

**YILDIZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**MİMARİ YAPILARDA HAREKET ÇEŞİTLERİNİN
İNCELENMESİ VE HAREKETİN MİMARİ
TASARIMDA KULLANILMASI**

Mimar Çağrı Ekmekçi

**F.B.E. Mimarlık Anabilim Dalı Bilgisayar Ortamında Mimarlık Programında
Hazırlanan**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Tez Danışmanı: Doç. Dr. Murat SOYGENİŞ

İSTANBUL, 2005

İÇİNDEKİLER

	Sayfa
ŞEKİL LİSTESİ	iv
ÇİZELGE LİSTESİ	vii
ÖNSÖZ	viii
ÖZET	ix
ABSTRACT	x
1. GİRİŞ	1
1.1. Çalışmanın Amacı	2
1.2. Çalışmanın Kapsamı	2
1.3. Çalışmanın Metodu	3
2. MİMARLIKTA HAREKET KAVRAMININ GELİŞİMİ	4
2.1. Hareket kavramının incelenmesi	5
2.2. Eski uygarlıklarda kinetik yapılar	7
2.3. Hareketli Olmayan ve Olası Değişimlerin Göz Önünde Bulundurulduğu Form Yaklaşımları	10
2.4. Modern dönemde hareket kavramı	12
3. HAREKETLİ SİSTEMLER	16
3.1. Doğadaki Hareketten Esinlenmeler	16
3.2. Hareket Sistemlerinin Çeşitleri	21
3.2.1. Yeri Değişebilen Sistemler	23
3.2.1.1. Komple Taşınır Sistemler	23
3.2.1.2. Yeniden Yerleştirilebilir Sistemler	26
3.2.1.2.1. Germe Sistemler	27
3.2.1.2.1.1. Germe Zar Sistemler	28
3.2.1.2.1.2. Kablolü Ağ Sistemler	28
3.2.1.2.1.3. Şişme Sistemler	29
3.2.1.2.2. Modüler ya da Eklemeli Sistemler	33
3.2.1.3. Sökülür Takılır Sistemler	35
3.2.2. Şekli Değişebilen Sistemler	36
3.2.2.1. Katı Formlu Yapılar	36
3.2.2.1.1. Katlanır Sistemler	36
3.2.2.1.2. Kayar Sistemler	41
3.2.2.1.3. Açılır Kapanır Sistemler	42

3.2.2.1.4.	Genişler ve Daralır Sistemler.....	45
3.2.2.1.5.	Döner sistemler	49
3.2.2.2.	Deforme Olabilir Yumuşak Formlu Yapılar.....	51
4.	HAREKETLİ SİSTEMLERDE POTANSİYEL MALZEMELER VE KULLANILAN YÖNTEMLER.....	60
4.1.	Elastik Malzemeler	61
4.2.	Lifli Malzemeler	63
4.3.	Bükülebilir Kompozit Malzemeler	64
4.4.	Kâğıt Malzemeler	66
5.	SONUÇ.....	68
	KAYNAKLAR.....	74
	ÖZGEÇMİŞ.....	78

ŞEKİL LİSTESİ

Şekil 2.1 Venezuela pavyonunun açılıp kapanma hareketi [22]	7
Şekil 2.2 Tibetli göçebe çadırından bir kesit (Anonim, Detail, 1998\8).....	8
Şekil 2.3 Tibetli göçebe çadırının içinden görünüş (Anonim, Detail, 1998\8).....	8
Şekil 2.4 Mongolian çadırı (Anonim, Detail, 1998\8).....	9
Şekil 2.5 Vietnam’da güneşten korunmak için izlenen yöntem (Rudofsky,1964).....	9
Şekil 2.7 Tokyo’da Kisho Kurokawa’nın Tasarımı Olan Nagakin Kapsül Kulesi (Lökçe,2001)	13
Şekil 2.8 Nagakin Kapsül Kulesi’nin Plan ve Kesitleri (Lökçe,2001).....	14
Şekil 2.9 Archigram grubunun “Yürüyen Şehir” projesinin dev ölçekli yaşama birimleri	
Şekil 2.10 Modelin katlanmış ve açılmış halleri (Guest,2002)	15
Şekil 3.1 Cowpea Chlorotic Mottle Virus’ün mikroskop altında genişlemesi (Kovács,2004)	17
Şekil 3.2 Cowpea Chlorotic Mottle Virus’ün genişleme hareketinin fiziksel olarak Modellenmesi (Kovács,2004).....	17
Şekil 3.3 Cowpea Chlorotic Mottle Virus’ün genişleme hareketinin tasarıma yansıması (Kovács,2004)	18
Şekil 3.4 Kayın ağacı yaprağı (Guest,2002).....	19
Şekil 3.5 Kayın ağacının katlanma yapısının analizi (Guest,2002).....	19
Şekil 3.6 Ağaç yaprağının katlanmasının dokuz evresi (Guest,2002).....	19
Şekil 3.7 Kâğıdın katlanma modeli (Guest,2002)	20
Şekil 3.8 Modelin katlanmış ve açılmış halleri (Guest,2002).....	20
Şekil 3.9 Lophius balığının çene açılma mekanizması (Muller,1996)	21
Şekil 3.10 Leontodon çiçeğinin açık ve kapalı hali (Vincent, 2003)	21
Şekil 3.11 Hayvan gücüyle taşınan yapı (Schittich, 1998).....	21
Şekil 3.12 İnsan gücüyle taşınan yapı (Schittich, 1998).....	22
Şekil 3.13 Öğrenciler tarafından uygulanan yapının görünüşü (Siegal,2002)	23
Şekil 3.14 Bu yapı bir yerden başka bir yere taşınırken (Siegal,2002)	23
Şekil 3.15 Mekanlar arası veri alışverişini sağlayan, yer değiştirebilir yapı (Siegal,2002)	23
Şekil 3.16 Kanada’da bir sığınığın çatı örtüsü [28]	25
Şekil 3.17 Almanyada zooloji ünitesinin örtüsü [28]	26
Şekil 3.18 Kablolulu ağ sistemli çatı örtüsünün görünüşü [29]	26
Şekil 3.19 Tek kademeli şişme yapı [29]	26
Şekil 3.20 Acil durum anında kurulacak şişme nervürlü bir yapı [30].....	27
Şekil 3.21 Damarlı şişme sistemler [31].....	27

Şekil 3.22 Çölde yaşayan insanlar için tasarlanmış şişme, çevresel kuvvetlere göre şekillenebilen sistem [32]	29
Şekil 3.23 Cocoon adlı şişme çadırın dijital gösterimi (Siegal,2002)	29
Şekil 3.24 Cocoon adlı şişme çadırın uygulanmış hali (Siegal,2002)	29
Şekil 3.25 Wemer Aisslinger'in 2001'de gerçekleştirdiği modüler Loft Cube yapısı	30
Şekil 3.26 İnsan hareketlerine tepki veren, dinamik, çok hücreli yapı (Amelar, 2003)	31
Şekil 3.27 The E-Hive projesinin görünüşü (Siegal,2002)	32
Şekil 3.28 E-Hive'in uygulama detayları (Siegal,2002)	32
Şekil 3.29 Eşyalarını içinde bulduran halı tasarımı (Munari,2000)	34
Şekil 3.30 Katlanabilir silindir [1]	35
Şekil 3.31 Katlanabilir antenler, esnek yüzey reflektörleri için yeni kavram [1]	35
[27]	13
Şekil 2.7 Archigram grubunun tasarladığı bir yaşam ünitesinin planı [27]	13
Şekil 3.32 Katlanabilir antenin katlanma konsepti [1]	36
Şekil 3.33 Katlanabilir sistemlerden bir örnek (Zuk, 1970)	36
Şekil 3.34 Taşınabilir ve katlanabilir evin tasarım şeması (Migayrou, 2003)	37
Şekil 3.35 Kayar mekanizmalı stadyum örtüsü [15]	38
Şekil 3.36 Frei Otto'nun tasarladığı Hoechst stadyumunun örtüsü [23]	38
Şekil 3.37 Stadyum örtüsü'nün kayar mekanizmalı işleyişi [18]	39
Şekil 3.38 Açılır kapanır sistemli GucklHupf yapısı	40
Şekil 3.39 Hareketli sanatçı stüdyosu	40
Şekil 3.40 Singapur sanat merkezinin dış yüzeyi [33]	41
Şekil 3.41 Milwaukee Sanat Müzesi'nin kanatlarının açılıp kapanma hareketi [24]	41
Şekil 3.42 Emilio Perez Pinero'nun hareketli tiyatrosu (Gantes, 2001)	43
Şekil 3.43 Pantograf sisteminin çalışma mekanizması (Gantes, 2001)	43
Şekil 3.44 Pellegrino'nun deneysel çalışması [1]	44
Şekil 3.45 Hoberman'nın genişleyen küresi	45
Şekil 3.46 Hoberman'ın genişleyen küresinin bir çeşidinin büyük ölçekte uygulanması [4]	45
Şekil 3.47 Dr. Sergio Pellegrino ve Zhong You'nun yaptığı çalışma [1]	46
Şekil 3.48 Botları suyun altından bir kanaldan diğerine taşıyan döner mekanizmalı sistem (Dawson, 2003)	47
Şekil 3.49 Döner mekanizmalı gözetleme kulesi	48
Şekil 3.50 Taşıyıcısı heliks strüktür olan, gerekli şartlarda deforme olabilen gökdelen	49
Şekil 3.51 Gökdelenin şişme kapsüllerinin çalışma prensibi ve arazideki görüntüsü	50
Şekil 3.52 OfftheRoad_5speed adlı adapte olabilen konutların yerleşim şeması	51

Şekil 3.53 Konutlardan birinin kabuk görüntüsü.....	52
Şekil 3.54 Yükek yoğunluklu poliüretan ile kaplanmış konutlar	52
Şekil 3.55 OfftheRoad_5speed konutlarının hareket etme mekanizması.....	53
Şekil 3.56 Hybgrid adlı projenin strüktür elemanlarının alabilecekleri pozisyonlar.....	54
Şekil 3.57 Gridin üstünün elastik malzeme ile örtülmesi	54
Şekil 3.58 Strüktürün uygulanmış hali	55
Şekil 4.1 Elastik malzemelerle yapılmış bir sistem(Mengelsdorf, 2004).....	57
Şekil 4.2 Doğadaki çapraz fiber yapı örneği (Mengelsdorf,2004)	59
Şekil 4.3 Bükülebilir şeridin alabileceği şekiller [1]	61
Şekil 4.4 Bükülebilir şeritlerin içe ve dışa doğru kıvrılması [1]	61
Şekil 4.5 Bükülebilir şeridin yapısı [1].....	62
Şekil 4.6 Oluklu kâğıt yapısının farklı çeşitleri (Fox,2002)	63
Şekil 4.7 Petek dokulu kâğıdın masanın alt kısmında kullanımının detayı (Fox,2002)	63

ÇİZELGE LİSTESİ

Çizelge 2.1 Formu etkileyen kuvvetlerin sınıflandırılması (Zuk, 1970)

Çizelge 2.2 Tasarımların zamana göre kullanım süreleri (Yazarın kendisi, 2005)

Çizelge 3.1 Hareketli sistemlerin sınıflandırılması (Korkmaz, 2004)

Çizelge 3.2 Katı formlu hareketli sistemlerin sınıflandırılması

(Yazarın kendisi)

ÖNSÖZ

Hareketli sistemlerin ve çeşitlerinin incelenmesi, hareketin mimari tasarımda kullanılması konulu bu çalışma Yıldız Teknik Üniversitesi, Mimarlık Bölümü, Bilgisayar Ortamında Mimarlık Yüksek Lisans programı dâhilinde gerçekleştirilmiştir. Bu çalışmanın yürütülmesinde büyük emeği geçen, çalışmamı özenle takip edip, ilgisini ve bilimsel bilgilerini esirgemeyen tez danışmanım Doç. Dr. Murat Soygeniş'e, her konuda beni destekleyen, değerli tavsiyelerini eksik etmeyen babam Abdullah Ekmekçi'ye, aileme, yardımlarından dolayı arkadaşım Renan Kahyaoğlu'na ve tüm arkadaşlarıma en içten teşekkürlerimi sunarım.

ÖZET

Bu çalışmada mimarlıkta hareket kavramı incelenmekte, hareketin mimarlığa katkısı ve mimarlığa getirecekleri sorgulanmaktadır. Bugüne kadar mimari yapılar durağanken mekânları kullanan insanlar bu durağan mimarlığa uygun olarak hareket etmekte, buna uygun bir yaşam tarzı geliştirmekte ve mekânlar belli fonksiyonlara hizmet etmekteydi. Bu çalışmada, bunun tersi olan durum, yani mimari yapıların kendisinin ya da belli bölümlerinin hareketli olması durumu, insanların tasarıma ya da çevreye göre uyum sağladığı değil, tasarımın insan yaşamına ve çevresel koşullara uyum sağladığı durum incelenmekte, ayrıca bu amaçla geliştirilen yeni sistemler ve malzemelerle ulaşılabileceği noktalar irdelenmektedir.

Günümüzde gelişen teknoloji sayesinde, yeni malzemeler ve yeni sistemler doğrultusunda hareketsiz mimarlıktan çok, değişebilir, uyarlanabilir mimari örnekler sıkça karşımıza çıkmakta ve bu alanda sınırlar zorlanarak daha çeşitli arayışlara doğru gidilmektedir. Bu tezde hareketin mimarlıkta önemli bir yeri olduğu göz önünde bulundurularak, hareketin mimarlığa getireceği yenilikler ve değişebilen, uyarlanabilen sistemlerin potansiyelleri araştırılmıştır. Ayrıca hareketli sistemler konusunda çeşitli sınıflandırmalar yapılmış, bu alandaki örnekler etraflıca incelenmiş, doğadaki hareketler, canlıların çevresine nasıl uyum sağladıkları araştırılmış ve geliştirilen hareketli sistemlerle karşılaştırılması yapılmış, doğadaki malzemeler ve bugün geliştirilen malzemeler arasındaki bağıntı da incelenmiştir.

Anahtar Kelimeler: hareket, uyarlanabilirlik, esneklik, adaptasyon, değişebilirlik.

ABSTRACT

To date, people adapted themselves and their lives to an architecture stable and spaces achieved limited functions. This dissertation is concerned with the contrary of this situation, in other words, instead people adapt themselves to their environment, it has been explored that building adapting to people necessities and to the changes in the environments. Moreover, new construction systems and materials which permit the adaptability in architecture are examined carefully.

Today, emergent technologies and new construction systems and materials allow adaptable and flexible architecture. The present dissertation describes advantages of motion and potentials of adjustable and changeable systems. Furthermore, kind of movements are classified, examples are examined very closely, movement in nature and how animals and plants adjust themselves to their environments are discussed and relationship between kinetic systems, flexible materials in architecture and nature are observed.

Keywords: Motion, adaptable, flexible, kinetic, adjustable

1. GİRİŞ

Tarihin başlangıcından bu yana hayat sonsuz bir döngü içindedir. Yerdeki topraktan havadaki buluta, insanlığın başlangıcından hayvanların, bitkilerin yaşantısına kadar her şey değişim ve dönüşüm içindedir. Darwin'e göre canlılık, kendi çevresel koşullarına ne kadar çabuk ayak uydurabilirse o kadar uzun sürer. Günümüzde de üretim firmalarının en büyük rakibi değişimdir, çünkü insanların ihtiyaçları, beğenileri, kişisel değerleri, yaşam tarzları, beklentileri sürekli değişmektedir. Talebin ne yönde artacağı da bütün bu değişimlerle birlikte değişmekte ve bunu önceden kestirebilmek oldukça zor olmaktadır. Tüm bu koşullarda en güçlü şekilde ayakta durabilen firmalar, bu değişimlere hızla uyum sağlayabilen firmalardır. Esnek ve uyarlanabilir bir organizasyona sahip olan, değişim ve dönüşümü bir dezavantaj olarak görmeyip, doğada olduğu gibi kendilerini sürekli dış ortama uyarlayan firmalar piyasadaki yerlerini korumakla kalmayıp, günden güne büyüme potansiyellerini de ellerinde bulundurabilirler.

Bugün birçok endüstri ürünü en ucuz şekilde üretilmekte, kullanım süresi de gün geçtikçe daha da kısalmaktadır. Bunun nedeni insanların taleplerinin, beğenilerinin sürekli değişmesi, ihtiyaca cevap veremeyen ürünün yerine hızla yenisinin geçmesidir. Ancak mimarlıkta durum biraz daha farklıdır. Bir binanın üretim maliyeti, gündelik ihtiyaçları karşılayan endüstri ürünlerine kıyasla oldukça yüksek olduğundan, değişen ihtiyaçlara cevap veremeyen binaların yıkılıp yerine yenilerinin yapılması, bir eşyanın yerine yenisini almaktan daha zor ve pahalıdır. Örneğin 1969 yılında Washington Post'ta çıkan bir habere göre Japonya'nın Takoma şehrinde bir ilkokul binasının yapımı, velilerin binayı eski moda bulmalarından dolayı durdurulmuş, yüksek miktarda para boşa harcanmıştır. (Zuk, 1970)

Bunların yanında bir başka konu ise dış kuvvetler ile formun etkileşimidir. Doğa dış kuvvetlere karşı sürekli değişim içindedir ve bu kuvvetlere karşı daimi olarak tepki verir. Rüzgâr estiğinde kumların şekil alması, güneş doğunca ayçiçeğinin açılması gibi bir bina da bu güçlere karşı cevap vermelidir. Dış ortam değiştiği vakit binanın formu da bununla birlikte değişmek durumundadır. Örneğin güneş almak için pencereler, yağmur yağdığı vakit binanın terasındaki şemsiyeler açılır. Form ve kuvvet arasındaki bu ilişki mimarlığı etkileyen çok önemli bir unsurdur.

1.1. Çalışmanın Amacı

Bugüne kadar mimarlıkta kalıcılık, yapıların zamana karşı dayanımı en önemli tasarım ölçütlerinden biriydi. Eski çağlarda yapıların uzun süreli dayanımının en önemli amaçlarından biri, dinin ve kültürün kalıcılığını, o döneme ait ideolojilerin diğer nesillere aktarılmasını sağlamaktı. Günümüzde böyle bir bakış açısı olmamasına rağmen yapılar, isteklerin zamanla değişebileceği, bir fonksiyondan başka birine dönüştürülmek istenebileceği, yer değiştirebileceği ya da tamamen kaldırılması gerekebileceği göz önünde bulundurulmadan yapılmaktadır. Değişimlere cevap verebilen, çevresine adapte olabilen yapılar maliyetli olarak görünmektedir, ancak zamanla ortaya çıkan değişimlere ayak uydurabilen, kullanıcıya esneklik sağlayabilen bir binanın kalıcılığı diğerlerine göre daha fazla ve maliyeti de bu oranda daha düşük olmaktadır.

Tüm bunların ışığı altında mimarlıkta yapının değişebilir, dönüştürülebilir olması, dış koşullara ayak uydurabilmesi, hızla değişen ihtiyaçlara cevap verebilmesi gün geçtikçe aranan özelliklerden biri halindedir. Hareket ve değişim günümüzde eskiye oranla çok daha hızlı olmaktadır ve mimarlık da buna aynı hızda cevap vermeye çalışmaktadır. Aynı zamanda yapıların fiziksel güçlere, değişen ortam koşullarına ayak uydurabilmesi de son derece önemlidir. Bu nedenle değişebilir, uyarlanabilir, dinamik, çevreye ve ihtiyaçlara göre adapte olabilir, etkileşimli bir mimarlığa olan ihtiyaç da günden güne artmaktadır.

1.2. Çalışmanın Kapsamı

İlk çağlarda bile insanların, yaşadıkları mağaralarının girişini taşla kapadıklarını göz önünde bulundurursak, hareketli elemanı olmayan bir yapının kullanımının ne kadar zor olduğunu tahmin edebiliriz. Pencerelerin ve kapıların açılıp kapanma hareketini, mimari elemanların hareketi olarak tanımlarsak, hareketin var olmadığı bir yapının düşünmesinin bile güç olduğunu anlayabiliriz. Bu çalışmada ise en basit ve bilindik hareketten, en karmaşığına kadar olan hareket elemanları ve hareket sistemleri incelenmiş, yapının tamamının ya da bir kısmının hareketli olması durumu tartışılmış, uygulanmış ve uygulanmamış örnekler araştırılmış ve bu yapıların çevresine ne şekilde uyum sağladığı, bu doğrultuda kullanılan sistemler ve malzemeler incelenmiştir.

1.3. Çalışmanın Metodu

Bu çalışmada hareketin ne olduğu, nerelerde kullanıldığı ve neden hareketin oluştuğu soruları sorulmuş ve bu doğrultuda çeşitli araştırmalar yapılmış, örnekler incelenmiş ve hareket çeşitleri sınıflandırılarak, bu sınıflandırmaya giren örnekler incelenmiş ve hareket çeşitleri üzerine bir tablo oluşturulmuştur. Bu çalışma genel olarak şu aşamalardan oluşmuştur.

1. Konseptin geliştirilmesi
2. Hareket kavramının araştırılması, diğer disiplinlerdeki hareket kavramının analizi
3. Çeşitli örneklerin araştırılması, uygulanmış ve uygulanmamış projelerin incelenmesi
4. Bulunan örneklerin hareket çeşitlerine göre sınıflandırmaya sokulması
5. Bu sınıflandırmanın şematik hale getirilmesi

İlk aşamada, fikir oluşumu sırasında hareket ve mimarlık üzerine çeşitli sorular sorulmuş ve bu doğrultuda tezin kapsamı belirlenmiştir. Hareket kavramı üzerine yapılan araştırmalar sırasında, doğadaki hareket ve mimarideki hareket arasında benzerlikler bulunmuş ve doğadaki kuvvet ve oluşum arasındaki ilişkinin, mimarlıkta kuvvet ve form arasındaki ilişkiyle olan benzerliği fark edilmiştir. Tüm bu araştırmalar sonunda mimarideki hareketli örnekler incelenmiş ve bu örnekler hareket çeşitlerine göre sınıflandırmaya sokulmuştur.

2. MİMARLIKTA HAREKET KAVRAMININ GELİŞİMİ

Hareket, doğanın bir gereği olduğundan dolayı, mimarlıkta da hareketli elemanlar uygarlığın başlangıcından beri sıkça kullanılmışlardır. Bu açıdan bakıldığında hareketli olma durumu çok eskilerden beri vardır ama hareketin mimari tasarımın içine girmesi oldukça yenidir. Fizik alanında hareketin tanımı bir cismin sabit kabul edilen bir referans sisteminde duran bir noktaya göre yer değiştirmesi olarak yapılmıştır. Evrende durgun hiçbir nesne yoktur. Her nesne bir şeye ya da bir yere göre hareket halindedir. Bu bakımdan bir cismin hareket durumunu incelerken ilk yapılması gereken şey, hareketsiz kabul edilen bir referans sistemi seçmektir. Bu bir nokta, bir cisim ya da eksen olabilir. Hareket durumunu incelediğimiz cisim zaman içerisinde seçtiğimiz referans sisteminde duran bir noktaya yaklaşıyor ya da uzaklaşıyorsa hareket halinde olduğunu, noktaya olan uzaklığı değişmiyorsa hareketsiz olduğunu söyleyebiliriz. Örneğin seyir halindeki otobüste bulunan yolcu, oturduğu koltuğa göre hareketsiz, yol kenarındaki bir ağaca göre hareketlidir.

Fiziğin alt dallarından olan kinematikte, hareketi doğuran sebepler göz ardı edilerek, hareketin nasıl gerçekleştiği ele alınır. Dinamikte ise hareket, analiz edilerek kendini doğuran faktörleri ile birlikte incelenir. Böylece sebep-sonuç ilişkisi ortaya konulur. Örneğin paraşütle atlayan sporcunun hareketi kinetik ve dinamikte farklı yönlerden incelenir. Kinematikte paraşütçünün hareket yörüngesi, zaman içinde nasıl hızlandığı, hangi anda nerede olacağı gibi hareketini tanımlayan özellikler araştırılarak hareketinin "nasıl" olduğuna cevap aranır.

Dinamikte ise ilk olarak, paraşütçüye etki ederek hareketine sebep olan kuvvetler araştırılır. Daha sonra, bu kuvvetler kinematikle ilişkilendirilerek paraşütçünün hareketi analiz edilir ve hareketin her aşaması için akla gelebilecek "neden ve nasıl" sorularına cevap aranır. Günümüze kadar kinematik ve dinamikle ilgili çalışmalar birçok bilim adamını meşgul etmiştir. Kavram olarak hareketin günümüzdeki şekliyle anlaşılması ve formüle edilmesi Galileo ve Newton'a dayanır. Cisimlerin hareketli olup olmaması seçilen bir referans noktasına göre, zamanla konumlarının değişip değişmemesine göre bilinir. O hâlde seçilen bir referans noktasına göre bir cismin zamanla yeri değişiyorsa bu cisim o referans noktasına göre hareket ediyordur denir. Bir referans noktasına göre hareketli sayılan bir cisim, başka bir referans noktasına göre durgun olabilir. [24]

2.1.Hareket kavramının incelenmesi

Frederich Engels hareket kavramı üzerine şunları söylemiştir. “Hareket, maddenin varoluş biçimidir. Hiçbir zaman, hiçbir yerde, hareketsiz madde ne olmuştur, ne de olabilir. Evren uzayında hareket, her göksel cisim üzerinde daha küçük kütlelerin mekanik hareketi; ısı, elektrik ya da manyetik akım biçiminde moleküler titreşim; kimyasal dağılma ve bileşim; organik yaşam: evrendeki her tekil madde atomu, her belirli anda, bu hareket biçimlerinden herhangi birine, ya da aynı zamanda birçoğuna birden katılır. Her hareketsizlik, her denge, yalnızca görelidir, ancak şu ya da bu belirli hareket biçimine göre bir anlamı vardır. Bir cisim, örneğin yeryüzünde mekanik denge durumunda, mekanik bakımdan hareketsiz durumda bulunabilir. Bu, onun, dünyanın, tüm güneş sisteminin hareketine katılmasını hiç mi hiç engellemediği gibi, en küçük fizik parçacıklarının onun ısısı tarafından koşullandırılan titreşimlere uğramalarını da, atomlarının kimyasal bir süreç gerçekleştirmelerini de engelleyemez. Hareketsiz madde, maddesiz hareket denli akıl almaz bir şeydir.” [35] Engels’in bu sözlerinden şunları çıkarabiliriz; nasıl ki duran bir araba hareket edene göre hareketsizse, hareketli olana göre de hareketsiz olan görelî olarak hareketli görünebilir. Hareketin var olması için hareketsizin tanımlanması gerekmektedir ayrıca hareketsiz olan sadece mekanik olarak denge durumundadır, onun dışında her madde bir şekilde hareket halindedir. Hegel ise gerçek dünyanın sadece öznenin dış görüngüsel biçimi olduğunu söyleyerek insan beyninin yaşam süreci, yani düşünme sürecinin gerçek dünyayı oluşturduğunu savunmuştur. Hegel’e göre diyalektik, yani her şeyin sürekli olarak bir değişim ve akış halinde olduğu düşüncesi mistik ve idealist bir biçimdeyken, Marx ve Engels diyalektiğe ilk kez bilimsel, yani materyalist bir temel sağlamışlardır. [36]

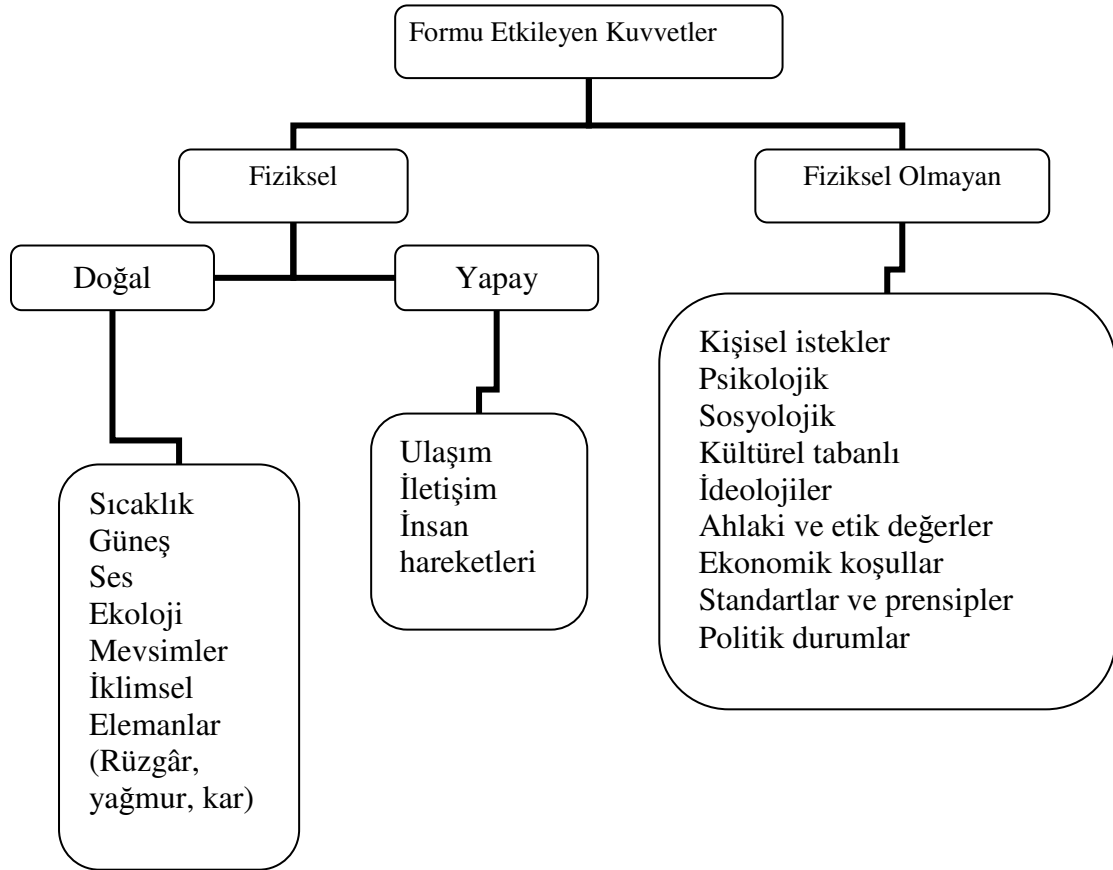
Mimarlıkta form ve forma etki eden kuvvet arasında güçlü bir ilişki vardır. Etki eden kuvvet formu şekillendirdiği gibi kuvvette meydana gelen ufak bir değişim de formun genelini etkileyebilir. Doğadaki formlarda bu durum çok daha açıktır. Buna örnek olarak rüzgârın kumları şekillendirmesi verilebilir. Bu kuvvetler görünür olsun ya da olmasın doğa her zaman bu kuvvetler altında şekillenir ve kuvvetlerin değişmesiyle de sürekli olarak değişir. Bu kuvvetlerle uyum içinde yaşayanlar varlıklarını korur, direnenler ise yok olmaya mecburdur.(Zuk, 1970)

Doğadaki form ve kuvvet arasındaki ilişkinin incelenmesi, hareketli sistemlerin gelişiminde büyük rol oynamaktadır. Mühendislik alanındaki büyük gelişmeler doğadaki oluşumları incelemekle ortaya çıkmış, insan yaşamını kolaylaştırıcı robotlar, akıllı sistemlerdeki ilerlemeler doğanın zekâsını inceleyerek ivme kazanmıştır. Doğadaki tüm oluşumlar, nehirler,

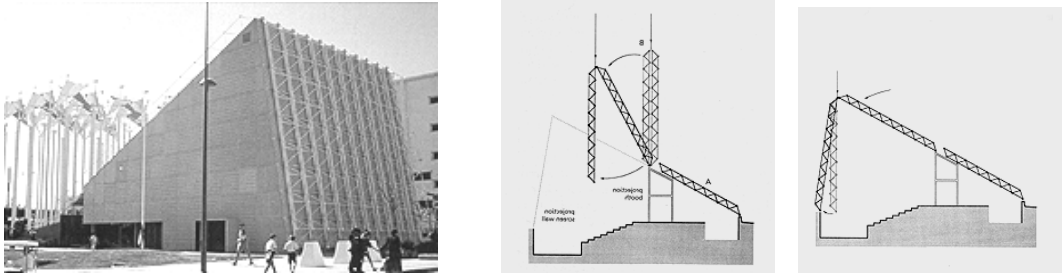
dağlar belli kuvvetler altında şekillenmiş, karmaşık organizmaların gelişimi ise bu kuvvetler altında süregelmiştir.

