

T.C.
BAHÇEŞEHİR ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
ÇEVRE TASARIMI YÜKSEK LİSANS PROGRAMI

YAPI GEOMETRİSİ İLE DEPREM SAKINIMI

Mimar Ayber YEŞİLYURT

Danışman
Prof. Dr. Ahmet EYÜCE

EKİM 2005

Bahçeşehir Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü

Çevre Tasarımı Yüksek Lisans Programı

Fen Bilimleri Enstitüsü Müdürlüğüne,

Bu tez Çevre Tasarımı Programında Yüksek Lisans derecesi için tüm gereklilikleri içermektedir.

Prof. Dr. Ahmet EYÜCE

Mimarlık Bölüm Başkanı

Bu yazı ile, bu tezi okuduğumuzu ve kendi düşüncelerimize göre bu tezin Çevre Tasarımı Programı Yüksek Lisans Derecesi için, içerik, kalite ve uygunluk açısından yeterli olduğunu onaylarız.

Prof. Dr. Ahmet EYÜCE

Tez Yürütücüsü

İnceleme Komitesi Üyeleri

Prof. Dr. Bülent ULUENGİN

Yrd. Doç. Dr Ali ÇİÇEK

ÖZET

Türkiye bir deprem ülkesidir. Geçirdiğimiz depremlerden almamamız gereken dersler bizi depreme dayanıklı yapılar inşa etmeye sevk etmelidir. Ancak felaketlerin çoğunlukla çabuk unutulduğunu görmekteyiz. Deprem bilimini ileri taşımak bir yana, mevcut bilgilerimiz bile tam anlamı ile değerlendirilmemektedir.

Bu çalışma, deprem güvenliğinin sadece mühendislik hesapları ile değil, mimari düzenlemeler ile de yapılabileceği; statik hesaplamalar ile mimari düzenlemelerin daha tasarım kararları sırasında beraber çalışmaları gerektiği prensibi ile hazırlanmıştır. Çalışmanın sonucu olarak ortaya konan ürün, sadece deprem güvenliği açısından değil, tüm yapı ve imar yönetmeliklerini de içine alabilecek bir düzenleme geliştirilmesi açısından önemlidir. Bu çalışmaya bağlı olarak hazırlanabilecek her türlü, yönetmelik, sistem ve düzenlemenin fikir kaynağı olarak hazırlanmaya çalışılmıştır.

Anahtar Kelimeler: Deprem, Ekonomi, İnsan, Sistem, Mimari, Biçim

ABSTRACT

Turkey known with earthquake disasters. Especially İstanbul is a metropol which is waiting a new earthquake disaster. Every new earthquake should be a new experience to avoid building weak structured buildings against earthquake. But we see that there is not any realistic treatment to precaution to build in a safe way against earthquake.

This study shows that, earthquake resistant buildings can be available by architectural design. Not only engineering calculations, but also by architectural organisations, earthquake safety can be formed. Earthquake safety in buildings must be discussed when project process. This thesis is considerable, not only as earthquake safety, but also developing process of a new arrangement which contains the entire public improvements and structures. This study was published to direct the pursuers to the way of making a comprehensive research about earthquake safe designs with different geometrical forms combining different materials.

ŞEKİL DİZİNİ

1. Şekil . Selimiye Cami (Edirne)	4 . Sayfa
2. Şekil . Maison Domino (1919)	5 . Sayfa
3. Şekil . Düşey Yük	7 . Sayfa
4. Şekil . Yatay Yük	7 . Sayfa
5. Şekil . Tekil Yük	8 . Sayfa
6. Şekil . Çizgisel Yük	8 . Sayfa
7. Şekil . Deprem Sarsıntısı Yönü	13 . Sayfa
8. Şekil . Deprem Sarsıntısı Yönü	14 . Sayfa
9. Şekil . Hasar Görebilen Narin Duvarlar	14 . Sayfa
10. Şekil . Duvarlar Arası Yük Paylaşımı	15 . Sayfa
11. Şekil . Dikdörtgenler Prizması Formunda Tel Çerçeve Plan	16 . Sayfa
12. Şekil . Dikdörtgenler Prizması Formunda Tel Çerçeve Plan	16 . Sayfa
13. Şekil . Dikdörtgenler Prizması Formunda Dolu Yüzey Plan	16 . Sayfa
14. Şekil . Deprem Kuvvetleri ile Atalet Kuvveti Etkisinde Kalan Yapıların Davranışları	17 . Sayfa
15. Şekil . Sismik Atalet Kuvvetinin Taşıyıcı Vasıtası ile Toprağa Aktarımı	17 . Sayfa
16. Şekil . Basit Biçimli Yapılar Deprem Esnasında Avantajlıdır.	19 . Sayfa
17. Şekil . Döşeme Süreksizliği Örnekleri	20 . Sayfa
18. Şekil . Deprem Yönetmeliğine Göre A3 Türü Düzensizlik Durumu	21 . Sayfa
19. Şekil . Uzun Yada Simetrik Olmayan Tercih Edilmeyen Plan	21 . Sayfa
20. Şekil . Planların Bölünmesi	21 . Sayfa
21. Şekil . Planda Aks Doğrultularının Düzgün Seçilmemesi Durumu	22 . Sayfa
22. Şekil . Perde Duvarların Zemine Bağlanmaması Durumu	23 . Sayfa
23. Şekil . Asılı Süreksiz Kolon	23 . Sayfa
24. Şekil . Eğimli Arazi	23 . Sayfa
25. Şekil . Eğimli Arazide Temel Kotlarının Düzensizliği Nedeni ile Yapının Salınım Düzensizliği	24 . Sayfa
26. Şekil . Genellikle Betonarme Elemanlar İle Çerçeveleşmiş Duvar	25 . Sayfa
27. Şekil . Dik Duvarlar ve Küçük Mekanları ile Sismik Açından Güçlü Yapı	26 . Sayfa
28. Şekil . Açık Zemin Kat Üzerindeki Katlar, Blok Davranışı Sergiler	27 . Sayfa
29. Şekil . Uygun Malzeme Formu İle Harici Kuvvetlerin Tekrar Yönlendirilmesi	29 . Sayfa
30. Şekil . Çadır Yapılarında Dayanımından Dolayı Tercih Edilen Çember Şekli	30 . Sayfa

31. Şekil .	Osaka Denizcilik Müzesi, Japonya	30 . Sayfa
32. Şekil .	Metro İstasyonu, Cenova, İtalya 1983-91	31 . Sayfa
33. Şekil .	Camden Sağlık Merkezi, Mimar Richard Meier	32 . Sayfa
34. Şekil .	Menara Mesiniaga, Malezya	33 . Sayfa
35. Şekil .	Her Bir Yük İki veya Daha Fazla Vektör kuvveti İle Dengele Kalmaktadır.	34 . Sayfa
36. Şekil .	Alçak Köşelerin Yerinden Oynatılması ve Her İki Levhanın Burkulması	34 . Sayfa
37. Şekil .	Bir Levhanın Burkulması	34 . Sayfa
38. Şekil .	Taşıyıcı Betonarme Döşemeye Oturulmuş Beşik Çatı	35 . Sayfa
39. Şekil .	Central Plaza, Kuala Lumpur, Malezya	35 . Sayfa
40. Şekil .	Menil Koleksiyonu Sergi Salonu Doğal Aydınlatma Elemanı Etüdü	36 . Sayfa
41. Şekil .	Kansai Havalimanı	36 . Sayfa
42. Şekil .	Enine Katılık	37 . Sayfa
43. Şekil .	IBM Seyyar Pavyonu, Taşıyıcı Cam Plakalar	38 . Sayfa
44. Şekil .	Simetrik Yük Altında Sistem, Köşeler Esnek Kaldığı Sürece İflas Eder.	39 . Sayfa
45. Şekil .	Çağdaş Sanatlar Müzesi, Newport Harbour, ABD,1987 Planı	40 . Sayfa
46. Şekil .	Unesco, Renzo Piano, Laboratuvar-Toplantı Salonu, VEsima, Cenova, İtalya, 1989-91	40 . Sayfa
47. Şekil .	Çağdaş Sanatlar Müzesi, Newport Harbour, ABD,1987	41 . Sayfa
48. Şekil .	Ahşap Kirişleme	42 . Sayfa
49. Şekil .	Rue de Meaux Evleri Cephe Kaplamaları, Terracotta Cephe Kaplamaları Sisteminin Hazır Cephe Sistemine Uygulanması, Paris, Fransa, 1988-91	44 . Sayfa
50. Şekil .	Rue de Meaux Evleri Cephe Kaplamaları, Terracotta Cephe Kaplamaları Sisteminin Hazır Cephe Sistemine Uygulanması, Paris, Fransa, 1988-91	44 . Sayfa
51. Şekil .	Valetta Şehir Kapısı, Valetta, Malta	46 . Sayfa
52. Şekil .	Renzo Piano'nun Üç Boyutlu Birleşimler Üzerine Etüt Maketleri	48 . Sayfa
53. Şekil .	Şen Deri ve Konfeksiyon Fabrika Binası Çelik Platform İmalatı, Yenibosna, İstanbul	49 . Sayfa
54. Şekil .	Deprem Kirişleri	52 . Sayfa
55. Şekil .	Deprem Bağlantıları	52 . Sayfa
56. Şekil .	Küp Formunun Üçgen Elemanlar ile Güçlendirilmesi	52 . Sayfa
57. Şekil .	Zayıf Duvarların Kuvvetli Duvarlara Kuvvet Aktarma Bölgeleri	53 . Sayfa
58. Şekil .	Saray Odalarından Biri	55 . Sayfa

59. Şekil .	Genellikle Betonarme Elemanlar İle Çerçevenilmiş Duvar	57 . Sayfa
60. Şekil .	Deprem Sarsıntısı Yönü	60 . Sayfa
61. Şekil .	Deprem Sarsıntısı Yönü	61 . Sayfa
62. Şekil .	Uzun Yada Simetrik Olmayan Tercih Edilmeyen Plan	61 . Sayfa
63. Şekil .	Planların Bölünmesi	61 . Sayfa
64. Şekil .	Japonya’da Yapılması Planlanan Tel Çerçeve Piramit Formundaki “Pyramidcity”	63 . Sayfa
65. Şekil .	I. M. Pei's Louvre Pyramid	64 . Sayfa
66. Şekil .	Giza Piramidi	65 . Sayfa
67. Şekil .	Kemerlerde Yük Aktarımı	67 . Sayfa
68. Şekil .	Palma de Mallorca Katedrali Kesiti,	67 . Sayfa
69. Şekil .	Güncel Tonoz Yapısı, Japon Pavyonu	68 . Sayfa
70. Şekil .	Sarayın Salonlarından Biri. İshak Paşa Sarayı Avlusu Sütunları silindirik formdadır.	69 . Sayfa
71. Şekil .	Harran Evleri	70 . Sayfa
72. Şekil .	Eminönü Yeni Cami Doğu Minaresi	70 . Sayfa
73. Şekil .	Havariler Kilisesi Cephe ve Planı	71 . Sayfa
74. Şekil .	Dolu Yüzey Kağıt Silindirlerin Yapı Elemanı Olarak Kullanılmaları	76 . Sayfa
75. Şekil .	Dolu Yüzey Kağıt Silindir Yapı Elemanları ile Oluşturulmuş Mekan	76 . Sayfa
76. Şekil .	Kağıt Malzemeden Üretilmiş Taşıyıcı Sistem	77 . Sayfa
77. Şekil .	Kağıt Taşıyıcı Sistem Detayı – Deprem Gergileri	78 . Sayfa
78. Şekil .	Her Yönde Gelen Deprem Dalgalarına Karşı Kuvvetli Yönde Oluşturulan Taşıyıcı Perdeler	79 . Sayfa
79. Şekil .	Her Yönde Gelen Deprem Dalgalarına Karşı Kuvvetli Yönde Oluşturulan Taşıyıcı Perdelerin Görünüşü	80 . Sayfa
80. Şekil .	Deprem Evlerinin Estetik Olarak Tasarlanabileceğine Bir Örnek	82 . Sayfa
81. Şekil .	Deprem Evi Strüktür Örneği	83 . Sayfa
82. Şekil .	Deprem Evi Plan Örneği	83 . Sayfa
83. Şekil .	Deprem Birimi Kurulum Örneği	84 . Sayfa
84. Şekil .	Deprem Birimi Kurulum Örneği	84 . Sayfa
85. Şekil .	Deprem Birimi Örneği	85 . Sayfa
86. Şekil .	Deprem Sonrası Rehabilitasyon Merkezi	86 . Sayfa
87. Şekil .	Ayasofya Müzesi	87 . Sayfa
88. Şekil .	Ayasofya Müzesi Bilgisayar Modeli	88 . Sayfa
89. Şekil .	Ayasofya Müzesi Planı	88 . Sayfa

90. Şekil . Ayasofya Müzesi Boyuna Kesit	89 . Sayfa
91. Şekil . Ayasofya Müzesi Enine Kesit	89 . Sayfa
92. Şekil . Ayasofya Cami En Kesitinde Yükün Oluşturabileceği Hasar	90 . Sayfa
93. Şekil . Ayasofya Cami Boy Kesitinde Yükün Başarılı Şekilde Aktarımı	90 . Sayfa
94. Şekil . Selimiye Camiinin Kesiti	91 . Sayfa
95. Şekil . Selimiye Camiinin Planı	91 . Sayfa
96. Şekil . Selimiye Camiinin Yük Akış Diyagramı	92 . Sayfa
97. Şekil . Mimari İki Boyutluluk için Küp Formu; Mimari Üç Boyutluluk için Piramit ve Yarım Küre Formları	96 . Sayfa
98. Şekil . Deprem konutları ekonomiklik açısından tünel kalıp ile imal edilmiştir.	96 . Sayfa
99. Şekil . Afet Sonrası Geçici Barınma Birimi	97 . Sayfa

İÇİNDEKİLER

ÖZET	VI
ABSTRACT	VII
ŞEKİL DİZİNİ	VIII
BÖLÜMLER	
1.GİRİŞ	1
2.KURAMSAL BİLGİLER	4
2.1.Yapı Türleri	4
2.1.1.Yığma Yapılar	4
2.1.2.Karkas Yapılar	5
2.1.3.Karşılaştırma	6
2.2.Yapıları Etkileyen Yükler	7
2.2.1.Yönüne Göre Yükler	7
2.2.1.1.Düşey Yükler	7
2.2.1.2.Yatay Yükler	7
2.2.2.Etkileme Biçimine Göre Yükler	8
2.2.2.1.Tekil Yükler	8
2.2.2.2.Çizgisel Yükler	8
2.2.2.3.Yayılı Yükler	8
2.2.3.Zamana Bağlı Yükler	8
2.2.3.1.Statik Yükler	8
2.2.3.1.1.Ölü Yükler	8
2.2.3.1.2.İşletme Yükleri	8
2.2.3.2.Dinamik Yükler	8
2.2.3.2.1.Rüzgar Yükü	9
2.2.3.2.2.Toprak Yükü	9
2.2.3.2.3.Deprem Yükü	9
2.3.Strüktür Davranışlarında Temel Kavramlar	10
2.4.Yapı Elemanlarında Yönelim	12
2.4.1.Zayıf Yön	12
2.4.2.Kuvvetli Yön	13
2.4.3.Diyafram Hareketi	14

2.4.4.Mekanda Yönelim	15
2.5.Atalet Kuvveti	17
2.6.Yatay ve Düşeyde Düzensizlik	19
2.6.1.Burulma Düzensizliği	19
2.6.2.Döşeme Süreksizliği	20
2.6.3.Yatayda Düzensizlik	21
2.6.4.Taşıyıcı Eleman Eksenlerinin Paralel Olmaması Durumu	22
2.6.5.Düşeyde Taşıyıcı Sürekliliği	22
2.6.6.Yatayda Denge	24
2.6.7.Kapalı Mekanda Düzensizlik	25
2.7.Yumuşak Kat	26
3.MİMARİDE ŞEKİL VE BİÇİM	28
3.1.Temel Şekiller	28
3.1.1.Çember	28
3.1.2.Üçgen	33
3.1.3.Kare	38
3.1.4.Dikdörtgen	42
3.1.5.Çokgen	46
3.1.6.Malzemedden Bağımsız Olarak Şekillerin Dayanımı	48
3.1.7.Şekillerin Bölünmesi	49
3.2.Temel Biçimler	50
3.2.1.Küp	50
3.2.2.Dikdörtgenler Prizması	56
3.2.2.1.Prizmanın Bir Boyutunun Oransal Olarak Fazla Uzun Olması Durumu:	58
3.2.2.2.Prizmanın Bir Boyutunun Oransal Olarak Fazla Kısa Olması Durumu	60
3.2.2.3.Oransal Olarak Her Üç Boyutunun da Birbirine Yakın Olması Durumu	61
3.2.3.Piramit	62
3.2.4.Silindir	66
3.2.5.Koni	69
3.2.6.Küre	71

3.2.7.Mimari Biçimler İle İlgili Sonuç	74
4.YAPI GEOMETRİSİ	75
4.1.Yapı Eleman Seçimlerinin Örnek Projeler ile İncelenmesi	75
4.2.Güncel Örnekler ile Yapı Dayanımının İncelenmesi	81
4.3.Tarihi Yapıların İncelenmesi ile Deprem Kuvvetinin Sınanması	86
5.SONUÇ	93
KAYNAKLAR	101
TEŞEKKÜR	105
ÖZGEÇMİŞ	106

1.GİRİŞ

İstanbul konumu gereği sadece Türkiye için değil, altı kıyısı ve kıtaların bulunduğu yarım adalardan oluşması nedeni ile Avrupa , Asya, Karadeniz Sahilleri ve Kıbrıs sahillerine kadar önemini hiç yitirmez. Ancak bu şehre çok yakın olan Kuzey Anadolu Fay Hattı (KAF) üzerinde, önümüzdeki otuz yılda yıkıcı bir deprem olma ihtimali %62'iken, bu depremin önümüzdeki on senenin içinde olması ihtimali %32 dir.¹

Mevcut yapıların farklı yıllarda ve farklı teknolojiler kullanılarak (betonarme, yığma, karma...) yapılmış olması, bu yapıların bugünkü deprem yönetmeliğine göre yetersiz kalması, ayakta kalabilecek olan yapı gruplarına da deprem anında zarar verebilecek olması (salınım, burkulma ayrıca minarelerin ve elektrik direklerinin sağlam yapıların üzerine devrilmeleri...) en önemlisi de tüm bu yapı gruplarının zaten (en az) bir kere kalp krizi geçirmiş olmaları (17 Ağustos 1999) çok büyük bir problem teşkil etmektedir.²

17 Ağustos 1999 Marmara Bölgesi ekonomik kayıpları \$35.000.000.000 seviyesindedir. 17.000 den fazla insan hayatını kaybetmiş, 77.000 den fazla bina ağır hasar görmüştür. Olası bir depremde bu hasarın iki katına çıkacağı sözlü olarak dile getirilmiştir.

Peki, bu çarpık yapılaşma ve kayıtsız bekleyiş sırasında depremin gerçekleşmesi durumunda neler olabilir? JICA bu sorunun cevabını İstanbul'un bilgisayar ortamında modelleme çalışması ile yaşayan İstanbul'u oluşturduktan sonra muhtemel deprem kırınımını yaparak, yine bilgisayar ortamında İstanbul'da meydana gelebilecek can kayıplarının, yaralanmaların ve hasarın tahmin edilmesini sağlamıştır. JICA çalışmasında farklı zamanlarda, farklı yerlerde ve farklı şiddette kırınım yapan 4 modellemeye yer vermiştir. Bunlardan gerçeğe en yakın görüneni ,İDMP çalışmasında da model kullanılan, "Model A"dır.³

Buna göre , "Model A" (JICA REPORT, VOLUME V, 2002) sayısal sonuç değerlerine sadık kalınarak oluşturulabilecek muhtemel senaryo deprem aşağıdaki gibi olacaktır.

Model A (JICA REPORT, VOLUME V, 2002): Yaklaşık 120 km. uzunluğundaki hat 1999 İzmit depremi fayının tam batısından Silivri'ye kadar uzanan hattır. Bu model dört senaryo

deprem içinde meydana gelme olasılığı en yüksek olanıdır, zira sismik aktivite batıya doğru ilerlemektedir. Moment büyüklüğünün 7,5 (Mw) olacağı tahmin edilmektedir.

İstanbul'un bu veriler ışığında bile yeterince risk altında olduğu görülmektedir. Bu sebepten bir modelleme çalışması başlatılmıştır. Bu çalışma Zeytinburnu İlçesini depremde en az hasarı alacak şekilde yeniden şekillendirmeyi içermektedir. Ancak bu dönüşüm süreci ve yapısı, insan doğası gereği kolay olmayacaktır.⁴

Depreme dayanıklı bina kavramı: 01 Ocak 1998 tarihinde yürürlüğe giren "Afet Bölgelerinde Yapılacak Yapılar Hakkında Yönetmelik"e göre depreme dayanıklı bina tasarımının ana ilkesi; hafif şiddetteki depremlerde binalardaki yapısal ya da yapısal olmayan sistem elemanlarının herhangi bir hasar görmemesi, orta şiddetteki depremlerde yapısal ve yapısal olmayan sistem elemanlarında oluşabilecek hasarın onarılabilecek düzeyde kalması, şiddetli depremlerde ise can kaybını önlemek amacı ile binaların kısmen yâda tamamen göçmesinin önlenmesidir. Bu anlayış ekonomik yapı anlayışı temel alınarak düşünülmüştür.⁵

Ekonomik sınırları saptarken yapının yapılacağı bölgede yapının ömrü boyunca olması muhtemel en büyük deprem yükünü kaldırabilecek şekilde yapının statik hesabının yapılması zorunludur. Depreme dayanıklı bina inşa edebilmek için; taşıyıcı sistemi, depremlerde oluşabilecek en elverişsiz etkileri karşılayacak ve sorun yaratmayacak biçimde düzenlemek ilk koşul olarak ele alınmalıdır.

Marmara depreminin hemen ardından Bayındırlık ve İskân Bakanlığı, Afet İşleri Genel Müdürlüğü, İller Bankası Genel Müdürlüğü, Karayolları Genel Müdürlüğü gibi resmi kuruluşlarca teknik elemanlardan oluşan ekipler tarafından yapılmış hasar tespit ve değerlendirme çalışmaları sonucunda depremde meydana gelen bu hasarların nedenleri

- Binaların aktif fay hatları üzerinde inşa edilmiş olmaları
- Zemin sıvılaşması
- Beton ve donatı kalitesi düşüklüğü, Beton ve donatıda yapı fiziği açısından arızaların oluşması
- Planlama ve uygulama esnasındaki tasarım hataları
- İşçilik sorunu şeklinde açıklanmıştı⁶

Tüm bu yazılıp çizilenlere rağmen depremden korunmanın yolu sadece mimarlık eğitimi, yâda sadece mühendislik eğitimi değildir. Deprem hasar yelpazesi geniştir. Sağlık, ekonomik alanlarında hasar verdiği kadar; sosyal kültürel ve ülke düzenini etkileyecek bir takım aksaklıklara da yol açtığı için, depremi sadece can ve mal kaybı olarak düşünmek yanlış olacaktır. Bu sebepten deprem mühendisliği dalının Türkiye, özellikle de İstanbul için önemi tartışılmazdır. Bunun yanında sadece deprem mühendislerinin değil mimarların, mühendislerin ve malzeme bilimcilerinin de eğitim kalitesi artırılmalıdır.

Depremde verilecek kayıpların önüne sadece deprem yönetmeliğine uyan tasarımlar ile geçemeyiz. Bunun yanında depremin etkilerini bir bütün olarak görmeyi öğrenmeliyiz. Yapıların geometrik birer formdan oluştuğunu görmeli, ancak formun yanında işlev, ekonomi, estetik ve güvenlik kaygılarını daima düşünmeliyiz.

2. KURAMSAL BİLGİLER

2.1. Yapı Türleri

Yapıları, taşıyıcı özellikleri bakımından 1- Yığma, 2- Karkas yapılar olmak üzere iki ana türe ayırabiliriz.

2.1.1. Yığma Yapılar

Taş, tuğla gibi gereçlerin harçlı ya da harçsız olarak örülmesiyle oluşturulmuş yapılardır. Bu tür yapılarda duvarlar, mekânları birbirinden ayıran (oda, salon, mutfak gibi) mimari bir işlev görürler, hem de taşıyıcıdırlar. Yani yapının tavanlarını ya da daha üst katlarını bu duvarlar ayakta tutarlar.



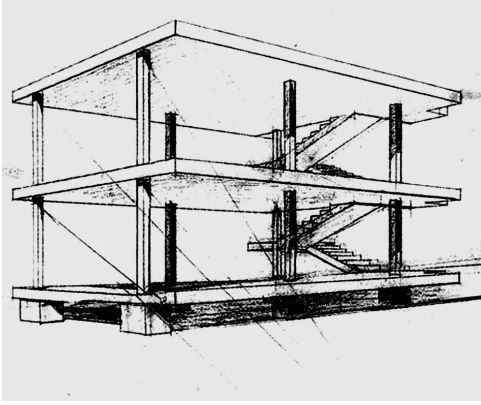
Şekil 1. Selimiye Cami (Edirne)

(Kaynak:<http://dosya.hurriyetim.com.tr/ramazan2001/selimiye.asp>)

Yığma yapı tekniği, insanlık tarihi boyunca bilinip uygulanan, günümüzde de kullanılmakta olan bir tekniktir. Kemer, tonoz ve kubbeler yığma yapı tekniğinin gelişmiş öğeleri olup, pek çok büyük yapının tavanı bu elemanlarla örtülmüş, ırmaklar üzerine köprüler kurulmuştur. Yığma yapıların binlerce yıl önce yapılmış görkemli örnekleri bugün de pek çok yerde sağlam olarak görülebilmektedir.

2.1.2. Karkas Yapılar

Karkas yapıları, yığma yapılardan ayırt eden temel özellik, duvarların taşıyıcı olmamasıdır. Karkas yapılarda taşıyıcı bir iskelet vardır. Bölücü duvarlar ve tüm yapı bu iskelet sayesinde taşınır. Karkas sistem; betonarme, çelik ya da ahşap malzemeden yapılabilir. Karkas sistem ve kat döşemeleri oluşturulduktan sonra üzerine bölme duvarları örülür. Bu duvarlar "taşıyıcı" değil, "taşınan"dır.



Şekil 2. Maison Domino (1919)

(Kaynak:<http://www.arkitera.com/v1/diyalog/ihsanbilgin/lecorbusier.htm>)

Karkas yapının en basit örneği; kolon ve kirişler gibi çubuk elemanlardan oluşan çerçevelerdir. Düşey yayılı yükleri, kirişler üzerine oturan ve plak olarak da adlandırılan döşemeler taşır. Döşemelere gelen yük önce kirişlere, sonra kolonlara ve daha sonra bina temellerine aktarılır.

Bina kat adetleri ve yükseklikleri arttıkça büyüyen yatay yükleri (deprem ve rüzgâr) taşımakta çerçeveler yetersiz kalırlar. Bu durumda yüksek yapılarda kolonların bir boyutunun çok büyütülmesiyle oluşturulan perde, çekirdek ya da tüp olarak adlandırılan yapı elemanlarının kullanılması zorunluluğu ortaya çıkar. ⁷

2.1.3. Karşılaştırma

Karkas yapılarda duvarların taşıyıcılık görevleri ortadan kalktığı için, mimarlar tasarımda daha geniş olanaklara kavuşmuştur. Duvarların yerleri, konumları ve kalınlıkları kolayca değiştirilebilir; ince duvarlar, geniş salonlar, büyük pencereler ve kapılar yapılabilir.

Günümüzde yapı gereçlerinin, yapı statiği, deprem mühendisliği tekniklerinin gelişmesi sonucu karkas sistemler kullanılarak yığma binalara oranla daha narin, işlevsel, yüksek, güvenli ve ekonomik binalar yapılabilmektedir.

Ancak; karkas binalar yapılırken daha dikkatli olmak; yapı bilimi ve imalat tekniklerine titizlikle uymak gereklidir. Yığma yapılar ağır gövdeleri ve binlerce yıl denenmiş geleneksel taşıyıcı sistemleriyle pek çok kusuru bağışlayabilirler; ama hatalı yapılmış narin ve yüksek karkas yapıların "hoşgörü" sınırları daha dardır. Ülkemizde pek çok deprem sonrasında görülen yıkılmış betonarme yapılara karşın, çok az zarar görmüş yığma yapılar bu savın canlı kanıtlarıdır.

2.2 YAPILARI ETKİLEYEN YÜKLER

Yapılar birden fazla yükün etkisi altındadır. Mühendislik açısından "yapıya etkiyen yük" kavramı çok önemlidir. Çünkü yapıların belirli yükleri taşıyacak biçimde tasarlanıp hesaplanmaları ve inşa edilmeleri gereklidir.

Bir de doğal yollarla oluşan ve binayı direk ya da dolaylı etkileyen kuvvetler vardır. Bunlar rüzgâr, deprem, kar ve toprak yükleridir. Bunların içerisinde en kuvvetli olanı deprem yüküdür. Depremin bu özel konumu onu özellikle incelememize ve yıkıcılığını azaltıcı önlemler almamıza sebep olmuştur.

Yapı yüklerini değişik bakış açılarından değişik gruplara ayırabiliriz.

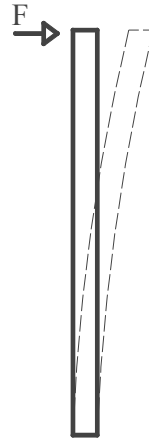
2.2.1. Yönüne Göre Yükler

2.2.1.1 Düşey Yükler: Yapıya yerçekimi dolayısıyla etkiyen, yukarıdan aşağıya doğru yönelmiş kuvvetlerdir. (Ağırlık kuvvetleri)

2.2.1.2 Yatay Yükler: Yapılara yatay doğrultuda etkiyen kuvvetlerdir. Örneğin bir barajın arkasındaki su, rüzgâr ya da deprem yükleri v.b.



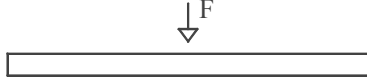
Şekil 3. Düşey Yük



Şekil 4. Yatay Yük

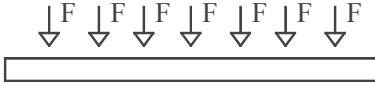
2.2.2. Etkime Biçimine Göre Yükler

2.2.2.1 Tekil Yükler: (Münferit yük) Bir otomobilin tekerleği, bir insanın basması gibi tek noktadan aktarılan yüklerdir.



Şekil 5. Tekil Yük

2.2.2.2 Çizgisel Yükler: Bir tuğla duvarın; üzerine oturduğu döşemeye aktardığı gibi, bir çizgi boyunca yayılmış yüklerdir.



