



**HAREKETLİ YAPI KABUĞU ELEMANLARININ DÜNYA ÖRNEKLERİ
ÜZERİNDEN ANALİZİ**

Abdullah Selim TAFLI

**YÜKSEK LİSANS TEZİ
MİMARLIK ANA BİLİM DALI**

**GAZİ ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

HAZİRAN 2019

Abdullah Selim TAFLI tarafından hazırlanan “HAREKETLİ YAPI KABUĞU ELEMANLARININ DÜNYA ÖRNEKLERİ ÜZERİNDEN ANALİZİ” adlı tez çalışması aşağıdaki jüri tarafından OY BİRLİĞİ ile Gazi Üniversitesi MİMARLIK Ana Bilim Dalında Yüksek Lisans Tezi olarak kabul edilmiştir.

Danışman: : Prof. Dr. Figen BEYHAN

Mimarlık Ana Bilim Dalı, Gazi Üniversitesi

Bu tezin, kapsam ve kalite olarak Yüksek Lisans Tezi olduğunu onaylıyorum.

Üye: Prof. Dr. Cüneyt KURTAY

Mimarlık Ana Bilim Dalı, Gazi Üniversitesi

Bu tezin, kapsam ve kalite olarak Yüksek Lisans Tezi olduğunu onaylıyorum.

Üye: Gülsu ULUKAVAK HARPUTLUGİL

Mimarlık Ana Bilim Dalı, Çankaya Üniversitesi

Bu tezin, kapsam ve kalite olarak Yüksek Lisans Tezi olduğunu onaylıyorum.

Tez Savunma Tarihi: 25/06/2019

Jüri tarafından kabul edilen bu çalışmanın Yüksek Lisans Tezi olması için gerekli şartları yerine getirdiğini onaylıyorum

.....

Prof. Dr. Sena YAŞYERLİ

Fen Bilimleri Enstitüsü Müdürü

ETİK BEYAN

Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Tez Yazım Kurallarına uygun olarak hazırladığım bu tez çalışmada;

- Tez içinde sunduğum verileri, bilgileri ve dokümanları akademik ve etik kurallar çerçevesinde elde ettiğimi,
- Tüm bilgi, belge, değerlendirme ve sonuçları bilimsel etik ve ahlak kurallarına uygun olarak sunduğumu,
- Tez çalışmada yararlandığım eserlerin tümüne uygun atıfta bulunarak kaynak gösterdiğimi,
- Kullanılan verilerde herhangi bir değişiklik yapmadığımı,
- Bu tezde sunduğum çalışmanın özgün olduğunu,

bildirir, aksi bir durumda aleyhime doğabilecek tüm hak kayıplarını kabullendiğimi beyan ederim.

Abdullah Selim TAFLI
25/06/2019

HAREKETLİ YAPI KABUĞU ELEMANLARININ DÜNYA ÖRNEKLERİ ÜZERİNDEN ANALİZİ

(Yüksek Lisans Tezi)

Abdullah Selim TAFLI

GAZİ ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

Haziran 2019

ÖZET

Optimum mekânsal konfor koşullarının sağlanması enerji ihtiyacını doğurmaktadır. Artan nüfusa bağlı olarak her geçen gün artış gösteren enerji tüketimi, petrol doğal gaz, kömür gibi fosil kaynakların azalmasına ve bunun sonucu oluşan çevre kirliliği nedeniyle canlı yaşamının olumsuz etkilenmesine neden olmaktadır. Son yıllarda etkisini gösteren küresel ısınma da yine bunun sonucunda meydana gelmiştir. Gelişen teknolojiye de yararlanılarak tüketilen enerji miktarındaki artışa karşı önlem alınmalıdır ki bu noktada mimarlık alanına büyük görevler düşmektedir. Bu bağlamda fosil kaynaklardan üretilmiş enerji kullanan mimari yaklaşımlar yerine yenilenebilir enerji üreten/tüketen mimari yaklaşımlara yönelim sağlanması isabetli olacaktır. Mimarlık alanında geçmişten günümüze gelinceye kadar hareket eden mekanizmaların var olduğu bilinse de günümüz teknolojisi ile bütünleştirilmiş tasarım neticesinde; mimarlar ile birlikte görev alan farklı alandaki pek çok mühendisin meydana getirdiği hareketli yapı kabuğu elemanlarıyla (cephe, üst örtü) konfor koşulları istenilen düzeyde oluşturulabilmektedir. Konfor koşulları hareketli yapı kabuğu elemanlarıyla sağlanırken aynı zamanda yenilenebilir enerji kullanımı ve üretimine de imkân tanımaktadır. Bu nedenle konusunda ikon olmuş, çoğu ödül almış, seçilmiş dünya örnekleri üzerinden inceleme yapılarak, gelişmekte olan ülkemiz Türkiye’de tasarım ve uygulamasının yaygınlaştırılmasına yönelik teşvik edilmesi amaçlanmıştır.

Bilim Kodu : 80115
Anahtar Kelimeler : Hareketli yapı kabuğu, uyarlanabilirlik, uyarlanabilir cepheler, uyarlanabilir üst örtüler
Sayfa Adedi : 121
Danışman : Prof. Dr. Figen BEYHAN

ANALYSIS OF MOVABLE STRUCTURE ELEMENTS ON WORLD EXAMPLES

(M. Sc. Thesis)

Abdullah Selim TAFLI

GAZİ UNIVERSITY

GRADUATE SCHOOL OF NATURAL AND APPLIED SCIENCES

June 2019

ABSTRACT

Ensuring optimum spatial comfort conditions creates the need for energy. Energy consumption, which is increasing day by day due to the increasing population, causes a decrease in fossil resources such as oil, natural gas and coal and causes the negative effects of living life due to environmental pollution. Global warming, which has been effective in recent years, has also occurred as a result. Taking advantage of the developing technology, measures should be taken against the increase in the amount of energy consumed, at which point major tasks fall in the field of architecture. In this context, it would be prudent to orientate to approaches that produce / consume renewable energy rather than architectural approaches that use energy produced from fossil sources. Although it is known that mechanisms exist in the field of architecture from past to present, as a result of the design integrated with today's technology; The comfort conditions can be created at the desired level with the movable building shell elements (façade, top cover) created by many engineers in different fields who work together with the architects. Comfort conditions are provided by mobile shell elements while at the same time allowing the use and production of renewable energy. Therefore, the icon was about most have received awards selected by examining samples over the world, we aimed to encourage developing countries for dissemination and application of design in Turkey.

Science Code : 80115

Key Words : Movable structure elements, adaptivity, adaptive facades, adaptive roofs

Page Number : 121

Supervisor : Prof. Dr. Figen BEYHAN

TEŞEKKÜR

Bu tez çalışmasının hazırlanmasında değerli vaktini, tavsiye ve desteklerini benden hiçbir zaman esirgemeyen, bana her zaman sabır ve anlayış gösteren kıymetli tez danışmanım Sayın Prof. Dr. Figen BEYHAN' a en kalbi duygularımla teşekkürlerimi sunarım.

Sadece bu süreç boyunca değil, hayatımın her anında hiçbir desteğini benden esirgemeyen, her zaman benimle olan ve bugünlere gelmeme vesile olan kıymetli aileme sonsuz sevgi ve teşekkürlerimi sunarım.

İÇİNDEKİLER

	Sayfa
ÖZET	iv
ABSTRACT.....	v
TEŞEKKÜR.....	vi
İÇİNDEKİLER	vi
ÇİZELGELERİN LİSTESİ.....	ix
ŞEKİLLERİN LİSTESİ.....	x
RESİMLERİN LİSTESİ	xi
SİMGELER VE KISALTMALAR.....	xiv
1. GİRİŞ.....	1
2. HAREKETLİ YAPI KABUĞUNA GENEL BAKIŞ.....	13
2.1. Hareketli Yapı Kabuğu Elemanlarının Tarihsel Süreci	15
2.2. Mimarlıkta Hareketli Yapı Elemanlarının Kullanımı	28
3. HAREKETLİ YAPI KABUKLARI	35
3.1. Hareketli Yapı Kabuğu Elemanları	44
3.1.1. Taşıyıcı Sistem Elemanları Sabit Hareketli Yapı Kabukları.....	44
3.1.2. Taşıyıcı Sistem Elemanları Hareketli Yapı Kabuğu Elemanları	46
3.2. Hareketli Yapı Kabuğu Elemanlarının Tipolojileri.....	47
3.3. Hareketli Yapı Kabuğu – Uyarlanabilir Mimari İlişkisi	49
3.4. Hareketli Yapı Kabuklarında Dinamik Ara Yüzler Olarak Cepheler	51
4. MİMARLIKTAKİ HAREKETLİ YAPI KABUĞU KULLANIMLARININ ANALİZİ.....	59
4.1. Agbar Tower - Agbar Kulesi.....	60
4.2. Magnolia Stadium - QiZhong Orman Sporları Şehir Tenis Merkezi.....	63

Sayfa

4.3. Dynamic Tower - Dinamik Kule.....	66
4.4. The World Trade Center Transportation Hub - Dünya Ticaret Merkezi Ulaşım İstasyonu Binası	70
4.5. Sliding House - Sürgülü Ev.....	73
4.6. The Leaf Chapel - Yaprak Şapeli.....	76
4.7. Gemini Hause – Gemini Evi	79
4.8. Kiefer Technic Showroom - Kiefer Teknik Showroom.....	82
4.9. CJ Research Center - CJ Arge Merkezi	85
4.10. Media Headquarters Building - Medya Genel Merkez Binası.....	88
4.11. Thematic Pavilion - Tematik Pavyon.....	91
4.12. Solarleaf Bioreactor Façade - Solarleaf Biyoreaktör Cephe	94
4.13. ThyssenKrupp Headquarters (Q1) - ThyssenKrupp Genel Merkezi.....	97
4.14. Pola Ginza Building Façade -Pola Ginza Binası Cephesi.....	100
5. SONUÇ VE ÖNERİLER	111
KAYNAKLAR	115
ÖZGEÇMİŞ.....	125

ÇİZELGELERİN LİSTESİ

Çizelge	Sayfa
Çizelge 3.1. Hareketli çerçeve sistemlerde hareket aksına göre yapı kabuğu elemanları ...	40
Çizelge 3.2. Esnek hareketli yapı kabuğu elemanları ve hareket özellikleri	46
Çizelge 3.3.Hareketli tasarımın anahtar elemanları	50
Çizelge 3.4. Hareket odaklı hareketli yapı kabuğu sınıflandırma önerisi.....	56
Çizelge 3.5.. Kontrol odaklı hareketli yapı kabuğu sınıflandırma önerisi	56
Çizelge 4.1. Agbar Kulesi hareketli yapı elemanları analiz tablosu	62
Çizelge 4.2. Magnolia Stadyumu hareketli yapı elemanları analiz tablosu	65
Çizelge 4.3. Dinamik Kule hareketli yapı elemanları analiz tablosu.....	69
Çizelge 4.4. Dünya Ticaret Merkezi Ulaşım İstasyonu Binası hareketli yapı elemanları analiz tablosu	72
Çizelge 4.5. Sürgülü Ev hareketli yapı elemanları analiz tablosu	75
Çizelge 4.6. Yaprak Şapel hareketli yapı elemanları analiz tablosu.....	78
Çizelge 4.7. Gemini Haus hareketli yapı elemanları analiz tablosu	81
Çizelge 4.8. Kiefer Teknik Showroom hareketli yapı elemanları analiz tablosu	84
Çizelge 4.9. CJ ARGE Merkezi hareketli yapı elemanları analiz tablosu	87
Çizelge 4.10. Medya Genel Merkez Binası hareketli yapı elemanları analiz tablosu	90
Çizelge 4.11. Tematik Pavyon hareketli yapı elemanları analiz tablosu	93
Çizelge 4.12. Solarleaf Biyoreaktör Cephe hareketli yapı elemanları analiz tablosu.....	96
Çizelge 4.13. ThyssenKrupp Genel Merkezi hareketli yapı elemanları analiz tablosu	99
Çizelge 4.14. Pola Ginza Binası cephe deseni hareketli yapı elemanları analiz tablosu ...	101
Çizelge 4.15. Dünya örnekleri üzerinden hareketli yapı kabuğu elemanına ait genel çizelge.	103

ŞEKİLLERİN LİSTESİ

Şekil	Sayfa
Şekil 1.1. Hareketli Yapı Kabuğu Elemanları Tanım Şeması.	8
Şekil 1.2. Tezin akış şeması.....	12
Şekil 3.1. Hareketli yapı kabuğu elemanları sınıflandırması.....	37

RESİMLERİN LİSTESİ

Resim	Sayfa
Resim 2.1. Mağara Giriş Sürgü Taşı ve Gözetleme Deliği	15
Resim 2.2. Gizli kapı mekanizması, Roma Kolezyumu Kanvas örtü sistemi	16
Resim 2.3. Pnömatik çalışan açılır kapı sistemi detayı.....	17
Resim 2.4. Ortaçağ şatosunda bir asma köprünün nasıl çalıştığını gösteren detay	17
Resim 2.5. Hareketli Köprü çalışma mekanizması	19
Resim 2.6. Da Vinci'ye ait döner köprü taslağı	19
Resim 2.7. Da Vinci'ye ait katlanabilen ve taşınabilen köprü taslağı	19
Resim 2.8. Heliotropik Döner Ev	20
Resim 2.9. Jan Saidman, Revolving Solarium	21
Resim 2.10. Max Taut Döner Evi, 1920	22
Resim 2.11. Vladimir Tatlin'e ait 3. Enternasyonal Anıtı	22
Resim 2.13. Villa Girasole zemin kat planı ve iskelet görünümü	23
Resim 2.14. Francois Massau, Döner evi.....	24
Resim 2.15. Kahire Kulesi	25
Resim 2.16. Archigram, Moving Cities	26
Resim 2.17. The Solaleya Dome House(Kubbe Ev)	27
Resim 2.18. Suite Vollard – Döner apartman	28
Resim 2.19. Interlocking Transformation, İç mekân diyagramı, Interlocking Transformation birimleri bölen yeniden yapılandırılabilir elemanlar	29
Resim 2.20. Domus BBC Design Comp. uçak kesiti	29
Resim 2.21. Bloomframe pencere çerçeve sistemi	30
Resim 2.22. Wind Veil Otoparkı Dış Görünüşü, Wind Veil'de alüminyum panellerin görünüşü	31
Resim 2.23. Medine'de açılır kapanır şemsiye örtüler	32

Resim	Sayfa
Resim 2.24. Bengt Sjostrom / Starlight TiyatrosuTiyatrosu.....	32
Resim 2.25. Bengt Sjostrom / Starlight Tiyatrosu	32
Resim 2.26. Jetgiller çizgi dizisi (The Jetsons).....	34
Resim 2.27. Jetgiller ve enerji gerçekliği.....	34
Resim 3.1. Çerçeve tipi sistemlerde panellerin yük aktarım şeması.....	38
Resim 3.2. İki panelin karşılıklı kayma hareketi ile oluşturduğu sistem	39
Resim 3.3. Makas elemanların hareketi	41
Resim 3.4. Pinero'nun hareket edebilir tiyatro strüktürü.....	42
Resim 3.5. İris Kubbesi.....	42
Resim 3.6. Yukarı çekilerek kaldırılan strüktür	43
Resim 3.7. Yukarı çekilerek kaldırılan strüktür	43
Resim 3.8. Yukarı çekilerek kaldırılan strüktür	43
Resim 3.9. Yukarı çekilerek kaldırılan strüktür.....	44
Resim 3.10. Merkezi toplanabilen membran sistemler	45
Resim 3.11.The Muscles Kulesi	47
Resim 3.12. Carlos Moseley Müzik Köşkü	48
Resim 3.13. Abu Dabi Yatırım Konseyi yeni genel merkezi hareketli yapı kabuğu elemanı cephe görünümü.....	52
Resim 3.14. Dinamik arayüz tipleri: yeşil cephe, uyarlanabilir cephe	53
Resim 3.15. Ön cephenin konumu.....	54
Resim 4.1. Agbar Kulesi genel görünüm	60
Resim 4.2. Magnolia Stadyumu gece görünümü	63
Resim 4.3. Dinamik Kuleye (Da Vinci Tower) ait farklı görüşler	66
Resim 4.4. Dinamik Kulenin prefabrik yapım fikrine ait görseller	68

Resim	Sayfa
Resim 4.5. Dinamik Kule çevre dostu tasarım görselleri	68
Resim 4.6. The World Trade Center Transportation Hub perspektifi	70
Resim 4.7. Sürgülü Ev'in dış mekan görünüşü	73
Resim 4.8. Sürgülü Ev'e ait hareket mekanizmaları perspektifi	74
Resim 4.9. Hareketli yapı kabuğu ayrıntılı kesiti	74
Resim 4.10. Yaprak Şapeli dış görünüşü	76
Resim 4.11. Gemini House	79
Resim 4.12. Kiefer Technic Showroom, hareketli cephe görünüşü	82
Resim 4.13. CJ Araştırma Merkezi genel görünüm	85
Resim 4.14. Media Headquarters Building perspektif	88
Resim 4.15. Thematic Pavilion perspektif	91
Resim 4.16. Solarleaf Bioreactor Façade - Solarleaf Biyoreaktör cephe	94
Resim.4.17. ThyssenKrupp Genel Merkez Binası.....	97
Resim.4.18. Ginza Binası Cephesi	100

SİMGELER VE KISALTMALAR

Bu çalışmada kullanılmış simgeler ve kısaltmalar, açıklamaları ile birlikte aşağıda sunulmuştur.

