

**ÇUKUROVA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Özlem ULUSOY

**BETONARME YÜKSEK YAPILARIN TDY'ne GÖRE PLAN
DÜZENSİZLİKLERİNİN ÖRNEK YAPILARLA
İNCELENMESİ**

MİMARLIK ANABİLİM DALI

ADANA, 2019

**ÇUKUROVA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**BETONARME YÜKSEK YAPILARIN TDY'ne GÖRE PLAN
DÜZENSİZLİKLERİNİN ÖRNEK YAPILARLA İNCELENMESİ**

Özlem ULUSOY

YÜKSEK LİSANS TEZİ

MİMARLIK ANABİLİM DALI

Bu Tez / /2019 Tarihinde Aşağıdaki Jüri Üyeleri Tarafından
Oybirliği/Oyçokluğu ile Kabul Edilmiştir.

Prof.Dr.S.Seren GÜVEN
DANIŞMAN

Dr.Öğr.Üyesi Mustafa YEGİN
ÜYE

Dr.Öğr.Üyesi Gülertan AKYÜZLÜER
ÜYE

Bu Tez Enstitümüz Mimarlık Anabilim Dalında hazırlanmıştır.

Kod No:

**Prof. Dr. Mustafa GÖK
Enstitü Müdürü**

Not: Bu tezde kullanılan özgün ve başka kaynaktan yapılan bildirişlerin, çizelge ve fotoğrafların kaynak gösterilmeden kullanımı, 5846 sayılı Fikir ve Sanat Eserleri Kanunundaki hükümlere tabidir

ÖZ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

**BETONARME YÜKSEK YAPILARIN TDY'ne GÖRE PLAN
DÜZENSİZLİKLERİNİN ÖRNEK YAPILARLA İNCELENMESİ**

Özlem ULUSOY

**ÇUKUROVA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
MİMARLIK ANABİLİM DALI**

Danışman : Prof. Dr. S. Seren GÜVEN
Yıl:2019, Sayfa:118
Jüri : Prof. Dr. S. Seren GÜVEN
: Dr. Öğr. Üyesi Mustafa YEĞİN
: Dr. Öğr. Üyesi Gülertan AKYÜZLÜER

Günümüzde artan nüfus ve gelişen teknolojiyle birlikte kentlerde yüksek yapılar hızla artmaktadır. Bu yapıların mimari tasarım süreçleri ve beraberinde oluşturulan taşıyıcı sistemleri yapıların önemli noktalarını oluşturmaktadır. Yüksek yapılarda mimari tasarım ve taşıyıcı sistem tasarımları yapılırken deprem olgusu önemli bir yer oluşturmaktadır. Bu tez kapsamında, dünyanın çeşitli bölgelerinde bulunan bazı mevcut betonarme yüksek yapıların plan düzensizlikleri incelenmiştir. Deprem anında bu düzensizliklere göre yapıların göstereceği davranışlar ele alınmıştır. Araştırma sonucunda bu bilgilerin mimar ve mühendislere sağlayacağı yararlar ve öneriler sunulmuştur.

Anahtar Kelimeler: Yüksek Yapılar, Betonarme, Deprem

ABSTRACT

MSc. Thesis

REVIEW OF PLAN IRREGULARITIES OF REINFORCED CONCRETE HIGH RISE BUILDINGS ACCORDING TO TURKISH EARTHQUAKE REGULATION

Özlem ULUSOY

ÇUKUROVA UNIVERSITY
INSTITUTE OF NATURAL AND APPLIED SCIENCES
DEPARTMENT OF ARCHITECTURE

Supervisor: Prof. Dr. S. Seren GÜVEN
Year:2019, Page:118
Jury : Prof. Dr. S. Seren GÜVEN
: Asst. Prof. Dr. Mustafa YEĞİN
: Asst. Prof. Dr. Gülerstan AKYÜZLÜER

At the present time, with increasing population and developing technology number of high rise buildings has been increasing rapidly at the cities. Important part for these buildings are architectural design process and structural systems which are used during this process. During architectural and structural design earthquake takes an important role. In this study, irregularities of some reinforced concrete high rise buildings which are located all around world are reviewed. Effect of these irregularities on buildings' behaviours during earthquake are studied. After this study the beneficial information and suggestions were prepared for architects and engineers.

Key Words: High-Rise Buildings, Reinforced Concrete, Earthquake

GENİŞLETİLMİŞ ÖZET

Günümüzde sayıları hızlıca artan yüksek yapılar kentler için artan nüfus ve azalan arazi karşısında bir çözüm yolu oluşturmaktadır. Gelişen teknoloji sayesinde üretimleri artan ve her geçen gün daha iyi statülere geçen yüksek yapılar tasarlanırken dikkat edilmesi gereken en önemli konuların başında deprem gelmektedir. Yüksek yapının ayakta kalabilmesi ve deprem karşısında dayanıklı olabilmesi için taşıyıcı sistemin tasarımı oldukça önemlidir. Bu çalışmada yüksek yapılarda kullanılan betonarme taşıyıcı sistemin depreme dayanıklı plan tasarımında uyulması gereken kriterler ve bu kriterler ışığında incelenen örnekler sunulmuştur.

Çalışmanın birinci bölümünde tezi oluşturan problemin tanımı, çalışmanın amacı, kapsamı ve yöntemi açıklanmıştır.

Çalışmanın ikinci bölümünde yüksek yapı tanımları yapılarak bu yapıları ortaya çıkaran nedenler ve tarihsel süreci hakkında bilgiler verilip, yüksek yapılarda tasarım parametrelerinden bahsedilmiştir.

Çalışmanın üçüncü bölümünde betonarme yüksek yapıların malzemeleri, taşıyıcı sisteme göre düzenlenmeleri ve bu düzenlenmede dikkat edilecek hususlar hakkında bilgiler verilmiştir.

Çalışmanın dördüncü bölümünde deprem tanımı yapılarak depremin oluşumları, türleri, parametreleri hakkında bilgi verilmiştir. Bu bilgiler ışığında depremde bina formunun etkilerinden ve depreme dayanıklı yapı kavramından bahsedilmiştir.

Çalışmanın beşinci bölümünde betonarme yapıların depreme dayanıklı tasarımında planda uyulması gereken kriterler hakkında bilgiler verilmiştir.

Çalışmanın altıncı bölümünde dünyanın farklı bölgelerinden seçilen 20 adet betonarme yüksek yapının temel özelliklerin bahsedilerek beşinci bölüm yer alan kriterler ışığında yapıların planları incelenmiştir.

Son bölümde ise incelenen örneklerin değerlendirilmesi yapılarak yüksek yapı tasarımı yapacak mimar ve mühendisler için veriler oluşturulmuştur.



TEŞEKKÜR

Tez yazım sürecimin her aşamasında çalıŐmalarımı özenle takip ederek beni yönlendiren, gerek kiŐiliĐi gerek akademik kimliği ile yoluma ışık tutan çok sevgili danışman hocam Prof. Dr. S. Seren GÜVEN'e sonsuz teşekkür ederim.

Akademik hayatıma başlamamda büyük emeği olan ve beni bu konuda her zaman destekleyen sevgili aileme ve tez sürecimde desteğini, sevgisini ve bana olan inancını hep arkamda hissettiğim sevgili eŐime teşekkürü bir borç bilirim.



İÇİNDEKİLER

SAYFA

ÖZ	I
ABSTRACT.....	II
GENİŞLETİLMİŞ ÖZET	III
TEŞEKKÜR.....	V
İÇİNDEKİLER	VI
ÇİZELGELER DİZİNİ	X
ŞEKİLLER DİZİNİ	XII
1. GİRİŞ	1
1.1. Problemin Tanımı	1
1.2. Çalışmanın Amacı	1
1.3. Çalışmanın Yöntemi ve Kapsamı	1
2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR	3
3. YÜKSEK YAPILAR	5
3.1. Yüksek Yapı Kavramı	5
3.2. Yüksek Yapıları Ortaya Çıkaran Nedenler.....	6
3.2.1. Nüfus Artışı	7
3.2.2. Sosyal, Kültürel ve Ekonomik Nedenler	7
3.2.3. Teknolojik Gelişmeler	9
3.2.4. Prestij.....	9
3.3. Yüksek Yapılarda Tasarım Parametreleri.....	10
3.3.1. Yer Seçimi.....	10
3.3.2. Yapının Kullanım Amacı	11
3.3.3. Servis Çekirdeğinin Planlanması.....	11
3.3.4. Yapı Formu	13
3.3.5. Yangın	14
3.3.6. Deprem.....	15
3.3.7. Malzeme Seçimi	16

3.3.8. Cephe Sistemleri	19
4. BETONARME YÜKSEK YAPI TASARIMININ MALZEME VE TAŞIYICI SİSTEM KAPSAMINDA İNCELENMESİ.....	21
4.1. Betonarmenin Malzeme Olarak İncelenmesi.....	21
4.2. Betonarme Taşıyıcı Sistem Düzenlenmesinin Önemi ve Dikkat Edilecek Hususlar	25
4.3. Betonarme Yüksek Yapılarda Kullanılan Taşıyıcı Sistem Tipleri	26
4.3.1. Çerçeve Sistemler	27
4.3.2. Perdeli Sistemler.....	33
4.3.3. Perde Çerçeveli Sistemler.....	36
4.3.4. Çekirdek Sistemler.....	39
4.3.5. Tüp Sistemler.....	41
5. DEPREMİN BETONARME YAPILARA ETKİLERİ	49
5.1. Deprem Tanımı.....	49
5.2. Deprem Oluşumları	49
5.3. Deprem Türleri	50
5.4. Deprem Parametreleri	51
5.4.1. Odak Noktası (Hiposantr).....	51
5.4.2. Dış Merkez (Episantr).....	52
5.4.3. Odak Derinliği	52
5.4.4. Eş Şiddet (İzoseit) Eğrileri.....	52
5.4.5. Deprem Şiddeti	52
5.4.6. Deprem Büyüklüğü.....	53
5.5. Depremde Bina Formunun Etkileri	53
5.5.1. Simetrik Yapılar.....	54
5.5.2. Simetrik Davranışlı Yapılar	54
5.5.3. Simetrik Olmayan Yapılar	56
5.6. Depreme Dayanıklı Yapı Kavramı	57
5.6.1. Rijitlik.....	58

5.6.2. Dayanım.....	59
5.6.3. Süneklik.....	59
6. DEPREME DAYANIKLI BETONARME YAPI TASARIMINDA PLANDA UYULMASI GEREKEN KRİTERLER	60
6.1. Burulma Düzensizliği (A1)	63
6.2. Döşeme Süreksizlik Düzensizliği (A2)	68
6.3. Plan Geometrisi Düzensizliği (A3)	70
6.4. Taşıyıcı Eleman Eksenlerinin Paralel Olmaması Durumu (Ortogonal Olmama Düzensizliği) (A4).....	71
7. BAZI MEVCUT BETONARME YÜKSEK YAPILARIN TDY'ne GÖRE PLAN DÜZENSİZLİKLERİNİN İNCELENMESİ	73
7.1. Burj Khalifa Binası	73
7.2. Marina 101 Binası.....	76
7.3. Mahanakhon (King Power) Binası.....	79
7.4. Federation Kulesi.....	82
7.5. International Commerce Center Binası.....	85
7.6. 432 Park Avenue Binası.....	88
7.7. Princess Kulesi.....	91
7.8. Damac Heights Binası.....	93
7.9. Central Plaza Binası.....	96
7.10. Almas Kulesi.....	99
8. SONUÇLAR VE ÖNERİLER	105
KAYNAKLAR	109
ÖZGEÇMİŞ	116
EKLER.....	117



ÇİZELGELER DİZİNİ

SAYFA

Çizelge 3.1. Çekirdek konumlandırılma tipleri.....	12
Çizelge 8.1. İncelenen betonarme yüksek yapıların bazı özelliklerine göre adetleri	105





ŞEKİLLER DİZİNİ

SAYFA

Şekil 3.1. Blok görünüm	6
Şekil 3.2. Yüksek yapı örnekleri.....	8
Şekil 4.1. Çerçeve sistem örneği plan ve kesiti	28
Şekil 4.2. Çerçeve sistem yapı örnekleri.....	29
Şekil 4.3. İç ve dış çerçeveler.	30
Şekil 4.4. Rijit çerçeve sistemler.....	32
Şekil 4.5. Perde sistem örnekleri.....	33
Şekil 4.6. Perde duvarlı sistem yapı örnekleri	34
Şekil 4.7. Açık perde sistemler	35
Şekil 4.8. Kapalı perde sistemler	35
Şekil 4.9. Perde duvarların yapı içindeki düzenleri	36
Şekil 4.10. Perde çerçeve sistem örneği	37
Şekil 4.11. Perde çerçeve sistemlerin yatay yük altındaki etkileşimi	38
Şekil 4.12. Perde çerçeve sistem yapı örnekleri	38
Şekil 4.13. Çekirdek yerleri	40
Şekil 4.14. Çekirdek biçimleri	40
Şekil 4.15. Çekirdek sayıları.....	41
Şekil 4.16. Tüp sistem örneği.....	41
Şekil 4.17. Tüp sistemin cepheden görünüşü.....	42
Şekil 4.18. Çerçeve tüp için uygun plan formları (Bal, 2003).....	43
Şekil 4.19. Çerçeve tüp.....	43
Şekil 4.20. Çerçeve tüpün rijitleştirilmesi. (a) Çerçevenin yatay yük etkisinde eğilmesi (b) Çerçeveye kafesin eklenmesiyle tüpün rijitleştirilmesi ...	44
Şekil 4.21. Paralel perde duvarlı tüp.....	45
Şekil 4.22. Tüp içinde tüp sistem örneği.....	46
Şekil 4.23. Çeşitli modüler tüpler.	47
Şekil 4.24. Demet tüp taşıyıcı sistem.....	448

Şekil 5.1. Simetrik yapılar	54
Şekil 5.2. Simetrik davranışlı yapılar	55
Şekil 5.3. Simetrik davranışlı yapılarda perde yerleştirilmesi	55
Şekil 5.4. Simetrik davranışlı perdeleri olan yapılar	56
Şekil 5.5. Simetrik olmayan yapılar	56
Şekil 5.6. Merkezi simetrisi olan yapılar	557
Şekil 6.1. Deprem açısından sakıncalı ve az sakıncalı yapı konumları	61
Şekil 6.2. Deprem, kolları uzun ve kanatlı yapılarda neden olduğu durumlar ...	62
Şekil 6.3. Rijitlik Merkezi ile Kütle Merkezinin çakışmamasından kaynaklanan yapı planındaki burulma etkisi	64
Şekil 6.4. Burulma düzensizliği ve hasar beklenen bölge	64
Şekil 6.5. Planda simetrik olan düzensiz yapılar	65
Şekil 6.6. Taşıyıcı olmayan elemanlar nedeniyle asimetrik yapı	66
Şekil 6.7. Planda düzensiz yapı örneği	66
Şekil 6.8. Gizli burulma düzensizliği	67
Şekil 6.9. Döşeme boşluğundan kaynaklanan düzensizlik örnekleri	69
Şekil 6.10. Boşluk yeri uygun değil Boşluk yeri daha uygun	70
Şekil 6.11. Planda düzensizliği önleme yolları	71
Şekil 6.12. Taşıyıcı eleman eksenlerinin paralel olmaması durumu	72
Şekil 7.1. Burj Khalifa binası	73
Şekil 7.2. Güçlendirme çalışmaları	74
Şekil 7.3. Burj Khalifa binası plan şeması	75
Şekil 7.4. Marina 101 binası	76
Şekil 7.5. Marina 101 binası plan şeması	77
Şekil 7.6. Mahanakhon (King Power) Binası	79
Şekil 7.7. Mahanakhon (King Power) binası plan şeması	80
Şekil 7.8. Federation Kulesi	82
Şekil 7.9. Federation kulesi plan şeması	83
Şekil 7.10. International Commerce Center binası	85

Şekil 7.11. International Commerce Center binası plan şeması.....	86
Şekil 7.12. 432 Park Avenue binası	88
Şekil 7.13. 432 Park Avenue binası plan şeması	89
Şekil 7.14. Princess Kulesi.....	91
Şekil 7.15. Princess Kulesi plan şeması.....	92
Şekil 7.16. Damac Heights binası	93
Şekil 7.17. Damac Heights binası plan şeması	94
Şekil 7.18. Central Plaza binası	96
Şekil 7.19. Central Plaza binası plan şeması.....	97
Şekil 7.20. Almas Kulesi	99
Şekil 7.21. Almas Kulesi plan şeması.....	100
Şekil 7.22. JW Marriott Marquis Otel binası	102
Şekil 7.23. JW Marriott Marquis Otel binası plan şeması	103



1. GİRİŞ

1.1. Problemin Tanımı

Yüksek yapıların tarihsel sürecine baktığımızda dini amaçlı olarak yapıldıklarını görmekteyiz. Endüstri devrimi ile teknolojik gelişmeler ışığında farklı amaçlara hizmet etmeye başlamışlardır. Günümüzde arazilerin azalması, nüfusun artması, modernleşme süreci, insanın doğaya hakim olma isteği, simgesel güç gösterisi ve teknolojinin günden güne gelişme göstermesi sonucunda yüksek yapıların sayıları giderek artmaya başlamıştır.

Bu yapılar yapılırken rüzgar, deprem, yangın, malzeme seçimleri gibi dikkat edilmesi gereken bazı noktalar vardır. Yüksek yapılar tasarlanırken ve yapılırken bu noktalar ışığında taşıyıcı sistemleri de seçilmektedir. Taşıyıcı sistem seçilirken de kullanılacak sistemin ve malzemenin bu noktalar ışığında en ideal olanının yapıda kullanılması mimar ve mühendisler açısından oldukça önemlidir.

Bu tezde problem olarak ele alınan konu, betonarme yüksek yapıların plan tasarımlarının deprem karşısında hangi düzensizliklere yol açıp açmayacakları sorusudur.

1.2. Çalışmanın Amacı

Bu çalışmada amaç, betonarme taşıyıcı sisteme sahip mevcut yüksek yapıların plan tasarımlarına bakılarak yapıda burulma düzensizliği (A1), döşeme süreksizlik düzensizliği (A2), plan geometrisi düzensizliği (A3) ve taşıyıcı eleman eksenlerinin paralel olmaması (ortogonal olmama durumu) düzensizliğinin (A4) incelenmesidir.

1.3. Çalışmanın Yöntemi ve Kapsamı

Çalışmanın kapsamı, farklı zamanlarda yapımı tamamlanmış ve dünyanın farklı bölgelerinde yer alan 11 adet betonarme yüksek yapının kullanım amaçları,

kat sayıları, yükseklikleri ve planlarına bakılıp depreme dayanıklı tasarımında meydana getirebileceği düzensizliklerin karşılaştırılmasıdır.

Çalışmanın ilk aşamasında yüksek yapılar, bu yapılarda kullanılan betonarme taşıyıcı sistemler, deprem ve depreme dayanıklı yapı tasarımında planda uyulması gereken kriterler hakkında literatür taraması yapılmıştır.

Çalışmanın ikinci aşamasında ise örnek olarak seçilen 11 adet betonarme yüksek yapının özellikleri ele alınıp herhangi bir statik ya da dinamik hesap yapılmaksızın sadece erişilebilen kat planları ve geometrileri incelenerek depreme dayanıklı yapı tasarımı konusunda oluşabilecek düzensizlikler incelenmiştir ve karşılaştırmalar yapılmıştır. İncelemeler sonucunda elde edilen verilerin, yüksek yapı tasarımı yapacak olan mimar ve mühendislere bir veri oluşturulması amaçlanmıştır.

2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR

Bu tez çalışmasında dünyanın farklı yerlerindeki betonarme yüksek yapıların taşıyıcı planlarına bakılarak deprem karşısında bu yapılarda oluşabilecek düzensizlikler incelenmiştir. Yapılan çalışmalar incelendiğinde betonarme yüksek yapıların deprem karşısında oluşturduğu plan düzensizliklerine mevcut yapılarla inceleme yapılmadığı gözlemlenmiştir. Bu nedenle yapılacak çalışmalar bu konuyla ilgili eksikliği gidermek açısından oldukça önemlidir. Bu konuyu kapsayan ve incelenen çalışmalar kısaca şu şekildedir:

Neşe Atasoy (2014): ‘Yüksek Yapılarda Güncel Tasarım Yaklaşımları’ isimli yüksek lisans tezinde, yüksek yapılarda mimari tasarım, taşıyıcı sistemleri incelenerek, yangın, sürdürülebilirlik, deprem ve rüzgar yüklerine karşı alınan önlemleri içermektedir.

Sevgi Baysal Balcı (2013): ‘Yüksek Yapıların Taşıyıcı Sistemleri ve Mimari Tasarımla Olan Etkileşimi’ isimli yüksek lisans tezinde, yüksek yapıların taşıyıcı sistemleri ve bu sistemlerin mimari tasarımla olan ilişkileri araştırılmıştır. Bu sistemler farklı on örnekle incelenmiştir.

Merve Gül Gezmiş (2012): ‘Planda Taşıyıcı Sistemi Düzenli ve Düzensiz Olan Betonarme İki Yapının Davranışlarının İncelenmesi’ isimli yüksek lisans tezinde perdelerin plandaki yerleşimlerinin yapıların deprem karşısında sergiledikleri davranışlara etkisini incelemek için planda düzgün geometriye sahip ve taşıyıcı sistemi perdeli çerçeve sistem olan iki yapı ele alınmıştır. Bu iki yapıdan biri düzenli perde yerleşimine diğeri ise düzensiz perde yerleşimine sahiptir. Sonuç olarak planda düzensiz perde yerleşiminin deprem etkisi altında kalan bir yapıda burulma düzensizliğini arttırdığı görülmüştür.

Berk Özlü (2015): ‘Çok Katlı Betonarme Binalarda Taşıyıcı Sistem Türlerinin Davranışlarının İncelenmesi’ isimli yüksek lisans tezinde, farklı taşıyıcı sistem ve elemanlar göz önünde bulundurularak oluşturulmuş 47 adet yapı modeli

elastik deprem etkisi dikkate alınarak çözümlenmiş ve elde edilen sonuçların mevcut yönetmelik esaslarını karşılayıp karşılamadığı araştırılmıştır.

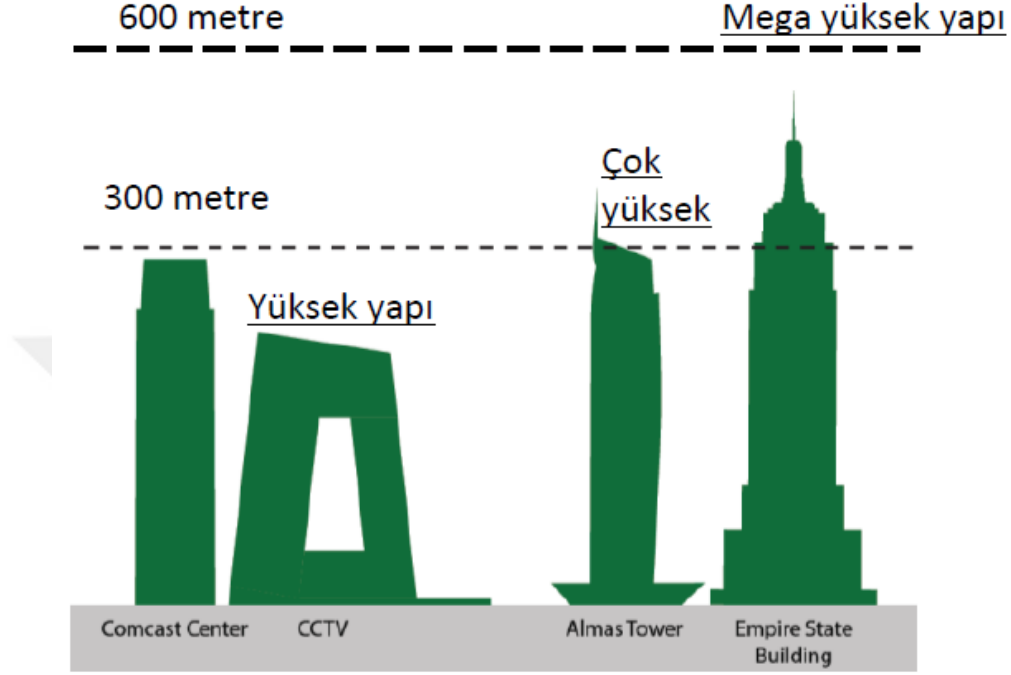


3. YÜKSEK YAPILAR

3.1. Yüksek Yapı Kavramı

Yüksek yapı kavramı bölgeden bölgeye, kişiden kişiye ve en önemlisi geçmişten günümüze değişen bir kavramdır. Yüksek yapılar bulunduğu yere ve zamanın getirmiş olduğu teknolojik gelişmelere göre değişik tanımlara neden olmuştur ve her ülkenin farklı standartları vardır. Yüksek yapıların kesin bir tanımı olmamakla birlikte bugüne kadar yapılmış tanımlamalar şöyledir:

- Bilhassa büro tipinde kullanılan ve Amerikan özellikleri taşıyan, yeterli miktarda arazi olmaması nedeniyle yapılan yüksek bir binadır (Kellerman, 1981: Çakır, 2011'den).
- Taban alanı küçük, yüksekliği taban boyutlarına göre daha fazla, genellikle kule biçiminde, narin binalardır (Emregül, 1997: Bal, 2003'den).
- Yüksek yapı, 25 kat sınırını aşan, çoğunlukla iş merkezi kullanım amaçlı üretilen, dikey gelişimi nedeni ile ileri teknoloji uygulamaları gerektiren, görsel etkisi ile prestij imajı yaratan bir binadır (Çakır, 2011).
- Yüksek Yapılar ve Kentsel Yaşam Konseyi (CTBUH)'ne göre, en alt seviyedeki açık-hava yaya girişinden itibaren 14 kat/50 m ve üzeri yapılar, yüksek yapı (tall building), 300 m'den yüksek yapılar, çok yüksek yapı (supertall building) ve 600 m'den yüksek yapılar ise mega yüksek yapı (megatall) olarak tanımlanmıştır (Şekil 3.1). Emporis Standartları'na göre, 12 kat/35 m ve üzeri yapılar yüksek yapı (high-rise building), 100 m ve üzeri çok katlı yapılar gökdelen (skyscraper) olarak isimlendirilir (Günel ve Ilgın, 2010: Atasoy, 2014'den)



Şekil 3.1. Blok görünüm (Council on Tall Buildings and Urban Habitat, 2013: Atasoy, 2014'den)

3.2. Yüksek Yapıları Ortaya Çıkaran Nedenler

Yüksek yapılar tarih boyunca insanların hep ilgisini çekmiştir. Mısır piramitleri, kuleler, katedraller, anıtlar, cami minareleri gibi yapılar birer güç ve gösteriş simgesi olmuştur. Bu yapılar günümüz yüksek yapılarının ortaya çıkmasında büyük rol oynamışlardır.

İlk yüksek yapı örneklerinin dini inançlar doğrultusunda, Tanrı'ya yakın olma arzusuyla yapıldığını söylemek mümkündür (Demir, 2011).

Son yüzyılda ortaya çıkan yüksek yapılar ise çeşitli nedenlerle ortaya çıkmaktadır. Her ülkenin belirli sosyal, kültürel, dini, ekonomik durumu ve teknolojik gelişmişliği önemli rol oynamaktadır.

Yüksek yapıların ortaya çıkış nedenlerini şu şekilde sıralayabiliriz;

- Nüfus artışı
- Sosyal, kültürel ve ekonomik nedenler
- Teknolojik gelişmeler
- Taşıyıcı sistem tasarımındaki gelişmeler
- Prestij

3.2.1. Nüfus Artışı

18. yüzyıla kadar insanlar tarım ve hayvancılıkla uğraşmıştır. Hızla artan nüfus ve beraberinde gelen sanayi devrimi, insanların köylerden kentlere göçüne neden olmuştur. Bunun sonucunda kentlerde nüfus yoğunluğu artmış ve beraberinde yapı ihtiyacı ortaya çıkmıştır. Bina yapılacak alanların azalmasına bağlı olarak arsa fiyatlarında artış yaşanmıştır. Bu da arsalarda yapılacak olan yapılarda maksimum kullanım alanı ihtiyacını ve bundan da maksimum kar elde etme ihtiyacını ortaya çıkarmıştır. Böylece yapılarda kat sayıları artış göstermiştir ve yüksek yapılar ortaya çıkmıştır. Zamanla bu yapılar insanların ihtiyaçlarına göre ofis, konut gibi işlevler kazanmıştır.

3.2.2. Sosyal, Kültürel ve Ekonomik Nedenler

Sanayi devrimi ile birlikte yapı malzemelerindeki çeşitlilik, demir ve çeliğin üretilmesi yapılarda önemli bir dönüm noktası olmuştur. Artan nüfusla beraber ortaya çıkan yüksek yapı ihtiyacına, bu malzemelerin üretimi bir çözüm yolu olmuştur. Asansörün de ortaya çıkmasıyla yüksek yapılardaki en önemli sorunlardan biri olan üst katlara kolay erişim imkanı sağlanmıştır. Asansörün kullanılması da yüksek yapılar için önemli bir dönüm noktası olmuştur. Bununla birlikte yangından korunma, havalandırma, aydınlatma, taşıyıcı sistem gibi konularda da gelişmeler yaşanmıştır.

2000'li yıllardan itibaren yüksek yapıların; şehirlerin prestij, güç ve ekonomik simgesi olarak birbirinden farklı tasarımlarla yapılmakta olduğu

görülmektedir (Şekil 3.2). 11 Eylül saldırısıyla ikiz kulelerin hedef olması da bu yapıların simgesel önemini göstermektedir (Özgen ve Sev, 2000: Demir, 2011'den).



(a) Burj Khalifa



(b) Mahanakhon



(c) Mercury City Tower

Şekil 3.2. Yüksek yapı örnekleri

3.2.3. Teknolojik Gelişmeler

Teknolojik gelişmeler yüksek yapıların ortaya çıkmasında etkin bir rol oynamıştır. Duvarların taşıyıcı olma özelliği ortadan kalkmış yerine taşıyıcı iskelet sistemi gelmiştir. Çelik ve demirin üretimi taşıyıcı sistem açısından önemli rol oynamıştır. Taşıyıcı sistemde kullanılan betonun iyileştirilmesi, kalitesinin artması, çeliğin farklı profillerinin üretilmesi yüksek yapıları taşıtma açısından önemlidir. Bunun yanı sıra asansör ve hidraforun icadı yüksek yapılara düşeyde ulaşımı kolaylaştırmıştır. Yüksek yapılarda yangından korunma ve tahliye sistemleri için çözüm yolları üretilmiştir. Giydirme cephe uygulamaları gelişme göstermiştir. Havalandırma sistemleri ve aydınlatma sistemleri de gelişme gösteren kategorilerden birisidir. Bunlara ek olarak gelişen teknoloji sayesinde deprem mühendisliğinde de ilerlemeler kaydedilmiştir.

1960'lı yıllarda beton kalitesindeki yükselme, yatay ve düşey olarak büyük açıklıklara beton pompalayan pompaların faaliyete geçmesi, hafif betonun geliştirilmesi, çeşitli katkı maddeleriyle betonun işlenebilirliğinin yükseltilmesi, kendi kendine tırmanan kalıpların kullanılmaya başlanması ve prefabrikasyonun gelişmesi yüksek yapı teknolojisini bugünkü düzeye getirmiştir (Yünüak, 1996: Bal, 2003'den).

3.2.4. Prestij

Yüksek yapılar her dönemde insanların ilgisini çekmiştir. Bu yapılar insanlara güç ve onur kaynağı olmuştur. Geçmiş dönemlerde yapılmış olan Babil Kulesi, St. Paul Katedrali, Petronas Kuleleri gibi yapılar insanlara güç ve prestij sağlamıştır. Günümüzde bakıldığında bu güç ve prestij yarışı hala devam etmektedir. Yapılan yüksek yapıların kat sayıları ve yükseklikleri her geçen dönemde artmaktadır. Bu yapılar bulunduğu kentlerin landmarkları konumuna geçmektedir yani kentlerin tanıtıcı simgeleri haline gelmektedir.

Yüksek binaların kentlerdeki çarpıcı imajı, şirketlerin güç ve prestij simgesi haline gelmesini sağlamıştır. Şirketler yüksek binalarla insanlara ve kent

silüetine mesaj verme yoluna gitmişlerdir. Sadece şirketlerin değil aynı zamanda ülkelerinde çağdaşlık ve modernlik simgesi olan yüksek binalar ülkeler arasında da medeniyet göstergesi olmuştur (Bal, 2003).

3.3. Yüksek Yapılarda Tasarım Parametreleri

3.3.1. Yer Seçimi

Endüstri devrimi ışığında yaşanan gelişmeler kentlere göçleri arttırmış ve böylece kentlerde nüfus artışı yaşanmıştır. Bunun sonucunda kentlerdeki yapılarda düşey gelişim yaşanmaya başlamıştır. Yer seçiminde arazinin topografik özellikleri, bulunduğu coğrafyadaki deprem ve rüzgar etkileri, binanın çevresindeki yapılarla etkileri, binanın içerdiği fonksiyonun o bölgeyle uyumlu olup olmaması, yapılardaki insan yoğunluğuna bağlı olarak ulaşım ve otopark problemleri önemli rol oynamaktadır.

Yüksek binaların çevresindeki ulaşım ağına getirdiği ağır yüklenmenin, önüne geçilmesi gereken önemli problemlerden biri olduğunu zaten biliyoruz. Bu tür aksaklıkların ilk başta şehircilik kararları esnasında binanın, ana ulaşım aksına yakın olmasına, belirli merkezlere kolay ulaşımına olanak tanınmasına, birden fazla ulaşım alternatifinin bulunmasına ve hastanelere, havaalanlarına yakınlığına dikkat edilmelidir (Bal, 2003).

