



ISSN:1306-3111

e-Journal of New World Sciences Academy  
2012, Volume: 7, Number: 4, Article Number: 1A0334

**NWSA-ENGINEERING SCIENCES**

Received: June 2012

Accepted: September 2012

Series : 1A

ISSN : 1308-7231

© 2010 www.newwsa.com

**Banu Erturan**

**Özlem Eren**

Mimar Sinan Fine Arts University

banuerturan13@yahoo.com

essiz@msgsu.edu.tr

Istanbul-Turkey

**MODÜLER YAPIM TEKNİĞİ İLE BİNA ETKİNLİĞİNİ VE VERİMLİLİĞİNİ GELİŞTİRME  
YAKLAŞIMININ DEĞERLENDİRİLMESİ**

**ÖZET**

Kanada'da EXPO'67 için 158 konut kapasiteli bir yerleşim alanı modüler kutu sistemli inşa edilerek mimarlık tarihinde uzun süre konuşulacak bir eser ortaya konulmuştur. Günümüzde, modüler kutu sistemler Avrupa, ABD ve Japonya'da yaygın olarak kullanılmaktadır. Konut, otel, yurt, büro, okul gibi farklı fonksiyonlu yapıların hızlı üretilmesi istenildiği durumlar için uygun bir sistemdir. Sistem açık, yarı açık ve kapalı olarak inşa edilebilmektedir. Modüler kutu sistemler, tek bir modül ile veya birkaç farklı modül ile birlikte farklı planlama alternatifleri oluşturularak esnek planlamaya ve hızlı üretime imkan veren bir yapım yöntemidir. Bu çalışmada önce modüler kutu sistemlerin tarihsel süreç içerisindeki gelişimi incelenmiştir. Daha sonra sistem statik ve mekan özellikleri, montaj ve kullanım şekilleri bakımından sınıflandırılmıştır. Çalışmanın sonunda, modüler kutu sistemin uygulandığı örnekler incelenmiştir.

**Anahtar Kelimeler:** Endüstriyel Yapım Yöntemleri, Modüler Kutu Sistem, Modüler Yapım, İleri Teknolojili Yapım, Prefabrikasyon

**EVALUATION OF THE DEVELOPMENT APPROACHES OF THE BUILDING EFFECTIVENESS  
AND EFFICIENCY WITH MODULAR CONSTRUCTION METHODS**

**ABSTRACT**

In Canada for EXPO'67; capacities of 158 residential areas have been constructed through modular box system. This new construction is a work put that will be told about for a long time in architectural history. Today, the modular box systems are being widely used in Europe, USA and Japan. This system is suitable if required high speed construction of different functional buildings such as residential, hotels, hostels, offices and schools. The system is on, can be constructed as opened, half-closed or closed units. Modular box system, a single module or a number of different alternatives to the planning module is formed with a different flexibility in planning and construction which allows quick production method. In this study, first of all, the development process of modular box system has been examined in an historical period. Accordingly, the system has been classified in terms of static and spatial characteristics, assembly method and the type of their uses. At the last part of this study, the samples which the modular box systems were applied, has been examined and presented.

**Keywords:** Industrial Building Method, Modular Box System, Modular Construction, High-Tech Construction, Prefabrication

## 1. GİRİŞ (INTRODUCTION)

Sanayi devrimi ile birlikte, özellikle 2. Dünya Savaşı'ndan sonra, endüstrileşme, nüfus artışı, yoğun kentleşme, ortaya çıkan yoğun konut talebi ve teknolojideki gelişmeler fabrika yapımı binaların üretimini ön plana çıkarmıştır. Bu yüzyılda geleceğin konutunun artık seri üretilen hazır yapım konut olması gerektiği fikri savunulmaya başlanmıştır. Birçok tasarımcı seri üretilen, endüstriyel konut yapımı üzerinde durmuş ve bu yönde çalışmalar yapmıştır.

Yapım yöntemlerinin endüstrileşmesinin amacı; teknik olanaklardan faydalanarak, tüm gereksinimleri karşılayan yapıları daha az işçilikle, kısa sürede ve uygun fiyatlarla üretmektir [9]. Hızla değişen ve gelişen toplumların mekânsal ihtiyaçlarını karşılayabilmek için yeni dinamik mimarlık eğilimleri ortaya çıkmaktadır. Burada da amaç, hareketli yapı ve yapı bileşenleri ile kullanıcı ihtiyaçlarına cevap verebilecek, esnek ve uyarlanabilir mekanlar yaratmaktır.

Temelde "tasarım esnekliği" ve "işlevsel esneklik" olarak sınıflandırılan esneklik kavramı, son yıllarda değişik boyutlar kazanmış yeniden gözden geçirilme gerekliliğini ortaya koymuştur. Teknoloji geliştirildikçe ve yeni yaşam biçimleri yaygınlaştıkça değişebilir mekan parçalarının yanında, tüm mekanın yer değiştirebilmesi ya da yenilenmesi gündemdedir [15].

Bu anlamda modüler kutu sistemler, esnek ve uyarlanabilir mekanlar yaratmaya imkan tanıyan hareketli yapı ve yapı bileşenleri ile, hızla değişen ve gelişen toplumların mekânsal ihtiyaçlarına cevap verebilecek esnek strüktürler oluşturmada son derece etkili bir sistem olmaya başlamıştır.

## 2. ÇALIŞMANIN ÖNEMİ (RESEARCH SIGNIFICANCE)

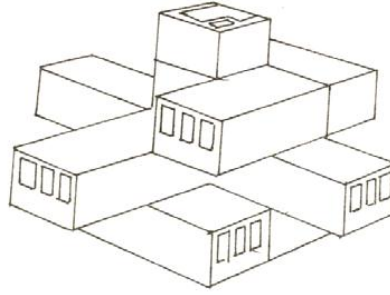
Günümüzde, bilimde ve teknolojide yaşanan hızlı gelişmeler yapı teknolojilerine de ivme kazandırmakta ve buna paralel olarak yapımda yeni teknolojilerin kullanımına yönlenilmektedir. Bu gelişmelerin bir sonucu olarak, endüstrileşmiş yapım sistemlerinin kullanımı gündeme gelmektedir.

Endüstrileşmiş yapım sistemlerinden biri olan modüler kutu sistemler, esnek planlama, uyarlanabilir mekanlar yaratabilme, hızlı montaj, yüksek mukavemet ve malzeme kayıplarının en aza indirilmesi gibi avantajları beraberinde getirmektedir. Böylece sistem, daha az işçilikle kaliteli fiziksel mekanların yaratılmasına hizmet etmektedir.

ABD'de, Japonya'da ve birçok Avrupa ülkesinde yaygın bir kullanıma sahip olan modüler kutu sistemlerin Türkiye'deki kullanımının yaygınlaştırılması için sistemin tanıtılması ve uygulamalarını güvenli bir şekilde gerçekleştirebilecek uzman kişilerin yetiştirilmesi gerekmektedir. Bu bağlamda, çalışmanın önemi, modüler yapı sisteminin ülkemizdeki kullanımının yaygınlaştırılabilmesi için tanıtılması amacını taşımaktadır.

## 3. TANIM (DESCRIPTION)

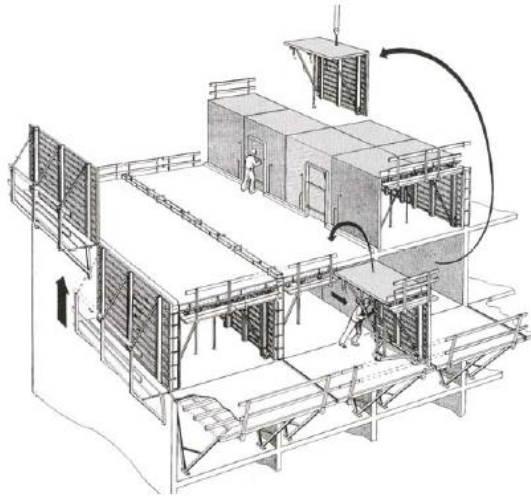
Modüler kutu sistemler, bina yapımının endüstrileşmesinde ileri seviyede gelişme gösteren, yani endüstrileşme düzeyi yüksek sistemlerdir. Modüler kutu sistemler duvar panelleri ile döşeme ünitelerinin bir araya gelerek oluşturdukları üç boyutlu mekânsal elemanlardır (Şekil 1). Ağır ya da hafif panel sisteminin ardından ortaya çıkan sistemde ürünün fabrika üretimine dayanan bir bitmişlikle elde edilmesi amacına yönelenmiştir [2].