Simgeler

Açıklamalar

ft	Feet
m	Metre
m²	Metrekare
sn	Saniye
°C	Santigrad Derece
°	Derece
CO₂	Karbondioksit
\$	Amerikan Doları
€	Euro

Kısaltmalar

Açıklamalar

3D	Üç Boyutlu
ABD	Amerika Birleşik Devletleri
FSC	Forest Stewardship Council .
HVAC	Heating, ventilating, air conditioning, cooling
kWh	Kilowatt Hour
MIT	Massachusetts Institute of Technology
MÖ	Milattan Önce
MS	Milattan Sonra
MSK	Medvedev – Sponheuer – Karnik Ölçeği.
PV	Photo Voltaic – Fotovoltaik
UK	United Kingdom
UV	Ultraviolet
VIP	Very Important Person
WTC	World Trade Center
YY	Yüzyıl

1. GİRİŞ

İnsanoğlu barınma ihtiyaçları öncelikli olmak üzere, güvenlik, çevre korunmak, uygun yaşama koşullarını sağlamak amacıyla yerleşik hayata geçmeden önce tabiattan (mağara, ağaç kovuğu vb.) yararlanmışsa da yerleşik hayata geçmesinden günümüze kadarki süreç boyunca kendine uygun mekânı kendi oluşturma yoluna gitmiştir. Günümüz koşullarında değerlendirildiğinde, insan yaşamına en uygun mekânın oluşturması aynı anda gerekli konfor şartlarının sağlanabilmesi ile mümkündür. Optimum konfor koşullarının sağlanması, enerji ihtiyacını ortaya çıkarmaktadır. Artan dünya nüfusuna bağlı olarak enerjinin kullanımı da her geçen gün artmaktadır. Artan enerji ihtiyacı, enerji üretmede kullanılan petrol, doğal gaz, kömür gibi fosil yakıtların kullanımında artışa, bu da beraberinde tükenebilen bu kaynakların azalmasına ve oluşturduğu çevre kirliliği ile canlı yaşamının olumsuz etkilenmesine neden olmaktadır.

Gelişen teknolojiye bağlı olarak kullanılan enerji miktarındaki artışa önlem alınmalı, tükenebilir enerji kullanan mimari yaklaşımlar yerine yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanıldığı mimari yaklaşımlara yönelim sağlanmalıdır. Yenilenebilir enerji kaynakları odaklı mimari tasarım yaklaşımlarında enerji problemlerine çözüm oluşturabilecek çevreye duyarlı tasarım yöntemleri de araştırılmalıdır. Ekolojik, zararsız ve sürdürülebilir tasarım ilkelerinden yararlanılarak gerçekleştirilen bu tasarım yöntemleri ile sağlıklı, çevre dostu, doğal malzemelerin kullanıldığı, minimum enerji ihtiyacı olan, enerjiyi doğal yollarla karşılayan, bakım ve onarım masraflarını minimize eden ve yapımı ekonomik olan yapı yapmak mümkündür. Tüm bunların ışığında mimarlara düşen öncelikli görev, tükenebilir enerji kaynaklarının kullanımı azaltarak, yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanımını yaygınlaştırıp çevre duyarlı tasarımlar yapmaktır.

Son yıllarda fiilen de yaşanmakta ve hissedilmekte olan küresel ısınma ve doğal kaynakların hızla tükenmesi, yapı sektöründe bir takım önlemlerin alınması zorunluluğunu doğurmuştur. Mimarlar, gelişen yapı teknolojisinden yararlanarak, özellikle yapı kabuğu sistemlerindeki pasif elemanlara alternatif olarak enerji etkinliği saptanmış “hareketli yapı kabuğu” elemanlarının avantajlarını ortaya koymalı ve uygulamalarını artırmaya yönelik girişimlerde bulunmalıdır.

Bu nedenle ilgili meslek odaları, meslek birlikleri, kamu kurumları, yerel yönetimler, idari merciiler, yapı sahipleri vb. yetkililer ile uyum içinde çalışacak olan mimarlara büyük sorumluluklar düşmektedir.

Bir yapının enerji etkin, çevreci ve yenilenebilir enerji sistemleri ile donatılmış olarak hayata geçirilmesi gelişen teknoloji ile mümkündür. Bugünün teknolojisi ile yapıyı dıştan saran ve dış etkilere karşı korurken iç konforun koşullarını sağlama fonksiyonu da yüklenen yapı kabuğu, geleneksel üretimdeki hali olan durağan formdan hareketli bir yapısal forma dönüştürülebilmektedir.

Yapı sektöründe gelişen teknoloji pek çok yeniliği bir araya getirerek tasarımcıların ve mühendislerin yapmak istediklerine imkân tanımaktadır. Hayal edilenin hemen hemen gerçekleştirilebildiği günümüz teknolojisi sayesinde, tasarımcılar ile elektrik, elektronik, mekatronik, makine, endüstri, bilgisayar ve metalürji gibi pek çok mühendislik dalı ve nano teknoloji gibi yan alanlarla ortak paydada yenilikçi çalışmalar yapılabilmektedir. Gelişen malzeme ve üretim standartları ile beraber, farklı bilim dallarıyla, mimari bir ögenin de ötesinde yapılar meydana getirebilmektedir.

Geçmişten günümüze mimarlık alanında hareket eden mekanizmaların var olduğu görülmektedir. Özellikle son yıllarda gelişen bilişim teknolojisi ile beraber çok daha gelişmiş sistemlerin insan hayatını kolaylaştırdığı, yapı kabuğu ya da iç mekânda bir takım konfor koşullarını sağladığı ve estetik değerler ile beraber bir takım görsel ve psikolojik etkilerinin arttığı söylenebilir.

Hareketli yapı kabuğu elemanları ile ilgili kinetik cephe elemanları, kinetik çatılar, hareketli üst örtüler, adaptif cepheler, uyarlanabilir cepheler, kinetik cepheler, dinamik cepheler gibi farklı adlandırmalar dahilinde farklı çalışmalar bulunmaktadır. Tez çalışması kapsamında konuya yakın bilimsel çalışmalar aşağıda özetlenmiştir.

2004 yılında İzmir İleri teknoloji Enstitüsü'nde Koray Korkmaz tarafından hazırlanan “Kinetik mimaride tasarım olanaklarının çözümlemeli araştırması (An analytical study of the design potentials in kinetic architecture)” adlı doktora tez çalışmasında; mimaride kinetik strüktürlerin potansiyelleri ile beraber kinetik strüktürlerin tanımı, kinetik strüktürlerin faydasının olup olmadığı ve nasıl tasarlanabileceği araştırılmıştır.

Bunun sonucu olarak kinetik strüktürün tasarım süreci ile adapte edilebilen mekânların tasarım sürecinde kinematik sentez metotlarından hangisinin katlı sağlayabileceği incelenmiştir. Hareket fikri yeni bir fikir olmamasına rağmen modern toplumdaki değişim ve gelişen yapı teknolojisi sayesinde hareket kavramı geliştirildiğinden adapte olabilir mekân ihtiyacı ortaya çıkmıştır. 20. Yüzyılın sonlarına doğru gelişen bu anlayış ile kinetik mimariden faydalanabilme imkânı artmıştır. Tez çalışmasında incelenen, mekân kalitesini artırmak amacıyla kinetik strüktürlerin adapte edilebilir mekânlarda kullanımı araştırılmış olup, kinematik metotlar ile adapte edilebilir mekanların tasarım sürecinde sentez metotları ve performansı Visual Nastran 4d programı ile analiz edilmiştir [1].

2004 yılında Yıldız Teknik Üniversitesi'nden Özgür Özge tarafından hazırlanan “Hareketli çatılar” adlı yüksek lisans tez çalışmasında, son yıllarda spor yapılarında sabit strüktür yerine hareketli strüktürün kullanımı başta bir lüks olarak algılansa da zamanla olumlu yanları ortaya çıktığından gereksinim olduğunu savunmuştur. Bir yapının hareketli çatı olarak yapılması için öncelikli olarak araştırma ve değerlendirilmelerin yapılmasının düşünüldüğü çalışma, esasen hareketli çatıların tasarımının nasıl yapıldığını bilgilendirmek amacıyla hazırlanmıştır. Bu çalışmada hareketli çatılar tanımı, yapım sistemlerine göre sınıflandırması ve tasarım faktörleri yapılarak yapılan hareketli çatılarla örneklendirilmiştir. Bunlara ilave olarak Ali Sami Yen stadyumu için hareketli çatı önerisi yapılmıştır [2].

2006 yılında İstanbul Teknik Üniversitesi'nden Mehmet Emre Arslan tarafından hazırlanan “20. yüzyıl teknolojik ütopyalarının, hareketlilik, esneklik/uyabilirlik ve teknoloji kavramları bağlamında çağdaş konut tasarımına etkisi” adlı yüksek lisans tez çalışmada, son yıllarda tasarlanan esneklik, uyabilirlik, teknoloji kavramları bağlamında araştırma yapılmıştır. Mimari teoride yer alan teknolojik ütopyalar dâhilinde Archigram, Buckminster Fuller ve Metabolism gibi gruplar incelenmiştir. Çağdaş konut tasarımlarının ütopyalardan etkilenmelerini ortaya koymak için, ütopyaların taşıdığı ortak özelliklerden yararlanılmıştır. Ayrıca günümüzde tasarlanmış olan çağdaş konut tasarımlarında ütopyalardan esinlenmiş olanlar da incelenmiş ve incelenen örnekler karşılaştırılmıştır [3].

2010 yılında Yıldız Teknik Üniversitesi'nden Arman Yaşa tarafından hazırlanan “Mimari kinetik sistemler ve performans dayalı tasarım önerileri” adlı yüksek lisans tez çalışmasında, mimari yapıların bulundukları ortama adapte olmalarının gerekliliğinden bahsedilerek, bu adaptasyonun da hareketli öğelere sahip olmaktan geçtiği vurgulanmıştır.

Yapılarda kullanılan hareketli öğeleri inceleyen mimari kinetik sistemlerin temel amacı, yapının çevre uyumunu sağlaması adına gerekli olan yapı adaptasyonunu sağlaması düşüncesi hâkimdir. Tez çalışmasında kinetik sistemlerin yapı performansı üzerindeki etkileri incelenmiştir. Ayrıca bir başka inceleme de kinetik sistem ve onu oluşturan elemanların sınıflandırılmasıdır. Çalışma kapsamında yazar tarafından geliştirilen deneysel proje üzerinden mimari kinetik sistemlerin yapı performansı üzerindeki etkiler incelenmiştir [4].

2010 yılında İstanbul Teknik Üniversitesi'nden Ceren Bozkurt tarafından hazırlanan “Kinetik sistemlerle çalışan biyomimetik bir kentsel donatı tasarımı-Urbancot “ adlı yüksek lisans tez çalışmasında endüstri devriminden günümüze kadarki teknolojik gelişime bağlı olarak mimari yapılanmadaki gelişimlerden bahsedilerek, biyomimetrik sistemler ile robotik ve kinetik sistemleri incelenmiştir. Çalışma kapsamında UrbanCot adlı donatı sisteminin geliştirilmesine bağlı olarak geliştirilen sistem ile bir çiçeğin mekanizması incelenmiştir. Güneşi takip eden PV panellerle donatılmış kinetik yapının, elektrik enerjisi üretilmesi ile çevreye duyarlı bir tasarım olduğu gösterilmeye çalışılmıştır [5].

2010 yılında Orda Doğu Teknik Üniversitesi'nden Ekin Damdere tarafından hazırlanan “Adaptability of generative algorithms: A means to sustaining the dynamic design processes / Türetken algoritmalarda uyarlanabilirlik: Dinamik tasarım süreçlerinin sürdürülmesinde etkili bir araç olarak kullanımı” adlı yüksek lisans tez çalışmasında, uyarlanabilir türetken sistemlerin, problem tanımlarının değişen çevre koşulları ve mimari mekânın dönüşen ihtiyaçlarına göre değiştiği dinamik tasarım problemlerinde uygulanması üzerine yoğunlaşan bir araştırma yapılmıştır. Bu tez kapsamında, tasarım sürecinin dinamik olup olmadığının tartışılması yerine dinamik tasarım probleminin değişen problem tanımlarının uyarlanabilir türetken sistem kullanımıyla sürdürülebilir olması araştırılmıştır [6].

2012 yılında Dokuz Eylül Üniversitesi'nden Rukiye Çalış tarafından hazırlanan “Hareketli çatıların yapısal özelliklerinin sistematik olarak incelenmesi” adlı yüksek lisans tez çalışması, günümüzde çeşitli avantajları ile hareketli çatı strüktürlerinin kullanımının artışı sebebiyle, tasarımcılara sağlam bilgiler vermek amacıyla belli bir sistematığe oturtularak yapılmıştır.

Hareketli çatıların tanımı ile başlayan çalışmada, hareketli çatıların tarihçesi ve örnekler üzerinden anlatımlarla sürdürülerek örneklerden elde edilen bilgileri grafiklerle karşılaştırmıştır. Grafiklendirme neticesinde hareketli çatı sistemleri nitel ve nicel özelliklerle mukayese edilerek istatistiksel sonuçlara ulaşılmıştır [7].

2012 yılında Alexandria Üniversitesi'nden Soha Mohamed Abd El- Hady Fouad tarafından hazırlanan "Design Methodology Kinetic Architecture" adlı yüksek lisans tez çalışmasında, Mısır'ın yapılı ortamında çok büyük değişiklikler olmasına rağmen, çevre koşullarının yanı sıra, çalışanların değişen ihtiyaçlarını ve faaliyetlerini dikkate alınmamasına dikkat çekilmiştir. Tez kapsamında yapılan araştırma neticesinde, hareket davranışlarına cevap verebilecek, uyum sağlayabilecek ve etkileşime girebilecek ortamlar oluşturmak için geleneksel olmayan çözümler sunmak amaçlanmıştır. Yapısal, mekanik ve malzeme mühendisliği gibi farklı mühendislik bölümlerinde teknolojik bilgilerin yanı sıra bilgi ve iletişim teknolojilerinin kinetik tasarım üzerinde çok büyük bir etkisi olduğu düşüncesiyle yapısal yenilik ve malzeme ilerlemesinden gömülü hesaplama ve son uyarlamalı mimaride tanımlayan kinetik tasarım sürecine girilmiştir. Araştırma, kinetikçiliği uyarlayan on beş mimari projeyi vurgulayarak analitik bir çalışma yürütmektedir. Çalışma kinetik tasarım sürecini etkileyen farklı unsurlara dayanmaktadır. Tez çalışması, kinetikçiliği mimari alanda kullanmanın etkisi ile sonuçlanmaktadır ve Mısır çevresine uygulanacak bazı sistemler önermiştir [8].

