

T.C.
MİMAR SİNAN GÜZEL SANATLAR ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

YÜKSEK YAPILARDAKİ GÖKKÖPRÜLERDE MİMARİ VE
YAPISAL SORUNLARIN İNCELENMESİ VE
DEĞERLENDİRİLMESİ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Mimar Begüm Söyek

Mimarlık Ana Bilim Dalı

Yapı Bilgisi Programı

Tez Danışmanı: Doç. Dr. Aysin Sev

HAZİRAN 2015

Begüm SÖYEK tarafından hazırlanan Yüksek Yapılardaki Gökköprülerde Mimari ve Yapısal Sorunların İncelenmesi Ve Değerlendirilmesi adlı bu tezin yüksek lisans tezi olarak uygun olduğunu onaylarım.



Tez Yöneticisi

Bu çalışma, jürimiz tarafından MİMARLIK Anabilim Dalında YÜKSEK LİSANS tezi olarak kabul edilmiştir.

Başkan: : Doç. Dr. Aysin SEV

Üye : Doç. Dr. Adem Erdem ERBAŞ

Üye : Yrd. Doç. Dr. Pelin KARAGAR

Üye : Yrd. Doç. Dr. Seyhan TARDIMLI

Üye : Yrd. Doç. Dr. Volkan GÜR

Bu tez, Mimar Sinan Güzel Sanatlar Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü tez yazım kurallarına uygundur.

TEŐEKKÜR

Bu tezi tamamlamam konusunda büyük özveriyle çalıőarak bana destek olan ve yol gösteren tez danıőmanım Doç. Dr. Aıőın Sev' e teőekkürü bir borç bilirim.

Tüm desteğini ve sevgisini her zaman hissettiğim sevgili anneme, babama ve kardeőlerime bu çalıőmayı bitirmem konusunda da manevi gücü hissettirdikleri ve inandıkları için, yürekten teőekkür ederim. Başta Selbi Ceylan olmak üzere varlıklarıyla hep yanımda olan ve beni destekleyen dostlarıma sonsuz teőekkürlerimi sunarım.

Akademik çalıőmalarıma destek olan, her türlü uygulama bilgisini paylaşan kuzenim mimar Recep Syek'e tezimi hazırlarken gösterdiği anlayıő ve sabır için çok teőekkür ederim.

Haziran, 2015

Begüm Syek

İÇİNDEKİLER

ÖZET	ii
SUMMARY	iii
ÖNSÖZ	iv
ÇİZELGE LİSTESİ	v
ŞEKİL LİSTESİ	vi
SEMBOL LİSTESİ	vii
KISALTMALAR LİSTESİ	
1.GİRİŞ	1
1.1. Problemin Tanımı	1
1.2. Araştırmanın Amacı	2
1.3. Çalışmanın Yöntemi	2
1.4. Konuyla İlgili Diğer Çalışmalar	3
1.5. Kapsam ve Sınırlamalar	3
2. YÜKSEK YAPI KAVRAMI	4
2.1.Yüksek Yapı Tanımı	4
2.1.1. Yapıldığı Döneme Göre Yüksek Yapı Tanımı	4
2.1.2. Yapıldığı Ülke veya Şehir Yönetmeliklerine Göre Yüksek Yapı Tanımı	7
2.1.3. Bulunduğu Çevreye Göre Yüksek Yapı Tanımı	8
2.1.4. CTBUH'a Göre Yüksek Yapı Tanımı	9
2.1.4.1. Yapının Çevre Dokusuyla Olan İlişkinine Göre	9
2.1.4.2. Yapının Oranına Göre	9
2.1.4.3. Yapıda Kullanılan Teknolojiye Göre	10
2.2. CTBUH' a Göre Yapı Yüksekliğini Ölçme Kriterleri	10
2.2.1 Mimari Tepe Noktasına Göre Yükseklik	10
2.2.2 Kullanılan En Üst Katın Döşemesine Göre Yükseklik	11
2.2.3 Tepe Noktasına Göre Yükseklik	12
2.3. Yüksek Yapının Tarihi Gelişimi ve Yakın Çağ Örnekleri	13
2.3.1. Değişen Kullanıcı Gereksinimlerinin Yüksek Yapı Gelişimine Etkisi	19
3. YÜKSEK YAPILARDA YATAY YÜKE DAYANIKLI TAŞIYICI SİSTEMLER	21
3.1. Rijit Çerçeve Sistemler	22
3.2. Rijit Çerçeve ve Kafesli/Perde Duvarlı Sistemler	23
3.3. Perde/Kesme Duvarlı Sistemler	25
3.4. Çerçeve ve Çekirdekli Sistemler	27
3.5. Tüp Sistemler	31
3.6. Mega Çerçeveler ve Yatay Kafes Kirişli/Perde Duvarlı Sistemler	37
3.7. Diğer Sistemler	39
3.8. Yüksek Yapılarda Döşeme Sistemlerinin Sınıflandırılması	43
3.8.1. Betonarme Döşemeler	43
3.8.1.1. Kirişli Döşemeler	43

3.8.1.2. Düz Plak ve Mantar Döşemeler	43
3.8.1.3. Dişli (Nervürlü) Döşemeler	44
3.8.1.4. Asmolen Döşemeler	45
3.8.1.5. Kaset Kiriş Döşemeler	45
3.8.2. Çelik Döşemeler	46
3.8.2.1. Tek Yönde Kiriş Sistemi	46
3.8.2.2. İki Yönde Kiriş Sistemi	47
3.8.2.3. Üç Yönde Kiriş Sistemi	47
3.8.3. Kompozit Döşemeler	48
4. YÜKSEK YAPILARDA GÖKKÖPRÜLER	50
4.1. Gökköprü Tanımı	50
4.1.1. Gökköprünün Ortaya Çıkışı	50
4.2. Gökköprü Yapılış Amaçları	56
4.3. Gökköprülerin Tasarım ve Yapımına İlişkin Sorunlar	57
5. TÜRKİYE VE DÜNYA'DAN GÖKKÖPRÜLÜ YAPI ÖRNEKLERİ	58
5.1. Petronas İkiz Kuleleri, Kuala Lumpur, Malezya	58
5.1.1. Mimari Özellikleri	59
5.1.2. Taşıyıcı Sistem Özellikleri	60
5.2. Marina Bay Sands, Singapur	64
5.2.1. Mimari Özellikleri	65
5.2.2. Taşıyıcı Sistem Özellikleri	66
5.3. Gate Kuleleri, Abu Dhabi, BAE	69
5.3.1. Mimari Özellikleri	70
5.3.2. Taşıyıcı Sistem Özellikleri	71
5.4. The Linked Hybrid, Beijing, Çin	73
5.4.1. Mimari Özellikleri	74
5.4.2. Taşıyıcı Sistem Özellikleri	76
5.5. 102 Incheon Kulesi, Songdo, Kore	78
5.5.1. Mimari Özellikleri	79
5.5.2. Taşıyıcı Sistem Özellikleri	80
5.6. Nakheel Kulesi, Dubai, BAE, (tasarım)	83
5.6.1. Mimari Özellikleri	84
5.6.2. Taşıyıcı Sistem Özellikleri	85
5.7. The Pinnacle Duxton, Singapur	88
5.7.1. Mimari Özellikleri	89
5.7.2. Taşıyıcı Sistem Özellikleri	90
5.8. Keppel Bay, Singapur	92
5.8.1. Mimari Özellikleri	93
5.8.2. Taşıyıcı Sistem Özellikleri	94
5.9. Hangzhou Kent Merkezi, Hangzhou, Çin	95
5.9.1. Mimari Özellikleri	96

5.9.2. Taşıyıcı Sistem Özellikleri	97
5.10. Bahreyn Dünya Ticaret Merkezi, Manama, Bahreyn	98
5.10.1. Mimari Özellikleri	99
5.10.2. Taşıyıcı Sistem Özellikleri	100
5.11. Uphill Kuleleri, İstanbul, Türkiye	101
5.11.1. Mimari Özellikleri	102
5.11.2. Taşıyıcı Sistem Özellikleri	103
5.12. Dumankaya İkon, İstanbul, Türkiye	105
5.12.1. Mimari Özellikleri	106
5.12.2. Taşıyıcı Sistem Özellikleri	107
6. DÜNYADAKİ VE TÜRKİYE'DEKİ 12 GÖKKÖPRÜLÜ YÜKSEK YAPININ DEĞERLENDİRİLMESİ	110
7. SONUÇ VE ÖNERİLER	112
KAYNAKLAR	114
ÖZGEÇMİŞ	120

ÖZET

YÜKSEK YAPILARDAKİ GÖKKÖPRÜLERDE MİMARİ VE YAPISAL SORUNLARIN İNCELENMESİ VE DEĞERLENDİRİLMESİ

Yüksek Lisans Tezi

Begüm Söyek

MİMAR SİNAN GÜZEL SANATLAR ÜNİVERSİTESİ

FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

Haziran 2015

11 Eylül saldırılarında Dünya Ticaret Merkezi (WTC)'nin çöküşüyle birlikte, yüksek binalardaki güvenlik önlemleri tüm dünyada büyük önem kazanmış, bu olayı takip eden dönemde, yüksek yapı alanında çalışanlar, başta yapı strüktürü olmak üzere, yangın dayanımı ve acil tahliye yolları gibi alanlarda güvenlik önlemlerinin artırılması için yenilikler önermeye başlamıştır. Bu 3 kriter dikkate alındığında; yüksek yapılardaki güvenliği artırmanın bir yolu yatay tahliye yollarını kullanmak, başka bir deyişle kuleleri birbirine bağlayan gökköprülerden yararlanarak kullanıcı güvenliğini sağlamaktır. Yüksek bir yapının düşey tahliye yollarında bir risk oluşması durumunda, zemine ulaşmak amacıyla belli katlarda tasarlanan yatay yollar büyük yarar sağlayabilmektedir. Yüksek yapılardaki gökköprülerin başlıca ortaya çıkış nedeni budur.

Bu çalışmada Dünya'daki ve Türkiye'deki yüksek yapılar ile bu yapılardaki gökköprüler mimari fonksiyon, taşıyıcı sistem ve strüktürel malzeme açısından analiz edilerek incelenmiştir.

Çalışmanın girişini oluşturan ilk bölümünde, problem ortaya konarak konu tanıtılmış, amaç, çalışmada izlenen yöntem, konuyla ilgili yapılan diğer çalışmalar ve kapsam ve sınırlamalar açıklanmıştır.

İkinci bölümde literatürde geçen yüksek yapı tanımları ortaya konmuş, yapı yüksekliği ölçüm teknikleri ile ilgili bilgi verilmiş ve yüksek yapıların tarihi gelişimleri ele alınmıştır.

Üçüncü bölümde yüksek yapı taşıyıcı sistemleri ve sınıflandırılması ile ilgili bilgiler verilmiştir. Taşıyıcı sistemler; rijit çerçeve sistemler, rijit çerçeve ve kafesli/perde duvarlı sistemler, perde/kesme duvarlı sistemler, tüp sistemler, mega çerçeveler ve yatay kafes kirişli/perde duvarlı sistemler ve diğer sistemler olarak sınıflandırılmış, döşeme sistemleri de bu bölümde ele alınmıştır.

Dördüncü bölümde yüksek yapılardaki gökköprü tanımından, gökköprülerin ortaya çıkışından, gökköprü yapılış amaçlarından ve gökköprülerin tasarım ve yapımına ilişkin sorunlardan söz edilmiştir.

Beşinci bölümde Türkiye ve Dünya'dan gökköprülü 12 yüksek yapı örneği incelenmiş, bu örnekler bilgi tabloları ile tanıtılarak, mimari özellikler ve taşıyıcı sistem ve taşıyıcı sistem malzemesi açısından incelenmiştir.

Altıncı bölümde ise bu 12 yapının gökköprüleri strüktürel ve mimari açıdan değerlendirilmiştir.

Sonuç bölümü ise çalışma sürecinde ele alınan konuların değerlendirilmesini ve yorumunu kapsamaktadır. Buna göre köprünün kuleyle bağlantı kurduğu yer, çekirdekle ilişkisi, bu köprülere ulaşımın kolaylıkla nasıl sağlanacağı kriterleri tasarımın başlıca esaslarıdır. Yine bu bölgedeki güvenlik konusu da ayrıca önem taşır. Strüktürel ve çevresel etkiler de gökköprülerin tasarımını etkileyen faktörler arasındadır. Köprü genişliği, ana kuleye etki eden yük, gökköprünün bulunduğu yükseklikteki güneş, yağmur, rüzgar koşulları ve deprem etkisi köprü tasarımını ve köprüde kullanılacak malzeme çeşidini etkiler.

Anahtar Kelimeler: Yüksek Yapı, Gökköprü, Taşıyıcı Sistem, Binalar Arasında Bağlantı, Yüksekte Bağlantı,

Tez Danışmanı: Doç. Dr. Ayşin Sev

SUMMARY

STUDY AND EVALUATION OF ARCHITECTURAL AND STRUCTURAL PROBLEMS OF SKYBRIDGES IN TALL BUILDINGS

MSc. Thesis

Begüm Söyek

MIMAR SINAN FINE ARTS UNIVERSITY

INSTITUTION OF SCIENCE AND TECHNOLOGY

June, 2015

The collapse of the World Trade Center in the September 11 attacks, high buildings security measures have gained great attention all over the world. After this incident, people who work on the subject of the building construction started to offer innovations such as increasing fire resistance, emergency evacuation routes and building structures. Considering these 3 criteria, improving the safety of tall buildings is possible with using horizontal discharge, in other words taking advantage of the skybridge that connects the towers increases user safety. In the event of a risk of tall building's vertical evacuation routes, horizontal roads that are designed in particular floors can provide a huge benefit in order to reach the ground floor. This is why the emergence of the skybridges in tall buildings.

In this study, tall buildings with skybridges in the world and in the Turkey are analysed in terms of their structural materials, architectural functions and structural systems.

The first section of the study is the introduction part, in which the aim, methods, limitations and the scope of the work is defined, the problem is identified and literature that are related with scope are presented.

In the second section, definition of tall buildings in the literature, the development of the materials that are used in tall buildings, the information about the building height measurement techniques and the historical development of tall buildings are presented.

The third section provides information about the tall buildings structural systems and their classification. Structural systems are classified into rigid frame systems, frame and shear trussed / shear walled systems, tube systems, mega frames and outrigger / shear walled systems and other systems and also slab systems in tall buildings are presented.

In the fourth section, definition of the skybridge in tall buildings, birth of the skybridge, construction purpose of the skybridge and design and construction problems of the skybridges are explained.

In the fifth section, 12 examples of tall buildings with skybridges in Turkey and the world and these examples are introduced with information tables in terms of architectural features, structural systems and the material of the structural systems. At the end of this section, these 12 buildings are compared according to skybridges structural systems, gaps and functions.

In the sixth chapter, skybridges of these 12 buildings are evaluated in terms of structural and architectural.

At the final section, the conclusion of the thesis in which evaluations and comments are presented. As a result of this, main design criteria of the buildings are bridge connections with the tower, bridge relationship with the core and reaching to the bridge easily. The issue of security in this region is also important. Structural and environmental impacts are the factors affecting the design of skybridges. The width of bridge, the main load acting on the tower, sun, wind and rain conditions at the height of the skybridge and the effects of earthquake affect the bridge design and type of materials that are used on the bridge.

Key Words: Tall Building, Skybridge, Structural System, the Connection Between the Buildings, Connection in the High.

Advisor: Assoc. Prof. Dr. Ayşin Sev

ŞEKİL LİSTESİ

	Sayfa No
Şekil 2.1. 2020’de Dünyanın en yüksek 20 yapısı.....	6
Şekil 2.2. Yüksek Yapılar Tarihsel Dönem Grafiği.....	7
Şekil 2.3. Yüksek yapının çevre dokusuyla olan ilişkisi.....	9
Şekil 2.4. Yapı yüksekliğinin oransal bir tanımı.....	9
Şekil 2.5. Yapı yüksekliğinin yapıda kullanılan ileri teknoloji ile olan ilişkisi.....	10
Şekil 2.6. Mimari tepe noktasına göre yükseklik 2014 yılı itibariyle dünyanın en yüksek 10 yapısı.....	11
Şekil 2.7. Kullanılan en üst katın döşemesine göre yükseklik 2014 yılı itibariyle dünyanın en yüksek 9 yapısı.....	12
Şekil 2.8. Tepe noktasına göre yükseklik 2014 yılı itibariyle dünyanın en yüksek 10 yapısı.....	13
Şekil 2.9. Nannar Zigguratı.....	14
Şekil 2.10. Giza Piramitleri.....	15
Şekil 2.11. Yüksek yapılarda tarihlere göre yükseklik artışı.....	16
Şekil 2.12 (a)Monadnock Binası, 1891; (b) Park Row Binası, 1899.....	16
Şekil 2.13 Fazlur Khan’ın betonarme ve çelik malzemeli taşıyıcı sistem sınıflandırması.....	18
Şekil 2.14. Bazı yüksek yapı örnekleri.....	20
Şekil 3.1. Rijit çerçeve sistem.....	22
Şekil 3.2. Rijit çerçeve sistemlerde yanal ötelenme ve rijit bağlantı.....	23
Şekil 3.3. Rijit çerçeve, kafes perde ve perde duvar.....	24
Şekil 3.4. Perdeli çerçeve sistemin yanal yükler altında davranışı.....	25
Şekil 3.5. Perde duvarlı sistem.....	26
Şekil 3.6. Ataşehir – Tekfen toplu konutları, perde duvarlı sistem.....	23
Şekil 3.7. Ataşehir – Tekfen toplu konutları, perde duvarlı sistem.....	27
Şekil 3.8. Çekirdeğin kat planı içindeki yeri.....	29

Şekil 3.9. Çekirdek ve çerçeveli yapı sistemleri.....	30
Şekil 3.10. Tüp Sistem.....	31
Şekil 3.11. De -Witt Chestnut Binası.....	32
Şekil 3.12. One Shell Plaza.....	33
Şekil 3.13. Torre Agbar, Barcelona.....	33
Şekil 3.14. a) Çelik çapraz tüp sistem ile b) Betonarme çapraz tüp sistem.....	34
Şekil 3.15. John Hancock Center.....	35
Şekil 3.16. Willis Kulesi.....	36
Şekil 3.17. One Magnificent Mile Binası.....	36
Şekil 3.18 Mega çerçeveli sistem.....	38
Şekil 3.19. Yatay kafes kirişli ve kuşaklı sistem.....	38
Şekil 3.20. Asma sistemle yapılmış yüksek yapı örnekleri.....	40
Şekil 3.21. Bank of China.....	41
Şekil 3.22. Burj Al Arab.....	42
Şekil 3.23. Turning Torso.....	42
Şekil 3.24. Kirişli Döşeme.....	43
Şekil 3.25. Kirişsiz Döşemeler.....	44
Şekil 3.26. Nervürlü Döşeme	45
Şekil 3.27. Asmolen Döşeme.....	45
Şekil 3.28.Kaset Kiriş Döşeme	46
Şekil 3.29.Tek Yönde Kiriş Sistemi.....	47
Şekil 3.30. İki Yönde Kiriş Sistemi.....	47
Şekil 3.31. Üç Yönde Kiriş Sistemi.....	48
Şekil 3.32. Kompozit çelik döşeme sistemi	48
Şekil 3.33. Çeşitli kompozit döşeme sistemleri.....	49
Şekil 3.34. Kompozit kiriş sistemleri.....	49
Şekil 4.1. Kent geleceğinin ilk resimleri.....	51

Şekil 4.2. ‘City of Tomorrow’ un en güçlü resimlerinden bir tanesi.....	52
Şekil 4.3. Sant’Elia’nın Citta Nuova’sı.....	52
Şekil 4.4. Gökköprüler için savaş sonrası teklifi.....	52
Şekil 4.5. Ulusal Kongre Kompleksi.....	53
Şekil 4.6. Birleşmiş Milletler Plazası.....	54
Şekil 4.7. Kajima Şirketi Merkezi.....	54
Şekil 4.8. Umeda Gök Yapısı.....	55
Şekil 4.9. Petronas Kuleleri.....	55
Şekil 4.10. Yüksek Yapılarda Tahliye.....	56
Şekil 5.1. Petronas İkiz Kuleleri, Gece Görünümü.	58
Şekil 5.2. Petronas İkiz Kuleleri, Kesit.....	60
Şekil 5.3. Petronas İkiz Kuleleri, Plan.....	61
Şekil 5.4. 2 katlı Gökköprü	62
Şekil 5.5. Petronas İkiz Kuleleri, Gökköprü Kesiti ve Detayları.....	63
Şekil 5.6. Marina Bay Sands Gündüz Görünümü.	64
Şekil 5.7. Marina Bay Sands Kuleleri.....	66
Şekil 5.8. Marina Bay Sands’in, Eiffel Kulesi’nden uzun olduğunu gösteren görsel.....	66
Şekil 5.9. Marina Bay Sands Hotel bölümleri diyagramı.....	67
Şekil 5.10. Marina Bay Sands Hotel gökyüzü parkı taşıyıcı sistem plan ve kesiti....	68
Şekil 5.11. Marina Bay Sands Hotel, Kesit.....	68
Şekil 5.12. Gate Kuleleri, Gündüz Renderı	69
Şekil 5.13. Gökköprülü Gate Kuleleri.....	70
Şekil 5.14. Gate Kuleleri’ndeki Gököprünün Yakından Görünümü.....	71
Şekil 5.15. Gate Kuleleri, Kesit.....	72
Şekil 5.16. Gate Kuleleri, Gökköprü Yapım.Aşaması.....	72

Şekil 5.17. Gate Kuleleri Gökköprüsünün Taşıyıcı Sistem Şeması.....	72
Şekil 5.18. Linked Hybrid, Gündüz Görünümü.....	73
Şekil 5.19. Gökköprülü Linked Hybrid Kuleleri.....	74
Şekil 5.20. Linked Hybrid, Kısmi Kesit -1.....	75
Şekil 5.21. Linked Hybrid, Kısmi Kesit -2.....	75
Şekil 5.22. Linked Hybrid, Kısmi Kesit – 3.....	76
Şekil 5.23. Linked Hybrid, Kesit.....	76
Şekil 5.24. Linked Hybrid, Yapım Aşaması.....	77
Şekil 5.25. 102 Incheon Kuleleri, Gündüz Renderı	78
Şekil 5.26. 102 Incheon Kuleleri, Fonksiyon Şemasını Gösteren Kesit.....	79
Şekil 5.27. 102 Incheon Kuleleri, Kat Planları.....	80
Şekil 5.28. 102 Incheon Kuleleri, Gökköprü Kesiti ve Detayı.....	81
Şekil 5.29. 102 Incheon Kuleleri, Katlara Göre Strüktür Şeması.....	81
Şekil 5.30. 102 Incheon Kuleleri, Gökköprü Strüktür Şeması.....	82
Şekil 5.31. Nakheel Kulesi, Gündüz Renderı	83
Şekil 5.32. Nakheel Kulesi'nin Dünyaki Yüksek Yapılarla Karşılaştırılması.....	84
Şekil 5.33. Nakheel Kulesi, Kule Elemanları ve Rüzgar Akış Şeması.....	85
Şekil 5.34. Nakheel Kulesi, Gökköprü Kesiti.....	85
Şekil 5.35. Nakheel Kulesi Strüktür Modeli.....	86
Şekil 5.36. Nakheel Kulesi, 16 Mega Kolon, Perde Duvarlar ve İç Duvarlar.....	86
Şekil 5.37. Nakheel Kulesi, Gökköprü Modelleri.....	87
Şekil 5.38. Nakheel Kulesi, Kafes Kirişlerin İzometrik Görüntüsü.....	87
Şekil 5.39. Pinnacle Duxton, Gündüz Görünümü.....	88
Şekil 5.40. Pinnacle Duxton, Gece Görünümü.....	89
Şekil 5.41. Pinnacle Duxton, Gökköprülü Kat.....	89

Şekil 5.42. Pinnacle Duxton, Gökköprülü 26. Kat Planı.....	89
Şekil 5.43. Pinnacle Duxton, Gökköprü.....	90
Şekil 5.44. Pinnacle Duxton, Kesit.....	90
Şekil 5.45. Pinnacle Duxton, Gökköprü Strüktürü.....	91
Şekil 5.46. Keppel Bay, Gündüz Renderı	92
Şekil 5.47. Keppel Bay, Gündüz Renderı.....	93
Şekil 5.48. Keppel Bay Gökköprüleri.....	94
Şekil 5.49. Hangzhou Kuleleri, Gündüz Görünümü	95
Şekil 5.50. Hangzhou Kuleleri, Gündüz Renderı.....	96
Şekil 5.51. Hangzhou Kuleleri Planı.....	97
Şekil 5.52. Bahreyn Dünya Ticaret Merkezi, Gündüz Renderı	98
Şekil 5.53. Bahreyn Dünya Ticaret Merkezi, Kat Planları.....	99
Şekil 5.54. Bahreyn Dünya Ticaret Merkezi, Yapım Aşaması.....	100
Şekil 5.55. Bahreyn Dünya Ticaret Merkezi, Rüzgar Türbinli Gökköprü Katı.....	100
Şekil 5.56. Uphill Kuleleri, Gündüz Görünümü.....	101
Şekil 5.57. Uphill Kuleleri, Cephe.....	102
Şekil 5.58. Uphill Kuleleri Cephe.....	103
Şekil 5.59. Uphill Kuleleri, Gökköprü Planı.....	104
Şekil 5.60. Uphill Kuleleri, Gökköprü.....	104
Şekil 5.61. Dumankaya İkon, Gündüz Görünümü	105
Şekil 5.62. Dumankaya İkon, Gökköprü.....	106
Şekil 5.63. Dumankaya İkon, Gökköprülü Kat Planı.....	107
Şekil 5.64. Dumankaya İkon, Kesit.....	108
Şekil 5.65. Dumankaya İkon, Cephe.....	109

ÇİZELGE LİSTESİ

Sayfa No

Çizelge 1: Bazı ülkelere göre yüksek bina tanımları.....	8
Çizelge 2. Petronas İkiz Kuleleri hakkında genel bilgiler.....	58
Çizelge 3. Marina Bay Sands hakkında genel bilgiler.....	64
Çizelge 4. Gate Kuleleri hakkında genel bilgiler.....	69
Çizelge 5. The Linked Hybrid hakkında genel bilgiler.....	73
Çizelge 6. 102 Incheon Kuleleri hakkında genel bilgiler.....	78
Çizelge 7. Nakheel Kulesi hakkında genel bilgiler.....	83
Çizelge 8. Pinnacle Duxton hakkında genel bilgiler.....	88
Çizelge 9. Keppel Bay hakkında genel bilgiler.....	92
Çizelge 10. Hangzhou hakkında genel bilgiler.....	95
Çizelge 11. Bahreyn Dünya Ticaret Merkezi hakkında genel bilgiler.....	98
Çizelge 12. Uphill Kuleleri hakkında genel bilgiler.....	101
Çizelge 13. Dumankaya İkon hakkında genel bilgiler.....	105
Çizelge 14. Gökköprülerin strüktürel açıdan analizi.....	110
Çizelge 15. Gökköprülerin mimari açıdan analizi.....	111

KISALTMALAR LİSTESİ

WTC : World Trade Center (Dünya Ticaret Merkezi)

ABD : Amerika Birleşik Devletleri

İBB : İstanbul Büyükşehir Belediyesi

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

M.Ö. : Milattan Önce

BWTC : Bahrein World Trade Center (Bahreyn Dünya Ticaret Merkezi)

1. GİRİŞ

1.1. PROBLEMİN TANIMI

Gökdelenlerin gelişim çizgisini, bilim ve teknoloji alanındaki ilerlemelerden çok toplumsal, ekonomik gelişmelerin belirlediği söylenebilir. Amerika'da gökdelenlerin 19. yüzyılın sonlarında yükselmeye başlamasının ardında, giderek güçlenmeye başlayan kent ekonomilerinin türlü gerekleri bulunmaktaydı. Bu açıdan öncelikle, sanayi işletmelerinin büyümesiyle birlikte işyeri yapılarına olan istemdeki artışı belirtmek gerekir. Demir-çelik alanında yaşanan gelişmeler, yangına dayanıklı yapı gereçlerinin yaygınlaşması, asansörün kullanılmaya başlanması, 19. yüzyılın sonlarında gökdelenlerin yükselmesine olanak tanıyan teknik gelişmelerdendi (Duru, 2001).

20. yüzyıldan itibaren yakın bir döneme kadar yapılan yüksek yapıların büyük çoğunluğu, sürdürülebilirlik açısından birçok olumsuzluklarının yanı sıra, herhangi bir tehlike ve acil durumda kaçış yollarının yeterli olmaması ve güvenlik önlemlerinin yetersiz olması gibi sorunlarla da baş etmek durumundadır.

11 Eylül saldırılarında Dünya Ticaret Merkezi (WTC)'nin çöküşüyle birlikte, yüksek binalardaki güvenlik önlemleri tüm dünyada büyük önem kazanmış, bu olayı takip eden dönemde, yüksek yapı alanında çalışanlar, başta yapı strüktürü olmak üzere, yangın dayanımı ve acil tahliye yolları gibi alanlarda güvenlik önlemlerinin artırılması için yenilikler önermeye başlamıştır.

Bu 3 kriter dikkate alındığında; yüksek yapılardaki güvenliği artırmanın bir yolu yatay tahliye sistemlerini kullanmak, başka bir deyişle kuleleri birbirine bağlayan gökköprülerden yararlanarak kullanıcı güvenliğini sağlamaktır. Yüksek bir yapının düşey tahliye yollarında bir risk oluşması durumunda, zemine ulaşmak amacıyla belli katlarda tasarlanan yatay yollar büyük yarar sağlayabilmektedir. Yüksek yapılardaki gökköprülerin başlıca ortaya çıkış nedeni budur.

Ayrıca, giderek yükselen ve narinleşen yapılarda yatay rijitliğin ve beraberinde kullanıcı konforunun artırılması da önemli bir sorun haline gelmektedir. Bu durumda birden fazla sayıda ve birbirine yakın olarak konumlandırılan bu yüksek ve narin yapıların yatay yük etkisi altında ara bağlantılarla (bunları gökköprüler oluşturmaktadır) birbirine destek olması söz konusudur. Yüksek yapılarda gökköprülerin bir diğer kullanım amacı da budur.

1.2. ARAŞTIRMANIN AMACI

Bu çalışmanın amacı; birden fazla sayıda yapılan yüksek yapıları belli katlarda birbirine bağlayan ve literatürde “gökköprü” olarak adlandırılan bağlantı yollarının mimari ve strüktürel açıdan incelenmesidir. Bu incelemeden hareketle elde edilecek verilere dayalı olarak, hangi şartlar altında gökköprülerin yapıldığı tespit edilecek, gökköprülerde tasarım sorunları belirlenerek, çözüm önerileri ortaya konacaktır.

1.3. ÇALIŞMANIN YÖNTEMİ

Çalışmanın ilk aşamasında konu ile ilgili literatür araştırması yapılmış ve istatistikler toplanmıştır. Türkiye’de ve yurt dışında yayımlanmış konu ile ilgili kitap ve makaleler taranmış; çeşitli kurumlarca düzenlenen sempozyum, panel ve konferans notları incelenmiştir.

İkinci aşamada yüksek yapılara ilişkin veriler toplanmış ve gruplandırılmıştır.

Üçüncü aşamada yüksek yapılardaki taşıyıcı sistemlerle ilgili bilgi verilmiştir.

Dördüncü aşamada yüksek yapılardaki gökköprülerle ilgili veriler araştırılmıştır.

Beşinci aşamada dünyada ve Türkiye’de uygulanmış olan gökköprülü yüksek yapı örnekleri incelenip bilgileri verilmiştir.

Altıncı aşamada dünyada ve Türkiye’de uygulanmış olan gökköprülü yüksek yapı örnekleri karşılaştırması yapılmıştır.

Yedinci aşamada ise bu verilere dayanarak sorunlar oluşturulmuş ve çözüm önerileri sunulmuştur.

1.4. KONUyla İLGİLİ DİĞER ÇALIŞMALAR

Kaynak araştırmasında öncelikle yüksek yapılarla ilgili olarak yapılmış çalışmalar ve yayınlar taranarak yüksek yapı tanımları yapılmış, tarihsel gelişimleri incelenmiş, yüksek yapıların taşıyıcı sistem ve sınıflandırmaları oluşturulmaya çalışılmıştır. Yurtdışında gökköprülerle ilgili yapılmış, sempozyum ve çoğunlukla yabancı kaynaklı makalelerden, araştırma ve çalışmalardan yararlanılmıştır. Özellikle CTBUH tarafından yayınlanmış yayınlardan faydalanılmıştır. Türkiye’de ve yurt dışında yapılmış konuyla ilgili diğer çalışmalar ve tezler ise kaynakça bölümünde belirtilmiştir.

Filme Dönüştürülme:

İlk gökköprülerin, çeşitli filmlerde betimlendiğini görmek mümkündür. 1927’de set tasarımcıları, Otto Hunte, Erich Kettlehut ve Karl Vollbrecht ile birlikte Alman yönetmen Fritz Lang, yüksekteki kuleler arasında geçen devasa köprüleri zihinlerde canlandıran Metropolis filmini ortaya çıkarmıştır. Ridley Scott’un Bladerunner’ı (1982) vasıtasıyla H. G. Wells’in ‘‘Things to Come’’(1936)’den George Lucas’ın Star Wars: Klonların Savaşı (2001)’na kadar olan kapsamdan beri hemen hemen her film ‘Metropolis of Tomorrow’ fütüristik filmini ilham alarak, Ferriss’in gökköprüleri ve Lang’ın Metropolis’i, bilim kurgu sinematografisinde sabit bir unsur haline gelmiştir (Neumann, 1999).

1.5. KAPSAM VE SINIRLAMALAR

2 veya daha fazla kuleli yüksek yapılar, son dönemde yapılmış ve tasarım halindeki yapılar bu tez kapsamına girmektedir. Çalışma bu yapılardaki çoğunluğu tahliye amacı taşıyan gökköprülerin fonksiyon, taşıyıcı sistem ve taşıyıcı sistem malzemesi açısından incelemesiyle sınırlandırılmıştır. Bu çalışmada Dünya'daki gökköprü örneklerinin Uzakdoğu ve Ortadoğu olarak sınırlandırılmasının sebebi, Amerika ve Avrupa'daki gökköprülerin yüksek kuleleri değil sokaklar arasındaki yapıları birleştiriyor olmasıdır. Başka bir deyişle daha düşük kotta bulunan Amerika ve Avrupa'daki örneklerin gökköprü tanımına değil gök yolu, gök geçit tanımına daha uygun oluşudur, tahliye amacı taşımazlar.

2. YÜKSEK YAPI KAVRAMI

2.1. YÜKSEK YAPI TANIMI

Kentsel çevrede biri diğerine oranla daha yüksek olan ve silüette üçüncü boyutta farklılaşarak aynı zamanda bir nirengi niteliği de taşıyan yapılara yüksek yapılar denilmekte ise de, bu göreceli bir tanımdır. Çünkü herhangi bir yüksek yapı ait olduğu dönem içinde yeni yapılan daha yüksek yapılar karşısında bu özelliğini kaybedebilmektedir. (Erbil, Özaydın, Ulusay, 1989). Literatürde bu konuya ilişkin çok farklı tanımlar bulunmaktadır. Bunlar şu şekilde sıralanabilir:

“ABD’deki yapı kurallarına göre, yüksek yapı çevredeki yapı üst sınırını genellikle 12 kat aşan yapılardır (Yılmaz,1998).”

Almanya’da en üst kat döşemesinin, binanın oturduğu zeminden yüksekliği 22 metre ve daha fazla olan binalar “yüksek bina” olarak tanımlanmaktadır. Böyle bir sınır konulmasının sebebi, yüksekliği bu sınırı aşan binaların taşıyıcı sistemlerinin düşey yüklere kıyasla daha fazla önem kazanmasıdır (Benli, 2005).

Bir başka tanıma göre ise en genel anlamda yüksek yapı “Yakın ve uzak çevresini; fiziksel çevre, kent dokusu ve her türlü kentsel alt yapı yönünden etkileyen bir yapı türü” dür.

Emporis’e göre yüksek yapı tanımı; “Yüksekliği 35-100 metre arasında olan çok katlı yapılar ya da yüksekliği bilinmeyen 12-39 katlı yapılardır.”

2.1.1. Yapıldığı Döneme Göre Yüksek Yapı Tanımı

Yüksek yapılar için yapıldıkları dönemlere göre de farklı tanımlamalar geliştirilmiştir. Örneğin antik çağlarda anıtsal nitelikteki yüksek yapılar bugünkü anlayıştan farklı olarak ele alınmaktadır.

