
Şekil 3.42. Demet Tüp şematik planı	70
Şekil 3.43. Modüler tüp sistemler (demet)	71
Şekil 3.44. Wills Tower (Sears) 50.kat planı	71
Şekil 3.45. Wills Tower, Chicago (1974).....	71
Şekil 3.46. Çapraz tüp (braced tube) ve diagrid sistem (Moon, Connor, Fernandez, 2007)72	
Şekil 3.47. Al Dar Tower kat planı	73
Şekil 3.48. Al Dar Tower, B.A.E (2010).....	73

Şekil 3.49. Al Dar Tower kesiti.....	74
Şekil 3.50. Swiss Re Building diagrid modülü bir araya gelişi.....	74
Şekil 3.51. Uzak kafesi sistemler	75
Şekil 3.52. Bank of China kat planı ve taşıyıcı sistem şeması	76
Şekil 3.53. Bank of China, Hong Kong (1990).....	77
Şekil 3.54. Mega çerçeve sistemler	78
Şekil 3.55. Shanghai Dünya Tcaret merkezi, kat planı	78
Şekil 3.56. Shanghai Dünya Tcaret Merkezi, Çin (2008)	78
Şekil 4.1. Ulus İş Hanı, Ankara (1960).....	79
Şekil 4.2. Kızılay Emek İş Hanı, Ankara (1965).....	80
Şekil 4.3. Stad Oteli, Ankara (1970)	80
Şekil 4.4. Harbiye Orduevi, İstanbul (1969-74).....	81
Şekil 4.5. Odakule İş Merkezi, İstanbul (1968-75).....	81
Şekil 4.6. Sabancı Kız Öğrenci Yurdu, Ankara (1975).....	82
Şekil 4.7. Mertim Kulesi, Mersin (1987)	83
Şekil 4.8. Sabancı Kuleleri, İstanbul (1993)	83
Şekil 4.9. İş Bankası Kuleleri, İstanbul (1993)	84
Şekil 4.12. Skyland Towers, İstanbul (2017).....	87
Şekil 4.11. Skyland Tower taşıyıcı sistem şeması.....	87
Şekil 4.10. Skyland Tower kat planı	87
Şekil 4.15. Sapphire Tower, İstanbul (2010)	89
Şekil 4.13. Sapphire Tower 44.kat planı	89
Şekil 4.14. Sapphire Tower taşıyıcı sistem şeması	89
Şekil 4.18. Folkart Towers, İzmir (2014).....	91
Şekil 4.16. Folkart Towers konut bloğu kat planı	91
Şekil 4.17. Folkart Towers taşıyıcı sistem şeması	91
Şekil 4.21. Maslak Spine Tower ,İstanbul (2014).....	93
Şekil 4.20. Spine Tower taşıyıcı sistem şeması	93
Şekil 4.19. Maslak Spine Tower, zemin kat planı.....	93
Şekil 4.24. Rönesans Tower, İstanbul (2015)	95
Şekil 4.23. Rönesans Tower Taşıyıcı Sistem Şeması.....	95
Şekil 4.22. Rönesans Tower, kat planı	95
Şekil 4.27. Palladium Tower, İstanbul (2014)	97

Şekil 4.25. Palladium Tower, kat planı	97
Şekil 4.26. Palladium Tower taşıyıcı sistem şeması	97
Şekil 4.30. Mertim Tower ,Mersin (1992)	99
Şekil 4.28. Mertim Tower, kat planı	99
Şekil 4.29. Mertim Tower taşıyıcı sistem şeması.....	99
Şekil 4.33. İş Bankası Kuleleri, İstanbul (2000)	101
Şekil 4.32. İş Bankası Kulesi 52 katlı blok taşıyıcı sistem şeması.....	101
Şekil 4.31. İş Bankası Kuleleri, 52 katlı blok kat planı.....	101
Şekil 4.35. Levent 199 Tower taşıyıcı sistem şeması.....	103
Şekil 4.34. Levent 199 Tower kat planı	103
Şekil 4.36. Levent 199 Tower, İstanbul (2014).....	103
Şekil 4.37. Soyak Tower kat planı	105
Şekil 4.39. Soyak Tower, İstanbul (2014).....	105
Şekil 4.41. Trump Tower taşıyıcı sistem şeması.....	107
Şekil 4.40. Trump Towers kat planı	107
Şekil 4.42. Trump Towers, İstanbul (2011)	107
Şekil 4.44. Nidakule taşıyıcı sistem şeması	109
Şekil 4.43. Nidakule kat planı	109
Şekil 4.45. Nidakule Tower, İstanbul (2017)	109
Şekil 4.47. Next Level taşıyıcı sistem şeması	111
Şekil 4.46. Next Level 16.kat konut planı.....	111
Şekil 4.48. Next Level, Ankara (2014)	112
Şekil 4.49. Türkiye'deki yüksek yapıların kullanım amaçlarına göre oranları.....	113
Şekil 4.50. Türkiye'deki yüksek yapıların strüktürel malzemelerine göre oranları.....	113

SİMGELER ve KISALTMALAR

Bu çalışmada kullanılmış bazı simgeler ve kısaltmalar, açıklamaları ile birlikte aşağıda sunulmuştur.

CTBUH: Council on Tall Buildings and Urban Habitat (Yüksek Binalar ve Kentsel Yerleşimler Konseyi)

S.O.M: Skidmore, Owings ve Merill

A.B.D: Amerika Birleşik Devletleri

Y.Y: Yüzyıl

B.A.E: Birleşik Arap Emirlikleri

ASCE: American Society of Civil Engineers

GİRİŞ

Strüktürel açıdan yüksek yapılar, sosyolojik, ekonomik ve teknolojik sebeplerle ortaya çıkmıştır. Endüstri devrimi ile birlikte, kentlerde nüfus artışına paralel olarak ortaya çıkan konut ihtiyacını karşılamak için dikeyde yapılaşma başlamıştır. 1871 yılında Chicago kent merkezinde çıkan büyük yangın sonrası birçok insan evsiz kalmıştır.

19. y.y başından itibaren yeni yapım teknolojisi ve yeni yapım teknikleri geliştirmek için William Le Baron Jenney, Louis Sullivan, Dankmar Adler, Daniel H. Burnham ve Martin Roche önderliğinde “Chicago Okulu” adıyla yeni bir ekol oluşturulmuş ve çelik iskelet sistem geliştirilerek ilk yüksek yapılar inşa edilmeye başlanmıştır. 1885 yılında W. Le Baron Jenney tarafından Chicago’da yapılan Home Insurance Building, CTBUH tarafından dünyanın ilk gökdeleni olarak kabul edilmiştir.

1900-1930 yılları arasında yükseklik yarışı Amerika’da Manhattan yarımadasında büyük gelişim göstermiştir. Bu dönem yapılarından olan Singer Tower (1908), Woolworth Tower (1913), Chrysler Tower (1930) binalarında tarihi öğeler kullanılarak Art Deco ve Gotik stilinin kullanıldığı görülmektedir.

Mies Van Der Rohe, 2. Dünya Savaşı sonrasında tarihi öğeler yerine, cam ve çelik kullanılarak yeni bir yüksek bina dönemi olan modernizm dönemini başlatmıştır. Seagram Binası (1958), bu dönemin öncü yapılarından biridir.

1960 yılından sonra ise yüksek yapılarda yeni biçimsel arayışlar başlamıştır. Fazlur Khan tarafından tüp sistem taşıyıcı sistem kavramını geliştirmesiyle birlikte, yüksek yapılarda yeni bir dönem başlamıştır. 1965 yılında Chicago’da inşa edilen De Witt Chesnut binası, tübüler sistem kullanılarak üretilen ilk yüksek binadır. 1972 yılında New York’ta yapılan World Trade Center ve Chicago’da yapılan Sears Tower sırası ile dönemin en yüksek binası olma özelliklerini taşımıştır.

Yüksek yapıların gelişimi Amerika dışındaki kıtalarda geç başlamıştır. Avrupa’da 2.Dünya Savaşı sonrasında 30-50 kat yüksekliğinde yapılar üretilmeye başlanmıştır.

20.y.y sonları ile 21.y.y başlangıcı ile beraber yükseklik yarışı, Uzak Doğu ülkelerine yayılmıştır. Çin, Hong Kong, Japonya, Singapur, Malezya ve Ortadoğu ülkelerine yayılmıştır.

Türkiye’de yüksek yapıların gelişimi incelendiğinde bu yapıların ilk örneklerini 1950 yılından sonra inşa edildiği görülmektedir. 1950 öncesinde konut ve kamu yapıları olarak görülen bina tipleri, bu tarihten sonra ofis ve otel binaları gibi farklı türde yapılara rastlanmaktadır. 1953-60 yılında Ankara’da yapılan 13 katlı Ulus İş hanı bu dönemin önemli eserlerindedir.1959-65 mimar Enver Tokay tarafından tasarımı yapılmış, Ankara’da yapılan 24 katlı Kızılay Emek İş Hanı Türkiye’deki ilk yüksek yapı olarak kabul edilmektedir. 2000 yılından sonra yaygınlaşan yüksek yapılar incelendiğinde otel, ofis, konut ve karma kullanımlı yapılar inşa edilmiştir. 2017 yılında İstanbul’da tamamlanan Skyland Office Tower (284 m) Türkiye’deki en yüksek yapı özelliğini taşımaktadır.

1998 yılında Cesar Peli tarafından tasarlanan Malezya’daki Petronas Kuleleri (452 m) ile birlikte “dünyanın en yüksek binası” unvanı ilk defa Amerika dışına çıkmıştır. 2010 yılında Dubai’de yapılan Burj Khalifa ise 829 metre yüksekliğiyle günümüzdeki en yüksek yapı özelliğini taşımaktadır.

BİRİNCİ BÖLÜM

PROBLEMİN TANIMI

1. PROBLEMİN TANIMI

Endüstri devrimi ile birlikte, kent merkezlerindeki nüfus artışından dolayı ortaya çıkan barınma ihtiyacını karşılamak için yapılar dikey yönde gelişmiştir. Chicago’da meydana gelen büyük yangın sonrası birçok insan evsiz kalmıştır. “Chicago Okulu” ekolü doğmuş ve yüksek yapı yapma ihtiyacına çözüm olarak çelik iskelet sistem geliştirilerek yüksek yapılar inşa edilmeye başlanmıştır.

2.Dünya Savaşı sonrası cam ve çelik kullanılarak yeni bir yüksek bina dönemi olan modernizm başlamıştır. 1960 yılı sonrasında tübüler sistemin gelişmesiyle birlikte beton ve çelik birlikte kullanılmaya başlanmıştır. 20.y.y sonlarıyla beraber gelişen teknoloji sayesinde yeni yapıım teknikleri ve strüktürel yaklaşımlarıyla daha yüksek yapılar yapılmıştır.

Bu tezde problem olarak ele alınan konu, yüksek yapılarda uygulanan taşıyıcı sistem tiplerinin ortaya çıkışını ve dünyadaki gelişim evrelerini ortaya koyarak, Türkiye’deki uygulamaların seviyesinin tespit edilip problem ve çözümlerin ne olabileceği sorusuna yanıt aramaktır.

1.1.Çalışmanın Amacı

Bu çalışmanın amacı;

- Yüksek yapıların ortaya çıkmasının sebeplerini belirlemek ve taşıyıcı sistemlerin gelişim aşamalarını tespit etmek,
- Yüksek yapılarda uygulanan strüktür tiplerini belirlemek,
- Dünyadaki yüksek yapılarda uygulanan strüktür sistemlerin gelişme aşamalarını tespit etmek,
- Türkiye’deki yüksek yapılarda uygulanan strüktür sistem analizlerini yapmak ve tasarım sürecine veri oluşturmaktır.

1.2.Çalışmanın Yöntemi

Çalışmanın ilk aşamasında konu ile ilgili geniş bir literatür araştırması yapılarak Dünyadaki ve Türkiye'deki yüksek yapılar, strüktürel açıdan araştırılmıştır. Yüksek yapıların tarihsel geçmişi ve gelişen teknolojiyle birlikte ortaya konulan taşıyıcı sistemler hakkında bilgiler toplanmıştır. Fotoğraflar, belgeler, ilgili linkler, kitaplar ve kaynaklar taranarak materyal olarak kullanılmıştır.

Türkiye'de yüksek yapı uygulamalarında uygulanan taşıyıcı sistemler incelenmiştir. Elde edilen veriler değerlendirilerek yüksek yapı tasarımcıları için veri oluşturulması amaçlanmaktadır.



İKİNCİ BÖLÜM

STRÜKTÜREL AÇIDAN YÜKSEK YAPILAR

2. STRÜKTÜREL AÇIDAN YÜKSEK YAPILAR

2.1.Yüksek Yapıların Tanımlanması

İzmir Büyükşehir Belediyesi yüksek yapıların yönetmeliğinde, yüksek yapıları şöyle tanımlamaktadır: Yüksek yapılar, genel olarak yakın ve uzak çevresini, fiziksel çevre, kent dokusu ve her türlü kentsel yapı yönünden etkileyen bir yapı (bina) türüdür. Son kat tavan döşeme kotu 30.80 m'yi ve/veya bodrum kat dâhil olmak üzere toplam adedi 13'ü aşan (13. Kat hariç) yapılar, yüksek yapı olarak kabul edilir.

3 Temmuz 2017 tarihli 30113 sayılı resmi gazetede yayınlanan ve 01.10.2017'de yürürlüğe girecek Planlı Alanlar İmar Yönetmeliğinde bina yüksekliği 21.5 metreden veya yapı yüksekliği 30.5 metreden fazla olan binalar “yüksek bina”, bina yüksekliği 21.5 metreden veya yapı yüksekliği 60.5 metreden fazla olan binalar “çok yüksek bina” olarak tanımlanmıştır. Bu tanımlamada yapı yüksekliği bodrum katlar, asma katlar, çatı piyesleri ve normal katların yükseklikleri toplamı olarak hesaplanmaktadır.

Prof. Doğan Kuban'ın tanımına göre ise “Gökdelen, sanayi toplumlarının yarattığı ya da benimsediği bir simge yapıdır.”

Bir yapının “yüksek” olarak tanımlanması için kabul edilmiş sınırlar ülkeler arası farklılıklar göstermektedir; Örneğin, Alman standartları en yüksek noktası 22 m. 'yi aşan yapıları “yüksek yapı” olarak tanımlarken, Amerika'da bu sınır 12 kat olarak kabul edilmiştir.(Aytıs, 1989,s.16)

Türkiye Bina Deprem Yönetmeliği (Taslak 2017) depremselliği yüksek bölgelerde bina özelliklerine de bağlı olarak 70 m' den daha yüksek binaları yüksek bina olarak kabul etmekte ve bu binalara daha ayrıntılı tasarım kuralları öngörmektedir.

Amerikan Yönetmeliği ASCE sık karşılaşılan yapı sistemleri için yaklaşık 50 m' yi yüksek bina sınırı kabul etmektedir.

Yapı yüksekliği 25 kata kadar olan binalar için “high rise”, yüksekliği 25 katı geçen binalar için “skyscraper” olarak adlandırılır. Gökdelene ve yüksek yapı kelimeleri bazen aynı anlamda kullanılsa bile içerik olarak farklılık göstermektedir. High rise terimi 25 kata kadar olan yapılar için, skyscraper terimi ise 25 katın üzerindeki yapılar için kullanılmaktadır.

Amerika Birleşik Devletlerinde yüksek yapıların (gökdelene) en düşük yüksekliği 153 m olarak kabul edilmektedir.

CTBUH (Yüksek Binalar ve Kentsel Yaşam Alanı Konseyi-Council on Tall Buildings and Urban Habitat) kat adedi 14 ve üstü olan veya yüksekliği 50 m ve üstü olan binaların yüksek bina olarak kabul edilebileceği belirtilmektedir. CTBUH ayrıca yüksekliği 300 m’den fazla olan yapıları “süper yüksek bina” ve yüksekliği 600 m’den fazla olan yapıları ise “mega yüksek bina” olarak tanımlamaktadır.

2.2. Strüktürel Açıdan Yüksek Yapıların Ortaya Çıkış Sebepleri

Yüksek yapıların ortaya çıkışı, insanların çevreye nasıl egemen olduklarının göstergesidir. Bu düşünce ile ilk önce dinsel ve askeri işlevlerde oluşum alanı bulmuş, ilerleyen dönemlerinden günümüze kadar ise ticaret, konut, konaklama gibi işlevlerle gelmiştir.

Tarihte gücü simgeleyen anıtsal yapılar ve inancı simgeleyen yüksek yapılar yapılmıştır. Örn: Mısır piramitleri (Giza Piramidi 146m.), Ulm katedrali (161,5 m. yığma), Babil kulesi bir mabet olup 90m yüksekliğindedir. İnsanoğlu geçmişten beri yüksek yapılara büyük hayranlık duymuştur ve bu yapılara her zaman saygı duyulmuştur. Mısır’daki Giza Piramidi milattan önce 2550’li yıllarda yapımına başlanmış ve yaklaşık 20 yıllık bir sürede yapımı tamamlanmıştır. Yaklaşık 4000 yıl boyunca dünyanın en yüksek yapısı özelliğini sürdürmüştür.

Strüktürel açıdan yüksek yapıların ortaya çıkış sebepleri incelendiğinde, teknolojik ekonomik ve sosyolojik nedenlerle birçok yüksek yapının inşa edildiği görülmektedir. 1871 yılında Amerika’da o dönem elik endüstrisinin en önemli konumunda olan Chicago kent merkezinde çıkan büyük yangın sonrasında kentin bir kısmını tahrip etmiştir. Kentin

güneyinde bulunan ahşap evlerden başlayıp Michigan gölü sınırına kadar ilerleyen yangında çoğunluğu konut olmak üzere, birçok okul ve kilise binası da kül olmuştur. Anca bu yangında su, kanalizasyon ve ulaşım sistemleri fazla zarar görmediği için kent kısa zamanda yeniden yapılandırılmıştır. Chicago kent merkezindeki büyük yangın sonrası arsa fiyatlarının artmasından dolayı, yeni yapı teknolojisi ve yeni yapım tekniklerini geliştirme yolları aranmaya gidilmiştir.

Yeni yapım teknikleri ve yapı teknolojisi arayışı sonucunda, William Le Baron Jenney, Louis Sullivan, Daniel Burnham, Martin Roche ve Dankmar Adler öncülüğünde “Chicago Okulu” adıyla yeni bir ekol doğmuş ve çelik iskelet sistem geliştirilerek ilk yüksek yapılar inşa edilmeye başlanmıştır.

Yüksek yapıların ortaya çıkış sebepleri ve gelişimi incelendiğinde, teknolojinin ilerlemesiyle beraber çeliğin yapılarda taşıyıcı sistem malzemesi olarak kullanılmasıyla beraber, beton teknolojisindeki gelişmeler, asansör, havalandırma, tesisat sistemlerindeki ilerlemelerle yapım sistemlerinin gelişmesi yüksek binaları ortaya çıkarmıştır. Aynı zamanda; Kentlerdeki arazilerin fiyat artışları, ekonomik gelişmeler, büyük firma ve şirketlerin prestij amaçlı yapılar yapma isteği de dikey mimariyi tetikleyip yüksek binaların oluşmasını sağlamıştır.

Yüksek binaların bu derece hızlı gelişmesinde hızlı nüfus artışları, arsa değerlerindeki artışlar ve ekonomik etkenler de önemli rol oynamıştır. Ülkelerin, şehirlerin ve bu kentlerdeki büyük şirketlerin reklam ve prestijlerini hem yükseklik hem de yapının tasarımından başlayarak kullandıkları teknolojiyle gösterdikleri bir bina tipolojisi olan çok katlı yüksek yapılar kent silüetlerinde kendilerine yer bulmaktadır.

2.3.Yüksek Yapıların Taşıyıcı Sistemi Oluşturan Malzemeye Göre Sınıflandırılması

Tarih boyunca yapılar farklı malzemelerle ve farklı üretim teknikleriyle üretilmiştir. Taş, ahşap, kerpiç, tuğla ve demir tarih boyunca farklı şekillerde binalarda kullanılmıştır. Teknolojinin gelişmesiyle beraber bu malzemelerin de işlenmesiyle yeni yapı malzemeleri üretilmiştir.

Yüksek binaların tarih boyunca gelişimi incelediğinde, malzeme ve teknolojik olanakların gelişmesiyle beraber bu yapıların yapım oranı ve yüksekliklerinde artışlar görülmektedir.

Yüksek yapıların oluşum süreci Endüstri devrimi devamında teknolojinin ilerlemesi, buna bağlı olarak yapım sürecinde kullanılan malzemelerin yüksek yapı yapma olanağını sağlamasını kapsamaktadır. Özellikle çeliğin üretilip, çerçeve sistemlerinin kullanılması, yüksek yapı çağını başlatır. Yığma duvarlardan, iskelet sistemine geçiş, çok katlı yapılaşmaya olanak sağlamış bir süreçtir. Yangına karşı korumadaki yenilikler, asansörün ve hidroforun icadı, havalandırma sistemlerinin geliştirilmesi, tasarım yöntemlerinin teknolojiyle birlikte gelişmesi, sismik tasarımın ileri seviyelere ulaşması, beton kalitesindeki sürekli yükselişler, ilerleyen teknolojinin bir sonucu olarak gelişme gösterirler. (Aytıs, 1990).

Yüksek binaları malzemeleri ve taşıyıcı türleri ilişkileri açısından incelendiği zaman yüksek yapılar;

- Betonarme yüksek yapılar
- Çelik yüksek yapılar
- Karma (kompozit) yüksek yapılar olarak sınıflandırılırlar.

İlk yapılan yüksek binalarda çelik taşıyıcı sistemlerin kullanımı çok yaygınken, günümüzde betonarme ve kompozit sistem daha fazla ön plana çıkmaktadır. 1885 yılında tasarımını mimar William Le Baron Jenney tarafından Amerika'da tasarlanan ve tamamı çelik çerçevelerden oluşan bu 11 katlı Home Insurance Building dünyadaki ilk gökdelen olarak kabul edilmiştir.

1824 yılında Portland çimentonun bulunmasıyla beraber beton yapılar yapılmaya başlanmıştır.1903 yılında Amerika'da yapılan 16 katlı Ingalls Binası betonarme strüktür kullanılarak yapılmış ilk yüksek katlı binalardandır.

Çelik ve betonun birlikte kullanılmasıyla beraber oluşturulan karma yapılar ise 1970'lerden sonra yaygınlaşmaya başlamıştır. Kompozit yapılarda betonun rijitliği ve

yangına dayanımı, çeliğin ise yüksek mukavemetinden dolayı kullanımını yaygınlaşan bir sistem halini almıştır.

2.3.1.Betonarme yüksek yapılar

Mimarlık tarihi boyunca üretilmiş olan yapılar incelendiğinde, yapı malzemesinin, strüktür sistemleri ve yapım yöntemlerinin tasarım ve uygulama üzerindeki etkileri görülmektedir. Betonun icadı, betonarmenin strüktür olarak yapılarda kullanılmasıyla beraber mimari alanda büyük gelişmeleri de beraberinde getirmiştir.

Tarihte betonun Romalılar döneminde bağlayıcı malzeme olarak kullanıldığı bilinmektedir. Vitruvius'un M.Ö 27-20 yayımladığı "Mimarlık Üzerine On Kitap" isimli eserde, Roma mimarlığında puzolanik yapıda malzemenin su ve kireçle birleşmesinden, su altında da sertleşebilen bir çeşit bağlayıcı elde edildiği, bu karışıma da taş parçalarının ilave edilmesiyle deniz ve kara yapılarında kullanılan bir çeşit malzeme elde edildiği belirtilmektedir.

Hidrolik özellikli denilen su altında da sertleşebilen bir bağlayıcı elde etmek üzere yapılan çalışmalar sonucunda 1756 yılında İngiliz mühendis John Smeaton, Eddystone deniz fenerinin yapımı için kullandığı "Aberthaw kireci ve İtalyan Puzolanı" karışımından elde ettiği bağlayıcı ve killi kalkerli malzemelerin pişirilmesi sonucu ilk modern betonu keşfetmiştir. Fakat ürünün özellik ve kullanımına ait gelişmeler 18.yüzyıl sonlarından 19.yüzyıl ortalarına kadar devam etmiştir.1800'lü yılların başında Fransız Louis Vicat hidrolik kireç kullanımıyla ilgili önemli çalışmalar yapmıştır. Ancak "Portland çimento" olarak adlandırılan ve hidrolik bağlayıcılardan çok daha üstün özelliklere sahip olan bu bağlayıcı 1824 yılında Joseph Aspdin tarafından icat edilmiştir.

Portland çimentonun bulunmasıyla beraber, beton yapılarda kullanım alanına girmiştir. Beton kullanımıyla ilgili en önemli gelişme ise betonun demir ile birlikte kullanılmasıyla ortaya çıkan betonarmenin icadıdır.19.yüzyıl sonlarında demirin beton ile beraber taşıyıcı sistem oluşturmak için birlikte kullanılmasıyla betonarmenin başlangıcı oluşmuştur.

Fransız bahçıvan Joseph Monier çiçek saksılarında beton ve demiri bir arada kullanmış ve 1867 yılında malzemenin patentini almıştır. François Coignet ilk defa beton duvar ve döşemeyi imal ederek 1855 yılında betonarmeyi yapılarda kullanan ilk kişi olmuştur.1892 yılında François Hennebique betonarmenin teorisini yayımlayarak T kirişi keşfetmiştir. Aynı zamanda betonarmede etriye kullanımını gerçekleştiren ilk kişidir. 1899 yılında Fransa'da Hennebique tarafından ilk betonarme köprü olan Pont De Chatelleraut inşa edilmiştir.

19. ve 20.yüzyılda betonarme malzemenin yaygın kullanılmasıyla birlikte malzemenin yalnız teknik özellikleri değil, estetik özellikleri de ön plana çıkmaya başlamıştır. Brüt betonun yapı cephelerinde çıplak bırakıldığı dönemlerde farklı doku ve renk denemeleri yapılmıştır. Eugéne Freyssinet'in önerilmeli betonu keşfetmesiyle geniş açıklıklar, daha ekonomik bir şekilde geçilmiştir. Auguste Perret Paris'te 1903 yılında inşa ettiği Rue Franklin Apartmanı'nda taşıyıcı sistem malzemesi olarak ilk defa betonarmeyi bu yapıda kullanmıştır.

Türkiye'de yüksek yapıların gelişimi incelendiğinde bu yapıların ilk örneklerini 1950 yılından sonra inşa edildiği görülmektedir. 1950 öncesinde konut ve kamu yapıları olarak görülen bina tipleri, bu tarihten sonra ofis ve otel binaları gibi farklı türde yapılara rastlanmaktadır. 1953-60 yılında Ankara'da yapılan 13 katlı Ulus İş hanı bu dönemin önemli eserlerindedir.1959-65 mimar Enver Tokay tarafından tasarımı yapılmış, Ankara'da yapılan 24 katlı Kızılay Emek İş Hanı Türkiye'deki ilk yüksek yapı olarak kabul edilmektedir.

Betonarme teknolojisindeki gelişmelerle beraber kolon ve kirişlerin boyutları küçülmüştür. Betonarme iskelet, kabuk, katlanmış plak gibi sistemler betonarme sistemin gelişmesiyle beraber ortaya çıkmıştır. Bu gelişme betonarmenin yapılarda tasarımına etkisini belirlemiştir. Teknolojik gelişmelerle birlikte beton mukavemetinin artıp yüksek sınıf beton üretilmesiyle daha yüksek binaların oluşması sağlanmıştır.

Yüksek yapılarda beton kullanımlarının artması, betonun yüksek mukavemetli olarak üretilmesi ile beraber betonun yüksek kotlara taşınmasını sağlayan pompa sistemlerinin

gelişmesiyle de doğrudan alakalıdır. Günümüzde yüksek kotlara beton dökülebilen pompalar sayesinde betonarme sistem üretim açısından oldukça binalara oldukça hız kazandırmıştır.

Beton; dayanımı ve uzun vadede ortaya koyduğu performans ile yüksek yapılar için ideal bir malzeme olmuştur. Betonarme sistemin avantajları incelendiğinde;

- yangına karşı dayanıklılığı,
- betonun akışkanlığı
- kolay şekil verilebilir olması,
- maliyetinin düşük olmasıdır.

Betonarme sistemin dezavantajları incelendiğinde ise;

- kötü hava koşullarında uygulamanın sıkıntıya girmesi,
- uygulama süresi,
- uygulamanın kalıplarla sağlanması
- sistemin yük olarak çelik sisteme göre daha ağır olmasıdır.

Yüksek bina konstrüksiyonunda betonarme, çeliğe göre daha yeni bir malzeme olmasından dolayı çelikle bazı benzerlikler taşır. Betonarme formundaki esneklik taşıyıcı sistemler ve kavramların gelişmesini sağlamıştır. Betonarme taşıyıcı sistemlerle inşa edilen yüksek yapılarda artan kat yüksekliklerine göre farklı sistemler kullanılır.

Betonarme yapım sistemleri Taranath'a göre aşağıdaki çizelgedeki gibi sınıflandırılmıştır:

Çizelge 2.1. Betonarme yapım sistemleri

BETONARME TAŞIYICI SİSTEMLER													
Sistem	Kat Adedi												
	0	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	110	120
İki yönlü döşeme ve kolonlar													
Perde duvarı ve mantar döşeme													
Perde duvarı, kolon ve mantar döşeme													
İkiz perde duvarları													
Rijit Çerçeve													
Geniş açıklıklı çerçeveli tüp													
Guseli kırıklı rijit çerçeve													
Çekirdekli sistemler													
Perde duvarı ve çerçeve													
Perde duvarı ve guseli kırıklı çerçeve													
Dış tüp													
İç içe tüp													
Kafes tüp													
Modüler tüp													

Kaynak: (TARANATH, 1988.)

Yukarıda belirtilen betonarme sistemlerin uygulanmasında kullanılan kalıp sistemlerini is şu şekilde sıralayabiliriz:

- Takılır sökülür sistemler
- Kayar kalıplar
- Tırmanır kalıplar
- Tünel kalıplar

2.3.2.Çelik yüksek yapılar

18.yy'da dökme demirinin bulunması, daha sonra Endüstri Devrimi ile birlikte önce demir, sonra çelik çerçeve sistemlerinin kullanılmasını sağlamış, bu sistemler sonraları

daha da geniş ve yüksek açıklıklarda kullanılmaya başlanmıştır. Çok hafif ve tahta ile kaplanmış ilk iskelet ise 1833 yılında George W. Snow tarafından Chicago’da uygulanmıştır. 1885’de William Le Baron Jenney Chicago’da Home Insurance Building’i yapmış, bu binada tümüyle çelik çerçeve kullanmıştır. (Ayıs, 1990)

Demir ve daha sonra çelik çerçeve, yapıda yükselmeye ve daha büyük açıklıklara olanak sağlamış ve bunun sonucunda hafif iskelet sistemler kullanılmaya başlanmıştır. Çelik iskeletin gelişmesi 100 yıldan fazla bir süre almıştır. Bu sadece yapı malzemesi olarak demirin tanınması açısından değil, üretim yöntemlerinin de geliştirilmesi ile ilgili idi. [Özgen, 1989-b].

19.yüzyılın başından itibaren ise Amerika’da özellikle çelik endüstrisinin merkezi konumunda olan Chicago’da birçok yüksek bina yapılmıştır. Yeni yapım teknolojisi ve yapım tekniklerini geliştirmek için William Le Baron Jenney, Louis Sullivan, Dankmar Adler, Daniel H.Burnham ve Martin Roche önderliğinde “Chicago Okulu” adıyla yeni bir ekol oluşmuş ve çelik iskelet sistem geliştirilerek ilk yüksek yapılar inşa edilmiştir.

Çelik, yapı malzemelerinde hafifliğine oranla yüksek mukavemetli olması, planlama açısından sağladığı avantajlar, üretim kolaylığı, taşıma ekonomisi gibi sebeplerden dolayı yüksek yapılar için çok yaygın kullanılan bir taşıyıcı sistem malzemesidir.

Yüksek yapı tasarımında çeliğin kullanılması tasarım ve strüktür açısından tasarımcıya esneklik sağlar. Çeliğin kullanılmasıyla geniş açıklıkların geçilmesi, iç kolon sayılarının az sayıda ve küçük kesitli olması çelikle uygulanan sistemlerin sağladığı olanaklardır.

Çelik malzemelerin sünek yapısından dolayı deprem yüklerine karşı betonarme sistemlere göre daha güvenlidir. Süneklik, yükler karşısında malzemenin esneyip şekil değiştirmesidir. Bununla beraber çelik taşıyıcı özelliğini de kaybetmez. Elastik modülü yüksektir ve eğilme rijitliklerinin fazla olduğu alanlarda olumlu sonuçlar verir.

Çelik yapıların imalatları fabrika veya atölyelerde yapılır ve şantiyelerde montajları yapılır. Bu yüzden kötü hava şartlarından etkilenmez ve yapı üretim süresi uzamaz. Çelik

yapılar sökülüp başka bir alana taşınabilir, sisteme ek olarak takviye ve değişiklikler planlama dahilinde kolayca yapılabilir.

Çeliğin avantajlarının yanı sıra bazı dezavantajları da vardır. Yanıcı bir malzemedir ve ısı arttıkça mukavemetinde ciddi oranda kayıplar verir. Çelik ses ve ısı iletimi konusunda iyi bir ileticidir. Bundan dolayı yangına karşı dayanım noktasında betonarme sisteme göre daha başarısız bir sistemdir ve yalıtım konusunda da ciddi sorunlar yaşanabilmektedir.

Çelik taşıyıcı sistemlerde taşıyıcı elemanları nem ve yangından korumak için profilleri etkili yalıtım yollarıyla korumak gerekir. Taşıyıcı sistemleri yangından korumak için levha ile kaplama, beton ile kaplama, sprej ile kaplama gibi yöntemlerle yangın kesici malzemelerle kaplayarak yangından korunum sağlanabilir. Çelik taşıyıcı sistemleri su ve nemden korumak için ise en etkili yolların başında antipas kapatma gelir.

Yüksek katlı çelik karkas yapılar çerçeve sistemler, çerçeve-perdeli sistemler, çekirdekli sistemler, tübüler sistemler ile inşa edilebilirler. Çelik elemanlarla üretilen yatay kafes kirişli sistemler, mega çerçeveler ve diyagonal çaprazlı çerçevelerin geliştirilmesiyle strüktürel açıdan daha etkin ve daha yüksek binaların üretilmesinin önü açılmıştır. Sonraki bölümlerde bu sistemler ele alınarak özellikleri tanıtılacak ve çalışma şekilleri hakkında bilgiler verilecektir.

Çelik yapı sistemleri Taranath'a göre aşağıdaki gibi sınıflandırılmıştır:

Çizelge 2.2.Çelik yapım sistemleri

ÇELİK TAŞIYICI SİSTEMLER	
Sistem	Kat Adedi
	0 10 20 30 40 50 60 70 80 90 100 110 120
Yari-rijit bağlantılı çerçeveler	10
Rijit çerçeveler	30
Çaprazlı çerçeveler	45
Şaşırtmalı kafesli çerçeveler	45
Dış merkezli çaprazlı çerçeveler	50
Büyük ölçekte çaprazlı rijit çerçeveler	55
Yatay kafes kirişli ve kuşaklı sistemler	60
Çerçevesiz tüp sistemler	90
Kafesli tüp sistemler	110
Demet tüp sistemler	120

Kaynak:(TARANATH, 1997)

2.3.3.Kompozit (Karma) yüksek yapılar

Beton ve çelik malzemenin bir arada kullanıldığı yüksek yapılar, kompozit (karma) yüksek yapılardır. Yüksek binalarda beton ve çeliğin uygun şekillerde birleştirilmesiyle ve her iki sistemin de eksikliklerinin giderilmesiyle, yeni bir taşıyıcı malzeme oluşturulur. Oluşturulan bu sistemde betonun aksenal yükleri taşıması, çeliğin ise hem yüksek dayanımı hem de yatay yüklere karşı ortaya koyduğu yüksek mukavemetin birleşimiyle yüksek dayanımlı strüktürler haline gelirler.

Yapı sistemlerinde her iki malzemeden oluşan sistem elemanlarının kullanılmasının ve karma sistemler oluşturulmasının yanında, bir de, her iki malzemeyi de kullanarak bir sistem elemanı yolu ile yapılan uygulamalar vardır. Bu uygulamalarda yatay veya düşey taşıyıcı sistem elemanlarından biri veya birkaçı, betonarme ve çelik malzemelerin birlikte kullanılması sonucu üretilmekte ve yapı sistemine katılmaktadır. Bu yöntemle oluşturulan sistem elemanları kompozit eleman olarak isimlendirilir.(TARANATH, 1988, s. 141).

1969 yılına kadar birbirinden bağımsız olarak evrimleşen betonarme ve çelik taşıyıcı sistemler, yine aynı yıl, Dr. Fazlur Khan tarafından tasarlanan ve taşıyıcı sistem olarak

betonarme destekli çelik iskelet olarak tanımlanan 20 katlı kompozit bir binada bir araya getirilmiştir. (Taranath, 1998).

Kompozit taşıyıcı sistemler oluşturulurken birçok yöntem kullanılabilir. Bu yöntemlerden en sık kullanılan yöntem, betonarme çerçeve sistemlere, çelik çerçeve sistemlerin geçirilmesidir. Bu sistem sayesinde servis ve çekirdek düzenlemelerinde betonarme sistemden yararlanılırken, diğer kullanım alanlarında ise yapım hızı yüksek olan çelik kullanılır.