2014 yılında Gazi Üniversitesi'nden Nurgül İnan tarafından hazırlanan "Kinetik yapı tasarımında işlevsel esneklik ve entegre sistemlerin kullanım önerisi" adlı doktora tez çalışmasında, günümüz teknolojisinin toplum kültürünü, yaşam tarzlarını etkilemesi gibi mimari tasarımın da etkilendiğinden bahsedilerek, mekanların zaman içerisinde gereksinimleri karşılamada yetersiz kalmasıyla mimari ihtiyaçların karşılanması adına esnek, dönüşebilen ve hareket eden yapı elemanları içeren binaların gündeme geldiği savunulmuştur. Bu bağlamda tez çalışmasında, günümüzde mimarlıkta kullanılan kinetik sistemlerin gelişimi ve farklı amaçlar için entegre sistemlerin kullanılması amaçlanarak, tasarım önerileri getirilmiştir. İlk öneri olarak lineer bölücü sistem geliştirilerek dairesel formda kullanılmış, ikinci öneride ise spor salonu, oditoryum gibi izleyici odaklı fonksiyonlardaki mekanlarda kullanılacak farklı bina elemanının kabuk dışı hareketi ile birlikte senkronize çalışması tavsiye edilmiştir. Tasarımın görselleşmesi amacıyla teknik çizimler animasyonlarla desteklenmiştir.

Sonuç olarak, mevcut kinetik sistemlerin geliştirilmelerinin ve entegre kullanımlarının mimari tasarımda işlevsel çeşitlilik ve esneklik sağladıkları görülmüştür. Kinetik sistemlere bilgisayar teknolojileri ve sensörler eklenmesi de kinetik mimarlığın gelecekteki diğer bir açılımı olarak görülmektedir [9].

2015 yılında Gazi Üniversitesi'nden Özlem Başaran tarafından hazırlanan “Kinetik gölgeleme elemanları entegre edilmiş bir binanın enerji etkinliğinin artırılması” adlı yüksek lisans tez çalışmasında günümüzdeki değişken mekan ihtiyaçları neticesinde gerekli enerji ihtiyacının mimarlık alanında da arttığına dikkat çekilerek, gelecek kuşaklara daha yaşanabilir bir çevre bırakılması adına çevreye duyarlı, sürdürülebilir mimariye yönelimin olduğu anlatılmıştır. Buna ilaveten yapım teknolojisindeki gelişmeler ışığında hareket edebilme yeteneği olan mimari çözümlerden daha etkin sonuçlara ulaşıldığı anlatılmıştır. Yapılan tez çalışmasında geleneksel statik mimari yerine doğanın biçim, oran ve hareketliliğinden ilham alan kinetik mimarinin sürdürülebilir mimari ile kesişimi anlatılmıştır. Bu tez kapsamında, hareketli yapı bileşeni kullanımı ve kinetik mimarlık kavramları bağlamında çalışmanın sınırları belirlenmiş ve yapı kabuğunda hareketli bileşenlerle binanın enerji etkinliğine etkisi irdelenmiştir. İnceleme yapılırken de hareketin biçimine ya da estetik kaygılara göre değil; iklimsel verilere tepki performansına göre değerlendirme yapılmıştır. Performanslar simülasyon programları kullanılarak yapılmıştır [10].

2015 yılında Kocaeli Üniversitesi'nden Eda Ölçer tarafından hazırlanan “Kinetik mimari kavramı ve iç mekân tasarımına etkileri” adlı yüksek lisans tez çalışmasında, bireysel ve toplumsal yaşantıdaki değişimlere bağlı olarak zaman ile kazanılan bir takım alışkanlıklarla, yaşamın büyük bir bölümünü çevreleyen mimarinin bu değişime ayak uydurması beklentisi vurgulanmıştır. Bu durumun da mimariyi etkileyerek değişimlere uyum sağlayabilen hareketli yaşamı destekleyen mekân tasarımlarına ihtiyacı doğurduğu düşüncesi ile teknolojik olanaklarla birlikte gelişim gösteren Kinetik Mimari kavramının, incelenerek iç mekân ve mobilya tasarımı üzerindeki etkilerinin ortaya çıkarılmıştır [11].

2015 yılında İstanbul Teknik Üniversitesi'nden Erhan Karakoç tarafından hazırlanan “Performansa dayalı adaptif bina kabuğu tasarımı” adlı yüksek lisans tez çalışmasında, adaptif mimariden söz edilerek sürdürülebilirlik için öneminden bahsedilmiştir. Tez kapsamında performansa dayalı adaptif binalar üzerinde durularak bu binalar örnek analizlerle incelenmiştir.

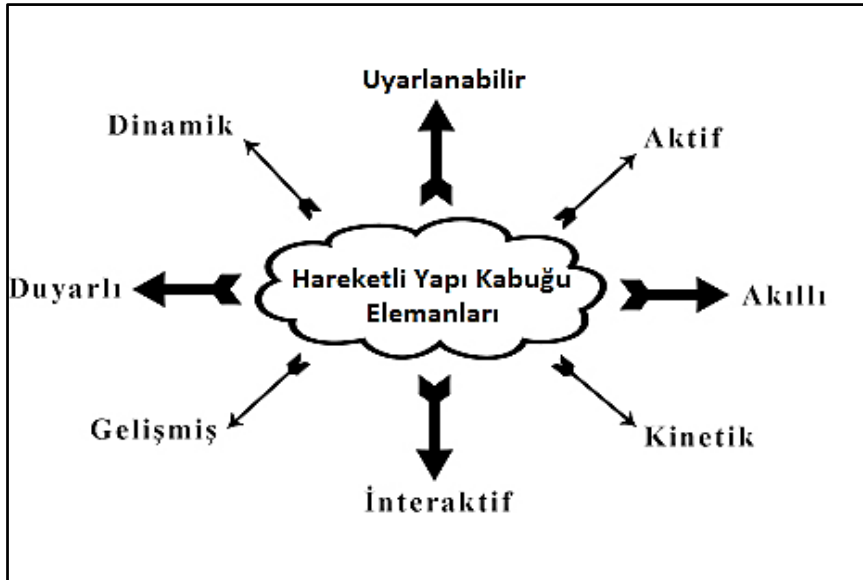
Tez kapsamında, hesaplamalı parametrik tasarım araçlarının, adaptif sistemlerin tasarım süreçleri üzerindeki etkileri yazar tarafından geliştirilen örnek proje çalışması ile açıklanmıştır. Ayrıca kuramsal kısımda incelenen performatif mimarlık, pnömatik mimarlık, adaptif mimarlık tarihte ve günümüze kadar mimarlıkta nasıl yer edindiğiyle ilgili tasarım stratejileri ve örnek projeler gibi başlıklar altında inceleme yapılmıştır. Örnek model önerisinde doğadan esinlenilmiş tasarım yaklaşımları kullanılarak bitki gözenekleri olan stomaların hareketleri incelenmiştir. Sonuçta adaptif mimarlık, pnömatik mimarlık ve performatif mimarlığın gelecek potansiyelleri anlatılmıştır [12].

2016 yılında Yıldız Teknik Üniversitesi'nden Aisa Atawula tarafından hazırlanan "Bioinspired kinetic architecture and adaptive component design proposal/Biyolojiden esinlenmiş kinetik mimari ve uyarlanabilir bileşen tasarım önerisi" adlı yüksek lisans tez çalışmasında kinetik mimarinin çevresel şartlar karşısında adapte ederek sürdürülebilirlik kapsamında kullanılan bir tasarım yöntemi olduğundan bahsedilerek, araştırma kapsamında biyolojiden esinlenmiş tasarım yaklaşımlarına dayanan uyarlanabilir bina sistemleri için alternatifler araştırılmıştır. Bu çalışmanın bir diğer amacı da kinetik sistemlerin uyarlanması için alternatif malzeme sistemlerini keşfetmektir. Biçim değiştiren malzemelerin gelişiminin kinetik mimarinin tasarlanmasını da etkileyeceği düşüncesiyle mimari kabuklar için biçim değiştiren malzemelerin uygulanmasının olanaklar ortaya çıkardığından bahsedilmiştir. Bu araştırmadan kinetik mimari sistemler için biçim değiştiren malzemelerden faydalanılması, biyolojiden esinlenmiş uyarlanabilir sürdürülebilir binaların bitkilerin uyum prensiplerinin mimari tasarım çözümlerine dönüştürülmesi ile başarılabileceği sonucuna ulaşılmıştır [13].

2016 yılında Dokuz Eylül Üniversitesi'nden İlknur Kükdamar tarafından hazırlanan "Biyo adaptif cephe elemanları" adlı yüksek lisans tez çalışmasında, günden güne azalan fosil enerji kaynaklarına alternatif olacak biyoenerji ile sürdürebilir yaklaşımın mümkün olacağı anlatılmıştır. Biyokütllerden birisi olan algler ile Fotobiyoreaktörler kullanılarak biyoenerji üretiminin gerçekleştirilebildiği, özellikle bu sistemin bina cephelerine uygulandığı örnekler incelendiğinde, cephelerin yeni bir işlev kazandığı ve enerji üretimi için kullanılacak alanlara dönüştüğüne dikkat çekilmiştir. Bu sayede yapıların çevreye olan karbon salımları da azalmaktadır. Bu tezde fotobiyoreaktörlerin cephelere uygulanabilmesi ve cephelerden biyokütle üretim şekilleri araştırılmıştır [14].

2016 yılında Gent Üniversitesi'nden Chloë Marysse tarafından hazırlanan “Structural Adaptive Façades” adlı yüksek lisans tez çalışmasında, yapısal adaptif cephelerin dünya çapında oldukça bilinmeyen bir konu olduğu, ancak mimari ortamda zaten birçok bilgi ve yapı mevcut olmasından bahsedilmiş, buna rağmen, bu bilginin çoğu sadece küçük çapta ve belirli projeler için uygulandığı belirtilmiştir. Bu sistemleri daha da genişletmek için birçok fırsatın var olduğu, bu konuda yapılacak daha büyük bir uygulama ölçeğine ve yeni potansiyel prototiplerin geliştirilmesine bağlı olduğu düşüncesine dayanarak tez çalışması yapılmıştır. Tez kapsamında ele alınan konular öncelikli literatür taraması başta olmak üzere dönüştürülebilir cephe elemanları üzerinden çalışma yapılarak, adaptif cephelerin tasarım kuralının tespiti için adaptif cephe elemanlarının prototipi hazırlanmıştır. Hazırlanan prototipler PV hücrelerden meydana gelen cephe elemanı, hareketli balkon ve terasa dönüşüm elemanları olup uyarlanabilir cepheler için bir örnek oluşturması amaçlanmıştır [15].

Hareketli yapı kabuğu, enerji etkinliğe faydalı, çevreye duyarlı, konfor koşullarının sağlanmasında etkin rol oynayarak enerji tüketimini minimum seviyeye indirebilen, hatta kendisi enerji üretip, ihtiyacı olanı tüketen, fazlasını da başka sistemlere aktarabilen yapıların yapılabilmesine olanak sağlayan bir yapı teknolojisi ürünüdür. Yapılan çalışmalar çerçevesinde literatürde hareketli elemanlara sahip yapılar ile ilgili olarak farklı tanımlar geliştirilmiştir (Şekil 1.1).



Şekil 1.1. Hareketli Yapı Kabuğu Elemanları Tanım Şeması.

Knaack (2007) 'cepheler' konusundaki çalışmalarında 'uyarlanabilir' teriminin kullanımını aşağıdaki şekilde desteklemektedir: Değişen iklim koşullarına uyum sağlayabilen binalara akıllı binalar denir. Akıllı terimi binalar veya cepheler bağlamında kullanıldığında yanıltıcı olabileceğinden, yerine uyarlamalı cephe terimini kullanacaktır. Uyarlanabilme, genellikle binaların ve cephelerin mevcut hava koşullarına uyum sağladığı anlamına gelir. Hareketli yapı kabuğu elemanları ile teşkil edilmiş cepheler, mevcut hava koşullarına uyum sağlayarak enerji tasarrufu fırsatını yakalayabilir ve kullanıcıların isteklerine derhal cevap vererek konfor seviyelerini destekleyebilir [8].

Kirkegaard (2011), uyarlanabilir binalar için “performanslarını gerçek zamanlı olarak çevresel değişikliklere adapte edebildiğini ve daha az enerji kullanabildiğini, daha fazla kullanıcı konforu sunabileceğini ve statik binalarınkinden daha iyi bir genel alan verimliliğine sahip olabilecektir” demiştir.

“Akıllı”, malzemeler ve yüzeylerle ilgili yaygın olarak kullanılan bir terimdir. Akıllı terimi şu temel özellikleri ifade eder: 'dolaysızlık' (gerçek zamanlı yanıt), 'geçici' (birden fazla çevresel duruma cevap veren), 'kendi kendine harekete geçirme' (iç zeka), 'seçicilik' öngörülebilir cevap ve 'tepki' (aktive edici olaylara yerel cevap). Akıllı malzemeler, performanslarının çeşitli iklim koşullarına ve öngörülebilir reaksiyonlara bağlı olduğu zayıflığına sahiptir. Bir binada yüksek performans elde etmek için, karmaşık yönetim sistemleriyle birlikte akıllı malzemeler gibi daha karmaşık sistemler gereklidir [8].

“Duyarlılık”, cephelerle ilgili çalışmalarda daha az kullanılan bir terimdir. Bununla birlikte, bazen literatürde cephede teknolojinin (sensörler, mikro işlemciler) kullanımını vurgulamak, ancak yine de yanıtın başlatılması için insan girdisi ile kombinasyon halinde gösterilmesi bazen ortaya çıkmaktadır. Geri bildirim tabanlı sistemler veya diğer otomatik bina yönetim sistemleri, cephenin enerji kullanımını optimize etmesine ve aynı zamanda kullanıcıların rahatını kontrol etmesine yardımcı olabilir [16].

Uyarlanabilir binaların yanında, yükselen bir diğer yenilikçi kavram ise interaktif binalardır. İnteraktif binalar değişime açık yapılar olarak tanımlanmaktadır. Bu binalar sadece uyarlanabilir değil aynı zamanda ayrılma özelliğine de sahiptir. Binaların mekânı (yeniden) bölmesini ve birleştirmesini mümkün kılmaktadır [8].

Literatürde yer alan bu tanımların tamamında esas olan hareket kavramıdır. Bu nedenle tez kapsamında; interaktif cepheler, kinetik yapılar/cepheler, gelişmiş cepheler, duyarlı cepheler, dinamik yapılar/cepheler, uyarlanabilir yapılar/cepheler, aktif cepheler, akıllı binalar/cepheler gibi tanımların hepsini kapsayacağı düşünülen ‘Hareketli yapı kabuğu elemanları’ terimi kullanılmıştır. Tez çalışması kapsamında, ele alınan “hareketli yapı kabuğu elemanları” detaylı olarak incelenerek, elemanların muhteviyatı ve dünya örnekleri üzerinden analizi ile gelecekte yapılması planlanan tüm yapılar için, gelecek nesillere daha iyi bir dünya bırakmak adına örnek alınması gereken tasarım parametrelerine dikkat çekilmesi amaçlanmıştır.

Yapılan tez çalışmasında hareketli yapı kabuğunun geçmişten günümüze gelinceye kadarki gelişim süreci incelenmiş, hareketli elemanların oluşumu, nerelerde kullanıldıkları ve neden tercih edildiklerinden bahsedilerek, dünya genelinde yapılmış ve gelecek için prototip özelliği taşıyan ikon örnekler üzerinden ele alınarak analizler yapılmıştır. Tez hazırlık sürecinde yapılan araştırmalar neticesinde Türkiye’de hareketli kapı kabuğu üzerine uygulamaya geçen yapı(lara) rastlanmamış olması, yabancı literatürde Türkiye’den herhangi bir yapının bulunmayışı, Türkiye’deki uygulamaların halen geleneksel yapı kabuğu kurgusunda devam ediyor olması ve enerji etkinlik bağlamında Türkiye’deki yapı sektörünün bu konuya tam manasıyla eğilmediğinin anlaşılması üzerine, sürdürülebilirlik kaygılarına getirdiği çözüm önerileri gerekçesiyle dikkate değer bulunan hareketli yapı kabukları gelecekte yapılacak yapılara bir örnek teşkil etmesi açısından bu çalışma yapılmıştır.