Şekil 1. Üç boyutlu mekânsal elemanların birleşimi [13]  
(Figure 1. The combination of the three-dimensional spatial elements)

Junid'e (1986) göre modüler kutu sistemler yaşam üniteleri üretmek için kullanılan üç boyutlu sistemler olarak tanımlanabilir. Modüler kutu sistemler, fabrikada yüksek oranda tamamlanmış olmaya ve yanal dirence uygun oluşu nedeniyle yaralı ve tercih edilen bir sistemdir. Sistemin temel özelliği, çeşitli yönlerden gelen yüklere karşı dayanabilen kendi içindeki stabilitesidir [19].

Modüler kutu sistem bileşenleri, panel şeklindeki elemanların fabrika ortamında birleştirilmesi ile oluşturulabileceği gibi kalıplara da dökülmesi ile de üretilebilir. Bileşenlerin, duvarları, döşemeleri, elektrik teçhizatları, mutfak dolapları, su tesisatı ve pencereleri büyük oranda bitmiş haldedir. Bu durum yerinde yapım sürecini hızlandırmaktadır. Kullanım şekline bağlı olarak, modüller yalnızca kendi yükünü taşıyabildiği gibi üzerlerine düşen yükü taşıyabilirler. Modüller betonarme kutular şeklinde tekparça halinde veya fabrikada çeşitli birleşimler yapılarak üretilebildiği (Şekil 2) gibi ahşap veya çelik iskeletli olarak da inşa edilebilmektedir [19].



Şekil 2. Ünitelerin dış ortamda birleştirilmesi [19]  
(Figure 2. Arrangement of units into position onsite)

#### 4. MODÜLER KUTU SİSTEMLERİN TARİHÇESİ (THE HISTORY OF MODULAR BOX SYSTEMS)

2. Dünya Savaşı sonrasında ortaya çıkan büyük konut açığını karşılamak amacıyla savaş sırasında geliştirilen yöntemler ve teknolojidaki son gelişmeler konut yapımında uygulanmıştır. Bu dönemde "geleceğin konutu" olarak nokta konut blokları ve hazır yapım müstakil konutlar önerilmiştir [1].

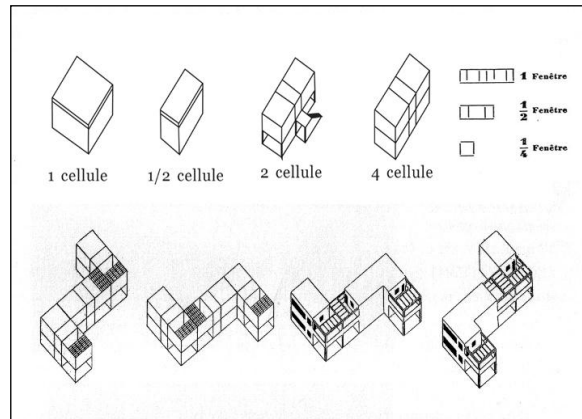
Modüler kutu yapım sistemi iklim koşullarının sürekli üretime olanak tanımadığı S.S.C.B.'de ortaya çıkmıştır [3]. 1930 yılında S.S.C.B.'de Prof. Dr. N.A. Ladowsky ve Mimar N.E.Karaulov taşıyıcı betonarme iskelet ve kendi kendini taşıyan ünitelerden oluşan bir tasarım ortaya koymuşlardır [18]. Sistem önce, fabrikada üretilen panel duvarların vinçler vasıtasıyla uygun pozisyona getirilmesi şeklinde uygulanmıştır. Bundan sonraki ileri aşama ise modüllerin tamamen döküm olarak üretilmesidir. Bunlar her biri 13 ton ağırlığında olan oda kutu modül veya blok kutu modül şeklinde fabrikalarda üretilmekteydiler [3].

Le Corbusier konut sorununun çağın sorunu olduğunu, toplumların dengesinin bu sorunun çözümüne bağlı olduğunu belirtmiş, "geleceğin konutu" nun seri üretilen bir konut olması gerektiğini savunmuştur [1]. Corbusier'e göre bir konutun üretimi bir otomobilin üretimi ile benzerlik taşımaktadır ve konut aslında bir "yaşam makinesi-machine for living" dir [10].

Eleştirmenler Le Corbusier'in modernist bir konseptte işçi evi tasarımını esas alan "machine for living"(yaşam makinesi) fikrini iki şekilde ele almışlardır.

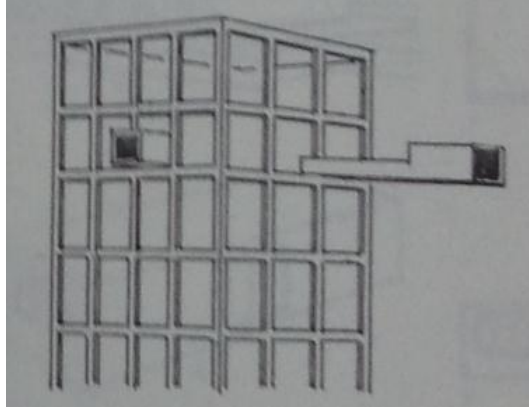
İlk yaklaşım, Le Corbusier'in "post-occupancy evaluations" a dayanan makine analojisinin etkisini incelemektedir. Boudon, bu konuda ilginç bir gözlemini sunmuştur; orijinal fonksiyonel mekan olarak kabul edilen bir süreci tamamladıktan sonra konutuna taşınan yeni kullanıcıların neredeyse tamamı konutlarında birtakım değişiklikler yapmıştır. Örneğin binanın rengi, çatısı, pencereleri, koridorları görsel veya strüktürel olarak değiştirilmiştir, bölme duvarlar taşınmıştır. Bu değişiklikler, Corbusier'in bu modern estetik anlayışı toplumsal isteklerle her zaman uyumlayabileceğini göstermektedir [10]. Kullanıcı değişikliği mekanlardaki değişim ihtiyacını da beraberinde getirmektedir. Sökülüp takılabilen yapı elemanlarının birleşiminden oluşmuş bir yapım sistemi bu ihtiyaçları karşılayabilecektir.

İkinci yaklaşım ise, Le Corbusier'in, kullanıcıları tarafından sonradan yeniden modellenen Pessac'taki konut projeleri için, ortaya atılmış olduğu "deliberate housing" kavramına dikkat çekmektedir (Şekil 3). Araştırmacılar Le Corbusier'in mevcut konut tiplerinin terk edildiğinin ve neticede bu tipolojinin, başarısızlıkla sonuçlandığını savunmaktadır. Çünkü tasarımcısı belli olmayan bu anonim konut tipi toplumun doğal bir ürünüdür. Konut tipleri, yeni konut yapımı olarak kuşaklar boyunca gelişmeye ve değişmeye devam edecektir [10].



Şekil 3. Pessac'taki konut projeleri için Corbusier tarafından geliştirilen konsept skeçler [10]  
(Figure 3. Developed Conceptual sketches of the house project in Pessac by Corbusier)

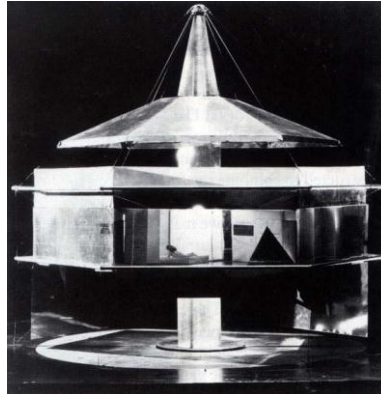
Le Corbusier de modüler kutu sistem örneği olarak, taşıyıcı sistem içerisine yerleştirilebilecek küçük boyutlu bir strüktür önermiştir. Bu strüktür günümüzdeki modüler kutu sistemin ilk örneğini ifade etmektedir(Şekil 4) [3].