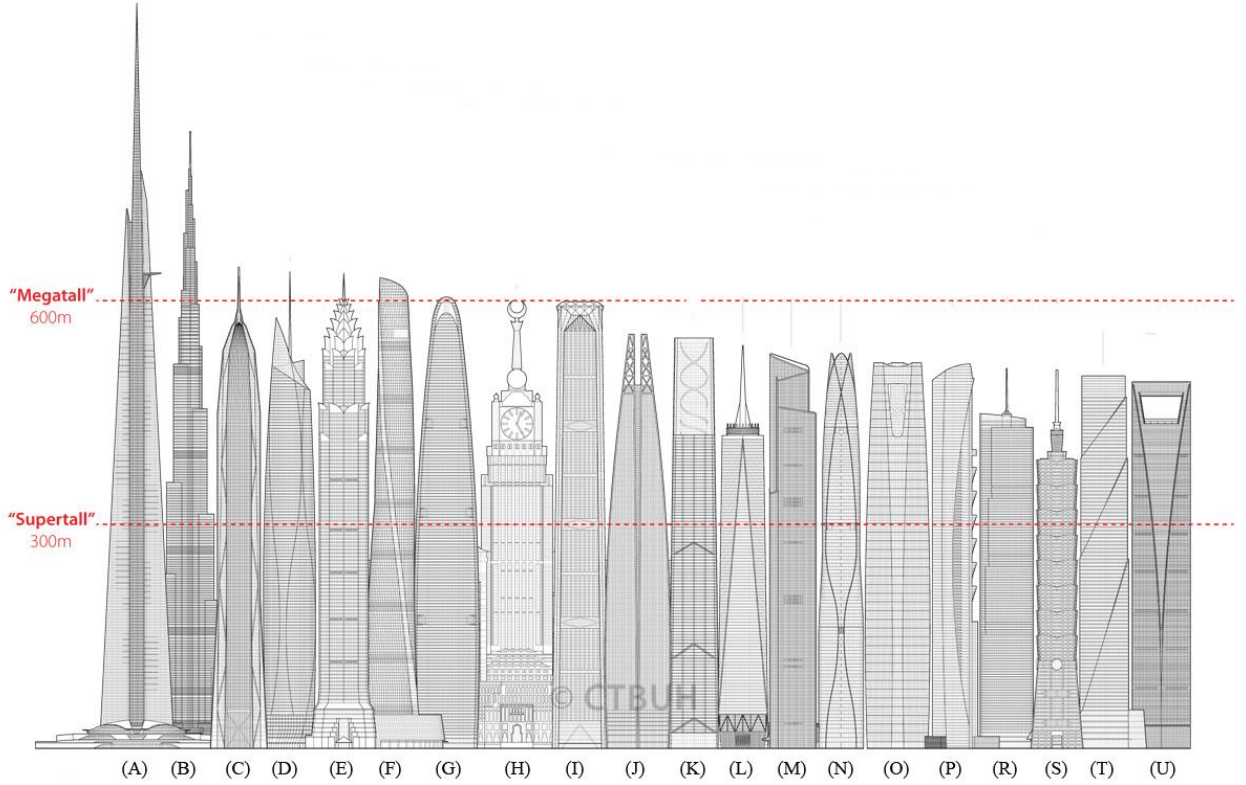
Yüksek, daha da yüksek yapılar yaratmak her zaman insanların arzusu olmuştur. Babil Kulesi, İskenderiye Feneri, Mısır Piramitleri, Meksika’daki Maya Tapınakları,

Hindistan'daki Kutub Minaresi gibi yapılar Antik Yüksek Yapı tanımlaması sınırları içinde girmektedir.

Prof. Dr. Hamdi Şensoy'a göre Edirne'deki Selimiye Camii¹ taşla yapılan en narin yapıdır. Minarelerinin narinliği ancak bugünkü teknoloji ile yapılan gökdelenlerle kıyaslanabilir. Minarelerin çapı 3.80 m, yüksekliği ise 70,89 m'dir. Bu durumda minarelerin narinlik değeri 18.65'e ulaşmaktadır.² Bu değer Taipei 101 Kulesi'nde 8, Burj Khalifa'da 9.2, Tokyo Sky Tree Yayı Kulesi'nde 10.56 ve Canton Tower TV Kulesi'nde 10,67'dir (Gülakan, 2014). 2020 'de farklı yapım teknolojileri olan ve yüksekliği 1000 metreye ulaşan gökdelenleri görmek mümkün olacaktır (Şekil 2.1).

¹ Prof. Dr. Hamdi Şensoy (Mimar, MSÜ Emekli Öğretim Üyesi) ile 1990 tarihinde yapılan söyleşiden edinilen bilgidir (Serbes, 2009).

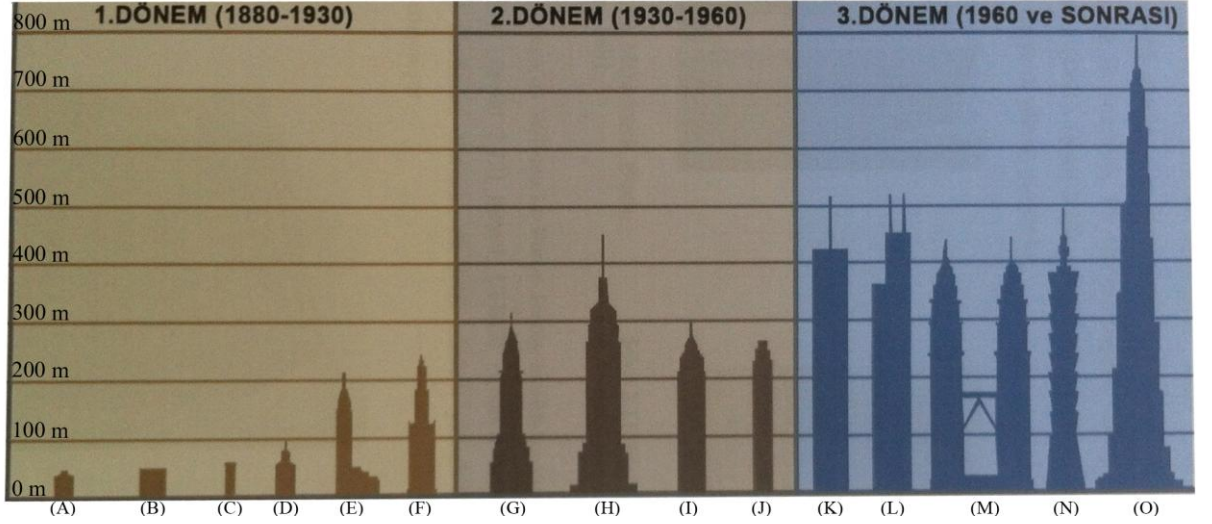
² Narinlik değeri yapı yüksekliğinin taban kısa kenarına (çapına) oranıdır. Selimiye Camii için; $70.89/3.80=18.65$ 'tir.



Şekil 2.1. 2020’de Dünyanın en yüksek 20 yapısı (Aralık 2011’de öngörülmüştür)-CTBUH

A	Kingdom Tower, Jeddah 1.000+ metre / 3.280+ ft	K	Doha Convention Center and Tower 551 metre / 1808 ft
B	Burj Khalifa, Dubai 828 metre / 2.717 ft	L	One World Trade Center, New York City 541 metre / 1776 ft
C	Ping An Finance Center, Shenzhen 660 metre / 2.165 ft	M	Chow Tai Fook Guangzhou 530 metre / 1739 ft
D	Seoul Light DMC Tower 640 metre / 2.101 ft	N	Tianjin Chow Tai Fook Binhai Center 530 metre / 1739 ft
E	Signature Tower Jakanta 638 metre / 2.093 ft	O	Dalian Greenland Center 518 metre / 1699 ft
F	Shanghai Tower 632 metre / 2.073 ft	P	Pencominium, Duba, 516 metre / 1693 ft
G	Wuhan Greenland Center 606 metre / 1.988 ft	R	Busan Lotte Town Tower 510 metre / 1674 ft
H	Makkah Royal Clock Tower Hotel 601 metre / 1972 ft	S	Taipei 101 508 metre / 1667ft
I	Goldin Finance 117, Tianjin 597 metre / 1957 ft	T	Kaisa Feng Long Centre 500 metre / 1640 ft
J	Lotte World Tower, Seoul 555 metre / 1819 ft	U	Shangai WFC 492 metre / 1614 ft

19. yy’dan bu yana, günümüzdeki anlayışa paralel olarak ele alınabilecek yüksek binalar ise üç dönem altında sınıflandırılabilir (Şekil 2.2).



Şekil 2.2. Yüksek Yapılar Tarihsel Dönem Grafiği (Gülakan,2014)

A	1870 – Equitable Life Insurance Company - Chicago
B	1885 – Home Insurance Building - Chicago
C	1891 – Monadnock Building - Chicago
D	1890 – World Building - New York
E	1909 – Metropolitan Life Tower – New York
F	1913 – Woolworth Building – New York
G	1930 – Chrysler Building - New York
H	1931 – Empire State Building – New York
I	1932 – 70 Pine Street Building – New York
J	1933 – GE Building – New York
K	1972 – 1 WTC – New York
L	1974 – Sears Tower – Chicago
M	1996 – Petronas Tower Kuala Lumpur
N	2003 – Taipei 101 - Taipei
O	2010 – Burj Khalifa - Dubai

2.1.2. Yapıldığı Ülke veya Şehir Yönetmeliklerine Göre Yüksek Yapı Tanımı

Bazı ülkeler, hatta ülkelerdeki farklı şehirler, kendi bakış açıları, ihtiyaçları ve koşulları doğrultusunda yüksek yapı yönetmelikleri geliştirmiş ya da imar yönetmeliklerinde yüksek yapılara yer vermiştir. Bu yönetmeliklerde yer alan tanımlamalar ise aşağıdaki gibi sıralanmaktadır (Gülakan, 2014).

Çizelge 1: Bazı ülkelere göre yüksek bina tanımları.

ÜLKE	Yapıların yüksek tanımına girme sınırı (metre veya kat adedi olarak)
ALMANYA	22 metre
A.B.D	23 metre
İNGİLTERE	28 metre
İSVİÇRE	25 metre
RUSYA	9 kat
POLONYA	12 kat
AVUSTURYA	10 kat
TÜRKİYE	10 kat

Türkiye’deki yönetmeliklerde ise yüksek bina tanımları şöyledir:

İstanbul İmar Yönetmeliği’nde (23.06.2007 tarihli) “Yüksek yapılar, binanın herhangi bir cephesinden görünen en düşük kottaki bina yüksekliği en az 60.50 m olan yapılardır.” şeklinde ifade edilmiştir. (İstanbul Büyükşehir Belediyesi İmar Yönetmeliği, 2007)

Binaların Yangından Korunması Hakkında Yönetmelik’te “Yüksek Yapı, bina yüksekliği 21.50 m’den fazla, yapı yüksekliği 30.50 m’den fazla olan binalar” olarak ifade edilmektedir. (Binaların Yangından Korunması Hakkında Yönetmelik, 2007)

2.1.3. Bulunduğu Çevreye Göre Yüksek Yapı Tanımı

Yüksek binanın bulunduğu çevreye göre çeşitli tanımları şöyledir;

Beedle ve Rice (1995) tarafından yapılan tanımlamada, “ Yüksek bir yapı, yüksekliği ile çevresindeki binalardan farklı bir tasarım, konstrüksiyon ve kullanım koşulları oluşturan binadır” denmektedir. Buradan yüksek bir yapının yakın ve uzak çevresini, fiziksel çevre, silüet, kent dokusu ve her türlü kentsel altyapı yönünden etkilediği sonucu çıkarılmaktadır.

Yükseklik tanımı, sadece niceliksel bir değer olmayıp, yapının bulunduğu çevre dokusuyla yakından ilişkili niteliksel bir değerdir. (Örneğin; 14 katlı bir yapı Chicago ve New York’un şehir dokusu içinde yüksek yapı grubuna girmezken, kırsal bir yerleşimde yüksek olarak tanımlanmaktadır.)

2.1.4. CTBUH'a Göre Yüksek Yapı Tanımı

CTBUH (Yüksek Binalar ve Kentsel Yaşam Konseyi) yüksek yapıların üç temel ölçüte göre sınıflandırılabilirliğini belirtmiştir.

2.1.4.1. Yapının Çevre Dokusuyla Olan İlişisine Göre

Yapı yüksekliğinin yapının bulunduğu çevre dokusuyla ilişkisi vardır. Yüksek binaların yoğun olduğu Chicago veya Hong Kong gibi şehirlerde 14 katlı bir bina yüksek yapı grubuna girmezken, Avrupa'nın tarihi kentlerinde veya kırsalda yüksek yapı olarak tanımlanmaktadır (Şekil 2.3).



Şekil 2.3. Yüksek yapının çevre dokusuyla olan ilişkisi (CTBUH, height criteria, 2013).

2.1.4.2. Yapının Oranına Göre

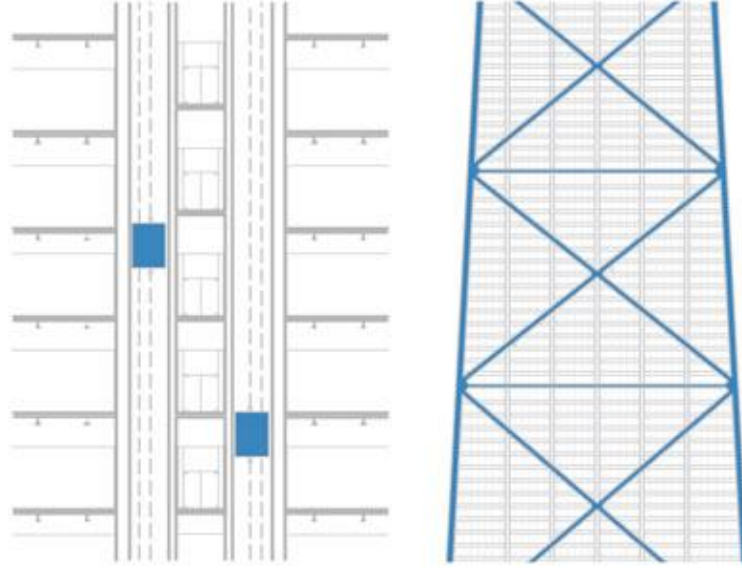
Yükseklik sadece düşeydeki ölçü ile değil, yapının eni, boyu ve yüksekliği arasındaki oranla ilişkilidir. Yükseklik aynı zamanda oransal bir kavramdır. Dünyanın çeşitli yerlerinde çok yüksek sayılmayacak, ancak çok narın binalar yüksek bina olarak tanımlanmaktadır (Şekil 2.4).



Şekil 2.4. Yapı yüksekliğinin oransal bir tanımı (CTBUH, height criteria, 2013).

2.1.4.3. Yapıda Kullanılan Teknolojiye Göre

Bir yapının yüksek olarak tanımlanabilmesi için, taşıyıcı sisteminde, cephe, duvar, döşeme, çatı gibi tüm yapı elemanlarında, elektrik ve mekanik sistemlerinde ileri yapım teknolojileri kullanılması gerekmektedir (Şekil 2.5).



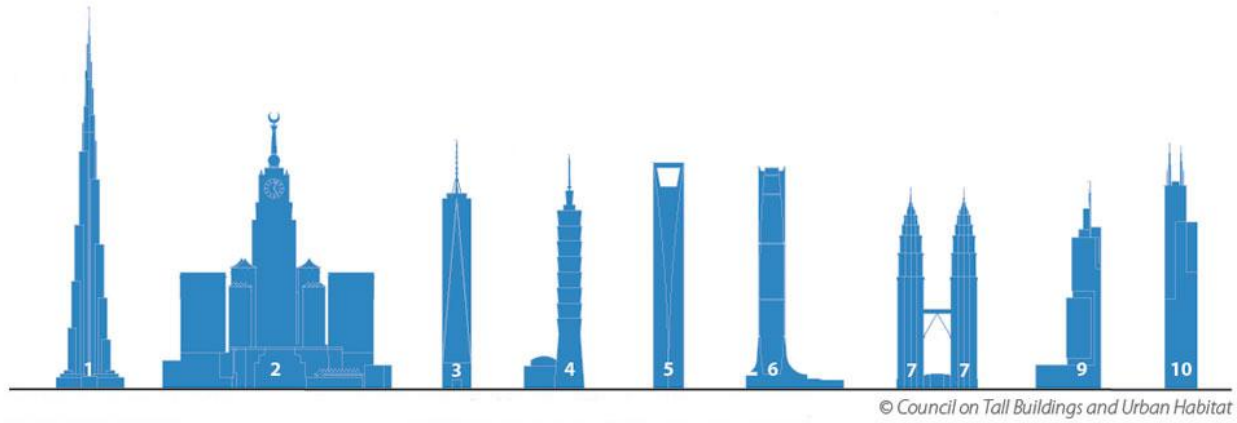
Şekil 2.5. Yapı yüksekliğinin yapıda kullanılan ileri teknoloji ile olan ilişkisi (CTBUH, height criteria, 2013).

2.2. CTBUH'A GÖRE YAPI YÜKSEKLİĞİNİ ÖLÇME KRİTERLERİ

CTBUH yapıların yüksekliğini ölçmek için 3 ölçüt belirlemiştir:

2.2.1. Mimari Tepe Noktasına Göre Yükseklik

Bu kategoride yükseklik kaldırım seviyesinden yaya girişinin olduğu en alt kat kotundan yapının, anten hariç, bayrak direği, tüm fonksiyonel-tekniik ekipman dahil mimari tepe noktasına kadar olan yükseklik ölçülmektedir. Konsey tarafından her yıl açıklanan, dünyanın en yüksek 100 yapısı sıralamasında en yaygın olarak bu yaklaşım izlenmektedir (Şekil 2.6).

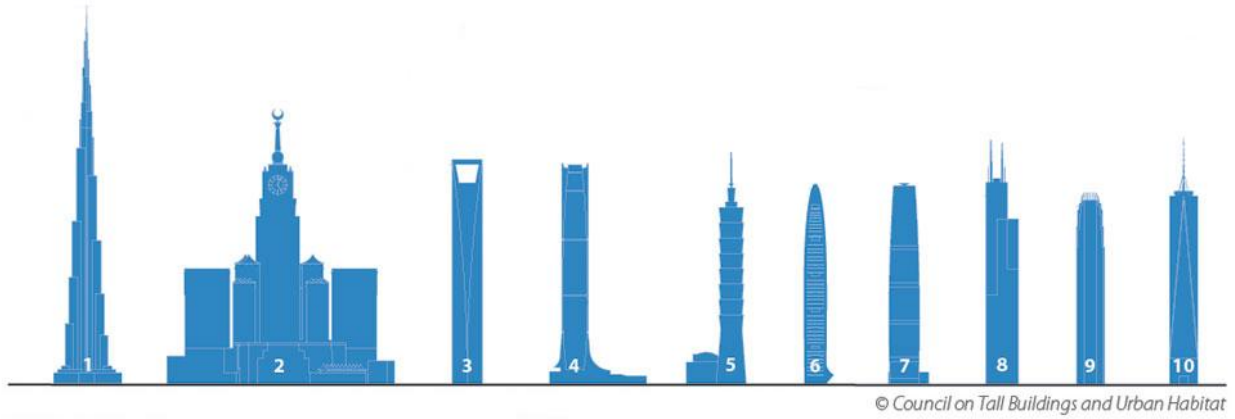


Şekil 2.6. Mimari tepe noktasına göre yükseklik 2014 yılı itibariyle dünyanın en yüksek 10 yapısı (CTBUH, height criteria,2014).

1	Burj Khalifa – Dubai – 2010 – 828 metre – 2717 ft
2	Makkah Royal Clock Tower Hotel – Mecca – 2012 – 601 metre – 1972 ft
3	One World Trade Center – New York City – 2014 – 541 metre – 1776 ft
4	Taipei 101 – Taipei – 2004 – 508 metre – 1667 ft
5	Shanghai World Financial Center – Shanghai – 2008 – 492 metre- 1614 ft
6	International Commerce Center – Hong Kong – 2010 – 484 metre – 1588 ft
7	Petronas Towers 1 – Kuala Lumpur - 1998 – 452 metre – 1483 ft
8	Petronas Towers 2 – Kuala Lumpur - 1998 – 452 metre – 1483 ft
9	Zifeng Tower – Nanjing – 2010 - 450 metre – 1476 ft
10	Wills Tower – Chicago – 1974 – 442 metre – 1452 ft

2.2.2. Kullanılan En Üst Katın Döşemesine Göre Yükseklik

Bu kategoride binanın kaldırım seviyesinden, yaya girişinin olduğu en alt kat kotundan yapının kullanılabilir en üst kat döşemesine kadar olan yükseklik dikkate alınmaktadır (Şekil 2.7).

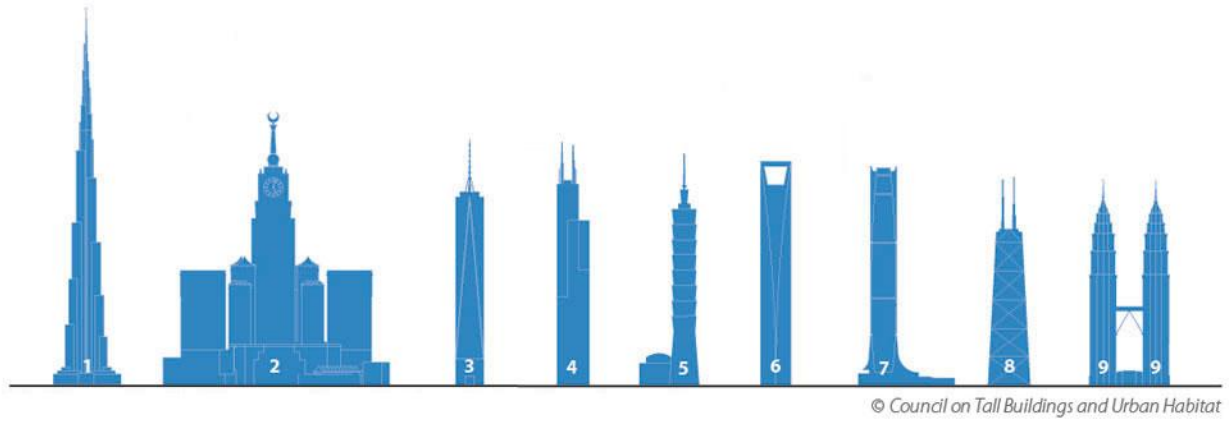


Şekil 2.7. Kullanılan en üst katın döşemesine göre yükseklik 2014 yılı itibariyle dünyanın en yüksek 9 yapısı (CTBUH, height criteria, 2014)

1	Burj Khalifa – Dubai – 2010 – 585 metre – 1918 ft
2	Makkah Royal Clock Tower Hotel – Mecca – 2012 – 559 metre – 1833 ft
3	Shanghai World Financial Center – Shanghai – 2008 – 474 metre- 1555 ft
4	International Commerce Center – Hong Kong – 2010 – 469 metre – 1538 ft
5	Taipei 101 – Taipei – 2004 – 438 metre – 1437 ft
6	Kingkey 100 – Shenzhen – 2011 – 427 metre- 1401 ft
7	Guangzhou International Finance Center – Guangzhou – 2010 – 415 metre – 1362 ft
8	Wills Tower – Chicago – 1974 – 413 metre – 1354 ft
9	Two International Finance Center – 2003 – 388 metre – 1271 ft
10	One World Trade Center – New York City – 2014 – 387 metre – 1270 ft

2.2.3. Tepe Noktasına Göre Yükseklik

Bu kategoride binanın kaldırım seviyesinden, yaya girişinin olduğu en alt kat kotundan kullanılan malzeme ve fonksiyondan bağımsız, anten, bayrak direği vb. kapsayan fonksiyonel ve estetik ekipmanın en üst noktasına kadar olan yüksekliktir (2.8).



Şekil 2.8. Tepe noktasına göre yükseklik 2014 yılı itibariyle dünyanın en yüksek 10 yapısı (CTBUH, height criteria,2014).

1	Burj Khalifa – Dubai – 2010 – 830 metre – 2723 ft
2	Makkah Royal Clock Tower Hotel – Mecca – 2012 – 601 metre – 1972 ft
3	One World Trade Center – New York City – 2014 – 546 metre – 1792 ft
4	Willis Tower – Chicago – 1974 – 527 metre – 1729 ft
5	Taipei 101 – Taipei – 2004 – 508 metre – 1667 ft
6	Shanghai World Financial Center – Shanghai – 2008 – 494 metre- 1622 ft
7	International Commerce Center – Hong Kong – 2010 – 484 metre – 1588 ft
8	John Hancock Center – Chicago – 1969 – 457 metre – 1499 ft
9	Petronas Towers 1 – Kuala Lumpur - 1998 – 452 metre – 1483 ft
10	Petronas Towers 2 – Kuala Lumpur - 1998 – 452 metre – 1483 ft

2.3. YÜKSEK YAPININ TARİHİ GELİŞİMİ VE YAKIN ÇAĞ ÖRNEKLERİ

Yapı insan yaşamında, korunma, barınma gibi temel fizyolojik gereksinimlerin karşılanabilmesi amacıyla hayati önem taşımaktadır. Yapım ise önceleri bireysel olarak kişilerin doğal çevre içerisinde kendi yapay (yapılı) çevrelerini inşa etmeleri ile sınırlı iken, medeniyetin ilerlemesi ile yapay çevrelerin oluşturulması, kendi içerisinde de uzmanlık dalları oluşmasını mecbur kılarak günümüzde farklı bir noktaya gelmiştir (Serbes, 2009).

Mağaralardan yığma sistemlere, ağaç dallarından yapılan barınaklardan iskelet sistemlere, göçebe çadırlardan ise membran sistemlere geçişe kadar uzanan bu süreçte yüksek yapıların oluşumu ve gelişimine etki eden birçok faktörden söz edilebilir (Ç. Türkçü, ÇYS).

Bu etkenler içerisinde, değişen kullanıcı gereksinimleri ve bu değişen gereksinimlere cevap verebilecek çözümlerin üretilip uygulamaya geçirilebilmesine imkan veren

teknoloji ile yeni yapı malzemelerine bağılı olarak değişen yapıım sistemleri gösterilebilir.

İnsanoğlunun gelişim süresinde yaşadığı değişimler, zaman içinde toplumların gelişmesi ile farklı sınıf ve mesleklerin ortaya çıkmasına sebep olmuştur. Tarım ve hayvancılıkla uğraşanlar dışında idareciler, din adamları, tüccarlar, zanaatkarlar gibi toplumsal sınıfların yaklaşık M.Ö. 3500'lerde ortaya çıkışları ve toplumun farklılaşması yani uzmanlaşma ve örgütlenmenin meydana gelmesi ile birlikte konut ve müştemilatlar dışında farklı amaçlara yönelik yapı türleri (dini yapılar, saraylar, toplantı binaları, anıt mezarlar, imalathaneler, amfi tiyatrolar vb.) ortaya çıkmaya başlamıştır. 18. Yüzyılın sonlarında dökme demirin bulunması, yapılarda çeliğın kullanılması ve iskelet sisteme geçiş ile yapı yüksekliklerinin de giderek artmaya başlayarak günümüze kadar gelmesi yapılarda modern anlamda yükselme sürecinin başlangıcı olarak görülebilir. Bu süreç, günümüze kadar geçilen dönemlere ait yapı örnekleri üzerinden incelenebilir. Böyle bir kronolojik incelemede öncelikle literatürde ilk yüksek yapı örneği olarak karşımıza Ur'daki, ay tanrısı Nannar Zigguratı çıkmaktadır (Şekil 2.9). Dini özellikte bir kamu yapısı olan bu Ziggurat M.Ö. 2113-2006 yılları arasında 7 katlı olarak ve 90 m yüksekliğinde inşa edilmiştir.

Bu yapı, Sümer zigguratlarının en gelişmiş örneklerinden biri olarak kabul edilmektedir. Yapı yumuşak tuğladan inşa edilmiş ve dış cephesi fırınlanmış tuğla ile kaplanmıştır. Yapı uzun düz merdivenlerle çıkılan bir dizi terasa sahiptir. Zigguratın en üst terasında ise tapınak yer almaktadır.



Şekil 2.9. Nannar Zigguratı (URL-1).

Sonrasında halen bilim insanlarının yapısal hesapları üzerinde çalışmalarına devam ettikleri piramitler karşımıza çıkmaktadır. Piramitler Mısır Uygarlığı' nın dünya mimarlık tarihindeki önemli eserleri arasında yer alan en yüksek yapılardır. Firavun Zoser adına M.Ö. 2750 dolaylarında yapılan piramit kompleksi 10.4 m yüksekliğinde olup 545 x 277 m ebatlarındadır. Özellikle Giza Piramitleri Mısır mimarlığının ve yüksek yapılarının en önde gelenlerinden sayılmaktadır (Şekil 2.10). Bu devasa yapılar konumlanmaları itibari ile her biri Kutup Yıldızı' na ve güneşin dikey eksenine doğru kusursuzca yönlendirilmişlerdir. M.Ö. 2680-2560 tarihleri arasında yapılmış olan Keops, Kefren ve Mikerinos Piramitleri' nin en büyüğü ve en yükseği Keops Piramidi' dir. Bu piramit 230 x 230 m ebatlara ve 179 m yüksekliğe, Kefren 215,5 x 215,5 m ölçülere ve 143,5 m yüksekliğe, Mikerinos Piramidi ise 108,5 x 108,5 m taban ölçülere ve 66,5 m yüksekliğe sahiptir (Serbes, 2009).



Şekil 2.10. Giza Piramitleri (URL-2).

Keops piramidi 179 m yüksekliği ile 1900'lü yılların başında ABD'de inşa edilen 187 m yüksekliğindeki "Singer Building" binası inşasına kadar dünyanın en yüksek yapısı ünvanını elinde bulundurmıştır.

Tarihsel sürece bakıldığında, 19. yüzyıla kadar taşıyıcı taş duvarlı sistemler kullanılmıştır. Kat yüksekliği arttıkça duvar kalınlığının da arttığı görülmektedir. Betonarme döşemenin kullanılmaya başlaması 19. yüzyılın ortalarına rastlar ve dökme demirin de yapı malzemesi olarak kullanılmaya başlamasıyla çok katlı kagir yapılar Monadnock Binası (1891, Chicago) ile

16 kat yüksekliğe ulaşabilmiştir (Şekil 2.11-a). 20. yüzyılın ortalarında 150 metreye ulaşan kat yüksekliği 21. yüzyılın başlarında 350 metreye kadar gelmiştir (Şekil 2.12).

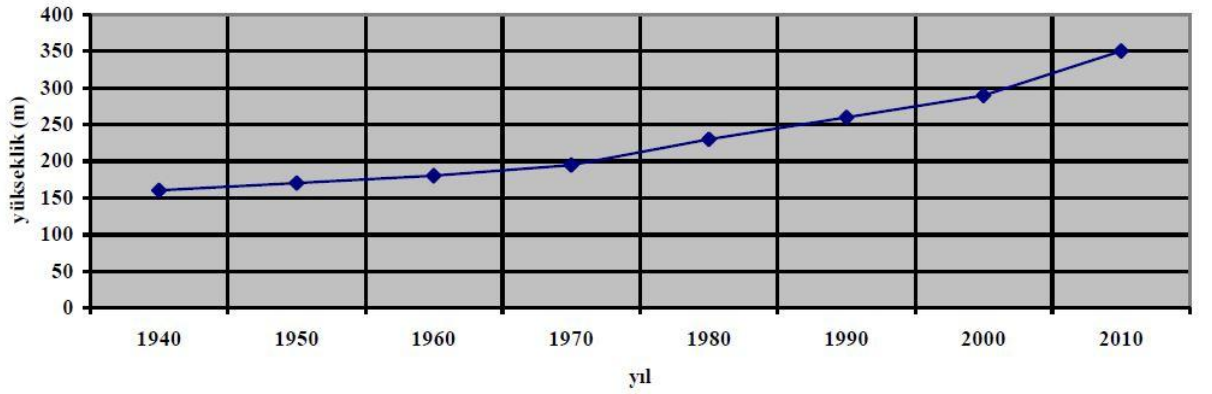


(a)



(b)

Şekil 2.11 (a)Monadnock Binası (URL-3), 1891; (b) Park Row Binası, 1899 (URL-4).



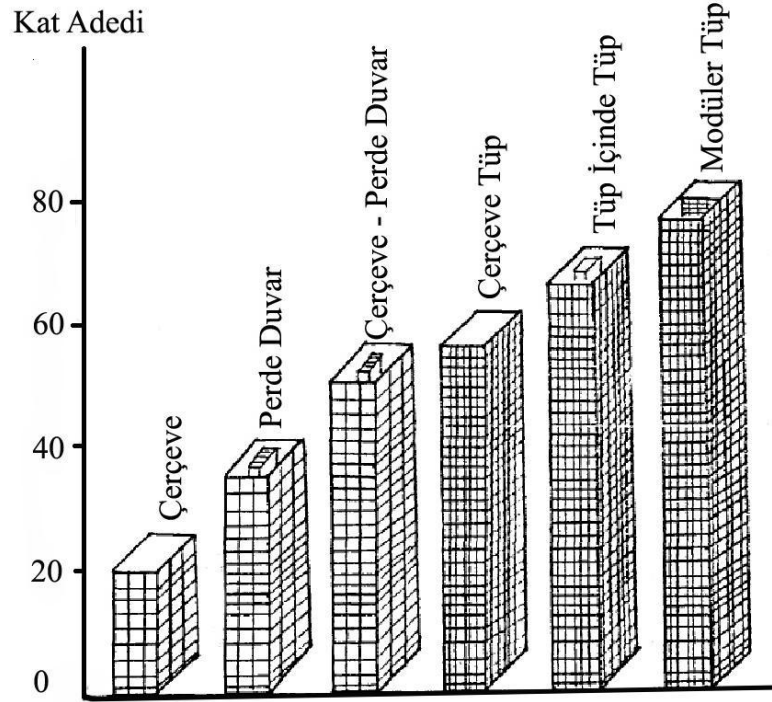
Şekil 2.12. Yüksek yapılarda tarihlere göre yükseklik artışı (URL-5).

19. yüzyıl başlarında dökme demir ile birlikte çelik de kullanılmaya başlamış; böylece taş duvarlı taşıyıcı sistemlerdeki pencerelerin küçük olması ve büyük açıklıkların geçilememesi sorunu çözülmeye başlamıştır. Demir/çelik hafif sistemler ile büyük cam yüzeyler yapılabilmiş ve önemli bir taşıyıcılık özelliği olmayan tuğla ve terracotta, kaplama malzemesi olarak kullanılabilmiştir. 1852’de İngiliz İmparatorluğu’nun ekonomik güç simgesi olan Crystal Palace ilk çelik çerçeveli yapıdır. 1899 yılında New York’taki Park Row Binası 119.2 m yüksekliğinde yapılmış ve 1908 yılına kadar dünyanın en yüksek ofis binası unvanını taşımıştır (Şekil 2.12-b) (Demir, 2011).

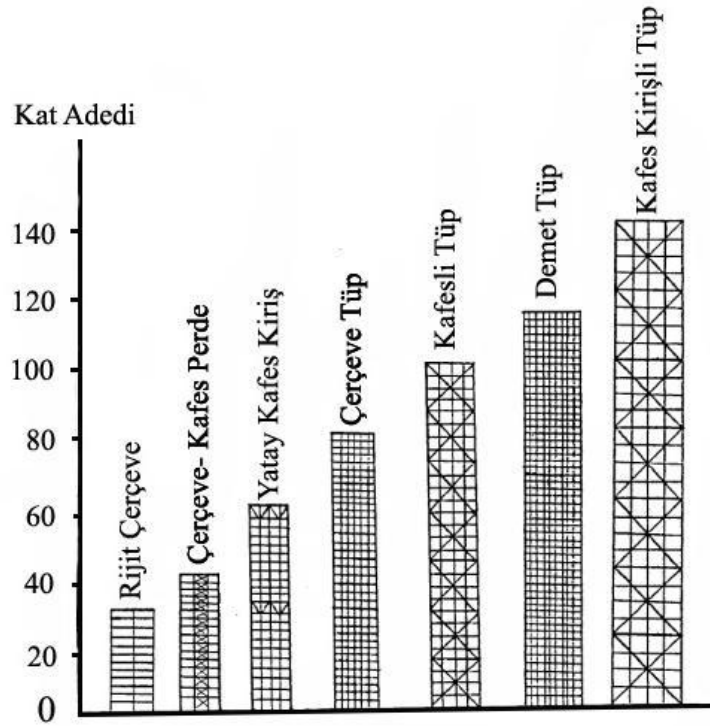
20. yüzyılın ilk dönemlerinde rijit çelik çerçeveler, taşıyıcı sistem olarak kullanılmıştır. 1931’de 55 kat yüksekliğinde Woolworth Tower (New York), 1930’da 77 katlı Chrysler Binası (New York) ve 1931’de açılışı yapılan 102 katlı Empire State Binası bu sistemle yapılmış binalardır.

İkinci Dünya Savaşı sonrasında yüksek bina ihtiyacı artmıştır. Ancak, taşıyıcı sistemlerdeki gelişmelere rağmen, savaş sonrası ekonomisi yüksek yapıların yapımında önemli bir sorun haline gelmiştir. 1960’lı yıllardan itibaren betonarme sistemlerdeki gelişmeler ile, çeliğin yanında betonarme sistem kullanılan yüksek yapı örnekleri görülmeye başlanmıştır.

Savaş öncesi yüksek yapılarda kullanılan çerçeve sistem, kolon kesitlerini ve yapı maliyetini artırmaktaydı. Çözüm olarak, beton ve çeliğin daha etkin kullanılmasına yönelik araştırmalarla çelik ve betonarme yeni taşıyıcı sistemler geliştirildi. Fazlur Khan’ın kendi geliştirdiği “tüp sistem” tasarımı ile taşıyıcı sistemde malzeme kullanımı azaltılmıştır. Yatay yükleri dışta oluşturulan tüp sistem karşılamakta, iç kısımdaki taşıyıcı eleman ihtiyacı büyük ölçüde azaltılmaktadır. 1969’da Khan, yüksekliklerine göre yapıların taşıyıcı sistemlerini sınıflandırmış, 1972 yılında bu şemayı betonarme ve çelik sistemler için yenilemiştir (Şekil 2.13) (Demir, 2011).



a) Betonarme Taşıyıcı Sistemler



b) Çelik Taşıyıcı Sistemler

Şekil 2.13 Fazlur Khan'ın betonarme ve çelik malzemeli taşıyıcı sistem sınıflandırması (Khan,1973).

1969 yılında Chicago'da yapılan John Hancock Center 344 m yüksekliği ile Khan tarafından tüp sistemle yapılmıştır. 1973'de 410 m yüksekliği ile New York'taki

World Trade Center ve 1974'te 443.5 m yüksekliği ile Chicago'daki Sears Tower, 1960 sonrası yapılan diğer elik yapı örnekleridir (Demir, 2011).

2.3.1. Değişen Kullanıcı Gereksinimlerinin Yüksek Yapı Gelişimine Etkisi

18. ve 19. yüzyıllarda Endüstri devrimiyle birlikte önce demir daha sonra elik, yapı malzemesi olarak kullanılmaya başlamıştır. Bu da hızlı artan nüfusun barınma ihtiyacını düşey özümlele karşılamayı olanaklı kılmıştır. 1850'li yıllarda asansörün yapılarda kullanılmaya başlaması, yüksek yapılar için dönüm noktası olmuş, böylece düşey sirkülasyon için de çözüm getirilmiştir.