Doğada kuvvet ve form arasında doğrudan bir ilişki olsa da, mimarlık alanında kuvvetle form arasındaki ilişki dolaylı bir ilişkidir. Mimar ya da tasarımcı çevresel kuvvetleri yorumlar ve tasarım dolaylı olarak, doğada olduğu gibi bu kuvvetler altında şekillenir. Günümüzde bu kuvvetler daha hızlı bir şekilde değiştiğinden, formun da hızla değişen kuvvetlere karşı uyum sağlayabilmesi açısından sürekli değişmesi gerekmektedir. Formu etkileyen bu kuvvetler iki kategoriye ayrılır: fiziksel ve fiziksel olmayan kuvvetler.

Çizelge 2.1 Formu etkileyen kuvvetlerin sınıflandırılması (Zuk, 1970, Kinetic Architecture kitabından yazarın yorumu)



Çizelge 2.1’de görüldüğü gibi formu etkileyen birçok kuvvet bulunmaktadır. Bu kuvvetlerdeki en ufak bir değişim formun da değişmesine neden olmaktadır. Form, farklılaşan kuvvetlere uyum sağlayamadığı vakit, bu kuvvetlere cevap veremez hale gelir ve kullanılabilirliğini yitirmeye başlar. Bu kuvvetleri başlangıçta mimar ya da tasarımcı yorumlar ve teknolojinin yardımıyla formu bu kuvvetler doğrultusunda şekillendirir. Form şekillendirici olan teknolojinin de değişimiyle forma etki eden kuvvetler daha farklı yorumlanır ya da formun şekillenmesi daha farklı biçimde olur. Örneğin, yaz mevsiminin daha uzun sürdüğü Akdeniz bölgesinde bundan 20 sene önce pencere genişlikleri daha azken, bugün çeşitli güneş ışınlarını kırıcı camlar ve güneş kırıcı paneller yardımıyla pencere boyutları artmış, böylece mimari formlarda değişiklikler meydana gelmiştir. Pencere boyutlarının az olması güneş problemini çözerken, insanın psikolojik ihtiyaçlarına (manzarayı daha iyi görme, çevreyi daha iyi algılama gibi) cevap veremediğinden, teknoloji aracılığıyla tüm bu kuvvetler daha farklı yorumlanabilmiştir. Kısaca, formu etkileyen kuvvetlerden biri olan güneş ve psikolojik etkenler teknolojinin gelişmesiyle daha farklı yorumlanmış ve böylece form da buna göre değişmiştir. Şekil 2.1’de ise çevresel kuvvetlere ve insani ihtiyaçlara göre adapte olabilen Waclaw Zalewski’nin Venezuela Pavyonu görülmektedir. Bu pavyonda bazı gösteriler isteğe göre açık havada yapılırken, hava durumunun elvermediği ya da gösterinin kapalı alanda yapılmasının uygun olduğu durumlarda pavyonun örtüsü kapanabilmektedir.[22]



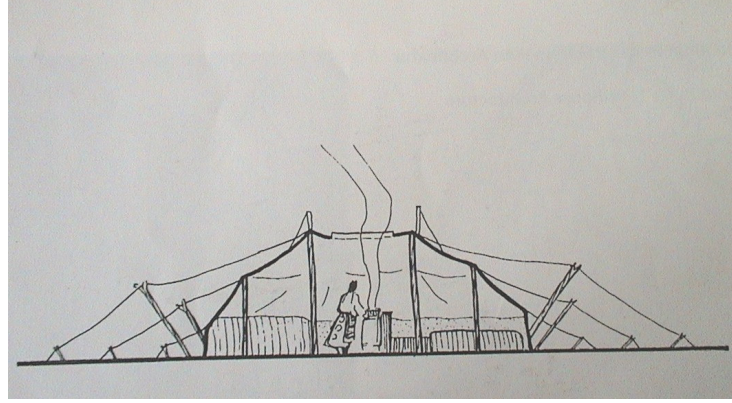
Şekil 2.1 Venezuela pavyonunun açılıp kapanma hareketi[22]

2.2. Eski Uygarlıklarda Hareketli Yapılar

İlk uygarlıklardaki yerleşimleri incelediğimiz zaman, mekânlar kalıcı şekilde değil, tam tersine yer değiştirebilir, sökülüp takılabilir, kolayca taşınabilir şekilde yapılmışlardı. Mekânların kalıcı olması için ideolojik ya da fiziksel olarak herhangi bir nedenleri bulunmamaktaydı. Labelle Pussin bu konuda “ İlk uygarlıkların kendi ihtiyaçlarını karşılamak için oluşturdukları mekânlar, bugünün teknolojisinin bize sunduğu mekânlar kadar

kullanılıyordu. Hatta bazen kendi problemlerini çözecek, çok gelişmiş ve çok akıllıca teknikler kullanmaktaydılar” demiştir. İlkel mimarlıkta çevreyi oluşturan elemanlar ile fiziksel formlar arasında güçlü bir ilişki bulunmaktaydı ve bu formlar insanların ruhsal, fiziksel ve sosyal ihtiyaçlarına cevap vermekteydi. Pussin’e göre mekân yaratımı, temel olarak kültürel değişimlere göre de şekillenmekteydi. (Zuk, 1970)

Kuzey Gana’daki ilkel yerleşimlerde mekânları oluşturan formlar ile bölgenin fiziksel, ekonomik, sosyal ve tarihi elemanları ilişki içindedir. Burada temel yapı malzemesi çamurdur ve kullanılan diğer malzemeler de kısa ömürlü malzemelerdir. Bu sistem hem göçebe bir yaşama olanak sağlamakta, hem de fonksiyon değişikliklerine izin vermektedir. Örneğin erkek evi terk ettiğinde odası yıkılır, döndüğünde yeni bir strüktür inşa edilirdi. Eğer erkek evlenirse ev genişletilir ve yeni ailenin de yaşayabileceği şekilde tekrar düzenlenirdi. (Rudofsky,1964)



Şekil 2.2 Tibetli göçebe çadırından bir kesit (Schittich, 1998)

Mimarlık ne kadar kalıcılıkla özdeşleşmiş olsa da, tarih boyunca mimarlık hep geçici olmuştur. Afrikalı göçebe topluluklarını ele aldığımız zaman, çevredeki malzemelerden yararlanarak yapılmış yapı kadın tarafından oluşturulmaktaydı. Bu yapı işlenmiş toprağın bir uzantısı halindeydi. Kung San kadını, hafif dallardan korunak yapar, hatta bazen yere iki çubuk dikerek var olmayan evlerinin girişini oluşturur, ateş çevresindeki kendi alanını oluşturur, böylece özel alan sembolik olarak belirlenmiş olurdu. Modern Afrika’da kadınlar taşınabilir barınaklarını toplar, deveye yükler, yerleşilecek yerde barınağını tekrar oluştururlar. Aynı barınak yol boyunca da devenin üstünde onları dış etkenlerden korumaktadır. (Schittich, 1998)



Şekil 2.3 Tibetli göçebe çadırının içinden görünüş (Anonim, Detail, 1998\8)

Çadır göçebe yaşamın sembolü sayılmaktadır. Kalıcılık ise yapının kendisiyle değil mekânsal yerleşimin benzerliğiyle sağlanmaktadır. Her yeni yerleşim yerinde mekânsal yerleşim bir öncekine benzetilerek oluşturulmaktadır. Örneğin Siberya'nın çobanları, Kızılderili çadırlarıyla Siberya'dan Amerika'nın geniş düzlük bölgelerine doğru kaymışlardır. 20 000 sene önce Amerika'ya Siberya'dan ya da Orta Asya'dan gelen bu göçle Amerika kurulmuştur. Paul Oliver, Navajo kabilesi ve Mongolian topluluğu arasında dairesel mekânın sembolik benzerliğini ortaya çıkarmıştır. Tüm bunlar bize taşınabilir yapıların tarihte ne kadar çok kullanıldığının göstergesidir. (Schittich, 1998)



Şekil 2.4 Mongolian çadırı (Schittich, 1998)

İlkel toplumlarda insanlar iklim koşullarına ve diğer çevresel etkenlere göre sıkça yer değiştirmekte, bu nedenle yaşadıkları yerleri ya yanlarında taşır ya da yeniden yaptıklarından

dolayı, o zamanın barınma kavramı günümüzün barınma kavramından oldukça farklıydı. Hatta bazen giysileri, eşya ve yaşadıkları mekânlar arasında net bir çizgi bulunmamakta bu kavramlar birbirine dönüşebilmekteydi. Şekil 2.2’de Vietnamlılar hem güneşten korunmak için hem de mekânlarının örtüsünü taşımakta, Şekil 2.3’te ise kadınlar boş sepetleri korunak olarak kullanabilmekteler. (Rudofsky,1964)



Şekil 2.5 Vietnam’da güneşten korunmak için izlenen yöntem (Rudofsky,1964)

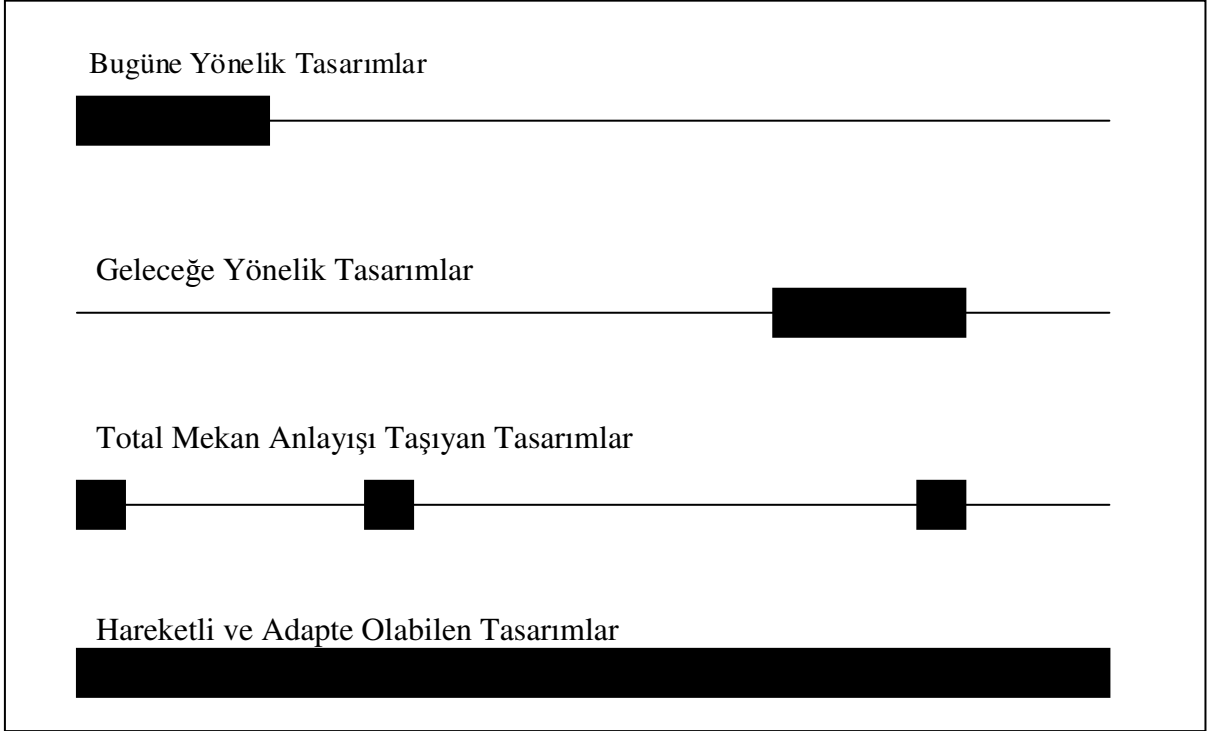
2.3. Hareketli Olmayan ve Olası Değişimlerin Göz Önünde Bulundurulduğu Form Yaklaşımları

20. yüzyılda, kentlerde endüstrileşmeyle birlikte ortaya çıkan barınma ihtiyacı, toplu üretilen konutlarla karşılanmaya çalışılmıştır. Ancak, çoğunlukla ortalama (anonim) kullanıcıya göre tasarlanan bu tür konutlar, hem konuta ilk yerleşme hem de konutu kullanma dönemlerinde gerçek kullanıcı özellik ve ihtiyaçları ile uyumsuzluk göstermiş, bu da konutlarda değişebilirlik (flexibility) taleplerine yol açmıştır. (Deniz,2000) Bugün ise buna benzer sorunlar hala yaşanmakta, mimar ve kullanıcı arasındaki bağlantı sağlanamamaktadır. Mimar kendi değer yargılarıyla yapısını tasarlarken kullanıcı kendi kişisel beğenilerini mekâna yansıtmak istemekte, ya da mekânı mimarın öngördüğü gibi kullanmak istemeyebilmektedir.

Mimarlıkta, bazı istisnalar dışında, hem çeşitli değişimlerin göz önünde bulundurulduğu, hem de yapının hareketli olmadığı iki yaklaşım vardır: Bunlardan birincisi mimarın gelecekteki potansiyel değişimleri irdeleyerek tasarladığı, bugünün ihtiyaçlarından öte gelecekte ortaya çıkabilecek gereksinimlere çözümler sunan yapılar, diğeri ise Mies van der Rohe’nin total mekân kavramı gibi tasarlanmış tek bir fonksiyon içermeyen, kullanıcının isteğine göre düzenlenebilen yaklaşımlardır. Gelecekteki potansiyel değişimlere göre tasarlanmış yapılar genelde tek bir zaman dilimine odaklanarak yapılmış yapılardır. Örneğin, 50 ya da 100 sene sonrasının olası gereksinimleri tahmin edilerek bir ev tasarlanabilir, ancak bu tasarım sadece tahmin edilerek yapıldığından 50 ya da 100 sene sonrasındaki değişimler düşünüldüğü gibi

olmayabilir. Ayrıca bu tasarlanan evin bugünkü ihtiyaçları karşılamadığı ve ileride de karşılayamayabileceği göz önünde bulundurulduğunda bu yaklaşım, değişim odaklı problemleri çözen bir yaklaşım olmayabilir. Düşünülen zaman dilinde gereksinimleri karşılasa bile bundan sonrasının ne olacağı bilinmediğinden, bu tasarımların kolayca geçerliliklerini yitirme olasılığı bulunmaktadır. Herhangi bir fonksiyon içermeyen total mekân yaklaşımında ise mekânlar fonksiyonlara göre bölümlendirilmemiş, hatta duvar gibi bölücü elemanlar konulmamıştır. Fakat bu tarz tasarımlarda mekânlar birçok isteğe cevap vermeyebilir ya da her koşulda uygun olmayabilirler. (Çizelge 2.2)

Çizelge 2.2 Tasarımların zamana göre kullanım süreleri (Yazarın kendisi, 2005)



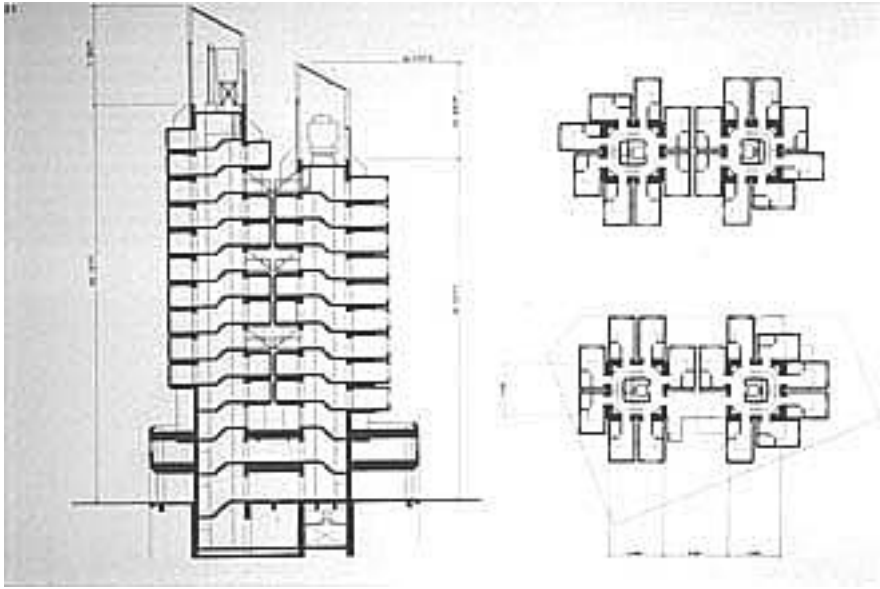
Benzer fonksiyonlu binalar incelendiği zaman kullanıcı isteklerine bağlı olarak binaların fiziksel olarak değişim gösterdikleri saptanabilir. Benzer işlevli bazı binalarda ise kullanıcı istekleri, binanın değişimlere izin vermemesi nedeniyle fiziksel değişimler şeklinde ortaya çıkmayabilir. Günümüzde kullanılmakta olan ihtiyaç programlarının en büyük sakıncası, değişen ve farklılaşan kullanıcı isteklerini yalnız bir noktada yansıtma programlarıdır. Bu programlar değişen isteklerden alınmış bir arakesit gibidirler ve statik(durağan) bir görünümüleri vardır. Habraken'e göre kullanıcı ve yapı arasındaki iletişim kopukluğunu önlemek amacıyla mimar, yapı tasarlamaktan öte yapıların içindeki kullanıcıyı tasarıma dâhil eden sistemler tasarlamalıdır. Aynı zamanda kullanıcı, planlama kararı olarak kendisine verilen bu sistemler sayesinde kendi yapısal çevresini oluşturma şansına sahip olmalıdır. (İnceoğlu, 1977).

2.4. Modern dönemde hareket kavramı

1923 yılında Erich Mendelsohn, "dinamik ve işlev" adlı konuşmasında işlevsel dinamizmin şart olduğunu, yeni bir ritmin, yeni bir devrimin dünyayı ele geçirmekte olduğunu söylemiştir. Kendimizin birer yaratıcı olarak, hareket güçlerinin, gerilimlerin farklı koşullar ortaya koyduğunu bildiğimizi, enerjinin parçalandığı sırada enerjinin öğelerini yeniden keşfetmenin enerji öğelerinden yeni bir bütün biçimlendirmek olduğunu da sözlerine eklemiştir. Bunun yanında, 1924 yılında Theo van Doesburg, manifestosunda, yeni mimarlığın açık olacağını, diğer bir deyişle tüm yapının değişik işlevsel istemlere uyarak bölünen mekânlardan oluşacağını söylemiştir. (Conrads, 1991) Ayrıca zemin kat planının ortadan kalkması, tüm mekânın devingen panolar ya da bölücü duvarlarla bölünmesi gerektiğini de eklemiştir. Aynı dönem içinde Mies van der Rohe ise mimarlığı çağın istencinin mekânsal anlamda ifade edilmesi olarak görmüş, çağın istencini ise yaşayan, değişken ve yeni olarak tanımlamıştır. 1960 yıllarında ise mimarlığı yaşayan, canlı bir metabolizma olarak gören Metabolizm hareketi doğmuş, bu dönemde daha önceden düşünce halinde olan hareket kavramı, çeşitli yapılarda kendini göstermeye başlamıştır. Metabolist hareketin kurucularından olan Kisho Kurokawa, yeni kentler ve binaların, yeni çağın bireylerinin ihtiyaçlarını karşılayacak biçimde büyüyebilir, değişebilir canlı varlıklar gibi tasarlanması gerektiğini savunmuştur. Bu dönemde kentlerin ve binaların yaşayan canlı organizmalar olduğu, bu doğrultuda kentler ve binaların da canlılar gibi sürekli değişim göstermesi gerektiği de savunulmuştur. (Conrads, 1991)



Şekil 2.7 Tokyo’da Kisho Kurokawa’nın Tasarımı Olan Nagakin Kapsül Kulesi (Lökçe,2001)

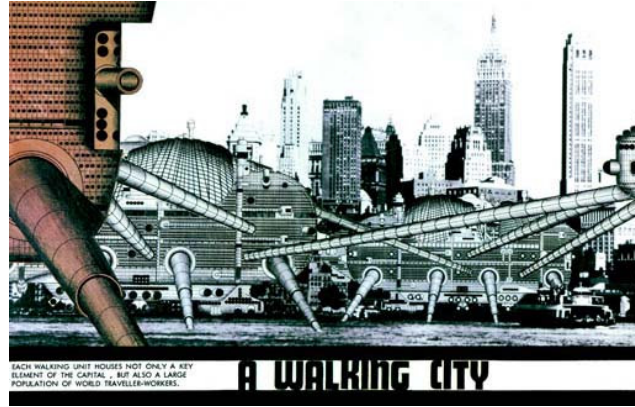


Şekil 2.8 Nagakin Kapsül Kulesi’nin Plan ve Kesitleri (Lökçe,2001)

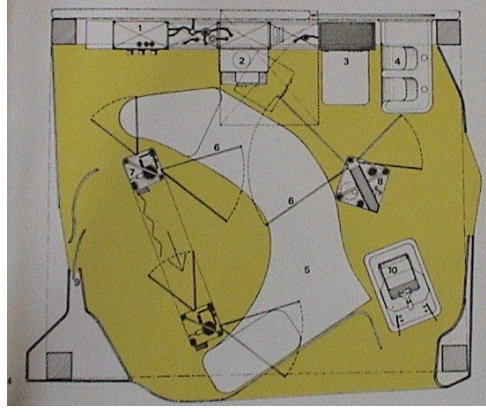
Nagakin Kapsül Kulesinde tasarıma dair beklentilerin değişeceği düşüncesiyle kapsüllerin yerleri ve konumları değişebilir şekildedir (Şekil 2.4, 2.5). Bu değişiklikler, kullanıcı isteklerine ve çevresel faktörlere bağlı olarak gerçekleşmektedir. Kisho Kurokawa, karşılıklı yararlanarak ortak yaşama anlamına gelen simbiosis felsefesini burada da uygulayarak kullanıcı ile yapı arasında bir etkileşim oluşturmaktadır. Böylece bina, bir yandan insanın kent içindeki bireyselliğini vurgularken, diğer yandan malzeme ve ruh arasında bir simbiosis sağlamaktadır. (Lökçe, 2001)

1957 yılında kurulan GEAM (Groupe d'Etudes de l'**Architecture** mobile) ise devingen bir mimarlık için oluşturdukları programda, binaların çok katı olup, yaşama uyum sağlamadıklarını, bu nedenle yapıların değişken ve değişebilir olmaları gerektiğini savunmuştur. Bu yapılardaki mekânsal birimlerin kullanım değişikliklerine açık olmaları, içinde oturanlara, günün gereksinmelerine göre konutlarını değiştirebilme fırsatları tanınmasını söylemiş, ayrıca bu ilkeleri uygulayabilmek için değişken ve değişebilir yapı elemanlarının üretilmesini, hareket eden duvar, döşeme ve tavanları, kent içinde birbiriyle değişebilir birimleri (yolda giden, uçan, yüzen) önermiştir. (Conrads, 1991)

1960'lı yıllarda, ikinci dünya savaşı sonrası İngiliz yerel konutlarının ve ofislerin tek düzeliğine tepki duyarak bir araya gelen Archigram grubu ise uyarlanabilir ve dönüştürülebilir mimarlık üzerine çarpıcı örnekler ortaya koymuştur. Bunlardan bazıları, tıpkı bir hayvan gibi kolları ve bacaklarıyla yürüyen şehir "Walking City" (Şekil 2.6), ana kütleyle takılıp çıkarılan konut birimlerinin olduğu "Plug-In City", büyük bir strüktürün gezerek, belirlenen bir noktaya açılıp kurulan "Blow Out" projeleridir. Uygulama olarak kesin çözümler sunmasa da fikir bazında o dönemde ortaya çıkan ve hareketin gelecekteki mimarlıkta çok önemli bir yerinin olacağını vurgulayan örneklerdir.



Şekil 2.9 Archigram grubunun "Yürüyen Şehir" projesinin dev ölçekli yaşama birimleri
(Guest,2002)



Şekil 2.10 Archigram grubunun tasarladığı bir yaşam ünitesinin planı [27]

Kentsel alandaki hareketli ve uyarlanabilir tasarımlarının yanında, Archigram grubu küçük ölçekli birimlerde de hareketli ve uyarlanabilir sistemleri tasarlamış, bunları geleceğin yaşama üniteleri olarak adlandırmıştır. Bu yaşama birimlerinde tüm aktiviteler birbirine dönüştürülebilir, farklı kişilere, farklı saatlere ve farklı isteklere göre uyarlanabilir niteliktedir(Şekil 2.7). Örneğin, sabah saat 7.30–9.00 arasında elektronik sistemler kahvaltı için odada birtakım uyarlamalar yaparken, 9.00–16.00 arasında şişme koltuklar şişerek, odanın akustiği sinema izlemeye göre ayarlanıp, yaşama birimi kişisel aktiviteler için yeniden düzenlenmiş olur.

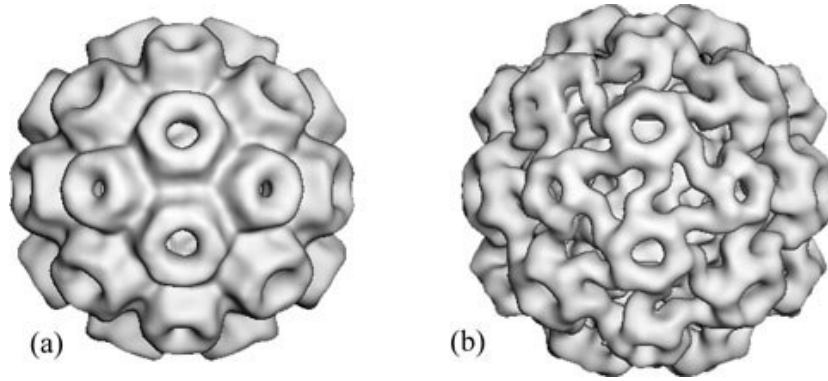
3. HAREKETLİ SİSTEMLER

Hareketli sistemlerin tasarım sürecinde binanın nasıl olması gerektiği değil, problemlere en uygun çözüm önerileri, öngörülen esneklik ihtiyaçları belirlenmektedir. Aksi takdirde tasarım tamamen rastlantısal şekilde işlemektedir. Sistemi kontrol etmek için, tasarımın değişimleri adapte edebilme kapasitesine bakmak gerekmektedir. Hareketli sistemlerin mekanizması doğadaki sistemlerle büyük paralellik içerisinde çalışır. Doğa, her zaman dış çevreye uyum sağlamak amacıyla sürekli kendini yeniler, değiştirir. Bu nedenle doğadaki canlıların çevresine nasıl adapte olduklarını incelemek hareketli sistemlerin gelişimde büyük önem taşır.