Tarihi değerlerin bulunduğu şehirlerde o şehrin dokusuna zarar vermemek ve bütünlüğünü korumak için bazı şehirlerde yüksek binaların yapımının yasaklandığı bilinmektedir.

Tarihi değerlerin söz konusu olmadığı New York, Chicago gibi yeni şehirlerde ise, şehir merkezinin çevreden algılanabilmesi ve konut binalarından çok büro binalarının yapımına olanak tanımak amacıyla yüksek binalar için düz alanlar seçilmektedir (Üdürgücü, 2010).

3.3.2. Yapının Kullanım Amacı

Yüksek yapılar geçmişte anıtlar ve dini yapılar olarak ortaya çıkmıştır. Teknolojiyle birlikte ofis binaları olarak tasarlanmıştır. Nüfusun artması, değişen istek ve ihtiyaçlar, yüksek yapılarda farklı fonksiyonların oluşmasına olanak sağlamıştır. Günümüzde yüksek yapılar ofis, otel, konut ya da karma işlevli yapılar haline dönüşmüştür.

Binanın gün içindeki yoğunluğu, asansör sayısı ve hızları, taşıyıcı strüktürün seçimi, yangın önleme ve söndürme sistem seçimi, plan tipi ve sirkülasyon çekirdeğinin konumunun belirlenmesi, havalandırma ve yapı kabuğunun seçimi gibi birçok konu alınacak olan bina fonksiyon kararı ile ilişkilidir (Bal, 2003).

3.3.3. Servis Çekirdeğinin Planlanması

Çekirdekler yüksek binalardaki en önemli hacimlerdir. Çekirdekler bünyelerinde merdivenleri, asansörleri, tesisat boşluklarını, gerektiğinde ıslak hacimleri ve genel kullanım amaçlı mekanları barındırırlar. Ayrıca çekirdeğin planlanmasında ve yerinin belirlenmesinde yapının taşıyıcı sistemi de önemli rol oynamaktadır.

Çekirdek, yapı planındaki konumuna göre farklı şekillerde düzenlenebilir. Yapının merkezinde bulunan çekirdek, açık ve ışık alan mekanlar; köşelerdeki çekirdekler ise homojen bir çalışma alanı sağlar. Büyük plana sahip yapılarda çekirdek, merkeze kolayca konumlandırılırken, küçük plana sahip yapılarda kullanım alanını arttırmak için çekirdek, kenar noktalara konumlanır (Atasoy, 2014).

Bitişik nizamlı ya da bir tarafı kapalı olan alanlarda çekirdeğin, bu kör alana yerleştirilmesi, hizmet alan alanların konforu açısından da yararlı olabilmektedir (Demirtaş, 2007).

Dar ve uzun tipteki binalarda ise, tek servis çekirdeği ulaşım yönünden olumsuz sonuçlar doğurmuştur. Ayrıca hizmet alan alanların tamamının tesisatının

tek bir noktada toplanması, kesitlerin büyümesi ve bunun kat alanı verimliliğini düşürmesi anlamına geldiğinden çekirdek sayısının artırılması gerekli olmaktadır. Ancak bu durumda servis çekirdeklerinin yerleşiminin dikkatli bir şekilde planlanarak yapılması, kat planında dengeli bir dağılım olması açısından önemlidir (Demirtaş, 2007).

Çekirdek, yapıdaki konumuna göre,

- (a) Merkezi çekirdek
- (b) Atrium içerisinde çekirdek
- (c) Karşılıklı kenar çekirdek
- (d) Dış merkezi çekirdek
- (e) Kenar çekirdek, olarak sınıflandırılabilir (Atasoy, 2014).

Çizelge 3.1.'de tipik çekirdek düzenlemeleri verilmiştir. Dış merkezi (d) ve kenar çekirdek (e) tipleri, sismik açıdan etkin bölgeler için uygun değildir (Atasoy, 2014).

Çizelge 3.1. Çekirdek konumlandırılma tipleri (Atasoy, 2014).

(a) Merkezi çekirdek	(b) Atrium içerisinde çekirdek	(c) Karşılıklı kenar çekirdek	(d) Dış merkezi çekirdek	(e) Kenar çekirdek
Greenland Group Suzhou Center (Kuwait, tasarım aşamasında)	Incheon Tower (Incheon, inşaat aşamasında)	IBM Building, (Tokyo, 1989)	Leaning Tower (Abu Dhabi, 2010)	Leadenhall Tower (London, 2014)

Yüksek yapıların gelişmesinde en önemli rolü oynayan elemanlardan biri asansörlerdir. Asansörler katlar arası ulaşımı kolaylaştırmakta ve böylelikle yapıların daha da yükselmesine fırsat vermektedir. Binanın hangi amaçla kullanılacağı karar verildikten sonra binada yer alacak asansör sayıları ve boyutları belirlenmelidir. Bunu belirlerken binanın kaç katlı olacağı, hangi katların daha aktif ve daha çok kişi tarafından kullanılacağı, asansörü bekleme süreleri, acil durumlarda kullanımı önemli rol oynamaktadır. Bunlara bağlı olarak çekirdek düzenlemesi yapılmalıdır.

3.3.4. Yapı Formu

Yüksek yapılar şehirlerde önemli noktalarda bulunan ve insanlarda şehrin sembolü algısını yaratan binalardır. Bu binalar kentin ekonomisini, zaman zaman kültürünü, değerini ve gücünü simgelemektedir. Bu yüzden bina formu yüksek yapılar için önem arz etmektedir. Yüksek yapılar sadece mimari değil aynı zamanda mühendislik harikaları olarak da ortaya çıkmaktadır.

Yüksek yapıların formları kullanıcı istek ve ihtiyaçları, taşıyıcı sistemi, çekirdek çözümü, bölgesel özellikler, acil durumlarda alınacak önlemler bir araya gelerek oluşturulur.

Yapı formunun oluşturulmasındaki en önemli etmenlerden biri de rüzgardır. Rüzgarın etkisi, rüzgar hızına, yapı formu ve yüzey biçimine bağlıdır (Atasoy, 2014).

Rüzgarın doğrudan etki ettiği yüzeyde basınç, arka ve yan yüzeylerde ise girdap biçiminde yüksek hızla esen hava akımı nedeni ile çekme gerilmeleri oluşabilir.

Daha hafif ve daha yüksek yapılarda rüzgar nedeni ile rezonans riskinin ortadan kaldırılması kadar rüzgardan dolayı oluşan salınımı sınırlandırmak da önemlidir. Aksi durumda güçlü esen rüzgar, yapının üst katlarında bulunan insanlarda psikolojik ve fiziksel sorunlara neden olabilir (Atasoy, 2014).

3.3.5. Yangın

Yüksek yapılarda fazla insan bulunması ve açık zemine ulaşımında fazla sürenin geçmesi nedeniyle yangın bu yapılarda önemli bir konu olmaktadır. Yüksek binalarda kullanılan malzemelerin yangına ve yangının kolay yayılmasına fırsat vermesinden dolayı bu binalar tasarlanırken yangın konusuna özellikle dikkat edilmesi gerekmektedir. Taşıyıcı sistem seçiminde de mühendis yangın konusunu dikkate alarak hareket etmelidir. Taşıyıcı sistem elemanlarının belirli bir süre yangına dayanıklı hareket etmesini sağlamalıdır. Yangın başladığında yangını haber veren yangın dedektörleri de yapıda bulunmalıdır. Bununla birlikte yangın söndürme sistemi de yapıda yer almalıdır.

Yangın sırasında binadan kaçış süreleri ve tahliye olanaklarının sağlanması can güvenliği açısından önemlidir. Yangın kaçış yerlerinin yeterli genişlikte olması ve kolay ulaşılabilir olması gerekmektedir. Bu alanların yangına dayanıklı malzemelerden yapılması, duman ve alev sızdırmaması gerekmektedir. Bunun yanı sıra bu binalarda yaşayan insanların yangın konusunda bilinçlendirilmesi sağlanmalıdır. Yüksek binalarda yangını önlemek ya da yangın çıkması durumunda insanların can ve mal güvenliğini sağlamak için yangın güvenliği önlemleri alınmalıdır. Yangın çıkması durumunda gelen itfaiye ekiplerine gereken yardımları yapmaları konusunda insanlar bilinçlendirilmelidir.

Yangının en kolay asansör kovalarından yayılabileceği düşünüldüğünde, binanın boşaltılmasında yangın merdivenlerinin önemi de ortaya çıkmaktadır. Yüksek binalarda çekirdek içinde düzenlenen merdivenlerin faydalı alanı azaltacağı düşüncesi ile ya sayıları azaltılır ya da cephede düzenlenirler (Alarçin, 1990: Bal, 2003'ten).

Yüksek binalarda yangından kaçış olanaklarının sağlanmasında asansörlerin de önemi büyüktür. Asansörlerin bölgelere ayrılarak, çıkışlarının kolay ulaşım sağlanabilecek yerlerde düzenlenmesi gerekmektedir. Asansör sistemi, yangın anında hiç bir komut almayarak, zemin kat veya daha önceden belirlenen

çıkış katına giderek, orada kapıları açık olarak bekleyecek şekilde programlanmalıdır (Fitzgerald, 1983: Üdürgücü, 2010'dan).

Yangında en önemli teorilerden biri, yangın çıkmasını önleyecek yapısal önlemlerin, önceden düşünülerek, yangınla mücadele yerine, yangın çıkmaması için mücadele olarak önem kazanmaktadır. Bu teori uygulamaya konduktan sonra, her şeye rağmen bir yangın çıkması durumunda bunu en hızlı şekilde haber almak, gerekli birimleri harekete geçirmek, bina bünyesindeki önlemleri uygulamaya koymak, yangını kısıtlı bir bölgeye hapsetmek ve insanların binadan güvenle çıkışını sağlamak gerekmektedir. Bu amaca yönelik olarak binada yangına karşı alınması gereken yangın güvenliği önlemleri henüz tasarım aşamasında ele alınmalıdır (Sev, 2001: Üdürgücü, 2010'dan).

3.3.6. Deprem

Yüksek yapılar ağırlıklarının fazla olmasına bağlı olarak önemli miktarlardaki düşey ve yatay yükü temel zeminine güvenle aktarmak durumundadır. Bu nedenle önemli temel sorunları ile karşılaşmak kaçınılmaz olmaktadır. Bu sorunlar değişik temel türleri kullanılarak, mevcut paket programlar ile çözülebilir (Ersoy, 1995).

Yüksek yapılar deprem karşısında bir takım düzensizlikler oluşturacağı için mühendis ve mimarların bunları göz önüne alarak tasarım yapması gerekmektedir. Zemin etüdünün iyi yapılması ve buna uygun temel seçimi, beton kalitesinin artırılması, gerekli yerlerde perdelerin kullanılması, tasarımın gerekli formda ve simetride olması gibi önem arz eden konuların mühendisler ve mimarlar tarafından önemle ele alınarak yüksek yapının deprem karşısında oluşturacağı düzensizlikleri minimuma indirmesi sağlanmalıdır. Yüksek yapıların komşu yapılarla arasındaki mesafelerin yeterli olmasına dikkat edilmelidir. Projede yer alan boşlukların (merdiven, asansör, tesisat vb.) miktarları iyi hesaplanmalıdır. Konsol ve geniş açıklıklara dikkat edilmelidir. Yüksek yapılar ve depremde etkilerine sonraki bölümlerde ayrıntılı olarak yer verilecektir.

3.3.7. Malzeme Seçimi

Yüksek yapılarda malzeme seçiminde öncelikle malzemelerin avantaj ve dezavantajlarına bakılmalıdır. Daha sonra zemine uygunluğu, deprem, rüzgar ve yangın karşısında gösterdiği tepki, tasarıma uygunluğu, çevre koşulları, şantiye koşulları, nakliye ve depolama koşulları dikkate alınmalıdır. Bunlar sonucunda malzeme seçimi yapılmaktadır.

Yapılarda taş, beton, ahşap, kerpiç, dökme demir, çelik gibi malzemeler kullanılabilir fakat yüksek yapılarda malzeme kalitesi ve teknolojik gelişmeler ışığında betonarme ve çelik sistemler tercih edilmektedir. Ayrıca her iki malzemenin de kullanıldığı kompozit adı verilen yapılarda görülmektedir.

Demirle betonun birlikte kullanılması ile ilk örneklerini vermeye başlayan yüksek binalarda, çelik ve betonarme, değişik alanlarda birbirlerine üstünlük sağlayarak yüksek bina taşıyıcı sistemlerinde vazgeçilmez iki malzeme olarak adeta uzun bir maratonu sürdürmektedirler (Aytıs, 1996: Bal, 2003'ten).

Çelik

19. yy' da yapılan ilk örneklerde dökme ve dövme demir elemanlarla yapılan çerçevelerin yerini 1885'ten itibaren strüktürel çelik profillerden yapılan çerçeveler almıştır. Strüktürel çelik yüksek bina yapımında önemli bir rol üstlenmektedir. Her ne kadar günümüzde betonarme ve kompozit yapı sistemleri giderek yaygınlık kazansa da, dünyadaki yüksek yapıların önemli bir bölümü çelik taşıyıcı sisteme sahiptir. Çelik, yüksek yapıların ilk örneklerinden beri kullanılmakta olup avantaj ve dezavantajları bulunmaktadır. Çelik elemanların üretimi endüstriyel altyapı gerektirmekte ve üretimde gerekli önlemler alınmazsa çevresel açıdan önemli zararlar oluşturmaktadır. Ayrıca çelik elemanların yangına karşı mutlaka korunması gerekmektedir ki bu da maliyeti artırmaktadır (Lepik, 2004: Üdürgücü, 2010'dan).

Çelik yapıların avantajları şunlardır;

- Homojen ve izotropdur.
- Yüksek mukavemetlidirler.
- Elastik modülü yüksektir.
- Yapıda kullanılacak çelikler atölyelerde üretilirler. Şantiyede de montajları yapılır. Bu nedenle inşaat süresi kısadır ve malzemeler hava koşullarından etkilenmezler.
- Çelik sürdürülebilir bir malzemedir, sökülüp başka bir yere takılabilir. Yapı üzerinde değişiklik yapılması kolaydır.
- Çok fazla iskele kurulma ihtiyacı yoktur.
- Çelik yapıda diğer sistemlere göre daha büyük açıklıklar geçilebilir.
- Kolon ve kiriş kesitleri diğer malzemelere göre daha küçüktür.

Çeliğin avantajlarının yanında dezavantajları da vardır. Çeliğin dezavantajları şunlardır;

- Çelik yapılarda yangın en önemli problemlerden biridir. Yangına maruz kalan çelik yapı kısa süre içerisinde dayanımını kaybetmektedir ve yapıda çökme meydana gelmektedir.
- Isıyı iyi iletmediği için ısının çabuk yayılmasına neden olur.
- Su ve kimyasal maddelerle karşılaştığında, çelikte korozyon meydana gelir. Bunu önlemek için çeliğe bakım yapılması gerekmektedir, bu da maliyeti arttırmaktadır.
- Sesi ve ısıyı iyi iletmediği için çelik yapılarda yalıtım sorunu ortaya çıkar.
- Çelik yapıların inşaatı için kalifiye işçi bulmakta güçlük çekilir.

Betonarme

Yüksek yapılarda kullanılan diğer bir strüktürel malzeme olan betonarme, bir dizi teknolojik gelişmenin sonucunda yapı alanına girmiştir. Betonarme birçok

strüktürel malzemenin aksine, tasarımcıya çeşitli seçenekler sunmaktadır. Plastik etkisi, üretim kolaylığı, dış etkenlere ve yangına dayanıklılığı, bitmiş ürün olarak kullanılabilmesi, çeşitli yüzey dokularında tasarlanabilmesi, insan sağlığı açısından zararsız olması vb. gibi birçok avantaja sahiptir. Yüksek dayanımlı/yüksek performanslı beton, çeşitli amaçlara uygun katkı maddeleri, beton pompalama teknolojisindeki gelişmeler betonarmeyi birçok açıdan çelikle eşdeğer konuma ulaştırmıştır (Sev, 2001: Üdürgücü, 2010'dan).

Betonarme yapıların avantajı şunlardır;

- Yangına karşı dayanıklıdır.
- Beton akışkan bir malzeme olduğu için istenilen şekil verilebilir.
- Çok katlı yapılarda uygun taşıyıcı sistem seçimi için geniş imkanlar sunar.
- Çeliğe göre maliyetin daha düşüktür.

Betonarmenin avantajlarının yanında dezavantajları da vardır.

Betonarmenin dezavantajları şunlardır;

- Hava şartlarından etkileneceği için uygulamada gecikmeler yaşanabilir.
- Yapıda yeterli mukavemet için kolon ve kiriş kesitlerinde artış görülebilir.
- Beton dökümünde kalıp kullanmak gereklidir.
- Çelik strüktürlü bir yapıya göre daha ağırdır.

Kompozit

Çelik ve betonarmeyi dayanıklılık, rijitlik, eleman boyutu, strüktürel maliyet, yapım süresi, yangına dayanıklılık ve benzeri gibi faktörler açısından yarar

sağlamak üzere bir araya getirmek ekonomik ve çevresel yararlar sağlamaktadır. Kompozit olarak tanımlanan bu sistemler çelik ve betonarmenin avantajlarından en etkin şekilde yararlanmaktadır. Döşemelerde beton ve çeliğin birçok durumlarda birlikte kullanıldığını söylemek mümkündür. Artık günümüzde sadece çeliğin veya betonarmenin taşıyıcı sistem malzemesi olarak kullanılması geçmişte kalmış bir gelenektir. Kompozit sistemler çelik bir yapıya oranla kullanılan strüktürel malzeme miktarını azaltmakta, betonarme bir yapıya göre kütleyi hafifletmektedir (Wells, 2005: Üdürgücü, 2010'dan).

3.3.8. Cephe Sistemleri

Yüksek yapıların simgesel değerlerinin olması cephelerinin önemlerini arttırmaktadır. Hem simgesel değeri açısından hem de iç mekanla dış mekanı ayırıcı bir eleman olmasından dolayı cephe sistemleri önem kazanmaktadır.

Yüksek yapılarda cephe; yapının çevresine, yüksekliğine, iklim şartlarına, yapının fonksiyonuna ve taşıyıcı sisteme bağlı olarak tasarlanmaktadır. Bunlar arasındaki en önemli faktör yapının taşıyıcı sistemidir. Yüksek binaların taşıyıcı sistemlerindeki zorluklar neticesinde cephelerde de biçimsel zorluklar meydana gelmiştir. Bunlar ışığında yüksek yapılarda en çok tercih edilen cephe giydirme cephelerdir. Giydirme cepheler yük taşımazlar ama kendi yüklerini iletebilen bir sisteme sahiptirler. İnşasının da hızlı ve kolay olması yüksek yapılarda bu sistemin daha sık kullanılmasına yol açmıştır.

Giydirme cephelerin planlanmasında en önemli unsur, cepheye tesir eden rüzgar yükleridir. Giydirmen cephelerin tasarımında özellikle rüzgar yüklerinin tayininde dikkat edilecek hususlar; yapının kütesinin şekillenmesi, yapının konumu ve coğrafi şartları, çevredeki binaların konumu ve çevrelerine etkileri olarak sıralanabilir (Erdoğan, 1994: Bal, 2003'ten).

Giydirme cephelerde güneş ışınları da önemli bir faktördür. Güneş ışınlarına maruz kalan yapıda genleşmeler meydana gelmektedir. Bunun sonucunda

ise sistemde açıklıklar oluşabilir ve olumsuz hava şartlarında sistem suya ve neme maruz kalarak korozyona neden olabilmektedir.

Yüksek yapılarda cephe sistemlerinde meydana gelen diğer önemli faktör ise cephenin temizlenmesidir. Bunun için özel mekanizmalar tasarlanır ve temizlenme süresi oldukça uzundur.

Yüksek binalarda, 100m den yüksek bölümler, rüzgarın etkisiyle daha az kirlenirken, 20m ye kadar olan kısımlar türbülans nedeniyle fazla kirlenir (Bal, 2003).



4. BETONARME YÜKSEK YAPI TASARIMININ MALZEME VE TAŞIYICI SİSTEM KAPSAMINDA İNCELENMESİ Özlem ULUSOY

4. BETONARME YÜKSEK YAPI TASARIMININ MALZEME VE TAŞIYICI SİSTEM KAPSAMINDA İNCELENMESİ

4.1. Betonarmenin Malzeme Olarak İncelenmesi

Yüksek yapı taşıyıcı sistem tasarımındaki malzemeler; çevre koşullarına, ulaşılabilirliğine, depolama koşullarına, depreme, yangına, maliyete, yapının ağırlığına ve yapım süresine, malzemenin kolay temin edilebilirliğine, inşasının kolay uygulanabilirliğine göre seçilmektedir. Yüksek yapılarda sadece beton ya da çelik kullanımı beraberinde bir takım sorunlar oluşturacağından bu malzemelerin bir arada kullanıldığı betonarme sistem tercih edilmektedir.

Beton

Beton, mineral kökenli taneli malzemenin bir bağlayıcı ile birleştirilmesiyle üretilen, başlangıçta plastik kıvamda olup, şekil verilebilen, zamanla katılaşıp sertleşerek mukavemet kazanan bir yapı malzemesidir. Bu yapı malzemesini oluşturan taneli malzeme agrega, bağlayıcı madde ise çimento olarak tanımlanmaktadır. Tüm betonlarda aranan üç ana nitelik; taze halde işlenebilme, sertleşmiş halde mekanik dayanım ve dış koşullara karşı dayanıklılıktır (Çağlayan ve ark., 1999).

Betonun avantajları şu şekilde sıralanabilir;

- Kolay şekil alan bir malzemedir.
- Büyük ölçüde yerel malzemeler kullanıldığı için ekonomiktir.
- Dayanıklıdır.
- Üretiminde az enerji kullanılır.
- Her yerde üretilebilir.
- Beton iyi bir şekilde üretilmişse uzun yıllar boyunca bakım ve onarım gerektirmez.

4. BETONARME YÜKSEK YAPI TASARIMININ MALZEME VE TAŞIYICI SİSTEM KAPSAMINDA İNCELENMESİ Özlem ULUSOY

- Beton geri dönüşümlüdür. Yıkılan beton yapılar, bozuk beton üretimi, beton santrallerinden elde edilen kalite kontrol numuneleri standartlara uygun olmak şartı ile tekrar agrega olarak, toprak dolgu malzemesi olarak, yol inşaatlarında ve park alanlarında zemin malzemesi olarak kullanılabilir (Aytıs, 2010: Yavaşbatmaz, 2012'den).
- Pompalama tekniklerindeki gelişmeler, yüksek dayanım/performans, çeşitli amaçlara uygun katkı maddesi ilavesiyle kaliteli beton üretimi beton malzemenin yüksek yapılarda kullanımına olanak sağlamaktadır (Ali, 2001: Yavaşbatmaz, 2012'den).
- Beton ısı depolama özelliğine sahiptir ve ısı depolayarak yapıların enerji etkinliğini artırır. Isı yalıtımlı beton bloklar yapılarda enerji korunumu sağlamaktadır (Sev, 2009: Yavaşbatmaz, 2012'den).

Taze beton kendini taşıyamayacağı için kalıp ve onu taşıyan iskelenin betonun ağırlığını taşıyabilecek türden olması ve bunların beton sertleşip belirli dayanıma eriştikten sonra sökülmesi gerekir (Yılmaz, 2006).

Karışım için aynı malzemeler kullanılmış olsa bile bir beton karışımından alınan her numunenin dayanımı eşit çıkmaz. Çünkü karışımından alınan numunelerin boyut ve geometrileri ve yükleme hızı gibi parametreler beton dayanımı üzerinde etkili olmaktadır (Doğangün, 2002: Yılmaz, 2006'dan).

Çelik

Yüksek yapıların taşıyıcı sisteminde kullanılan malzemelerden biri de çeliktir. Çelik elemanların üretimi endüstriyel altyapı gerektirmektedir. Çelik malzemenin yangına karşı korunması gerekmektedir (Sev, 2009: Yavaşbatmaz, 2012'den)

4. BETONARME YÜKSEK YAPI TASARIMININ MALZEME VE TAŞIYICI SİSTEM KAPSAMINDA İNCELENMESİ Özlem ULUSOY

Betonarme yapılarda donatı olarak çelik kullanılmasının amacı, betonda oluşan çekme gerilmelerini almaktır. (Yılmaz, 2006).

Donatı çeliği kullanılmadan önce kir, yağ ve yüzeyden ayrılabilen pastan arındırılmalıdır. Pas olayını önlemek için donatıların kullanılmadan önce mümkün olduğunca üstü kapalı bir sundurma altında saklanması tercih edilmelidir (Yılmaz, 2006).

Donatı kullanıldıktan sonra da gerek doğrudan etkisinde kaldığı sıvılara, gerekse betonun emdiği zararlı sıvılara karşı korunmalıdır. Çünkü bu sıvılar donatının korozyona uğramasına sebep olup, donatı kesitini ve dayanımını azaltmaktadır (Doğangün, 2002: Yılmaz, 2006'dan).

Çeliğin avantajları şu şekilde sıralanabilir;

- Çelik hafif bir malzemedir.
- İnşası hızlıdır. Kolay sökülüp takılır. Montaj ve uygulama kolaylığı sağlar.
- Geri dönüşümlü bir malzemedir.
- Teknolojinin gelişmesiyle yangından ve pastan korunabilir hale gelmiştir.

Betonarme

Beton, çelik ile birlikte iyi bir kenetlenme göstererek bir arada kullanılmaktadır. Böylece betonarme yapılar oluşmaktadır. Ama her betonla çeliğin bir araya gelmesi betonarmeyi oluşturmaz. Çeliği korozyondan korumak için etrafına dökülen beton ya da zarar görmüş betonun dayanıklılığını arttırmak için etrafına sarılan çelik hazır birleşimleri betonarme olarak adlandırılmaz.

Beton yüksek basınç dayanımına sahiptir ama bunun yanında düşük çekme dayanımı bulunmaktadır. Bu yüzden çeliğe ihtiyaç duyulmuştur. Beton ve çelik bir

4. BETONARME YÜKSEK YAPI TASARIMININ MALZEME VE TAŞIYICI SİSTEM KAPSAMINDA İNCELENMESİ Özlem ULUSOY

araya gelerek hem yüksek basınç hem de yüksek çekme dayanımına sahip betonarme malzemeyi oluşturmuştur.

Beton ve çelik malzemenin uygun bir şekilde bir arada kullanılması ve olumsuz yönlerinin ortadan kaldırılması ile etkin bir yapı malzemesi elde edilebilmektedir. Beton malzemenin ekonomik olması ve yangın dayanımı, çelik malzemenin hızlı montaj teknikleri ve mukavemeti gibi üstün niteliklerinden yararlanılarak, beton ve çelik karma malzeme olarak yüksek yapılarda son yıllarda sıkça kullanılmaktadır (Ardıç, 1993: Yavaşbatmaz, 2012'den).

Betonarmenin diğer yapı malzemelerine göre daha fazla avantajı olduğu için tercih sebebi olmuştur. Betonarmenin avantajları şu şekilde sıralanabilir;

- Basınç dayanımı fazladır.
- Betonarme yapılar rijittir.
- Yangına ve suya karşı dayanıklıdır.
- Düzgün koşullar altında bakıma ihtiyaç duymadan uzun süre kullanılabilirler.
- Bakım maliyeti düşüktür. Ekonomik bir malzemedir.
- İstenilen şekil verilebildiği için çeşitli tasarımlara imkan sunarlar.
- Diğer malzemelere göre daha az kalifiye eleman gerektirir. Kalifiye eleman bulmak kolaydır.
- Betonarme yapıda herhangi bir çökme olma durumunda önceden haber verir.

Betonarmenin avantajlarının yanında dezavantajları da bulunmaktadır. Betonarmenin dezavantajları şu şekilde sıralanabilir;

- Beton sertleşinceye kadar uygun koşullarda kalıplar içerisinde kalmalıdır.

4. BETONARME YÜKSEK YAPI TASARIMININ MALZEME VE TAŞIYICI SİSTEM KAPSAMINDA İNCELENMESİ Özlem ULUSOY

- Ağırlık ve dayanım oranı düşüktür. Ağırlığına oranla düşük dayanım gösterir.
- Yıkımında çevre kirliliğine neden olur.

4.2. Betonarme Taşıyıcı Sistem Düzenlenmesinin Önemi ve Dikkat Edilecek Hususlar

Yapıların yüksekliği arttıkça taşıyıcı sistem seçenekleri azalır. Alçak yapılarda taşıyıcı sistem seçeneği fazlayken yapılar yükseklik sınırlarını zorladıkça taşıyıcı sistem alternatifleri de kısıtlı hale gelir. Dolayısıyla, yüksek yapılarda mimari tasarım ve taşıyıcı sistem tasarımı birlikte ele alınmalıdır (Harmankaya ve Soyluk, 2010).

Yüksek yapıların tasarımındaki en önemli konu taşıyıcı sistemin doğru seçilmesidir. Taşıyıcı sistem hem binanın kendi ağırlığını hem içindeki eşya ve insanların ağırlığını hem de sonradan oluşabilecek deprem, rüzgar gibi faktörleri en iyi şekilde karşılamalıdır. Düşey yükler yapının ağırlığı ve içerisindeki hareketli yüklerdir; yatay yükler ise deprem ve rüzgar yükleri gibi dinamik karakterli yüklerdir. Yani yapı, düşey ve yatay yükleri dikkate alarak tasarlanmalıdır.

Yükseklik arttıkça artan deprem ve rüzgâr yüklerinin karşılanması eleman boyutlarını artırarak değil taşıyıcı sistemin etkinliği ile sağlanmalıdır (Balı, 1995). Taşıyıcı sistem yapısal yönden etkinlik, yapıya etkiyen yükleri karşılayabilme, işlevsel çözüme uygunluk, estetik, ekonomik, yapım kolaylığı ve tesisat sistemlerinde kolaylık gibi ölçütlere sahip olmalıdır (Beyazoğlu, 1997; Taranath, 1998; Yavaşbatmaz: 2012'den).

Yüksek yapılarda yük oranı çok fazla olduğu için temel tasarımı önem kazanmaktadır. Etkin bir temel sistemi, zemin özelliklerine, yapının şekli ve boyutuna, yapı yüklerine ve zeminde oluşacak farklı oturmalara karşı taşıyıcı sisteme zarar vermeyecek şekilde seçilip tasarlanmalıdır (Sev, 2009; Michael, 2009; Yavaşbatmaz, 2012'den). Sağlam zeminin derinde olması durumunda taşıma

4. BETONARME YÜKSEK YAPI TASARIMININ MALZEME VE TAŞIYICI SİSTEM KAPSAMINDA İNCELENMESİ Özlem ULUSOY

gücü fazla olan zemin tabakalarından yararlanmak ve zemin içerisinde kullanılabilir hacimler oluşturmak amacıyla yüksek yapılarda derin temeller tercih edilmektedir. Bu kapsamda yüksek yapılarda genel olarak radye, kazık ve keson temeller uygulanmaktadır (Sev, 2009; Yavaşbatmaz, 2012'den).

Taşıyıcı sistem tasarımında perde ve kolonların yeri ve boyutları önem kazanmaktadır. Taşıyıcı elemanlar (kolonlar, perdeler) her iki doğrultuda da yatay yükleri karşılayabilmelidir ve yapının dış bölgelerine simetrik olarak dağılmalıdır. Taşıyıcı elemanların boyutları da yapının rijitliği açısından oldukça önemlidir. Taşıyıcı ne kadar simetrik çözümlenirse yapı o kadar sağlam olur. Yapının deprem karşısında burulma düzensizliğini minimuma indirir. Taşıyıcının simetrik ve basit çözümlenmesinde mimara da iş düşmektedir. Yapı ne kadar basit ve simetrik bir formdaysa taşıyıcı da o derece simetrik ve basit çözümlenir. Bu yüzden yüksek yapılara baktığımızda tasarım anlamında çok farklı formlar ortaya çıkmamaktadır. Bununla birlikte kullanılan malzemelerin de kalitesi oldukça önemlidir. Yapılan ölçümler ve analizler sonucu beton kalitesi ve çelik çapları belirlenerek betonarme sistem oluşturulur. Mühendislere düşen görev ise bu statik hesaplamaları en doğru şekilde yapmalarıdır. Mimari açıdan simetrik olmayan formlarda bir yapı tasarlandığında, bu yapı simetrik ve basit formlar oluşturacak şekilde derzlerle ayrılmalıdır. Bu konular ilerleyen bölümlerde ayrıntılı olarak incelenecektir.