Şekil 6. Çizgisel Yük

2.2.2.3 Yayılı Yükler: Bir salonda birikmiş kalabalık, döşemenin üzerine yığılmış kum, bir istinat duvarının arkasındaki toprak itkisi, kar yükü gibi alana yayılmış yüklerdir.

2.2.3 Zamana Bağlı Yükler

2.2.3.1 Statik Yükler: Şiddeti, yönü ve yeri ani değişiklikler göstermeksizin, yapıya her zaman aynı biçimde etkiyen yüklerdir. Statik yükleri iki temel kategoride inceleyebiliriz.

2.2.3.1.1 Ölü Yükler (Zati yük): Yapı üzerinde her zaman var olan, hiçbir değişim göstermeyen yüklerdir. Örneğin kolon, kiriş, döşeme, duvar gibi yapı elemanlarının kendi ağırlıkları.

2.2.3.1.2 İşletme Yükleri (Hareketli yükler): Yapıya sonradan yüklenen, uzun zaman dilimleri içerisinde ve yavaş olarak değişim gösteren yüklerdir. Evin içindeki eşya ve insanlar gibi.

2.2.3.2 Dinamik Yükler: Yapıya birdenbire etkiyen ve çok kısa süreler (saliseden küçük) içerisinde çok büyük değişimler gösteren kuvvetlerdir. Örnek: Köprüden hızla geçen

kamyon, fabrika içerisinde çalışmakta olan büyük titreşimli makine, binaları etkileyen rüzgâr yükleri, patlamalar ve deprem yükleri v.b. Yükün dinamik olması yapılar üzerinde çok karmaşık ve büyük etkilerin doğmasına yol açar. Örneğin bir yapıya ani olarak yüklenen bir cisim kendi ağırlığının birkaç katı büyüklüğünde etkiler yaratabilir.⁸

2.2.3.2.1 Rüzgâr yükü: Rüzgâr dolayısı ile oluşan ve yapının çeşitli parçalarını emme veya basınç şeklinde etkileyen yatay kuvvet.⁹ Rüzgâr şiddeti ve yönü değişebilen, iklimsel nedenlerle artıp azalabilen bir yükür. Belirli periyotlar ile düzenli rüzgâr esintilerine sahip bölgeler nadiren bulunmasında karşın, genel olarak düzensiz yükler sınıfına dâhildir.

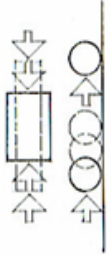
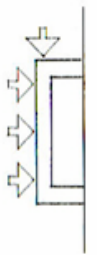
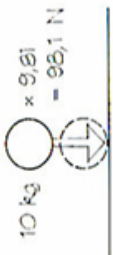



2.2.3.2.2 Toprak Yükü: Yapının toprak altı bölümlerini, yatay olarak etkileyen kuvvettir. Toprak kendi ağırlığı ve yeraltı suları hareketi nedeni ile yer değiştirme ve yığılma eğilimine girdiğinde, temas ettiği yapı duvarına bir baskı uygular. Bu baskıya toprak yükü denir.

2.2.3.2.3 Deprem Yükü: Deprem yükü ya da deprem kuvveti yapıya etki ettiğinde, yapının formu, taşıyıcı sistemi, kütlesi, doluluk boşluk oranı, gibi etkenlere bağlı olarak yapıyı olumsuz yönde etkiler. Yapının karakteristik özelliklerinin deprem kuvvetine yıkıcı yönde şekil vermesi çoğu zaman felaketlerle sonuçlanmıştır. Bunun yanında yapının deprem karşısında ne gibi davranışlar sergileyeceğini bilmemiz durumunda alacağımız önlemler, yapıyı bu kuvvete karşı korumamızda bize yardımcı olacaktır. O halde yapının her bir bölümünün ayrı ayrı deprem kuvvetleri karşısında nasıl çalıştığını incelememiz gerekir

2.3. Strüktür Davranışlarında Temel Kavramlar

1	TÜRLER	DIŞ KUVVETLER	İÇ KUVVETLER	KESİTSEL KUVVETLER	AKTİF KUVVETLER	REAKTİF KUVVETLER	DİRENÇ KUVVETLER	YER ÇEKİMİ KUVVETLERİ
2	GERİLİM	BASINÇ KUVVETLERİ	ÇEKME KUVVETLERİ	ITME KUVVETLERİ	MAKASLAMA KUVVETLERİ	VURULMA KUVVETLERİ	BÜKÜLME KUVVETLERİ	SÜRTÜNME KUVVETLERİ
3	YÖN	YATAY KUVVETLER	DÜŞEY KUVVETLER	EĞME KUVVETLER	YANAL KUVVETLER	NORMAL KUVVETLER	HACİM KUVVETLER	
4	DAĞILIM	NOKTA KUVVETLER	DOĞRUSAL KUVVETLER	DÜZLEMSSEL KUVVETLER	HAREKET EDEN KUVVETLER	REZONANT KUVVETLER		
5	SÜRE	STATİK KUVVETLER	HAREKETLİ YÜKLER	DİNAMİK KUVVETLER				
6	STRÜKTÜR ELEMANLARI	ÇUBUK KUVVETLER	KABLO KUVVETLERİ	KOLON KUVVETLERİ	TAŞIYICI KUVVETLER	KEMER KUVVETLER	ANKRAJ KUVVETLER	DIĞERLERİ
7	GEOMETRİ	KASNAK KUVVETLERİ	MERİDYEN KUVVETLER	TAÇ KUVVETLERİ	KEMAR KUVVETLERİ	RADYAL KUVVETLER	DIĞERLERİ	
8	NEDENLER	SABİT YÜKLER	HAREKETLİ YÜKLER	KAR YÜKLERİ	RÜZGAR YÜKLERİ	TOPRAK / SU BASINCI	KÜTLE KUVVETLERİ	SAKLI KUVVETLER

Kaynak: ENGEL H. 2004. Esaslar Sistematikler. Strüktür Sistemleri. Tasarım Yayın Grubu Sayfa 27

STRÜKTÜR DAVRANIŞLARINDA TEMEL KAVRAMLAR		
	Kuvvet: "Bir cismin hareketine veya değişmesine (veya şekli değişmesine) neden olan nicelikler."	$F = m \times a$ Kuvvet = kütle x ivme N / kN
	Yük: "Kati cismin özünden kaynaklanan reaktif kuvvetleri kabul eden ve cismi dışarıdan etkileyen kuvvetlerdir."	$L = Fa = ma \times a$ Yük = aktif kuvvet N / kN
	Yerçekimi Kuvveti: "Yeryüzü kütesinin bir cismin onun /= ağırlık niceliğine orantısız çekim kuvvetidir."	$G = m \times 9.81 \text{ m/s}^2$ Yerçekimi kuvveti = kütle x yerçekimi N / kN
	Moment: "Bir cismin üzerinde hareket merkezinin kuvvetin yönü dışında bulunduğu çift veya tek bir kuvvetten kaynaklanan dönüş hareketidir."	$M = F \times l$ Moment = kuvvet x kaldıraç kolu (kN) Nm
	Gerilim: "Dış bir kuvvet tarafından hareket eden cismin birim alanındaki dahili (direnç) kuvvetidir."	$Q = F / A$ Gerilim = kuvvet / alan (kN) N / cm ²
	Direnç: "Bir cismin dış kuvvet=direnç kuvveti eyleminden kaynaklanan şekil değiştirmeye veya devinime karşı duran kuvvettir."	$R = Fa = m \times a$ Direnç = direnç kuvveti N / kN

Kaynak: ENGEL H. 2004. Esaslar Sistemlikler. Strüktür Sistemleri. Tasarım Yayın Grubu Sayfa 28

2.4 Yapı Elemanlarında Yönelim

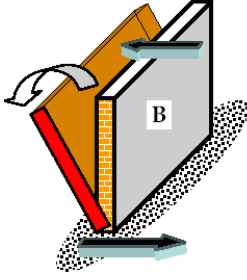
Dikdörtgenler prizmalarının, oransal olarak bir boyutunun diğerlerine göre çok kısa olması durumunda şeklin tek başına yatay yüklere karşı dayanımı problemi doğacaktır. Biçimin uzun olan kenarına paralel gelen kuvvetler, biçim üzerinde fazla bir etkiye bulunmayacaktır. Bu gibi yüklere karşı biçimin dayanımı, malzemenin elverdiği ölçüde yeterli olacaktır. Ancak biçimin uzun olan kenarına dik gelen kuvvetlere karşı dayanımı yetersiz olacaktır. Bunun nedeni; bu şekildeki cisimlerin, kendi içerisinde plandaki X ve Y yönlerinde, göreceli olarak dayanım oranları olmasıdır.

2.4.1. Zayıf Yön

Deprem sırasında oluşan yerdeki titreşimler, yapının elemanlarının kütlelerine de bağlı olarak atalet kuvvetinin oluşmasında neden olmaktadır. Bu kuvvetler çatıdan duvarlara oradan da temel vasıtası ile yere aktarılır. Buradaki tüm problem bu kuvvetin toprağa binaya hasar vermeden geçip geçmeyeceğidir. ¹⁰Yapı elemanlarını tek tek incelediğimizde görürüz ki, en boy ve yüksekliği birbirine eşit olanlar hariç, tüm elemanların bir zayıf yönü ve bir kuvvetli yönü vardır. Zayıf yön, duvarın yatay düzlemdeki dar kenarını (X) olarak ele alırsak uzun kenarını da (Y) olarak ele alırsak; (X) in (Y) ye göre yatay yüklere karşı dayanımı daha azdır şeklinde açıklanabilir.

Kendisine paralel gelen yükü (Y) , aynı yükün (X) e paralel olarak uygulanmasına göre daha rahat karşılar. Duvarın yüksekliği her iki yönde gelen yük durumunda da eşittir. Duvarın ağırlığını ihmal etmemiz durumunda bile dar kenara paralel olarak gelen yükler moment kuvveti oluşturmak isteyecektir.

(X) e paralel bir kuvvet uygulandığında, duvarın kesitinin köşegeni kadar bir mesafenin değeri, moment hesabına girecektir. Oluşan bu kuvvete karşı koyabilecek tek unsur ise yapı elemanının karşı kuvvet olarak uyguladığı kendi ağırlığının taban uzunluğunun yarısı kadar bir mesafede oluşturduğu moment kuvvetidir.



Şekil 7. Deprem Sarsıntısı Yönü

(Kaynak: IITK, Government of National Capital Territory of Delhi, Learning Earthquake Design and Construction, Earthquake Tip 12, Sayfa 1)

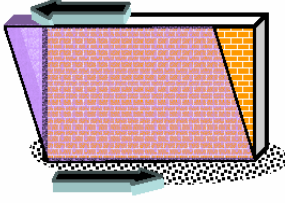
Bu durumda yapı elemanının pek fazla bir direnci olamadığı için deprem kuvvetine karşı zayıf kalır. Zayıf yön terimi ise, bu kuvvetin, yapı elemanının ebatlarının birbirine göre uzunlukları açısından, geliş yönünü anlatmaktadır.

2.4.2. Kuvvetli Yön

Duvarlar deprem sırasında en büyük hasarları yatay yükler vasıtası ile almaktadır. Eğer duvarı üst bölümüne yakın bir bölgeden, planda dar kenarına paralel bir şekilde (Zayıf yön) itecek olursak, duvar devrilecektir. Ancak aynı kuvveti planda uzun kenarına paralel gelecek şekilde (Kuvvetli yön) uygularsak öncekine göre saha çok direnç gösterecektir.¹¹

Kuvvetli yön terimi zayıf yön teriminin tersi niteliğinde olduğu için daha kolay anlaşılabilir. Aynı duvar örneğinde planda (Y) ye paralel bir kuvvet uygulandığında da yine kesitin köşegeni kadar bir mesafe hesaba dahil edilecektir. (Y) deki köşegen daha uzun olduğu için ve duvarın bu güce dayanacak karşı kuvvetinin ağırlık merkezinin düşey mesafesi ile ağırlığının çarpımı olduğu için, duvar uzun kenarda daha kuvvetlidir.

Yapı elemanın tek direnci yine kendi ağırlığının taban uzunluğunun yarısı kadar bir mesafede oluşturduğu moment kuvvetidir. Bu durumda zayıf yön ve kuvvetli yönler her yapı elemanı için farklılık göstermektedir. Duvar gibi dikdörtgenler prizması formundaki cisimler için, düşey düzlemde, dar kenarına paralel aldığı yüklerde, zayıf yöne maruz kaldığı yükler, geniş kenarına paralel aldığı yüklerde, kuvvetli yönde aldığı yükler benzetmesi yapılabilir.

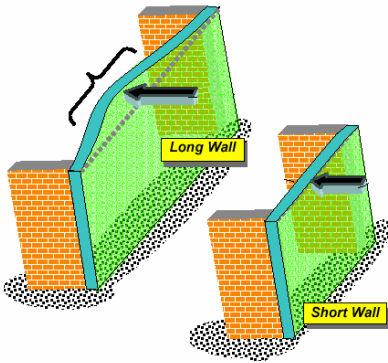


Şekil 8: Deprem Sarsıntısı Yönü

(Kaynak: IITK, Government of National Capital Territory of Delhi, Learning Earthquake Design and Construction, Earthquake Tip 12, Sayfa 1)

2.4.3. Diyafram Hareketi

Diyafram hareketi tüm geniş yüzeyli yapı elemanlarında görülebilirken en iyi örneği dikdörtgenler prizması biçiminde olan duvar sergiler. Duvarlar oransal olarak kesitte ve planda fazla narin olarak tasarlandıklarında, genelde malzemedeki kaynaklanan bir esneklik gösterirler. Bu esneklik kendini en çok deprem esnasında gösterir. Kalınlığı ile oranlandığında planda çok fazla uzun veya kalınlığı ile oranlandığında kesitte çok fazla yüksek duvarların, kenarlarından desteklenmiş olsalar dahi, zayıf yöndeki kuvvetlere karşı dayanımı azdır ve diyafram hareketi görülecektir. ¹²



Şekil 9. Hasar Görebilen Narin Duvarlar

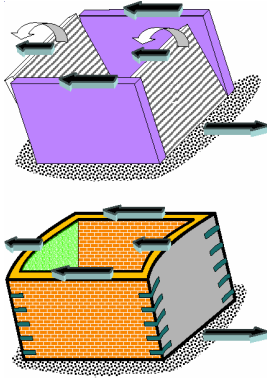
Planda fazla uzun duvarlar deprem gibi yatay yükler karşısında diyafram etkisi gösterirler.

(Kaynak: IITK, Government of National Capital Territory of Delhi, Learning Earthquake Design and Construction, Earthquake Tip 12, Sayfa 2)

2.4.4. Mekânda Yönelim

Tüm bu zayıf yön, kuvvetli yön ve diyafram hareketleri teknik olarak engellenebilirler. Zayıf yönde dayanımı artırmak taşıyıcılık ve dayanım tasarımında önce düşünülmesi gereken hususlardır.¹³

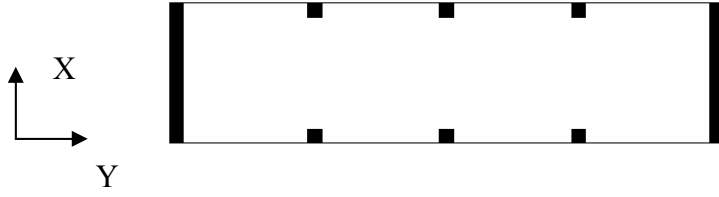
Malzeme seçimi, taşıyıcı seçimi, mevcut malzemeleri kimyasallar ile güçlendirmek çözümler arasındadır. Bunun yanında tasarım sırasında yapının kesitte ve planda oranlı yapı elemanlarına sahip olmasına dikkat etmek çözümü getirecektir. Kesitte duvar yükseklikleri ile duvar kalınlıklarının oranını kontrol altında tutmak, planda duvar uzunlukları ile duvarların birbirileri ile doğru birleşimler yapmasını ve birbirilerini kesin olarak 90° lik kesişimler ile homojen olarak bağlanmalarını sağlamak çözüm için yeterli olacaktır.



Şekil 10 Duvarlar Arası Yük Paylaşımı

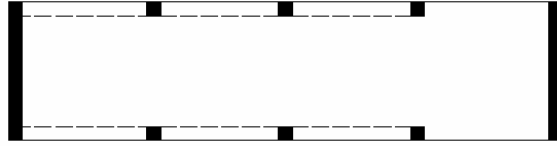
(Kaynak: IITK, Government of National Capital Territory of Delhi, Learning Earthquake Design and Construction, Earthquake Tip 12, Sayfa 2)

Dikdörtgenler prizmasında birbirine dik iki yönü ifade eder. Kuvvet zayıf yönde prizmayı daha kolay etkileyebilmektedir. Bu bağlamda zayıf yönü deprem gibi kuvvetlere karşı dayanıklı yapabilmek için tasarımcı planda değişiklikler yapmalıdır.



Şekil 11 Dikdörtgenler Prizması Formunda Tel Çerçeve Plan

Mekânın sadece hacimsel özellikleri önemli değildir. Bunun yanında dış yüzeylerin doluluk boşluk özellikleri de kuvvetli ve zayıf yön olgusunda rol oynar. Yukarıdaki planda (x) doğrultusunda konan perde duvarlar sayesinde, yapının kuvvetli yönü (x) doğrultusudur denir.



Şekil 12 Dikdörtgenler Prizması Formunda Tel Çerçeve Plan

Ancak planda yapılan değişiklikler mekânın kuvvetli yön doğrultusunu değiştirebilmektedir. Örneğin kesikli çizgiler ile tanımlanmış bölümün dolu yüzey oluşturacak şekilde kapatılması hem mekân algılanması, hem de mekânda kuvvetli yön durumunu değiştirebilir.



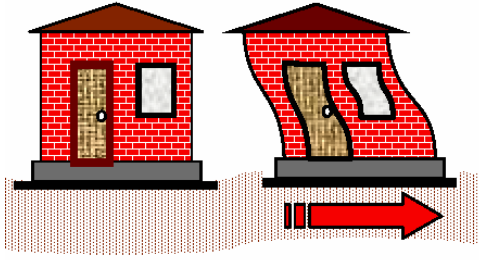
Şekil 13 Dikdörtgenler Prizması Formunda Dolu Yüzey Plan

Bu durumda mekânın, dolayısı ile yapının kuvvetli yön tayini, muhtemel deprem dalgası yönüne göre yapılmalıdır. Ancak, yapının kuvvetli yönü ile zayıf yönleri arasında büyük fark oluşturulmamalıdır.

2.5. ATALET KUVVETİ

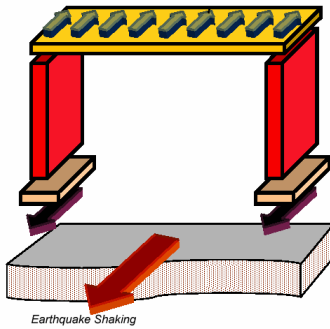
Otobüs aniden hareket ettiğinde sizi de beraberinde götürmek isteyecektir. Ancak otobüsten ayrı olan ve otobüsün içerisinde olan cisimler eylemsizlik kuvvetine maruz kalacaklardır. Bu durumda vücudun aldığı şekil, yapılarda da gözlemlenir.

Deprem kuvveti yapıyı temeli vasıtası ile etkilemektedir. Newton yasalarının ilkinine göre; bir cisim hareketsiz ve denge halinde ise, bu cisme kuvvet uygulanmadığı sürece bu cisim hareketsiz ve denge halinde kalacaktır. Bu da yapılarda görülen bir özelliktir. Yapı deprem kuvveti ile temelden sallanmaya başladığında, çatısında eylemsizlik isteği görülecektir. Çatı direnci kırılana dek de eylemsizlik isteği içinde olacaktır. ($F= m.a$)¹⁴



Şekil 14. Deprem Kuvvetleri ile Atalet Kuvveti Etkisinde Kalan Yapıların Davranışları...

(Kaynak: IITK, Government of National Capital Territory of Delhi. Learning Earthquake Design and Construction, Earthquake Tip 5, Sayfa 1)



Şekil 15. Sismik Atalet Kuvvetinin Taşıyıcı Vasıtası ile Toprağa Aktarımı

(Kaynak: IITK, Government of National Capital Territory of Delhi, Learning Earthquake Design and Construction, Earthquake Tip 5, Sayfa 2)

Kuvvet etkisi ile salınma başlayan zemin sağa doğru hareket ettiğinde eylemsizlik isteği içerisinde olan yapı soldan bir kuvvet almışçasına etkilenecektir. Ancak çatı kolonlar vasıtası ile temele bağlı olduğundan, bir süre sonra, daha fazla dayanamayarak eylemsizliği bırakıp salınma geçecektir. Bu hareket dizisine atalet denir.

Newton yasalarının ikincisine göre, cismin kütesinin sayısal değeri ivme katsayısı ile çarpıldığında cisim üzerine uygulanan kuvveti gösterir.¹⁵

Atalet kuvvetinin yapıya uyguladığı güç her yapı için ayrıdır. Deprem ivmesi her yapı için aynı olabilirken Newton'un yasalarına bakılacak olursa; yapılara etki eden deprem ivmesi, yapı kütesinin değeri ile çarpıldığında oluşturduğu değer kadar güç sağlar. O halde ($F=m.a$) ise ; her yapı kendine özgü deprem kuvvetine sahiptir denebilir. Bu durumda da yapılar kendi kuvvetlerini kütleleri vasıtası ile üretmiş, diğer bir deyiş ile kendi yıkıcı güçlerini kendileri sağlamış olurlar.

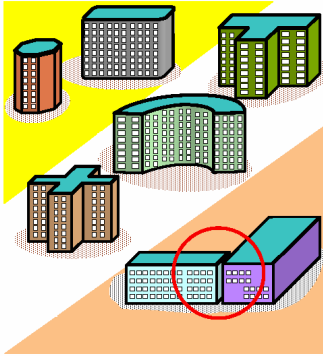
Atalet yükünü aktarma konusunda duvarlar ve kolonlar çok önem taşır. Ancak taşıyıcı yığma özelliğine sahipse; döşeme ve kirişler önem kazanır.

Duvarlar genellikle yük aktarımı için, özellikler de yatay deprem yüklerini iletme için, zayıf elemanlardır. $F=m.a$ durumunda yapının kuvvetler karşısında alacağı hasarı göz önünde tutarsak, denebilir ki; yapı ne kadar hafif ise deprem karşısında o kadar şansı vardır.

2.6. Yatayda ve Düşeyde Düzensizlik

Yapılarda önemli olan planda sadeliktir. Her ne kadar estetik de olsa; bütünleşik olarak U, V, H, T şekilli plana sahip olan yapılar, yapı kollarının birleşim noktalarında zayıflık gösterirler. Bu durumu çözümlenmenin yolları vardır. Örneğin; L şeklinde bir yapı iki kola sahiptir. Bu birleşimin zayıf ve kırılğan olması, birleşimin, iki adet dikdörtgen elde edecek şekilde bölünmesi ile ortadan kaldırılabilir. Bu kararlar planda strüktürel ve mimari tasarım sırasında alınırsa problem çözülmüş olur.¹⁶

Aşağıdaki şekilde yer alan renk kuşakları üzerinde yapı tipleri görülmektedir. Bu tipteki yapıların açıklamaları yanında yer almaktadır.



Sarı Kuşak: Sade plan daima iyi bir çözümdür.

Beyaz Kuşak: Köşeler ve dönüşler sıkıntı yaratır.

Turuncu Kuşak: Birleşimlerin ayrılması planda sadelik getirecektir. Bu nedenle de yapılar olabilecek en sade hale getirilmelidir.

Şekil 16. Basit Biçimli Yapılar Deprem Esnasında Avantajlıdır.
(IITK, Government of National Capital Territory of Delhi, Learning Earthquake Design and Construction, Earthquake Tip 6, Sayfa 1)

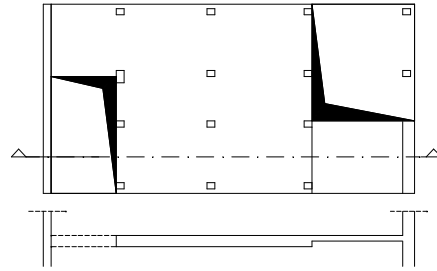
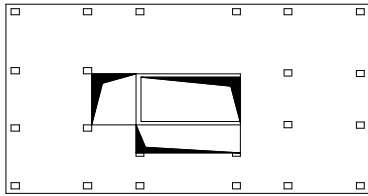
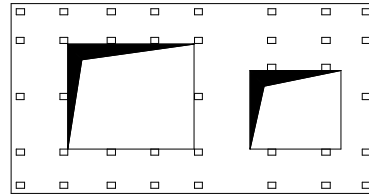
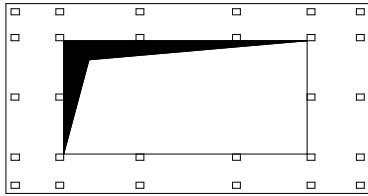
2.6.1 Burulma Düzensizliği

Taşıyıcı olmayan dolgu duvarlarının hesaplarda yok sayılmasına karşın, gerçekte etkili oldukları, depremler sonrası gözlemlerle anlaşılmıştır. Bu yüzden, taşıyıcı perde ve kolonları rijitlik bakımından simetrik hale getirmemizin nedenleri, dolgu duvarlar için de geçerlidir. Çerçeve içlerindeki delikli tuğla, gaz beton vb. dolgu duvarlarının dahi betonarme taşıyıcı perde duvarlara yakın ölçüde yapı davranışını etkilediği artık bilinmektedir. Gerek dolgu duvarlar olsun gerekse kütlesi daha fazla olan taşıyıcı sistem elemanı olan kolon, kiriş ve betonarme perde duvarlar, yapıda bir hacim işgal ederken aynı zamanda farklı yoğunlukları nedeni ile de deprem kuvvetlerini farklı oranlarda üzerilerine

çekmektedirler. Bu durum deprem anında yapıda düzensiz salınım ve burulmalara neden olmaktadır.

2.6.2 Döşeme Süreksizliği

Mimari projede, özellikle zemin katlarda asma kat veya kat döşemesi yırtıkları, boşlukları, mimari konsept açısından iki veya daha fazla katın görsel uyumu için sık sık baş vurulan, çoğu kez vazgeçemeyeceğimiz çözümlerdir. Yapı davranışı bilinci ile yaklaşarak zararsız çözümlere ulaşılmış örnekler de çoktur. Boşluk alanları toplamının, kat alanına oranının, 1/3'den küçük olması yönetmeliğin izin verdiği büyüklüktür. ¹⁷



A2 türü düzensizlik durumu – II

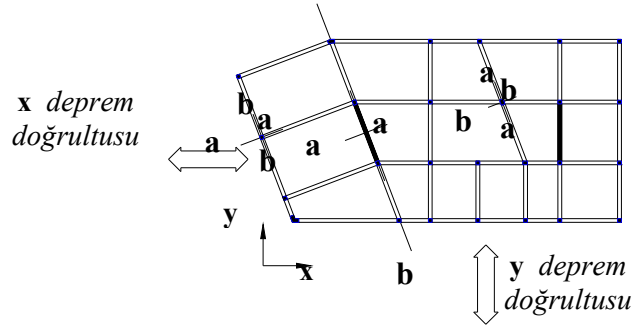
A2 türü düzensizlik durumu - II ve III

Şekil 17: Döşeme Süreksizliği Örnekleri

(Kaynak:Bayındırlık ve İskân Bakanlığı, Afet Bölgelerinde Yapılacak Yapılar Hakkında Yönetmelik , 1997 Deprem Yönetmeliği, Sayfa 11)

2.6.4 Taşıyıcı Eleman Eksenlerinin Paralel Olmaması Durumu

Taşıyıcı eleman eksenlerinin paralel olmaması durumu, taşıyıcı sistemin düşey elemanlarının plandaki asal eksenlerinin, göz önüne alınan birbirine dik yatay deprem doğrultularına paralel olmaması durumu ifade eder.¹⁸Yapıdaki düşey taşıyıcıların plandaki eksenlerinin birbirine dik olmaması durumuna zorunluluk olmadıkça başvurulmamalıdır.

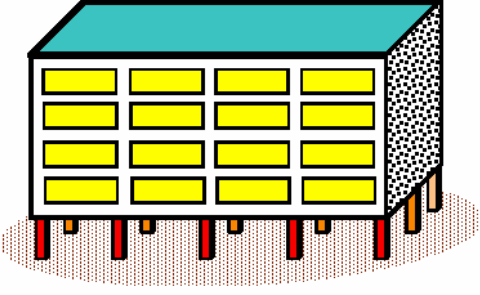


Şekil 21: Planda Aks Doğrultularının Düzgün Seçilmemesi Durumu

(Kaynak:Bayındırlık ve İskân Bakanlığı, Afet Bölgelerinde Yapılacak Yapılar Hakkında Yönetmelik , 1997 Deprem Yönetmeliği, Sayfa 11)

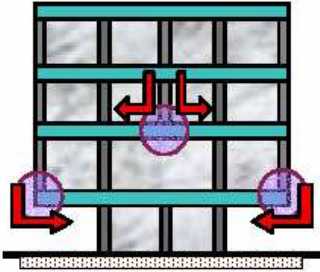
2.6.5 Düşeyde Taşıyıcı Sürekliliği

Yapıdaki taşıyıcı sürekliliği yapının yük aktarımında rol oynamaktadır. Taşıyıcının yatayda ve düşeydeki devamlılığı yükün aktarımında önemli rol oynamaktadır. Tasarımın düzensizliği kolon kiriş devamsızlığı getireceğinden, yükün toprağa aktarımında problem yaratacaktır. Burada önemli olan yükü en sade şekilde toprağa aktarmanın yolunu bulmaktır. Yükü karmaşık devre ve kablo sisteminden geçen elektriğe benzetebiliriz. Elektrik kendine en az direnç gösteren, en kısa yolu seçecektir ve bu yolu izleyecektir. O halde yük aktarım şeması oluştururken kolon ya da perde duvar süreksizliği olması durumu, toprağa yükün aktarılırken alternatif rotaların takip etmesi anlamına gelir ki, bir çeşit kısa devre sorundur denebilir.