3.1. Doğadaki hareketlerden esinlenmeler

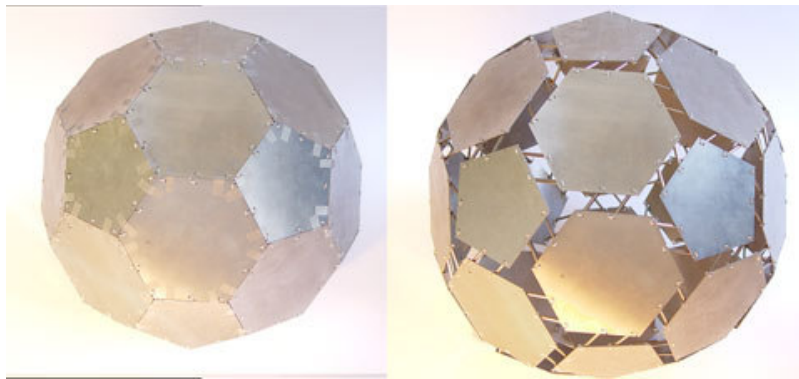
Canlılığın tarihi hareketli yapıların tarihi olarak görülebilir çünkü canlılık olan her yerde mutlaka hareket bulunmaktadır. Tüm canlılar yaşamak için hareket ederler; yürürler, koşarlar, uçarlar, sürünürler, yüzerler, üremek için çiftleşirler, yenilenmek için deri değiştirirler, bitkiler güneş almak için güneşe yönelirler, çiçek açarlar, bunların yanında sınırsız sayıda hareket çeşidi doğada bulunmaktadır. Herhangi bir organizma minimum miktarda enerjiyi kullanarak hareket eder ve bu enerjiyi maksimum harekete çevirebilmek için metabolizmasını ayarlar. Bir canlı içinde bulunduğu çevredeki enerji kaynaklarını ne kadar iyi kullanıp onu ne kadar verimli bir biçimde hareket etme, büyüme ve çoğalma gibi eylemler için harcarsa, o kadar başarılı bir canlıdır denebilir. Başka bir deyişle neslini çok daha uzun süre devam ettirip, daha çabuk evrimleşmeye doğru gidebilir. Canlılar organizmalarını minimum enerji harcayarak maksimum hareket yeteneklerini geliştirmek için adapte etmektedirler. Tüm bu canlıların yaşamsal hareketleri, Leonardo Da Vinci'nin incelemeleri ve tasarımları başta olmak üzere, çeşitli mekanik tasarımlar için esin kaynağı olmuştur. (Alexander, 1983) En küçüğünden en büyüğüne, canlıların yaşamsal hareketleri hareketli mimarlığın gelişimi için büyük önem taşımakta, bu nedenle daha iyi hareketli sistemler üretebilmek için canlıların bu hareketlerini incelemek gerekmektedir. Örneğin bir solucanın ileriye doğru hareket edebilmesini sağlayan, vücudunu saran ve kendisine esneklik sağlayan spiral helikslerdir. Bu heliksler kasların yardımıyla genişler ve genişleyen kısım ileriye doğru uzarken hareket sağlanmış olur. (Alexandre, 1983) Sonuç olarak canlılığın geliştirdiği sayısız çeşit hareket vardır fakat bunların çok azı farklı sistemler geliştirmek amacıyla incelenmiş ve bu hareketlerin çok azı fiziksel ve matematiksel olarak hesaplanmıştır.

Cowpea Chlorotic Mottle Virus (CCMV) çevresindeki ortamın asitlik ve bazlık derecesi 7'ye ulaştığında genişleyen bir virüstür (Şekil 3.1). Asitlik derecesi 7 olduğu zaman içinde bulundurduğu moleküller kimyasal tepkimeye girmekte ve oluşan elektrostatik etkileşimle birlikte genişlemektedir. Bu genişlemeyi yapısında bulundurduğu esnek protein bağları gerçekleştirmektedir. Virüsün moleküler yapısındaki bu genişlemeyi uzmanlar incelemiş ve bunun fiziksel bir modelini ortaya koymuşlardır. (Kovács,2004)

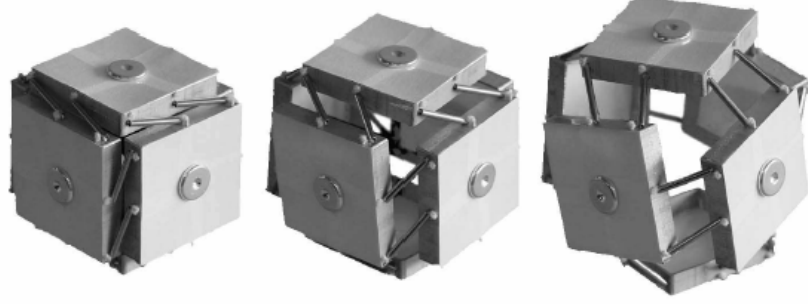


Şekil 3.1 Cowpea Chlorotic Mottle Virüs'ün mikroskop altında genişlemesi (Kovács,2004)

Şekil 3.2'de CCMV'nin genişlemesi, fiziksel olarak katı altıgen levhalar ve arasındaki elastik birleşimlerle gösterilmiştir. Altıgenleri birbirine bağlayan teller virüsün protein bağlarını simgelemektedir. Şekil 3.3'de ise aynı durumun farklı bir modeli, altıgenler yerine kare levhalar kullanılarak yapıldığı görülmektedir. Levhaları birbirine bağlayan teller sağdan sola doğru tutturulmuş, böylece tel henüz esnemediği yapı hacminin iki katına kadar genişleyebilmektedir. (Kovács,2004)



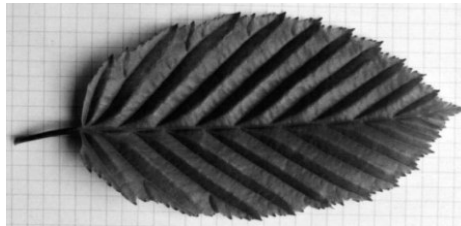
Şekil 3.2 Cowpea Chlorotic Mottle Virüs'ün genişleme hareketinin fiziksel olarak modellenmesi (Kovács,2004)



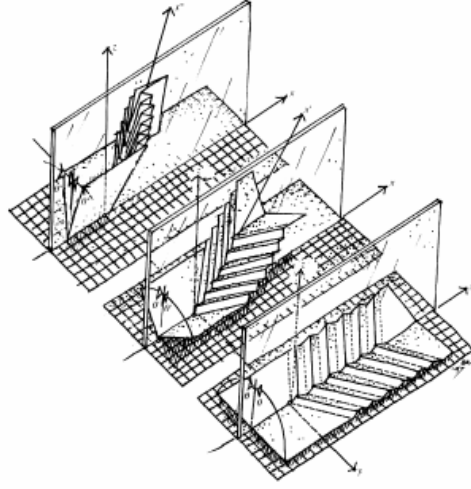
Şekil 3.3 Cowpea Chlorotic Mottle Virüs'ün genişleme hareketinin tasarıma yansması
(Kovács,2004)

Böceklerin kanatları incelendiğinde, kanatların açılma ve uçuş anında geçirdiği evreler katlanabilir ve genişleyebilir hareketli sistemlerle karşılaştırılabilir. Örneğin bazı türlerde 8mm uzunluğunda görünen bir kanat, 4 cm'e kadar uzayabilir. Bu kanatlar hem origami gibi çeşitli noktalardan katlanmışlardır hem de 1mm'nin 1\1000 kalınlığında olsalar bile çok esnektirler. Kanatların zar yapısı incelendiğinde ise ağ gibi örülmüş ince iplikler görülür. Her iplik çok fazla derecede esnektir ve böylece uçuş anında iplikler gerilince kanatlar sabit bir hale gelirler. Ayrıca kanatlardaki katlanma yerleri birbirini dengeler ve böylece en iyi uçuş sağlanabilir.

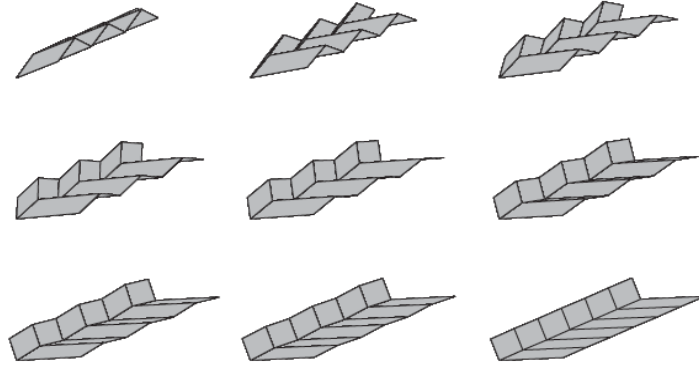
Doğadaki bir başka örnek ise ağaç yapraklarının katlanması ve açılmasıdır (Şekil 3.4). Doğada milyonlarca katlanma ve açılma örüntü olsa da bunların çok azı incelenmiş ve geometrik ve matematiksel hesapları yapılmıştır. Örneğin gürgen ve kayın ağacının yaprakları merkezden çıkan bir damarın kenarlarında birbirine paralel uzanmış ikincil damarlar katlanmış bir yapı oluştururlar (Şekil 3.5). Akçaağaç gibi ağaç çeşitlerinde ise katlanma paralel değil ışınsal bir şekilde olmaktadır. Ancak genelde tüm ağaçlardaki katlanmalar simetrik bir biçimdedir. Ana damarın kenarında kalan iki kısım birbirinin aynısıdır sadece katlanma şekilleri ağaçtan ağaca fark edebilir. Buradaki önemli noktalardan biri de katlanmalar ve açılmaların gerçekleşmesi için enerjiye ihtiyaç olduğudur. (Kobayashi,1998)



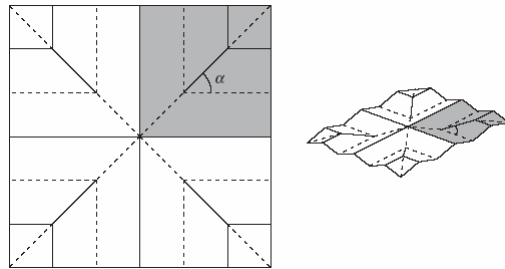
Şekil 3.4 Kayın ağacı yaprağı (Guest,2002)



Şekil 3.5 Kayın ağacının katlanma yapısının analizi (Guest,2002)

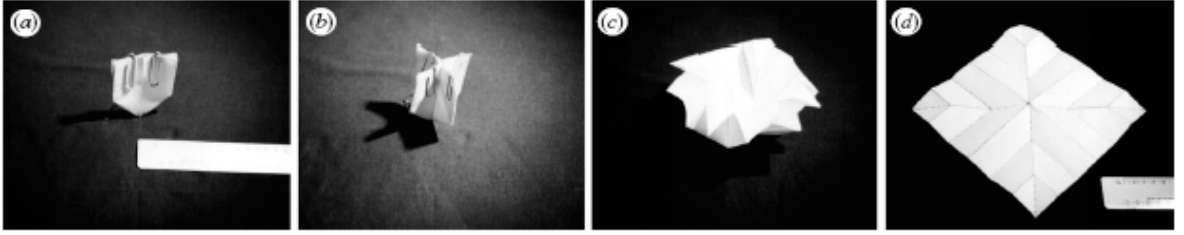


Şekil 3.6 Ağaç yaprağının katlanmasının dokuz evresi (Guest,2002)



Şekil 3.7 Kâğıdın katlanma modeli (Guest,2002)

Ağaç yaprağı analiz edilerek çeşitli örüntüler üretilmiş ve bu örüntüler sayesinde aynı biçimin çok sayıda katlama biçimi olduğu ortaya konmuştur. Tüm bu katlama çeşitleri ise katlanır strüktürler için araştırma kaynağı olmuştur. Şekil 3.7’de kâğıdın katlanma izleri görülmekte, şekil 3.8’de ise bu izler yoluyla katlanmış kâğıdın oluşturduğu şekiller görülmektedir. Bu katlama olayının en önemli noktası katlama izleri arasında kalan parçaların hiçbir şekilde deforme olmamasıdır.



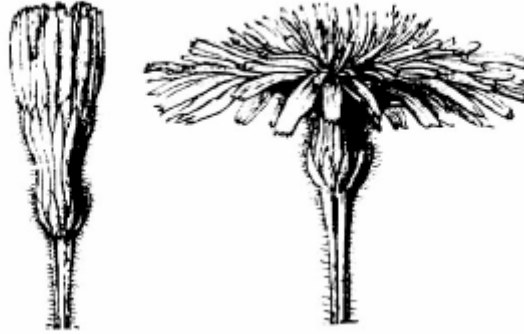
Şekil 3.8 Modelin katlanmış ve açılmış halleri (Guest,2002)

Canlıların eklem hareketlerinin mekanizması ile ilgili birçok çeşit bulunmaktadır. Kolların, bacakların hareketleri, kuşların kanat hareketleri bunların arasında sayılabilir. Eklemlerin en farklılaştığı yerlerden biri canlıların çene kısmıdır. Tüm canlılar farklı çene açılışına sahiptir. Kuşların, balıkların, sürüngenlerin, tüm canlılarda eklemler koşullarına göre farklılaşmıştır. Örneğin yılanın ağız esnek yapısı ve eklemlerinin hareketine bağlı olarak bulunduğu konumdan 180 dereceden daha geniş bir şekilde açılabilir. Muller bu konuda oldukça derin araştırmalar yapmış ve birçok makale yayınlamıştır. En basit sistem olan 4 çubuklu açılma sisteminin üzerinde daha çok durmuş, özellikle balık ağızlarının açılma şekilleri üzerine çalışmalar yapmış ve bu sistemin geliştirilebilecek bir hareket sistemi olduğunu vurgulamıştır (Şekil 3.9).



Şekil 3.9 Lophius balığının çene açılma mekanizması (Muller,1996)

Bitkilerin hareket mekanizmaları ise hücreler arasındaki ozmotik basınçla ya da hücrelerin belli bölgede daha çok üretilmesi ile oluşurlar. Buna göre ısı ya da sıcaklık farklarında daha çok ışık alabilmek için yüzeylerini genişletirler, beslenebilmek için köklerini daha derine uzatırlar ya da sarmaşık gibi bitkiler tutunabilmek için katı bir cisim etrafında sarmal ir hareketle dönerler. Örneğin Leontodon çiçeği karanlıkta kapalı durumdayken, ışık aldığı vakit 40 dakika içinde açılabilme özelliğine sahiptir (Şekil 3.10).



Şekil 3.10 Leontodon çiçeğinin açık ve kapalı hali (Vincent, 2003)

3.2. Hareketli Sistemlerin Çeşitleri

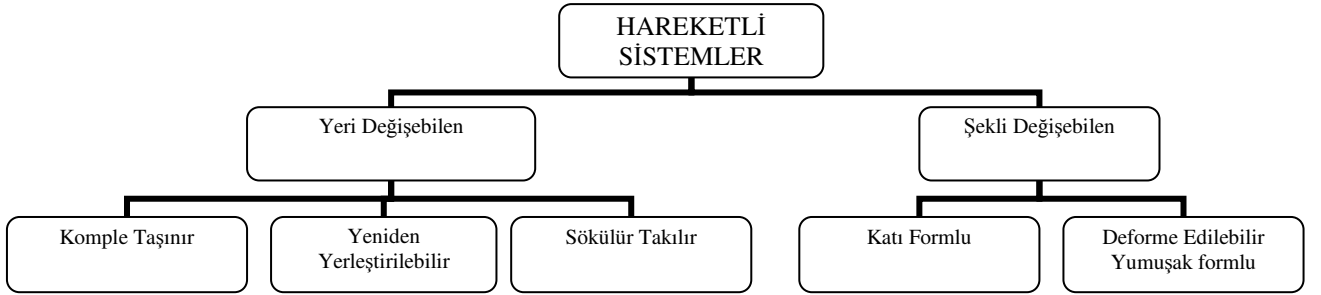
Doğadaki canlılarda çok sayıda hareket çeşidi olduğu gibi insan yapımı sistemlerde de birbirinden farklı hareket çeşitleri bulunmaktadır. Günden güne hareket gereksinimi daha iyi analiz edilmekte ve bu doğrultuda çeşitlerin sayısı da artmaktadır. Bunun yanında gelişen

teknoloji ve yeni malzemeler sayesinde de çözüm olasılıkları artmış, çevresiyle daha uyumlu ihtiyaçlara daha iyi cevap verebilen sistemler ortaya çıkmaya başlamıştır. Mimari yapılar da günden güne hafiflemektedir. Taş ve tuğlanın yerini çelik ve cam almış, hafif çadır sistemleri ve kompozit malzemeler yaygınlaşmıştır. Tüm bunlar mimarlığın dönüştürülebilir ve uyarlanabilir bir yöne doğru kaymakta olduğunu habercisidirler.

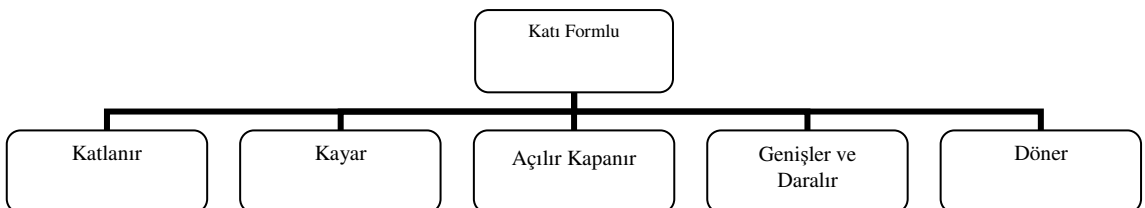
Hareket aslında tüm yapılarda, kimisinde az kimisinde çok olmak üzere mevcuttur. Deprem yükleri, rüzgâr ve insan yükleri altında tüm yapılar az ya da çok hareket ederler. Ancak bu hareketler çoğu zaman istenmeyen hareketlerdir. Bu hareketler önleyebilmek için çeşitli kontroller yapılmaktadır. Bunlardan bazıları dönme, burkulma, titreşim, deformasyon kontrolleri yapılmaktadır. Kontrol yöntemleri bazen hareketli yapılarda da kullanılabilir. Hareketin dezavantaj değil de avantaj olduğu durumlarda, yani hareketli yapıların analizinde de bu yöntemlere benzer yöntemlerle çeşitli kontroller yapılmaktadır.

Hareketli sistemler, hareketin çeşidine göre, kullanılan malzemesine göre, ya da hareketin amacına göre sınıflandırmak mümkündür. Bu tezde hareketin çeşidine göre olan sınıflandırmalar incelenecektir. Hareketli sistemler yeri değişebilen ve şekli değişebilen sistemler olmak üzere temel olarak ikiye ayrılmaktadır.

Çizelge 3.1 Hareketli sistemlerin sınıflandırılması (Korkmaz, 2004)



Çizelge 3.2 Katı formlu hareketli sistemlerin sınıflandırılması (Yazarın kendisi,2005)



3.2.1. Yeri Değişebilen Sistemler

Yeri değişebilen yapılar, farklı yerlerde kullanılacak şekilde tasarlanan yapılardır. Yapılar belli bir bölge ele alınarak tasarlanmış yapılar değil, her yere uyum sağlayabilecek yapılar olarak üretilmektedirler. Robert Kronenburg bu yapıları üçe ayırmıştır. Bunlar:

- Komple taşınabilir
- Yeniden yerleştirilebilir
- Sökülüp takılabilir

3.2.1.1. Komple Taşınır Yapılar

Komple taşınır yapılar, yapı belli bir yerde üretildikten sonra formu hiç bozulmadan, çeşitli şekillerde farklı yerlere taşınabilen yapılardır. Bu taşınma işlemi çeşitli teknolojik araçlar yardımıyla olabilir ya da yapının kendisi başka bir araca ihtiyaç olmadan başka yerlere taşınabilir. Bunlara örnek olarak, eski dönemlerdeki kervanlar, çeşitli karavanlar verilebilir. Eski uygarlıklarda ilk olarak çadır sistemi geliştirilmiş, ağaçtan ya da bambudan yapılmış iskeletin üstü kumaşla örtülerek yerleşim birimleri oluşturulmuştur. Bu yerleşimlerde yapı birimleri toplanarak hayvan ya da insan yardımıyla bir yerden, çevresel koşulların daha uygun olduğu başka bir yere taşınmış, böylece insanlar göçebe bir hayat yaşamışlardır.



Şekil 3.11 1987 yılında Çin’de yapılmış bir bot ev (Schittich, 1998)

Benzer şekilde bazı konutlar botun üstüne kurulmuş ve istenildiği vakit suyun üstünde yer değiştirebilmektedir. Suyun üstünde yer değiştirebilen evler bugün de, özellikle Asya kıyılarında varlıklarını sürdürmektedir. Güneybatı Asya'nın kıyılarında Bajau ve Orang Laut gibi bazı göçmenler ya da deniz insanları denizi kendilerine barınak yapmışlar, bottan evler içinde yaşamışlardır. (Şekil 3.11) Beş kişinin yaşayabildiği bu evlerde insanlar balıkçılıkla geçinmektedir.



Şekil 3.12 Asyada çadır yapımı (Schittich, 1998)

Bir başka ilginç örnek Güneybatı Asya'da sıkça görülen, tarımla geçinen kabilelerdir. Bu kabilelerde yapı kazıklar üstünde yerden bağımsız şekilde durmaktadır. Böylece deprem anında yapı deprem şokuna maruz kalmayıp sağlam kalabilmektedir. Bununla birlikte yapıdaki kirişlerde birbirine geçmesi için birer yuva bulunmaktadır. Bu da yapının başka yere taşınıp, yeniden yerleştirilmesinde kolaylık sağlamaktadır. Bazı topluluklarda yapının, insan ya da hayvan gücüyle taşındığı da görülmüştür (Şekil 3.13, Şekil 3.13).



Şekil 3.11 Hayvan gücüyle taşınan yapı (Schittich, 1998)



Şekil 3.12 İnsan gücüyle taşınan yapı (Schittich, 1998)

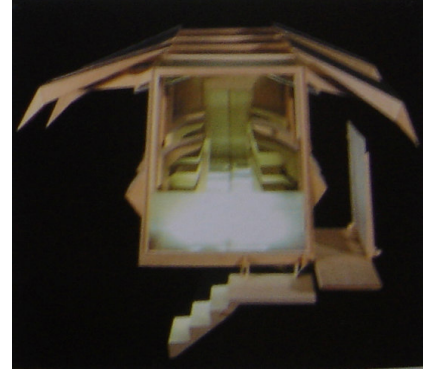
Yukarıdaki örnekler çağlar boyunca yapıların taşınmasının ne kadar arzulandığının, yeri geldiğinde tüm zorluklara rağmen yapıların taşındığının göstergesidir. Bunun yanında yeni teknolojilerle geliştirilen sistemlerde de bir bütün olarak bir yerden başka bir yere taşınan yapılar büyük ilerleme göstermiştir. Şekildeki komple taşınabilir yapı, Venedik konut yerleşimi topluluğu tarafından karşılıksız olarak öğrencilere maddi kaynak sağlanarak yapılmış bir yapıdır(Şekil 3.13, şekil 3.14). Bu topluluk bu tarz yapıların gelişimini desteklediğinden, uygulaması tamamen öğrencilere verilerek, öğrencilerin bu konuda deneyim edinmesini sağlamaktadır. Ayrıca yapının kendisini de öğrenciler bağımsız çalışma mekânı olarak kullanabilmektedirler. Los Angeles ve Woodbury Üniversitesi tasarım öğrencileri tarafından tasarlanıp uygulanan, daha sonra da onlar tarafından kullanılan bu yapı gerektiği zaman kamyonun arkasına takılarak kolayca yer değiştirebilmektedir. Aynı mantık şekil 3.15’de de görülmektedir, ancak bu sefer yapı, aracın kendisi ile bütünleşmiştir. Gittiği yerlere bünyesindeki son teknolojideki bilgisayarları da götüren bu yapıda, mekânlar arasındaki iletişimin sağlanması, birbiriyle etkileşimli olması amaçlanmıştır. Bu uyarlanabilir yapı aynı zamanda kendi çevresiyle de tamamen etkileşimlidir. Kendini programlayabilmekte ve değişen çevre koşullara da adapte olabilmektedir. (Siegal,2002)



Şekil 3.13 Öğrenciler tarafından uygulanan yapının görünüşü (Siegal,2002)



Şekil 3.14 Bu yapı bir yerden başka bir yere taşınırken (Siegal,2002)



Şekil 3.15 Mekânlar arası veri alışverişini sağlayan, yer değiştirebilir yapı (Siegal,2002)

3.2.1.2. Yeniden Yerleşebilen Yapılar

Bu tarz yapılar, parçalar halinde taşınıp, kullanılacak olan yerde tekrar birleştirilebilen yapılardır. En önemli tasarım yaklaşımlarında biri, bir yerde parçalar bir araya getirilip kullanıldıktan sonra, başka bir yerde tekrar kullanılmasına olanak sağlamasıdır. Bazı sistemlerin belli bir kullanım ömürleri olsa bile, o zaman içerisinde farklı yerlere kurulup

kaldırılabilirler. Yeniden yerleşebilen sistemler germe ve modüler olmak üzere kendi içinde ikiye ayrılırlar.

3.2.1.2.1. Germe Sistemler

Germe sistemlerle yapılmış yapıların, çelik, betonarme ve ahşap yapılara göre avantajları olduğu için bu tip yapılar son yıllarda iyice yaygınlaşmıştır. Bu sistemlerin en önemli avantajlarından biri, amorf ve organik şekillere olanak sağlamasıdır. Bunun yanında ekonomik ve uygulaması kolay olan bu sistemle geniş açıklıkların üstü, gün ışığının içeride göze en uygun dağılacak şekilde örtülebilir. Tüm bunların yanında hafif ve katlanabilir olduğundan, istenildiğinde gerilip kaldırılabilir ya da başka bir yerde tekrar kullanılabilir. 1960 yıllarında Frei Otto bu konuda detaylı araştırmalar yaparak, bu sistemlerle yapılan ilk mimari örnekleri vermiştir.

3 boyutlu eğrisel formların davranışını anlayabilmek için "Tensyl Suite" adlı bir program kullanılmaktadır. Germe sistemler klasik yapı sistemlerinden farklı oldukları için bilgisayar teknolojileri bu gibi sistemlerin tasarım ve üretim aşamasında, karmaşık üç boyutlu formu görselleştirilmesi ve bu formun analizini yapıp fabrikasyon detaylarını oluşturulması sırasında çok fazla kullanılmaktadır. Bu sistemler lineer bir davranış göstermediklerinden her bir yapı için farklı hesaplamalar yapmak gerekmektedir. (Anonim, (2004), "Emergent Technologies and Design", Architectural Design, vol 74, no3.)

Karmaşık formların büyük çoğunluğu fiziksel modellerle belirlenebilmektedir. Frei Otto sabun filmleri kullanarak minimal yüzeyler yaratılabileceğini göstermiştir. Fakat bu tekniklerin hiç biri formu inşa edebilmek için gerekli fiziksel verileri üreticiye verememektedir. Bu durum yeni malzemelerin araştırılmasına neden olmuş ve bu germe ve geçici yapılar için en ideal malzemelerden birinin fiberglasla çevrelenmiş TEFLON olduğu anlaşılmıştır. Bu fiberglasla çevrelenmiş teflon gibi malzemeler yanıcı değildir ve germe sistemlerde kullanılan diğer malzemelerden daha dayanıklıdır. Aynı zamanda örüntü oluşturmada daha fazla kesinliğe ihtiyacı vardır. Formu ya da şekli tanımlayan algoritmaların gelişimiyle germe sistemler yapılarda çok daha büyük ölçekte kullanılabilmeye başlamışlardır. (Anonim, (2004), "Emergent Technologies and Design", Architectural Design, vol 74, no3.)

Germe sistemler, germe zar sistemler, kablolu ağ sistemler ve şişme sistemler olmak üzere kendi içinde üçe ayrılırlar. Aşağıda bahsedilen bu üç sistem, ayrı olduğu gibi birlikte de kullanılabilirler.

3.2.1.2.1.1. Germe Zar Sistemler

Bu çeşit strüktürlerde koruyucu zar genelde bir çeşit tekstil malzemesinden oluşur. İlk olarak göçebe yaşayan kabilelerde ortaya çıkan bu malzeme daha sonradan sıcak iklimli ülkelerde de kullanılmıştır. Avrupa’da ise sadece ordu yerleşimlerinde ve sirk çadırlarında kullanılmıştır. Çadırlar ya da tekstil yapılar genelde tüm dünyada gelir düzeyi çok düşük topluluklarda konaklama birimleri olarak kullanılmaktadır. (Zuk, 1970)

Bu sistemlerde esnek zar, iskeletin şekline ve zara uyguladığı kuvvetlere göre biçimlenir(Şekil 3.16). Bu nedenle iskeletin şekli ve bu şekle göre tekstil yapının nasıl şekilleneceği tasarımı belirlemede en önemli ölçüttür.