4.3. Betonarme Yüksek Yapılarda Kullanılan Taşıyıcı Sistem Tipleri

Yüksek yapılarda binanın düşey yüklerinin yanı sıra binaya etki eden deprem ve rüzgar gibi yatay yüklerin de taşıyıcı sistem tarafından karşılanması gerekmektedir. Yükseklik arttıkça bu yükler yapıda etkisini daha fazla göstermektedir. Bunun çözümünde mühendis ve mimarlara büyük görev düşmektedir. Yapı tasarlanırken kat sayısı, kullanım amacı, bulunduğu arazi ve bölgenin iklimsel özellikleri taşıyıcı sistem tasarımı için önemlidir. Mimarı da

4. BETONARME YÜKSEK YAPI TASARIMININ MALZEME VE TAŞIYICI SİSTEM KAPSAMINDA İNCELENMESİ Özlem ULUSOY

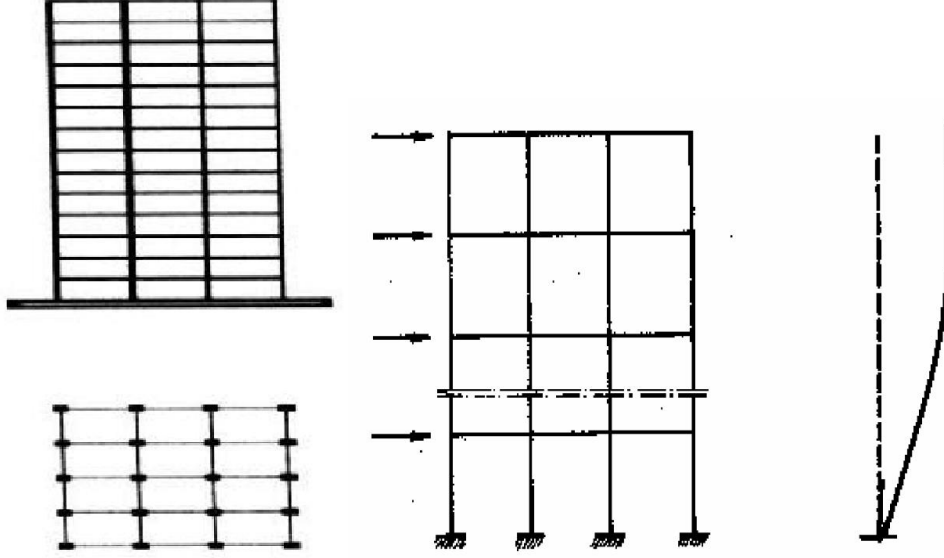
yapıyı tasarlarken bunları göz önünde bulundurmalı, gerek bina formunu gerekse mühendis ile birlikte taşıyıcı sistemini bu parametrelere göre tasarlamalıdır.

Taşıyıcı sistem elemanları kolon, kiriş ve döşemelerden oluşmaktadır. Yüksek yapılarda taşıyıcı sistem tasarlanırken kat sayısı arttıkça taşıyıcı sistem elemanlarının boyutlarında artış yapmak yerine bu elemanların binanın düşey ve yatay yüklerini en iyi şekilde karşılayacak dayanımda üretilmeleri gerekmektedir. Belirli bir yükseklikten sonra yapıda dayanımın yanı sıra yapı rijitliği de önem arz etmektedir.

Bu bölümde betonarme yapılarda kullanılan taşıyıcı sistem tiplerinden; çerçeve sistemler, perde sistemler, perdeli çerçeve sistemler, çekirdekli yapılar ve tüp sistemlerden bahsedilecektir.

4.3.1. Çerçeve Sistemler

Kolon ve kirişlerin birleştirilmesiyle oluşturulan taşıyıcı sistem türüdür (Şekil 4.1). Genellikle düşey yükün etkin olduğu durumlarda tercih edilir. Yanal rijitliklerinin yeterli olmaması ve yüksek süneklikleri sebebiyle yatay yükler etkisinde büyük yatay yer değiştirmeler yaparak büyük enerji yutma kapasitesine sahip olurlar. Atölye, fabrika gibi büyük açıklıklı ya da az katlı ofis, konut türü yapılar için daha uygundur (Özlu, 2015).

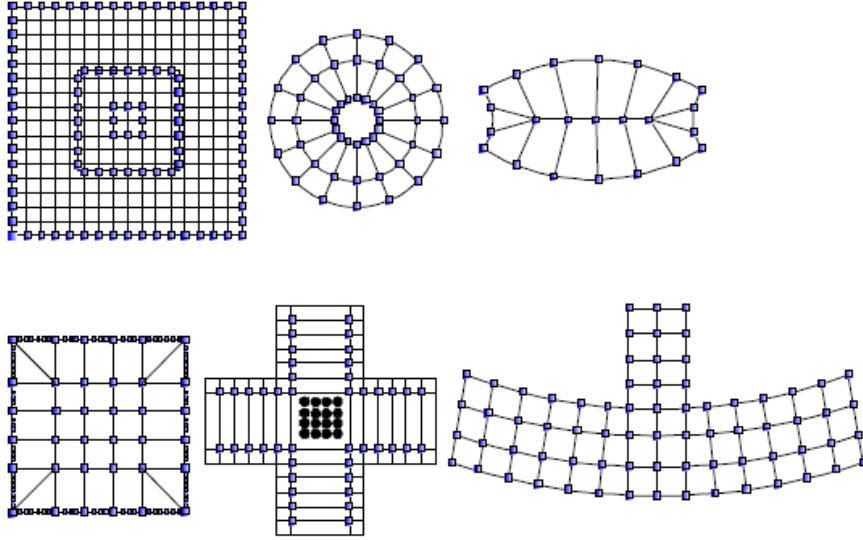


Şekil 4.1. Çerçevesel sistem örneği plan ve kesiti (Özlu, 2015)

Yüksek yapılarda çerçeve sistemler yaygın olarak rijit bağlantılarla oluşturulmuş düşey kolon ve yatay kirişlerden meydana gelir (Şekil 4.2). Betonarme ve çelik malzemenin kullanılabilirdiği bu taşıyıcı sistemlerin yatay yüklere karşı sağlamlığı, bağlantı noktalarının rijitliğine bağlıdır. Çerçeve sistemin başlıca avantajı planlamada pencere, kapı gibi boşluklarının düzenlenmesinde serbestlik sağlamasıdır (Koç ve ark., 2009).

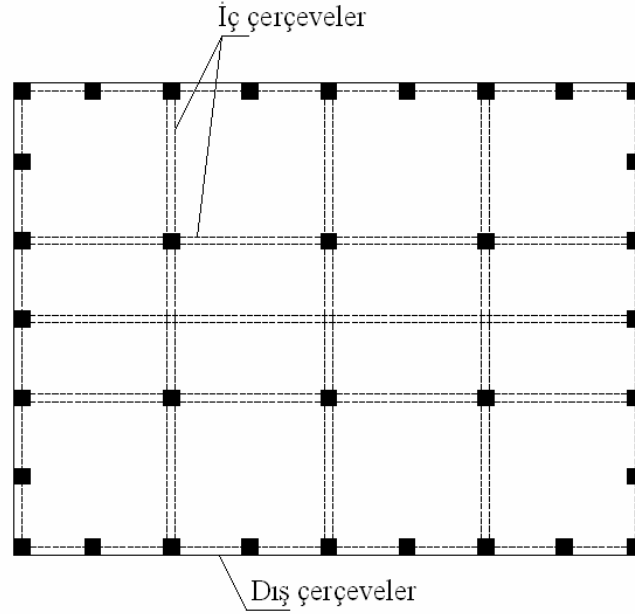
Çerçeve sistemler düşeydeki konumlarına göre, düzlemsel ve uzaysal çerçeveler olmak üzere ikiye ayrılırlar. Düzlemsel çerçeveler, aynı düşey düzlemdeki kolon ve kirişlerden oluşur. Bu sistemde bütün yükleri strüktürü oluşturan kiriş ve kolonlar taşırlar. Artan yatay yükleri, kolon ve kirişler eğilerek karşılarlar. Bu yüzden düzlemsel çerçevelerin taşıma gücü, kolon ve kirişlere bağlıdır. Uzaysal çerçeveler ise birçok düzlemsel çerçevelerin kirişlerle birleştirilmesiyle oluşur. Birleşen düzlemsel çerçeveler yatay yüklere tüm sistemle karşı koyarlar. Yüksek binalarda en yaygın kullanılan çerçeve sistem türü uzaysal çerçevelerdir (Bal, 2003).

4. BETONARME YÜKSEK YAPI TASARIMININ MALZEME VE TAŞIYICI SİSTEM KAPSAMINDA İNCELENMESİ Özlem ULUSOY



Şekil 4.2. Çerçeve sistem yapı örnekleri (Beyazoğlu, 1997: Mucur, 1994: Koç ve ark., 2009'dan)

Çerçeveler, binaların iç ya da dış cephe düzlemlerine yerleştirilebilir (Şekil 4.3). Çerçevelerin mukavemeti ve rijitliği, kiriş ve kolonların boyutlarıyla doğru, kat yükseklikleri ve kolon aralıklarıyla ters orantılıdır. Kat yükseklikleri ve kolon aralıkları büyüdükçe, taşıma kapasitesi düşer (Özgen ve Sev, 2000: Işık, 2008'den).



Şekil 4.3. İç ve dış çerçeveler (Işık, 2008).

Yapı formuna bağlı olarak kolon düzenleri ve rijit çerçeve sistemleri aşağıdaki şekilde sınıflandırılmıştır (Işık, 2008):

a) Yapının enine paralel çerçeveler

- Tipik dikdörtgen ızgara (Şekil 4.4a)
- İçte düzeni değişen dikdörtgen ızgara (Şekil 4.4b)
- Işınsal ızgara (Şekil 4.4c)
- Eğrisel kenarlı ızgara (Şekil 4.4d)
- Her iki eksende ızgara (Şekil 4.4e)

b) Sık kenar kolonlarla oluşturulan çerçeveler

- İçte çerçevesi çekirdek, dışta sık kolonlar (Şekil 4.4f)
- İçte ve dışta kare ızgara üzerinde sık kolonlu çerçeve (Şekil 4.4g)
- İçte ve dışta dairesel ızgara üzerinde sık kolonlu çerçeve (Şekil 4.4h)

4. BETONARME YÜKSEK YAPI TASARIMININ MALZEME VE TAŞIYICI SİSTEM KAPSAMINDA İNCELENMESİ Özlem ULUSOY

c) İki doğrultuda çerçeveler

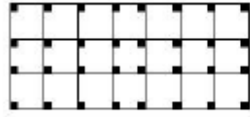
- Kare ızgara (Şekil 4.4i)

d) Çokgen ızgara üzerinde çerçeveler

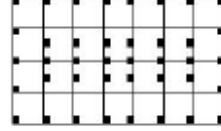
- Doğadaki tüm organik yapılar (Şekil 4.4j)



4. BETONARME YÜKSEK YAPI TASARIMININ MALZEME VE TAŞIYICI SİSTEM KAPSAMINDA İNCELENMESİ Özlem ULUSOY



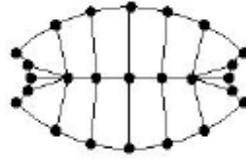
a) Tipik Dikdörtgen Izgara



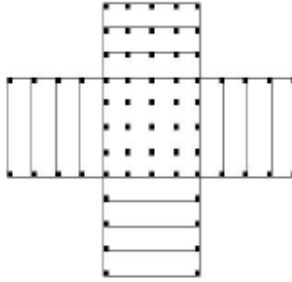
b) İçte Düzeni Değişen Dikdörtgen Izgara



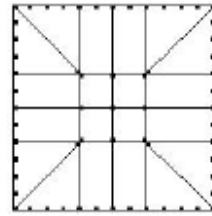
c) Işınsal Izgara



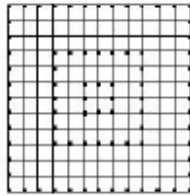
d) Eğrisel Kenarlı Izgara



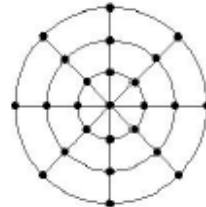
e) İki Eksende Izgara



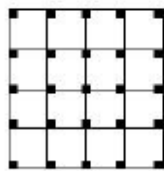
f) İçte Çekirdek Dışta Kolonlar



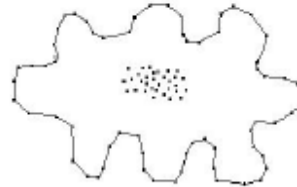
g) İçte ve Dışta Kare Izgara



h) İçte ve Dışta Dairesel Izgara



i) Kare Izgara



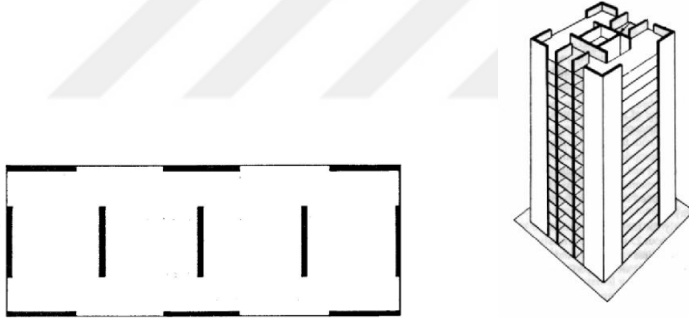
j) Organik Yapılar

Şekil 4.4. Rijit çerçeve sistemler

4.3.2. Perdeli Sistemler

Tarihte taşıyıcı duvarlı sistemler, ağır ve kalın kâgir duvarlar şeklinde başlamıştır. Yapıların kat adetleri çoğaldıkça duvar kalınlıklarının artması, bu sistemlerin kullanılabilirliğini ortadan kaldırmıştır. Ancak çağdaş yapı malzemelerinin ve yapım yöntemlerinin gelişmesi, taşıyıcı duvarlı sistemleri tekrar ön plana çıkarmıştır (Büyüklü, 1998: Mucur, 1994: Koç ve ark., 2009'dan).

Çerçevesiz sistemler düşey yüklere karşı genellikle yeterlidir ancak yatay kuvvetleri karşılayabilmeleri için çok büyük boyutlu kesitler kullanmak gerektirebilir. Böyle durumlarda maliyetin artmaması için perdelerin kullanılması uygundur. Yüksek yapılarda rüzgar ve deprem kuvvetleri nedeniyle boyutlandırmada belirleyici olan genellikle yatay ötelemelerdir. Perdeler büyük ataletleri sayesinde yapının rijitliğini artırarak ötelemeleri sınırlandırır (Doğangün, 2002: Özlü, 2015'ten).

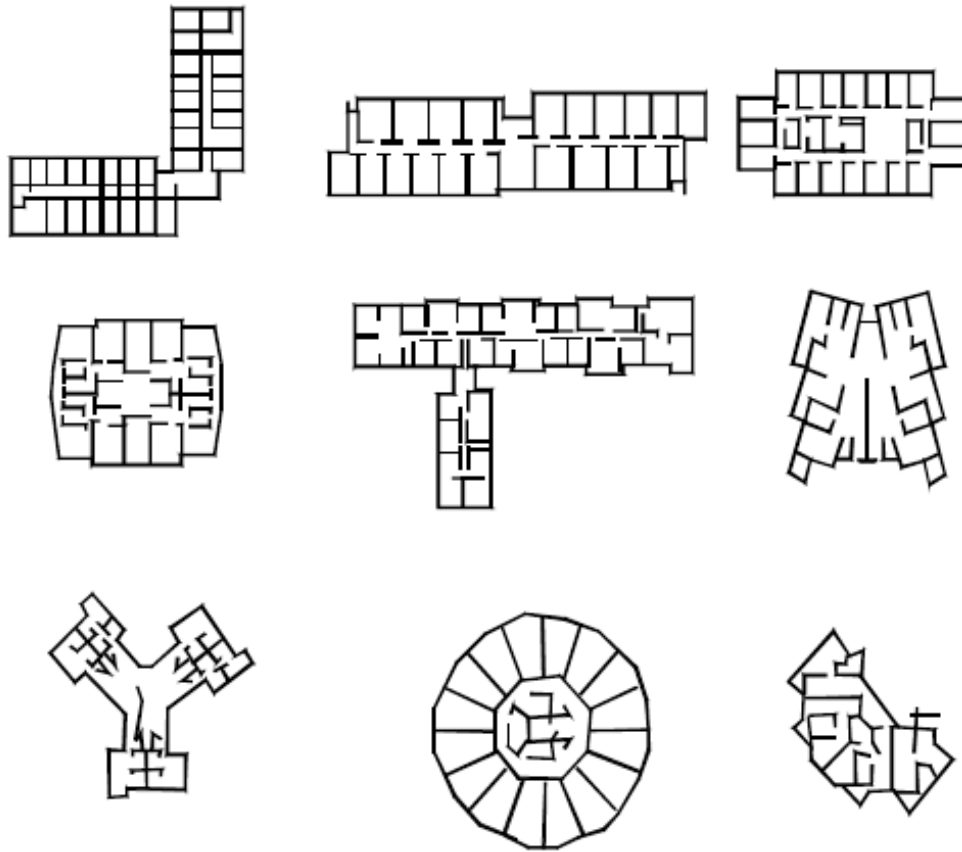


Şekil 4.5. Perde sistem örnekleri (Özlü, 2015;Işık, 2008)

İki veya daha fazla perde kiriş veya döşeme ile birbirine bağlandığı zaman oluşan sistemin toplam rijitliği perdelerin teker teker rijitliklerinin toplanması ile elde edilenden büyük olur. Bunun nedeni döşeme veya kirişte bireysel düşey konsol davranışları sınırlandırılan perdelerin beraber çalışmasıdır. Perdeler diğer fonksiyonel gereksinimlerle uyum içinde bulunup yeterli yüksekliğe sahip olursa 30 ila 40 katlı yapılarda ekonomik bir biçimde yatay yüklere dayanırlar (Polat, 2004).

4. BETONARME YÜKSEK YAPI TASARIMININ MALZEME VE TAŞIYICI SİSTEM KAPSAMINDA İNCELENMESİ Özlem ULUSOY

Perde duvarlı sistemler, rijit çerçevelerin aksine, katı formları ile açık planlamaların, alt katlarda lobilerin, servis mekanları ve tesisat katlarının istendiği yapı türlerinde kısıtlamalar getirir. Bundan dolayı serbest planlı, geniş açıklıklar gerektiren ticari ve ofis amaçlı yapılar için tercih edilmezler. Bunun aksine oteller, konut blokları vb. binalar için ise üst üste katlarda birbirini takip eden planlamalar dolayısıyla, düşeyde duvarların sürekli olması açısından oldukça uygun yapılardır (Şekil 4.6.) (Işık, 2008).



Şekil 4.6. Perde duvarlı sistem yapı örnekleri (Karakaya, 2000: Koç ve ark., 2009'dan)

4. BETONARME YÜKSEK YAPI TASARIMININ MALZEME VE TAŞIYICI SİSTEM KAPSAMINDA İNCELENMESİ Özlem ULUSOY

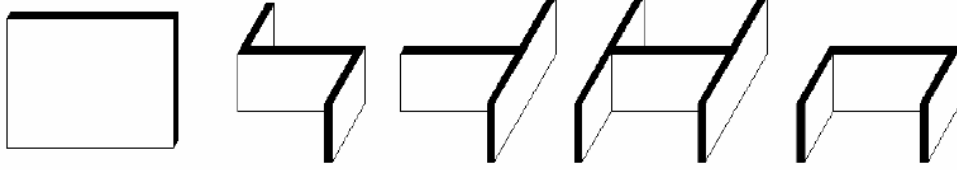
Kapı, pencere ve asansör kapısı gibi nedenlerle perde duvarlarda boşluk bırakılması halinde de boşluklu perde sistemler ortaya çıkmaktadır. Bu sistemler çerçeveli sistemlerin davranışı ile perdeli sistemlerin davranışı arasında bir davranış göstermektedir. Boşluklu perde sistemi kolon rijitlikleri kiriş rijitliklerine göre çok büyük olan bir tür çerçeve sistem gibi düşünülebilir (Yılmaz, 2006)

Perde duvarlı sistemler yapıda şu şekilde düzenlenirler (Işık, 2008):

a) Açık ve kapalı sistemler

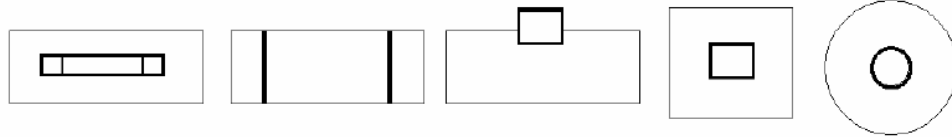
Perde duvar sistemleri, plandaki biçimleri yönünden iki ana gruba ayrılırlar:

- **Açık sistemler:** Tekil düzlem elemanlar ya da bunların birleştirilmiş, fakat tam kapatılmamış şekilleriyle oluşturulur: L, I, X, V, T, H vb. biçimler gibi (Şekil 4.7).



Şekil 4.7. Açık perde sistemler

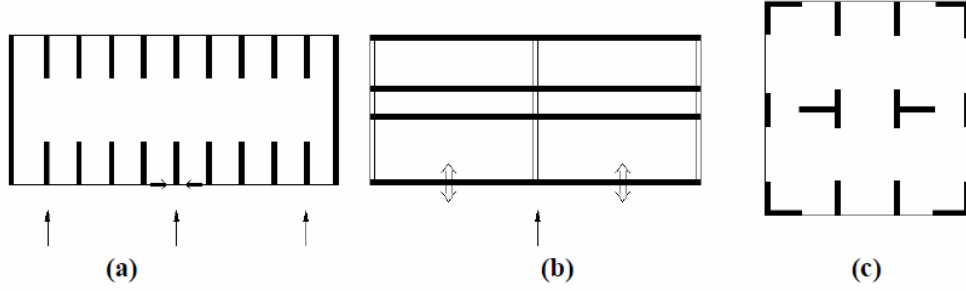
- **Kapalı sistemler:** Birden fazla düzlem (ya da eğrisel) elemanın kapalı şekillerde birleştirilmesiyle oluşturulan kare, dikdörtgen, üçgen, daire gibi düzenlemelerdir. Bunlar çekirdek ismini almaktadırlar (Şekil 4.8).



Şekil 4.8. Kapalı perde sistemler

b)Plan doğrultularına göre düzenleme

- **Enine doğrultuda sistem:** Yapının kısa kenarına paralel doğrultudaki düzlem duvarlardan oluşur. Bu düzenleme, cephe tasarımında esneklik sağlar. Yapının kısa kenarına paralel yatay yükler, bu doğrultuda yerleştirilmiş perde çalışmasıyla karşılanır. (Şekil 4.9a).
- **Boyuna doğrultuda sistem:** Yapının uzun kenarına paralel doğrultudaki perdelerden oluşur ve bu perdeler esas cephe duvarı görevini üstlenir. Bu sistemde uzunlamasına duvarlar bir önceki sistemde olduğu gibi duvarların üstlendiği iki görevi ayırır ve bir yandan düşey yükleri taşıırken, diğer yandan yatay yükleri de döşeme diyaframı kanalıyla iç perdelerle aktarırlar (Şekil 4.9b).
- **İki doğrultuda sistem:** Bu sistem her iki doğrultuda düzenlenen perde duvarlardan oluşur. Diğer düzenlemelere oranla daha rijit olmakla birlikte, planlamada en az esneklik sağlayan sistemdir (Şekil 4.9c) (Özgen ve Sev, 2000).



Şekil 4.9. Perde duvarların yapı içindeki düzenleri

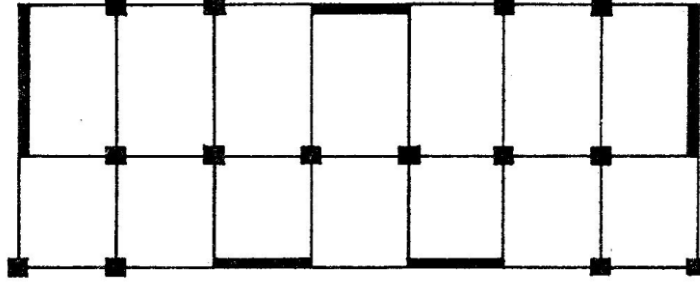
4.3.3. Perde Çerçevesi Sistemler

Perde çerçevesi sistemlerde, perde ve çerçevelerin yapı boyunca birlikte çalışmasıyla ayrı ayrı rijitliklerinin toplanmasından daha büyük rijitliğe sahip

4. BETONARME YÜKSEK YAPI TASARIMININ MALZEME VE TAŞIYICI SİSTEM KAPSAMINDA İNCELENMESİ

Özlem ULUSOY

olmuş olurlar. Bu sayede perde çerçevesi sistemli çok katlı yapıların ekonomik ve güvenli yapılması sağlanır (Şekil 4.10) (Stafford ve Couls, 1991: Özlü, 2015'ten).

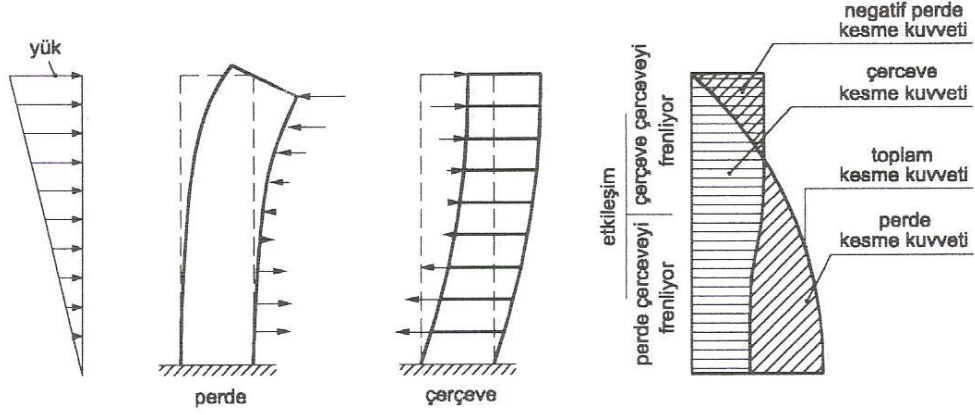


Şekil 4.10. Perde çerçevesi sistem örneği (Özlü, 2015)

Perdeler yerçekimi yüklerinin neden olduğu basınç kuvvetlerinden dolayı ön gerilmeli durumda bulduklarından, sistemin kesme kuvvetlerine karşı kayma kapasitesini artırırlar. Çerçeveler ise yatay yük altında kayma şekil değiştirmesi yaparlar, katlar arasındaki yer değiştirme yalnız o kattaki kesme kuvvetine bağlıdır. Bu nedenle en büyük şekil değiştirme değeri tabandadır. Perdeler ise eğilme etkisinde ve konsol kiriş gibi davrandığından en büyük şekil değiştirme tepededir. Bu iki sistemin birbirine uymayan bu şekil değiştirme karakteristiklerinden dolayı, bu elemanlar arasında düzgün olmayan etkileşim kuvvetleri doğar. Perdeler yatay yüklerin çoğunu karşılayarak çerçevelere yardımcı olmakta, çerçeveler ise perdelerin büyük rijitlik etkisini azaltarak ve topyekün sistemin süneklik oranını arttırarak, yatay etkilerin azalmasını sağlamaktadır (Şekil 4.11) (Amil ve Aydın: Işık, 2008'den).

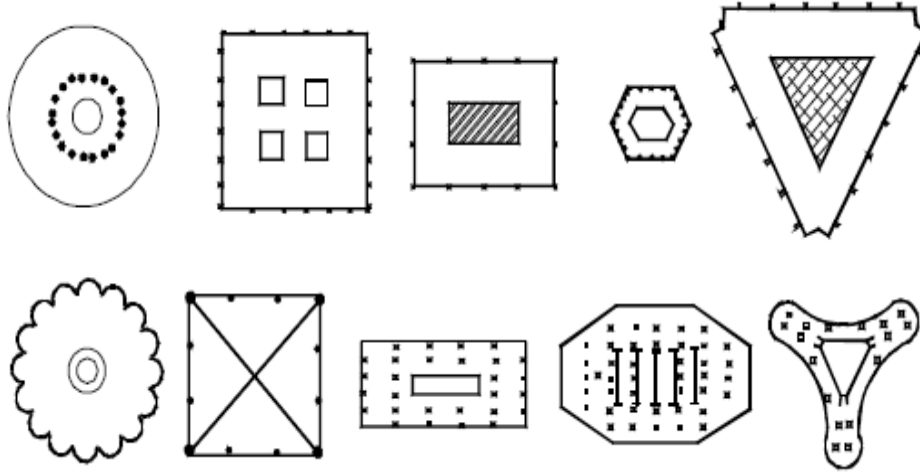
4. BETONARME YÜKSEK YAPI TASARIMININ MALZEME VE TAŞIYICI SİSTEM KAPSAMINDA İNCELENMESİ

Özlem ULUSOY



Şekil 4.11. Perde çerçevesi sistemlerin yatay yük altındaki etkileşimi (Polat, 2004)

Çerçeve ve perde duvarlı sistemler genellikle 40–60 kat yükseklikler için uygundur, ancak deprem etkisi altındaki bölgelerde bu kat adetleri çok daha düşüktür. Yurdumuzda ve dünyada, çok katlı yüksek yapı tasarımında en çok kullanılan taşıyıcı sistem perde ve çerçevelerden oluşan sistemlerdir (Şekil 4.12) (Karakaya, 2000; Koç ve ark., 2009'dan).



Şekil 4.12. Perde çerçevesi sistem yapı örnekleri (Koç ve ark., 2009)

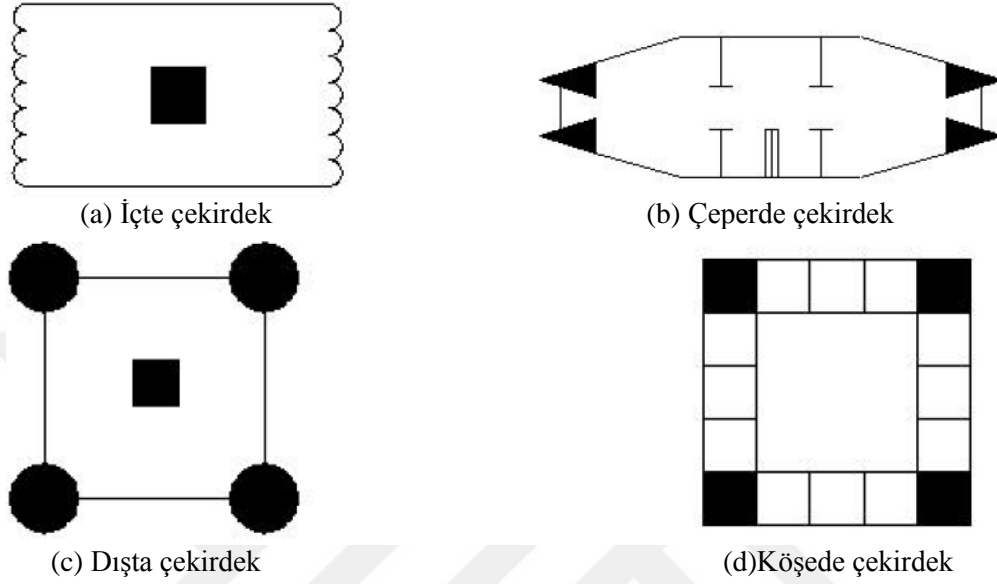
4.3.4. Çekirdek Sistemler

Yüksek binalarda genel olarak merkezi çekirdekli sistemler kullanılır. Bu sistemler binanın ortasında yer alır. Çekirdeğin dışı kullanım alanı olarak tanımlanır. Merkezi çekirdekler içlerinde merdiven, asansör, tuvalet ve lavabo gibi ıslak mekanları bulundurur (Bal, 2003).

Tek tek düzlem elemanlardan oluşan taşıyıcı perde duvar sistemler işlevlerin ve kullanıcı gereksinmelerinin belirli ve kesin olduğu konut ve otel gibi binalara iyi uymaktadır. Ancak günümüzde büro ve ticari amaçlı binalarda mümkün olabildiğince büyük alanlar ve serbest plan şartları gerekmektedir. Bu nedenle özellikle büro binalarında perdelerin birleştirilmesiyle oluşan çekirdek ya da çekirdekler kullanılır. Perde duvarlar gibi çekirdekler de bina içine ya da cephesinde düzenlenebilir (Özgen ve Sev, 2000; Işık, 2008'den)

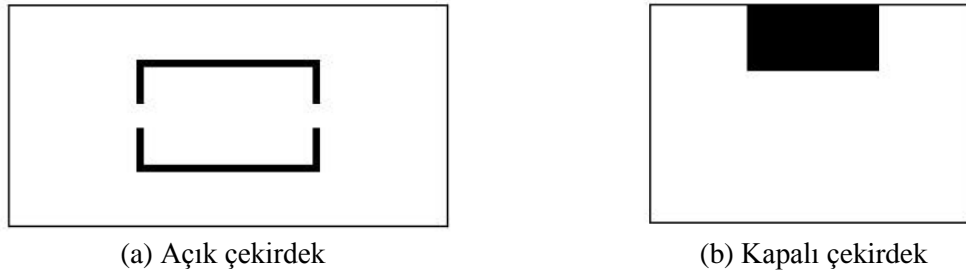
Kullanım alanı açısından verimi arttırmak için çekirdek boyutlarının mümkün olabildiğince küçültülmesi gereği açıktır. Yine de çekirdek tüm katlarda döşeme alanının %20-25 kadarını kaplar. Yatay yüklere dayanımı içinse bırakılan boşlukların küçük ve katlar arasında şaşırtılarak düzenlenmesi yararlı olmaktadır (Işık, 2008).

Yüksek yapılarda mimari formdan kaynaklı olarak çekirdeklerin yerlerinde, sayılarında ve şekillerinde farklılıklar görülebilir. Çekirdeklerin yerlerine baktığımızda çekirdekler yapının içinde, çeperinde, dışında ya da köşelerinde bulunabilir (Şekil 4.13).



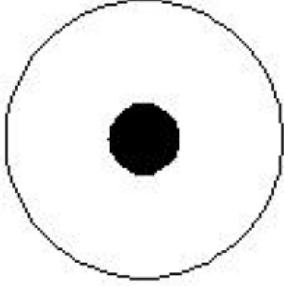
Şekil 4.13. Çekirdek yerleri (Işık, 2008)

Çekirdekler kare, dikdörtgen, üçgen ve daire gibi kapalı şekillerde ya da X, I, U gibi açık şekillerde de olabilir (Şekil 4.14).

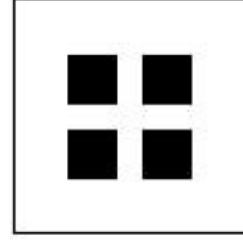


Şekil 4.14. Çekirdek biçimleri (Işık, 2008)

Çekirdekler yapılarda bir tane veya daha fazla bulunabilirler (Şekil 4.15).