Tez çalışmasında araştırma konusu üzerine literatür taramaları yapılmış, konu ile ilgili olarak, hareketli yapı kabuğu bağlamında geçmişten günümüze kronolojik süreç anlatılmış, hareket mekanizmaları sınıflandırılmış ve son bölümde de dünya üzerinde “hareketli yapı kabuğu elemanına” sahip on dört adet bina seçilerek bu binalar hareketli yapı kabuğu bağlamında incelenmiştir.

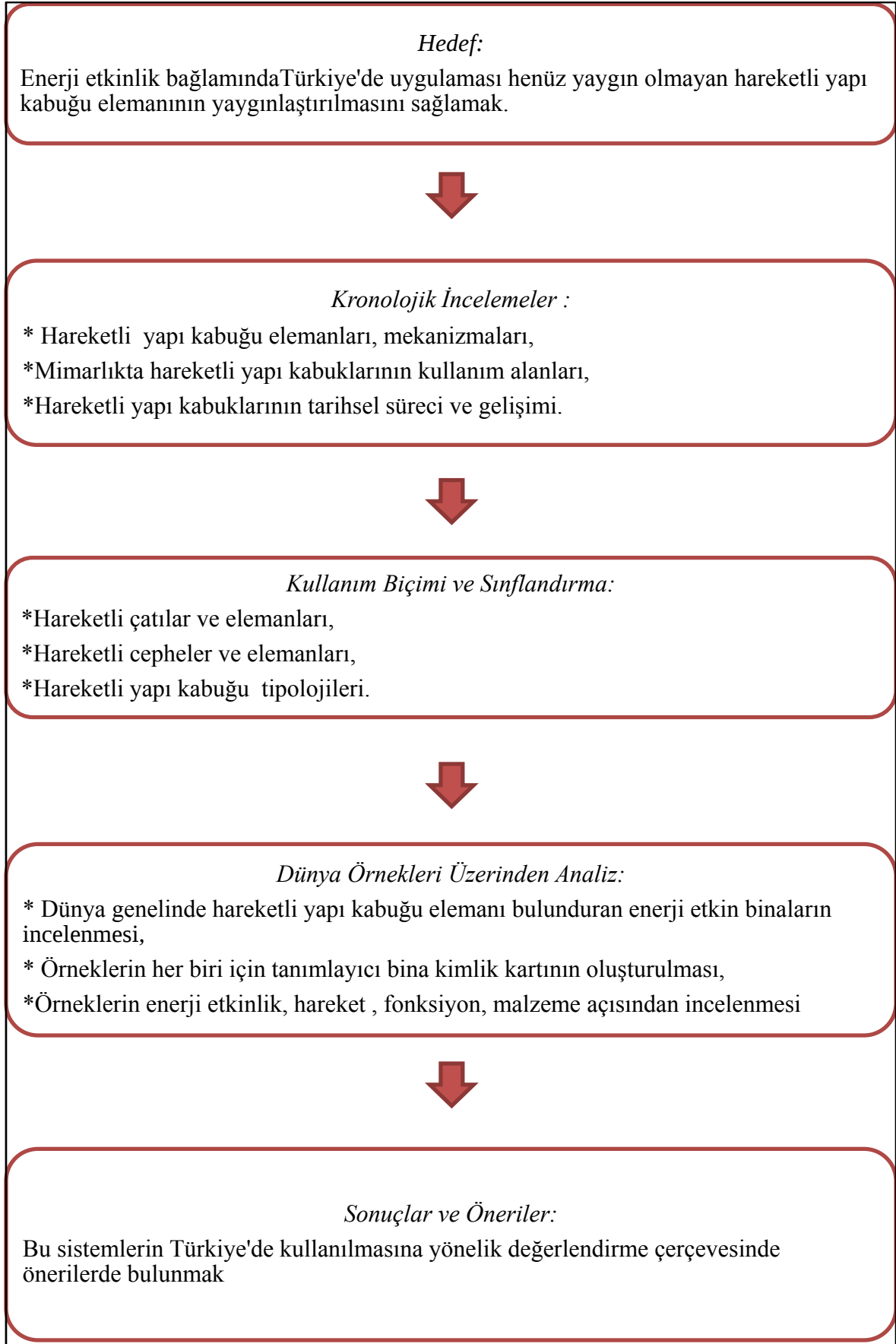
Hazırlanan tez çalışması, amacı doğrultusunda beş ana başlıktan oluşmaktadır. Giriş bölümünde tez konusu ile ilgili güncel durum ve tez hedefinden bahsedilerek, tez ile ilgili araştırma kapsamı hakkında bilgilendirme yapılmıştır.

İkinci bölümde, hareketli yapı kabuğu elemanları, mekanizmaları hakkında açıklamalarla birlikte hareketli yapı kabuğu elemanlarının tarihsel süreci ile ilgili detaylı bilgilendirme yapılmıştır. Hareketli mimari başlığı altında insanoğlunun yerleşik hayata geçmeden önce kullandığı elemanlardan, yerleşik hayata geçişi ve günümüze gelinceye kadarki süreç incelenmeye ve örneklerle desteklenmeye çalışılmıştır. Bu bölümde ayrıca mimarlıkta hareketli yapı kabuğu elemanlarının kullanımı hakkında da bilgilendirme yapılmıştır.

Üçüncü bölümde, hareketli yapı kabuğu elemanlarının mimarlıkta kullanım biçimleri incelenmiştir. Hareketli yapı kabuğu başlığı altında değerlendirilebilen hareketli üst örtü elemanları, hareketli cephe elemanları açısından sınıflandırmalar yapılmıştır. Ayrıca hareketli yapı kabuğu elemanları tipolojileri hakkında da bilgi verilerek uyarlanabilir mimarinin kilit elemanları nihai olarak bir çizelgede özetlenmiştir.

Dördüncü bölümde hareketli yapı kabuğu elemanlarından yapılan ya da yapılması düşünülen (proje aşamasında) dünya örnekleri üzerinden araştırma yapılmıştır. Seçilen dünya örnekleri genellikle ödül alan, kendi alanında ilk olan ya da bulunduğu bölgede ikon hale gelmiş hareketli yapı kabuğu elemanı bulunduran yapılardan oluşmaktadır. Her bina ayrı ayrı “Bina Kimlik Kartı” düzenlenerek incelenmiş, çizelge oluşturularak konu ile ilgili bilgiler derlenmiştir.

Sonuç bölümü olan beşinci ve son bölümde ise incelenen hareketli yapı kabuğu elemanları hakkında değerlendirme yapılarak Türkiye uygulamalarının eksikliğine değinilmiş, bu durumun değişmesine yönelik tespit ve önerilerde bulunulmuştur.



Şekil 1.2. Tezin akış şeması

2. HAREKETLİ YAPI KABUĞUNA GENEL BAKIŞ

Hareketlilik (kinetik) terimi bir devinim ile üretilen her şey olarak tanımlanabilir. Türk Dil Kurumuna göre Kinetik; hareket ile ilgili, hareket sebebi ile oluşan olarak tanımlanmaktadır. Mimari açıdan bakıldığında ise “Kinetik” terimi; hareket ile üretilen binaların tasarımını ifade eder. Bir bina dış çevreye uyum sağlayabilirse, binanın fiziksel kaynaklara olan talebi azalabilir [17].

Hareketli yapı kabuğu elemanları, son yıllarda gelişen teknoloji ile mimarlık ortak paydasında bulunan malzeme ve uygulama tekniklerindeki gelişmeler ile ortaya çıkmıştır. Bilim ve mühendislik alanındaki değişme ve gelişmeler, hayallerde olan birçok düşüncenin artık somut veriler ışığında bina ile entegrasyonunu yapmamıza imkân vermektedir. Mekanik, elektrik, elektronik, bilgisayar, mekatronik, yazılım vb. bilim dalları kendi gelişimi ile beraber mimarlık dalında da ortak birçok paydada bulunarak gelişmelerin meydana gelmesine ışık tutmuştur.

Hareketli mimarlığın bu bilim dalları ile gelişim göstermesi dolayısı ile hareketli yapı kabuğu elemanlarının meydana gelmesinde vesile olmuştur. Hareketli yapı kabuğu elemanlarının gelişmesi ile yapı kabuğunda durağanlık yerini dinamizmle değiştirmiştir.

Hareketli yapı kabuğu elemanları içerisinde değerlendirilebilen hareketli cepheler, literatürde Altın ve Orhon’a göre dış koşullara cevap vererek kendisini bu koşullara ayarlayan, bu vesile ile iç mekândaki konfor koşullarını sağlarken aynı anda binanın enerji talebini azaltan yapı cephesi olarak tanımlanmaktadır. Çevresel koşullara yanıt vererek kendini bu koşullara göre uyarlayan, böylelikle binada iç mekân konfor koşullarını sağlarken aynı zamanda binanın enerji ihtiyacını azaltan yapı cepheleri” kastedilmektedir [18].

Hareketli yapı kabuğu, Clark ve Zuk’a göre ise dış etkilere aldıkları değişimlere göre adapte olabilen ve bu tepkiler ile cevap verebilen eleman teknolojisi olarak tanımlanmıştır. Mimari olarak yorumlandığı zaman çevresel etkilere karşı uyum sağlayabilme yeteneği olarak tanımlanabilir [19].

Hareketli yapı kabuğu elemanları ile ilgili olarak disiplinler arası çalışmalar incelendiği zaman bu çalışmalar arasında biyotaklit (biyomimikri) dikkat çekmektedir. Doğa bilimciler

ile mimar ve mühendisleri bir araya getiren bu yaklaşım, doğa ve doğanın çeşitliliğinde canlıların uyumlarını analiz etmektedir.

Buradan elde edilen veriler ile mimari entegrasyon sağlanarak bazı çözümlerin üretimlerine imkan sağlanmaktadır. Mimaride hakim olan statik yapıdan, doğadan ilham almış hareketli bir yapıya dönüşerek adaptasyonun (uyum) sağlanması mümkün olmaktadır. Bunlara bağlı olarak özellikle son yıllarda gelişen teknoloji sayesinde çevresel etkilere göre değişebilme yeteneğine sahip hareketli yapı kabuğu elemanları mimari içerisinde hareketli yapı kabuğu elemanları ortaya çıkmıştır.

Doğadaki canlılardan ilham alarak yapılan dinamik ve akıllı yapı kabukları, otomasyona bağlı ya da kullanıcı müdahalesi ile form değiştiren dönüştürülebilir yapılar olup bu yapının interaksyonunu düzenleyebilen biyomimetrik malzemelerle tasarlanmaktadır. Bu sistemler ile güneş kontrolü, enerji tasarrufu ve bina iç konforu gibi katkılar sağlanırken, interaktif yapılarıyla da mimarinin sosyal boyutunda yenilikçi yaklaşımlara fırsat tanınmaktadır [20].

Mimarlar hareketli bir mekanizmanın elemanlarının boyutu, sayısı, formu, biçimi, malzemesi vb. ile ilgilenirler fakat hareketli yapı kabuklarında mimarların asıl ilgilendikleri mekanizmalarda meydana gelen harekettir. Bunlara karşın mimarlar harekete sebep olan kuvvetlerle ve gerilmelerle ilgilenmezler [21]. Harekete sebep olan kuvvetler ve hareketlerle mimarlar ile kolektif çalışabilen bazı mühendislik ve bilim dalları ilgilenir.

Hareketli yapı kabuğu elemanlarının hareket etmesini sağlayacak öğeler; güç kaynakları ve bu kaynaktan çıkan gücü aktaran güç aktarım vasıtalarıdır. Cephede kullanılacak hareketli mekanizmalarda insan gücü olabildiği gibi; rüzgâr enerjisi, buhar enerjisi, güneş enerjisi ve elektrik enerjisi gibi yenilenebilir kaynakları da içeren enerji ile çalışan motorlu sistemler kullanılabilir. Fosil kaynaklardan elde edilen enerjiler de motorlara hareket kazandırır da enerji etkinlik ön koşuk olarak değerlendirildiğinde yenilenebilir enerji tercih edilen olmalıdır.

Yapısal hareket birkaç farklı şekilde gerçekleştirilebilir. Bu hareketin motorlu sistemler ile sağlandığı durumlarda, motordan alınan hareketi piston, kayış, zincir, dişli ve çarklar, raylar, rulmanlar gibi güç aktarım araçları ile kullanılır [22].

2.1. Hareketli Yapı Kabuğu Elemanlarının Tarihsel Süreci

‘Hareketli yapı kabuğu elemanları’ kavramı incelendiği zaman temellerini hareket edebilen (kinetik) elemanlardan aldığı görülmektedir. Bu nedenle hareketli yapı kabukları kavramı incelenirken tarihsel olarak mobilite, kinetik mimarinin ortaya çıkışı ve gelişim süreçleri gibi kavramlar incelenecektir.

İnsanlığın barınma mekânlarının başlangıcını mağaralar oluşturmuştur. Mimari literatüre hareketli elemanlar ilk kez bu çağlarda kullanılan hareketli dairesel mağara kapıları ile girmiştir [9]. Hareketli yapı kabuğu ya da mobilitenin ilk örneği olarak sürgülü taş örneği verilebileceği gibi, aynı zamanda da kütükler ve derilerin mekânlar arası giriş ve bölmede kullanımı ile örneklendirilmesi mümkündür.



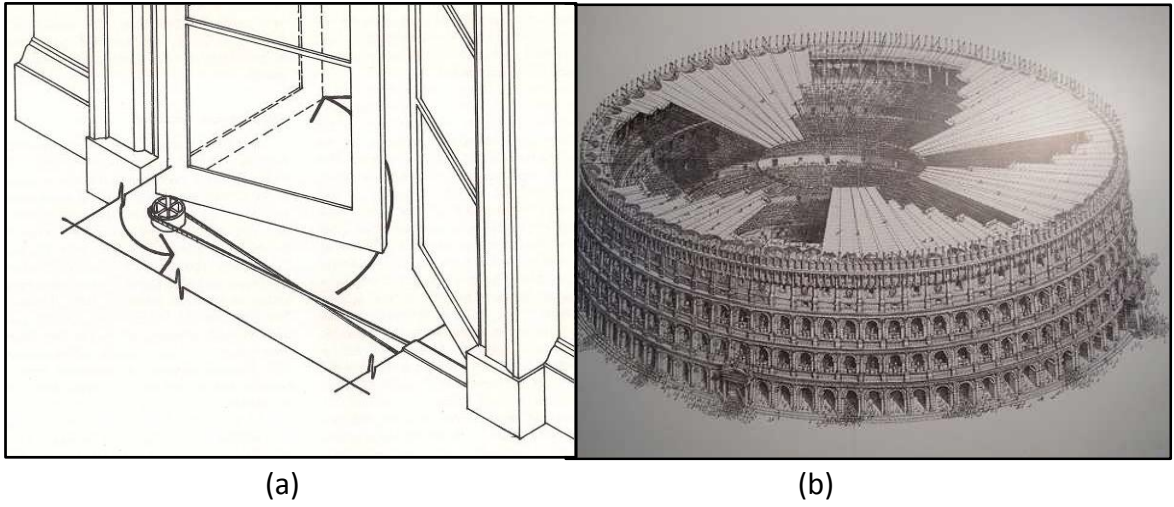
Resim 2.1. Mağara Giriş Sürgü Taşı ve Gözetleme Deliği [22]

Yerleşik hayata geçmeden önce insanların temel ihtiyacı barınma ve avlanma idi. İnsanoğlu bu süreçte iken göçebe bir hayat sürmekteydi. Kolay yer değiştirebilen, sökülüp kurulabilen en etkin mekânsal keşif, çadırların kullanılmaya başlamasıdır. Çadırlar Kronenburg’a göre en erken mimari formlardandır [9].