Şekil 3.16 Kanada’da bir sığınağın çatı örtüsü [28]

3.2.1.2.1.2. Kablolü Ağ sistemler

Kablolu ağ sistemler germe sistemlerin başka bir türüdür. Bu sistem bir bakıma tekstil malzemelerin örgü yapısına da benzemektedir. Sadece kablolar arası genişlikleri daha fazla, kablolar daha kalın ve örgü şekli de daha farklıdır (Şekil 3.17).

Tekstil malzemesi tek başına kendini taşıyamayacağı için kablo ağ sistemler çoğunlukla bu malzemelerle birlikte kullanılırlar. Kablo ağ sistemler aynı zamanda kendi kendini taşıyacak durumdadırlar (Şekil 3.18). Paralel kablolar arası açıklıklarda ahşap, cam, polikarbon ya da metal benzeri malzemeler kullanılabilir. [28]

Kablo ağ yapıların çoğu kinematik olarak belirsizdir, bunun yanında uzay uygulamalarında kullanılan bu sistemlerin kesin bir rijitliği de yoktur. Bir başka deyişle ne stabil (hareketsiz) ne de hareketli diyebilmekteyiz.



Şekil 3.17 Almanya’da zooloji ünitesinin örtüsü [28]



Şekil 3.18 Kablolu ağ sistemli çatı örtüsünün görünüşü [29]

3.2.1.2.1.3. Şişme Sistemler

Şişme sistemler adından anlaşıldığı üzere yaratılan basınç farklarıyla stabil hale gelip kendi kendini taşıyabilen sistemlerdir. Temel olarak üçe ayrılırlar:

- 1) tek kademeli hava destekli sistemler
- 2) hava üfleme sistemler
- 3) şişme nervürlü (damarlı) sistemler

Tek kademeli hava destekli sistemler kolay taşınır, çabuk kurulabilir ancak bir kere kurulduktan sonra, yapıyı büyütebilmek ya da yeni modüller ekleyebilmek için komple söndürüp tekrar şişirmek gerekmektedir. Sabit bir hava üfleme sistemi gerektirirler ve giriş

çıkışı ve sirkülasyonu sınırlayan hava kilitleri zorunludur (Şekil 3.19). Bu sistemler kullan-at endüstri ürünleri gibi çok ucuz fakat çok kısa ömürlüdürler.



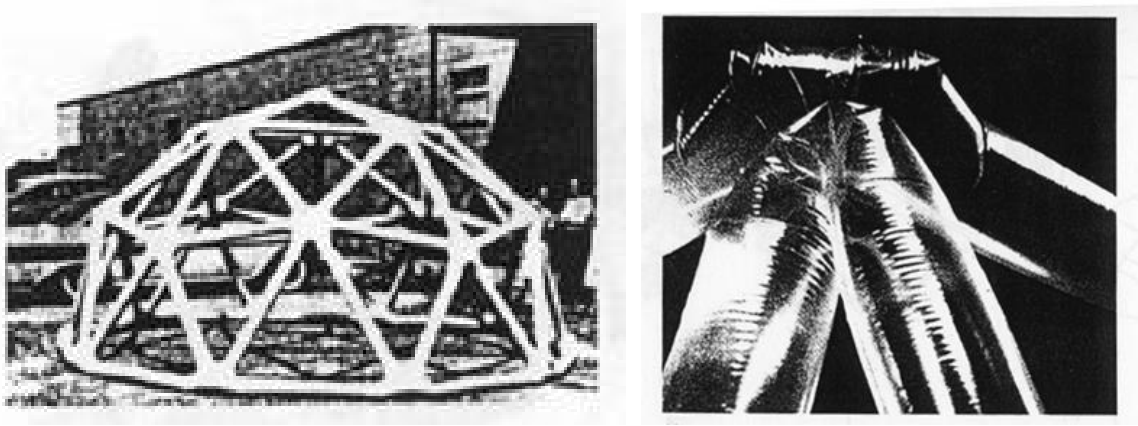
Şekil 3.19 Tek kademeli şişme yapı [29]

Hava üfleli sistemler, daha gelişmiş bir alana yayılabilir ve kendi kendine genişleyebilirler. Diğerine göre daha az havaya gereksinimleri vardır ve yapıyı komple bozmaya gerek kalmadan farklı bölümler eklenebilir. (Duffy, E., (1968), “Pneu World”, Architectural Design, no 6)

Şişme nervürlü (damarlı) sistemlerin form oluşturmada diğerlerinden daha fazla alternatifi vardır. Bu sistemlerde her parça birbirinden bağımsızdır, aynı zamanda değişimlere imkân tanır. Bunların yanında ısı, ışık ve ses kontrolü çok yüksektir ve şişirmesi diğerlerine göre daha zor olduğu halde sönmeye de daha çabuktur (Şekil 3.20, şekil3.21).

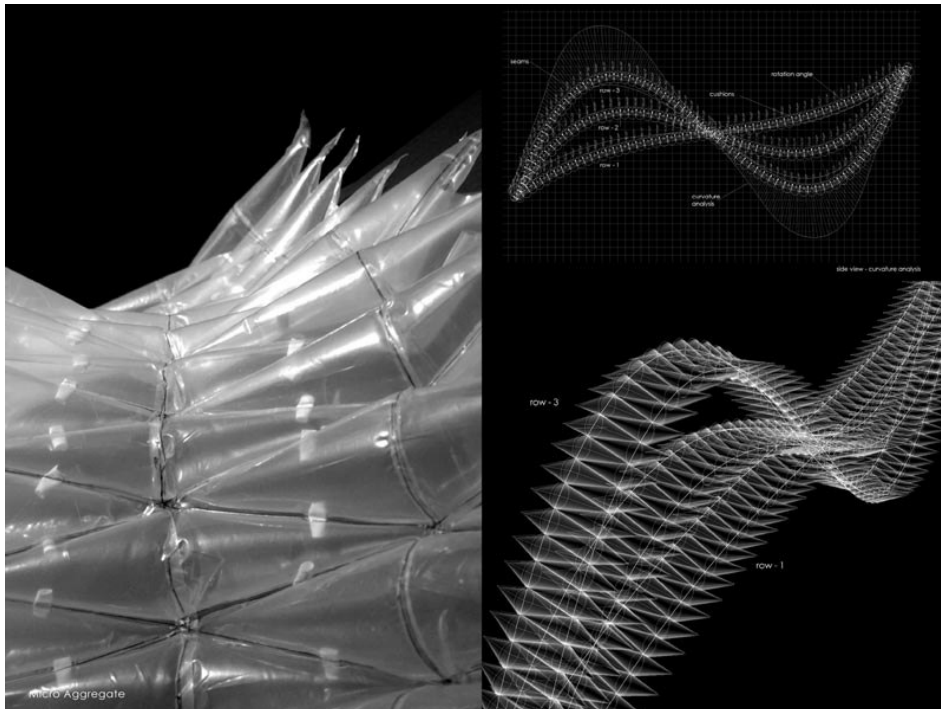


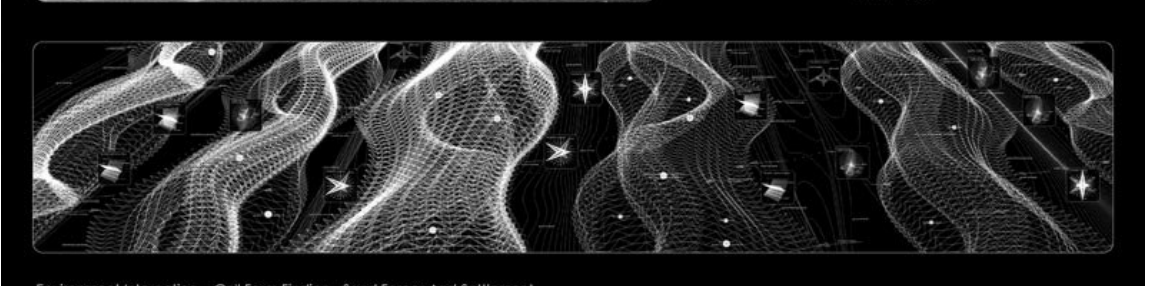
Şekil 3.20 Acil durum anında kurulacak şişme nervürlü bir yapı [30]



Şekil 3.21 Damarlı şişme sistemler [31]

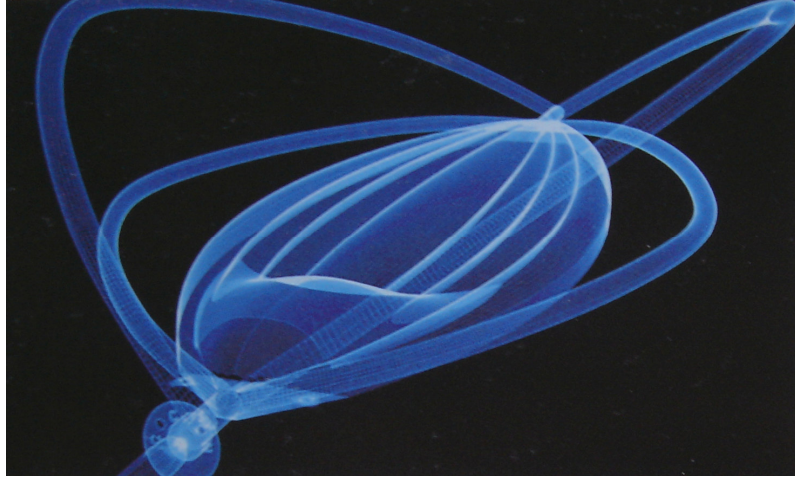
Şişme sistemlerin genel olarak avantajları; çok hafif olmaları nedeniyle çok az bir basınç farkında bile ayakta durabilmeleri, çok çabuk kurulup kaldırılabilmesi, farklı yeni formların oluşmalarına izin vermeleri, ısı, ses, ışık kontrollerini yapmanın diğer yapılara göre daha kolay olmasıdır. Dezavantajları ise; bir kere kurulduktan sonra farklı şekillerin oluşmalarına izin vermemeleri, kurulum için yer bulma güçlüğü olması, zar (membran) malzemenin ufak bir zarar görmesi halinde basınç farkı ortadan kalkacağından ötürü tüm yapının etkilenmesi ve bu yüzden basıncın sabit kalması zorunluluğudur. (Duffy, E., (1968), “Pneu World”, Architectural Design, no 6)





Şekil 3.22 Çölde yaşayan insanlar için tasarlanmış şişme, çevresel kuvvetlere göre şekillenebilen sistem [32]

Hani Fallaha'nın 2004 senesinde yaptığı ve ödül aldığı bu tez çalışmasında, çölde yaşayan, kum fırtınalarıyla sık yaşadıkları mekânları harap olan insanlar için yeni bir model araştırılmıştır (Şekil 3.22). Bu şişme sistemde kullanılan küçük yastıklar, uzama, çatallaşma ve açı değişimi ile farklılaşmakta ve bu sayede çevresel kuvvetlere yanıt verebilmektedir. Tüm yastıklar birbirine bağlanmıştır ve bu bağlantı noktalarından döndükleri zaman eğimli ve hareket edebilen bir yüzey yaratmaktadırlar. Rüzgârla birlikte şekillenen bu aerodinamik yüzey, rüzgârın tahrip edici etkisini azaltmaktadır. Rüzgârla birlikte gelen kumlar yüzeydeki kapsüllerin içine dolmakta böylece yüzey daha da ağırlaşır rüzgarın etkisini azaltmaktadır. Küçük şişme kapsüller sayesinde ise içerdeki ısı ve ışık kontrolü sağlanabilmektedir.



Şekil 3.23 Cocoon adlı şişme çadırın dijital gösterimi (Siegal,2002)



Şekil 3.24 Cocoon adlı şişme çadırın uygulanmış hali (Siegal,2002)

İpekböceğinin kozasından esinlenilerek yapılan bu şişme çadır, tek kişi tarafından el pompasıyla bir dakika içinde kolayca şişirilebilmekte olup, hem gezinti, dağcılık gibi aktivitelerde, hem de acil durumlarda kullanılabilir (Şekil 3.23, şekil 3.24). Şişirilerek kurulan bu çadır, söndüğü vakit hem çok hafif olmakta hem de çok az yer kaplamaktadır. Bu nedenle birçok yere kolayca taşınıp, kolayca kurulabilir. Ayrıca hava destekli olduğundan dolayı ısı geçirimi minimum düzeydedir. Yerle teması da şişirilen zeminle kesildiğinden dolayı çok soğuk hava koşullarında bile zemindeki soğuğu yukarıya taşımamaktadır. 100 mikrometre kalınlığındaki poliüretan malzeme çadırın dayanıklılığını sağlamaktadır. Ayrıca taşıyıcılığı destekleyen malzeme istemediğinden dolayı ağırlığı ve hacmi normal çadırlara göre çok düşüktür.

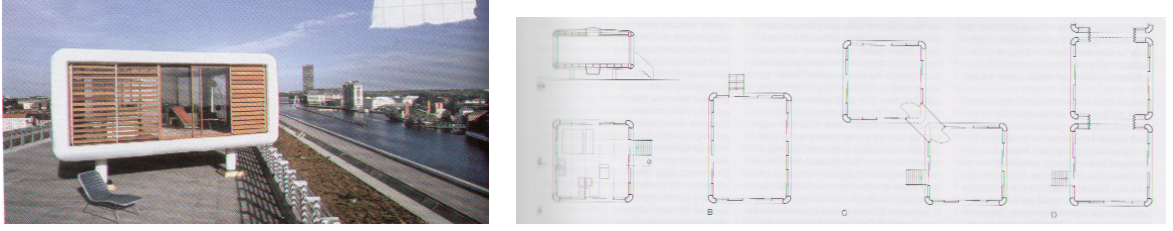
3.2.1.2.2. Modüler ya da Eklemeli Sistemler

Modüler sistemler, birden fazla, birbirinin eşi olan ya da birbirine benzer, gerektiği zaman birbirine eklenip, çıkarılabilen birimin bir araya gelmesiyle oluşan sistemlerdir. Modüler mimarlık toplama, çıkarma ve yer değiştirmelerin bütünüdür. Bu tekniklerin her biri ilerdeki muhtemel değişimlere olanak sağlamak için kullanılmaktadır. Bu tip bir esneklik yani muhtemel değişimlere çözüm sunacak alternatiflerin fazlalığı, hareketli mimarlığın tüm çeşitleri için ana amaçtır.

Parçaların, eklemelerin toplanması, çıkarılması ya da yer değiştirilmesi ile yapılmış olan değişiklikler sonucunda bir takım problemlerle karşı karşıya kalınabilir. Bu nedenle, strüktürel bütünlük, estetik açısından tasarım irdelendikten sonra, parçaların birbiriyle olan

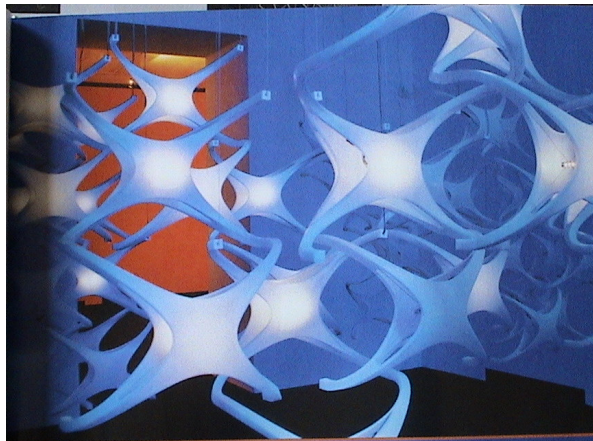
uyumluluğu ve bağlantı yerlerinin çözüm detayları çok iyi araştırılmalıdır. Örneğin elektrik fişi ile onun prizi ele alındığında, fiş ya da prizden herhangi birisinin standartlara uymama durumunda sistem çalışmaz hale gelir. Bu nedenle iki yönlü uyum çok iyi sağlanmalıdır.

Aşağıda görülen Loft cube, iç mekân dâhil tüm yapının iki günde kurulabildiği bir tasarımdır. 6,25x6,25 ebatlarındaki bu küp, diğer ünitelerin bir araya gelmesiyle, arada bir köprü oluşturmak kaydıyla birbirine eklenebilmektedir. Şekil 3.25’de görüldüğü gibi çapraz olarak ya da arka arkaya gelerek mekânlar genişleyebilmektedir.



Şekil 3.25 Wemer Aisslinger'in 2001'de gerçekleştirdiği modüler Loft Cube yapısı (Anonim, (2004), “Loft Cube in Berlin”, Detail, no12)

Avusturya'nın Graz kentindeki “gizli ütopyalar” isimli sergisinde ilk defa sergilenen şekilde görülen bu çok hücreli kafes yapı, içerdiği duyargalarla ziyaretçilerin hareketlerini algılayıp, bu hareket örüntülerini çözümleyerek etkileşimli bir ortam oluşturmaktadır (Şekil 3.26). Fiziksel ve sanal altyapılar, dinamik, duyularıyla insanların hareketlerini algılayabilen bir sistem oluşturmuşlardır. Bu çok hücreli yapı insanların hareketlerine kendini dönüştürerek cevap vermektedir. (Amelar, 2003)



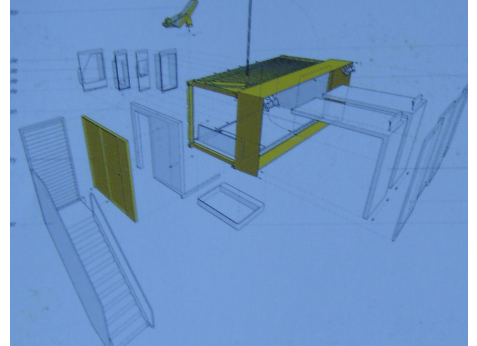
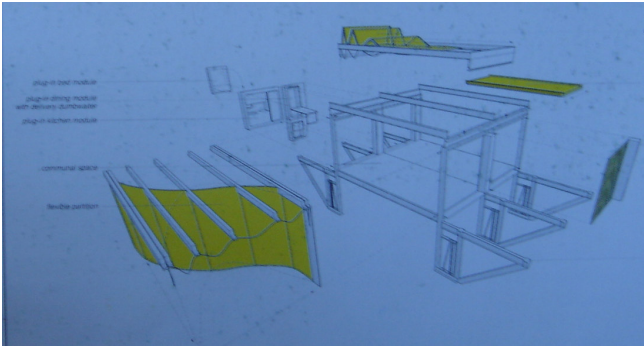
Şekil 3.26 İnsan hareketlerine tepki veren, dinamik, çok hücreli yapı (Amelar, 2003)

3.2.1.3. Sökülür Takılır Sistemler

Bu tarz yapılar, ön üretilmiş parçaların yerinde bir araya getirilmesiyle oluşan yapılardır. Bunlar, taşınırken çok az yer kapladıkları gibi plan ve boyut olarak da daha esneklerdir. Ön üretilmiş parçalar ürünün kullanılacağı yerde birleştirildiğinden dolayı, kurulumun kolay ve hızlı olabilmesi için birleşim detaylarının iyi çözülmesi büyük önem taşımaktadır. Bu tarz sistemlerde birbirinden farklı parça sayısının çok olmaması hem üretim hem de uygulama kolaylığı bakımından olumlu bir özelliktir. Prefabrikasyon adıyla anılan bu sistemler daha çok ucuz mekân üretiminde ve afet durumunda kullanılmaktadır. Bu tarz sistemlerin bazı çeşitleri kurulumdan sonra değişikliğe izin vermezken bazıları da kurulduktan sonra ihtiyaca ve duruma göre değiştirilebilmektedir. Bu nedenle sökülür takılır sistemlerin gelişimi, üretim ve uygulama esnekliği bakımından uyarlanabilir ve hareketli sistemlerin gelişiminde büyük rol oynamaktadır.



Şekil 3.27 The E-Hive projesinin görünüşü (Siegal,2002)



Şekil 3.28 E-Hive'in uygulama detayları (Siegal,2002)

Doug Jackson tarafından tasarlanan, şekilde görülen bu proje önüretimli parçaların yerinde bir araya getirilmesiyle oluşmuş, aynı zamanda çeşitli esnekliklere de izin veren kişisel bir yaşama mekânıdır (Şekil 3.27, şekil 3.28). Bu mekânın içindeki birimler, ana gövdeye takılmakta, esnek silikon malzemeli bölücü panellerle mekânlar birbirinden ayrılmaktadırlar. Mekânın içindeki eşyaların kendisi prefabrike değildir, sadece mekân kurulduktan sonra mekâna taşınabilirler. Bu sistemde iç ve dış arasındaki ayırım belirsizleşmiştir. Bunun yanında kayar panellerle mekanların birbirine dönüşümü de sağlanmıştır.

3.2.2. Şekli Değişebilen Sistemler

Yeri değişebilen mimari yapılar sökülüp takılarak ya da komple yer değiştirirken, şekli değişebilen yapılarda yapının yeri sabitken formunda birtakım değişiklikler olmaktadır. Daha önce değindiğimiz fiziksel ve fiziksel olmayan kuvvetler altında yapı kısmen ya da tamamen dönüşebilir ve şeklinde bir takım değişiklikler meydana gelebilir. Yapılar kimi zaman katlanıp boyutları değişebilirken, kimi zaman tüm form tamamen deforme olabilir. Formun şekil değiştirebilmesi için ya malzeme esnek olmalı, türlü eğilip bükülmelere izin vermeli ya da malzeme katı iken, bağlantı noktalarından çeşitli sistemlerle kayabilmeli, katlanabilmeli ya da dönebilmelidir. Bazen sistemin bir parçası hareket ederken diğer parçaları hareketsiz kalabilir; bazen de diğer parçalar bu hareketi takip edebilir, böylece tüm sistem hareketli hale gelebilir.

Şekli değişebilen sistemler kullanılan malzemeye dayanılarak katı ve yumuşak formu olmak üzere ikiye ayrılabilirler.

3.2.2.1.Katı Formlu Yapılar

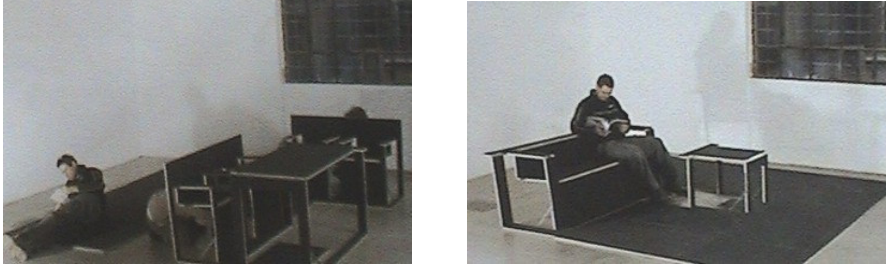
Katı formu hareketli yapılarda yapının bünyesindeki yapı elemanları kayarak, dönerek, katlanıp açılarak hareket etmektedir. Hareketli olan bağlantı noktaları tüm yapıya hareket özelliği kazandırmaktadır. Katı formu yapılar da özelliklerine göre bölümlere ayrılmaktadırlar. Katlanma, kayma, açılıp kapanma, genişleyip daralma ve dönme özelliklerinde herhangi birine ya da birkaç tanesine birden sahip olabilirler.

3.2.2.1.1. Katlanır Sistemler

Bu tarz sistemler taşıma ya da depolama sırasında hacimlerini küçültmek için katlama yerlerinden katlanan sistemlerdir. Uygulama ve kullanım kolaylıkları nedeniyle tasarımcıların

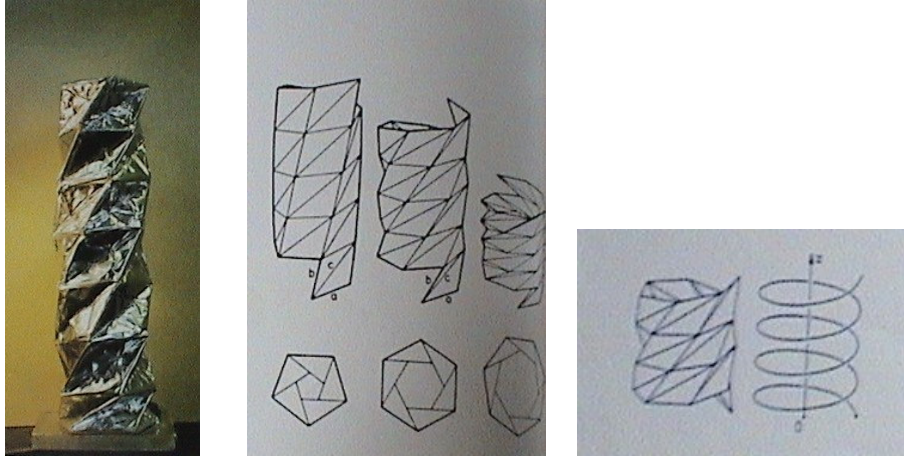
çok fazla ilgisini çekmektedir. Aynı zamanda hafif, kolay taşınır, çevresine uyurlanabilir ve yer değiştirebilir niteliktedir. Kâğıt katlama sanatı olan origami sanatından büyük ölçüde esinlenmeler içermektedir. Aynı zamanda bir yapının ya da bir nesnenin birbirinden farklı birden fazla katlama çeşidi olabilir. Örneğin katlanma şekilleri ve tarzları birbirinden farklı birçok sandalye ve masa bulunmaktadır. Daha çok endüstri ürünlerinde kullanılan bu sistem mimarlıkta da kullanılmaya başlanmıştır. İlk olarak 1926'da Marcel Breuer modernizm ikonu olan katlanan sistemlerin ağırlıklı olarak kullanıldığı eşyalarının patentini almıştır. Daha sonra 1930'da Alvar Aalto Helsinki'deki minimal apartman yerleşimi sergisinde katlanır sistemleri kullanmıştır.(Munari, 2000) Katlanır sistemler günlük kullanımda, şemsiyenin katlanmasından, haritanın katlanmasına kadar birçok yerde kullanılmaktadır. Fakat günümüzde en çok uzay uygulamalarında kullanılmaktadır. Mimaride ise en bilinen örnekler katlanır kapılar, pencereler ve çeşitli güneş kırıcı sistemlerdir. Katlanma, hiçbir deformasyonun olmadığı fakat tüm formun değişikliğe uğradığı bir dönüşüm olayıdır.

Katlama sanatı ilk olarak Japon kültüründen çıkmış olup, katlamanın kendisi ister bedenin katlanması ister eşyaların ya da evin katlanması şeklinde olsun birçok alanda bulunmaktadır. Örneğin öncelikle bedenlerinin katlanması bir Japon geleneğidir ve bu katlanma bir saygı ifade eder. Evin içine girerken bile giren kişinin eğilmesi için kapılar alçak yapılıdır. Katlama bir eylemden çok bir felsefe şekline dönüşmüştür. Yoga gibi beyin ve fiziksel egzersizler de vücudun çeşitli şekillerde katlanması üzerine kurulmuştur. Japon kültüründe bir kişinin ne kadar iyi katlandığı, o kişinin o kadar elastik olduğu ve yaşamda daha fazla ve daha güçlü şekilde hayatını sürdürebileceğinin göstergesidir. Benzer şekilde, bir kâğıdın sonsuz sayıda katlama biçiminin olabileceği ve istenen birçok şeyin iki boyutlu kâğıdı sadece katlayarak üç boyutlu hale getirip ortaya çıkabileceği origami sanatının ise Japon kültüründe önemli bir yeri bulunmaktadır. Japonlar genelde objelerini küçültme eğilimdedirler. Bunun nedeni kültürün getirdiklerinin yanı sıra çok küçük bir alanda çok insanın yaşamaya çalışmasıdır. Bu nedenle kalabalık şehirlerin her yanında taşınabilir ve katlanabilir yiyecek ya da dergi kioskları bulunmaktadır. Aynı zamanda çok küçük bir alanda yaşamak durumunda olduklarından birçok eşyanın ya da yaşama birimlerinin katlanabilir olması hiç de şaşırtılacak bir durum değildir. 1996 yılında Amerikalılar 55.700 adet patent almışken, Japonların patent sayısı 129.937'lere ulaşmakta ve bunların çoğu katlanabilir eşyalarla alakalı olmaktadır. (Munari, 2000) Ağaç ve kâğıdın yoğunlukta kullanıldığı geleneksel Japon evleri ise tıpkı eşyalar ya da origami sanatı gibi katlanan birçok bölüm içermektedir.