(a) Tek çekirdekli

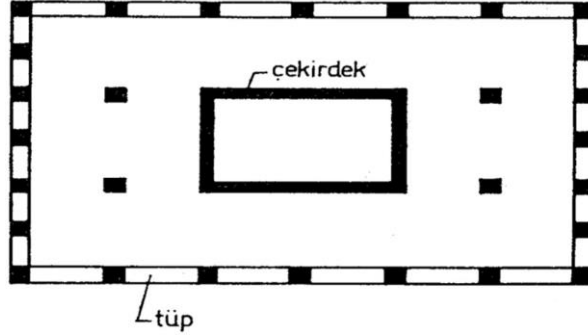


(b) Çok çekirdekli

Şekil 4.15. Çekirdek sayıları (Işık, 2008)

4.3.5. Tüp Sistemler

Tüp sistem, yapının kenarlarına 1m~3m aralıkla yerleştirilen kolonların büyük rijitlikli kirişlerle bağlanmasıyla oluşturulmaktadır (Şekil 4.16). Yapıya etkiyen yatay yüklerden oluşan eğilme momentlerini, ilgili deprem doğrultusunda dış tüpün paralel çerçevelerinin aksenal kuvvetleri tarafından karşılanması nedeniyle yüksek yapılarda kullanılması uygundur (Güler ve ark., 2003: Özlü, 2015'ten).

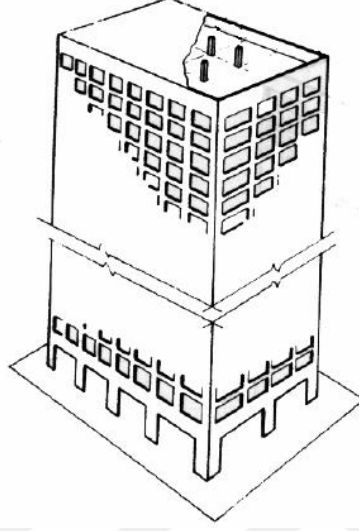


Şekil 4.16. Tüp sistem örneği (Özlü, 2015)

Dış duvarlar rüzgar yükünün tümünü ya da çoğunu karşıladığı için yapı içinde diyagonal çaprazlamalara ve kesme duvarlarına gerek kalmaz. Tüp, yapı çevresine sık aralıklı kolonlarla oluşturulur. Bu cephe strüktürü delikli bir duvar

4. BETONARME YÜKSEK YAPI TASARIMININ MALZEME VE TAŞIYICI SİSTEM KAPSAMINDA İNCELENMESİ Özlem ULUSOY

görünümündedir. Tüpün rijitliği çok fazladır ve konsol kirişe benzer bir şekilde yatay yüklere karşı koyar (Işık, 2008).



Şekil 4.17. Tüp sistemin cepheden görünüşü (Işık, 2008)

Tübüler sistemler çerçevesi sistemlere göre strüktürel etkinliği arttırdığı gibi strüktür malzemesinden de % 50 tasarruf sağlar. Böylece daha hafif binaların yapılabilmesine olanak verir. Strüktür tasarımcıları tübüler sistemleri yüksek bina taşıyıcı sistemleri arasında en etkin, en ekonomik ve en emniyetli strüktürler olarak göstermektedir (Özgen ve Sev, 2000: Bal, 2003'ten).

Tüp sistemler kendi içerisinde farklılaşma göstermişlerdir. Tüp sistem çeşitleri şöyledir;

a) Boş tüp

Boş tüp sistemi, tüp sistemlerinin başlangıcını oluşturur. Bu sistemde deprem ve rüzgar gibi yatay kuvvetleri, cephedeki tüp karşılar ancak çekirdek ve iç kolonların yatay kuvvete etki etmediği kabul edilir (Bal, 2003).

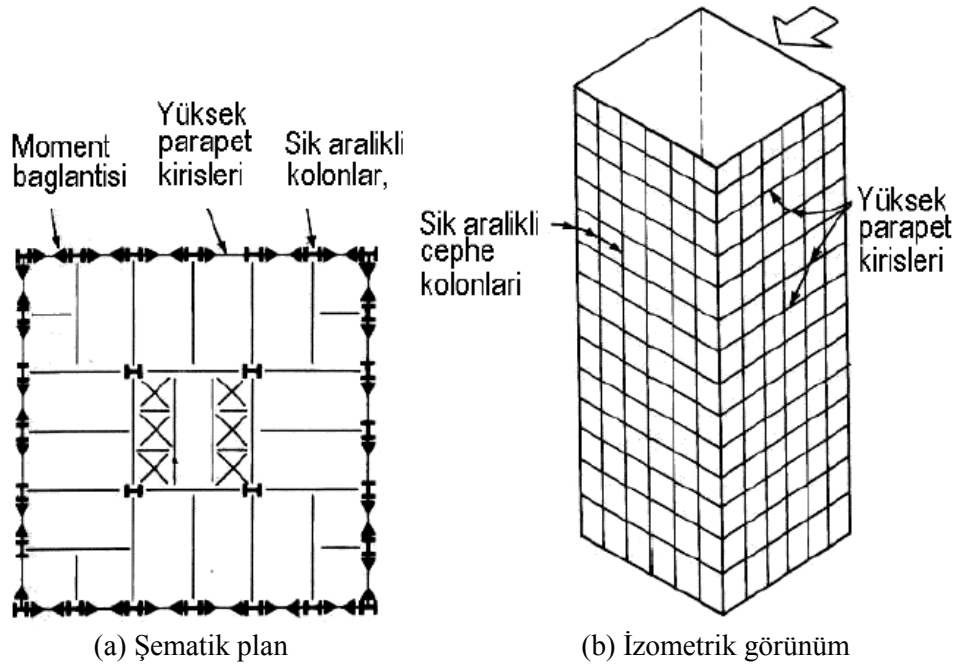
4. BETONARME YÜKSEK YAPI TASARIMININ MALZEME VE TAŞIYICI SİSTEM KAPSAMINDA İNCELENMESİ

Özlem ULUSOY

- **Çerçevesiz tüp:** Yapının dış duvarları, cephede sık yerleştirilmiş kolonların bir dikdörtgen ızgara oluşturacak şekilde rijit olarak kirişlere bağlanması ile oluşturulur (Şekil 4.18-19). İç kolonların düşey yükleri karşıladığı ve dış tüp rijitliğine katkıda bulunmadığı kabul edilir (Yılmaz, 1998; Işık, 2008'den).



Şekil 4.18. Çerçevesiz tüp için uygun plan formları (Bal, 2003).



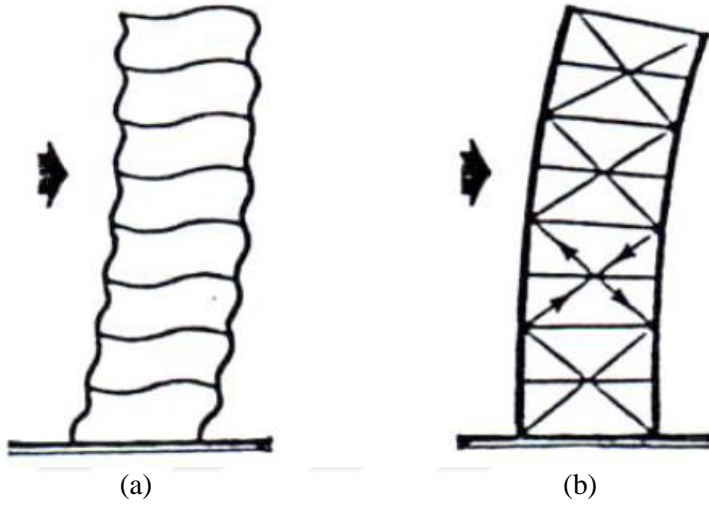
Şekil 4.19. Çerçevesiz tüp (Bal, 2003)

- **Kafesli tüp:** Kafesli tüp sistemler, çerçeve tüp sistemlerinin geliştirilmesiyle oluşan bir sistemdir. Çerçevesiz tüp sistemlere, yeni

4. BETONARME YÜKSEK YAPI TASARIMININ MALZEME VE TAŞIYICI SİSTEM KAPSAMINDA İNCELENMESİ

Özlem ULUSOY

strüktür elemanlarının eklenmesi, bu sistemin daha yüksek binalarda da kullanılmasını sağlamıştır. Bu sisteme, diyagonal elemanların eklenmesi, esnekliği azaltarak, rijitliğin artmasına neden olur (Şekil 4.20). Böylece binalarda oluşan kesme kuvvetleri alın kirişleriyle değil, diyagonallerle karşılanmış olur (Bal, 2003).



Şekil 4.20. Çerçevesiz tüpün rijitleştirilmesi. (a) Çerçevesiz tüpün yatay yük etkisinde eğilmesi (b) Çerçevesiz tüpün rijitleştirilmesiyle eğilmesinin önlenmesi

b) İç bağlantılı tüp

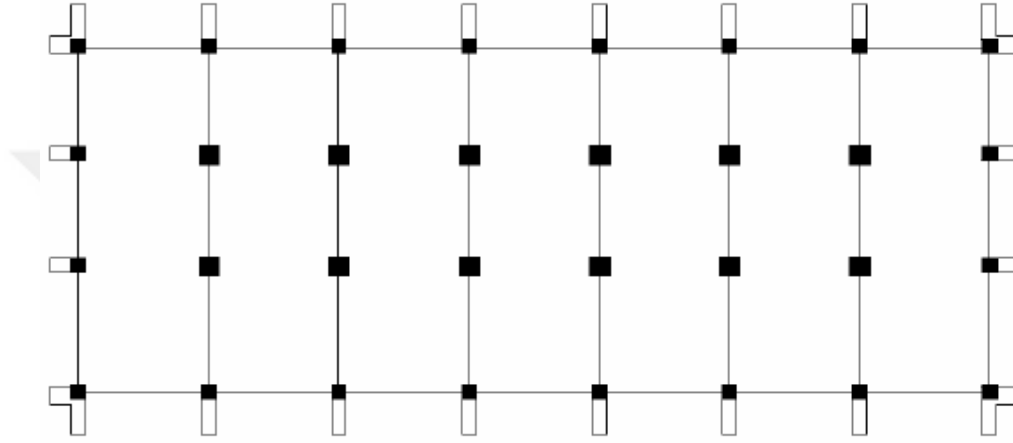
Boş tüp sistemlerine iç perde ve çekirdeklerin eklenmesi ile oluşan iç bağlantılı tüpler ile boş tüplere oranla daha yüksek yapılar yapılabilmektedir (Bal, 2003).

- **Paralel perde duvarlı tüp:** Dış tübüler duvar, planda iç perde duvarlarla rijitleştirilebilir. Bu durumda çevre kolonların seyrek olarak düzenlenmesi her kolon için bir perde duvar gerektirirken, sık kolon düzeni sadece iki perde duvarlarla bağlanabilir. Bu sistemler planda perde duvarları eklenerek rijitleştirilebilir. Burada yapı, perde

4. BETONARME YÜKSEK YAPI TASARIMININ MALZEME VE TAŞIYICI SİSTEM KAPSAMINDA İNCELENMESİ

Özlem ULUSOY

duvarlarının gövde, tüp duvarlarının başlık olduğu büyük kesitli bir kiriş gibi düşünülebilir. Böylece kayma ötelenmesi en aza indirildiğinden, dış tüp duvarlarında esas olarak aksel gerilmeler oluşur (Şekil 4.21) (Özgen ve Sev, 2000; Bal, 2003'ten).



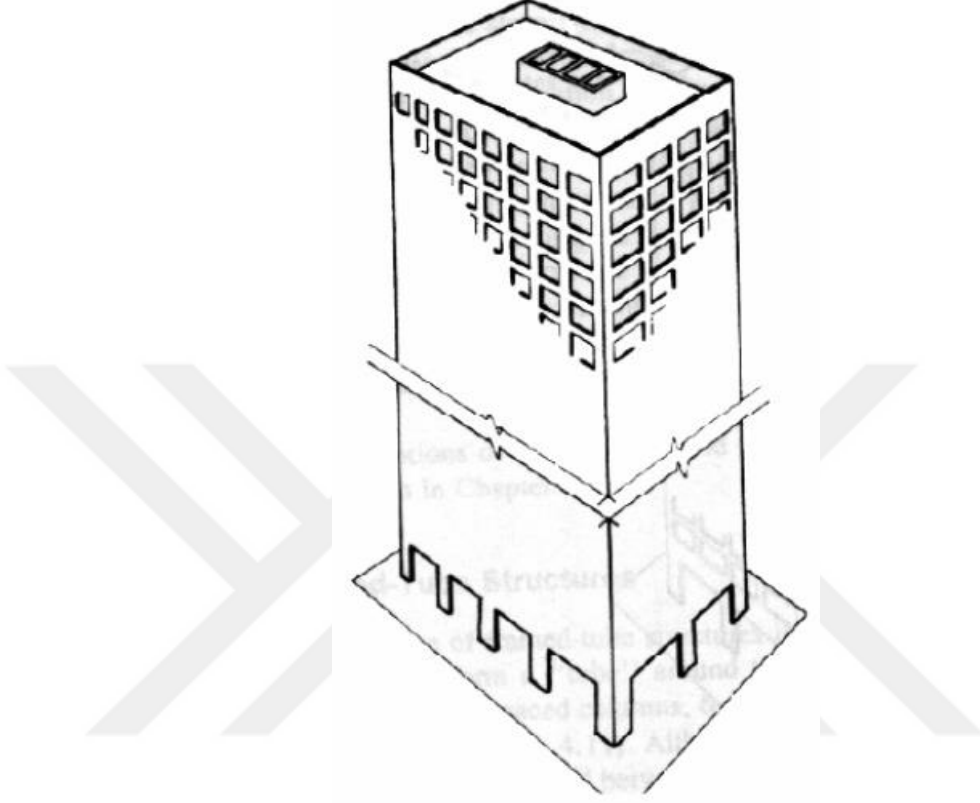
Şekil 4.21. Paralel perde duvarlı tüp (Işık, 2008)

- **Tüp içinde tüp:** Oldukça büyük bir servis çekirdeğinin bulunduğu yüksek büro binalarında, bütün bir servis çekirdeğini çevreleyen perde duvarları, yatay yükü taşıyan tüm sistemin bir parçası olarak kullanılmak genellikle bir üstünlük sağlar. Böylece çekirdek kullanımı ile sistemin rijitliği, boş tüplere oranla, yalnızca düşey yükleri değil, yatay yükleri taşıma açısından da oldukça gelişmiştir (Işık, 2008).

Dış tüp rüzgar yükünün çoğuna üst kısmıyla, çekirdek ise alt kısmıyla karşılık verir (Bal, 2003).

Kolonsuz büro alanlarına gereksinim, çekirdekli bir çevre tüpünü normal bir çözüm olarak ortaya çıkarır. Çekirdek duvarlarının şekillendirdiği bir iç tüp ve sık kolonlar cephe kirişleri ızgarasının şekillendirdiği bir dış tüpten oluşan bu taşıyıcı sisteme tüp içinde tüp denilmektedir (Şekil 4.22) (Özgen ve Sev, 2000; Işık, 2008'den).

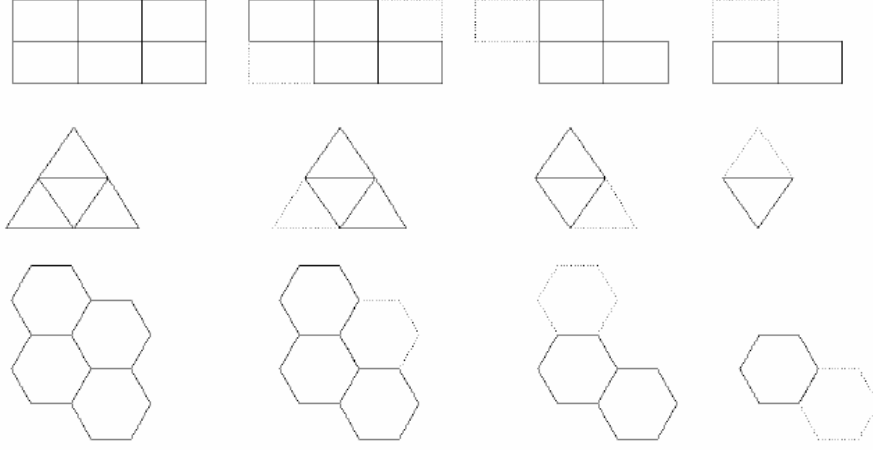
4. BETONARME YÜKSEK YAPI TASARIMININ MALZEME VE TAŞIYICI SİSTEM KAPSAMINDA İNCELENMESİ Özlem ULUSOY



Şekil 4.22. Tüp içinde tüp sistem örneği

- **Modüler (demet) tüp:** Betonarme modüler tüp kavramı, birden fazla çerçevesiz tüpün, binanın yükselmesine ve yatay yüklere dayanıklılığının artırılmasına yönelik olarak bir araya getirilmesi ile ortaya çıkmaktadır. Modülleri oluşturan tüplerden her biri, çerçevesiz tüp veya kafesli tüp olarak tasarlanabilmekte, farklı plan şemalarına sahip olabilmektedir. Bu sistemin sağladığı en önemli avantaj, bina kütlelerinin tasarımında serbestlik tanınmasıdır. Genel olarak tüp sistemler planda, üçgen, dörtgen, beşgen, dairesel veya kapalı tüp kesitler halinde kullanılmaktadır. Tüp sistemlerde planda en etkili kare formdur. En nadir görünen ise planda üçgen formdur (Işık, 2008).

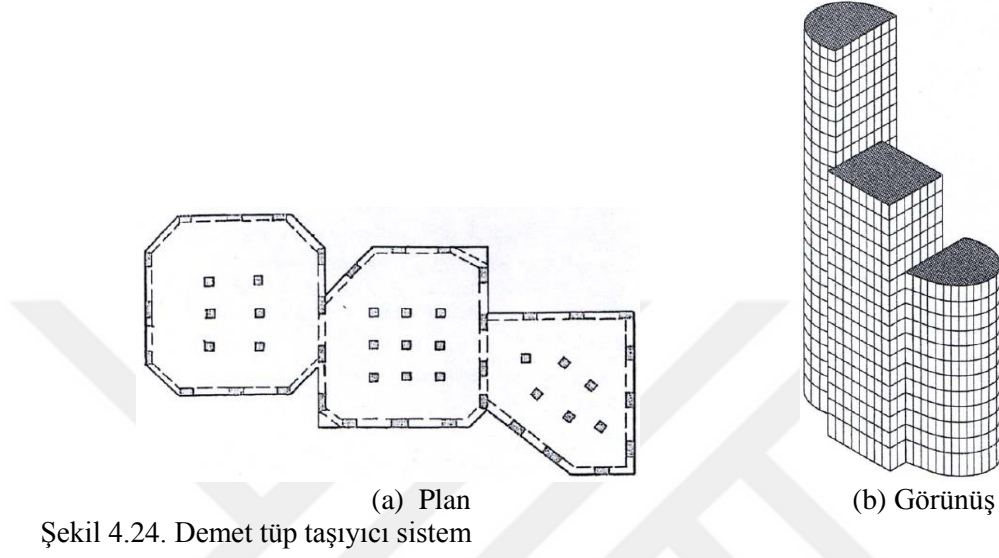
4. BETONARME YÜKSEK YAPI TASARIMININ MALZEME VE TAŞIYICI SİSTEM KAPSAMINDA İNCELENMESİ **Özlem ULUSOY**



Şekil 4.23. Çeşitli modüler tüpler (Işık, 2008).

Modüler tüp kavramının strüktürel prensibi olarak, iç kolon dizilerinin ve kirişlerinin bina içinde bir ağ gibi davranarak, kesme kuvvetlerine karşı dev bir konsol kiriş gibi davranması gösterilebilir. Oluşan bu yararlı iç diyaframların dışında, binanın cephesinde binaya etkinlik sağlar. Bunun nedeni, kolonların dış cephede ağ gibi davranan ızgaralı çerçeveler aralarındaki bağlantıların çok sağlam kirişlerle sağlanması ve kesme kayması etkisine binanın dış kolonlarla beraber karşı koymasındır (Taranath, 1998: Özlü, 2015'ten).

4. BETONARME YÜKSEK YAPI TASARIMININ MALZEME VE TAŞIYICI SİSTEM KAPSAMINDA İNCELENMESİ Özlem ULUSOY



5. DEPREMİN BETONARME YAPILARA ETKİLERİ

5.1. Deprem Tanımı

Deprem için yapılmış tanımlamaların bazıları şöyledir;

Yerkabuğu içindeki bir kaynaktan ani olarak çıkan titreşimlerin dalgalar halinde yayılarak geçtikleri ortamları ve yer yüzeyini sarsma olayına denir (Acerer, 1999).

Yer kabuğunun belli bir derinliğinde, bir dış merkezden başlayarak oluşan ani devinim ya da sarsıntılara deprem denir (Büyük Larousse Sözlük ve Ansiklopedisi, 1986).

Deprem, dinamik etkiye sahip bir doğal afet olup yer kabuğunda oluşan titreşimler sonucu yapıların mesnetlerinde zamana bağlı bir yer değiştirme hareketi doğurur. Genellikle yer kabuğunda soğuma veya çeşitli etkenler sebebiyle oluşan şekil değiştirme enerjisinin ani olarak açığa çıkmasıyla oluşan deprem etkisi, yapıları alışagelmış yüklerin üzerinde zorlayarak tasarım ve uygulama sırasında yapılmış hataları ortaya çıkarır (Özgen ve ark., 1992: Coza, 2003'ten).

5.2. Deprem Oluşumları

Dünyanın iç yapısı konusunda, jeolojik ve jeofizik çalışmalar sonucu elde edilen verilerin desteklediği bir yeryüzü modeli bulunmaktadır. Bu modele göre, yer kürenin dış kısmında yaklaşık 70- 100 km kalınlığında 'litosfer' adı verilen bir taşküre bulunmaktadır. Litosfer ile çekirdek arasında kalan ve kalınlığı 2900 km olan kuşağa 'manto' adı verilir (Tuna, 2000: Coza, 2003'ten).

Taşkürenin altında 'astenosfer' denilen yumuşak üst manto bulunmaktadır. Burada oluşan kuvvetler, özellikle de konveksiyon akımları nedeni ile taşküre parçalanmakta ve birçok levhalara bölünmektedir. Konveksiyon akımları yukarılara yükseldikçe mantoda oluşan gerilmeler zayıf zarların kırılması ile levhaların oluşmasına sebep olmaktadır. Yer kabuğunu oluşturan levhaların birbirine sürtündükleri, birbirlerini sıkıştırdıkları, birbirlerinin üstüne çıktıkları ya

da altına girdikleri sınırlar, depremlerin oldukları yerler olarak karşımıza çıkmaktadır. Depremlerin hemen büyük çoğunluğu bu levhaların birbirlerini zorladıkları levha sınırlarında oluşmaktadır (Coza, 2003).

Birbirlerini iten ya da diğerinin altına giren iki levha arasında, harekete engel olan bir sürtünme kuvveti vardır. Bir levhanın hareket edebilmesi için bu sürtünme kuvvetinin giderilmesi gerekir. İtilmekte olan levha ile bir diğer levha arasında sürtünme kuvveti aşıldığı zaman bir hareket oluşur. Bu hareket çok kısa bir zaman biriminde gerçekleşir ve şok niteliğindedir, sonucunda çok uzaklara kadar yayılabilen deprem dalgaları ortaya çıkar (Tuna, 2000; Coza, 2003'ten).

5.3. Deprem Türleri

Depremlerin büyük bir bölümü yukarıda belirtildiği gibi gerçekleşmektedir. Bu deprem oluşumunun yanı sıra çeşitli nedenlerle de depremler meydana gelmektedir. Bu bölümde depremlerin oluşum şekillerine göre türleri incelenecektir. Deprem türleri üç ana başlık altında toplanmaktadır:

- Tektonik depremler
- Volkanik depremler
- Çöküntü depremleri

Depremlerin çok büyük bir bölümü yer kabuğunda soğuma veya çeşitli etkilerden meydana gelen şekil değiştirme enerjisinin ani olarak açığa çıkmasından meydana gelir. Böyle bir olay sırasında yer kabuğunu oluşturan plakalar kendisini sınırlayan çizgiler olan faylar boyunca ani olarak kayar. Bu tür depremde ortaya çıkan yer değiştirme dalgaları sönmülenerek uzaklara yayılır. Bu tür depremlere '*tektonik deprem*' denir (Celep ve Kumbasar, 1993).

İkinci tip depremler '*volkanik depremler*' dir. Bunlar volkanların püskürmesi sonucu oluşurlar. Yerin derinliklerinde ergimiş maddenin yeryüzüne çıkması

sırasındaki fiziksel ve kimyasal olaylar sonucunda oluşan gazların yapmış oldukları patlamalarla bu tür depremlerin meydana geldiği bilinmektedir (Acerer, 1999). Bu tip depremler yanardağlarla ilgili olduklarından yereldirler ve önemli zarara neden olmazlar (Coza, 2003).

Üçüncü tip depremler de '*çöküntü depremleri*' dir. Bunlar yer altındaki boşlukların (mağara), kömür ocaklarında galerilerin, tuz ve jipsli arazilerde erime sonucu olan boşlukların tavan bloğunun çökmesi ile oluşurlar. Hissedilme alanları yerel olup, enerjileri azdır, fazla zarar meydana getirmezler (Büyükköse, 1986).

Derin deniz depremlerinden sonra deniz kıyılarında oluşan deniz dalgalarının yükselmesi, kıyılarda büyük hasarlara neden olmaktadır. Deniz kıyılarını yutan bu tip büyük dalgalara '*tsunami*' denilmektedir. Tsunami, 1896 yılında Japonya' da 30000 kişinin ölümüne sebep olmuştur. Japonya ve Güney Amerika'nın doğu kıyılarında sık görülen tsunamilerin (deniz taşması) genellikle deprem sonucu oluştuğu görüşü hakimdir. Tsunami, genellikle Richter ölçeğine göre 6 magnitüdden (büyüklük) daha büyük ve 50 km'den sığ odak noktasında olan depremlerde ve volkan püskürmelerinden sonra görülen bir olaydır (Coza, 2003).

5.4. Deprem Parametreleri

Yeryüzünde herhangi bir yerde deprem meydana geldiği zaman bu depremin özelliklerini anlayabilmek için deprem parametrelerinden bahsetmek gerekmektedir.

5.4.1. Odak Noktası (Hiposantr)

Odak noktası yerin içinde depremin enerjisinin ortaya çıktığı noktadır. Bu noktaya odak noktası veya iç merkez de denir. Gerçekte, enerjinin ortaya çıktığı bir nokta olmayıp bir alandır, fakat pratik uygulamalarda nokta olarak kabul edilmektedir (Coza, 2003).

5.4.2. Dış Merkez (Episantr)

Odak noktasına en yakın olan yer üzerindeki noktadır. Burası aynı zamanda depremin en çok hasar yaptığı veya en kuvvetli olarak hissedildiği noktadır. Aslında bu, bir noktadan çok bir alandır. Depremin dış merkez alanı depremin şiddetine bağlı olarak çeşitli büyüklüklerde olabilir (Coza, 2003).

5.4.3. Odak Derinliği

Depremde enerjinin açığa çıktığı noktanın yeryüzünden en kısa uzaklığı, depremin odak derinliği olarak adlandırılır. Depremler odak derinliklerine göre sınıflandırılabilir (Coza, 2003).

5.4.4. Eş Şiddet (İzoseit) Eğrileri

Aynı şiddetle sarsılan noktaları birbirine bağlayan noktalara denir. Bunun tamamlanmasıyla eş şiddet haritası ortaya çıkar. Genelde kabul edilmiş duruma göre, eğrilerin oluşturduğu, yani iki eğri arasında kalan alan, depremlerden etkilenme yönüyle, şiddet bakımından sınırlandırılmış olur. Bu nedenle depremin şiddeti eş şiddet eğrileri üzerine değil, alan içerisine yazılır (Coza, 2003).

5.4.5. Depremin Şiddeti

Herhangi bir derinlikte olan depremin yeryüzünde hissedildiği noktadaki etkisinin ölçüsü olarak tanımlanmaktadır. Şiddet depremin kaynağındaki büyüklüğü hakkında doğru bilgi vermemekle beraber, deprem dolayısıyla oluşan hasarı yukarıda belirtilen etkenlere bağlı olarak yansıtır (Acerer, 1999).

Depremin şiddeti, depremlerin gözlenen etkileri sonucunda ve uzun yılların vermiş olduğu deneyimlere dayanılarak hazırlanmış olan "Şiddet Cetvelleri" ne göre değerlendirilmektedir (Coza, 2003).

Bir deprem oluştuğunda, bu depremin herhangi bir noktadaki şiddetini belirlemek için, o bölgede meydana gelen etkiler gözlenir. Bu izlenimlerin şiddet cetvelindeki karşılığı, şiddet derecesi olarak değerlendirilir (Coza, 2003).

Bugün kullanılan başlıca şiddet cetvelleri değiştirilmiş "Mercalli Cetveli (MM)" ve "Medvedev- Sponheur-Karnik (MSK)" şiddet cetvelleridir (Coza, 2003).

5.4.6. Depremın Büyüklüğü

Depremın büyüklüğü depremde ortaya çıkan enerjinin ölçüsüdür. Enerjinin doğrudan doğruya ölçülmesi olanağı olmadığından, Prof. C. Richter tarafından 1930 yıllarında bulunan bir yöntemle depremlerin aletsel bir ölçüsü olan "magnitud- büyüklük" tanımlanmıştır. Buna göre, episantrdan 100 km uzaklıkta ve sert zemine yerleştirilmiş özel bir sismografla kaydedilmiş zemin hareketinin mikron cinsinden ölçülen maksimum genliğinin 10 tabanına göre logaritması bir depremin "magnitudu" olarak tanımlanmıştır (Türkiye Deprem Vakfı, 1997).

Magnitud, deprem hasarlarının bir belirtisi olmakla birlikte aynı magnitudde farklı odak noktalı depremlerin verecekleri hasarlarda farklı olabilmektedir. Bu da odak noktasının yüzeysel veya derin olmasına bağlıdır. Derin odak noktalı depremler geniş alanlarda hissedilirken hasarın çok olduğu bölgeler dar bölge olmaktadır. Yüzeysel depremler ise geniş alanda hasar yaparken hissedilme alanı dar bir bölge olabilmektedir (Coza, 2003).

5.5. Depremde Bina Formunun Etkileri

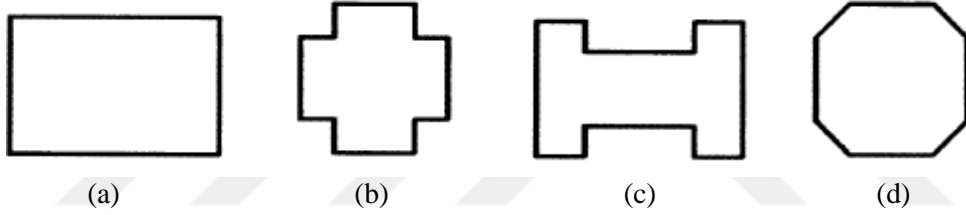
Bir yapı tasarlanırken mimarın önemseydiği konuların başında yapı formu gelmektedir. Kimi zaman bulunduğu çevreyle uyumuna odaklanır, kimi zamanda bambaşka tasarım arayışları içerisine girer. Çok katlı yapıları tasarlarken de bu yapıların simgesel değerlerinin bulunması nedeniyle bina formu konusunda mimarın daha da özen göstermesini gerektirmektedir. Fakat tasarım kaygısı dışında dikkat edilmesi gereken önemli bir nokta daha vardır. Çok katlı yapıların rüzgar ve deprem gibi yatay yüklere karşı direnebilmesi gerekmektedir. Burada da işin içine taşıyıcı sistem girmektedir. Çok katlı yapıların taşıyıcı sistemleri yapı formunu etkilemektedir. Bu tezde ileride bahsedilecek olan burulma düzensizliğine neden olmayacak şekilde yapı formu tasarlanmalıdır. Çok katlı yapılarda taşıyıcı sistem

olarak fazla alternatifin bulunmaması yapı formu konusunda da fazla alternatiflerin olmamasına neden olmuştur. Çok katlı yapıların plan geometrilerini üç ana başlık altında toplamak mümkündür.

- Simetrik yapılar
- Simetrik davranışlı yapılar
- Simetrik olmayan yapılar

5.5.1. Simetrik Yapılar

Planda en az iki ortogonal simetri eksenine bulunan yapılar ‘simetrik yapılar’ olarak adlandırılmaktadır. Bu tip yapıların uygulamada kullanılan türlerinden bazıları Şekil 5.1’ de gösterilmiştir (Erdurmaz, 2001).

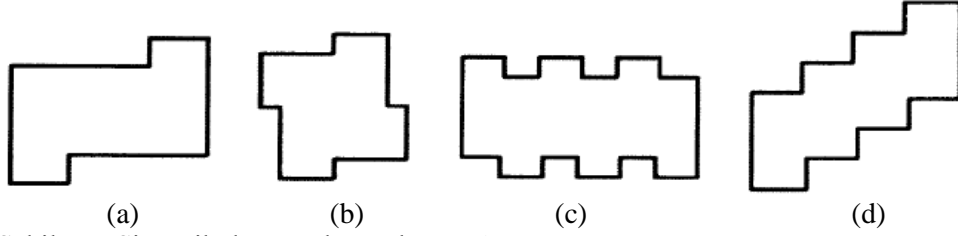


Şekil 5.1. Simetrik yapılar (Erdurmaz, 2001)

Bu formlarda oluşturulan yapılarda taşıyıcı sistemin de simetrik yerleştirilmesi gerekmektedir. Yapı formu simetrik olduğu halde taşıyıcı sistemde yer alan perdeler konumları ve yönleri açısından uygun yerleştirilmedikleri takdirde yapıda burulma düzensizliği görülebilmektedir.