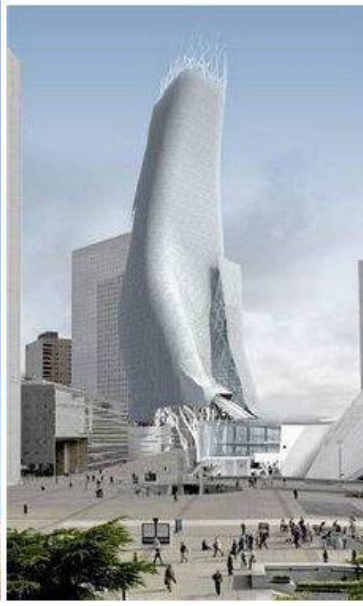
Sosyal, kültürel ve teknolojik alanlardaki gelişmeler açısından aşağıdaki dönemlerden bahsetmek mümkündür:

- 1885-1930; asansörün icadı ve yangına karşı korunma sorununun çözülmesi
- 1930-1960; ekonomik kriz ve 2. Dünya Savaşı sonrası ekonomik yapım yöntemlerinin geliştirilmesi, klima ve aydınlatma tekniklerinin geliştirilmesi
- 1960 sonrası; ekonomik gelişmelere paralel olarak taşıyıcı sistem, yapım yönetimi, bilgisayara dayalı yapı tasarım yöntemleri geliştirilmiştir.

2000'li yıllardan itibaren yüksek yapıların; şehirlerin prestij, güç ve ekonomik simgesi olarak birbirinden farklı tasarımlarla yapılmakta olduğu görülmektedir (Şekil 2.14). 11 Eylül saldırısıyla ikiz kulelerin hedef olması da bu yapıların simgesel önemini göstermektedir (Demir, 2011).



(a)



(b)



(c)



(d)



(e)



(f)

Şekil 2.14. Bazı yüksek yapı örnekleri a) Burj Khalifa, Dubai, (URL-6) b)Biomorphic Skyscraper, (URL-7) d)Tokyo'da yapılması planlanan X-Speed 4000 Tower, (URL-8) e)West Athens Tower (WAT), (URL-9) f) Kobi Karp tarafından geliştirilen Miami Miapolis Tower (URL-10).

3.YÜKSEK YAPILARDA YATAY YÜKE DAYANIKLI TAŞIYICI SİSTEMLER

Yapı; insan yaşamında, korunma, barınma gibi temel fizyolojik gereksinimlerin karşılanabilmesi amacıyla hayati önem taşımaktadır. Yapım ise önceleri bireysel olarak kişilerin doğal çevre içerisinde kendi yapay (yapılı) çevrelerini inşa etmeleri ile sınırlı iken, medeniyetin ilerlemesi ile yapay çevrelerin oluşturulması, kendi içerisinde de uzmanlık dalları oluşmasını mecbur kılarak günümüzde farklı bir noktaya gelmiştir.

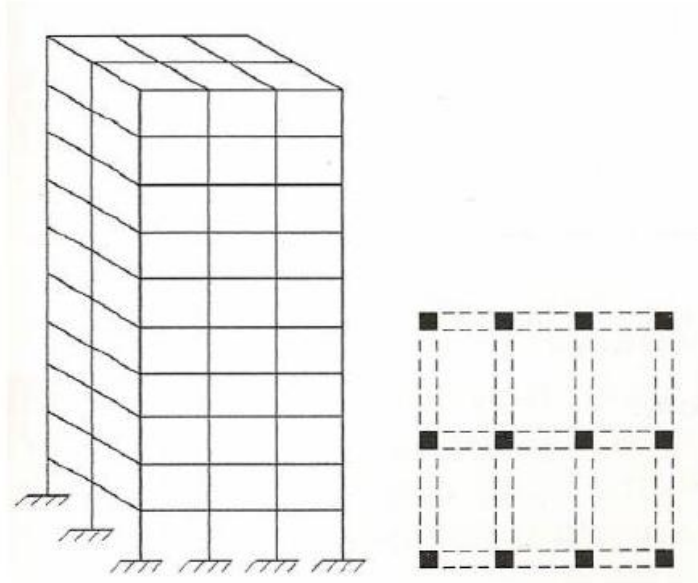
Yüksek bir binada taşıyıcı sistem, büyük miktarda düşey ve yatay yüklerin etkisi altında kalmaktadır (Sev, 2001). Yer çekiminin neden olduğu düşey yükler, düşey strüktür elemanları tarafından toplanıp zemine ve temellere aktarılır (Benli, 2005). Bu aktarmanın dengeli olması için, her katta yüklerin düşey taşıyıcılara aktarıldığı bölgeler düzenli olmalıdır. Her katın düşey taşıyıcıları, üst katlardan gelen yüklerin toplamını taşımaktadır. Bu nedenle alt katlara inildikçe, taşınan yükler artacağından, bunlara bağlı olarak düşey taşıyıcıların kesitleri de büyür ve bu da yapının katlarında net kullanım alanını azaltır (Özgen ve Sev, 2009).

Bu araştırma kapsamında yukarıda sözü edilen düşey ve yatay yüklere dayanıklı yüksek yapı taşıyıcı sistemleri aşağıdaki şekilde sınıflandırılmıştır (Özgen ve Sev, 2009).

- i. Rijit Çerçeve Sistemler,
- ii. Çerçeve ve Çapraz/Perde Duvarlı Sistemler,
- iii. Perde Duvarlı Sistemler,
- iv. Tübüler Sistemler,
- v. Mega Çerçeveler ve yatay kafesli/perde duvarlı sistemler ve
- vi. Diğer sistemler

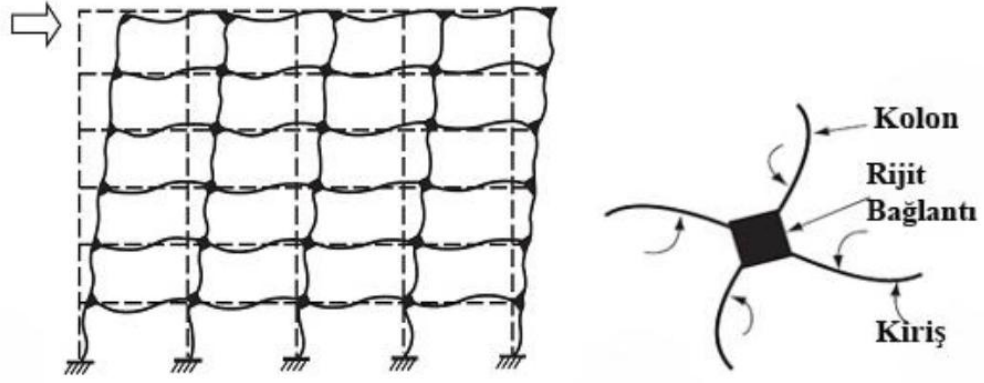
3.1. RİJİT ÇERÇEVE SİSTEMLER

Rijit çerçeveler birbirine rijit olarak bağlanmış düşey kolon ve yatay kirişlerden oluşmaktadır. Bu bağlantılar betonarme sistemlerde monolitik döküm, çelik sistemlerde ise kaynaklı bağlantılarla mümkün olur. Çerçeve elemanlarının arasındaki bağlantı açısının, herhangi bir yatay ya da düşey yük etkisi altında bozulmaması esastır. Bu sistemlerin yatay yüklere karşı sağlamlığı bağlantı noktalarının rijitliğine bağlıdır (Şekil 3.1) (Smith ve Coull, 1991). Sistemi oluşturan elemanlar süreklidir; bu nedenle rijit çerçevede konsol eğilmesinden ve kiriş-kolon eğilmesinden kaynaklı ötelenmeler oluşur. Kolon ve kirişler eğildikçe tüm çerçeve deformasyona uğrar (Şekil 3.2) (Özgen ve Sev, 2001; Eren, 2007).



Şekil 3.1. Rijit çerçeve sistem (Günel ve Ilgın, 2010)

Bir diğer adı moment dayanımlı çerçeve olan bu taşıyıcı sistemde yaygın uygulama, her bir çerçevenin birbirine paralel olarak tek doğrultuda veya bir ortogonal ızgara oluşturacak şekilde birbirine dik doğrultuda yerleştirilmesidir. Bu sistemlerde ortalama olarak kat yükseklikleri 3.65 m ve 4.27 m, kolon açıklıkları da 6 m ile 9 m arasında değişmektedir (Taranath, 1997).



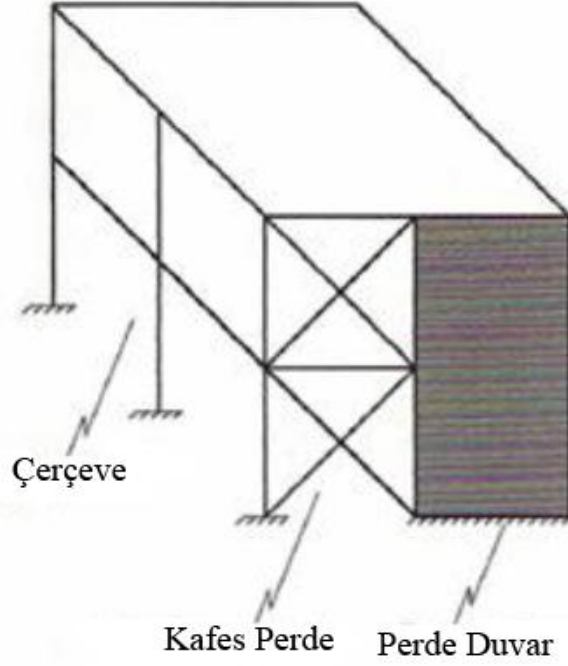
Şekil 3.2. Rijit çerçeve sistemlerde yanal ötelenme ve rijit bağlantı (Taranath, 2011)

Rijit çerçeve sistemler, özellikle deprem bölgelerindeki yapılarda, sınırlı yükseklikler ve az sayıda kat adetleri için kullanılabilir; bu sınırlama ülkemizin depremselliğinden dolayı 4-5 kat dolaylarındadır. Çok katlı yapılarda diğer sistemlerle birlikte kullanılmaları gerekmektedir. Çerçevelerde rijitliği sağlamak ya da arttırmak için perde duvarlar veya çapraz elemanlar kullanılmalıdır (Özşen ve Yamantürk, 1990).

Etkin bir çerçeve davranışı elde etmek için, sık aralıklarla yerleştirilmiş kolonlar ve bunları birbirine bağlayan yeterli derinliğe sahip kirişler gerekir (Günel ve Ilgın, 2010). Kiriş derinlikleri kullanılan malzemeye göre farklılık gösterebilir. Örneğin betonarme konstrüksiyonda ana kiriş yükseklikleri yatay yüklerin neden olduğu kesme ve eğilme momentlerine karşı koyabilmek için çelik konstrüksiyon kiriş yüksekliğinden daha fazla tutulmaktadır. Bu durum betonarme rijit çerçevenin dezavantajlarından biri olarak bilinmektedir (Sev, 2001).

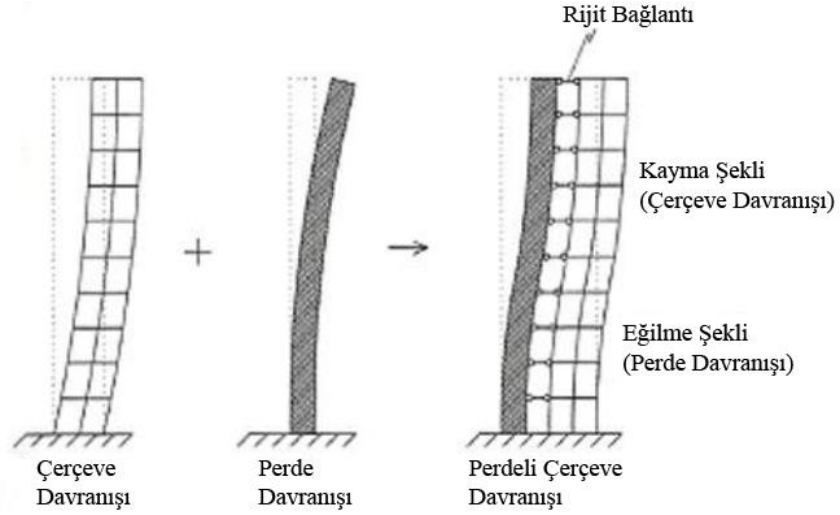
3.2. RİJİT ÇERÇEVE VE KAFESLİ/PERDE DUVARLI SİSTEMLER

Rijit çerçeveli sistemler, belli bir kat adedinden sonra kiriş ve kolonlardaki eğilmenin büyük deformasyonlara uğramasından dolayı, yatay yükler karşısında yeterli etkinlik gösterememektedir. Bu durumda betonarme sistemlerde bazı çerçeve gözlerine perde duvar, çelik sistemlerde ise çapraz elemanlar (düşey kafes) eklenerek sistemi yatay yüklere karşı rijitleştirmek mümkündür (Şekil 3.3) (Taranath, 1997; Smith and Coull, 1991).



Şekil 3.3. Rijit çerçeve, kafes perde ve perde duvar (Günel ve Ilgın, 2010).

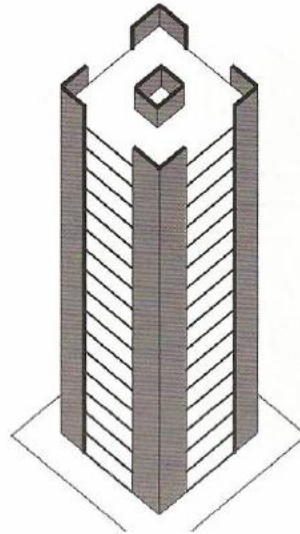
Rijit çerçeve ve kafesli/perde duvarlı sistemler, yatay yüklere karşı oldukça dayanıklı ve aynı zamanda ekonomik olan sistemlerdir. Rijit çerçeveye düşey bir perde duvarın veya düşey bir kafesin eklenmesiyle oluşan sistemler; üst katlarda çerçevenin kesme duvarına, alt katlarda ise kesme duvarının çerçeveye katkıda bulunmasıyla oldukça etkin bir davranış gösterir; bu aynı zamanda kullanıcı konforunu da artıran bir davranıştır. Başka bir deyişle binanın üst kısmında kesme duvarlarının eğilmesi çerçeveler, çerçevelerin alt katlarındaki kaymaları ise kesme duvarları tarafından engellenir (Şekil 3.4) (Taranath, 2011).



Şekil 3.4. Perdeli çerçeve sistemin yanal yükler altında davranışı (Günel ve Ilgın, 2010)

3.3. PERDE/KESME DUVARLI SİSTEMLER

Bir yapının yatay ve düşey yükleri, rijit çerçeveler olmaksızın, sadece perde duvarlar tarafından karşılanıyorsa, buna perde/kesme duvarlı sistem denir. Boşluklu (delikli) veya boşluksuz olabilen betonarme veya çelik kesme duvarları kolonlar ve kirişler olmaksızın yapıya gelen bütün yanal ve düşey yükleri karşılar. Bu duvarla bina içinde ve cephelerinde, düzlem elemanlar ve çekirdekler, bina cephesinde ise binayı saran cephe duvarları şeklinde düzenlenebilir. Rijit çerçevelere göre yatay yüklere karşı daha rijit davranış göstermektedir (Şekil 3.5) (Özgen ve Sev, 2000).



Şekil 3.5. Perde duvarlı sistem (Günel ve Ilgın, 2010)

Perde duvarlı taşıyıcı sistem her katta birbirini takip eden planlardan oluşan yapılar için, kullanıcı gereksinimleri belli olan ve mekan açıklıklarının az olduğu konut ve otel gibi yapıların duvarlarında süreklilik olması açısından oldukça uygun bir strüktürdür. Ayrıca mekanlar arasında da mükemmel ses ve yangın izolasyonu sağlar (Perköz, 1997; Özşen ve Yamantürk, 1990).

Perde duvarlı sistemler, zemine ankastre düşey bir konsol gibi düşünülebilir. Konsol davranışının doğası gereği komşu katlar arasındaki göreceli yanal ötelenme, üst katlarda diğer katlara kıyasla daha fazladır. Dolayısıyla çok yüksek binalarda, yapının üst katlarında yanal ötelenmeyi kontrol altına almak zorlaşır. Bu sistemlerde duvarlar genellikle 4,5 – 7,5 m aks aralıklarıyla düzenlenir. Döşeme sistemine de bağlı olan bu açıklıklar, ön gerilmeli betonarme döşemelerde 10 m'ye kadar çıkabilmektedir. (Özgen ve Sev, 2000).

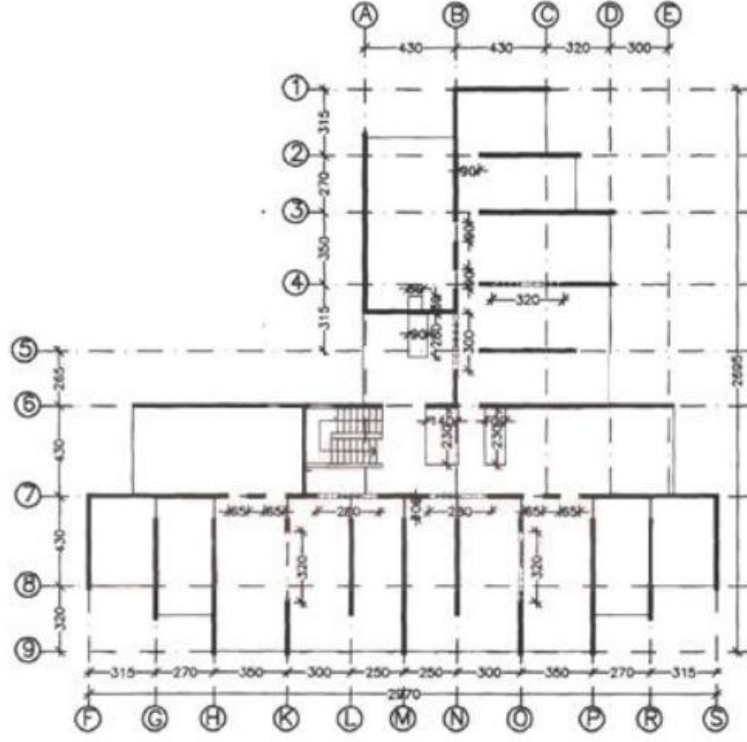
Perde duvarlı sistemler strüktürel açıdan etkin ve ekonomik olarak 35 kata kadar olan binalarda kullanılır. Daha yüksek binalarda, bu sistemler rüzgar ve deprem kaynaklı yanal yüklere karşı yeterli rijitliği gösteremez (Günel ve Ilgın, 2010).

İstanbul Ataşehir 'deki toplu konutlar perde duvarlı sistemle yapılmış yüksek yapı örneklerindedir (Şekil 3.6. , Şekil 3.7.).



Genel Görünüm

Şekil 3.6. Ataşehir – Tekfen toplu konutları, perde duvarlı sistem (Peköz, 1997)



Taşıyıcı Sistem Planı

Şekil 3.7. Ataşehir – Tekfen toplu konutları, perde duvarlı sistem, (Peköz, 1997)

3.4. ÇERÇEVE VE ÇEKİRDEKLİ SİSTEMLER

Çekirdekler perdelerin birleşmesiyle oluşan düşey taşıyıcı elemanlardır. Bu durumda bu sistemler iki doğrultuda da rijitleştirilmiş perde davranışı gösterir, perdeler için tek doğrultuda geçerli olan ilkeler, çekirdeğin iki doğrultusuna da uygulanır.

Yukarıda da belirtildiği gibi tek tek düzlem elemanlardan oluşan taşıyıcı perde duvar sistemler, işlevlerin ve kullanıcı gereksinimlerinin belirli ve kesin olduğu apartman tipi binalara genellikle iyi uymaktadır. Buna karşılık özellikle büro binaları ve ticari amaçlı binalarda, mümkün olduğunca büyük ve geniş alanlara gereksinim vardır. Dahası, mekanın bölünmesindeki esneklik, geçici ya da hareketli bölmelerle sağlanır. Bu durumda bina içine perde duvar yerleştirmek güçtür. Ancak yatay yükleri karşılamak için yine de perdeler gereklidir. Bu nedenle büro binalarında perdelerin birleştirilmesiyle oluşturulan çekirdek ya da çekirdekler kullanılır. Böylece düşey

sirkülasyon ve enerji sistemlerini (asansörler, merdivenler, mekanik ve sıhhi donanım vb.) içeren düşey taşıyıcı elemanlar ortaya çıkar (Özgen ve Sev, 2000).

Binanın işlevi ve alanına bağlı olarak çekirdek boyutları değişiklik göstermektedir. Kullanım alanı açısından verimi arttırmak için çekirdek boyutlarını azaltma yönüne gidilir. Yine de çekirdek tüm katlarda döşeme alanının yaklaşık %20-25 kadarını kaplar. Yatay yüklere karşı yeterli mukavemetin kazanılması amacıyla çekirdekte kapılar ve mekanik sıhhi donanım için bırakılan açıklıkların mümkün olduğunca küçük olması yararlı olmaktadır.

Çekirdekli yapılarda çekirdeğin yeri ve şekli konusunda bir sınırlama gözükmemektedir. Çekirdekli sistemlerde çekirdeğin önemli özellikleri aşağıdaki gibi sıralanabilir.

Çekirdeğin yeri; iç, çeper ya da dış,

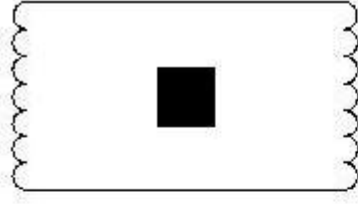
Çekirdeğin biçimi; açık ya da kapalı,

Çekirdeklerin sayısı; tek, çoğaltılmış

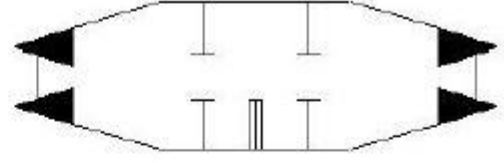
Çekirdeklerin düzenlenmesi; simetrik, asimetrik

Çekirdek, bina geometrisi ilişkisi; aynı ya da farklı formda.

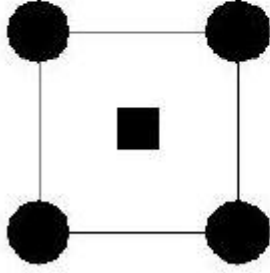
Çekirdeğin yeri binanın plan tipi ve büyüklüğü ile yakından ilgilidir. Çekirdekler planda ortada yer alabildikleri gibi, özellikle mimari nedenlerden dolayı planın farklı kısımlarında da yer alabilmektedir. Çekirdek kat planı içindeki yerine göre; iç çekirdek, uç çekirdek ve perdeler, dış ve merkezi çekirdek, köşe çekirdekleri olarak sınıflandırılmaktadır (Şekil 3.8.) (Kozak, 1991; Çırpı, 2013).



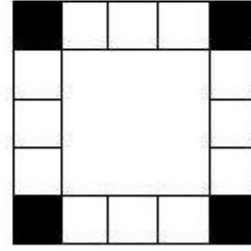
a)İç Çekirdek



b) Çeper Çekirdek



c)Dış Çekirdek









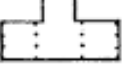

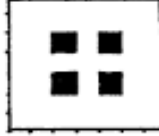





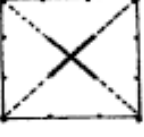



d)Köşe Çekirdek

Şekil 3.8. Çekirdeğin kat planı içindeki yeri (Büyüklü, 1998).

Çekirdeklerin rijit çerçevelerle birlikte düzenlenmesi durumunda çok sayıda çözüm ortaya konabilmektedir. Burada amaç yatay yükleri taşımada her iki sistemin de birbirinden faydalanmasını sağlamaktır (Şekil 3.9.) (Kozak, 1991; Sev, 2001).

Mukavemeti ve rijitliği artırılan yapının strüktürel tasarımı, çerçevelerin düşey yükleri, çekirdeğin, kesme duvarının ya da çaprazların yatay yükleri karşılayacağı varsayımına göre yapılmaktadır. Burada amaç, en az miktarda strüktürel malzemeyle, yatay yüklere karşı rijit bir strüktür elde etmektir. Böylece her yükseklikteki yapı için ekonomik bir üretim elde edilir (Eşsiz, 2005).

 <p>(a) Kapalı merkezi çekirdek asma döşemeler (Churchill Academic Tower, 11 kat)</p>	 <p>(b) Kapalı merkezi çekirdek, konsol döşemeler, (Johnson Wax Lab. Binası, 16 kat)</p>	 <p>(c) Merkez dışında kapalı çekirdekler, dışta çerçeve (Highfield House, 13 kat)</p>
 <p>(d) Merkez dışında kapalı çekirdek içte çekirdek (Nibelungen Binası, 120 m)</p>	 <p>(e) Açık bir çekirdek oluşturan radyal kesme duvarları (Portland Plaza Condominium, 25 kat)</p>	 <p>(f) Kapalı merkezi çekirdek dışta çerçeve (Building B, 24 kat)</p>
 <p>(g) Kapalı merkezi çekirdek köşe kolonlar (Televizyon Kulesi, Çekoslovakya)</p>	 <p>(h) Açık merkezi çekirdek, dışta çerçeve (Tower 22, 22 kat)</p>	 <p>(i) Açık dış çekirdek dışta çerçeve (Münih'te büro binası)</p>
 <p>(j) Kapalı köşe çekirdekler içte çerçeve (Köln'de büro binası)</p>	 <p>(k) Kapalı merkezi çekirdek dışta çerçeve (Australia Square, 45 kat)</p>	 <p>(l) Merkez dışında kapalı çekirdek, dışta çerçeve (Yenesse Binası, 33 kat)</p>
 <p>(m) Kapalı merkezi çekirdek dışta çerçeve (Continental Company, 23 kat)</p>	 <p>(n) Kapalı merkezi çekirdek dışta çerçeve (Point Royal, 19 kat)</p>	 <p>(o) Kapalı merkezi çekirdek içte çerçeve (Marina City Towers, 60 kat)</p>
 <p>(p) Kapalı merkezi çekirdek dışta çerçeve (US Steel Binası)</p>	 <p>(r) Açık merkezi çekirdek içte çerçeve (Place Victoria, 47 kat)</p>	 <p>(t) Kapalı merkezi çekirdek içte çerçeve (Lake Point Tower, 70 kat)</p>

Şekil 3.9. Çekirdek ve çerçeveli yapı sistemleri (Özgen ve Sev, 2000).

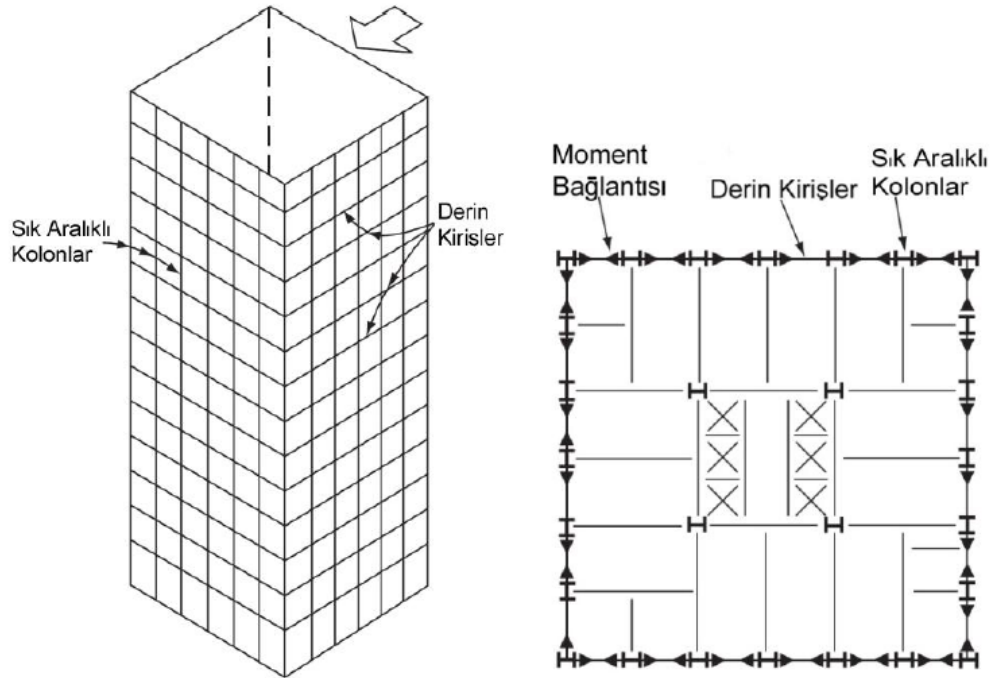
Perde ve çekirdeklerin planda simetrik ve asimetric yerleştirilmelerine göre çalışma şekilleri değişiklik göstermektedir.

Simetrik yerleştirmede, yatay yüklerin bileşkesi, rijitlik merkezinden geçmekte olup, perdelerde yalnız eğilme ve kesme etkileri doğar.

Asimetrik yerleştirmede ise yatay yüklerin bileşkesi, katların rijitlik merkezinden geçmez, bir dış merkezlik doğar. Bunun sonucu eğilme ve kayma etkilerinin yanı sıra, burulmalar oluşur. Bu durumda perdeler adı geçen burulma momentlerini de karşılamalıdır. Bu açıdan çekirdekler çok olumludur. Ancak işlevsel gereksinimlerle perde ve çekirdekte açılan kapı ve donanım boşlukları, elemanın burulma mukavemetini büyük ölçüde azaltmaktadır (Özgen ve Sev, 2000).

3.5. TÜP SİSTEMLER

Tüp sistem ünlü yapı mühendisi Fazlur Rahman Khan tarafından 1960'lı yılların başında geliştirilen bir sistem olup yerden konsol olarak yükselen içi boş bir kutuya ya da boruya benzetilebilir. Tübüler sistemle yapılan yapıların dış cephesi perde duvarlar üzerine açılan pencere boşlukları ile dörtgen, çokgen ya da daire kesitli bir boru görünümündedir. Yapıda bu taşıyıcı sistem sık aralıklarla yerleştirilen kolonların birbirine yüksek kirişlerle bağlanması ile oluşturulur (Taranath, 1997; Özgen ve Yamantürk, 1990).

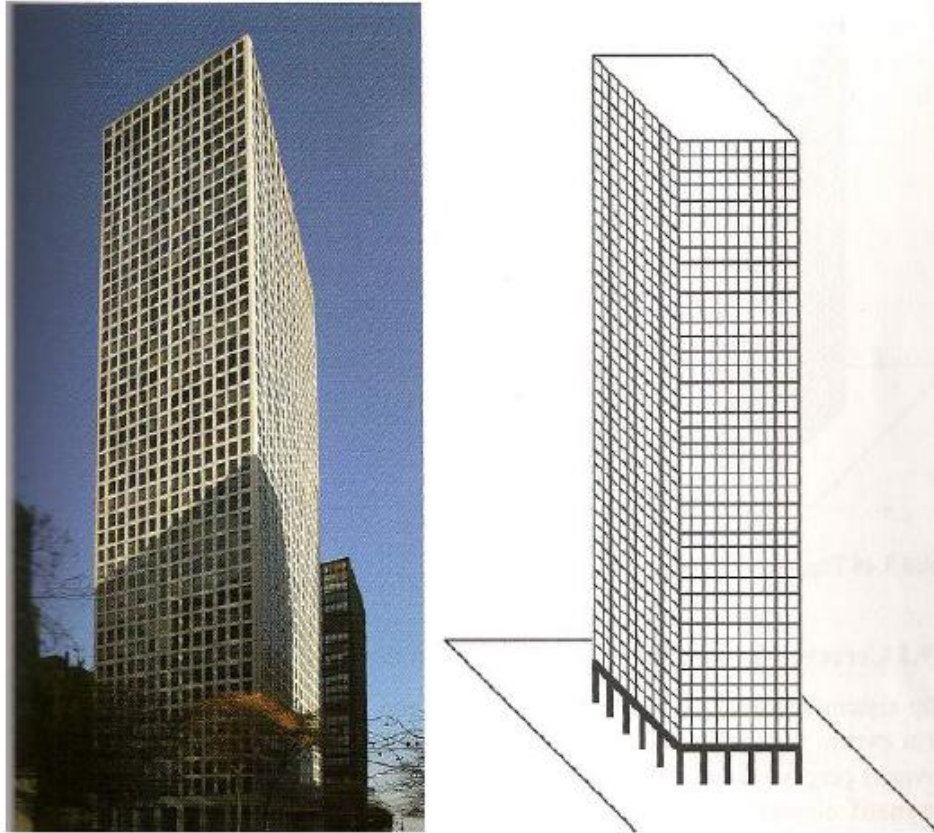


şekil 3.10. Tüp Sistem (Taranath, 2011).

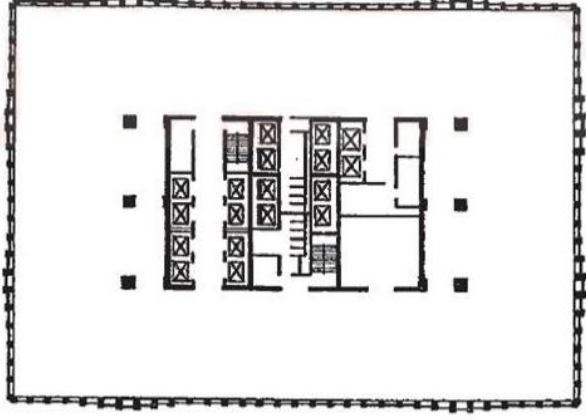
Tüp sistemlerde dış duvarlar rüzgar ve deprem yüklerinin tümünü veya büyük bir kısmını karşıladığı için yapı içindeki kafes veya perde duvarlarına çoğu zaman gerek kalmamaktadır. Strüktürel davranış açısından oldukça etkin olan bu sistemlerde yanal yüklerin tamamını taşıyan dış duvarlar sayesinde, çekirdekte taşıyıcı eleman boyutlarının azaltılmasıyla bina net kullanım alanı artar (Eren, 2007).

Tüp sistemler; çerçevesiz tüp, tüp içinde tüp, kafes tüp ve demet tüp sistemler olmak üzere başlıca 4 gruba ayrılmaktadır.

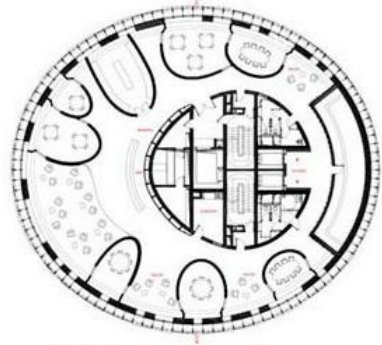
Çerçevesiz tüp sistemin ilk uygulaması Chicago'daki betonarme bir yapı olan De Witt Chestnut Apartmanı'nda (1963) yapılmıştır (Şekil 3.11). Betonarme bir yapı olan One Shell Plaza (1971) (Şekil 3.12.), 33 katlı, 144 m yüksekliğindeki Torre Agbar (Barcelona, 1986) ve 63 katlı, 221 m yüksekliğindeki Olympia Centre (Chicago,1986) ve 41katlı, 167 m yüksekliğindeki First Canadian Centre'da (Calgary, 1982) çerçevesiz tüp sistem kullanımıştır. (Özgen ve Sev, 2000; Günel ve Ilgın,2010).



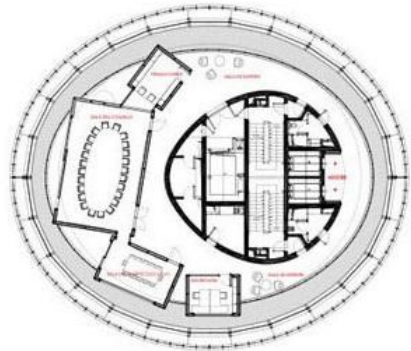
Şekil 3.11. De -Witt Chestnut Binası (Günel ve Ilgın, 2010)



Şekil 3.12. One Shell Plaza, Teksas, 1971 (Sev,2001)



25. kat planı

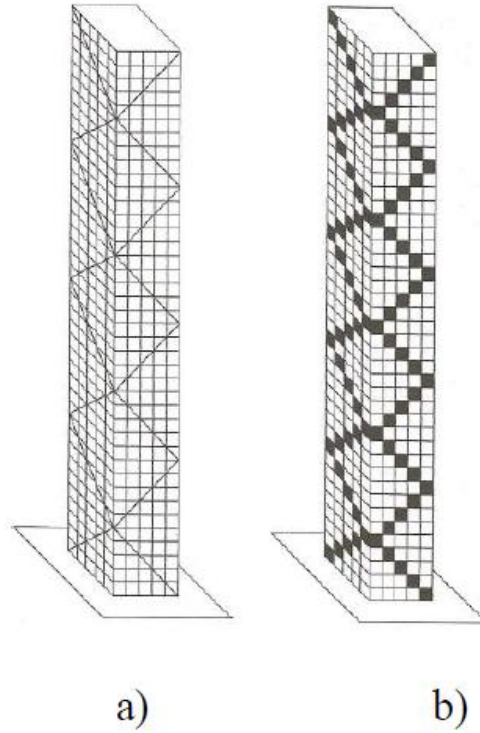


30. kat planı

Şekil 3.13. Torre Agbar, Barcelona, 2004 (URL-11)

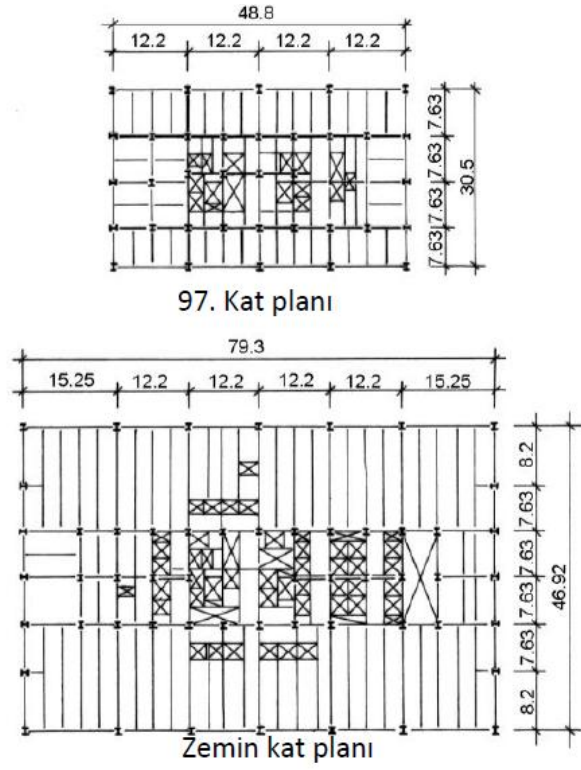
Kafesli tüp sistem, daha geniş açıklıklı kolonlardan oluşturulan bir tüp sistemin cephe duvarlarında büyük boyutlu çaprazlamalarla bağlanması yoluyla kurulmaktadır. Bu sistemin en ekonomik biçimi - mimari açıdan bir sakınca oluşturmuyorsa - çaprazlamaların bütün bina cephesine yerleştirilmesi olup, ilk ve en tipik uygulaması Chicago'daki 100 katlı John Hancock Center (1969)'dır. 344 m yüksekliğindeki bina zeminde 50x80 m plan boyutlarına sahiptir. Binanın en alt katında, kolon açıklığı uzun kenar üzerinde 12 m, kısa kenar üzerinde de 7,5 m 'dir.