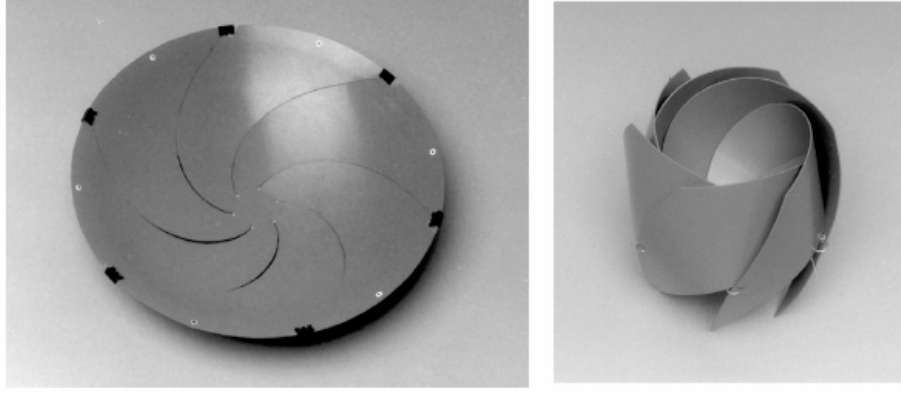
Şekil 3.29 Eşyalarını içinde bulduran halı tasarımı (Munari,2000)

Şekil 3.29’da görülen tasarımda tüm eşyalar iki boyutlu, katlama yerleri belli düz bir tabaka iken, sadece iki dakika içinde katlama yerlerinden katlanarak düz halının içinden eşyalar çıkabilmektedir. Diğer katlama yerlerinden katlandığı zaman eşyaların şekilleri ve odanın içindeki konumu da değişmekte bambaşka bir düzenleme olmaktadır.



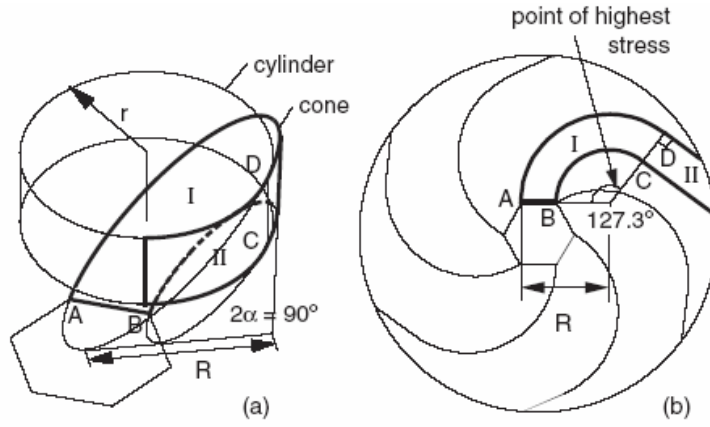
Şekil 3.30 Katlanabilir silindir [1]

Şekil 3.30’da görülen katlanabilir silindirde üçgenlerin kenarları spiral bir yol izler. Bu sayede silindir tamamen katlanabilir ve açılabilir. Silindirdeki üçgenler katlanma ve açılma sırasında birbirinin üstüne binerler ve böylece katlanma sırasında hiçbir deformasyona uğramazlar.

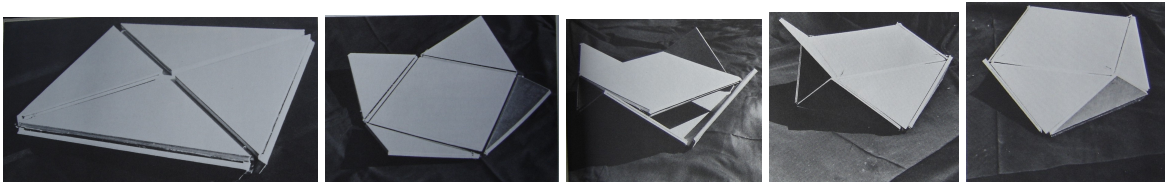


Şekil 3.31 Katlanabilir antenler, esnek yüzey reflektörleri için yeni kavram [1]

Şekil 3.31’de görülen anten esnek yansıtıcı yüzeylerin gelişimini göstermektedir. Burada ana fikir daire şeklindeki yüzey altı ya da sekiz parçaya bölünür ve bu parçaların en uygun şekilde kullanılması için çeşitli araştırmalar yapılmıştır. Kapalı durumunda parçalar bir merkez etrafında katlanırlar ve böylece açılma sırasındaki enerjiyi de sağlamış olurlar (Şekil 3.32).



Şekil 3.32 Katlanabilir antenin katlanma konsepti [1]



Şekil 3.33 Katlanabilir sistemlerden bir örnek (Zuk, 1970)

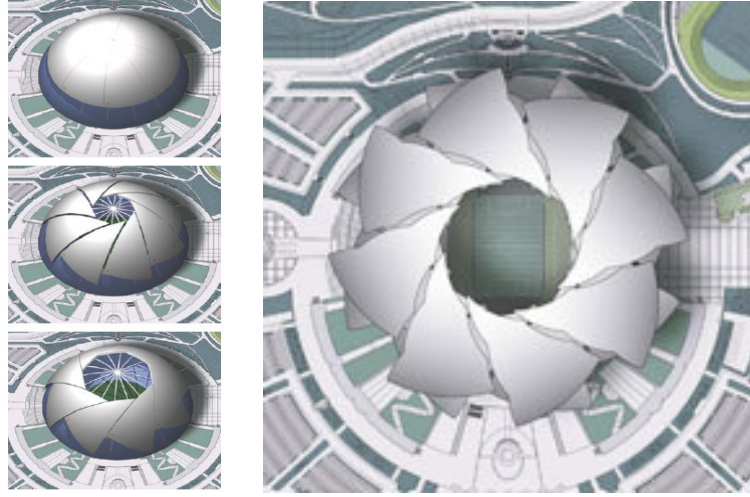
Mimari mekânlarda katlanabilir sistemlerin kullanımı gittikçe yaygınlaşmaktadır. Eski dönemlerde Berlin’de karavanlarda yaşayan insanların yaşam tarzları temel alınarak 2000 senesinde, Gregoire ve Petetin tarafından geliştirilmiş katlanabilir ve taşınabilir ev hem hareket edip yer değiştirebilir, hem birbirine eklenip genişleyebilir, hem de katlanarak ya da açılarak hacmi değiştirilebilir niteliktedir. İstendiğinde konut, istendiğinde ofis olarak kullanılabilen bu sistem, açıldığında hacminin 10 katı kadar genişleyebilmektedir. Körüklü otobüs mantığındaki genişleme yerlerinin hem katlanabilir hem de elastik olması, kurulduktan sonraki değişikliklere de izin vermektedir (Şekil 3.34).



Şekil 3.34 Taşınabilir ve katlanabilir evin tasarım şeması (Migayrou, 2003)

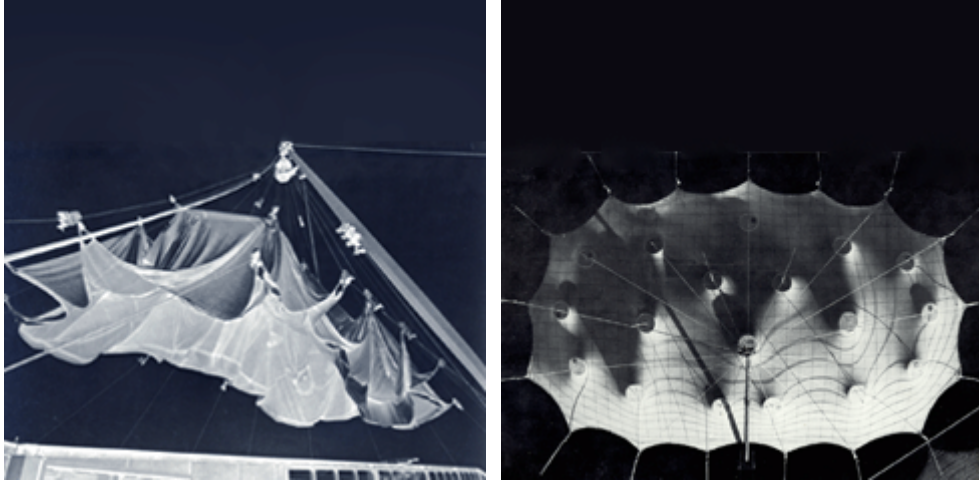
3.2.2.1.2. Kayar Sistemler

Kayar sistemler, sistemin bir kısmının kendi içindeki mekanizması sayesinde kayarak, amaçlanan işlevleri yerine getiren sistemlerdir. Bu kayma hareketi çok çeşitli amaçlar ve mekanizmalar sayesinde olabilir. Kapının, pencerenin açılıp kapanma mekanizması, bir yapının dış örtüsünün mekanizması, bölücü duvarların hareketi gibi farklı tasarımlarda ve farklı ölçeklerde kullanılabilirler. Kayma işlemi tekerlek benzeri bir araçla dönen, ya da birbiri içine geçen mekanizmalar sayesinde olabilir.



Şekil 3.35 Kayar mekanizmalı stadyum örtüsü [15]

Prof. Sergio Pellegrino ile çalışan doktora öğrencisi Frank Jensen'in projesi olan stadyum gelecek nesillerin spor aktiviteleri için tasarlanmış bir stadyumdur (Şekil 3.35). Öncelikli olarak var olan açılır kapanır sistemleri incelemiş, daha sonradan kameranın açılıp kapanan lens yapısına benzeyen böyle bir sistem önermişlerdir. Stadyumlarda ışığın belli durumlarda istenip belli durumlarda istenmediği, yağmur yağdığına önemli bir müsabakanın ertelenmesi arzu edilmediği için bu tarz sistemlere sıkça başvurulmaktadır. Bu stadyumun açılıp kapanma sırasında sürtünmeyi önlemek için hiçbir parça diğerine dokunmamaktadır. Kayar sisteme bir başka örnek şekil 3.36 ve 3.37'de görülmektedir.



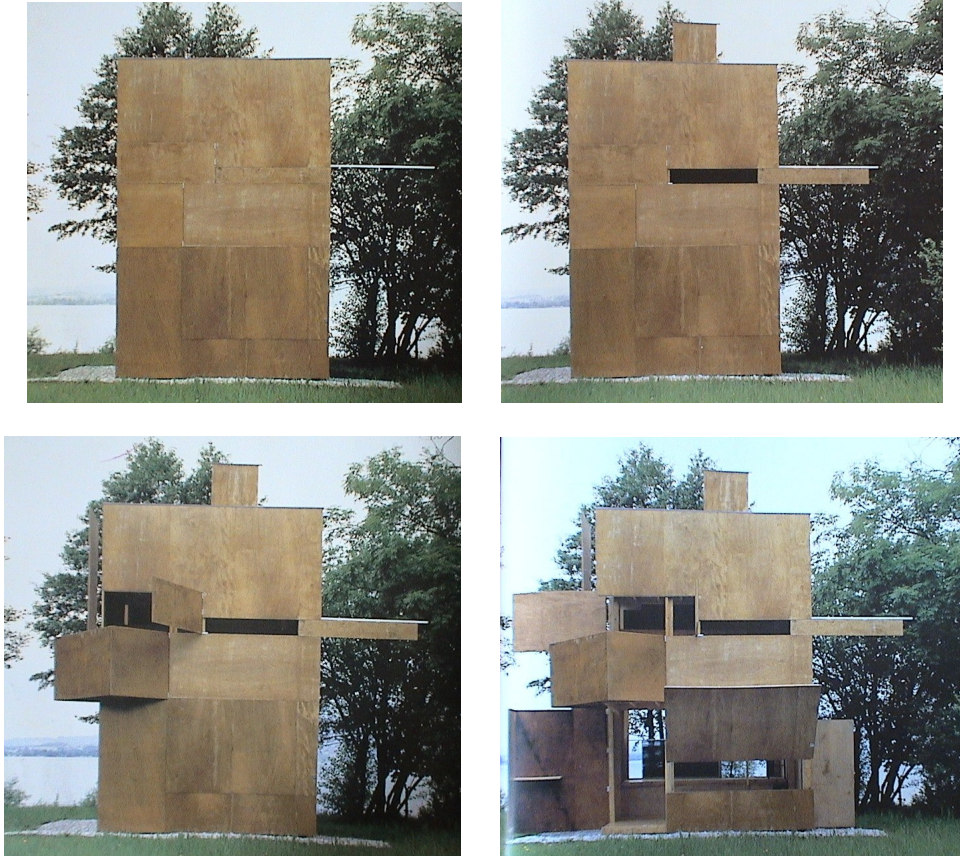
Şekil 3.36 Frei Otto'nun tasarladığı Hoechst stadyumunun örtüsü [23]



Şekil 3.37 Stadyum örtüsü'nün kayar mekanizmalı işleyişi [18]

3.2.2.1.3. Açılır Kapanır Sistemler

Açılır kapanır sistemler, yapının belli kısımlarının ya da tamamının açılma ve kapanma hareketini barındırdığı sistemlerdir. Sistem bütün olarak kapalıyken tamamen açık, dışarıyla ilişkili bir hale gelebilir. Bu sistemlere pencerenin ve kapıların açılıp kapanma hareketleri örnek olarak verilebilir. Bazı durumlarda pencere binaya oranla öyle büyüktür ki, bu durumlarda pencere ve duvar arasındaki ayırım ortadan kalkar ve pencereler açıldığı zaman formun algısında büyük değişimler olur.



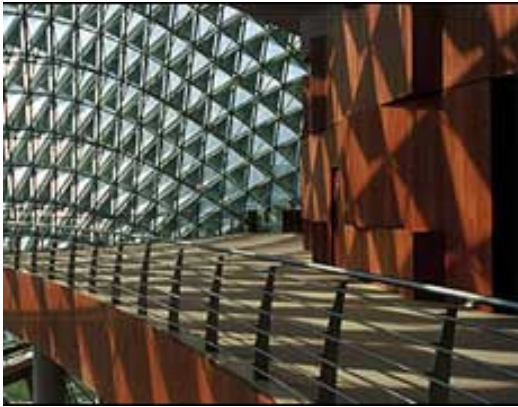
Şekil 3.38 Açılır kapanır sistemli GucklHupf yapısı

Hans Peter Wörndl'ün 1993'te bir festival bölgesinin sergi yerleşimleri, çeşitli fikir üretme toplantıları ve enstalasyonlar için tasarladığı GucklHupf adlı yapısı “gariplik” temasını işlemektedir (Şekil 3.38). İzleme ve dâhil olma anlamına gelen GucklHupf, pasif ve aktif, alışılmış ve yeni, yerleşik ve geçici arasındaki ilişkiler üzerinde düşünmeye davet etmek üzere inşa edilmiştir. Ahşap kontrplak panellerden yapılmış olan bu yapının hareketi insan gücü sayesinde olmaktadır. Ayrıca bünyesinde hiçbir pencere bulundurmayan bu yapı, iklim koşullarına göre istenildiğinde açılıp kapanmakta, böylece çok çeşitli form oluşumlarına izin vermektedir. Festival boyunca GucklHupf, dönüştürülebilir yapısı sayesinde çok çeşitli amaçlarda kullanılabilmiştir. Hafif yapısı sayesinde daha sonradan başka yerlere nakledilebilecek şekilde tasarlanmış olsa da henüz kurulduğu yerde beklemektedir.



Şekil 3.39 Hareketli sanatçı stüdyosu (Anonim, (2004), “Mobile Artist Studio in Utrecht”, Detail, no12)

Hollanda'nın en büyük yerleşim yerlerinden birinde kurulan hareketli sanatçı stüdyosu, uluslar arası sanatçılar için hem konaklama hem de eserlerini sergileme yeri, aynı zamanda çeşitli geçici kültürel faaliyetlerin gerçekleştiği yer olarak kullanılmaktadır (Şekil 3.39). Duvarlar açılıp teras haline gelmekte, böylece yapı dışa dönük bir konuma geçmektedir.



Şekil 3.40 Singapur sanat merkezinin dış yüzeyi [33]

James Stirling ve Michael Wilford grubu tarafından tasarlanan Singapur sanat merkezinin dış yüzeyi, kafes yapının içine yerleştirilmiş, güneşin konumuna göre açılıp kapanan üçgen alüminyum panellerle kaplanmıştır (Şekil 3.40). Böcek gözünün yapısına benzetilerek

tasarlanan bu sistemde paneller açılıp kapandığı zaman hem içerdeki ışık kontrolü sağlanmış olmakta, hem de çok çeşitli ışık örüntüleri yaratılmaktadır.



Şekil 3.41 Milwaukee Sanat Müzesi'nin kanatlarının açılıp kapanma hareketi [24]

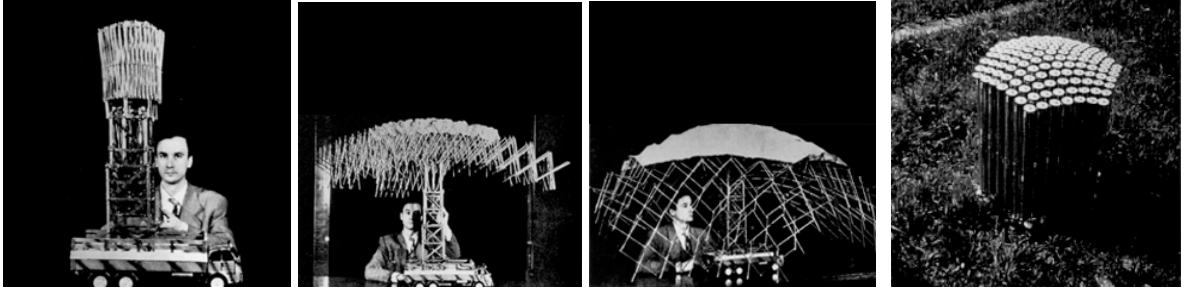
Milwaukee Sanat Müzesi'nin kanatlarının hareket eden kısımları, müzenin açılmasıyla birlikte açılmakta, müze kapanırken ise kapanmaktadır (Şekil 3.41). Böylece uzaktaki bir kişinin müzenin açık veya kapalı olup olmadığından haberi olmaktadır. Ancak çıkabilecek olası problemlere karşı müzenin kanatları, aşırı yağmurlarda yıldırım çarpmasına karşı, kar ve şiddetli rüzgâr gibi durumlarda kapalı kalmak durumundadır. Bazen geceleri de müzenin içinde çeşitli aktiviteler olmakta, bu durumlarda müzenin kanatları açılarak etrafındaki insanlara böyle bir durumu haber verebilmektedir. Müzenin kanatları kapalıyken 50 metre genişliğinde, açıldığında ise 500 metre genişliğe varabilmektedir.

3.2.2.1.4. Genişler ve Daralır Sistemler

Bu tarz sistemler, prefabrik elemanların hareketli bağlantılarla bir araya gelerek, küçük hacmini genişleterek kendi yükünü taşıyacak şekilde sabit bir hale gelmesiyle oluşurlar. Bu sistemler avantajları nedeniyle daha çok geçici yapı endüstrisinde, askeri yapılarda ve uzay endüstrisinde kullanılmaktadırlar. Kolay üretilebilir, kolay taşınabilir, çabuk kurulabilir, tekrar kullanılabilir ve istenilen şekli alabilir olmaları nedeniyle gelecekteki mimari sistemlerin potansiyelini barındırmaktadırlar. Bugüne kadar birçok mühendislik yapısında, yapının son aşaması üretim aşamasından daha önemli olmuştur. Fakat bu tarz yapıların yapım aşaması projenin fikrini oluşturduğu için tüm detayların mimarlar ve mühendislerle birlikte

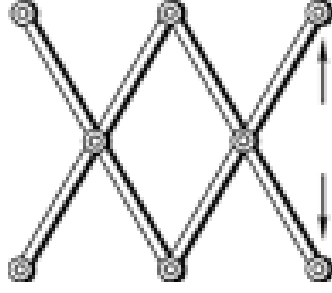
çözümlemesi gerekmektedir. En önemli tasarım ölçütleri, hafif olması, kolay toplanabilir olması ve kendi yükünü taşıyabilmesidir. İlk örneklerden biri, birçok insana esin kaynağı olmuş, İspanyol Emilio Perez Pinero'nun 1961'de gerçekleştirdiği ödüllü çalışması olan hareketli tiyatrodur.

Perez bu çalışmasında üç bağlantı noktası olan bir çubuğun, diğer çubuklarla bağlantı noktalarından bağlandığı ve bu noktalardan belli bir açı ile dönebildiği pantograf mantığını kullanmıştır (Şekil 3.43). Ancak bu mantıkla yapılan bir strüktürde kurulumdan sonra bağlantı noktalarının el ile sabitlenmesi gerekmekteydi. Bu tür mekanizmalar büyük ölçeklerde problemlili olmakta bu nedenle ancak küçük ölçeklerdeki uygulamalar için uygun olabilmekteydi. Büyük ölçeklerdeki uygulamaları hem çok deneyimli teknisyenleri gerektirmekte, bu nedenle çok pahalı olmakta, hem de kurulumdan sonraki mekanizmanın sabit hale getirilmesi oldukça güç olmaktadır (Şekil 3.42).

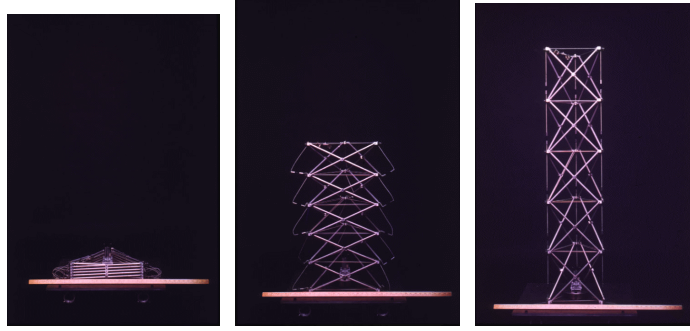


Şekil 3.42 Emilio Perez Pinero'nun hareketli tiyatrosu (Gantes, 2001)

Pinero'nun yaşadığı sıkıntıyı bilen Theodore Zeigler, 1974'te, benzer mantıkta bir mekanizma geliştirdi. Bu sefer bu mekanizma aynı mantıkta fakat şekil olarak yarım küre şeklindeydi. Böylece genişleyebilir sistem hiçbir kilit sistemi ya da fazladan sabitleyici elemanlar gerektirmeksizin kendi kendini taşıyabilir nitelikteydi. Zeigler'in ortaya koyduğu çalışma Pinero'nun problemini çözse de bu sistem, geometrik form oluşumlarında çeşitliliğe izin vermiyordu. Bu nedenle daha sonradan üçlü makas sistemleri, bunlara ilâştirilebilen elastik örtü malzemeleri ve daha çeşitli birçok alternatif geliştirildi. (Gantes, 2001)



Şekil 3.43 Pantograf sisteminin çalışma mekanizması (Gantes, 2001)

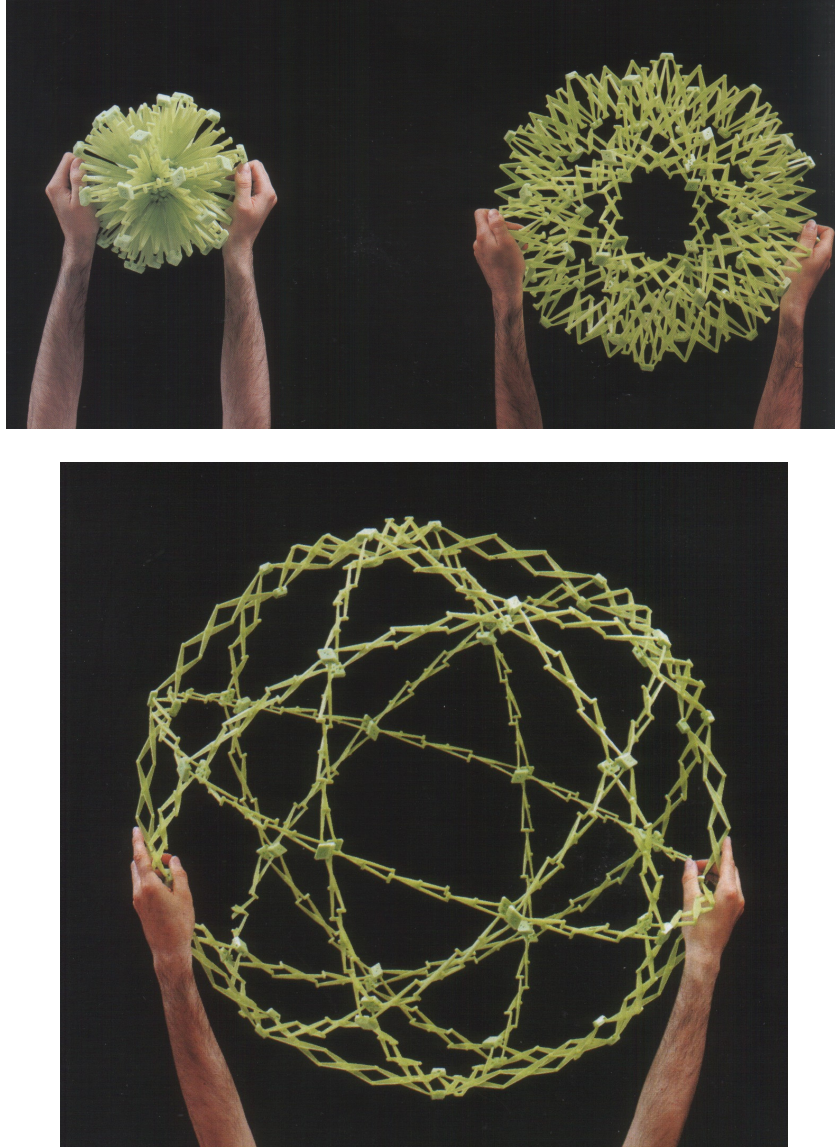


Şekil 3.44 Pellegrino'nun deneysel çalışması [1]

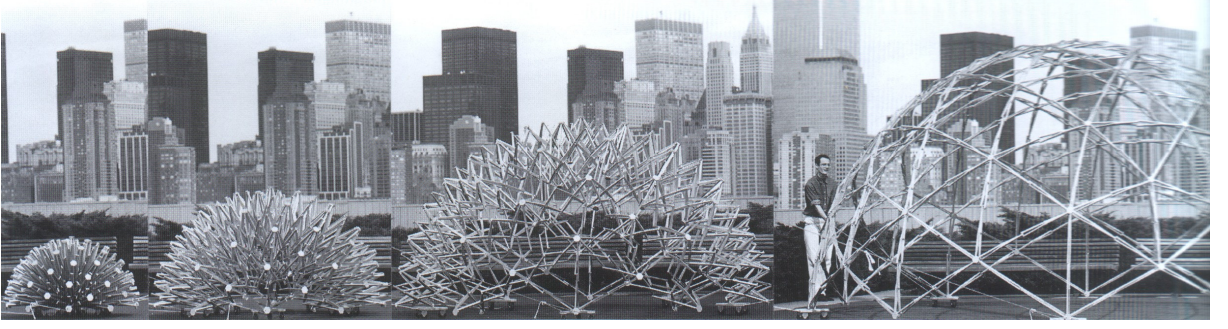
Alanında oldukça fazla çalışmaları bulunan, mekanik mühendisi Chuck Hoberman, bu alanda geliştirdiği sistemlerini 1990'da New York'ta kurduğu şirketi aracılığıyla ilk olarak pazarlamaya başladı. Hoberman'ın kurduğu bu şirkette bu sistemlerin tasarımı, mühendislik hesapları, ilk örneklerin üretilmesi ve imalatları yapıldı ve çoğunlukla oyuncak sanayinde olmak üzere, çeşitli mimari projelerle de bu sistemler dünyaya tanıtılıp birçok yerde pazarlanmaya başladı. Tasarımlarında daha çok CAD-CAM teknolojilerini kullanıyorlar, çeşitli mühendislik hesaplarının yapılmasında, lazerle kesilmesinde, hızlı üretimlerde bilgisayardan yararlanıyorlardı. Bu sistemlerin ana malzemesi olarak ise genellikle plastik, kumaş ve metal kullanıyorlardı. (Anonim, (2000), "Büyüme ve Biçim, Genişleyen Aygıt, Mekanik Metamorfoz, Hoberman Designs, 1999", Domus M, sayı 2, İstanbul)

Hoberman'ın tasarımları mekanik ve strüktürel olarak bir bütün halinde çalışmaktadır. Ana prensip olarak bağlantı yerlerinin hareketi ile geometrinin şekli aynı kalırken, kendi hacminin üç katına kadar çıkabilmektedir(Şekil 3.45). En geniş halinde 420 parçalı bir küre, küresel bir çokyüzlü (polyhedron) şekline, 20 üçgen ve 12 beşgenli karmaşık bir forma dönüşebilmektedir. Tasarımdaki her bir parça genişlemeye izin veren bağlantı noktalarından hareket eder, bu noktalardan yükler birbirine aktarılır ve tüm strüktür, geometrisini koruyacak

şekilde sabitlenebilmektedir. Ayrıca, bu strüktürün üzerine, strüktürle birlikte hareket eden elastik bir kumaş giydirilmiş ve bu 1997 senesinde George Pompidou müzesinde sergilenmiştir (Şekil 3.46). (Anonim, (2000), “Büyüme ve Biçim, Genişleyen Aygıt, Mekanik Metamorfoz, Hoberman Designs, 1999”, Domus M, sayı 2, İstanbul)