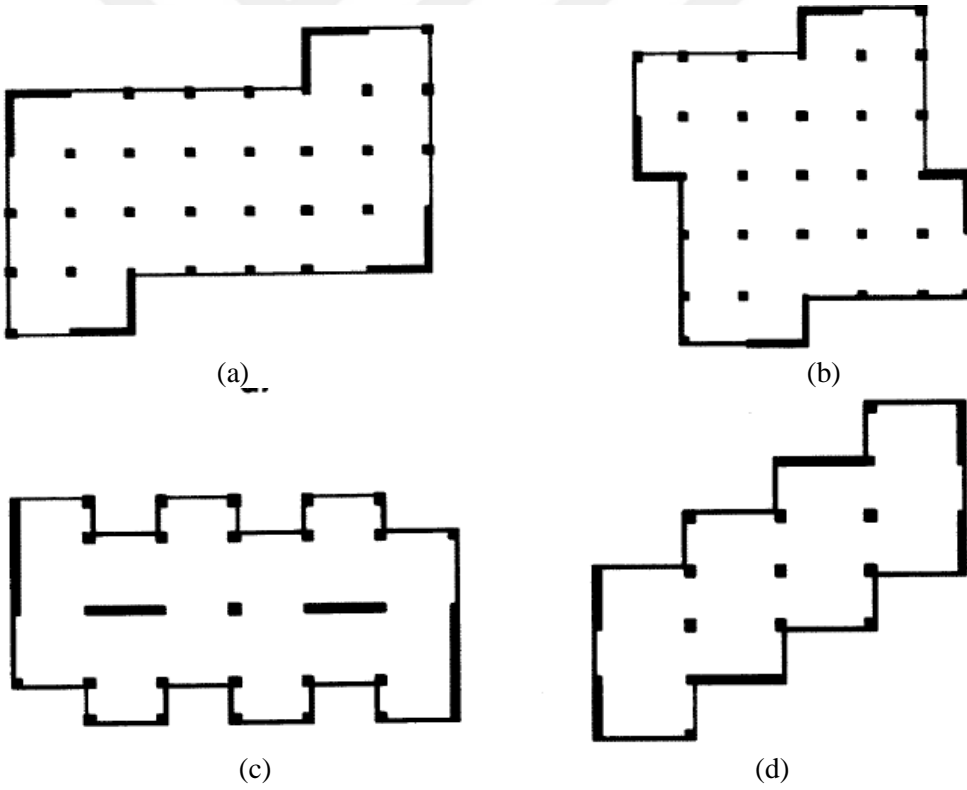
5.5.2. Simetrik Davranışlı Yapılar

Bazı yapılar, planda iki ortogonal simetri eksenleri olmamakla birlikte, yatay yükler etkisi altında simetrik yapılar gibi davranış göstermektedir. Bunlar planda noktasal simetrik olan yapılardır. Bu tür yapılara ait bazı örneklerin şematik planları şekil 5.2’ de gösterilmiştir.



Şekil 5.2. Simetrik davranışlı yapılar (Erdurmaz, 2001)

Bu formlara sahip yapılarda taşıyıcı sistem elemanları yerleştirilirken bu elemanların yapının noktasal simetri durumuna uygun olarak konumlandırılmaları gerekmektedir. Aksi takdirde yapılarda burulma düzensizliği görülebilmektedir. Uygun perde yerleşimleri Şekil 5.3'te şematik olarak gösterilmiştir.



Şekil 5.3. Simetrik davranışlı yapılarda perde yerleştirilmesi (Erdurmaz, 2001)

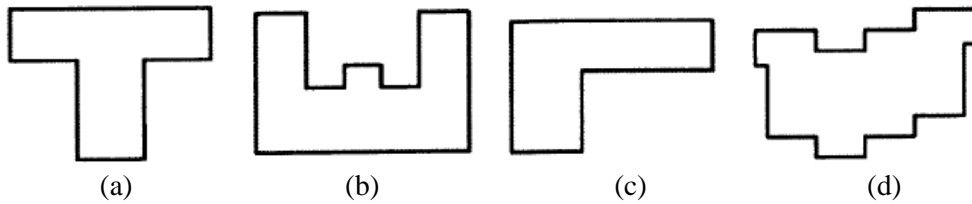
Geometrik bakımdan düzenli olan fakat perdeleri noktasal simetrik biçimde yerleştirilmemiş olan bazı yapılar da bu kategoriye girmektedir. Bu tip yapılara ait bazı örneklerin şematik kalıp planları Şekil 5.4'te gösterilmiştir. Bu tür yapıların özelliği, X eksenine doğrultusundaki perdelerin Y eksenine göre, Y eksenine doğrultusundaki perdelerin de X eksenine göre simetrik olarak yerleştirilmiş olmalarıdır. Bu tür yapılar, her iki doğrultudaki deprem etkileri altında simetrik davranmaktadır (Erduramaz, 2001).



Şekil 5.4. Simetrik davranışlı perdeleri olan yapılar (Erduramaz, 2001)

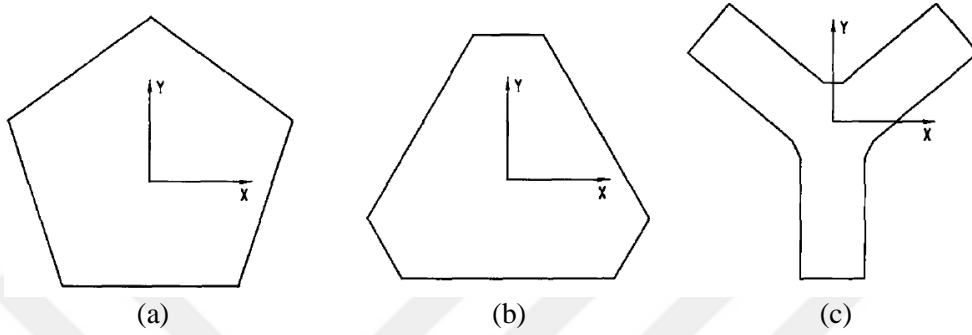
5.5.3. Simetrik Olmayan Yapılar

Plan geometrisinde iki ortogonal simetri eksenine sahip olmayan yapılara ait bazı örneklerin şematik planları Şekil 5.5'te gösterilmiştir. Bu tür yapıların bazılarında tek simetri eksenine sahiptir, bazılarında ise hiç simetri eksenine bulunmamaktadır. Bu yapılarda, simetriden şaşma miktarına ve özellikle de perde konumlarına bağlı olarak, az veya çok miktarda burulma düzensizliği olabilmektedir (Erduramaz, 2001).



Şekil 5.5. Simetrik olmayan yapılar (Erduramaz, 2001)

Bazı yapılar da simetrik olmamasına rağmen merkezi simetrileri bulunmaktadır (Şekil 5.6).



Şekil 5.6. Merkezi simetrisi olan yapılar (Erduramaz, 2001)

5.6. Depreme Dayanıklı Yapı Kavramı

Çok katlı yapılar tasarlanırken bina formu, kullanıcı gereksinimleri, taşıyıcı sistemi, zemin yapısı, kullanılan malzemeler ve mekanik kısımları birlikte ele alınmalıdır. Çok katlı yapılarda özellikle yatay yük olan depreme karşı önlem alınmalıdır. Depremlerin ne zaman, nerede olacağı ve ne kadarlık bir hasar yaratacağı bilinmediği için taşıyıcı sistemin depreme göre en iyi şekilde tasarlanması gerekmektedir. Bu da taşıyıcı sistemin sağlamlığı ve esnekliği ile sağlanmalıdır. Bunun yanı sıra bina formu ve kullanılan malzemeler de yapının taşıyıcı sistemi ile uygun olması gerekmektedir. Bunun için mimar ve mühendislerin beraber hareket etmeleri gerekmektedir.

Türkiye’de ve dünyada depremlerden edinilen deneyimler, depreme dayanıklı yapı tasarımına daha mimari tasarım sırasında başlanması gerektiğini ortaya koyar (Bayülke, 1998)

İnşaat mühendisinin deprem açısından zayıf mimari yanları olan bir tasarımda depreme dayanıklı bir taşıyıcı sistemi olan yapı oluşturması güçtür. Bu nedenle mimari tasarım sırasında dikkat edilecek bazı noktalar yalnız inşaat mühendisinin işini kolaylaştırmakla kalmayıp hem depreme dayanıklı hem de

ekonomik taşıyıcı sistemlerin oluşturulmasına geniş ölçüde yardımcı olacaktır (Erol, 1999).

Çok katlı yapının bulunduğu bölgede daha önceden meydana gelmiş bir deprem var ise bu deprem ayrıntılı olarak araştırılıp yapılar üzerindeki etkilerine bakılmalıdır. Bu sayede oluşabilecek depremlere karşı binalarda önlem alınmalıdır.

Deprem etkileri, dinamik bir etkidir ve depremin oluşturduğu yatay yüke ek olarak yapının rijitlik, dayanım ve süneklik gibi özelliklerine bağlıdır. Aşağıda depreme dayanıklı yapı tasarımının sağlaması gereken üç koşul olan rijitlik, dayanım ve süneklik hakkında kısaca bilgi verilecektir.

5.6.1. Rijitlik

Yatay yükten kaynaklanan deformasyon rijitlik ölçüsü olarak tanımlanır. Aynı yanal yük etkisindeki elemanlardan az deformasyon yapan bir elemanın diğerine göre daha rijit olduğu belirtilebilir (Andinç, 2005).

Depreme karşı dayanıklı yapının en önemli kriterlerinden biri, yapının yeterli rijitlikte yapılmasıdır. Yapının rijitliğini arttırarak, depremde meydana gelecek şekil ve yer değiştirmeleri azaltmak mümkündür. Böylece taşıyıcı sistemle ona bağlı bulunan taşıyıcı olmayan kısımlardaki hasar azaltılabilir (Coza, 2003).

Rijitlik için yapının geometrisi değil, düşey taşıyıcıların konumu ve bunların her iki doğrultudaki boyutları önemli olmaktadır. Betonarme bir yapıda düşey taşıyıcı elemanlar olarak kolon ve perdeler dolgu duvarlara göre daha rijit davrandığı için, rijitlik hesabında bu elemanların dikkate alınması yeterli olmaktadır (Doğangün, 2002; Aktan ve Kıracı, 2010'dan).

Bir bütün olarak deprem yüklerini taşıyan bina taşıyıcı sisteminde ve aynı zamanda taşıyıcı sistemi oluşturan elemanların her birinde, deprem yüklerinin temel zeminine kadar sürekli bir şekilde ve güvenli olarak aktarılmasını sağlayacak yeterlikte rijitlik, kararlılık ve dayanım bulunmalıdır (Özcü, 2011).

5.6.2. Dayanım

Yeterli dayanımdan amaç, öncelikle taşıyıcı sistem elemanları, kendilerine etkiyen yük ya da yük etkileri nedeniyle oluşacak kesit zorlarını kırılmadan yani taşıma gücünü aşmadan taşıyabilmelidir (Aktan ve Kıracı, 2010).

Deprem etkileri genellikle zemin kat seviyesinde en büyüktür. Zemin kat, yapıya etkiyen toplam deprem kuvveti etkisini karşılamak durumundadır. Bu sebeple zemin kat elemanlarının dayanımlarının daha yüksek olması gerekir. Ancak bazı durumlarda kullanım şekli ve mimari nedenlerle taşıyıcı eleman boyutlarında bir sınırlama yapılabilir. Yapı elemanlarında bu şekildeki bir sınırlandırmanın yapının dayanımına etkisi incelenmiş olmalıdır (Coza, 2003).

5.6.3. Süneklik

Yapı ve elemanlarının taşıma gücünde önemli bir azalma olmadan şekil değiştirme yapabilme ve tekrarlı yükler etkisinde enerji tüketebilme özelliğine o yapının ya da yapı elemanlarının sünekliği denilmektedir (Aktan ve Kıracı, 2010).

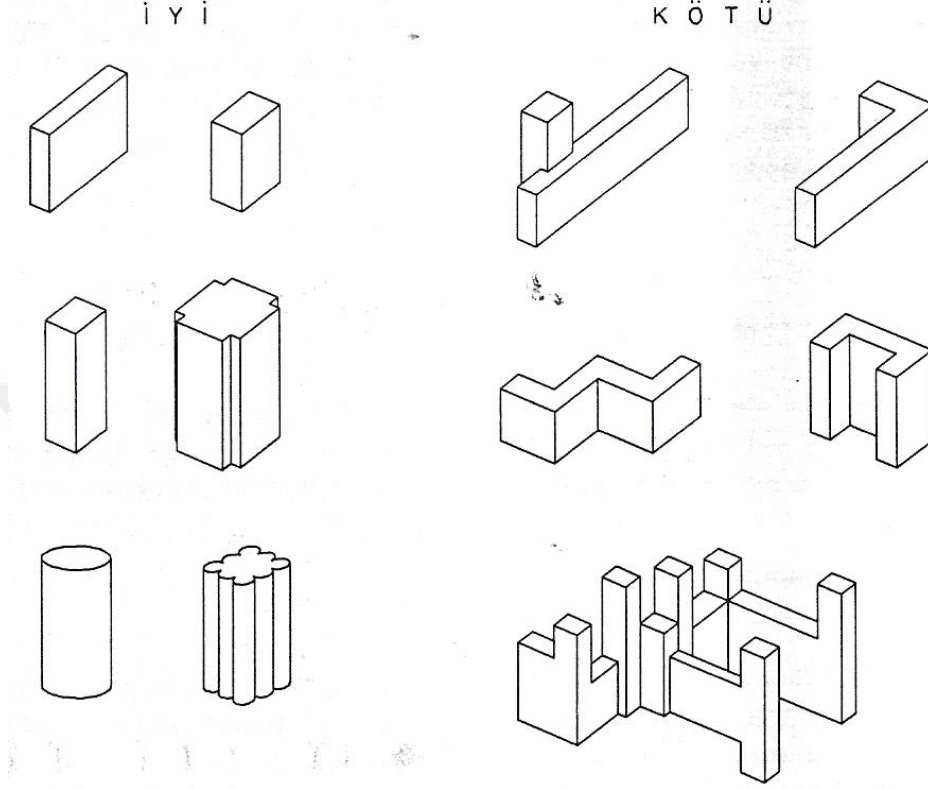
Süneklik, yapının mukavemetinde önemli ölçüde azalma ve kararsız denge olmaksızın, deprem sırasında ortaya çıkan enerjinin büyük bir kısmını plastik (elastik davranış ötesi) ve tersinir büyük şekil değiştirmeleriyle yutma yeteneğidir (Celep ve Kumbasar, 1993: Öncü, 2011'den).

Taşıyıcı sistemin veya elemanlarının veya kullanılan malzemenin elastik ötesi davranışta da, şekil ve yer değiştirmeler artarken, dayanımın önemli bir kısmını sürdürme özelliği süneklik olarak isimlendirilir (Erdurmaz, 2001).

6. DEPREME DAYANIKLI BETONARME YAPI TASARIMINDA PLANDA UYULMASI GEREKEN KRİTERLER

Mimaride arsanın durumu, estetik kaygılar ve farklı tasarım anlayışları çerçevesinde yapı formları farklılaşmıştır. Düzgün geometrik formların dışında farklı kütle tasarımları da oluşturulmaktadır. Bu kütleler bazen simetrik bazen de asimetrik olarak tasarlanabilmektedir. Depreme dayanıklı yapı tasarımı söz konusu olduğunda yapıda bazı kısıtlamalar olmaktadır. Bu kısıtlamalar arasında yapı formunun kare, dikdörtgen gibi basit geometrik şekillerde olması ve simetrik tasarlanması fikri yer almaktadır. Yapı formundaki basitlik ve simetri, yapının depreme karşı davranışının anlaşılması ve taşıyıcı sisteminin rahat hesaplanması açısından kolaylık sağlamaktadır. Yapı formunda basitlik ve simetri olmadığı takdirde deprem anında yapıda aşırı zorlanmalar yaşanacaktır (Şekil 6.1). Yapı, bu düşünceler ışığında tasarlandığında ise mimari açıdan çok farkı bulunmayan yapıların ortaya çıkması kaçınılmaz olacaktır.

6. DEPREME DAYANIKLI BETONARME YAPI TASARIMINDA PLANDA UYULMASI GEREKEN KRİTERLER ÖzlemULUSOY



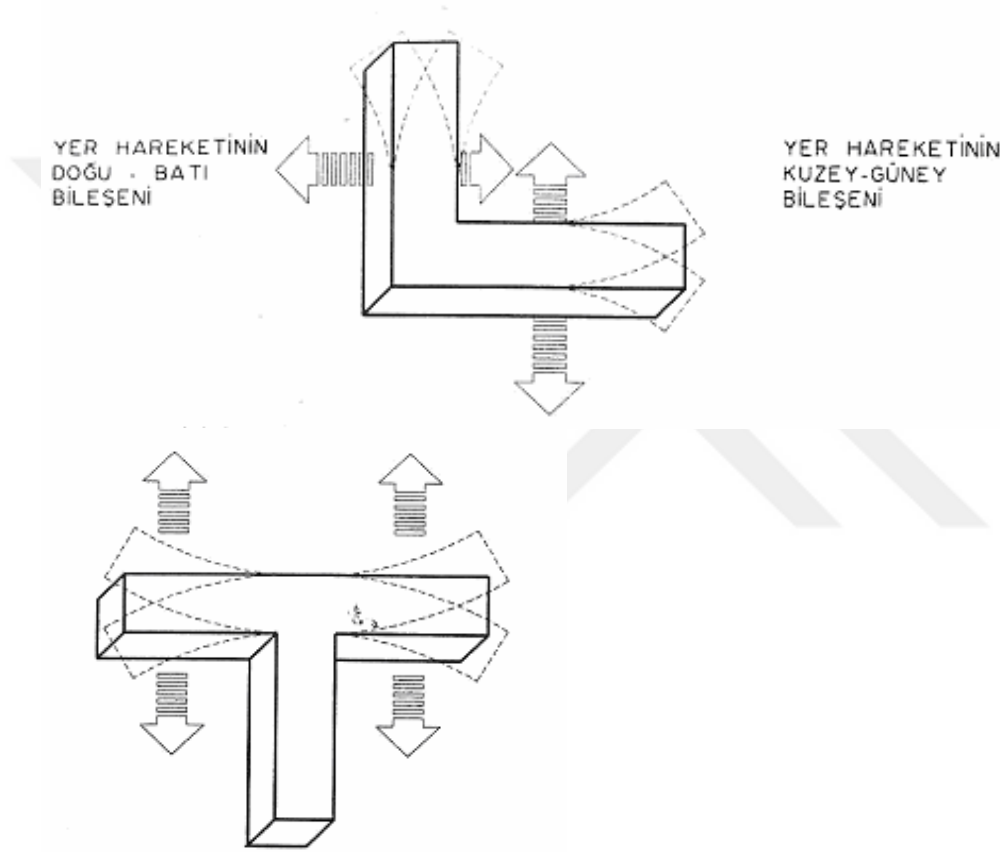
Şekil 6.1. Deprem açısından sakıncalı ve az sakıncalı yapı konumları (Bayülke, 1998; Hünük, 2006'dan)

Mekanın strüktürel gerekliliği nedeni ile simetrik ve basit yapılması mimaride çeşitliliği etkileyecektir. Ancak endüstri devrimi öncesine kadar yapılarda simetri, ritim, kapalılık, süreklilik ve basitlik hakimdi. Bu yapıların günümüze kadar gelebilmesinin sebebi ritimdeki denge, simetrik olanın uyumu ve içten dışa formdaki geometrik bütünlüktür. Yapının formuyla birlikte taşıyıcı sistemindeki bütünlük, denge, uyum ve simetrik olma durumları da yapıya ayrı bir sağlamlık kazandırmaktadır (Hünük, 2006).

Yapı planı düzgün ve basit geometrik formlardan oluşmadığı takdirde yapılarda deprem anında aşırı zorlanmalar meydana gelir. Uzantıların ana formdan fazla büyük veya orantısız tasarlandığı yapılarda, uzantı boylarının kısa kenarları

6. DEPREME DAYANIKLI BETONARME YAPI TASARIMINDA PLANDA UYULMASI GEREKEN KRİTERLER ÖzlemULUSOY

doğrultusunda salınım yaparken köşelerde deprem anında burulma ve gerilim birikimleri oluşur (Şekil 6.2). Aynı zamanda fazla girintili çıkıntılı olan binalarda da içe dönük köşelerde büyük zararlar görülebilir (Bayülke, 1998: Hünük, 2006'dan).



Şekil 6.2. Depremin, kolları uzun ve kanatlı yapılarda neden olduğu durumlar (Bayülke, 1998: Hünük, 2006'dan)

Mimar, yapıda simetrik ve basit geometrik şekillerin dışında depreme dayanıklı farklı şekillerde tasarımlar yapmak istediğinde gerekli derz aralıkları bırakarak bütün bir yapıyı basit geometrik ve simetrik yapılara ayırabilir. Bu

çözüm yolu mimarın depreme dayanıklı yapı tasarımında farklı kütleler yapmasına olanak sağlar.

Depreme dayanıklı yüksek yapıların form ve taşıyıcı sistem olarak nasıl hareket etmeleri gerektiği, depremde hangi açıdan zorlanacakları ve yapıların planları ile ilgili olumsuzluklar ve çözüm önerileri aşağıda belirtilmiştir.

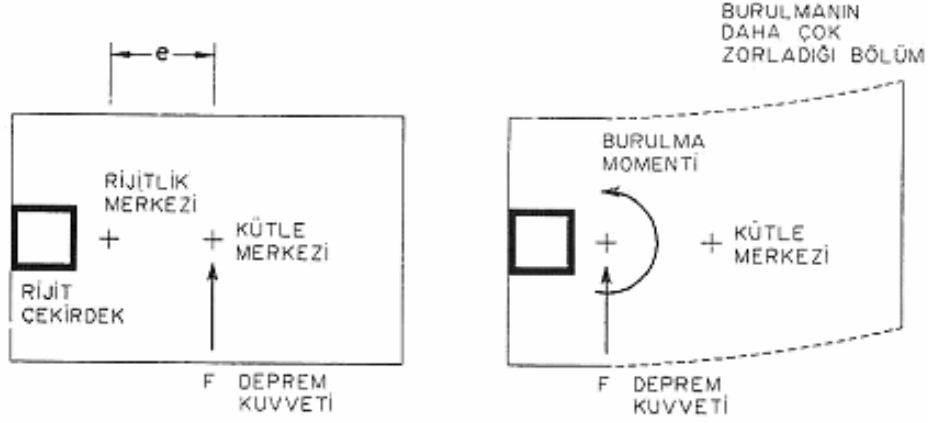
TDY'ne göre planda düzensizlik durumları şöyledir: Burulma Düzensizliği (A1), Döşeme Süreksizlik Düzensizliği (A2), Plan Geometrisi Düzensizliği (A3), Taşıyıcı Eleman Eksenlerinin Paralel Olmaması Durumu (Ortogonal Olmama Düzensizliği) (A4).

6.1. Burulma Düzensizliği (A1)

Yapı düzgün geometrik forma sahip değilse, kolonlar ve perdeler planda simetrik yerleştirilmemişse ve yapının asansör ve merdiven çekirdeği yapının kütle merkezinden farklı bir alana yığılmışsa yapının kütle merkezi ile rijitlik merkezi çakışmayacağı için deprem anında yapıda burulma meydana gelir ve yapı rijitlik merkezi etrafında döner (Şekil 6.3).

Kütle merkezi ile rijitlik merkezinin anlamları şunlardır:

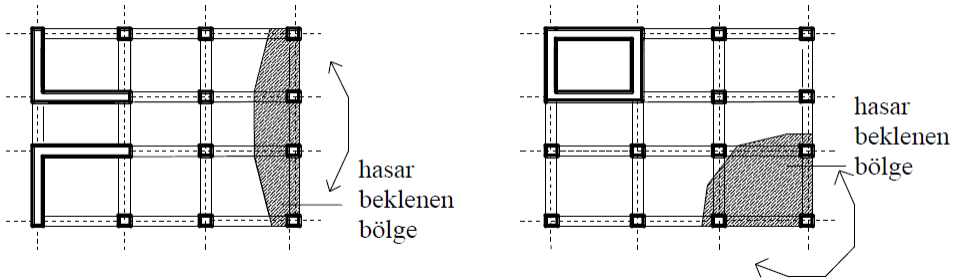
- Depremde yapıya gelen kuvvetlerin etkideği nokta yapının “kütle merkezi”dir.
- Rijitlik merkezi ise yapıdaki taşıyıcı elemanların (kolon ve perde duvarlar) rijitliklerinin ‘ağırlık merkezi’dir (Bayülke, 1998: Hünük, 2006’dan).



Şekil 6.3. Rijitlik Merkezi ile Kütle Merkezinin çakışmamasından kaynaklanan yapı planındaki burulma etkisi (Bayülke, 1998: Hünük, 2006'dan)

Bazen yapı planı kare veya dikdörtgen olsa bile yapı içindeki plan düzensizlikleri sonucu yine burulma etkileri meydana gelebilir. Düşey taşıyıcılar simetrik olarak yerleştirilmemişse, farklı elemanların boyutları değişik olarak seçilmişse veya ağırlıklar yapının belli bölümlerinde yığılmış ise burulma etkileri meydana gelir (Bayülke, 1998: Hünük, 2006'dan).

Perde duvar gibi rijitliği fazla olan elemanların dış merkez ve kütle merkezinden çok uzağa yerleştirilmesi, geometrik olarak simetrik olan binanın rijitlik merkezini bozduğu için binayı burulma etkilerine maruz bırakmaktadır (Şekil 6.4) (Coza, 2003).



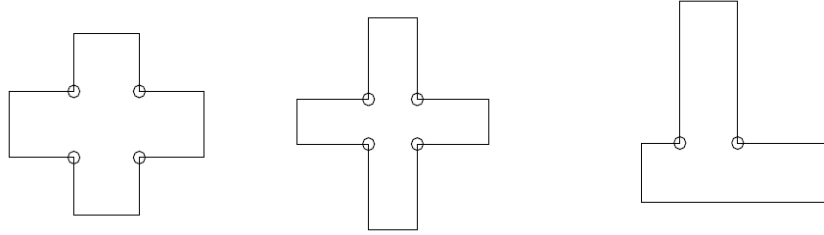
Şekil 6.4. Burulma düzensizliği ve hasar beklenen bölge

6. DEPREME DAYANIKLI BETONARME YAPI TASARIMINDA PLANDA UYULMASI GEREKEN KRİTERLER

ÖzlemULUSOY

Bir binanın plandaki geometrisinin simetrik olmayışı, örneğin, L planlı olması veya dikdörtgen gibi simetrik bir plan geometrisine sahip olsa da rijitliklerin merkezden uzak topluca binanın bir tarafında bulunması deprem esnasında binanın önemli burulma titreşimleri yapmasına sebep olur. Burulma olan binalarda rijitliğin yoğunlaştığı taraftaki değil, rijitliğin daha az olduğu uçlardaki kolonlara gelen aşırı zorlanmalar, binanın göçmesine neden olabilmektedir (Coza, 2003).

Planda simetrik olan yapılarda düzensiz olabilirler. Şekil 6.5 (a) ve (b)' de gösterilen binalar planları simetrik olmasına karşın düzensizdirler. Depremde plandaki çıkıntılar binanın tümünden ayrı hareket ederek, daire içine alınan köşelerde gerilme yığılmalarına, dolayısıyla hasara neden olacaktır. Çıkıntı boyunun bina boyuna oranı azaldıkça bu etki de doğal olarak azalacaktır (Ersoy, 1999; Coza, 2003'ten).



(a)Kötü

(b) Daha kötü

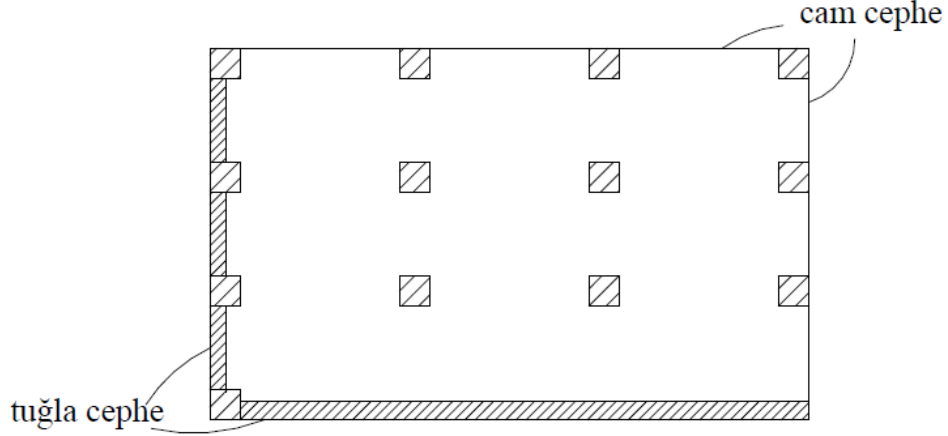
(c)Burulma sonucu daha da kötü

Şekil 6.5. Planda simetrik olan düzensiz yapılar

Mühendis ve mimarların genelde yaptıkları hesaplarda taşıyıcı olmayan elemanların etkisini ihmal ettikleri görülmektedir. Halbuki dolgu duvar gibi taşıyıcı olmayan yapı elemanları çerçeve ile birlikte çalışarak rijitliği büyük ölçüde artırır. Şekil 6.6'daki bina, planı ve taşıyıcı sistemi açısından simetrik olmasına karşın, bina cephesinde tuğla ve cam gibi iki ayrı malzemenin kullanılması nedeniyle simetri bozulmuş ve büyük bir burulma momenti oluşmuştur. Dolgu duvarların etkisini ihmal eden mühendis bunun farkında olmayabilir. Bu nedenle

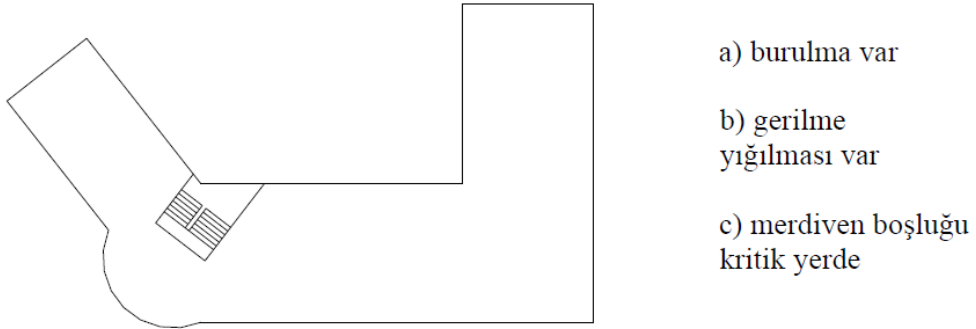
6. DEPREME DAYANIKLI BETONARME YAPI TASARIMINDA PLANDA UYULMASI GEREKEN KRİTERLER ÖzlemULUSOY

cephe düzenlemesi yapılırken mimarın bu hususlara çok dikkat etmesi gerekmektedir (Ersoy, 1999: Coza, 2003'ten).



Şekil 6.6. Taşıyıcı olmayan elemanlar nedeniyle asimetrik yapı

Mimari tasarım aşamasında girintilerde gerilme yığılması olacağı bilinmeli ve bu noktaları daha da zayıflatacak mimari düzenlemelerden kaçınılmalıdır. Şekil 6.7' de bu kritik noktada düzenlenen bir merdiven boşluğu soruna adeta davetiye çıkarmaktadır. Deprem bilincine sahip bir mimar bu tür hataları asla yapmamalıdır (Ersoy, 1999: Coza, 2003'ten).



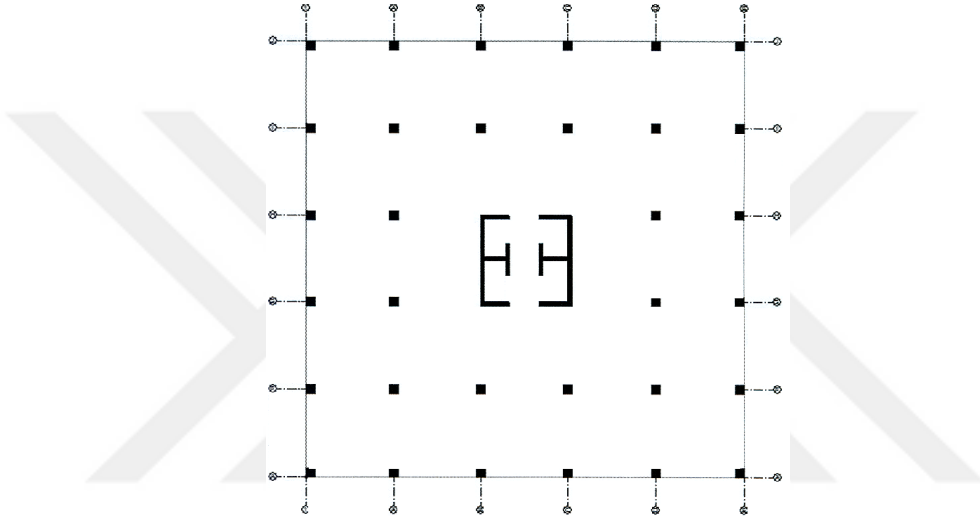
Şekil 6.7. Planda düzensiz yapı örneği

Geometri ve rijitlik dağılımı bakımından simetrik (düzenli) olan yapılarda da burulma düzensizliği meydana gelebilmektedir. Bu tür yapılarda burulma

6. DEPREME DAYANIKLI BETONARME YAPI TASARIMINDA PLANDA UYULMASI GEREKEN KRİTERLER

ÖzlemULUSOY

düzensizliğinin nedeni, kenar akslardaki rijitliklerin düşük olmasıdır (Şekil 6.8). Burulma düzensizliklerini gidermek için kenar aksların rijitliklerini arttırmak gerekir. Bazı durumlarda orta bölgelerdeki perde rijitliklerini küçülterek de burulma düzensizliği azaltılabilmekte veya tümüyle giderilebilmektedir (Erduramaz, 2001).