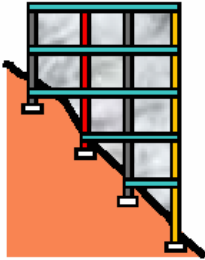
Şekil 22. Perde Duvarların Zemine Bağlanmaması Durumu

(Kaynak: IITK, Government of National Capital Territory of Delhi, Learning Earthquake Design and Construction, Earthquake Tip 6, Sayfa 2)



Şekil 23. Asılı Süreksiz Kolon

(Kaynak: IITK, Government of National Capital Territory of Delhi, Learning Earthquake Design and Construction, Earthquake Tip 6, Sayfa 2)

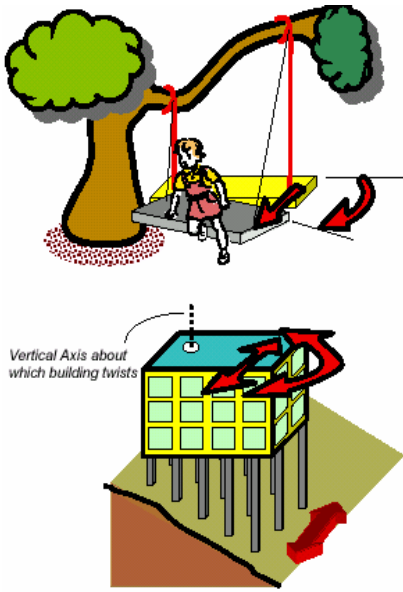


Şekil 24. Eğimli Arazi

(Kaynak: IITK, Government of National Capital Territory of Delhi, Learning Earthquake Design and Construction, Earthquake Tip 6, Sayfa 2)

2.6.6 Yatayda Denge

Öte yandan, sadece komşu binalar değil, bina kendi içinde de kendi kendine zarar verebilir. Yönetmelik ve fizik kurallarına meydan okurcasına yapılan yapılar yatayda fazla büyük yapıldıklarında, yapıların farklı bölümleri salınımına farklı cevap vermekte ve buda zorlanmalara ve kırılmalara neden olmaktadır. Bu problemi yapıyı birkaç parça halinde inşa ederek çözmek mümkündür. Yine hesaba dayalı olarak bina birkaç parça olarak inşa edildiğinde farklı bölümler farklı hareket edeceğinden deprem sırasında istenmeyen kırılmalar olmayacaktır



Şekil 25. Eğimli Arazide Temel Kotlarının Düzensizliği Nedeni ile Yapının Salınım Düzensizliği

(Kaynak: IITK, Government of National Capital Territory of Delhi, Learning Earthquake Design and Construction, Earthquake Tip 7, Sayfa 1)

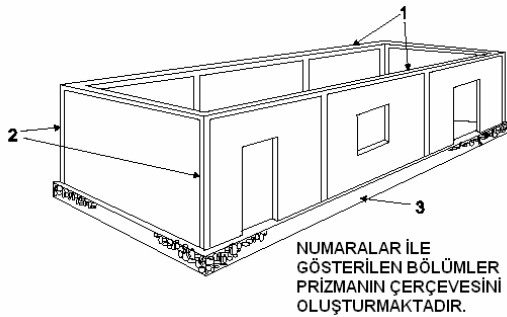
Yapı oran olarak belli bir büyüklük içeriyorsa, yani planda dar kenar uzun kenarın iki katı yâda daha fazlası gibi bir oranda ise artık yapının büyüklüğüne değil nereden kırılma yapılabilir ona bakmak gerekir. Yapı büyük olmayabilir ancak narinlikte önemlidir. Fazla ince uzun olan yapılarda görülmesi beklenen narinlik deprem kuvvetleri açısından, bina için zayıflatıcı bir özelliktir. Narinlik yapı oranlarında görüldüğü gibi yapı malzemelerinde ve yapı elemanlarında da görülebilir. Fazla ince uzun olan betonarme kolonlar bu sayede moment gücüne dayanamazlar ve burkulma veya kırılmaya uğrayabilirler. Tasarım sırasında bunlara önem vermek gerekmektedir.¹⁹

Sadece yatay düzlemde değil yapı düşey düzlemde de dilatasyon ile ayrılma ihtiyacı gösterebilir. Farklı derinliklerde biten temeller (Topal Yapı), ya da yapının bodrum katlarının yapının belli bölümlerde artması durumu problem teşkil edebilir. Farklı taşıyıcı boyları olan yapılarda burkulma, güç kabul etme doğrultusu ve güç üretme yönleri farklı olacaktır. Yapı kendi içinde, farklı bölümlerinde, gücü farklı büyüklük ve doğrultuda üretir, ivmeyi farklı alırsa kendi kendine hasarı artırır. Bunun çözümü, dilatasyon yapılırken yapının kesitinin de göz önüne alınmasından geçer.

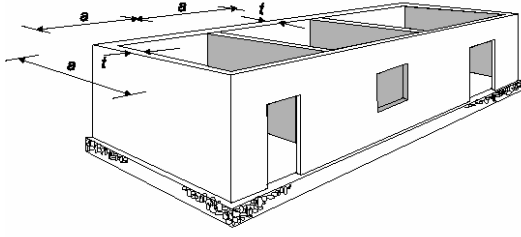
2.6.7 Kapalı Mekânda Düzensizlik

Küçük ve düzenli bir şekilde hazırlanmış yapılar doğru duvar ve döşeme birleşimlerine sahip ise dikdörtgenler prizması şeklinde görev yapar ve depreme karşı dayanımı fazla olur. Ancak yapı boyutları yâda mekânsal fonksiyon ihtiyaçları arttıkça daha büyük mekânlar yâda daha büyük yapılar yapılması gerekebilir. Bu gibi durumlarda mekânlar fazla büyük olacağından boşluklar artacak ve deprem dayanımı azalacaktır. Bunun çözümü mekânları bölümlere ayırmaktan geçer. Bölümleyemeyeceğimiz mekânları ise bölecekmiş gibi aklandırarak aks kesişimlerine donatılı taşıyıcı çerçeve oluşturmak çözüm getirecektir.

Mekânları bölümlere ayırmak gerektiğinde ise bölünmeyi belli kurallar dâhilinde yapmak gerekir. Bu statik hesap doğrultusunda çıkacak bir sonuçtur. Örneğin yığma yapılarda, duvar kalınlığının, planda, mekânın dar kenar uzunluğuna oranının 1/40 oranından küçük bir değer olmamasına dikkat edilmelidir.²⁰



Şekil 26. Genellikle Betonarme Elemanlar İle Çerçevenilmiş Duvar
(Kaynak: Indian Institute of Technology, IAEE, nicee, Guidelines for Earthquake Resistant Non-Engineered Construction 2004, Chapter 3, Sayfa 5)



Şekil 27. Dik Duvarlar ve Küçük Mekânları ile Sismik Açıdan Güçlü Yapı
(Kaynak: Indian Institute of Technology, IAEE, nicee, Guidelines for Earthquake Resistant Non-Engineered Construction 2004, Chapter 3, Sayfa 5)

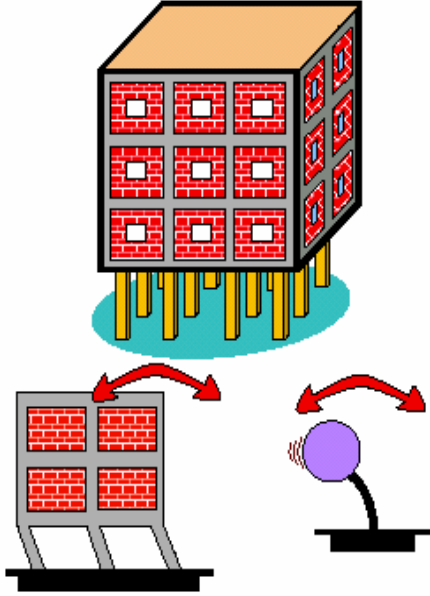
2.7 Yumuşak Kat

Yapıların belli bir düzen ve sistem içinde inşa edilmeleri gerekmektedir. Bu sistem yapının geometrisi için de geçerlidir. Yapıdaki doluluk ve boşlukların tekrarlanması da düzenli olmalıdır. Yapının belli bir bölümü sistemi şaşırtacak şekilde boşsa yâda dolgu duvar az ise bu kat salınım sırasında güç aktarımına yardımcı olmayacak, tersine bütün gücün bu katta kalmasına ve hasarın bu katta en fazla olmasına sebebiyet verecektir. Restoran, toplantı salonu, mağaza v.b. nedenlerle giriş katında dolgu duvarları kaldırılmış olan binalarda yıkılmalar bu gibi giriş katlarında dolaylı olur. Böyle katlara yumuşak kat (tehlike katı) denir.

Tehlike katları gerçek hayatta çoğunlukla, büyük mağazalar, araba galerileri, otel lobileri şeklinde, duvarların engel teşkil ettiği mekânlar olarak kullanılmaktadırlar. Bu da yapının geri kalan kısmının çıplak kolonlar üzerinde yer alması anlamına gelmektedir. Bu yumuşak katlar çoğunlukla kullanıma bağlı olarak zemin katta yer almaktadır. Yapının ortasında olması durumu sadece çok katlı otellerin balo salonları gibi seyrek görülen bir durumdur. Zemin katta yer alması durumunda ise yapı yere saplanmış bir tel ve üzerinde tutturulmuş bir topa benzetilebilir. Tel düz kaldığı sürece top yerinden kıpırdamayacaktır. Ancak tel bükülmeye zorlanırsa ya da telin bağlı olduğu düzlem hareket ettirilirse top ağırlık yapacak ve telden ayrılmak isteyecektir.

Yumuşak katların yerine sistemli bir şekilde dolgu duvarlardan oluşturulmuş ve kullanım planlaması ona göre yapılmış katlar yapılması deprensellik açısından çok önemlidir.

Hesap yeteneği olmayan kullanıcıların kendi başlarına, kullanımı zorlaştırıyor diye, mevcut ve hesaplar sonucu yapılmış dolgu duvarları kaldırmaları telin ucundaki topun desteklerinin alınarak sadece tele mahkûm edilmesi anlamına gelmektedir.²¹



şekil 28. Açık Zemin Kat Üzerindeki Katlar, Blok Davranışı Sergiler

(Kaynak: IITK, Government of National Capital Territory of Delhi, Learning Earthquake Design and Construction, Earthquake Tip 21, Sayfa 1)

3. MİMARİDE ŞEKİL VE BİÇİM

Mimari şekillerin ve biçimlerin kuvvetlerini inceleyen doğrudan bir kaynak bulunmamaktadır. Bu nedenle geometrik şekil ve biçimlerin kuvvetlere karşı dayanımı incelenecektir. Buna bağlı olarak da depremin yıkıcı etkilerine karşı şekil ve biçimlerin dayanımından faydalanılmaya çalışılacaktır.

3.1. Temel Şekiller

Temel şekiller iki ana grupta incelenebilir. Bunlar “Tel Çerçeve Şekiller” ve “Dolu Yüzeyli Şekiller” şeklinde adlandırılır. Bir şeklin tel çerçeve olması ya da yüzey oluşturması arasındaki fark şeklin güçler karşısında dayanımı sırasında ortaya çıkar. Aynı şeklin aldığı güçler karşısında dayanımı içinin boş olması ya da dolu olmasına göre farklılık gösterir.

Yapılar sonuç olarak uzayda yer alan geometrik biçimler bütünüdür. Tüm geometrik şekil ve biçimler gibi yapılarda kuvvetler karşısında bir direnç ve deformasyon gösterirler. Bu Deformasyon iki boyutlu şekillerde kendisini daha sade bir şekilde gösterir.

3.1.1 Çember:

Çember, merkez denilen durağan bir noktadan aynı uzaklık ve düzlemdeki noktaların geometrik yeri olan kapalı eğri şeklinde tanımlanır.

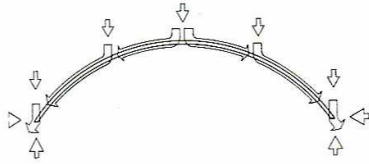
Tel Çerçeve İle Oluşturulan Çember:

Geometride çember iki boyutlu şekil olarak kullanılır. Çemberin özelliği ek yeri olmayan bir şekil olmasıdır. Birleşimi olmayan bir nesne olmasının avantajı olarak da, üzerine uygulanan kuvvetlere karşı dayanımı fazladır.

İki boyutlu bir ortamda güç çembere hangi yönden uygulanırsa uygulansın çember ya tamamen ötelenir ya da elips şeklinde deformasyona uğrar. Eğer çember kendi düzleminin

dışında yani uzayda belirli güçlere tabi tutulursa çember ya eğilecek ve üç boyutlu bir biçim halini alacak ya da ötelenecektir. Bu davranış farkları da çemberin imal edildiği malzemeye göre farklılık gösterecektir.

Uygun malzeme formuyla harici kuvvetlerin tekrar yönlendirilmesi ile kuvvetler çemberin diğer bölümüne nakledilir.²²Çemberin üzerine uygulanan güçlere karşı dayanımı yükleri aktararak sönümlemesi yeteneğinden gelmektedir. Çemberin bir tarafından uygulanan yük iki parça olarak bölünerek karşı tarafa iletilir. Karşı tarafta birbiri ile karşılaşan kuvvetler birbirilerini sönümleyecektir.



Şekil 29. Uygun Malzeme Formu İle Harici Kuvvetlerin Tekrar Yönlendirilmesi
(Kaynak: Strüktür Sistemleri, Tasarım Yayın Grubu, Heino Engel, 2004, Sf 131)

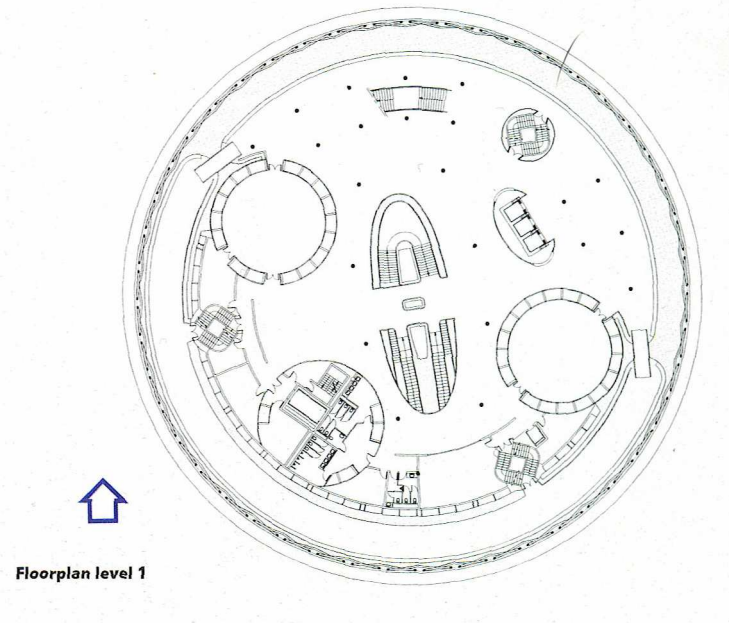
Tel Çerçeve İle Oluşturulan Çemberin Mimarideki Yeri:

Çember yapıda çok fazla yer almamaktadır. Genellikle imalat sırasında yardımcı öğeler olarak kullanılmaktadır. Bunun yanında özel tasarımlarda da görülmektedir. Mimari öge olarak ele alındığında kemerler yarım çemberler olarak çalışmaktadır. Üzerlerine gelen yüklere karşı dayanımları sayesinde duvarlarda açıklık ve geçiş boşlukları oluşturabilmeleri nedeni ile kullanılmışlardır. Kendi düzlemleri üzerinden gelen yüklere karşı dayanımları fazla olmasına karşın zayıf yönde mukavemetleri azdır.

Taş köprüler, kemerli yapılar, üzerine uygulanan kuvveti toprağa aktarma yeteneği ve alttaki boşluğun su akışına engel olmaması ya da kullanım mekânı olarak değerlendirilmesi nedeni ile yarım çember türevi olarak üretilmişlerdir.

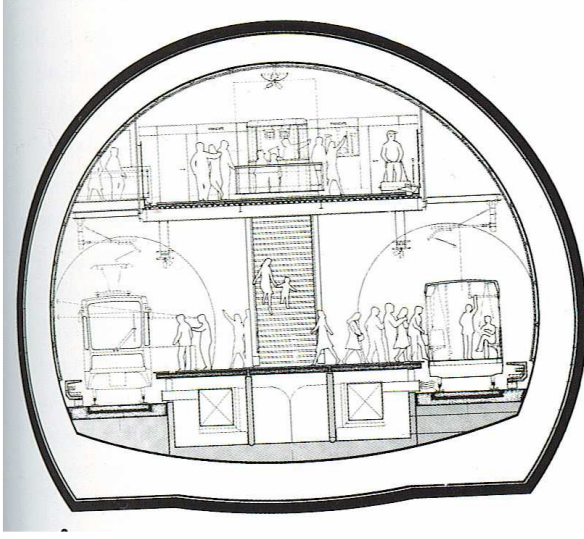


Şekil 30. Çadır Yapılarında Dayanımından Dolayı Tercih Edilen Çember Şekli
(Kaynak: Renzo Piano Building Workshop, Phaidon, Volume One, 2001, Sayfa102)



Şekil 31. Osaka Denizcilik Müzesi, Japonya
(Kaynak: World Architecture, Eylül2000, Sayı 89, Sayfa 87)

Planda Çember Olarak Yer Alan Sergi Salonu, Aslında Bir Jeodezik Kubbedir (Yarım Küre). Planda Çember Özelliğini, Küre Olmasına Rağmen Koruyacaktır.



Şekil 32. Metro İstasyonu, Cenova, İtalya 1983-91

(Kaynak: Renzo Piano Building Workshop, Phaidon, Volume One, 2001, Sayfa49)

Cenova'daki bu metro istasyonunun kesiti çember şeklindedir. Çemberin dayanım özelliğinden faydalanılmak için metro tünelleri silindir olarak üretilmiştir.

Dolu Yüzey İle Oluşturulan Çember:

Çemberin yüzeyi dolu olduğunda çembere daire ismi verilir. Dairenin kuvvetlere karşı dayanımı çemberden farklıdır. İçinin dolu olması daireye çemberden farklı olarak dayanım özellikleri getirir. Kendi düzleminde hem basınca hem de çekmeye karşı dayanımda farklılık gözlemlenir. Ancak dairenin çemberden farklı olarak sadece çevresine değil, orta yüzeyine de güç uygulanabilme özelliği vardır. Bu güç uygulanma sırasında daire ya üç boyutlu bir şekil oluşturacak bir deformasyona neden olur ya da daire ötelenir. Davranıştaki bu farklılıklar dairenin imal edildiği malzemeye göre farklılık gösterir.

Geometrik şekillerin oluşturduğu çerçevelerin, üzerlerine uygulanan güçlere karşı dayanımlarını kıyaslamak gerekirse, en güçlü şekil daire olacaktır. Bunun sebebi dairenin mümkün olan en az birleşimle, yani zayıf nokta ile donatılmış olmasıdır. Dairede birleşim sayısı sıfırdır. Dolayısı ile güç daireye hangi yönden uygulanırsa uygulansın daire ya tamamen ötelenir yâda elips şeklinde deformasyona uğrar.

Dolu Yüzey İle Oluşturulan Çemberin Mimarideki Yeri:

Dolu yüzey olarak çember yâda diğer adı ile dairenin mimaride kullanım alanı çembere nazaran daha yaygındır. Yapı elemanı olarak yuvarlak camlar, dairesel platformlar olarak kullanıldığı gibi, silindirik yâda konik bir form sergileyen yapılarda döşeme örtüsü olarak görev yapar. Ayrıca tonoz örtülerin alınlarını kapamada yarım dairesel elemanlar kullanılabilir.

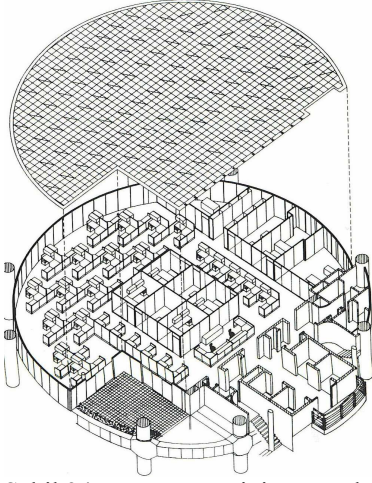
Yapı elemanı olarak daire kullanımı, malzemeye de bağlı olarak daha çok tercih edilebilecek bir özelliktir. Planda ise dairesel kolon planı dolu çember dayanımı gösterir.

Yapılarda daire şeklini kısıtlı olarak görebiliriz. Bunun en önemli sebeplerinden biri imalatının zor olması ve estetik açıdan işçiliğinin zor olmasından kaynaklanan ekonomik nedenlerdir. Bu zorluklara rağmen daire yapı planında görülebilir. Örneğin silolar ve kuleler genellikle silindir şeklinde tasarlanır.



Şekil 33. Camden Sağlık Merkezi, Mimar Richard Meier
(Kaynak: World Architecture, Eylül2000, Sayı 89, Sayfa 60)

Camden Sağlık Merkezinin Her Kat Planının Çember Şeklinde Olmasından Dolayı Döşemelerde Daire Şeklinindedir.



Şekil 34. Menara Mesiniaga, Malezya

(Kaynak: Ecology of the Sky, Tr,Hamzah & Yeang, 2001, Sayfa24)

3.1.2 Üçgen:

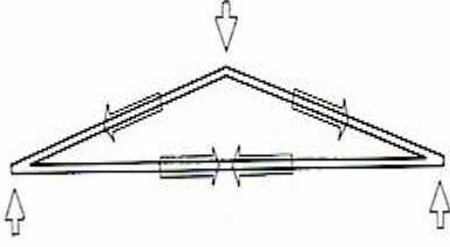
Üç taraftan sınırlanmış ve üç açısı bulunan bir düzlem figürüdür. ²³

Üçgen en az birleşime sahip şekildir. İki tip düzenli üçgen vardır. Birincisi eş kenar üçgendir. Bu en rijit birleşimli şekildir. Kuvvetlere her yönden eşit dayanım sergiler. Birleşimler esneme kabiliyetine sahip değildir. Geometrik olarak şekil esnemekten çok kırılma yâda ayrılma eğilimi gösteriyor olsa da, yapıda kullanımı sırasında malzeme niteliğinden kaynaklanan esneklikler olabilir. İkinci tip ise dik üçgendir. Dik kenarları doğrultusunda aldıkları yükleri kolaylıkla aktarabilmektedirler.

Tel Çerçeve İle Oluşturulan Üçgen:

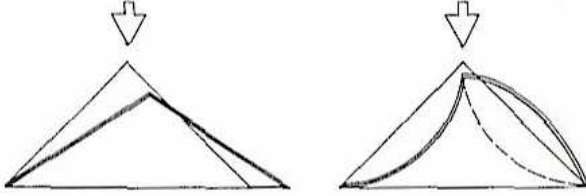
Üçgen en az birleşime sahip şekildir. Üçgenler kendi düzlemleri üzerindeki kuvvetlere karşı dayanımı yüksek şekillerdir. Birleşim yerlerinin az oluşu nedeni ile zayıf nokta sayısı azdır. Ancak kendi düzlemi dışından gelen kuvvetlere karşı üçgenler kuvveti zayıf yönden aldıkları için yeterli mukavemet gösteremezler. Kendi düzlemi dışından gelen kuvvetler karşısında üçgen ya üç boyutlu bir şekil oluşturacak şekilde deforme olur ya da ötelenir. Bu davranış farkları da üçgen imal edildiği malzemeye göre farklılık gösterir.

Her bir yük iki veya daha fazla vektör kuvvetiyle dengede kalmaktadır. ²⁴



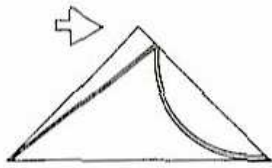
Şekil 35. Her Bir Yük İki veya Daha Fazla Vektör kuvveti İle Dengede Kalmaktadır.
(Kaynak: Strüktür Sistemleri, Tasarım Yayın Grubu, Heino Engel, 2004, Sf 131)

Yüklerin aktarımı vektörel denge ile olmaktadır. Üçgen üzerindeki toplam kuvvet vektörler doğrultusunda daima sıfırdır. Bu da üçgene kuvvetleri sönmüleme yeteneği sağlar.



Şekil 36. Alçak Köşelerin Yerinden Oynatılması ve Her İki Levhanın Burkulması
(Kaynak: Strüktür Sistemleri, Tasarım Yayın Grubu, Heino Engel, 2004, Sf 213)

Düşeyde uygulanan yükler, tel çerçeve üçgeni, üçgenin malzemesinin sağlamlığı, esnekliği ve birleşim noktalarının sağlamlığı doğrultusunda deforme edecektir yâda öteleyecektir.

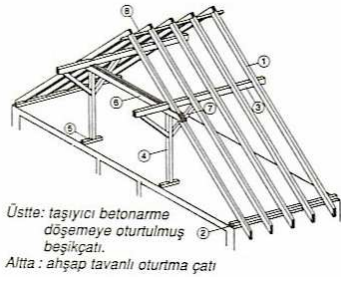


Şekil 37. Bir Levhanın Burkulması
(Kaynak: Strüktür Sistemleri, Tasarım Yayın Grubu, Heino Engel, 2004, Sf 213)

Yatayda uygulanan yükler, tel çerçeve üçgeni, üçgenin malzemesinin sağlamlığı, esnekliği ve birleşim noktalarının sağlamlığı doğrultusunda deforme edecektir yâda öteleyecektir.

Tel Çerçeve İle Oluşturulan Üçgenin Mimarideki Yeri:

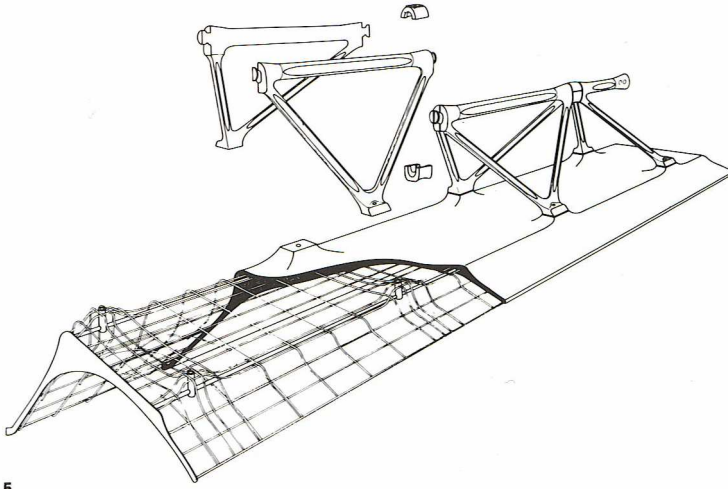
Yapıların üçgen olarak imal edilmesi yaygın değildir. Genellikle çatı kesitleri üçgen bağlantılı elemanlar ile imal edilir. Bunun yanında uzay kafes sistemi imalatında ve makas kiriş imalatında yine yapı elemanları üçgen bağlanarak üçgen şeklindeki bağlantının dayanım özelliğinden faydalanılır. Ayrıca yapılarda tekil olarak deprem kirişi yâda dayama olarak kullanımı da vardır. Esneme ihtimali yüksek dikmelerin sağlamlığını artırabilmek yâda yine esneme ihtimali yüksek kirişlerin birleşim noktalarında kullanılır.



Şekil 38. Taşıyıcı Betonarme Döşemeye Oturulmuş Beşik Çatı
(Kaynak: Ansiklopedik Mimarlık Sözlüğü,Doğan Hasol, Sf.118)

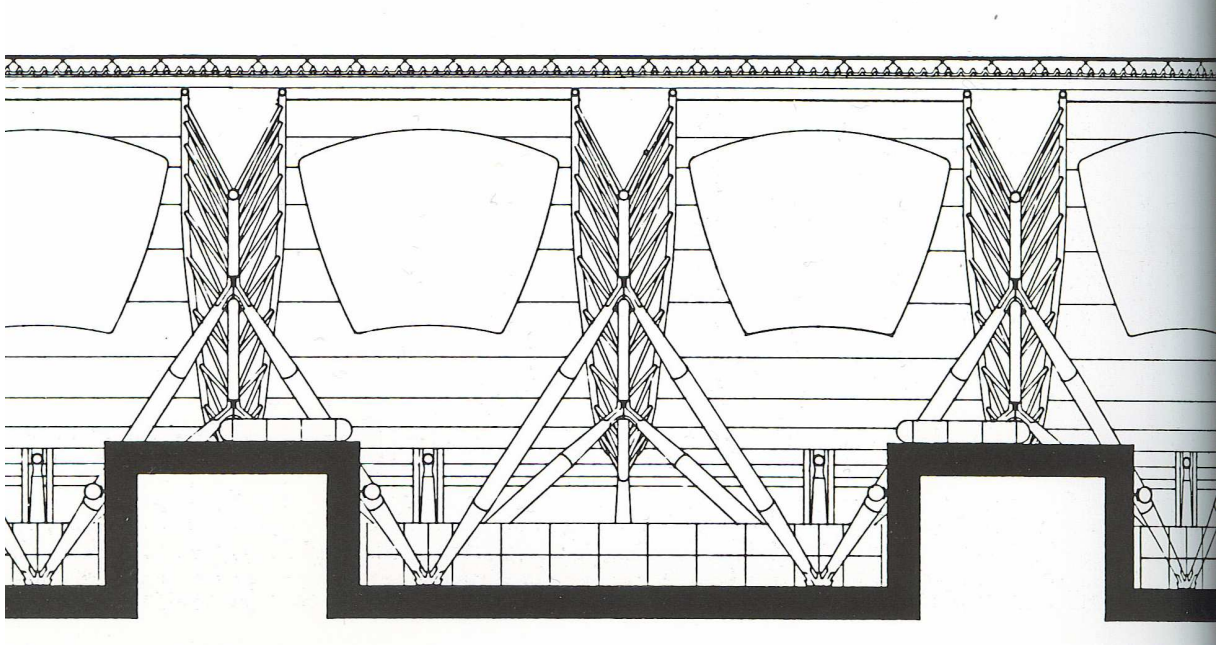


Şekil 39. Central Plaza, Kuala Lumpur, Malezya
(Kaynak: Ecology of the Sky, Tr,Hamzah & Yeang, 2001, Sayfa 41)



5

Şekil 40. Menil Koleksiyonu Sergi Salonu Doğal Aydınlatma Elemanı Etüdü
(Kaynak: Renzo Piano Building Workshop, Phaidon, Volume Two, 2001, Sayfa152)



Şekil 41. Kansai Havalimanı
(Kaynak: Renzo Piano Building Workshop, Phaidon, Volume Two, 2001, Sayfa152)

Dolu Yüzey İle Oluşturulan Üçgen:

Üçgenin yüzeyi dolu olduğunda kuvvetlere karşı dayanımı tel çerçeveye göre farklıdır. İçinin dolu olması farklı olarak dayanım özelliği getirir. Hem basınca hem de çekmeye karşı dayanımda farklılık gözlemlenir. Ancak dolu olanın tel çerçeve üçgenden farklı olarak sadece çevresine değil, orta yüzeyine de güç uygulanabilme özelliği vardır. Bu güç uygulanma sırasında üçgen ya ortasında üçgeni üç boyutlu bir şekil yapacak bir deformasyona neden olur ya da üçgen ötelenir. Bu davranış farkları da üçgenin imal edildiği malzemeye göre farklılık gösterecektir.