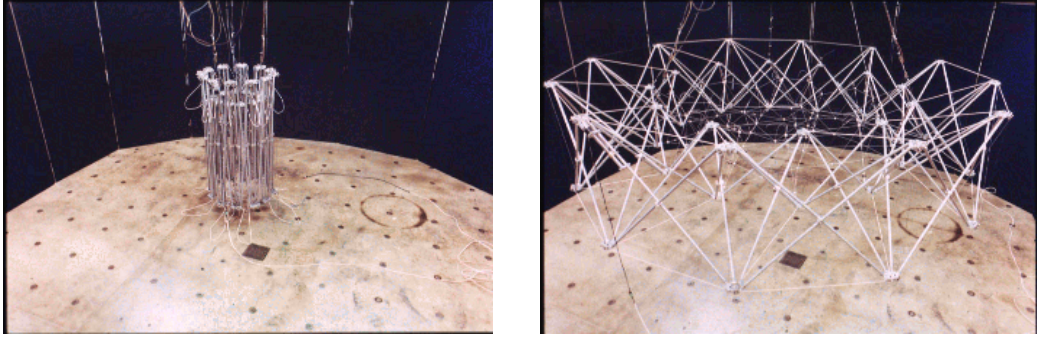


Şekil 3.45 Hoberman'ın genişleyen küresi (Anonim, (2000), “Büyüme ve Biçim, Genişleyen Aygıt, Mekanik Metamorfoz, Hoberman Designs, 1999”, Domus M, sayı 2, İstanbul)



Şekil 3.46 Hoberman'ın genişleyen küresinin bir çeşidinin büyük ölçekte uygulanması [4]

Cambridge Üniversitesinde Dr. Sergio Pellegrino ve Zhong You adlı iki araştırmacı bu tür sistemler üzerine 1980'den beri oldukça detaylı çalışmaktadır. Bu iki araştırmacı pantografik halka strüktürleri konusunda projeler yaparak, dış çapı 3.2 metre olan, 48 çift parçadan oluşmuş tamamen genişlediğinde üç boyutlu hacminden iki boyuta inen, yani yer düzlemiyle bir hale gelebilen bir strüktür yapmışlardır (Şekil 3.47).[1]

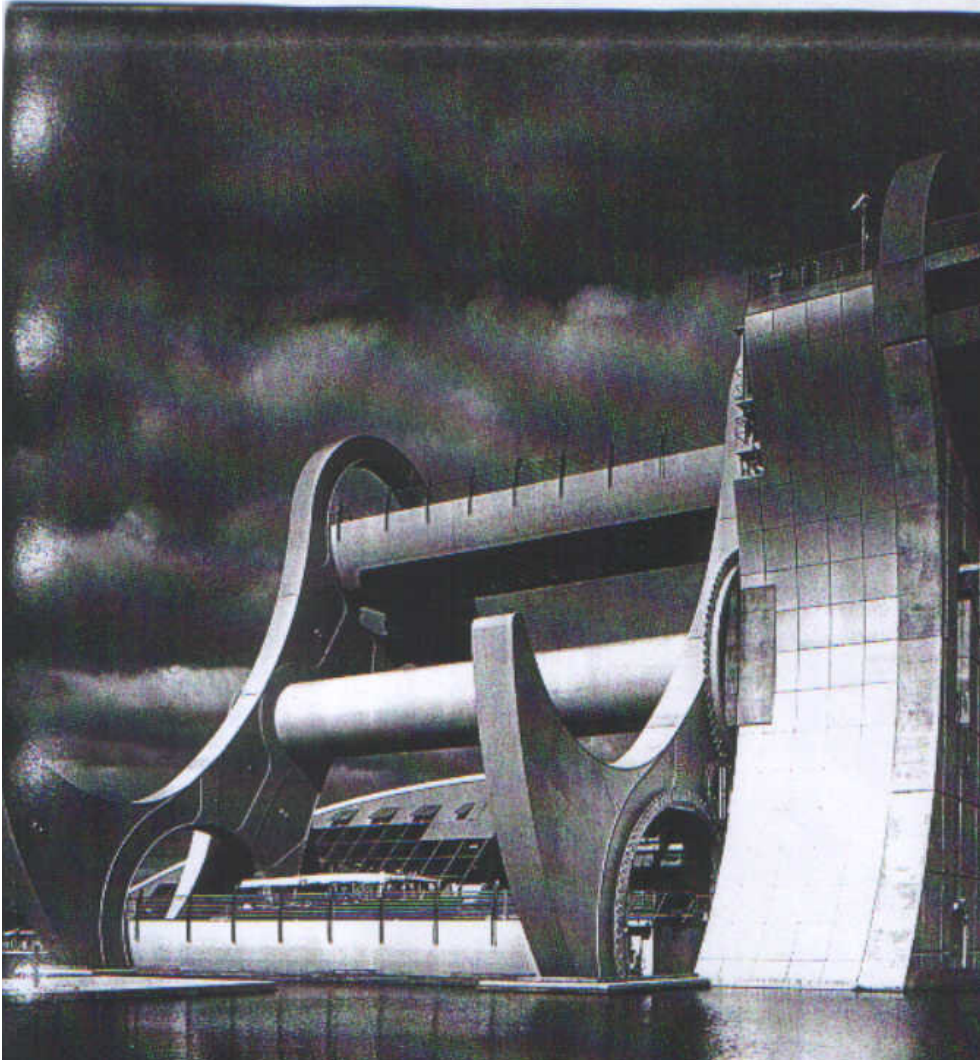


Şekil 3.47 Dr. Sergio Pellegrino ve Zhong You'nun yaptığı çalışma [1]

3.2.2.1.5. Döner Sistemler

Döner sistemler, çeşitli büyüklüklerde sabit elemanlara bağlı parçaların dönmesiyle hareket eden sistemlerdir. Ölçekleri çok değişebilir niteliktedir ve genelde manzarayı daha farklı açılardan görebilmek için, güneşin konumuna göre ışık kontrolünün yapılabilmesi ya da çeşitli gözlemlene eylemleri için döner sistemler yapılmaktadır. Ankara'daki yüksekçe bir yere inşa edilmiş, restoran müşterilerinin Ankara'nın manzarasını 360 derece görebilmesi için saatte bir tur atan Atakule bu tarz yapılara örnek olarak verilebilir. Bir başka örnek ise İskoçya'da iki merkez kanal arasında dönen bir sistemle, yerin altından geçerek botları bir

kanaldan diğere taşıyan yapıdır. Bu sistemde botlar Grand Union Kanalı'nın kıyısına yaklaşıyor, oradan kanalın yapay uzantı kısmına geçiyor ve oradan tünele giriyorlar (Şekil 3.48). Tünel onları doğrudan 80 metre uzunluğundaki yarı tüp şeklindeki beton suyolundan geçiriyor ve son olarak bir keson onları alıp suyun altındaki tekerleğe doğru götürüyor. Merkezinden çıkan iki çelik kol barındıran tekerleğin bir kolunda iki bot taşıyan keson bulunuyor. Tekerlek döndüğünde kesonlar da dönüyor ve botlar bir kanaldan diğere kanala 15 dakika içinde geçebiliyorlar. Şu anda bu yapı işlevini yerine getirdiği kadar turistlerin de ilgi odağı olmuş durumdadır. (Dawson, 2003)



Şekil 3.48 Botları suyun altından bir kanaldan diğere taşıyan döner mekanizmalı sistem
(Dawson, 2003)

Şekildeki gözetleme kulesi bir öğrenci grubu tarafından dengeyi konu alan bir proje için tasarlanmıştır. Sessizce hareket eden ve sadece kullanıcı tarafından yönlendirilen bu kulede yerin çekim gücü bir avantaj haline getirilmiştir. Bir kişi yuvarlak kafesin içine girer ve karşı taraftaki ağırlık serbest kalınca yukarıya yükselir. Kollar dokuz metrelik dikmenin en üstünde sabitlenmişlerdir. İçindeki kişi dikmenin yönünde hareket ettiğinde ağır olan kol kısalmır ve diğer koldaki ağırlık aşağı inmeye başlar ve böylece kabin 15 metre kadar yukarı yükselebilir. Dikmenin tersine hareket edildiğinde tam tersi şekilde kabin aşağı iner ve kabinin yerle teması sağlanmış olur (Şekil 3.49).



Şekil 3.49 Döner mekanizmalı gözetleme kulesi

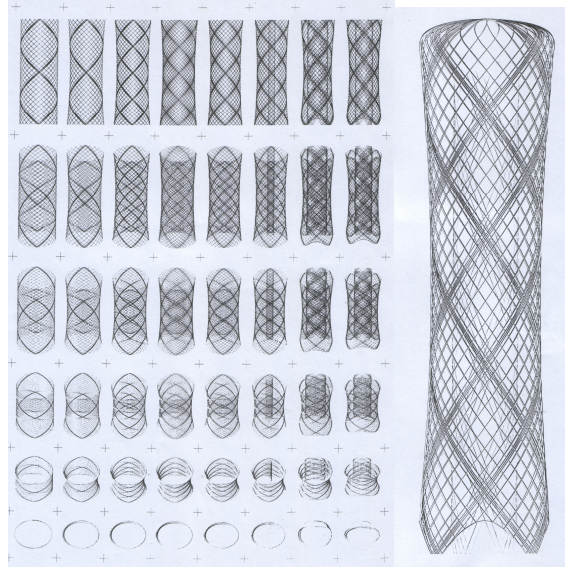
3.2.2.2. Deforme Olabilir Yumuşak Formlu Yapılar

Yumuşak formlu yapılar, dış koşullara adapte olabilen, olası değişimlerde kendini yenileyebilen ve dönüştürebilen yapılardır. Binanın tüm formu simetrik ya da amorf olarak şekil değiştirebilir niteliktedir. Harekete izin veren elastik malzemeler kullanılmakta, deformasyonlar form içinde kısmen olabilmekte ya da tüm form deformasyona uğrayabilmekte, şekil değiştirebilmektedir.

Düşey yönlü yapılaşmaya adapte olabilecek strüktür ve onun davranışını malzemenin sisteminde birleştirecek bir yaklaşım bulmak üzere Michael Hensel, Achim Menges, Michael

Weinstock yürütücülüğündeki M.W.A.M adlı bir grup bu konuda araştırmalar yapmış ve yüksek katlı binaları yüzey strüktürleriyle ele almıştır. Esneklik ve sertlik durumlarını incelemiş ve bu doğrultuda gereksinimleri sağlayan geometri, örüntü, form ve davranışlarını modelleyen doğal bir strüktür geliştirmişlerdir. Böylece yüksek katlı binalar için heliks şeklinde strüktür sistemi ve akıllı yüzeyleri tek bir malzeme gibi birleştirmişlerdir. Geleneksel yapım sistemlerinde iki ana karakter vardır; sağlamlık ve verim. Yani bir strüktürün esnekliği az olmalı, kolayca eğilip bükülmemeli, aynı zamanda bunu minimum malzeme ve enerji ile sağlamalıdır. Yüksek yapılarda güçlü, eğilmez bir çekirdek ve çekirdeğe tutunmuş kirişler ve kolonlarla bina taşınır.

Elastik karakterin hesaplamaları geleneksel yöntemlere göre daha zor olsa da, binanın elastikliği eski sisteme göre felaketlerin hasarlarını minimuma indirebilmektedir. Şimdilik bu sistem eski sisteme nazaran daha maliyetli olsa da, gelecekte bu tür malzemelerin üretiminin arttığı düşünülerek bu maliyet de azalacaktır. Bu sistemdeki ana malzemeler fiber teknoloji ile üretilmiş malzemeler ve matris malzemelerdir. Fiberler yüksek oranda bükülmeye meyilli olsalar da, fiberleri tutan silindirler bükülmeye daha az meyilli olduklarından istenen oranda esneklik sağlanabilir. Tüm bunların yanında geometri, binanın taşıyıcılığında ve esneklik hareketinde çok önemli rol oynamaktadır. Yapılan incelemeler ve birtakım deneyler sonucunda bu durum için en uygun geometrinin heliks olduğu düşünülmüştür (Şekil 3.50).

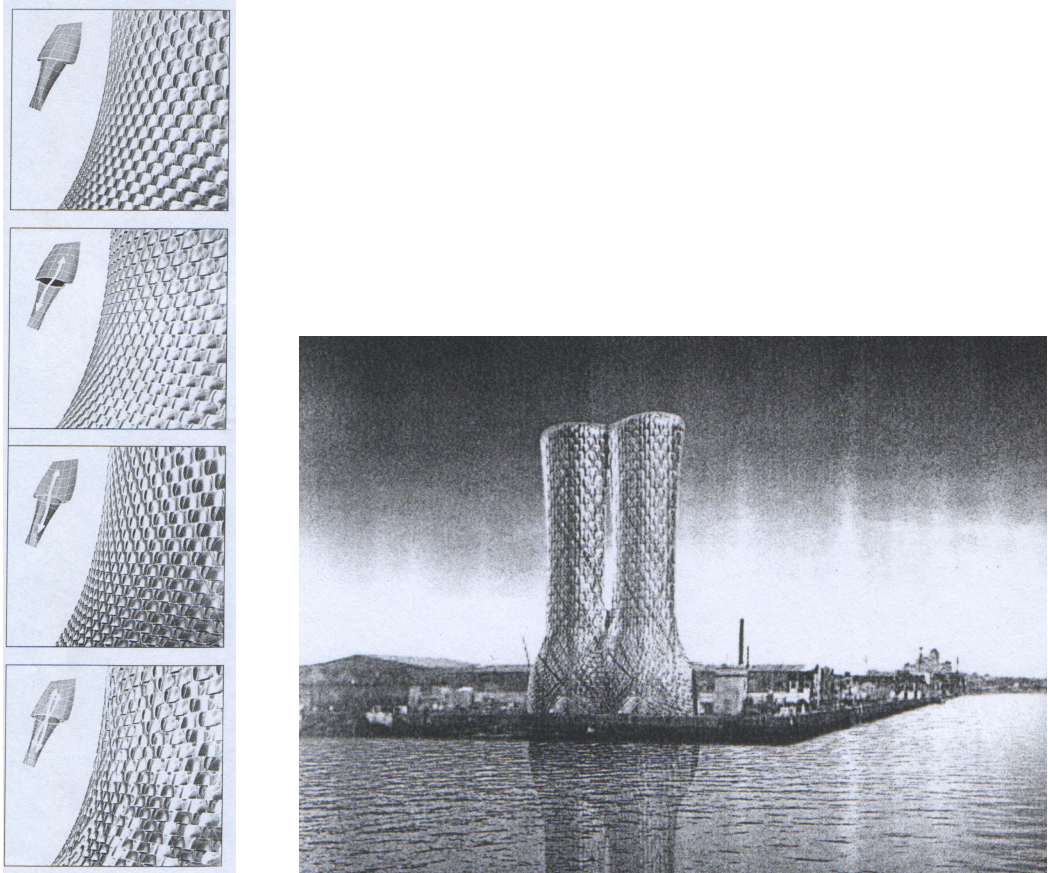


Şekil 3.50 Taşıyıcısı heliks strüktür olan, gerekli şartlarda deforme olabilen gökdelen
(Anonim, (2004), “Fit Fabric”, Architectural Design, vol 74, no3.)

Spiral heliksler doğanın kendisinde de oldukça fazladır. Örneğin galaksilerin yörüngeleri, okyanuslardaki ve atmosferdeki hareketler, hortumlar, fırtınalar hep heliks şeklindedir ve çok büyük miktardaki enerjiyi emebilmektedirler. Aynı zamanda canlıların yapıtaşı olan DNA'nın yapısı da heliks şeklindedir. Bunun yanında bazı bitkilerin büyüme şekli ve bazı bitkilerin dalları ya da çiçekleri de bu duruma örnek verilebilir.

Spiral yapı içeren tüpler, uzayıp kısıalma ve tekrar eski şekline geri dönebilme özelliğine sahiptir. Fibonacci serisi ise rakamların dizilişiyle aynı spiral özelliğe sahiptir.

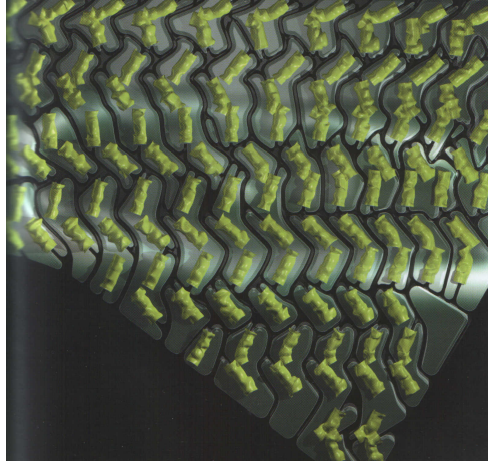
Spiralleri örten yüzeyin malzemesi ise kendiliğinden zaten esnek olan aynı zamanda birbirinin içine geçerek kısalıp uzayabilen bir malzeme sistemi geliştirilerek yapılmıştır (Şekil 3.51). Bu malzeme tıpkı insan iskeletini örten derinin esnekliği gibi hem ana formu korumakta hem de çok çeşitli hareketlere olanak sağlamaktadır. (Anonim, (2004), "Fit Fabric", Architectural Design, vol 74, no3.)



Şekil 3.51 Gökdelenin şişme kapsüllerinin çalışma prensibi ve arazideki görüntüsü
(Anonim, (2004), "Fit Fabric", Architectural Design, vol 74, no3.)

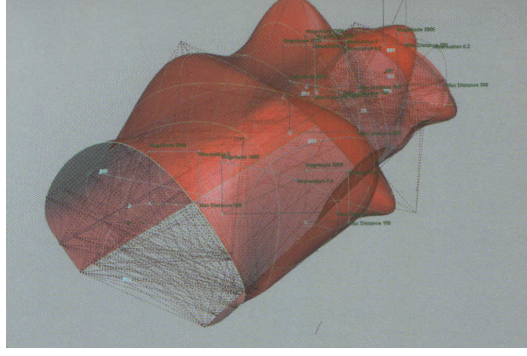
Strüktür yüzeyindeki malzeme mikroprnömatik sistemle desteklenmiştir. Böylece farklı kuvvetler altındaki kinetik kapasitesi maksimuma çıkabilmektedir. Böylelikle yapı hem konkav, hem de konveks biçim alabilmektedir. Bu şeffaf deri aynı zamanda doğal ışığın kullanımına da izin vermektedir.

Bir başka örnek, Lars Spuybroek'in OfftheRoad_5speed adı verilen şekildeki yerleşimi makro ölçeğinden mikroya kadar eylem ve tepkinin sürekli etkileşimi göz önünde bulundurularak tasarlanmıştır. Bu yaşama birimleri insanların taleplerinin her geçen gün farklılaştığı düşünülerek, farklı yaşam biçimlerine uyum sağlayabilecek şekilde tasarlanmıştır. En geniş kentsel ölçekten en küçüğe, evdeki gündelik davranışlara kadar tüm eylemler, değişebilir, etkileşimli sistemler tarafından belirlenmiştir.



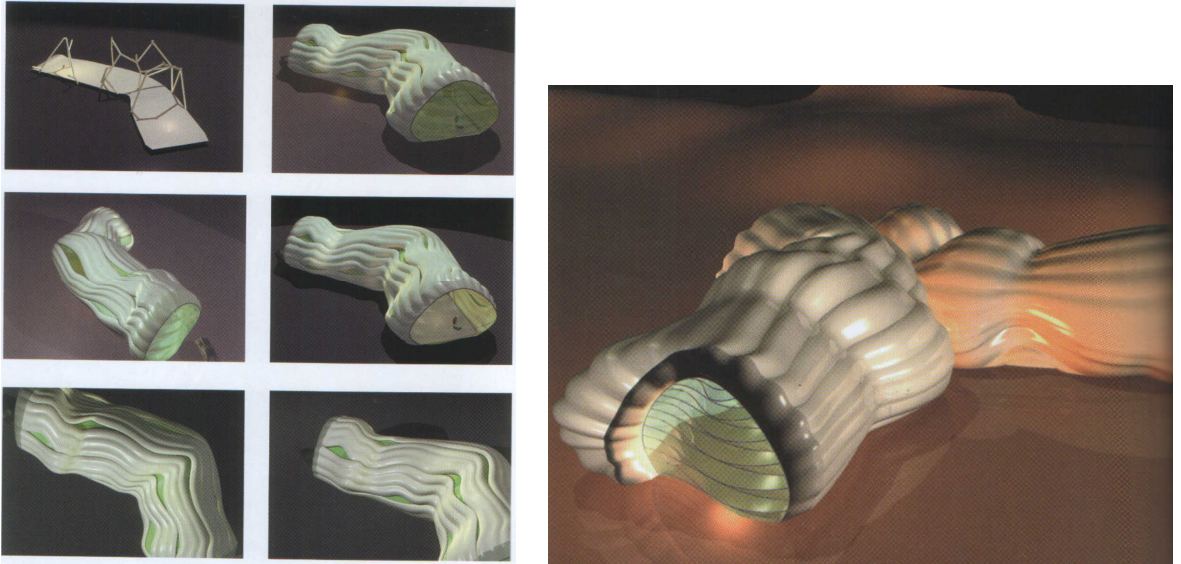
Şekil 3.52 OfftheRoad_5speed adlı adapte olabilen konutların yerleşim şeması (Anonim, (2000), “Vites Kutusundaki Sosyal Yerleşim”, Domus M, sayı 7, İstanbul)

Kentsel ölçekte evlerin kendi parsellerine oturma şekli hareketli bir sistem tarafından organize edilmiştir (Şekil 3.52). Burada hareketli olan oturduğu arazideki evler değil onları oturtma biçimidir. Bu durum şöyle gerçekleşmiştir; Dört trafiğin olduğu otoban dik biçimde 2500 metre uzunlukta 100 hatlı bir tel çekilmiştir. 20 kontrol noktasına bölünen bu esnek hatlardaki kontrol noktaları da hat üzerinde hareket özelliğine sahiptir. Başlangıçta çekilen hatların elastiki olması ve kontrol noktalarının bu hatlar üzerinde gezinebilir olması sayesinde programa göre değişebilen esnek bir sistem oluşturulmuştur. (Anonim, (2000), “Vites Kutusundaki Sosyal Yerleşim”, Domus M, sayı 7, İstanbul)



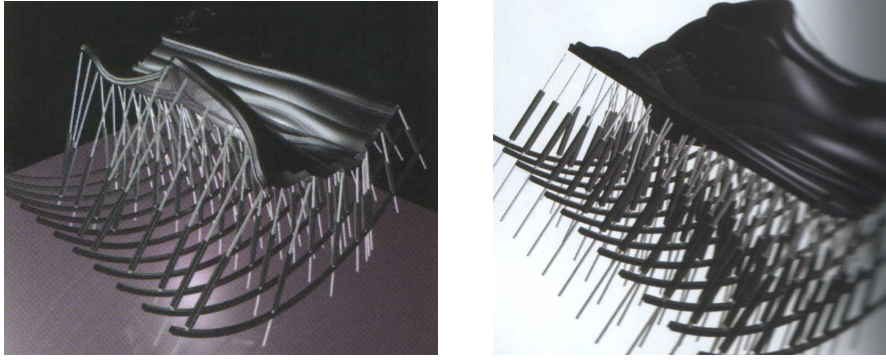
Şekil 3.53 Konutlardan birinin kabuk görüntüsü (Anonim, (2000), “Vites Kutusundaki Sosyal Yerleşim”, Domus M, sayı 7, İstanbul)

Her evin omurgasını belirleyen 23 metrelik eğim üç ayrı hatta bölünmüştür. Her hat içinde kalan alana kullanıcı tarafından değiştirilebilir farklı işlevler verilmiştir. Dış yüzeyi oluşturan bütün hatlar yaylarla birbirine bağlanmıştır. Yayların parametreleriyle oynandığı zaman kullanıcıya göre değişen farklı biçimler meydana gelmekte ve böylece 3600 farklı ev tipi ortaya çıkabilmektedir. Değişebilir olan bu yaylar sayesinde iç fonksiyonlarda da esneklik sağlanmıştır (Şekil 3.53). Eğilip bükülmelerin hiçbiri sadece tek bir işlev üstlenmemekte, böylece tüm yaşam akıcı hale gelebilmektedir. Bu sayede, evin kendisi kullanıcının isteklerine göre değişebilmektedir.



Şekil 3.54 Yüksek yoğunluklu poliüretan ile kaplanmış konutlar (Anonim, (2000), “Vites Kutusundaki Sosyal Yerleşim”, Domus M, sayı 7, İstanbul)

Tüm evlerin hem tasarım hem de yaşam aşamasındaki bu esneklik üretim aşamasında da aranan bir özellik olmuştur. Evler, boylamasına yapılandırılan 24 kompleks eğimden oluşmaktadır. Ayrıca, evin kendisine hareket özelliği kazandıran, esnek çubuklar üzerinde işleyen çok sayıda piston bulunmaktadır(Şekil 3.55). Bu çubuklar eğimin yolunu izlemekte ve tüm strüktür esnek kalıplarla üretilen, donduktan sonra aniden sert bir köpük halini alan yüksek yoğunluklu poliüretan malzeme ile örtülmektedir. Böylece poliüretan cephe ve çelik konstrüksiyon işbirliği halinde işlemektedir (Şekil 3.54). (Anonim, (2000), “Vites Kutusundaki Sosyal Yerleşim”, Domus M, sayı 7, İstanbul)

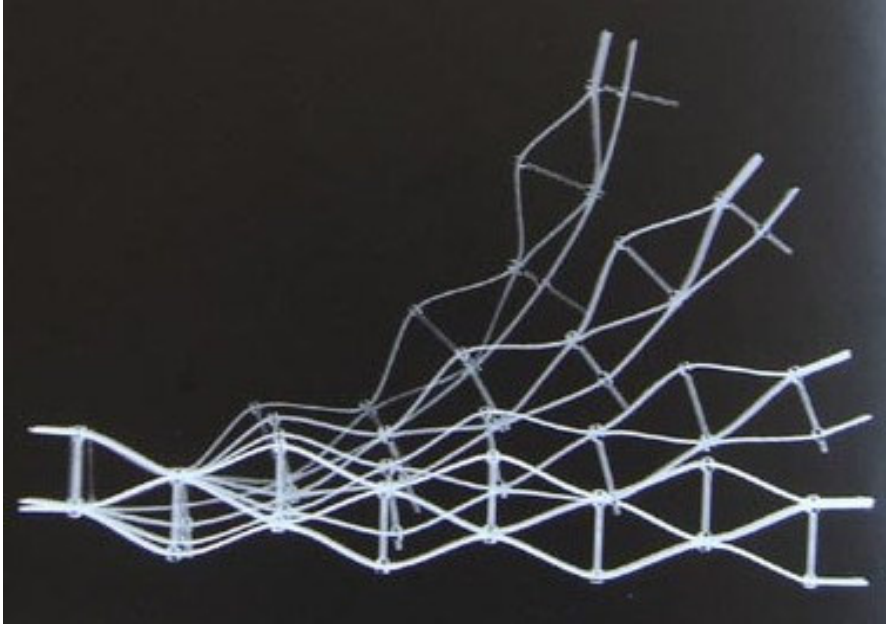


Şekil 3.55 OfftheRoad_5speed konutlarının hareket etme mekanizması (Anonim, (2000), “Vites Kutusundaki Sosyal Yerleşim”, Domus M, sayı 7, İstanbul)

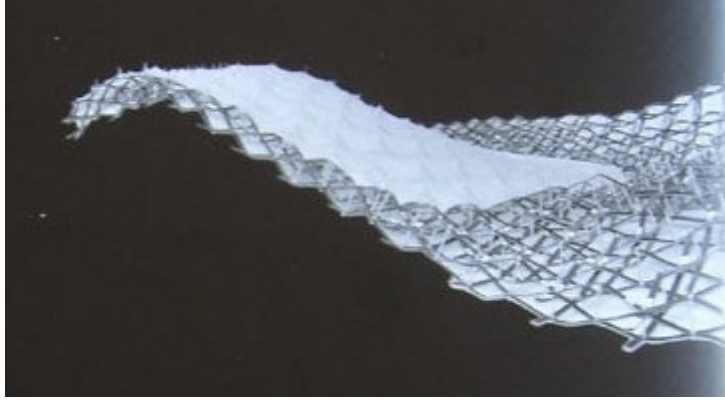
Deforme olabilir yapılara bir başka örnek, Sylvia Felipe ve Jordi Truco'nun yüksek lisans tezi, HybGrid adlı projede uzay kafes sistemlerini adapte edilebilir bir hale getirmek amaçlanmıştır. Elastik bileşenlerle oluşmuş bu sistemde bileşenler arasındaki mesafe ve malzemenin elastikiyeti sistemin hareketini sağlamaktadır. Çoklu denge yapılandırmaları, genetik algoritmalar ve malzemelerdeki çeşitli denemelerle yaratılmıştır. Sistemin hareket noktaları olan mafsallar, elastik deformasyonların özelliklerini temel almıştır. Doğal strüktürlerde bu çeşit deformasyonlar formun geometrisini basit ve ekonomik yollarla çeşitlendirebilmektedir. Aynı zamanda malzemenin kararlılığını ve sistemin sürekliliğini sağlamaktadırlar. Hybgrid'in elastik özellikleri polimer ve kompozit liflerle sağlanmıştır. Kompozit lifler çok yüksek oranda elastiklik özelliği içermektedir. Grid şeklindeki bu sistem kompozit liflerden oluşmuş şeritlerin bütünüdür. Bu şeritler istenmeyen malzeme gerilmelerini önleyerek, gerekli ataleti ve sabitliği koruyacak şekilde tasarlanmıştır. Üretim aşamasında gridlerin sistemi ve malzemelerde herhangi bir farklılaşma olmadığından üretim metodu oldukça basittir. Üretildikten sonra, bu şeritlerin arasındaki uzaklıklardaki değişimler

sayesinde sistem çok çeşitli form oluşumlarına izin verir. Bu şeritlerin arasındaki açıklıkların kontrolü çeşitli düzeneklerle yapılmaktadır.