Şekil 6.8. Gizli burulma düzensizliği (Özşentürk, 2005)

Deprem anında oluşabilecek burulma düzensizliğini azaltmak veya gidermek için yapının kütle merkezi ile rijitlik merkezinin birbirine yakın olması hatta çakışması gerekmektedir. Bunun için perde duvarların planda simetrik ve gerekli ölçüde gerekli konumlara yerleştirilmeleri gerekmektedir. Bu sayede yapıda burulma düzensizliği etkileri azaltılabilir.

Burulma etkilerinin oluşmasını engelleyebilmek için yapıyı derzler ile bölümlere ayırmak diğer bir çözüm şeklidir. Ancak bu durumda yapı bölümlerinin birbirine çarpmaları veya derzlerin iyi yapılmaması nedeni ile yapı bölümlerinin birlikte çalışması ve burulma etkilerinin ortaya çıkması söz konusu olabilir (Çiftçi, 1999; Hünük, 2006'dan).

6.2. Döşeme Süreksizlik Düzensizliği (A2)

Yapının kat planında yer alan asansör, merdiven ve tesisat boşluklarının, o yapı içerisinde düzensiz dağılması veya fazla yer kaplaması durumunda döşemede süreksizlik düzensizliği oluşur. Yapı içerisinde boşluk bir veya daha fazla olabilir. Boşluk birden fazla olduğunda, mühendisler tarafından, toplam boşluk alanı hesaba katılarak çözüm getirilir.

Bir kat planında merdiven ve asansör boşlukları dahil, döşemelerde çeşitli amaçlar için açılmış boşlukların alanlarının toplamının o katın brüt alanının üçte birini geçmesi durumudur (TDY 2018).

Binaya gelen kuvvetleri, düşey elemanlara ileten yatay dayanım elemanlarına diyafram denilmektedir. Diyafram olarak nitelendirilen kat ve çatı döşemelerinin yük altındaki davranışı yatay bir kirişe benzetilmektedir. Diyafram düzensizlikleri diğer bina elemanlarındaki düzensizlikler gibi çekme ve gerilme birikimine neden olmaktadır. Boşluğun büyüklüğü ve konumu diyaframın etkinliği için önemli olmaktadır. Bunun sebebinin anlaşılması için diyaframın bir kiriş gibi davrandığının göz önüne alınması gerekmektedir. Kiriş açıklığının artması kirişin yük taşıyıcılığını önemli derecede azaltmaktadır (Coza, 2003).

Diyaframlar, dayanım sisteminin bir kısmını oluşturduğundan rijit ya da esnek bir şekilde davranabilmektedirler. Bu, diyaframın boyutuna ve malzemeye bağlıdır. Betonarme çerçeveli yapıların yerinde dökme kiriş ve plaktan oluşan döşemelerinin en/ boy oranları çok küçük değilse rijit bir diyaframdır. Döşemede çok miktarda boşluk varsa ve en/ boy oranı küçük olan bir döşeme ise rijit diyafram gibi davranmamaktadır (Şekil 6.9). Bu boşluklar nedeniyle deprem yüklerinin düşey taşıyıcı sistem elemanlarına güvenle aktarılabilmesi güçleşmekte veya ani rijitlik azalması olabilmektedir (Coza, 2003).

6. DEPREME DAYANIKLI BETONARME YAPI TASARIMINDA PLANDA UYULMASI GEREKEN KRİTERLER ÖzlemULUSOY



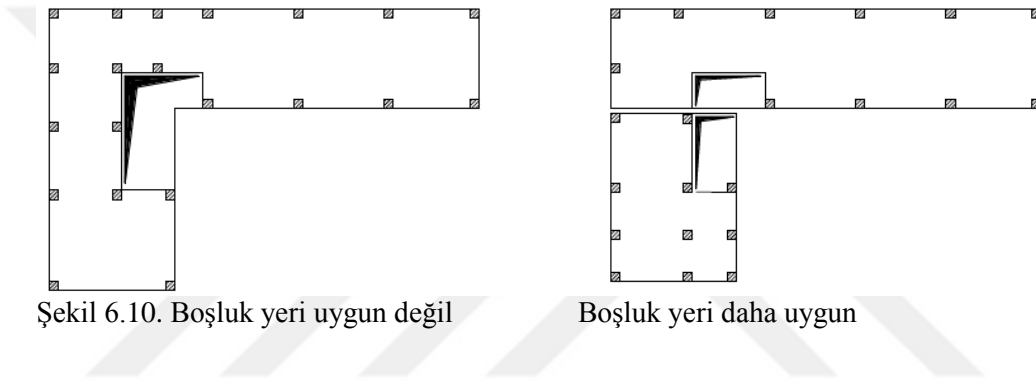
Şekil 6.9. Döşeme boşluğundan kaynaklanan düzensizlik örnekleri (Coza, 2003)

Merdivenler, asansörler ve hava kanalları gibi gereksinimler çok çeşitli diyafram boşlukları oluşturmaktadırlar. Mimarın tasarım sırasında boşluk yeri uygun olmayan yapıların oluşmamasına dikkat etmesi gerekmektedir. Diyaframlar içindeki boşluk tasarımında,

- Boşlukların diyaframın duvar veya çerçeve bağlantılarıyla çakışmamasına dikkat edilmelidir (Coza, 2003).
- Çok sayıda oluşturulacak olan boşlukların birbirinden yeterince uzağa yerleştirilmesi ve gerekli kapasiteyi sağlaması için güçlendirilmesi gerekmektedir (Öztürk, 1999: Coza, 2003'ten).

Döşeme boşluğu düzensizliğinin olumsuz etkilerini azaltmak için eleman boyutlarının ve donatılarının artırılması gerekmektedir. Bu durum ise yapıda yük ve maliyet artışına sebep olmaktadır (Coza, 2003).

Döşeme boşluğu düzensizliğini ortadan kaldırmak için gerekli bölgelerde derz bırakmak yeterli olabilmektedir (Şekil 6.10) (Ersoy, 1999; Coza, 2003'ten). Derz aralığı depremde derzle ayrılan bölümlerin bir birine vurmasını önleyecek genişlikte olmalıdır (Coza, 2003).

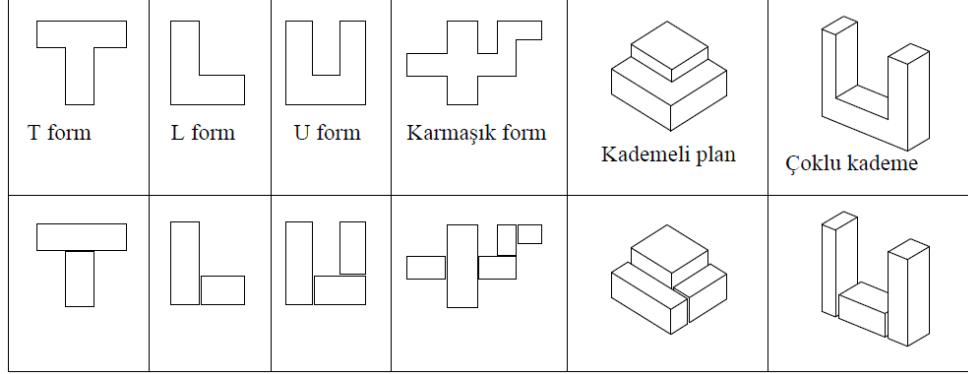


6.3. Plan Geometrisi Düzensizliği (A3)

Bir yapıda, kat planındaki girinti ve çıkıntının birbirine dik iki yöndeki boyutlarının her biri, o yöndeki brüt plan boyutunun %20' sini geçerse "Simetrik Plan Geometrisi Düzensizliği" vardır (TDY 2018).

Bir yapının deprem açısından uygun olabilmesi için yapı formunun basit geometrik şekillerde ve simetrik olması gerekmektedir. Buna uygun formlar kare, dikdörtgen ve daire formlarıdır. Daire formları mimari çözümlerde birtakım sıkıntıları ortaya çıkardığı için binalar çoğu zaman kare ve dikdörtgen formlarda yapılmaktadır. T, L, H, U ve daha farklı formlarda yapılan yapılarda ise derz aralıkları bırakılarak yapılar, kare ve dikdörtgen formlara ayrılıp depreme uygun hale getirilmelidir (Şekil 6.11).

6. DEPREME DAYANIKLI BETONARME YAPI TASARIMINDA PLANDA UYULMASI GEREKEN KRİTERLER **ÖzlemULUSOY**



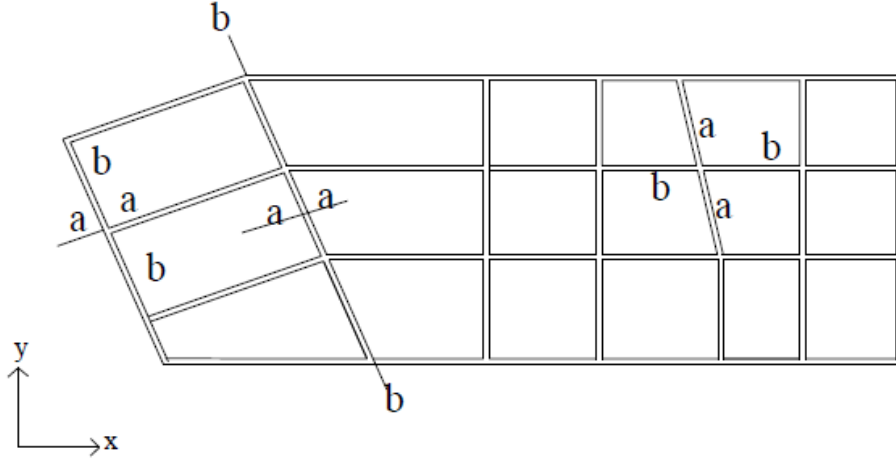
Şekil 6.11. Planda düzensizliği önleme yolları (Coza, 2003)

6.4. Taşıyıcı Eleman Eksenlerinin Paralel Olmaması Durumu (Ortogonal Olmama Düzensizliği) (A4)

Yapılarda depreme dayanıklılık açısından plan geometrisinin yanı sıra özellikle taşıyıcı sistemin de planda basit ve iki yönde simetrik olması gerekmektedir. Aksi takdirde taşıyıcı sistemde yatay düzlemde bulunan elemanların düzgün ve sürekli dağıtılmaması sistemin belirli bölgelerin aşırı zorlanmasına sebep olmaktadır (Konak, 2002; Hünük, 2006'dan).

Kat planlarındaki düşey taşıyıcı elemanların a-a ve b-b ile gösterilen asal eksenleri birbirine dik, x ve y yatay deprem doğrultularına göre eğik yerleştirilmişse bu sistemde yönetmeliğe göre 'ortogonal olmama düzensizliği' vardır, denir (Şekil 6. 12) (TDY 1997).

Eğik konumda olan kolon ve perde gibi düşey taşıyıcı elemanların asal eksenleri boyunca meydana gelen iç kuvvetler, depremin her iki yönden etki etmesi sebebiyle istenmeyen şekilde artmakta, artan bu kuvvetler yapıyı olumsuz etkilemektedir (Tezcan, 1998; Coza, 2003'ten).



Şekil 6.12. Taşıyıcı eleman eksenlerinin paralel olmaması durumu

Mevcut arazinin durumu ve mimarın farklı tasarım anlayışından kaynaklı olarak yapılarda taşıyıcı eleman eksenleri paralel olamayabilir. Bu durum taşıyıcı sistem içerisindeki yatay ve düşey taşıyıcı elemanlarının boyutlarının artmasına neden olarak yapıda ağırlığa yol açar. Ayrıca yapıda kütle ve rijitlik merkezleri de çakışmayacağı için burulma düzensizliğinin oluşmasına da zemin hazırlamış olur.

7. BAZI MEVCUT BETONARME YÜKSEK YAPILARIN TDY'ne GÖRE
PLAN DÜZENSİZLİKLERİNİN İNCELENMESİ Özlem ULUSOY

**7. BAZI MEVCUT BETONARME YÜKSEK YAPILARIN TDY'ne GÖRE
PLAN DÜZENSİZLİKLERİNİN İNCELENMESİ**

Bu bölümde dünyanın farklı bölgelerinden seçilen yüksek yapıların herhangi bir hesaplama yapılmaksızın sadece erişilebilen kat planları ve yapı geometrileri incelenerek; burulma düzensizliği, döşeme süreksizlik düzensizliği, plan geometrisi düzensizliği ve taşıyıcı eleman eksenlerinin paralel olmaması durumları incelenecektir. Toplamda 11 örnek üzerinden, sadece erişilebilen kat planları ve yapı geometrileri incelenip sonuçlar tablolar halinde sunulacaktır.

7.1. Burj Khalifa Binası



Şekil 7.1. Burj Khalifa binası (skyscrapercenter.com)

Ülke - şehir: Birleşik Arap Emirlikleri – Dubai

Bina yüksekliği: 828 metre

Kat adedi: 163

İnşaat tamamlanma yılı: 2010

7. BAZI MEVCUT BETONARME YÜKSEK YAPILARIN TDY'ne GÖRE PLAN DÜZENSİZLİKLERİNİN İNCELENMESİ Özlem ULUSOY

Mimar – Mühendis: Skidmore, Owings & Merrill (SOM)

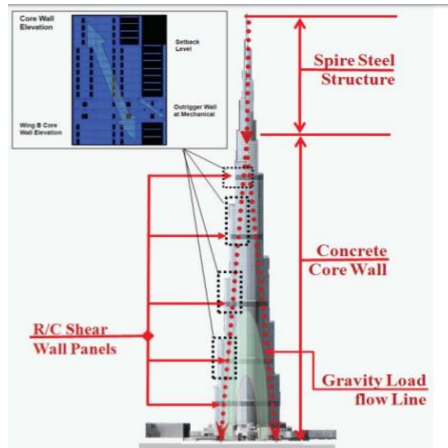
Kullanım amacı: Ofis, rezidans, otel

Plan formu: Y şeklinde bir yapıdır.

Çekirdek sayısı: Tek

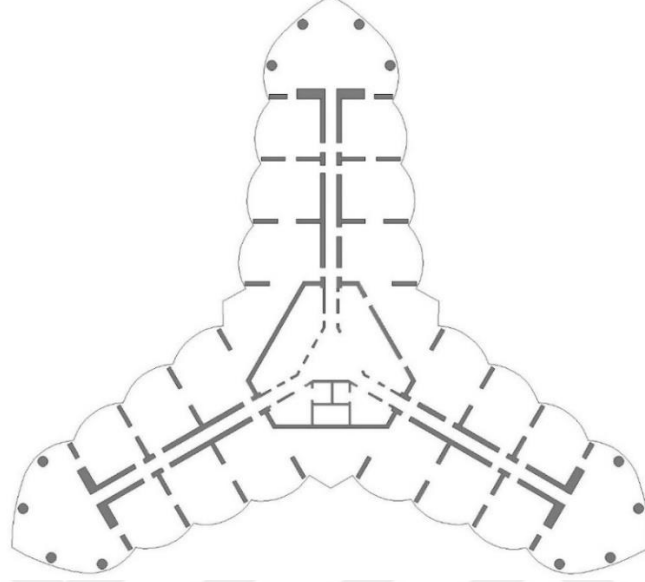
Çekirdek yeri: Merkezi

Tasarımında Hymenocallis çiçeğinden ilham alınmıştır. Y şeklinde bir yapıdır. Burj Khalifa'nın yapısal sistemi “takviyeli çekirdekli” olarak tanımlanabilir ve yüksek performanslı betonarme perdeden oluşur. Y şeklini oluşturan kolların her biri altı kenarlı merkezi bir çekirdeğe bağlanır. Bu merkezi çekirdek, kapalı bir boru veya aksa benzer şekilde yapının burulma direncini sağlar. Kolların içindeki koridor duvarlarını oluşturan perdeler, merkez çekirdekten her bir kanadın sonuna kadar uzanır ve oldukça kalın perde duvarlarla sonlanır. Bu koridor ve sonlardaki perde duvarlar, yatay yüklere ve momentlere dayanacak şekilde davranır. Yapı yüksekliği boyunca servis katlarında, çevre kolonları iç çekirdek sistemine bağlamak ve böylece perde ve çerçeve arasındaki etkileşimi artırarak yapının yatay yükler altında eğilme rijitliğini arttırmak için, outrigger adı verilen güçlendirme kirişleri kullanılmıştır.



Şekil 7.2. Güçlendirme çalışmaları (global.ctbuh.org)

7. BAZI MEVCUT BETONARME YÜKSEK YAPILARIN TDY'ne GÖRE
PLAN DÜZENSİZLİKLERİNİN İNCELENMESİ Özlem ULUSOY



Şekil 7.3. Burj Khalifa binası plan şeması

Binanın burulma düzensizliğindeki (A1) etkisi: Yapı, basit geometrik bir forma sahip olmamasına rağmen simetrik davranışlı bir form kullanılarak tasarlanmıştır. Binanın çekirdeğinin merkezde yer alması ve taşıyıcıların (kolon ve perde) çekirdek etrafında simetrik ve aynı boyutlarla tasarlanması, farklı boyutlarda kolon ve perde duvarların bulunmaması, perdelerin sadece bir yerde toplanmayıp binanın çevresine düzgün olarak yerleştirilmesi sayesinde kenar akslardaki rijitliklerin yüksek olması beklenir. Bu durum yapının kütle merkezi ile rijitlik merkezinin birbirine yakın olmasını sağlayacaktır. Ayrıca yapının servis katlarında outrigger sistem kullanılması yapının yatay yüklere karşı eğilme rijitliğini arttırmaktadır. Bu tasarım kriterleri göz önüne alındığında yapının deprem etkisinde burulma düzensizliği oluşma ihtimali düşüktür.

Binanın döşeme süreksizlik düzensizliğindeki (A2) etkisi: Burj Khalifa binasında asansör, merdiven ve tesisat boşlukları binanın çekirdek kısmında yer almaktadır. Bina köşelerinde bu boşluklara rastlanılmamaktadır. Bazı havalandırma boşlukları ve merdiven boşlukları yapının diğer kısımlarında yer alsa da bu

7. BAZI MEVCUT BETONARME YÜKSEK YAPILARIN TDY'ne GÖRE PLAN DÜZENSİZLİKLERİNİN İNCELENMESİ Özlem ULUSOY

boşlukların düzensiz dağılması ve toplam boşluğun kat brüt alanının 1/3'ini geçmemesi sonucunda yapıda döşeme süreksizlik düzensizliği görülmesi beklenmemektedir.

Plan geometrisi düzensizliğindeki (A3) etkisi: Burj Khalifa binasında basit geometrik bir form kullanılsa da simetrik davranışlı bir form kullanılmıştır. Yapıda bulunan girinti ve çıkıntılar sürekli ve düzenli olarak konumlanmıştır. Bu sebeplerden dolayı yapıda plan geometrisi düzensizliği sorun yaratacak düzeyde değildir.

Taşıyıcı Eleman Eksenlerinin Paralel Olmaması Durumu (Ortogonal Olmama Düzensizliği) (A4): Yapı, simetrik davranışlı bir forma sahip olmasına rağmen taşıyıcı eleman eksenleri birbirine paralel değildir. Bu durum yapıda ortogonal olmama düzensizliği yaratmaktadır.

7.2. Marina 101 Binası



Şekil 7.4. Marina 101 binası (skyscrapercenter.com)

7. BAZI MEVCUT BETONARME YÜKSEK YAPILARIN TDY'ne GÖRE
PLAN DÜZENSİZLİKLERİNİN İNCELENMESİ Özlem ULUSOY

Ülke - şehir: Birleşik Arap Emirlikleri – Dubai

Bina yüksekliği: 425 metre

Kat adedi: 101

İnşaat tamamlanma yılı: 2017

Mimar – Mühendis: Ulusal Mühendislik Bürosu

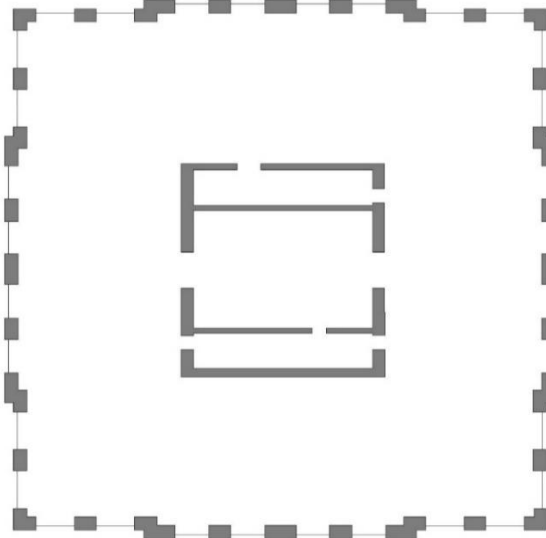
Kullanım amacı: Rezidans ve otel

Plan formu: Kare şeklinde bir yapıdır.

Çekirdek sayısı: Tek

Çekirdek yeri: Merkezi

Marina 101 de merkezdeki çekirdek, bina çevresindeki kolonlarla güçlendirilmiştir. Yapının cephesinde alev şeklinde çıkıntılar görülmektedir. Bu çıkıntılar yapının sade bir şekilde yükselmesini engellemiştir. Yapının en tepesi de 45 metre yüksekliğinde bir taçla bitirilmiştir. Binanın yapısal formunu tüp sistem olarak tanımlayabiliriz. Sistemi, içteki betonarme çekirdek ve bina cephesindeki sık kolonlar oluşturmaktadır.



Şekil 7.5. Marina 101 binası plan şeması

7. BAZI MEVCUT BETONARME YÜKSEK YAPILARIN TDY'ne GÖRE PLAN DÜZENSİZLİKLERİNİN İNCELENMESİ Özlem ULUSOY

Binanın burulma düzensizliğindeki (A1) etkisi: Yapı, basit geometrik ve simetrik bir form kullanılarak tasarlanmıştır. Binanın çekirdeğinin merkezde yer alması ve taşıyıcıların çekirdek etrafında simetrik ve aynı boyutlarla tasarlanması, farklı boyutlarda kolon ve perde duvarların bulunmaması burulma düzensizliğini en az seviyeye indirecek tasarım yaklaşımlarıdır. Yapıda düzenli ve simetrik dağılım gösteren taşıyıcı sayesinde yapının kütle merkezi ile rijitlik merkezinin birbirine yakın olması beklenir fakat yapının cephesinde yeterli perde duvarların olmaması kenar akslardaki rijitliğin düşük olmasına neden olabilecektir. Bu durum deprem etkisinde binanın rijitlik merkezi etrafında bir dönme oluşturarak burulma düzensizliğine yol açabilir.

Binanın döşeme süreksizlik düzensizliğindeki (A2) etkisi: Marina 101 binasında asansör, merdiven ve tesisat boşlukları binanın çekirdek kısmında yer almaktadır. Bina köşelerinde bu boşluklara rastlanılmamaktadır. Bazı havalandırma boşlukları yapının diğer kısımlarında yer alsa da bu boşlukların düzensiz dağılmaması ve toplam boşluğun kat brüt alanının 1/3'ini geçmemesi sonucunda yapıda döşeme süreksizlik düzensizliği görülmesi beklenilmemektedir.

Plan geometrisi düzensizliğindeki (A3) etkisi: Marina 101 binasında basit geometrik ve simetrik bir form kullanılmıştır. Yapıda bulunan girinti ve çıkıntılar yapının her kenarında simetrik olarak dağılmıştır ve fazla alan kaplamamaktadır. Bu sebeplerden dolayı yapıda plan geometrisi düzensizliği görülmemektedir.

Taşıyıcı Eleman Eksenlerinin Paralel Olmaması Durumu (Ortogonal Olmama Düzensizliği) (A4): Yapı, basit geometrik ve simetrik bir form kullanılarak tasarlanmıştır, bu sayede taşıyıcı eleman eksenleri birbirlerine paralel olarak konumlanmıştır. Böylelikle yapıda ortogonal olmama düzensizliği görülmemektedir.

7. BAZI MEVCUT BETONARME YÜKSEK YAPILARIN TDY'ne GÖRE
PLAN DÜZENSİZLİKLERİNİN İNCELENMESİ Özlem ULUSOY

7.3. Mahanakhon (King Power) Binası



Şekil 7.6. Mahanakhon (King Power) Binası (skyscrapercenter.com)

Ülke - şehir: Tayland – Bangkok

Bina yüksekliği: 314,2 metre

Kat adedi: 75

İnşaat tamamlanma yılı: 2016

Mimar – Mühendis: Metropolitan Mimarlık Ofisi – Arup, Bouygues Thai Ltd

Kullanım amacı: Rezidans ve otel

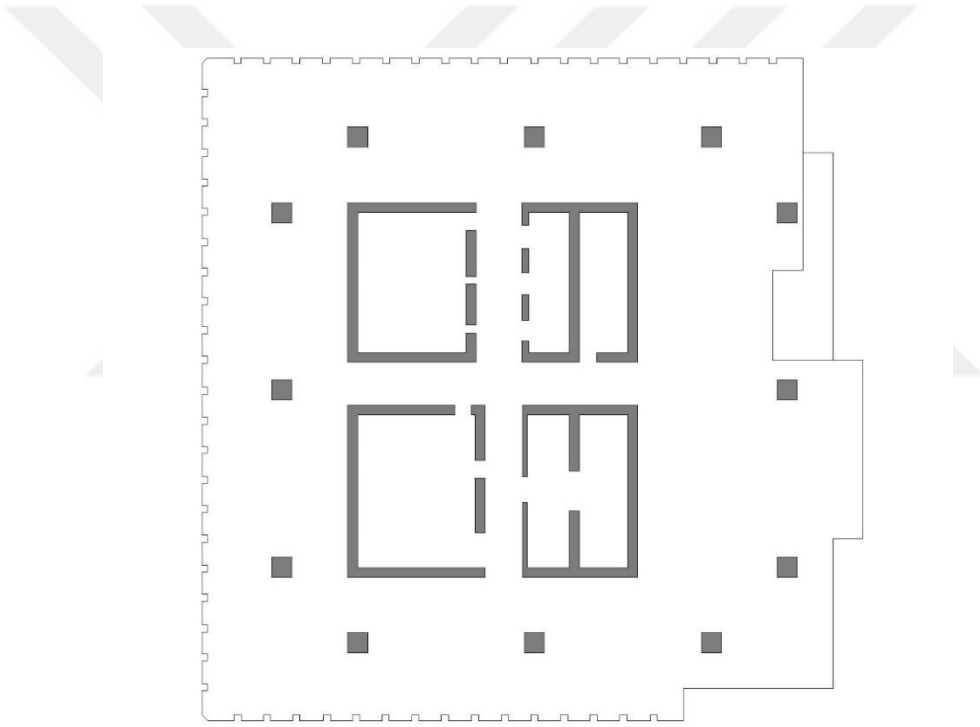
Plan formu: Kenarlarında girintiler ve çıkıntılar bulunan dikdörtgen şeklinde bir yapıdır.

Çekirdek sayısı: 2

Çekirdek yeri: Merkezi

7. BAZI MEVCUT BETONARME YÜKSEK YAPILARIN TDY'ne GÖRE PLAN DÜZENSİZLİKLERİNİN İNCELENMESİ Özlem ULUSOY

Bina tasarımında yapıyı pikselleştirme yoluna gidilmiştir. Bu kısımlarda teraslar ve skyboxlar yapılmıştır. Şehrin toprak yapısı yumuşak olduğu için temelde birçok kazık kullanılmıştır. Bina temelde 23m x 23m olarak başlayan ve en üst katta 23m x 14m olarak biten ve yatay rüzgar ve deprem yüklerine karşı yapısal stabilite sağlayan merkezi betonarme bir çekirdeğe sahiptir. Çekirdek etrafında ise mega kolonlar yer almaktadır. Bu bina da Burj Khalifa'da olduğu gibi yatay yüklerle karşı dış kolonlarla iç çekirdek arasında etkileşimi sağlayacak olan outrigger sistem kullanılarak güçlendirilmiştir.



Şekil 7.7. Mahanakhon (King Power) binası plan şeması

Binanın burulma düzensizliğindeki (A1) etkisi: Yapı, basit geometrik ve simetrik bir form kullanılarak tasarlanmıştır. Binanın iki çekirdeği bulunmaktadır ve bu çekirdekler binanın merkezine simetrik olarak yerleştirilmiştir. Çekirdeklerin merkeze simetrik olarak yerleşmeleri ve taşıyıcıların çekirdek etrafında simetrik ve aynı boyutlarla tasarlanması, farklı boyutlarda kolon ve perde

7. BAZI MEVCUT BETONARME YÜKSEK YAPILARIN TDY'ne GÖRE PLAN DÜZENSİZLİKLERİNİN İNCELENMESİ Özlem ULUSOY

duvarların bulunmaması burulma düzensizliğini en az seviyeye indirecek tasarım yaklaşımlarıdır. Yapıda düzenli ve simetrik dağılım gösteren taşıyıcı sayesinde yapının kütle merkezi ile rijitlik merkezinin birbirine yakın olması beklenilmektedir fakat yapının cephesinde yeterli perde duvarların olmaması kenar akslardaki rijitliğin düşük olmasına neden olacaktır. Bu durum bina deprem etkisi altındayken binanın rijitlik merkezi etrafında bir dönme oluşturarak burulma düzensizliğine neden olabilir. Ancak yatay yüklere karşı eğilme rijitliğini arttırmak için yapının değişik katlarına eklenen outrigger sistem sayesinde burulma düzensizliğinin en alt seviyede olacağı düşünülmektedir.

Binanın döşeme süreksizlik düzensizliğindeki (A2) etkisi: Mahanakhon (King Power) binasında asansör, merdiven ve tesisat boşlukları binanın çekirdek kısmında yer almaktadır. Bina köşelerinde bu boşluklara rastlanılmamaktadır. Bazı havalandırma boşlukları yapının diğer kısımlarında yer alsa da bu boşlukların düzensiz dağılmaması ve toplam boşluğun kat brüt alanının 1/3'ini geçmemesi sonucunda yapıda döşeme süreksizlik düzensizliği görülmesi beklenilmemektedir.

Plan geometrisi düzensizliğindeki (A3) etkisi: Mahanakhon (King Power) binasında basit geometrik ve simetrik bir form kullanılmıştır. Yapıda bulunan girinti ve çıkıntılar yapının farklı kenarlarında yer almaktadır. Bu girinti ve çıkıntılar yapı brüt plan boyutunun %20'sine yakın olduğu için yapıda plan geometrisi düzensizliği görülmesi beklenilmektedir.

Taşıyıcı Eleman Eksenlerinin Paralel Olmaması Durumu (Ortogonal Olmama Düzensizliği) (A4): Yapı, basit geometrik ve simetrik bir form kullanılarak tasarlanmıştır bu sayede taşıyıcı eleman eksenleri birbirlerine paralel olarak konumlanmıştır. Böylelikle yapıda ortogonal olmama düzensizliği görülmemektedir.

7. BAZI MEVCUT BETONARME YÜKSEK YAPILARIN TDY'ne GÖRE
PLAN DÜZENSİZLİKLERİNİN İNCELENMESİ Özlem ULUSOY

7.4. Federation Kulesi



Şekil 7.8. Federation Kulesi (skyscrapercenter.com)

Ülke - şehir: Rusya – Moskova

Bina yüksekliği: 373,7 metre

Kat adedi: 93

İnşaat tamamlanma yılı: 2016

Mimar – Mühendis: Rimax Tasarım – Thornton Tomasetti

Kullanım amacı: Rezidans ve ofis

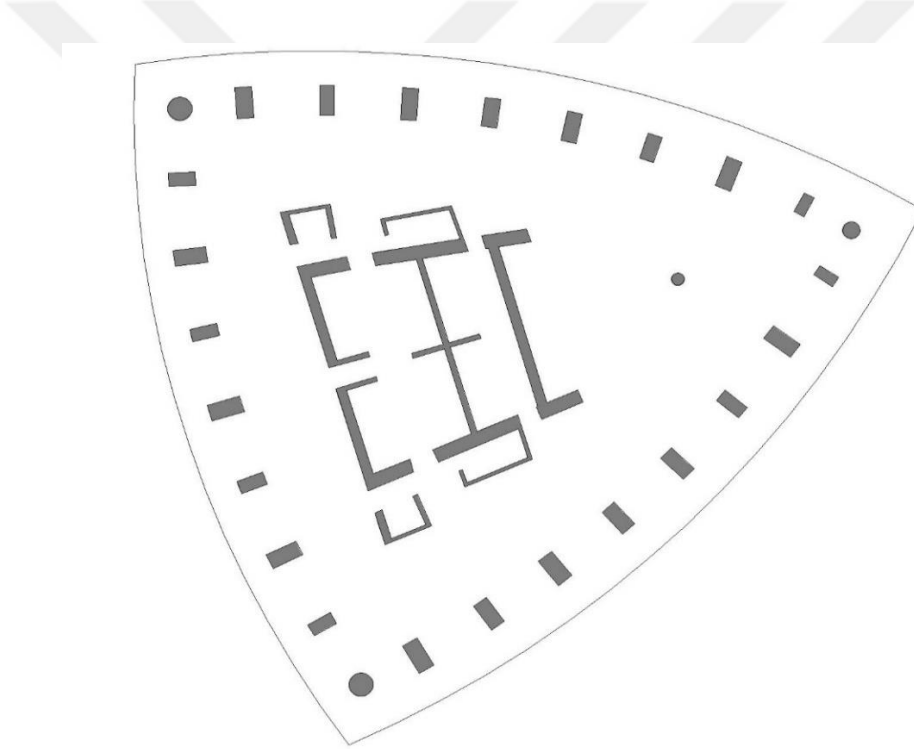
Plan formu: Kenarları ovalleştirilmiş üçgen şeklinde bir yapıdır.