Şekil 4. Le Corbusier'in önerdiği modüler kutu sistem [3]  
(Figure 4. Le Corbusier's proposed modular box system)

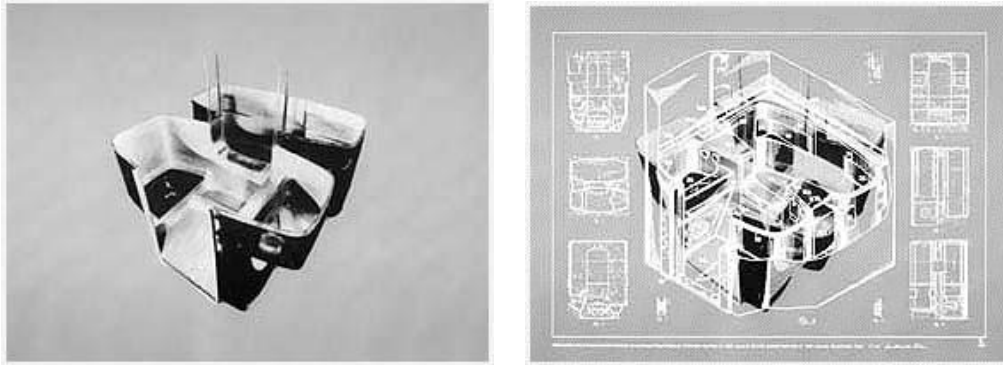
Corbusier, konutun çağa uygun olarak uçak, gemi ve taşıma araçları gibi fabrikalarda üretilebilmesi gerekliliğinin üzerinde durarak; gelecekte tekniğin, ısınma ve aydınlanma yöntemlerinde ve akılcı yapım sistemlerinde çok daha fazla ilerlemiş olacağını ileri sürmektedir. Bu sayede gelecekte gereç-konuta, seri üretim ile herkesin sahip olabileceği sağlıklı konuta ulaşılabileceğini savunmaktadır [1]. Bu anlamda Le Corbusier az katlı yapılarda "modüler kutu" konseptini uygulayan ilk mimardır [10].

Buckminster Fuller'de bu yeni kültüre "Dymaxion House" ile yanıt vermiştir. Fuller'in evi, ortogonal planlı ortada dikmeye asılı uçak ve araba endüstrisindeki teknolojileri uygulayan seri üretim ürünüydü. Fuller bu çalışmalarını mobil ve eşyalarıyla tamamlanmış ev fikriyle sürdürmüştür (Şekil 5) [9].



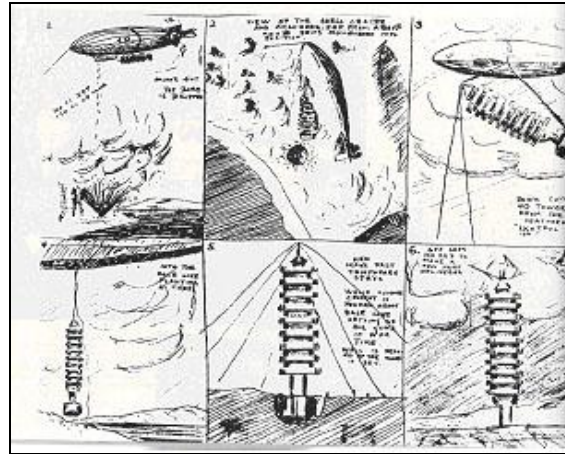
Şekil 5. Dymaxion House [17]  
(Figure 5. Dymaxion House)

Fuller tarafından 1936-38 yıllarında Phelps Dodge firması için tam donanımlı ilk bir dizi prototip hareketli banyo modülü üretilmiştir. Bu hafif metal banyo ünitelerinin her biri iki kişi tarafından rahatlıkla taşınabilecek ağırlıktaydı. Daha sonraları plastiğin yeterince geliştirilmesinden sonra bu banyo ünitesi plastik olarak ta üretilmiştir (Şekil 6) [24].



Şekil 6. İlk prototip banyo üniteleri [24]  
(Figure 6.The first prototype bath unit)

Fuller'in 1940'lerde ürettiği "Dymaxion Yaşam Birimi (Dymaxion Dwelling Unit)-DDU" mobil konutta; mutfak, banyo, jeneratör bir aradadır ve otomobilin arkasına takılarak taşınabilmektedir. "DDU" projesi, dairesel formu, ucuz ve portatif bir yapıdır. Fuller, DDU'yu tekil bir konut olmasının yanı sıra bir yerleşkenin çoğaltılabilir ana birimi olarak da düşünmüştür. Bunun gerçekleştirilebilmesi amacıyla evlerin ana bir taşıyıcı etrafında üst üste bindirilerek, çok katlı apartman kuleleri haline getirilebilecekleri bir sistem önermiştir. Zeplin ile bu konut kulelerinin istenilen yere havadan nakledilebileceğini düşünmüştür (Şekil 7) [1].



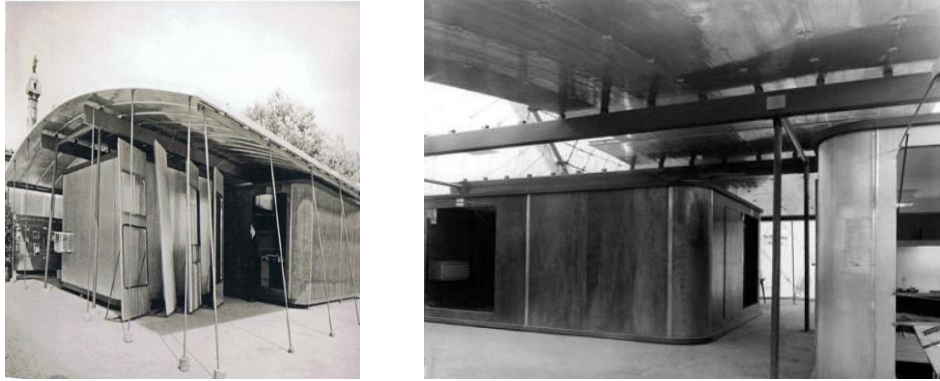
Şekil 7. DDU Dwelling Unit-Fuller'in Eskizleri [1]  
(Figure 7. DDU Dwelling Unit- Fuller's sketches)

1950 yılında deneyimleri nedeniyle Jean Prouvé Fransız hükümeti tarafından seri üretim konut tasarımı yapmak üzere görevlendirilmiştir. 25 adet konut üretilerek Meudon'da uygulanmıştır [17].

Tamamlanmış bir konutun ve bölücü elemanlarının hareketliliği, taşınabilirliği Prouvé'nin tüm prefabrike konutlarının önemli bir özelliğidir. Fransız mimarisindeki birçok sömürge yapısından farklı olarak, Prouvé'nin yapıları hafif, hızlı yapılabilir ve taşınabildir. Çünkü Prouvé mimarinin ihtiyaç duyulan yere taşınabilmesi gerektiğine inanmaktadır. Bu durum yalnızca konutlar için değil aynı zamanda okullar, kiliseler ve fabrika yapıları içinde geçerlidir [14].