Şekil 42. Enine Katılık

(Kaynak: Strüktür Sistemleri, Tasarım Yayın Grubu, Heino Engel, 2004, Sf 213)

Dolu Yüzey İle Oluşturulan Üçgenin Mimarideki Yeri:

Dolu yüzey olarak üçgenin yapıda kullanıldığı alanlar sınırlıdır. Piramidal formlu yapıların yüzey kaplamaları ya da üçgen olarak özellikle üretilmiş olan camlar yapıda yer alır. Bunun dışında piramit olarak imal edilmiş olan pek çok yapı kesiti dolu yüzey olarak üçgen şeklindedir. Ayrıca bazı istinat duvarları statik hesabına da bağlı olarak taşıdıkları toprağın ağırlığını daha rahat kaldırabilmesi için kesitte tabana doğru inildikçe geniş olacak şekilde tasarlanır.



Şekil 43 : IBM Seyyar Pavyonu, Taşıyıcı Cam Plakalar

(Kaynak: Renzo Piano Building Workshop, Phaidon, Volume Two, 2001, Sayfa129)

3.1.3 Kare:

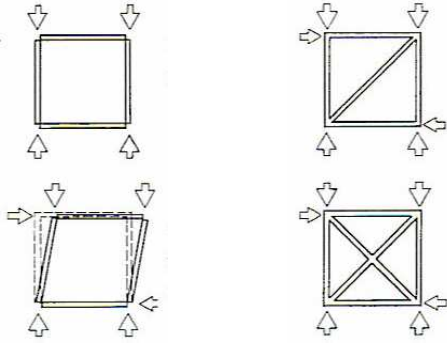
Aynı düzlem üzerinde yer alan dörtkenarı da birbirine eşit, birbirine bağlı ve karşılıklı olarak paralel olan dörtgene kare denir. Dört eşit kenarı ve dört dik açısı bulunan bir düzlem figürüdür. ²⁵

Tel Çerçeve İle Oluşturulan Kare:

Tel çerçeve ile oluşturulan karelerin kendi düzlemlerinden etki eden yüklere karşı, eğer yük kenarlarından birine dik ve kenarın ortasından geliyorsa, direnci yüksektir. İkinci olarak yük karenin kenarlarından da birine dik ancak karenin köşesine yakın geliyorsa şeklin direnci zayıf olur. Üçüncü olarak yük karenin köşesine yâda kenarına yine kare ile aynı düzlemde ancak 45° açı ile uygulanırsa; uygulandığı köşeyi ve karşı köşesini geniş açılı olacak şekilde ve diğer iki köşeyi de dar açılı olacak şekilde esnetecektir.

Bunların dışında kare şeklinin kendi düzleminden farklı bir düzlemde gelen kuvvetlere karşı, kuvveti zayıf yönde aldığından dolayı, dayanımı azdır. Bu tarz bir yüklemenin sonucu olarak kare ya üç boyutlu bir biçim oluşturacak şekilde iki adet üçgen yüzey formu oluşturacaktır, ya da ötelenecektir.

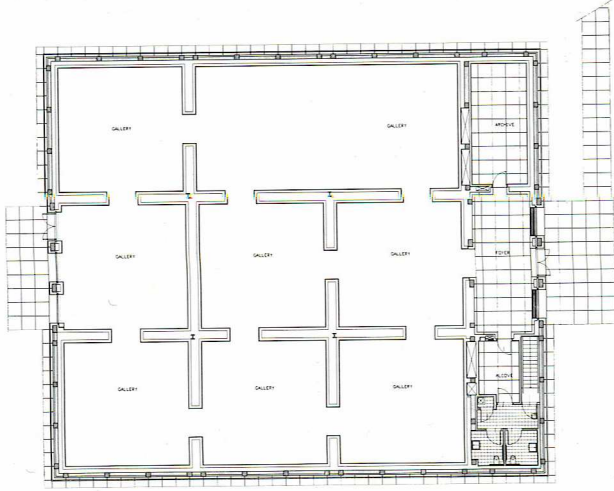
Dört köşe mafsallı çerçeve sadece teoride dengededir. Simetrik yük altında sistem, köşeler esnek kaldığı sürece iflas eder. Diyagonal eleman sarmaya direnç gösterir. Çerçeve kiriş haline gelir. İkinci diyagonal elemanı vektör hareketi için gerekli olmamakta ve bükülmeyi önlemektedir.²⁶



Şekil 44. Simetrik Yük Altında Sistem, Köşeler Esnek Kaldığı Sürece İflas Eder.
(Kaynak: Strüktür Sistemleri, Tasarım Yayın Grubu, Heino Engel, 2004, Sf 131)

Tel Çerçeve İle Oluşturulan Karenin Mimarideki Yeri:

Yapıların planda yâda kesitte kare formlar bulundurması yaygın bir özelliktir. Genellikle imalat kolaylığı, kullanılabilirlik ve ekonomik açıdan kare ve dikdörtgen türevleri olarak imal edilen yapılar, kare formunu planlarında ve kesitlerinde yansıtırlar. Kare şeklini sadece yapıların yatay ve düşey düzlemlerinde değil yapı elemanlarında da görmek mümkündür. Bu tasarım şeklini kolon kirişlerin oluşturduğu karkas sistemde hem yatay hem de düşey düzlemde görebiliriz. Ayrıca makas kiriş gibi imalatlarda yine yapı elemanları üçgen bağlantıların dışında kare birleşimlerde sergiler.



5

Şekil 45. Çağdaş Sanatlar Müzesi, Newport Harbour, ABD,1987 Planı

(Kaynak: Renzo Piano Building Workshop, Phaidon, Volume One, 2001, Sayfa165)

Plan Tel Çerçeve Dikdörtgenlerden Oluşmaktadır.



Şekil 46 : Unesco, Renzo Piano, Laboratuvar-Toplantı Salonu, Vesima, Cenova, İtalya, 1989-91

(Kaynak: Renzo Piano Building Workshop, Phaidon, Volume Two, 2001, Sayfa83)

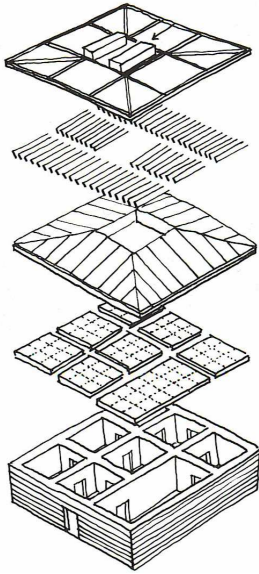
Çatının Yatay Taşıyıcıları Tel Çerçeve Ahşap Elemanlardan Oluşmaktadır.

Dolu Yüzey İle Oluşturulan Kare:

Dolu yüzey ile oluşturulan kare tel çerçeve kareye göre dayanımı fazladır. Bunun nedeni yüzeyin, karenin kendi düzlemi doğrultusunda aldığı kuvvetlerin yarattığı köşe açılmalarını yâda deformasyonları engelliyor oluşudur. Ancak üç boyutlu ortamlarda oluşturulan kuvvetlerin dolu kareye etkileri tel çerçeve karelerle aynıdır. Bunun nedeni karenin zayıf yönde aldığı kuvvete karşı dayanımı azdır.

Dolu Yüzey İle Oluşturulan Karenin Mimarideki Yeri:

Dolu yüzey olarak kare yapıda pek çok şekilde kullanılabilir. Bu tasarım şeklini kolon kirişlerin oluşturduğu karkas sistemde, hem yatay hem de düşey düzlemde görebiliriz. Ayrıca dolu yüzey ile oluşturulan kare formu yatay düzlemde döşeme plakları, düşey düzlemde de duvarlar olarak karşımıza çıkmakta, camlar, alçıpan plakalar kare şeklinde imal edilebilmektedir.



Şekil 47 : Çağdaş Sanatlar Müzesi, Newport Harbour, ABD,1987

(Kaynak: Renzo Piano Building Workshop, Phaidon, Volume One, 2001, Sayfa165)

Çağdaş Sanatlar Müzesi İki Boyutlu Döşeme Plakları, Dikdörtgenler Prizması Biçiminde Ana Salon, Küp Biçiminde Sergi Holleri, Üçgen Tel Çerçeve Taşıyıcı Kirişler ile Mimari Şekil ve Biçimlerin pek çoğunu Üzerinde Barındıran Bir Yapıdır.

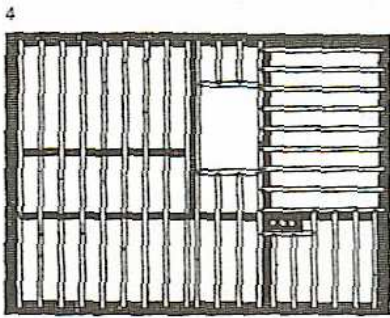
3.1.4. Dikdörtgen

Tel Çerçeve İle Oluşturulan Dikdörtgen:

Dikdörtgenlerin birçok özelliği kare şekli ile benzerdir. Tel çerçeve ile oluşturulan dikdörtgenler, karede de olduğu gibi, kendi düzlemlerinden etki eden yüklere karşı eğer yük kenarlarından birine dik ve kenarın ortasından geliyorsa direnci yüksektir. İkinci olarak yük dikdörtgenin kenarlarından birine dik ancak dikdörtgenin köşesine yakın geliyorsa şeklin direnci zayıf olur. Üçüncü olarak yük dikdörtgenin köşesine yâda kenarına yine kare ile aynı düzlemde ancak 45° ye yakın bir açı ile uygulanırsa; uygulandığı köşeyi ve karşı köşesini geniş açı olacak şekilde ve diğer iki köşeyi de dar açı olacak şekilde esnetecektir.

Dikdörtgende köşelerden gelen kuvvet kare ile aynı yönde gelse bile şeklin oranları farklı olduğu için kuvvete karşı davranışı farklı olacaktır. Farklı açılmalar sergileyecektir.

Bunların dışında dikdörtgen şeklinin düzleminden farklı bir düzlemde gelen kuvvetlere karşı, kuvveti zayıf yönde aldığından dolayı, dayanımı azdır. Bu tarz bir yüklemenin sonucu olarak dikdörtgen ya üç boyutlu bir biçim oluşturacak şekilde iki adet üçgen yüzey formu oluşturacaktır, yâda ötelenecektir.



Şekil 48. Ahşap Kirişleme

(Kaynak: Ansiklopedik Mimarlık Sözlüğü,Doğan Hasol, Sf.265)

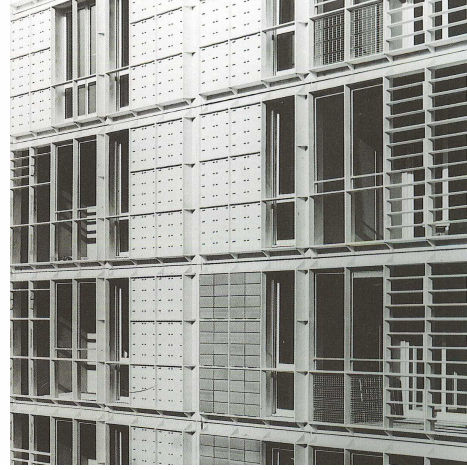
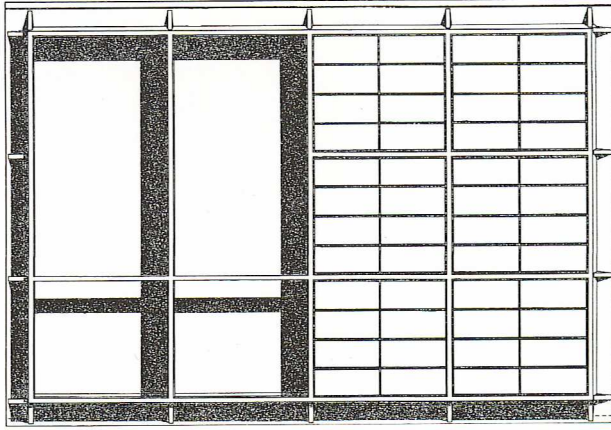
Tel Çerçeve İle Oluşturulan Dikdörtgenin Mimarideki Yeri:

Genellikle imalat kolaylığı, kullanılabilirlik ve ekonomik açıdan kare ve dikdörtgen türevleri olarak imal edilen yapılar, dikdörtgen formunu planlarında kesitlerinde yansıtırlar. Dikdörtgen şeklini sadece yapının yatay ve düşey düzlemlerinde değil, aynı zamanda yapı elemanlarında da görmek mümkündür. Bu tasarım şeklini kolon ve kirişlerin oluşturduğu karkas sistemde hem planda hem kesitte görebiliriz.

Tel çerçeve ile oluşturulan dikdörtgen, sistem olarak en iyi betonarme kolon-kiriş ile oluşturulmuş karkas taşıyıcı yapılar algılanmaktadır. Bu sistemde taşıyıcının tek başına imal edilerek daha sonra döşeme, duvar gelebildiği gibi; taşıyıcı ile beraber perde duvar ve betonarme döşeme imalatı da mümkündür.

Tel çerçeve ile oluşturulan taşıyıcı sistemin yararı çok katlı yapılaşmaya izin vermesi ve sistemin statik hesabının yığma yapılara göre daha sağlıklı çözülmesidir.

Yapım sürecinde ve tasarım sürecinde dikkat edilmesi gereken kolon kiriş birleşim noktalarının doğru detaylandırılıp yerinde imalatıdır. Tel çerçeve olarak ahşap çelik ve benzeri malzemelerle dikdörtgenler prizması formunda taşıyıcı imalatı da mümkündür. Bu imalatlarda da yine birleşim noktaları deprem sırasındaki yük aktarımının sağlıklı olabilmesi açısından önemlidir.



Şekil 49-50. Rue de Meaux Evleri Cephe Kaplamaları, Terracotta Cephe Kaplamaları Sisteminin Hazır Cephe Sistemine Uygulanması, Paris, Fransa, 1988-91

(Kaynak: Renzo Piano Building Workshop, Phaidon, Volume One, 2001, Sayfa 225)

“17 Ağustos 1999 Marmara Depreminde yıkılan pek çok binanın zemin katlarının müteahhit- işveren isteği ve ekonomik-ticari koşullar ile yaşam şartları doğrultusunda dükkân, market, depo galeri gibi iş yeri olarak yapıldığı belirlenmiştir. Bu binaların zemin katlarının iyi bir iş yeri olabilmesi için kolonları ve bölme duvarları az yapılmış ya da kaldırılmış, ön cepheye cephe tasarımına engel olduğu gerekçesi ile az sayıda ve ince kesitli kolonlar konulmuş, zemin kattaki iş yerlerinin yüksekliği asma kat yapılması için normal katlardan daha yüksek tutulmuş, tavanlardan kiriş sarkmaması için projede düşünülmesi dahi asmolen ya da kirişsiz döşeme yapılmış ve daha sonra yapılan tadilatlar ile asma katlar ilave edilmiştir. Böylece rijitliğe sahip olmayan katlar oluşturulmuştur. Asmolen döşemelerde döşeme ile aynı derinlikte yatık kirişler kullanılması durumu, kat düzeyindeki eğilme rijitliğinin düşmesine neden olduğundan kolon uçlarında büyük dönmeler oluşarak yanal ötelenmeler artmıştır.”²⁷

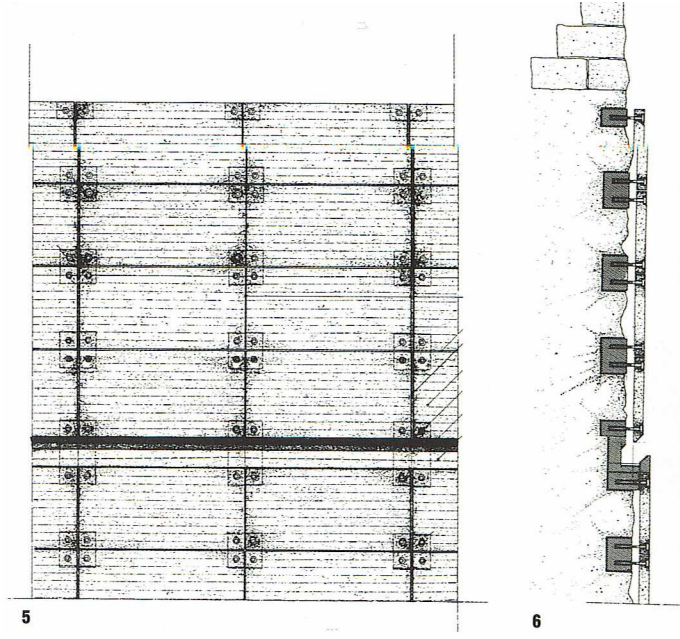
Dolu Yüzey İle Oluşturulan Dikdörtgen:

Dolu yüzey ile oluşturulan dikdörtgenin tel çerçeve dikdörtgene göre dayanımı fazladır. Bunun nedeni yüzeyin, dikdörtgenin kendi düzemi doğrultusunda aldığı kuvvetlerin yarattığı köşe açılmalarını yâda deformasyonları engelliyor oluşudur. Ancak üç boyutlu ortamlarda etkiyen kuvvetlerin dolu düzey dikdörtgene etkileri tel çerçeve dikdörtgen ile aynıdır. Bunun nedeni dikdörtgenin zayıf yönde aldığı kuvvete karşı dayanımının az oluşudur.

Boyu eninin bir birkaç katı olan bir dikdörtgenin dar kenarlarından birine paralel olarak gelen bir yük eğer dikdörtgenin köşelerinden birine yakın olarak uygulanmışsa dikdörtgenin merkezine göre dönme kolu uygulamış olacaktır. Bu dönme kolu (Moment Kolu) dikdörtgenin burkulmasına veya deforme olmasına neden olmaktadır. Dikdörtgenin oransal farklılıklarından dolayı doğabilecek dönme momenti etkisine karşı dayanımı zayıftır. Bunun önlenmesi için dikdörtgenin dolu yüzey olarak imal edilmesi yük aktarımında dayanak noktalarını artıracığı için yeterlidir.

Dolu Yüzey İle Oluşturulan Dikdörtgenin Mimarideki Yeri:

Yapıda pek çok dolu yüzey ile oluşturulan dikdörtgen formlu eleman vardır. Hem yatay düzlemde hem de düşey düzlemde yer alabilen bu elemanlar yapının kendisini de dolu yüzey dikdörtgen yüzeylere sahip bir bina haline getirebilmektedir. Tamamen tasarım ile şekillenebilen bu elemanların narinliği deprem dayanımı açısından önemlidir. Ayrıca yapı elemanlarının kendi dayanımları açısından da en ve boylarının oranı birbirine yakın tutulmalıdır.



Şekil 51. Valetta Şehir Kapısı, Valetta, Malta

(Kaynak: Renzo Piano Building Workshop, Phaidon, Volume One, 2001, Sayfa174)

Dikdörtgen Plakaların Duvar Kaplaması Olarak kullanımı İki Boyutlu Dolu Yüzey Dikdörtgen Kullanımına Örnektir.

3.1.5. Çokgen:

Tel Çerçeve İle Oluşturulan Çokgen:

Yük çokgenin köşesine yâda kenarına yine çokgen ile aynı düzlemde ancak kenarın açıortayı ile uygulanırsa; uygulandığı köşeyi ve karşı köşesini geniş açı olacak şekilde ve diğer köşeleri de dar açı olacak şekilde esnetecektir.

Bunların dışında çokgenin kendi düzleminden farklı bir düzlemden gelen kuvvetlere karşı, kuvveti zayıf yönde aldığından dolayı, dayanımı azdır. Bu tarz bir yüklemenin sonucu olarak çokgen ya üç boyutlu bir biçim oluşturacaktır, yâda ötelenecektir.

Tel Çerçeve İle Oluşturulan Çokgenin Mimarideki Yeri:

Yapılar Çoğunlukla çokgen olarak imal edilmezler. Bunun yanında ABD Savunma Merkezi Pentagon Binası hem beşgen şeklindedir, hem de beşgen anlamına gelen “Pentagon” adı ile anılır.

Genellikle imalat kolaylığı, kullanılabilirlik ve ekonomik açıdan kare ve dikdörtgen türevleri olarak imal edilen yapılar, çokgen formunu özel tasarımlarda veya detaylarda yansıtırlar.

Dolu Yüzey İle Oluşturulan Çokgen:

Dolu yüzey ile oluşturulan çokgenin tel çerçeveye göre dayanımı fazladır. Bunun nedeni yüzeyin, çokgenin kendi düzlemi doğrultusunda aldığı kuvvetlerin yarattığı köşe açılmalarını yâda deformasyonları engelliyor oluşudur. Ancak üç boyutlu ortamlarda oluşturulan kuvvetlerin dolu yüzey ile oluşturulan çokgenlere etkileri tel çerçeve ile oluşturulan çokgenlerle aynıdır, nedeni de karenin zayıf yönde aldığı kuvvete karşı dayanım azlığıdır.

Dolu Yüzey İle Oluşturulan Çokgenin Mimarideki Yeri:

Dolu yüzey ile oluşturulan çokgenler, iç açılarının geniş olmasından kaynaklanan, dış yüklere karşı dayanım eksikliği sorunu ile karşı karşıyadır. Bu sorun çokgenleri zayıflatırken, düzenli oluşturulan kimi çokgenlere de dayanım sağlamaktadır. Örneğin petek şeklinde inşa edilmiş altıgenlerin, bir bütün olarak dış güçlere karşı dayanımı fazladır. Bu özellik de tamamen altıgen birleşimlerin birleşim sırasında yaptıkları açılardan kaynaklanmaktadır.



Şekil 52 : Renzo Piano'nun Üç Boyutlu Birleşimler Üzerine Etüt Maketleri
(Kaynak: Renzo Piano Building Workshop, Phaidon, Volume Two, 2001, Sayfa89)

3.1.6 Malzemedен Bağımsız Olarak Şekillerin Dayanımı

Geometrik şekillerin oluşturduğu çerçevelerin üzerlerine uygulanan güçlere karşı dayanımlarını kıyaslamak gerekirse, en güçlü şekil daire olacaktır. Bunun sebebi dairenin mümkün olan en az birleşimle, yani zayıf nokta ile donatılmış olmasıdır. Dairede birleşim sayısı sıfırdır. Bunun yanında ikinci şekil bir üçgendir. Üçgende zayıf noktalar yani burulma ve kırılmaların yaşanabileceği birleşim adedi üçtür. Sonra dörtgen gelir ve bunları çokgenler izler. Birleşim noktası arttıkça, şeklin bir öncekine göre uygulanacak kuvvetlere dayanımı azalacaktır.

Yapılarımıza dönersek; görürüz ki yapılarımızın genellikle dikdörtgenler prizmaları şeklinde taşıyıcı tasarımlarına sahiplerdir. Bu sadece bir düzlem dikkate alındığında bile pek çok düğüm noktası ve zayıf nokta anlamına gelmektedir. Bunun yanında yapıların üç boyutlu ortamda birleşimleri göz önüne alındığında zayıf noktaların katlanarak arttığı görülecektir. Yapıların zayıflığına neden olan bu özellik azaltılabilir. Dikdörtgenler prizması şeklinde olan taşıyıcı sistem dayanımı artırılması için daha az birleşimi olan üçgenlere bölünebilir. Bu sistemin her noktada uygulanması, ekonomik olmayabilir.

Ayrıca yapının fazladan yüklerle donatılması gücü kendi üzerinde toplayacağından yine zararlı olabilir. Bu sebepten tasarımın ve hesapların doğru yapılması buna göre de uygulamanın sadece gerekli noktalarda yapılması yeterli olacaktır

3.1.7 Şekillerin Bölünmesi:

Karenin ya da dikdörtgenin birleşim noktalarındaki zayıflık çapraz gelen ya da homojen yayılmayan kuvvetlerdeki dayanımında sorun yaratacağı düşünülüyorsa şeklin daha rijit şekillere küçültülmesi uygun olacaktır. Kareden daha uygun bir şekil olan üçgen dayanımı artıracaktır.



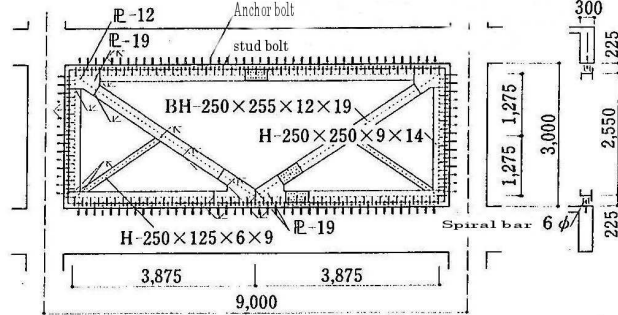
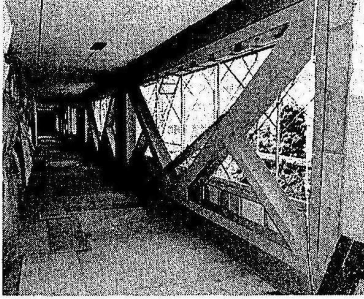
Şekil 53. Şen Deri ve Konfeksiyon Fabrika Binası Çelik Platform İmalatı, Yenibosna, İstanbul

Fotoğrafta hem yataydaki hem düşeydeki düzlemlerde oluşturulan tel çerçeve dikdörtgenler prizmalarının, esnemeler karşısında dayanımı açısından, tel çerçeve dikdörtgenlerin üçgen bölümlere ayıran payandalar ile desteklenmesi görülmektedir.

Kareyi üçgenlere bölmek için ya bir diyagonal ile iki üçgene ayırmak ya da iki diyagonal ile dört üçgen yapmak en makul çözümlerdendir.

Fotoğraftaki çelik platform klima santrallerinin taşınması için tasarlanmış özel bir imalattır. Santrallerin sadece düşeyde yükü olacaktır. Bunun dışında da depremin de yatay yükleri olacaktır. Sadece bir düşey çerçeveyi ele alırsak santralin yükünü karşılayabilmek için düşünülen çelik kirişlerin kesitini küçük tutmak ve çerçevenin 90° lik köşe açılarını

deprem esnasında muhafaza edebilmek için üçgen payandalar eklenmiştir. Bu yine dikdörtgen çerçevenin dayanımını artırmak için alınmış bir önlemdir.



Şekil 54. Deprem Kirişleri

(Kaynak : JICA 2002)

3.2 Temel Biçimler

Asal şekiller, açık düzgün ve kolayca tanınabilen hacimler üretmek amacı ile uzatılabilir veya eksenleri etrafında döndürülebilir. Daireler, küre ve silindirleri; üçgenler, koni ve piramitleri; kareler, küpleri üretir. Bu bağlamda katı cisim terimi maddenin sertliğinden çok üç boyutlu geometrik bir cisimi veya figürü anlatmaktadır. ²⁸

3.2.1.Küp:

Küp, eşit boyutlarda altı kare yan yüz ile sınırlanan ve eşit uzunluklarda on iki kenarı bulunan prizmatik bir cisimdir. Boyutlarının eşitliğinden dolayı belirgin hareketi yâda yönelimi olmayan; kenarları yâda köşelerinden birisi üzerinde durmadığı sürece durağan bir cisimdir. ²⁹

Tüm biçimler geometrik olarak üç boyutlu olarak tanımlanır. Mimari olarak üç boyutluluk ise; biçimin yüzeylerinin birbirini tekrar etmeyen ve paralel olmayan düzlemlerde olması halidir. Bu nedenle “küp mimari olarak iki boyutludur” denir. Düzgün bir biçimin mimari olarak iki boyutlu olması ile üç boyutlu olması arasındaki fark genellikle, geometrik merkezinin ve rijitlik merkezinin, biçimin durağan olduğu tabana olan yakınlığını

etkilemektedir. Rijitlik merkezinin tabana yakın olması durumu ise, biçimin deprem gibi yanal kuvvetlere karşı dayanımını artıran bir özelliktir.

Eş karelerden oluşmuş bir küpünde ağırlık merkezi rijitlik merkezi ile çakışmaktadır. Bu da deprem gibi afetlerde aranan bir özelliktir. Bunun sebebi ise rijitlik merkezinin geometrik merkez ile arasındaki mesafenin deprem kuvvetinin oluşturduğu yük için moment kolu oluşturmasıdır.³⁰ Eğer yapının yâda yapı elemanlarının moment kuvvetini oluşturmalarına izin vermezsek, yapı deprem sırasında burkulma ve dönmeleri minimuma indirmiş olacaktır. Buna bağlı olarak da yapı deprem hasarı en aza indirilecektir.

Tel Çerçeve İle Oluşturulan Küp:

Küp karelerin birleşmesi ile oluşmuş bir biçimdir. Dikdörtgenler prizmasının en özel biçimidir. Küpün kenarlarının birbirine eşit olması, dışarıdan etkiyen kuvvetlere karşı dayanımını arttırır.

Küp tel çerçeve ile oluşturulduğunda gerçek anlamda karelerden oluşturulmuş olacaktır. Karenin tekrarlanması ile oluşmuş olduğundan karenin özelliklerini taşımaktadır. Ancak kareden farklı olarak üçüncü boyutta da alan ve hacim kaplamaktadır. Bu özellik üçüncü boyuttaki kuvvetlerin etkisini de beraberinde getirmektedir.

Üçüncü boyuttaki yükler kareleri sadece kendi düzlemleri doğrultusunda değil üçüncü boyuttaki her doğrultudan etkileyebilmektedir. Bunun sonucu olarak da tel çerçeve ile oluşturulan küpün kenar ve köşe birleşimlerinde malzemeye bağlı olarak, kırılma, eğilme ve ayrılma şeklinde deformasyonlar olacaktır.

Biçimin dayanımını etkileyen en önemli iki faktör strüktürel devamlılığı ve birleşim noktalarındaki dayanımıdır.³¹ Tel çerçeve ile oluşturulan küpün diğer biçimlere göre avantajı kenarlarının eşit uzunluklarda oluşu ve eşit açılar ile birleşmiş olmasıdır. Küp bu avantajını, uygulanan yükü, kenarları ve birleşimleri üzerinden rahatça aktararak göstermektedir. Aktarma sırasında malzemeye bağlı en fazla zorlanma köşe birleşim noktalarında görülmektedir.

Tel Çerçeve İle Oluşturulan Küpün Mimarideki Yeri:

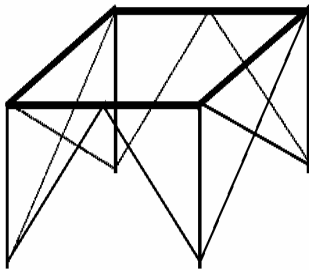
Tel çerçeve ile oluşturulan küp, dikdörtgen prizmasının bir türevi olarak, yapılarda yer alır. Bunun en iyi örneği betonarme karkas taşıyıcı sistem elemanlarının oluşturduğu küptür. Kolon kiriş birleşimlerinden oluşan sistemin en boy ve yüksekliklerinin aynı olarak tercih edilmesi durumudur. Bunun sayesinde oluşacak pek çok sıkıntının başında birleşim yerlerinde doğacak gerilmeler ve sıkışmaların karenin deformasyonuna yardımcı olması gelir. Ancak küpün yüzlerinden birini oluşturan kare kendi düzlemi dışındaki bir doğrultudan yüke maruz kaldığında küpün o doğrultuya paralel olan yüzlerinden destek görecektir. Bu durum sadece daha çok dolu yüzey küp için geçerli olsa da tel çerçeve küpünde oluşturduğu malzemenin dayanımı söz konusudur.