2. 4.Yüksek Yapıların Yıllara Göre Gelişimi

Yüksek yapıların doğuşu ve yıllara göre gelişimi, Chicago başta olmak üzere Amerika Birleşik Devletleri'ni incelemek gerekir. Kent merkezlerine doğru yoğun göçlerin yaşanması, çeliğin endüstriyel bir şekilde üretilmesi, betonarme yapım sisteminin gelişmesi ve Chicago'daki büyük yangın sonrasında yeni yapım teknolojilerinin geliştirilmesiyle birlikte o dönem çelik endüstrisinin merkezi durumunda olan kentte, 1885 yılında William Le Baron Jenney tarafından yapılan "Home Insurance" Binası, "Council on Tall Buildings and Urban Habitat" tarafından dünyanın ilk yüksek binası olarak tescillenmiştir.(şekil 2.1)



Şekil 2.1. Home Insurance Binası,Chicago

Kaynak: (URL,2).

Home Insurance Binasının strüktür sisteminde döşemelerde çelik profillerin ızgara şeklinde kullanılmasıyla çelik çerçeveler oluşturulmuştur. Bu çelik çerçevelerin cephelerde oluşturduğu boşluklar sayesinde geniş pencereler uygulanmıştır. Home Insurance binasında asansör sistemi de kullanılmıştır. 1885 sonrası asansör sistemlerinin gelişmesiyle beraber yüksek yapıların gelişimi de hızlanmıştır.

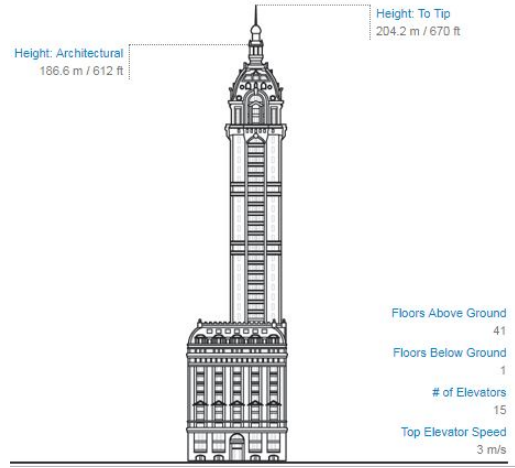
Chicago Okulu'nun öncüleri olan William Le Baron Jenney, Louis Sullivan, Daniel Burnham, Martin Roche ve Dankmar Adler ile birlikte strüktürel açıdan yüksek yapıların yapım teknikleri ve gelişim evresi başlamıştır. Bu dönemde Chicago yeniden inşa edilmiştir.

Chicago Okulu'nun hakim olduğu ve yüksek yapıların doğduğu bu ilk dönemde, şekil 2.1'de görüldüğü gibi süslemeli bir cephe yapısına sahiptir. Bu dönemdeki kütle biçimlenme şekli dünya mimarlığında geçmiş dönem mimarlık üsluplarını yeniden canlandırılması anlayışı şeklindedir.

1900'lü yılların başından itibaren Louis Sullivan ise geçmiş dönem mimari üsluplarındaki bezeme ve süslemeler yerine yüksek katlı binaları farklı bir mimari üslup ile ifade etmiştir. Sullivan, yüksek yapıları binanın giriş bölümünü oluşturan taban bölümü, yüksekliği ifade eden gövde ve bitişi simgeleyen bir başlık şeklinde üç ana bölümde ele almıştır. Sullivan'ın yüksek yapı tasarımı oluşturduğu bu yaklaşım, 20.yy'ın ilk çeyreğinde yapılan yüksek binaların birçoğunda etkisini göstermiştir.

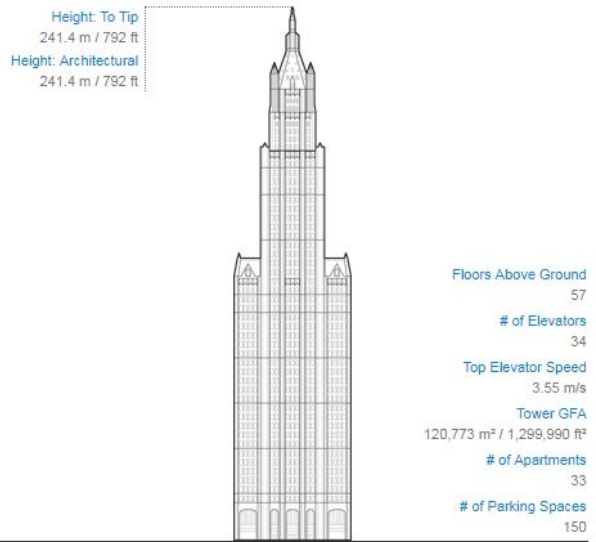
1893'te bir yasa gereğince bir süreliğine Chicago'da 40 metre'den yüksek binaların yapımı geçici olarak durdurulmuştur. Bu durumda Chicago yüksek yapı konusundaki liderliğini New York'a teslim etmek durumunda kalmıştır (Eisele, 2003).

1900-1930 yılları arasında Amerika'da yükseklik yarışı New York kentinin Manhattan yarımadasında büyük gelişim göstermiştir. 1908 yılında Singer Manufacturing Company'nin merkezi olarak mimar Ernest Flagg tarafından tasarlanan 187 metre yüksekliğindeki Singer Tower (şekil 2.2) ve 1913 yılında tasarımı mimar Cass Gilbert tarafından yapılan 227 metre yüksekliğindeki Woolworth Tower (şekil 2.4) bu dönemin önemli yapılarındandır.



Şekil 2.2. Singer Tower, New York (1908)
Kaynak: (URL3).

Şekil 2.3. Singer Tower, New York (1908)



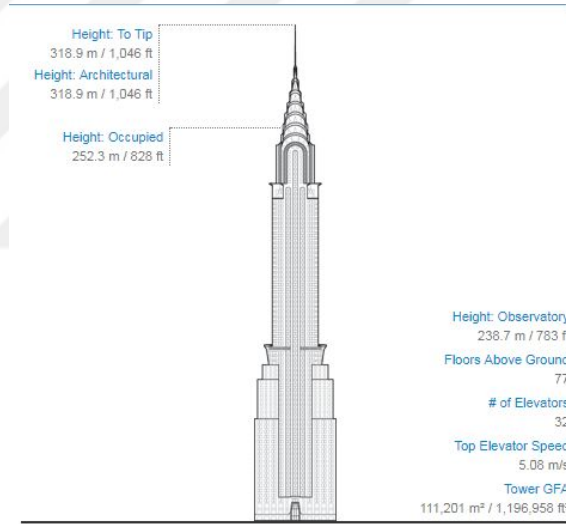
Şekil 2.4. Woolworth Tower, N.Y (1913)
Kaynak: (URL,4).

Şekil 2.5. Woolworth Tower, N.Y(1913)

1. Dünya Savaşı yıllarında ve sonrasındaki ekonomik kriz sebebiyle yüksek yapıların inşa edilme sürecinde durgunluk yaşanmıştır. 1928-1930 yılları arasında New York'ta mimar William Van Allen tarafından yapılmış olan ve rijit çelik çerçevelerden oluşan 77 katlı, 319 metre yüksekliğindeki Chrysler Binası, (şekil 2.6) bu tarihe kadar inşa edilmiş en yüksek yapıdır.

1931 yılında ise 102 katlı, 381 metre yüksekliğindeki Empire State Binasının (şekil 2.8) yapılmasıyla, en yüksek yapı ünvanını eline geçirmiştir. Çelik taşıyıcı sisteminin montajı 6 ayda biten binanın yapımı yalnızca 18 ay sürmüştür. 1930 yılı Temmuz ayında 22 günde 22 kat çıkmıştır. Dünyanın en yüksek binası ünvanını uzun süre koruyan Empire State, New York Dünya Ticaret Merkezi ikiz kulelerinin 11 Eylül 2001 saldırıları sonucu çökmesinden sonra bugün yine New York'un en yüksek binasıdır (Eşşiz, 2006).

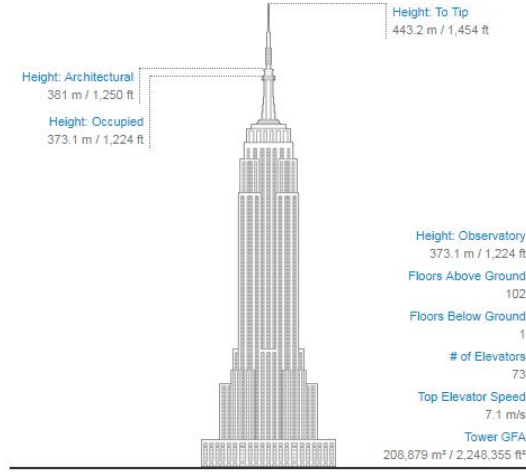
Bu döneme kadar yapılmış olan önemli yüksek yapı örnekleri incelendiğinde, Singer Tower, Woolworth Tower, Chrysler Tower ve Empire State Tower gibi bu dönemin öncü yapılarında geleneksel yapılar ve tarihi öğelerin bir arada kullanıldığı, yapının üst kısmındaki bitiş kulesi ve pencerelerdeki süslemelerden Gotik ve Art Deco stiline etkileri görülmektedir. 1880-1900 arasındaki dönem ve 1930 yılına kadar olan süreçte kütle biçimlenmeleri açısından arayışlar yapılmıştır.



Şekil 2.6. Chrysler Tower, N.Y (1930)

Şekil 2.7. Chrysler Tower, N.Y(1930)

Kaynak: (URL 5)



Şekil 2.8. Empire State Tower, N.Y (1931) **Şekil 2.9.** Empire State Tower, N.Y(1931)

Kaynak: (URL 6).

1930-1960 yılları arasında yüksek yapı yarışı Önceki dönemlerde olduğu gibi yine New York ve Chicago'da devam etmiştir. Bu dönemde yapılan büro binalarındaki değişen fonksiyonlar ve yeni mekan kullanım düzenlerinin gelişmesi ile birlikte geniş mekanlara ihtiyaç duyulmuş ve bunun sonucunda geniş açıklıkların geçilmesine imkan tanıyan strüktür malzemeleri gelişmiştir.

Mies Van Der Rohe, 2. Dünya Savaşı sonrasında yeni bir yüksek bina dönemi başlatmıştır. Luis Sullivan tarafından ortaya konulan formül yerine, yeni bir yüksek bina dönemi başlatmıştır. Bu dönemde terk edilen taban, gövde, başlık formu yerine zeminden çatıya kadar aynı şekilde devam eden aynı geometrik forma sahip, cam ve çelikten oluşan prizma biçimleri kullanılmıştır. 1958 yılında, Rohe tarafından tasarlanan Seagram binası, (şekil 2.10) bu dönemin en önemli yapılarındandır.



Şekil 2.10. Seagram binası, New York (1958)

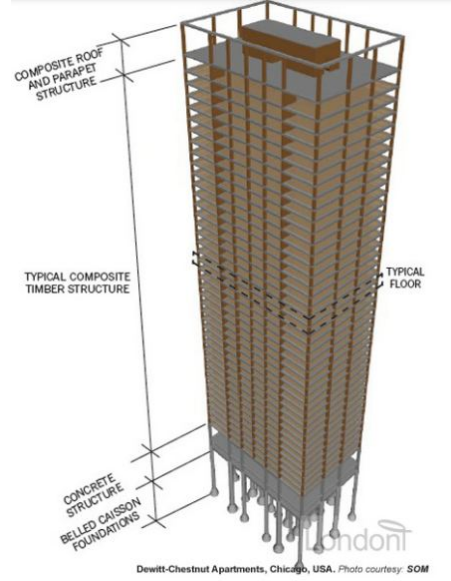
Kaynak: (URL7).

Seagram Binası, Mies Van Der Rohe'nin ortaya koymuş olduğu yeni tasarım modelinin ilk örneğini oluşturmaktadır. 38 katlı bina, zeminden yukarıya kadar bir bütün halinde devam eden bir gökdeldir. Bina çelik çerçevelerden oluşmuştur. Dış duvarlar yerine bina iskeletini hafiflettiği için cam kullanımı yeni strüktür prensiplerini daha net bir şekilde ortaya koymuştur. Çelik çerçevenin yalın ifadesi, cam cephenin arkasında ifade edilmektedir.

1960-1975 yılları arasında yeni biçimsel arayışlar başlamıştır. Fazlur Khan tarafından tübüler sistem kavramının geliştirilmesiyle birlikte, yüksek yapı kavramında yeni bir dönemi başlamıştır. 1965 yılında Fazlur Rahman Khan tarafından Chicago'da tasarlanan 43 katlı De Witt Chesnut binası (şekil 2.11), tübüler sistemlerle üretilmiş ilk binadır. Yeni gelişen teknoloji, yapı malzemeleri ve onların etkileri ile 1968 yılında Chicago'da yapılan John Hancock binası (şekil 2.13) (456 m), 1972 yılında New York'ta yapılan World Trade Center binası (şekil 2.15) (526 m) ve 1974 yılında Chicago'da yapılan Sears Towers (şekil 2.17) (527 m) sırası ile döneminin en yüksek yapı özelliğini taşımıştır.



Şekil 2.11. Dewitt-Chesnut Tower, Chicago (1965)
Kaynak: (URL 8).

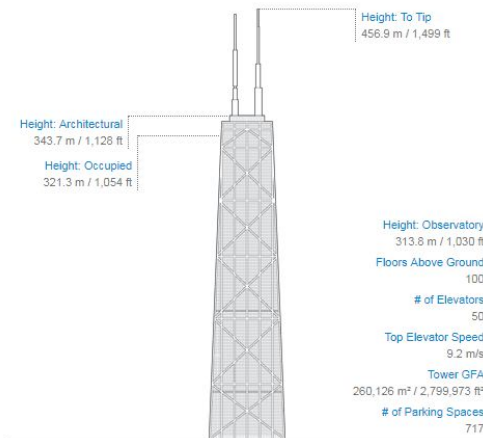


Şekil 2.12. Dewitt-Chesnut Tower, taşıyıcı sistem modeli
Kaynak: (URL 9).

Dewitt-Chesnut Tower'de (şekil 2.12) binanın etrafını sarmalayan bu çerçeve tüp sistem, yatay yüklere karşı dayanımı sağlar. Bu taşıyıcı sistem modelinin özelliği ise birbirlerine derin ve çevre kirişlerle bağlanan sık aralıklı cephe kolonlarıdır. Betonarme ve çelik yapılarda kullanılabilen bu tüp sistemlerin gelişmesiyle, bu dönemden sonra yapılan binalar için daha yüksek yapıların yapılmasının önü açılmıştır.



Şekil 2.13. John Hancock Center, Chicago (1969)



Şekil 2.14. John Hancock Center, Chicago (1969)

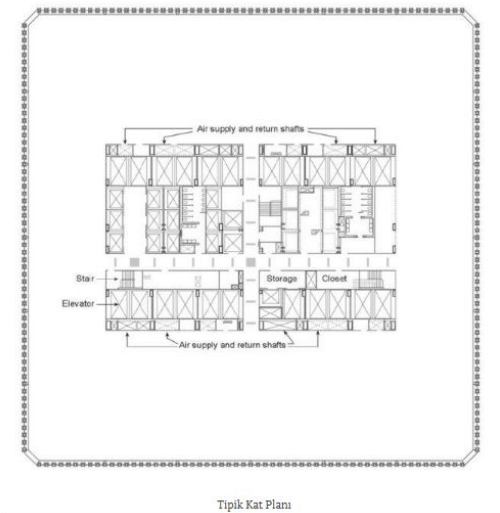
John Hancock Center, kafes tüp taşıyıcı sistem kullanılarak, Fazlur Khan tarafından tasarlanmıştır. Çerçeve tütün dış yüzeyine eklenen diyagonal destek elemanları ile kafes tüp sistem elde edilmiştir. Bu diyagonallerin eklenmesiyle yanal yüklere karşı dayanım artırılmış ve daha geniş açıklıklı kolon aralıklarına olanak sağlamaktadır.



Şekil 2.15. Word Trade Center, New York (1972)

Kaynak: (URL 11).

Word Trade Center mimar Minoru Yamasaki tarafından tasarlanmıştır. 110 katlı bina, yapıldığı dönemin en yüksek yapısıdır. Çerçeve tüp sistemin kullanıldığı ve çelik taşıyıcı sisteme sahip olan bu yapının her bir cephesinde 59 adet kolon bulunmaktadır. (şekil 2.16) Kuleler, köşeleri yumuşatılmış 63x63 metrelik bir kare şeklinde tasarlanmış ve yapının merkezinde çekirdek bulunmaktadır.



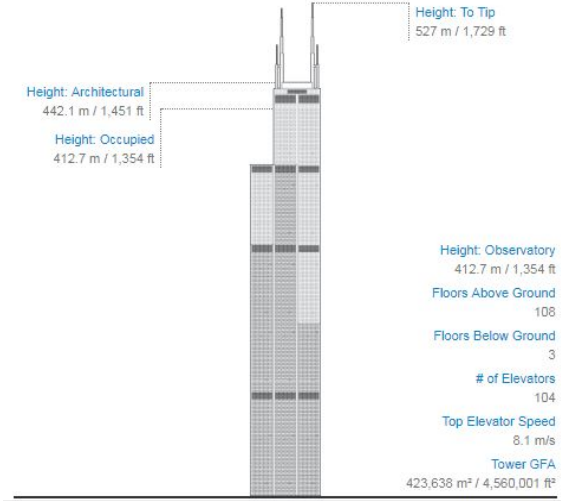
Şekil 2.16. Word Trade Center kat planı

Kaynak: (URL 12).



Şekil 2.17. Sears Tower (Wills Tower), Chicago (1974)

Kaynak: (URL 13).



Şekil 2.18. Sears Tower (Wills Tower), Chicago (1974)

Kaynak: (URL 14).

Şekil (2.17) ve şekil (2.18)'de gösterilen Sears Tower'da, strüktür malzemesi olarak çelik kullanılmış olup, demet tüp taşıyıcı sistem kullanılarak yapılmıştır. 1974 yılında tamamlanmış olan bu binada her biri, birbirlerine çerçevesel tüplerle bağlanan 9 adet çerçevesel tüpten oluşmaktadır. Yeni adıyla Willis Tower olan bu binada mimari ve statik proje tasarımı, Fazlur Rahman Khan'ın da katıldığı SOM (Skidmore, Owings ve Merrill) tarafından yapılmıştır. 103 kattan oluşan yapı, 442 metre olup, anten yüksekliğiyle beraber 527 metre yüksekliğindedir.

Başlangıcından itibaren Amerika'da gelişen yüksek yapıların oluşumu, Amerika dışındaki kıtalarda geç başlamış ve gelişimi yavaş olmuştur. İkinci Dünya Savaşı sonrasında özellikle 1960'lı yılların sonrasında Avrupa'da 30-50 kat yüksekliğinde yapılar görülmeye başlanmıştır. Avrupa kıtasındaki ilk örnekler İtalya'da 1958 yılında tamamlanan, Gio Ponti tarafından tasarlanmış olan 33 katlı, 127 metre yüksekliğindeki betonarme Pirelli Binası (şekil 2.19), 1958 yılında stüdyo BBPR tarafından tasarlanmış olan 106 metre yüksekliğindeki betonarme Torre Velasca (şekil 2.20), ve 1959 yılında tamamlanan Melchiorre Bega tarafından tasarlanmış olan 31 katlı betonarme Torre Galfa (şekil 2.22), binalarıdır.



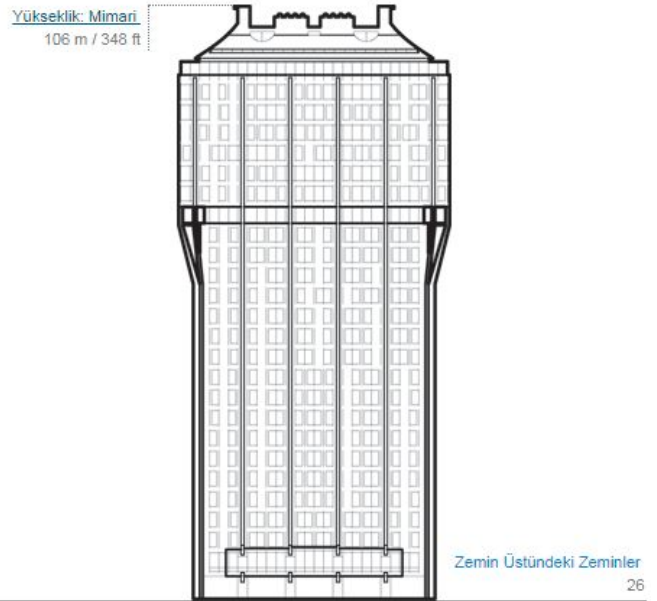
Şekil 2.19. Pirelli Binası, Milan (1958)

Kaynak: (URL 15).



Şekil 2.20. Torre Velasca binası, Milan (1958)

Kaynak: (URL 16).



Şekil 2.21. Torre Velasca binası,

Milan (1958)

Kaynak: (URL 17).



Şekil 2.22. Torre Galfa binası, Milan (1959)

Kaynak: (URL 18).

İngiltere’de 1962 yılında tamamlanan, mimar Ronald Ward tarafından tasarlanmış olan Vickers Binası (şekil 2.23), Almanya’da 1958 yılında tamamlanan, mimar Paul Schneider tarafından tasarlanmış olan Mannesmann Hochhaus Binası (şekil 2.24) ve Fransa’da 1973 yılında tamamlanan, mimar A. Epstein tarafından tasarlanmış olan Montparnasse Binası (şekil 2.25), Avrupa kıtasındaki ilk örneklerdendir.



Şekil 2.23. Vickers (Millbank) binası, Londra (1962)

Kaynak: (URL 19).



Şekil 2.24. Mannesmann Hochhaus binası, Düsseldorf (1958)

Kaynak: (URL 20).



Şekil 2.25. Montparnasse binası, Paris (1973)

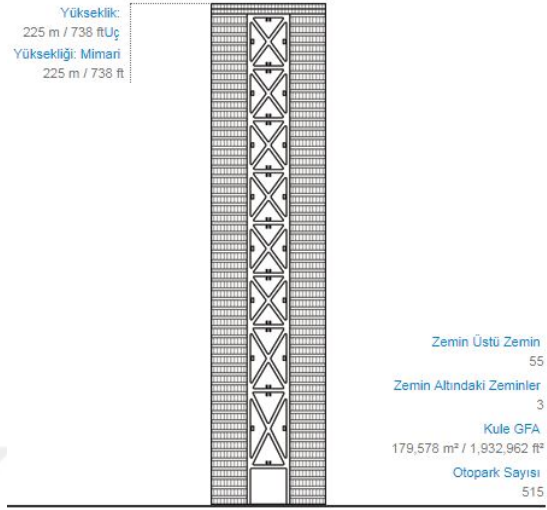
Kaynak: (URL 21).

20.yy.'ın sonları ile 21.yy.'ın başlangıcı ile beraber yükseklik yarışı, bu yapıların çıkış noktası olan Amerika dışında Uzak Doğu ülkelerinde Çin, Hong Kong, Japonya, Singapur, Malezya başta olmak üzere ve Orta Doğu ülkelerinde hızla yayılmıştır.

1968 yılında Tokyo’da yapılan Shinjuku Mitsu Binası (şekil 2.26), 1988 yılında Hong Kong’da I.M. Pei tarafından tasarlanan Bank of China binası (şekil 2.28), Uzak Doğu’daki ilk örneklerdendir.



Şekil 2.26. Shinjuku Mitsui Binası,
Tokyo (1974)
Kaynak: (URL 22).



Şekil 2.27. Shinjuku Mitsui
Binası, Tokyo (1974)
Kaynak: (URL 23).

Shinjuku Mitsui Binası (şekil 2.26) mimar Nihon Sekkei tarafından 1972 yılında Tokyo’da tasarlanmıştır. Taşıyıcı sistemi çelikten oluşan bina, 1974 yılında tamamlanmıştır. Çerçeve tüp sistemin dış yüzeyine birden fazla kat yüksekliğinde diyagonal eklenmesiyle oluşturulan kafes tüp sistem ile taşıyıcı sistemi çözülmüştür.

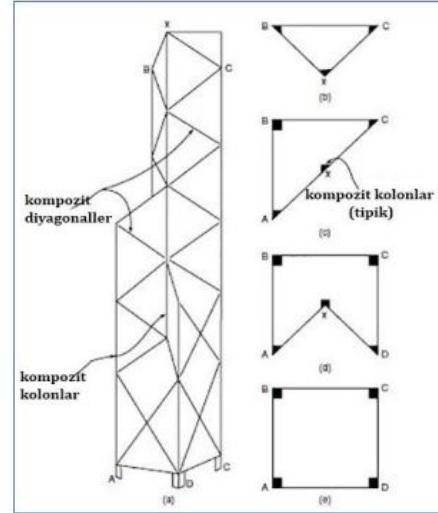
Bank of China Binası (şekil 2.28) mimar I.M. Pei tarafından Hong Kong’da tasarlanmıştır. Taşıyıcı sistemi beton ve çelik malzeme kullanılarak kompozit sistem olarak üretilmiştir.

Binanın taşıyıcı sistemini oluşturan uzay kafes, büyük yatay yüklere karşı dayanım sağlarken, binaya etkiyen yerçekimi yüklerini de taşımaktadır. Yatay ve düşey yükler binanın dört köşesindeki kolonlara, oradan da zemine aktarılmaktadır. Böylece giriş katında 52 metrelik açıklık elde edilebilmiştir (Sev, 2001; Ali and Armstrong, 1995).



Şekil 2.28. Bank of China, Hong Kong (1988)

Kaynak: (URL 24).



Şekil 2.29. Bank of China

Kaynak: (Taranath, 2005)

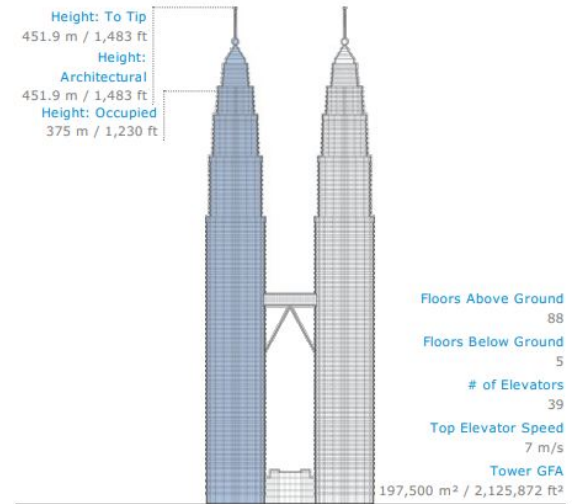
Amerika’da başlayan “yükseklik yarışı” ve “dünyanın en yüksek binası” unvanı ilk kez 1998 yılında Cesar Peli tarafından tasarlanan Malezya Kuala Lumpur’daki 452 metre yüksekliğindeki Petronas Kuleleri (şekil 2.30) ile Amerika dışına çıkmıştır. Unvanı sonrasında ise Tayvan Tapei’de yapılan 509 metre yüksekliğindeki Taipei 101 (şekil 2.33) binası almıştır. 2010 yılında S.O.M tarafından Dubai’de tasarlanan 829 metre yüksekliğindeki Burj Khalifa (şekil 2.36) yüksekliği ile dünyanın en yüksek yapısı olma özelliğini de taşımaktadır.



Şekil 2.30. Petronas Tower, Kuala Lumpur

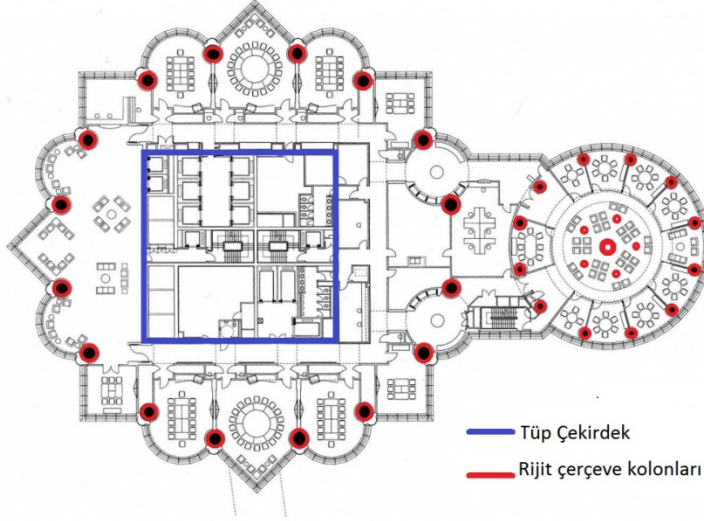
Malezya (1998)

Kaynak: (URL 25).



Şekil 2.31. Petronas Tower,
Kuala Lumpur Malezya (1998)

Kaynak: (URL 26).



Şekil 2.32. Petronas Tower, kat planı

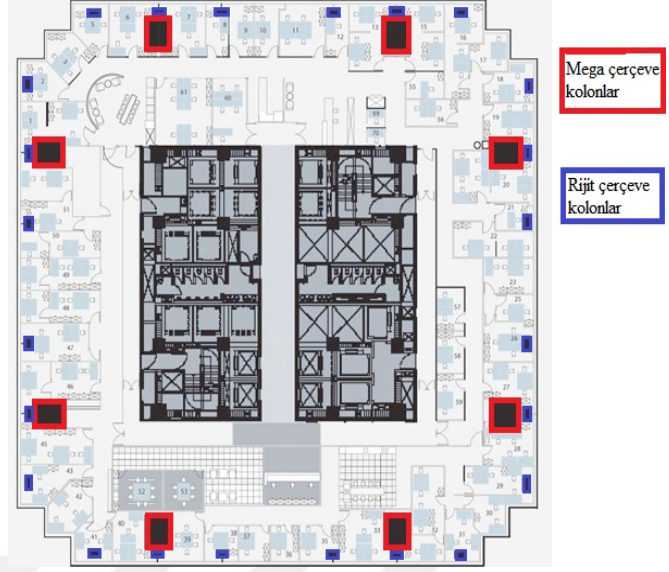
Kaynak: (URL 27).

Petronas Kuleleri, mimar Cesar Peli tarafından tasarlanmış olup, 2004 yılına kadar dünyanın en yüksek binası olmuştur. Strüktür tasarımı Thornton Tomasetti tarafından yapılmıştır. Yapısal olarak karma taşıyıcı sistem malzeme kullanılarak inşa edilmiştir. Betonarme çekirdek, betonarme kolonlar ve çelik döşemeler ile strüktür oluşturulmuştur. Şekil (2.32)'de gösterildiği gibi merkezde betonarme tüp çekirdek ve yuvarlak kolonlardan oluşan rijit çerçeveli yatay kafes kirişli sistem türü kullanılmıştır

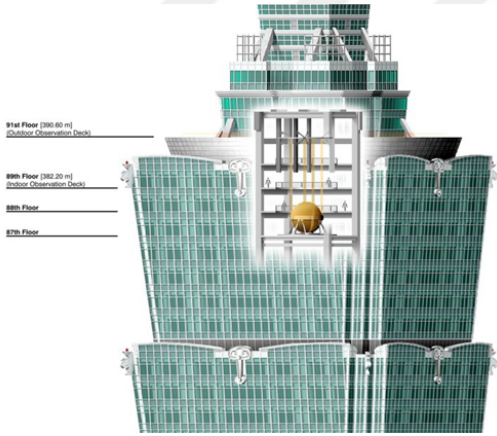
Taipei 101 (şekil 2.33) mimar C.Y Lee & partners tarafından tasarlanmış olup, yapı mühendisi Thornton Tomasetti'dir. 2004 yılında Tayvan'da tamamlanan Taipei 101 binası, 438 metre yüksekliğindedir. Yapısal malzeme olarak karma taşıyıcı sistem malzeme kullanılarak inşa edilmiştir. Binada 8 adet mega kolon ve 24 adet kolon (şekil 2.34) merkezi çekirdeğin etrafına yerleştirilerek çerçeve sistem oluşturularak mega kolon ve mega çerçeve sistem kullanılmıştır. Binanın 92. katında yatay rüzgar yüklerine karşı ve salınmayı azaltmak için 680 ton ağırlığında bir top yerleştirilmiştir.(şekil 2.35)



Şekil 2.33. Taipei 101 Tower,
Tayvan (2004)
Kaynak: (URL 28)



Şekil 2.34. Taipei 101 Tower kat
planı, Tayvan (2004)
Kaynak: (URL 29).



Şekil 2.35. Taipei 101 Tower detay kesit, Tayvan (2004)
Kaynak: (URL 30).

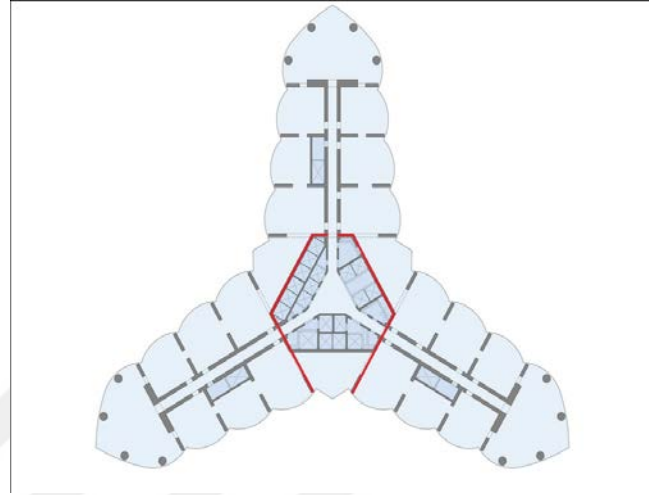
Burj Khalifa (şekil 2.36), S.O.M architects tarafından tasarlanmış olup, yapı mühendisliği de S.O.M tarafından yapılmıştır. 2010 yılında Dubai’de tamamlanan bina 829 metre yüksekliği ile dünyanın en yüksek binasıdır. Beton ve çelik kullanılarak yapısal malzeme olarak karma sistem ile inşa edilmiştir. Merkezi sistemli modüler bir yapı olarak tasarlanmıştır. Planda (şekil 2.37) üç spiral betonarme kanat, farklı yüksekliklerde

kesilerek enine yük azaltılmış ve daha fazla yükseklik elde edilmiştir. Yapıda, beton duvarlarla oluşturulan altıgen bir merkezi çekirdek vardır ve yatay perde duvarlı sistem kullanılmıştır.



Şekil 2.36. Burj Khalifa, Dubai (2010)

Kaynak: (URL 31).

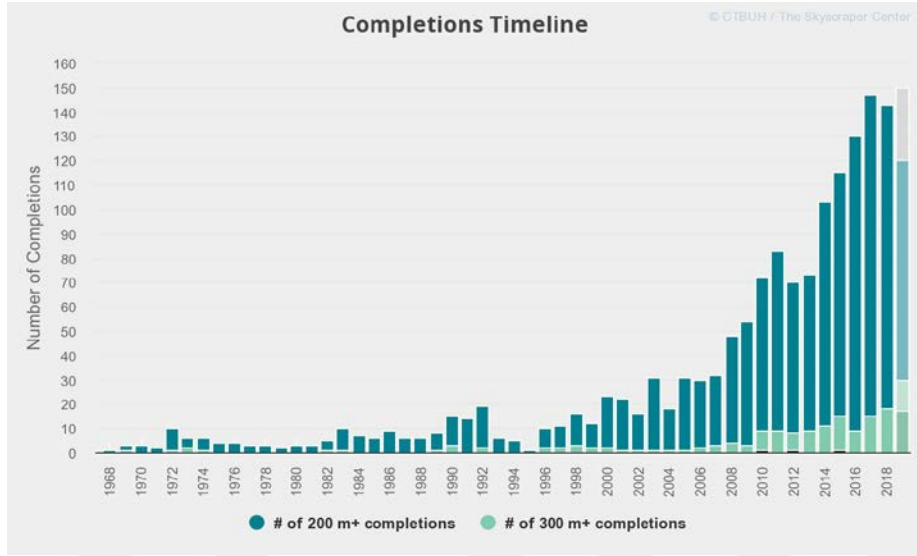


Şekil 2.37. Burj Khalifa, kat planı

Kaynak: (URL 31).

Yüksek yapıların ortaya çıkmasından itibaren, Chicago başta olmak üzere, Amerika bu yapılara öncülük etmiştir. Teknolojik olarak gelişmelerle beraber bu yapıların sayıları artmıştır. Tablo 2.1'e bakılarak 2000 yılından itibaren, dünyada yüksek yapı inşa edilme sayısında yıllara göre artış yaşandığı görülmektedir. 2018 yılında dünyadaki 200 metre ve yüksek yapıların sayısı ise 1478 olarak belirlenmiştir.

Çizelge 2.3. Yüksek yapıların yıllara göre tamamlanma sayısı



Kaynak: CTBUH

2.5.Yüksek Yapıların Kıtalara Göre Dağılımı

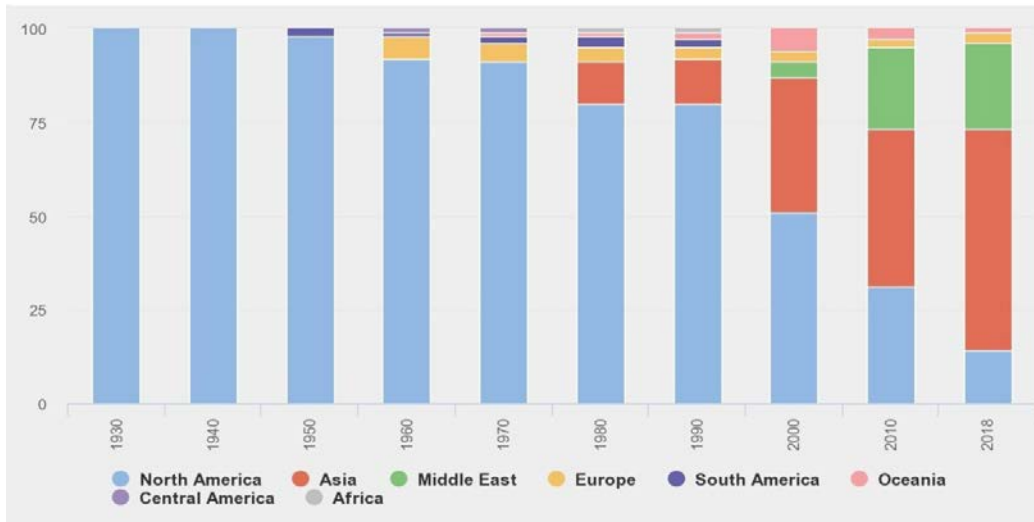
1885 yılında Amerika’da bulunan mimar William Le Baron Jenney tarafından Chicago’da yapılan Home Insurance Building ile yüksek yapı inşa süreci başlamıştır. Bu süreç Amerika’da 1. Dünya Savaşına kadar New York ve Chicago kentlerinde yoğun bir şekilde devam etmiştir. 1.Dünya Savaşı yıllarında ve sonrasındaki ekonomik kriz sebebiyle yüksek yapıların inşa edilme sürecinde durgunluk yaşanmıştır. 1928-1930 yılları arasında New York’ta yapılan Chrysler Binası ile birlikte, yüksek yapılar bu kentte yoğun olarak yapılmaya başlanmıştır.