Çekirdek sayısı: Tek

Çekirdek yeri: Merkezi

7. BAZI MEVCUT BETONARME YÜKSEK YAPILARIN TDY'ne GÖRE PLAN DÜZENSİZLİKLERİNİN İNCELENMESİ Özlem ULUSOY

373 m yüksekliğindeki yapı bir temelde kullanılan en fazla hacim miktarı açısından Guinness Rekorlar Kitabı'na girmiştir (14000 m³). Binanın stabilitesi ağır temel duvarları ve merkezdeki betonarme çekirdeğin etrafına yerleştirilmiş 25 adet mega kolon ile sağlanmıştır. Yatay yüklere karşı eğilme rijitliğini desteklemek için yapının değişik yüksekliklerinde çelik outrigger sistem kullanılmıştır. Bina yükseldikçe kenarları ovalleştirilmiş üçgen plan formu giderek küçülmektedir. Bina cephesinde basitliğe gidilmiştir. Bina formu rüzgara dayanıklı olarak tasarlanmıştır.



Şekil 7.9. Federation kulesi plan şeması

Binanın burulma düzensizliğindeki (A1) etkisi: Yapı, basit geometrik ve simetrik davranışlı bir formu ovalleştirerek tasarlanmıştır. Binanın çekirdeği merkezde yer almaktadır fakat çekirdekte bulunan perde duvarlar merkeze simetrik olarak yerleştirilmemiştir. Çekirdeğin bir ucu sadece tek kolon kullanılarak

7. BAZI MEVCUT BETONARME YÜKSEK YAPILARIN TDY'ne GÖRE PLAN DÜZENSİZLİKLERİNİN İNCELENMESİ Özlem ULUSOY

geçilmiştir. Bu durumun rijitlik merkezi ile kütle merkezini birbirinden uzaklaştırması beklenilmektedir ve burulma düzensizliğine yol açabileceği düşünülmektedir. Taşıyıcıların çekirdek etrafında simetrik ve aynı boyutlarla tasarlanması deprem açısından olumlu bir yaklaşımdır fakat yapının cephesinde yeterli perde duvarların olmaması ve kullanılan kolonların yapının cephesinde bulunmaması kenar akslardaki rijitliğin düşük olmasına neden olacaktır. Yapının, herhangi bir deprem etkisi altındayken binanın rijitlik merkezi etrafında bir dönme oluşturarak burulma düzensizliğine neden olması beklenir ve konsol çıkan yapı cephesinde hasara neden olabilir. Ancak yapının değişik yüksekliklerinde outrigger sistem kullanılmasının burulma rijitliği açısından olumlu bir uygulama olduğu düşünülmektedir.

Binanın döşeme süreksizlik düzensizliğindeki (A2) etkisi: Federation kulesinde asansör, merdiven ve tesisat boşlukları binanın çekirdek kısmında yer almaktadır. Bina köşelerinde bu boşluklara rastlanılmamaktadır. Boşlukların düzensiz dağılmaması ve toplam boşluğun kat brüt alanının 1/3'ini geçmemesi sonucunda yapıda döşeme süreksizlik düzensizliği görülmesi beklenilmemektedir.

Plan geometrisi düzensizliğindeki (A3) etkisi: Federation kulesinde basit geometrik ve simetrik davranışlı bir form ovalleştirilerek kullanılmıştır. Yapıda girinti ve çıkıntılar bulunmamaktadır. Bu sebeplerden dolayı yapıda plan geometrisi düzensizliği görülmesi beklenilmemektedir.

Taşıyıcı Eleman Eksenlerinin Paralel Olmaması Durumu (Ortogonal Olmama Düzensizliği) (A4): Yapı, basit geometrik ve simetrik davranışlı bir form ovalleştirilerek kullanılmıştır fakat bu kenarlarda yer alan taşıyıcı elemanlarının eksenlerinde paralellik görülmemektedir. Bu durum ortogonal olmama düzensizliğini meydana getirmektedir.

7. BAZI MEVCUT BETONARME YÜKSEK YAPILARIN TDY'ne GÖRE
PLAN DÜZENSİZLİKLERİNİN İNCELENMESİ Özlem ULUSOY

7.5. International Commerce Center Binası



Şekil 7.10. International Commerce Center binası (skyscrapercenter.com)

Ülke - şehir: Çin – Hong Kong

Bina yüksekliği: 484 metre

Kat adedi: 108

İnşaat tamamlanma yılı: 2010

Mimar – Mühendis: Kohn Pedersen Fox Ortakları - Arup

Kullanım amacı: Otel ve ofis

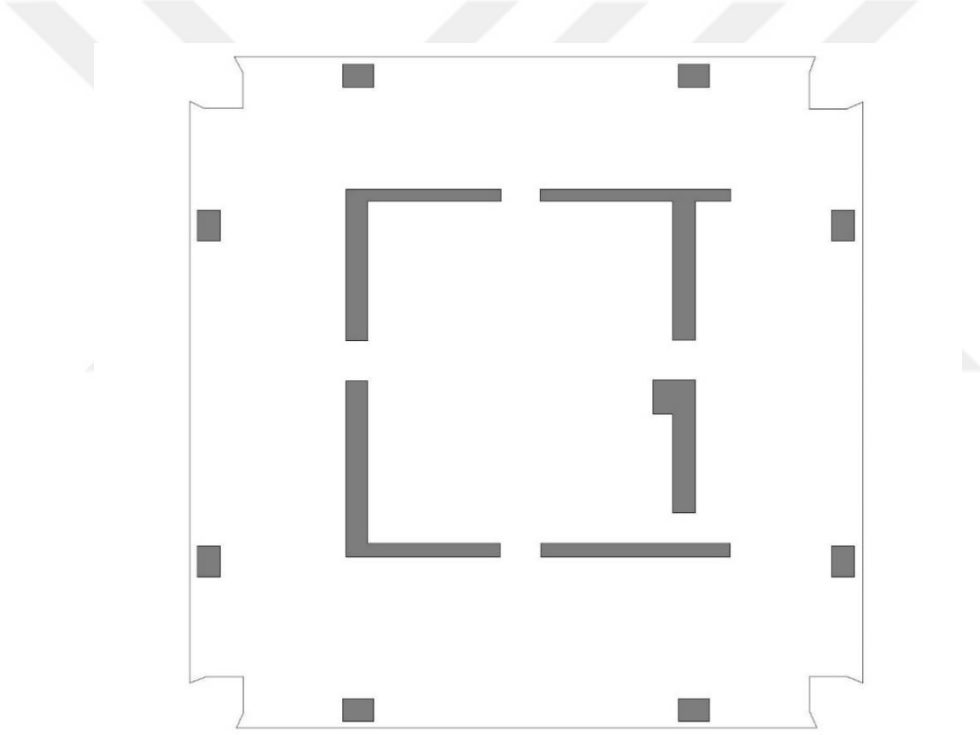
Plan formu: Köşelerinde girintileri olan kare şeklinde bir yapıdır.

Çekirdek sayısı: Tek

Çekirdek yeri: Merkezi

7. BAZI MEVCUT BETONARME YÜKSEK YAPILARIN TDY'ne GÖRE PLAN DÜZENSİZLİKLERİNİN İNCELENMESİ Özlem ULUSOY

Binanın yapısal formu kare bir plan içerisinde merkezi betonarme bir çekirdek ve etrafında sekiz adet mega kolondan oluşmaktadır. Merkezi betonarme çekirdek bina çerçevesine yerleştirilmiş mega kolonlara bina yüksekliği boyunca dört farklı seviyede bir adet ön gerilmeli beton ve üç adet çelik outrigger sistemle bağlanmıştır. Bina formunda yükseldikçe önce genişleyen sonra daralan bir tasarım görülmektedir. Bu formu, planda yer alan köşe girintileri sağlamaktadır. Cephesinde ise bu köşe girintileri dışında sade bir görüntüye sahiptir. Köşelerdeki bu girintilerin rüzgar açısından binaya avantaj sağlayacağı düşünülmektedir.



Şekil 7.11. International Commerce Center binası plan şeması

Binanın burulma düzensizliğindeki (A1) etkisi: Yapı, basit geometrik ve simetrik bir form kullanılarak tasarlanmıştır. Binanın çekirdeğinin merkezde yer alması ve taşıyıcıların çekirdek etrafında simetrik ve aynı boyutlarla tasarlanması, farklı boyutlarda kolon ve perde duvarların bulunmaması burulma düzensizliğini

7. BAZI MEVCUT BETONARME YÜKSEK YAPILARIN TDY'ne GÖRE PLAN DÜZENSİZLİKLERİNİN İNCELENMESİ Özlem ULUSOY

en az seviyeye indirecek tasarım yaklaşımlarıdır. Yapıda düzenli ve simetrik dağılım gösteren taşıyıcı sayesinde yapının kütle merkezi ile rijitlik merkezinin birbirine yakın olması beklenilmektedir fakat yapının cephesinde yeterli perde duvarların olmaması kenar akslardaki rijitliğin düşük olmasına yol açacaktır. Yapı, herhangi bir deprem etkisi altındayken binanın rijitlik merkezi etrafında bir dönme oluşturarak burulma düzensizliğine neden olabilir. Ancak bina yüksekliği boyunca dört farklı seviyede outrigger sistem kullanılmasının yatay yüklerin yol açacağı burulma etkisini en aza indireceği düşünülmektedir. Bina köşelerinde yer alan girintiler büyük boyutlarda olmadığı için hasar meydana gelme ihtimalini düşük seviyede tutar.

Binanın döşeme süreksizlik düzensizliğindeki (A2) etkisi: International Commerce Center binasında asansör, merdiven ve tesisat boşlukları binanın çekirdek kısmında yer almaktadır. Çekirdekte bulunan asansör, merdiven ve tesisat boşlukları yapıda oldukça fazla yer kaplamaktadır. Bu da yapıda döşeme süreksizlik düzensizliği yaratma olasılığını arttırmaktadır.

Plan geometrisi düzensizliğindeki (A3) etkisi: International Commerce Center binasında basit geometrik ve simetrik bir form kullanılmıştır. Yapının köşelerinde bulunan girintiler düzenli ve simetrik olarak dağılmıştır. Bu girintiler yapının brüt plan boyutunun %20'sini geçmediği için yapıda plan geometrisi düzensizliği yaratması beklenilmemektedir.

Taşıyıcı Eleman Eksenlerinin Paralel Olmaması Durumu (Ortogonal Olmama Düzensizliği) (A4): Yapı, basit geometrik ve simetrik bir form kullanılarak tasarlanmıştır, bu sayede taşıyıcı eleman eksenleri birbirlerine paralel olarak konumlanmıştır. Böylelikle yapıda ortogonal olmama düzensizliği görülmemektedir.

7. BAZI MEVCUT BETONARME YÜKSEK YAPILARIN TDY'ne GÖRE
PLAN DÜZENSİZLİKLERİNİN İNCELENMESİ Özlem ULUSOY

7.6. 432 Park Avenue Binası



Şekil 7.12. 432 Park Avenue binası (skyscrapercenter.com)

Ülke - şehir: Amerika Birleşik Devletleri – New York

Bina yüksekliği: 425,7 metre

Kat adedi: 85

İnşaat tamamlanma yılı: 2015

Mimar – Mühendis: Rafael Vinoly Mimarları – WSP Cantor Seinuk

Kullanım amacı: Rezidans

Plan formu: Kare şeklinde bir yapıdır.

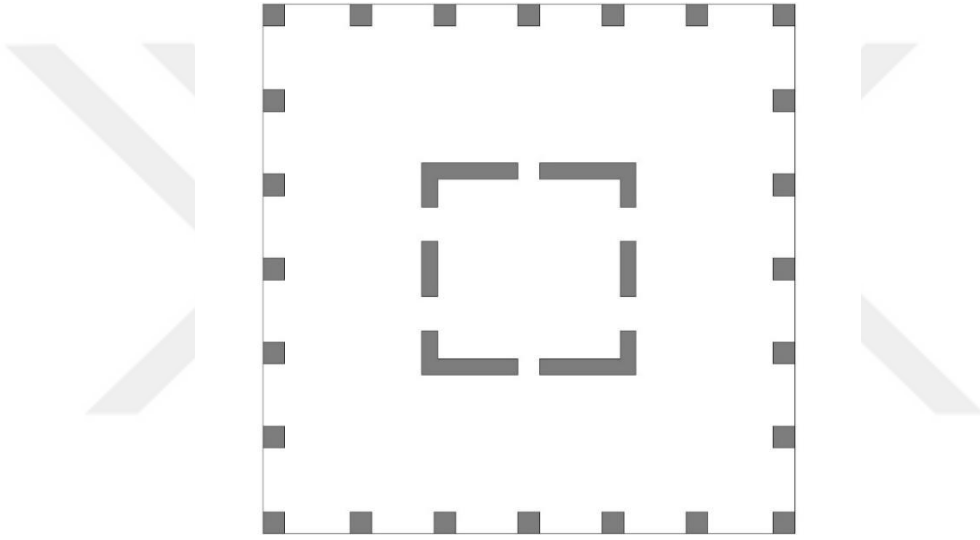
Çekirdek sayısı: Tek

Çekirdek yeri: Merkezi

Bina formundaki incelik süperslim gökdelen olarak nitelendirilmektedir. Cephesindeki sadelik binanın önemli özellikleri arasındadır. Cephede yer alan

7. BAZI MEVCUT BETONARME YÜKSEK YAPILARIN TDY'ne GÖRE PLAN DÜZENSİZLİKLERİNİN İNCELENMESİ Özlem ULUSOY

beton elemanlar binayı ızgara şeklinde kaplar ve böylece binanın bulunduğu konumdaki ızgara şeklinde sokaklara atıfta bulunur. Binanın yapısal sistemi iç içe geçmiş iki betonarme tüpten oluşmaktadır. İçteki tüp binanın betonarme çekirdeğini oluştururken binanın dış tüpünü, bina çeperindeki betonarme kolon-kiriş sistemi oluşturur. Her 12 katta bu iki tüp güçlendirici kirişlerle birbirlerine bağlanmaktadır.



Şekil 7.13. 432 Park Avenue binası plan şeması

Binanın burulma düzensizliğindeki (A1) etkisi: Yapı, basit geometrik ve simetrik bir form kullanılarak tasarlanmıştır. Binanın çekirdeğinin merkezde yer alması ve taşıyıcıların çekirdek etrafında simetrik ve aynı boyutlarla tasarlanması, farklı boyutlarda kolon ve perde duvarların bulunmaması burulma düzensizliğini en az seviyeye indirecek tasarım yaklaşımlarıdır. Yapıda düzenli ve simetrik dağılım gösteren taşıyıcı sayesinde yapının kütle merkezi ile rijitlik merkezinin birbirine yakın olması beklenilmektedir fakat yapının cephesinde yeterli perde duvarların olmaması kenar akslardaki rijitliğin düşük olmasına neden olabilecektir.

7. BAZI MEVCUT BETONARME YÜKSEK YAPILARIN TDY'ne GÖRE
PLAN DÜZENSİZLİKLERİNİN İNCELENMESİ Özlem ULUSOY

Ancak yapı yüksekliği boyunca her 12 katta bir güçlendirici kirişlerin kullanılması binanın burulma rijitliğini artırıcı etki yapacağı düşünülmektedir.

Binanın döşeme süreksizlik düzensizliğindeki (A2) etkisi: 432 Park Avenue binasında asansör, merdiven ve tesisat boşlukları binanın çekirdek kısmında yer almaktadır. Bina köşelerinde bu boşluklara rastlanılmamaktadır. Boşlukların düzensiz dağılması ve toplam boşluğun kat brüt alanının 1/3'ini geçmemesi sonucunda yapıda döşeme süreksizlik düzensizliği görülmesi beklenilmemektedir.

Plan geometrisi düzensizliğindeki (A3) etkisi: 432 Park Avenue binasında basit geometrik ve simetrik bir form kullanılmıştır. Yapıda girinti ve çıkıntılara rastlanmadığı için yapıda plan geometrisi düzensizliği görülmemektedir.

Taşıyıcı Eleman Eksenlerinin Paralel Olmaması Durumu (Ortogonal Olmama Düzensizliği) (A4): Yapı, basit geometrik ve simetrik bir form kullanılarak tasarlanmıştır, bu sayede taşıyıcı eleman eksenleri birbirlerine paralel olarak konumlanmıştır. Böylelikle yapıda ortogonal olmama düzensizliği görülmemektedir.

7. BAZI MEVCUT BETONARME YÜKSEK YAPILARIN TDY'ne GÖRE
PLAN DÜZENSİZLİKLERİNİN İNCELENMESİ Özlem ULUSOY

7.7. Princess Kulesi



Şekil 7.14. Princess Kulesi (skyscrapercenter.com)

Ülke - şehir: Birleşik Arap Emirlikleri – Dubai

Bina yüksekliği: 413,4 metre

Kat adedi: 101

İnşaat tamamlanma yılı: 2012

Mimar – Mühendis: Adnan Saffarini

Kullanım amacı: Rezidans

Plan formu: Kenarlarında girintilerin yer aldığı kare şeklinde bir yapıdır.

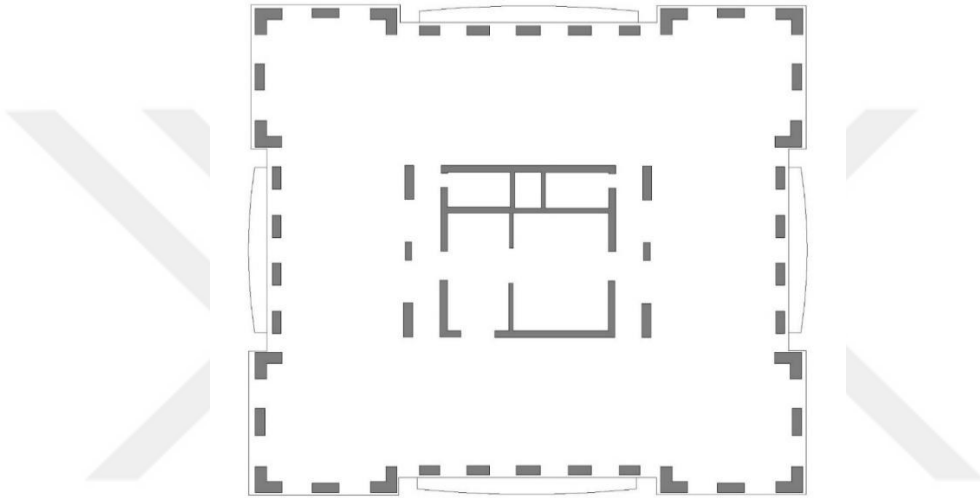
Çekirdek sayısı: Tek

Çekirdek yeri: Merkezi

Bina formunun her kenarında, orta kısımlarda balkonlar yer almaktadır. Diğer kısımlarda pencereler mevcuttur. Bu form belirli bir kata kata sabit

7. BAZI MEVCUT BETONARME YÜKSEK YAPILARIN TDY'ne GÖRE PLAN DÜZENSİZLİKLERİNİN İNCELENMESİ Özlem ULUSOY

çıkaktadır. Üst katlarda binanın kenarlarında değişiklikler yapılmıştır ve yapının en üst kısmı kareden farklı bir formla tamamlanmış ve kubbeye dönüştürülmüştür. Binanın yapısal formunu ortada betonarme bir çekirdek ve cephelerde betonarme kolonlar oluşturmaktadır. Bina formu için tüp içinde tüp denilebilir. Yine bu binada da çeşitli katlarda güçlendirici kirişler kullanılmıştır.



Şekil 7.15. Princess Kulesi plan şeması

Binanın burulma düzensizliğindeki (A1) etkisi: Yapı, basit geometrik ve simetrik bir form kullanılarak tasarlanmıştır. Binanın çekirdeğinin merkezde yer alması ve taşıyıcıların çekirdek etrafında simetrik ve aynı boyutlarla tasarlanması burulma düzensizliğini en az seviyeye indirecek tasarım yaklaşımlarıdır. Yapıda düzenli ve simetrik dağılım gösteren taşıyıcı sayesinde yapının kütle merkezi ile rijitlik merkezinin birbirine yakın olması beklenilmektedir. Ek olarak çeşitli katlarda kullanılan güçlendirici kirişlerin binanın burulma rijitliğine olumlu etki yapacağı düşünülmektedir. Bina formunda yer alan girinti ve çıkıntılar büyük boyutlarda olmadığı için ve bu noktalar taşıyıcılarla desteklendikleri için hasar meydana gelme ihtimalini düşük seviyede tutarlar.

7. BAZI MEVCUT BETONARME YÜKSEK YAPILARIN TDY'ne GÖRE PLAN DÜZENSİZLİKLERİNİN İNCELENMESİ Özlem ULUSOY

Binanın döşeme süreksizlik düzensizliğindeki (A2) etkisi: Princess Kulesinde asansör, merdiven ve tesisat boşlukları binanın çekirdek kısmında yer almaktadır. Bina köşelerinde bu boşluklara rastlanılmamaktadır. Boşlukların düzensiz dağılması ve toplam boşluğun kat brüt alanının 1/3'ini geçmemesi sonucunda yapıda döşeme süreksizlik düzensizliği görülmesi beklenilmemektedir.

Plan geometrisi düzensizliğindeki (A3) etkisi: Princess Kulesinde basit geometrik ve simetrik bir form kullanılmıştır. Yapının kenarlarında bulunan girintiler düzenli ve simetrik dağılım göstermektedir ve yapının brüt plan boyutunun %20'sini geçmediği için yapıda plan geometrisi düzensizliği yaratmamaktadır.

Taşıyıcı Eleman Eksenlerinin Paralel Olmaması Durumu (Ortogonal Olmama Düzensizliği) (A4): Yapı, basit geometrik ve simetrik bir form kullanılarak tasarlanmıştır bu sayede taşıyıcı eleman eksenleri birbirlerine paralel olarak konumlanmıştır. Böylelikle yapıda ortogonal olmama düzensizliği görülmemektedir.

7.8. Damac Heights Binası



Şekil 7.16. Damac Heights binası (skyscrapercenter.com)

7. BAZI MEVCUT BETONARME YÜKSEK YAPILARIN TDY'ne GÖRE
PLAN DÜZENLİLİKLERİNİN İNCELENMESİ Özlem ULUSOY

Ülke - şehir: Birleşik Arap Emirlikleri – Dubai

Bina yüksekliği: 335,1 metre

Kat adedi: 88

İnşaat tamamlanma yılı: 2018

Mimar – Mühendis: Aedas – Ramboll Grubu

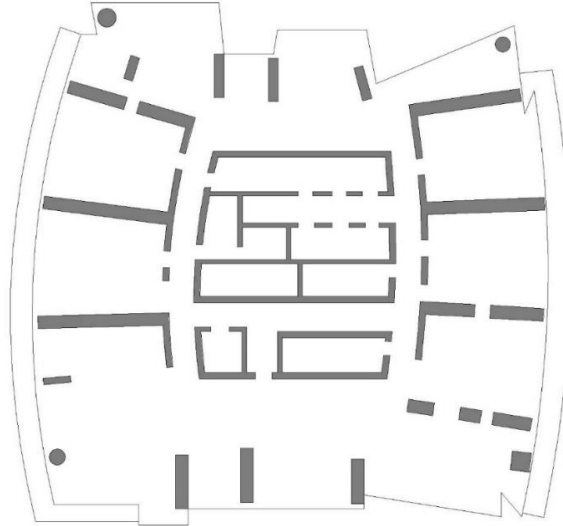
Kullanım amacı: Rezidans

Plan formu: Karşılıklı iki kenarı ovalleştirilmiş Diğer kenarlarında girinti ve çıkıntılarının olduğu dikdörtgen şeklinde bir yapıdır.

Çekirdek sayısı: Tek

Çekirdek yeri: Merkezi

Bina bir kenarından zeminden itibaren dış bükeylik oluşturarak yükselmektedir. Bir cımbızı andıran şekli vardır. Binanın geniş kenarlarında ise uzun ve oval konsol balkonlar yer almaktadır. Binanın yapısal formunu betonarme bir iç çekirdek ve çekirdekten dışarı doğru ışınal olarak uzanan betonarme perde duvarlar oluşturmaktadır.



Şekil 7.17. Damac Heights binası plan şeması

7. BAZI MEVCUT BETONARME YÜKSEK YAPILARIN TDY'ne GÖRE PLAN DÜZENSİZLİKLERİNİN İNCELENMESİ Özlem ULUSOY

Binanın burulma düzensizliğindeki (A1) etkisi: Yapı, basit geometrik ve simetrik bir forma sahip değildir. İki kenarında girinti ve çıkıntıların bulunduğu diğer iki kenarında ovaliklerin yapıldığı bir forma sahiptir. Bu nedenle taşıyıcıların binaya düzgün ve simetrik dağılımını yapmak mümkün değildir. Binanın çekirdeğinin merkezde yer alması deprem etkisi açısından olumlu bir yaklaşımdır ama bina formundan kaynaklı olarak kolonların simetrik ve düzgün dağılım göstermemesi ve taşıyıcı boyutlarının da farklı olması sonucunda yapının kütle merkezi ile rijitlik merkezinin çakışması beklenilmemektedir. Bu durumun yapıda, deprem altında burulma düzensizliği meydana getireceği düşünülmektedir.

Binanın döşeme süreksizlik düzensizliğindeki (A2) etkisi: Damac Heights binasında asansör, merdiven ve tesisat boşlukları binanın çekirdek kısmında yer almaktadır. Bina köşelerinde bu boşluklara rastlanılmamaktadır. Boşlukların düzensiz dağılmaması ve toplam boşluğun kat brüt alanının 1/3'ini geçmemesi sonucunda yapıda döşeme süreksizlik düzensizliği görülmesi beklenilmemektedir.

Plan geometrisi düzensizliğindeki (A3) etkisi: Damac Heights binasında basit geometrik ve simetrik bir form kullanılmamıştır. Yapıda yer alan girinti ve çıkıntılar düzenli ve simetrik bir dağılım göstermemektedir ama yapının brüt plan boyutunun %20'sini geçmediği için yapıda plan geometrisi düzensizliği yaratması beklenilmemektedir.

Taşıyıcı Eleman Eksenlerinin Paralel Olmaması Durumu (Ortogonal Olmama Düzensizliği) (A4): Yapı, basit geometrik ve simetrik bir form kullanılarak tasarlanmamıştır. Bu nedenle yapıda yer alan taşıyıcı elemanlarının eksenlerinde paralellik görülmemektedir. Bu durum ortogonal olmama düzensizliğini meydana getirmektedir.

7. BAZI MEVCUT BETONARME YÜKSEK YAPILARIN TDY'ne GÖRE
PLAN DÜZENSİZLİKLERİNİN İNCELENMESİ Özlem ULUSOY

7.9. Central Plaza Binası



Şekil 7.18. Central Plaza binası (skyscrapercenter.com)

Ülke - şehir: Çin – Hong Kong

Bina yüksekliği: 373,9 metre

Kat adedi: 78

İnşaat tamamlanma yılı: 1992

Mimar – Mühendis: Ng Chun Man & Associates, Architects & Engineers China Ltd. - Arup

Kullanım amacı: Ofis

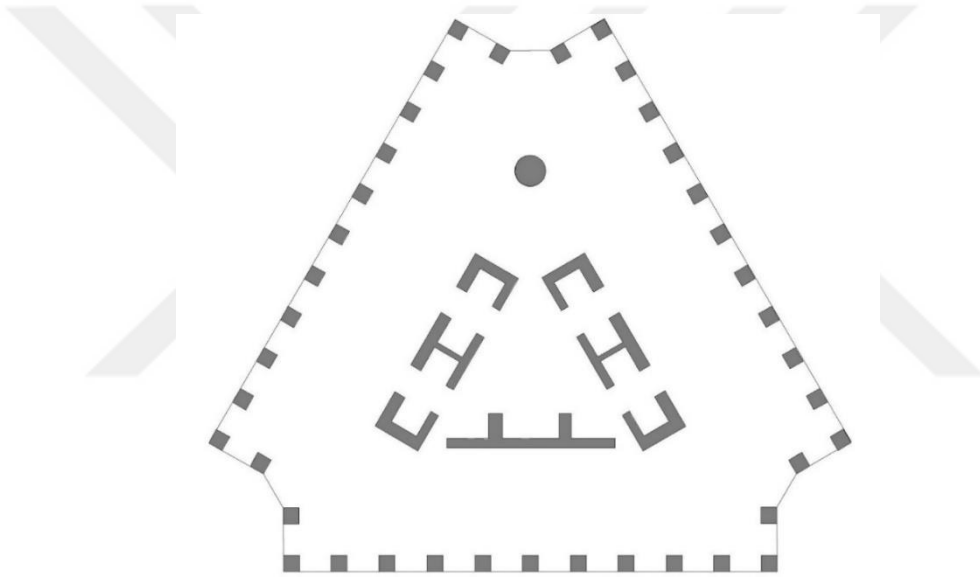
Plan formu: Köşelerinde girintilerin yer aldığı üçgen şeklinde bir yapıdır.

Çekirdek sayısı: Tek

Çekirdek yeri: Merkezi

7. BAZI MEVCUT BETONARME YÜKSEK YAPILARIN TDY'ne GÖRE PLAN DÜZENSİZLİKLERİNİN İNCELENMESİ Özlem ULUSOY

Bina üçgen şeklinde bir forma sahiptir. Bu form sayesinde ofislerin bir kısmı limana yönlendirilirken bir kısmı da dağlara ve çevre şehirlere yönlendirilmiştir. Binanın köşelerinde sivri bir form yaratmamalarını da Feng Shui ile açıklamaktadırlar. Bu görüşe göre sivri kenarların olumsuzluk yarattığına inanılmaktadır. Cephede farklı renkte camlar kullanılmıştır. Altın, gümüş ve seramik boyalı camlar yer almaktadır. Binanın yapısal sistemini bir betonarme iç çekirdek ve bir betonarme çevresel tüp oluşturmaktadır.



Şekil 7.19. Central Plaza binası plan şeması

Binanın burulma düzensizliğindeki (A1) etkisi: Yapı, basit geometrik ve simetrik davranışlı bir formda girintiler yapılarak tasarlanmıştır. Binanın çekirdeği merkezde yer almaktadır fakat çekirdekte bulunan perde duvarlar merkeze simetrik olarak yerleştirilmemiştir. Çekirdeğin bir ucunda sadece tek bir kolon kullanılarak geçilmiştir. Bu durumun rijitlik merkezini kütle merkezinden uzaklaştıracağı ve burulma düzensizliğine yol açacağı düşünülmektedir. Taşıyıcıların çekirdek etrafında simetrik ve aynı boyutlarla tasarlanması deprem açısından olumlu bir

7. BAZI MEVCUT BETONARME YÜKSEK YAPILARIN TDY'ne GÖRE
PLAN DÜZENSİZLİKLERİNİN İNCELENMESİ Özlem ULUSOY

yaklaşımıdır fakat yapının cephesinde yeterli perde duvarların olmaması kenar akslardaki rijitliğin düşük olmasına neden olacaktır.

Binanın döşeme süreksizlik düzensizliğindeki (A2) etkisi: Central Plaza binasında asansör, merdiven ve tesisat boşlukları binanın çekirdek kısmında yer almaktadır. Bina köşelerinde bu boşluklara rastlanılmamaktadır. Boşlukların düzensiz dağılmaması ve toplam boşluğun kat brüt alanının 1/3'ini geçmemesi sonucunda yapıda döşeme süreksizlik düzensizliği görülmesi beklenilmemektedir.

Plan geometrisi düzensizliğindeki (A3) etkisi: Central Plaza binasında basit geometrik ve simetrik davranışlı bir form kullanılmıştır. Yapının köşelerinde bulunan girintiler düzenli ve simetrik dağılım göstermektedir ve yapının brüt plan boyutunun %20'sini geçmediği için yapıda plan geometrisi düzensizliği yaratmamaktadır.

Taşıyıcı Eleman Eksenlerinin Paralel Olmaması Durumu (Ortogonal Olmama Düzensizliği) (A4): Yapı, basit geometrik ve simetrik davranışlı bir form kullanılarak tasarlanmıştır fakat yapıda yer alan taşıyıcı elemanlarının eksenlerinde paralellik görülmemektedir. Bu durum ortogonal olmama düzensizliğini meydana getirmektedir.