Betonarme kafesli tüp sistemde yapılmış binalarda ise kolonlar arasındaki açıklıklar, bina yüzeyinde çok katlı çaprazlar oluşturacak şekilde betonarme perde duvarlarla doldurulur. (Şekil 3.14.) (Günel ve Ilgın, 2010; Özgen,1989).



Şekil 3.14. a) Çelik çapraz tüp sistem ile b) Betonarme çapraz tüp sistem. (Günel ve Ilgın, 2010)

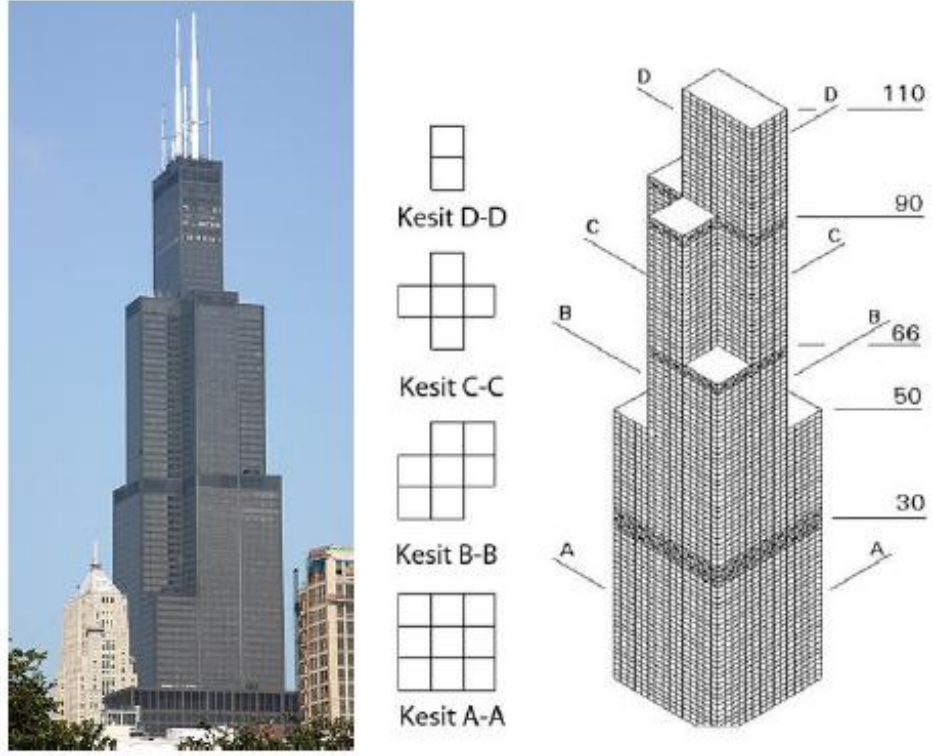
Bu sistemin diğer bir avantajı, bu binada da görüldüğü gibi cephe ve çekirdek arasında serbest mekânlara olanak sağlamasıdır. Cephe ve çekirdek arasındaki açıklık John Hancock Center'ın zemin katında 18 m, en üst katında ise 9 m'dir (Şekil 3.15) (Sev, 2001).



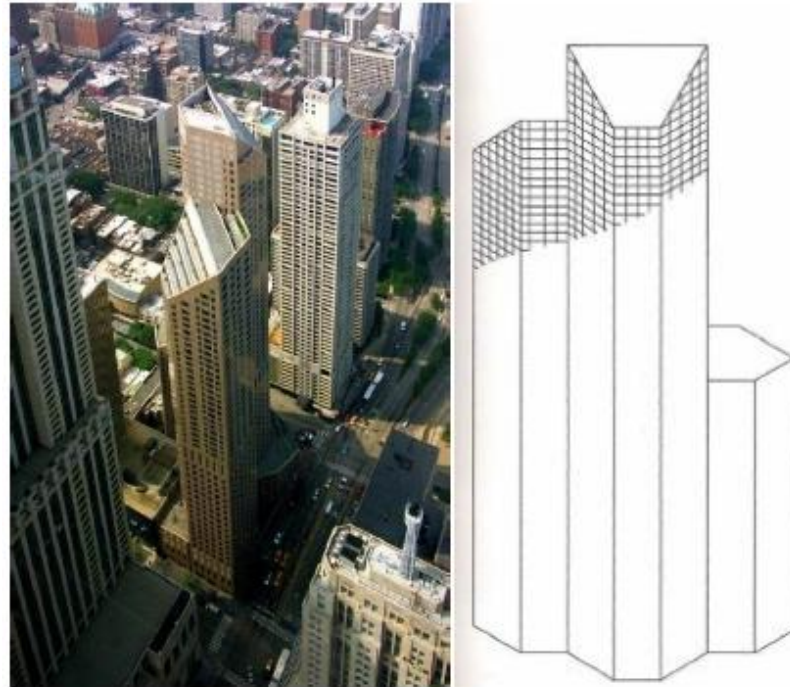
Şekil 3.15. John Hancock Center, Chicago (Sev,2001).

Tübüler sistemlerden türetilen diğer bir sistem de modüler ya da demet tüp sistemdir. Demet tüp, birden fazla tübün (çerçeve ve/veya kafes-tüp) çok hücreli bir sistem oluşturacak şekilde bir araya getirilmesiyle oluşturulmaktadır. Bu sistemler, tüplerin farklı yüksekliklerde sonlanmasına, böylece yapı kütleğinde geri çekmelerle farklı tasarımlar oluşturmaya olanak sağlar. Aynı zamanda mimari tasarımda serbestlik sağlayarak kat planlarında farklı biçim ve boyutlarda geri çekmelere imkan tanır. Ayrıca çerçevesiz tüp sistemlere kıyasla daha fazla bina yüksekliklerine, daha geniş kolon aralıkları ile ulaşılabilir ve narinlik oranı kontrol altına alınabilir (Peköz, 1997).

Bu sistem çelik konstrüksiyonlar için olduğu kadar betonarme ve kompozit konstrüksiyonlarda da uygulanmaktadır. Dünyanın en yüksek yapıları arasındaki, 1971'de yapılmış olan 110 katlı Willis Kulesi (eski adıyla Sears Kulesi) bu sistemle yapılmış çelik bir yapıdır (Şekil 3.16). Bu yapı birbirine bağlanan 9 adet tüpten oluşmaktadır (Özgen ve Sev, 2000). Demet tüp sistemin kullanıldığı diğer bir örnek de Chicago'daki 57 katlı betonarme taşıyıcı sistemli One Magnificent Mile Binası (1938) (Şekil 3.17)'dir.



Şekil 3.16. Willis Kulesi, Chicago (Çırpı, 2013) (URL-12).

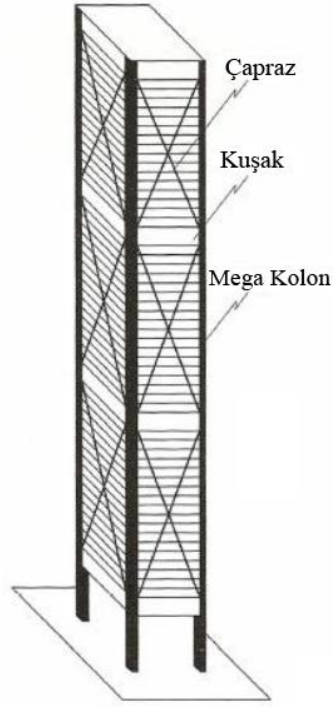


Şekil 3.17. One Magnificent Mile Binası, Chicago (Çırpı, 2013).

3.6. MEGA ÇERÇEVELER VE YATAY KAFES KİRİŞLİ/PERDE DUVARLI SİSTEMLER

Son 10 yıl içinde binalardaki yükseklik yarışı büyük bir hızlanma göstermiştir. Geçmişten günümüze uygulanan taşıyıcı sistemler ise strüktürel, malzeme, mimari ve fonksiyonel etkinlik gibi açılardan hedeflenen yükseklikleri karşılamakta yetersiz kalmaktadır. Tasarımcılar daha az strüktürel malzeme kullanarak, daha yüksek etkinlikli, estetik ve aynı zamanda planlama açısından etkin, fonksiyonel ve esnek yapılar yapmaya yönelik çeşitli alternatifler üzerinde yoğunlaşmıştır. Bunun sonucunda geliştirilen ve uygulama alanı bulan en iyi sistem “mega çerçeveli ve çekirdekli” sistemlerdir. Kısaca mega çerçeveli ve çekirdekli sistem, bina yüksekliği boyunca süreklilik gösteren ve kesit alanları normalden çok büyük olan betonarme veya kompozit mega kolonlardan ve merkezde yer alan kesme duvarlı bir çekirdekten oluşan sistemlerdir. Betonarme içine çelik profillerin yerleştirilmesi ile oluşan kompozit mega kolonlar, orijinal betonarme kolonlara kıyasla daha fazla dayanım ve süneklik sağlar (Yemez, 2009; Çırpı, 2013).

Bu sistemlerde mega kolonlar çok büyük miktardaki düşey yükleri karşılamakta, ancak yatay yüklerin karşılanması için, yapı yüksekliği boyunca tasarlanan perde/kesme duvarları, çekirdekler, yatay kafes kirişler, yatay perde duvarları ve yapıyı çevreleyen kuşaklar gibi strüktürel elemanlardan destek almaktadırlar (Şekil 3.18 – 3.19). Mega kolonlar, düşey yükleri paylaşan ikincil kolonlar, çekirdek, yatay kafes kiriş/perde duvarları ve kuşaklar bir bütün halinde davranarak yapının yatay yük karşısındaki dayanımını sağlar ve döşeme yükünü azaltır. Yüksek yapıların taşıyıcı sistem tasarımındaki en son gelişmelerden biri olan bu sistemler, dünyanın süper yüksek yapılarının birçoğunda uygulanmış olup, giderek yaygınlaşmaktadır.



Şekil 3.18 Mega çerçeveseli sistem (Çırpı,2013).



Şekil 3.19. Yatay kafes kirişli ve kuşaklı sistem (Çırpı, 2013).

Şekil 3.19. da görülen sistemde, yatay kafes kirişler çekirdek ve dış çerçeve elemanları arasındaki yük etkileşimini güçlendirerek sistemin etkinliğini artırmaktadır. Yeterli etkinliğin sağlanabilmesi amacıyla en az bir kaz derinliğinde ve eğilme rijitliği yüksek olan yatay perdeler/kafes kirişler ve kuşaklar, genellikle yapı

yüksekliği boyunca bir veya daha çok seviyeye yerleştirilir. Kuşaklamaların, yapıdaki sayısı ve nerede konumlanacağı ise yapının yüksekliği, kullanılan malzeme, sisteme etki eden yatay yüklere göre inşaat mühendisleri tarafından yapılan hesaplar sonucunda ortaya çıkar. Bu hesaplardaki öncelikli amaç yapının yanal ötelenmesini en aza indirebilmek; bu sayede kullanıcı konforunu da artırmaktadır (Çırpı, 2013).

3.7. DİĞER SİSTEMLER

Yüksek binalarda uygulanan taşıyıcı sistemler buraya kadar anlatılanlarla sınırlı kalmamaktadır. Bazı taşıyıcı sistemler bir veya birkaç binada uygulanmış fakat yaygınlık kazanmamıştır. Bu sistemler: (i) Asma sistemler, (ii) Uzay sistemler ve (iii) Omurgalı sistemler olarak ele alınabilir.

Asma sistemler bir veya daha fazla çekirdek ile kenarlarından çelik kablo vb. elemanlarla, çatı seviyesinde çekirdeğe asılmış kat döşemelerinden oluşmaktadır (Smith and Coull,1991). Kullanım alanlarında düşey taşıyıcı olmadığı için en üst düzeyde planlama serbestliği sağlar; bu açıdan mimari avantajları büyüktür. Ayrıca döşeme yüklerinin doğrudan çekme ile taşınması, sistemin elemanlarını eğilme ve burkulma etkisinden kurtarır. Böylece çekme elemanlarının en kesit alanları minimuma indirilerek büyük ekonomi sağlanır.

Ancak deprem etkisinin ön plana çıktığı bölgelerdeki yüksek yapılarda uygulanması sakıncalıdır. Skidmore, Owings ve Merrill tarafından tasarlanan Londra'daki First Exchange Binası, Münih'te yapılmış olan BMW Binası (1972) ve Hong Kong Shangai Bankası Binası asma sistemlere örnek olarak gösterilebilir (Şekil 3.20).



a)First Exchange Bankası



b)BMW Binası

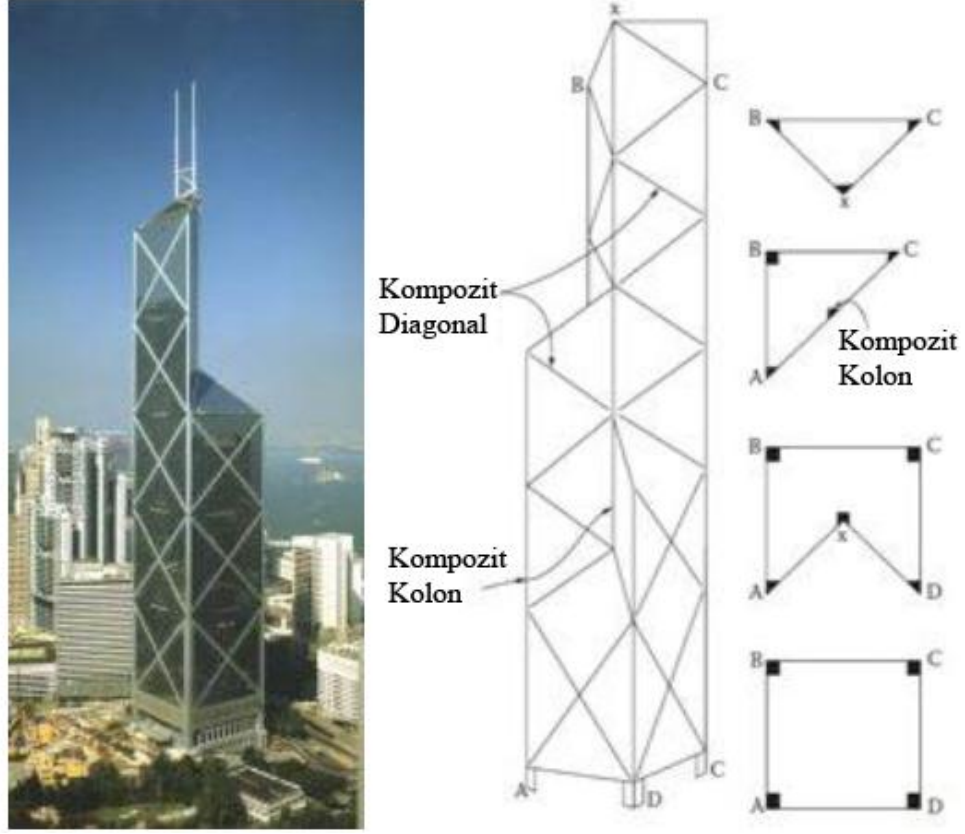


c)Hong Kong Binası

Şekil 3.20. Asma sistemle yapılmış yüksek yapı örnekleri.

Diğer bir taşıyıcı sistem olan uzay sistemler ise mega çerçeveler mega kolonları bağlayan mega çaprazların kullanılması ile oluşur. Bu çaprazlar hem yatay hem de düşey yükleri kolonlara aktarmaktadır. Bu sistemlerde binaya etkiyen yatay yükler, 3 boyutlu bir çerçeve tarafından karşılanmaktadır. Bu 3 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 (Smith ve Coull, 1999; Günel ve Ilgın, 2010).

Hong Kong'taki 70 katlı, 368 m yüksekliğindeki Bank of China (Şekil 3.21.) ve Florida'da yapılmış olan 152 m yüksekliğindeki Metro Dade Administration Binası uzay sistemlere örnek olarak gösterilebilir.

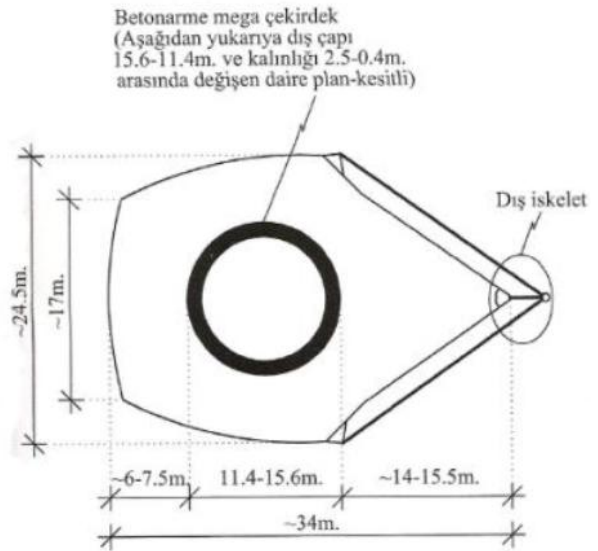


Şekil 3.21. Bank of China (Taranath,2011).

Omurgalı sistemlerde ise yapıyı yatay yüklere karşı dıştan destekleyen elemanlarla oluşturulur. Bu elemanlar düşey veya eğik elemanlar, çaprazlı çerçeveler olabilir; bu omurga bina yüksekliğince uzanmakta ve yapıyı yatay ve düşey yüklere karşı güçlendirmektedir. Bu omurgalar çoğunlukla yapının estetik bir unsuru olarak da kullanılmaktadır. 321 m yüksekliğindeki Burj Al Arab (Dubai, 1999) (Şekil 3.22) ve 190 m yüksekliğindeki Turning Torso (Malmö, 2005) (Şekil 3.23) omurgalı sistemlere örnektir.



Şekil 3.22. Burj Al Arab (Çırpı, 2013).



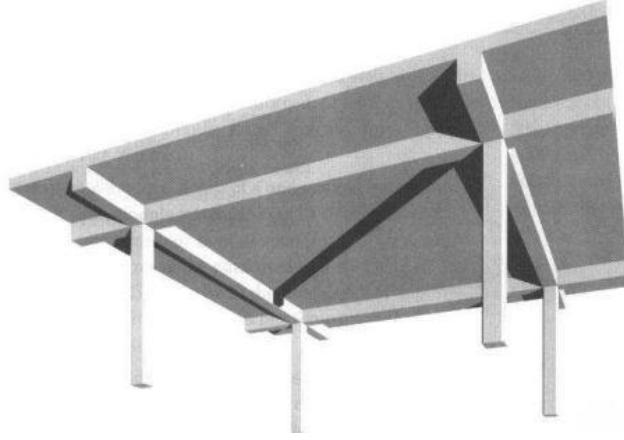
Şekil 3.23. Turning Torso (2010) (Günel ve İlgin, 2010).

3.8. YÜKSEK YAPILARDA DÖŞEME SİSTEMLERİNİN SINIFLANDIRILMASI

Çok katlı yapılarda yatay düzlemsel elemanlar, genellikle kirişlerin taşıdığı plaklardan oluşan kat döşemeleridir. Döşemeler katlardaki yükleri, düşey düzlemlerdeki yapı elemanlarına aktarmakla kalmayıp, yatay yüklerin zemine aktarılmasında, rijit elemanlar olarak “diyafram” görevi de üstlenirler (Özgen, 1990). Döşeme sistemleri kullanılan malzemeye göre aşağıdaki şekilde sınıflandırılmaktadır.

3.8.1. Betonarme Döşemeler

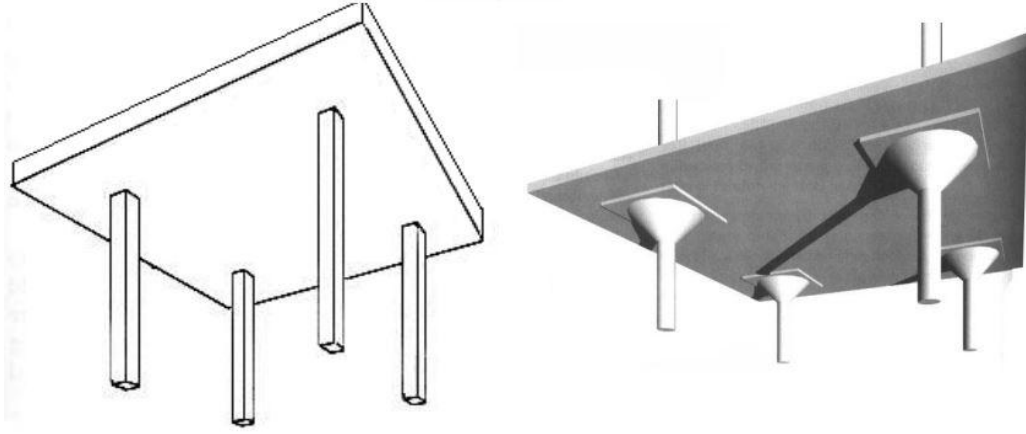
3.8.1.1. Kirişli döşemeler: En az bir kenarı kirişe oturan 8-20 cm kalınlığında bir plaktır. Yükleri ve kenarları çok büyük hacimlerde(odalarda) genelde tercih edilir. Kısa kenarı 6-7 m olabilir. İnşası kolay ve ekonomiktir. Konut tipi yapılarda en çok kullanılan döşeme tipidir (Şekil 3.24.) (Topçu, 2015).



Şekil 3.24. Kirişli Döşeme.

3.8.1.2. Düz Plak (Kirişsiz) ve Mantar Döşemeler: Kirişleri olmayan, doğrudan kolonlara oturan 30-40 cm kalınlığında bir plaktır. Mantar döşeme de denir. Yükleri ve kenarları çok büyük olmayan hacimlerde (odalarda) kullanılabilir. Açıklık 9-10 m olabilir. Kalıp işçiliği ve maliyeti azdır. Sarkan kiriş olmadığından alttan bakıldığında düz bir tavan görünür. Kolonların plağı delip geçmesi (zımbalama) riski vardır. Ağır yükleri olan döşemelerde (sanayi yapıları, köprü, otopark) zımbalamayı önlemek amacıyla kolona başlık yapılır. İyi bir çerçeve davranışı sergileyemez.

Yatay rijitliđi dūřüktür, depremde davranıřı kütüdüř, Türkiye için uygun deđildir. Mutlaka deprem perdeleri düzenlenmelidir (řekil 3.25.) (Topçu, 2015).



a) Düz plak Döşeme

b) Mantar döşeme

şekil 3.25. Kirişsiz Döşemeler.

3.8.1.3. Diřli (Nervürlü) Döřemeler: 40-70 cm aralıklarla birbirine paralel kirişçiklerin (dişlerin) ana kirişlere oturtulması ve üzerine çok ince bir plak yapılması ile oluşturulan bir döşemedir. Diřlerin genişliği 10-15 cm, yükleği 25-35 cm civarındadır. Plak 5-7 cm dir. Yükleři ve kenarları büyük hacimlerde kullanılabilir. Hacim dikdörtgen ise bir yönde dişli, kare veya kareye yakın ise iki yönde dişli tercih edilir. Bir yönde dişli döşemenin diř ağıklığı 10-12m, iki yönde dişli döşemenin diř ağıklığı 14-15 m olabilir. İyi bir çerçeve davranışı sergileyemez. Yatay rijitliği dūřüktür, depremde davranışı kütüdüş, Türkiye için uygun değildir. Yatay rijitliği artırmak için mutlaka deprem perdeleri düzenlenmelidir (şekil 3.26.) (Topçu, 2015).



Şekil 3.26. Nervürlü Döşeme.

3.8.1.4. Asmolen Döşemeler: Dişler arası asmolen olarak adlandırılan hafif bir malzeme ile doldurulmuş bir veya iki yönde dişli döşemedir. Tavan düz görünür. Yatay rijitliği düşüktür, depremde davranışı iyi değildir. Yatay rijitliği artırmak için mutlaka deprem perdeleri düzenlenmelidir (Şekil 3.27.) (Topçu, 2015).



Şekil 3.27. Asmolen Döşeme.

3.8.1.5. Kaset (Izgara) Kiriş Döşemeler: Hacim ortasında kolon istenmeyen çok büyük (sinema salonu, otopark gibi) hacimlerin kapatılmasında kullanılır. Açıklık 15-25 m olabilir. Dişli döşemeler gibi inşa edilir. Dişler yerine normal boyutlu kirişler (tali kirişler kullanılır). Çevre kirişlere ana kirişler denir, tali kirişler ana kirişlere oturur. Ana kirişlerde büyük burulma momenti oluşur, bu nedenle tali kirişlere nazaran daha geniş (80-100 cm) yapılırlar. Tali kirişler arası 50-150 cm

civarındadır. Sistem ağırdır, kolonlara değil, her iki yönde yerleştirilmiş rijit perdelere oturtulmalıdır (Şekil 3.28.) (Topçu, 2015).

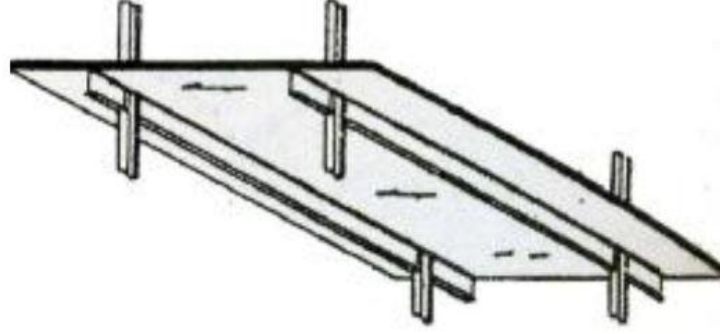


Şekil 3.28.Kaset Kiriş Döşeme.

3.8.2. Çelik Döşemeler

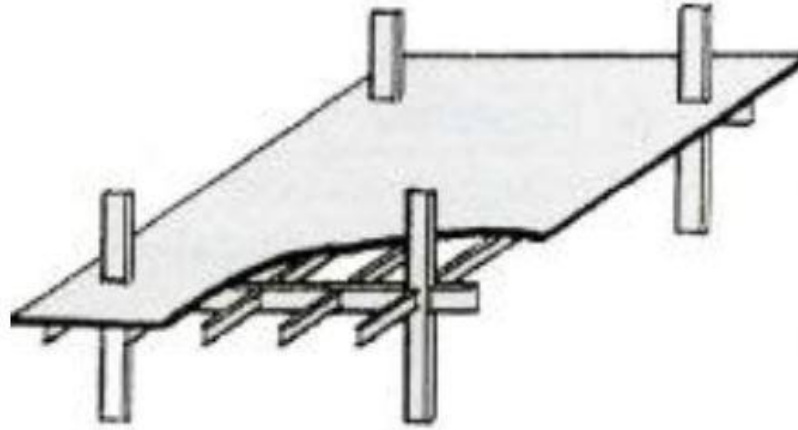
Çelik döşeme sistemi, birçok birleşim, kiriş ve kuşaklar içeren bir çerçeveye oturtulmuş, bir döşeme tablası ile karakterize edilebilir. Bu döşemenin kalınlığı 10-18 cm arasında değişebildiği gibi, metal bir tabliyenin üzerine oturtulmuş, değişik kesitlere de sahip olabilmektedir. Bu durumda döşeme kalınlığı 6 cm'ye kadar indirilebilir. Ayrıca çelik kirişlerin üzerine prekast elemanlar oturtulup, bunların da ince bir tabak ile kaplanmasıyla döşeme sistemi oluşturulabilir (Özgen ve Sev, 2000; Çırpı, 2013).

3.8.2.1. Tek Yönde Kiriş Sistemi: Bu sistemde dikdörtgen bir ızgaraya bağlı kolonlar, bir dizi büyük açıklık geçen paralel kirişi taşırlar. Döşeme bu dikdörtgenin kısa kenarı doğrultusundaki açıklığı geçmektedir. Diğer doğrultuda yalnız bağ kirişi vardır (Şekil 3.29.) (Sev, 2001; Çırpı, 2013).



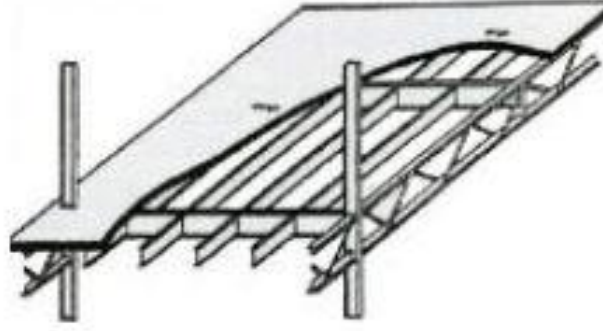
Şekil 3.29. Tek Yönde Kiriş Sistemi.

3.8.2.2. İki Yönde Kiriş Sistemi: Kiriş açıklıklarının birbirine dik iki yönde olduğu döşeme sistemlerinde iki yönlü çerçeve oluşturacak şekilde kiriş ve kuşaklar kullanılmaktadır. Döşeme bu iki yöndeki kirişlerin arasını geçmektedir (Şekil 3.30.) (Sev, 2001; Çırpı, 2013).



Şekil 3.30. İki Yönde Kiriş Sistemi.

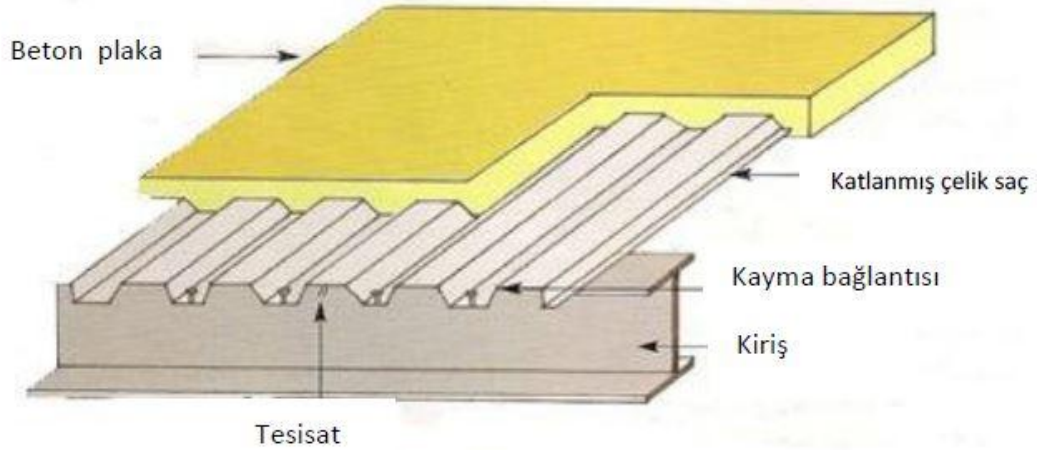
3.8.2.3. Üç Yönde Kiriş Sistemi: Kolon açıklıklarının çok fazla olduğu yapılarda üç yönde kiriş sistemi uygulanmaktadır. En büyük açıklığı bir kafes kiriş geçerken, bu kafes kiriş ikinci ve üçüncü yönlerdeki kirişleri taşır. Bu kiriş sayesinde diğer iki yöndeki kirişlerin yüksekliği daha az olabilir (Şekil 3.31.) (Sev, 2001; Çırpı, 2013).



Şekil 3.31. Üç Yönde Kiriş Sistemi.

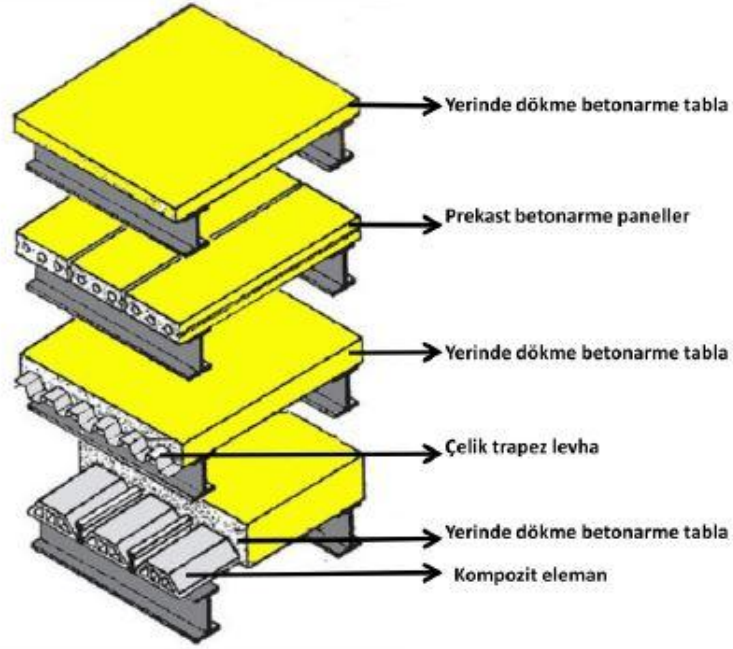
3.8.3. Kompozit Döşemeler

Çelik kirişlerle betonarme tablanın birlikte çalıştırıldığı, büyük açıklıklı bir döşeme sistemi düzenlemesidir. Çelik gövde ve betonarme tablanın birleşimi profil üzerindeki kesme bağlantıları ile sağlanmaktadır. Sistemin çok yönlü etkinliği, betonarme döşemenin doğasından kaynaklanan basınç dayanımı ile çeliğin çekme dayanımı ve büyük açıklık geçebilme özellikleri sayesinde sağlanmaktadır (Şekil 3.32.) (Plank ve Gregson, 1993).



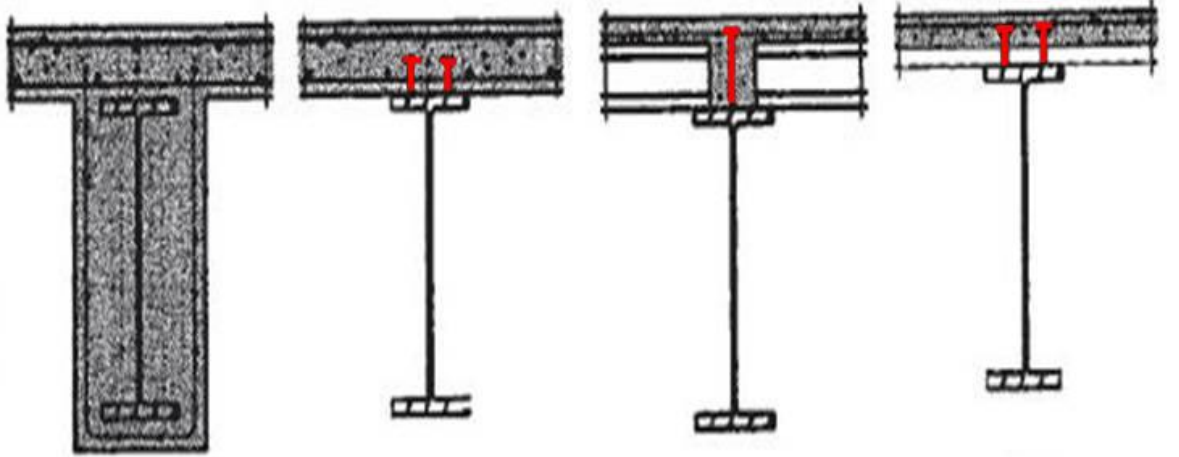
Şekil 3.32. Kompozit çelik döşeme sistemi (Eren, 2007).

Kompozit döşeme sistemleri, ana kiriş görevi üstlenen çelik profillerin üzerine yerleştirilen, yerinde dökme betonarme tabla, prekast betonarme elemanlar, trapez levhalar ve bu levhaların üzerine dökülen beton tabla, kompozit prekast elemanlar ve bu elemanların üzerine dökülen beton tablalar şeklinde oluşturulabilmektedir (Şekil 3.33.) (Sev, 2001).



Şekil 3.33. Çeşitli kompozit döşeme sistemleri (Sev, 2001).

Kompozit döşeme sistemlerinde kirişler tümüyle beton içine gömülebilmekte ya da kesme bağlantılarıyla üstündeki beton tablaya bağlanarak kompozit davranış elde edilmektedir (Şekil 3.34.).



Şekil 3.34. Kompozit kiriş sistemleri (Sev, 2001).

Codradal® 200 sisteminin kullanıldığı ince kesitli döşeme sistemleri (slim floor), geniş açıklıklar geçebilen Koesch döşemeler, Histar çeliğinin kullanılması ile oluşturulan dairesel ve sinüs gözlü petek kirişlerin üzerine beton döşemenin bağlandığı sistemler kompozit döşeme sistemlerindedir. Ayrıca Histar çeliği yüksek yapılarda azaltılmış kiriş kesitleri ile birlikte kullanılır. (Yemez, 2009).