1930-1960 yılları arasında Mies Van Der Rohe tarafından ortaya konulan geometrik form ve prizma biçimlerinin kullanılması formülüyle tasarlanan yüksek yapılar, Amerika’da inşa edilmeye devam etmiştir. 1958 yılında İtalya’da Gio Ponti tarafından tasarlanan Pirelli binasıyla beraber, Avrupa’da yüksek yapılar ilk örneklerini vermeye başlamıştır.

1960-1975 yılları arasında yeni biçimsel arayışlar başlamıştır. Fazlur Khan tarafından tübüler sistem kavramının geliştirilmesiyle birlikte, yüksek yapı kavramında yeni bir dönemi başlamıştır.1970’li yıllardan sonra ise yapılan yüksek yapıların birçoğu tübüler sistemler kullanılarak üretilmiştir. New York ve Chicago kentleri başta olmak üzere Amerika kıtasında bu tarihlerde yoğun şekilde yüksek yapılar görülmeye başlanmıştır.

Tablo 2.2'deki verilere bakılarak, 1980 yılı sonrasında Uzakdoğu ve Asya'da yüksek yapı üretiminin hızlandığı görülmektedir. High-tech yapım sistemi olarak tanımlanan Bank of China ve Malezya'daki Petronas Kuleleri bu kıtadaki yüksek binalara öncülük etmiştir.1990 sonrası ise özellikle Katar ve Dubai'de yoğun bir şekilde yüksek bina üretimi gerçekleşmiştir.2010 yılında Dubai'de yapılan Burj Khalifa dünyanın en yüksek binası özelliğini taşımaktadır.

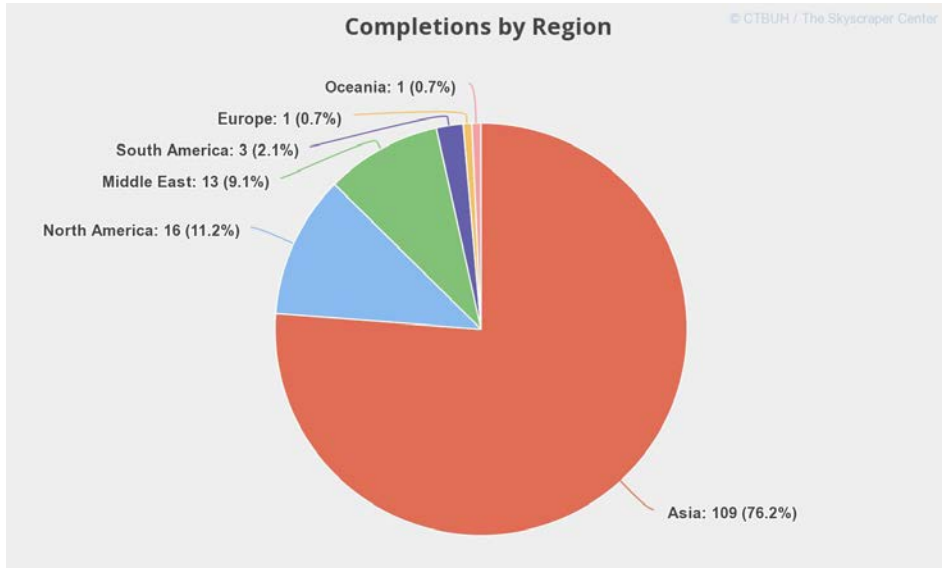
Çizelge 2.4. Dünya'nın en yüksek 100 binasının yıllara göre kıtalara dağılım oranı



Kaynak: CTBUH

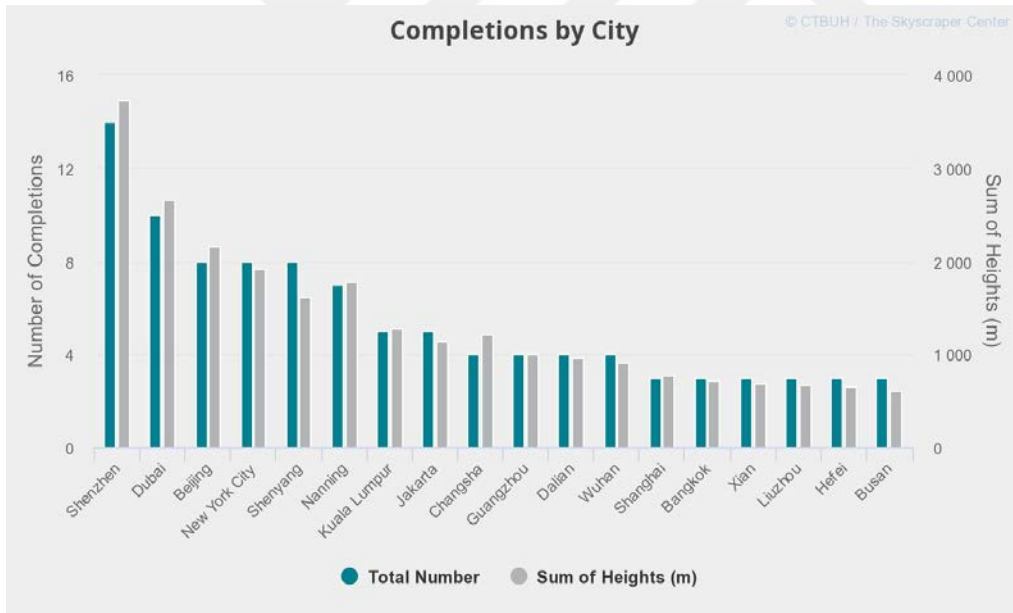
Tablo 2.3 ve tablo 2.4'deki 2018 yılı verilerine bakılarak, 20.yy.'ın sonları ile 21.yy.'ın başlangıcı ile beraber yükseklik yarışı, bu yapıların çıkış noktası olan Amerika dışında Uzak Doğu ülkelerinde Çin, Hong Kong, Japonya, Singapur, Malezyya başta olmak üzere ve Orta Doğu ülkelerinde hızla yayılmıştır.

Çizelge 2.5. 2018 yılında yapılan en yüksek 100 binanın kıtalara göre dağılım oranı



Kaynak: CTBUH

Çizelge 2.6. 2018 yılında yapılan en yüksek 100 binanın şehirlere göre dağılım sayısı



Kaynak: CTBUH

2.6.Yüksek Yapıların Tasarımına Etki Eden Faktörler

2.6.1.Tasarıma etki eden faktörler

Erken 20. yüzyıl yapılarında taşıyıcı elemanlar temel olarak düşey yükleri taşımak amacıyla tasarlanırken günümüzde taşıyıcı sistemlerdeki gelişmeler ve yüksek dayanımlı malzemeler sayesinde bina yüksekliğinin artması ve ağırlığının giderek azalması ile rüzgar ve deprem kaynaklı yanal yüklerin birincil yükler haline geldiği ve özellikle yüksek binaları öncüllerine nazaran daha fazla tehdit etmeye başladığı görülmektedir. Bunun sonucu olarak strüktür mühendisleri için yüksek binaların, gerek deprem gerekse rüzgar kaynaklı yanal yüklere karşı dayanımı, yeni taşıyıcı sistemlerin tasarımında temel girdi haline gelmiştir.(İlgin & Günel 2008 makale doğrudan alıntısı)

Yüksek binaların tasarımında sabit yüklere, rüzgar ve deprem yüklerine karşı seçilecek taşıyıcı sistem modeli, mimari tasarımı etkileyen en önemli etmenlerdendir.

Yüksek bina tasarımına teknolojik, biçimsel ve ekonomik faktörler de etki etmektedir. Endüstri devriminden sonra, çelik iskelet sistemin yapılar da kullanılabilir hale gelmesiyle 1885 yılında “Home Insurance Building” ile, dış duvarlar taşıyıcı özelliğini kaybetmiştir. Teknolojik gelişmelerle birlikte yeni yapı sistemlerinin gelişmesi, asansör ve tesisat sistemlerindeki yeniliklerle birlikte yüksek yapı tasarımında farklılıklar gelişmiştir.

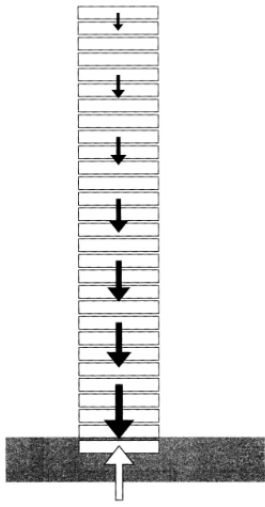
1880-1900 yılları arasında Chicago Okulu dönemi binaları yapılmıştır. Home Insurance Building’de olduğu gibi cephede Rönesans etkileri olan süslemeler görülmektedir. 1900-1930 yılları arasında bina tasarımlarında Crysler Tower binasındaki gibi Art Deco ve Gotik üslubun biçimsel olarak binalara yansıdığı görülmektedir.

2.6.2.Yüksek binalara etkiyen yükler

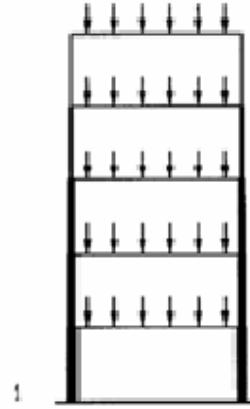
Yüksek binaların taşıyıcı sistemlerini en çok etkileyen faktörlerin başında binaya etkiyen yükler gelir. Taşıyıcı sistemden beklenen en önemli özellik, yapıya etkiyen yükleri doğru bir şekilde karşılamasıdır. Yüksek yapılara doğa ve insan kaynaklı olarak yükler

etkimektedir. Bu yükler başlıca; deprem yükleri, rüzgar yükleri, kar ve buz yükleri, sabit yükler ve hareketli yüklerdir.

Sabit yükler, diğer bir deyişle ölü yükler, yapının kendi ağırlığından ve yerçekiminden dolayı oluşan yüklerdir. Sabit yükler, yapının içerisindeki tüm sistem elemanları, taşıyıcı sistemler, cephe kaplaması ve tesisat gibi yüklerin oluşturduğu statik yüklerdir.



Şekil 2.38. Ağırlık yükleri



Şekil 2.39. Yer çekimi yükleri

Kaynak: (Schierle, 1996).

Kaynak: (Schierle, 1996).

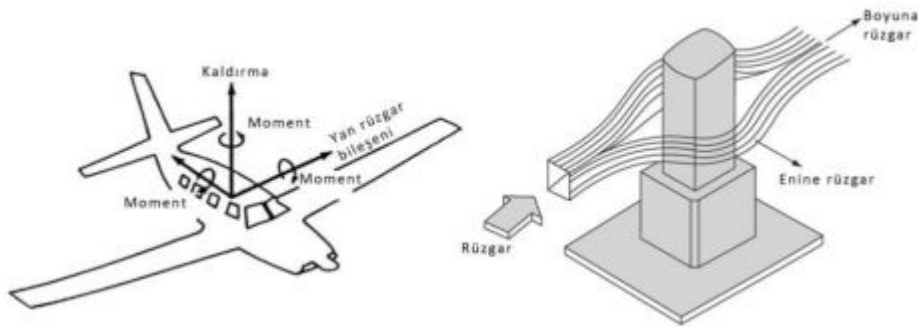
Şekil 2.38 de verilen yer çekimi yükleri, kolon ve duvarların desteklenmesinde basınç gerilmesi oluşturmak için dikey olarak hareket eden kombine, canlı ve ölü yüküdür. Her seviyede birleşik yükleri yukarıdan taşırlar. Yük yukarıdan aşağıya doğru biriktiği için en üstteki üyeler en az yükü taşırlar. Bu da üstte ince sütunlar zemin seviyesinde hacimli olanlar ile sonuçlanır.

Deprem yükleri, yüksek yapıların taşıyıcı sistem tasarımında en önemli yükler arasındadır. Deprem yükleri, deprem yönetmeliğine göre hesaplanır ve binaya yatay olarak etkililir.

Rüzgar yükleri ise yapıya etkiyen en önemli yatay yüklerden birisidir. Rüzgar yükü, yükseklerle doğru çıkıldıkça artar. Çünkü rüzgar yükünün zemine yakın yerlerde sürtünmenin de etkisiyle hızında azalma olur. Yükseklerde ise pürüzsüzlükten dolayı rüzgar yükü artar.

Rüzgar yüklerinin tahmini ve hesabı zor olduğu gibi, rüzgardan dolayı oluşan konfor şartları yüksek binalar için tasarımda göz önüne alınması gereken ayrı bir konudur. Yüksek binaya etkiyen rüzgar yükleri statik ve dinamik yüklerin toplamı olarak yazılabilir. Statik yükten oluşacak bina yük ve yer değiştirmeleri statik analiz yöntemleri kullanılarak tayin edilir. Binaya etkiyen rüzgar yüklerinin dinamik kısmı rüzgardaki türbülans zamanla gelişigüzel değişen özellikler gösterdiğinden ancak istatistikî metotlar kullanılarak tanımlanabilir ve oluşacak bina yük ve yer değiştirmeleri Gelişi güzel Titreşimler Teorisine (Random Vibration Theory) dayalı analiz yöntemleri kullanılarak yapılır. (Şafak E., Yüksek Yapılardaki Rüzgar Yüklerinin Hesabı, İMO Türkiye Mühendislik Haberleri, Sayı: 471 2012-1, p. 27-38.)

Rüzgar yükü, rüzgar hızına, yapı formu ve yüzey biçine bağlı olarak değişir. Rüzgar yüklerine göre düzenleme yapılırken yapı çevresinden bağımsız düşünülemez. Yüksek yapının; çevresindeki diğer yapı ve konumları, arazi biçimlenmesi gibi faktörler, hem rüzgar hızına hem de yapıya etkiyen rüzgar yüklerinde önemli bir role sahiptir. (Şekil 2.39)



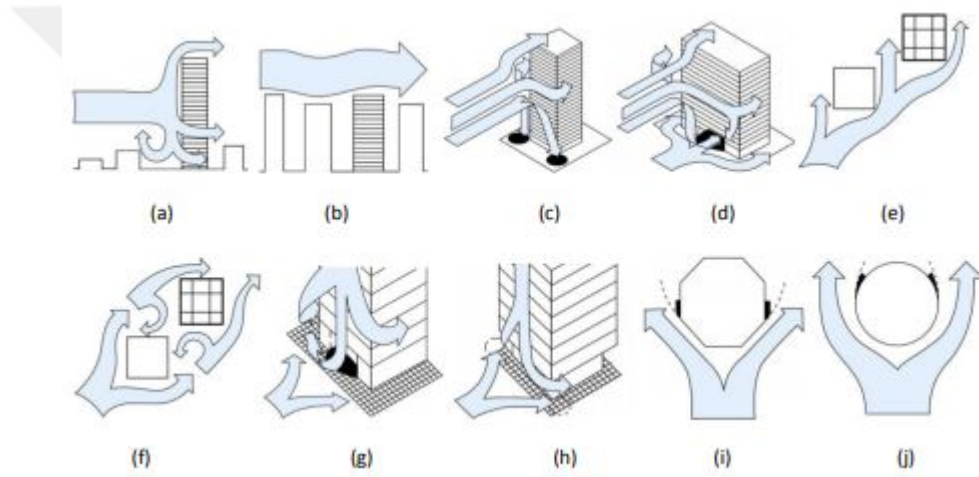
Şekil 2.40. Aerodinamik mühendisliğinde rüzgarın bileşenleri ve yapıya etki eden enine, boyuna rüzgarların şematik gösterimi

Kaynak: (Taranath, 2010).

Rüzgarın yüksek yapılarda yarattığı dinamik etki çok önemlidir. Yapı formu ile alakalı rastlanan durumlar ve alınan bazı tedbirler aşağıda belirtilmiştir:

- Çevrede bulunan yapılara göre çok yüksek olan yapılar daha fazla rüzgar yüküne maruz kalır. Çevredeki yapılarla yakın seviyedeki binalarda ise ani rüzgar hız artışları olmaz. (Şekil 2.40.a ve b)

- Yüksek yapıların zemin seviyelerinde rüzgar hızı artar. Açıklıklar bırakarak, rüzgar hızı düşürülüp, yapıya etkiyen yük azaltılır. (şekil 2.40.c ve d)
- Yüksek yapı tasarımı yapılırken rüzgarın yönü, yapıdaki diyagonallere denk gelecek şekilde konumlandırılması rüzgar hızını azaltır. (şekil 2.40.e ve f)
- Binadaki gömülmüş girişler, zemin seviyesinde rüzgar hızını azaltır. (şekil 2.40.g)
- Yapıların zemin seviyelerindeki geri çekmeler, rüzgar yoğunluğunu ve buna bağlı etkiyen rüzgar yükünü pozitif ya da negatif yönden etkileyebilir. (şekil 2.40.h)
- Çokgen yüzeyli yapı formlarında rüzgar basıncı azalır. (şekil 2.40.i)
- Dairesel planlı, veya köşe noktaları ovalleştirilmiş yapılar rüzgar basıncı ve türbülansdan daha az etkilenir. (şekil 2.40.j)



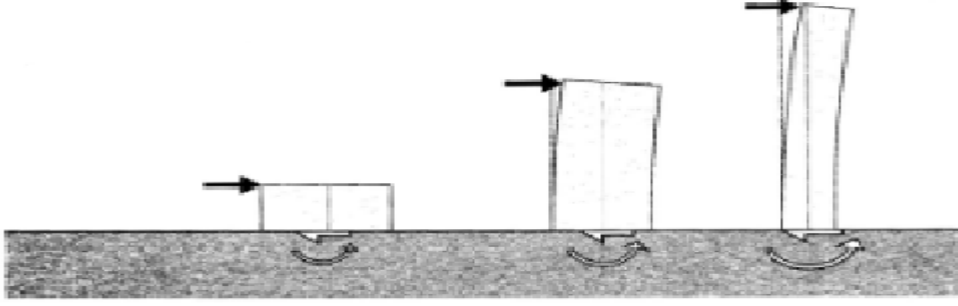
Şekil 2.41. Yüksek yapılarda rüzgar hızı ile ilgili çözümler

Kaynak: (Taranath, 2010).

Yanal yükler; Tüm yapı sistemleri için kullanılan taşıyıcı sistem tasarım ilkeleri, yüksek yapılar için de kullanılır. Taşıyıcı sistem, bir bütün olarak ağırlık ve yanal yüklere uygun bir dayanım esasına göre tasarlanmalı, eğilme ve burulmalara karşı yeterli rijitliği sağlayacak düzeyde planlanmalıdır.

Yanal yüklerin etkisi yapının yüksekliği ve narinliği arttıkça belirgin şekilde artar. Yanal eğilme ve standartların iki temel nedeni rüzgâr ve deprem yükleridir.

Yüksek yapılara etkiyen yanal yükler; kesme, eğilme, devrilme ve burulma yükleridir.



Şekil 2.42. Yanal yükler

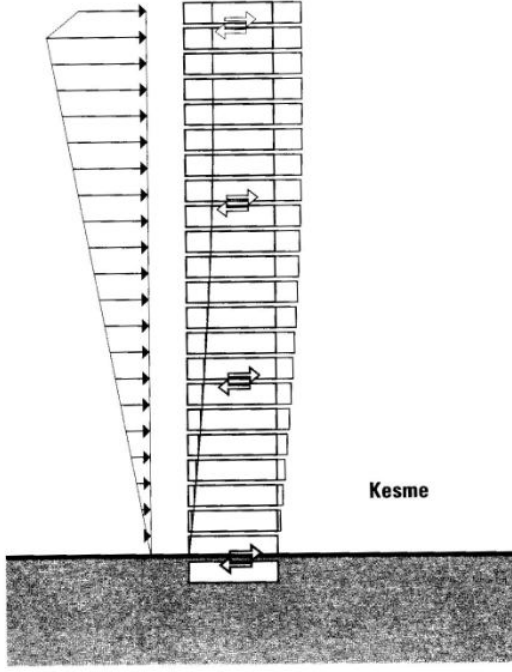
Kaynak: (Schierle, 1996).

Yüksek yapılara etkiyen yanıl yükler; kesme, eğilme, devrilme ve burulma yükleridir.

Strüktürel açıdan tasarımın güvenlik hedefi; yapının rüzgar ve deprem yüklerine karşı göçmesini engellemektir. Yüksek yapılarda tasarımı etkileyen en önemli etkenler başlıca rüzgar ve deprem yükleridir.

Yüksek bir yapı, sabit rüzgar yükü karşısında zemine bağılı bir konsol kiriş gibi eğilir. Fakat yapıya etkiyen ani rüzgar yükleri yapıda salınımlar meydana getirir.

Yanal yükün yüksek yapılardaki etkisi, kirişler üzerindeki yerçekimi yüküne benzerdir. Yüksek yapılar, yerden çıkıntı yapan dirsekler gibi davranırlar. Yapıya etkiyen ani rüzgâr da salınımlara yol açarak titreşimlerin oluşmasını sağlar.

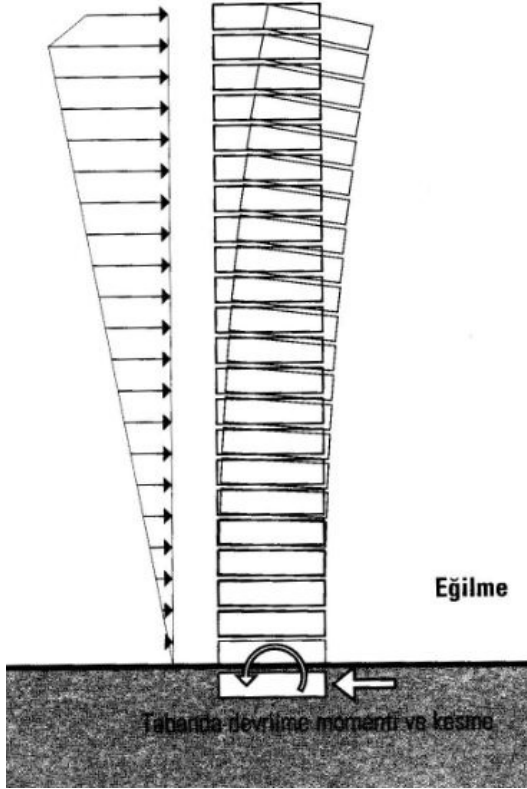


Şekil 2.43. Kesme yükü

Kaynak: (Schierle, 1996).

Bir yapıdaki deprem hareketleri rüzgâr hareketlerinden farklıdır. Bina, sismik hareketlerden dolayı çökmeye neden olabilecek büyüklükte olan hareketleri önlemek için daha fazla ve farklı yönlerde eğilir.

Yüksek yapılar rüzgâr karşısında rijit durmaları sağlayacak şekilde planlanır fakat sismik hareketlere karşı taşıyıcı sistemlerin belli bölgelerinde akma ve kopmalara izin verecek binanın titreşim periyodu uzatılır ve sönümlenme kabiliyeti artırılır.



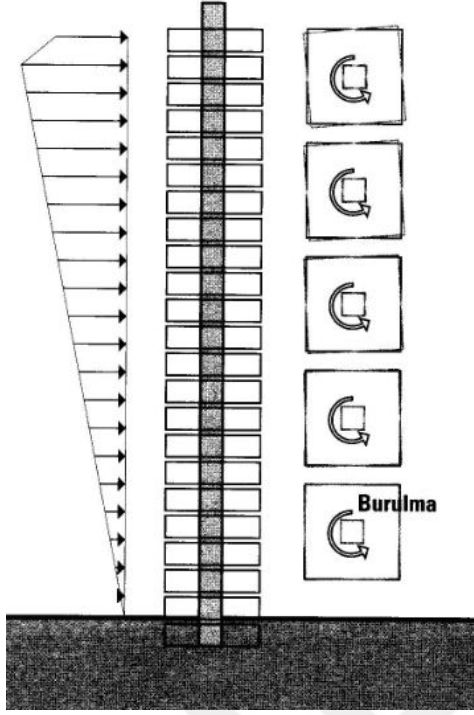
Şekil 2.44. Eğilme yükü

Kaynak: (Schierle, 1996).

Yüksek binalarda yanal yüklemekten kaynaklanan devrilme momenti de önemlidir. Bu çekme-devirme kuvvetlerine karşın, yapıdaki ağırlık yüklerinin büyük kısmını dış taraftaki direnç noktalarına ve elemanlarına yayarak yapı kararlı hale getirilmiş olur.

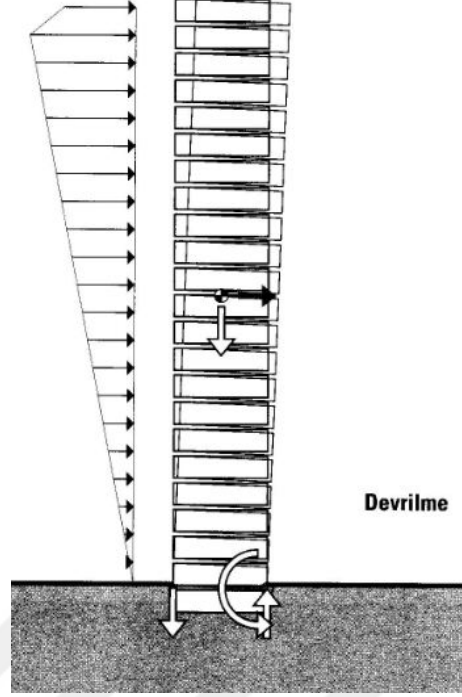
Yapıların tabanında meydana gelen devrilme momenti ise, zemin üstünde herhangi bir yerden oluşturulan yanal yükten dolayı oluşur. Bu devrilme momentinin dengelenmesi gerekir. Yükseklik/tabana alanı oranına göre narin yapılar daha fazla eğilme gösterir ve bu binaların devrilme momenti daha hassastır.

Kat burulması çok yüksek yapılarda tüm yapının fazla oranda (kabul edilemez) dönmesine sebep olabilir. Burulmaya bağlı salınımlar artar.



Şekil 2.45. Devrilme yükü

Kaynak: (Schierle, 1996).



Şekil 2.46. Burulma

Kaynak: (Schierle, 1996).

Zemin üzerindeki herhangi bir mesafeden etki eden yanal yükler, yapının tabanında devrilmem momenti meydana getirirler. Bu devrilme momentini düzeltici bir dış moment ve bir iç direnç momentiyile dengelenmesi gerekir.

Yüksekliğin tabana oranı yani yüksek cephe oranına sahip narin yapıların üst katları daha fazla eğilmeye maruz kalır ve devrilme momentine karşı hassastır.

Yüksek yapıda burulma dayanımı, çekirdeklerin dengelenerek ve simetrik bir sistemde tasarlanmasıyla üst seviyeye çıkarabilir. Bu tasarım hamlesi yapının kütle merkezi ile rijitlik merkezinin kayma ihtimalini en az seviyeye indirir.

Çekirdek yapısının kapatılarak, perde duvarların bir bütün şekilde “tüp” modelinin oluşturulmasıyla burulma direnci verimli hale getirilebilir.

ÜÇÜNCÜ BÖLÜM

YÜKSEK YAPILARDA UYGULANAN TAŞIYICI SİSTEMLER

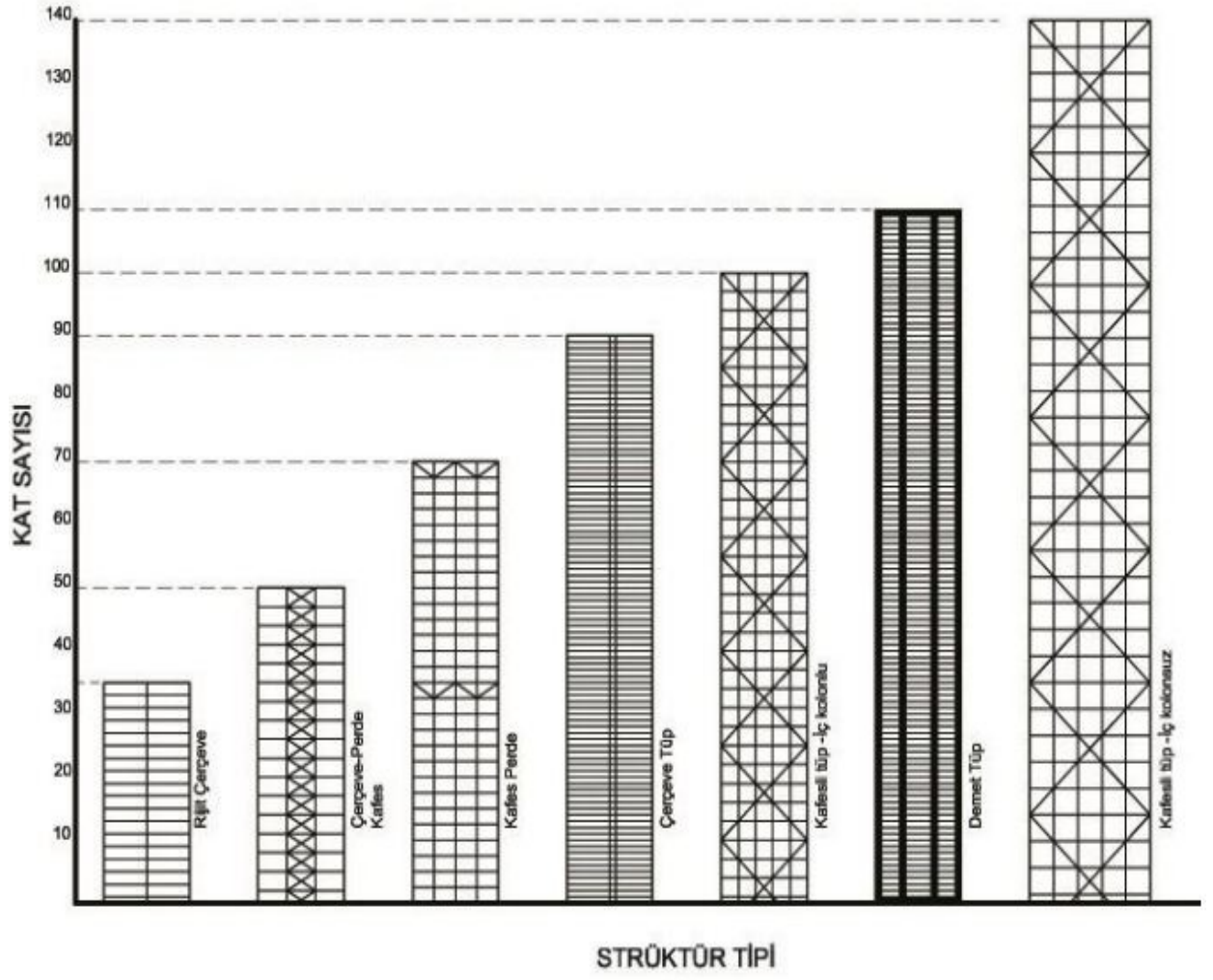
3.YÜKSEK YAPILARDA UYGULANAN TAŞIYICI SİSTEMLER

Modern yüksek bina tasarımı, düşük veya çok katlı geleneksel yapı tasarım aşamalarının tümünü içinde barındırmakla birlikte, mühendis ve mimarların yüksek yapı tasarımında kilit rol oynayan diğer parametreleri de göz önünde bulundurmaları gerekir. Yapı mühendislerinin dışında; rüzgar mühendisliği uzmanları, yangın danışmanları, deprem mühendisleri, asansör uzmanları ve cephe mühendislerinin bir takım olarak efektif çalışmalarıyla modern yüksek binaların hayata geçmesi mümkündür.

Taşıyıcı sistem seçimi, yapının temel planını oluşturur. Yüksek yapı tasarımında ana faktör, az katlı yapılara göre farklı etki yaratan yatay yüklerdir.

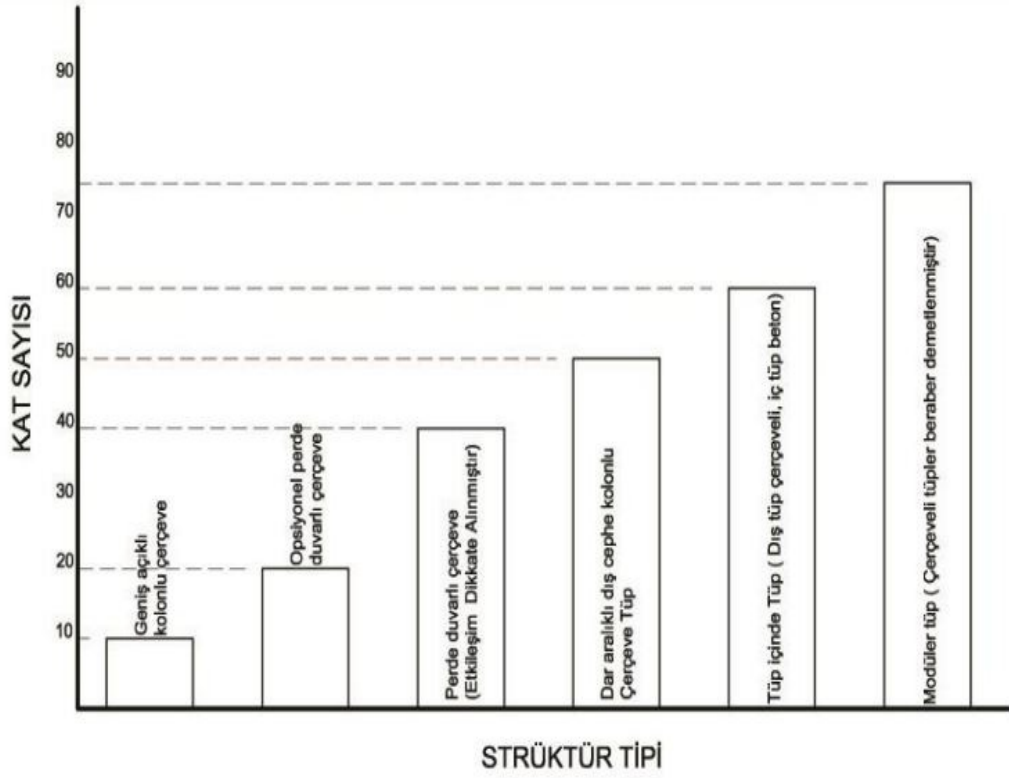
Yüksek yapılarda taşıyıcı sistemlerin geliştiği ve çelik çerçevelerin ilk defa kullanıldığı “Home Insurance Binası” ile ilk yüksek katlı yapı 1885 yılında Chicago’da inşa edilmiştir. Fazlur Rahman Khan tarafından tübüler sistemin geliştirilmesiyle birlikte, önceki dönemlere göre daha az strüktürel malzeme ile çok daha yüksek binalar yapılabilmektedir. 20.y.y sonlarından itibaren taşıyıcı sistemlerdeki yenilikçi gelişmelerle beraber, düşey ve yatay yüklerin daha çok aksenal kuvvetlerle aktarıldığı; eğilme ve burulmalara karşı daha dayanıklı, ekonomik kesit tasarımına imkan veren yüksek yapılar üretilmiştir. Bu dönemde inşaat ve malzeme teknolojisindeki gelişmeler ile birlikte, yükseklik sınırlarını zorlayan ve sıra dışı kütle biçimli binaların yapılmasına olanak vermiştir.

Dr. Fazlur Khan 1965 yılında yüksek yapıların taşıyıcı sistemleri için bir metodolojiye ihtiyaç olduğunu savunmuş ve yatay yüklere karşı etkinliğe göre kategorize edilmesi gerektiğini ortaya koymuştur (şekil 3.1.), (şekil 3.2). Ayrıca yapı malzemesine göre de beton ve çelik sistemler olarak bu taşıyıcı sistemleri birbirinden ayırmıştır. (F. Khan, 10-1969).