7. BAZI MEVCUT BETONARME YÜKSEK YAPILARIN TDY'ne GÖRE
PLAN DÜZENSİZLİKLERİNİN İNCELENMESİ Özlem ULUSOY

7.10. Almas Kulesi



Şekil 7.20. Almas Kulesi (skyscrapercenter.com)

Ülke - şehir: Birleşik Arap Emirlikleri – Dubai

Bina yüksekliği: 360 metre

Kat adedi: 68

İnşaat tamamlanma yılı: 2008

Mimar – Mühendis: Atkins

Kullanım amacı: Ofis

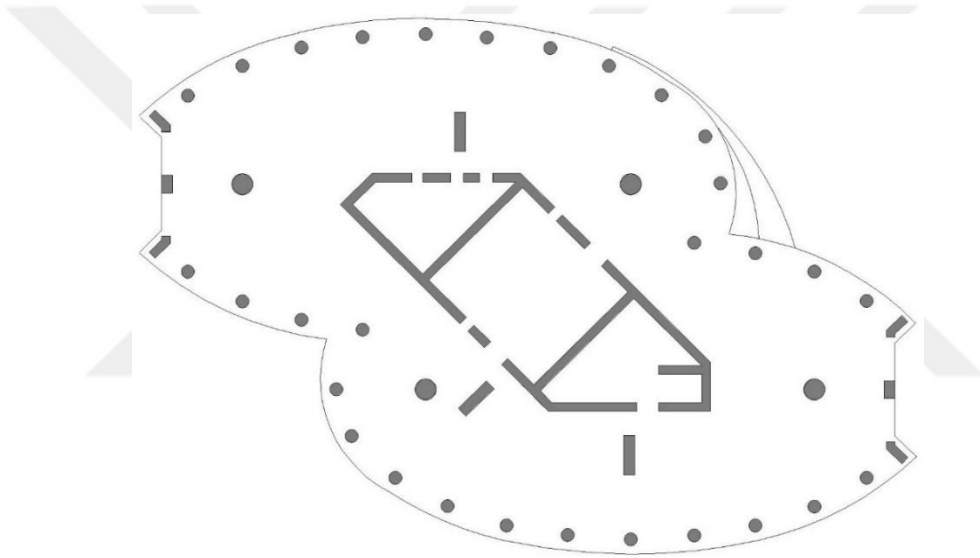
Plan formu: İki elips formun kaydırmalı olarak birleştirilmesiyle oluşturulmuş bir yapıdır.

Çekirdek sayısı: Tek

Çekirdek yeri: Merkezi

7. BAZI MEVCUT BETONARME YÜKSEK YAPILARIN TDY'ne GÖRE PLAN DÜZENSİZLİKLERİNİN İNCELENMESİ Özlem ULUSOY

Bina formunda farklı yüksekliklerde biten iki ayrı kule görüntüsü mevcuttur. Yapı elmas şeklinden ilham alınarak tasarlanmıştır. Kulelerin tavanları eğimli çatılarla son bulmaktadır. Kuzey cephesinde bulunan yarı şeffaf camlarla iç mekanda daha serin bir ortam yaratılırken güneyde yer alan yüksek performanslı cephe yapıyı fazla ısıdan korur. Binanın yapısal formunu betonarme çekirdek ve betonarme dış çerçeve oluşturmaktadır. Betonarme çekirdek ve çerçeve birbirine servis katlarında outrigger sistemle bağlanmaktadır.



Şekil 7.21. Almas Kulesi plan şeması

Binanın burulma düzensizliğindeki (A1) etkisi: Yapı, ters simetrik form kullanılarak tasarlanmıştır. Düzgün ve basit geometrik bir forma sahip değildir. Yapı bu özelliği ile burulma düzensizliği oluşturmaya zemin hazırlar. Binanın çekirdeğinin merkezde yer alması ve taşıyıcıların çekirdek etrafında simetrik ve aynı boyutlarla tasarlanması burulma düzensizliğini en az seviyeye indirecek tasarım yaklaşımlarıdır. Yapıda düzenli dağılım gösteren taşıyıcı sayesinde yapının kütle merkezi ile rijitlik merkezinin birbirine yakın olması beklenilmektedir fakat yapının cephesinde yeterli perde duvarların olmaması ve bununla birlikte yapının

7. BAZI MEVCUT BETONARME YÜKSEK YAPILARIN TDY'ne GÖRE
PLAN DÜZENŞİZLİKLERİNİN İNCELENMESİ Özlem ULUSOY

simetrik olmaması, yapının herhangi bir deprem etkisi altındayken rijitlik merkezi etrafında bir dönme oluşturarak burulma düzensizliği yaratması beklenilmektedir. Ancak bina içerisinde çeşitli katlarda outrigger sistem kullanılarak dış çeper ve iç çekirdeğin birleştirilmesinin burulma düzensizliği açısından olumlu bir tasarım olduğu düşünülmektedir. Bina formunda yer alan girinti ve çıkıntılar yok denilecek kadar az olduğu ve taşıyıcılarla desteklendiği için hasar oluşturma ihtimali düşüktür.

Binanın döşeme süreksizlik düzensizliğindeki (A2) etkisi: Almas Kulesinde asansör, merdiven ve tesisat boşlukları binanın çekirdek kısmında yer almaktadır. Bina köşelerinde bu boşluklara rastlanılmamaktadır. Boşlukların düzensiz dağılmaması ve toplam boşluğun kat brüt alanının 1/3'ini geçmemesi sonucunda yapıda döşeme süreksizlik düzensizliği görülmesi beklenilmemektedir.

Plan geometrisi düzensizliğindeki (A3) etkisi: Almas Kulesinde ters simetrik bir form kullanılmıştır. Yapıda bulunan girintiler yapının iki kenarında simetrik olarak dağılmıştır ve yok denecek kadar küçük boyuttadır. Bu sebeplerden dolayı yapıda plan geometrisi düzensizliği görülmesi beklenilmemektedir.

Taşıyıcı Eleman Eksenlerinin Paralel Olmaması Durumu (Ortogonal Olmama Düzensizliği) (A4): Yapı, ters simetrik bir form kullanılarak tasarlanmıştır fakat yapıda yer alan taşıyıcı elemanlarının eksenlerinde paralellik görülmemektedir. Bu durum ortogonal olmama düzensizliğini meydana getirmektedir.

7. BAZI MEVCUT BETONARME YÜKSEK YAPILARIN TDY'ne GÖRE
PLAN DÜZENSİZLİKLERİNİN İNCELENMESİ Özlem ULUSOY

7.11. JW Marriott Marquis Otel Binası



Şekil 7.22. JW Marriott Marquis Otel binası (skyscrapercenter.com)

Ülke - şehir: Birleşik Arap Emirlikleri – Dubai

Bina yüksekliği: 355,4 metre

Kat adedi: 82

İnşaat tamamlanma yılı: 2012

Mimar – Mühendis: Archgroup Danışmanları - Archgroup Danışmanları; BG & E

Kullanım amacı: Otel

Plan formu: Kenarlarında girinti ve çıkıntıların yer aldığı elips şeklinde bir yapıdır.

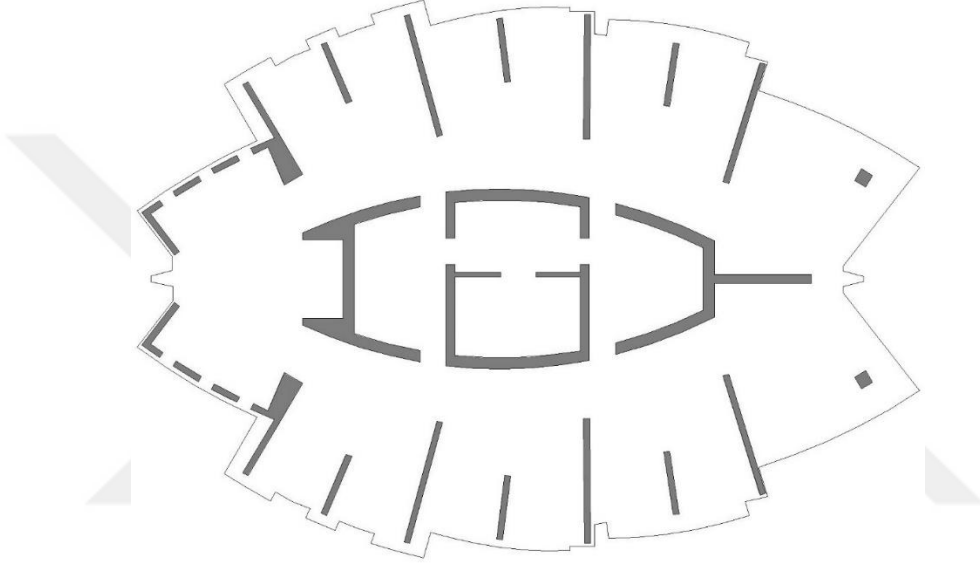
Çekirdek sayısı: Tek

Çekirdek yeri: Merkezi

Bina formu Arap kültüründe yer alan tarih ağacından esinlenilerek yapılmıştır. Balkonlar bu ağacın kabuk görüntüsünü yaratmak için dışa çıkılarak

7. BAZI MEVCUT BETONARME YÜKSEK YAPILARIN TDY'ne GÖRE PLAN DÜZENSİZLİKLERİNİN İNCELENMESİ Özlem ULUSOY

yapılmıştır. Binanın yapısal formu betonarme bir iç çekirdek ve bu çekirdekten dışarıya doğru ışınsal olarak uzanan betonarme perde duvarlardan oluşmaktadır. Binanın çeşitli seviyelerinde outrigger sistem kullanılarak çekirdek ve perde duvarlar birbirine bağlanmıştır.



Şekil 7.23. JW Marriott Marquis Otel binası plan şeması

Binanın burulma düzensizliğindeki (A1) etkisi: Yapı, basit geometrik ve simetrik bir forma sahip değildir. İki kenarında girinti ve çıkıntıların bulunduğu diğer iki kenarında ovaliklerle birlikte girinti ve çıkıntıların yer aldığı bir forma sahiptir. Bu nedenle taşıyıcıların binaya düzgün ve simetrik dağılımını yapmak mümkün değildir. Binanın çekirdeğinin merkezde yer alması deprem etkisi açısından olumlu bir yaklaşımdır ama bina formundan kaynaklı olarak taşıyıcıların simetrik ve düzgün dağılım göstermemesi ve taşıyıcı boyutlarının da farklı olması sonucunda yapının kütle merkezi ile rijitlik merkezinin çakışması beklenilmemektedir. Bu durum yapıda, deprem altında burulma düzensizliği meydana getirebilir ancak yapıda çeşitli katlarda outrigger sistem kullanılarak iç

7. BAZI MEVCUT BETONARME YÜKSEK YAPILARIN TDY'ne GÖRE
PLAN DÜZENSİZLİKLERİNİN İNCELENMESİ Özlem ULUSOY

çekirdek ve perde duvarların yatay yüklere karşı birlikte çalışmasının sağlanmış olmasının olumlu bir tasarım yaklaşımı olduğu düşünülmektedir.

Binanın döşeme süreksizlik düzensizliğindeki (A2) etkisi: JW Marriott Marquis Otel binasında asansör, merdiven ve tesisat boşlukları binanın çekirdek kısmında ve bazı asansörler de yapının uç kısmında yer almaktadır. Yapının uç kısmında bulunan asansör boşlukları bu kısımda fazla yer kaplamaktadır. Bu da yapıda döşeme süreksizlik düzensizliği yaratma olasılığını arttırmaktadır.

Plan geometrisi düzensizliğindeki (A3) etkisi: JW Marriott Marquis Otel binasında basit geometrik ve simetrik bir form kullanılmamıştır. Yapının kenarlarında oldukça fazla girinti ve çıkıntılar bulunmaktadır. Bu girinti ve çıkıntılar düzenli ve simetrik dağılım göstermemektedir ve yapıda plan geometrisi düzensizliği yaratması beklenilmektedir.

Taşıyıcı Eleman Eksenlerinin Paralel Olmaması Durumu (Ortogonal Olmama Düzensizliği) (A4): Yapı, basit geometrik ve simetrik bir form kullanılarak tasarlanmamıştır bu nedenle taşıyıcı eleman eksenleri birbirlerine paralel değildir. Bu durum ortogonal olmama düzensizliğini meydana getirmektedir.

8. SONUÇLAR VE ÖNERİLER

Günden güne inşası artan yüksek yapılarda en önemli etken, yapıların deprem karşısında gösterdikleri tepkilerdir. Bu tepkiler yüksek yapıların tasarımında ve inşasında dikkat edilmesi gereken düzenlemeleri de beraberinde getirmektedir. Bu nedenle dünyanın değişik yerlerinden seçilen 11 adet betonarme taşıyıcı sisteme sahip yüksek yapı örneği incelenmiştir (Ek.1).

Çizelge 8.1. İncelenen betonarme yüksek yapıların bazı özelliklerine göre adetleri

ÜLKE	BİRLEŞİK ARAP EMİRLİKLERİ	6
	AMERİKA BİRLEŞİK DEVLETLERİ	1
	RUSYA FEDERASYONU	1
	ÇİN	2
	TAYLAND	1
KULLANIM AMACI	OTEL	1
	OFİS	2
	REZİDANS	3
	OTEL+OFİS	1
	REZİDANS+OFİS	1
	REZİDANS+OTEL	2
	KARMA	1
BİNA BİTİŞ YILI	1990-2000	1
	2001-2010	3
	2011-2018	7
KAT SAYISI	60-100	7
	100<	4
YÜKSEKLİK	300-399	6
	400-500	4
	500<	1

Bu örnekler buldukları ülkelere, kullanım amaçlarına, bina bitiş yıllarına, kat sayılarına ve yüksekliklerine bakılıp, plan şemalarında yer alan taşıyıcı sistemlerine göre depremde oluşturabilecekleri düzensizlikler incelenmiştir.

İlk incelenen örnek yapı Burj Khalifa binasıdır. Bu yapıda burulma düzensizliğine (A1), döşeme süreksizlik düzensizliğine (A2) ve plan geometrisi

düzensizliğine (A3) rastlanması beklenilmemektedir. Fakat yapıda taşıyıcı eleman eksenlerinin paralel olmaması sonucunda ortogonal olmama düzensizliği (A4) görülebilmektedir. Ayrıca yapıda outrigger adı verilen güçlendirme kirişleri kullanılmıştır.

İkinci örnek yapı Marina 101 binasıdır. Bu yapıda döşeme süreksizlik düzensizliğine (A2), plan geometrisi düzensizliğine (A3) ve taşıyıcı eleman eksenlerinin paralel olmaması sonucunda ortogonal olmama düzensizliğine (A4) rastlanılmamaktadır. Fakat yapıda burulma düzensizliği (A1) görülmesi beklenilmektedir.

Üçüncü örnek yapı Mahanakhon (King Power) binasıdır. Bu yapıda burulma düzensizliğine (A1), döşeme süreksizlik düzensizliğine (A2) ve taşıyıcı eleman eksenlerinin paralel olmaması sonucunda ortogonal olmama düzensizliğine (A4) rastlanması beklenilmemektedir. Fakat yapıda plan geometrisi düzensizliği (A3) görülebilmektedir. Ayrıca yapıda outrigger adı verilen güçlendirme kirişleri kullanılmıştır.

Dördüncü örnek yapı Federation Kulesi'dir. Bu yapıda taşıyıcı eleman eksenlerinin paralel olmaması sonucunda ortogonal olmama düzensizliği (A4) görülmesi beklenilmektedir. Fakat yapıda burulma düzensizliği (A1), döşeme süreksizlik düzensizliği (A2) ve plan geometrisi düzensizliğine (A3) rastlanması beklenilmemektedir. Ayrıca yapıda outrigger adı verilen güçlendirme kirişleri kullanılmıştır.

Beşinci örnek yapı International Commerce Center binasıdır. Bu yapıda döşeme süreksizlik düzensizliği (A2) görülmesi beklenilmektedir. Fakat yapıda burulma düzensizliği (A1), plan geometrisi düzensizliğine (A3) ve taşıyıcı eleman eksenlerinin paralel olmaması sonucunda ortogonal olmama düzensizliğine (A4) rastlanması beklenilmemektedir. Ayrıca yapıda outrigger adı verilen güçlendirme kirişleri kullanılmıştır.

Altıncı örnek yapı 432 Park Avenue binasıdır. Bu yapıda burulma düzensizliği (A1), döşeme süreksizlik düzensizliği (A2), plan geometrisi

düzensizliğine (A3) ve taşıyıcı eleman eksenlerinin paralel olmaması sonucunda ortogonal olmama düzensizliğine (A4) rastlanması beklenilmemektedir. Ayrıca yapıda outrigger adı verilen güçlendirme kirişleri kullanılmıştır.

Yedinci örnek yapı Princess Kulesi'dir. Bu yapıda burulma düzensizliği (A1), döşeme süreksizlik düzensizliği (A2), plan geometrisi düzensizliğine (A3) ve taşıyıcı eleman eksenlerinin paralel olmaması sonucunda ortogonal olmama düzensizliğine (A4) rastlanması beklenilmemektedir. Ayrıca yapıda outrigger adı verilen güçlendirme kirişleri kullanılmıştır.

Sekizinci örnek yapı Damac Heights binasıdır. Bu yapıda döşeme süreksizlik düzensizliğine (A2) ve plan geometrisi düzensizliğine (A3) rastlanması beklenilmemektedir. Fakat yapıda burulma düzensizliği (A1) ve taşıyıcı eleman eksenlerinin paralel olmaması sonucunda ortogonal olmama düzensizliği (A4) görülmesi beklenir.

Dokuzuncu örnek yapı Central Plaza binasıdır. Bu yapıda döşeme süreksizlik düzensizliğine (A2) ve plan geometrisi düzensizliğine (A3) rastlanması beklenilmemektedir. Fakat yapıda burulma düzensizliği (A1) ve taşıyıcı eleman eksenlerinin paralel olmaması sonucunda ortogonal olmama düzensizliği (A4) görülmesi beklenir.

Onuncu örnek yapı Almas Kulesi'dir. Bu yapıda burulma düzensizliğine (A1), döşeme süreksizlik düzensizliğine (A2) ve plan geometrisi düzensizliğine (A3) rastlanması beklenilmemektedir. Fakat yapıda taşıyıcı eleman eksenlerinin paralel olmaması sonucunda ortogonal olmama düzensizliği (A4) görülmesi beklenmektedir. Ayrıca yapıda outrigger adı verilen güçlendirme kirişleri kullanılmıştır.

Son örnek yapı JW Marriott Marquis Otel binasıdır. Bu yapıda döşeme süreksizlik düzensizliği (A2), plan geometrisi düzensizliği (A3) ve taşıyıcı eleman eksenlerinin paralel olmaması sonucunda ortogonal olmama (A4) düzensizliği görülmesi beklenilmektedir. Fakat yapıda burulma düzensizliği (A1) görülmesi

beklenilmemektedir. Yapıda outrigger adı verilen güçlendirme kirişleri kullanılmıştır.

İncelenen örnekler sonucunda toplamda 3 adet yapıda burulma düzensizliği (A1), 2 adet yapıda döşeme süreksizlik düzensizliği (A2), 2 adet yapıda plan geometrisi düzensizliği (A3) ve 6 adet yapıda taşıyıcı eleman eksenlerinin paralel olmaması durumu (A4) görülmesi beklenilmektedir. Ayrıca 8 adet yapıda da outrigger adı verilen güçlendirme kirişleri kullanılmıştır.

Sonuç olarak, seçilen 11 adet betonarme yüksek yapının özellikleri ele alınıp herhangi bir statik ya da dinamik hesap yapılmaksızın sadece erişilebilen kat planları ve geometrileri incelenerek depreme dayanıklı yapı tasarımı konusunda oluşabilecek düzensizlikler incelenmiştir ve karşılaştırmalar yapılmıştır. İncelemeler sonucunda elde edilen verilerin, yüksek yapı tasarımı yapacak olan mimar ve mühendislere bir veri oluşturulması amaçlanmıştır (Ek.1).

KAYNAKLAR

- Acerer, S., 1999. Afet Konutları ve Deprem Örneğinde İncelenmesi. Yüksek Lisans Tezi. İ.T.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Acerknacht. 1984. s:9. (Çakır, 2011'den)
- Aktan, S., Kıracı, N., 2010. Betonarme Binalarda Perdelerin Davranışa Etkileri. Eskişehir Osmangazi Üniversitesi Mühendislik Mimarlık Fakültesi Dergisi, 23 (1).
- Alarçin, A., 1990. Türkiye'de 1985-1990 Dönemi Yüksek Bina Projeleri. Yüksek Lisans Tezi. İ.T.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Ali, M. M., 2001. Evolution of Concrete Skyscrapers from Ingalls to Jinmao. Electronic Journal of Structural Engineering, 1 (1): 2 - 14.
- Amil, A.P., Aydın, A.C., Betonarme Yüksek Yapılarda Taşıyıcı Sistem Tasarımı, Atatürk Üniversitesi Mühendislik Fakültesi, Erzurum.
- Andinç, E., 2005. Betonarme Binalarda Deprem Perdelerinin Boyutlandırılması. Yüksek Lisans Tezi. İ.T.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Ardıç, H., 1993. Betonarme Yüksek Yapıların Taşıyıcı Sistemlerinin İncelenmesi ve Tüp Taşıyıcı Sistemli Yüksek Yapıların Dinamik Hesabı. Yüksek Lisans Tezi. İ.T.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, 8 - 11.
- Arıoğlu, N., 1994. Yüksek Binalarda Malzeme Kullanım Eğilimleri. Yapı Dergisi, 155. Yem Yayınları, İstanbul, s: 56-58.
- Armstrong, P. J. and Ali, M. M., 1995. Multi-Functional Characteristics of Tall Buildings: A Transitional Perspective, Habitat and the High-Rise. Tradition and Innovation, Fifth World Congress, Council on Tall Buildings and Urban Habitat, Amsterdam, May 14-19, pp:5-33.
- Atasoy, N., 2014. Yüksek Yapılarda Güncel Tasarım Yaklaşımları. Yüksek Lisans Tezi. Yıldız Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Avcıoğlu, G., 2001. Metal Yapılar. Domus Dergisi, 13. 1 Numara Hearst Yayıncılık, İstanbul, s:65-66.

- Aytıs, S., 1991. Yüksek Yapıların Gelişimine Toplu Bir Bakış. Yapı Dergisi, 116, 46-53, İstanbul.
- Aytıs, S., 1996. Yüksek Binaların Yapım Kriterleri ve Bu Kriterlerin İstanbul'dan Dört Örnek Üzerine Analizi. Doktora Tezi. M.S.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Aytıs, S., Polatkan I., 2010. Beton Malzemenin Kamusal Alanlarda Ekolojik Olarak Kullanımı. Uluslararası Sürdürülebilir Yapılar Sempozyumu, Ankara, 45.
- Bal, C., 2003. Yüksek Bina Yapım Sistemlerinin Tasarım Kısıtlamaları Üzerine Bir Araştırma. Yüksek Lisans Tezi. İ.T.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Balcı, S. B., 2013. Yüksek Yapıların Taşıyıcı Sistemleri ve Mimari Tasarımla Olan Etkileşimi. Yüksek Lisans Tezi. İstanbul Kültür Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Balı, E., 1995. Yüksek Yapılarda Taşıyıcı Sistem Sorunları. Yüksek Lisans Tezi. Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara, 27.
- Bayülke, N., 1998. Depreme Dayanıklı Betonarme ve Yığma Yapı Tasarımı.
- Beyazoğlu, İ. T., 1997. Yüksek Binalarda Tübüler Taşıyıcı Sistemler ve Uygulama Örnekleri. Yüksek Lisans Tezi. Mimar Sinan Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, 19.
- Büyük Larousse Sözlük ve Ansiklopedisi. 1986.
- Büyükköse, N., 1986. Deprem, Bayındırlık ve İskan Bakanlığı Teknik Araştırma ve Uygulama Genel Müdürlüğü. Tav Yayınları, Ankara.
- Büyüklü, K., 1998. Çok Katlı Yüksek Yapılarda Çekirdekli Sistemler ve Uygulama Örneklerinin İncelenmesi. Mimar Sinan Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Celep Z., Kumbasar N., 1993, Deprem Mühendisliğine Giriş ve Depreme Dayanıklı Yapı Tasarımı. Sema Matbaacılık, İstanbul.
- Council on Tall Buildings and Urban Habitat, Criteria for the Defining and Measuring of Tall Buildings,

<http://www.ctbuh.org/LinkClick.aspx?fileticket=zvoB1S4nMug%3D&.>

17 Mart 2013.

- Coza, H., 2003. Betonarme Yapılarda Gözlenen Deprem Hasarları ve Nedenleri. Yüksek Lisans Tezi. İ.T.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Çağlayan, M., Haberveren, S., İpekoğlu, B., Kurşun, İ., 1999. Beton Yapımında Kullanılan Agregaların Özellikleri ve Örnek Bir Kuruluş. 2. Ulusal Kırmataş Sempozyumu'99, İstanbul, ISBN B.L6.0.KGM.O.63.O0.03/606 1
- Çakır, G., 2011. Sürdürülebilir Mimarlık Bağlamında Yüksek Yapıların İrdelenmesi. Yüksek Lisans Tezi. Mimar Sinan Güzel Sanatlar Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Çiftçi, H. İ., 1999. 1999 Fotoğraflarla Deprem Kuvvetleri Karşısında Yapıların Gösterdiği Davranışlar. Şan Ofset, 216 s, İstanbul.
- Demir, N., 2011. Yüksek Yapılar ve Sürdürülebilir Enerji. Yüksek Lisans Tezi. Yıldız Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Demirtaş, B., 2007. Yüksek Binalarda Servis Çekirdekleri ve Düşey Sirkülasyon Sistemleri Tasarımı. Yüksek Lisans Tezi. Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Doğangün, A., 2002. Betonarme Yapıların Hesap ve Tasarımı. Birsen Yayınevi Ltd. Şti., İstanbul.
- Emregül, C. , 1997. Teknoloji Bağlamında Yüksek Binalara Yaklaşım. Yüksek Lisans Tezi. İ.T.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Erdoğan, Z. A., 1994. Yüksek Yapılar. Sempozyum Bildiriler Yapı Analizi Sabancı Center. Yapı Endüstri Merkezi, İstanbul.
- Erdurmaz, A., 2001. Burulma Düzensizliği Olan Çok Katlı Betonarme Bir Yapının Taşıyıcı Sisteminin İncelenmesi. Yüksek Lisans Tezi. İ.T.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Erol, O., 1999. Planda Düzensiz Yapıların Deprem Yönetmeliğine Göre İncelenmesi. Yüksek Lisans Tezi. İ.T.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.

- Ersoy, U., 1995. Betonarme II-Döşemeler ve Temeller. Evrim Yayınevi.
- Ersoy, U., 1999. Binaların Mimarisinin ve Taşıyıcı Sisteminin Deprem Dayanımına Etkisi. Deprem Güvenli Konut Sempozyumu. Mesa Yayıncılık, Ankara, s:65-77.
- Fitzgerald, D. J., 1983. Fires in High-Rise Buildings, in Developments in Tall Buildings, pp:125- 136, Council on Tall Buildings and Urban Habitat, Van Nostrand Reinhold Company, New York.
- Gezmiş, M. G., 2012. Planda Taşıyıcı Sistemi Düzenli ve Düzensiz Olan Betonarme İki Yapının Davranışının İncelenmesi. Yüksek Lisans Tezi. İ.T.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Güler, K., Altan, M., Gülsoy, İ., 2003. Betonarme Tüp Sistem Yapılarda Çevre Kiriş Rijitliği ve Beton Dayanımının Yapı Yatay Yük Davranışına Etkisi. 5. Ulusal Deprem Mühendisliği Konferansı, İstanbul.
- Günel, M. ve Ilgın, H.E., 2010. Yüksek Binalar Taşıyıcı Sistem ve Aerodinamik Form, I. Baskı, ODTÜ Mimarlık Fakültesi Basım İşliği, Ankara.
- Harmankaya, Z. Y., Soyluk, A., 2010. Yüksek Yapılarda Taşıyıcı Sistem ve Cephe Etkileşimi. 5. Ulusal Çatı & Cephe Sempozyumu. Dokuz Eylül Üniversitesi Mimarlık Fakültesi Tınaztepe Yerleşkesi, İzmir.
- Hünük, T. N., 2006. Betonarme Yapılarda Depreme Dayanıklılığı Sağlayan Mimari Tasarım Ölçütlerinin Belirlenmesi. Yüksek Lisans Tezi. Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Isparta.
- Işık, M., 2008. Çok Katlı Betonarme Yapılarda Taşıyıcı Sistem Etkisi. Yüksek Lisans Tezi. İ.T.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Karakaya, A., 2000. Çok Katlı Yüksek Yapılarda Taşıyıcı Sistemler ve Taşıyıcı Sistem Bileşenlerinin Yapım Yöntemleri Açısından Değerlendirilmesi. Dokuz Eylül Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İzmir.
- Koç, Y., Gültekin, A. B., Durmuş, G., Dikmen, Ç. B., 2009. Yüksek Yapı Tasarımının Malzeme ve Taşıyıcı Sistem Kapsamında İncelenmesi. 5.

- Uluslararası İleri Teknolojiler Sempozyumu (IATS'09), 13-15 Mayıs, Karabük.
- Konak, N.,2002. 17 Ağustos 1999 Depreminde Yıkılan Binaların Mimari Hataları. Yüksek Lisans Tezi. Sakarya Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Adapazarı.
- Lepik A., 2004. Skyscrapers. Prestel, Münih.
- Michael, C. Y. L., 2009. Construction Technology for Tall Buildings. 3rd Edition. World Scientific Publishing Co. Pte. Ltd., Singapore, 6 - 71.
- Mucur, A.,1994. İstanbulda'ki Yüksek Yapıların Taşıyıcı Sistem Açısından Analizi. Yıldız Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Öncü, G., 2011. Mevcut Betonarme ve Yığma Binaların Depreme Karşı Onarım ve Güçlendirme Yöntemleri ve İzmir'deki Bazı Uygulama Örneklerinin İrdelenmesi. Yüksek Lisans Tezi. Dokuz Eylül Üniversitesi, İzmir.
- Özgen, K., Çılı, F., Çelik, O.C., 1992. Erzincan Depreminde Gözlemler. Yapı Dergisi, 129, Ağustos 92.
- Özgen, A. ve Sev, A., 2000. Çok Katlı Yüksek Yapılarda Taşıyıcı Sistemler. Birsan Yayınevi, İstanbul.
- Özlu, B., 2015. Çok Katlı Betonarme Binalarda Taşıyıcı Sistem Türlerinin Davranışlarının İncelenmesi. Yüksek Lisans Tezi. İ.T.Ü. Fen Bilimleri
- Özşentürk, Ö., 2005. Burulma Düzensizliği Bulunan Çok Katlı Yapıların Deprem Yönetmeliği Açısından İrdelenmesi. Yüksek Lisans Tezi. İ.T.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Öztürk, Ş., 1999. Depreme Dayanıklı Bina Tasarımında Konfigürasyonun Önemi, İstanbul.
- Polat, G., 2004. Betonarme Yüksek Yapılarda Kullanılabilecek Taşıyıcı Sistemler ve Perde Çerçevesel Bir Sistemin Statik ve Dinamik Hesabı. Yüksek Lisans Tezi. İ.T.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.

- Sev, A., 2001. Türkiye ve Dünya'daki Yüksek Binaların Mimari Tasarım ve Taşıyıcı Sistem Açısından Analizi. Doktora Tezi. Mimar Sinan Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Sev, A., 2009. Sürdürülebilir Mimarlık. YEM Yayınları, İstanbul.
- Stafford, B., Couls, A., 1991. Tall Building Structure , Analysis and Design.
- Taranath, B. S., 1998. Steel, Concrete and Composite Design of Tall Buildings. 2nd Edition. Mc Graw Hill, New York, 1 – 4.
- TDY, Türkiye Bina Deprem Yönetmeliği, 1997
- TDY, Türkiye Bina Deprem Yönetmeliği, 2018
- Tezcan, S., 1998. Depreme Dayanıklı Tasarım İçin Bir Mimarın Seyir Defteri. Özyurt Matbaası, Ankara.
- Tuna, M. E., 2000. Depreme Dayanıklı Yapı Tasarımı, Ankara.
- Türkiye Deprem Vakfı. 1997. Deprem Her An Gelebilir. Deprem Broşürü, İstanbul.
- Üdürgücü, A., 2010. Yüksek Yapılar İçin Karar Verme Rehberinin Oluşturulması. Yüksek Lisans Tezi. Mimar Sinan Güzel Sanatlar Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Wells, M., 2005. Skyscrapers, Structure And Design. Yale University Press, New Haven.
- Yavaşbatmaz, S., 2012. Yüksek Yapıların Sürdürülebilir Tasarım Ölçütleri Kapsamında Değerlendirilmesi. Yüksek Lisans Tezi. Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Yılmaz, F., 1998. Yüksek Binalarda Taşıyıcı Sistem Etkinliği. Yüksek Lisans Tezi. İ.T.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Yılmaz, T., 2006. Betonarme Yapılarda Taşıyıcı Sistem ve Donatı Düzenleme İlkeleri. Yüksek Lisans Tezi. İ.T.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Yünüak. 1996. s:4. (Bal, 2003'den)

İNTERNET KAYNAKLARI

<http://global.ctbuh.org/resources/papers/download/310-validating-the-dynamics-of-the-burj-khalifa.pdf>

<http://www.skyscrapercenter.com/building/burj-khalifa/3>

<http://www.skyscrapercenter.com/building/marina-101/207>

<http://www.skyscrapercenter.com/building/king-power-mahanakhon/8725>

<http://www.skyscrapercenter.com/building/federation-tower/118>

<http://www.skyscrapercenter.com/building/international-commerce-centre/137>

<http://www.skyscrapercenter.com/building/432-park-avenue/13227>

<http://www.skyscrapercenter.com/building/princess-tower/206>

<http://www.skyscrapercenter.com/building/damac-heights/185>

<http://www.skyscrapercenter.com/building/central-plaza/277>

<http://www.skyscrapercenter.com/building/almas-tower/298>

<http://www.skyscrapercenter.com/building/jw-marriott-marquis-hotel-dubai-tower-1/237>

ÖZGEÇMİŞ

1990 Yılında Samsun'da doğan Özlem Ulusoy lise eğitimini Amasya Anadolu Lisesi'nde tamamladı. 2008 yılında liseden mezun olduktan sonra Eskişehir Anadolu Üniversitesi Mimarlık Bölümünü kazandı. Hazırlıkla beraber toplamda beş yılda üniversiteyi bitirerek 2013 yılında üniversiteden mezun oldu. Ankara ve Amasya'da toplamda üç yıl özel sektörde çalıştıktan sonra evlenerek Adana'ya yerleşti ve burada Çukurova Üniversitesi Mimarlık Bölümü yüksek lisans programına başvurarak o dönem birincilikle okula kabul edildi.



EKLER