4.YÜKSEK YAPILARDA GÖKKÖPRÜLER

4.1. GÖKKÖPRÜ TANIMI

Gökköprü, iki kule arasında bağlantı oluşturmak ve yayalar için çoğunlukla tahliye sağlamak amacıyla kurulmuş köprü sistemidir. Binanın üzerinde oluşturulmuş bir avlu alanı olarak düşünülebilir. Dışarının kötü hava şartlarından da yayaları korur. Gökyolu, gökgeçit de denen bu köprü, iki bina arasında kapalı veya örtülü şekilde olabilir. Ancak gökyolu veya gökgeçit daha çok bir sokak veya cadde üzerindedir. (Wood, 2011).

4.1.1. Gökköprünün Ortaya Çıkışı

Şehirlerin yatay yönde büyümesi; büyük arazi tüketimi, gereksiz enerji kullanımı ve çevre kirliliği açısından sürdürülebilirlik kriterlerine uymamaktadır. Bu yüzden şehirlerin hızla değişen demografileri ve hızlı nüfus artışı dikkate alındığında dikey büyüme daha verimli olarak görülmektedir. Bununla birlikte geleceğin şehirlerinde yatayda büyüme yapıları birbirine gökköprülerle bağlayarak kullanışlı hale gelebilir (Şekil 4.1) (Wood, Robinson, 2011).

Amerika Birleşik Devletleri'nin Orta Batı bölgesinde, Minnesota eyaleti içinde yer alan Minneapolis kentinde 69 yapıyı birbirine bağlayan gök yolu sistemi bulunmaktadır. Bu gök yolları, yayaları sıcak/soğuk hava şartlarına karşı korumak amacıyla yapılmış, düşük kotta, örtülü veya kapalı köprüler olarak tanımlanabilir. İlki 1962'de yapılan bu gök yollarının sayısı 1972'de 8'e ulaşmıştır. Dünyadaki en büyük yaya köprüleri olan bu gök yolları, otellere, ofislere, bankalara, restoranlara geçiş amacı taşır. Bu gök yolları sayesinde gökköprü fikri ortaya atılmış, dikeyde büyüyen yapılara aynı zamanda yatayda da büyüme olanağı tanınmıştır (URL-13).

ABD, gökköprü fikrini geliştirmiş ilk ülke değildir. İtalyan Futurist Hareketi'ni ve köprülerle bağlanan kulelerin resimlerini oluşturan Citta Nuova (Caramel, 1988),

onun 1914 tasarımı olan Sant'Elia için, endüstriyel bir estetik üzerinde modelleme yaptı. New York öncüleri ile paralel olarak, Futuristlerin bu çalışması, yüksekte bağlanan kuleler için teklifler ortaya koyan, Fransa'da Auguste Perret' ten Rusya'da lakov Chernikov ve El Lissitzky'ye Modern Hareket'in kent tasarımcıları ve Avrupalı mimarların bir jenerasyonuna ilham vermiştir (Cohen, 1995).



Şekil 4.1. Kent geleceğinin ilk resimleri. Sokak seviyesinde her gün olan yaşamın tekdüzeliğinden, yüksek köprüler üzerinden geçen araçlar hayal edilmiştir (Petit, 1906).

1930'lardaki Amerika ve Avrupa'daki iki dünya savaşı baskısından dolayı, bu ilk teorik projelerin hiçbirisi gerçeğe dönüştürülmemiştir. Gökköprü fikrini kullanmak, mimari olasılığın teorik konuları üzerine çalışan bir grup genç İngiliz mimara bırakılmıştır. 1960lar boyunca, Peter Cook, Warren Chalk, Dennis Crompton, Ron Herron, David Greene ve Mike Webb'ten oluşan Archigram, binalar arasında yüksek seviye köprüleri birleştiren birçok fantastik fikir bulmuştur (Şekil 4.2, Şekil 4.3, Şekil 4.4) (Wood, 2003).



Şekil 4.2. 'City of Tomorrow' un en güçlü resimlerinden bir tanesi, 1927'de Fritz Lang'ın filmi Metropolis'te devasa yüksek seviyede köprüler olarak çizilmiştir.

Şekil 4.3. Sant'Elia'nın Citta Nuova'sı, bir Avrupalı jenerasyona ilham vermiştir (Cities, Auguste Perret, 1922).

Şekil 4.4. Gökköprüler için savaş sonrası teklifi.

Ancak, 1960lar boyunca gökköprü fikri ile kapsamlı bir şekilde çalışanlar Japon Metabolistlerdi. Archigram etkisini kabul ile birlikte, Kenzo Tange, Kisho Kurokawa ve Arata Isozaki gibi mimarlar, kent şemalarını sundu (Ross, 1978). Dikey merkezler arasındaki köprüler olarak ev ve ofis boşluğunun esnetilmiş katları üzerindeki çalışmaları bunun tipik bir örneğidir.

Brezilya'da Oscar Niemeyer'in 1958-60 Ulusal Kongre Kompleksi (Şekil 4.5), yüksekte iki kule arasında bir köprüye sahip olmak için yapılan ilk modern yapı olmuştur. Diğer batı örnekleri, New York'da Roche & Dinkeloo'nun 1969-83 Birleşmiş Milletler Plaza'sını (Şekil 4.6), Viyana'da Massimiliano Fuksas'ın (2001)

İkiz Kuleleri'ni ve Belgrad, Yugoslavya'da Mihajlo Mitrovic'in Genex Kulesi'ni kapsar (Mitrovic, 2001).

Japon Metabolistlerinin önerilerinin kapsamı ve gücünün yanı sıra, günümüzde gökköprünün en önemli kullanımının Asya'da olması aslında şaşırtıcı değildir. 1968-71'de, doğrudan fikirlerle karşı karşıya olan Shin'ichi Okada, Tokyo'da yapılan Kajima Şirket Merkezi'nin (Şekil 4.7) üç gök köprüsü ile Kenzo Tange ve Metabolistler tarafından geliştirilmiştir. Osaka'da Hiroshi Hara'nın 1993 Umeda Gök Yapısı (Şekil 4.8) bulunmaktadır ve Kuala Lumpur'da Cesar Pelli'nin Petronas Kuleleri (Şekil 4.9) vardır, ancak yüksek tasarımda bir unsur olarak gökköprünün dramatik potansiyeli, en iyi şekilde portrelenmiştir. Geçit, Perret'in kuleleri ve köprü yapıları arasında şekillenmiştir. Bu örnekler, Ferriss, Cook ve Isozaki'nin kentsel izlenimlerinin realizasyonuna bizim henüz geldiğimiz en iyi örneğidir (Wood, 2003).



Şekil 4.5. Ulusal Kongre Kompleksi, Brasilia, Oscar Niemeyer, 1958-60 (URL-14).



Şekil 4.6. Birleşmiş Milletler Plazası, New York, 1969-83 (URL-15).



Şekil 4.7. Kajima Şirketi Merkezi, Tokyo, Shin'ichi Okada, 1968-71 (URL-16)



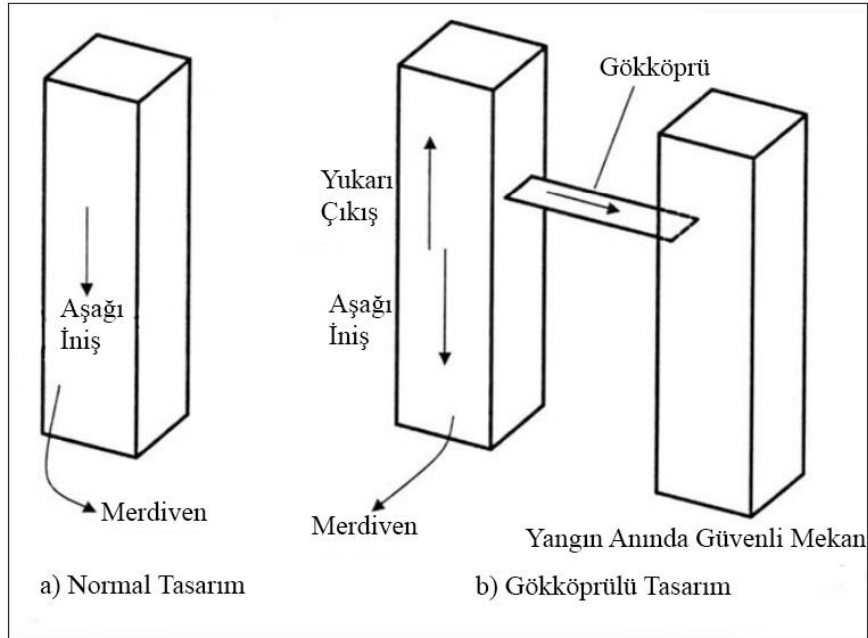
Şekil 4.8. Umeda Gök Yapısı, Osaka, Hiroshi Hara, 1993 (URL-17).



Şekil 4.9. Petronas Kuleleri, Kuala Lumpur, 1997 (URL-18).

4.2. GÖKKÖPRÜ YAPILIŞ AMAÇLARI

Dünya Ticaret Merkezi trajedisinden sonra, yüksek binaların güvenliği; strüktür sistemlerindeki yapısal problemlere, yangın önlemlerine ve asansör ve merdivenler gibi dikey tahliye sistemlerinden ziyade yatay tahliye yollarına göre incelenmeye başlamıştır (Pearson,2001). Bu araştırmalar yüksek binaları daha güvenli hale getirirken, yine de yeterli olmamıştır. Problem, alternatif tasarım seviyesinde değil önceden geliştirilmiş güvenlik yöntemleriyle birlikte, esas tasarım seviyesinde ele alınmalıdır. Belirli yükseklikte yatay tahliye, kuleleri birbirine bağlayan gökköprülerle sağlanmaktadır. Dikey tahliye rotası yangın esnasında tehlikeye girdiğinde, yatay tahliye yolu iyi bir çözüm olabilir. Gökköprüler de yangın merdiveni sayısında artırma yapmadan hızlı tahliye verimliliğini sağlarlar. Bu durum Malezya-Kuala Lumpur'daki Petronas Kuleleri'nde çok iyi bir şekilde ispat edilmiştir. Uzakdoğu'da yüksek binaların bu şekilde birbirlerine çok yakın yapıldığı birçok şehir vardır. Özellikle iki bina yatırımcısı da aynı kişiye, aradaki boşluğu gökköprüyle bağlama fikri oldukça yararlı olabilir. Bu strateji yüksek bina tasarlarken gökköprülerin önemini dikkate alarak tüm dünyada geliştirilebilir.



Şekil 4.10. Yüksek Yapılarda Tahliye.

Gökköprülerin birçok avantajını da saymak mümkündür. Yeryüzüne inmeye gerek kalmadan, halka açık veya kapalı birçok aktiviteye olanak sağlayabilir. Spor kulübü, sanat galerisi, oyun alanı, yeşil alan, restoran, havuz gibi alanların kullanımına

elverişlidir. Yayaları kötü hava şartlarına (sıcak, soğuk, yağmurlu vs.) karşı korur. Geceleri da yayalar için daha güvenli bir yol haline gelir. Gökköprülerin bulunduğu yer de stratejik önem taşır. Acil tahliye açısından yüksek yapılardaki gökköprülerin zemine çok yakın olması ya da zirveye çok yakın olması kullanım açısından verimsizdir. En uygunu belirli kat aralıklarıyla yerleştirmek ve acil durumda en hızlı tahliyeyi gerçekleştirmektir. (Wood, Pearson, 2014).

2 veya daha fazla kulenin olduğu bir projede, kulelerin yükseklikleri birbirinden farklı da olabilir. Bu durumda gökköprünün yerinin belirlenmesinde en uygun çözüm, köprüyü belirli aralıklarla yerleştirmek ya da daha fazla kullanıcının olduğu kuleyi düşünerek tasarlamaktır. Bu durumda köprü, belki bir kulenin en üst katına yerleşmek durumunda kalabilir ve bu durum garip karşılanabilir ancak çoğunluğa bakıldığında doğruluğu anlaşılacaktır (Wood,2003).

Ayrıca kulelerin birbirlerine gökköprülerle bağlanması, yatay yönde rüzgar yükünü azaltacağından, yapının rijitlik derecesi artar, bu da daha az strüktür malzemesi kullanılmasını sağlar (Richard, 2011).

4.3. GÖKKÖPRÜLERİN TASARIM VE YAPIMINA İLİŞKİN SORUNLAR

Gökköprü tasarımı, kulelerin tasarımını önemli ölçüde etkiler. Köprünün kuleyle bağlantı kurduğu yer, çekirdekle ilişkisi, bu köprülere ulaşımın kolaylıkla nasıl sağlanacağı kriterleri tasarımın başlıca esaslarıdır. Yine bu bölgedeki güvenlik konusu da ayrıca önem taşır. Kuleye zeminden ulaşabilen herkesin bu köprüleri kullanabilmesi kuledeki insanlarda tedirginlik oluşturabilir. Bu yüzden ya zeminde güvenlik önlemleri artırılmalı ya da köprü girişlerinde alternatif çözümler düşünülmelidir. Strüktürel ve çevresel etkiler de gökköprülerin tasarımını etkileyen faktörler arasındadır. Köprü genişliği, ana kuleye etki eden yük, gökköprünün bulunduğu yükseklikteki güneş, yağmur, rüzgar koşulları ve deprem etkisi köprü tasarımını ve köprüde kullanılacak malzeme çeşidini etkiler (Wood, 2003).

Ayrıca gökköprüler, güvenliği ve binanın rijitliğini artırıyor olsalar da birçok kişi tarafından maliyeti artırması sebebiyle tercih edilmemektedir. Eğer köprüler sadece geçiş için kullanılan, işlevsiz katlarsa gereksiz karşılanabilmektedir.

5. TÜRKİYE VE DÜNYA'DAN GÖKKÖPRÜLÜ YAPI ÖRNEKLERİ

5.1. PETRONAS İKİZ KULELERİ, KUALA LUMPUR, MALEZYA

Çizelge 2. Petronas İkiz Kuleleri hakkında genel bilgiler.



Yeri:	Kuala Lumpur, Malezya
Tamamlandığı Yıl:	1998
Mimari Tasarım:	Cesar Pelli
Fonksiyon:	Ofis
Kat Adedi / Yükseklik:	88 / 452 metre
Taşıyıcı Sistem Türü / Malzeme:	Çerçeve ve Çekirdek/ Kompozit
Cephe Sistemi:	Cam Giydirme Cephe
Gökköprü Adedi:	1
Gökköprü Konumu	170. metre, 41. kat
Gökköprü Uzunluğu ve Yüksekliği:	58.4 metre / 2 kat
Gökköprü Fonksiyonu:	Restoran / Seyir Terası

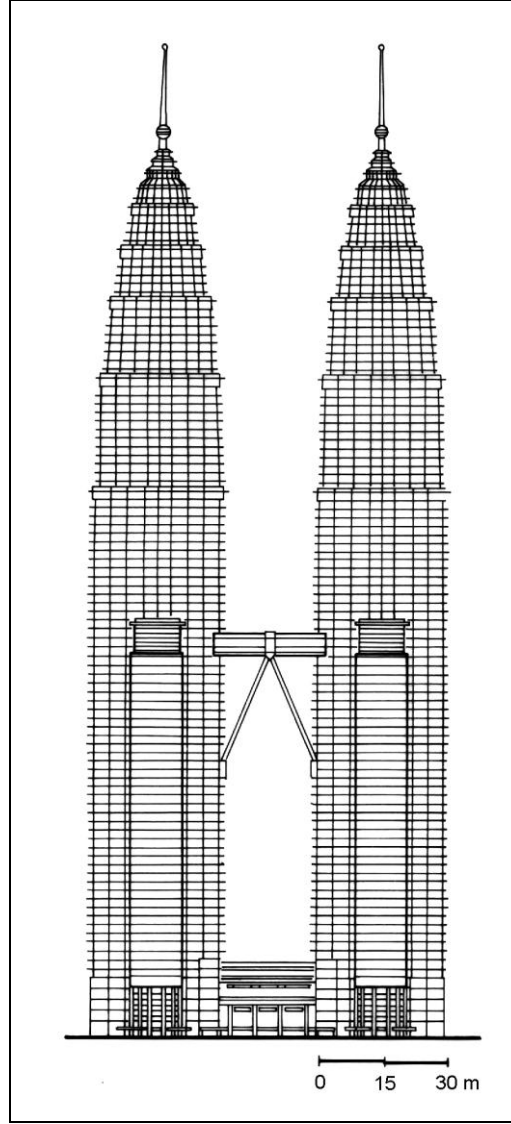
5.1.1. Mimari Özellikleri

Petronas Kuleleri, Malezya'nın başkenti Kuala Lumpur'da yürütülmekte olan kentsel geliştirme projesinin odak noktasını oluşturmaktadır. 40 hektarlık alanı kaplayan bu "Kuala Lumpur Şehir Merkezi'ni Geliştirme Projesi" büyük bir alışveriş merkezi, 840 kişilik bir konser salonu, bir cami, konferans salonları ve kamuya açık yeşil alanları kapsamaktadır. Bu projenin ilk etabını, ülkenin ulusal petrol şirketi Petronas tarafından genel merkez olarak kullanılacak olan Petronas Kuleleri oluşturmaktadır (Şekil 5.2) (Özgen ve Sev, 2000: 136). Proje bir yandan metro hatları sayesinde toplu taşıma ile buluşurken, diğer yandan "skywalk" yürüme yolları sayesinde kent merkezinde önemli bir yaya buluşma mekanı olarak öne çıkmaktadır.

Malezya halkının kültürel ve dini bütünlüğü sayesinde kurduğu politik stabilitesini, tüm dünyaya gösterme amacıyla inşaat edilen Petronas Kuleleri, mimar Cesar Pelli tarafından tasarlanmıştır. 452 m yüksekliğindeki ve 88 katlı ikiz kuleler, 46 m çapında, dairesel planlıdır. Gerçekte bu dairesel plan, 45° döndürülerek birbiri üzerine oturtulan iki kareden oluşmaktadır. Bu karelerin oluşturduğu sekiz köşe dünyayı ve onun dört önemli yönünü sembolize etmektedir (Sev,2001).

Simetrik iki kule, yerden 170 m yükseklikte ve 58.4 m uzunluğundaki bir köprü ile 41 ve 42. katlarda birbirine bağlanmaktadır. Gök lobi olarak kullanılan bu katlarda bir restoran, konferans salonu ve Malezya'ya özgü bir dua odası olan "sauru" bulunmaktadır. Her biri 341 760 m² toplam kat alanına sahip kuleler 60, 73, 82 ve 85. katlardaki geri çekmelerle yükseldikçe zarif bir görünüm kazanmakta, en üstte çelik bir kule ile son bulmaktadır (Gadola, 1996: 24-28; Özgen ve Sev, 2000: 136-142; Cerver, 1997: 108-113; Dupre, 1996: 114-115).

1998'e kadar yapılan dünyanın en yüksek yapılarına bakıldığında, betonarme kolonların büyük kesitli olmaları sebebiyle, çoğunlukla çelik strüktür tercih edilmiştir. Ancak bu yapıda hem çeliğin hem de betonarmenin avantajlarından yararlanabilmek için taşıyıcı sistem türü kompozit olarak tasarlanmıştır.



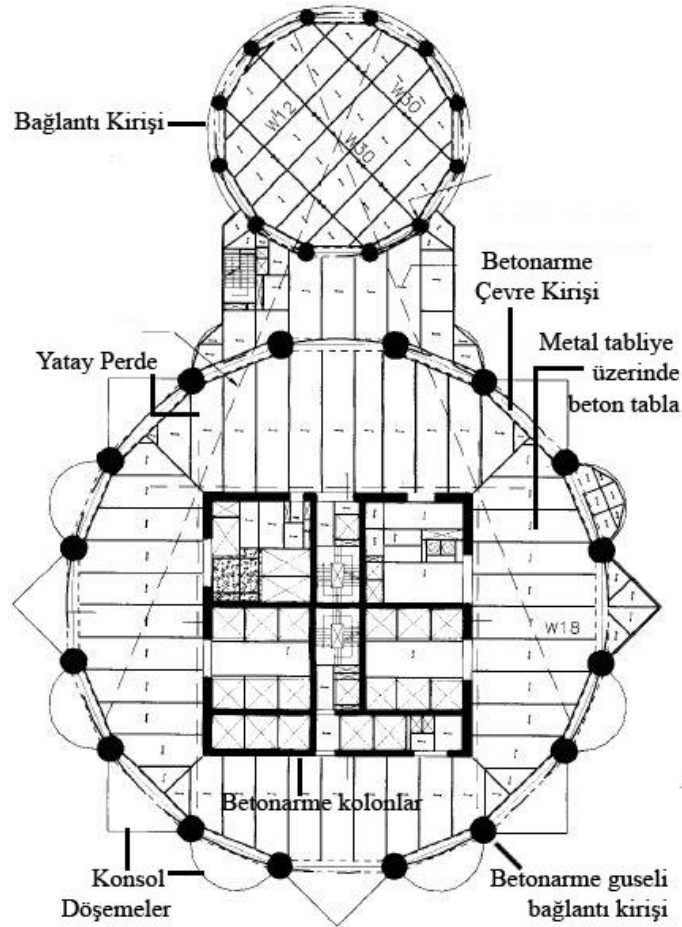
Şekil 5.2. Petronas İkiz Kuleleri, Kesit.

5.1.2. Taşıyıcı Sistem Özellikleri

Kulelerin taşıyıcı sistemi, betonarme perde duvarlı bir çekirdek ve dışta betonarme bir mega çerçeveden oluşmaktadır (Şekil 5.3) (Taranath, 1997: 40-44; Özgen ve Sev, 2000: 36-142; Zacnik, vd., 1997: 208-209). Dairesel kesitli cephe kolonlarının çapı zeminde 2.4 m'dir. Kare planlı, merkezi çekirdeğin boyutları zeminde 23 m x 23 m olup, kuleler yükseldikçe küçülmekte, 18.8 m x 22 m'ye düşmektedir. Perde duvarların kalınlıkları içte 35 cm, dışta 75 cm'dir. Sistemin yatay yüklere karşı dayanıklılığını arttırmak için, mekanik sistemlere ayrılan 38-40. katlar arasında, çekirdek duvarları ve cephedeki tüp, yatay kafes kirişlerle birbirine bağlanmıştır (Mohamad, vd., 1995. 330).

Kulelerin döşeme sistemi, çekirdek ve cephe arasındaki 12.8 m açıklığı geçen çelik kirişler ve bu kirişler üzerinde 5.3 cm metal tabliye ile 11 cm beton tabladan oluşmaktadır. Bu beton tablanın kalınlığı mekanik katlarda 20 cm'ye çıkmaktadır. Döşeme kirişlerinin kolonlara ve çekirdek duvarlarına saplandığı yerlerde guseler bulunmaktadır. Bu kirişlerin yükseklikleri uçlarda 115 cm, orta açıklıkta ise 77.5 cm'dir. Bu şekilde hem daha rijit bir bağlantı oluşturulmuş, hem de tesisat geçişleri için kolaylık sağlanarak, döşemeyi yükseltmeye gerek duyulmamıştır. Dik açılı üçgen ve yarım daire şeklindeki döşeme parçaları, parapet kirişlerinden çıkan konsollar şeklinde çalışmaktadır. Bu konsollar 1 m yüksekliğindeki prefabrike çelik kafes kirişler tarafından taşınmaktadır. Kafes kirişler kolonlara yüksek dayanımlı bulonlar ile bağlanmıştır.

Strüktürel çelik, geniş açıklıklı döşeme kirişlerinde kullanılmıştır. Strüktürel beton, temelde, çekirdekte, 16 kolonlu kulenin ve 12 kolonlu kulenin kolonlarında ve çekirdekteki dirsek kirişlerde kullanılmıştır (Özgen ve Sev, 2000).



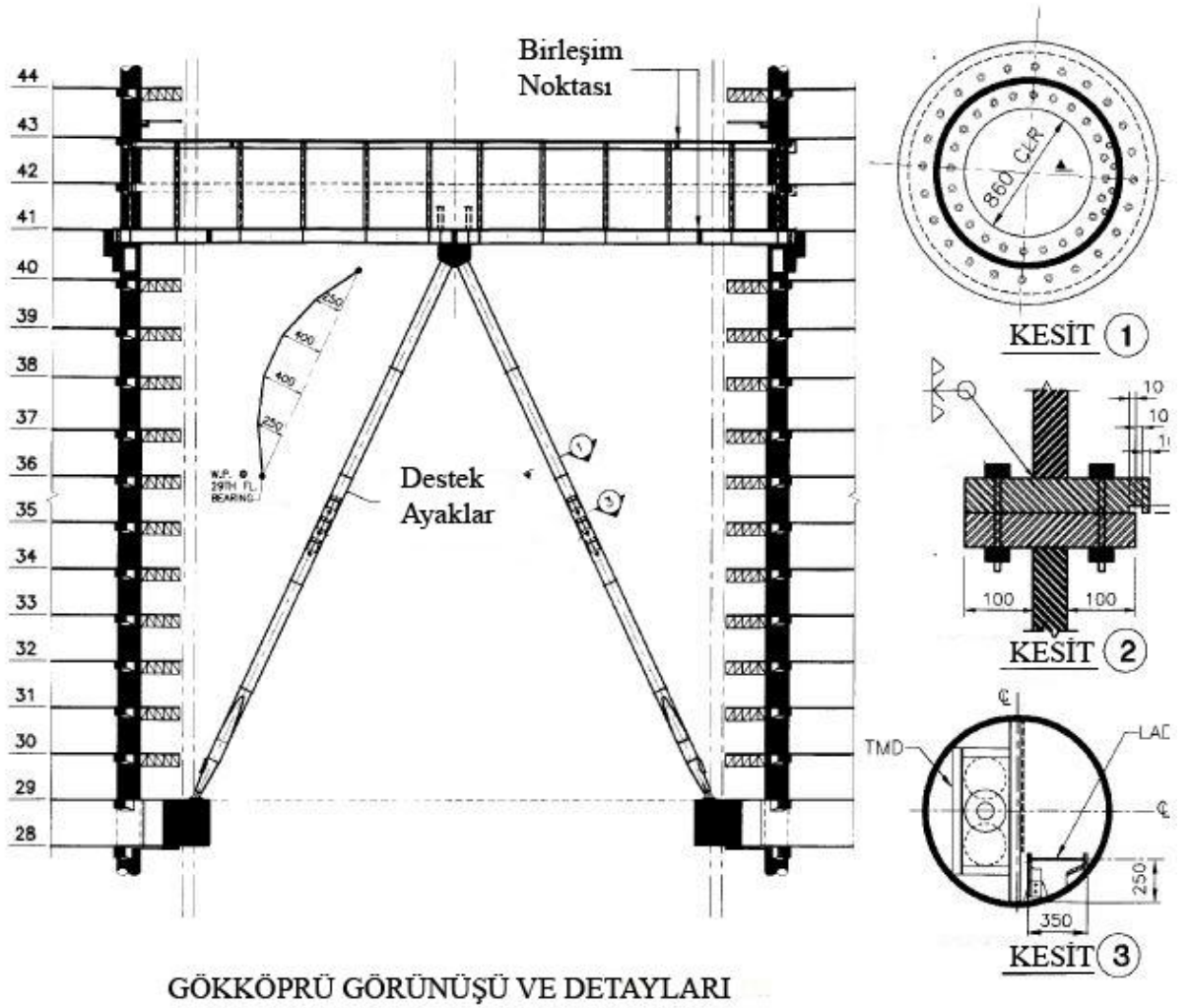
Şekil 5.3. Petronas İkiz Kuleleri, Plan (The Structural Design Of Tall Buildings, Vol. 6, 245 - 262 -1997).

Petronas Kuleleri, 88 katlı yapının ağırlık merkezine, başka bir deyişle 41. ve 42. kata konumlanan 1 adet gökköprüye sahiptir. İki kuleyi birbirine bağlayan bu gökköprü'nün uzunluğu 58.4 m'dir ve 2 kat yüksekliğinde yerden 170 m yüksekliktedir. Daha hafif olması, kolay yapım tekniği ve geniş bir açıklık geçiyor olması sebebiyle köprü strüktürü için çelik tercih edilmiştir (Şekil 5.4). Köprü tasarımı, kulelerin rüzgar etkisiyle hareketi, sapma ve eğilmeleri hesaplanarak yapılmıştır. Köprü'nün çelik destek ayakları 1.10 metre çapındadır (Şekil 5.5) Fonksiyonu seyir terası olan köprü'nün esas yapım amacı acil durumda her kuleyi de en hızlı şekilde tahliye edebilmektir. Bu yüzden optimum seviye olan 41. ve 42. kata konumlanmıştır (Thornton, Hungspruke ve Joseph, 1997).



Şekil 5.4. 2 katlı Gökköprü (THE STRUCTURAL DESIGN OF TALL BUILDINGS, Vol. 6, 245-262 - 1997).

KUALA LUMPUR PETRONAS TWIN TOWERS TASARIMI



GÖKKÖPRÜ GÖRÜNÜŞÜ VE DETAYLARI

Şekil 5.5. Petronas İkiz Kuleleri, Gökköprü Kesiti ve Detayları. (THE STRUCTURAL DESIGN OF TALL BUILDINGS, Vol. 6, 245-262 - 1997)

5.2.MARINA BAY SANDS, SINGAPUR

Çizelge 3. Marina Bay Sands hakkında genel bilgiler.



Şekil 5.6. Marina Bay Sands Gündüz Görünümü.

Yeri:	Singapur
Tamamlandığı Yıl:	2010
Mimari Tasarım:	Safdie Architects
Fonksiyon:	Otel, Tiyatro, Müze, Restoran
Kat Adedi / Yükseklik:	57 / 207 metre
Taşıyıcı Sistem Türü / Malzemesi:	Perde Duvarlı Sistem - Kompozit
Cephe Sistemi:	Cam Giydirme Cephe
Gökköprü Adedi:	1
Gökköprü Konumu	200. metre, 57. kat
Gökköprü Uzunluğu ve Yüksekliği:	200 metre / 4.65 metre (1kat)
Gökköprü Fonksiyonu:	Seyir terası, Restoran, Havuz

5.2.1. Mimari Özellikler

2010'da yapımı tamamlanan Marina Bay Sands Singapur'da, Marina'nın güneyine konumlanmıştır (Şekil 5.7). Nüfus yoğunluğu yüksek karma bir kompleksten oluşan projede 2.560 odalı otel, 120.000 m² lik kongre merkezi, alışveriş merkezi, sanat ve bilim müzesi, 2 tiyatro, 6 restoran bulunmaktadır. Projenin tasarımında Singapur'un kültürel özellikleri, iklimi ve modern hayatı etkili olmuştur. İç mekan ve dış mekan aktivitelerine olanak sağlayan proje, metro ve diğer ulaşım araçlarıyla da bağlantılı olarak tasarlanmıştır.

Projenin merkezinde 3 otel kulesini 200 metrede birbirine bağlayan gökyüzü parkı yani gökköprü bulunmaktadır. Bu gökköprünün uzunluğu Eiffel Kulesi'nden daha fazladır (Şekil 5.8) ve 200 metre uzunluğundaki gökköprü seyir terası, bahçe, yüzme havuzu, restoran ve yürüyüş yollarından oluşmaktadır. Bu gökköprü sayesinde yeni bir kentsel tasarım anlayışı oluşturulmuş, gökte halka açık alanlar tasarlanmıştır.

Her biri 55 kattan oluşan 3 kule de kendi içerisinde doğuya ve batıya yönlendirilmiş 2 şer kuleden oluşmaktadır. Kulelerin batı cephesi şehir merkezine yönlendirilmişken, doğu cephesinde botanik bahçesi ve okyanus bulunmaktadır (Sev, 2015).



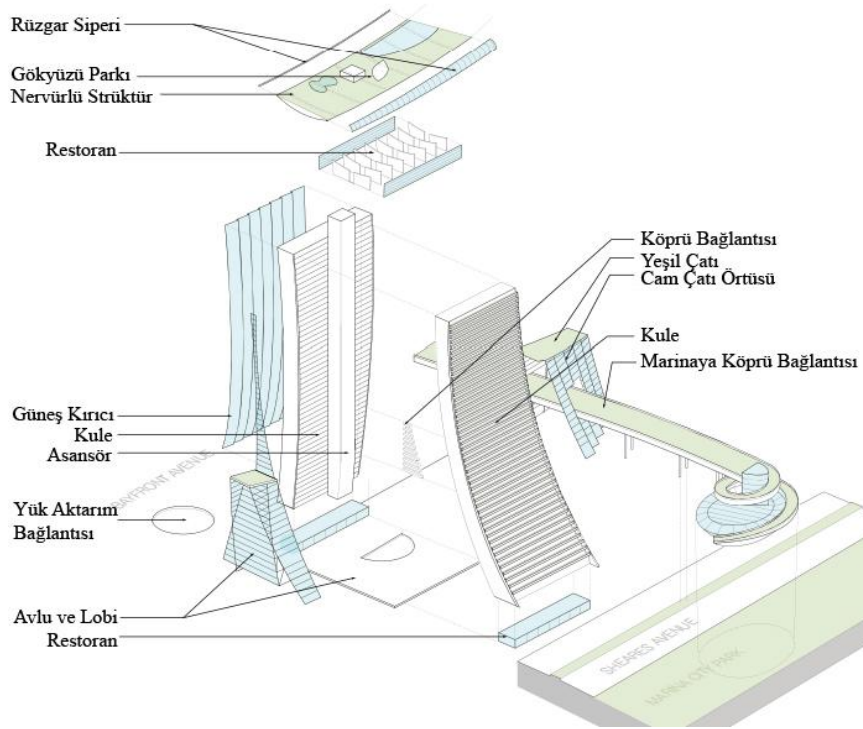
Şekil 5.7. Marina Bay Sands Kuleleri, Singapur: 1- Otel – 2.560 odalı lüks, 3 otel kulesi, 265 m², 2- Gökköprü – 3 kuleyi gökyüzünde birleştiren yapı (200 metre yüksekliğinde) halka açık seyir terası, bahçeler, restoran ve yüzme havuzundan oluşuyor. 9,941 m², Eiffel Kulesi'nden daha uzundur, 65 metrelik konsola sahiptir, 340 metre uzunluğundadır, 40 metre genişliğindedir, 1.396 m² yüzme havuzu vardır ve bu yükseklikteki en büyük havuzdur, park alanı 3.900 kişi kapasitelidir, 250 ağaç, 650 bitkiden oluşmaktadır, 3- Gazino, 4- Mağazalar – 74.322 m², 5- Sergi ve Kongre–121.000 m², 6- Müze – 15.000 m², 7- Tiyatro –21.980 m², 8- Kristal Pavyon –5.914 m², 9 - Etkinlik Merkezi – 5.000 m².



Şekil 5.8. Marina Bay Sands'in, Eiffel Kulesi'nden uzun olduğunu gösteren görsel. (Safdie, 2011)

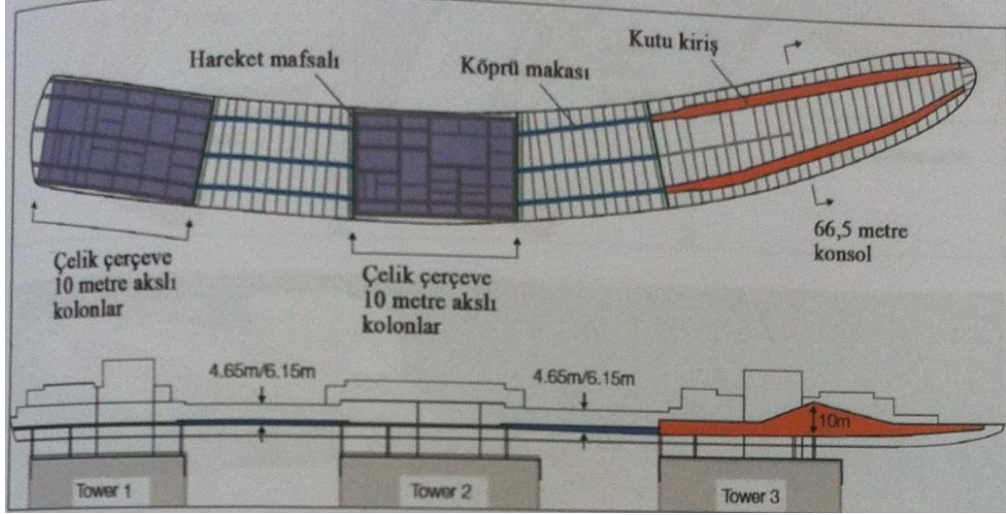
5.2.2. Taşıyıcı Sistem Özellikleri

Marina Bay Sands Hotel, betonarme perde sistemle taşınan, biri düşeyde eğrisel, diğeri düz olmak üzere 55 katlı iki kulenin mekanik katta çelik kafes kirişlerle birleştirilmesiyle oluşturulmuştur. Eğimli kulenin zemininde çelik kafes sistemi devrilmeye karşı sağlamlaştırılan çelik kablolar kullanılmıştır. Marina Bay Sands Hotel'i oluşturan 3 bağımsız kule en üstte çelik konstrüksiyonla oluşturulan bir gökyüzü platformu ile birleşmektedir. Bu çelik yapının altına yatay hareketleri karşılaması için özel amortisörler yerleştirilmiştir (Şekil 5.9) (Safdie, 2011).