Şekil 3.1. Yüksek yapılar için çelik taşıyıcı sistem sınıfları (Khan 10-1969)

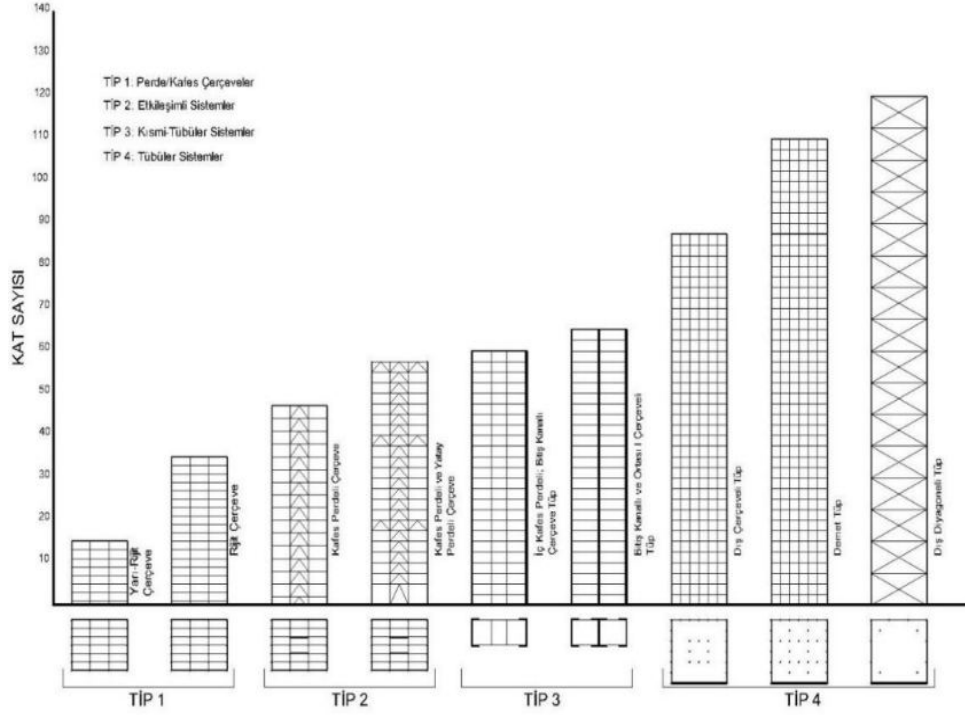
Kaynak: (Mufti ve Bakht ,241)



Şekil 3.2. Yüksek yapılar için beton taşıyıcı sistem sınıfları (Khan 10-1969)

Kaynak: (Mufti ve Bakht ,241)

Fazlur Khan, yeni sistemler oluştuğca ve yeni malzemeler oluşturulduğca bu tabloları güncellemiştir. (F.R.Khan, 12,1973).



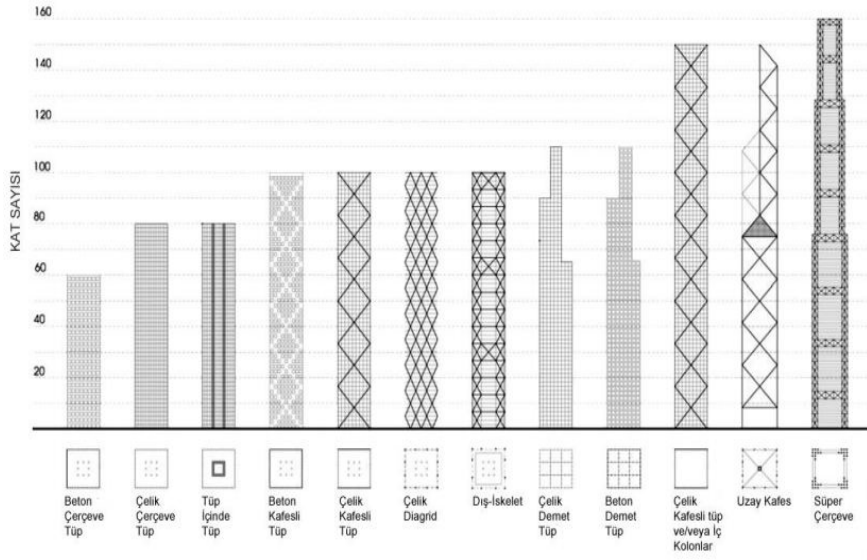
Şekil 3.3. Taşıyıcı sistemlerin karşılaştırılması (Beedle ve Rice ,6)

Kaynak: (Beedle)

2007 yılında Mir M.Ali ve Kyoung Sun Moon; Fazlur Khan'ın sınıflandırmasına yeni bir öneri getirmişlerdir. Taşıyıcı sistemleri “İç ve Dış” taşıyıcı sistemler olarak iki ana gruba ayırmışlardır. Bu sınıflandırma hem birincil strüktürel sistemleri, hem de yardımcı sönümlenme sistemlerini kapsamaktadır. Yüksek yapılar için en iyi yüksekliğin belirlenmesinin önemini tanımlarken, yüksek yapıların taşıyıcı sistemlerinin sınıflandırılmasının yatay yüklere olan dayanımlara göre olması gerektiği savunulmuştur (Ali ve Moon ,207).

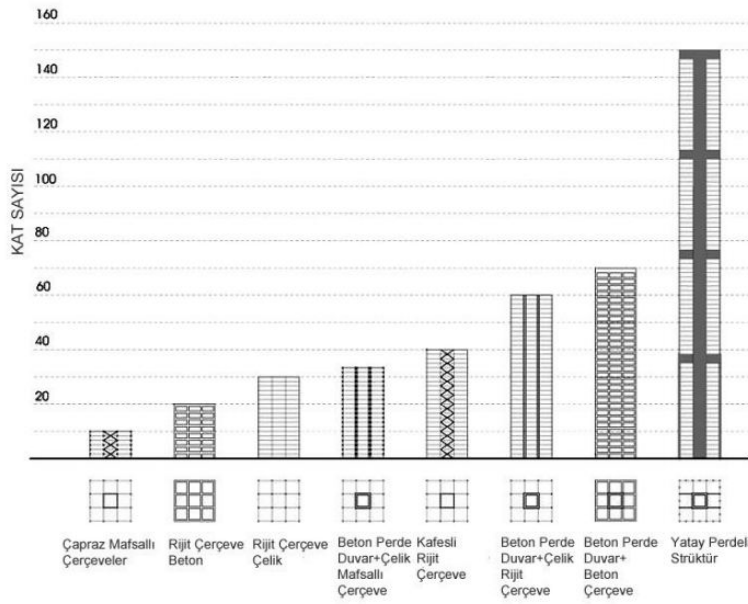
Taşıyıcı sistemler bu sınıflandırmada iç ve dış taşıyıcı sistemler olarak 2'ye ayrılır. Bu sınıflandırma; birincil yatay yük dayanımlı taşıyıcı sistem elemanlarının bina içindeki dağılımına göre yapılmıştır. Bir sistemde; yatay yük dayanımlı taşıyıcı sistem elemanlarının büyük bir çoğunluğu strüktürün içinde bulunuyorsa iç; taşıyıcı sistemler olarak, yapı dış çevresinde bulunuyorsa dış taşıyıcı sistem olarak tanımlanmıştır. Tabi ki bu sınıflandırmada her hangi bir sistemin azda olsa birkaç elemanı içte veya dışta olabilir; burada sınıflandırmayı etkileyen yoğunluktur. Bu sınıflandırmayla yükseklik bazlı

sınıflandırmayı, strüktür bazlı sınıflandırmaya çevirmişlerdir (Ali ve Moon ,211). (Şekil 3.4,Şekil 3.5).



Şekil 3.4. Dış taşıyıcı sistemler (Ali ve Moon ,211)

Kaynak: (Ali ve Kyoung 2007).



Şekil 3.5. İç taşıyıcı sistemler

Kaynak: (Beedle)

3.1. Rijit Çerçeve ve Çapraz Çerçeveli Sistemler

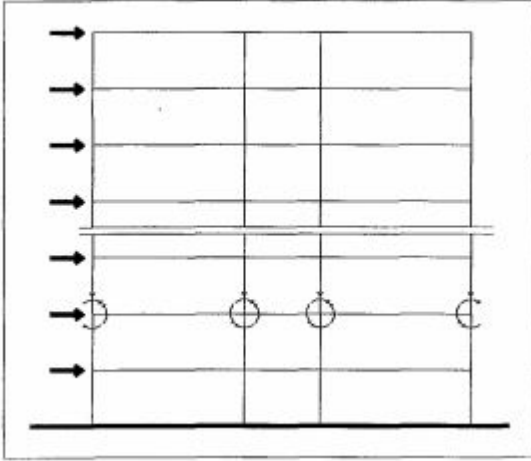
Yüksek yapı tasarımında uzun yıllardır kullanılan rijit çerçeve sistem, yanal ve düşey yüklere dayanım sağlamak için çelik ve betonarme yapılarda görülür. Bu sistem, kolon ve kirişlerin birbirine rijit çerçeveye bağlanması sonucu yanal yüklerin etkisiyle bağlantı açılarının değişmemesi prensibi üzerine kurulmuştur.(Günel, M. H., Ilgın H. E. (2010). Yüksek binalar: taşıyıcı sistem ve aerodinamik form, Ankara: ODTÜ Mimarlık Fakültesi, 39-43)

Rijit çerçeveli sistemler, yüksek yapıların başlangıç dönemlerinde gelişmiştir. Rijit çerçeveler yatay uzanan kirişlerle düşey uzan kolonların aynı düzlemde rijit birleşmesiyle oluşturulan ızgaralardır (şekil 3.6). CTBUH tarafından dünyanın ilk gökdeleni kabul edilen “Home Insurance Binası” çelik rijit çerçeveler oluşturularak yapılmıştır.

Çok katlı betonarme yapılarda bu sistemin seçilmesi durumunda dikkat edilmesi gereken en önemli özelliklerin başında, kolonların en az iki doğrultuda kirişlerle bir çerçeve oluşturularak bağlanmasıdır. Düzgün çerçeveler oluşturulamaz ise kolonun bağlanamadığı doğrultuda burulmalar meydana gelir.

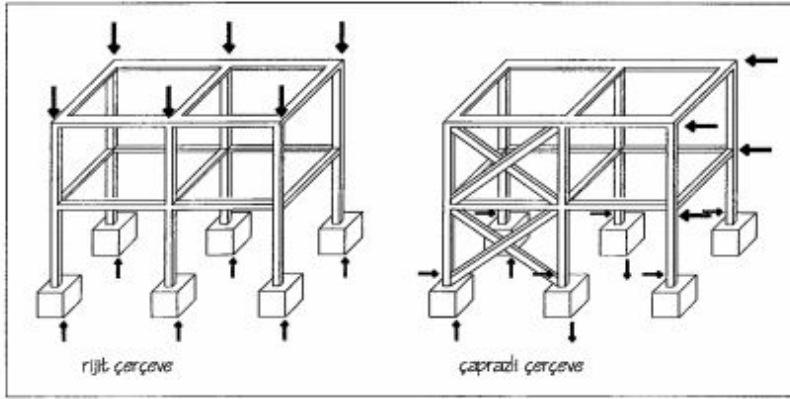
Çok narin yapılar hariç 30 kata kadar olan binalarda, rijit çerçeve sistemi binanın yanal yüklere karşı dayanımı için yeterlidir. 30 kat üzeri binalarda, bu sistem, rüzgar ve deprem kaynaklı yanal salınım hareketine karşı çoğu zaman yeterli rijitliği gösteremez (Taranath, 1998).

30 kat üzeri binalarda, rijit çerçeve sistemin etkinliğini arttırmak için çoğunlukla çelik ve kompozit elemanlardan oluşan ilave çapraz elemanlar eklenir. Bu ilave çapraz elemanlar sayesinde kolon ve kirişlerdeki eğilme azalır. Çapraz çerçeveli sistem, kolon, kiriş ve destek çapraz elemanlardan oluşur (şekil 3.7).



Şekil 3.6. Rijit çerçeve sistem

Kaynak: (Williams,1989).



Şekil 3.7. Rijit ve çaprazlı çerçeve sistemler

Kaynak: Beedle & Rice, 1995).

Rüzgâr ve deprem yükleri kesme ve eğilme momenti üreten yanal karakterdeki yüklerdendir. Bu sistemde, kolonlar mimari planlamaya uygun olarak yerleştirilir. Sonuç olarak, yanal yüklere karşı etkin bir çerçeve davranışı elde etmek için statik hesaba uygun kolonlar ve bunları birbirine bağlayan kirişler gerekir. 1951 yılında Chicago’da Mies Van Der Rohe tarafından tasarlanan Lake Shore Building 26 katlı iki kütleli oluşmaktadır. Taşıyıcı sistem malzemesi çelik kullanılmıştır. Kat planında taralı olan kolonların rijit çelik çerçeve sistem oluşturduğu görülmektedir (şekil 3.8).



Şekil 3.8. Lake Shore Building

Kaynak: (Mies Van Der Rohe, 1951).

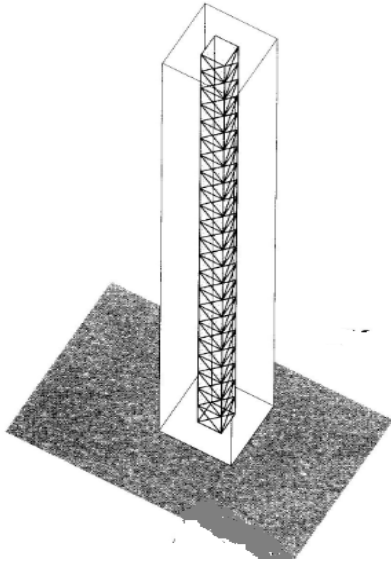


Şekil 3.9. Lake Shore Building

Chicago (1951)

Kaynak: (URL 32).

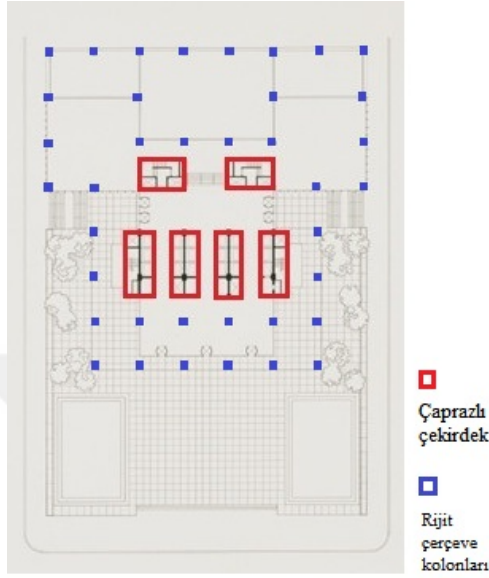
Çapraz çerçeveli sistemlerde; asansörleri ve merdivenleri içine alarak düşey sirkülasyon çekirdekleri, çaprazlı çelik veya betonarme çerçevelerden imal edilerek çok katlı yapılarda yanal kuvvetlere karşı oluşturulan direnç elemanı olarak kullanılır. Oluşturulan bu çekirdeklerin konumu burulma olasılıklarını minimum seviyelere çekme açısından önemlidir. Oluşturulan çapraz çerçevelerin ve çekirdeklerin simetrik planlanması, kütle merkeziyle rijitlik merkezi arasında farkı azaltır.



Şekil 3.10. İç çapraz çerçeveli sistem

Kaynak: (Schierle, 1996).

Seagram Binası 1958 yılında Mies Van Der Rohe tarafından New York'ta tasarlanmıştır. Taşıyıcı sistem malzemesi çelik, merkezde bulunan çaprazlı çekirdekler ise çaprazlı çekirdek oluşturmuştur (şekil 3.11). 38 katlı Seagram Binası, planda yerleştirilmiş olan 8.5 m aralıklı kolonlar, rijit çerçeveler oluşturmaktadır.



Şekil 3.11. Seagram kat planı

Kaynak: (Mies Van Der Rohe, 1958).



Şekil 3.12. Seagram Binası, New York (1958)

Kaynak: (URL 33).

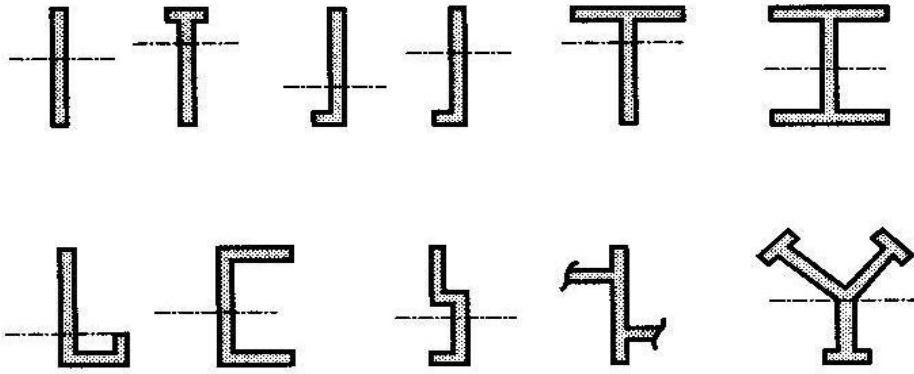
3.2 Perde Duvarlı Sistemler

Çerçeve sistemler, belirli bir yükseklikten sonra, rüzgar ve deprem kaynaklı yatay yüklerine karşı yetersiz kalırlar. Bu yüklerle karşı dayanımı arttırmak için taşıyıcı sistemlere perdeler oluşturmak gerekir. Çoğunlukla perde duvarlı sistemler, yüksek binalarda servis çekirdeği, asansör boşluğu, merdiven boşluğu, gibi rijit bir kutu oluşturmak için çerçeve sistemlerin bir parçası gibi tasarlanır. Bu perdeler, çeşitli geometrik formlarda tasarlanabilir ve birden fazla sayıda kullanılabilirler (şekil 3.13).

Deprem bölgelerinde 8-10 kat yapı yüksekliğinden sonra, çerçeve sistemler yatay yüklerin taşınmasında yetersiz kalmaktadır. Bu durumda bina içinde yapılacak bölmelerden sabit olanlar, hem düşey, hem de yatay yüklerle karşı koyacak şekilde düzenlenerek “perde duvarlar” oluşturulur. Burada kullanılan “perde” terimi, düzlem

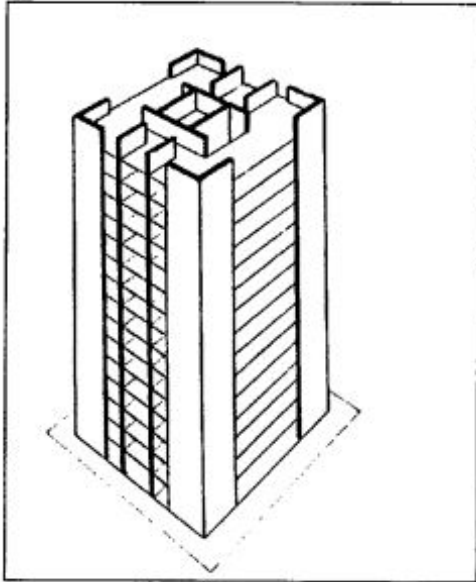
duvarların yanı sıra, kafes kiriş şeklinde oluşturulan duvarları, asansör, merdiven ve iç çekirdek çevre duvarlarını da kapsar (Frischmann & Prabhau, 1967).

Perdeli bir yapının taşıyıcı sistemi oluşturulurken farklı doğrultuda birbirine paralel, yatay yüklere karşı yeterli dayanımı sağlayan ve düşeydeki yükleri taşıyan perdeler oluşturulur. Asansör shaftlarında ve merdiven boşlukları çevresine perdeler bu sistemde stabiliteyi sağlar (şekil 3.14).



Şekil 3.13. Çeşitli Perde Geometrileri

Kaynak: (Çetinkaya, 2003).



Şekil 3.14. Perde duvarlı sistemler

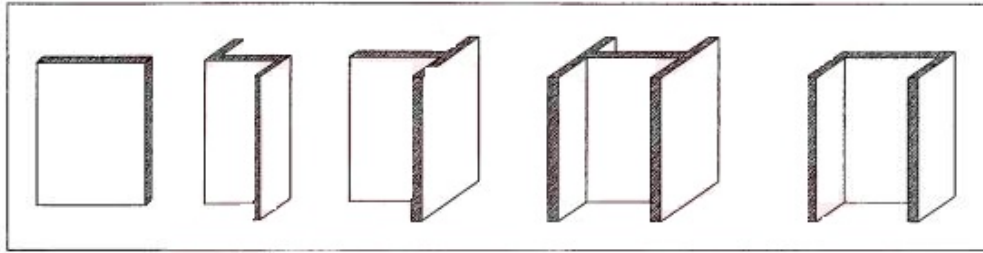
Kaynak: (Smith & Coull, 1991).

Bu sistemde çerçeveler kapalı bir tüp oluşturur. Yapının çevresinde kolon sistemiyle yapılan boru çerçeveli kuleler, çaprazlı çekirdekler ve duvar bölümleri arasında betonarme çekirdekler bulunur. Bu tip sistem burulma rijitliğinden ötürü seçilir. Yapı yüksekliğinin artmasıyla beraber binaya etki eden yatay yükler kesme kuvvetini artırır ve kolon momentleri büyür. Kolon kesitleri de aşırı büyötmek yapım, estetik ve ekonomik açıdan uygun olmazlar. Bu nedenle düşey perdeler kullanılır.

Perde sistemler açık ve kapalı sistemler olarak ikiye ayrılır:

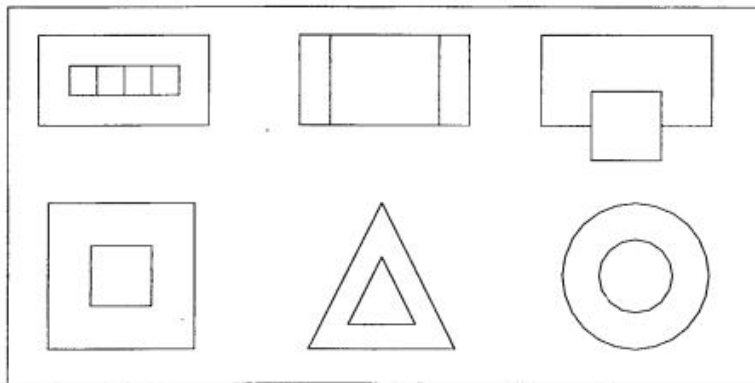
a.)Açık Sistemler: Tek düzlem elemanlar ve bunların tam olarak kapatılmamış şekilde birleştirilmesiyle oluşur.

b.)Kapalı Sistemler: Birden fazla düzlem elemanlarıyla kutu biçiminde oluşturularak birleşim sonucunda ortaya çıkan çekirdek adı verilen düzenlemelerdir.



Şekil 3.16. Kapalı perde sistemler

Kaynak: (Smith & Coull, 1991).



Şekil 3.17. Kapalı perde sistemler

Kaynak: (Smith & Coull, 1991).

3.3 Çekirdek ve Yatay Perdeli Sistemler

Yüksek binalarda stabiliteyi sağlamak için en yaygın kullanılan sistem, çekirdekli sistemlerdir. Çekirdek boyutları binanın kullanım amacına göre farklılık gösterebilir.

Çekirdekler betonarme, çelik ya da karma bir sistemle oluşturulabilirler. Çekirdek sistemlerde; çekirdek farklı geometrik şekillerde oluşturulabilir. Aynı zamanda çekirdeğin şekli ile alakalı yapı formuna bağlı herhangi bir sınırlama da görülmemektedir.

Yatay yüklere karşı çekirdek davranışı çekirdeğin şekline, homojenliğine, yükün doğrultusuna ve rijitlik derecesine bağlıdır.

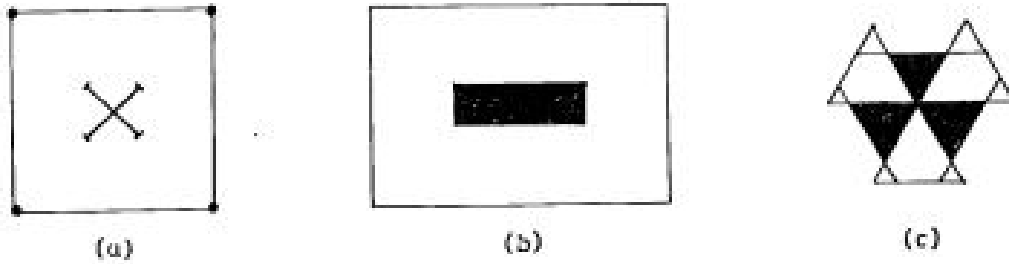
Çekirdek sistemleri şu şekilde sıralanabilir (Schueller, 1993).:

-Çekirdeğin Şekline Göre;

.Açık çekirdek (şekil 3. 18.a)

.Kapalı çekirdek (şekil 3. 18.b)

.Yapı Biçimine bağlı çekirdek (şekil 3. 18.c)



Şekil 3.18. Çekirdeğin şekline göre çekirdek sistemler

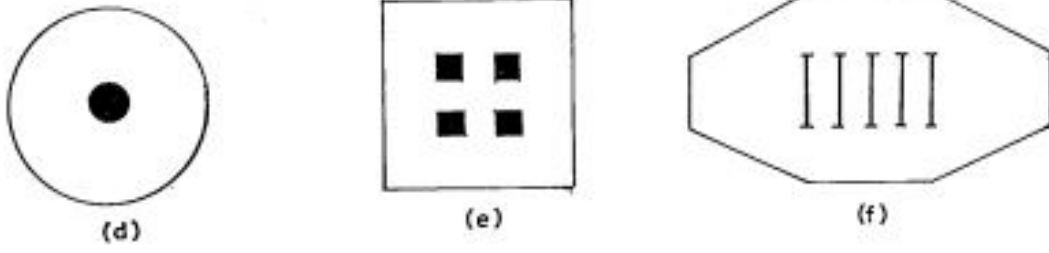
Kaynak: (Schueller, 1993).

-Çekirdek Sayısına Göre;

.Tek çekirdek (şekil 3. 18.d)

.Birden çok çekirdek (şekil 3. 18.e)

.Ayrık çekirdek (şekil 3. 18.f)



Şekil 3.19. Çekirdeğin şekline göre çekirdek sistemler

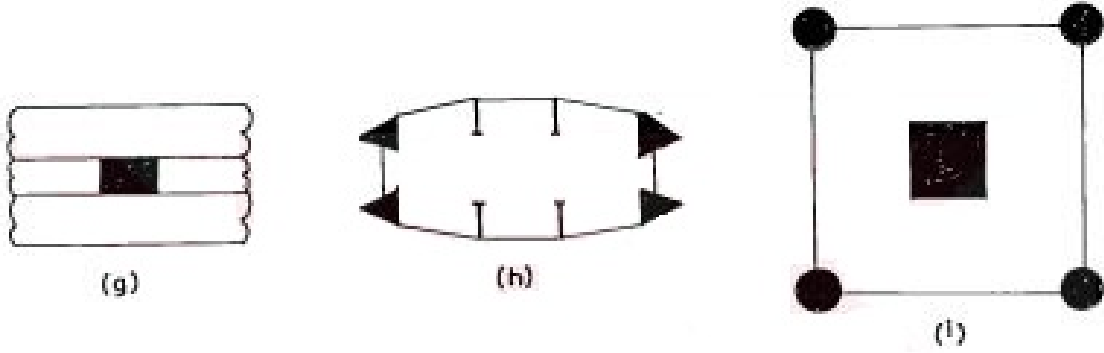
Kaynak: (Schueller, 1993).

-Çekirdeğin Yerine Göre;

.İç çekirdek (şekil 3. 18.g)

.Çeper çekirdek (şekil 3.18.h)

.Dış çekirdek (şekil 3.18.i)



Şekil 3.20. Çekirdeğin şekline göre çekirdek sistemler

Kaynak: (Schueller, 1993).

-Çekirdeğin Düzenlenmesine Göre;

.Simetrik çekirdek (şekil 3. 18.j)

.Asimetrik çekirdek (şekil 3.18.k)



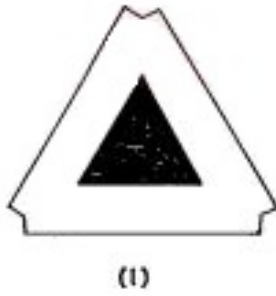
Şekil 3.21. Çekirdeğin şekline göre çekirdek sistemler

Kaynak: (Schueller, 1993).

-Çekirdeğin formu ile yapı geometrisi arasındaki ilişki;

.Doğrudan (şekil 3. 18.1)

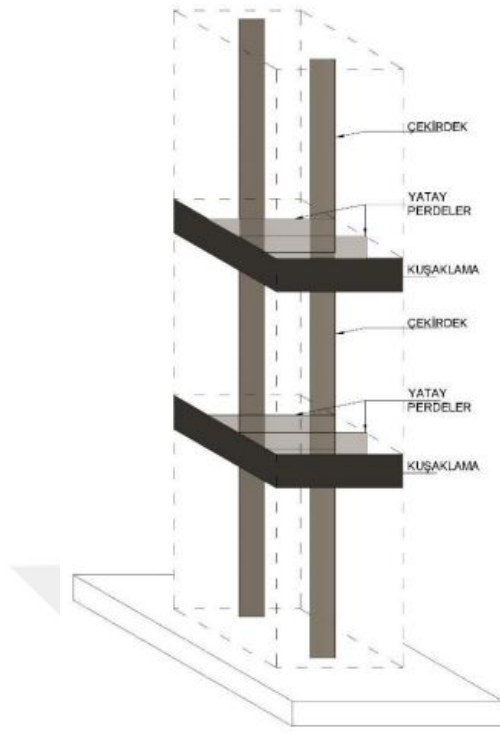
.Dolaylı (şekil 3. 18.m)



Şekil 3.22. Çekirdeğin şekline göre çekirdek sistemler

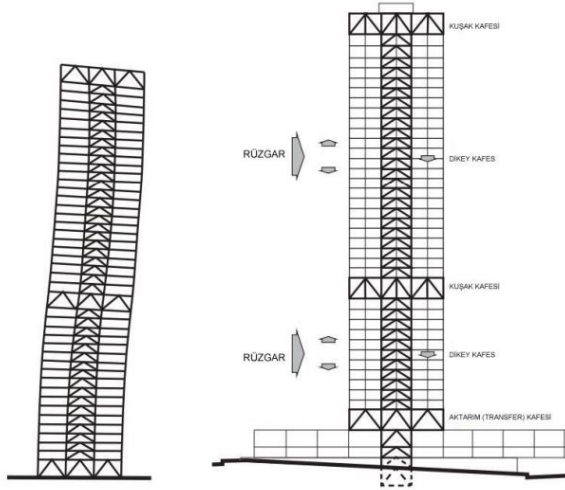
Kaynak: (Schueller, 1993).

Çekirdek sistemlerde, yükseklik arttıkça tek başına yatay kuvvetlere karşı koymuş olduğu direnç azalmaktadır. Yapıyı dirençli hale getirmek için çekirdekleri ve dış destek kolonlarını birleştiren yatay perdeler yerleştirilir. İç çekirdek ile çevre çerçevenin şekil 3.19'daki gibi birleşmesi ile çekirdek ve çerçeve sistem yatay perdeler ile birleştirilerek, sistemin devirme kuvvetine karşı olan direnci yükselir. Yatay perdeli sistemler; çelik, beton ya da kompozit malzemeler ile oluşturulabilir.



Şekil 3.23. Yatay perdeli sistemin organizasyonu

Kaynak: (İlgın ve Günel)

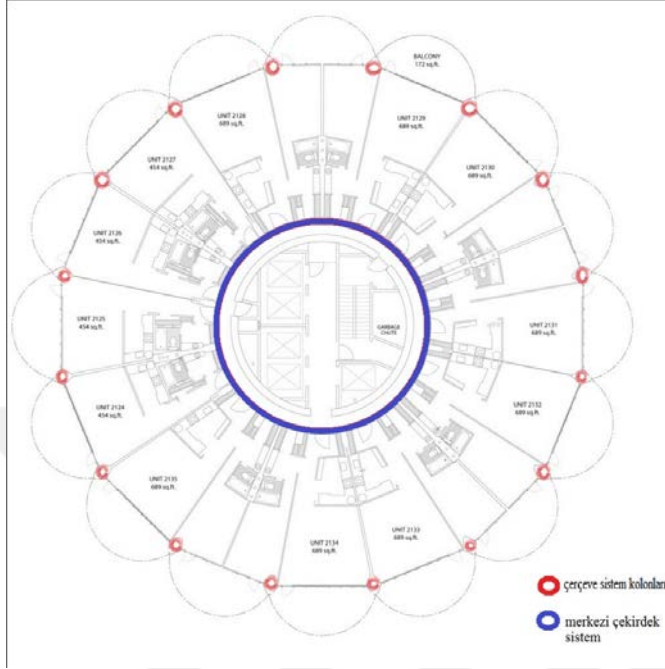


Şekil 3.24. Strüktürel diyagramlar: Solda: Yatay yükler altında davranış, Sağda: yatay yük dağılım kesiti

Kaynak: (CTBUH O.W.G)

1964 yılında Chicago'da tamamlanan 179 metre yüksekliğindeki Marina City Towers, mimar Bertnard Goldberg tarafından tasarlanmıştır. Taşıyıcı sistem malzemesi

betonarmedir. Merkezde dairesel çekirdek sistem vardır (şekil 3.21). Her kattaki konut birimleri, bu dikey merkezi çekirdeğin etrafında şekillenmiştir. Dıştaki kolonlar ve yatayda bu kolonları birbirine bağlayan kirişler çerçeve sistemi oluşturmaktadır.



Şekil 3.25. Marina City Towers kat planı

Kaynak: Bertrand Goldberg,1964



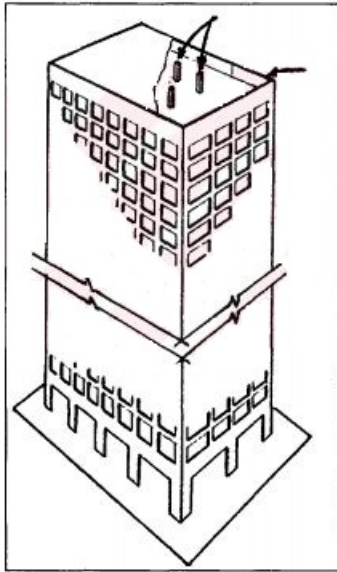
Şekil 3.26. Marina City Towers, Chicago(1964)

Kaynak: (URL 34)

3.4 Tübüler Sistemler

Tübüler sistemler, 1960'lı yılların başında Fazlur Rahman Khan tarafından geliştirilmiştir. Yerden konsol olarak yükselen bir kolon prensibinde çalışmaktadır. Dışta oluşan tüp yanal yüklerin tamamını karşılayacak şekilde tasarlanırken, iç taşıyıcıların ise düşey yükleri karşıladığı kabul edilir (Ilgın ve Gunel,76).

Tamamen perdeleri kullanmak yerine yapı çevresine konulan yük taşıyıcı ve rijitlik sağlayıcı elemanlar yerleştirilerek oluşturulan sistemdir. Yapının dört cephesinde kolon ve kirişlerin meydana getirdiği kolon aralıklarının 3 metreden az, kiriş yüksekliklerinin ise 60-80 cm civarında olduğu dikdörtgen kesitli kutulardır. Tüp-çerçeve sistemler oluşturulurken dikkat edilmesi gereken en önemli hususlardan biri de, kolon ve kiriş rijitliklerini birbirlerine dengeli oluşturmak gerekir. Gerek kolonların, gerek kirişlerin rijitlikleri birbirine karşı dengeli olacak şekilde seçmek gerekir.

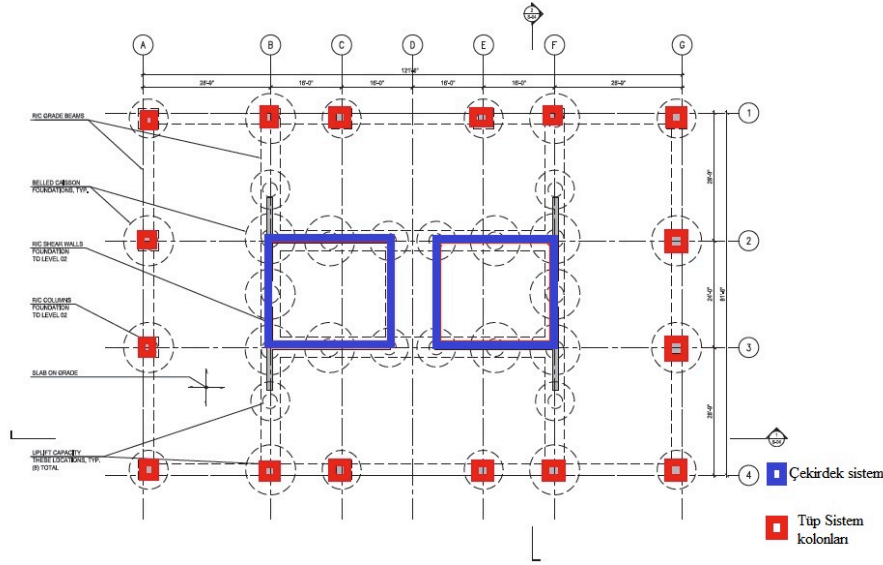


Şekil 3.27. Boş tüp sistemle oluşturulmuş yapı

Kaynak: (Smith & Coull, 1991).

F.Khan'ın geliştirdiği 'Tüp Sistem' fikri ilk olarak çerçeve tüp sistem olan DeWitt-Chestnut Apartment Building inşa edilmiş olup sonrasında ise diğer tüp sistemler takip

etmiştir. Şekil 3.24. kat planında dışta taralı kolonlar çerçeve tüp sistemi oluşturur. Kütle merkezinde ise düşey yükleri karşılayan çekirdekler bulunur.



Şekil 3.28. Dewitt Chesnut kat planı

Kaynak: S.O.M architects,1966



Şekil 3.29. Dewitt Chesnut ,Chicago (1966)

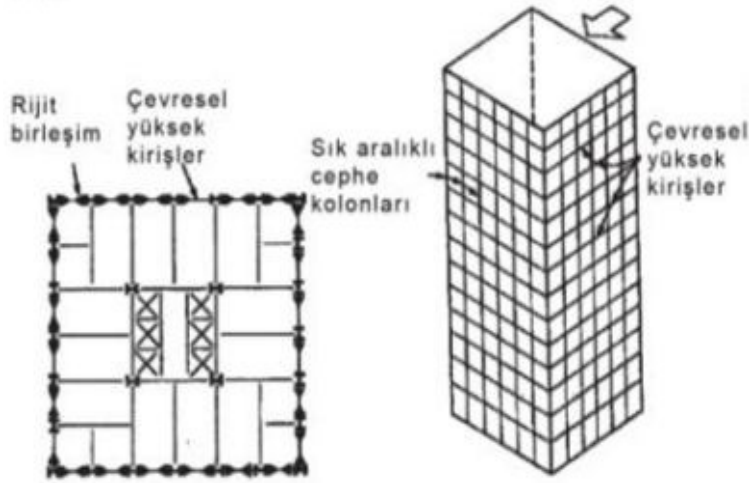
Kaynak: (URL 34).