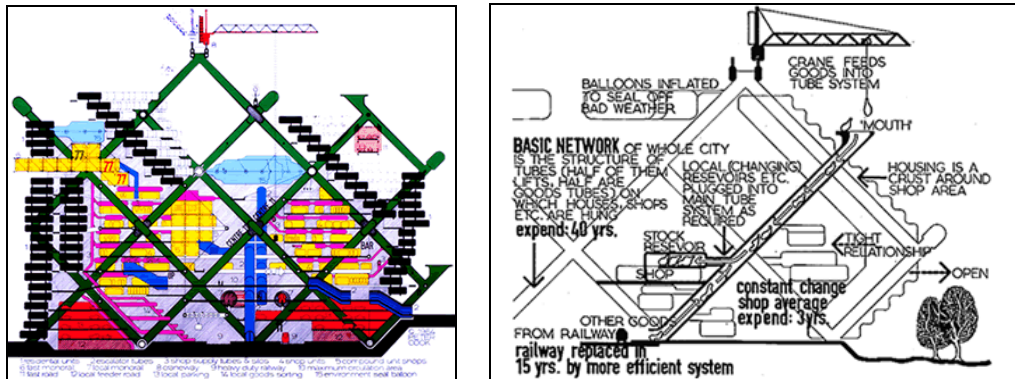
Jean Prouvé'nin 1958 yılında yağ endüstrisinde çalışan işçiler için tasarlamış olduğu Maison du Sahara, yerel yapı gelenekleri ile modern malzemelerin sentezine getirmiş olduğu yenilikçi bir bakış açısidir. Bu evler Kuzey Afrika'daki yağ üretim arazilerine kurulmuştur. Konutlar sırasıyla 16 m<sup>2</sup>'lik ve 28 m<sup>2</sup>'lik uyuma ve yaşama bölümleri olmak üzere iki bölümden oluşmaktadır. Malzemeler gün boyunca ısı toplanmasını engelleyecek ve bölmelerdeki ısıl sürekliliği artıracak dolayısıyla yaşama mekanlarında iklimlendirme maliyetini azami seviyede tutacak şekilde seçilmiştir. Konutlar, kamyonlar ve kızaklarla sürüklenerek taşınmıştır. Böylece sınırlı erişebilirliği olan uzak bölgelere nakliye kolaylaşmıştır (Şekil 8) [14].



Şekil 8. Sahara House görünüşü [14]  
(Figure 8. Sahara House)

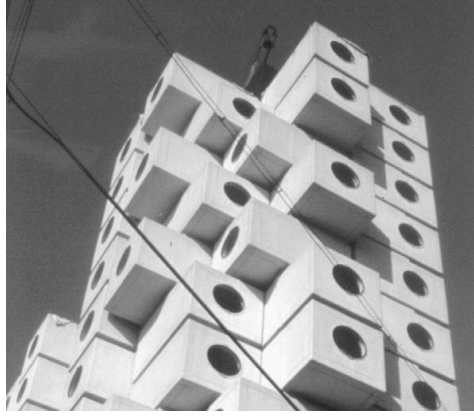
1950'lerin sonlarında housecar, motorhome, supercar gibi isimlerle anılan mobil evlerin, gelişen endüstri ve teknoloji ile birlikte sabit modüler evler olarak düzenlenmesi fikri ortaya çıkmıştır.

Archigram üyelerinden Peter Cook'un 1964 tarihli *Portatif Kent (Plug-in City)* projesinde tüm şehir, kutu modüllerin ayakta kutuları gibi üst üste yerleştirilmesiyle oluşturulmuş ve modüler kutu sistem şehir ölçeğine taşımak istenmiştir. Grimshaw'ın endüstriyel yapılarda kullanılabilecek, seri üretime uygun, çelikten tasarladığı bir tuvalet modülü bu sistemin gelişmesine önderlik etmiştir (Şekil 9) [6]. Peter Cook'un "Plug-in City" projesi, modüler kutu sistemler ile ilgili ilk önermeleri içermektedir. Modüler kutu sistemler, daha sonra "Lloyd's of London" ve "Hong Kong Bank" projelerinde ıslak hacimlerin yapıya entegre edilmesiyle karşımıza çıkmaktadır [6].



Şekil 9. Plug in City Projesi [21]  
(Figure 9. Plug in City)

20. yüzyılın son çeyreğinde karşımıza çıkan en önemli seri üretilmiş yapı örneklerinden biri 1970-72 yıllarında Kisho Krokawa tarafından Japonya'da inşa edilmiş olan ilk kapsül kulelerdir. Kisho Krokawa'nın Tokyo'daki Nagakin Kapsül Kule'si zamanla değiştirilebilen yaşam ünitelerinin birleştirilmesi ile gerçekleştirilmiştir (Şekil 10) [17].



Şekil 10. Nagakin Kapsül Kulesi [17]  
(Figure 10. Nagakin Capsul Tower)

1986 yılında tamamlanan ve Londra'nın tarihi bölgesi olan "The City" de bulunan Lloyds Binası, büyük tepkiler toplamasına karşı mimarlık alanında önemli gelişmeleri göstermektedir. High tech akımın maksimum esneklik ilkesinin modüler kutu sistemlerle sağlanması ve parçaların ana strüktürden bağımsız olarak, gerektiği zaman değiştirilebilmesi yönünden önemlidir [6].

Günümüze yaklaşıldığında gelişen teknoloji, hızlı nüfus artışı, kaynak yetersizliği ve değişen yaşam biçimi ile birlikte artık küçük hacimli, hızlı üretilen, modüler yapı tasarımları önem kazanmaya başlamıştır. Mekansal organizasyonların değişimi yerine strüktürü oluşturan modüler birimlerin değiştirilmesine ilişkin öneriler geliştirilmiştir.

Aslında bu düzeyde modüler yapı tasarımı oldukça yeni bir teknolojidir ve gittikçe artan tüketici taleplerini karşılayabilecek konut tasarımına imkan tanımaktadır. Bu durum prefabrikasyon sektörünün temel hedeflerinden biridir.

##### **5. PREFABRİKASYON, ÖN MONTAJ VE MODÜLER İNŞA (PREFABRICATION, PREASSEMBLY AND MODULAR CONSTRUCTION)**

Yapı işçileri genel olarak yüksek seviyelerde gürültüye, toz ve hava ile taşınan partiküllere, olumsuz hava koşullarına, bitkinliğe, yaralanmalara ve dolayısıyla verimliliğini ve üretimi düşüren diğer faktörlere maruz kalmaktadırlar. Yeni türdeki ekipmanlar bir aktiviteyi yapı işçileri için fiziksel olarak yerine getirilmesi daha kolay hale getirebilir, daha kolay kontrol sağlayabilir. Ve daha hatasız ve güvenli bir hale getirebilir. Benzer olarak, malzemedeki değişimler yapı parçalarının ağırlığını, karşılığında onların kavranmasını, taşınmasını eve monte edilmesini kolaylaştırarak azaltabilir. Yapı parçalarını saha dışında imal etmek daha kontrol edilebilir koşullar sağlar ve böylece parçanın fabrikasyonunun da yüksek kalitede ve hatasız olmasına imkan tanır.

Prefabrikasyon, ön montaj, modülerizasyon ve şantiye dışı fabrikasyon bina sistemlerinin ve/veya parçalarının şantiye dışı bölgelerde ve tesislerde montajını veya fabrikasyonunu kapsar. Tamamlandıktan sonra, sistemler veya parçalar uygun zamanda monte



edilmeleri için iş sahasına taşınır. İnşa ile bağlantılı 100 iş esas alınarak yapılan, materyal teknolojisi ve inşa üretimindeki değişimler arasındaki ilişkiyi inceleyen bir araştırma aşağıdaki verileri ortaya çıkarmıştır [23].

- Daha hafif materyallerin kullanıldığı yerlerde, işgücü verimliliği aynı aktivite için yüzde 30 oranında artmıştır
- İşgücü verimliliği, ayrıca, inşa aktiviteleri, monte edilmesi daha kolay olan veya prefabriğe olan materyaller kullanılarak yerine getirildiğinde de artmıştır.

Prefabrikasyon aşağıdakileri mümkün kılmaktadır;

- Hava, kalite kontrolü, yapılan işin daha gelişmiş denetimi, araçlara daha kolay erişim ve daha az malzeme talimatı için daha kontrollü koşullar,
- Prefabrikasyon ve ilgili teknolojiler, şantiye dışı bölgelerde daha yüksek nakliye maliyetlerine ve enerji harcamalarına neden olsalar da, malzeme atığı, hava ve su kirliliği toz ve gürültü ve toplam enerji maliyetlerindeki azalmalardan dolayı daha az iş sahası ortamı etkileri,
- İş akışı sıralamasının değiştirilmesinden dolayı kaynaklanan sıkıştırılmış proje programları (mesela, temeller şantiye alanında dökülürken parçalarının şantiye dışında monte edilmesine izin vermek, izinler işlerken parçaların şantiye dışında şantiye dışında monte edilmesine izin vermek),
- Ekiplerin çalışma saatlerinin düzenlenmesinde daha az anlaşmazlıklar ve ustaların daha iyi bir şekilde sıralanması,
- Şantiye içi depolamaya olan gereksinimler de azalma ve malzemelerde daha az kayıplar veya malzemelerin daha az hatalı yerleştirilmesi,
- Kötü hava koşullarına aşırı sıcaklıklara ve sürekli halde olan veya tehlikeli operasyonlara daha az maruz kalmalarıyla artan işçi güvenliği, daha iyi çalışma koşulları.