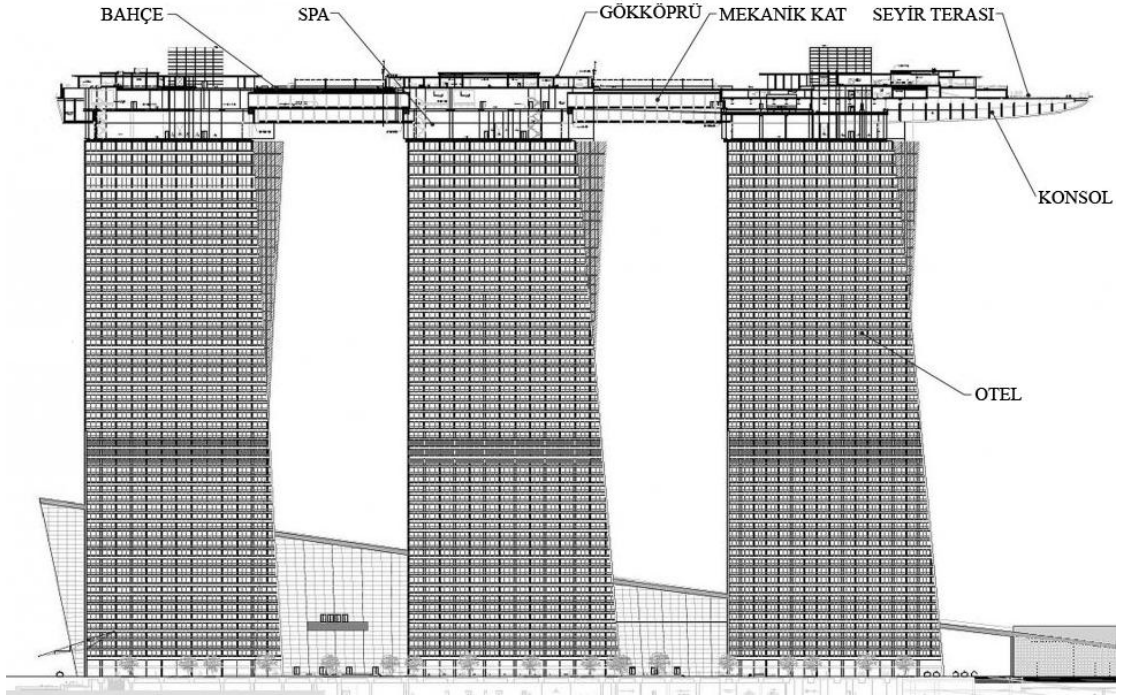


Şekil 5.9. Marina Bay Sands Hotel bölümleri diyagramı (Safdie, 2011).

Eğik kulenin yapımında devrilmeyi engellemek için düz kule ve zeminde geçici bir çelik konstrüksiyonla desteklenmiştir. Gemi şeklindeki gökyüzü parkının 66,5 metre çelik konsolunun yapımında özel raylı vinçler kullanılmıştır (Şekil 5.11) (Safdie, 2011).



Şekil 5.10. Marina Bay Sands Hotel gökyüzü parkı taşıyıcı sistem plan ve kesiti.



Şekil 5.11. Marina Bay Sands Hotel, Kesit.

5.3. GATE KULELERİ, ABU DHABİ, BAE

Çizelge 4. Gate Kuleleri hakkında genel bilgiler.



Şekil 5.12. Gate Kuleleri, Gündüz Renderi

Yeri:	Abu Dhabi / Birleşik Arap Emirlikleri
Tamamlandığı Yıl:	2013
Mimari Tasarım:	Khatib & Alami
Fonksiyon:	Konut
Kat Adedi / Yükseklik:	66 / 238 metre
Taşıyıcı Sistem Türü / Malzemesi:	Perde Duvarlı Sistem / Betonarme
Cephe Sistemi:	Cam Giydirme Cephe
Gökköprü Adedi:	1
Gökköprü Konumu	238. metre, 63. kat
Gökköprü Uzunluğu ve Yüksekliği:	300 metre / 3 kat
Gökköprü Fonksiyonu:	Lüks Konut

5.3.1. Mimari Özellikler

2013'te yapımı tamamlanan, Abu Dhabi'de 465.000 m2 lik alanda bulunan proje konut bloklarından oluşan kuleler olarak tasarlanmıştır. Her biri 66 katlı ve 238 metre yüksekliğindeki 3 kulenin cephesi için cam giydirme cephe uygulaması yapılmıştır. Projenin özgün özelliklerinden biri olan gökköprü, 3 kuleyi birbirine bağlamakta ve kuleler çatıdaki gökköprünün ayaklarıymış görünümü vererek heykelsi bir formla bulunduğu adanın sınırlarını belirlemektedir (Şekil 5.13) (Brannan ve Singh, 2013).



Şekil 5.13. Gökköprülü Gate Kuleleri.

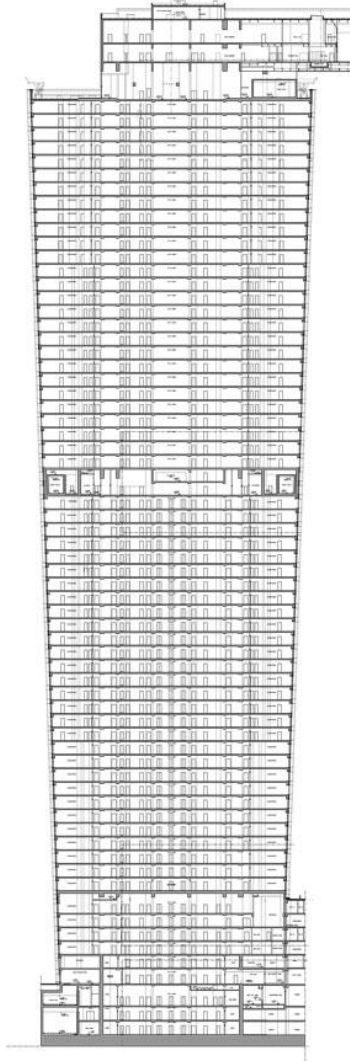
5.3.2. Taşıyıcı Sistem Özellikleri

Gate Kulesi'nin taşıyıcı sistem türü betonarme perde duvarlı sistemdir. Perde duvarlardan oluşan çerçeve sistem sayesinde yatay yüklere karşı yapının dayanımı artırılmıştır. Temelinde ise radye temel uygulaması yapılmıştır.

Projenin önemli öğelerinden biri olan gökköprünün uzunluğu yaklaşık 300 m olup, her bir kule arasındaki yaklaşık 87 metre lik açıklığı geçmektedir (Şekil 5.14). Gökköprünün 2 ana yüzünde bulunan makaslar dairesel yönde yükleri karşılamaktadır. 66. kata ve 238 metreye yerleştirilen bu gökköprü inşa edilen en ağır ve en yüksekteki gökköprü olmuştur. Kulelerin üzerine 40m x 31m x 12.5 m boyutlarında 750 ton ağırlığındaki parçalar halinde yerleştirilmiştir (Şekil 5.15, Şekil 5.16, Şekil 5.17) (Brannan ve Singh, 2013).



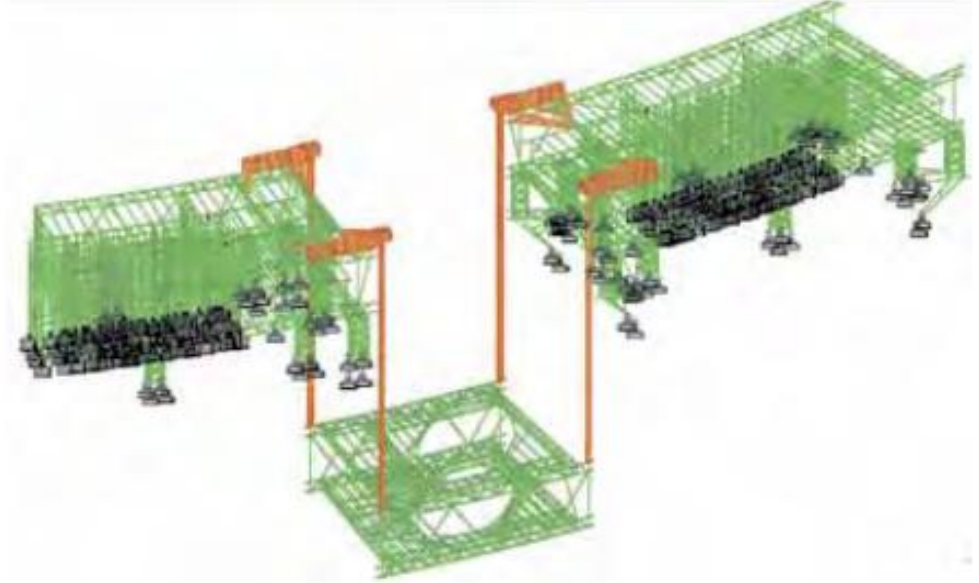
Şekil 5.14. Gate Kuleleri'ndeki Gökköprünün Yakından Görünümü.



Şekil 5.15. Gate Kuleleri, Kesit



Şekil 5.16. Gate Kuleleri, Gökköprü Yapım.Aşaması.



Şekil 5.17. Gate Kuleleri Gökköprüsünün Taşıyıcı Sistem Şeması (Brannan ve Singh, 2013).

5.4. THE LINKED HYBRID, BEIJING, ÇİN

Çizelge 5. The Linked Hybrid hakkında genel bilgiler.



Şekil 5.18. Linked Hybrid, Gündüz Görünümü

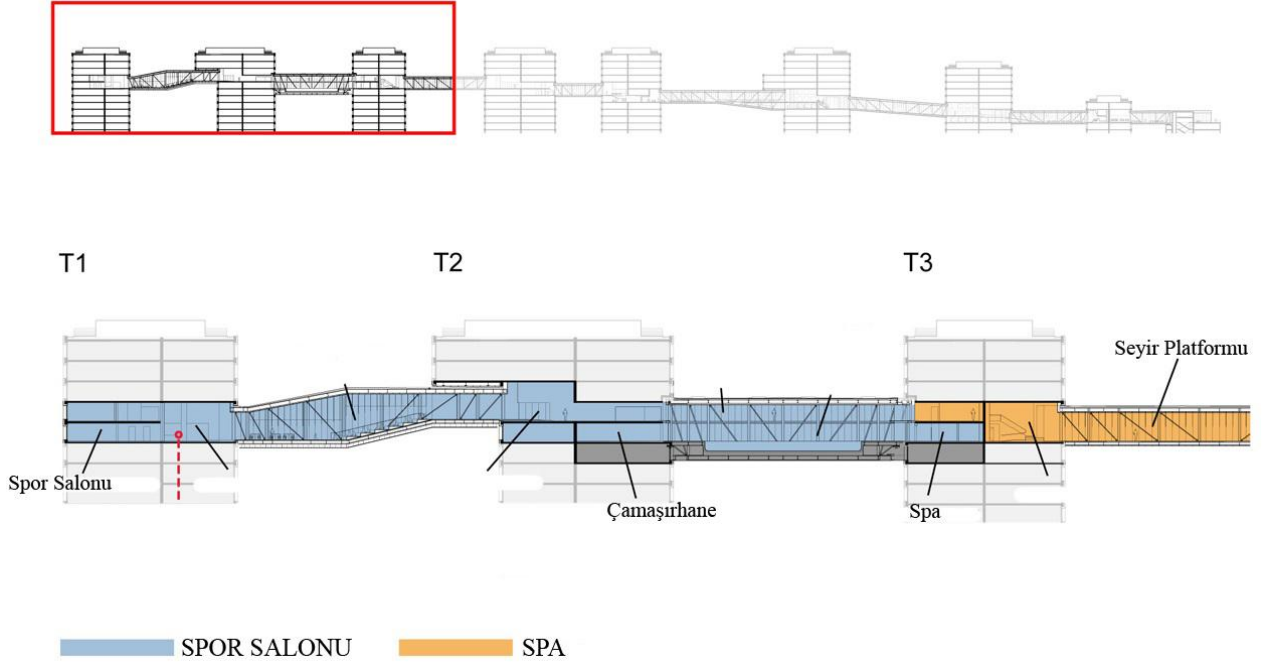
Yeri:	Beijing / Çin
Tamamlandığı Yıl:	2009
Mimari Tasarım:	Steven Holl Architects
Fonksiyon:	Konut, Otel, Ofis, Okul Kompleksi
Kat Adedi / Yükseklik:	21 / 68 metre
Taşıyıcı Sistem Türü / Malzemesi:	Perde Duvarlı Sistem - Betonarme
Cephe Sistemi:	Cam Giydirme Cephe
Gökköprü Adedi:	7
Gökköprü Konumu	12. ve 18. katlar
Gökköprü Uzunluğu ve Yüksekliği:	20-60 metre arasında değişken / 2 kat
Gökköprü Fonksiyonu:	Havuz, Restoran, Sergi Alanı, Spor Salonu

5.4.1. Mimari Özellikler

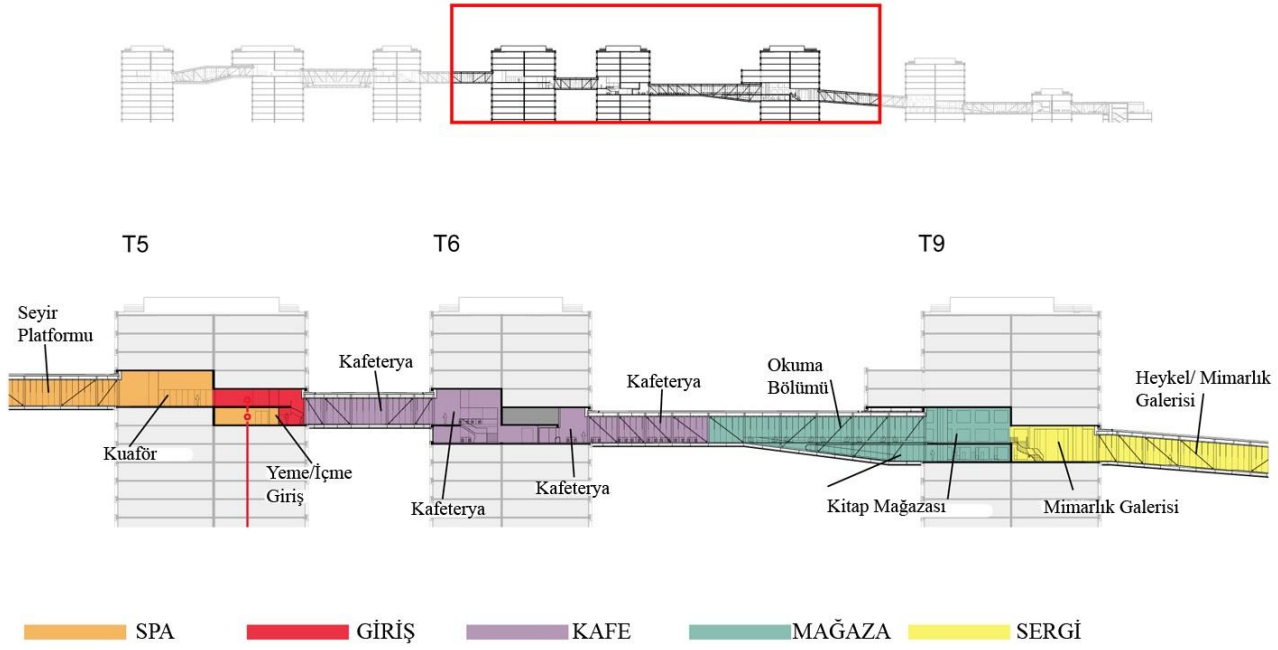
220.000 m² lik alana yerleşen The Linked Hybrid 2009'da Council on Tall Buildings and Urban Habitat tarafından yılın en iyi gökdeleni seçilmiştir (Şekil 5.19) (Kamin, 2009). Projenin kavramsal yaklaşımı ‘‘şehir içinde şehir’’dir. Proje, birbirlerine gökköprülerle bağlı, konut, otel, sinema, çocuk oyun bahçesi, ofis ve yeşil alan komplekslerini barındıran 8 yapıdan oluşmaktadır (Şekil 5.20, Şekil 5.21, Şekil 5.22). Proje kamu alanını birçok farklı kullanımla bağdaştırmak amacını taşımaktadır.



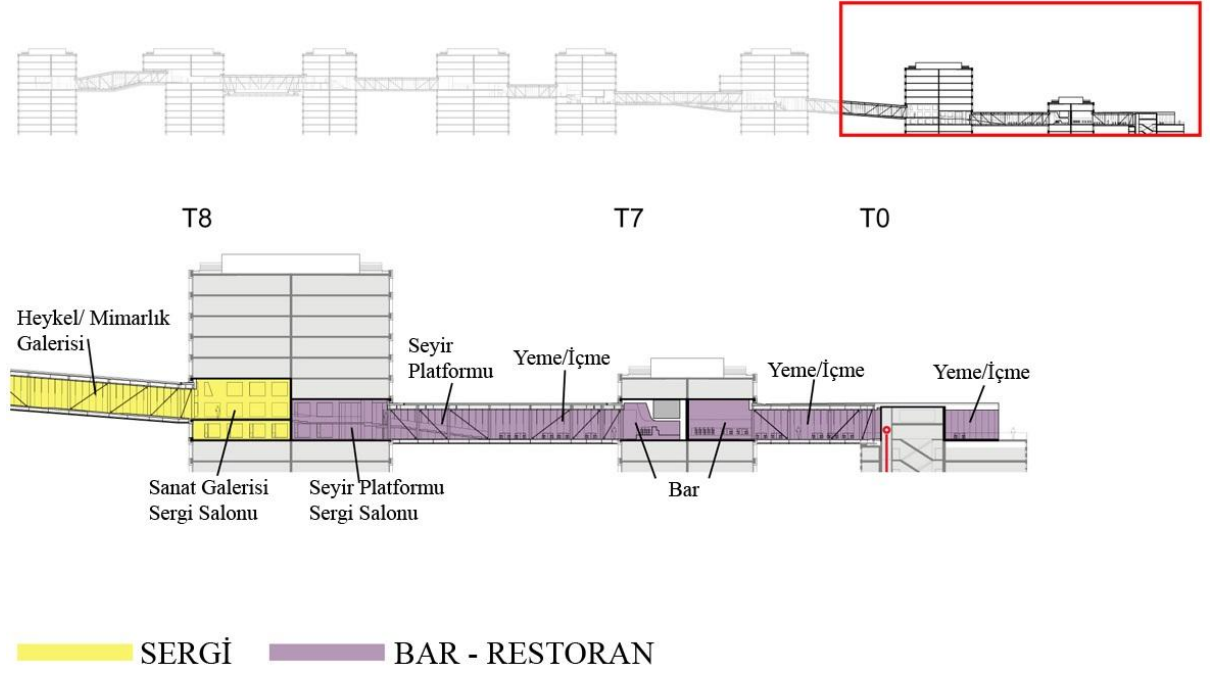
Şekil 5.19. Gökköprülü Linked Hybrid Kuleleri.



Şekil 5.20. Linked Hybrid, Kısmi Kesit -1.



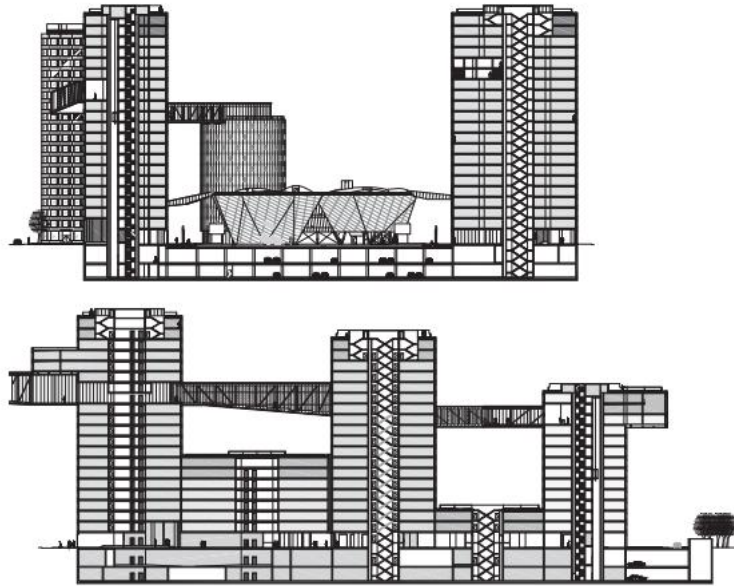
Şekil 5.21. Linked Hybrid, Kısmi Kesit -2.



Şekil 5.22. Linked Hybrid, Kısmi Kesit – 3.

5.4.2. Taşıyıcı Sistem Özellikleri

Betonarme perde duvarlı taşıyıcı sistemi olan Linked Hybrid projesinde 20 metre ve 60 metre arasında değişen açıklıkları olan ve 12.-18. katlar arasında bulunan, 2 kat yüksekliğinde, çelik strüktürlü 8 gökköprü bulunmaktadır (Şekil 5.23).



Şekil 5.23. Linked Hybrid, Kesit.



Şekil 5.24. Linked Hybrid, Yapım Aşaması.

5.5. 102 INCHEON KULELERİ, SONGDO, KORE

Çizelge 6. 102 Incheon Kuleleri hakkında genel bilgiler.

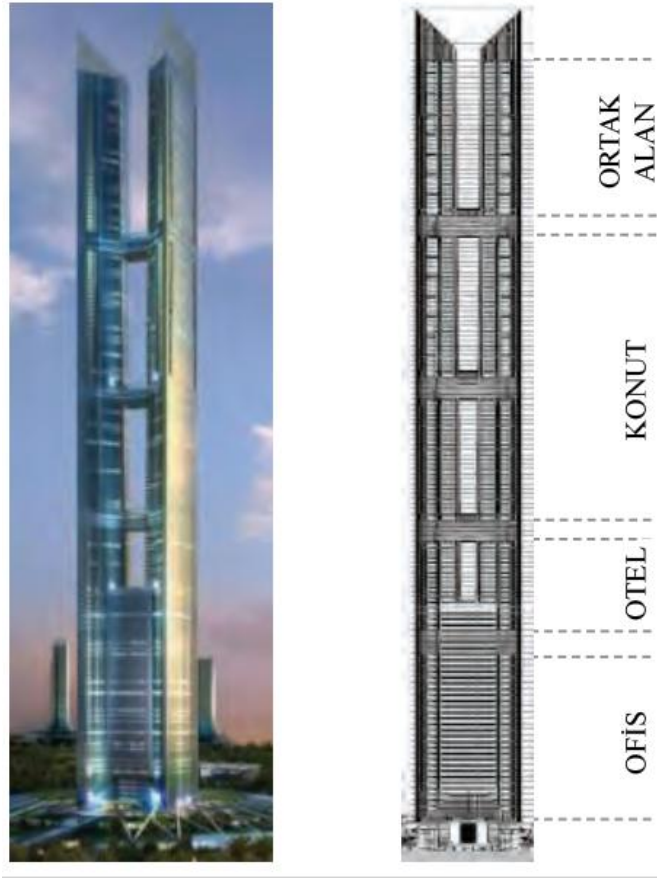


Şekil 5.25. 102 Incheon Kuleleri, Gündüz Renderi

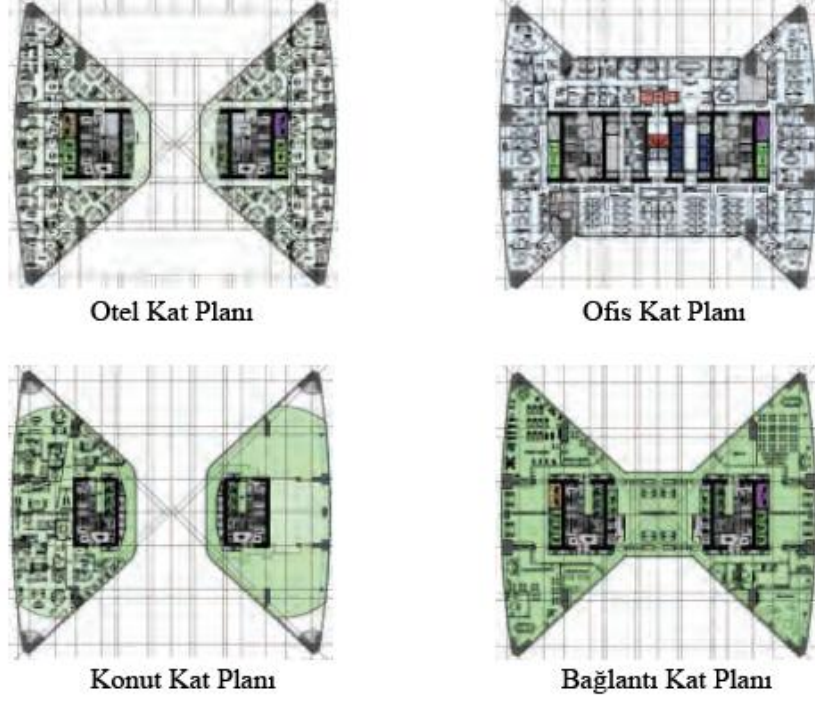
Yeri:	Songdo/ Kore
Tamamlandığı Yıl:	2017
Mimari Tasarım:	John C., Portman Jr.
Fonksiyon:	Konut, Otel, Ofis Kompleksi
Kat Adedi / Yükseklik:	151 / 587 metre
Taşıyıcı Sistem Türü / Malzemesi:	Yatay kafes kirişli - kuşaklı mega çerçeve ve çekirdek / Kompozit
Cephe Sistemi:	Cam Giydirme Cephe
Gökköprü Adedi:	3
Gökköprü Konumu	60. , 90. ve 120. katlarda
Gökköprü Uzunluğu ve Yüksekliği:	Bilgi Yok / 4 kat
Gökköprü Fonksiyonu:	Strüktürel Bağlantı Sağlamak

5.5.1. Mimari Özellikleri

151 katlı Incheon Kulesi'nin 30 katında ofis, 17 katında otel, 100 katında da konut fonksiyonları yerleşmiştir (Şekil 5.26). Başlangıçta daha keskin hatları olan proje sonradan rüzgar etkisini azaltmak amacıyla daha kıvrımlı hale gelmiştir. Bu projedeki gökköprülerin amacı iki kuleyi birbirine bağlayarak, kuleler arasında strüktürel destek oluşturmaktır; mimari olarak kullanılmamaktadır (Abdelrazaq, Poulos, , Frances ve Ho-Kim, 2011).



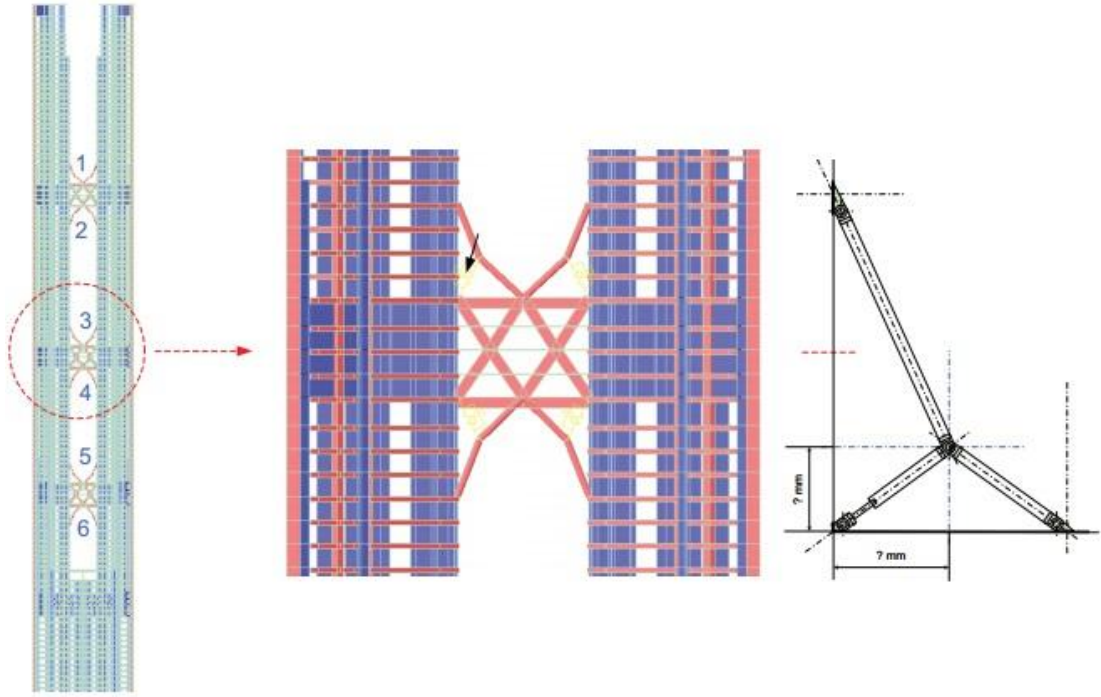
Şekil 5.26. 102 Incheon Kuleleri, Fonksiyon Şemasını Gösteren Kesit.



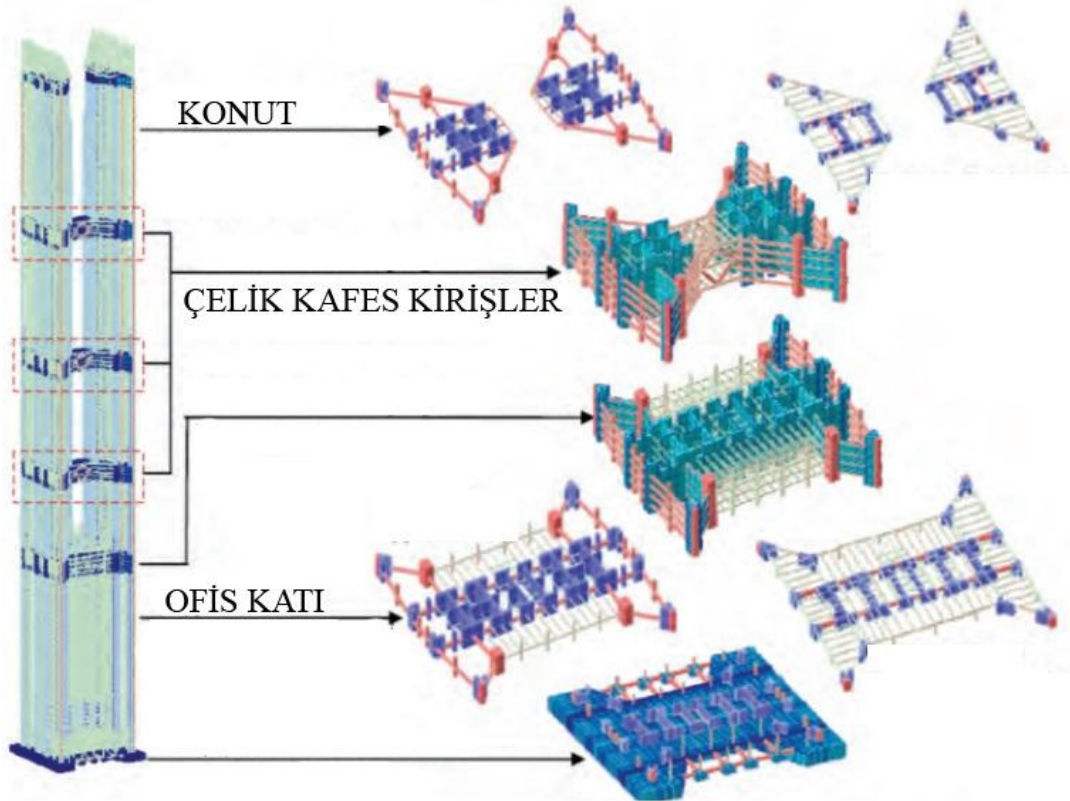
Şekil 5.27. 102 Incheon Kuleleri, Kat Planları

5.5.2. Taşıyıcı Sistem Özellikleri

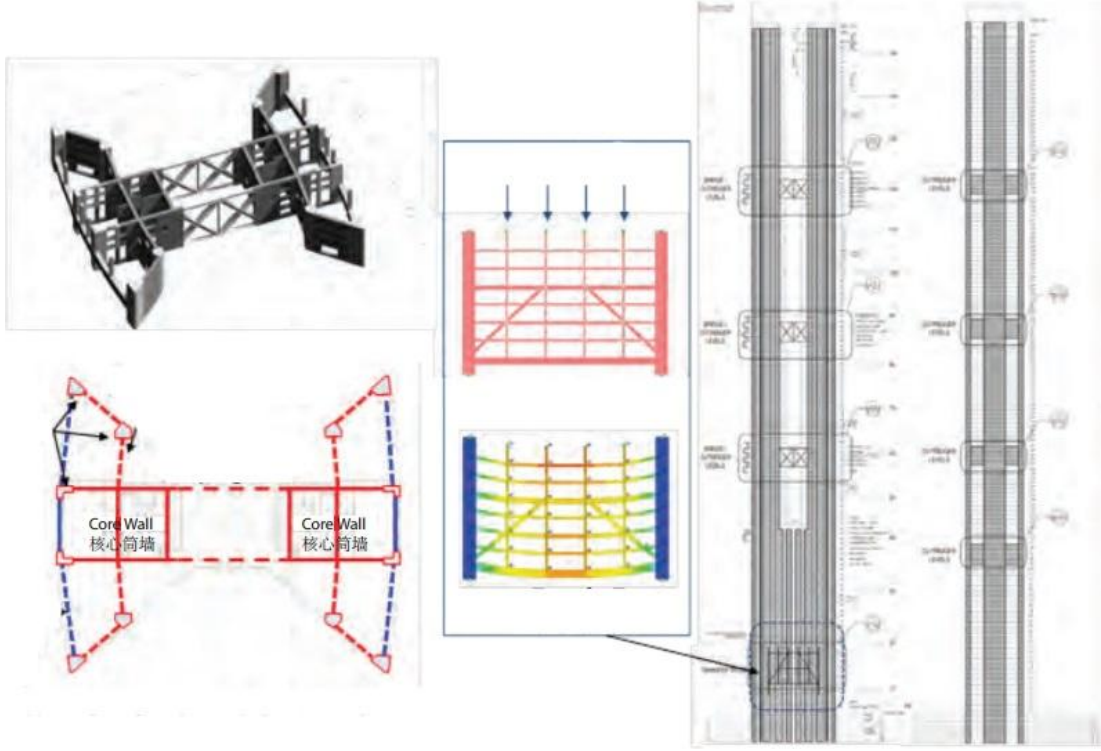
Incheon Kulesi'nin taşıyıcı sistemi, her iki kule için ayrı ayrı olmak üzere, perde duvarlı betonarme birer çekirdek ve mega kolonlu birer çerçeveden oluşmaktadır (Şekil 5.28). Her 30 katta bir olmak üzere 3 adet, 4 kat yüksekliğinde strüktürel çelik makaslar betonarme çekirdek ve çerçeveyi birbirine bağlamaktadır (Şekil 5.29). Bu makaslar yatay yönde salınımı azaltmak ve rijitliği artırmak için yapılmıştır (Şekil 5.30). Bu bağlantıların olduğu katlarda ayrıca iki kuleyi birbirine bağlamak için tekrar 4 kat yüksekliğinde gökköprüler tasarlanmıştır. Gökköprülerde mimari olarak kullanım alanı tasarlanmamıştır (Abdelrazaq, Poulos, Frances ve Ho-Kim, 2011).



Şekil 5.28. 102 Incheon Kuleleri, Gökköprü Kesiti ve Detayı.



Şekil 5.29. 102 Incheon Kuleleri, Katlara Göre Strüktür Şeması.



Şekil 5.30. 102 Incheon Kuleleri, Gökköprü Strüktür Şeması.

5.6. NAKHEEL KULESİ, DUBAİ, BAE, (TASARIM)

Çizelge 7. Nakheel Kulesi hakkında genel bilgiler.