Şekil 55. Deprem Bağlantıları

(Kaynak: Basic Structural Theory Spring2003, MIT Open Course, Architecture

<http://ocw.mit.edu/NR/rdonlyres/Architecture/4-440Basic-Structural-TheorySpring2003/9474B311-F134-4662-8F00-4BC44ABAB230/0/14.pdf>)



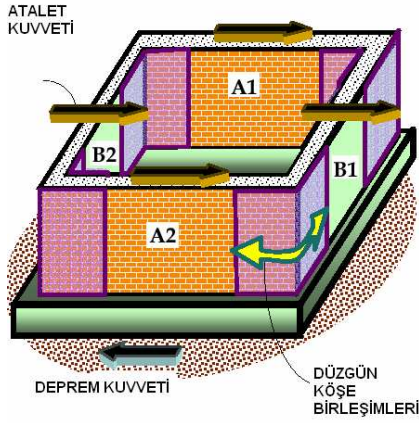
Şekil 56. Küp Formunun Üçgen Elemanlar ile Güçlendirilmesi

(Kaynak: Basic Structural Theory Spring2003, MIT Open Course, Architecture

<http://ocw.mit.edu/NR/rdonlyres/Architecture/4-440Basic-Structural-TheorySpring2003/9474B311-F134-4662-8F00-4BC44ABAB230/0/14.pdf>)

Dolu Yüzey İle Oluşturulan Küp:

Kareden farklı olarak üçüncü boyutta yer alan ve hacim kaplayan küp; karenin tekrarlanması ile oluşmuş olduğundan karenin özelliklerini taşımaktadır. Dolu yüzeyler ile oluşan küp kareden farklı olarak kendi yüzeylerine dik olarak gelen yüklere karşı dayanıklıdır. Bunun nedeni ise küpün bir yüzeyine dik olarak gelen kuvvete karşı o yüzeyin zayıf yönde kalmasına rağmen, küpün diğer yüzeylerinin bu yüke karşı kuvvetli yönde direnç göstermesidir.



Şekil 57 : Zayıf Duvarların Kuvvetli Duvarlara Kuvvet Aktarma Bölgeleri

(Kaynak: IITK, Government of National Capital Territory of Delhi. Learning Earthquake Design and Construction, Earthquake Tip 13, Sayfa 1)

Kuvvetli yönde alınan bu desteğin en önemli etkini her bir yüzeyi birbirine bağlayan kenarlardır. Eğer kenarlarda dayanım ve yük aktarımı doğru malzemelerle ve doğru teknikler ile yapılabilirse küplerin kendilerine dik olarak gelen yüklere karşı dayanımı sağlanmış olur.

Dolu Yüzey İle Oluşturulan Küpün Mimarideki Yeri:

Yapıda dikdörtgenler prizmalarının kullanıldığı hemen her alanda küpte kullanılabilir. Bunun yanında formsal kaygı olarak yapını kendisinin küp şeklinde tasarlanmasına pek

çok yerde rastlanmıştır. Hatta mimarlar odasının amblem olarak kullandığı ilk yapı planı bile kenarına eş yükseklikte imal edildiğinde küp biçiminde olacaktır.

Dolu yüzey ile oluşturulan küp formu, kapı pencere boşlukları ihmal edilmiş olan kesiti ve planı eş kareler olan her oda da incelenebilir. Bu gibi oda formlarında yere yatay olan plakalar döşeme plakları, yere düşey olarak düzenlenmiş plaklar ise duvarlar olacaktır.

Dolu yüzey ile oluşturulan küp formunun odalarda faydası deprem gibi karmaşık frekanslı yatay ve düşey yükleri bir arada bulunan kuvvetlerin yapıya uygulanma esnasında görülebilmektedir. Yapının taşıyıcı sisteminin karkas (Tel Çerçeve) olması durumunda, kolon kiriş birleşim yerlerine uygulanan kuvvetler içi boş çerçeve sistemlerini deforme ederek özellikle birleşim noktalarından tahrip olmaya zorlamaktadır. Ancak bu çerçeve sistemlerinin içlerinin, dolu yüzey ile oluşturulan küpün yan yüzleri gibi, duvarlar ile dolu olması durumunda, duvarların dolgu eleman olarak iş görmesi sayesinde, birleşim noktalarındaki tahribat azaltılabilecektir.

Masif Küp:

Küp ve diğer tüm biçimlerin en rijit oldukları durum masif olma halidir. Biçimi etkileyen birçok yüke karşı dayanımının en az olduğu nokta yük aktarımının yapılamadığı yâda aktarımın zorlandığı noktalardır. Tel çerçeve küpte ve dolu yüzey küpte de bu bölge küpün iç bölümüdür.

Küp yük aktarımını ya kenarlarından yâda yüzeyinden yapmaktadır. Küpün iç bölümü ise yük aktarılırken, dayanımı zayıflatan bölge olarak görev yapmaktadır. Bunun sebebi; yük küpe dışarıdan uygulandığında, genellikle doğrultu olarak küpün iç bölümünden geçerek aktarılmak istemesidir. Ancak küpün iç bölümü boş olduğu için ve yük aktarımı bu bölgeden yapılmadığı için küpün dış konturu iç bölgeye doğru zorlanacaktır. Buda tahribata yol açacaktır.

Masif küpte ise küpün iç bölgesi uzay düzlemindeki tüm doğrultularda doludur. Bu doluluk küpe tüm doğrultularda yük aktarımı yapabilme şansı tanımaktadır. Küp masif halde iken, malzemedan bağımsız olarak, en dayanıklı halini alır.

Masif Küpün Mimarideki Yeri:

Masif küpün bir yapı formu olarak kullanılması pek alışıl gelmiş bir durum değildir. Ancak yapı elemanı ve dekoratif öğeler olarak yapıda pek çok noktada görülebilir.

Yapının betonarme münferit temel pabuçları k p formunda donatılı betondan  retilbilir. Ayrıca betonarme mevcut binanın yeni ek katlarının  elik taşıyıcı ile tasarlanması durumunda  elik kolonların basacağı kaideler k p formunda hazırlanabilir. (Şen Deri, 2005) K p ayrıca pek çok yığma yapıda yapı taŐı olarak kullanılmıştır. Gerek kerpiç yapılar da, gerekse taş yapılar da k p formunda üretilmiş taş ve kerpiç bloklar görülebilir.



Şekil 58. Saray Odalarından Biri

(Kaynak:<http://www.agri.gov.tr/ishak/22.html>)

İshak Paşa Sarayında harem odalarından birinin duvarında k p formulu taş duvar elemanları görülmektedir.

3.2.2. Dikdörtgenler Prizması:

Dikdörtgenler prizması iki ya da üç farklı dikdörtgenin oluşturduğu altı yüzlü prizmaların genel adıdır. İncelenmesi gereken üç ana başlık altında toplanmıştır. Bu başlıklar dikdörtgenler prizmasının bir boyutunun diğer iki boyutuna göre oransal olarak aşırı farklılık göstermesi ile ilgilidir. Bu farklılık prizmanın karakterini etkilemektedir ve prensipte aynı yüklere aynı tepkileri verirlerken aşırı yükler altında verdikleri tepkiler farklılık gösterebilmektedir.

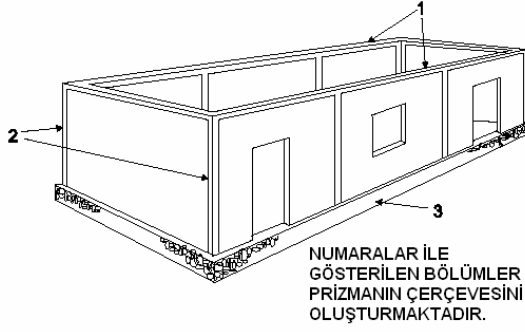
Tel Çerçeve İle Oluşturulan Dikdörtgenler Prizması:

Tel çerçeve ile oluşturulmuş dikdörtgenler prizmasının küpten farklı olarak dayanımı tamamen dikdörtgenlerin kenarlarının birbirileri oranlarına bağlıdır. Bu kenarların uzun ya da kısa olmaları yükler karşısında moment kollarının oluşturacağı kuvvetleri artırıp azaltabileceğinden önemi büyüktür. Ayrıca kenarların birleşim noktaları yük sönmüleyicilik özelliği açısından, piramitte olduğu gibi üçgene tamamlayan açılar sergilemedikleri için, köşelerden gelen yüklere karşı tel çerçeve ile oluşturulmuş bir prizmanın dayanımı azdır.

Dikdörtgenler prizmasının bir boyutunun diğerlerine göre fazla uzun olduğu hallerde dönme ve burulma etkileri daha fazla görülebilmektedir. Bu durumda tel çerçevenin malzemesel dayanımını artırmanın yanında daha küçük parçalar haline gelecek şekilde bölerek yâda en azından ek elemanlar vasıtası ile kendi içinde bölüntüler yaratarak daha rijit bir form elde etmek gerekir.

Tel Çerçeve İle Oluşturulan Dikdörtgenler Prizmasının Mimarideki Yeri:

Tel çerçeve ile oluşturulan dikdörtgenler prizmaları yapılarda taşıyıcı sistemlerde görülebildiği gibi, aynı zamanda bölücü elemanlar ve özel tasarımlarda süsleme elemanı olarak yer alabilmektedir. Küpten farklı olarak kenarların oranlarının farklılıklar göstermesi gerek taşıyıcı tasarımında olsun gerekse yapıda kullanılan her hangi bir elemanda, yapılan imalatlar, proje ve hesaplar sonrası yapılmalıdır



Şekil 59. Genellikle Betonarme Elemanlar İle Çerçevesiz Duvar
(Kaynak: Indian Institute of Technology, IAEE, nicee, Guidelines for Earthquake Resistant Non-Engineered Construction 2004, Chapter 3, Sayfa 5)

Dolu Yüzey İle Oluşturulan Dikdörtgenler Prizması:

Dolu yüzeyler ile oluşan dikdörtgenler prizması tel çerçeveden farklı olarak kendi yüzeylerine dik olarak gelen yüklere karşı dayanıklıdır. Bunun nedeni ise dikdörtgenler prizmasının bir yüzeyine dik olarak gelen kuvvete karşı o yüzeyin zayıf yönde kalmasına rağmen, prizmanın diğer yüzeylerinin bu yüke karşı kuvvetli yönde direnç göstermesidir.

Her ne kadar bahsi geçen bu özellik kenarların birbirine oranı ile kendi içinde farklılık gösterse de, yine de dayanımın artmasının nedeni yük aktarımının dolu yüzeyler üzerinden olmasıdır.

Eğer yük aktarımı doğru malzemelerle ve doğru teknikler ile yapılabilirse dikdörtgenler prizmalarının kendilerine dik olarak gelen yüklere karşı dayanımı sağlanmış olur. Ancak dikdörtgenler prizmalarının, doğru teknikler kullanılmasına rağmen kuvvetin köşeye uygulanması durumunda, kenar ve yüzeye uygulanan kuvvetlere karşı görece zayıf olacaktır. Bunun da nedeni yükün yüzeylerden aktarımı sırasında kenar noktalarını zayıflatmasıdır.³²

Dolu Yüzey İle Oluşturulan Dikdörtgenler Prizmasının Mimarideki Yeri:

Dolu yüzey ile oluşturulan dikdörtgenler prizması formu da küp gibi odalarda görülebilir. Ayrıca bazı bölme duvar elemanları (Alçıpan duvar), kapı doğramaları dolu yüzey ile oluşturulan dikdörtgenler prizmasına örnektir.

Bu formun odalarda faydası deprem gibi karmaşık frekanslı yatay ve düşey yükleri bir arada bulunan kuvvetlerin yapıya uygulanma esnasında görülebilmektedir. Yapının taşıyıcı sisteminin karkas (Tel çerçeve) olması durumunda kolon kiriş birleşim yerlerine uygulanan kuvvetler içi boş çerçeve sistemlerini deforme ederek tahrip olmaya zorlamaktadır. Ancak bu çerçeve sistemlerinin içlerinin, dolu yüzey ile oluşturulan küpün yan yüzleri gibi, duvarlar ile dolu olması durumunda, duvarların dolgu eleman olarak iş görmesi, birleşim noktalarındaki tahribatı azaltabilecektir.

Masif Dikdörtgenler Prizması:

Dikdörtgenler prizmaları diğer bütün formlarda da olduğu gibi içi dolu olduğunda dış yüklere karşı daha dayanıklı olurlar. Bunun nedeni, üzerlerine uygulanan yüklere karşı, yükün yönü ne olursa olsun, direnecek bir yüzeye sahip olmasıdır.

Direnç yönü genellikle yükün yönüne paralel olan yüzeyde oluşur. Bu yüzeye kuvvetli yön denir. Masif dikdörtgenler prizmasının içinde sonsuz yüzey bulunmaktadır. Bunlarda her yönden gelen yüklere karşı dayanım sergilemektedir.

Masif Dikdörtgenler Prizmasının Mimarideki Yeri:

Masif dikdörtgenler prizması küp formuna göre daha geniş kullanım yelpazesine sahiptir. İlk olarak yapı taşıyıcı elemanlarından betonarme kiriş ve kolonlar göze çarpmaktadır. Bunun yanında masif duvarlar, betonarme plak döşemeler çatı yüzeyleri farklı düzlemlerde oluşan masif dikdörtgenler prizmasına örnektir.

3.2.2.1 Prizmanın Bir Boyutunun Oransal Olarak Fazla Uzun Olması Durumu:

Prizmanın bir boyutunun oransal olarak fazla uzun olması durumunda dışarıdan etki edecek yüklere karşı dayanım, yükün geliş yönüne göre iki şekilde tanımlanabilir. Bunlardan ilki yükün uzun kenarlardan birine dik olarak gelmesi durumudur. Yükün uzun kenarlardan birine dik olarak gelmesi halinde dikdörtgenler prizması malzeme niteliklerine ve bağlı olduğu noktanın yükün etkime noktasına olan uzaklığına da bağlı olarak burulma,

bükülme veya ötelenme durumlarından birini sergileyecektir. Bu duruma prizmanın kesitinin boyuna oranına bağlı olarak, prizmanın narinliği de denir. Taşıyıcı dayanımında önemli olan narinlik oranını kabul edilebilir sınırlar içinde tutabilmektir.

Yapılarda kolon ve kirişler tek başlarına ele alındığında bu sınıfa girmektedir. Ayrıca yatay olarak uygulamak deprem kuvvetleri de kolon kiriş bağlantı noktalarında kolonları yukarıda anlatılan şekilde etkilemektedir.

Yükün etkime şekline göre ikinci seçenek ise; yükün prizmanın dar kenarına dik olarak etkimesi durumudur. Bu etkime şeklinde oluşan moment kolu yine malzeme, etkime noktası ve kesit-boy oranlarına da bağlı olarak karşılaştırıldığında burulma, bükülme veya ötelenme durumlarından birini sergileyecektir. Ancak burada önceki seçenekten farklı olarak burulma, bükülme veya ötelenme daha az olacaktır. Bu tamamen moment kolunun biçimin kuvvetli yönünün dayanımına karşı daha zayıf kalması durumudur.

Bu sınıfa yine kolon kiriş örnekleri verilebilir. Ancak kuvvetin etkime yönü kolona binanın ağırlığının etkimesi yönü ile aynıdır. Kolonlar bu geometrik özelliklerinden dolayı yapı ölü yükünü taşımakta, yatay yükleri taşımaya göre daha başarılıdırlar. Ayrıca yatay olarak uygulan deprem kuvvetleri de kolon kiriş bağlantı noktalarında kirişleri yukarıda anlatılan şekilde etkilemektedir.

Oransal olarak bir boyutunun diğerlerine göre çok uzun olması durumunda durum biraz daha farklıdır. Bunun sebebi, şeklin yükler karşısında narinliğinin artmasıdır. Zayıf olan bölüm arttığı için çubuk sistemlerde dayanım azalacaktır. Biçim kuvvetli yönde dayanıklı olmasına rağmen, zayıf yönde esneme ve kırılabilirliği sadece malzeme cinsi ile sınırlıdır.

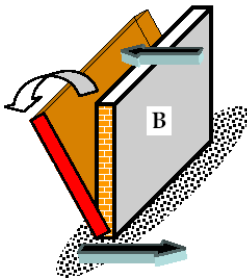
Yapılarda ise buna benzer özellikler görülmektedir. Eğer yapı planda çok uzun ve narin inşa edilmiş ise toprağın oturması veya deprem etkisi ile yapının iki ucunda kot ve aks farklılıkları doğabilir. Bunun önüne geçebilmek için yapı mümkün olduğunca rijit parçalara ayrılmalıdır. Bu ayırma işlemine dilatasyon denir. Ayrılmış olan her parça statik hesaplarda dikkate alınarak mümkün olduğunca küp şekline yakın olmalıdır. Bu sayede küp şeklinin dayanımı yapıda uygulanmış olunur.

3.2.2.2 Prizmanın Bir Boyutunun Oransal Olarak Fazla Kısa Olması Durumu:

Prizmanın bir boyutunun oransal olarak fazla kısa olması durumunda, prizma plaka şeklinde bir görünüm sergileyecektir. Plakalarda kuvvetli yön ve zayıf yön olguları ayırt edilebilmektedir. Bu tip plakalarda kuvvetin şiddetinden çok, plakaya göre uygulanma doğrultusu farklılıklara neden olur.

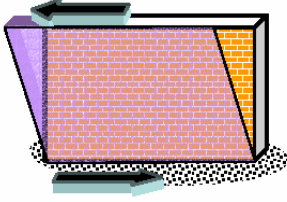
Kuvvetli yönde uygulanan yükler, plakaları malzemesel mukavemete bağlı olarak ya öteleyecektir, ya da burulmalarına neden olacaktır. Bunun yanında zayıf yönde gelen yüklerin kuvvetli yöne göre etkileri fazla olacaktır. Bu gibi durumlarda malzemenin niteliğine göre burulma, kırılma ya da ötelenme gerçekleşebilir.

Kare Prizmaların, oransal olarak bir boyutunun diğerlerine göre çok kısa olması durumunda şeklin tek başına yatay yüklere karşı dayanımı problemi doğacaktır. Şeklin uzun olan kenarına paralel gelen kuvvetler şekil üzerinde fazla bir etkide bulunmayacaktır. Bu gibi yüklere karşı dayanımı malzemenin elverdiği ölçüde yeterli olacaktır. Ancak şeklin uzun olan kenarına dik gelen kuvvetlere karşı dayanımı yetersiz olacaktır. Bunun nedeni; Bu şekildeki cisimlerin, kendi içerisinde plandaki X ve Y yönlerinde göreceli olarak dayanım oranları vardır. Yatay düzlemde duvar dar kenarı (X), alırsak uzun kenarını da (Y) olarak alınırsa, (X) in (Y) ye göre yatay yüklere karşı dayanımı daha azdır denir.



Şekil 60. Deprem Sarsıntısı Yönü

(Kaynak: IITK, Government of National Capital Territory of Delhi. Learning Earthquake Design and Construction, Earthquake Tip 12, Sayfa 1)

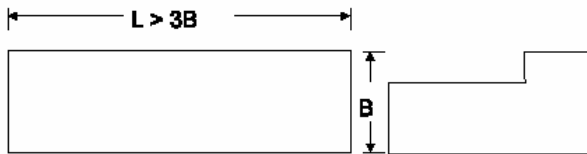


Şekil 61. Deprem Sarsıntısı Yönü

(Kaynak: IITK, Government of National Capital Territory of Delhi. Learning Earthquake Design and Construction, Earthquake Tip 12, Sayfa 1)

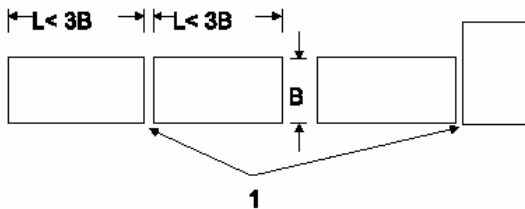
3.2.2.3 Oransal Olarak Her Üç Boyutunun da Birbirine Yakın Olması Durumu:

Prizmanın oransal olarak üç boyutunun da birbirine yakın olması durumu prizmanın rijitliği açısından önemlidir. Bir boyutun oransal olarak fazla uzun olması veya fazla kısa olmasında çeşitli problemler ile karşılaşılabilir. Problemleri en aza indirebilmek için temel ilke prizmanın en kısa kenarının uzunluğunun, en uzun kenarına oranının 1/3 den küçük olmamasıdır.³³ Bu sayede daha rijit formlara ulaşılmış olunur.



Şekil 62. Uzun Yâda Simetrik Olmayan Tercih Edilmeyen Plan

(Kaynak: Indian Institute of Technology, IAEE, nicee, Guidelines for Earthquake Resistant Non-Engineered Construction 2004, Chapter 3, Sayfa 4)



Şekil 63. Planların Bölünmesi

(Kaynak: Indian Institute of Technology, IAEE, nicee, Guidelines for Earthquake Resistant Non-Engineered Construction 2004, Chapter 3, Sayfa 4)

3.2.3.Piramit:

Çokgen bir tabana ve bir noktada veya köşede buluşan üçgen yan yüzlere sahip bir polihedrondur. Piramit konininkine benzer özelliklere sahiptir. ³⁴

Piramidal prizmaların kare tabanlıları en çok alışlagelmiş olanıdır. Bunun dışında üçgen tabanlı olabildiği gibi, çokgen tabanlı olanları da vardır. Piramit üçgenlerin oluşturduğu üç boyutlu bir biçimdir. Üçgenler için geçerli her şey piramit içinde geçerlidir. Ancak piramidi oluşturan üçgenlerin her birinin farklı düzlemlerde olmasından dolayı uygulanan yükleri birbirileri vasıtası ile sönmleme yetenekleri vardır.

Eş üçgenlerden oluşmuş bir piramidin ağırlık merkezi geometrik merkezi ile çakışmaktadır. Bu üç boyutlu biçimler için önemli bir özelliktir. Bu sayede dışarıdan uygulanan yükleri biçim bir bütün olarak algılar ve bir bütün olarak hareket eder. Ağırlık merkezi ile geometri merkezinin çakışması, deprem gibi afetlerde biçim dayanımı açısından aranan bir özelliktir.

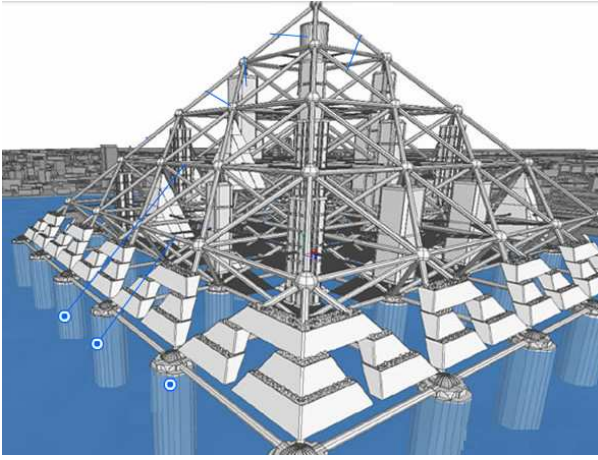
Tel Çerçeve İle Oluşturulan Piramit:

Malzemedden bağımsız olarak piramit bu biçimden önce incelediğimiz biçimlere oranla üstün özelliklere sahiptir. Bunlardan en önemlisi dayanıklı ve kararlı bir şekil olarak tanımladığımız üçgenlerin birleşiminden meydana gelmektedir. Bunun yanında diğer biçimlerden farklı olarak geometrik üç boyutluluğunun yanında mimari olarak da üç boyutlu bir biçimdir. Bu özelliği tüm dış yüzeylerinin farklı düzlemlerde yer alması olarak tanımlanabilir. Dikdörtgenler prizmasının ya da küpün üç adet farklı düzlemi vardır. Oysa piramidin her yüzü farklı bir düzlemdir. Piramidin mimari üç boyutluluk özelliği dış yüklerle karşı daha fazla kuvvetli yön oluşturacağı için önemlidir.

Tel Çerçeve İle Oluşturulan Piramidin Mimarideki Yeri:

Bazı kare planlı yapılarda çatı elemanı olarak kullanılan piramit tel çerçeveye en iyi örnektir. Bunun yanında çatı kaplamalarında kullanılan uzay kafes sistem hafifliğinden dolayı pek çok parçanın birleşimi ile oluşturulan bir sistemdir.

Deprem ile yaşamayı öğrenmiş ülkelerde depreme karşı güvenlik ilk olarak uygulanması gereken şarttır. Japonya artan nüfusuna karşın, adalar üzerinde kurulmasından dolayı, yapı yapacak alanı kısıtlıdır. Japon mimarlar ve mühendisler bu olgu üzerinde çalışmış ve pek çok alternatif geliştirmişlerdir. Bu alternatiflerden en ilginç olanlarından biriside “Pyramidcity” projesidir. Bu projede tel çerçeve bağlantılar ile dev bir piramit kent kurulmaktadır. Proje, Mısır'daki Giza Piramidinden 12 kat büyüktür.³⁵



Şekil 64. Japonya’da Yapılması Planlanan Tel Çerçeve Piramit Formundaki “Pyramidcity”
(Kaynak:<http://dsc.discovery.com/convergence/engineering/pyramidcity/interactive/interactive.html>)

Dolu Yüzey İle Oluşturulan Piramit:

Bütün yüzleri düz düzlemler olduğundan, piramit herhangi bir yüzü üzerinde durağan bir şekilde oturabilir. Koni kararsız bir biçim iken piramit nispeten daha sert hatlı ve köşelidir.

36

Piramit formu üçgenlerden oluştuğu için üzerindeki yükleri diğer formlara göre daha rahat aktarabilmektedir. Özellikle bu üçgen bölümler dolu yüzey olduğunda dayanımı daha da artacaktır. Bunun nedeni; yük aktarımının dolu yüzeyler üzerinden daha rahat yapılabiliyor olmasıdır.

Piramidin rijitlik merkezinin diğer formlara göre tabana daha yakın olması biçimi daha stabil yapmaktadır. Bunun nedeni yüklerin biçime etkimesi sırasında, özellikle deprem yükü gibi yanal kuvvetleri ağırlıkta olan yüklerde, yükün oluşturduğu moment kolu kuvvetini rijitlik merkezinin, uygulama noktasına olan uzaklığından aldığı için; rijitlik merkezinin zemine yakın olması durumlarında biçim yanal kuvvetlere karşı daha dayanıklı olur.

Dolu Yüzey İle Oluşturulan Piramidin Mimarideki Yeri:

Dolu yüzey ile oluşturulan piramit çok fazla kullanım alanına sahip değildir. Bunun başlıca nedeni piramidin yukarı gittikçe daralan yüzeyinde, kullanım sıkıntısı çekilmesidir. Ancak belli başlı tanınmış yapılarda bu tip piramitler kullanılmıştır. Bunlardan en sıklıkla karşılaştığımız mısırdaki yer alan piramitlerdir. Büyük ve en eski piramitler masif olarak inşa edilmiş olmalarına karşın, yine Mısır'da görece daha yeni olanlar içleri boş ve daha küçük boyutlarda mezar odaları maksadı ile inşa edilmişlerdir.

Bunun yanında günümüz yapılarından Louvre Piramidi içi boş ve yüzeyi de camdan oluşacak şekilde, ışıklık ve dekoratif bir öğe olarak tasarlanmıştır.



Şekil 65. I. M. Pei's Louvre Pyramid

(Kaynak:http://encarta.msn.com/media_461560981_761561687_1_1/I_M_Pei's_Louvre_Pyramid.html)

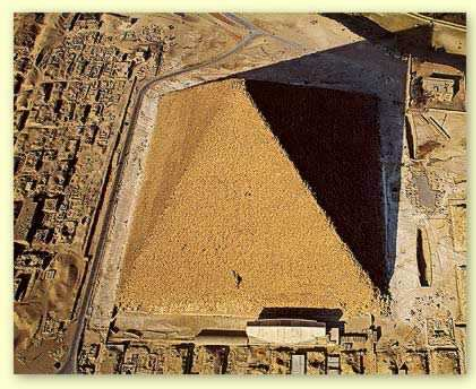
Masif Piramit:

Masif piramidin diğer öğelerden daha avantajlı olduğu açıktır. Gerek yük aktarımını kolaylaştırıcı içi dolu bir yapıya sahip oluşu, gerekse yüzeylerinin dayanımı kanıtlanmış üçgen şekillerin birleşiminden oluşu masif piramidi dayanım konusunda ayrıcalıklı kılmaktadır. Bunların yanında; tüm nesnelerin ortak sorunu olan atalet kuvvetinin oluşturacağı yükü rijitlik merkezinin zemine yakın olması nedeni ile daha rahat karşılaması piramidi diğer biçimlerden ayırıcı bir özellik haline gelmiştir.

Masif Piramidin Mimarideki Yeri:

Mısır piramitleri masif piramitler olarak inşa edilmişlerdir. Her ne kadar deprem gibi sıra dışı yüklere çok fazla maruz kalmayacak bölgelerde inşa edilmiş olsalar da yüzeylerinin bir odakta toplanıyor oluşu ve ağırlık merkezinin geometrik merkezine çakışırken aynı anda zemin düzlemine yakın oluşu piramidi yıllara meydan okuyabilen bir yapı haline getirmiştir.

Tarihte piramit şekli pek çok şekilde, özelliklede yapı süslemesi olarak görülebilir. Ancak yapının kendisinin piramit formunda yapılması ilk olarak Mısır'da görülmüştür. Günümüze kadar gelmiştir. Mısır'daki tarihi mezar yapılarının piramit formunda yapılmasının nedeni depreme dayanımı değildir. Ancak piramit şekli yinede depreme karşı dayanımı fazla olan bir yapı şeklidir. Ne var ki piramit günlük kullanımda çok tercih edilebilecek bir şekil değildir.