İnsanoğlunun yerleşik hayata geçmesi ile birlikte değişiklik gösteren mekânsal ihtiyaç ile yapılarda doğadaki malzemelerin kullanımı öğrenilmiştir. Taş, toprak, ahşap gibi doğal malzemeler kullanan insanoğlu kalıcı eserler vermeye başlamıştır. İnsanoğlunun yaptığı ilk yapılar incelendiğinde, imalatlarında durağanlık, kalıcılık ve anıtsallık amaçlarının olduğu

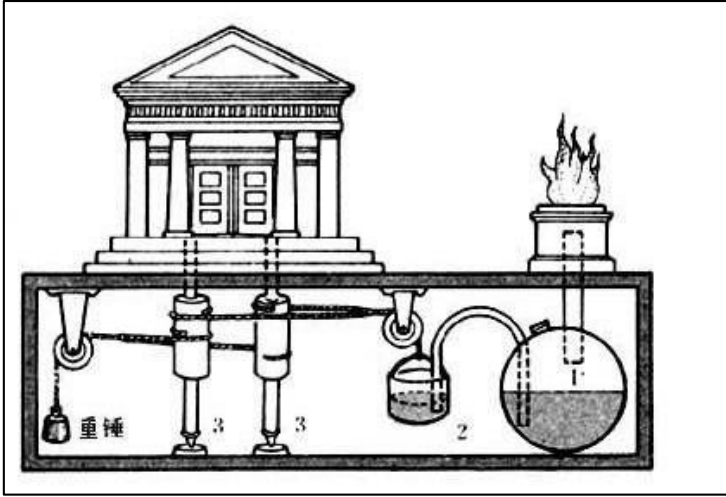
görülmektedir. Hareketli yapı öğeleri olarak ise pencere, kapı ve çatı elemanları dikkat çekmektedir [9].

Roma Kolezyum'u (MÖ 70-76) da hareketli yapı kabuğu elemanlarına verilebilecek ilk örneklerdendir. Kolezyum üzerinde yer alan yaklaşık 70 adet oval forma sahip halat ve kanvas kumaş, hareket edebilen bir mekanizmaya sahiptir. Ayrıca metallerin hayata girmesi ile beraber pivotlar ve menteşeler de kullanılmaya başlanmıştır. Bu elemanlar pencere ve kapılardaki verimliliği de artırmaya faydalı olmuştur (Resim 2.2.).



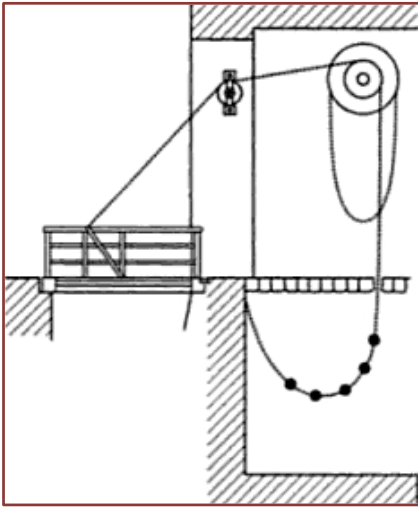
Resim 2.2. (a) Gizli kapı mekanizması, (b) Roma Kolezyumu Kanvas örtü sistemi [9]

MS 1. YY. 'da, Yunan tapınağı kapısının açma mekanizması, hareketli yapı kabuğu açısından önemli örneklerden birisidir. Pnomatik bir sistem ile çalışan bu kapılar, ısıtılma tabi tutularak su buhar basıncı artırılan 1. kaptan 2. kaba su akışının sağlanmasıyla, ağırlaşan 2 nolu kap aşağıya doğru iner. Buraya bağlanan halatlar ile kapıdan gelen halatlar silindirlere sarılarak kapı açılmaktadır (Resim 2.3.). Ateş söndürüldüğü zaman ise tersi bir işlem neticesinde kapı, 2 nolu kabın ağırlığının azalması ile yeniden kapanmaktadır [23].



Resim 2.3. Pnömatik çalışan açılır kapı sistemi detayı [23]

Hareketli elemanlara örnek olarak verilebilecek bir başka eleman ise hareketli köprülerdir. Ortaçağdan önce ve ortaçağ da kale girişlerinde güvenlik ve askeri amaçlarla hareketli köprüler de kullanılmıştır [8].



(a)

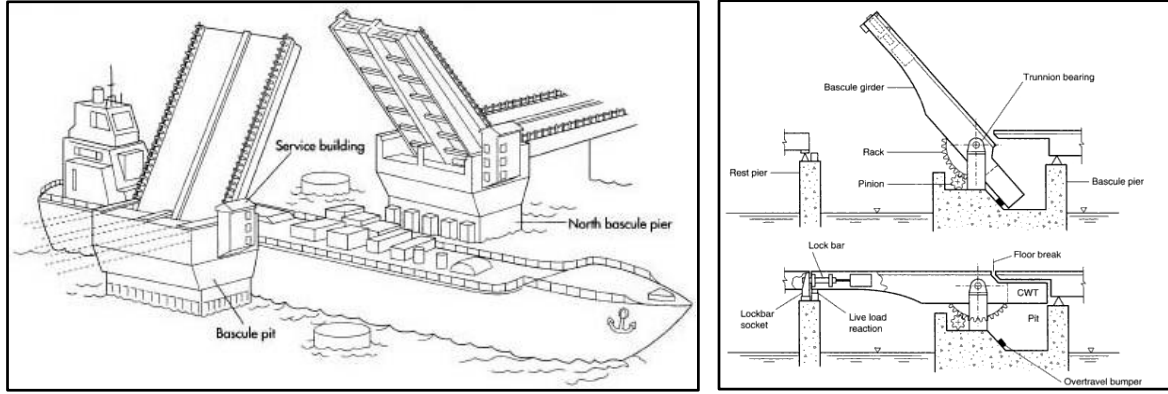


(b)

Resim 2.4. (a) Ortaçağ şatosunda bir asma köprünün nasıl çalıştığını gösteren detay, (b) Ortaçağ yapılarından biri olan Rocca Gradara görünümü, İtalya(13.-15. YY) [24]

Hareketli köprüler ilk önce koruma amacı ile yapılmıştır. Bu sistemlerde mekanizma zincirlerin çekilmesi ile çalışmaktadır. Baskül köprüler vinç ve kaldıraçlar ile desteklenerek geliştirilmiştir. Leonardo Da Vinci tarafından 16.YY'da geliştirilen bu sistem ile kaldırma işlemi çok kolaylaşmıştır, ayrıca milin karşısında bulunan karşı ağırlık sayesinde kapının ani düşmesi önlenebilmiştir [8].

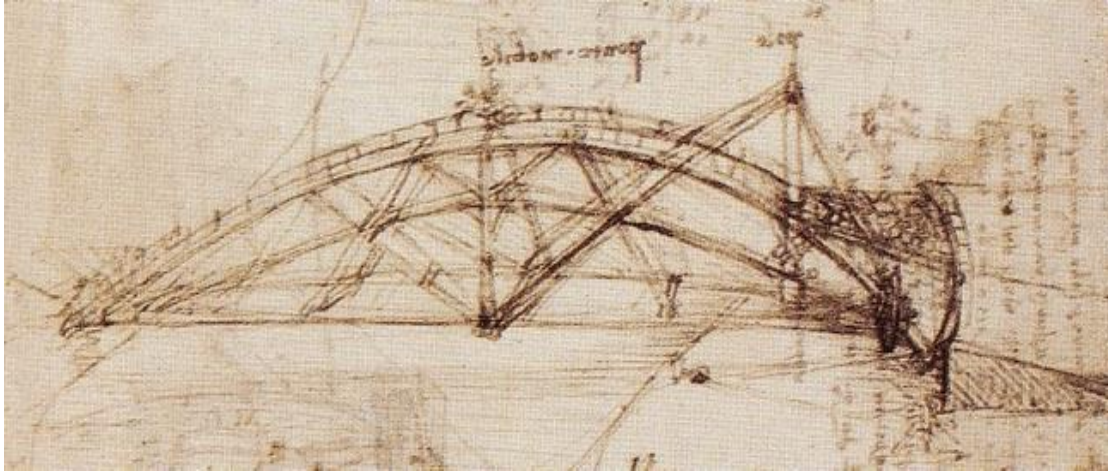
Modern baskül köprülerde ise hareket motorlu tahrik ile sağlanır. Sistemdeki zati ağırlık minimumda tutularak, dengeleyici ağırlıklar rulmanlar kullanılarak gerekli makine ve temeller de azaltılabilmektedir (Resim 2.5.). Bu sistemlerde malzeme olarak çelik kullanılmıştır.



Resim 2.5. Hareketli Köprü çalışma mekanizması [24]

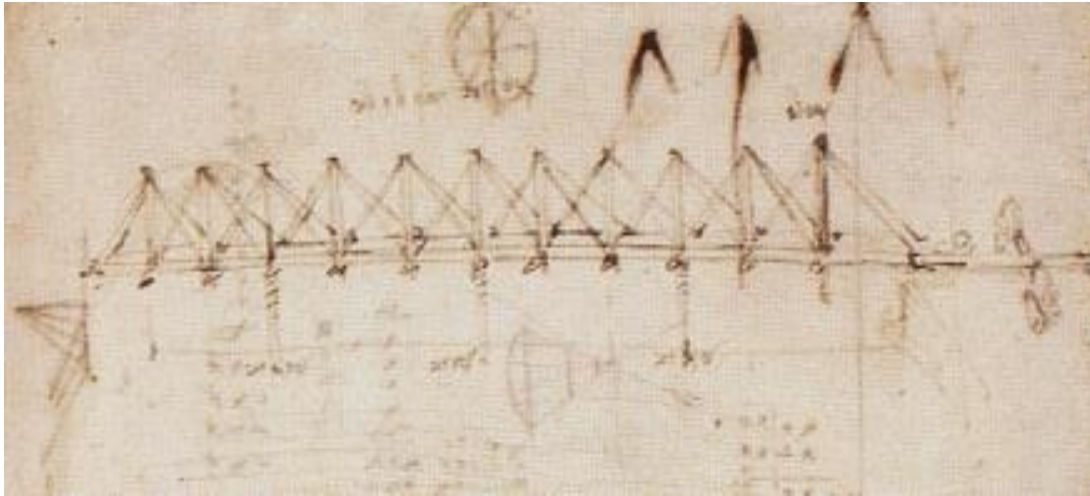
Rönesans dönemi tasarımcısı ve düşünürü olan Leonardo Da Vinci (1452-1519) hareketli (kinetik) mekanizmalar üzerine eskizler yapan tasarımcılardandır. Doğadaki canlıların hareketini gözlemleyen ve bu doğrultuda taslaklarını geliştiren Da Vinci'nin, hareketli araçlar ve mekanizmalar üzerine pek çok çalışması bulunmaktadır. Da Vinci'ye göre, "Alet tasarımı ve mekanik bilimi bütün diğer bilimler arasında en yararlı ve en değerli olanıdır. Bu bilim sayesinde nesneler hareket kazanarak iş yaparlar" [25].

Taslaklarında hareketi inceleyen Da Vinci, aletler ve araçlar üzerinde mekanik sistemleri geliştirmiştir. Geliştirdiği bu sistemleri mimariye aktararak hareketli mimari ürünler eskizlemiştir (Resim 2.6.). Tasarımları yanı sıra günümüze ulaşan şu sözleri ile de hareketli mekanizmalar ile ilgili yaptığı çalışmalar hakkında; "Hafif ve güçlü, kolaylıkla taşınabilecek, düşmanı kovmak ve yenilgiye uğratmak için kullanılabilecek köprü planları yaptım. Düşman ateşi veya saldırısından zarar görmeyecek, sağlam, taşınıp başka yere kurulması mümkün başka köprü planlarım da var." sözleri ile bilgi sahibi olabilmekteyiz [25].



Resim 2.6. Da Vinci'ye ait döner köprü taslağı [25]

Da Vinci'ye ait olan bir başka hareketli strüktüre sahip köprü tasarımı ise katlanır ve taşınabilir köprü taslağıdır. Üzerinde yer alan makas sistemi sayesinde katlanabilen bu köprü, ihtiyaç halinde açılarak karşıdan karşıya geçmeye imkân sağlamaktadır [25] (Resim 2.7.).



Resim 2.7. Da Vinci'ye ait katlanabilen ve taşınabilen köprü taslağı [25]

Geçmiş yüzyıllar incelendiğinde uzun bir süre hareketli mimari ilerleme kaydetmemiştir. 18. yy. da hareketli mimari ya da hareketli yapı kabuklarına örnek olabilecek bazı öğeler; hareketli kapılar, pencereler, açılıp kapabilen tavan vb. olarak karşımıza çıkmaktadır. Ayrıca 18 yy. da iç mekânda kullanılan ayarlanabilen masa, Avrupa'da bazı tiyatrolarda dönebilen mekanizmalar da bulunmaktadır.

20 yy ise hareketli mimari açısından bir takım üslup ve anlayışların meydana geldiği zaman dilimi olmuştur. Hareketli yapı kabuğunun 20. yy da yapılan ilk örneklerinden birisi, 1903 yılında “Heliotropik dönen ev” olup, bu yapı Paris Habitat sergisinde prototip bir modeldir. Ünlü Fransız mimar M. Engere Pettit tarafından tasarlanan, haç işaretli planlı binada, gün ışığından farklı zamanlarda maksimum fayda sağlamak için farklı odalarda, duvarlara açılmış geniş pencereler bulunmaktadır (Resim 2.8). Zemin seviyesine yerleştirilen döner tabla, rulmanlı yatak yolu sayesinde ev güneşi takip edebilmektedir. Birkaç inçlik hareket için kolu saatte bir kez hareket ettirmek gereklidir. Evi günde bir kere döndürmek için daha etkili döndürme istendiği takdirde benzinli motor tavsiyesinde bulunulmuştur [8]. Yapı 1939'da Amerika Birleşik Devletleri'ndeki El-Nino sellerinden tahrip olmuştur.



(a)



(b)

Resim 2.8. (a) Heliotropik Döner Ev Ön Cephe(1936), (b) Heliotropik Döner Ev hareketli taban kaidesi [9]

Hareketli yapı kabuğunun 20. yy da yapılan başka bir örneği Revolving Solarium yapısıdır. Işık kimyasal etkilerini araştıran bilim dalında Jean Saidman 1929’ da mevcut ultraviyole ışığını iyileştirmek için Mimar Andre Farde yardımı ile yeni bir solaryum tüpü patenti almıştır. Bu yapı o zamana kadar yapılmış başka bir binaya benzememekteydi.

Yapıda zemin kat yukardaki döner platforma asansör ve spiral bir bağlantı ile sağlanmaktaydı. Bodrum katta bulunan çelik platform elektrik motoru tarafından döndürülebilirdi. Platform merkezinde bir izleme ve kontrol odasından ve her iki tarafta da dört adet cam cepheli işlem kabininden oluşmaktaydı. Daha iyi havalandırma ve ağaçların üzerinde olması için havada yüksekte yer almıştır. Tüm kabinler gün boyunca güneş ışığında

tutulmasına yardımcı olmuştur. Yapı solaryum, romatizma, dermatoz, tüberküloz, raşitizm gibi çeşitli biçimlerini tedavi etmek için kullanılmaktaydı [8].



Resim 2.9. Jan Saidman, Revolving Solarium [8]

Yirminci yüzyılın ilk yarısında sabit ve statik binaların aksine, tasarımcılar, geleneksel tasarımları altüst ederek, döner tasarımlarla bir takım sinyaller vermişlerdir. Mimarlık ve makine arasında dinamik hareketliliği ortaya koyarak modern bir inançla, hareketliliği sağlayan teknoloji ve hareket sağlayan ilerlemede o yıllar için gelecek adına umut vermektedir.

Hareket ile ilgili eğilim Avrupa’da devrimci tarzların yaşandığı bir dönemde resim, grafik tasarım, edebiyat ve mimarlık alanlarında gerçekleşmiştir. Dönmeyi amaçlayan dışavurumcu tasarımların hiçbiri ne kadar çizilmiş ve açıklanmış olsa da yapılamamıştır.