3.4.1 Çerçeve tüp sistemler

Çerçevesiz tüp sistemler, perde duvarlı sistemin çok yüksek binalar için yetersiz kalması sebebiyle bir alternatif haline gelmiştir. Çerçevesiz tüp sistemin belirgin özelliği, birbirlerine derin kirişlerle bağlantılı sık aralıklarla döşenmiş cephe kolonlarının olmasıdır. Bu cephe kolonları ile oluşturulan dış çerçeve, yüklerin tamamını karşılar ve içte serbest bir şekilde oluşturulan çekirdek, binada kullanılabilir alanları artırır. Çerçevesiz tüp sistemlerde, yapıların köşelerinde yer alan kolonlar, ortada bulunan kolonlara göre daha fazla yük alır.

Bu taşıyıcı sistem modelinde; iç kolonlar en az düzeyde oluşturulur, rijit birleşimli çerçevesiz sık kolonlar ve yüksek kirişler bulunur. İç mekan kullanımı fazladır ancak dış cephede oluşturulan sık kolonlardan dolayı iç mekan yeterince ışık almaz.

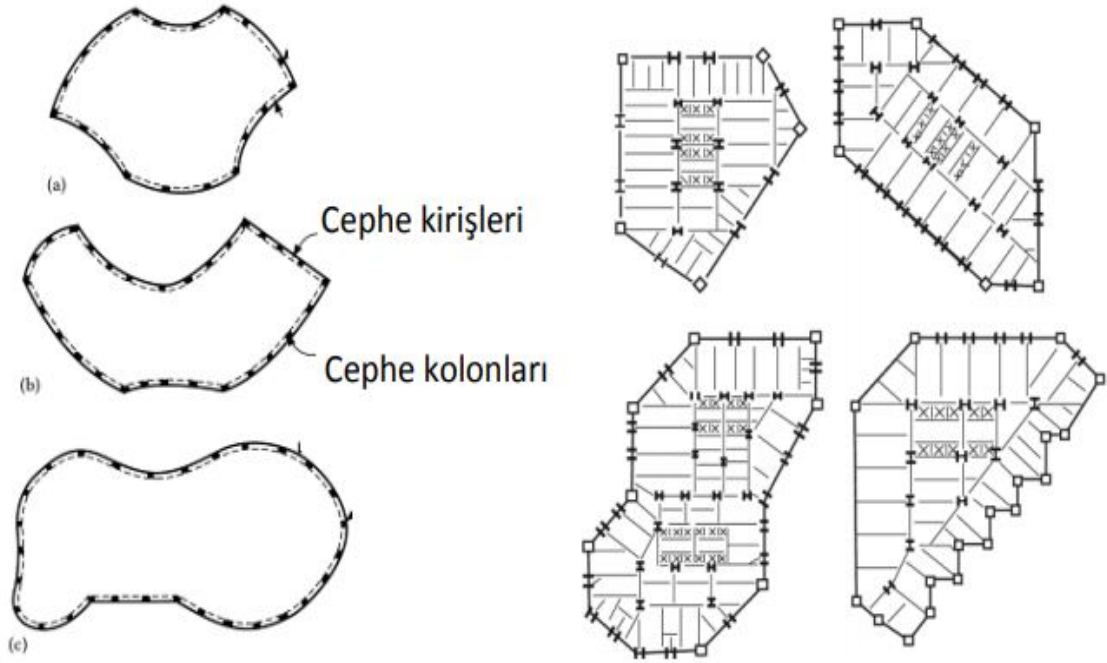
Rijit veya yarı rijit olan çerçevesiz tipi taşıyıcı sistemli binaların artan yükseklikler karşısında yanal rijitlik ihtiyacı ve iç mekanların daha etkin kullanım ihtiyacı, çerçevesiz sistemlerin yerine farklı arayışlara girilmiştir. Bu bağlamda en büyük değişim tüp sistemlerde gerçekleşmiştir.



Şekil 3.30. Şematik planda çerçevesiz tüp sistem

Kaynak: (Taranath, 2012).

Çerçevesiz tüp sistemlerde, girintili-çıkıntılı veya organik bina tasarımları yapılabilir fakat bu tip binalar taşıyıcı sistemin verimliliğini düşürmektedir.

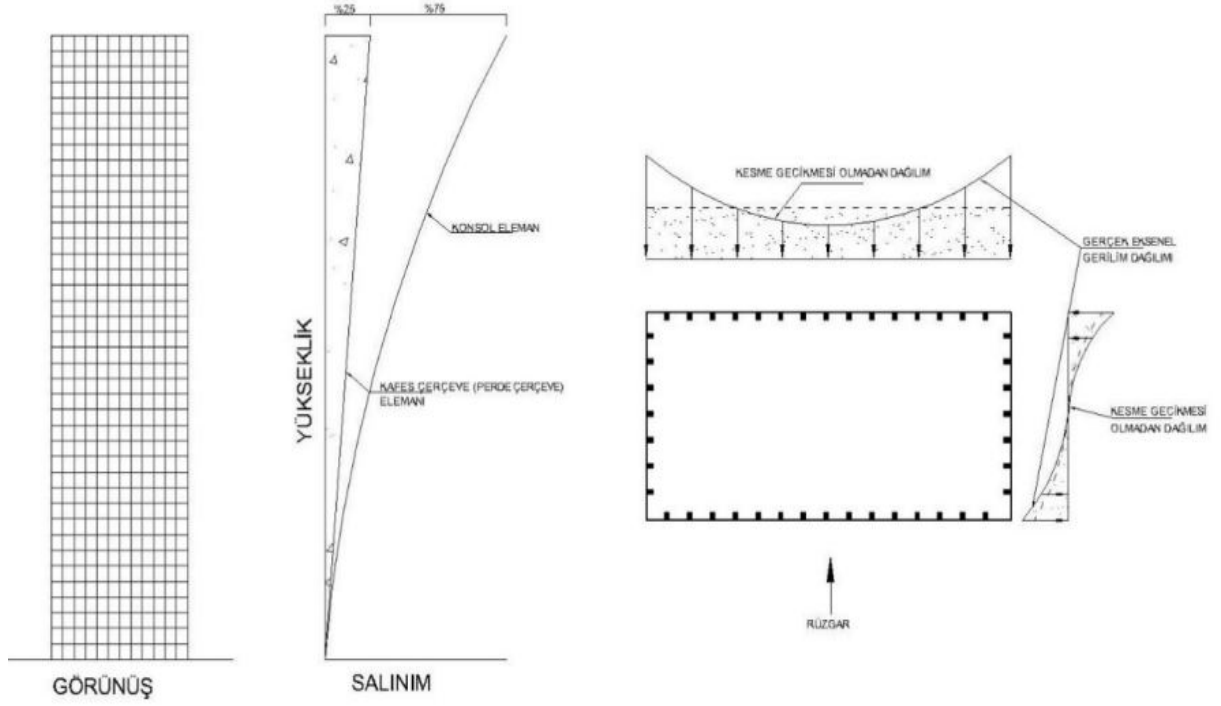


Şekil 3.31. Serbest formlu plan örnekleri tüp taşıyıcı sistem şeması

Kaynak: (Taranath, 2012).

Yanal yüklere karşı koymak için yapının tüm çerçevesini kullanan, temeli yüksek cephe kirişlerine bağlanmış sık aralıklı kolonlardan imal edilmiş dış çerçeveleri olan, zemine bağlanmış bir küttedir.

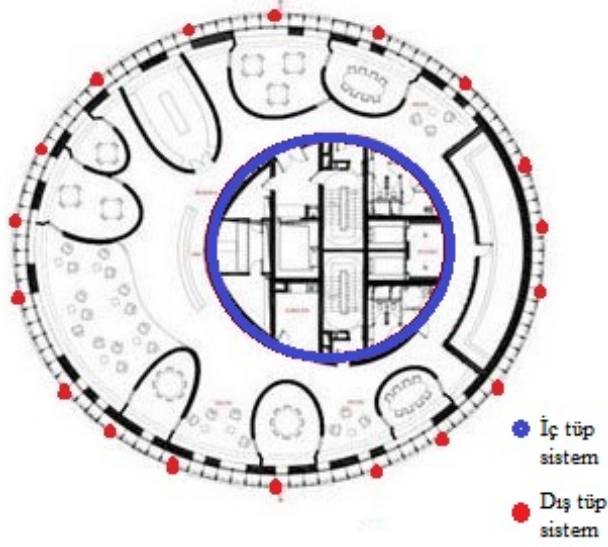
Bu tüpler; kare, dikdörtgen, daire veya düzenli herhangi bir şekil olabilir. Yanal kuvvetlerin davranışına ters olan kesme gecikmesi hareketini azaltmak için kuşak kafes kirişlerini kullanmaktır. Genellikle mekanik ve tesisat katlarında dış duvar düzlemlerine yerleştirilen bu kuşak kafes kirişler, kesme gecikmesinin etkilerini azaltır.



Şekil 3.32. Serbest formlu plan örnekleri tüp taşıyıcı sistem şeması

Kaynak: (Taranath, 2012).

Torre Agbar Binası, 2004 yılında mimar Jean Nouvel tarafından Barselona’da tasarlanmıştır. Strüktürel tasarımı Brufau&A.Obiol tarafından yapılan bina, 37 katlı ve 144 metre yüksekliğindedir. Taşıyıcı sistem malzemesi kompozit olarak tasarlanmıştır. Strüktürel açıdan taşıyıcı sistem türü incelendiğinde şekil 3.29.’da görüldüğü gibi merkezde betonarme tüp çekirdek ve dışta ise çerçeveleri sık aralıklı cephe kolonları bulunmaktadır. Torre Agbar binasında iç kolon içermez. Uygulanan bu çerçeveli tüp sistemde dış cephede şeffaflığı sağlamak için alüminyum ve cam giydirme cephe kullanılmıştır (şekil 3.30).



Şekil 3.33. Torre Agbar kat planı

Kaynak: (URL 35).



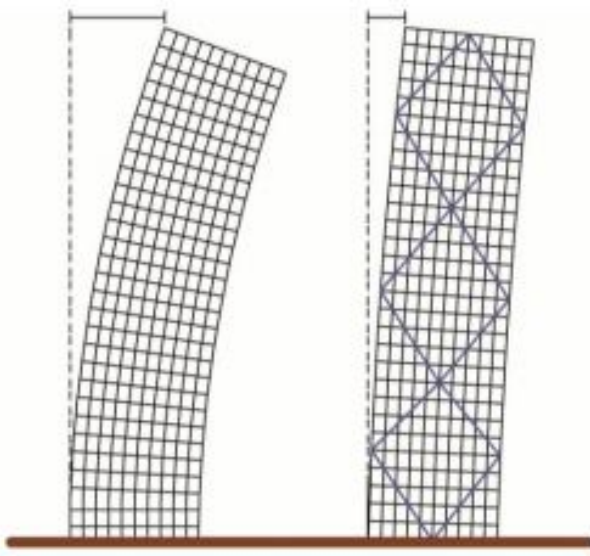
Şekil 3.34. Torre Agbar plan

Kaynak: (URL 36).

3.4.2 Kafes tüp sistemler

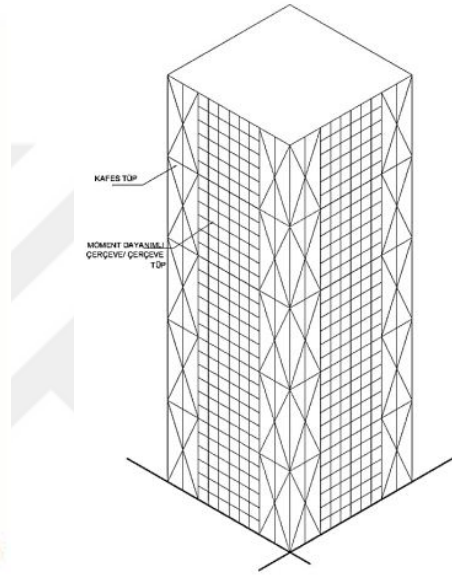
Tüp sistemlerin başladığı 1960'lı yıllardan sonra yapı yüksekliklerinde de ciddi artışlar olmuştur. Bu yüksekliklerdeki artış tek başına çerçeve tüp tarafından taşınamayacak kadar

artmıştır. Bu durum karşısında F.Khan'ın fikriyle çerçeve sistemlerin diyagonal sistemler eklenerek, kafes tüp sistemler elde edilir. Dış yükler normal kuvvetlerle zemine aktarılmış, artan eğilme ve kayma rijitliğiyle cephelerdeki kolonların açıklıkları arttırılabilmiş, daha yüksek ve daha ekonomik yapılar inşa edilebilmiştir. Çerçeve tüp sistemlere, diyagonal eklenmesi ile sistem, yanal yüklere karşı daha dirençli bir hale gelir (şekil 3.31). Cephe çaprazlamaları, kısmi tübüler sistem olarak da uygulanabilir. Kısa cephedeki bitiş çerçeveleri çaprazlanırken, uzun cephede moment dayanımlı çerçeve kullanılır (şekil 3.32).



Şekil 3.35. Çerçeve tütün rijitleştirilmesi

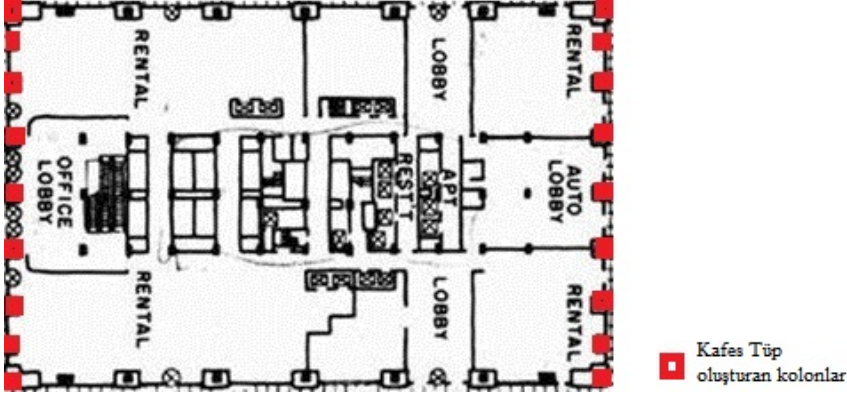
Kaynak: (Beedle ve Rice)



Şekil 3.36. Kısmi Kafesli Tübüler Sistem

Kaynak: (Smith & Coull, 1991).

1969 yılında S.O.M architects tarafından Chicago'da tasarlanan 456 metre (anten yüksekliği dahil) yüksekliğindeki John Hancock Tower, çelik strüktürel malzeme kullanılarak yapılmıştır. Şekil 3.33.'de taralı olan kolonlar, planda dar kenarda kafes tük oluşturan dış kolonlardır.



Şekil 3.37. John Hancock Tower kat planı

Kaynak: (S.O.M architects)



Şekil 3.38. John Hancock Tower, Chicago (1969)

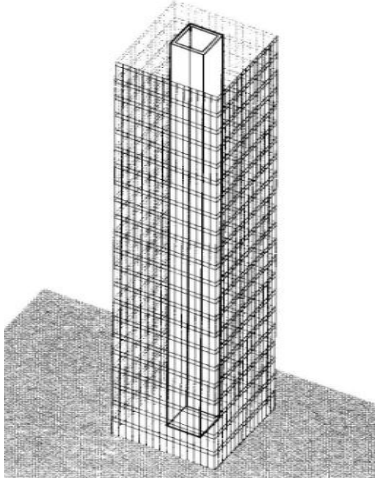
Kaynak: (URL 37).

3.4.3 İç İçe tüp sistemler

Çekirdek duvarlarının şekillendirdiği bir iç tüp ve sık kolonlar ile cephe kirişlerinin oluşturduğu ızgaranın şekillendirdiği bir dış tüpten oluşan taşıyıcı sisteme “tüp içinde tüp sistem” denilmektedir (Özgen 1989).

Yüksek binalardaki yükseklik arttıkça sadece çevre tüpler değil, çevre tüpü ile birlikte iç çekirdeklerin de kullanılması gerekir. Sistem, iki çerçeve tüpün iç içe kullanılmasıyla oluşturulur. Yapı çevresine yerleştirilen sık kolonlarla birlikte ve her döşeme hizasında bağlanan kirişlerle birlikte bir dış tüp elde edilir. Genellikle döşeme planının ortasında yer alan asansör, merdiven ve mekanik alanların bulunduğu çekirdek çevresi kapatılarak iç tüp oluşturulur. Dış tüp ve iç tüpün birbirlerine bağlanmasıyla oluşturulan bu sistem, bir bütün olarak çalışan iç içe tüp sistemi oluşturur (şekil 3.35).

Bu sistemde hem çerçeve tüp sisteminin hem de perde sisteminin avantajı kullanılır. İki veya daha fazla tüp taşıyıcı birleştirilirse demet tüp taşıyıcı sistem oluşturulur. Yatay ve düşey yüklere karşı, dirençli bir taşıyıcı sistem ve çekirdek kullanılarak tüplerin rijitliği artırılır. Döşeme diyaframları iç ve dış tüpleri birbirine bağlar, sistemin yekpare çalışmasını sağlar. Dıştaki tüp devrilmeye karşı dayanım gösterirken içteki tüp, kat kesmesine karşı dayanım gösterir.



Şekil 3.39. İç İçe Tüp Sistem

Kaynak: (Beedle ve Rice)

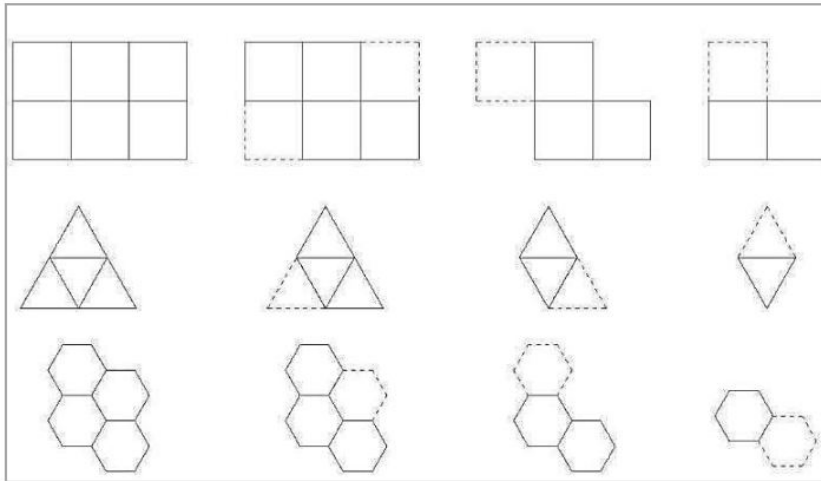
3.4.4 Modüler (Demet) tüp sistemler

En basit şekliyle tübüler sistemler, genellikle prizmatik düşey profiller şeklinde uygulanabilmektedir. Düşey doğrultuda önemli cephe tekrarlamaları gerektiren tasarımlar için, tübüler çerçevedeki tasarıma uygun düşecek şekilde kesintiler, etkinlikte ciddi

yetersizliklere neden olmaktadır. Sistem her ne kadar daire, altıgen, üçgen ya da diğer poligonal şekiller gibi bir dizi dikdörtgen olmayan kapalı plan biçimlerine adapte edilse bile, en etkin plan biçimi karedir; üçgen biçim ise doğasından kaynaklanan bir şekilde en az etkinliğe sahiptir. Dış tübüler sistemin yüksek dönme dayanımı karakteri asimetrik şekillerin strüktürel tasarımında avantajlar sağlamaktadır. Tübüler tasarımdaki son gelişme olan, modüler ya da demet (bundled) tüpler, geniş kullanım alanlarını sınırlandırması açısından tasarıma olumsuz bir etki getirmektedir. Bu sistem betonarme konstrüksiyonlar için olduğu kadar çelik konstrüksiyonlarda da uygulanmaktadır (Taranath, 1988).

Tüp sistemler içindeki en gelişmiş sistemdir. Dış çerçeveli tüpler X ve Y yönünde yan yana gelerek birleştirilebilirler. Modüler sistemde her tüp rijit bir yapıda olduğundan, birleşimlerinde farklı seviyelerde kesilebilirler. Modüler tüp sistemi sayesinde tasarım yapmak daha kolay bir hale gelir, geometrik olmayan formlarda binalar tasarlanabilir. Diğer tüp sistemlere göre daha geniş açıklıkta kolon tasarımı yapılabilir ve dış cephe tasarımlarında esneklik sağlar (şekil 3.36).

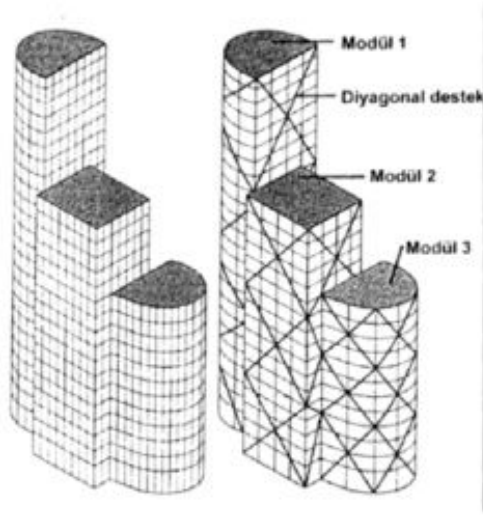
Bir bütün olarak çalışması için bir araya getirilip, bağlantısı yapılan tekil tüplerin oluşturduğu sistemdir. Bu şekilde tüplerin bağlanarak oluşturulan sistemde rijitlik artar, üst katlardaki salınım azalır fakat sistemin zayıf yanı ise kolon kısılmasıdır.



Şekil 3.40. Çeşitli modüler tüpler

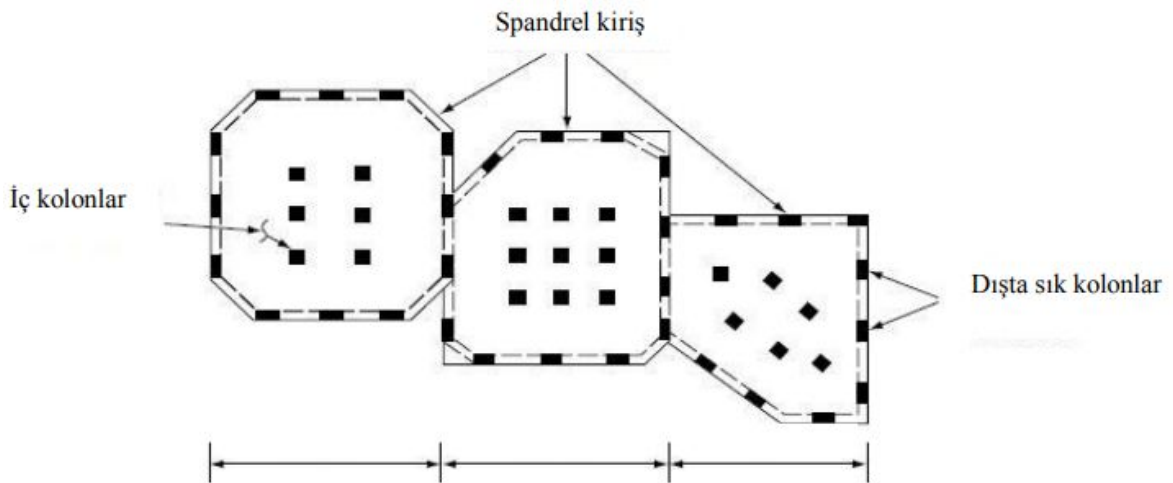
Kaynak: (Özgen, 1995).

Demet tüp sistemde, kafes tüp, çerçeve tüp ya da her ikisi birlikte kullanılabilir (şekil 3.37). Modüllerin farklı konfigürasyonlarda bir araya getirilebilme özelliğinden dolayı geniş bir uygulama alanına sahiptir.



Şekil 3.41. Modüler tüp formları

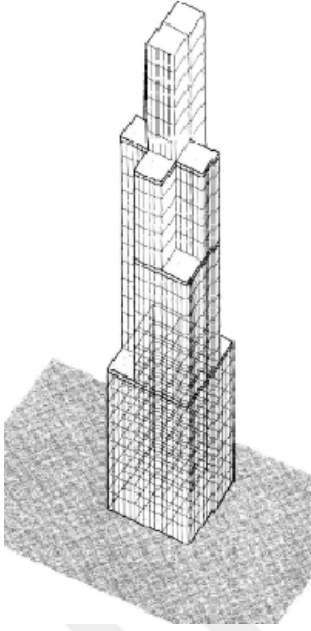
Kaynak: (Taranath, 1988).



Şekil 3.42. Demet tüp şematik planı

Kaynak: (Taranath, 2010)

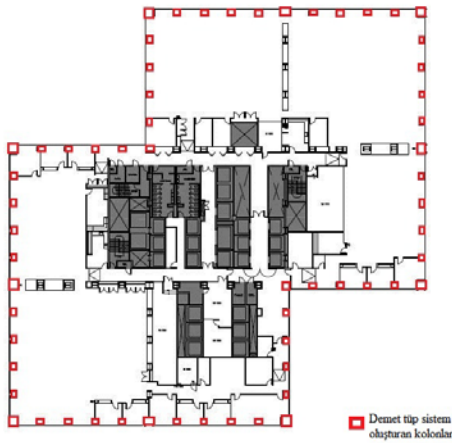
Demet tüp sistemler, çerçeve sistemlere göre kolon açıklıkları daha genişler. Yapı bu şekilde daha fazla ışık alır ve iç mekan kurgusu, taşıyıcıdan daha az etkilenir. Plan olarak ise her türlü kapalı form, bir araya gelerek demet tüp oluşturabilirler (şekil 3.39).



Şekil 3.43. Modüler tüp sistemler (demet)

Kaynak: (Schierle, 1996).

Wills Tower, birbirine geçmiş 9 adet kare tütün modüler olarak bir araya getirilmesiyle, S.O.M architects tarafından tasarlanmıştır. Yapı yüksekliği 527 metredir. Fazlur Khan tarafından geliştirilen demet tüp modeli bu binada uygulanmıştır. Binayı oluşturan 9 adet kare tüp, farklı yüksekliklerde kesilir. Şekil 3.40'ta gösterilen 50.kat planı şemasında demet tüplerin dış yüzeyindeki taşıyıcı kolonlar belirtilmiştir. Çelik taşıyıcı sistem malzemesi kullanılmıştır.



Şekil 3.44. Wills Tower (Sears)
50.kat planı

Kaynak: S.O.M Architects,1974

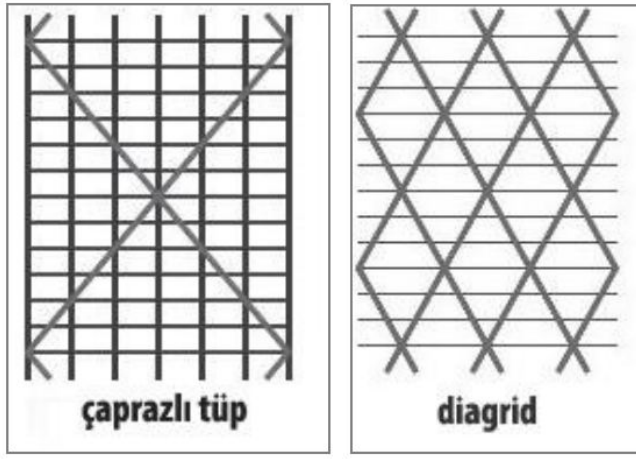


Şekil 3.45. Wills Tower,
Chicago (1974)

Kaynak: (URL 38).

3.5. Diyagonal (Diagrid) Sistemler

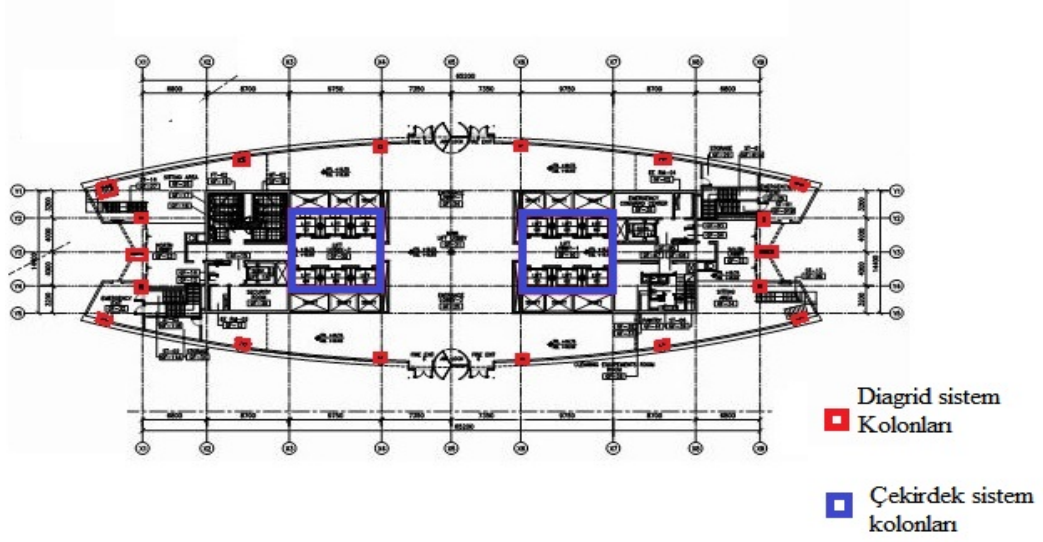
Diagrid sistemler, çapraz tüp (braced tube) sistemin geliştirilmiş hali olarak düşünülebilir. Diagrid sistem ile çapraz tüp sistemin farkı, düşey diagrid sistemlerde düşey elemanların neredeyse tamamen ortadan kalkması (düşey mega kolonlar daha fazla stabilite sağlamak amacıyla köşelerde olabilir) ve hem yerçekimine hem de yanal kuvvetlere direnimin diyagonal elemanlarca karşılanmasıdır (Taghizadeh ve Seyedinnoor, 2013) (Şekil 3.42).



Şekil 3.46. Çapraz tüp (braced tube) ve diagrid sistem (Moon, Connor, Fernandez, 2007)

Kaynak: (Moon, Connor, Fernandez, 2007)

2010 yılında Abu Dhabi'de MZ Architects tarafından tasarlanan 110 metre yüksekliğindeki Al dar Tower, diagrid sistem kullanılarak tasarlanmıştır. Şekil 3.43. deki Aldar Tower planında görüldüğü gibi, yapı içinde kullanılan strüktürel elemanların azaltılarak, serbest planlama ve esneklik sağlanmıştır. Şekil 3.44.'de yanal ve ağırlık yüklerini taşımak için binanın dış yüzeyinde oluşturulan iskelet görülmektedir. Yapının dış kabuğunda eğik kolon ve kirişler, üçgen oluşturacak biçimde dış yüzeye yerleştirilerek bir taşıyıcı iskelet oluşturulur. Şekil 3.45.'te bu iskeletin oluşturduğu diagrid sistemin ağırlık yüklerine karşı kolonları ortadan kaldırdığı görülmektedir. Kolon ve kirişlerdeki eğilme yerine diyagonallerin aksenal etkisine bağlı olarak kesmeye direnir ve deformasyonu azaltır. Bu sistem kesme ve eğilme rijitliklerine de sahiptir.



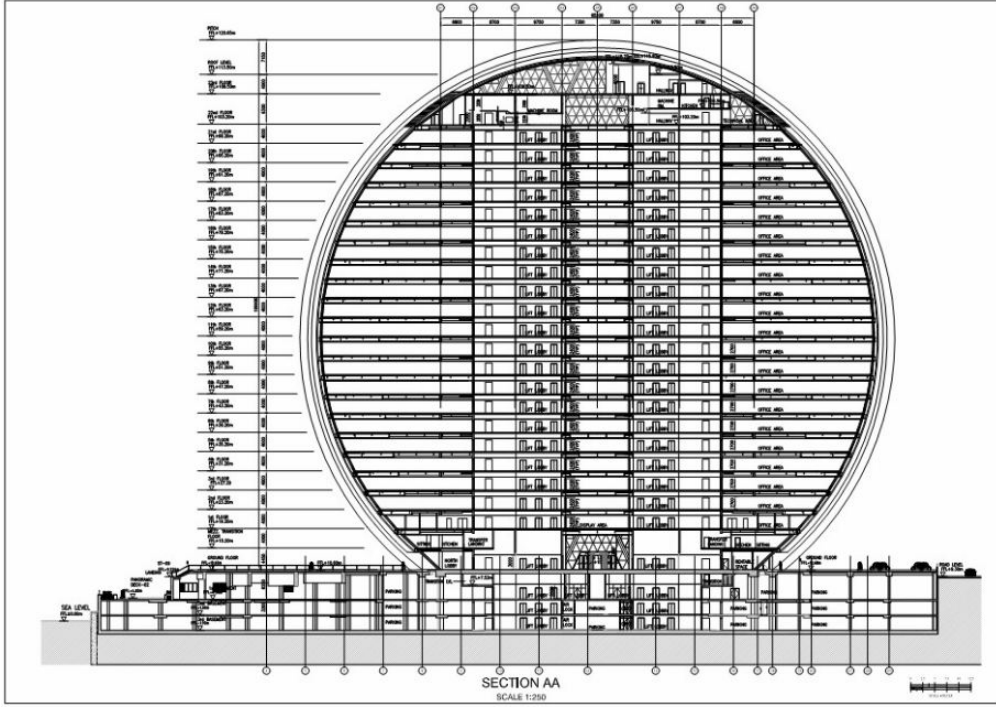
Şekil 3.47. Al Dar Tower kat planı

Kaynak: (URL 39).



Şekil 3.48. Al Dar Tower, B.A.E (2010)

Kaynak: (URL 40)



Şekil 3.49. Al Dar Tower kesiti

Kaynak: (URL 41).

Diagrid taşıyıcı sistem birbirini tekrar eden modüllerden oluşur. Her bir modül birbirinin üzerine yerleştirilerek çok katlı yapılar oluşturulur. Diagrid taşıyıcı sistem yanal rijitliği arttırmış ve estetik açıdan da yenilikçi çözümlere yol açmıştır



Şekil 3.50. Swiss Re Building diagrid modülü bir araya gelişi

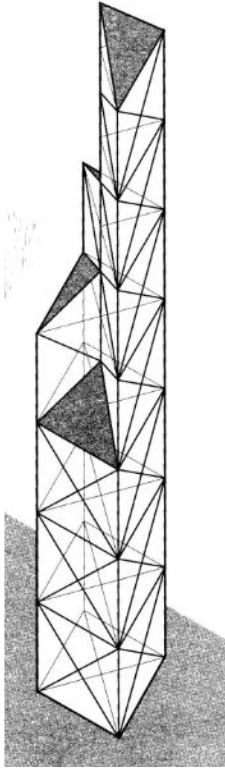
Kaynak: (Moon, 2009).

3.6. Uzay Kafes Sistemler

Uzay kafes, iç ve dış iskeleti bağlayan prizmaların üst üste ekleyerek, diyagonalleri bağlayarak elde edilen bir çaprazlı tüp sistem modelidir. Bu sistemin avantajı yatay ve düşey yüklere karşı dayanımı yüksektir.

Uzay sistemde binaya etkiyen yatay yükler, üç boyutlu bir çerçeve tarafından karşılanmaktadır. Bu üç boyutlu çerçeveyi oluşturan elemanlar diğer sistemlerden farklı olarak hem yatay hem de düşey yükleri karşılamaktadır. Sonuç olarak ortaya oldukça etkin ve hafif bir sistem çıkmaktadır (Sev, 2001; Smith and Coull,1991).

Uzay kafes sistemlerle oluşturulan yüksek yapı, yanal yüklere karşı dayanımlıdır ve yükün neredeyse tamamını yapının dört köşesindeki süper kolonlar taşırlar (şekil 3.47).

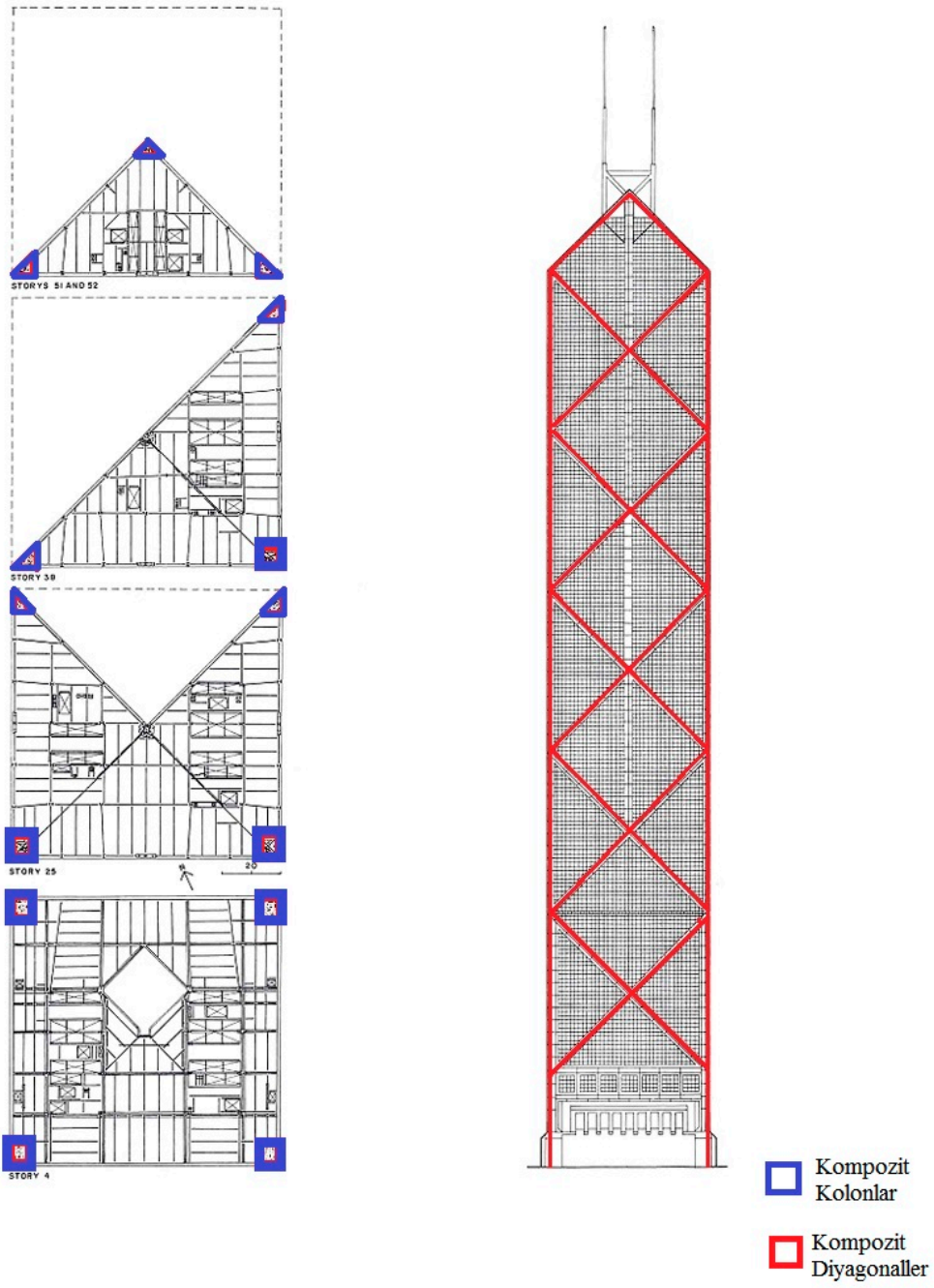


Şekil 3.51. Uzay kafesi sistemler

Kaynak: (Schierle, 1996).