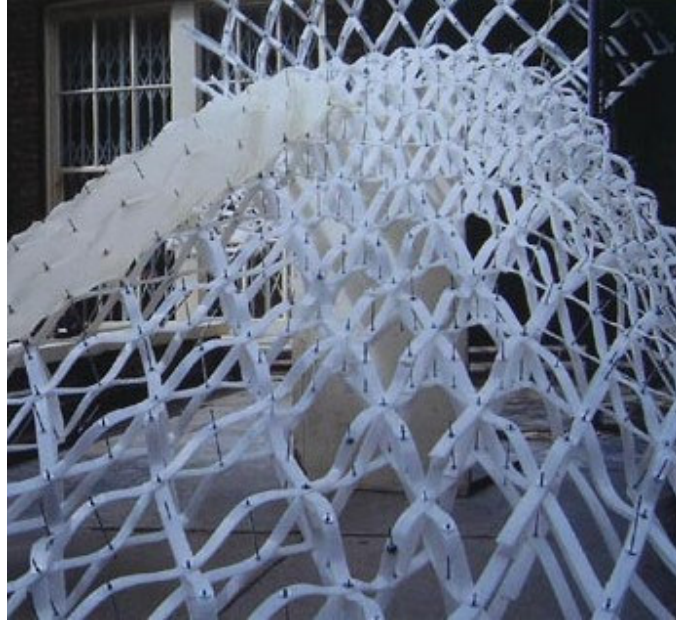
Programdaki çeşitlilik ve mekânsal gereksinimlerdeki değişimler bilgisayar teknolojilerinin de yardımıyla, parametrik kontrollerle tasarıma aktarılmaktadır. Sistemin tasarımı bir anlamda bilgisayar yazılımının tasarımının göstergesi haline gelmiştir, bu sayede sınırlar, kurallar ve alanlar parametrik olarak tanımlanır ve maksimum ve minimumları belirlenir (Şekil 3.56). Bu alanlar dijital olarak bir kere belirlendikten sonra, değişimlere göre sistemin nasıl cevap vereceği, nasıl hareket edeceği belirlenir (Şekil 3.57, şekil 3.58). Sistem çeşitli gereksinimlere cevap verebilecek şekilde tasarlanmış, formun algoritmaları bu değişimlere adapte olabilecek şekilde hesaplanmıştır. Böylece formun tasarımı kişisel olarak değil, çoklu kullanıcılar tarafından belirlenmektedir.



Şekil 3.56 Hybgrid adlı projenin strüktür elemanlarının alabilecekleri pozisyonlar



Şekil 3.57 Gridin üstünün elastik malzeme ile örtülmesi



Şekil 3.58 Strüktürün uygulanmış hali

Hybgrid örneğine benzer bir başka örnek ise Ines Bergdolt'un, Tormax firması için tasarladığı hareketli sergi pavyonudur. Bu pavyonun hacmi ve kurgusal yapısı devamlı değişen koşullara uyarlanabilecek niteliktedir. Aynı zamanda kolay nakledilebilir, az hacimde, hafif ve kolay şekil verilebilir olması ilk başta ele alınan tasarım ölçütlerinden biri olmuştur. Bu nedenle sandviç yüzeylerden oluşan katlanabilir elemanlar kullanılmıştır. Uçan bir böceğin kanadının yapısı burada örnek olarak ele alınmıştır. Böceğin kanadındaki filgranlar gibi taşıyıcı iskeletin üzeri film şeklinde çok ince bir zarla kaplıdır. Model çalışmalarında kağıttan yapılan katlamalarla bir sürüngenin derisini andıran pulcuklara benzer bir model elde edilmeye çalışılmıştır. Böylece elde edilen ana iskeletle her zaman değişik formları alabilen bir sistem yaratılmıştır. Bu yapı başka organik formlara da dönüşebilmekte, örneğin; içi boşaltılmış bir ağaç kütüğü olabildiği gibi, aynı zamanda midye şeklini de alabilmektedir. Böcek kanadı

örneğinde olduğu gibi ışık geçiren malzeme seçilmiştir. Böylece yapı, ışık geçirgenliğinden dolayı bir ağ şeklinde böcek kanadı görünümündedir. Üzerinin korunması baklava şeklinde 45 derece açılı kesilmiş 1.60 x 2.10 ebadında çift köprülü plakalardan oluşmaktadır. Bunlar çift taraflı olarak tam yüzeyi kapsamış ve su geçirmeyen yarı şeffaf zarla yapııştırılmıştır. Bu akril bitişi polyester dokuma ile kaplanmıştır. Ayrıca bu kaplamalar katlanma düzleminde mafsallı görevi görmektedir. Bu fuar standı yaklaşık olarak 30 x 40 metre büyüklüğünde bir örtüden oluşmaktadır. Kurulumu için halatlar kullanılmaktadır. Bir vinç yardımıyla örtü istenen forma çekilir, ardından halatlar tekrar çözülür ve ek bir eleman devreye girer. 6 metre aralıklarla bu örtünün alt ve üst tarafından ilerleyen çapraz doğrultudaki baskı çubukları bir kafes şeklindedir. Hidrolik olarak hareket ettirilen bu baskı çubukları teleskopik çubuklar gibi dışarı çıkarılır ve içeri çekilirler. Bu işlemler örtünün hangi formda olduğuna ve plakaların katlanmış ve birbirinden ayrılmış olmalarına bağlıdır. Arzu edilen formun elde edilmesinden sonra baskı çubukları kilitlenir ve sabitlenir. Bunlar ayrıca ek bir statik emniyeti de sağlarlar. Bunların yanı sıra örtü, belli bir stabiliteye sahip olmasına rağmen yine de ek bir desteğe ihtiyaç duymaktadır. Baskı çubukları bükülme düzleminde, nokta halinde örtü ile bağlantılıdır ve kullanılan örtü malzemesinin her iki tarafında ilerler. Böylece iki akslı bükülmüş, herhangi bir yöne karşı nötr olan hacim profilleri oluştururlar.

Bu konstrüksiyon taşınma sırasında üç parçaya bölünebilir ve bu parçalar ışık geçirgen bağlantı elemanlarıyla tekrar bir araya getirilebilirler. Hacimsel etki en yoğun olarak alt birimlere bölünme olmadan kendini gösterir. Fuar standının bölümlere ayrılması, ayırma modülleri ve projeksiyon perdeleri yardımıyla sağlanır. (Bormann, 2004)



Şekil 3.59 Ines Bergdolt'un Fuar Standı (Bormann, 2004)

4. HAREKETLİ SİSTEMLERDE POTANSİYEL MALZEMELER VE KULLANILAN YÖNTEMLER

Yeni gelişen teknolojiler sayesinde bir yapıya hareket özelliğini kazandıran birçok malzeme üretilmektedir. Hareketli sistemlerde malzemenin önemi o kadar büyüktür ki çoğu zaman hareket, tamamen malzemenin sunduğu imkânlarla sağlanmaktadır. Özellikle elastik, hafif, bükülebilir malzemeler, lifli malzemeler, kâğıt, kumaş, teflon, fiberglas, poliüretan gibi malzemeler, hareketli, adapte olabilir, uyarlanabilir yapılarda sıklıkla kullanılmaktadır. Hareketli, esnek kullanımlara olanak sağlayan ve çevresiyle uyumlu yapılarda kullanılan malzemenin geliştirilmesinde, yeni malzemelerin ortaya çıkmasında doğadaki malzeme yapılarının incelemelerinin büyük katkısı vardır.

Akıllı malzemelerin ve çevresiyle etkileşimli binaların gelişimi, mühendislikteki bilimsel ve teknik ilerlemeler biyoloji ve biyomimetik alanındaki ilgiyi artırmıştır. Akıllı malzemelerin binalarda kullanımı ve gelişmiş teknolojilerle yapılmış binaların sayısı artmış olsa da gerçek anlamda çevreyle etkileşimli, çevresiyle her anlamda uyumlu binaların yapımı için doğayı daha yakından incelemek gerekmektedir.

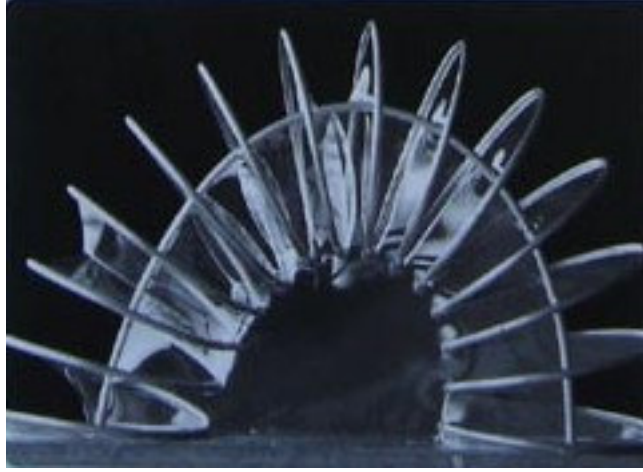
Akıllı binalar genelde merkez bir bilgisayar tarafından kontrol edilir, bir takım uyarıcılar çevresel verileri alır ve binanın mekanik donanımına emirler gönderip bu değişimlere binanın uymasını sağlarlar. Örneğin güneş doğduğu zaman, binanın pencereleri otomatik olarak açılabilir. Ancak bu sistemler, doğanın çevresine gösterdiği uyum kadar mükemmel değildir. 19. yüzyılda bilgisayar teknolojilerinin insan beyni yerine geçeceği öngörülmüştür. Bu nedenle o dönemin gelecekçi tasarımlarına baktığımız zaman, merkez bir bilgisayar sistemiyle yönetilen binalar, yapılarla karşılaşırız. Doğada ise yapının tümü merkez bir beyin tarafından değil, birçok karmaşık ilişki ile yönetilir. Diğer bir deyişle doğada sistem, küçükten büyüğüne bir bütün olarak işler.

Hareketin mimarlıkta kullanımı için ilk olarak malzeme ve strüktür arasındaki ayrımın belirsiz olduğu malzemelere bakmamız gerekmektedir. Kas gücü olmadan hareketi sağlayabilen sistemler, mimarlıkta adapte olabilen sistemlerin ve malzemelerin tasarımında büyük rol oynamaktadır. Ayrıca, gerçek anlamda uyarlanabilir sistemleri geliştirebilmek için, doğadaki hareketi sağlayan ve destekleyen tüm doğal malzemeleri incelememiz gerekmektedir.

4.1. Elastik Malzemeler

Doğadaki canlıların varlıklarını sürdürebilmek için etrafındaki duruma adapte olabilmesi birçok bilim alanının inceleme konusu olmuştur. Elastik davranış bir strüktürün adapte olabildiği bir hale gelmesinde çok önemli rol oynamaktadır. Aynı zamanda hareketin tasarlanmasına, yani istenen hareketin elde edilebilmesine olanak sağlamaktadır.

Biz farkında olmasak da aslında esneklik şu anda yaşadığımız birçok alanda mevcuttur. Herhangi bir sandalye ya da koltuk biz üstüne oturduğumuzda vücudumuzun şeklini almakta, kalktığımızda ise tekrar eski şekline dönebilmektedir. Giydiğimiz giysiler vücudumuzla birlikte hareket etmekte, vücudumuzun hareketine olanak sağlamaktadır. Bu bağlamda adapte edilebilen strüktürlerin tasarımını ya da üretimini düşünmeden önce elastik malzemelerin davranışlarını incelemek çok büyük önem taşımaktadır.



Şekil 4.1 Elastik malzemelerle yapılmış bir sistem
(Mengelsdorf, 2004)

Geleneksel terimine göre elastiklik, farklı kuvvetler altında bir malzemenin deformasyonu olarak tanımlanmaktadır. Farklı malzemelerin farklı elastiklik dereceleri vardır. Bir silginin yanında aynı büyüklükteki bir çeliğin hiçbir elastikliği yokmuş gibi hissedilebilir, fakat silgiye göre çok daha küçük olmasına rağmen çeliğin de bir elastiklik derecesi vardır. Elastik malzemelere güçsüz, elastikliği daha az olan malzemelere güçlü denmemelidir, çünkü sert olma durumu malzemenin ne kadar hasar alabileceğini belirler. Örneğin lastik bir top beşinci kattan aşağı atıldığında toptaki hasar, aynı yükseklikten aşağı bırakılan bir cam bardağa göre çok düşüktür. Bu açıdan bakılacak olursa bardak toptan daha sağlamdır denilemez. (Anonim, (2004), “Emergent Technologies and Design”, Architectural Design, vol 74, no3.)

Elastik malzemelerin bir başka özelliği ise plastik deformasyondur. Belirli güçlere maruz kalan bir malzemenin eski halini alma durumuna plastik deformasyon denir. Her malzemenin plastik deformasyonu farklıdır ve bu elastiklikle karıştırılmamalıdır.

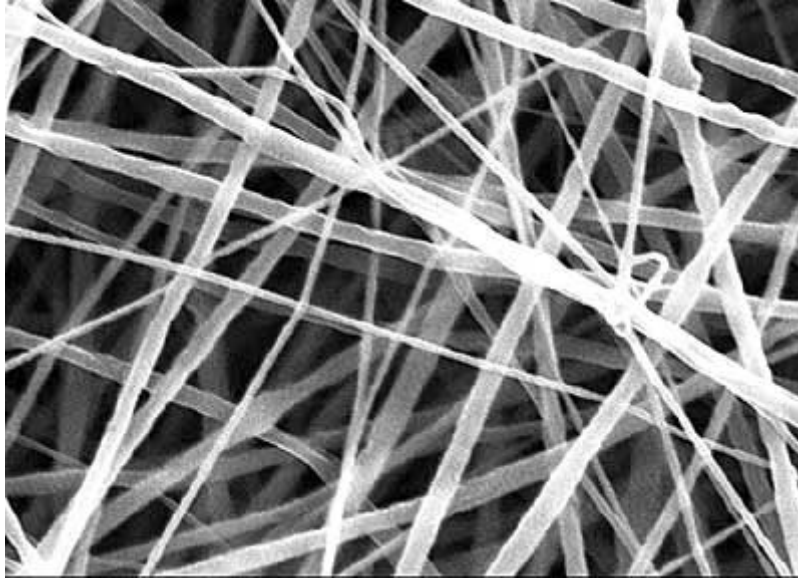
Malzemenin elastikliğinin yanında, strüktürün davranışını etkileyen bir diğer önemli faktör, malzemenin elemanlarının profilidir. Fiziksel olarak elastik gerilim, malzemenin gerilimine ya da diğer bir deyişle malzemenin basınca maruz kalan kısmının enine kesitinin alanıyla da orantılıdır. (Mangelsdorf, 2004) Basitçe açıklamak gerekirse, basınç uygulanan bir silgi, uygulana basınç orantısında eğilecek, uzayacak veya bükülecektir. Silginin kalınlığı arttıkça aynı basınç altında eğilme katsayısı artacak, yani daha zor eğilir bir hale gelecektir. Bir malzemenin elastikliği azaldıkça katılığı artacak, elastikliği az olan malzemeye uygulanan basıncın tepkisi de o kadar az olacaktır. Bu nedenle uygulanan kuvvet belli bir noktaya ulaştığında katı olan malzeme kırılacaktır.

Gerilimli strüktürler geometrilerindeki minimum enerjiyi bulabilmek için kendi geometrilerini değiştirirler. Açıkça görülebilir olmamakla beraber bu prensip diğer strüktürlerde de işlemektedir. Eğer birden fazla yol teorik olarak mümkün olsaydı; o zaman mümkün olan en düşük seviyedeki potansiyel enerji var olacaktı. Bu da birden fazla denge durumunun tek bir strüktürde var olabileceğini göstermektedir. Dış kuvvetlerin düzenindeki bir değişiklik strüktürün bir denge durumundan bir başka denge durumuna dönüşmesine neden olmaktadır. Dış kuvvetlerin herhangi bir reaksiyon ile direk olarak işlememesi durumunda potansiyel enerji kinetik enerjiye dönüşmektedir. Bu dönüşümler tasarlanmalı ve her dönüşümün sonunda statik denge durumunun sağlanması gerekmektedir. Eğer bu dönüşüm strüktürün bütünündeki enerjide bir artışa yol açarsa, her iki denge durumu da düşük bir enerji seviyesinde kalacak ve böylece daha dayanıklı olacaktır. Asıl problem olan dönüşümün kendisi değil, geometrideki aktif değişimlerin başarılmasını sağlayan kontroldür. (Happold, 2004)

Bir strüktürdeki elemanların ve materyallerin düzenlenmesi, katılığı ve güçlülüğü kontrol altında tutabilmemizi sağlar. Bu birkaç şekilde mümkün olabilir; elemanların yönlendirilmesi veya mikro ve makro seviyelerdeki tellerin eklenmesi ya da elemanlar arasındaki etkileşimin kontrolü gibi. Fakat bu durum ise global geometri ve global strüktür davranışı ile ilgilidir. Eleman düzenlemeleri tasarlanırken eğilme esnekliği, adaptasyon ve kontrol edilen dinamiklerin oluşmasına olanak tanır. Bu sistem tasarlanacak olan yüzeylerin ihtiyaçlarını oluştururken, kuvvetlerin yayılması, strüktürün geometrisi için oldukça önemli bir rol oynamaktadır.

4.2. Lifli Malzemeler

Biyolojik organizmaların dinamik kapasiteleri ve hareket kabiliyetleri bir bütün olarak sağlanır (Şekil 4.2). Bu hareketler, çeşitli işlevleri yerine getirmek için farklılaşmış hücrelerdeki turgor basıncı tarafından yaratılırlar. Solucanlar ve köpekbalıkları gibi esnek derili birçok hayvan, sıvının basıncıyla dengelenmiş gergin liflerden oluşmuş hidrostatik iskeletleri kullanırlar. Bunun yanında, sertleşmemiş bitkiler yapısal güçlülüklerini korumak için hücrelerinin içindeki turgor basıncını kullanırlar. Ağaçlar da gövdelerini sert tutmak için en dış halkadaki hücrelerini gerginleştirirler. (Kobayashi,1998)



Şekil 4.2 Doğadaki çapraz fiber yapı örneği (Mengelsdorf,2004)

Biyoloji, özünde çok az malzeme kullanır ve tüm yükler lifli malzemelerle taşınırlar. Doğada sadece dört tane polimer lif bulunmaktadır: bitkilerdeki selüloz, hayvanlardaki kolajen, kabuklu hayvan ve böceklerdeki kitin ve örümceklerin ağlarındaki ipek. Doğadaki bu temel maddeler, kullandığımız tüm mühendislik malzemelerinden daha az yoğun ve daha güçlüdür. Bunun nedeni bu malzemelerin ne oldukları değil, ne ile kullanıldığı ile ilgilidir. Lifli malzemelerin bu geometrisindeki ve hiyerarşisindeki organizasyon çok önemlidir. Aynı kolajen lif, hem kan damarı çeperlerinde, hem tendonlarda hem de kemiğin yapısında bulunabilmektedir. (Sevaldson, 2004)

Büyüme sırasında oluşan gerilmeler, organizmada üretilen elastik malzemelerle en aza indirilebilir ya da organizma esneklik ihtiyacına göre lifli malzemelerinde değişiklik yaparak bu gerilmeleri istediği doğrultuda azaltabilir ya da artırabilir. Kemikte, gerilim altında

olmayan kısımdan malzeme alınarak, gerilim altında olana aktarılır. Ağaç, ortamın duruma göre farklı lifli malzeme üretilir ve böylece yıllık halkaları oluşturur. (Jeronimidis, 2004) Sonuç olarak biyoloji, hem esnekliğe izin veren, hem de çekmeye karşı oldukça güçlü olan çok sayıda lifli malzeme örüntü üretebilir.

Lifler gerilme kuvvetlerine karşı çok etkilidirler, ancak bükülmeye meyilli olduklarından basınca karşı dayanıksızlardır. Doğada bu problemi çözecek birçok yöntem bulunmaktadır. Örneğin, lifler olabildiğince gergin oldukları zaman çok kuvvetlidirler. Ayrıca bazı mineral malzemeler liflerle birlikte kullanıldığında basınca karşı çok dayanıklı hale gelirler. Bununla birlikte, lif yapısında çeşitli değişiklikler yaparak, örneğin çapraz yapılı lifler kullanılarak yükün doğrudan liflere gelmesi önlenir ve böylece yük altında lifli yapının bükülmesi önlenir.

Birçok bitki hareket yeteneğine sahip olmasına rağmen, yavaş hareketleri çoğunlukla algılanmayacak düzeydedir. Bir çiçeğin gündüz açılıp gece kapanması bile gözle görülebilecek bir hareket değildir. Ancak bazı bitkilerin hareketleri gözle görünür niteliktedir. Örneğin Mimosa Pudica adlı bitkiye dokunulduğu anda çiçek kapanır, Venüs isimli sinek yiyen bitkinin hareketi ise çok hızlı olabilmektedir. Tüm bu örneklerde hareket ve kuvvet, bitkinin malzemesi, yapısı, duyarları ve enerji kaynakları ile bir bütün içerisinde işler.

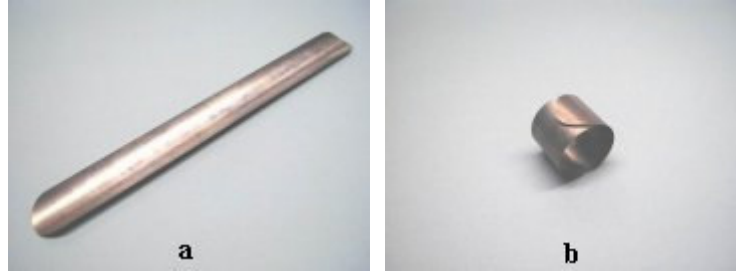
Bitkilerdeki geri dönüştürülebilir hareketler özel hücrelerin basınç farklarıyla oluşmaktadır. Parenchyma adlı bitki büküldüğünde esnekken, çekildiğinde, çok yüksek gerilimler altında bile kopmayacak kadar güçlüdür. Bitkinin bir hücresi suya konduğunda, hücrenin dış çeperine etki eden basınç artar ve hücre bu basıncı dengelemek için su alarak genişler. Genişlemesi ise hücre duvarının elastikliği ile gerçekleşir. Eğer tüm hücrelerin hepsi suya konursa, hepsi aynı anda genişleyeceğinden suya konulan kısımda deformasyon meydana gelir bu da bitkinin kendisinde bir hareket oluşturur. (Sevaldson, 2004)

Bugün kullanılan birçok kumaş malzeme sentetikten yapılmaktadır. Membran yapılarında en çok kullanılan malzeme olan fiberler, fiberglas ve polyesterdir. Fiberglas güçlü ve uzun ömürlüdür ancak neme maruz kaldığında bozulurlar. Polyester aralarında en ucuz malzemedir fakat özellikle güneşe maruz kaldığında çürümeye meyillidir. Silikon ve Teflon gibi malzemeler ise genellikle bu malzemeleri güçlendirmek için kullanılırlar. (Kobayashi,1998)

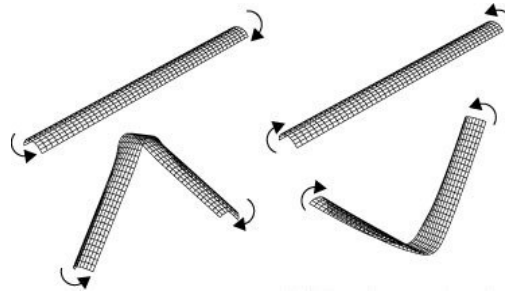
4.3. Bükülebilir Kompozit Malzemeler

Jeffrey Yee ve Prof. Sergio Pellegrino tarafından yapılan çalışmada bükülebilir bir malzeme olan örülü kompozit lifli karbon yapısı araştırılmıştır. Genellikle uzay endüstrisi için üretilen

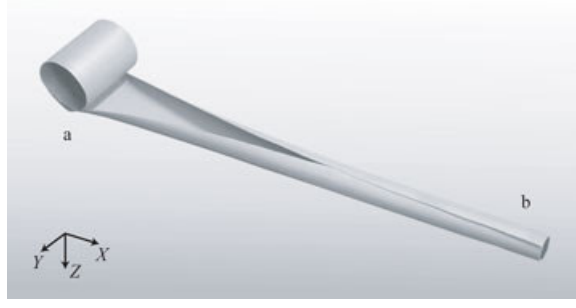
bu malzemeler hem ucuz, hem hafif hem de dayanıklı olması nedeniyle katlanabilir sistemler için kullanılmaktadır. Ayrıca adapte edilebilen yüzeyler için, binalardaki ışık kontrolü ve hava akışı için de kullanılmaktadır. Hafızalı malzemeler olarak da geçen bu malzeme ne kadar bükülürse bükülsün, ne kadar deforme olursa olsun kendi şekline geri dönmek istediğinden, malzemenin bu özelliği birçok katlanabilir, genişleyip daralabilir sistem için avantaj olarak kullanılabilir. Genelde şerit yapılı kullanılan bu malzeme, ince duvarlı lifli karbonlu işlenmiş plastik (CFRB) plakalarından paralel olarak kesilmesiyle elde edilmektedir. (Yee, 2003) Bu malzemenin katlanma sırasındaki davranışı tamamen elastiktir. Çok az bir güçle katlanabilirken, kuvvet ortadan kalktığı vakit kolayca eski şekline dönebilmektedir (Şekil 4.3, şekil 4.4). Çift hafızalı olan bu malzeme şekilde görüldüğü gibi hem uzunlamasına konkav ve düz, hem de uzunlamasına düz ve silindirik şeklinde olabilmektedir. Kuvvetin nereden verildiğine bağlı olarak ya sarılı ya da düz olmak üzere iki durumdan birisinde sabit olarak durabilmektedir.



Şekil 4.3 Bükülebilir şeridin alabileceği şekiller [1]



Şekil 4.4 Bükülebilir şeritlerin içe ve dışa doğru kıvrılması [1]



Şekil 4.5 Bükülebilir şeridin yapısı [1]

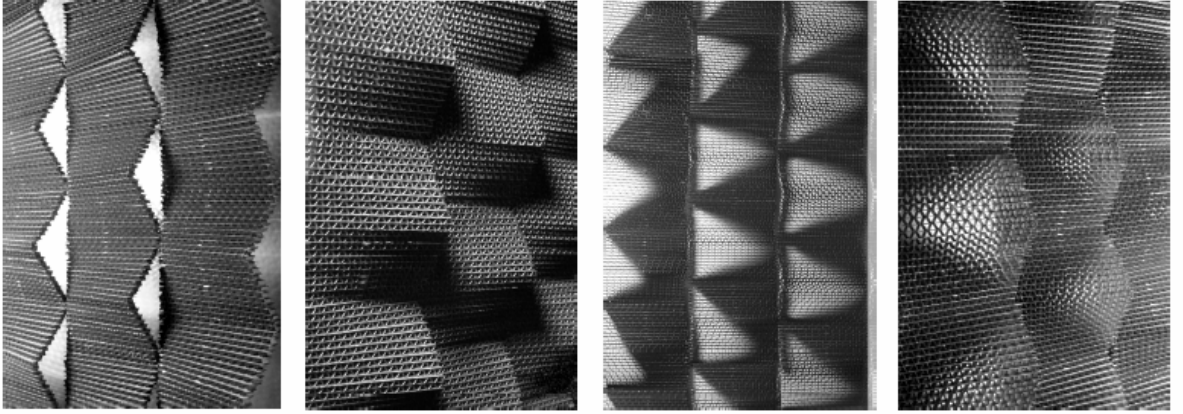
Bu şerit marangozların ölçü şeridiyle aynı yapıdadır, fakat onlardan farklı olarak sadece uzatıldığında sabit olarak kalabilmektedir. Tüpü sabit kılmak için ya artık izotropik olmayacak şekilde lifli işlenmiş kompozitlerde olduğu gibi yapının dönme sertliğini, ya da strüktürün iç gerilmesini değiştirmek gerekmektedir (Şekil 4.5).

4.4. Kâğıt Malzemeler

Kâğıt, yapısı gereği hem hafif, hem kolayca şekil değiştirebilen, hem ucuz, hem kolay üretilebilen, hem dayanıklı, hem de geri dönüştürülebilir bir malzeme olduğu için, adapte olabilir ve değişebilir mekânlar için kullanımı daha çok araştırılmakta ve bu malzeme avantajları dolayısıyla daha çok kullanılmaktadır. Kâğıt malzemesinin özellikle hareketli yapılarda kullanımı konusunda araştırmalar günümüzde daha çok yapılmaktadır. Kâğıt'ın en büyük avantajlarından biri güvenilir ve sağlıklı olmasıdır. Tekrar kullanılabilir, geri dönüştürülebilir, ya da yakılarak ortaya çıkan enerji çeşitli amaçlarda kullanılabilir. Kolay üretilebilir ve hammaddesi kolay bulunabilir olduğu için ekonomik olarak oldukça avantajlıdır. Tüm bunların yanında sınırsız sayıda form çeşitliliği sağlar ve birçok harekete olanak tanır.