1920 yılında Max Taut tarafından dönen ev tasarlanmış ve Frublicht dergisinde yayınlanmıştır. Tasarım zigzag olup genellikle silindirik şeklinde etrafını saran cam duvarlar, merkezi dik eğimli pramidal çekirdeğe bir dizi dormer benzeri bir çatı ile bağlanmıştır. Tasarımın dönmesi için temel neden felsefe idi. Taut’un dönen evi Crystalline Yıldız Evi’ne yakın bir benzerlik sergiledi.

Tasarımcılar, yapı statik olsa dahi katlanmış cephelerle hareket önermişlerdi. Dışavurumculuk eş zamanlı olarak yapılandırmacı mimari bir hareketti ve yapılandırmacı sanattan etkilenecek 1917 Rus devrimi sonrası yeni Sovyetler Birliği’nden gelmiştir. Soyut formlar beton, çelik ve cam olarak şekillendirildi. Hareketli elemanlar bazen yapılandırmacı (konstrüktivist) mimari tasarımda hareket duygusunu hayata geçirmiştir [8].

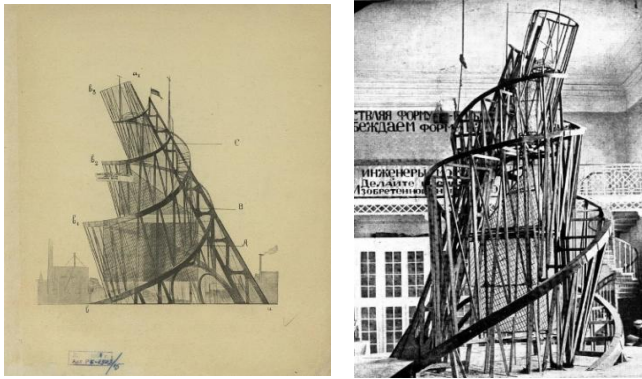


Resim 2.10. Max Taut Döner Evi, 1920 [26]

1917 yılında Vladimir Tatlin'e ait 3. Enternasyonal Anıtı yapılandırmacı mimari için en bilinen örneklerden biridir. Anıtın ana formu 400 m ye kadar spiralleşen ikiz helezon şeklindedir. Malzeme olarak cam, çelik ve demir gibi endüstriyel malzemeler kullanılacak olup, modernizmin yükselen simgesi olarak görülmektedir. Ana omurgası dört büyük yapıdan oluşan farklı oranlarda döner bir yapıdır. Yapının tabanında, içerisinde konferans ve toplantı yapmak için küp bir mekân bulunmaktaydı.

Küpün üzerinde ayda bir kere yürütme faaliyetleri ve dönüşüm gerçekleştiren küçük bir piramit, daha üzerinde günde bir kere rotasyon yapacak şekilde yerleştirilen telgraf, radyo ve hoparlör aracılığı ile manifesto ve haber yayınlanacak olup, en üstte de radyo ekipmanları için yarım bir küre yer almaktaydı. Sovyet yönetimi karşı çıktığı için inşa edilememiştir [26].

Yapıda amaç mimarlıktan çok bir heykel olmasıydı. Yapı statik olsa bile aynı hareketi ve enerjiyi sızdırabilir düşünceyle tasarlanmıştır (Resim 2.11).



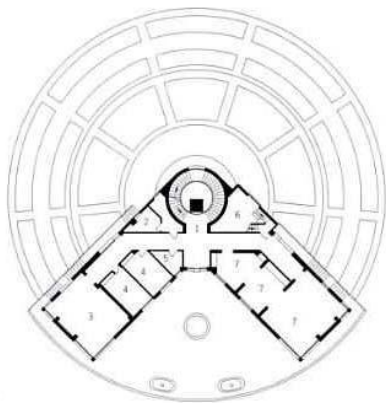
Resim 2.11. Vladimir Tatlin'e ait 3. Enternasyonal Anıtı (a) el çizimi [27], (b) maket görünüşü [28]

Dönme sembolik olduğu için ve hareketli yapı yapmanın zorluğu nedeniyle, Taut ve Tatlin'in tasarımları, o zamanın mimarlarının ilgisini çekmiyordu. Bununla birlikte yirminci yüzyılın ilk yarısı birçok tasarıma tanık olmuştur [8].

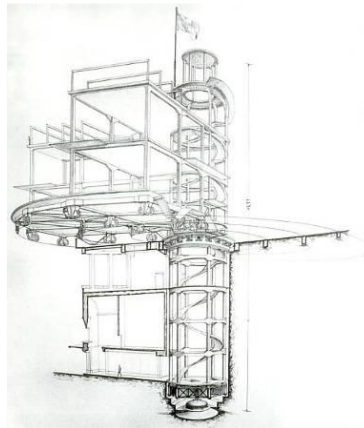
1935'in başlarında, Villa Girasole, makine mühendisi Angelo Invernizzi ve iç mimar Fausto Saccorotti ile birlikte tasarlanmıştır. Girasole ayçiçeği anlamına geldiğinden, villa güneşin hareketini izlemektedir. Önü daima güneşe dönük olarak dönebilmektedir. 42,35 metre yüksekliğindeki kulede, merkezde döner bir merdiven, zarif bir fenerle süslenmiş döner hareketin dayanağıdır (Resim 2.12). Kanalizasyon ve su hareketi çekirdekten aşağı inen borulardan toplama kapları ile bağlanmıştır. İşlevsel olarak evin tüm standart unsurları tabandan bağımsızdır [29].



Resim 2.12. Villa Girasole 1935 yılı kuşbakışı perspektifi [29]



(a)



(b)

Resim 2.13. Villa Girasole: (a) 360 derece dönebilen zemin kat planı [30], (b) spiral katın iskelet görünümü [31]

19 yy. ortalarında ortaya çıkan başka bir anlayış da fütürizmdi (gelecek bilimi). İtalya’da Filippo Tommaso bu akımın öncüsü olmuştur. Mimarlıkta değişim ve hareket savunularak tasarımlar bu yönde geliştirilmiştir. Fütürizmi savunanlar, hareketli mimari yapıların kentle toplumsal yapıya uyum sağlamasını savunmuşlardır.

1958'de François Massau adlı Belçikalı bir kömür tüccarı hasta eşinin günün her saatinde güneş ışınlarından ve onun sıcaklığından faydalanması için kendi çevresinde 360 derece dönebilen bir ev inşa etti. Ne ekoloji ne de enerji korunumundan pek de bahsedilmeyen bu yıllarda Massau' nun yapısı, ilk temelinden dönebilen evlerden biri olarak tarihe geçerek başkalarına ilham kaynağı olmuştur. Ev küçük elektrik motoru ile 90 dakikada tam tur atabilmekte olup günümüzde de hala çalışmaktadır.



Resim 2.14. Francois Massau, Döner evi, 1958 [32]

1961'de, Naoum Shebib, Burg Al- tarafından tasarlanan 187 metre yüksekliğindeki Kahire Kulesi, zamanının en yüksek beton yapısıydı (Resim 2.15.). Nil'in Gezira Adası'nda bulunan yapı, TV kulesi olarak hizmet vermiştir. Kule Mısır Piramitlerinden 45 metre kadar daha uzundur. 14 metre çapındaki Kahire Kulesi'nin dış kafes yapısı, antik çağdaki en saygı görmüş bitkilerden biri olan papirüsün yanında bulunan bir lotus çiçeğine benzemektedir. Granitten yapılmış ve yaklaşık sekiz milyon minik porselen mozaik karo ile süslenmiştir.

Kulenin tepesinde bulunan bir görüntüleme platformu ve döner bir restoran, kullanıcıların bu eski ama kozmopolit kentin güzelliğini keşfetmelerini mümkün kılmıştır [8]. Hareketli mimari için bir örnek teşkil etmektedir.



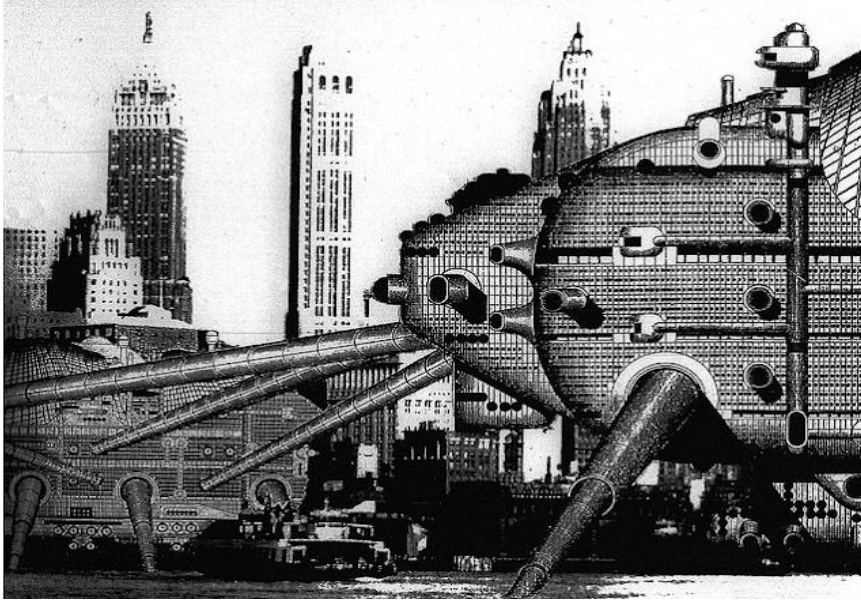
Resim 2.15. Kahire Kulesi, 1961 [33]

Aynı yıllarda Archigram isimli topluluk tarafından yapılan kent tasarımları oldukça dikkat çekmiştir. Yeni mezun birkaç mimarın oluşturduğu grup, bu anlayışı, bir yerden başka bir yere hareket edilebilir, sade bir yapı formu ile yapılandırılmış mimari bir çevre olarak tanımlamışlardır.

Aykut Gürel Archigram Grubu ana amaçlarını şu şekilde açıklamaktadır [26]:

- Mimari açıdan mutasyon (değişim) ve uyarlama (adaptation) kavramlarının eklenmesi
- Mimarlık eyleminde geçici objenin belirlenmesi,
- Parlak sonuçlara ulaşmış yüksek tekniğin toplumun tüm sorunlarına cevap verebilecek bir düzeye getirilmesi
- Tüm teknik olanakların ‘uzayın fethi’ konusuna yönelmesi
- Estetik araştırmanın önsel bir gaye olarak kabul edilmesi

- Şehir tasarımında, ‘insan yığılmaları’, ‘bireyler silosu’ gibi kavramların kabul edilmesi
- Yepyeni iletişim, dağılım ve beslenme organizasyonlarının araştırılması .



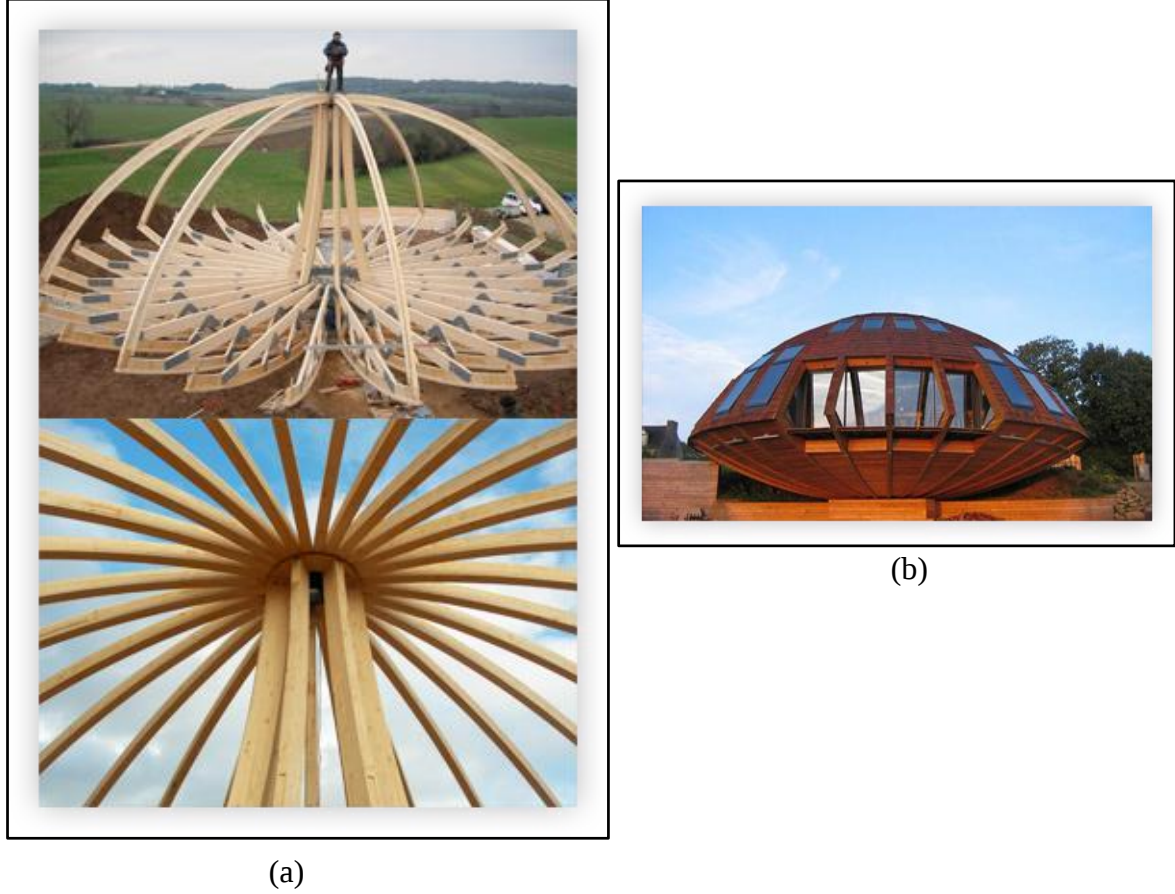
Resim 2.16.Archigram, Moving Cities [34]

Aynı dönemde ütöpik gruplar Buckminster Fuller’in çalışmalarından esin almışlardır. Fuller 1917-19 yılları arasında Amerikan ordusunda elde ettiğı teknoloji deneyimlerini yapı teknolojisine dönüştürmeye çalışmıştır. Fuller’ yapı üretiminin endüstriyel üretime dâhil edilmesi ile farkını ortaya koymuştu.” Fuller jeodezik mega strüktürlerle sınırsız büyüeyebilen kentlerin üstünün kapatılıp, içinde çevresel etkilerden korunduğı için daha uzun süre dayanabilen, hafif barınaklarla bir yaşam ütopyası kurmuştur ” [34].

Günümüzdeki hareketli yapı kabuğı sürecine gelirken, ilham kaynağı olmuş başka bir eser de Patrick Marsilli tarafından tasarlanan kubbe evdir. Dome House (Kubbe Ev) temiz elektrik ve sürdürülebilirlik için heyecan veren fütüristik bir ev çözümüdür. Ev, mekanik bir yapı üzerinde 360 derece dönerek tavana monte edilmiş güneş panelleri tarafından güneş ışığını en üst seviyeye çıkarır.