Modüler yapı, doğası gereği, malzeme ve kaynak tasarrufudur.

Modüler yapının en büyük artırımlarından biri, tekrarlı birimleri kontrollü ortamlarda monte edebilme becerisidir. Bir diğeri ise, alışılacagelmış inşa sırasında, hava koşullarına maruz kalmaktan ve inşa sahası hızsızlıklarından dolayı meydana gelen malzeme kaybının azalmasıdır. Tek parçalı modüler birimler inşa sahasına getirilmeden önce büyük ölçüde tamamlanmıştır, şantiye alanında ortaya çıkan inşa atığını önemli oranda sınırlandırabilir ve inşa sahası atık yönetimine doğrudan katkıda bulunabilir. Tabii olarak, modüler yapı endüstrisi birçok yıldan beri esnek tasarım ve tekrar kullanımın uygulayıcısı olmuştur.

**Modüler Yapı İşlemi (Modular Building Process):** Öncelikli olarak, fabrika kurulumlu inşa dört aşamadan oluşmaktadır. İlki, tasarımın ilk kullanıcı, son kullanıcı ve düzenleyici mercilerinden biri tarafından onaylanması, ikincisi, modül öğelerinin denetlenen bir ortamda montajı, üçüncüsü, modüllerin teslimat noktalarına taşınması ve dördüncüsü ise modüler birimlerin tamamlanmış bir bina oluşturmaları için yerlerine kaldırılmalarıdır. Modüler inşaya özel olarak, modüler bir fabrikada monte edilirken, aynı zamanda şantiye çalışması devam etmektedir. Bu durum, finansman ve denetim maliyetlerini düşürerek, binaların daha erken kullanılmaya başlanmasına izin verir ve çok daha kısa bir inşa sürecine katkı sağlar. Daha fazla zaman ve paradan tasarruf ederek, neredeyse tüm tasarım ve mühendislik dalları imalat sürecinin bir parçası haline

gelir. Ayrıca, bir binanın zeminlerini, duvarlarını, tavanlarını, kirişlerini ve çatılarını eş zamanlı olarak inşa etme becerisi, modüllere özgüdür. Saha kurulumlu inşa sırasında, zeminler yerinde olmadan duvarlar yerleştirilemez ve duvarlar dikilmeden tavanlar ve kirişler eklenemez. Diğer bir taraftan modern modüler inşa yöntemleri ile duvarlar, zeminler, tavanlar ve kirişlerin hepsi aynı anda monte edilmektedir. Ve daha sonra binayı oluşturmak için aynı fabrika içinde bir araya getirilmektedir. Bu işlem genellikle modüler inşa zamanının, geleneksel, saha kurulumlu inşalarınkinin yarısı kadar olmasını sağlar [23].

## 6. MODÜLER KUTU SİSTEMLERİN SINIFLANDIRILMASI (THE CLASSIFICATION OF MODULAR BOX SYSTEMS)

Modüler kutu sistemler, statik açıdan, mekan özellikleri açısından, montaj şekline ve kullanım şekline göre sınıflandırılabilir (Tablo 1).

Tablo 1. Modüler kutu sistemlerin sınıflandırılması  
(Table 1. The Classification of modular box systems)

Modüler Kutu Sistemlerin Sınıflandırılması	Sistem Tipi
Statik Açidan	Taşıyıcı modüler kutu sistemler
	Kendi kendini taşıyan modüler kutu sistemler
Mekan Özellikleri Açısından	Açık modüler kutu sistemler
	Kapalı modüler kutu sistemler
Montaj Şekline Göre	Yığma yapı modüler kutu sistemler
	İskelet sisteme monte modüler kutu sistemler
	Karma modüler kutu sistemler
Kullanım Şekillerine Göre	Yaşama mekanı modüler kutular
	Tesisat modülleri

### 6.1. Statik Açidan Modüler Kutu Sistemler (Modular Box Systems in terms of Statical)

Statik açıdan modüler kutu sistemler kullanım şekline bağlı olarak, yalnızca kendi yüklerini taşıyabildiği gibi üzerlerine düşen yükü de taşıyabilirler. Modüller betonarme kutular şeklinde tekparça halinde veya fabrikada çeşitli birleşimler yapılarak üretilebilir [19]. Tablo 2'de modüler kutu sistemlerin üretim malzemesine ve üretim şekline göre sınıflandırılması görülmektedir.

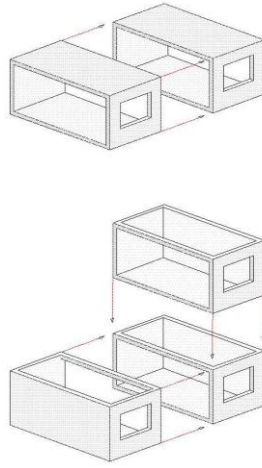
Tablo 2. Sistemin taşıyıcı sisteme bağlı olarak sınıflandırılması [19]  
(Table 2. The classification of system, depending on structural system)

MODÜLER KUTU SİSTEMLER	Sistem	Üretim Malzemesi
	Orta ağırlıkta modüler kutular (mobil)	Ahşap çerçeve, hafif metal, kompozit
	Orta ağırlıkta modüler kutular (parçalı)	Ahşap çerçeve, hafif metal, kompozit
	Ağır modüler kutular (fabrikasyon)	Betonarme
	Ağır modüler kutular (yerinde üretim)	Betonarme

## 6.2. Mekan Özellikleri Açısından Modüler Kutu Sistemler (Modular Box Systems in terms of Spatial Characteristic)

Modüler kutu sistemler mekan özellikleri açısından açık modüler kutu sistemler, kapalı modüler kutu sistemler olarak sınıflandırılmaktadır.

**Açık Modüler Kutu Sistemler (Open Modular Box Systems):** Açık modüler kutu sistemler sınırlandırılmamışlardır. Sınırlanan taraflar, taşıyıcı duvar veya taşıyıcı iç duvar olabilir. Modüllerin sınırlandırılmayan tarafı, diğer modül ile birleşerek daha büyük bir mekan oluşturulmasına imkan verir (Şekil 11). Bunun amacı, modüler kutuların nakliyesinin kolaylaştırılması yada tek modüler kutunun oluşan birim mekandan başlayarak, birleşmiş çok sayıda modüler kutunun oluşturduğu büyük mekanlara doğru planlama esnekliğinin sağlanmasıdır [5].



Şekil 11. Açık modüler kutuların bir araya getirilmesi [5]  
(Figure 11. The combination of open units)

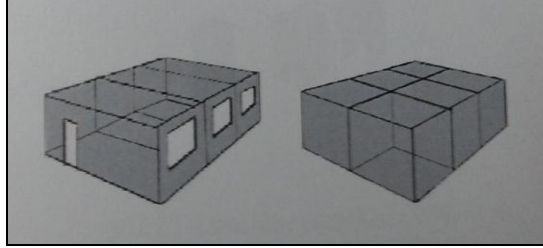
Plan biçimlendirme serbestliği enine yöndedir. Enine yöndeki derzlerin detaylandırılmasına dikkat edilmelidir. İyi detaylandırılmamış derz aralıklarında problemler ortaya çıkmaktadır[12].

Konut yapıları gibi tek bir bireyin konut ihtiyacından, kalabalık ailelerin konut ihtiyacına kadar çeşitlilik gösteren mekan ihtiyacı, modüllerin farklı sayıda ve kombinasyonda bir araya getirilmesiyle çözülebilir [5].