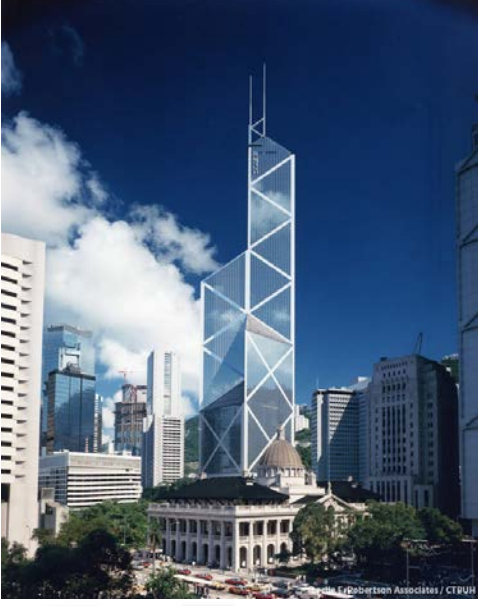
Bank of China Binası (şekil 3.48) mimar I.M. Pei tarafından Hong Kong'da tasarlanmıştır. Taşıyıcı sistemi beton ve çelik malzeme kullanılarak kompozit sistem olarak

üretilmiştir. Binanın taşıyıcı sistemini oluşturan uzay kafes sistem, yatay ve düşey yükleri binanın dört köşesindeki süper kolonlara, oradan da zemine aktarılmaktadır.



Şekil 3.52. Bank of China kat planı ve taşıyıcı sistem şeması

Kaynak: (URL 42)



Şekil 3.53. Bank of China, Hong Kong (1990)

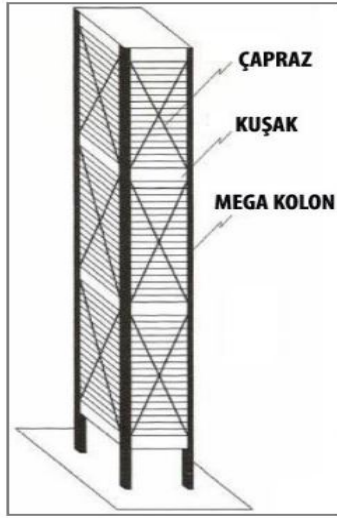
Kaynak: (URL 43).

3.7 Mega Çerçeve Sistemler

Mega çerçeve sistemler bina yükseklikleri 60 katın üzerine çıktığında uygun ve ekonomik bir seçenek oluşturur. Binanın köşelerinde kafes kirişler bulunduran mega kolonları ile sistem kurulur. Belirli kat yüksekliklerinde bu mega kolonların, yatay kafes kirişlerle de bağlantı sağlanır. Bu katları genellikle mekanik ve tesisat katına denk getirilerek tasarımı yapılır.

Süper çerçeveler, bina köşelerinde bulunan kafes tüp sistemlerin birleşiminden oluşan mega kolonlardan oluşan bir taşıyıcı sistemdir. Bu mega kolonlar, 15-20 katta bir çok katlı kirişlerle birbirine bağlanır (Ali and Moon, 2007).

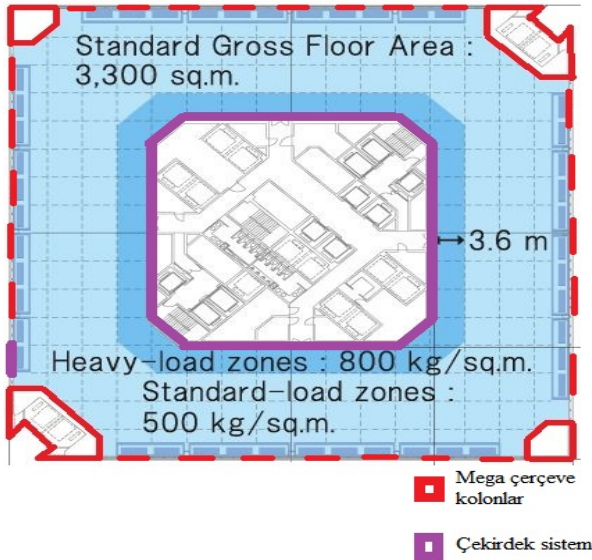
Yanal yükler, döşeme sistemin diyafram davranışları ile kafeslere, oradan da kenar kirişler aracılığıyla dıştaki kolonlara aksenal yük olarak aktarılır. Mega kolon sistemler, yapı yüksekliği boyunca süreklilik gösteren çok büyük kesitli betonarme veya kompozit kolonlardan oluşur.(şekil 3.49)



Şekil 3.54. Mega çerçeve sistemler

Kaynak: (Günel ve Ilgın, 2010)

Shanghai Dünya Ticaret Merkezi, mimar Iriye Miyake tarafından 2008 yılında Shanghai’de tasarlanmış olup 101 kat ve 492 metre yüksekliğindedir. Taşıyıcı sistem tasarımı, Leslie E.Robertson tarafından tasarlanmıştır. Taşıyıcı sistem malzemesi kompozit olarak yapılmıştır. Strüktürel olarak taşıyıcı sistem türü incelendiğinde (şekil 3.50)’de, işaretlenmiş mega kolonlar kullanıldığı görülmektedir. Merkezde betonarme çekirdek sistem, ve yatay perdeli çapraz çerçeve sistem kullanılmıştır.



Şekil 3.55. Shanghai Dünya Tcaret merkezi, kat planı

Kaynak: (URL 44).



Şekil 3.56. Shanghai Dünya Tcaret Merkezi, Çin (2008)

Kaynak: (URL 45).

DÖRDÜNCÜ BÖLÜM

TÜRKİYE'DE YÜKSEK YAPI ÖRNEKLERİ

4. TÜRKİYE'DE YÜKSEK YAPI ÖRNEKLERİ

4.1. Türkiye'de Yüksek Yapıların Başlangıcı

Türkiye'de yüksek yapıların gelişimi incelendiğinde bu yapıların ilk örneklerinin 1950 yılından sonra inşa edildiği görülmektedir. 1950 öncesinde konut ve kamu yapıları olarak görülen bina tipleri, bu tarihten sonra ofis ve otel binaları gibi farklı türde yapılara rastlanmaktadır. 1953-60 tarihinde Orhan Bozkurt, Gazanfer Beken ve Orhan Bolak tarafından tasarlanan Ankara'daki 13 katlı Ulus İş hanı (şekil 4.1) bu dönemin önemli eserlerindedir. 1959-65 tarihinde mimar Enver Tokay tarafından tasarımı yapılmış olan, Ankara'da yapılan 24 katlı Kızılay Emek İş Hanı (şekil 4.2) Türkiye'deki ilk yüksek yapı olarak kabul edilmektedir.



Şekil 4.1. Ulus İş Hanı, Ankara (1960)

Kaynak: (URL 45).



Şekil 4.2. Kızılay Emek İş Hanı, Ankara (1965)

Kaynak: (URL 46).

Cumhuriyetin ilk yıllarında Kent planlamaları ele alınan konular arasındaydı. 1924'te Ankara Belediyesi kurulmuş, gelişme planları hazırlanarak uygulanmıştır. 1928 yılında Ankara İmar Müdürlüğü kurulmuştur. Yurt içinde planlama çalışmaları ise 1930'da yürürlüğe giren Belediyeler ve Umumi Hıfzı sıhha Kanunu ile Başlatılmış olup, bunları 1933 yılında Belediyeler Yapı ve Yollar Kanunu izlemiştir. (Bayır, 1988)

1964 yılında açılan ulusal yarışmada birinci ödülü kazanan ve 1966-1970 yılları arasında yapılan Ankara Stad Oteli (şekil 4.3), Mimar Doğan Tekeli, Sami Sisa ve Metin Hepgüler tarafından tasarlanmıştır. 20 kat ve 71 metre yüksekliğine sahip bina, dönemin egemen brütalist tutumun belirgin örneklerindedir.



Şekil 4.3. Stad Oteli, Ankara (1970)

Kaynak: (URL 47).

1969-74 tarihinde yapılan 28 katlı İstanbul Harbiye Orduevi (şekil 4.4), mimar Metin Hepgüler tarafından tasarlanmıştır. 1968-75 yılında yapılan, mimar Kaya Tecimen ve mimar Kemal Taner tarafından tasarlanan 21 katlı İstanbul Sanayi Odası Odakule İş Merkezi (şekil 4.5) ve 1975 yılında tamamlanan, tasarımı Tamay Sütmen tarafından yapılan 28 katlı Ankara Hacı Ömer Sabancı Kız Yurdu (şekil 4.6) binaları ile birlikte yapılan bina kat sayıları 30 kat yüksekliğine yaklaşmıştır.



Şekil 4.4. Harbiye Orduevi, İstanbul (1969-74)

Kaynak: (URL 48).



Şekil 4.5. Odakule İş Merkezi, İstanbul (1968-75)

Kaynak: (URL 49).



Şekil 4.6. Sabancı Kız Öğrenci Yurdu, Ankara (1975)

Kaynak: (URL 50).

1950-1975 arası dönemde yapılan ve genellikle 20-25 kat yüksekliğinde olan yüksek yapılarda taşıyıcı sistem olarak betonarme perde ve çerçeveler kullanılmıştır. Kullanılan betonarme perde+çerçeve sistemli bu yapılarda yükseklik gibi döşeme açıklıkları da sınırlanmıştır. Bu nedenle fazla mekân açıklığı gerektirmeyen otel ve konut türü yapıların yanı sıra, döşeme açıklıklarının az olduğu büro yapıları yapılmıştır (Özgen ve Sev, 2000).

1990'dan sonra yapı yükseklikleri artarak 50 kat sınırına ulaşılmış ve tübüler sistemlerin kullanımına başlanmıştır. Tübüler taşıyıcı sistemin, rüzgar ve deprem gibi yatay kuvvetlere karşı etkili, 40 katın üstündeki yapılarda taşıyıcı sistem maliyetini büyük ölçüde azalttığı ve büyük açıklıklı mekanların yapımına imkan sağladığı için kullanımı artmıştır (Özgen ve Sev, 2000).

1987 yılında mimar Cengiz Bektaş tarafından tasarlanan, Mersin Mertim kulesi (şekil 4.7) 52 katlı ve 176.8 metre yüksekliğindedir. Betonarme ve tüp içinde tüp sistem kullanılarak inşa edilen yapı, bu tarihe kadar yapılmış olan en yüksek bina özelliğini taşımaktadır. Uzun bir dönem Türkiye'de en yüksek bina olma özelliğini taşımıştır.



Şekil 4.7. Mertim Kulesi, Mersin (1987)

Kaynak: (URL 51).

1993 yılında tamamlanan Sabancı Kuleleri (şekil 4.8) mimar Haluk Tümay ve mimar Ayhan Böke tarafından tasarlanmıştır. 140 ve 158 metre yüksekliğindeki iki kuleden oluşan yapı, perde duvarlı ve çerçeve sistemler kullanılarak betonarme olarak inşa edilmiştir.



Şekil 4.8. Sabancı Kuleleri, İstanbul (1993)

Kaynak: (URL 53).

2000 yılında tamamlanan İstanbul İş Bankası Genel Müdürlüğü Kompleksi (şekil 4.9), mimar Doğan Tekeli, Sami Sisa ve Swanke Hayden tarafından tasarlanmıştır. Bina 52 katlı bir kule ve 36 katlı iki kuleden oluşmaktadır. Strüktürel tasarımı dışta betonarme çerçeveli tüp ve merkezde perde duvarlı sistem kullanılarak inşa edilmiştir. 52 katlı olan bina 181.2 metre yüksekliğindedir. Diğer kuleler ise 117.6 metre yüksekliğindedir. İş Bankası Kuleleri, yapıldığı dönem itibariyle Türkiye'nin en yüksek binası olma özelliğini taşımıştır.



Şekil 4.9. İş Bankası Kuleleri, İstanbul (1993)

Kaynak: Tekeli-Sisa mimarlık

1965 yılında başlayan ve başlangıcı Kızılay Emek İş Hanı olan yüksek yapı sürecinde Türkiye'de toplam 36 adet yüksek yapı inşa edilmiştir (tablo 4.1). 2000 yılından sonra ise Türkiye'de yüksek yapı konusunda artışların ciddi oranda başladığı yıllar olmuştur. CTBUH verilerine göre, 2000-2019 yılları arasında ise toplam 146 adet yüksek yapı inşa edilmiştir.

Teknolojik gelişmelerle birlikte beton mukavemetinin artıp yüksek sınıf beton üretilmesiyle daha yüksek binaların oluşması sağlanmıştır. Yüksek yapılarda beton kullanımlarının artması, betonun yüksek mukavemetli olarak üretilmesi, betonla beraber çeliğin kullanılması ile beraber betonun yüksek kotlara taşınmasını sağlayan pompa sistemlerinin gelişmesiyle de doğrudan alakalıdır. Yüksek kotlara beton dökülebilen

pompalar sayesinde beton kullanılan binaların yüksekliklerinde ve sayılarında artışlar başlamıştır.

Çizelge 4.1. 1965-2000 yılları arası yılında yapılan yüksek binalar

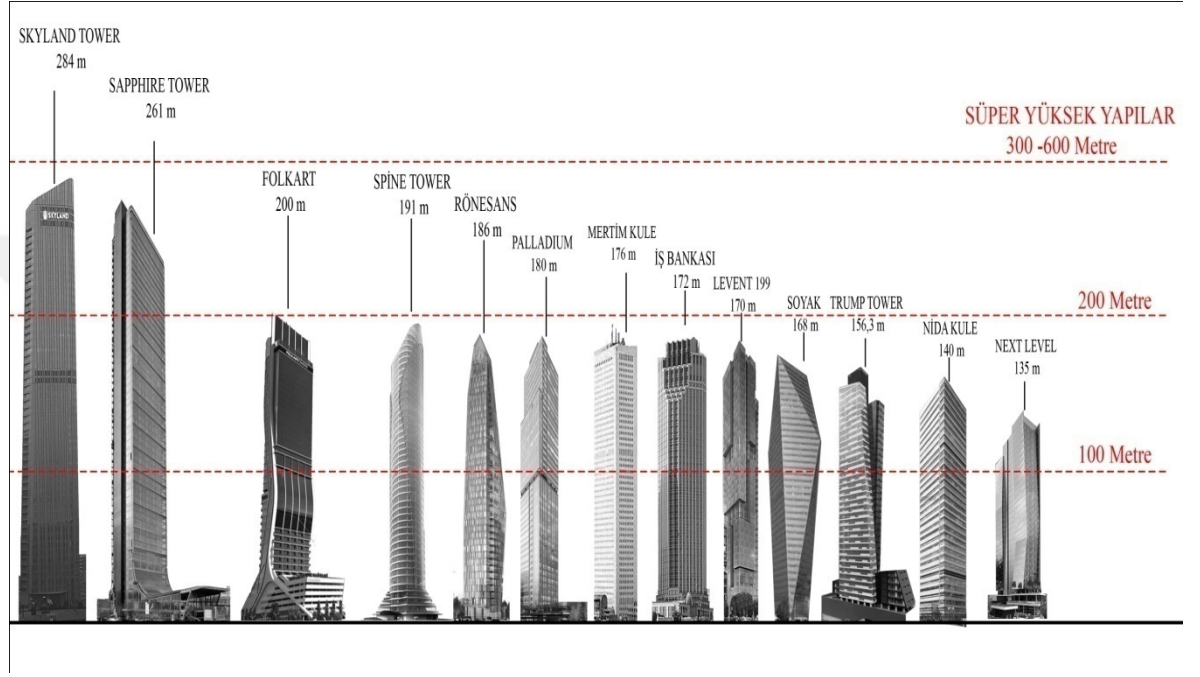
#	Building Name	City	Height (m)	Floors	Completion	Material	Use
1	IS Bankasi Tower I	Istanbul	181	52	2000		office
2	Mersin Complex	Mersin	176	52	1987	concrete	hotel / office
3	Tekstilkent Plaza 2	Istanbul	168	44	2000		hotel / office
3	Tekstilkent Plaza 1	Istanbul	168	44	2000		hotel / office
5	Akbank Tower	Istanbul	157	39	1993	concrete	office
6	Suzer Plaza Ritz-Carlton	Istanbul	153	34	1998		hotel / office
7	Metrocity Millennium III	Istanbul	143	35	2000		residential
7	Metrocity Millennium II	Istanbul	143	35	2000		residential
9	TAT Tower 2	Istanbul	143	34	2000		hotel / office
9	TAT Tower 1	Istanbul	143	34	2000		hotel / office
11	Metrocity Millennium I	Istanbul	143	31	2000		residential
12	Izmir Hilton Hotel	Izmir	142	35	1991		hotel
18	Sabancı Center 2	Istanbul	140	34	1993		office
13	Dikmen Valley Tower 4	Ankara	140	36	1996		residential
13	Dikmen Valley Tower 3	Ankara	140	36	1996		residential
13	Dikmen Valley Tower 2	Ankara	140	36	1996		residential
13	Dikmen Valley Tower 1	Ankara	140	36	1996		residential
17	Sisli Elite Residence	Istanbul	140	35	2000		residential
19	Beybi GIZ Plaza	Istanbul	138	34	1996		office
20	Bank Ekspres Tower	Istanbul	124	27	1999		office
21	Halbank Headquarters	Ankara	123	32	1993		office
22	Zorlu Holding	Istanbul	120	30	1999		office
23	Portas Tower 2	Ankara	115	31	1998	concrete	residential / office
24	Akman Condominium 2000	Ankara	110	32	1999	concrete	residential
25	Banking Regulation & Supervision Council	Ankara	108	29	1975	concrete	office
26	TPAO Headquarters	Ankara	100	28	1974	concrete	office
28	TUBITAK Headquarters	Ankara	100	25	1989	concrete	office
27	Ministry of Labour & Social Security	Ankara	100	26	1994	concrete	government
29	Haci Ömer Sabancı Dormitory	Ankara	98	28	1975	concrete	residential
29	Royal Garden Park 1	Ankara	98	28	2000	concrete	residential
31	Portas Tower 1	Ankara	95	23	1998	concrete	office
32	Royal Garden Park 2	Ankara	91	26	2000	concrete	residential
33	Royal Garden Park 3	Ankara	84	24	2000	concrete	residential
34	Emek Business Center	Ankara	82	24	1985	concrete	office
35	Siyami Ersek Hospital	Istanbul	82	19	2000		hospital
36	Sheraton Hotel	Ankara	-	29	1991	concrete	hotel

Kaynak: CTBUH

4.2 Türkiye'deki Yüksek Yapı Örneklerinin Strüktürel Açıdan İncelenmesi

Türkiye'de yapılmış olan ve bu çalışma kapsamında incelenen yüksek yapı örnekleri, bu yapıların yapıldıkları malzemeye göre incelenmesi ve strüktür tiplerinin belirlenmesi ile ilgili örnekler aşağıda oluşturulan çizelgede yüksekliklerine göre sıralanmıştır.

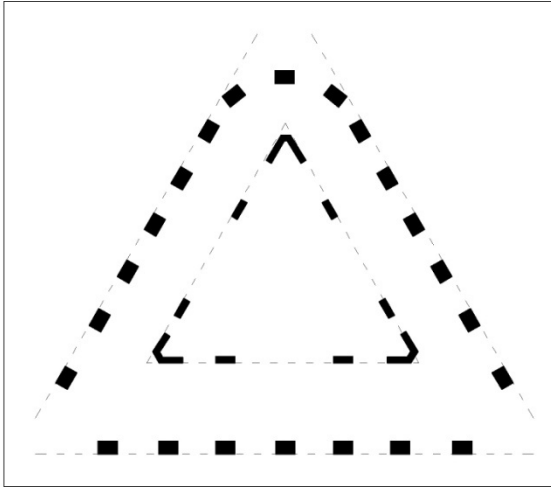
Çizelge 4.2. İncelenen 13 adet yüksek yapı örneklerinin yüksekliklerine göre sıralanması



4.2.1 Skyland Towers

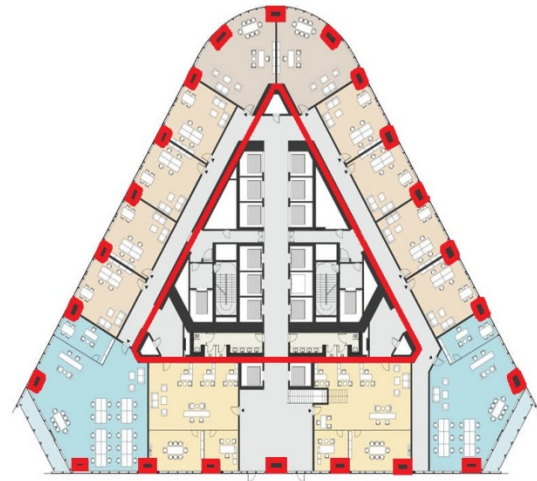
Skyland Towers, 2013 yılında Broadway Malyan tarafından tasarlanmıştır. 2017 yılında İstanbul'da tamamlanan yapı, aynı zamanda Türkiye'nin en yüksek binası özelliğini taşımaktadır. En yüksek kule 65 kat yüksekliğinde ve 284 metre yüksekliğindedir. Kullanım özellikleri açısından karma bir proje olan Skyland Towers; ofis, konut ve alışveriş merkezi birimlerini bünyesinde barındırmaktadır. Taşıyıcı sistem malzemesi betonarme olarak tasarlanmıştır. Yapı, strüktürel açıdan taşıyıcı sistem türü incelendiğinde (şekil 4.10), merkezde perde duvarlı çekirdek sistem ve planın dış sınırında

çerçeve sistem oluşturmak için yerleştirilmiş kolonlar görülmektedir.



Şekil 4.10. Skyland Tower kat planı

Kaynak: Skylandistanbul.com'dan alınarak yazar tarafından taşıyıcı sistem analizi yapılmıştır.



Şekil 4.11. Skyland Tower taşıyıcı sistem şeması



Şekil 4.12. Skyland Towers, İstanbul (2017)

Kaynak: (URL 53).

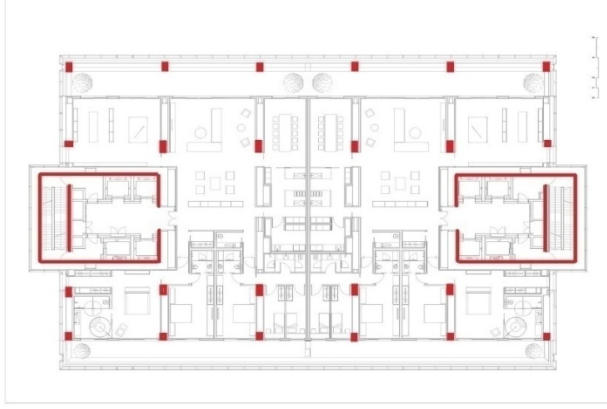
Çizelge 4. 3. Skyland Kuleleri hakkında genel bilgiler

Yapı Adı	Skyland Towers
Başlangıç Tarihi	2013
Bitiş Tarihi	2017
Yapı Yeri	İstanbul
Strüktür Malzemesi	Betonarme
Strüktür Türü	Perde Duvarlı+Çekirdekli Sistem
Kat Sayısı	65
Yükseklik (metre)	284 m
Yapı Fonksiyonu	Karma (Alışveriş m.+konut+ofis)
Cephe Sistemi	Giydirme panel sistem
Temel Sistemi	Radye temel
Kalıp Sistemi	Tırmanır Kalıp
Mimari Tasarım	Broadway Malyan
Strüktürel Tasarım	Balkar Mühendislik

4.2.2. Sapphire Tower

Sapphire Tower, 2006 yılında Tabanlıoğlu mimarlık tarafından tasarlanmıştır. 2010 yılında İstanbul'da tamamlanan yapı, alışveriş merkezi ve konut projesi olarak karma kullanımlı bir yapı olarak tasarlanmıştır. Zemin üstü 55 kat ve 30 metre anten ile beraber 261 metre yüksekliğe ulaşmaktadır. Yapı kamuya açık bir alışveriş merkezi ve lüks konut olarak karma işlevli bir bina olarak tasarlanmıştır. Binada, farklı kotlarda ortak sosyal alanlar ve kapalı bahçeler oluşturulmuştur.

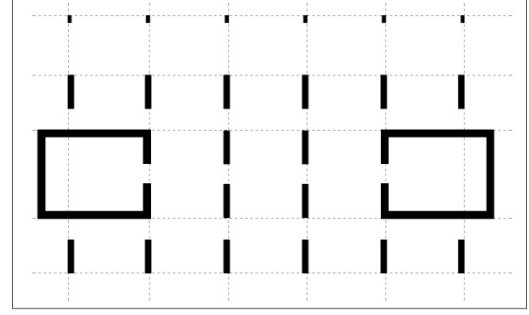
Yapı strüktürel açıdan incelendiğinde; dikdörtgen plan şemasının (şekil 4.11) kısa kenarlarında perde duvarlı çekirdekler bulunmaktadır. Yapı uzun kenarında ise perde kolonların oluşturduğu perde duvarlı sistem uygulanmıştır. Kolon aralıkları 9 metre, döşeme kalınlıkları ise 40 cm'dir. Yapı'nın dış cephesini oluşturan kabuk, çelik konstrüksiyondan oluşmaktadır. Bina imalatı yapılırken perde kalıp sistemiyle tırmanır kalıp sistemi kullanılmıştır. Temelde kulenin altına denk gelen bölümde 3.1 metre yüksekliğindeki radye temel, C60 beton dökülerek imal edilmiştir.



Şekil 4.13. Sapphire Tower

44.kat planı

Kaynak: Tabanlıoğlu'ndan alınarak yazar tarafından taşıyıcı sistem analizi yapılmıştır



Şekil 4.14. Sapphire tower

taşıyıcı sistem şeması



Şekil 4.15. Sapphire Tower, İstanbul (2010)

Kaynak: Tabanlıoğlu

Çizelge 4.4. Sapphire hakkında genel bilgiler

Yapı Adı	Sapphire Tower
Başlangıç Tarihi	2006
Bitiş Tarihi	2010
Yapı Yeri	İstanbul
Strüktür Malzemesi	Betonarme+Çelik
Strüktür Türü	Perde Duvarlı+Çekirdekli Sistem
Kat Sayısı	55 (+10 kat bodrum)
Yükseklik (metre)	261 m
Yapı Fonksiyonu	Karma (Alışveriş m.+konut)
Cephe Sistemi	Giydirme panel sistem
Temel Sistemi	Radye temel
Kalıp Sistemi	Tırmanır Kalıp
Mimari Tasarım	Tabanlıoğlu Mimarlık
Strüktürel Tasarım	Balkar Mühendislik

4.2.3 Folkart Towers

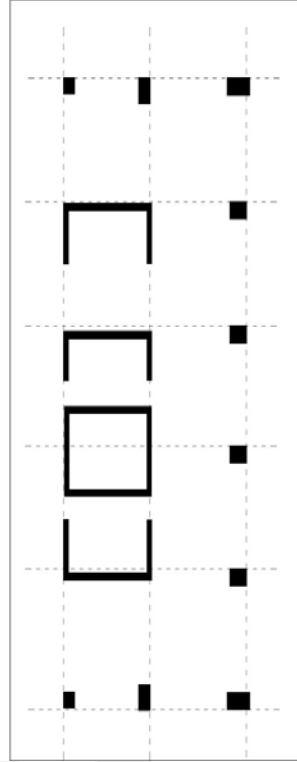
Folkart Towers, 2011 yılında Yağcıoğlu Mimarlık tarafından tasarlanmıştır. 2014 yılında İzmir’de tamamlanan yapı, her biri 45 kat ve 200 metre yükseklikten oluşan iki kuleden oluşur. Karma kullanımlı olan bu projede, konut, alışveriş alanları, spor kompleksleri ve ofisler bulunmaktadır.

Taşıyıcı sistem malzemesi betonarme olarak tasarlanmıştır. Yapı, strüktürel açıdan incelendiğinde (şekil 4.13), merkezde perde duvarlı çekirdek sistem ve planın üç cephe sınırında çerçeve sistem oluşturmak için yerleştirilmiş olan kolonlar görülmektedir.



Şekil 4.16. Folkart Towers konut bloğu kat planı

Kaynak: Yağcıoğlu Mimarlık'tan alınıp, yazar tarafından taşıyıcı sistem analizi yapılmıştır.



Şekil 4.17. Folkart Towers taşıyıcı sistem şeması



Şekil 4.18. Folkart Towers, İzmir (2014)

Kaynak: Yağcıoğlu Mimarlık

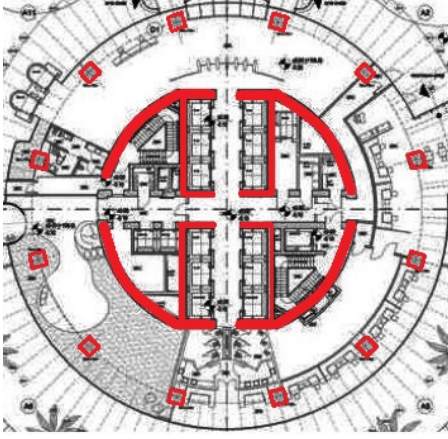
Çizelge 4.5. Folkart Towers hakkında genel bilgiler

Yapı Adı	Folkart Towers
Başlangıç Tarihi	2011
Bitiş Tarihi	2014
Yapı Yeri	İzmir
Strüktür Malzemesi	Betonarme
Strüktür Türü	Çerçeve Sistem + Perde Duvarlı Çekirdek Sistem
Kat Sayısı	45
Yükseklik (metre)	200 m
Yapı Fonksiyonu	Konut+Ofis
Cephe Sistemi	Panel giydirme cephe
Temel Sistemi	Radye temel
Kalıp Sistemi	Tırmanır Kalıp
Mimari Tasarım	Yağcıoğlu mimarlık
Strüktürel Tasarım	Emir Mühendislik

4.2.4 Spine Tower

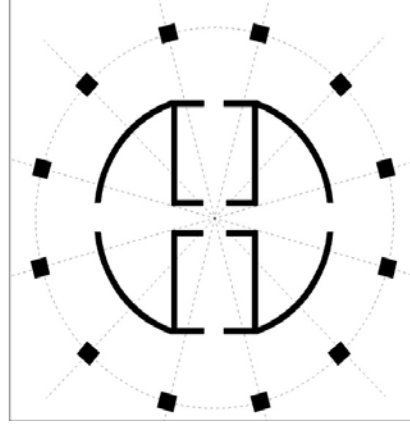
Spine Tower, 2010 yılında iki design grup tarafından tasarlanmıştır. 2014 yılında İstanbul Maslak'ta tamamlanan Spine Tower, 46 katlı ve 191 metre yüksekliğindedir. Karma kullanımlı olan bu projede, konut ve ofisler bulunmaktadır.

Yapının taşıyıcı sistem malzemesi (şekil 4.15) betonarme olarak tasarlanmıştır. Merkezde dairesel perde duvarlı çekirdek sistem ve dairesel planın çevresinde çerçeve sistemi oluşturan kolonlar belirtilmiştir. Temel sistemi radye temel, beton sınıfı olarak ise C80 yüksek nitelikli beton kullanılmıştır.



Şekil 4.19. Maslak Spine Tower,
zemin kat planı

Kaynak: İki Design Grup
Mimarlık'tan alınıp, yazar
tarafından taşıyıcı sistem analizi
yapılmıştır.



Şekil 4.20. Spine Tower Taşıyıcı
sistem şeması



Şekil 4.21. Maslak Spine Tower ,İstanbul (2014)

Kaynak: (URL 54).

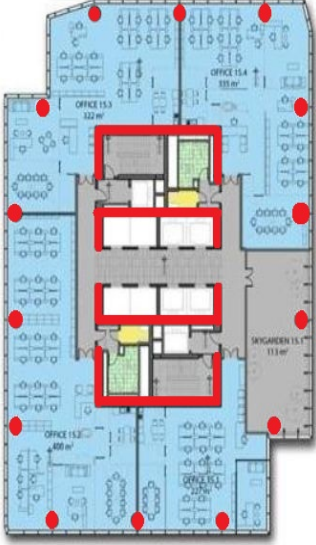
Çizelge 4. 6. Maslak Spine Tower hakkında genel bilgiler

Yapı Adı	Maslak Spine Tower
Başlangıç Tarihi	2010
Bitiş Tarihi	2014
Yapı Yeri	İstanbul
Strüktür Malzemesi	Betonarme
Strüktür Türü	Çerçeve Sistem + Perde Duvarlı Çekirdek Sistem
Kat Sayısı	46
Yükseklik (metre)	191 m
Yapı Fonksiyonu	Konut+Ofis
Cephe Sistemi	Panel giydirme cephe
Temel Sistemi	Radye temel
Kalıp Sistemi	Tırmanır Kalıp
Mimari Tasarım	2 Design Grup
Strüktürel Tasarım	Erdemli Mühendislik

4.2.5 Rönesans (Allianz) Tower

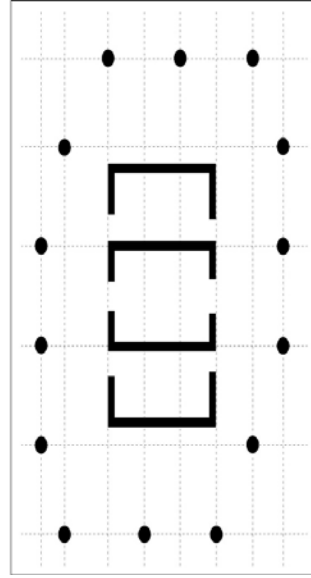
Rönesans Tower, 2012 yılında Fxfowle tarafından tasarlanmıştır. 2015 yılında İstanbul'da tamamlanan yapı, 40 katlı ve 186 metre yüksekliğinde ve 86.200 m² alana sahip olan bir ofis projesidir.

Yapının taşıyıcı sistem malzemesi betonarme olarak tasarlanmıştır. Yapı, strüktürel açıdan incelendiğinde (şekil 4.17), merkezde perde duvarlı çekirdek sistem ve planın dört cephe sınırında çerçeve sistem oluşturmak için yerleştirilmiş olan dairesel betonarme kolonlar görülmektedir. Temel sistemi, radye temel olarak kullanılmış olup yapıda çekirdek yapımında tırmanır kalıp sistemi uygulanmıştır.



Şekil 4.22. Rönesans Tower, kat planı

Kaynak: Gülakan, 2014 tezinden alınıp, yazar tarafından taşıyıcı sistem analizi yapılmıştır.