Tüm iç mekanlara güneş ışığı girebilen Kubbe Ev’in çevre dostu olması nedeniyle, yüzde doksanı FSC sertifikalı ahşaptan ve aynı zamanda da insütasyon amaçlı kullanılan çevre dostu mantardan yapılmıştır. Dahası, güvenlik sağlamak için, ev MSK ölçeğinde 8

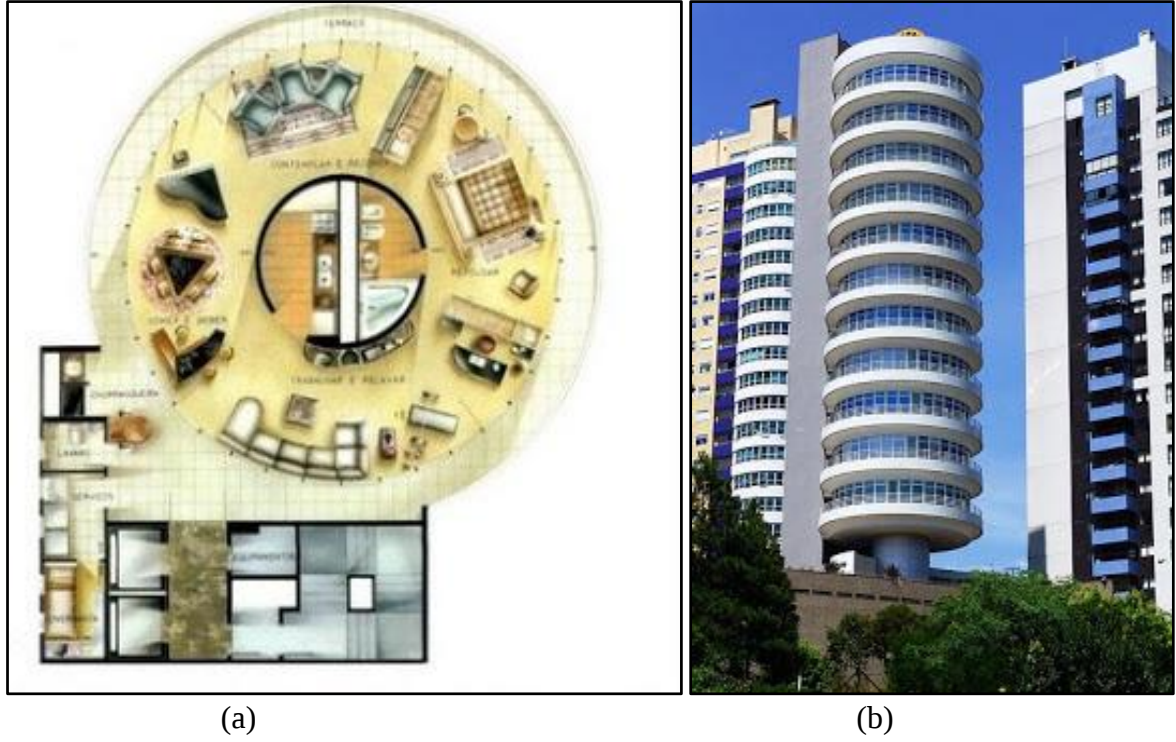
büyüklüğüne kadar olan kategori 5 kasırgaları ve depremlere dayanacak şekilde tasarlanmıştır. Evin ilk modeli Fransa’da 1988 yılında yapılmıştır [8].



Resim 2.17. The Solaleya Dome House(Kubbe Ev),(a) Ahşap karkas görünüşü, (b) Cephe görünüşü [35]

2002 yılında, Bruno De Franco tarafından tasarlanan ve Design Essentials SA tarafından Brezilya'nın Curitiba kentinde inşa edilen 11 katlı *Suite Vollard*, hareket edebilen ilk yüksek katlı apartman binasıdır. Bina silindir şeklinde doğrusal olarak yandan bağlıdır. Her kat, dönme hızı ve yönü bakımından kat sakinleri tarafından diğer birimlerden ayrı olarak kontrol edilen bir apartman birimidir. Binanın silindir kısmı, tamamen camlı dış duvarları ve çevresinde uzanan balkonları ile her dairenin yaşam alanından oluşur; bunlar yemek odası, oturma odası, yatak odası ve ofistir.

Her zemin, tüm tesisat, elektrik ve klima ile HVAC bağlantılarını barındıran sabit göbeğin etrafında halka tipi bir döner tabla üzerinde döner. Merdiven ve asansörün bulunduğu doğrusal blok, merkez göbekte aynıdır [8].



Resim 2.18. Suite Vollard – Döner apartman, Brezilya, 2002 (a) Kat planı, (b) Cephe görünüşü [36]

Mimarlıkta hareketli eğilimler günümüzde mevcut olan tüm gelişmiş teknolojiler ve yeteneklerin bir sonucu olarak, mimaride kullanımının daha önce mümkün olanın çok ötesine geçmesine imkân sağlamaktadır. Mimari alanda ilerleme, bağımsız ya da tekil olarak değil, bir bütünün parçası olarak ele alınmalıdır.

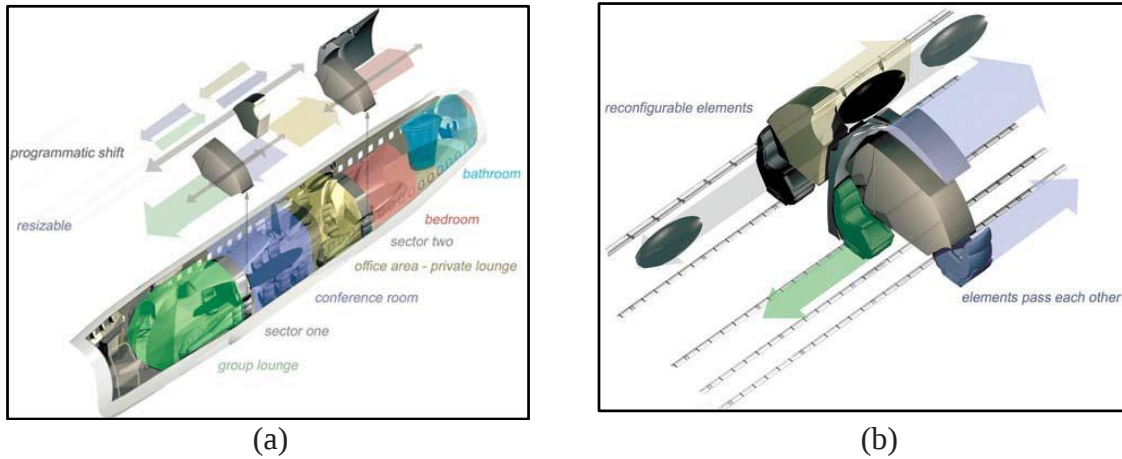
2.2. Mimarlıkta Hareketli Yapı Elemanlarının Kullanımı

Mimari ortamlardaki hareketli eğilimler, pragmatik veya insancıl düşünceleri veya her ikisini de kapsayan dört kategoriye ayrılmıştır. Bunlar; a) Mekânsal Uyum Sistemleri, b) Çok İşlevli Tasarım, c) İçeriksel Uyarlanabilirlik, d) Hareketlilik [8]

Mekânsal uyum sistemleri

Mekânsal optimizasyon sistemleri en çok geniş alanlarda yaygın olan birden fazla mekânsal aktiviteyi barındırabilen sistemlerdir. Ziyafet salonu, balo salonu, kongre merkezleri gibi mekânlarda farklı yapılandırmalar sağlayabilen dönüştürülebilir altyapı imkânı vardır.

Mekânsal optimizasyon, pratik açıdan, çevresel ve/veya insan eylemleri tarafından değişen uyaranlara, mekânsal konfigürasyonları ayarlamak için araç olarak hizmet edebilen hareketli mimari olarak tanımlanabilir. Bu kategorideki uygulamalar, çoklu kullanımlı iç düzenlemelerden, komple yapı dönüştürülebilirliğine kadar değişkenlik gösterebilir. Amaç kullanıcının hem ihtiyaçlarını hem de çevredeki değişen ortamları ve ihtiyaçlar doğrultusunda uyarlamayı yeniden yapılandırarak, hem sosyal hem de çevresel maliyetleri azaltmaktır. Kullanıcıların istekleri ve ihtiyaçları mahremiyetten tanıtıma kadar değişebilir. Bu nedenle mekânın faydacı mekânsal optimizasyonun üstündeki hümanist düşünceleri anlamak ve bunlara uymak önemlidir [8]. Buna örnek olarak; Domus BBC Tasarım Yarışmasında ödül almış “Interlocking Transformation” projesi verilebilir. Bu projede belirli bir uçuşun kullanıcıları tarafından yapılandırılan ve uçuş sırasında kısmen yeniden yapılandırılabilen, duyarlı bir iç mekân oluşturmak amaçlanmıştır. İç mekan üç farklı boyutlandırılabilen kısma ayrılmıştır [37].



Resim 2.19. (a) Interlocking Transformation, İç mekân diyagramı, (b) Interlocking Transformation birimleri bölen yeniden yapılandırılabilir elemanlar [23]



Resim 2.20. Domus BBC Design Comp. uçak kesiti [38]

Çok işlevli tasarım

Çoğu mimari alan tek bir uyumu barındıracak şekilde tasarlanmıştır. Mimari boşluklar tasarlandıkları işlev ile sınırlı değildir. Mimari alana çok işlevli tasarımın dâhil edilmesi, özel bir işlevi yerine getirmeleri için mekânsal yapılandırmanın hızlı alanlar oluşturması ile sağlanabilir. Değişim ya da işlev ekleme olarak tanımlanabilecek tasarım ile küçük bir odayı daha büyük ya da daha işlevsel bir odaya dönüştürebilecek şekilde yapmak mümkündür. Kullanıcı isteklerine bağlı olarak dış ortam ile entegre edilebilen ayarlanabilir pencere yapımı ile de olabilir. Mimari ölçekte çok işlevli tasarım, mekânda mobilya ile uyumlu ikincil bir sistem olarak da kullanılabilir. Bunun sonucu olarak çok işlevli tasarım, çok sayıda kullanım için araçlar sağlayacak ortak fiziksel alan paylaşabilen, hareketli mimari nesneler olarak da tanımlanır [39].

Hofman Dujardin Architects tarafından tasarlanan Bloomframe mimari ile bütünleşik çok işlevli bir sistem örneğidir. Bloomframe, dönüştürülebilir bir pencere çerçevesidir. Bu sistem ile kompakt daireler için balkon, ek dış alan sağlar, ofislerin yanı sıra otel birimleri gibi alanlarda kullanılabilir. Bu sistem çelik, cam ve alüminyum tekniğinde üç bileşenden meydana gelmektedir [8].



(a)



(b)

Resim 2.21. (a,b)Bloomframe pencere çerçeve sistemi [40]

İçeriksel uyarlanabilirlik

Mimaride bağlamsal konular üç ana bölüme ayrılmıştır. Form (boşluk, şekil, ölçek ve malzemeler), fonksiyon ve iklimdir. Mimarlar bağlamsal tepki ve esnek uyarlanabilirlik için çözümler geliştirme noktasında yeteneklidirler ancak genellikle ikisini nadiren tek bir yapıda birleştirirler. Bağlamsal mimari, geleceğe nadiren bakarken, geçmişin geçmişi ile

sürekliliğini doğruladığından, binalar, yapılı çevrede meydana gelen değişiklikler, trafik düzenleri gibi zaman içinde meydana gelen değişimlere uyum sağlama yeteneğine sahip olmalıdırlar.

İçeriksel uyarlanabilirliğin amacı site koşullarında düzenlemelerin ötesinde meydana gelebilecek değişikliklerle mimaride yerleşik esneklikle başa çıkacak binalar oluşturmaktır. Ned Kahn tarafından Rüzgar Peçesi, 6 katlı , 79,2 m yüksekliğinde bir yapıdır. ABD'nin Charlotte, 'Kuzey Karoline 'da yer alan bu otopark yapısının cephesinde 80000 adet küçük alüminyum panel yer almaktadır. Cephe görünmez rüzgâr dalgalarını görünür metalik çim dalgalarına dönüştürür. Öte yandan bu dalgalar binanın içinde hiç bitmeyen ışık ve gölge desenleri oluşturur. Bu sistem park binasının iç kısmına havalandırma ve gölgeleme sağlaması amacıyla yapılmıştır [8].



(a)



(b)

Resim 2.22. (a) Wind Veil Otoparkı Dış Görünüşü, (b) Wind Veil'de alüminyum panellerin görünüşü

İçeriksel uyum için verilebilecek bir başka örnek ise Suudi Arabistan Krallığı, Medine'de bulunan Camilerdeki şemsiyelerdir. Bu şemsiyeler bulunduğu yerde yarı saydam bir tonoz oluşturmaktadır. Böylece açık ve geniş alan meydana gelmiştir. Mevsimsel, iklimsel ya da havasal değişimlere göre dönüşüm sağlayan bu şemsiyeler, harcanacak enerji tüketimini de açılıp kapanabildiğinden minimumda tutmaktadır. Açılıp kapanması kontrolü, dış sıcaklık, rüzgar hızı, bulutlar vb. gibi faktörleri hesaplayabilen bilgisayar sistemi ile sağlanmaktadır (Resim 2.23.).



Resim 2.23. Medine’de açılır kapanır şemsiye örtüler [41]

Studio Gang Architects tarafından tasarlanan ve 2003 yılında tamamlanan Bengt Sjostrom / Starlight Tiyatrosu (Resim 2.24.), bağlamsal uyarlabilirlik için verilebilecek başka bir örnektir. Bu bina, havadan bağımsız olarak bina içinde gerçekleşen gösterilerin devam etmesini sağlamanın yanı sıra açık hava atmosferini koruyarak popüler bir açık mekânın yerini alacak şekilde tasarlanmıştır. Çatı, çiçek yapraklarına benzeyen ve tabana menteşeli altı adet üçgen panelden oluşan, origami benzeri bir dönüştürülebilir elemandan oluşmaktadır [8].



(a)



(b)

Resim 2.24. (a) Bengt Sjostrom / Starlight Tiyatrosu[31] , (b) Bengt Sjostrom / Starlight Tiyatrosu alttan görünüşü [42]

Hareketlilik

Eskiden beri insanlar yeme içme ihtiyaçları için ya da mevsimsel değişimlerden dolayı hareketli mekânları bir yerden diğerine taşınmak için kullanıyorlardı. Günümüzde, bu tür yapılar iklimsel nedenlerin yanı sıra politik olarak da kullanılmaktadır. Her ne kadar (hareketli) mobil mimari kamplarda veya savaşlarda hastane, konaklama yapısı olarak kullanılsa da, işleve büyük ihtiyaç duyulan dünya fuarları, konserleri ve sokak fuarları gibi mekânsal oluşumlarda da kullanılmaktadır. Mobil binalar, kolayca inşa edilebilir, bir yerden bir yere taşınabilir, monte edilip depolanabilirler. Hareketli (mobil) mimari, büyük binalardan küçük tek kişilik odalara kadar çeşitli ölçeklerde kullanılabilir.

2002 yılında LOT-EK tarafından tasarlanan konteyner (Resim2.24.) hareketli mimariye verilecek örnekler arasındadır. Yaşamak, çalışmak ve hatta depolamak için bir boşluk görevi gören konteynerde duvarlarındaki kesikler, farklı tesisler içeren haddelenmiş alt hacimlere izin verir. Bu alt ciltler kenarlardan itildiğinde, iç alanı serbest bırakarak genel ve genişlemiş bir yaşam alanı yaratırlar. İçeri itildiklerinde, konteynerin tamamını doldururlar, birbirlerine kenetlenirler ve dünya standartlarında nakliye için izin vermek için kabın dış yüzeyinde çıkıntı yapmazlar [43].



Resim 2.25. Hacimsel Olarak Büyüyeabilen Lot-Ek Konteyner Evi, (a) Dış Görünüş, (b) İç Görünüş [43]

Yukarıda belirtilen tüm tanımlardan "Hareketli Mimari ve Hareketli Yapı Kabuğu Elemanları", çevreye cevap olarak hareket eden binalar veya yapı parçaları olarak açıklanabilir. Her ne kadar "Hareketli Mimari" teriminin ilk resmi tanımı 1970'te yapılmış

olsa da, yapı bileşenlerinden yapıya bir bütün olarak değişen birçok hareketli çözüm geçmişte de mevcuttu.

Hareketli yapı kabukları ya da hareketli elemanlar tıp, eğlence, konut gibi farklı ihtiyaçlara cevaben yapılmışlardır. Mimari ortamlardaki hareketli eğilimler şu anda pragmatik veya hümanist koşullara veya hatta her ikisine de hitap etmektedir.

20. yüzyılda fütüristik mimari ile başlayan ütöpik tasarımla ilgili bir takım kurgular 1960' lı yıllarda yayınlanan Jetgiller (The Jetsons) çizgi dizisinde de görülmekte iken, aslında ileriki yıllarda gelecek dünyanın beklentileri ve ulaşabileceği bir takım mimari yaklaşımlar açısından ilham kaynağı da olmuştur (Resim2.26).