**Kapalı Modüler Kutu Sistemler (Closed Modular Box Systems):** Kapalı modüler kutu sistemde, duvar ve döşeme ile birlikte sınırlandırılmış ve boyutları tanımlanmış bir mekan belirlenir. Bu modüllerin gelişme olanağı yoktur. Bunlar tam kapalı, cepheleri açık ve üst yüzeyi açık olarak üç şekilde üretilmektedir. Kapalı modüller, tamamen fabrikada bitirilmiş yerine yerleştirilmeye hazır hale getirilmiş modüler kutulardır. Kapalı modüler kutu sistem ile yapılan binalarda planlama açısından esneklik imkanı bulunmamaktadır. Bu sistemler büyük boy panelli sistemlerde uygulanan ve tüm duvarların taşıyıcı olduğu "haçvari" sistemlerle, veya, taşıyıcı duvarların cepheye dik olarak düzenlendiği "enlemesine" sistemlerle büyük benzerlik gösterirler [8].

Modüllerin büyüklüğü, taşınabilme imkanı ile sınırlıdır. Modüllerin genişliği, kara yolu ile taşınması esnasında, trafik

kanunlarının izin verdiği ölçüde olabilir. Bu durumda modüllerin bir yöndeki boyu 2.40m veya 3.30m daha fazla olmamalıdır. Mekan boyutları modül boyutlarına bağlı olduğundan, bu modüller daha çok konut yapıları için daha uygundur. Kapalı modüler kutular kendi içlerinde rijit bir konstrüksiyon oluşturur. Bir araya getirilmeleri yığma strüktürlerdeki gibidir. Farklı boyutlu modüller, çeşitli şekillerde üst üste getirilerek değişik düzenlemeler yapılabilir [5].



Şekil 12. Kapalı modüler kutuların bir araya getirilmesi [16]  
(Figure 11. The combination of closed units)

Kapalı modüler kutu her tarafından sınırlandırılmıştır. Ancak bunun sonucu, oda büyüklüğü belirlenmiş olur ve bu da taşıma olanağı ile sınırlıdır. Kapalı modüler sistemler aynı boyutlara sahip oldukları ve tüm incele işçilik fabrikada tamamlandığı için, endüstrileşme derecesi en yüksek ünitelerdir [12].

### 6.3. Montaj Şekline Göre Modüler Kutu Sistemler (Modular Box Systems in terms of Assembly Method):

Modüler kutu sistemler, montaj şekline göre, yığma yapı modüler kutu sistemler, iskelet sisteme monte modüler kutu sistemler ve karma modüler kutu sistemler olarak sınıflandırılmaktadır.

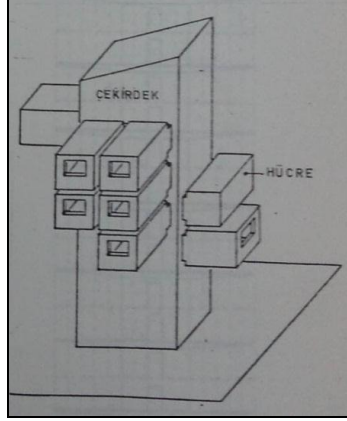
**Yığma Yapı Modüler Kutu Sistemler (Masonry Construction Modular Box Systems):** Yığma yapı modüler kutu sistemler taşıyıcı modüllerin yan yana ve üst üste düzenlenmesi ile oluşturulmaktadır.

Modüller aynı bir tuğla duvar örer gibi veya yığma sistem bir konut inşa eder gibi üst üste konarak monte edilirler. Kullanılan modüller açık veya kapalı tip modül kutu olabilirler. Burada modüller hem kendilerinin hem de sistemin tamamının taşıyıcılığını üstlenmişlerdir (Şekil 13) [11]. Bu sistemde oluşabilecek çift duvar veya döşemeler, yalıtım veya tesisat amaçlı kullanılabilir. [4]



Şekil 13. Yığma yapı modül kutu sistem uygulanması [4]  
(Figure 13. Construction of structural masonry modular box system)

**İskelet Sisteme Monte Modüler Kutu Sistemler (Modular Box Systems Which Assembled On A Frame System):** İskelet sisteme monte modüler kutu sistemler, modüllerin bir taşıyıcı iskelet yardımı ile taşınması veya merkezi bir çekirdeğe bağlanması ile oluşmaktadır.



Şekil 14. Düşey şaft şeklindeki taşıyıcı sistem [11]  
(Figure 14. Structural system in the form of vertical shaft)

Modüller şantiyede önceden hazırlanmış bir iskelet sistemin gözlerine, yanlardan sürülerek, alttan yukarı doğru kaydırılarak veya yukarıdan aşağı doğru sarkıtılarak yerleştirilirler. Modüller bu sistemde daha çok kapalı tip olarak seçilmektedir. Burada esas taşıyıcı iskelettir. İskelet tamamen kafesleme biçiminde düşey ve yatay sirkülasyonu sağlayan taşıyıcı bir şaft biçiminde veya başka sistemlerle (asma sistem) desteklenmiş karma bir konstrüksiyon biçiminde gerçekleştirilebilir (Şekil 15) [11].



Şekil 15. Modüllerin iskelet sisteme montajı [4]  
(Figure 15. Modul installation into frame system)

**Karma Modül Kutu Sistemler (Hybrid Modul Box Systems):** Karma modül kutu sistemlerde yığma ve iskelet sistemin bir arada kullanımı söz konusudur. Bu sistemde modüllerin bir bölümünün yığma sistem prensibine göre monte edilirken, diğer bölümü taşıyıcı bir iskelete monte edilmektedir.

#### 6.4. Kullanım Şekline Göre Modül Kutu Sistemler (Modul Box Systems In Terms Of Their Use Types):

Modül kutu sistemler yapıda yaşama mekanlarını oluşturmak üzere kullanılabilir gibi, yapının yalnızca tesisat bölümlerinde de kullanılabilir. Yaşama mekanı modülleri, açık veya kapalı



modüllerin bir araya getirilerek yaşama mekanlarının oluşturulduğu modül kutu tipleridir.

Tesisat modülleri ise, yapının ince işçiliği fazla olan birimlerinde kullanılmaktadır. Bu sistemlerde mutfak, asansör, banyo ve merdiven gibi birimler, diğer bölümler başka yapım sistemleri ile oluşturulmaktadır [9]. Tesisat modülleri, fabrikada bitmiş olarak kullanıma hazır üretilirler ve şantiyede yalnızca montaj işlemleri yapılır.

Ayrıca, tesisat modülleri içerisinde gerekli sıhhi tesisat ekipmanları, aksesuar, havalandırma, ısıtma gibi kanallar yerleştirilmiş olarak uygulanacağı yere getirilen bitmiş elemanlardır. Modüller binaya, bina kaba yapısı sırasında getirilmektedir. Modüllerin yerleştirilmesi için binada yer yer boşluklar bırakılmakta ve bu şekilde uygulanacağı yere monte edilmektedir [8].

## 7. UYGULAMA ÖRNEKLERİ (APPLICATION SAMPLES)

### 7.1. Nagakin Kapsül Kulesi, Kisho Kurokawa, 1972, Tokyo (Nagakin Capsul Tower, Kisho Kurokawa, 1972, Tokyo)

1972 yılında Kisho Kurokawa'nın tasarladığı Nagakin Kapsül Kulesi'nde modüler kutu sistem, bütün yapıda kullanılmıştır. Bu ilk kapsül kuleler zamanla değiştirilebilen yaşam ünitelerinin birleştirilmesi ile gerçekleştirilmiştir.

Nagakin Kapsül Kulesi, bünyesinde döneminin tüm teknolojik ekipmanını barındıran, hareketlilik üstüne kurulu yaşam biçimlerini destekleyecek şekilde tasarlanan kapsüller ile yapının uzun ömürlü olması göz önünde bulundurularak değiştirilebilir olarak tasarlanmıştır. Tek kapsül tüm çağdaş iletişim araçlarını içinde barındırmakta, çalışma, uyuma, dinlenme gibi işlevleri kapsamaktadır (Şekil 16). Islak hacim zamanın ulaşım araçlarında olduğu gibi ince bir zarla yaşama mekanından ayrılmaktadır. Yapı bünyesinde modern bir şehir göçebesinin gereksinim duyacağı (postane, çamaşırhane, alışveriş büfeleri vb.) tüm işlevleri içinde barındırmaktadır. Kentin ticaret merkezinin odağında konumlanmış, iş adamlarına hizmet vermeyi amaçlayan kapsüllerin, taşıyıcı sistemle bağları koparılacak geleceğin teknolojileri için değiştirilebilir biçimde tasarlandığı görülmektedir [15].