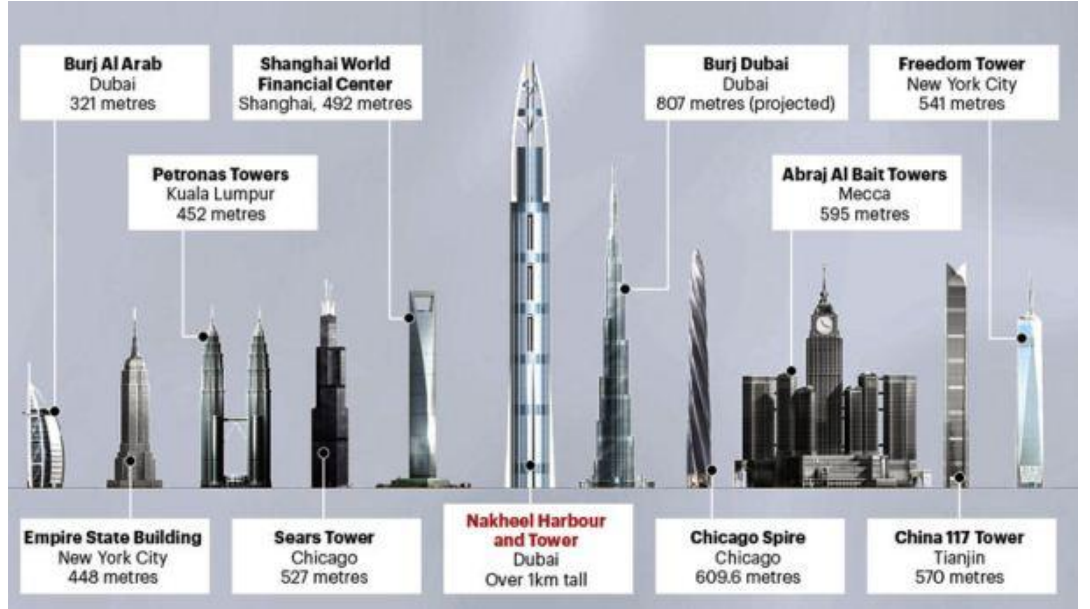


Şekil 5.31. Nakheel Kulesi, Gündüz Renderı (URL-16)

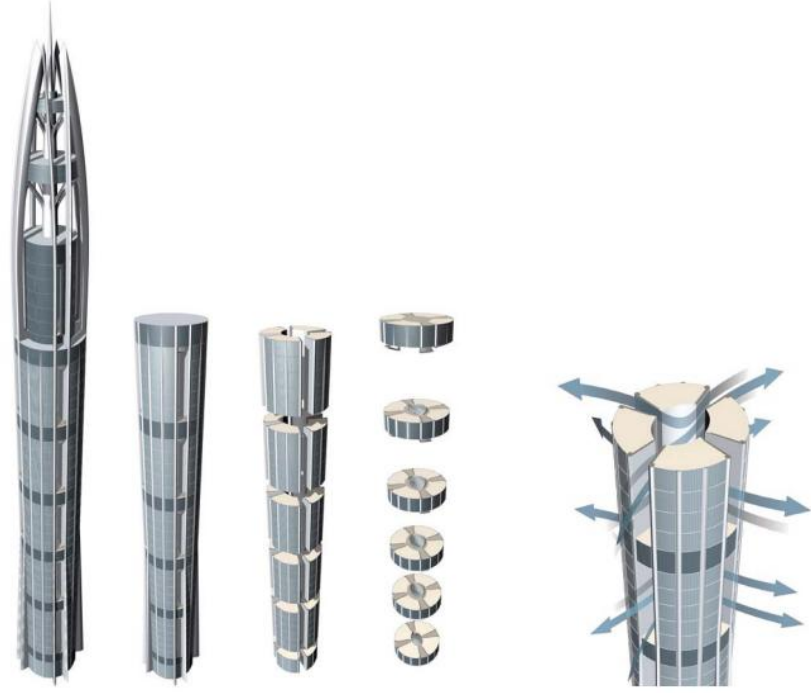
Yeri:	Dubai / Birleşik Arap Emirlikleri
Tamamlandığı Yıl:	
Mimari Tasarım:	Wodds Bagot
Fonksiyon:	Konut, Otel, Ofis Kompleksi
Kat Adedi / Yükseklik:	200 / 1000 metre
Taşıyıcı Sistem Türü / Malzemesi	Bilgi Yok / Betonarme
Cephe Sistemi:	Cam Giydirme Cephe
Gökköprü Adedi:	6
Gökköprü Konumu	50, 75, 100, 125, 150 ve 200. Katlar
Gökköprü Uzunluğu ve Yüksekliği:	Bilgi Yok / 3 kat
Gökköprü Fonksiyonu:	Park, Restoran, Havuz

5.6.1. Mimari Özellikleri

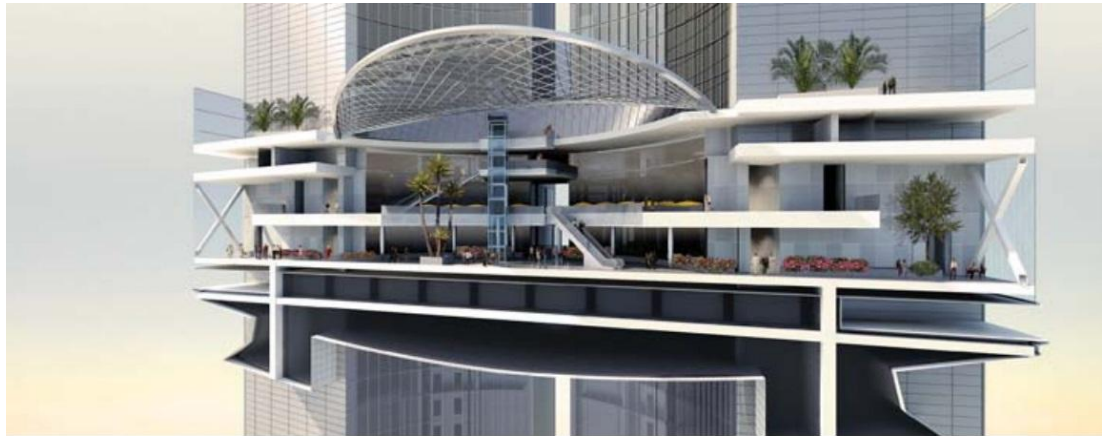
200 katlı Nakheel Kulesi 270 hektarlık bir alana yerleşmiştir. Tasarım 4 ayrı kuleden oluşmaktadır. Her 25 katta bir gökköprülerle birbirine bağlanmış bu kuleler arasındaki boşluklar, rüzgarın aralıklardan rahatlıkla geçerek, yapı üzerindeki etkisini azaltmayı hedeflemektedir (Şekil 5.33). Dört kuleyi birbirine bağlayan ve geçiş alanı oluşturan gökköprüler dört kulenin birbirine bağlanmasını sağlayarak formun rijitliğini artırmaktadır. Gökköprüler park, restoran, havuz gibi bölümler içermektedir (Şekil 5.34). Ekonomik sebeplerden dolayı yapımı durdurulan kulenin ancak subasman seviyesine kadar yapımı tamamlanabilmiştir (Low, Rahimian ve O'Brien, 2009).



Şekil 5.32. Nakheel Kulesi'nin Dünyaki Yüksek Yapılarla Karşılaştırılması.



Şekil 5.33. Nakheel Kulesi, Kule Elemanları ve Rüzgar Akış Şeması.



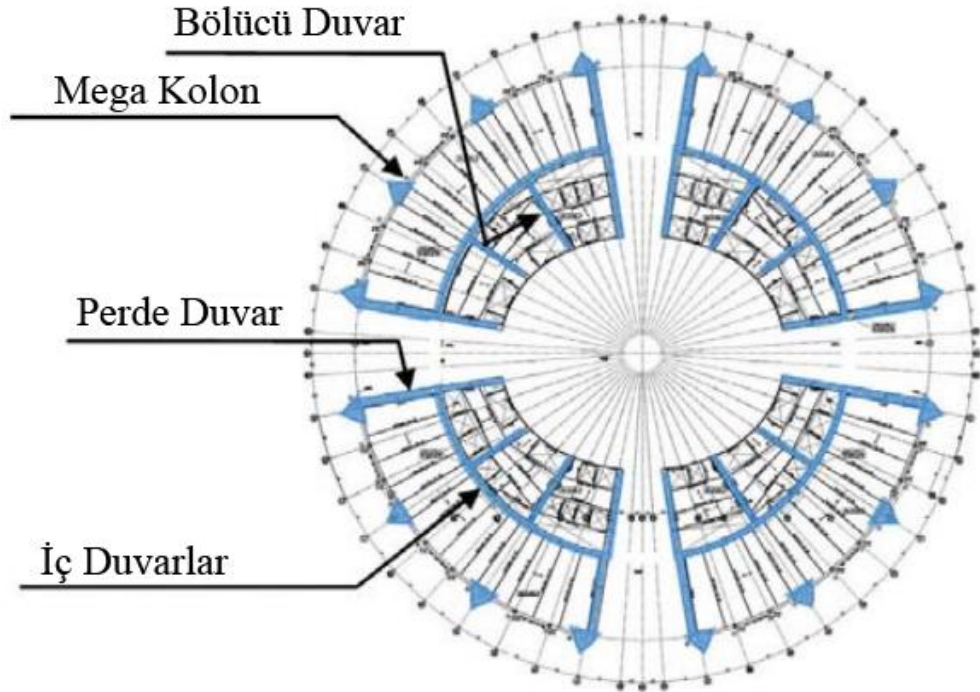
Şekil 5.34. Nakheel Kulesi, Gökköprü Kesiti.

5.6.2. Taşıyıcı Sistem Özellikleri

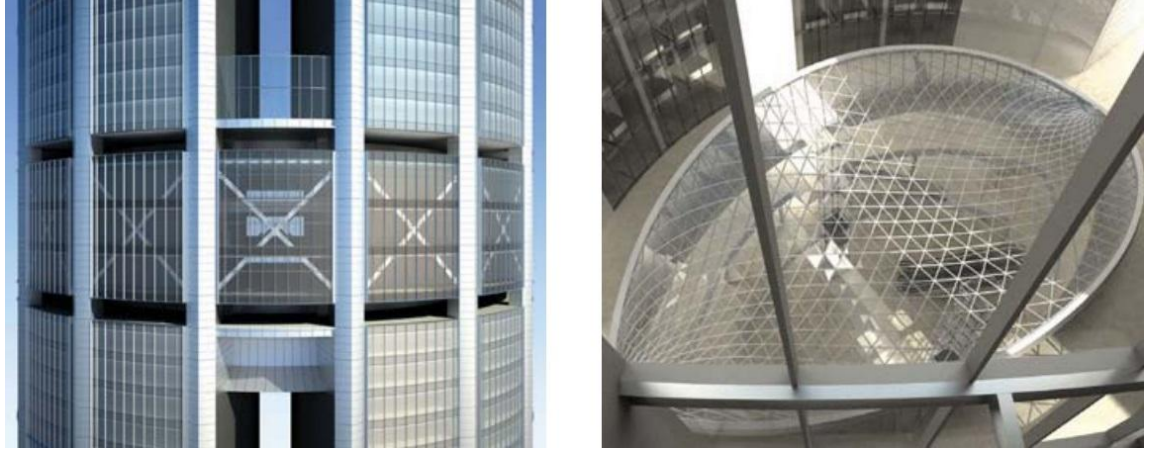
Dört ayrı kuleden oluşan Nakheel Kulesi'nin dairesel planının çapı 95 m'dir. Her bir kule mega kolonlar ve merkeze yönelmiş perde duvarları ile dairesel perde duvarları tarafından taşınmaktadır (Şekil 5.35). Her bir çeyrek kulede dörder adet olmak üzere, toplam 16 adet Kulede toplam 16 adet mega kolon bulunmaktadır (Şekil 5.36). Gökköprüler, 3 kat yüksekliğinde çelik çerçevelerle betonarme kolonlara bağlanmıştır, böylece hem binanın yükü hafiflemiş hem de rijitliği artırılmıştır (Şekil 5.37, Şekil 5.38) (Low, Rahimian ve O'Brien, 2009).



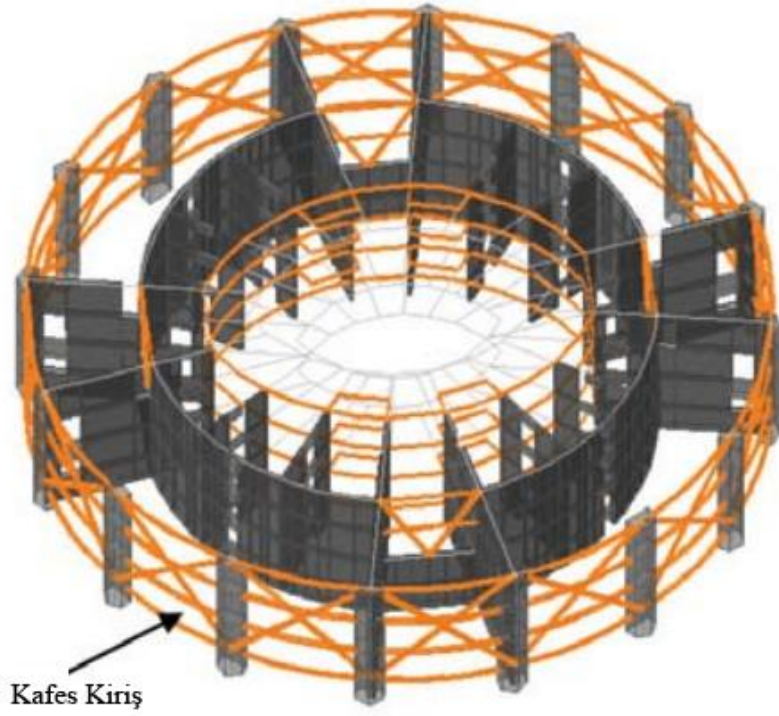
Şekil 5.35. Nakheel Kulesi Strüktür Modeli.



Şekil 5.36. Nakheel Kulesi, 16 Mega Kolon, Perde Duvarlar ve İç Duvarlar.



Şekil 5.37. Nakheel Kulesi, Gökköprü Modelleri.



Şekil 5.38. Nakheel Kulesi, Kafes Kirişlerin İzometrik Görüntüsü.

5.7. THE PINNACLE DUXTON, SİNGAPUR

Çizelge 8. Pinnacle Duxton hakkında genel bilgiler.



Şekil 5.39. Pinnacle Duxton, Gündüz Görünümü

Yeri:	Singapur
Tamamlandığı Yıl:	2009
Mimari Tasarım:	Khoo Peng Beng, Belinda Huang
Fonksiyon:	Konut
Kat Adedi / Yükseklik:	51 / 163 metre
Taşıyıcı Sistem Türü / Malzemesi	Bilgi Yok / Betonarme
Cephe Sistemi:	Prefabrike balkon ve pencereler
Gökköprü Adedi:	12
Gökköprü Konumu	26. ve 52. katlarda
Gökköprü Uzunluğu ve Yüksekliği:	En uzun 48 metre / 1 kat
Gökköprü Fonksiyonu:	Bahçe

5.7.1. Mimari Özellikleri

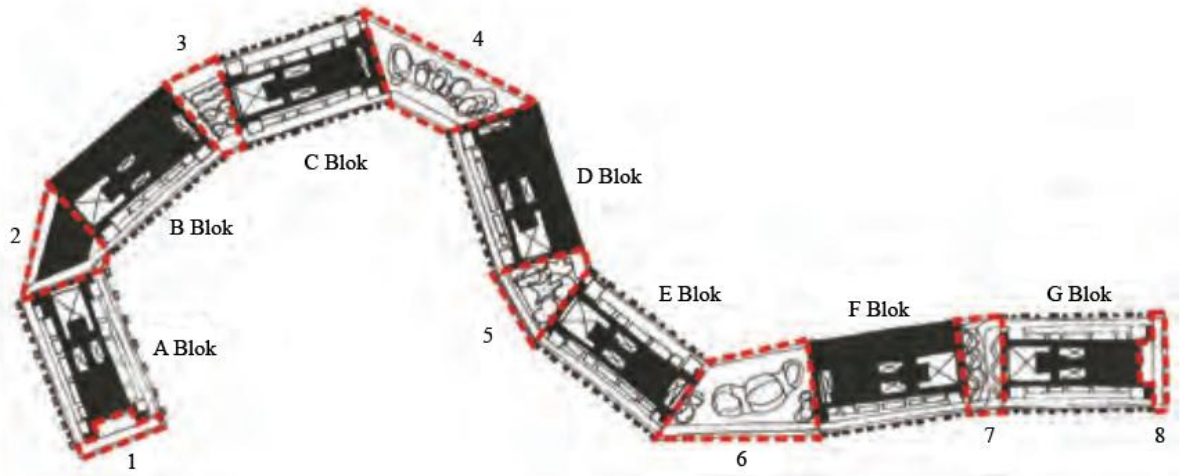
51 katlı ve 163 metre yükseklikte 7 kuleden oluşan 254.000 m² lik alan kaplayan ve kavisli yapısı olan The Pinnacle Duxton projesinin konsepti gökyüzündeki caddelerdir. 26. ve 50. katlarda 12 adet gökköprü bulunmaktadır (Şekil 5.40, Şekil 5.41, Şekil 5.42). Her bir köprü bahçe olarak tasarlanmıştır. Bu gökköprülerin yapım amacı hem seyir terası yaratmak hem de yangına karşı önlem almaktır (URL-19).



Şekil 5.40. Pinnacle Duxton, Gece Görünümü.



Şekil 5.41. Pinnacle Duxton, Gökköprülü Kat.



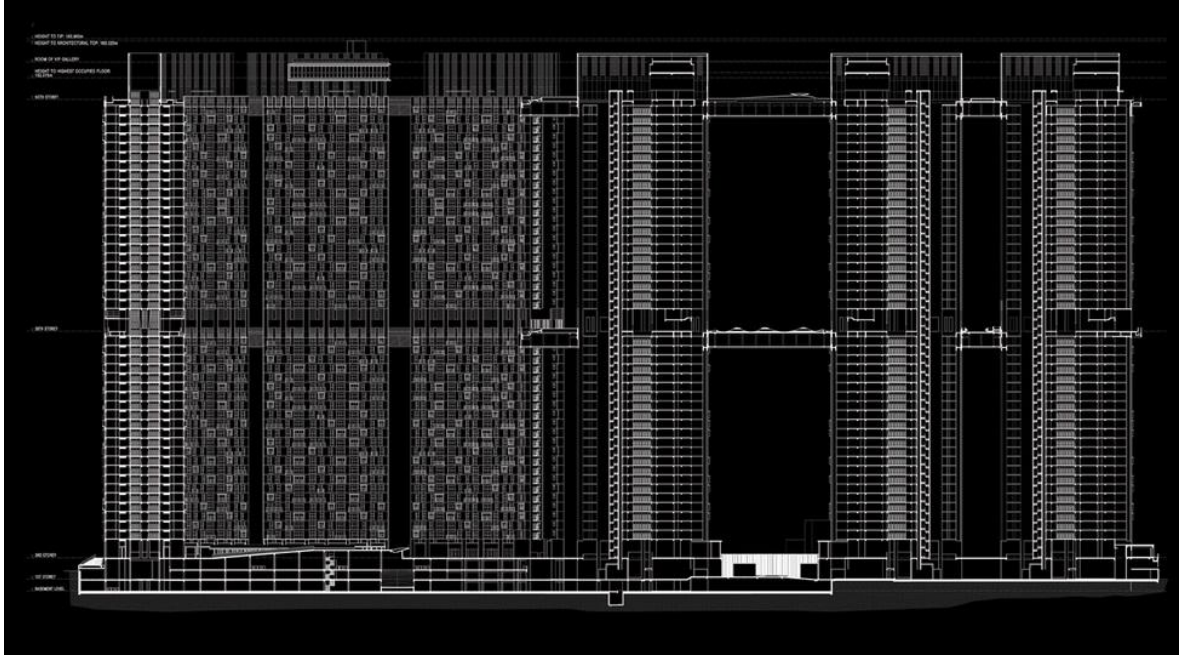
Şekil 5.42. Pinnacle Duxton, Gökköprülü 26. Kat Planı.

5.7.2. Taşıyıcı Sistem Özellikleri

Her bir gökköprünün genişliği 25 metredir. Ancak uzunlukları birbirlerinden farklıdır. En ağır gökköprü 350 ton ağırlığındadır. Gökköprüler de plana uygun şekilde kavslidir ve makaslar çelik halatlarla 4 kolona saplanmıştır (Şekil 5.43, Şekil 5.44) (URL-19).



Şekil 5.43. Pinnacle Duxton, Gökköprü.



Şekil 5.44. Pinnacle Duxton, Kesit.

Yapının prefabrike beton elemanları sahada bir araya getirilip inşa edilmiştir. (Şekil 5.45). Cephe elemanları; pencereler ve balkonlar modüler paneller halinde birleştirilmiştir. Bu elemanlar kolonlara ve kirişlere de sonradan dahil olmuştur (URL-19).



Şekil 5.45. Pinnacle Duxton, Gökköprü Strüktürü.

5.8. KEPPEL BAY, SİNGAPUR

Çizelge 9. Keppel Bay hakkında genel bilgiler.



Şekil 5.46. Keppel Bay, Gündüz Renderi (URL-20)

Yeri:	Singapur
Tamamlandığı Yıl:	2011
Mimari Tasarım:	Studio Daniel Libeskind
Fonksiyon:	Konut
Kat Adedi / Yükseklik:	24-41 / 175 metre
Taşıyıcı Sistem Türü / Malzemesi:	Bilgi Yok / Betonarme
Cephe Sistemi:	Cam Giydirme Cephe
Gökköprü Adedi:	9
Gökköprü Konumu	Farklı katlarda
Gökköprü Uzunluğu ve Yüksekliği:	15 – 24 metre / 3 kat
Gökköprü Fonksiyonu:	Bahçe

5.8.1. Mimari Özellikleri

Singapur'daki Keppel Limanı'na konumlanan Keppel Bay kompleksi bulunduğu bölgedeki doğanın formlarından ilham alarak tasarlanmıştır. Etrafında çevrili olan su ve bitki örtüsü sebebiyle müşterilerin ilgi odağı olan proje, farklı tipolojilerden ve farklı tasarımlı daire tiplerinden oluşmaktadır. 1.129 konut dairesinden oluşan proje sürdürülebilirlik kriterlerine de uygunluğu açısından, enerji verimli aydınlatma elemanlarından, bahçe sulamada kullanılmak üzere yağmur suyu toplama depolarından, hareket sensörlü elemanlardan oluşmaktadır.

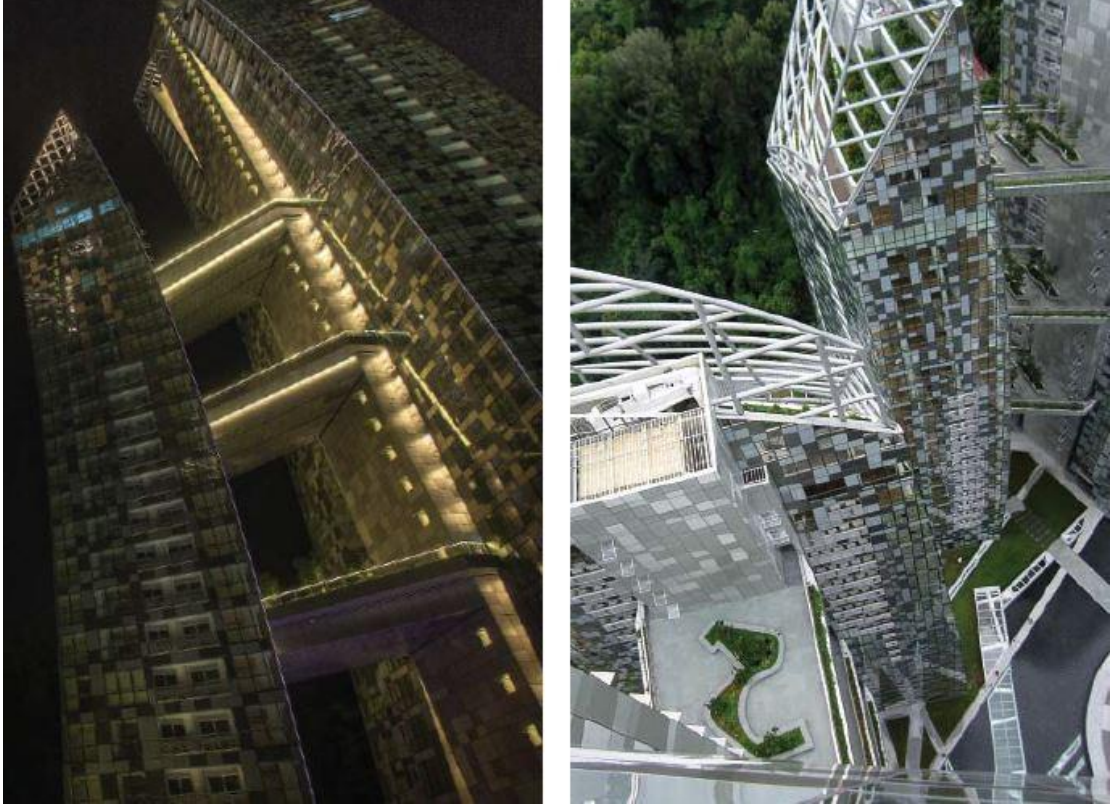
Projede 11 adet villa, 3 adet 24 katlı ve 3 adet 41 katlı kuleler ve bu kuleleri yeşil alan yaratmak amacıyla belirli katlarda birbirlerine bağlayan 9 adet gökköprü bulunuyor (Şekil 5.47).



Şekil 5.47. Keppel Bay, Gündüz Renderi (URL-21).

5.8.2. Taşıyıcı Sistem Özellikleri

Betonarme perde duvarlı taşıyıcı sistemi olan projenin temelinde radye temel kalıp sistemi uygulanmıştır. Geçtiği açıklık 15 ve 24 metre arasında değişen 3 kat yüksekliğindeki 9 adet gökköprünün taşıyıcı sistem malzemesi çeliktir (Şekil 5.48).



Şekil 5.48. Keppel Bay Gökköprüleri. 2012 Awards Books – Reflections at Keppel Bay.

5.9. HANGZHOU KENT MERKEZİ BİNASI, HANGZHOU, ÇİN

Çizelge 10. Hangzhou hakkında genel bilgiler.



Şekil 5.49. Hangzhou Kuleleri, Gündüz Görünümü (URL-23).

Yeri:	Hangzhou, Çin
Tamamlandığı Yıl:	2012
Mimari Tasarım:	Bilgi Yok
Fonksiyon:	İdari Yönetim, Ofis
Kat Adedi / Yükseklik:	26 / 109 metre
Taşıyıcı Sistem Türü / Malzemesi	Perde Duvarlı Sistem / Kompozit
Cephe Sistemi:	Cam Giydirme Cephe
Gökköprü Adedi:	6
Gökköprü Konumu	85. metre / 23. kat
Gökköprü Uzunluğu ve Yüksekliği:	72 metre / 2 kat
Gökköprü Fonksiyonu:	Bilgi Yok

5.9.1. Mimari Özellikleri

Hangzhou Civic Center projesi uluslararası bir yarışmada 69 öneri içinden seçilmiş ve 10 yıllık tasarım ve uygulama sürecinden geçmiştir. Tarihi şehir dokusuna çok yakın olan proje hem yüksekliğiyle hem de yatayda kapladığı alanıyla kentsel tasarım tipolojisine yenilik getirmiştir. Bu yüzden Hangzhou şehrinin nirengisi olarak kabul edilmektedir. Projede her biri 109 metre uzunluğundaki 6 kuleyi 85 metrede birbirine bağlayan 6 adet 72 metre uzunluğunda gökköprü bulunmaktadır (Şekil 5.50) (Linxue, 2014).

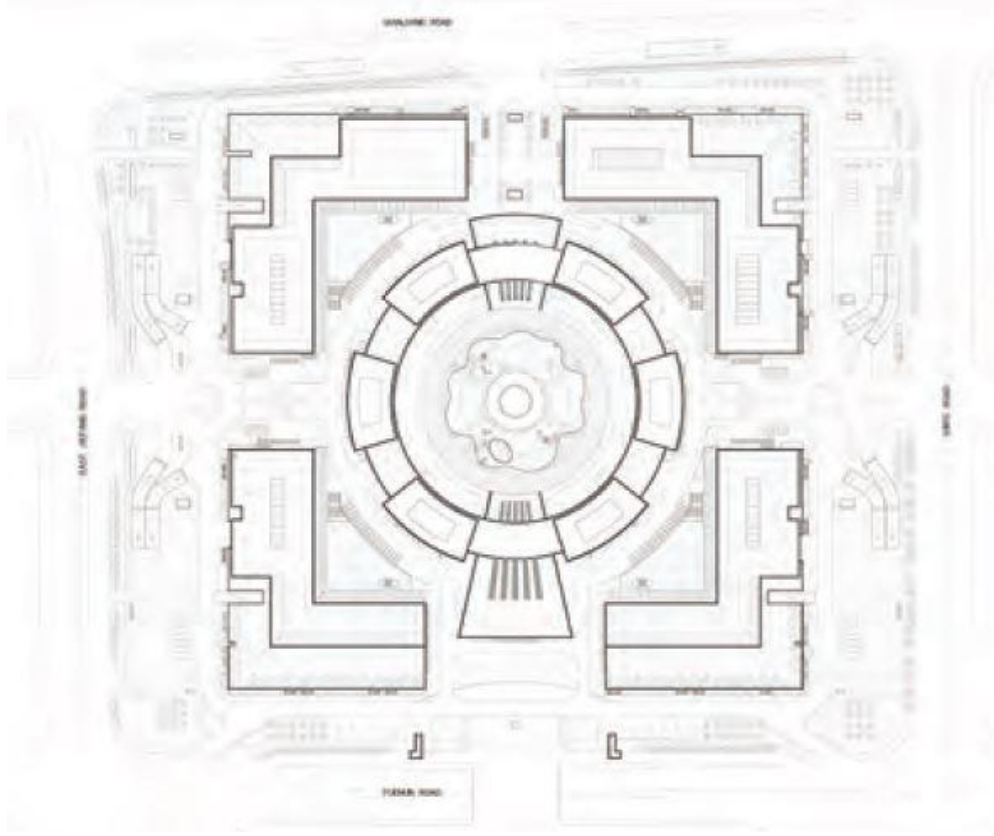


Şekil 5.50. Hangzhou Kuleleri, Gündüz Renderı. Hangzhou Civic Center (Linxue, 2014).

Proje kentsel tasarım alanında Hangzhou şehrine 3 büyük yenilik getirmiştir. İlki, insan merkezli tasarım olan Roma'daki Pantheon'dan esinlenerek bu mega strüktürün kamu alanlarıyla ve şehirle de bağlantılı olarak tasarlanmış oluşudur. İkincisi, tüm fonksiyonların, sirkülasyonun ve peyzajın sistematik bir şekilde iç içe çözülmüş olmasıdır. Araç yolları, metro hattı, yaya yolları bu sistem çerçevesinde planlanmıştır. Üçüncüsü, yeni bir ofis tasarım anlayışının olmasıdır. Müşterinin isteği üzerine ekolojik ve şeffaf ofis alanları düşünülmüş, her katın ulaşabileceği bahçeli teraslar tasarlanmıştır.

5.9.2. Taşıyıcı Sistem Özellikleri

Perde duvarlı taşıyıcı sistem türü olan projede 6 adet gökköprü bulunmaktadır (Şekil 5.51). Prefabrike olarak üretilen çelik strüktürlü bu gökköprüler sahada 85. metreye monte edilmiş, yangın gibi acil tahliye gerektiren zamanlarda güvenliği sağlamak amacıyla tasarlanmıştır (Linxue, 2014).



Şekil 5.51. Hangzhou Kuleleri Planı.

5.10. BAHREYN DÜNYA TİCARET MERKEZİ, MANAMA, BAHREYN

Çizelge 11. Bahreyn Dünya Ticaret Merkezi hakkında genel bilgiler.

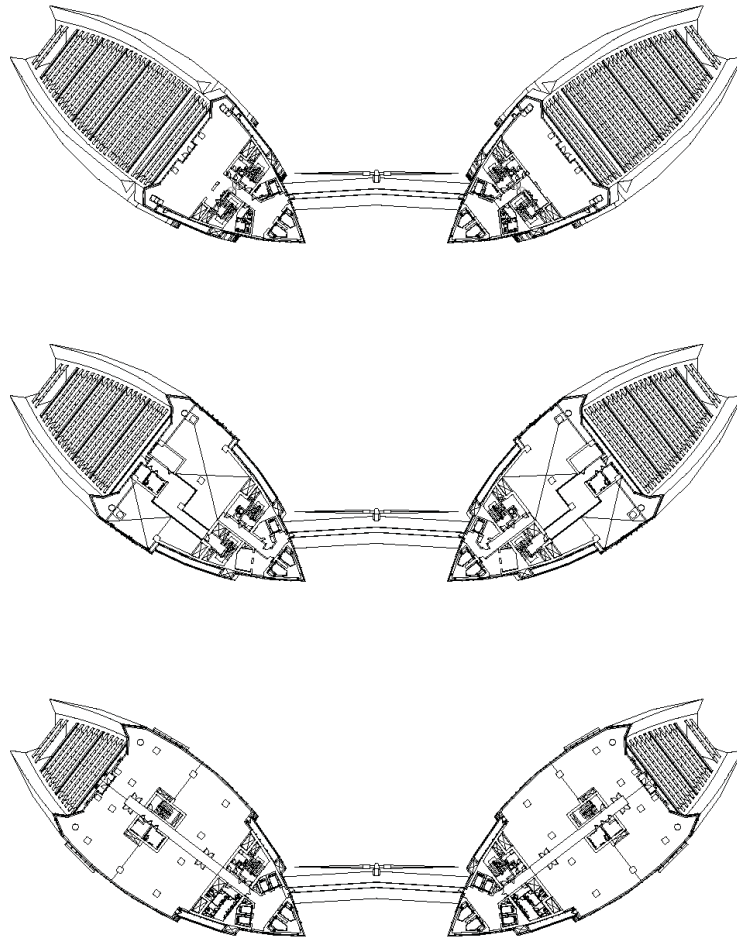


Şekil 5.52. Bahreyn Dünya Ticaret Merkezi, Gündüz Renderı (URL-24).

Yeri:	Manama, Bahreyn
Tamamlandığı Yıl:	2008
Mimari Tasarım:	The Atkins
Fonksiyon:	Ofis, Otel, Alışveriş Merkezi
Kat Adedi / Yükseklik:	42 / 240 metre
Taşıyıcı Sistem Türü / Malzemesi:	Perde Duvarlı Sistem / Kompozit
Cephe Sistemi:	Giydirme Cam Cephe
Gökköprü Adedi:	3
Gökköprü Konumu	15, 25 ve 35.
Gökköprü Uzunluğu ve Yüksekliği:	31.7 metre / Bilgi Yok
Gökköprü Fonksiyonu:	Rüzgar Türbini

5.10.1. Mimari Özellikleri

Ofis ve otel kompleksi olarak tasarlanan Bahreyn Dünya Ticaret Merkezi'nin 120.000 m²lik inşaat alanı bulunmaktadır. Bu büyüklükte (29 metre) çapındaki rüzgar türbinlerinin yapıya entegre edildiği ilk kuleler örneğidir. Bu rüzgar türbinleri 15., 25. ve 35. katlarda bulunan gökköprüler aracılığıyla taşınmaktadır. Bu yenilik, tüm dünyada sürdürülebilir tasarım açısından farkındalık yaratmıştır. Bu yapı, tasarımcılara ve işverenlere karbon emisyonunu azaltabilmek için yenilenebilir enerji sistemlerini kullanmaları konusunda öncülük etmiştir. Sürdürülebilir yapılar arasında, en fazla geri dönüştürülebilir enerjiyi sağlama açısından önemli bir yere sahiptir. Bu yüzden sosyal, ekonomik ve çevresel etkileri sayesinde, BWTC Manada' da ulusal gurur kaynağı olarak anılmaktadır (Parker ve Wood, 2013).



Şekil 5.53. Bahreyn Dünya Ticaret Merkezi, Kat Planları (URL-25).

5.10.2. Taşıyıcı Sistem Özellikleri

Betonarme perde duvarlı taşıyıcı sistemi olan projenin temelinde radye temel sistemi uygulanmıştır. 31.7 metrelik açıklıkları olan ve rüzgar türbininin strukturünü oluşturan gökköprülerin her biri 60 tonluk yük taşımaktadır ve taşıyıcı sistem malzemesi çeliktir.



Şekil 5.54. Bahreyn Dünya Ticaret Merkezi, Yapım Aşaması.



Şekil 5.55. Bahreyn Dünya Ticaret Merkezi, Rüzgar Türbinli Gökköprü Katı.

5.11. UPHILL KULELERİ, İSTANBUL, TÜRKİYE

Çizelge 12. Uphill Kuleleri hakkında genel bilgiler.



Şekil 5.56. Uphill Kuleleri, Gündüz Görünümü.

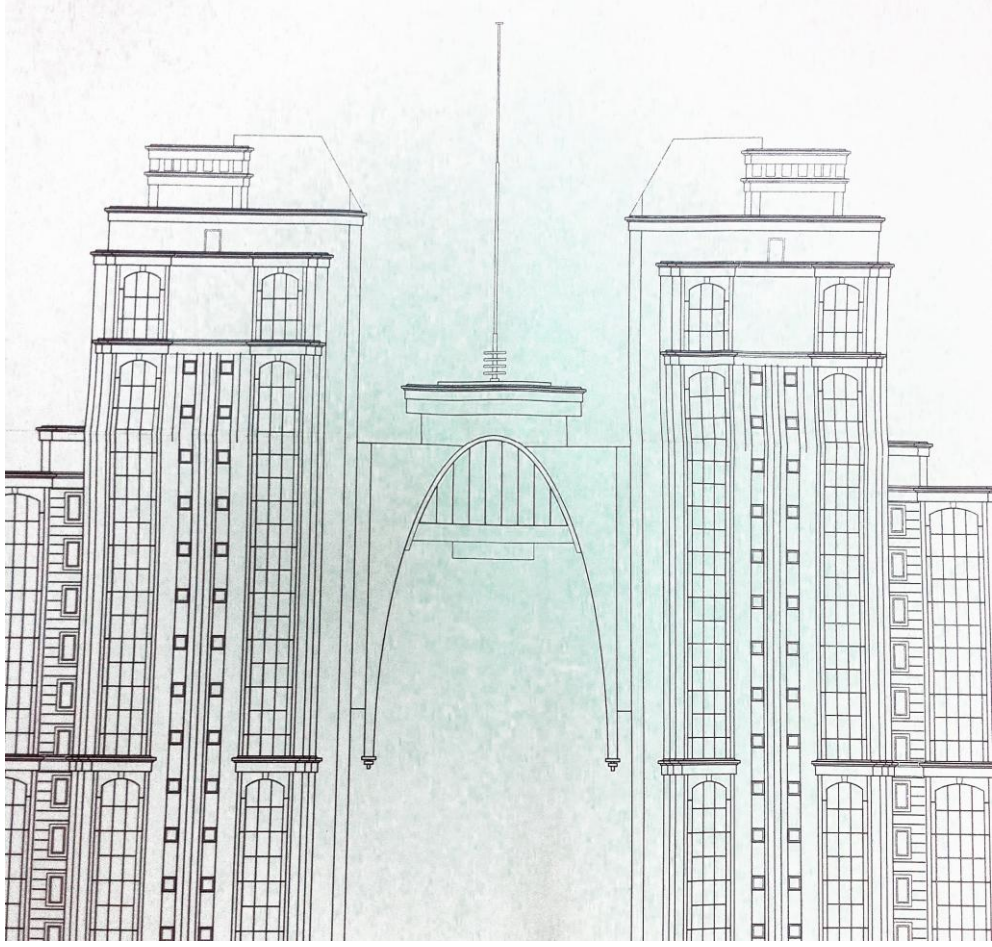
Yeri:	İstanbul, Türkiye
Tamamlandığı Yıl:	2008
Mimari Tasarım:	Khoo Peng Beng, Belinda Huang
Fonksiyon:	Ofis
Kat Adedi / Yükseklik:	31 / 95 metre
Taşıyıcı Sistem Türü / Malzemesi:	Perde Duvarlı Sistem / Betonarme
Cephe Sistemi:	Cam Giydirme Cephe
Gökköprü Adedi:	1
Gökköprü Konumu	78.50 metre / 25. Kat
Gökköprü Uzunluğu ve Yüksekliği:	34.50 metre / 6.35 metre
Gökköprü Fonksiyonu:	Restoran - Kafe

5.11.1. Mimari Özellikleri

İstanbul, Ataşehir’de bulunan Uphill Court toplu konut projesi 19 bloklu konut binası, 2 kule, 5.000 m² lik alışveriş merkezi ve 75.000 m² lik yeşil alan ve sosyal tesislerden oluşuyor. Projenin 2 kulesini oluşturan Uphill Kuleleri, birbirlerine 78.50 metrede ve 25. katta gökköprü ile bağlanmaktadır (Şekil 5.57, Şekil 5.58). Her bir kulenin yüksekliği 95 metredir ve her bir kule 31 kattan oluşmaktadır. 34.50 metre uzunluğundaki, 5.80 metre genişliğindeki gökköprü kafe, restoran olarak tasarlanmış olup sonradan işlevini kaybetmiştir ve Türkiye’de 2 kuleyi birbirine bağlayan ilk gökköprüdür (Tekfen Yapı).