Kâğıt malzemesi mimarlıkta çeşitli yerlerde kullanılmaktadır. Örneğin hareketli perde ya da bölücü duvarlarda, modüler ya da strüktürel olabilen geçici örtülerde, eşyalarda, mimari ışıklandırma ve aksesuarlarda kullanılabilir. Diğer malzemelerde olduğu gibi kâğıdın da kendi içinde çeşitleri bulunmaktadır. Bunlar; oluklu, petekli, mukavva, hamur, kompozit, dolgulu olarak adlandırılabilir. (Fox, 2002) Oluklu kâğıt malzemeler, birden fazla oluklu ya da işlenmiş kâğıdın birbirine yapıştırılmasıyla elde edilmiştir. Dış yüzeyi farklı çeşit kâğıtla kaplanarak istenilen yüzeyler elde edilebilir. Bu tarz kâğıt malzemeler ince olmalarına rağmen taşıyıcılığı oldukça güçlüdür ve kıvrılması, şekillendirilmesi de kolaydır. Petekli kâğıtlar ise

hücreli kâğıtlar olarak anılabilir (Şekil 4.7). Tamamen geri dönüştürülebilir olan bu kâğıtların büyüklükleri, şekilleri, kâğıdın cinsine ve hücrelerin büyüklüklerine, içerdiği reçine miktarına göre değişebilmektedir. Mukavvalar, sıkıştırılmış kâğıttan yapılmış olup, ağırlığı fazla, bükülebilirliği ise oluklulara nazaran daha azdır. Daha az esnek olmalarına rağmen oldukça güçlü olduklarından kullanım alanları da oldukça fazladır. Hamur kâğıtlar, odundan, pamuktan ya da otlardan elde edilmiş lifli malzemenin, kimyasal ve mekanik işlemlere sokulmasıyla yumuşatılarak şekil verilebilen kâğıtlardır. Kompozit kâğıtlar, kâğıdın ana maddesinin başka malzemelerle karıştırılarak elde edilirler. Bunlar daha çok bölücü duvarlarda, iç mekân ve endüstri ürünleri tasarımında kullanılmaktadır (Şekil 4.6).



Şekil 4.6 Oluklu kâğıt yapısının farklı çeşitleri (Fox,2002)



Şekil 4.7 Petek dokulu kâğıdın masanın alt kısmında kullanımının detayı (Fox,2002)

5. SONUÇ

Hareket, tarihin başlangıcından beri evrenin her noktasında mevcuttur. En küçük atom parçasından, galaksilere kadar her şey hareket ve değişim halindedir. Şeylerin karşıtlarından yola çıkarak var olmaları ve gene karşıtları içinde yok olmalarını ele alan Herakleitos, 2500 sene önce her şeyin aktığını, hiçbir şeyin durmadığını ve değişmeyen tek şeyin değişimin kendisi olduğunu söylemiştir. [34] Diyalektiğin temel önermesi her şeyin sürekli bir değişim, hareket ve gelişme süreci içinde olduğudur. Bize hiçbir şey olmuyor gibi görüldüğünde bile, gerçekte, madde sürekli olarak değişmektedir. Moleküller, atomlar ve atomaltı parçacıklar sürekli olarak yer değiştirmektedirler ve her zaman hareket halindedirler.

Birçok alanda her şeyin büyük bir hızla değiştiği, öyle ki değişimleri bile ancak değiştikten sonra fark edebildiğimiz günümüzde bu değişimlere aynı hızda adapte olamayanların ayakta kalmaları ve yaşamlarını sürdürmeleri günden güne güçleşmektedir. Francis Bacon, eğer önceden daha iyi olacak şekilde tasarlanmamışsa, her şeyin hızla kötüye doğru değişebileceğini söyleyerek değişim konusunda önlemimizi almamız gerektiğini vurgulamıştır. Evrim teorisi, dış koşullara uyum sağlayamayan canlıların nesillerinin hızla tükendiğini, çevreye adapte olabilenlerin ise çevresiyle birlikte değişerek hem nesillerinin sürekliliğini sağlayıp, hem de daha gelişmiş organizma olmaya doğru gittiğini söylemektedir.

Mimarlıkta ise kimi yapılar kısa süre sonra değişimlere adapte olamayıp yıkılmakta ya da dönüştürülmeye çalışılmaktadır. Çağın hızla değişen koşullarına, değişen çevreye adapte olabilen binaların sayısı oldukça azdır fakat artmaktadır. Bugün, kullanıcının tasarımın dışına itildiği değil, tasarıma dâhil edildiği, kendi yaşam koşullarını kendi belirleyip, arzusuna ya da ihtiyaçlarına göre uyarlayabildiği yapılar hızla çoğalmaktadır. Böylece kullanıcı alanına daha hâkim bir hale gelir ve kendi istekleri doğrultusunda çevresini de değişimlere göre uyarlayabilir. Bunun sonucunda mimarlık tamamen insan odaklı bir disiplin haline gelir.

Mimarlığın hareketli ya da uyarlanabilir olması sonucunda da elbet bir takım değişimler olmaktadır. Mimarlık bugüne kadar toplumlarda belli bir süre varlığını koruyup ve o dönemin kültürünü, yaşama tarzını temsil etmiştir. Mimarlığın hareketli, uyarlanabilir ya da dönüştürülebilir olması ile sabit bir görüntü yerine geçici görüntüler oluşmaya başlar. Görüntü sürekli değişeceği için bellekte kalıcı bir görüntü oluşmaz, görüntü örüntüsü içinde algı çok farklı noktalara açılmış olur. Hafızada kalan belli bir görüntü olmadığı için mekân ve zaman kavramları da hareketin kendisi gibi değişime uğrayacaktır.

Yapılara etki eden kuvvet ile yapı arasındaki ilişki, yapının daha uzun süre kullanılması için hareketle sağlanmaktadır. Doğadaki varlıkların çeşitli kuvvetlere cevap vermesi çeşitli

hareketlerle gerekleŖtiđi gibi, yapılar da hareketli oldukları ölçüde etki eden kuvvetlerle birlikte alıŖırlar. Yapılara etki eden ışık, rüzgâr, güneş, yağmur gibi fiziksel kuvvetlerin yanında toplumsal, sosyal, psikolojik, politik ve ahlaki kuvvetler de bulunmaktadır. Yapının ömrü bu kuvvetlere cevap verebildiği ölçüde uzun kalır. Tüm bu nedenlerle bugüne kadar, hareket edebilen farklı ölçeklerde yapılar yapılmıŖtır. Bunların yanında yapıların çevresel kuvvetlere daha iyi cevap verebilmesi için farklı hareket sistemleri de geliŖtirilmekte, çeŖitli üniversiteler, çeŖitli gruplar tarafından araŖtırmalar yürütölmektedir. Hareketli yapıların çeŖitlerinden olan yer deđiŖtirebilen sistemler, farklı yerler farklı amaçlarla tekrar kullanılabilirken, Ŗekil deđiŖtiren sistemler, farklı kuvvetlere cevap verebilmektedir. Ŗekil deđiŖtiren sistemlerden olan açılır kapanır, geniŖler daralır, döner, kayar ve katlanır sistemler çok çeŖitli mekanizmalara sahiptir. Deforme olabilir sistemler ise daha elastik bir yapıyla istenilen Ŗekli alabilmekte, sabit bir formu bulunmamaktadır. Bu tarz sistemlerin geliŖtirilmesinde doğadan esinlenilmiŖ, doğadaki örnekler incelenmiŖtir. Çünkü doğa tüm kuvvetlere hareketle tepki vermekte, sürekli bir yenilenme ve dönüşüm içindedir. Ayrıca doğadaki hareketli sistemler, bitkilerin, hayvanların hareketleri, mimarlıktaki hareketli sistemlerle çok büyük paralellik göstermektedir.

Bir başka konu ise hareketli sistemlerde kullanılan malzemelerdir. Çoğu sistemde hareket malzemeyle birlikte, malzemenin izin verdiği ölçüde sağlanmaktadır. Harekete en çok izin veren malzeme elastik malzemelerdir. Derimizin elastik yapısı olmasa hareket edemeyeceğimiz gibi bitkiler de lifli yapıları sayesinde eğilip bükülebilmekte, çeŖitli hareketleri gerekleŖtirebilmektedirler. Bu nedenlerle yeni malzemelerin geliŖtirilmesinde doğanın kullandığı malzemeler incelenmektedir. Bir sineğin uçarken kullandığı hareket mekanizmasının yanı sıra bu harekete nasıl bir malzeme yapısının izin verdiği de araŖtırılmıŖtır.

Bu tezde hareketin mimarlıktaki yeri, kullanıcının, mimarın ve mühendisin bu noktada ne gibi rolleri olabileceği, farklı hareket çeŖitleri ve bunlara göre farklı hareketlerde farklı yapılar ve sistemler incelenmiŖtir. Aynı zamanda hareketli yapıların tasarımında ana fikrin, malzemenin ve sistemin nasıl iç içe geçtiği analiz edilmiŖtir. Buna bağlı olarak, mimarlıkta kuvvet ve yapı arasındaki iliŖkinin uyarlanabilir sistemler ve hareketle kurulduğu, bu nedenle yapıların daha kullanıcı odaklı hale geldiği ve çevresel etkilere tepki verebilen yapıların çoklukla yapılmaya baŖladıđı, mimarın bu noktadaki rolünün ise hareketli olmayan yapılarda olduğundan daha fazla olduğu anlaŖılmıŖtır.

İncelenen örneklerde ise hareket genel olarak iki temel nedenden ortaya çıkmaktadır. Bunlardan biri çevresel değişimlere adapte olmak, diğeri ise fonksiyon değişikliğine olanak sağlamaktır. Yağmur, güneş gibi doğa koşullarına karşı uyum sağlayan yapılar günümüzde en sık karşımıza çıkan hareketli yapılardır. En basitinden kapılar ve pencerelerin açılması bile çevresel değişimlere adapte olmak için oluşan hareketlerdir. Fonksiyon değişikliğine olanak sağlamak için hareket eden yapılar ise günümüzde oldukça yenidir. Bu nedenle hareket eden yapıların gelişimi gelecekteki hareketli yapılar için temel oluşturmaktadır çünkü gün geçtikçe tek amaç için kullanılan yapılardan çok çeşitli fonksiyonlara hizmet eden, değişimlere açık, form ve kullanım açısından esneklik sağlayan yapılar aranmaktadır. Bunların yanında başka yere kolayca taşınabilmek için hareket eden yapılar da oldukça fazladır. Bu tarz düşünceye en temel olarak şemsiye örneği verilebilir. Şemsiye de bizi dış koşullardan koruduğu için bir bakıma barınak sayılabilir. Şemsiyenin kolay taşınması, hafif olması en çok aranan özelliklerdir. Çadırlar ise tarih boyunca oldukça fazla kullanılmış, günümüzde ise hala yaygın olarak kullanılmaktadır. Tüm bu hareketi oluşturan ana nedenlerin yanında, bunlardan ayrı ve özel olarak, gözlem yapabilmek için hareket eden gözlem kulesi ve müzenin açık olup olmadığını haber vermek için kanatları açılıp ve kapanan Milwaukee Sanat Müzesi gibi örnekler de bulunmaktadır.

İncelenen örnekler arasında, şekil değiştirebilir, deforme olabilir, yumuşak formlu yapılar gelişen yeni malzemelerle birlikte, hareketli yapıların gelişimi konusunda büyük potansiyel taşımaktadır. Bu tarz yapılar hem form hem de işlev olarak türlü değişimlere olanak sağlamaktadır. Katlanabilir yapılar ise gelişime açık hareketli yapılardandır. Şekil değiştirebilir, deforme edilebilir yumuşak formlu yapılarda malzemenin esnekliği en önemli unsurken, yeri değişebilir yapılarda malzemenin hafifliği daha çok önem taşımaktadır.

Hareketli mimarlığın gelişiminde, yeni anlayışları oluşturmada mimar ya da tasarımcının oldukça önemli bir yeri bulunmaktadır. Bunlar:

Mimar birçok noktada yapıya etki eden fiziksel ve fiziksel olmayan kuvvetleri analiz etmektedir. Binanın bulunduğu ya da kullanılacağı yerdeki güneş, ısı, ışık, mevsimler gibi fiziksel koşulları incelemekte, sosyolojik, psikolojik ve kültürel değişimleri, istekleri kavrayıp, bir toplumun ekonomik koşullarını, standart ve prensiplerindeki değişimleri analiz edebilmektedir. Tüm bu incelemelerin sonucunda bir takım yargılara varıp ve geçmiş sentezleyip gelecekteki olası değişimleri de tahmin edebilmektedir.

Binaya etki eden kuvvetler analiz edildikten sonra, mimar, yapının bu kuvvetlere nasıl cevap vereceğini, yani yapının ne çeşit bir hareket içereceğine karar vermektedir. Sert, katı olası

değişimlere cevap veremeyecek bir yapı yerine, uyarlanabilir ve dönüştürülebilir, esnek ve çok amaçlı kullanımları destekleyecek çözüm önerileri geliştirmektedir.

Ellen Glasgow, tüm hareketlerin ilerleme anlamına gelmediği gibi tüm değişimlerin de iyi olmayabileceğini söylemiştir. Mimar ya da tasarımcı hareketin her yerde uygun olmayabileceğini, incelemelerin detaylı yapılması gerektiğinin farkına varmalıdır. Bir yapının hareketli olmasının her şeyin çözümü olacağı anlamına gelmediğini, hareketin nerde, ne amaçla ve nasıl kullanılması gerektiğini, ortaya çıkabilecek problemleri ve çözüm önerilerini özenle araştırmalıdır.

Her geçen gün yeni malzemeler ve yeni sistemler geliştirilmekte, yeni yapım teknolojileri ve otomasyon sistemleri binaların kontrolünde daha çok kullanılmaktadır. Mimar ya da tasarımcı bu malzemelerdeki ve yapım sistemlerindeki gelişimleri yakından takip etmekte bunları tasarımını daha etkili hale getirecek şekilde kullanmaktadır.

Mimarlar bir yapının neden yapılması gerektiğini düşünürlerken, mühendisler o yapının nasıl uygulanabilir hale getirileceğini düşünmektedirler. Örneğin bina kabuğunun yapay kaslar tarafından çevresel koşullara cevap verebilmesi gibi fikirleri mimarlar geliştirirken mühendisler ve mühendislik bilimleri yapıma ilişkin fikirler geliştirmektedirler. Bu nedenle kendi fikirlerini gerçekleştirebilmek için mimar ya da tasarımcı, malzeme mühendisi, inşaat mühendisi, makine mühendisleri ve teknisyenlerle iletişim kurmakta, bunların yanında sosyoloji, psikoloji, felsefe gibi diğer disiplinlerle daha az etkileşime girmektedirler.

Bir yapının çevresiyle olan uyumu ve hareketli sistemler, doğadaki birçok canlı ya da olayla benzerlik göstermektedir. İnsanoğlunun uçabilmek için kuşları incelemesi gibi, doğadaki oluşumları incelemenin, yeni fikirlerin ve yeni sistemlerin gelişimde önemli bir rolünün olduğunu düşünerek, ister yeni malzemelerin, yeni tekniklerin gelişiminde, ister farklı fikirlerin oluşmasında doğaya öykünülmekte, bu nedenle hayvanların, bitkilerin doğadaki davranışları incelenmekte ve doğaya nasıl uyum sağladıkları gözlenerek doğa taklit edilmektedir.

Adaptasyon artık sadece doğaya ait olmaktan çıkmıştır. Bilgisayarlar da adaptasyon sürecine girmiş, doğada olduğu gibi dış koşullara göre kendilerini yenileyebilir olmuşlardır. Örneğin, doğadaki evrimsel süreçleri model alan bilgisayarlar, evrimsel algoritmalarla birçok problemi hızla çözüp çevresine göre kendilerini yenileyebilir özellikler kazanmışlardır. Bugün, bilgisayarlar canlıların temel özellikleri olan uyum ve öğrenme becerilerini kazanmaya başlamışlardır. Aslında bir evrim-bilimci olan ve gençlik yıllarını Amazon'da yağmur ormanlarında evrimi izlemekle geçirip sonra bunun çok yavaş olduğuna ve ömrünün bu işe

yetmeyeceğine karar vererek kendi yaratıklarını ve yapay evrim şartlarını bilgisayarında yaratan Tom Ray, 1991 yılında sonuçlarını açıkladığı, yapay yaşam formları ve sayısal yaratıklar olan “**Tierra**” * çalışmasıyla bu alanda oldukça ün kazanmıştır. [37]

Günümüzde yapıların gelişimi bilgisayar teknolojileriyle paralel ilerlemektedir. İklimlendirmeden güvenlik sistemlerine kadar insanın rahatı ve güvenliği için geliştirilen otomasyon sistemleri sıkça kullanılmaktadır. Bu tezde ele alınan, insanın rahatı ve güvenliği için yaşayan organizmalar gibi hareket edebilen yapılar, bu hareketleri kolaylaştırıcı bilgisayar teknolojileri ve bina otomasyon sistemlerinin gelişimiyle daha da gelişecek, çevresel ve insan isteklerindeki değişimlere göre hareket edebilen yapılar hızla çoğalacaktır. İnsan doğadaki oluşumları kopyalayarak kendine yapay bir çevre oluşturmaktadır. Bununla birlikte, doğadaki evrim sürekli adaptasyonlar ve doğal seçimler sonucunda olduğundan dolayı insan kendi fiziksel ve zihinsel evrimini, dış koşulları kendi lehine çevirdiği için yavaşlatıyor ya da yönünü değiştiriyor olabilir.

***Tierra**: Tierra'daki mantık özetle şu şekildedir: CPU zamanının “enerji”, hafızanın “materyal” kaynağı olduğu bir dünyada sentetik/sayısal yaratıklar yaşamaktadır. Sistem belleği, CPU zamanını çoğalma/kopyalama amacıyla harcayan bilgi paketlerine (yürütülebilen makina kodu parçaları) bölünmüştür. Mutasyonlar (yaratıkların kodundaki bit değişiklikleri) yeni bireyler ortaya çıkarırken, sayısal evrim CPU zamanı ve sistem belleği için yarışan değişik bireyleri doğal seleksiyona uğratar. Gözlemler sonucu ortaya çıkan sonuç, doğal seleksiyonun hem en iyileme (optimizasyon) hem de yaratıcılığı ortaya çıkarmasıdır. Bu zaten EA/GA çalışmalarıyla da gösterilmiştir. Tek bir insan yapısı basit yaratıktan kısa bir süre içerisinde kendi kendine çoğalma yeteneği olmayan “parazitler” türemiş ve bunlar diğer yaratıkları kullanarak (tıpkı virüslerin ve bakterilerin bizlere yaptığı gibi) kendi çoğalmalarını sağlamışlardır. Hatta, bazı denemelerde yaratıklardan bazıları bu parazitlere karşı bağışıklık geliştirip, diğerlerine göre üstünlük sağlayarak soylarının devamını sağlamışlardır. Yine ilginçtir ki, bir süre sonra parazitler de bu bağışıklık geliştiren yaratıklara karşı direnç kazanmış ve döngü bir kez daha parazitler lehine dönmüştür (Yıllardır gereksiz antibiyotikleri kullanan insanoğlu için de durum böyledir; her geçen gün bunlara dirençli yeni mikroplar ortaya çıkmakta ve verem, sıtma gibi eski hastalıklar, özellikle batı toplumları için günümüzde yeniden önemli bir sağlık sorunu haline gelmiştir). Öykünün devamı da oldukça ilginç: Bazı yaratıklar direnç kazanan parazitlere karşı bağışıklığın da ötesinde bir savunma mekanizması geliştirirler – hiper-parazitizm. Burada, yaratık, parazitin enerji kaynaklarını kendi içinde bulunan hiper-parazit genomun çoğalmasına yönlendirir. Böylece, kısa bir süre sonra parazitler ortadan kaybolur (Günümüzde de var olan yaşam formları aslında yaşamın

başlangıcından beri ortaya çıkan tüm canlıların sadece küçük bir bölümünü temsil ederler). Parazitler olmadığı için bu hiper-parazitlere sahip yaratıklar birden topluma hakim olur ve bu toplumun en büyük özelliği yakın akrabalık ilişkileridir. Bu sebeple, toplumda bir sosyallik oluşur ve bireyler ancak diğer yakınlarıyla beraber varlığını sürdürebilirler. Fakat bu sosyal parazitlerin işbirlikçi davranışları aslında onları yeni tür parazitlere karşı daha hassas bir hale getirmiştir. Bu yeni tür parazit - hiper-hiper parazit, bir anda diğerlerini yok ederek topluma hakim olur. [37]

KAYNAKLAR

Kitap

- Conrads, U., (1991), 20. Yüzyıl Mimarisinde Program ve Manifestolar, Şevki Vanlı Mimarlık Vakfı Yayınları, İstanbul
- Gantes, C., J., (2001). Deployable Structures Analysis and Design, Wit Press, Boston
- İnceoğlu, N., (1977), Bina Programlama Sürecine Analitik Bir Yaklaşım, İ.T.Ü. Gümüşsuyu Matbaası, İstanbul
- Lökçe, S., (2001), Kisho Kurokawa, Boyut Yayın Grubu, İstanbul
- Kronenburg, R., (1998) Transportable Environments, Theory, Context, Design and Technology, E&FN SPON, Londra
- Migayrou, F., Brayer M.A., (2003). Archilab, Earth Buildings, Thames & Hudson Ltd, London.
- Migayrou, F., Brayer M.A., (2003). Archilab, Radical Experiments in Global Architecture, Thames & Hudson Ltd, London.
- Siegal, J., (2002), The Art of Portable Architecture, Princeton Architectural Press, New York
- Zuk, W. ve Clark, R., H., (1970). Kinetic Architecture, Litton Educational Publishing, New York

Makale, Dergi, Tez

- Alexander, R., (1983), "Animal Mechanics", Blackwell Scientific Publications, Oxford
- Amelar, S., (2003), "Servo Explores and Exploits the Interface Between Architecture and New Media", Architectural Record, vol 191
- Anonim, (2004), "Fit Fabric", Architectural Design, vol 74, no3.
- Anonim, (2004), "Emergent Technologies and Design", Architectural Design, vol 74, no3.
- Anonim, (2004), "Loft Cube in Berlin", Detail, no12
- Anonim, (2004), "Mobile Artist Studio in Utrecht", Detail, no12
- Anonim, (2002), "Calatrava Tries Kinetic Architecture", Domus, vol 848.
- Anonim, (2000), "Vites Kutusundaki Sosyal Yerleşim", Domus M, sayı 7, İstanbul
- Anonim, (2000), "Büyüme ve Biçim, Genişleyen Aygıt, Mekanik Metamorfoz, Hoberman Designs, 1999", Domus M, sayı 2, İstanbul
- Anonim, (1998), "Mobile Observation Tower" Detail, no 8
- Bell, J.,(2000), "Transformable Architecture", Architectural Design" vol74, no4
- Bormann, S., (2004), "Konstruierte Metamorphose", DBZ, vol 9
- Dawson, S., (2003), "Revolutionary Motion", The Architects Journal, vol217, no 12
- Deniz, Ş., (1999) "Çok Katlı Konut Tasarımında, Kullanıcıların Esneklik Taleplerini Karşılacak Yapı Elemanlarının Seçimine Yönelik Bir Karar Verme Yaklaşımı", Doktora Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi
- Duffy, E., (1968), "Pneu World", Architectural Design, no 6

- Gallanti, F., (2004), "Architecture in Extreme Environments, Antartide/Antartica", Domus, Vol 870.
- Godwin, S., (2000), "The Gucklhupf, Hans Peter Wörndl", Architectural Design, vol 70, no 4
- Guest, S.D., Kovács, K., Tarnai, T. and Fowler, P.W. (2004) "Construction of a Mechanical Model for the Expansion of a Virus", in Proceedings, IASS-2004, Montpellier, France
- Guest, S.D., Focatiis D. S. A., (2002), "Deployable Membranes Designed from Folding Tree Leaves" Submitted to the Proceedings of the Royal Society: Mathematical, Physical & Engineering Sciences
- Gönenç, K., (2004), "Mimaride Kinetizm", Yüksek Lisans Tezi, Yıldız Teknik Üniversitesi
- Fox, M. A., Yeh, B. P.,(2000) "Comparative Assessment of Corrugated Products for Kinetic Architectural Applications" Massachusetts Institute of Technology, Department of Architecture, Cambridge (<http://kdg.mit.edu>)
- Fox, M. A., Yeh, B. P., (2000) "Intelligent Kinetic Systems", Massachusetts Institute of Technology, Department of Architecture, Cambridge (<http://kdg.mit.edu>)
- Jeronimidis, G. ve Parkyn, A. T., (1988), "Residual stresses in carbon fibre-thermoplastic matrix laminates, Journal of Composite Materials", 22:401-415
- Kobayashi, H., Kresling, B. ve Vincent, J. F. V. (1998), "The geometry of unfolding tree leaves", Proceedings of the Royal Society, 265:147-154
- Korkmaz, K., (2004), "An Analytical Study of the Design Potentials in Kinetic Architecture", Doktora Tezi, İzmir Yüksek Teknoloji Enstitüsü
- Kovács, F., Tarnai, T., Fowler, P.W. ve Guest, S.D. (2004), "Double-link expandedhedra: a mechanical model for expansion of a virus." Submitted to the Proceedings of the Royal Society: Mathematical, Physical & Engineering Sciences
- Kütükçüoğlu, M., (2001), "Pnömatikler", XXI Dergisi, sayı 8, Ankara
- Mengelsdorf, V., Happold B., (2004), "Adaptable Equilibrium, Elastic Behavior and Dynamic Adaptability", Architectural Design, vol 74, no3.
- Muller, M. (1996). "A novel classification of planar 4-bar linkages and its application to the mechanical analysis of animal systems", Philosophical Transactions of the Royal Society Series B, 351:689-720.
- Munari, B., (2000), "Folding Geometries" Domus, no 826
- Schittich, C., (1998), "Mobile Real Property", Detail, vol 38, no 8.
- Uzel, N., (2001), "Esnek ve Adapte Olabilir Konutlar İçin Değerlendirme Rehberi", Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi
- Vincent, J. F. V., (2003), "Deployable Structures in Nature", Centre for Biomimetics, The University of Reading, U.K.
- Warren, C., (1999), "Living, 1900", Architectural Design, vol 69, no1\2

Internet

- [1] <http://www-civ.eng.cam.ac.uk/dsl/>
- [2] <http://www.future-systems.com/>
- [3] http://www.foster-miller.com/t_sa_deployable_structures.htm
- [4] <http://www.hoberman.com/>
- [5] <http://www.tensarc.co.uk/>
- [6] <http://www.kisho.co.jp/WorksAndProjects/Works/nakagin/index.html>
- [7] <http://www.eng.cam.ac.uk/~sdg/>
- [8] <http://www.deployables.net/>
- [9] <http://www.arcaro.org/tension/#Articles>
- [10] <http://www.liv.ac.uk/abe/portablearchitecture/research.html>
- [11] <http://designmobile.com/>
- [12] <http://www.stufish.com/Studio.html>
- [13] http://architecture.mit.edu/house_n/
- [14] http://architecture.mit.edu/house_n/papers.html
- [15] <http://www-civil.eng.ox.ac.uk/research/depgroup/>
- [16] <http://www.calatrava.com/>
- [17] http://www.ryerson.ca/portable/text_content/Conf_prog_abstracts.html#education
- [18] <http://kdg.mit.edu/project.html>
- [19] <http://www-civil.eng.ox.ac.uk/people/zy/research/ms.html>
- [20] <http://www-civil.eng.ox.ac.uk/people/zy/main/pictures.html>
- [21] <http://www.deployables.net/ddf/academic/scissors/make.htm>
- [22] http://www.grupoestran.com/portafolio/est_transformables/
- [23] <http://www.freiotto.com/>
- [24] http://www.mam.org/thebuilding/burke_brise_soleil.htm
- [25] <http://www.angelfire.com/ar2/korkmaz/>
- [26] <http://www.bernard-foucher.com/>
- [27] <http://www.archigram.net/>
- [28] <http://www.geigerengineers.com/techpaper.cfm?RecordID=5>
- [28] <http://nisee.berkeley.edu/images/servlet/BrowseGodden?group=GoddenC75-79>
- [29] http://www.arch.nus.edu.sg/SOA/design_studio/rda/group5/inflatablestructures.html
- [30] <http://itek-usa.com/emergency/>
- [31] http://www.arch.nus.edu.sg/SOA/design_studio/rda/group5/inflatablestructures.html
- [32] <http://www.presidentsmedals.com/results.aspx?w=1&dop=0&part=2&year=2004>
- [33] <http://www.michaelwilford.com/>

- [34] <http://tr.wikipedia.org/wiki/Diyalektik>
- [35] <http://www.kurtuluscephesi.com/sozluk/politzer03.html#25>
- [36] http://www.marksist.com/kitaplik/onlineKitap/AI/bolum3.htm#_ftn6
- [37] <http://www.gene.ucl.ac.uk/hugo/history.htm>

ÖZGEÇMİŞ

Doğum tarihi 23.06.1980

Doğum yeri Ankara

Lise 1991-1998

Ankara Anadolu Lisesi

Lisans 1998-2003

İstanbul Teknik Üniversitesi Mimarlık Fak.
Mimarlık Bölümü

Yüksek Lisans 2003-2005

Yıldız Teknik Üniversitesi Mimarlık Fakültesi
Bilgisayar Ortamında Mimarlık Programı

Çalıştığı kurum(lar)

2003-2004

FYM Kreatif Grup

2004-2005

1900 Dor Mimarlık

2005-

Bektaş Mimarlık