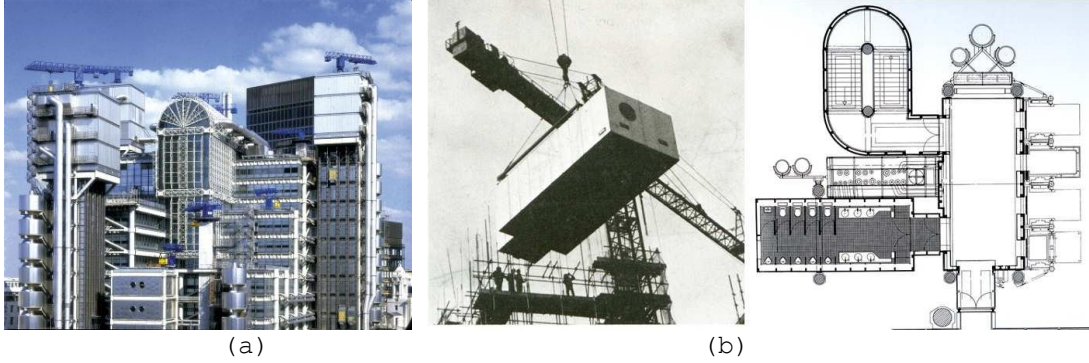


Şekil 16. Nagakin Kapsül Kulesi Bina ve iç mekan görünüşü [15]  
(Figure 16. Nagakin Capsul Tower and an inner view)

### 7.2. Lloyds Binası, Richard Rogers ve Ortakları, 1986, Londra (Lloyds Building, Richard Rogers and Partners, 1986, London)

1986 yılında tamamlanan ve Londra'nın tarihi bölgesi olan "The City"'de bulunan Lloyd's Binası, büyük tepkiler toplamasına karşı mimarlık alanında önemli gelişmeleri göstermektedir. High tech akımın

maksimum esneklik ilkesinin modüler kutu sistemlerle sağlanması ve parçaların ana strüktürden bağımsız olarak, gerektiği zaman değiştirilebilmesi yönünden önemlidir [6].

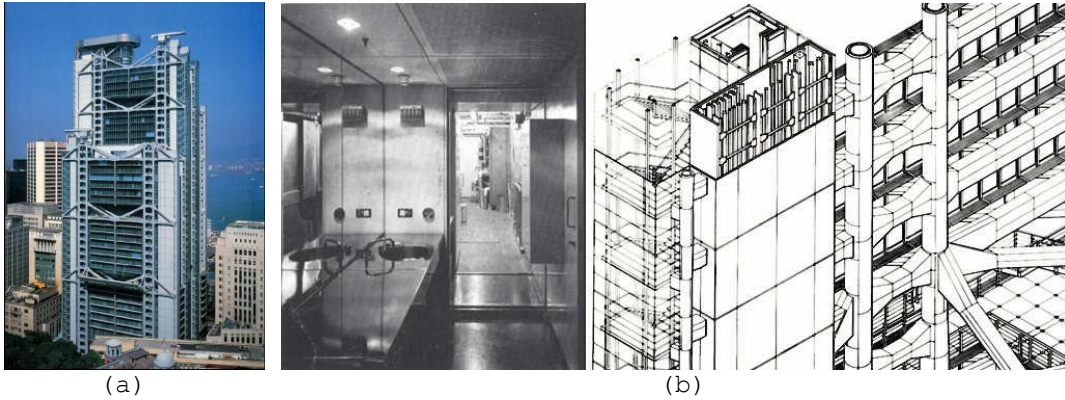


(a) Şekil 17.a) Lloyds Binası görünüşü [7]  
(a) Llyds Building)  
b) Lloyds Binası tuvalet modülleri ve planı [6]  
(b) Lloyds Building's wc modules and plan)

Lloyds Binası'nda 6 servis kulesinde tuvalet modüllerinin yanı sıra asansörler, yangın merdivenleri ve tesisat boruları yer almaktadır. Kulelerin konstrüksiyonu kutu modüllerin tespiti bakımından önemlidir. Lloyds Binası'nın çekirdekte bulunan tuvalet modülleri fabrikada yapılıp yerine takılmaya hazır halde yapılmaktadır. 33 modül olarak yapıda yer alan bu bölümlerin, binanın yapım hızını kesmemek için ayrı yerde yapılıp getirilerek yerine takılması öngörülmüştür [8]. Servis kulelerindeki 33 tuvalet modülü, fabrikada üretim bandında seri üretimle üretilmiş ve şantiye sahasına paketler halinde getirildikten sonra kulelerdeki beton kolonlara sabitlenerek çelik bağlantılar üzerine vida ile tespit edilmesi yoluyla monte edilmiştir [6].

### 7.3. Hongkong & Shanghai Bank Binası, Foster Associates, 1985, Hong Kong (Hongkong & Shanghai Bank Building, Foster Associates, 1985, Hong Kong)

1985 yılında Foster Associates tarafından yapılan binanın doğu ve batı bölümlerinde 139 adet tuvalet modülü kullanılmıştır. Modüller fabrikada üretilerek yerine monte edilmiştir. Hong Kong Bankası'nda birbirinde farklı 7 tipte tuvalet modülü bulunmaktadır. Modüller birbirine çelik çerçevelerle yapılmış kaldıraçlar vasıtasıyla bağlanmıştır. Tesisat boruları ve tuvalet modülleri temiz bir cephe yüzeyi oluşturmak için cephe kaplama elemanları ile kaplandığı için dışarıdan bakıldığında algılanmamaktadırlar.



(a)

(b)

Şekil 18 a) Hong Kong Bankası görünüşü [7]

(a) Hong Kong Bank)

b) Tuvalet modülleri ve servisler [6]

(b) WC modules and services)

#### 7.4. Murray Grove Konutları, Cartwright Pickart, 2000, Londra (Murray Grove Housing, Cartwright Pickart, 2000, London)

Konut olarak tasarlanan 5 katlı yapının büyük bir kısmı 3.2 m genişliğinde farklı tipte modüllerden oluşmaktadır. 2'li modüller  $m^2$  si daha az olan tek yatak odalı daireler için, 3'lü modüller ise 2 yatak odalı daireler için kullanılmıştır. Modüller birbirine dıştan yapılan bağlantı elemanları vasıtasıyla birleştirilmiştir.



(a)



(b)

Şekil 19. a) Murray Grove Konutları görünüşü [22]

(a) Murray Grove Housing)

b) Modüllerin yerleştirilmesi [20]

(b) Module installation)

Binanın dış cephesi terekota kiremitlerle kaplanmıştır. Bu nedenle kutu modülleri dışarıdan bakıldığında algılanmamaktadır. Ayrıca yapının avluya bakan cephesinde çelik balkonlar kullanılmıştır (Şekil 20). Murray Grove projesindeki silindirik merdiven kulesi, çatı ve balkon elemanlarının tamamı prefabrikte olarak üretilmiştir.



Şekil 20. Murray Grove Konutları terekota kaplama cephesi [20]  
(Figure 20. Murray Grove Housing façade using terracotta tiles)

Projede kullanılan 80 modül 3 haftada yerine monte edilmiştir. Binanın tamamı ise 3 ay gibi kısa bir sürede tamamlanmıştır.