Şekil 66. Giza Piramidi

(Kaynak: <http://www.touregypt.net/featurestories/greatpyramid1.htm>)

3.2.4. Silindir:

Dikdörtgenin bir kenarı etrafında döndürülmesi ile üretilen bir cisimdir. Silindir, iki dairesel yüzünün merkezleri tarafından tanımlanan eksenin çevresinde merkezidir. Bu eksen boyunca kolaylıkla uzatılabilir. Dairesel yüzlerinden birisi üzerinde durduğunda durağandır; merkezi eksenini yana yatırdığında ise kararsız hale gelir.³⁷

Dairenin belli bir mesafeyi süpürmesi ile oluşan kapalı nesnelere silindir denir. Dairenin verdiği enerji sönümleyici özelliği nedeni ile yatay yüklere karşı dayanımının fazla olması silindiri tercih edilen bir form yaparken, kullanışlı olmayışı ise sadece çok gerekli mekânlar da kullanılmasına neden olmaktadır.

Dolu Yüzey İle Oluşturulan Silindir:

Tel çerçeve ile silindir olamaz. Silindirler doğası gereği dolu yüzey ile oluşturulmalıdır. Sadece kenar veya köşe ile değil, yüzey elemanları ile oluşturulurlar. Yüzeyinin, bir çemberin, kendi düzlemine dik olan doğrultuda süpürdüğü alanı kapsamasından dolayı, silindirler çemberlerin özelliklerini taşırlar.

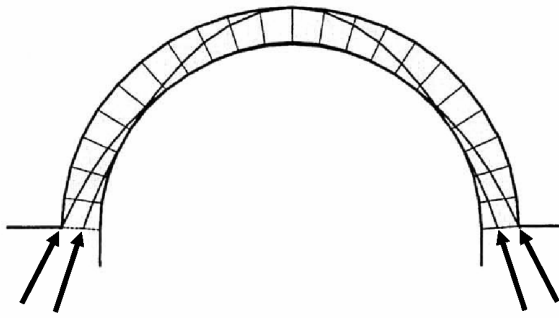
Yüzeyine etki eden kuvveti, etki ettiği noktada ikiye ayırarak, yüzey boyunca taşıyıp, karşı tarafta sönümleyebilme özelliği, silindirleri vazgeçilmez yapı elemanları yapmaktadır. Yapılarda silindir bu özelliğinden pek çok noktada faydalanılmıştır.

Dolu Yüzey İle Oluşturulan Silindir Mimarideki Yeri:

Günümüz mimarisinde tahıl siloları, televizyon verici kuleleri ve seyir kuleleri dolu yüzey silindir ile yapı tasarımına örnektir. Bu yapılar kule, silo, cami minareleri gibi mekânlarda olabilmektedir. Dolu yüzey ile oluşturulan silindir ile yapılan mekânlar dairesel yüzey tabana gelecek şekilde yerleştirildiğinde düşey ve yatay yüklere karşı dayanım artmaktadır. Silindirlerin yarıçap-boy oranı narinliği açısından çok önemlidir. Silindir yarıçapının silindir boyunun 1/6 dan küçük olmaması istenir. Bu sayede daha rijit formlar üretilmiş olunur. Bu birleşim noktasının güçlü tutulması depreme karşı güvenlik açısından doğru

olacaktır. Silindirin daire yüzeylerinden birisi tabana gelecek şekilde şekillendirilen yapılarda narinlik topraktan aktarılan yanal kuvvetler açısından çok önemlidir. Narinlik arttıkça yanal kuvvetler karşısında deformasyon artacaktır.

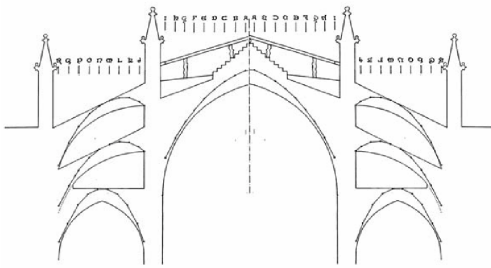
Mimarlık tarihine bakıldığında silindir kullanımı en iyi tonozlu yapılarda görülmektedir. Bir silindirin ikiye bölünmüş ve yan yatırılmış halini yansıtan tonozun, hem kendi ağırlığını hem de üzerindeki yüklerin ağırlığını başarı ile taşıyabilmesi tarihte çokça kullanılan bir yapı elemanı olarak yer almasını sağlamıştır.



Şekil 67. Kemerlerde Yük Aktarımı

(Kaynak: Basic Structural Theory Spring2003, MIT Open Course, Architecture

<http://ocw.mit.edu/NR/rdonlyres/Architecture/4-440Basic-Structural-TheorySpring2003/9474B311-F134-4662-8F00-4BC44ABAB230/0/14.pdf>)



Şekil 68. Palma de Mallorca Katedrali Kesiti,

16. Yüzyılda tonoz kullanımının ne kadar yaygın ve çeşitli olduğunu göstermektedir.

(Kaynak: [http://ocw.mit.edu/NR/rdonlyres/Architecture/4-440Basic-Structural-Theory Spring 2003/9474B311-F134-4662-8F00-4BC44ABAB230/0/14.pdf](http://ocw.mit.edu/NR/rdonlyres/Architecture/4-440Basic-Structural-Theory%20Spring%202003/9474B311-F134-4662-8F00-4BC44ABAB230/0/14.pdf))



Şekil 69. Güncel Tonoz Yapısı, Japon Pavyonu

(Kaynak : <http://www.structurae.de/en/photos/img418.php>)

Masif Silindir:

Yüzeyine etki eden kuvveti, etki ettiği noktada ikiye ayırarak, yüzey boyunca taşıyıp, karşı tarafta sönümleyebilme özelliği, silindirleri vazgeçilmez yapı elemanları yapmaktadır.

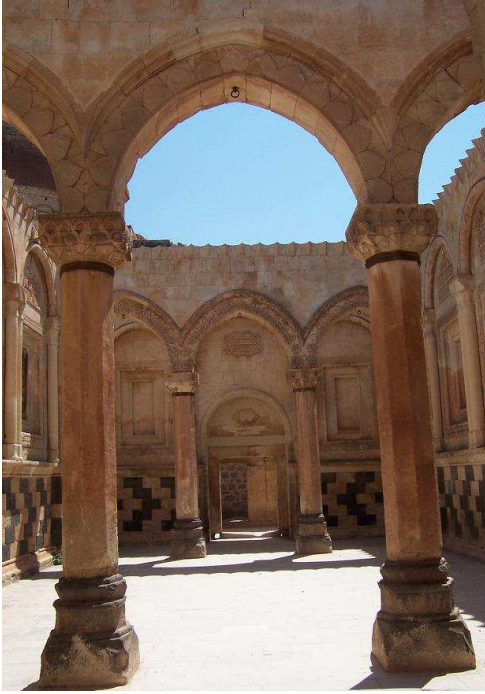
Ancak yüzey boyunca yük aktarımı malzeme dayanımı ile sınırlıdır. Silindir, imal edildiği malzemeye de bağlı olarak yükler karşısında deforme olabilmektedir.

Bunun yanında silindirlerin masif olarak kullanılmasında yük aktarımı silindirin içerisinden ve uygulanan kuvvetin doğrultusunda olacağı için dayanım artacaktır. Bu özellik masif silindirleri, dolu yüzey silindirlere karşı daha dayanıklı kılar.

Masif Silindirin Mimarideki Yeri:

Masif silindirler genellikle tarihi yapıların taşıyıcı sisteminde görülürler. Yunan mimarisinde dor, ion, korint gibi mimari tarzlarda uygulanan mermer yâda başka malzemeler ile imal edilmiş sütunlar masif silindir örnekleridir. Bunun yanında Osmanlı ve İslam Mimarisinin iyi bir örneği olan Edirne Selimiye Camiinin kubbesini taşıyan sekiz fil ayak sütun masif silindir örnekleridir. Yine Selimiye Cami ve pek çok revaklı avluya sahip

caminin revak sütunları silindir olarak tasarlanmıştır. Günümüzde de betonarme silindir formlu kolon masif silindir biçimine doğru bir örnektir..



Şekil 70.Sarayın Salonlarından Biri. İshak Paşa Sarayı Avlusu Sütunları silindirik formdadır.
(Kaynak:<http://www.agri.gov.tr/ishak/20.html>)

3.2.5. Koni:

Bir dik üçgenin kenarlarından biri çevresinde döndürülmesi ile üretilen bir cisimdir. Silindir gibi konide dairesel yüzeyi üzerine oturtulduğunda durağan bir biçimdir, fakat dikey eksenine üzerine yatırıldığında veya ters çevrildiğinde kararsız olur. Kıl payı bir denge durumunda tepesi üzerine de oturtulabilir.³⁸ Koni piramidin dairesel tabanlı halidir.

Dolu Yüzey İle Oluşturulan Koni:

Konilerin tel çerçeve ile oluşturulması mümkün değildir. Bu sebepten koniler için ilk başlık “Dolu Yüzeyler ile Oluşturulan Koniler”dir. Mimari olarak üç boyutlu olan koni yüzey dayanımından deprem açısından faydalanmaktadır. Ayrıca tabanının daire şeklinde oluşu üzerine uygulanan yükleri daha rahat sönmüleyebileceği anlamına gelmektedir.

Ayrıca rijitlik merkezinin zemine yakın oluşu da, piramitlerde olduğu gibi moment oluşumunda, biçimin dayanımı açısından önemli rol oynar.

Dolu Yüzey İle Oluşturulan Koninin Mimarideki Yeri:

Dolu yüzeyler ile oluşturulan koniler İslam Mimarisinde karşımıza çıkar. Cami minarelerinin çatıları, yâda Selçuklu mimarisindeki türbelerin çatıları dolu yüzey ile oluşturulan koni örnekleridir. Tek fark tabanlarının çoğunlukla açık olarak oluşturulmasıdır. Bu da tabanda yer alan dairenin, dıştan biçime uygulanan kuvvetlere karşı, biçimin dayanımından faydalanamıyor oluşudur. Ayrıca Doğal bir baca olması nedeni ile konik bir yapıda yapılan Harran evleri de bu forma iyi bir örnektir.



Şekil 71. Harran Evleri

(Kaynak:http://www.trekearth.com/gallery/Middle_East/Turkey/Southern_East_Anatolia/photo206904.htm)



Şekil 72. Eminönü Yeni Cami Doğu Minaresi

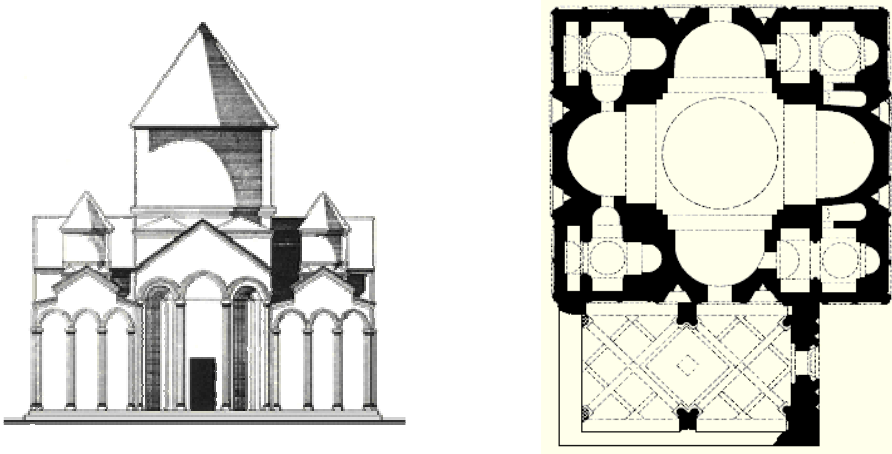
(Kaynak : Y.Mimar Nermin Karagöz Arşivinden)

Masif Koni:

Masif koninin yüklere karşı dayanımı konusunda ki avantajları piramit biçimi ile benzeşmektedir. İçi dolu bir biçim oluşunun yük aktarımı açısından önemi büyüktür. Ayrıca yüzey dayanımı ve ağırlığın tabana yakın olarak konumlanmış olması koninin stabilitesini artırmaktadır. Rijitlik merkezinin zemine yakın olması nedeni ile deprem sırasında oluşacak atalet kuvvetine karşı dayanımı fazladır.

Masif Koninin Mimarideki Yeri:

Daha çok tarihi yapılarda görülen masif koninin en iyi ve mimari olarak en değerli örneklerinden birisi Ani Harabelerinden bir yapı olan Havariler Kilisesinin çatısıdır. Bu yapının M.Ö. 10301 de inşa edildiği tahmin edilmektedir. ³⁹



Şekil 73. Havariler Kilisesi Cephe ve Planı

(Kaynak : <http://www.virtualani.freemove.co.uk/apostleschurch/turkish.htm>)

3.2.6. Küre:

Bir yarım dairenin kendi çapı çevresinde döndürülmesi ile üretilen, yüzeyindeki her noktanın merkezden eşit uzaklıkta olduğu bir cisimdir. Küre merkezi ve son derece derli toplu bir cisimdir. Kendisini üreten daire gibi, öz-merkezli ve kendi çevresinde normal olarak durmaktadır. Eğimli bir düzleme yerleştirildiğinde bir dönme hareketine doğru yönlendirilebilir. Hangi bakış açısından olursa olsun kendi dairesel şeklini korur. ⁴⁰

Üç boyutlu uzayda kuvvetleri sönümlene yeteneği en fazla olan biçim küredir. Küre her yönde gelecek kuvveti merkezine yöneltecek şekilde almaktadır. Merkeze gelen kuvvet şeklin diğer ucuna biçimin dört bir yanına dağılarak iletilir. Diğer ucunda birleşen kuvvet elemanları birbirilerinin eşiti güçte olduklarından yine birbirilerini sönümleyerek gücü yok ederler.

Dışarıdan aldığı kuvvetleri sönümlene özelliği, küreyi yapı elemanı olarak eşsiz bir biçim olarak görmemizi sağlar. Ancak kürenin yapı elemanı olarak kullanımı zordur. İnsan oranlarına uygun olmayışı, kullanım zorluğu, yapı üzerindeki anlamsal etkileri ve imalat zorlukları kürenin yapıda kullanımını kısıtlar.

Dolu Yüzey İle Oluşturulan Küre:

Yapılarda küre formunu kullanmak kolay değildir. Yapının insan için üretildiğini düşünecek olursak; küre insan kullanımına uygun olmadığı için yapıda bir-iki küçük süs elemanı dışında kullanılamamaktadır. Bunun yanında yarım küre tarihte ve günümüzde pek çok kez kullanılmıştır. Yarım küreler çatı kapamalarında, hacim kazanmak ve mümkün olduğunca az taşıyıcı eleman kullanarak çatıyı taşımak için kubbe adı ile kullanılmışlardır. Tarihte olduğu gibi günümüzde de modern malzemelerle hafif ve geçici örtüler olarak kullanılmaktadır.

Küre tel çerçeve olarak oluşturulamaz, ancak kürenin kendisini üreten çemberin özelliklerini her noktada taşıdığını düşündüğümüzde, kürenin çok sık yerleştirilmiş çemberlerden oluşmuş, ağdan bir top olduğunu hayal etmek yerinde olacaktır.

Çember kendi düzlemi üzerinde dışarıdan aldığı yükleri kendi içerisinde sönümlene yeteneğine sahiptir. Bu özelliğini kürede aynen kullanmaktadır. Küre çemberden farklı olarak yük aktarımını sadece iki doğrultu ile değil, yüzeyi boyunca sonsuz doğrultuda yapar. Küre bir noktasına uygulanan yükü, merkezine göre simetriğindeki noktada sönümlenmektedir. Bu küreyi çembere göre daha güçlü kılmaktadır, çünkü küre gücü yüzeyinde aktarırken eşit olarak dağıtmaktadır. Buda kürenin imal edildiği malzeme açısından yüke karşı dayanımda rahatlatıcı bir özelliktir.

Dolu Yüzey İle Oluşturulan Kürenin Mimarideki Yeri:

Yapıda küre bir bütün olarak nadiren kullanılmaktadır. Sadece özel tasarımlarda, yâda gaz yâda sıvı depolama işlerinde kullanılan silolarda görülmektedir. Bunun yanında yarım ve çeyrek küre kullanımına daha çok rastlanmaktadır. Yapıda yarım küre kullanımı en çok, geniş açıklıkları kapatmakta kullanılan kubbe elemanı olarak görülmektedir. Kubbenin dışarıdan aldığı ve aktarması gereken en önemli yük imal edildiği malzemenin ağırlığından dolayı oluşan yüküdür. Kubbenin kalınlığı sabitse imal edildiği malzeme ağırlığı homojen bir yük oluşturur ve taşıyıcıya aktarılması kolaydır. Bunun yanında kubbeye etkiyen yağmur, rüzgâr, kar ve deprem yükleri vardır. Bunların aktarılması ise çoğunun yanal kuvvet olması nedeni ile daha zordur. Ancak kubbe malzemesel bir problem içermiyorsa bu kuvvetleri bir taraftan taşıyıcıya en kısa yoldan aktarırken diğer taraftan da yüzeyi vasıtası ile iletebildiği en uzak noktaya iletecek ve orada taşıyıcıya aktaracaktır.

Kürelerde olduğu gibi yarım kürelerde de (kubbe), yük, karşı yüzeye eşit dağıtılarak sönmülenir. Bu sistem kubbenin ağırlığının taşınmasında, kubbe yapısı elemanlarının nasıl kendi kendilerini taşıdıklarını açıklarken aynı zamanda, yataydan alınan yüklerin sönmülenmesi fikrini de anlatmaktadır.

Masif Küre:

Masif küre de diğer tüm masif elemanlar gibi dışarıdan uygulanan yüklere karşı, sadece yüzeyi ile değil aynı zamanda kendi içerisinden de yük aktararak dayanım göstermektedir. Bu sayede yükün minimum mesafede aktarımı ilkesini gerçekleştirmiş olacaktır. Bu özellik, kürenin dairenin türevi olmasından dolayı kazandığı bir özelliktir.

Masif Kürenin Mimarideki Yeri:

Yapıda masif küre kullanımı pek yaygın değildir. Sadece özel tasarımlarda dekorasyon elemanı olarak kullanımı görülmektedir.

3.2.7 Mimari Biçimler ile İlgili Sonuç:

Görüldüğü gibi şekiller üç boyutlu ortamlarda gittikçe daha karmaşık bir hal alabilmektedirler. Bu en çok şekillerin zayıf noktalarının yani birleşim noktalarının karmaşıklaşması sonucu geometrisinin çözümü zor problemler ortaya çıkarması konusunda sıkıntı verir. Biz bu incelemeleri deprensellik ve deprem kuvvetlerinin azaltılması yolunda kullanacağımız verileri edinmek için yaptığımızdan, yapının geometrisini de incelemek gerekir. Tüm yapılar 3 boyutlu geometrik şekillerin birleşmesi ile oluşmuştur.

O halde tüm yapıların belli kuvvetlere karşı dayanımları veya belli kuvvetlere karşı zaafi vardır denebilir. Bu noktada yapılması gereken geometrinin yardımıyla yapılardaki bu hassasiyeti ortadan kaldırmak ya da azaltabilmek olmalıdır.

Pek çok yapı imalat kolaylığı, kullanım ya da statik hesaplar açısından, yatayda ve düşeyde belirli akslarda sistemli artarak inşa edilmektedir. Bu akslar çoğunlukla dikdörtgenler prizmaları oluşturacak şekilde tasarlanır. Daha çok depreme karşı dayanım özellikleri bilinen şekillerden olan prizmanın tekrarlanması olarak kendini göstermektedir. Aslen inşaat açısından depreme karşı dayanımı en fazla olan şekil tahmin edildiği gibi küre şeklinde yapılan yapıdır. Bunu silindir izler. Bu iki şekilde birleşim noktaları minimumda olduğu ve kuvvetleri sönmüleme kabiliyetleri yüksek olduğu için tercih edilebilir. Ancak ekonomik değildir ve imalatı zordur.

4. YAPI GEOMETRİSİ

4.1 Yapı Eleman Seçimlerinin Örnek Projelerle İncelenmesi

Deprem bölgelerinde yapılan yapıların tasarlanması ile ilgili sorumluluklar herhangi bir bölgeden farklıdır. Yapıların deprem gibi, gücü ve zamanı sadece tahmin edilebilen olgulara karşı dayanımı pek çok teknik ile sağlanabilirken; önemli olan bunu akılcı ekonomik ve çevre bilimle ilgili öğeler ile sağlamaktır. Bu sistemler geleneksel malzemeler ile sağlanabilirken, yeni yapı malzemeleri de piyasaya çıkmaktadır. Bütün bunların yanında yeni malzemeler olmayıp daha önce yapı alanında kullanılmamış pek çok malzeme günümüzde yapı malzemesi olarak literatürdeki yerini almaktadır.

Bu yeni sistemlerin en iyi örneklerinden birisi depremler sırasında ve depremler sonrasında kendini kanıtlamış olan kâğıt malzemedir. Yapılan incelemeler göstermektedir ki kâğıt malzeme gerekli teknikler uygulandığında depreme dayanıklı bir malzeme olabilmektedir.

Kobe depreminden sonra geçici barınma birimleri ihtiyacı doğmuştur. “17 Ocak 1995’te Büyük Hanshin Depreminin ardından pek çok insan evsiz kalmıştı. Bu olaydan bir yıl önce Birleşmiş Milletler Ruanda’daki mülteci kampı için kâğıt tüp barınaklar hazırlamış ve beş kişilik bir ailenin yaşayacağı bu evlerin tanesini 30 \$ a maletmiştir. Kurulan geçici kâğıt evlerin tasarımında göz önüne alınması gereken üç ana koşul vardı: ,inşaat maliyetinin düşük olmalı, herhangi biri tarafından kolayca inşa edilebilmesi ve evlerin gerek yaz, gerekse kış koşullarına dayanabilmesidir.”⁴¹

“Geri dönüşümlü kâğıttan, inşaat bilgisi olmayan biri tarafından bile kolayca yapılabiliyor. Gerekli malzeme sağlandığında bir evin yapımı iki gün sürüyor. Kasırgalar ve depremlerden kesinlikle zarar görmeyen bu evlerin amacı insanları soğuk ve yağmurlu havalardan koruyabilmek.”⁴²

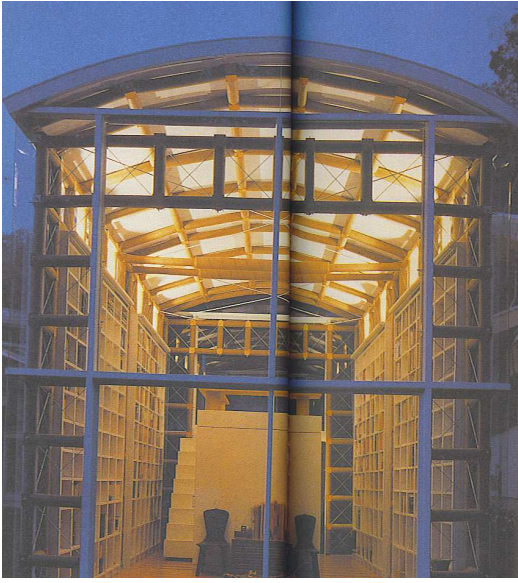


Şekil 74. Dolu Yüzey Kâğıt Silindirlerin Yapı Elemanı Olarak Kullanılmaları
(Kaynak: Domus M, 2 Aralık – Ocak, 1N HEARST, Sayfa 40)



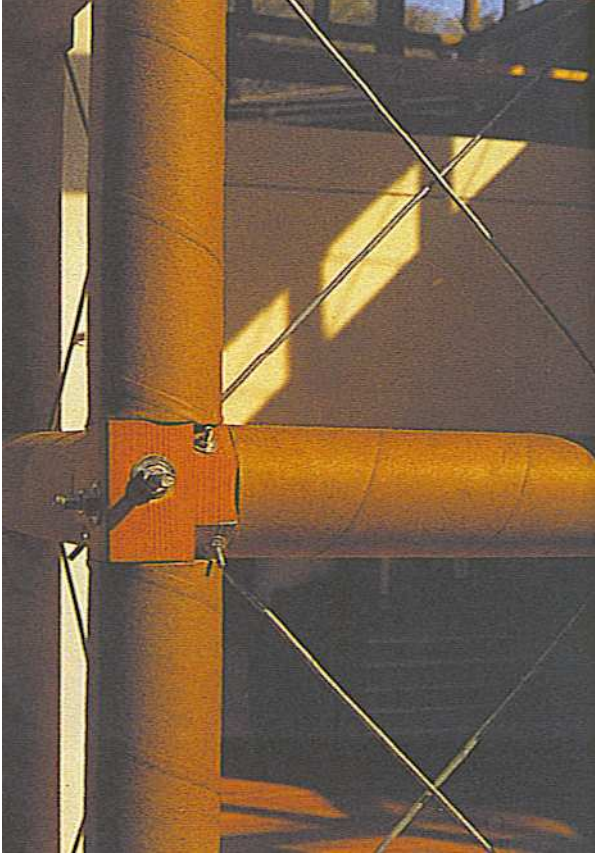
Şekil 75. Dolu Yüzey Kâğıt Silindir Yapı Elemanları ile Oluşturulmuş Mekân
(Kaynak: Domus M, 2 Aralık – Ocak, 1N HEARST, Sayfa 40)

Kâğıt evlerin ana malzemesi silindirik dizayn edilmiş geri dönüşüm yapılmış kâğıt rulolardır. Bu rulolar yan yana ve tabanı zemine gelecek şekilde getirilerek duvarlar oluşturuluyor. Tek katlı kâğıt yapılarda sistem yığma yapı mantığı ile çalışıyor. Ancak çok katlılarının inşasında bu içi boş kâğıt silindirlerin ya çapı ve et kalınlığı artırılarak, yâda masif imal edilerek dayanımı kolon kiriş bağlantıları sağlanıyor ve taşıyıcısı karkas sisteme dönüştürülebiliyor.



Şekil 76. Kâğıt Malzemedan Üretilmiş Taşıyıcı Sistem
(Kaynak: Domus M, 2 Aralık – Ocak, 1N HEARST, Sayfa 40)

Yapıların taşıyıcı sistemlerinin birleşim noktaları sağlamlık açısından gerektiği gibi tasarlanabilir, uygun detaylar veriyor. Sistemin tüm elemanları prefabrik olduğu ve yerinde sadece montaj gerektirdiği için uygulamada kalifiye eleman kullanımını azaltıyor.



Şekil 77. Kâğıt Taşıyıcı Sistem Detayı – Deprem Gergileri
(Kaynak: Domus M, 2 Aralık – Ocak, 1N HEARST, Sayfa 40)

Birleşim noktaları uzay kafes çelik sistemlerin birleşim noktaları ile benzer bir sistemi içeriyor. Uzay kafesten farklı olarak mühendislik hesaplarının gerektirdiği noktalarda çelik tel ile gergiler ve deprem çapraz kirişleri çabuk ve sistemi bozmadan taşıyıcıya adapte edilebiliyor. Modüler tasarım ve standardizasyona uygun olan bu kâğıt silindir malzemenin en önemli başka bir özelliği ise silindirin içinde bulunan havanın iyi bir yalıtıcı malzeme olarak ısı yalıtımı sağlaması ve yakıttan tasarruf edilmesi olarak görülüyor.

“Duvarlar, 108 mm çapında, 4 mm kalınlığında kâğıttan yapılmış tüplerden, çatı ise çadır malzemesinden oluşuyor kâğıt tüplerin arasına su geçirmez harç malzemesi kullanılıyor.”⁴³

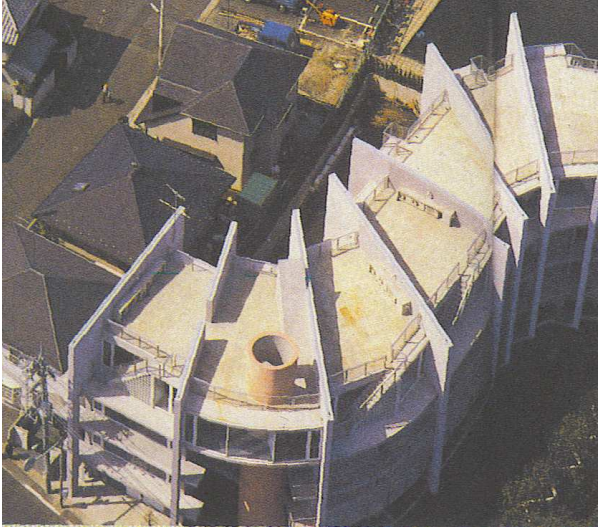
“Geçici konut olarak düşünülen kâğıttan evlerin ana malzemesi kartondan yapılmış rulolardır. 16 metrekare olarak tasarlanan kâğıt evlerde taşıyıcı sistem olarak kolon yerine kumaşların sarıldığı bu karton rulolar kullanılıyor. Yerden yüksekliği sağlamak için plastik bira kasaları kumla doldurularak yalıtım elde ediliyor. Yer döşemesi olarak da kontrplak

kullanılıyor. Çapı 10 cm'lik ruloları birbirine pencere bantları bağlıyor. Bu rulonun içinde hava kaldığı için ısı geçirgenliği düşük olan çift cam gibi bir sistem sağlanıyor.”⁴⁴

Özellikle geçici konutlarda başka bir deprem güvenliğine daha yer veriliyor. Buda; atalet deprem kuvvetinin temeller vasıtası ile yapının taşıyıcı sistemine aktarılması nedeni ile oluşan atalet kuvvetinin depreme verdiği zararların azalması yönündedir.

“1995 Hanshin Depremi sonrasında kurulan geçici kâğıt evlerde, yapının temeline bira üreticilerinin sağladığı içi kum torbasıyla doldurulmuş bira kasaları yerleştirilmiştir.”⁴⁵

Bu sayede temel zemin ile mümkün olduğunca az bağlantı içerisindedir. Gömülmemiş olan temel, çoğunlukla yatay gelen deprem yüklerini yapıya daha az aktaracağı için yapıyı etkileyen deprem kuvvetlerinin azalması nedeni ile zarar azalacaktır.