Şekil 4.23. Rönesans Tower taşıyıcı sistem şeması



Şekil 4.24. Rönesans Tower, İstanbul (2015)

Kaynak: Fxfowle Architects

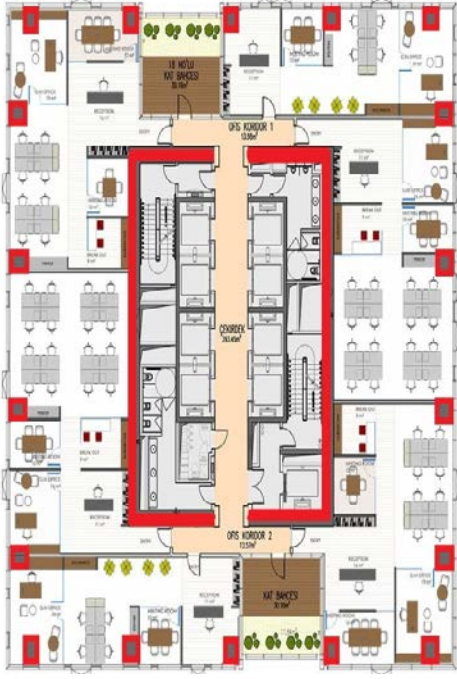
Çizelge 4. 7. Rönesans Tower hakkında genel bilgiler

Yapı Adı	Rönesans (Allianz) Tower
Başlangıç Tarihi	2012
Bitiş Tarihi	2014
Yapı Yeri	İstanbul
Strüktür Malzemesi	Betonarme
Strüktür Türü	Çerçeve Sistem+ Perde Duvarlı Çekirdek Sistem
Kat Sayısı	40
Yükseklik (metre)	186
Yapı Fonksiyonu	Ofis
Cephe Sistemi	Panel giydirme cephe
Temel Sistemi	Radye temel
Kalıp Sistemi	Tırmanır Kalıp
Mimari Tasarım	FXFOWLE Architects
Strüktürel Tasarım	DeSimeone Consulting

4.2.6. Palladium Tower

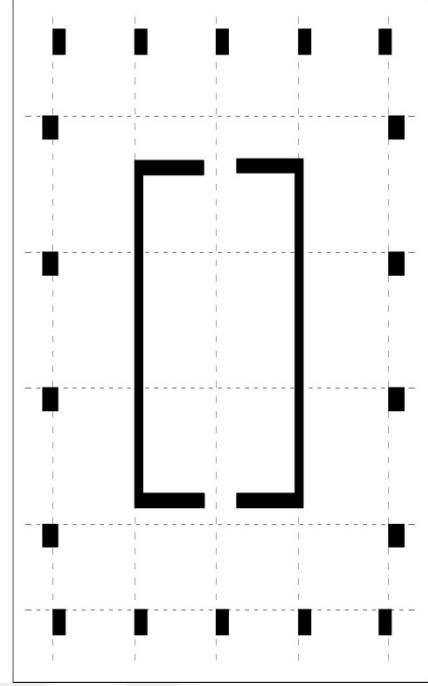
Rönesans Tower, 2012 yılında Swanke Hayden Connell Architects tarafından tasarlanmıştır. 2014 yılında İstanbul'da tamamlanan yapı, 43 katlı ve 180 metre yüksekliğine sahip olan bir ofis projesidir.

Yapının taşıyıcı sistem malzemesi betonarme olarak tasarlanmıştır. Yapı, strüktürel açıdan incelendiğinde (şekil 4.19), merkezde perde duvarlı çekirdek sistem ve planın dört cephe sınırında çerçeve sistem oluşturmak için yerleştirilmiş olan betonarme kolonlar görülmektedir. Temel sistemi, radye temel olarak kullanılmış olup yapıda çekirdek yapımında tırmanır kalıp sistemi uygulanmıştır.



Şekil 4.25. Palladium Tower, kat planı

Kaynak: Tahincioğlu İnşaatın alınıp, yazar tarafından taşıyıcı sistem analizi yapılmıştır.



Şekil 4.26. Palladium Tower taşıyıcı sistem şeması



Şekil 4.27. Palladium Tower, İstanbul (2014)

Kaynak: Tahincioğlu

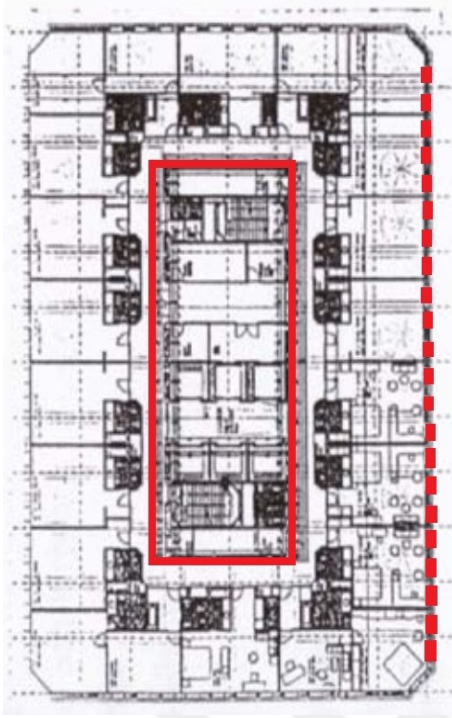
Çizelge 4. 8.Palladium Tower hakkında genel bilgiler

Yapı Adı	Palladium Tower
Başlangıç Tarihi	2011
Bitiş Tarihi	2014
Yapı Yeri	İstanbul
Strüktür Malzemesi	Betonarme
Strüktür Türü	Çerçeve Sistem+ Perde duvarlı çekirdek sistem
Kat Sayısı	43
Yükseklik (metre)	180
Yapı Fonksiyonu	Ofis
Cephe Sistemi	Yarı panel giydirme cephe
Temel Sistemi	Radye temel
Kalıp Sistemi	Tırmanır Kalıp
Mimari Tasarım	Swanke Hayden Connell Architects
Strüktürel Tasarım	Emir Mühendislik

4.2.7. Mertim Kulesi

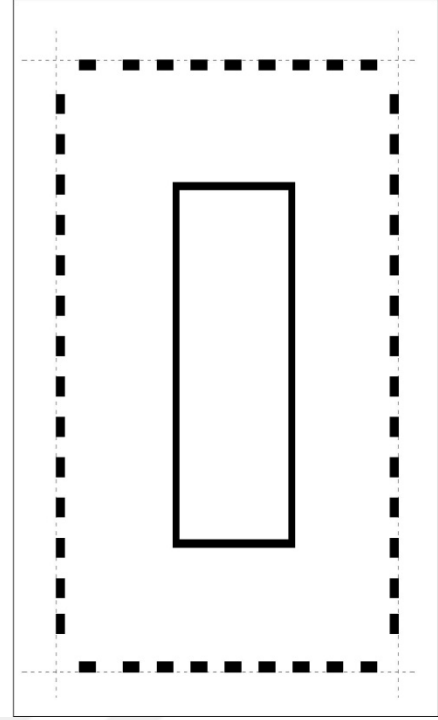
Mertim Kulesi, 1987 yılında mimar Cengiz Bektaş tarafından tasarlanmıştır. 1992 yılında Mersin’de tamamlanmış olan yapı, zemin üstü 52 kat ve 176 metre yüksekliği ile, uzun yıllar Türkiye’nin en yüksek binası özelliğini taşımıştır. Alçak bir kütle ve onun da üzerinde yüksek bir kuleden oluşan bina, alışveriş, ofis ve otel birimlerini içinde barındıran karma kullanımlı bir bina tasarlanmıştır.

Yapının taşıyıcı sistem malzemesi betonarme olarak tasarlanmıştır. Yapı strüktürel olarak incelendiğinde (şekil 4.20), iç ve dış perdelerden oluşan betonarme, tüp içinde tüp sistem taşıyıcı sistem kullanıldığı görülmektedir. Bu taşıyıcı sistem sayesinde 52 katlı bu binada kolon aralıkları 9 metreyi bulmaktadır. Kat döşemeleri ise kirişli plak döşeme olup, döşeme kalınlığı 12 cm.’dir. Bina temeli, radye temel sistem olarak tasarlanmıştır.



Şekil 4.28. Mertim Tower, kat planı

Kaynak: Kırkan 2005, tezinden alınıp, yazar tarafından taşıyıcı sistem analizi yapılmıştır.



Şekil 4.29. Mertim Tower taşıyıcı sistem şeması



Şekil 4.30. Mertim Tower ,Mersin (1992)

Kaynak: (URL 55).

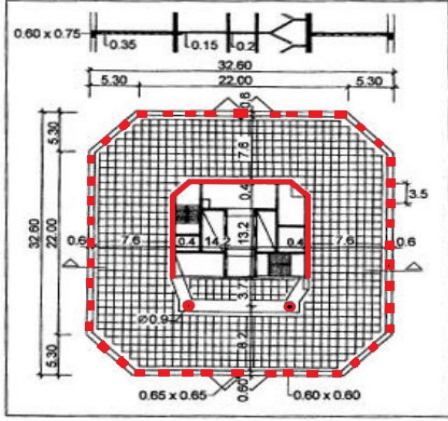
Çizelge 4. 9.Mertim Tower hakkında genel bilgiler

Yapı Adı	Mertim Tower
Başlangıç Tarihi	1987
Bitiş Tarihi	1992
Yapı Yeri	Mersin
Strüktür Malzemesi	Betonarme
Strüktür Türü	Tübüler Sistem (tüp içinde tüp)
Kat Sayısı	52
Yükseklik (metre)	176
Yapı Fonksiyonu	Ofis+otel+alışveriş
Cephe Sistemi	Brüt beton yüzeyler ve pvc pencereler
Temel Sistemi	Radye temel
Kalıp Sistemi	Tırmanır Kalıp
Mimari Tasarım	Cengiz Bektaş
Strüktürel Tasarım	Balkar Mühendislik

4.2.8. İş Bankası Kuleleri

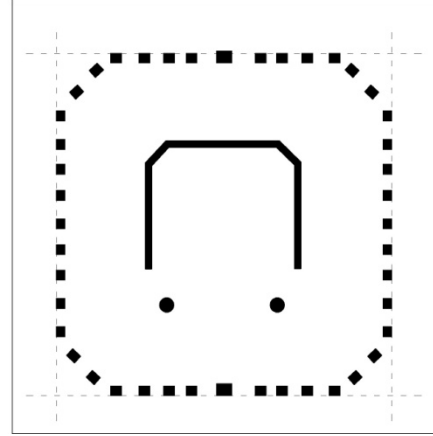
İş Bankası Kuleleri 1988'de Türkiye Şişe Cam Fabrikaları Genel Müdürlüğü için açılan sınırlı proje yarışmasında uygulama için seçilen proje, daha sonra İş Bankası'nın arsayı satın alması üzerine değişiklik geçirmiştir. 1993'te konuyu yeniden gündeme getiren banka genel müdürlüğü, 1988 projesinin ikiz kuleleri yerine, iki küçük (35 kat) bir büyük kule (52 kat) yapılmasının daha ekonomik olacağı kanısına varmıştır. Böylece yeni kompozisyonda, tek yüksek yapı olacak banka genel müdürlüğünün, diğer kulelerden ayrılarak egemen olması sağlanmıştır (Tekeli&Sisa).İş Bankası Kuleleri, 1993 yılında mimar Doğan Tekeli ve mimar Sami Sisa tarafından tasarlanmıştır. 2000 yılında İstanbul'da tamamlanan yapı, 52 katlı bir kule ve 36 katlı iki kule ile birlikte alışveriş ve kültür merkezi birimlerinden oluşmaktadır.

Yapıların taşıyıcı sistem malzemesi betonarmedir. Kuleler strüktürel açıdan incelendiğinde (şekil 4.21); dışta betonarme çerçevesi bir tüp ve içte perde duvarlı çekirdek sistemlerden oluşmaktadır. Radye temel sistemi ile temel sistemi yapılmış olup C35 beton kullanılmıştır. Her üç kule de, çerçevesi dış tüpten dolayı kolon aksları 3.5 metre aralıklarla düzenlenmiştir.



Şekil 4.31. İş Bankası Kuleleri,
52 katlı blok kat planı

Kaynak: Gülakan
2014, tezinden alınıp, yazar
tarafından taşıyıcı sistem analizi
yapılmıştır.



Şekil 4.32. İş Bankası Kulesi 52
katlı blok taşıyıcı sistem şeması



Şekil 4.33. İş Bankası Kuleleri, İstanbul (2000)

Kaynak: Tekeli&Sisa mimarlık

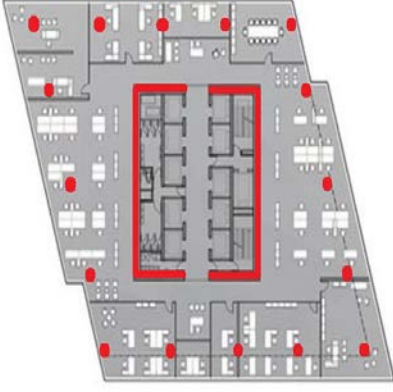
Çizelge 4. 10. İş Bankası Kuleleri hakkında genel bilgiler

Yapı Adı	İş Bankası Kuleleri
Başlangıç Tarihi	1996
Bitiş Tarihi	2000
Yapı Yeri	İstanbul
Strüktür	Betonarme
Strüktür Türü	Çerçevesiz Tüp Sistem ve Perde Duvarlı Çekirdek Sistemler
Kat Sayısı	52
Yükseklik (metre)	172
Yapı Fonksiyonu	Ofis
Cephe Sistemi	Giydirme panel sistem
Temel Sistemi	Radye temel
Kalıp Sistemi	Tırmanır Kalıp
Mimari Tasarım	Doğan Tekeli-Sami Sisa Mimarlık, Swanke Hayden, Conner
Strüktürel Tasarım	Severud Associates Mühendislik

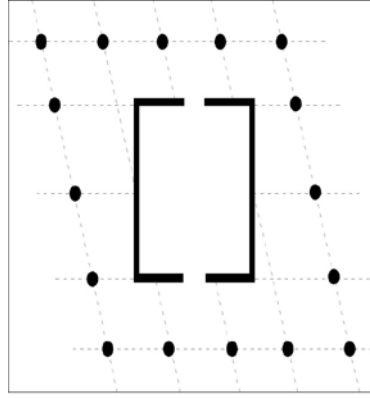
4.2.9 Levent 199 Tower

Levent (Zorlu) Tower, 2011 yılında Tabanlıoğlu mimarlık tarafından tasarlanmıştır. 2014 yılında İstanbul'da tamamlanan yapı; 42 kat ve 7 bodrum kattan oluşan, içinde alışveriş ve kültürel alan birimlerini de bulunduran bir ofis kütesi olarak tasarlanmıştır.

Levent 199 Tower'ın, taşıyıcı sistem malzemesi betonarmedir. Yapı strüktürel açıdan incelendiğinde (şekil 4.23); dairesel kolonlarla oluşturulmuş çerçeve sistem ve dikdörtgen planlı perde duvarlı çekirdek sistem kullanıldığı görülmektedir.



Şekil 4.34. Levent 199 Tower
kat planı



Şekil 4.35. Levent 199 Tower
taşıyıcı sistem şeması

Kaynak: Tabanlıoğlu'ndan
alınır, yazar tarafından taşıyıcı
sistem analizi yapılmıştır.



Şekil 4.36. Levent 199 Tower, İstanbul (2014)

Kaynak: Tabanlıoğlu

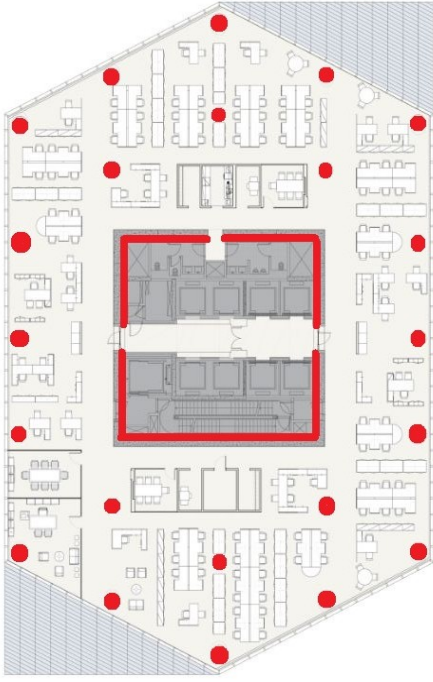
Çizelge 4.11. Levent 199 Tower hakkında genel bilgiler

Yapı Adı	Levent 199 Tower
Başlangıç Tarihi	2011
Bitiş Tarihi	2014
Yapı Yeri	İstanbul
Strüktür Malzemesi	Betonarme
Strüktür Türü	Çerçeve Sistem + Perde duvarlı çekirdek sistem
Kat Sayısı	42
Yükseklik (metre)	170
Yapı Fonksiyonu	Ofis
Cephe Sistemi	Panel giydirme cephe
Temel Sistemi	Radye temel
Kalıp Sistemi	Tırmanır Kalıp
Mimari Tasarım	Tabanlıoğlu Architects
Strüktürel Tasarım	Emir Mühendislik

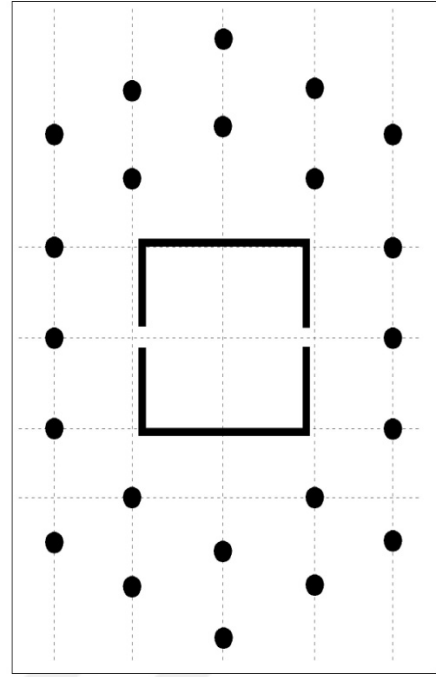
4.2.10. Soyak Tower (Kristalkule)

Soyak Tower, 2011 yılında kurucularından birinin IM Pei'nin olduğu Pei Cobb Fredd & Partners tarafından tasarlanmıştır. 2014 yılında tamamlanan yapı 35 kat ve 169 metre yüksekliğe sahip olan yapı, ofis kulesi olarak tasarlanmıştır.

Soyak Tower'da, taşıyıcı sistem malzemesi betonarmedir. Yapı strüktürel açıdan incelendiğinde (şekil 4.23); merkezde dikdörtgen plan şemalı perde duvarlı çekirdek sistem, plan çevresinde yerleştirilmiş dairesel kolonlar ile çerçeve sistemleri oluşturduğu görülmektedir. Yapının eğik kolonları sayesinde binaya kristal şekli verilmiştir.



Şekil 4.37. Soyak Tower kat planı



Şekil 4.38. Soyak Tower taşıyıcı sistem şeması



Şekil 4.39. Soyak Tower, İstanbul (2014)

Kaynak: Pei Cobb Fredd& Partners

Kaynak: Pei Cobb Fredd& Partners'dan alınıp, yazar tarafından taşıyıcı sistem analizi yapılmıştır.

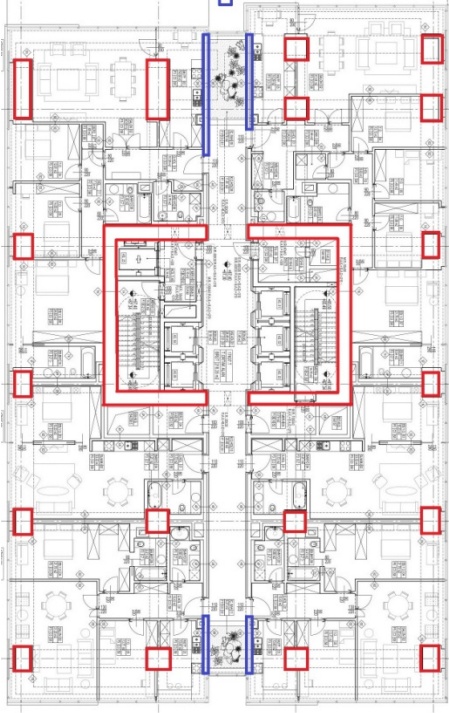
Çizelge 4.12. Soyak Tower hakkında genel bilgiler

Yapı Adı	Soyak Tower
Başlangıç Tarihi	2011
Bitiş Tarihi	2014
Yapı Yeri	İstanbul
Strüktür Malzemesi	Betonarme
Strüktür Türü	Çerçeve Sistem ve perde duvarlı çekirdek
Kat Sayısı	35
Yükseklik (metre)	169
Yapı Fonksiyonu	Ofis
Cephe Sistemi	Yarı panel giydirme cephe
Temel Sistemi	Radye temel
Kalıp Sistemi	Tırmanır Kalıp
Mimari Tasarım	Pei Cobb Fredd& Partners (Tr:HAS Architects)
Strüktürel Tasarım	Thornton Tomasetti (Tr:Balkar Mühendislik)

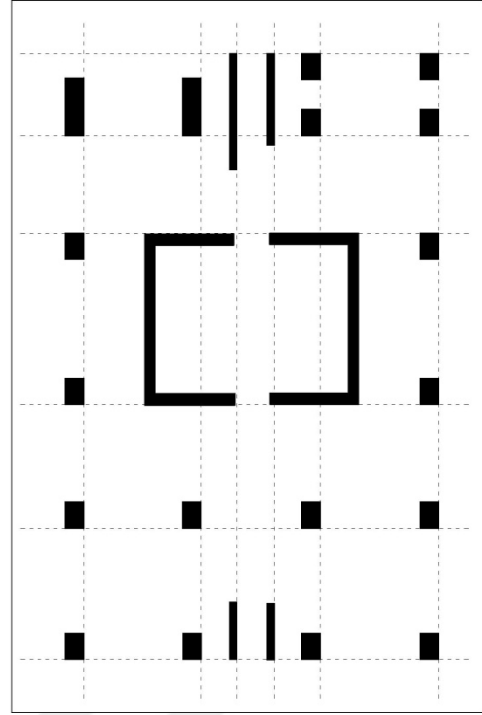
4.2.11. Trump Towers

Trump Towers 2007 yılında Brigitte Weber Architects tarafından tasarlanmıştır. konut ve ofis bloğundan oluşmaktadır. 2011 yılında İstanbul'da tamamlanan yapı, 39 katlı konut ve 37 katlı ofis bloklarından oluşmaktadır.

Trump Towers'da taşıyıcı sistem malzemesi kompozittir. Yapıda 4 adet eğimli çelik kolon bulunmaktadır. Döşemeler betonarme kirişli plak, diğer kolonlar ise çerçeve betonarme kolon olarak tasarlanmıştır. Yapılar strüktürel açıdan incelendiğinde (şekil 4.24); merkezde perde duvarlı çekirdek sistem ve çekirdeğin etrafında oluşturulan çerçeve sistem görülmektedir. taşıyıcı sisteminde çerçeve ve çekirdekli sistem birlikte kullanılmıştır.



Şekil 4.40. Trump Towers kat planı



Şekil 4.41. Trump Tower taşıyıcı sistem şeması



Şekil 4.42. Trump Towers, İstanbul (2011)

Kaynak: Brigitte Weber Architects

Kaynak: Brigitte Weber Architects'dan alınıp, yazar tarafından taşıyıcı sistem analizi yapılmıştır.

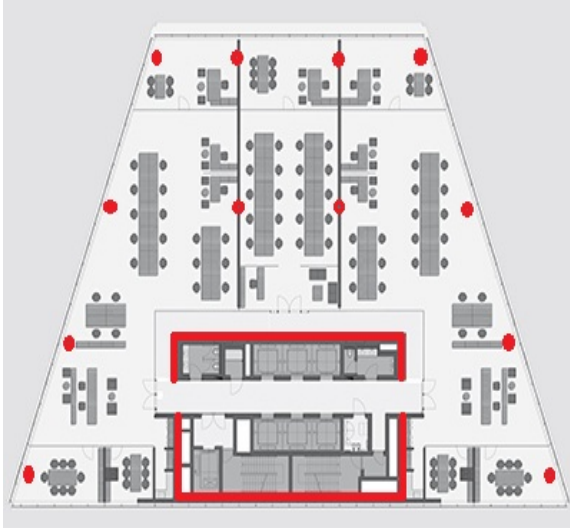
Çizelge 4.13. Trump Towers hakkında genel bilgiler

Yapı Adı	Trump Towers
Başlangıç Tarihi	2007
Bitiş Tarihi	2011
Yapı Yeri	İstanbul
Strüktür Malzemesi	Betonarme+Çelik
Strüktür Türü	Çerçeve Sistem+Perde Duvarlı Çekirdekli Sistem
Kat Sayısı	39
Yükseklik (metre)	160,9 m
Yapı Fonksiyonu	Karma (ofis+konut)
Cephe Sistemi	Giydirme panel sistem
Temel Sistemi	Radye temel
Kalıp Sistemi	Tırmanır Kalıp
Mimari Tasarım	Brigitte Weber Architects
Strüktürel Tasarım	Altneller Mühendislik

4.2.12. Nidakule Tower

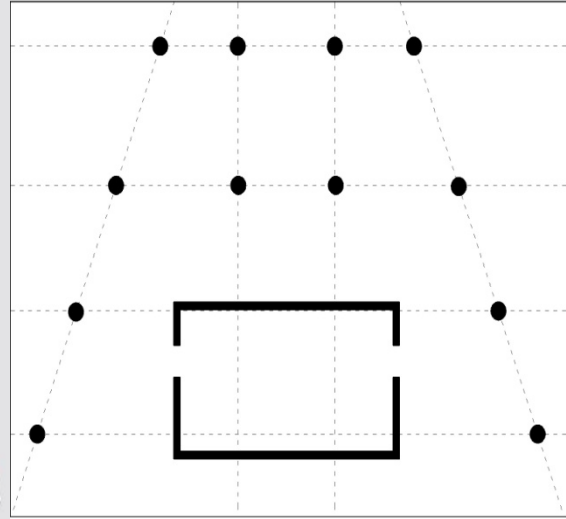
Nidakule Levent, 2015 yılında Tabanlıoğlu mimarlık tarafından tasarlanmıştır. 2017 yılında İstanbul'da tamamlanan yapı, 27 kat yüksekliğine ve 140 metre yüksekliğe sahip bir ofis binasıdır.

Yapının taşıyıcı sistem malzemesi kompozit (karma) olarak tasarlanmıştır. Yapı, strüktürel açıdan incelendiğinde (şekil 4.26), merkezde betonarme perde duvarlı çekirdek sistem ve planda çerçeve sistem oluşturmak için yerleştirilmiş olan dairesel kolonlar görülmektedir. Dairesel kolonlar eğik kolonlar, beton kaplamalı çelik sütunlar olarak tasarlanmıştır. Temel sistemi, radye temel olarak kullanılmış olup yapıda çekirdek yapımında tırmanır kalıp sistemi uygulanmıştır.



Şekil 4.43. Nidakule kat planı

Kaynak: Tabanlıoğlu'ndan alınıp, yazar tarafından taşıyıcı sistem analizi yapılmıştır.



Şekil 4.44. Nidakule Taşıyıcı sistem şeması



Şekil 4.45. Nidakule Tower, İstanbul (2017)

Kaynak: Tabanlıoğlu Architects

Çizelge 4.14. Nidakule Levent hakkında genel bilgiler

Yapı Adı	Nidakule Levent
Başlangıç Tarihi	2015
Bitiş Tarihi	2017
Yapı Yeri	İstanbul
Strüktür Malzemesi	Karma (beton kaplama çelik kolonlar, betonarme çekirdek)
Strüktür Türü	Çerçeve ve perde duvarlı çekirdek
Kat Sayısı	27
Yükseklik (metre)	140
Yapı Fonksiyonu	Ofis
Cephe Sistemi	Panel giydirme cephe
Temel Sistemi	Radye temel
Kalıp Sistemi	Tırmanır Kalıp
Mimari Tasarım	Tabanlıoğlu Mimarlık
Strüktürel Tasarım	Emir Mühendislik

4.2.13. Next Level Towers

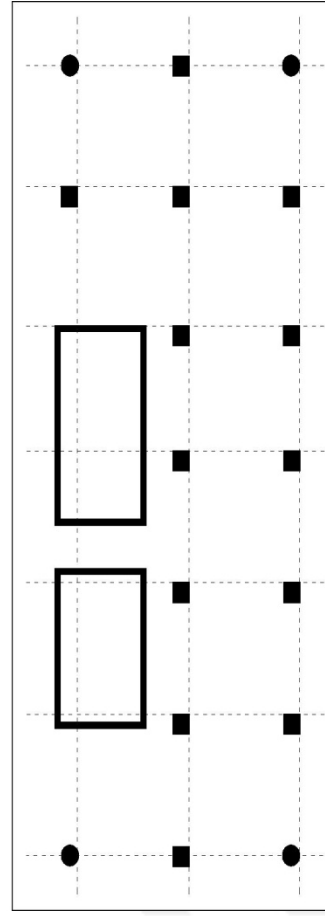
Next Level, 2011 yılında Brigitte Weber Architects tarafından tasarlanmıştır. 2014 yılında Ankara’da tamamlanan yapı, alışveriş merkezi kütesinin üzerinde 30 katlı ofis ve 26 katlı konut binalarını bulundurmaktadır.

Next Level Towers’da, taşıyıcı sistem malzemesi betonarmedir. Yapı strüktürel açıdan incelendiğinde (şekil 4.28,29); perde duvarlı çekirdek sistem ve plan çevresinde yerleştirilmiş betonarme kolonlar ile çerçeve sistemleri oluşturduğu görülmektedir.



Şekil 4.46. Next Level 16.kat konut planı

Kaynak: Brigitte Weber Architects'dan alınıp, yazar tarafından taşıyıcı sistem analizi yapılmıştır.



Şekil 4.47. Next Level taşıyıcı sistem şeması



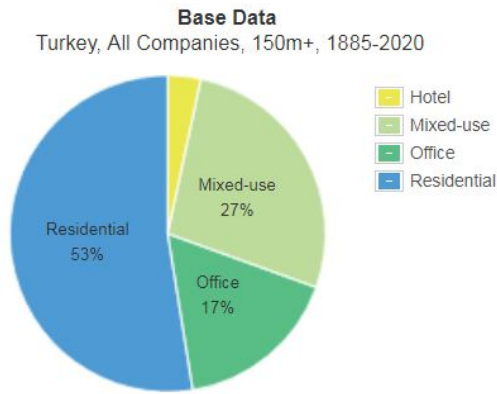
Şekil 4.48. Next Level, Ankara (2014)

Kaynak: Brigitte Weber Architects

Çizelge 4.15. Next Level hakkında genel bilgiler

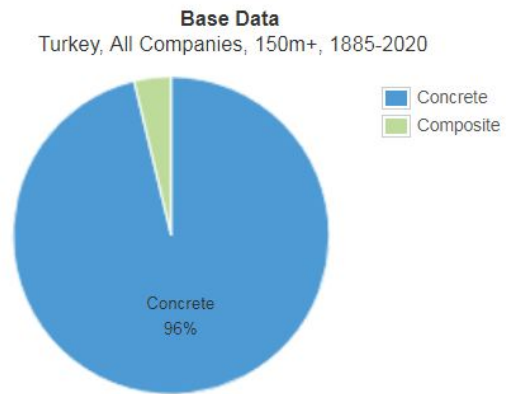
Yapı Adı	Next Level Ankara
Başlangıç Tarihi	2011
Bitiş Tarihi	2014
Yapı Yeri	Ankara
Strüktür Malzemesi	Betonarme
Strüktür Türü	Çerçeve ve perde duvarlı çekirdek
Kat Sayısı	32
Yükseklik (metre)	135
Yapı Fonksiyonu	Alışveriş+Konut+Ofis
Cephe Sistemi	Panel Giydirme Cephe
Temel Sistemi	Radye temel
Kalıp Sistemi	Tırmanır Kalıp
Mimari Tasarım	Brigitte Weber Architects
Strüktürel Tasarım	Kınacı Mühendislik

Türkiye’de yapılmış olan yüksek binaların gelişimleri incelendiğinde ilk dönemlerde ofis binaları olarak üretilen binalar, sonraki dönemlerde konut ve karma kullanımlı yapılar olarak üretilmiştir. CTBUH (şekil 5.1) verilerine göre Türkiye’de yapılmış olan ve yüksekliği 150 metrenin üzerindeki yapıların %53’ü konut, %17’si ofis ve %27’si karma kullanımlı yapılardır. Türkiye’deki 150 metrenin üzerindeki yüksek yapıların strüktürel malzeme olarak incelendiğinde ise (şekil 5.2) yapıların %96’sı beton, %4’ü ise kompozit malzeme ile yapılmıştır.



Şekil 4.49. Türkiye’deki yüksek yapıların kullanım amaçlarına göre oranları

Kaynak: CTBUH



Şekil 4.50. Türkiye’deki yüksek yapıların strüktürel malzemelerine göre oranları

BEŞİNCİ BÖLÜM

DEĞERLENDİRME VE SONUÇ

DEĞERLENDİRME VE SONUÇLAR

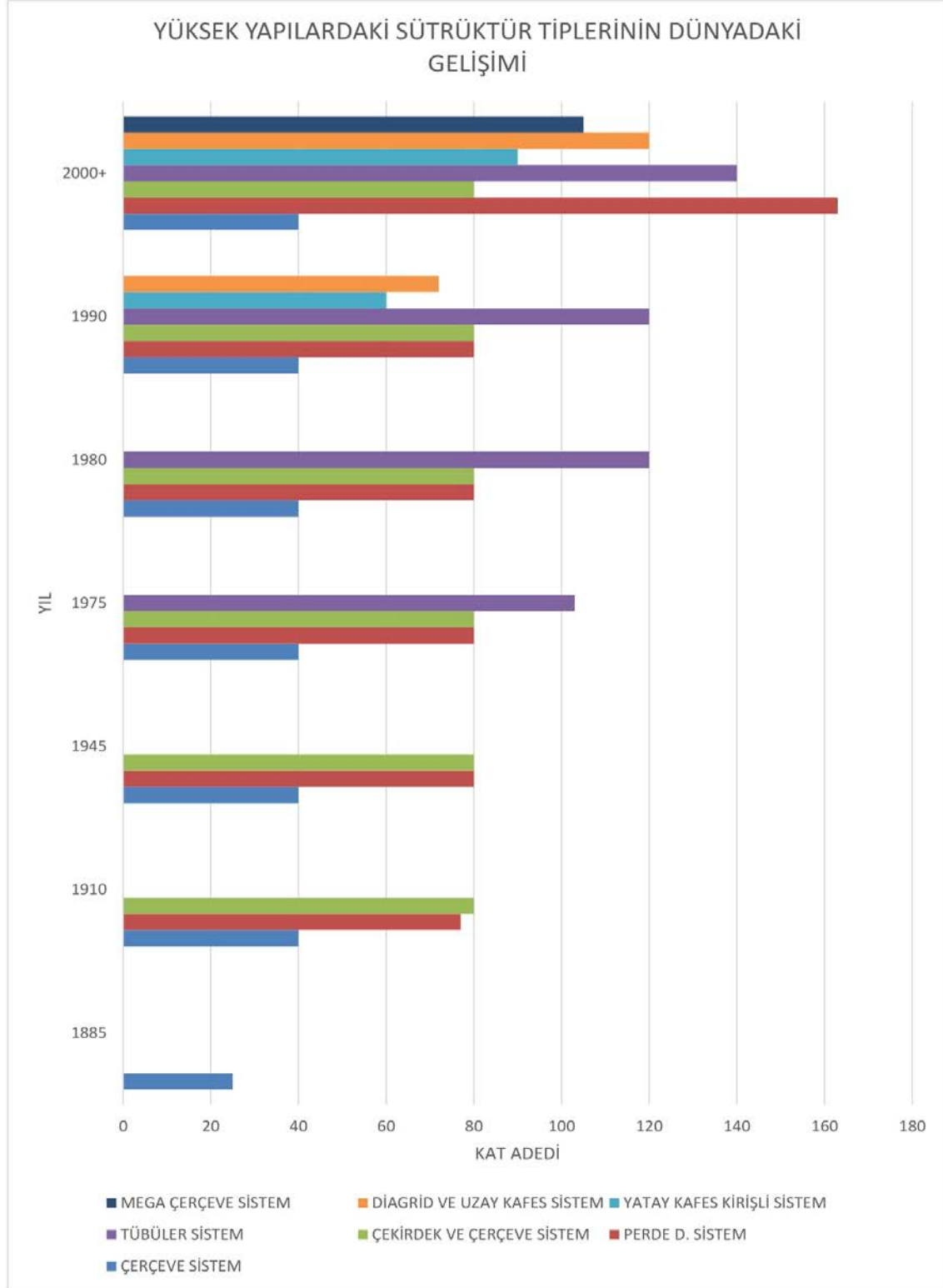
Bu tez kapsamı doğrultusunda ortaya konulan tüm bilgiler ışığında yüksek yapılar strüktürel açıdan incelenmiş olup, artan kat yüksekliklerine göre dünyada ve ülkemizde yapılmış olan tasarımların strüktür tipleri araştırılmıştır. 1885 yılında Chicago’da inşa edilen ilk yüksek yapı “Home Insurance Binası” ile, 2010 yılında Dubai’de yapılan ve dünyanın en yüksek binası özelliğini taşıyan “Burj Khalifa” binasına kadar yüksek yapıların strüktürel olarak gelişim aşamaları incelenmiştir.(bknz. Şekil 2.1, 2.36)

Dünya’da ilk yüksek yapıların ortaya çıkması ve Chicago Okulu ekolü ile gelişimi başlayan yüksek yapılar, Louis Sullivan tarafından geliştirilen “taban-gövde-başlık” formülü ile 1930’lu yıllara kadar üretilmeye devam etmiştir. Bu tarihlerde inşa edilen yapılarda (Crysler Tower, Empire State Tower vb.) binalarda Art Deco ve Gotik üslup etkileri görülmüştür. Mies Van Der Rohe tarafından öncü olduğu bilinen ve 2.Dünya Savaşı sonrası başlayan yeni yaklaşımlarda ise, cam ve çelik malzemelerin ön planda olduğu ve prizma biçimlerinin kullanıldığı modernizm etkileri görülmektedir.(bknz. Şekil 2.6,2.8)

1960-75 yıllarında Fazlur Rahman Khan tarafından tübüler sistemlerin geliştirilmesiyle beraber, yüksek yapıların formlarında değişiklikler ve serbest formlarda üretim imkanının gelişmesinin önü açılmıştır. John Hancock Center binası ile kafes tüp sistemler gelişme göstermiştir.1988 yılında IM Pei tarafından tasarlanan Bank of China binası ile, kompozit uzay kafes sistemler ile üretim yapılmıştır.1998 yılında ise Cesar Peli tarafından tasarlanan Petronas Kuleleri ile birlikte ilk defa dünyanın en yüksek binası olma özelliği Amerika dışına çıkmıştır. Petronas Kuleleri’nde taşıyıcı sistem tasarımı yapılırken betonarme tüp çekirdek ve rijit çerçeveli yatay kafes kirişler kullanılmıştır.2004 yılında yapılan Tayvan’daki Taipei 101 binasında ise mega çerçeve sistemler kullanılmıştır.2010 yılında Dubai’ de yapılan Burj Khalifa’da ise farklı yüksekliklerde kanatlarla, yatay perde duvarlı sistem kullanılmıştır.