#### **7.5. Post Otel, Heapold Kaufman, 1996, Bezau (Post Hotel, Heapold Kaufman, 1996, Bezau)**

Post Otel, Avusturya'nın batı bölgesinde yer alan artan konaklama ihtiyacının karşılanabilmesi için ana binaya ilave olarak değişik tarihlerde (1970-2004) yapılmış ek binalar ile genişletilmiştir. Gerekli oda ihtiyacını acil olarak karşılamak için çok kısa inşaat sürecinde tamamlanabilecek bir sisteme ihtiyaç duyulmuştur. Çözüm olarak prefabrikte olarak üretilmiş ünitelerin birbiri üstüne konularak oluşturulduğu yapım sistemi tercih edilmiştir. Bu sistemde kullanılan ünitelerin boyutları 7.50x4.00m olup, üniteler dışında başka bir destek strüktüre ihtiyaç bulunmamaktadır. Servisler modüller arasında oluşturulan kanallarda toplanmıştır. Sadece cam banyo duvarları ile ahşap mobilyalar şantiyede monte edilmiştir. Binanın modülleri ve çatısı iki günde tamamlanmıştır. Bir aylık bir süreç sonunda ise otelin yeni bölümleri hizmete açılabilmiştir [9].



Şekil 21. Post Otel binası [4]  
(Figure 21. Post Hotel building)

#### **8. SONUÇ (CONCLUSIONS)**

Gelişen teknoloji, beraberinde insanların yaşam biçimlerinde de bir takım değişikliklere neden olmuştur. Artık hayatın her alanında olduğu gibi yapılarda da hız, esneklik, fonksiyonellik gibi faktörler ön plana çıkmaktadır. Bu nedenle değişen ve gelişen toplumların



mekânsal ihtiyaçlarının karşılayabilmek için kullanıcı gereksinim ve isteklerine bağlı olarak çabuk ve kolay üretilebilen yeni endüstriyel yapım yöntemlerine ihtiyaç duyulmaktadır.

Modüler yapı ile daha kısa zaman içinde şantiye dışında inşa edilmiş, daha iyi inşa kalitesine sahip bir bina elde edilebilir.

Günümüzde uygulaması gitgide artan endüstrileşmiş yapım sistemlerinden biri olan modüler kutu sistemler;

- Prefabrikasyon derecesinin %90'a kadar yükselebilmesi, inşaat süresinin oldukça kısa olmasını sağlaması,
  - Çeşitli yönlerden gelen yüklere karşı dayanabilmesi,
  - Kendi içinde yüksek stabiliteye sahip olması,
  - Hızlı montaj ile zaman tasarrufu sağlaması,
  - Şantiyede depolama alanı ihtiyacını en aza indirmesi,
  - Malzeme ve organizasyon harcamalarını azaltması,
  - Yapı kalitesini artırması,
  - Malzemenin geri dönüşümlü olarak kullanılabilmesini sağlaması,
  - Zaman içerisinde yapılması gerekli yenilenmelerin yapının tamamını etkilemeden yapılabilmesi,
  - Esnek ve uyarlanabilir mekanlar yaratmaya imkan tanınması,
- gibi avantajları ile değişen kullanıcı gereksinimlerine karşılık verebilecek nitelikte sistemlerdir. Bu anlamda, modüler kutu sistemlerin tercih edilirliliğini ve gelişimini gelecekte de devam ettireceği düşünülmektedir.

#### KAYNAKLAR (REFERENCES)

1. Ak, N., (2006). Geleceğin Konutu Tasarımında Ortaya Çıkan Kavramların Belirlenmesi. Yüksek Lisans Tezi. İstanbul:İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.
2. Babür, N.P., (1987). Hücre Yapım Sistemleri ve Hücre Yapım Sistemlerle İstanbul Levent'te Konut Tasarımında Bir Model Oluşturması. Yüksek Lisans Tezi. İstanbul:Yıldız Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.
3. Demirkan, F., (1986). Hücre Yapım Sistemi ile Ataköy'de Toplu Konut Üretimi Üzerine Bir Araştırma. Yüksek Lisans Tezi. İstanbul:Yıldız Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü
4. Detail Dergisi, (2001). Volume:4, pp.443-460
5. Ekinci, S., (2006). Hafif Çelik Yapım Sistemleri Taşıyıcı Sistem, Yapı Fiziği Etkileri ve Mimari Tasarım İlkeleri Açısından Analizi. Yüksek Lisans Tezi. İstanbul: Mimar Sinan Güzel Sanatlar Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.
6. Enercan, T., (2004). High Tech Akım Ofis Yapıları ve Ekolojik Ofis Yapılarının Gelişimine Olan Etkisi. Yüksek Lisans Tezi. İstanbul: Yıldız Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü
7. Erturan, B., (2010). Akıllı Cephe Tasarım İlkeleri ve Uygulama Örneklerinin İncelenmesi. Yüksek Lisans Tezi. İstanbul:Mimar Sinan Güzel Sanatlar Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü
8. Eşsiz, Ö., (1997). İleri Teknoloji (High Tech) Yapıları ve Uygulama Örneklerinin İncelenmesi. Yüksek Lisans Tezi. İstanbul: Mimar Sinan Güzel Sanatlar Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü
9. Eşsiz, Ö., Koman, İ., (Mart 2007). Modüler Hücre sistemlerle Güncel Uygulamalar. Yapı Dergisi.  
(<http://www.yapidergisi.com/makaleicerik.aspx?makalenum=31>)
10. Hsu, C-C. ve Shih, C-M, (May 2006). A Typological Housing Design: The Case Study of Quartier Fruges in Pessac by Le Corbusier. JAABE, Vol:5, No:1, pp.76-77



11. Karahallı, E., (1983). Hücre Sistemi ile Konut Üretimi ve Model Araştırması. Yüksek Lisans Tezi. İstanbul:Yıldız Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü
12. Koncz, T., (1979). Prefabrikasyona Giriş-Endüstrileşmiş Yapı Üretimi. İstanbul:Yapı Merkezi
13. Mian, A.T.E., (2006). Industrialised Building System Formation Scheduling for Public Buildings. Master Thesis. Malaysia: Universiti Teknologi Malasia Faculty of Civil Engineering
14. O'Day, K., (2009). Tropical Or Colonial A Reception History Of Jean Prouve's Prefabricated Houses For Africa. Master Thesis. U.S.A:The Graduate Faculty of the Louisiana State University and Art College
15. Özturan, Ö., (26-28 Ekim 2010). Teknolojik Gelişmelerin İç Mekan Biçimlenişine Etkisi. Tasarımda Genç Bakışlar Sempozyumu. İstanbul Bildiriler Kitabı. pp.129-131
16. Seydioğlu, S., (2008). Ön üretimli İskelet Sistemlerin Dünyadaki Gelişimi ve Depreme Dayanıklı Tasarım Yaklaşımı. Yüksek Lisans Tezi. İstanbul:Yıldız Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü
17. Wilhelm, G., (2007). Open Source Housing. Master Thesis. Georgia: The Savannah College of Art and Design
18. Yılmaz, F., (1986). İstanbul Levent'te Hücre Yapım Sistemi ile Konut Tasarımı. Yüksek Lisans Tezi. İstanbul: Yıldız Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Y.Lisans Tezi
19. Zainal Abidin, A.R.B., (2007). Simulation Of Industrialised Building System Formation For Housing Construction. Master Thesis. Malasia: Universiti Teknologi Malasia Faculty of Civil Engineering
20. [www.apta.com.es/pdf/steel\\_europe.pdf](http://www.apta.com.es/pdf/steel_europe.pdf) (son erişim tarihi: haziran 2012)
21. [www.archigram.net/projects\\_pages/plug\\_in\\_city.html](http://www.archigram.net/projects_pages/plug_in_city.html) (son erişim tarihi: haziran 2012)
22. [www.housingprototypes.org/images/murray%20grove\\_08.jpg](http://www.housingprototypes.org/images/murray%20grove_08.jpg) (son erişim tarihi: haziran 2012)
23. [www.modular.org/marketing/documents/Whitepaper\\_ImprovingConstructionEfficiency.pdf](http://www.modular.org/marketing/documents/Whitepaper_ImprovingConstructionEfficiency.pdf) (son erişim tarihi: ağustos 2012)
24. [www.solwaygallery.com/artists\\_editions/buckminster\\_fuller/buckminster\\_fuller\\_01.html](http://www.solwaygallery.com/artists_editions/buckminster_fuller/buckminster_fuller_01.html) (son erişim tarihi: haziran 2012)