Şekil 78. Her Yönde Gelen Deprem Dalgalarına Karşı Kuvvetli Yönde Oluşturulan Taşıyıcı Perdeler
(Kaynak: Domus M, 2 Aralık – Ocak, 1N HEARST, Sayfa 41)



Şekil 79. Her Yönde Gelen Deprem Dalgalarına Karşı Kuvvetli Yönde Oluşturulan Taşıyıcı Perdelerin Görünüşü

(Kaynak: Domus M, 2 Aralık – Ocak, 1N HEARST, Sayfa 41)

“Shakurji Park’taki Apartmanın dokuz güçlendirilmiş beton duvarı, “S” harfi biçiminde düzenlenerek her açıdan gelebilecek sarsıntıları taşıyabilecek bir sistem oluşturuyor. Yapısal taşıyıcı işlevi gören silindirik kolon, aynı zamanda binanın asansörünü de barındırıyor.”⁴⁶

4.2. Güncel Örnekler ile Yapı Dayanımının İncelenmesi

Bir yerleşmeden söz edebilmek için; bu yerleşimin şehir merkeziyle olan ilişkinin kurulabilmesi, insanların sosyal, kültürel, eğitime yönelik ihtiyaçlarını bu yerleşim birimi içerisinde karşılama olanağını bulabilmeleri gerekmektedir. Ancak genellikle kamulaştırma çalışmaları uzun süren arazilerde, gerekli incelemeler yapılmadan planlama çalışmalarına geçilmektedir. Çoğu kez, ihtiyaç duyulan büyüklükte kamu mülkiyeti ya da özel mülk niteliğindeki arsaların, satın alınması sırasında baskı gruplarının etkileri ve getirim kaygıları gündeme gelmektedir. Bu durum da yerleşme kararlarının saptırılmasına ve yeni yerleşmenin toplumsal merkezden ve merkezin sunduğu hizmetlerden uzak bir yerde planlandığı görülmektedir. Örneğin, İzmit merkez ilçede yer alan Aslanbey-toplu konut projesi, benzer bir gelişim Göstermiş, gerekli zemin araştırılması yapılmadan uygulanmasına başlanmıştır. Ancak deprem sonrası projenin yer seçimindeki yanlış kararlar kendini göstermiş, projenin fay hattı üzerinde konumlandığı anlaşılmıştır. Kat adedi eksiltiyle revize edilen Aslanbey konutlarında saptanan bir diğer durum ise, proje için ayrılan sosyal donatı alanlarının ancak yoğunluğu azaltılmış haliyle doğru karşılığını bulmuş olmasıdır. Bugün çevre düzenlenmesi tamamlanmamış olan alanda, konut blokları arasındaki mesafeler sağlıklı bir kentsel dokuyu oluşturacak kaliteye ulaşmıştır.⁴⁷

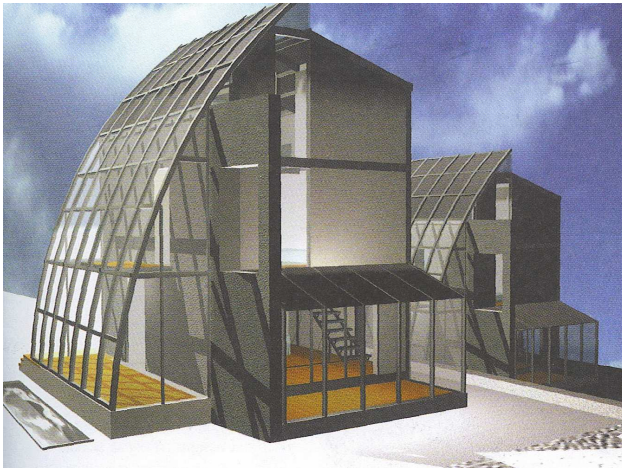
Oluşturulacak toplu konutlar başta olmak üzere, tüm konut projelerinde deprem faktörünü unutmamak ve önlemleri sonuna kadar almak bir yükümlülüktür. Bu faktörler sadece deprem yönetmeliklerine uygunluk değil; aynı zamanda yapı ve insan ilişkisini de dikkate alarak alınması gereken önlemlerdir.

Yapılar insanlara konut olabildiği gibi pek çok şekilde hizmet verebilmektedir. Yapının hizmet ederken oluşturduğu fonksiyonun yapının formuna şekil vermesi ve ön ayak olması gerekirken, pek çok durumda yapı formları belediyelerin dayatmaları, arsa sınırları, rant ve fast-food mimari ile şekillenmektedir. Ancak yapının formunun yapının depreme karşı dayanımına katkısı düşünülmemektedir.

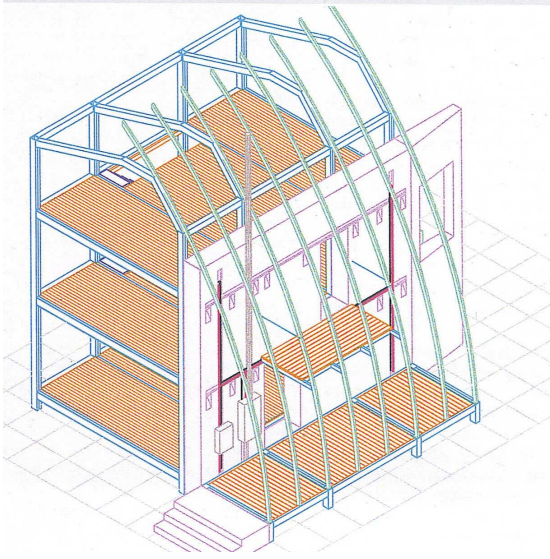
Yapının formu pek çok açıdan depreme karşı dayanım getirmektedir. Her alanda olduğu gibi bu alanda da bilinçli üretim yapıyı afet anında ayakta tuttuğu gibi bilinçsiz tasarımlarda yapının formsal zafiyetleri nedeni ile yıkıma neden olabilmektedir.

Deprem sorunu sadece insan hayatını etkileyen bir faktör değil aynı zamanda doğal hayatı da derinden etkileyen bir olgudur. Deprem olmaması durumunda bile yapıların mevcut betonarme taşıyıcı sistemleri, alüminyum kaplama ve bitim elemanları gibi doğaya zararlı sistemlerin kullanımı ile çevre zarar görmektedir. Bir noktada bunları sineye çekebilmekteyiz çünkü bunların bir kereye mahsus yapılacağı, ya da en azından; bir müddet sonra ömürlerini doldurup yerlerine yenileri yapılacaksa bile verimli bir şekilde kullanılarak doğaya gelecek zararların en aza indirilmesini sağlamış olduklarını düşünmekteyiz. Bunun yanında deprem gibi bir yük karşısında hasarı minimum da almak ve kullanılabilir durumda kalmak yapıların çevre bilinci açısından en önemli görevleridir. Bir yapının yapım sırasında çevreye ve doğaya verdiği dolaylı ve dolaysız zararları, deprem sırasında ve sonrasında hasar görerek, insan sağlığına ve hayatına mal olarak, yıkılması ve yerine yenisi yapılarak tekrarlanması kabul edilemez.

Yapıların deprem sonrasında ayakta kalmaları ve tekrar kullanılabilmesi ekolojik süreklilik açısından bir gerekliliktir. Yapıların ekolojik materyaller ve doğaya dost sistemler ile çevreye uygun boyutlarda ve formlarda üretilmesi yaşamı kolaylaştırıcı bir etkidir.



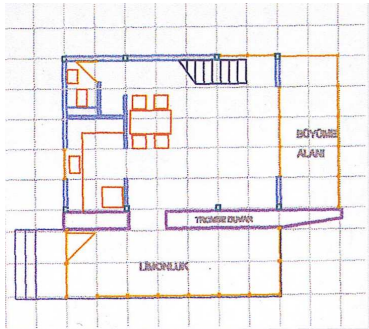
Şekil 80. Deprem Evlerinin Estetik Olarak Tasarlanabileceğine Bir Örnek
(Kaynak: Domus M,2000. Depreme Akılcı Bir Yanıt. 4 Nisan – Mayıs, 1N HEARST, Sayfa 37)



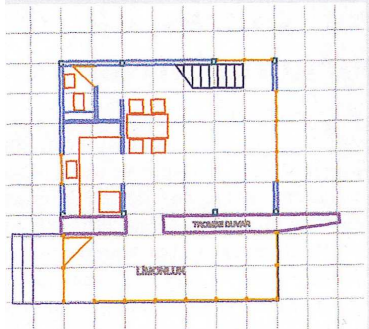
Şekil 81. Deprem Evi Strüktür Örneği

(Kaynak: Domus M,2000. Depreme Akılcı Bir Yanıt. 4 Nisan – Mayıs, 1N HEARST, Sayfa 36)

Hülya ve Ferhan Yürekli tarafından tasarlanan ve Değirmendere’de “Sürdürülebilir Mimarlık Anlayışı” ürünü konutların, “Çekül Vakfı” tarafından uygulanması düşünülmektedir. Bu tip deprem sonrası kalıcı konutların ana kriteri sağlamlık ve ekonomidir.⁴⁸



Zemin kat planı



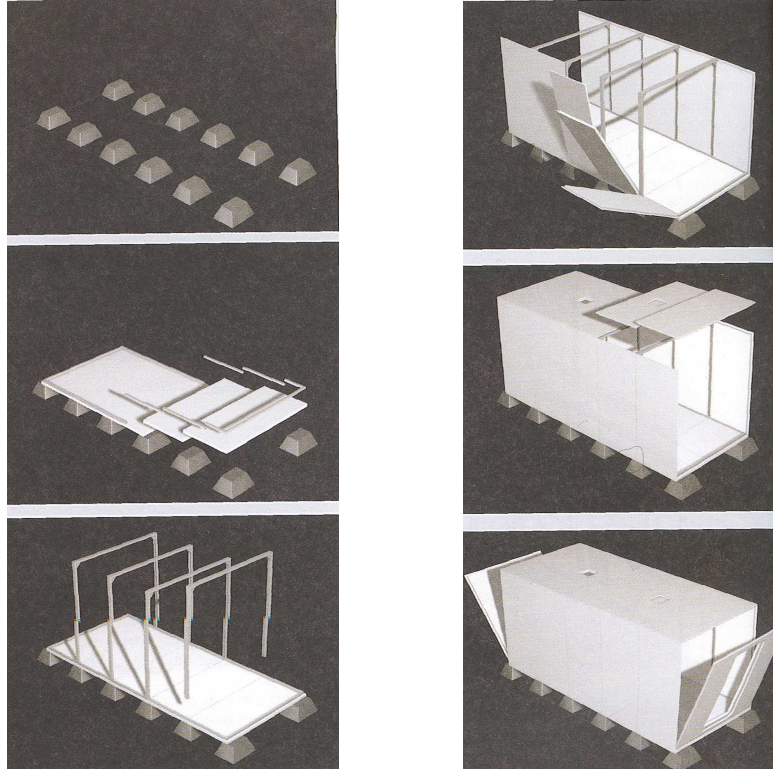
Zemin kat planı

Şekil 82. Deprem Evi Plan Örneği

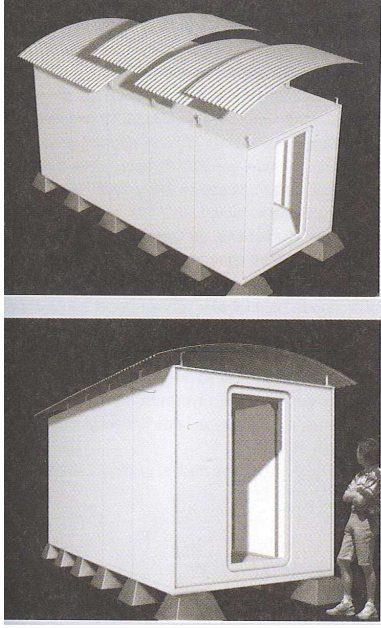
(Kaynak: Domus M,2000. Depreme Akılcı Bir Yanıt. 4 Nisan – Mayıs, 1N HEARST, Sayfa 37)

Bu yapının geometrik anlamda deprenselliğini incelediğimiz zaman göreceğiz ki; yapı kare plana oturtulmuştur. Planda simetri çok hâkim olmasa da taşıyıcıların hem yatayda hem düşeyde sürekliliği ve sade birleşimler ile birbirilerine bağlanmış olmaları bu yapıyı geometrik olarak çalışır duruma getirmektedir. Tabana yaklaşıldıkça genişleyen plan sayesinde ağırlık merkezi ile rijitlik merkezinin zemine yakın konuşlanması sağlanmıştır. Bu özellik yapıda dayanımın artmasını sağlar. ⁴⁹

Tüm bunların yanında yapının yay ile oluşturulmuş yüzeyi taşıyıcı olarak işlevlendirilmiş olsa idi; yatayda gelen yüklerin yapacağı salınımı kendi doğrultusunda sönümleme etkisi olacaktı. Şayet taşıyıcı olarak tasarlanırsa idi; mimari üç boyutluluk açısından dayanım getirebilirdi.



Şekil 83-84. Deprem Birimi Kurulum Örneği
(Kaynak: Domus M,2000. Afet Sonrası Geçici Barınma Birimleri. 4 Nisan – Mayıs, 1N HEARST, Sayfa 38)



Şekil 85. Deprem Birimi Örneği

(Kaynak: Domus M,2000. Afet Sonrası Geçici Barınma Birimleri. 4 Nisan – Mayıs, 1N HEARST, Sayfa 39)

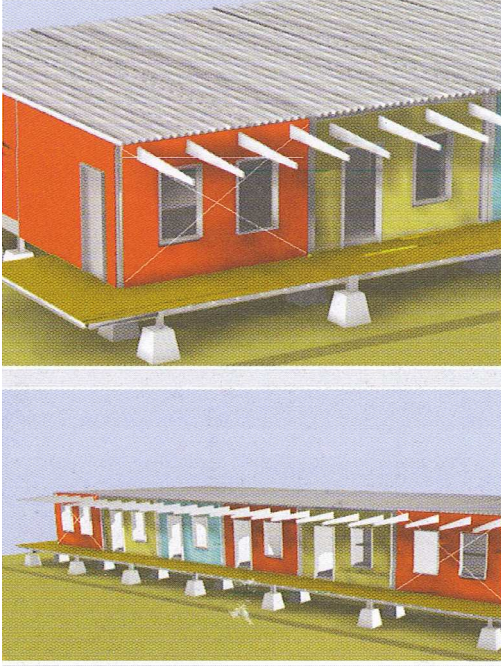
Afet sonrası geçici barınma birimlerinde ise Mimar Haydar Karabey, Endüstri Tasarımcısı Arif Özden, İnşaat Mühendisi Yusuf Bayazıt Tımbır'ın oluşturduğu grup bir barınma birimi tasarlamıştır. Bu tasarımın en önemli özelliği gerçekten geçici bir barınak olarak tamamen sökülüp takılabilir elemanlar vasıtası ile yapılabilen bir birim olmasıdır. Bunun yanında geçici barınma birimleri ile ilgili dayanım için “Process Design Proposal for the Realization of Disaster Area Housing” başlıklı yazı incelenebilir.⁵⁰

Geometrik olarak çerçeve ve dolu yüzey elemanlar ile oluşturulmuş olan bu yapı, tamamen sökülüp takılabilir bir dolu yüzey dikdörtgenler prizmasıdır. İş bittiğinde bir dahaki afette kullanılmak üzere depolanabilen parçaların tamamı modüler yapılmıştır.

Piramidal temel pabuçlarının zemine bağlanmaması sayesinde deprem yüklerinin oluşturduğu atalet kuvvetinden daha az etkilenecek olan konutlar aynı zaman da dört yönde dolu yüzey olarak planlanmış olmasından dolayı da deprem yükleri nereden gelirse gelsin kuvvetli yönde dayanım sağlayacak bir duvar bulacaktır.

Geometrik olarak depreme dayanıklı olan bu tip projeler de en önemli şartlardan birisi planda sadelik diğeri de taşıyıcı sürekliliğidir. Bu iki özelliği de içeren, modüler sistem

tasarlanmış konutların, depreme karşı dayanımları ve ekonomik imalatları yönünde bir problem kalmamaktadır.



Şekil 86. Deprem Sonrası Rehabilitasyon Merkezi

(Kaynak: Domus M,2000. Deprem Sonrası Rehabilitasyon Merkezi. 4 Nisan – Mayıs, 1N HEARST, Sayfa 40)

4.3 Tarihi Yapıların İncelenmesi ile Deprem Kuvvetinin Sınanması

Son dönem Osmanlı camilerinde ağırlık merkezinin tabana yakın olması, aynı piramitlerdeki ve konik biçimlerdeki gibi dayanımı artırıcı biçimsel özellik sağlamaktadır. Sadece geometrik olarak değil mimari olarak da üç boyutluluk özelliği sadece bu tarz yapılarda mevcuttur ve bu özellik dış güçlere karşı dayanımı artıran bir etkidir. Tüm bu tarz yapıların zamana meydan okurcasına günümüze kadar gelmiş olmaları da bundandır.

“Ayasofya 71'e 77. metre boyutunda bir dikdörtgeni dolduruyordu. Bu da çifte-kabuklu bir yapıydı, merkezde dört masif ayakla işaretlenmiş, pandantifler üzerine oturan bir kubbeye örtülü, bir kenarı 31,1 metre olan bir kareydi”⁵¹

Büyük Ayasofya bir kilise yapısı olarak M.S. 537 yılında inşa edilmiştir. Doğu – batı yönlerine uzanmaktadır. Üzerinde bir tam kubbe ile iki adet bu kubbenin yükünü aktarmak ile görevlendirilmiş yarım kubbe yer almaktadır.⁵²

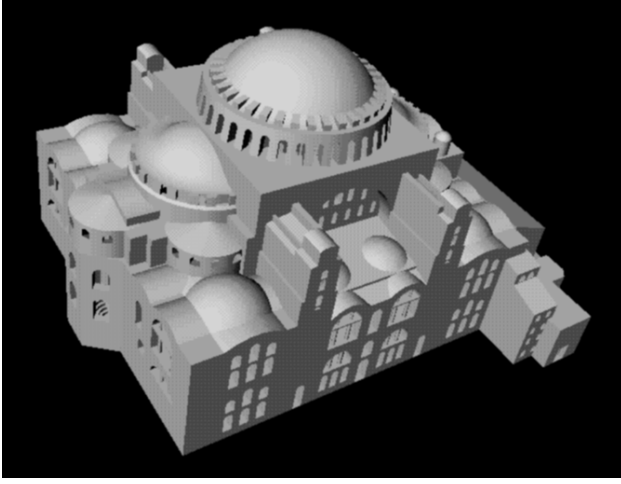
“Merkezi planlı olması yanı sıra eksenliydi, çünkü ana eksen boyunca iç kare, ana kubbenin altındaki fin tonozlara dek yükselen derin yarım daire apsislerin içinde uzatılmıştır ve bu apsisler eksen üzerindeki beşik tonozlu uzantılarla ve diyagonal üzerindeki arkadlı eksedrarlarla daha da uzatılmıştır. Ama daha küçük çapraz eksen üzerinde duvarlar düzdü ve birçok pencereyle delinmişti. Aslında, geniş kilisenin tüm yüzeyleri, dış duvarlarda pencereler ve iç hacmin bütün kenarlarındaki arkadlarla delinmiştir.”⁵³

Ayasofya'nın büyük tam kubbesinin yükünü yere aktarımını kademeli olmaktadır. Önce ana kubbe çevresinde oluşan yük yuvarlak kasnak sayesinde yardımcı yarım kubbelere oradan da taşıyıcı duvarlara ve yere aktarılmaktadır. Bu sistem doğu- batı yönünde çalışan ve doğru bir sistemdir ancak sistem kuzey güney yönünde çalışmamaktadır. Bunun sebebi de kuzey güney yönünde yarım veya çeyrek kubbelemelerin olmayışdır. Burada ayna duvarlar denilen kubbeyi direk olarak toprağa bağlayan taşıyıcı duvarlar vardır. Ancak kubbenin açılma isteğini karşılayacak bir dayanım sağlayamamaktadır. Mimar Sinan yaptığı revizelerde bu caminin kuzey ve güney yönlerinde koyduğu payandalar ile bu eksiği 1000 yıl sonra ortadan kaldırmıştır.

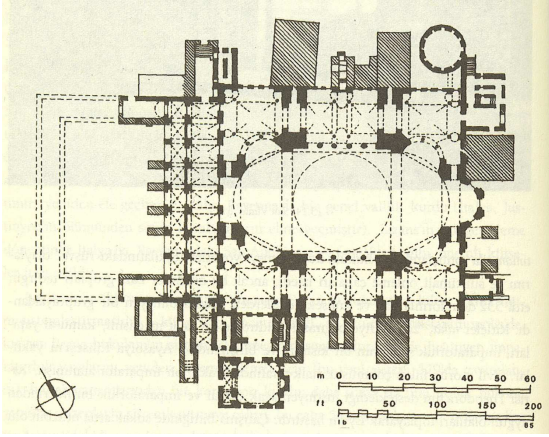


Şekil 87. Ayasofya Müzesi

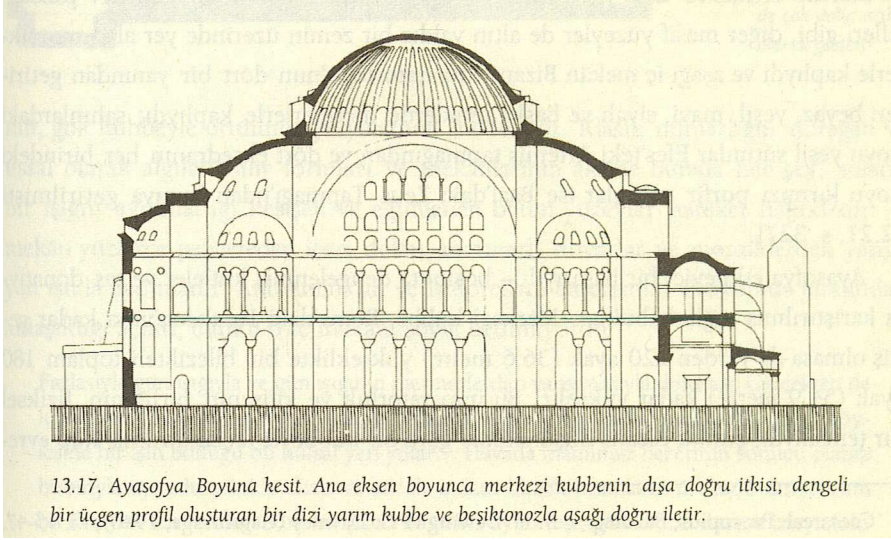
(Kaynak:http://www.princeton.edu/~asce/const_95/ayasofya.html)



Şekil 88. Ayasofya Müzesi Bilgisayar Modeli
(http://www.princeton.edu/~asce/const_95/ayasofya.html)

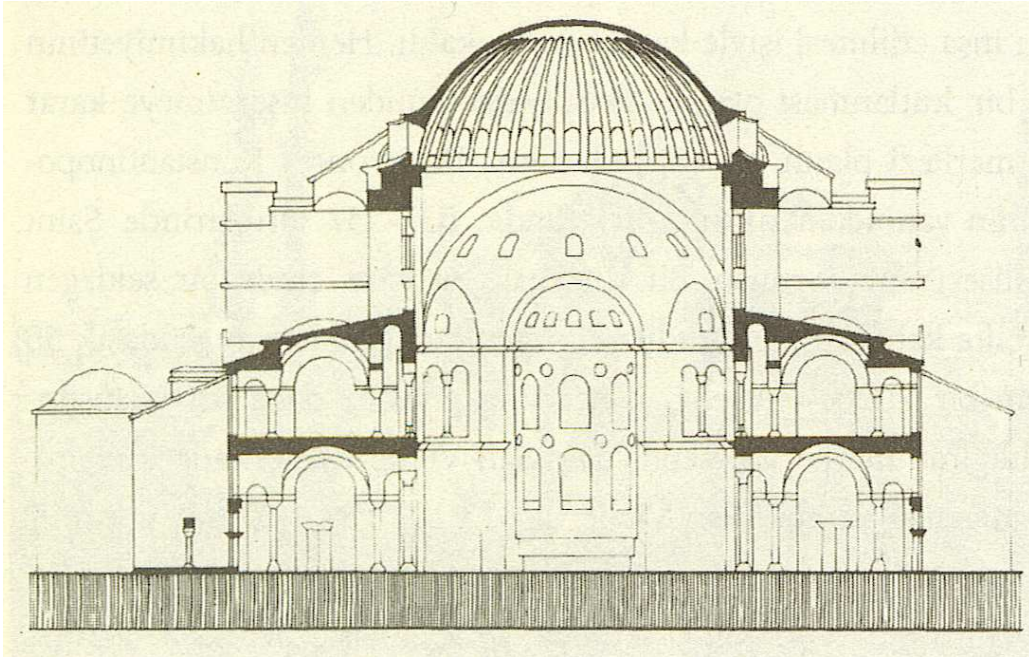


Şekil 89. Ayasofya Müzesi Planı
(Kaynak: Mimarlığın Öyküsü, Kabalcı Yayınları, 2002, Leland m. Roth, Sayfa 348)



Şekil 90. Ayasofya Müzesi Boyuna Kesit

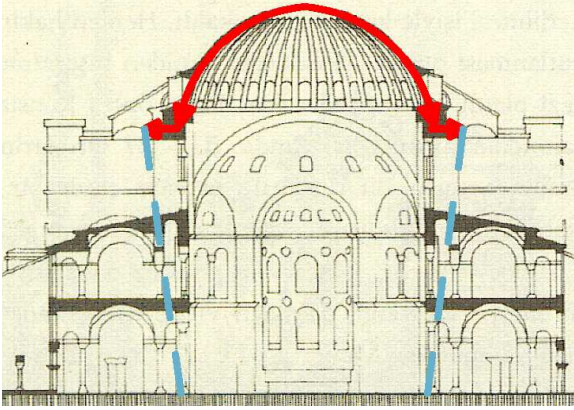
(Kaynak: Mimarlığın Öyküsü, Kabalcı Yayınları, 2002, Leland m. Roth, Sayfa 349)



Şekil 91. Ayasofya Müzesi Enine Kesit

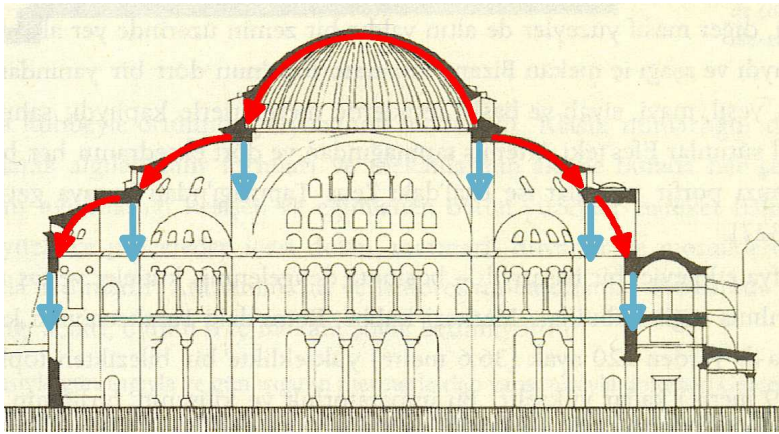
(Kaynak: Mimarlığın Öyküsü, Kabalcı Yayınları, 2002, Leland m. Roth, Sayfa 350)

“Enine kesit boyuna kesitle karşılaştırıldığında bu, köşelerde masif dayanma ayaklarını gerektirecek şekilde kubbe için görece az yanal destek sağlandığını gösterir.”⁵⁴



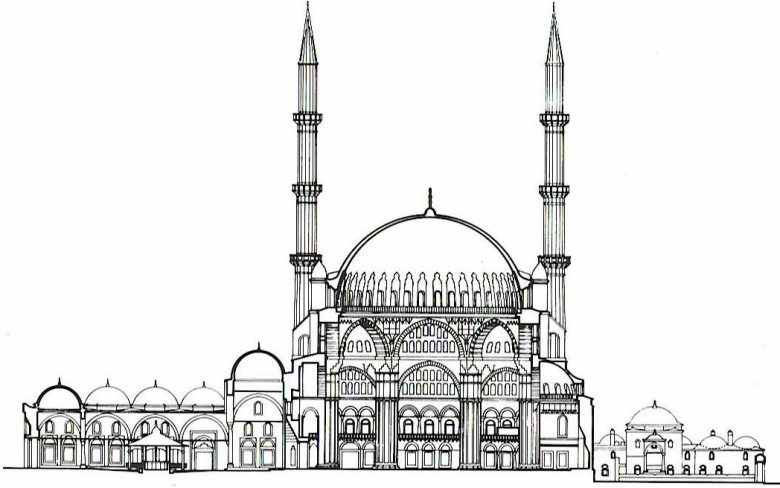
Şekil 92. Ayasofya Cami En Kesitinde Yükün Oluşturabileceği Hasar

Ayasofya Yük Akış Diyagramında da görüldüğü üzere enine kesit Ayasofya'nın kubbe taşıyıcılığı açısından zayıftır. Bu kesitin taşıyıcılık açısından kubbe güçlendirilmesinin yapılmış olması isabettir.



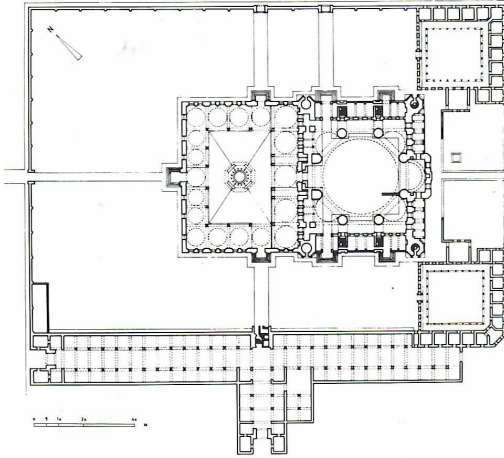
Şekil 93. Ayasofya Cami Boy Kesitinde Yükün Başarılı Şekilde Aktarımı

Ayasofya Yük Akış diyagramında da görüldüğü üzere; geniş açıklıklı bir kubbeye sahip yapılarda bile yük aktarımı doğu-batı yönünde olduğu gibi doğru tasarlanırsa yapı sorunsuz bir şekilde ayakta kalabilmektedir.



Şekil 94. Selimiye Camiinin Kesiti

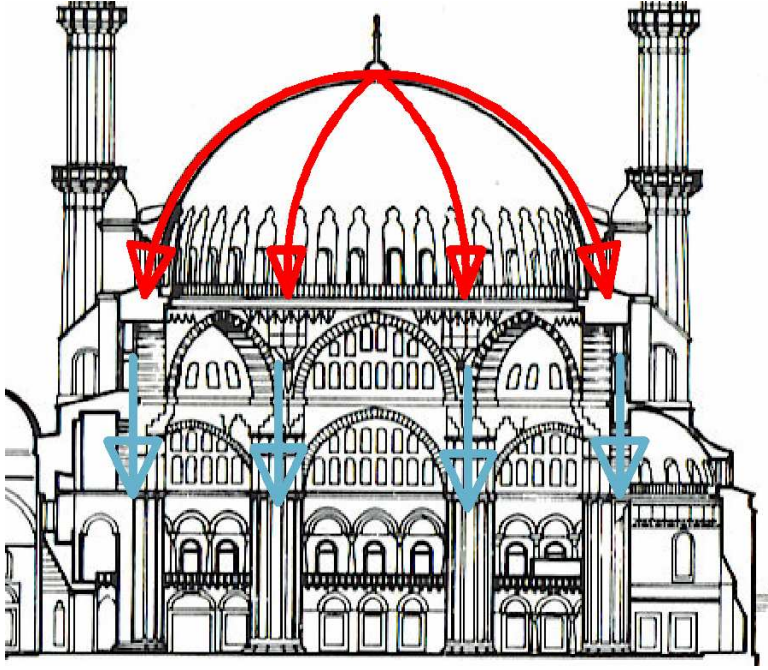
(Kaynak: Sandoz Kültür Yayınları, 1987, No:10 Mimar Sinan, Ulya Vogt-Göknil, Sayfa 114)



Şekil 95. Selimiye Camiinin Planı

(Kaynak: Sandoz Kültür Yayınları, 1987, No:10 Mimar Sinan, Ulya Vogt-Göknil, Sayfa 114)

“Kareden sekizgene, sekizgenden kubbeye geçiş öğelerinin iki dizi halinde olması iç mekânı form ve ışık bakımından zenginleştiriyor. Ayakların üst kısımlarını çevreleyen mukarnaslarda ve aralarda kalan mukarnaslı küresel üçgenlerde kubbenin yükü donmuş gibi görünüyor.”⁵⁵



Şekil 96. Selimiye Camiinin Yük Akış Diyagramı

Kareden sekizgene, sekizgenden kubbeye geçiş ile başarılı bir şekilde yük aktarımı yapan Selimiye Cami, kubbesi sayesinde rijitlik merkezini de tabana yakın tutmaktadır. Bunun yanında planın simetrik ve her iki yöndeki kesitlerin de birbiri ile hemen hemen aynı olması yapıyı farklı yönlerden gelebilecek kuvvetlere karşı eşit derecede dayanıklı kılmaktadır. Kare planda dört yöne de kuvvetli yönde duvarları olan yapı deprem kuvvetlerine yapıldığı gün teknolojisi açısından son derece hazırlıklıdır denebilir.