Yüksek yapılar, ortaya çıktığı tarihten itibaren strüktürel olarak gelişimler incelendiğinde gelişim aşamaları aşağıdaki tabloda ifade edilmiştir.

Çizelge 5.1. Yüksek yapılardaki strüktür tiplerinin Dünya'daki gelişimi



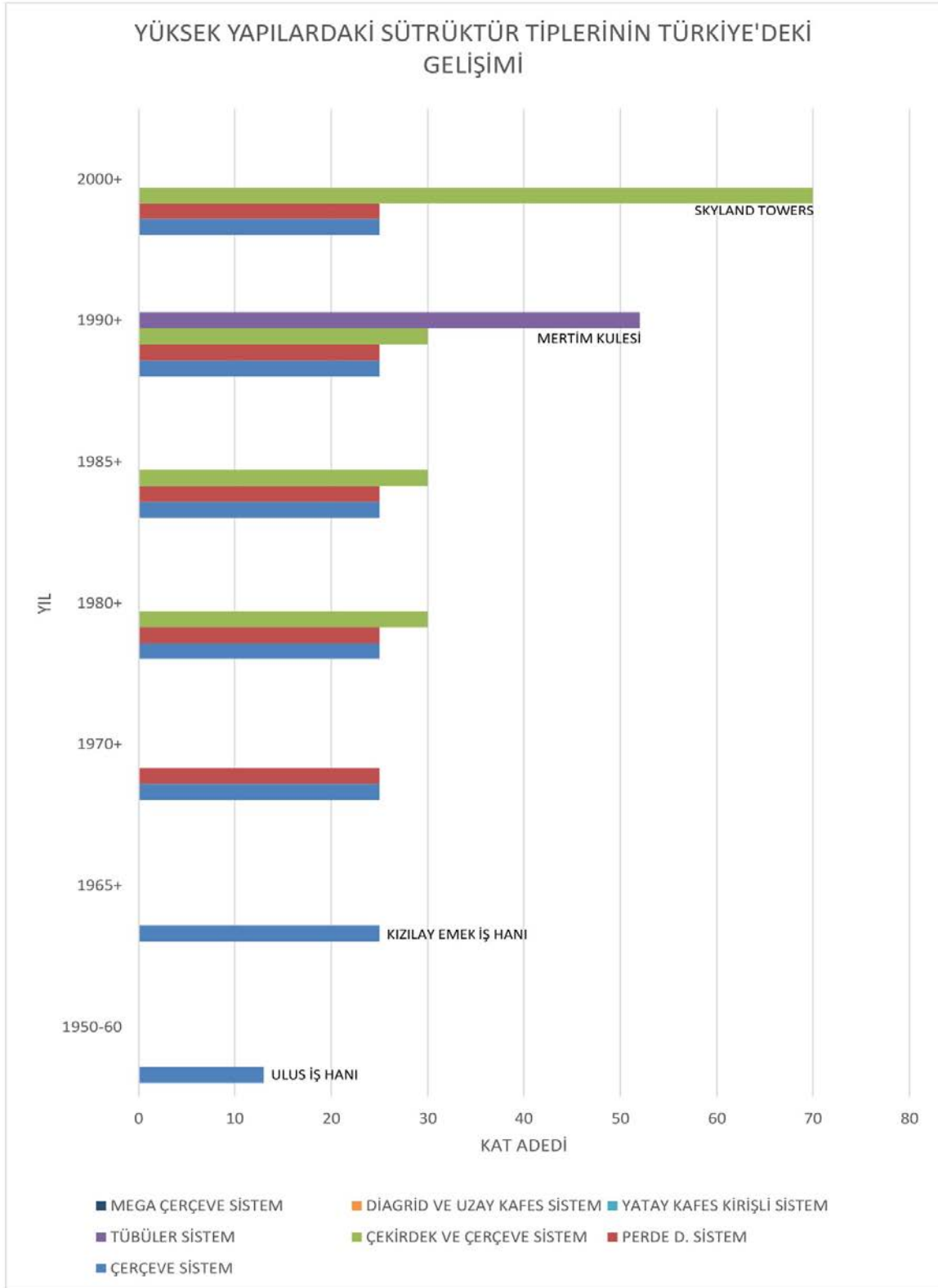
Türkiye’de ilk yüksek yapı olarak kabul edilen,1959-65 tarihinde Enver Tokay tarafından tasarlanmış olan Kızılay Emek İş hanı ile başlayan yüksek yapıların 2000 yılına kadar olan gelişimi incelenmiştir. 1987 yılında Cengiz Bektaş’ın tasarladığı Mertim Kulesi ve 1996 yılında Doğan Tekeli ile Sami Sisa’nın tasarladığı İş Bankası Kuleleri ile birlikte 2000 yılı sonrasına ait 11 adet yüksek yapının strüktürel analizi yapılmıştır. İncelenmiş olan yüksek yapıların strüktürel malzeme ve taşıyıcı sistem modeli tespit edilmiştir.

Çerçeve Sistemler ile başlayan yüksek yapı inşa süreci daha sonraki dönemlerde perde duvarlı çerçeve sistemler ile 30 kat seviyelerine çıkmıştır. Mertim kulesi ile ilk defa tübüler sistem ile yüksek yapı üretilmiş ve 52 katlı bina Mersin’de tamamlanmıştır. İş Bankası Kuleleri’nde de tübüler sistemlerle strüktür tasarımı yapılmıştır.(bknz.sekil 4.7, 4.9)



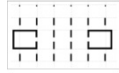
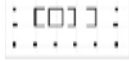

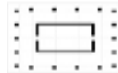
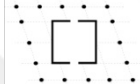
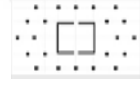


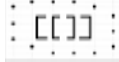
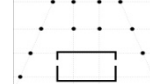
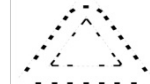
Türkiye’de inşa edilmiş olan yüksek yapılarda strüktürel gelişimler incelendiğinde ise, çerçeve sistemler, perde duvarlı sistemler, çekirdek + çerçeve sistemler ve tübüler sistemler kullanılmıştır. En yüksek kullanım oranı ise çekirdek ve çerçeve sistemler olarak kullanılmıştır. Türkiye’deki yüksek yapılarda strüktür tipi olarak yatay kafes kirişli sistem, diagrid sistem, uzay kafes sistem ve mega çerçeve sistemler ise kullanılmamıştır. (bknz. Tablo 5.2)

Tez kapsamında incelenen Türkiye’deki 13 yüksek yapının 11 adedi ise 2000 yılı sonrasına aittir. İncelenen bu tarihten sonraki yapıların tamamında perde duvarlı çekirdek sistem ve çerçeve sistemler kullanılmıştır.(bknz.çizelge 5.1) Türkiye’de tamamen çelik malzeme ile üretilmiş bir yüksek yapı bulunmamaktadır. Türkiye’de CTBUH tanımına göre 300 metreden yüksek süper tall denilen yüksek yapı bulunmamaktadır.

Çizelge 5.2. Yüksek yapılardaki strüktür tiplerinin Türkiye'deki gelişimi



Çizelge 5. 3. İncelenen yüksek yapı örneklerinin yüksekliklerine göre sıralanması

Yapı Adı	Yapım Yılı	Malzeme	Strüktür Tipi	Strüktür Şeması
Mertim Kulesi	1992	Betonarme	Tübüler Sistem	
İş Bankası Kuleleri	2000	Betonarme	Tübüler Sistem	
Sapphire Tower	2010	Karma	Perde Duvarlı S.+Çekirdek S.	
Folkart Towers	2014	Betonarme	Perde Duvarlı S.+Çekirdek S.	
Spine Tower	2014	Betonarme	Perde Duvarlı S.+Çekirdek S.	
Palladium Tower	2014	Betonarme	Perde Duvarlı S.+Çekirdek S.	
Levent 199 Tower	2014	Betonarme	Perde Duvarlı S.+Çekirdek S.	
Soyak Tower	2014	Betonarme	Perde Duvarlı S.+Çekirdek S.	
Trump Towers	2014	Karma	Perde Duvarlı S.+Çekirdek S.	
Next Level Towers	2014	Betonarme	Perde Duvarlı S.+Çekirdek S.	
Rönesans Tower	2015	Betonarme	Perde Duvarlı S.+Çekirdek S.	
Nidakule	2017	Karma	Perde Duvarlı S.+Çekirdek S.	
Skyland Towers	2017	Betonarme	Perde Duvarlı S.+Çekirdek S.	

Yüksek yapılar, ilk ortaya çıktığı dönemden günümüze kadar birçok örnekle

incelenmiştir. Tübüler sistemlerin gelişmesinden sonra daha az strüktürel malzeme ile daha yüksek yapıların yapılması sağlanmıştır. Çelik ve betonun bir arada kullanılmasıyla elde edilen karma binalar ve yapım sistemindeki gelişmelerle yeni sistemler türetilmiştir. Yatay perde duvarlı kafes kirişler, diagrid sistemler, uzay kafes sistemler ve mega çerçevelerin gelişmesi ve teknolojinin ilerlemesiyle beraber süper yüksek binalar ortaya çıkmıştır.

Gelişen ileri teknoloji sayesinde dünyada yüksek yapılarda form özgürlüğü ile beraber daha karmaşık strüktürlü, yüklere karşı daha stabil ve daha teknolojik yapılar yapılmasına olanak sağlanmıştır. Mimari ve mühendislik açısından bina formu ve aerodinamikliği üzerine detaylı çalışmalar gerektiren hususlar vardır. Yüksek yapılarda deprem yüklerinden kaynaklı yer değiştirme hareketleri ve ivmelerin kontrolü için viskoz sönümleyiciler, burkulması önlenmiş çaprazlar ve değişik sönümleyiciler binanın dış destekli bir taşıyıcı sistem elemanı gibi kullanılır. Taipei 101 binasının 92.katında yerleştirilen için 680 ton ağırlığındaki top sayesinde yanal yüklere karşı daha stabil bir tasarım yapılmıştır.(bknz.şekil 2.35) Dünyanın en yüksek binası olan Burj Khalifa'da ise üç spiral betonarme kanat, farklı yüksekliklerde kesilerek enine yük azaltılmış ve daha fazla yükseklik elde edilmiştir.

Yüksek yapılar yapı biçimi ile, taşıyıcı sistem analizi yapıldığında aşağıdaki sonuçlar göze çarpmaktadır:

- Düzenli biçimlere sahip yapıların, kutu şeklinde aşağıdan yukarıya aynı şekilde devam eden kütlelerin genellikle rijit çerçeve veya çerçeve ve çekirdek sistemlerle çözüldüğü saptanmıştır.(bknz. Şekil 2.10, Seagram Tower)
- Kademelendirilmiş kütle tasarımına sahip olan yüksek yapıların çerçeve sistemlerle çözüldüğü saptanmıştır. (bknz. Şekil 2.4, Woolworth Tower)
- Piramidal şekillerdeki yüksek yapıların betonarme perde duvarlı çerçeve sistem veya tübüler sistemlerle çözüldüğü saptanmıştır. (bknz. Şekil 2.15, World Trade Center)
- Geometrik kütleler dışında kalan serbest kütle tasarımlı yapıları incelediğimizde çoğunlukla modern taşıyıcı sistemlerin kullanıldığını görmekteyiz. Bu aerodinamik yüksek yapıların taşıyıcı sistem çözümlerinde diagrid, mega çekirdek, çerçeve tüp ve iç içe tüp sistemlerin kullanıldığı tespit edilmiştir. (bknz. Şekil 2.28 Bank of China, şekil 2.33 Taipei 101)

- Eğik biçimlere sahip yüksek yapılarda ise genellikle ortada güçlü bir çekirdek sistem, dışarıda ereve veya diagrid bir sistem kullanıldığı saptanmıştır. (bknz. Şekil 3.44 Aldar Tower)

Türkiye’de yapılmış olan yüksek yapılar incelendiğinde ise, çoğunlukla düzenli biçimlere sahip veya piramidal Őekildeki tasarımları görmekteyiz. Bu sebeple yapıların taşıyıcı sistem tasarımları çoğunlukla ereve ve çekirdek sistem, perde duvarlı ereve sistem veya i tp sistem olarak merkezdeki çekirdek bir tp gibi perde içine alındığı görülmektedir. Türkiye’deki yüksek yapıların çoğu betonarme sistemle yapılmış olup, son yıllarda ise kompozit kolonların kullanıldığı tespit edilmiştir. (bknz. Çizelge 5.1)



KAYNAKÇA

- Ali, M. M. (2001). *Art of the skyscraper: the genius of Fazlur Khan*. Rizzoli Intl Pubns.
- Ali, M. M., Armstrong, P.J., 1995, *Architecture of Tall Buildings*, Council on Tall Buildings and Urban Habitat Committee 30, McGraw-Hill, Inc., New York, 563.
- Ali, Mir M., Moon, K. S. (2007). Structural developments in tall buildings: current trends and future prospects, *Architectural Science Review Dergisi*, 50 (3), 205-223.
- ASCE 7-10, Minimum Design Loads for Buildings and Other Structures, American Society of Civil Engineers.
- Aytıs, S. 1996. Yüksek Binaların Yapım Kriterleri ve Bu Kriterlerin İstanbul'dan Dört Örnek Üzerine Analizi, Doktora Tezi, M.S.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, 229.
- Aytıs, S., (1990), "Yüksek Binaların Yapım Gelişimine Toplu Bakış", *Yapı Dergisi*, 116: 46- 53, YEM Yayınları, İstanbul
- Bal, C (2003). Yüksek Bina Yapım Sistemlerinin Tasarım Kısıtlamaları Üzerine Bir Araştırma. Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Bayır, L., (1988), "Türkiye'de Yüksek Binaların Başlangıç ve Gelişmesi", İ.T.Ü. Yüksek lisans Tezi, İstanbul, s.,36,37
- Baysal Balcı, S (2013). Yüksek Yapıların Taşıyıcı Sistemleri ve Mimari Tasarımla Olan Etkileşimi. Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Kültür Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Beedle,L.S.,Rice,D.B.,1995.Structurel Systems For Tall Buildings,Council on Tall Building And Urban Habitat Committee,Mc-Graw Hill,Inc.,New York
- Begeç, H (2015, April). Gökdelenler İçin Sınır Var Mıdır?. 9.Uluslararası Sinan Sempozyumu, Edirne, Türkiye.
- Begeç, H., & Hamidabad, D. B. (2015). Gökdelenler İçin Sınır Var Mıdır?.
- Celep, Z. (2017). Depreme Deprem Mühendisliğine Giriş ve Depreme Dayanıklı Yapı Tasarımı . Beta Yayıncılık.
- Celep, Z. (2017). Yüksek Binaların Yapısal Tasarımı. TMMOB İnşaat Mühendisleri Odası Bursa Şubesi Yayını,70, 8.
- Ching,F. (2013). Çizimlerle Taşıyıcı Sistemler. (Çev:Yem Yayıncılık).Yem Yayın Evi.
- CTBUH Height Criteria for Measuring & Defining Tall Buildings, The Council on Tall Buildings and Urban Habitat.
- CTBUH O.W.G. Outrigger Design for High-Rise Buildings. Chicago: CTBUH, 2012.

- Çetinkaya, S. (2003). Çok katlı betonarme yapı tasarımı ve sünme etkileri, Y.lisans tezi, İnşaat mühendisliği, 2003, İ.T.Ü
- Demirtaş, B (2007). Yüksek Binalarda Servis Çekirdekleri ve Düşey Sirkülasyon Sistemleri Tasarımı. Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Dupre, J. & Johnson, P. (1997), Skyscrapers, A History of the World's most important Skyscrapers, Blackdog & Leventhal Publishers,12, NY.
- Eisele, J., & Kloft, E. (Eds.). (2003). *High-rise manual: typology and design, construction and technology*. Birkhauser.
- Elliot, C. D., (1992). *Technics and Architecture*, The MIT Press, Massachusetts Institute of Technology, USA.
- Erdoğan S. ve T. Erdoğan, 2005a, "Puzlanların Bağlayıcılık Potansiyelinin Romalılar Tarafından Keşfi ve Romalılardan Önce Puzolan Kullanımı", Hazır Beton, no:70, ss.50-52.
- Erdoğan S. ve T. Erdoğan, 2005b, "Betonarme Kullanımı Ne Zaman ve Kim Tarafından Başlatılmıştır? 1900 Yılına Kadar Betonarme Kullanımına Büyük Katkıları Bulunan Önemli İsimler Kimlerdir?", Hazır Beton, no:71, ss.54-56.
- Erdoğan, S. T., & Erdoğan, T. Y. (2010). Portland Çimentosunu Joseph Aspdin Tarafından İcadi Ve Çimento Üretiminde Aspdin Ailesinin Rolü. 7.
- Eşsiz, Ö. (2006), Çelik Yüksek Yapıların Mimari Dönemlerdeki Gelişimi, Yapı, sayı:290, 85-93.
- Garlock, M. E., ve Adriaenssens, S., (2010), Truth in Tall Buildings, 25 Temmuz 2013. Ve Alexander, S., (2007), Tall Buildings for the 21st Century, 25 Eylül 2013.
- Gülakan, E (2014). Yüksek Yapılarda Uygulanan Yapım Teknolojilerinin İrdelenmesi ve Sorunların Ortaya Konması. Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Mimar Sinan Güzel Sanatlar Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Gülakan, E. (2014). Yüksek Yapılarda Uygulanan Yapım Teknolojilerinin İrdelenmesi ve Sorunların Ortaya Konması, Yüksek Lisans Tezi, M.S.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Günel M.H, Iğın H., Tall Buildings:Structural Systems and Aerodynamic Form. Routledge Taylor and Francis Group, London, 2014

- Günel, H. ve Ilgın E. (2010). Yüksek Binalar Taşıyıcı Sistem ve Aerodinamik Form. ODTÜ Mimarlık Fakültesi Basım İşliği, Ankara
- Günel, M. H., Ilgın H. E. (2010). Yüksek binalar: taşıyıcı sistem ve aerodinamik form, Ankara: ODTÜ Mimarlık Fakültesi
- Ilgın, E. H., (2006). A Study on Tall Buildings and Aerodinamic Modifications Against Wind Excitation, Yüksek Lisans Tezi, Orta Doğu Teknik Üniversitesi, Mimarlık Fakültesi, Ankara, 30-31
- Ilgın, H. Emre ve M. Halis Gunel. «A proposal for the classification of structural systems of tall buildings.» Building And Enviromnet (2007): 2667- 2675.
- İzmir Büyük Şehir Belediyesi (2004) İzmir Büyükşehir Belediyesi Yüksek Yapılar Yönetmeliği, İzmir
- Khan, F.R., 1973. Newer Structural Systems and Their Effect on the Changing Scale of Cities, Proceedings of the Conference on Tall Buildings, Zurich, Switzerland, October; SIA-Fachgruppen für Brückenbau und Hochbau (FBH) und für Architektur (FGA). Zurich, Switzerland.
- Macdonald, A. (1994). Structure and Architechure (2). Oxford : Elsevier,
- Moon, K. S., (2009), Design And Construction Of Steel Diagrid Structures, <http://www.nordicsteel2009.se/pdf/72.pdf>, 5 Mayıs 2012.
- Moon, K., Connor, J. J. and Fernandez, J. E. (2007). Diagrid Structural Systems for Tall Buildings: Character-istics and Methodology for Preliminary Design, The Structural Design of Tall and Special Buildings, Vol. 16.2, pp. 205-230
- Özden, A., (1989-a), Çok Katlı Yüksek Yapılarda Taşıyıcı Sistemler: Çerçeve- ...Perdeler-Çekirdekler-Tübüler Sistemler, MSÜ, Mimarlık Fakültesi, Yapı Bilgisi ...Anabilim Dalı, (yayınlanmamış), İstanbul.
- Özer, F., (1989), “Yüksek Yapıların Tarihsel Evrimi”, Yüksek Yapılar Sempozyumu I, İTÜ; s.7-15, Kasım, İstanbul
- Özlu ,B (2015). Çok Katlı Betonarme Binalarda Taşıyıcı Sistem Türlerinin Davranışlarının İncelenmesi. Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Paltun, S., Gültekin, A. B., Çelebi, G., Fak, M., & Böl, M. Binaların Aerodinamik Biçimsel Yapısının İrdelenmesi: Bina Formu ve Rüzgar İlişkisi Investigation Of

Formal Structure Of Building Aerodynamics: Relationship Of Building Form And Wind.

- Planlı Alanlar İmar Yönetmeliği, Resmi Gazete , Sayı 30113, Tarih: 3 Temmuz 2017.
- Sarkisian, M. Mathias, N., Long, E., Mazeika, A., Gordon, J. ve Chakar, J., (2006), Jin Mao Tower's Influence on China's New Innovative Tall Buildings, Schierle, G. (1996). Architectural Structures Excerpts. Los Angeles: James
- Schueller, W. (1977). *High-rise building structures*. John Wiley & Sons.
- Schueller, W.,(çev. Özsen, G.,ve Yamantürk, E.), 1993. Yüksek Yapı Taşıyıcı Sistemleri, YTÜ Matbaası, İstanbul.
- Schuller, W., (1977), High- Rise Building Structures, John Wiley & Sons, Çeviri; ...Ö.G. Özşen, E.F. Yamantürk, Yüksek Yapı Taşıyıcı Sistemleri, İstanbul: YTÜ.
- Sev, A. (2001). Türkiye ve Dünyadaki Yüksek Binaların Mimari ve Strüktürel Açından Analizi, Doktora Tezi, MSÜ, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul
- Sev, A., 2001. Türkiye ve Dünyadaki Yüksek Binaların Mimari Tasarım ve Taşıyıcı Sistem Açısından Analizi, Doktora Tezi, MSÜ, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul
- Smith, B.S., Coull, A., (1991). Tall Building Structures Analysis and Design, John Wiley and Sons
- Smith, B.S., Coull, A., 1991. Tall Buildings Analysis And Design, John Wiley And Sons, Inc., New York.
- Tang, J.W., Xie Y.M., Felicetti, P., Tu, J.Y., Li, J.D. (2013). Numerical Simulations of Wind Drags on Straight and Twisted Polygonal Buildings, The Structural Design of Tall and Special Buildings Volume 22, Issue (1), 62-73, doi:10.1002/tal.657
- Taranath B.S., (2010). Reinforced Concrete Design of Tall Buildings, CRC Press (Taylor & Francis Group)
- Taranath, B. S. (1997). *Steel, concrete, and composite design of tall buildings*. McGraw-Hill Professional.
- Taranath, B. S., (2010). Reinforced Concrete Design of Tall Buildings, First Edition, Taylor and Francis Group, Florida, 262.

Taranath, B.S. (1988). Structural Analysis and Design of Tall Buildings, McGrawHill, New York

Taranath, B.S., (1988), Structural Analysis and Design of Tall Buildings, NY: ...McGraw-Hill

Taranath, B.S., (2012). Structural Analysis and Design of Tall Buildings-Steel and Composite Construction, First Edition, Taylor and Francis Group, Florida

The Tall Buildings Reference Book, 2013, The Council on Tall Buildings and Urban Habitat.

The Tall Buildings Reference Book, 2013, The Council on Tall Buildings and Urban Habitat.

Türkiye Bina Deprem Yönetmeliği (Taslak) 2017 , Türkiye Çevre ve Şehircilik Bakanlığı.

Türkiye Bina Deprem Yönetmeliği (Taslak) 2017, Türkiye Çevre ve Şehircilik Bakanlığı

Türkiye Bina Deprem Yönetmeliği (TBDY) (Taslak), T.C AFAD Afet ve Acil Durum Yönetimi Başkanlığı, 2017.

Williams, S.,1989.Hong Kong Bank, The Building of Norman Foster's Masterpiece,Groficos Estelle,Spain

Yüksel, İ.(2017). Rüzgar ve Deprem Yükleri ile Bina Formu Yönünden Yüksek Yapılara Kısa Bir Bakış. TMMOB İnşaat Mühendisleri Odası Bursa Şubesi Yayını, 70,14.

İNTERNET KAYNAKLARI

- URL 1. <https://www.yumpu.com/tr/document/view/39317354/yuksekyaplarsemineristanbulkulturuniversitesi/7>. Erişim Tarihi:20.11.2018
- URL 2. https://www.arkitektuel.com/chicago-okulu/home_insurance_building/ Erişim Tarihi:20.11.2018
- URL3. <https://www.skyscrapercenter.com/building/singer-building/2080> Erişim Tarihi:20.11.2018
- URL 4. <https://www.skyscrapercenter.com/building/woolworth-building/969> Erişim Tarihi:25.11.2018.
- URL 5. <https://www.skyscrapercenter.com/building/chrysler-building/422> Erişim Tarihi:25.11.2018.
- URL 6. <http://www.skyscrapercenter.com/building/empire-state-building/261>
- URL 7. <https://www.archdaily.com/59412/ad-classics-seagram-building-mies-van-der-rohe/5383460bc07a802121000420-seagram-building-mies-van-der-rohe-photo> Erişim Tarihi: 28.11.2018.
- URL 8. <http://www.londoni.co/index.php/68-history-of-bangladesh/biography/fazlur-rahman-f-r-khan/383-fazlur-rahman-khan-einstein-of-structural-engineering-changes-the-face-of-architecture-for-good-biography-of-muslim-and-bengali> Erişim Tarihi: 01.12.2018
- URL 9. <http://www.londoni.co/index.php/68-history-of-bangladesh/biography/fazlur-rahman-f-r-khan/383-fazlur-rahman-khan-einstein-of-structural-engineering-changes-the-face-of-architecture-for-good-biography-of-muslim-and-bengali> Erişim Tarihi: 02.12.2018.
- URL 10. <http://www.skyscrapercenter.com/building/875-north-michigan-avenue/345> Erişim Tarihi: 02.12.2018.
- URL 11. <http://www.izmimod.org.tr/egemim/67/syf10-15.pdf> Erişim tarihi: 03.12.2018
- URL 12. <https://www.arkitektuel.com/dunya-ticaret-merkezi-ikiz-kuleler/> Erişim tarihi: 03.12.2018
- URL 13. <http://www.skyscrapercenter.com/building/willis-tower/169> Erişim tarihi: 03.12.2018
- URL 14. <http://www.skyscrapercenter.com/building/willis-tower/169> Erişim tarihi: 05.12.2018
- URL 15. <https://www.archdaily.com/481062/ad-classics-pirelli-tower-gio-ponti-pier-luigi-nervi> Erişim tarihi: 06.12.2018
- URL 16. <http://www.skyscrapercenter.com/building/torre-velasca/4989> Erişim tarihi: 06.12.2018
- URL 17. <http://www.skyscrapercenter.com/building/torre-velasca/4989> Erişim tarihi: 07.12.2018.
- URL 18. <http://www.skyscrapercenter.com/building/torre-galfa/4962> Erişim tarihi: 08.12.2018.

URL 19. <http://www.skyscrapercenter.com/building/millbank-tower/4790> Erişim tarihi: 08.12.2018.

URL 20. <https://www.baukunst-nrw.de/objekte/Mannesmann-Hochhaus--250.htm> Erişim tarihi: 09.12.2018.

URL 21. <http://www.skyscrapercenter.com/building/tour-montparnasse/1487> Erişim tarihi: 11.12.2018.

URL 22. <http://www.skyscrapercenter.com/building/torre-velasca/4989> Erişim tarihi: 13.12.2018.

URL 23. <http://www.skyscrapercenter.com/building/torre-velasca/4989> Erişim tarihi: 15.12.2018.

URL 24. <http://www.skyscrapercenter.com/building/torre-velasca/4989> Erişim tarihi: 17.12.2018.

URL 25. <http://www.skyscrapercenter.com/building/torre-velasca/4989> Erişim tarihi: 20.12.2018.

URL 26. <http://www.skyscrapercenter.com/building/torre-velasca/4989> Erişim tarihi: 20.12.2018.

URL 27. <http://www.skyscrapercenter.com/building/torre-velasca/4989> Erişim tarihi: 22.12.2018.

URL 28. <https://www.jmhdezhdez.com/2011/08/taipei-101-taiwan-planos-plans.html> Erişim tarihi: 24.12.2018.

URL 29. <https://www.jmhdezhdez.com/2011/08/taipei-101-taiwan-planos-plans.html> Erişim tarihi: 24.12.2018.

URL 30. <https://www.jmhdezhdez.com/2011/08/taipei-101-taiwan-planos-plans.html> Erişim tarihi: 26.12.2018.

URL 31. <https://www.archdaily.com/882100/burj-khalifa-som> Erişim tarihi: 27.12.2018.

URL 32. <https://www.archdaily.com/54260/mies-van-der-rohe-lake-shore-drive-restoration-kruek> Erişim tarihi: 08.01.2019.

URL 33. <https://www.archdaily.com/87408/ad-classics-marina-city-bertrand-goldberg> Erişim tarihi: 10.01.2019.

URL 34. <https://www.skyscrapercenter.com/building/the-plaza-on-dewitt/10739> Erişim tarihi: 15.01.2019.

URL 35. <https://arcspace.com/feature/torre-agbar/> Erişim tarihi: 15.02.2019.

URL 36. <https://www.skyscrapercenter.com/building/torre-glories/4193> Erişim tarihi: 20.02.2019.

URL 37. <https://www.skyscrapercenter.com/building/875-north-michigan-avenue/345> Erişim tarihi: 25.02.2019.

URL 38. <https://www.archdaily.com/62410/ad-classics-willis-tower-sears-tower-skidmore-owings-merrill> Erişim tarihi: 05.03.2019.

URL 39. <https://www.archdaily.com/240524/al-dar-headquarters-mz-architects> Erişim tarihi: 10.03.2019.

- URL 40. <https://www.archdaily.com/240524/al-dar-headquarters-mz-architects> Erişim tarihi: 10.04.2019.
- URL 41. <https://www.archdaily.com/240524/al-dar-headquarters-mz-architects> Erişim tarihi: 13.04.2019.
- URL 42 . <https://www.jmhdezhdez.com/2012/05/bank-of-china-tower-hong-kong-drawings.html?m=1> Erişim tarihi: 17.04.2019.
- URL 43. <https://www.skyscrapercenter.com/building/bank-of-china-tower/287> Erişim tarihi: 20.04.2019.
- URL 44 . <https://www.mori.co.jp/en/office/china/swfc/outline.html> Erişim tarihi: 22.04.2019.
- URL 45. <http://www.arkitera.com/gorus/1147/yikmayin-anafartalar-carsisi-ni-ulus-ishani-ni-ankara-hali-ni> Erişim tarihi: 26.04.2019.
- URL46. http://tekelisisa.com/?portfolio_page=stad-oteli Erişim tarihi: 05.05.2019.
- URL47. http://tekelisisa.com/?portfolio_page=stad-oteli Erişim tarihi: 05.05.2019.
- URL48. http://tekelisisa.com/?portfolio_page=stad-oteli Erişim tarihi: 10.05.2019.
- URL49. http://tekelisisa.com/?portfolio_page=stad-oteli Erişim tarihi: 10.05.2019.
- URL50. http://tekelisisa.com/?portfolio_page=stad-oteli Erişim tarihi: 10.05.2019.
- URL 51 . <http://www.ustay.com/tr/projectdetail.aspx?id=60> Erişim tarihi: 10.05.2019.
- URL 52 . <http://www.ustay.com/tr/projectdetail.aspx?id=60> Erişim tarihi: 18.05.2019.
- URL 53 . <https://www.skylandistanbul.com/> Erişim tarihi: 23.05.2019.
- URL 54 <https://www.skyscrapercenter.com/building/maslak-spine-tower/10105> Erişim tarihi: 10.06.2019.
- URL 55 . <http://www.ustay.com/tr/projectdetail.aspx?id=60> Erişim tarihi: 10.06.2019.

ÖZGEÇMİŞ

Kişisel Bilgiler

Soyadı, adı :ALTUĞ, Abdullah
Uyruğu :T.C.
Doğum Tarihi (gün/ay/yıl) :01.01.1991
Doğum Yeri :ŞANLIURFA
Medeni hali :EVLİ
Adresi :Gürselpaşa mahallesi aliya izzet begoviç bulvarı 75475.
Sok. Marmı 1 sitesi B blok Kat:11 Daire:22 SEYHAN/ADANA
Telefon :05447802237
E-Posta :abdullah_altug@hotmail.com

Eğitim Derecesi Eğitim Birimi Mezuniyet yılı

Yüksek lisans: Toros Üniv. Fen Bil. Ens. Mimarlık. Tezli YL. 2019
Lisans: Çukurova Üniversitesi, Müh.Mim. Fak. Mimarlık.Böl.2014
Lise: Şanlıurfa Osmangazi Lisesi 2008

İşDeneyimi

Yıl	Çalıştığı Yer	Görev
2014-devam ediyor.	Art Level Mimarlık l.t.d ş.t.i	Mimar

YabancıDil

İngilizce

Yayınlar

İlgiAlanları

Satranç, Yüzme, Futbol, Politika

STRÜKTÜREL AÇIDAN YÜKSEK YAPILAR VE TÜRKİYE'DEKİ UYGULAMALAR ÜZERİNE BİR İNCELEME

Yazar Abdullah Altuğ

Gönderim Tarihi: 05-Eyl-2019 10:09AM (UTC+0300)

Gönderim Numarası: 1167548053

Dosya adı: STRÄKTÄREL AÄIDAN YÄKSEK YAPILAR VE TÄRKÄ°YEÄDEKÄ° UYGULAMALAR ÄZERÄ°NE
BÄ°R Ä°NCELEME Abdullah ALTUÄ.docx (15M)

Kelime sayısı: 16212

Karakter sayısı: 111231



T.C.
TOROS ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
İNTİHAL PROGRAMI RAPORU

İNŞAAT MÜHENDİSLİĞİ ANA BİLİM DALI BAŞKANLIĞINA

Tarih: 07/10/2019

Tez Başlığı: Strüktrel Açıdan Yüksek Yapılar ve Türkiye'deki Uygulamalar Üzerine Bir İnceleme

Yukarıda başlığı gösterilen tez çalışmamın;

a) Giriş,

b) Ana bölümler ve

c) Sonuç kısımlarından oluşan toplam 130 sayfalık kısmına ilişkin, 05/09/2019 tarihinde enstitü tarafından Turnitin adlı intihal tespit programından aşağıda belirtilen filtrelemeler uygulanarak alınmış olan orijinallik raporuna göre, tezimin benzerlik oranı % 11'dir.

Uygulanan filtrelemeler: (Hangi filtreleme uygulandı ise ilgili kutucuk işaretlenmelidir.)



1- Kaynakça hariç

2- Alıntılar hariç

3- Benzer kelime sayısı 10 adet

yapıldığında en fazla %10,



1- Kaynakça hariç

2- Alıntılar dahil

3- Benzer kelime sayısı 10 adet

yapıldığında en fazla %30'u geçmemelidir.

Tez çalışmamın herhangi bir intihal içermediğini; aksinin tespit edileceği muhtemel durumda doğabilecek her türlü hukuki sorumluluğu kabul ettiğimi ve yukarıda vermiş olduğum bilgilerin doğru olduğunu beyan ederim.

Yukarıda belirtilen başlıkta danışmanımla birlikte tamamlamış olduğum tezimin fikir/araştırma sorusu, yöntem, bulgular ve tartışma kısımları özgün olup kısmen veya tamamen diğer çalışmalardan alınan kısımlar olduğu durumlarda kaynak belirtilmesine dikkat edilmiştir. Tezimin, tez yazım kurallarına uygun olarak ve intihal olmaksızın hazırladığımı taahhüt eder; intihal olması durumunda tez çalışmamın başarısız sayılacağını ve mezuniyetimin iptalini kabul ederim.

Gereğini saygılarımla arz ederim.

Öğrencinin Adı Soyadı : Abdullah ALTUĞ

İmzası : Tarih: 07/10/2019

Yukarıda kişisel ve tez bilgileri verilen öğrencimin belirtilen başlıkta birlikte tamamlamış olduğumuz tez çalışması Turnitin intihal yazılım programında kontrol edilmiş ve etik bir ihlale rastlanmamıştır. İntihal yazılım programının rapor çıktısı ektedir. Ayrıca tezin fikir/araştırma sorusu, yöntem, bulgular ve tartışma kısımları özgün olup kısmen veya tamamen diğer çalışmalardan alınan kısımlar olduğu durumlarda kaynak belirtilmesine dikkat edilmiştir.

Gereğini saygılarımla arz ederim.

Danışmanın Adı Soyadı : Prof.Dr.Erkin ERTEN

İmzası : Tarih: 07/10/2019

Ek: İntihal yazılım programının rapor çıktısı (3 sayfa)

STRÜKTÜREL AÇIDAN YÜKSEK YAPILAR VE TÜRKİYE'DEKİ UYGULAMALAR ÜZERİNE BİR İNCELEME

ORJİNALLİK RAPORU

% 11	% 9	% 0	% 4
BENZERLİK ENDEKSİ	İNTERNET KAYNAKLARI	YAYINLAR	ÖĞRENCİ ÖDEVLERİ

BİRİNCİL KAYNAKLAR

1	acikerisim.iku.edu.tr:8080 İnternet Kaynağı	% 3
2	bursa.imo.org.tr İnternet Kaynağı	% 2
3	polen.itu.edu.tr İnternet Kaynağı	% 1
4	pt.scribd.com İnternet Kaynağı	% 1
5	issuu.com İnternet Kaynağı	% 1
6	www.scribd.com İnternet Kaynağı	% 1
7	goktugbeser.com İnternet Kaynağı	% 1
8	mimarlikdergisi.com İnternet Kaynağı	% 1

9 Submitted to Trakya University
Öğrenci Ödevi

%1

10 Submitted to Istanbul Aydın University
Öğrenci Ödevi

%1

Alıntılarını çıkart

Kapat

Eşleşmeleri çıkar

< %1

Bibliyografyayı Çıkart

üzerinde