Şekil 5.57. Uphill Kuleleri, Cephe (Söyek, 2015).

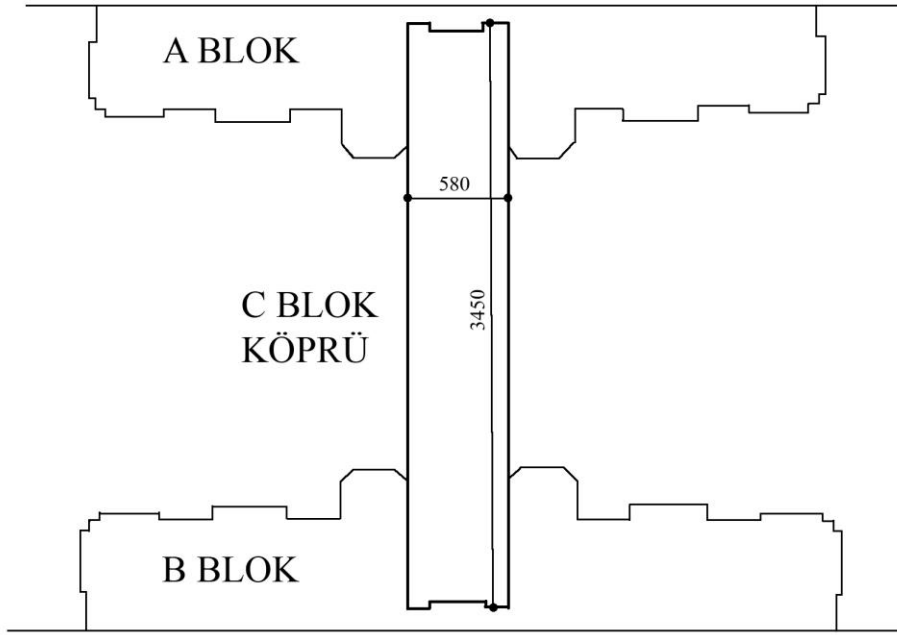


Şekil 5.58. Uphill Kuleleri Cephe (Belediye Projesi).

5.11.2. Taşıyıcı Sistem Özellikleri

Betonarme perde duvarlı taşıyıcı sistemi olan projenin konut binalarında radye temel üzerine tünel kalıp uygulaması yapılmış olup, Uphill Kuleleri Residence binasında fore kazık sistemi üzerine radye temel uygulaması yapılmıştır. Gökköprünün taşıyıcı sistem malzemesinde 34.50 metrelik açıklığı geçebilmek için çelik kullanılmıştır (Şekil 5.59, Şekil 5.60) (Tekfen Yapı).

25. - 26. KAT



Şekil 5.59. Uphill Kuleleri, Gökköprü Planı (Belediye Projesi).



Şekil 5.60. Uphill Kuleleri, Gökköprü (Söyek, 2015).

5.12. DUMANKAYA İKON, İSTANBUL, TÜRKİYE

Çizelge 13. Dumankaya İkon hakkında genel bilgiler.



Şekil 5.61. Dumankaya İkon, Gündüz Görünümü (URL-26).

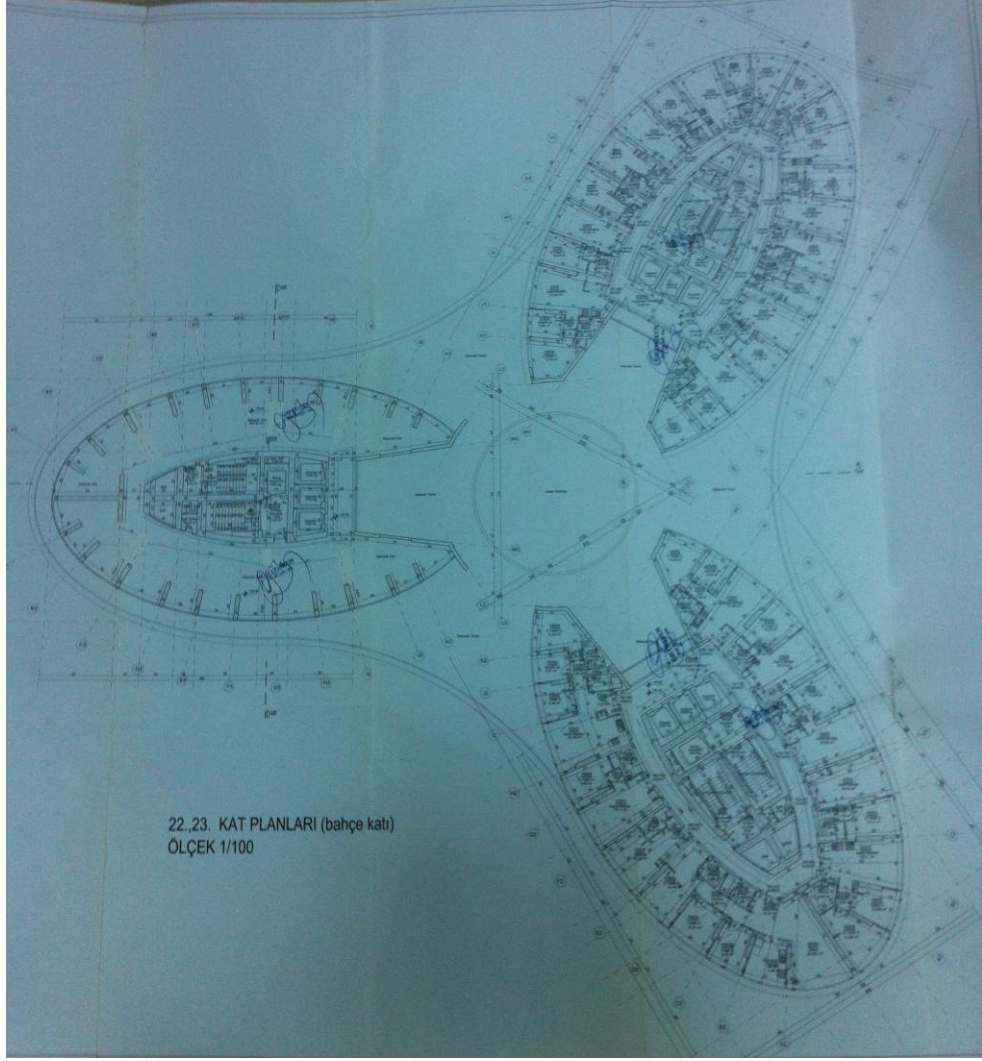
Yeri:	İstanbul / Türkiye
Tamamlandığı Yıl:	2012
Mimari Tasarım:	TAGO Mimarlık
Fonksiyon:	Konut, Alışveriş Merkezi
Kat Adedi / Yükseklik:	41 / 149 metre
Taşıyıcı Sistem Türü / Malzemesi:	Perde Duvarlı Sistem / Betonarme
Cephe Sistemi:	Cam Giydirme Cephe
Gökköprü Adedi:	9 adet
Gökköprü Konumu	12., 22. ve 32. kat
Gökköprü Uzunluğu ve Yüksekliği:	Bilgi Yok /1 Kat
Gökköprü Fonksiyonu:	Bahçe, Seyir Terası, Tesisat Katı

5.12.1. Mimari Özellikleri

İstanbul, Yenisahra’da bulunan Dumankaya İkon toplu konut projesi 41 katlı ve 149 metre yüksekliğinde 3 kuleden oluşuyor. Projede 1022 daire, 37 ofis, yüzme havuzu, seyir terasları ve yürüyüş yolları bulunmaktadır. 3 kule birbirlerine 12., 22. ve 32. katlarda gökköprü ile bağlanmaktadır (Şekil 5.62). Gökköprüler, bahçe ve seyir terası olarak tasarlanmış olup, aynı zamanda gökköprülerin bulunduğu katlar tesisat katıdır (URL-27).



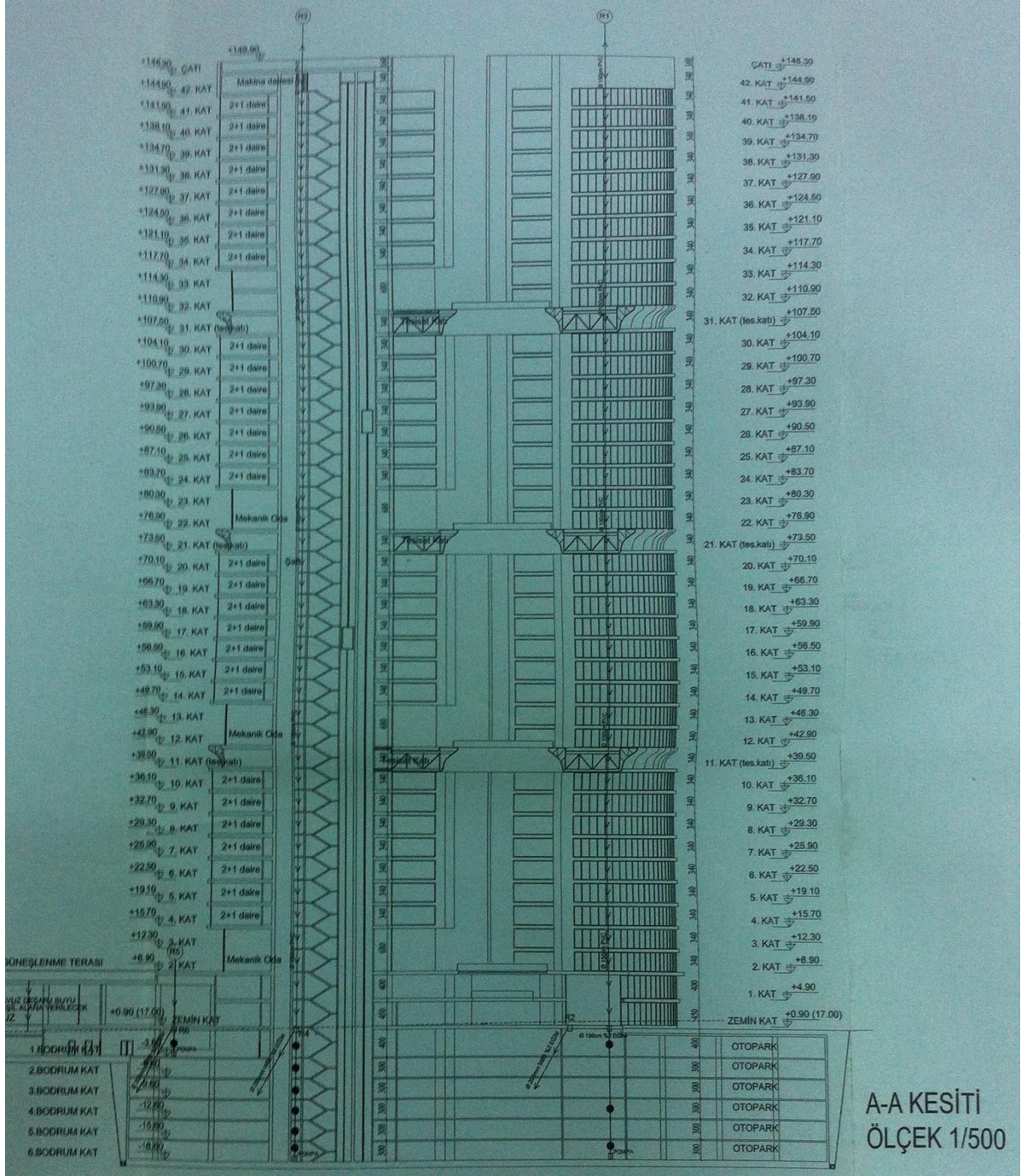
Şekil 5.62. Dumankaya İkon, Gökköprü.



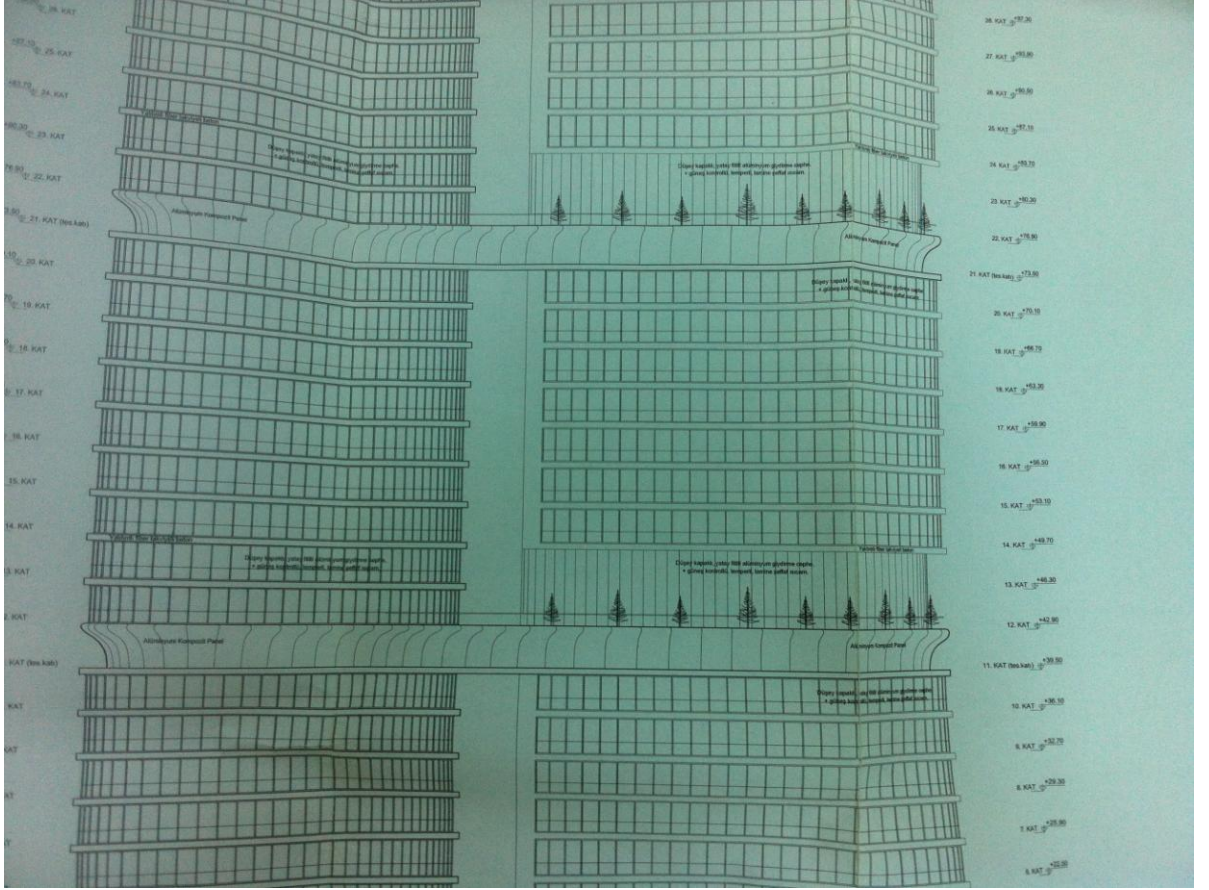
Şekil 5.63. Dumankaya İkon, Gökköprülü Kat Planı (Belediye Projesi).

5.12.2. Taşıyıcı Sistem Özellikleri

Betonarme perde duvarlı taşıyıcı sistemi olan projenin temelinde radye temel üzeri konvansiyonel kalıp sistemi uygulanmıştır. Gökköprünün taşıyıcı sistem malzemesinde betonarme plaklar kullanılmıştır (Şekil 6.64). 25 cm plak beton kalınlığı ve 75 cm wendel kirişleri ile birlikte toplam 100 cm betonarme plak taşıyıcı sistem oluşturulmuştur (URL-28).



Şekil 5.64. Dumankaya İkon, Kesit (Belediye Projesi)



Şekil 5.65. Dumankaya İkon, Cephe (Belediye Projesi)

6. DÜNYADAKİ VE TÜRKİYE'DEKİ 12 GÖKKÖPRÜLÜ YÜKSEK YAPININ DEĞERLENDİRİLMESİ

Çizelge 14. Gökköprülerin strüktürel açıdan analizi.

Yapının Adı	Kat Adedi	Yapının Taşıyıcı Sistem Türü	Yapının Taşıyıcı Sistem Malzemesi	Gökköprü Taşıyıcı Sistem Malzemesi	Gökköprü Açıklığı	Gökköprü Yüksekliği
Petronas İkiz Kuleleri	88	Çerçeve ve Çekirdek	Kompozit	Çelik	58.4 metre	2 kat
Marina Bay Sands	57	Perde Duvarlı Sistem	Kompozit	Çelik	200 metre	1 kat
Gate Kuleleri	66	Perde Duvarlı Sistem	Betonarme	Çelik	300 metre	3 kat
The Linked Hybrid	21	Perde Duvarlı Sistem	Betonarme	Çelik	20-60 metre	2 kat
102 Incheon Kuleleri	151	Yatay kafes kirişli -kuşaklı mega çerçeve ve çekirdek	Kompozit	Çelik	Bilgi Yok	4 kat
Nakheel Kulesi	200	Bilgi Yok	Betonarme	Çelik	Bilgi Yok	3 kat
The Pinnacle Duxton	51	Bilgi Yok	Betonarme	Çelik	48 metre	1 kat
Keppel Bay	24-41	Bilgi Yok	Betonarme	Çelik	24 metre	3 kat
Hangzhou Kent Merkezi	26	Perde Duvarlı Sistem	Kompozit	Çelik	72 metre	2 kat
Bahreyn Dünya Ticaret Merkezi	42	Perde Duvarlı Sistem	Kompozit	Çelik	31.7 metre	Bilgi Yok
Uphill Kuleleri	31	Perde Duvarlı Sistem	Betonarme	Çelik	34.50 metre	1 kat
Dumankaya İkon	41	Perde Duvarlı Sistem	Betonarme	Betonarme	Bilgi Yok	1 kat

Çizelge 15. Gökköprülerin mimari açıdan analizi.

Yapının Adı	Fonksiyonu	Kat Adedi	Kule Adedi	Gökköprü Adedi	Gökköprü Konumu	Gökköprü Yüksekliği	Gökköprü Fonksiyonu
Petronas İkiz Kuleleri	Ofis	88	2	1	41. Kat	2 kat	Restoran
Marina Bay Sands	Otel, Tiyatro Restoran, Müze	57	3	1	57. Kat	1 kat	Seyir Terası, Havuz, Restoran
Gate Kuleleri	Konut	66	3	1	63. Kat	3 kat	Lüks Konut
The Linked Hybrid	Konut, Otel Ofis, Okul	21	8	7	12 ve 18. Kat	2 kat	Havuz, Spor Salonu, Sergi Alanı, Restoran
102 Incheon Kuleleri	Konut, Otel, Ofis	151	2	3	60, 90 ve 120. Kat	4 kat	Mekanik Kat
Nakheel Kulesi	Konut, Otel Ofis	200	4	6	50, 75, 100, 125, 150 ve 200. Kat	3 kat	Park, Restoran, Havuz
The Pinnacle Duxton	Konut	51	7	12	26 ve 52. kat	1 kat	Bahçe
Keppel Bay	Konut	24-41	6	9	Farklı Katlarda	3 kat	Bahçe
Hangzhou Kent Merkezi	Ofis	26	6	6	23. Kat	2 kat	Bilgi Yok
Bahreyn Dünya Ticaret Merkezi	Ofis, Otel, AVM	42	2	3	15, 25 ve 35. Kat	Bilgi Yok	Rüzgar Türbini
Uphill Kuleleri	Ofis	31	2	1	25. Kat	1 Kat	Restoran
Dumankaya İkon	Konut, AVM	41	3	6	12, 22 ve 32. Kat	1 kat	Seyir Terası, Bahçe

Çizelge 14’te görüldüğü gibi kat adedi 21 ve 200 kat arasında değişen Nakheel Kulesi hariç yapımı tamamlanmış, taşıyıcı sistem türleri çerçeve ve çekirdek sistem, perde duvarlı sistem ve yatay kafes kirişli – kuşaklı mega çerçeveli sistem olan, taşıyıcı sistem malzemeleri kompozit ve betonarme olan yapıların gökköprüleri strüktürel açıdan analiz edilmiş, Dumankaya İkon hariç gökköprülerin taşıyıcı sistem malzemelerinin çelik olduğu görülmüştür. 20 metre ile 300 metre aralığında değişen açıklıkları geçen bu köprülerin yüksekliklerinin de 1, 2, 3 ve 4 kat aralığında olduğu görülmektedir.

Çizelge 15’te de görüldüğü gibi kat adedi 21 ve 200 kat arasında değişen Nakheel Kulesi hariç yapımı tamamlanmış, çoğunluğu ofis, otel ve konut fonksiyonlarında, 2 ile 8 arasında değişen kuleye sahip yapıların gökköprüleri, bazı örneklerde rijitliği artırmak için 2 kule arasında düşeyde belirli aralıklarla sıralanırken, bazı örneklerde de birden fazla kule arasında bağlantı sağlamak, güvenliği artırmak amacıyla yatayda sıralanmış olduğu görülmüştür. Yükseklikleri 1, 2, 3 ve 4 kat arasında değişen bu gökköprülerin fonksiyonları da seyir terası, havuz, restoran, konut, mekanik kat, bahçe, rüzgar türbini olmak üzere değişkenlik göstermektedir.

7. SONUÇ VE ÖNERİLER

Dünya Ticaret Merkezi'ne yapılan saldırı, yüksek binalardaki güvenlik önlemlerine verilen önemin artırılmasını sağlamış, daha güvenli, strüktür açısından daha güçlü, yangına daha dayanımlı binaların yapımını başlatmıştır. Gökköprüler bu özelliklerin artırılmasına büyük katkıda bulunmuştur.

Sonuç olarak çalışmada elde edilen bulguların analizi ışığında, yüksek yapılardaki gökköprülerin taşıyıcı sistemleri, taşıyıcı sistem malzemeleri, fonksiyonu, geçtikleri açıklık gibi veriler incelenmiş ve aşağıdaki sonuçlara varılmıştır.

1 tanesi (Nakheel Kulesi) hariç yapımı tamamlanmış, kat aralıkları 21 ve 200 kat arasında değişen, yükseklikleri 68 metre ve 1000 metre arasında olan, taşıyıcı sistem malzemeleri kompozit veya betonarme olan gökköprülü yüksek yapı örnekleri incelenmiş, 1 yapı (Dumankaya İkon) hariç hepsindeki gökköprü taşıyıcı sistem malzemesinin çelik olduğu görülmüştür. Yükseklikleri 1, 2, 3 ve 4 kat arasında değişen bu gökköprülerin fonksiyonları da seyir terası, havuz, restoran, konut, mekanik kat, bahçe, rüzgar türbini olmak üzere değişkenlik göstermektedir. Bazı örneklerde rijitliği artırmak için 2 kule arasında düşeyde belirli aralıklarla sıralanırken, bazı örneklerde de birden fazla kule arasında bağlantı sağlamak, güvenliği artırmak amacıyla yatayda sıralanmış olduğu görülmüştür. Dumankaya İkon projesindeki köprülerin ise gökköprü tanımına uyup uymadığı tartışmaya açıktır.

Gökköprüler, yüksekte halka açık kamusal alanlar oluşturmaları sebebiyle şehir plancılarının, bahçe, havuz gibi fonksiyonları barındırıyor olmaları sebebiyle peyzaj mimarlarının, strüktürel hesaplar ve detaylar konusunda inşaat mühendislerinin de bilgilerinden yararlanılması gereken bir konudur.

Köprünün kuleyle bağlantı kurduğu yer, çekirdekle ilişkisi, bu köprülere ulaşımın kolaylıkla nasıl sağlanacağı kriterleri gökköprü tasarımının başlıca esaslarıdır. Yine bu bölgedeki güvenlik konusunun da ayrıca önem taşıdığı görülmüştür. Strüktürel ve

çevresel etkilerin de gökköprülerin tasarımını etkileyen faktörler arasında olduğu anlaşılmıştır. Köprü genişliği, ana kuleye etki eden yük, gökköprünün bulunduğu yükseklikteki güneş, yağmur, rüzgar koşulları ve deprem etkisi köprü tasarımını ve köprüde kullanılacak malzeme çeşidini etkilediği görülmektedir.

Gökköprüler yangın merdiveni sayısında artırma yapmadan hızlı tahliye verimliliğini sağlarlar. Yeryüzüne inmeye gerek kalmadan, halka açık veya kapalı birçok aktiviteye olanak sağlarlar. Spor kulübü, sanat galerisi, oyun alanı, yeşil alan, restoran, havuz gibi alanların kullanımına elverişlidirler. Yayaları kötü hava şartlarına (sıcak, soğuk, yağmurlu vs.) karşı korurlar. Geceleri da yayalar için daha güvenli bir yol haline gelirler. Gökköprülerin bulunduğu yer de stratejik önem taşır. Ayrıca kulelerin birbirlerine gökköprülerle bağlanması, yatay yönde rüzgar yükünü azaltacağından, yapının rijitlik derecesi artar, bu da daha az strüktür malzemesi kullanılmasını sağlar. Gökköprüler kullanıcıların kendilerini daha rahat ve güvende hissetmeleri, mühendisler tarafından binanın sağlamlığını artırdığının ispatlanması, asansör sayısını artırmaya gerek kalmadan tahliyeyi hızlandırması, güvenliği artırması ve belirli bir kullanım amacına (restoran, spor, havuz, yeşil alan vs.) hizmet etmesi gibi koşulları sağlıyorsa binalara uygulanmalıdır.

Ayrıca gökköprüler, güvenliği ve binanın rijitliğini artırıyor olsalar da birçok kişi tarafından maliyeti artırması sebebiyle tercih edilmemektedir. Eğer köprüler sadece geçiş için kullanılan, işlevsiz katlarsa gereksiz karşılanabilmektedir.

KAYNAKLAR

Abdelrazaq, A., Jeong, M., Lee, S., Jang, S., 2014. Optimizing the Structural Design of the 151 Story Incheon Tower. CTBUH 2014 Shanghai Conference Proceedings.

Abdelrazaq, A., Poulos, H. G., Frances B., Ho-Kim. S., 2011. Foundation Design and Pile Testing Program for the 151 Story Incheon Tower in a Reclamation Area, Incheon, Korea. CTBUH Conference, Seoul. October 10-12, 2011.

Balling, R. J., 2011. Tall Buildings + Skybridges + Envelope + Green = Greenplex: A Sustainable Urban Paradigm for the 21 st. Century, CTBUH Conference, Seoul. October 10-12, 2011.

Brannan, P., Singh, G., 2013. Case Study: Gate Towers, Abu Dhabi. CTBUH Journal 2013 Issue IV.

Benli, N., 2005. Çok Katlı Yüksek Yapılarda Kullanılan Kalıp Sistemlerinin İrdelenmesi, Yüksek Lisans Tezi, Dokuz Eylül Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İzmir.

Büyüklü, K., 1998. Çok Katlı Yüksek Yapılarda Çekirdekli Sistemler ve Uygulama Örneklerinin İncelenmesi, *Yüksek Lisans Tezi*, MSGSÜ, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.

Chae, J., Choi, S., Bang, J., Kwon, Y., 2011. Structural System of Bundle-type Skyscrapers, CTBUH Conference, Seoul. October 10-12, 2011.

Çırpı, M., 2013. Yüksek Yapıların Taşıyıcı Sistemlerindeki Değişimlerin Son Dönem Örnekleriyle Belirlenmesi, Yüksek Lisans Tezi, Mimar Sinan Güzel Sanatlar Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.

Demir, N., 2011. Yüksek Yapılar ve Sürdürülebilir Enerji, Yüksek Lisans Tezi, Yıldız Teknik Üniversitesi, İstanbul.

Duru, B., 2001. "Gökdelenler ve Kent", Prof. Dr. Cevat Geray'a Armağan. Mülkiyeliler Birliği Vakfı.

- Eren, Ö.**, 2007. Çelik Yapılar: Tasarım, Konstrüksiyon, Uygulama, Arı Sanat Yayınevi, İstanbul.
- Eşsiz, Ö.**,2005. Deprem Bölgelerindeki Yapılarda Çelik Çapraz Çerçeve Sistemlerinin Avantajları, *Deprem Sempozyumu*.
- Gülakan, E.**, 2014. Yüksek Yapılarda Uygulanan Yapım Teknolojilerinin İrdelenmesi ve Sorunların Ortaya Konması, Yüksek Lisans Tezi, Mimar Sinan Güzel Sanatlar Üniversitesi, İstanbul.
- Günel M. H., ve Ilgın H. E.**, 2010. Yüksek Binalar, Taşıyıcı Sistem ve Aerodinamik Form, ODTÜ Mimarlık Fakültesi Yayınları, Ankara.
- Kim, Ji Y., Kim Ju Y., Park Jae K., Kim, Dae Y.**, 2011. Improvements of FE Models for Predicting Natural Frequencies of Building Structures Based Upon Field Measurement Data. CTBUH Conference, Seoul. October 10-12, 2011.
- Kozak, J.**, 1991. Steel-Concrete for Multistorey Buildings, Elsevier, Amsterdam.
- Li, L., Wu, J.**, 2014. Urban Mega Structure – Vertical Landscape of Hongzhou Civic Center. CTBUH 2014 Shanghai Conference Proceedings.
- Low, M., Rahimian, A., O’Brien D.**, 2009. Case Study: Nakheel Tower- The Vertical City.
- Özgen, A. ve Sev, A.**, (2000). Çok Katlı Yüksek Yapılarda Taşıyıcı Sistemler, Birsen Yayınevi, İstanbul.
- Özşen G., Yamantürk, E.**, 1990. Taşıyıcı Sistem Tasarımı, Yıldız Üniversitesi.
- Peköz, A.**, 1997. Türkiye’de Gerçekleştirilen Yüksek Konut Binalarında Perdeli Sistem Uygulama Örneklerinin İncelenmesi, *Yüksek Lisans Tezi*, MSGSÜ, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Robinson, J., Wood, A.**, 2014. Beyond Icons: Developing Horizontally in the Vertical Realm. CTBUH 2014 Shanghai Conference Proceedings.
- Ronchi, E., Nilsson, D.**, 2013. Assessment of Total Evacuation Systems for Tall Buildings. The Fire Protection Research Foundation.

Safdie, M., 2011. Case Study: Marina Bay Sands, Singapore. CTBUH Journal 2011 Issue I.

Serbes, M., 2009. Yüksek Yapıların Gelişimi ve Tasarımları Üzerine Bir İnceleme, Yüksek Lisans Tezi, Yıldız Teknik Üniversitesi, İstanbul.

Sev, A., 2001. Türkiye ve Dünyadaki Yüksek Binaların Mimari Tasarım ve Taşıyıcı Sistem Açısından Analizi, *Doktora Tezi*, MSGSÜ, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.

Sev, A., 2009. Sürdürülebilir Mimarlık, YEM, İstanbul.

Sev, A., Özgen, A., 2009. „Space Efficiency in High-Rise Office Buildings““ METU Journal of The Faculty of Architecture, 26:2,69-89.

Sev, A., 2011. Yüksek Yapılar, Ders Notları, MSGSÜ, Fen Bilimleri Enstitüsü.

Smith, B.S., Coull, A., 1991. Tall Building Structures Analysis and Design, John Wiley and Sons.

Song, J. An Analytical Model of Linked Twin Tall Buildings and Model Property Analysis, Department of Civil Engineering, HKUST, Hong Kong, P. R. China.

Taranath, B., 1997. Steel, Concrete, and Composite Design of Tall Buildings, McGraw-Hill, Inc., New York.

Taranath B., 2011. Structural Analysis and Design of Tall Buildings: steel and composite construction.

Thornton, C., Hungspruke, U., Joseph, L., 1997. Design of the World's Tallest Buildings – Petronas Twin Towers at Kuala Lumpur City Center. The Structural Design of Tall Buildings, Vol.6 , 245-262 (1997).

Topçu, A., 2015. Döşemeler Ders Notları, Eskişehir Osmangazi Üniversitesi.

Türkçü, Ç., 2009. Çağdaş Taşıyıcı Sistemler, Birsen Yayınevi, İstanbul.

Wood, A., 2003. Pavements in the Sky: Use of Skybridge in Tall Buildings, CTBUH 2003 Kuala Lumpur Conference.

Wood, A., Chow, K., McGrail, D., 2005. The Skybridge as an Evacuation Option for Tall Buildings in High-Rise Cities in the Far East. Journal of Applied Fire Science, Vol 13 , Number 2, 2004-2005.

Wood, A., 2011. Tall Buildings: Search for a New Typology.

Yemez, K., 2009. Çelik Yapı Tasarımını Etkileyen Son Dönemlerdeki Araştırma ve Gelişmeler, 3. Ulusal Çelik Yapılar Sempozyumu,

URL-1, <http://arkeokur.tumblr.com/post/56615484339/buyuk-ur-ziggorati>

URL-2, <http://geograpy.blogcu.com/misir-piramitleri-ve-ozellikleri/1250822>

URL-3, Yüksek yapılara ait bilgiler içeren web sitesi, <http://www.skyscrapercity.com>

URL-4, New York şehri mimarisi, yapıları ve kentsel yerleşimi ile ilgili bilgileri içeren web sitesi, <http://www.nyc-architecture.com>

URL-5, Council on Tall Buildings and Urban Habitat resmi web sitesi, <http://www.ctbuh.org>,

URL-6, A2 Mimarlık firmasına ait resmi web sitesi, <http://a2ltd.co.uk/offices.html>

URL-7, Mimarlık, yüksek yapılar, çeşitli binalar ve kentsel yerleşim projelerini tanıtan web sitesi, <http://www.architecturelist.com>

URL-8, Mimarlık uygulama ve yöntemleri ile ilgili bilgiler içeren web sitesi, <http://www.architecture-view.com>

URL-9, Yüksek yapılara ait bilgiler içeren web sitesi, <http://www.skyscraperlife.com>

URL-10, Yüksek yapılara ait bilgiler içeren web sitesi, <http://www.skyscraperlife.com>

URL-11, <http://www.arcspace.com/features/ateliers-jean-nouvel-/torre-agbar>

URL-12, <http://www.fgg.uni-lj.si/kmk/esdep/master/wg01b/10720.htm>

URL-13, <https://tr.wikipedia.org/wiki/Minneapolis>

URL-14,

http://tr.wikipedia.org/wiki/Oscar_Niemeyer#/media/File:Brazilian_National_Congress.jpg

URL-15, <http://www.emporis.com/images/show/185434-Large.jpg>

URL-16,

<http://www.ctbuh.org/TallBuildings/FeaturedTallBuildings/FeaturedTallBuildingArchive2012/KajimaCorporationBuildingsDemolitionMethod/tabid/3870/language/en-GB/Default.aspx>

URL-17,

http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Osaka_Umeda_Sky_Building_1.jpg

URL-18,

http://www.burjdubaiskyscraper.com/Nakheel_Harbour_Tower/nakheel_harbour_tower.jpg

URL-19, <http://www.verstylehouse.co.uk/wp-content/uploads/2015/01/Latest-World-Top-Ten-Tallest-Buildings-Specially-Burf-Khalifa-4.jpg>

URL-20,

<http://www.ctbuh.org/TallBuildings/FeaturedTallBuildings/Archive2010/ThePinnacleDuxtonSingapore/tabid/2283/language/en-GB/Default.aspx>

URL-21,

http://www.ctbuh.org/Portals/0/Feature%20Archive/Tall%20Building/2012/Reflections/Reflections_01.jpg

URL-22,

http://www.ctbuh.org/Portals/0/Feature%20Archive/Tall%20Building/2012/Reflections/Reflections_03.jpg

URL-23, <http://www.skyscrapercity.com/showthread.php?t=578388&page=20>

URL-24, <http://assets.inhabitat.com/wp-content/blogs.dir/1/files/bahrainwtc2.jpg>

URL-25, http://temp.killadesign.com/wp-content/uploads/2015/01/2475-x-2525-BWTC-Floor-plans_various.png

URL-26,

<http://www.tagoarchitects.com/?bolum=shop1&gorev=oku&id=16&cat=30&sid=952669369&l=tr>

URL-27, <http://www.emporis.com/buildings/1193492/dumankaya-ikon-istanbul-turkey>

URL-28, <http://www.urtim.com/Files/LX1EF6509CBF5646A4.pdf>

Ataşehir Belediyesi, Mimar Ozan Kiraz.

Best Tall Buildings Asia & Australasia, Finalist. Reflections at Keppel Bay, Singapore.

Best Tall Buildings Asia & Australasia, Winner. Linked Hybrid, Beijing, China.

İbb İmar Yönetmeliği, Binaların Yangından Korunması Hakkındaki Yönetmelik, 2007.

Sky Bridges Policy (Policy Number 10961). Approved by Council: 31 October 2012 C41/10/12.

Teknik Yapı.

ÖZGEÇMİŞ

Begüm SÖYEK; 12 Haziran 1990 tarihinde Antalya’da doğdu. Lise eğitimini 2008 yılında Adem Tolunay Anadolu Lisesi’nde tamamladı. 2013 yılında Yeditepe Üniversitesi Mühendislik – Mimarlık Fakültesi, Mimarlık Bölümü’nden mezun oldu. Aynı yıl Mimar Sinan Güzel Sanatlar Üniversitesi Mimarlık Bölümü’nde yüksek lisans öğrenimine başladı. 2013 yılında Proje Design Mimarlık’ta mimar olarak çalışmaya başladı. 2014 ‘te Antalya’da Rmim Mimarlık’ta mimar olarak çalışmaya başladı ve halen bu görevini sürdürmektedir.