5. SONUÇ

Yapıların biçimsel özellikleri, yapıda kullanılan yapı elemanlarının geometrik özellikleri ve yapının tasarımcısı tarafından önerilen geometrik kitle ve plan özellikleri ile tanımlanmaktadır. Depreme karşı dayanım yapı geometrisi ile bire bir ilişkilidir. Temel geometrik şekiller ve biçimler, üzerilerine uygulanan yüklere karşı dayanımlarını matematiksel olarak anlaşılır bir dille sergilemektedirler. Oysa yapılar farklı malzemeler ile imal edilmiş farklı biçim, ebat ve görevdeki elemanlar ile inşa edilmektedirler. Bu kadar çeşitli kimlikte elemanı barındıran yapının, deprem gibi, yönü, kuvveti ve frekansı sadece önceden belirlenebilen bir kuvvete karşı dayanımını bulmak geometrik şekillere göre daha zordur. Yapılması gereken; yapının dayanımını artırıcı önceliklerini, her yapı için ayrı ayrı belirlenmektir. Bu da tasarım sürecinde oluşturulmalıdır.

Yapılar taşıyıcı sistem olarak iki ana gruba ayrılmaktadır. Bunlar “Yığma Yapılar” ve “Karkas Yapılar”dır. Her iki sistemde kendi içinde, yapının kurulduğu yere, işlevsel yapısına, malzeme ekonomisine ve estetik kaygılara bağlı olarak farklılıklar göstermektedir. Bu farklılıklarda statik hesaplarda farklılıklar doğurmakta, dolayısı ile birbiri ile depreme dayanım açısından asla örtüşmeyen pek çok yapı ile karşılaşılmaktadır.

Yığma yapılar ele alındığında bu çalışma da görülmektedir ki; yığma yapıların taşıyıcı elemanı olan duvarlar depremden en çok etkilenen bölüm olmaktadır. Bunun nedenlerinden biri, duvarın taşıyıcı özelliğinden ötürü masif olarak imal edilmesidir. Bu durumda duvarlar kaçınılmaz olarak atalet kuvvetini üzerlerine çekmektedirler. Bir ikinci neden de; duvarların bir bölücü eleman olmadan, planda bir yönde uzun tutulmasıdır. Yapı elemanlarından duvarın, planda, eni genişlemeden yâda bölücü elemanlar olmadan boyu uzatılırsa, duvarda narinlik görülecek ve deprem anında duvarın orta bölümlerinde diyafram hareketi gözlemlenecektir. Bu etkiyi ortadan kaldırmak için duvarın bölmelere ayrılması ve imal edileceği malzemeye göre de duvar kalınlığının hesaplar sonucu bulunarak uygulanması gerekmektedir. Bir diğer deyişle, uzun duvarlar uzunlukları boyunca belirli aralıklarda desteklenmelidir.

Yığma yapılarda duvarlar doğru teknikler ile imal edildiğinde ve birleşim noktaları doğru çözümlendiğinde ise durum tam tersine dönmektedir. Deprem yükünün geldiği yön

doğrultusunda yer alan duvar kuvvetli yön dayanımı sergiler. Birleşim noktaları aracılığı ile yapı her iki yönde de aldığı kuvvetlere karşı dayanım gösterir.

Türkiye’de her iki taşıyıcı sistem tekniği de yaygın olarak kullanılmaktadır. Karkas yapı grubunda “Betonarme Karkas Yapılar” deprem bölgelerinde sıklıkla görülmektedir. Bu yapı tekniğinin yığma yapılar gibi pek çok artısı ve eksisi vardır. Ancak bu teknik yapıların, yığma yapı tekniğine göre daha yüksek ve daha fazla katlı yapılmasına olanak tanıdığı için tercih edilmektedir. Betonarme karkas sistemin temelinde tel çerçeve prizmaların modüler birleşimleri ilkesi yer almaktadır. Ancak derine inildiğinde; tel çerçevedeki her birleşimin aslında bir dikdörtgenler prizmasının başka bir dikdörtgenler prizmasına yâda bir silindir ile birleşimi olduğu görülmektedir. Bu durumda yapının strüktürel her elemanı yapı geometrisinin bütününde önemli bir rol oynamaktadır denebilir.

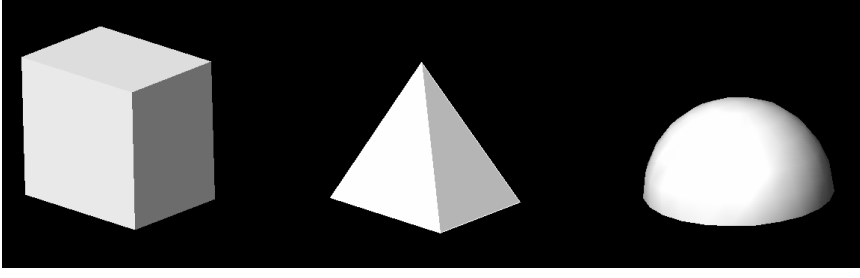
Yapının strüktürel pek çok elemanı vardır. Bunlar temeller, taşıyıcı duvarlar, kolonlar, kirişler gibi farklı geometrik ve malzemesel özellikler içermektedir. Geometri tüm yapıların temelini oluşturmaktadır. Kolonlar genellikle dikdörtgenler prizması yâda silindir şeklindedir ve atalet kuvvetinden, masif elemanlar olmaları nedeni ile en çok etkilenen elemanlardır. Bunu önlemenin yolu; kolon ve kirişlerin oluşturduğu çerçevelerin aralarını mümkün olduğunca duvarlar ile doldurmaktır. Bu tarz sistemlerde, açılmaları ve salınımı engelleyen yâda sönümleyen duvarlara “Dolgu Duvar” denmektedir.

Döşeme plakları yassı ve yere paralel birer dikdörtgen prizması şeklindedir. Kendisi atalet kuvvetinden tahrip olan şekilde etkilenmese bile, kendi kütlelerinin oluşturduğu kuvvet vasıtası ile tahrip edici olarak etkilenmektedir. Döşeme plakları geniş açıklıklı olarak tasarlanmış ise; salınım sırasında diyafram hareketi yaparak tahrip olabilmektedir. Bunun engellenmesinin yolları ise; plağın kalınlığını oransal olarak diyafram hareketine müsaade etmeyecek kalınlıkta yapmak, kolon yâda kiriş destekler koymaktır. Diyafram hareketini engellemek için betonarme plağı kesitinin kalınlaştırılması deprem bölgelerinde sakıncalıdır. Bunun nedeni; plak ve kirişlerin kalın olması durumunda kolonlar ile yaptıkları birleşimleri deprem sırasında tahrip etmeleri ve yıkıma neden olmalarıdır. Buna bağlı olarak, plakların bölümlenmesi doğru olur denebilir. Ancak bunlar sadece geometri ile bağlantılı fonksiyonlar değildir. Aynı zamanda malzeme bilimini de içerisine katmaktadır.

Bu çalışmanın en temel sonuçlarından biriside, yapı geometrisi ile deprem dayanımı ilişkisinin incelenmesi sırasında, konunun malzeme tayin etmeden incelenmesinin gerçek hayatla bire bir örtüşen sonuçlar vermeyişidir. Bu çalışmayı inceleyerek, deprem konusunda katkıda bulunmak isteyenlere, geometri ile malzemenin bulunduğu bir ortamda bu konuyu geliştirmeleri tavsiye edilmektedir. Deprem olgusunun bir bütün olduğu düşünülürse, bu zaten yerinde bir sonuçtur ve farklı disiplinlerin ortak çalışmasının ne kadar gerekli olduğunu vurgulamaktadır.

Yapı geometrisinin tüm yapılarda önemli olduğunu ve bunun bundan önceki pek çok kaynakta sadece estetik kaygı olarak ele alındığı görülmüştür. Hâlbuki yapının geometrik kurgusu, yapı ömrünü, fonksiyonu ve estetiği etkilediği kadar dayanımı konusunda da farklılıklar getirmektedir.

Yapıların fiziksel varlıkları nedeni ile üç boyutlu ürünlerdir. Ancak mimari anlamdaki yapı üç boyutluluğu tartışmalı olarak sürekli gündeme gelmektedir. Şöyle ki; birçok yapının gerek yatay ve gerekse düşey aks düzlemleri kendi içinde paralellikler sergilemektedir. Bu nedenle yapılar, strüktürlerinin her üç boyuttaki aks düzlemlerinden farklı olan bir düzlemden gelen yüklere karşı güçsüz kalabilmektedir. Örneğin Hilton İstanbul Binası, neredeyse tam bir dikdörtgenler prizması formundadır. Bu özelliği ile pek çok deprem uzmanının ilgisini çekmektedir. Geometrik olarak üç boyutlu olup ta mimari üç boyutluluk sergileyemeyen yapılar, piramit formlu bir yapı, ya da yarım küre (kubbe) ile sonlandırılmış bir yapı gibi mimari üç boyutluluk gösterebilen bir yapı ile yarışmamaktadır. Çünkü bu yapılar dışarıdan gelen yüklerin geliş yönlerine göre daha fazla kuvvetli yönde düzleme sahiptirler ve bu kuvvetli yöndeki düzlemlerini depremlere karşı dolgu duvar yâda deprem dayanağı olarak kullanmaktadırlar.



Şekil 97. Mimari İki Boyutluluk için Küp Formu; Mimari Üç Boyutluluk için Piramit ve Yarım Küre Formları

Buradan iki farklı sonuç çıkmaktadır. Bunlardan ilki; kubbe ve piramit gibi ağırlık merkezi ve rijitlik merkezi yerçekimi yönünde tabana görece en yakın olan biçimler, malzemenin bağımsız olarak, ister dolu yüzey olsun ister masif isterse de tel çerçeve, harici yüklerle karşı daha dayanıklıdır. Burada harici yüklerden kasıt deprem yükleridir. Ancak bu tarz biçimler ile yapı üretilmesi her zaman insan oranlarına uygun olmadığı gibi, ekonomik de olmayabilmektedir. Bu nedenle çokça tercih edilmeyen formlardır. İkinci sonuçta yapının dolu yüzey dikdörtgenler prizması olarak üretilmesi durumunda, deprem yüklerine karşı sürekli dayanım sağlayacak, kuvvetli yönde bir dolu yüzeyi olacağı için, deprem yüklerine karşı dayanıklı olmasıdır. Deprem kuvvetleri yapıya etkidiğinde yapının masif betonarme (Perde Beton) duvarına betonarme plak döşemeleri de destek vereceğinden yapı bir bütün olarak hareket edecektir. Betonarme perde duvar sistemi ile inşa edilen yapıların malzemesel özellikleri bu noktada önem kazanmaktadır.

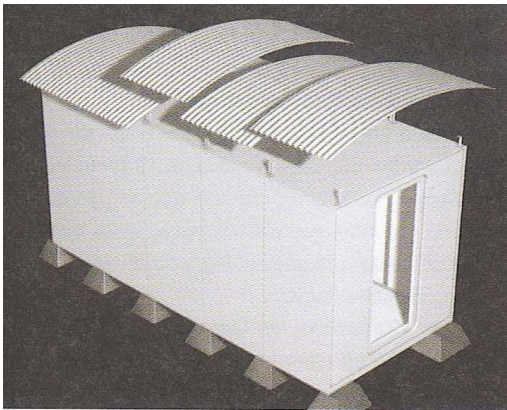


Şekil 98. Deprem konutları ekonomiklik açısından tünel kalıp ile imal edilmiştir.
(Kaynak:<http://www.akfen.com.tr/akfen/tur/grup/ins/konutimgdep.htm>)

1998 Adana Ceyhan Depremi sonrası TOKİ Başkanlığı tarafından ihale edilen toplam 4,000 konutlu projenin 580 konutunu kapsayan bölümü AKFEN tarafından yapılmıştır. Konutlar 8 ay gibi kısa bir sürede tamamlanarak teslim edilmiştir. ⁵⁶Yapım sürecini hızlandırmak konut yapımında çok önemlidir. Ekonomiklik sınırları zorlanmakta ve yeni sistemler geliştirilmeye çalışılmaktadır. Ancak bu farklı sonuçlar doğurabilmektedir.

Toplu konut üretiminde depreme karşı dayanımı fazla olduğu için tercih edilen tünel kalıp betonarme yapı sistemi, sadece dayanım açısından değil, aynı zamanda ekonomik kaygılar açısından da seçilmektedir. Çok katlı konutlarda betonarme perde duvarların tüm yapıyı sardığı ve birbirilerini keserek rijit bir eleman oluşturduğu bu gibi yapılarda ihmal edilen olgu ($F=m.a$ ' dan gelen) kütle arttıkça atalet kuvvetinin artacağı ve bu durumda da yapının kendi deprem kuvvetini kendinin doğurduğu gerçeğidir. Dolayısı ile bu çalışmada malzeme ihmal edilerek yapı geometrisinin tam anlamı ile incelenemeyeceği ortaya konmaktadır.

Ekonomik kaygılar nedeni ile tam anlamı ile üzerine düşülmeden tercih edilen sistemler, yapıların depreme karşı dayanımında sıkça karşımıza çıkan bir durum olan, “sadece doğru koşullar sağlanırsa” düzgün çalışmaktadır ve yapının zemin deprem kuvvetlerini temin ettiği kaynakla ilişkisinin en aza indirilmesi ile sağlanmaktadır. Bu temeli çok derinlere bağlamadan doğru bir hesaplama yapılması anlamına gelmektedir.



Şekil 99. Afet Sonrası Geçici Barınma Birimi

(Kaynak : Domus m, 1 NUMARA HEARST, Nisan Mayıs 2000, 4-Afet Sonrası Geçici Barınma Birimleri, Sf 42)

Deprem kuvvetleri yukarıdaki şekilde düşünölmüş geçici bir yapıyı çok fazla etkileyememektedir. Bunun başlıca nedeninin deprem anında yeryüzünün salınımı sırasında oluşan yıkıcı kuvvetlerin temelini yere bağlanmaması sayesinde yapıyı çok fazla etkileyememesidir. Bu sistemi betonarme yapılarda, özelliklede tünel kalıp sistemlerde kurmak zordur. Ancak yinede bodrum katlar yapılmayarak bağlantılar azaltmış olunabilir.

Geometrik olarak üç boyutlulukla, mimari üç boyutluluk açısından farklar vardır. Bu farklar sadece estetik değil aynı zamanda da deprem dayanımı açısından önemlidir. Bunun nedeni geometrik biçimler, ister tel çerçeve, ister masif, ister dolu yüzey olsunlar, dış yüklere karşı istikrarlı olmaları için rijitlik merkezlerinin yerçekimine göre tabana yakın olmasıdır. Bu sayede, yapının geometrisi açısından bakıldığında oluşacak moment kollarına karşı yapılar kuvvetlidir denebilir. Bunun aksi hallerde yapılarda narinlikler doğacaktır ve yükü kendi üzerinde toplayan yapılarda tahribata yol açacaktır. Bu sistemi kullanan ve depreme karşı dayanımı olan tarihi yapılar vardır. Bunlardan en önemlisi masif bir piramit biçiminde net bir formu olan Mısır Piramitleridir. Bu formun etkileyecek kuvvetlere karşı dayanıklılığı kanıtlanmıştır. Bunun yanında Edirne Selimiye Camii 500 yıllık geçmişine rağmen dışarıdan gelebilecek kuvvetlere karşı dayanıma hazırdır. Selimiye'nin kare planı ile kubbeler dizini ile sonuçlanan çatısı ağırlık ve rijitlik merkezini zemine yakın tutarak kuvvet sağlamaktadır. Tüm yapıların deprem gibi güçler karşısında kendi yıkıcı güçlerini oluşturduğunu düşünürsek; Selimiye'nin merkezi ve tam simetrik yapısı, bu yapının geometrik merkezi ile rijitlik merkezinin çakışmasını sağlamış ve buna bağlı olarak da deprem sırasında ki burulmaları minimuma indirmiştir. Selimiye Cami gibi Osmanlı camileri ailesinden gelen pek çok camide merkezi kubbe geleneği görölmektedir. Tam simetrik kare planının kullanılması ilk kez Mimarsinan tarafından olmuştur ve geometrik olarak deprem gibi frekansı belirsiz bir yüke karşı oldukça hazır bir yapıdır.

Kubbenin dolu yüzey küre özelliği ile kendi yükünü ve deprem yükünü sekizgen kasmağa aktarması ve oradan da silindirik masif ayaklara aktarılması atalet kuvvetinin yapıdan boşaltılması açısından iyi bir yoldur. Sekizgen kasnaktan fil ayaklara geçiş sırasında kemerlerin çember özelliği kullanılmış ve yükün aktarımının rijitliği sağlanmıştır. Tüm bunların yanında; yapının kare planda dışarıdan çerçevenmiş olması da dolgu duvar özelliklerinden sonuna kadar faydalanılmasını sağlamıştır. Dolgu duvarların yapının yanal

güçlere karşı mukavemetini artırması yanında çatı yükünün de, yığma yapı özelliği nedeni ile bir kısmının taşınmasına yardımcı olmuştur.

Tüm merkezi kubbeli yapılarda olduğu gibi Ayasofya' da ve Selimiye'de Yapının kesitteki rijitlik merkezleri yapı yüksekliğinin yarısından az mesafededir. Bu yapılar için rijitlik merkezleri açısından da istikrarlıdır denebilir.

Günümüzde ise daha farklı estetik anlayışlar vardır ve bu tarz kubbeli yapılar yaygın değildir. Özellikle dikdörtgenler prizmaları şeklinde tasarlanmış yapıların ağırlık merkezlerinin biçimsel olarak yerçekimine göre tabana yakın olması düşünülemez. Ancak yapıların kat mülkiyeti kanunu ve belediyelerin sağladığı getirim doğrultusunda, yukarı çıkıldıkça kat alanının, çıkmalar yapılarak artırılmasındansa, yukarıdan aşağıya inildikçe artan bir kat alanı daha doğru ve yerinde olacaktır. Bu piramit formunu akla getirirse de yapının bütünü düşünüldüğünde daha estetik olgular geliştirilecektir.

Bundan farklı olarak yapının, dikdörtgenler prizması şeklinde imal edilmesine karar verilmiş ise, yapının tabana doğru daha ağır yapı elemanları ile inşa edilmesi yukarılara çıkıldıkça kütlelerin azaltılarak yapının hafifletilmesi ile gücün yapı üzerinde oluşturacağı etkileri azaltma yönüne gitmek gerekmektedir.

Bu sistem mimari üç boyutu getirmeyecek bile olsa rijitlik merkezi prensibi açısından uygun bir çözümdür denilebilir. Yapının üst katlara çıkıldıkça hafifletilmesi hesaplar sonucu da sağlanabilir, malzemelerin farklılaştırılması ile de; ancak malzeme farklılaştırılmasında dikkat edilmesi gereken nokta, farklı malzemelerin bir biri ile uyum sorunudur. Örneğin; alt katlarda betonarme yapılan bir yapının üst katlarda çelik taşıyıcıya dönüşmesi yapıyı hafifletebilir. Eğer birleşim noktaları doğru çözülüp, sağlam uygulama yapılmamışsa tam aksi sonuçlar da doğurabilir. Atalet kuvvetinin farklı malzemelerin birleşim noktalarında yapacağı tahribat yapının hasar almasına neden olabilir.

Bu çalışma bundan sonraki çalışmalarda kullanılmak üzere sağladığı veriler ile deprem dayanımına farklı bir bakış açısı getirmek açısından önemlidir. Yapının sadece kendi formu değil, aynı zamanda onu ortaya çıkaran strüktür elemanlarının da formlarının, yapı bütünlüğü açısından önemi görülmüştür. Tüm bu verilerin ışığında bu çalışma sonunda,

yapıların formlarının narinlik açısından iyi tasarlanması gerektiği, yapı geometrisinin malzemeden bağımsız olarak ele alındığında, deprem dayanımı konusunda net sonuçlara varılamadığı, ancak yönelimin hangi doğrultuda olması gerektiği ortaya çıkarılmıştır.

KAYNAKÇA

- 1 GIBSON M. 2003. Improving Prospects for the Regeneration of Deprived Neighbourhoods in Turkey. LSBU
- 2 EKTİREN S. 2004, Röportaj, 11 Kasım 2004
- 3 JICA, 2002. T.C. İstanbul İli Sismik Mikro-Bölgeleme Dahil Afet Önleme/Azaltma Temel Planı Çalışması, JICA-İBB, (JICA REPORT VOLUME V), EYLÜL 2002
- 4 Zeytinburnu Kentsel Dönüşüm Atölyesi, 2004, İBB-JICA-DPT-ZEYTİNBURNU BELEDİYESİ
- 5 AYDINOĞLU M. 1997 Deprem Yönetmeliği, Bayındırlık ve İskân Bakanlığı, Afet Bölgelerinde Yapılacak Yapılar Hakkında Yönetmelik, Boğaziçi Üniversitesi, S 11
- 6 DEMİRARSLAN. D. 2003. Kocaeli Deprem Sempozyumu, 12–14 Mart 2003, Tam Metin Kitabı; Yaşamsal İhtiyaçlar Doğrultusunda Kullanıcıların Proje ve Uygulama Süreçlerinde Bina İç Mekânlarında Bilinçsizce Yaptıkları Değişikliklerin Depremde Ortaya Çıkan Bina Hasarlarına Etkileri Bildirisi, 2003, Kocaeli Üniversitesi
- 7 <http://www.angelfire.com/de2/zelzele/yapisistem.html>
- 8 <http://www.angelfire.com/de2/zelzele/yapisistem.html>
- 9 HASOL. D. 1998. Ansiklopedik Mimarlık Sözlüğü. 1998. S 491. YEM YAYINEVİ
- 10 Indian Institute of Technology Kanpur, Learning Earthquake Design and Construction, 2002, India, Tip 12, Sayfa 1–2
- 11 Indian Institute of Technology Kanpur, Learning Earthquake Design and Construction, 2002, India, Tip 12, Sayfa 1–2
- 12 Indian Institute of Technology Kanpur, Learning Earthquake Design and Construction, 2002, India, Tip 12, Sayfa 1–2
- 13 <http://ocw.mit.edu/NR/rdonlyres/Architecture/4-440BasicStructuralTheorySpring2003/9474B311-F134-4662-8F00-4BC44ABAB230/0/14.pdf>
- 14 Indian Institute of Technology Kanpur, Learning Earthquake Design and Construction, 2002, India, Tip 5, Sayfa 1
- 15 Indian Institute of Technology Kanpur Learning Earthquake Design and Construction, 2002, India, Tip 5, Sayfa 2
- 16 Indian Institute of Technology Kanpur, Learning Earthquake Design and Construction, 2002, India, Tip 6, Sayfa 1

-
- 17** AYDINOĞLU M. 1997 Deprem Yönetmeliği, Bayındırlık ve İskân Bakanlığı, Afet Bölgelerinde Yapılacak Yapılar Hakkında Yönetmelik, Boğaziçi Üniversitesi, S 8
- 18** AYDINOĞLU M. 1997 Deprem Yönetmeliği, Bayındırlık ve İskân Bakanlığı, Afet Bölgelerinde Yapılacak Yapılar Hakkında Yönetmelik, Boğaziçi Üniversitesi, S 8
- 19** Indian Institute of Technology Kanpur, Learning Earthquake Design and Construction, 2002, India, Tip 7, Sayfa 1
- 20** Indian Institute of Technology, International Association for Earthquake Engineering, Nicee, Guidelines for Earthquake Resistant Non-Engineered Construction 2004, Chapter 3, Sayfa 5
- 21** Indian Institute of Technology Kanpur, Learning Earthquake Design and Construction, 2002, India, Tip 21, Sayfa 1
- 22** ENGEL H. 2004. Esaslar Sistemantikler. Strüktür Sistemleri. Tasarım Yayın Grubu Sayfa 131
- 23** CHING F. 2004, Mimarlık, Biçim, Mekân ve Düzen, 2004, Yapı Yayın, Sayfa 38
- 24** ENGEL H. 2004. Esaslar Sistemantikler. Strüktür Sistemleri. Tasarım Yayın Grubu Sayfa 131
- 25** CHING F. 2004, Mimarlık, Biçim, Mekân ve Düzen, 2004, Yapı Yayın, Sayfa 38
- 26** ENGEL H. 2004. Esaslar Sistemantikler. Strüktür Sistemleri. Tasarım Yayın Grubu Sayfa 131
- 27** DEMİRARSLAN D. 2003. Kocaeli Deprem Sempozyumu, 12–14 Mart 2003, Tam Metin Kitabı; Yaşamsal İhtiyaçlar Doğrultusunda Kullanıcıların Proje ve Uygulama Süreçlerinde Bina İç Mekânlarında Bilinçsizce Yaptıkları Değişikliklerin Depremde Ortaya Çıkan Bina Hasarlarına Etkileri Bildirisi, 2003, Kocaeli Üniversitesi
- 28** CHING F. 2004, Mimarlık, Biçim, Mekân ve Düzen, 2004, Yapı Yayın, Sayfa 42
- 29** CHING F. 2004, Mimarlık, Biçim, Mekân ve Düzen, 2004, Yapı Yayın, Sayfa 43
- 30** EKTİREN S. 2004, Röportaj, 11 Kasım 2004
- 31** [http://ocw.mit.edu/NR/rdonlyres/Architecture Building Technologies II Building Structural Systems I, Spring 2 , Designing Connections](http://ocw.mit.edu/NR/rdonlyres/Architecture_Building_Technologies_II_Building_Structural_Systems_I,_Spring_2,_Designing_Connections)
- 32** Indian Institute of Technology Kanpur, Learning Earthquake Design and Construction, 2002, India, Tip 12, Sayfa 1

-
- 33** Indian Institute of Technology, International Association for Earthquake Engineering, Nice, Guidelines for Earthquake Resistant Non-Engineered Construction 2004, Chapter 3, Sayfa 4
- 34** CHING F. 2004, Mimarlık, Biçim, Mekân ve Düzen, 2004, Yapı Yayın, Sayfa 43
- 35** <http://dsc.discovery.com/convergence/engineering/pyramidcity/interactive/interactive.html>
- 36** CHING F. 2004, Mimarlık, Biçim, Mekân ve Düzen, 2004, Yapı Yayın, Sayfa 43
- 37** CHING F. 2004, Mimarlık, Biçim, Mekân ve Düzen, 2004, Yapı Yayın, Sayfa 42
- 38** CHING F. 2004, Mimarlık, Biçim, Mekân ve Düzen, 2004, Yapı Yayın, Sayfa 43
- 39** <http://www.virtualani.freeseve.co.uk/apostleschurch/turkish.htm>
- 40** CHING F. 2004, Mimarlık, Biçim, Mekân ve Düzen, 2004, Yapı Yayın, Sayfa 42
- 41** GÜMÜŞ K. Domus M, 2000, Shigeu Ban'ın Evleri Kâğıttan, 2 Aralık – Ocak, 1N HEARST, Sayfa 41–42
- 42** <http://arsiv.hurriyetim.com.tr/istanbul/turk/99/10/06/isthab/17ist.htm>
- 43** GÜMÜŞ K. Domus M, 2000, Shigeu Ban'ın Evleri Kâğıttan, 2 Aralık – Ocak, 1N HEARST, Sayfa 42
- 44** <http://arsiv.hurriyetim.com.tr/istanbul/turk/99/10/06/isthab/17ist.htm>
- 45** GÜMÜŞ K. Domus M, 2000, Shigeu Ban'ın Evleri Kâğıttan, 2 Aralık – Ocak, 1N HEARST, Sayfa 42
- 46** GÜMÜŞ K. Domus M, 2000, Shigeu Ban'ın Evleri Kâğıttan, 2 Aralık – Ocak, 1N HEARST, Sayfa 41
- 47** OZGEN. E. 2005. Toplu Konut ve "Kalıcı Konut" Uygulamalarının İzmit Kent Merkezi Bağlamında İrdelenmesi, Elif Yeşim ÖZGEN, Kocaeli Üniversitesi 2005 Sempozyumu
- 48** Domus M, 2000. Depreme Akılcı Bir Yanıt. 4 Nisan – Mayıs, 1N HEARST, Sayfa 36
- 49** Domus M, 2000. Depreme Akılcı Bir Yanıt. 4 Nisan – Mayıs, 1N HEARST, Sayfa 36
- 50** Eyüce A., 1977, Process Design Proposal for the Realization of Disaster Area Housing, Proceeding of International Conference on Disaster Area Housing: Research, Planning and Implementation; İstanbul, 4-10 Eylül 1977, Tubitak Yayınları
- 51** ROTH. L. 2002. Mimarlığın Öyküsü, Kabalıcı Yayınları, 2002, Leland m. Roth, Sayfa 350
- 52** http://www.princeton.edu/~asce/const_95/ayasofya.html

53 ROTH. L. 2002. Mimarlığın Öyküsü, Kabalcı Yayınları, 2002, Leland m. Roth, Sayfa 350

54 ROTH. L. 2002. Mimarlığın Öyküsü, Kabalcı Yayınları, 2002, Leland m. Roth, Sayfa 350

55 Vogt. U. 1987. Sandoz Kültür Yayınları, 1987, No:10 Mimar Sinan, Ulya Vogt-Göknil, Sayfa 114

56 <http://www.akfen.com.tr/akfen/tur/grup/ins/konutimgdep.htm>