Resim 2.26. Jetgiller çizgi dizisi (The Jetsons) [44]



Resim 2.27. Jetgiller ve enerji gerçekliği [45]

3. HAREKETLİ YAPI KABUKLARI

Günümüze kadar kabul gören mimari yaklaşım genel olarak fonksiyonların karşılanması üzerine kurulu, dış şartlara dayanımı yüksek, kalıcı olan tasarım ölçütlerinden oluşmaktaydı. Bu nedenle binaların hemen hepsi isteklerin ya da beklentilerin zamanla değişebileceği, yer değiştirebileceği ya da başka fonksiyona dönüştürülebileceği anlayışından uzak düşünülmüş, tasarlanmış ve uygulanmışsa da günümüz koşullarında bu yaklaşım geçerliliğini yitirmiştir. Günümüz modern toplumun ihtiyaçlarındaki değişiklikler başta olmak üzere, çevresel faktörlere uyum, teknolojinin verimli kullanımı, esnek ve ihtiyaca göre değişebilen mekânların ihtiyacı neticesinde statik (durağan) binaların ihtiyacı karşılayamayacağı artık anlaşılmıştır. Bu nedenlerden dolayı günümüz mimarları yukarıda bahsi, geçen tüm faktörlere kayıtsız kalamayarak değişebilen, dönüşebilen, dinamik parametrelere sahip, çevre ile etkileşimli binalar tasarlama yoluna gitmektedir.

Hareketli binalar yer değiştiren ve biçim değiştiren binalar olarak iki ana başlıkta incelenebilir. Hareketi sağlamaları için bir takım elemanlara ihtiyaç duymaktadır. Bu hareket bir mekanizma ile gerçekleştirilebileceği gibi buna ilaveten güç kaynağı, yük aktarım organları (transmisyon araçları) gibi parçalara da ihtiyaç duyarlar. Hareket olarak mimariye yerleşmiş farklı yaklaşımlar mevcuttur. Harekete dayalı olarak, biyomimesis olarak adlandırılan canlı formların taklitleri ile uygun çözümlerin elde edilmesi bir yaklaşım olduğu gibi, disiplinler arası çalışmalar neticesinde de elde edilen bulgular neticesinde oluşturulan sistemlerin geliştiği görülmektedir.

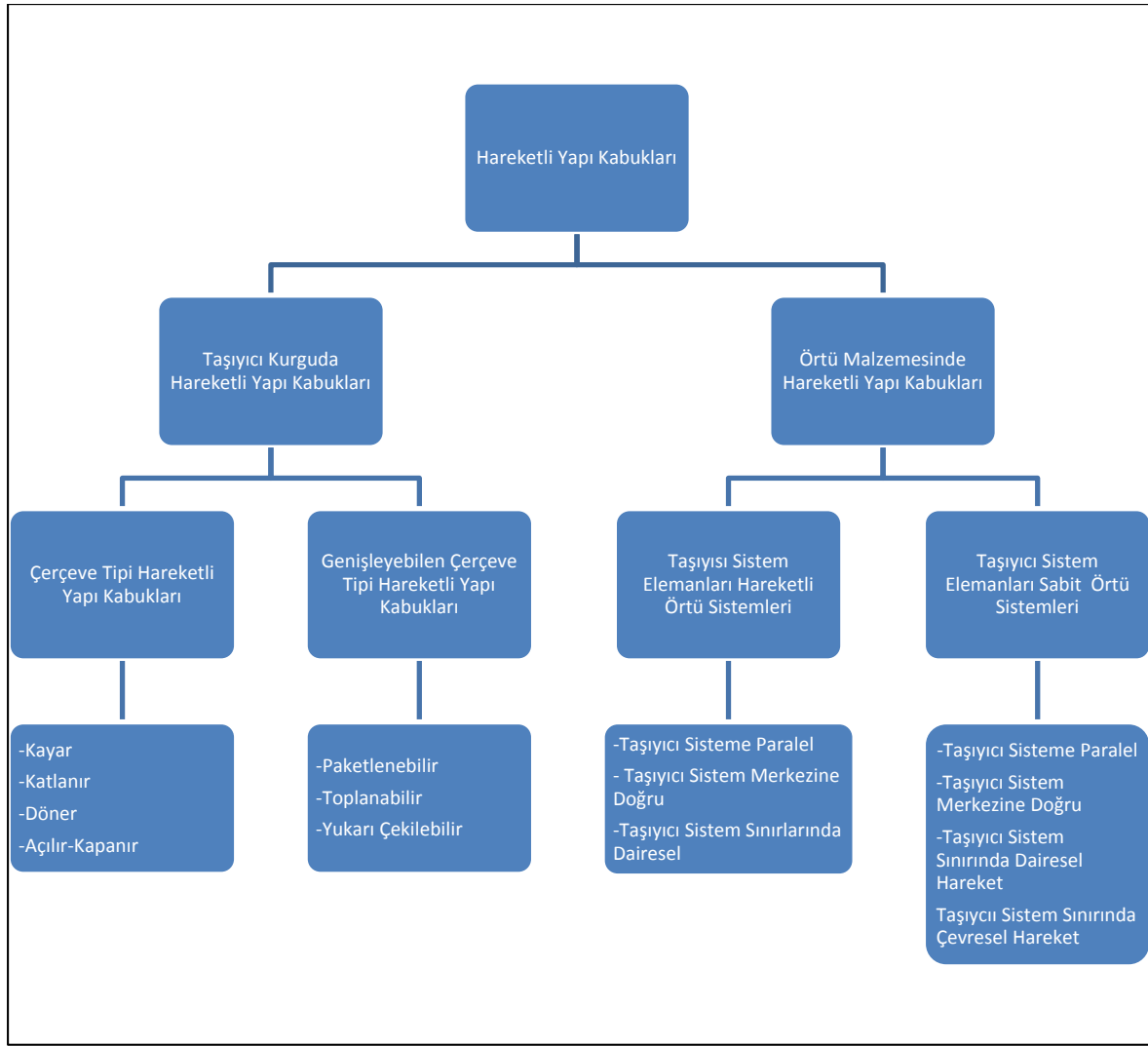
Günümüzün sürekli değişim gösteren koşullarına uyum sağlaması amacıyla mimari ürünlerde esnek, değişebilen ve dönüştürülebilen talebe artış gözlemlenmesi tabiidir. Gelişen teknoloji ve günümüzde kullanımı giderek yaygınlaşan hafif yapı malzemelerinin sayesinde ihtiyaçlara cevap verebilen hareketli yapıların örnekleri her geçen gün artmaktadır.

Hareketli yapı kabuklarının mimarlıkta kullanım biçimleri; çatılarda (hareketli çatılar), cephelerde (hareketli cepheler) veya hem çatıda hem cephede birlikte hareketli yapı kabukları olarak yer almaktadır. Hareket mekanizması bina üst örtüsüne konuşlandırılabilir şekilde tasarlanabileceği gibi, bina cephesinde lokal konumlandırılan ya da binanın cephesini tümüyle meydana getiren elemanlardan da oluşabilir.

Bazı durumlarda yapı dış kabuğu olarak adlandırılan ve yapıyı iç mekân ile dış mekan olarak ayıran yapı elemanı ve/veya bileşenleri, bütünüyle hareketli parçalardan teşkil edilebilir. Böyle konuşlandırılan sistemlerde kabuk kendisi bir bütün olarak hareket ederek, kullanıcı isteklerine göre form oluşturur. Yapılan tez çalışmasında hareketli mimari olarak literatürde yer alan bazı önemli yapıların incelemesi öncesinde, hareketli çatı ve hareketli cephe elemanlarının içeriği hakkında bilgi verilmiştir. Bu bölümde yer alan bilgiler dördüncü bölümde yer alan hareketli yapı kabuğu elemanlarının dünya örnekleri üzerinden analizi kısmında kullanılmıştır.

Hareketli yapı kabuğu elemanlarının sınıflandırmasında hareket kurgusu temel özelliğini oluşturur. Bu sınıflandırma taşıyıcı kurguda hareketli sistemler ve örtü malzemesinde hareketli sistemler olarak iki ana başlıkta incelenebilir. Taşıyıcı kurguda hareketli yapı kabukları dönme, açılıp kapanma, katlanma ve kayma ile hareket eden sistemlerken, örtü malzemesinde hareketli sistemler membran malzemenin hareket sistemi vasıtasıyla dönme, sarılma, katlanma, toplanma hareketli ile hareket eden sistemlerdir [7].

Destek malzemesinde hareketli sistemler, sabit örtü malzemesinde hareket eden sistemler ve hareketli örtü malzemesinde hareketli sistemler olarak iki ayrı başlıkta incelenir. Taşıyıcı kurguda hareketli yapı kabukları ise çerçeve tipi hareket ya da genişleyebilen çerçeve tipi hareket edebilen sistemler olarak iki farklı başlıkta incelenir. Çerçeve tipi hareketli yapı kabukları; kayar, katlanır, döner ve açılır-kapanır hareket özelliğindeki çerçeve sistemleri ihtiva ederken, genişleyebilen çerçeve tipi hareketli sistemler; paketlenabilir strüktür, toplanabilir strüktür ve yukarı çekilerek kaldırılan strüktür olarak üç alt başlıkta incelenir [7].

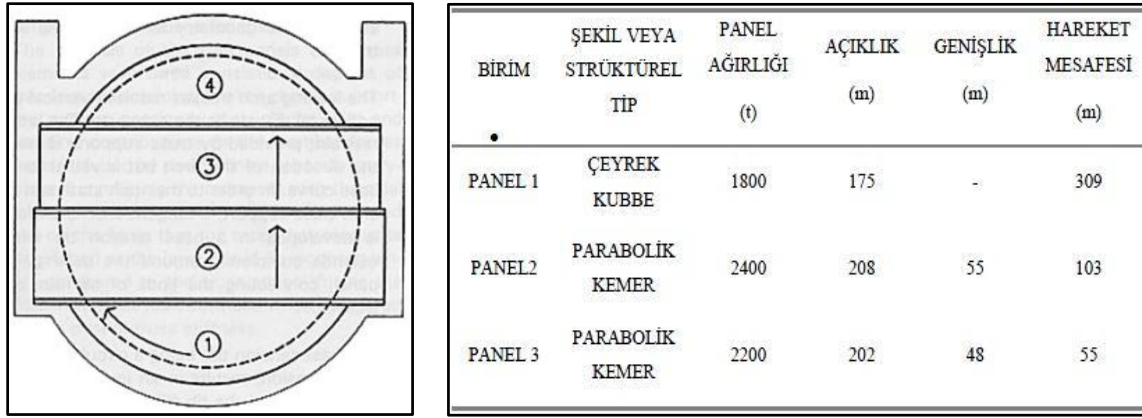


Şekil 3.1. Hareketli yapı kabuğu elemanları sınıflandırması[7]

Taşıyıcı kurguda hareketli yapı kabuğu elemanları kendi içerisinde çerçeve tipi ve genişleyebilen çerçeve tipi olarak ikiye ayrılır.

Çerçeve tipi hareketli yapı kabukları

Bu sistemlerde çekme dayanımı az basınç dayanımı fazla olan malzemeler tercih edilir. Bu hareketli yapı kabuklarında tüm çerçevenin hareketi yerine belli parçalara bölünmüş çerçeveler kullanılmaktadır. Her bir çerçeveden oluşan paneller birbirlerine yük aktaracak şekilde tasarlanmışlardır (Resim 3.1.). Bu tip hareketli yapı kabuğu sistemlerinde strüktürel manada her parçanın taşıdığı yük farklıdır. Bu nedenle dış güçler ve yük farklı olacağından hareket mekanizmasındaki davranış da farklı olacaktır. Resim(3.1.(b))’de panellerin davranışını etkileyen bilgilere yer verilmiştir [7].



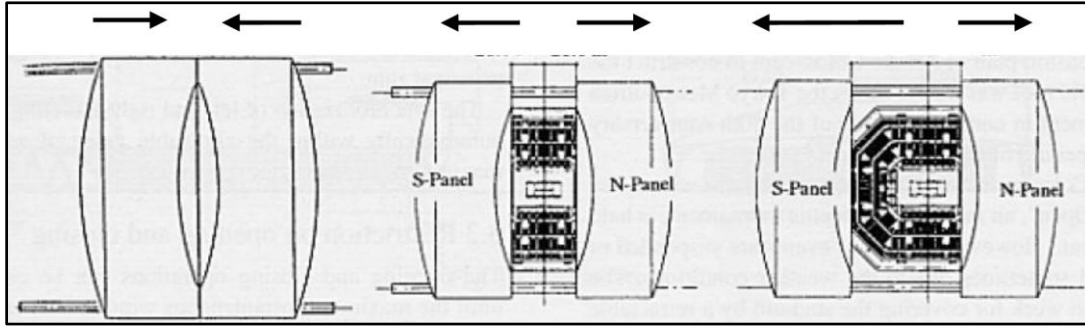
Resim 3.1. (a) Çerçeve tipi sistemlerde panellerin yük aktarım şeması, (b) bu panellere ait panel davranış ve etkenler [7]

Paneller hareket ederken strüktürde bir değişiklik olmamaktadır. Bu sistemlerde hareketli yapı kabuğu bir bütün olarak ya da kısmen hareket edebilir. Bu sistemler örtü malzemeli hareketli yapı kabuğu elemanlarına göre daha dayanıklıdır. Yüksek stabilite gerektiren durumlar da bu sistemler tercih edilirler. Bu nedenle kullanılacak malzeme betonarme, çelik, cam ve titanyum gibi bazı alaşımlı yapı elemanlarıdır.

Taşıyıcı kurguda hareketli çatıların tasarımına bağlı olarak, raylar üzerinde hareket eden motorlu tekerli sistemler, kablo ile çekilerek raylar üzerinde hareket eden tekerli sistemler ve düşey ekseninde raylar üzerinde hareket eden dişliler düzenlenebilir [2]. Hareket mekanizmaları düzenlenirken bir takım dikkat edilmesi gereken noktalar vardır. Bunlar:

- Hareketli çatının hareket sıklığına bağlı olarak toplam tekerlek sayısı, tekerlek çapı, tekerlek aralığı ve tekerlerin birbirleri ile olan bağlantısı düşünülmelidir.
- Raylar seviye, açıklık ve eğrilik gibi faktörler dikkate alınarak düzgün bir şekilde alt kirişe sıkıca sabitlenmelidir.
- Ray bağlantılarında ısısal değişikliklerden kaynaklı meydana gelebilecek genleşme ve büzülme dikkat edilmelidir.
- Hareket mekanizması, üst örtünün tahmin edilen şiddetli rüzgâr koşulları altında bile belli bir hızda düzgün bir şekilde hareket etmesini sağlamak için yeterli güç ve transfer mekanizmaları ile donatılmalıdır [2].

Çerçeve tipi hareketli yapı kabukları dört farklı şekilde düzenlenebilir. Bunlardan ilki kayar hareketli sistemlerdir. Bu sistemler düzenlenirken birkaç alternatif ortaya çıkmaktadır. Kayar hareketli sistemlerde hareket; düzlem, çerçeve kesitli veya eğrisel kesitli panellerin tek bir yönde üst üste binecek şekilde kaydırılması sonucu olabileceği gibi, karşılıklı kaydırılması ile de sağlanabilir (Resim 3.2.). Genellikle büyük ölçekli tasarımlarda bu sistemler tercih edilir [7].



Resim 3.2. İki panelin karşılıklı kayma hareketi ile oluşturduğu sistem [7]

Kayar sistemler dörtgen düzlem aksta, dairesel düzlem aksta, çerçeve kesitli aksta eğilmeye çalışan eğrisel aksta ve çokgen düzlem aksta yapılabilir. Çerçeve tipi hareketli yapı kabuklarının ikinci düzenlenme şekli katlanır hareketli sistemlerdir. Bu sisteme göre yatay, eğik veya eğilmeye çalışan eğri bir kiriş sistemi üzerinde rijit özelliklerdeki örtü malzemesi, düzlem panellerin katlanarak hareket ettirilmesi ile hareket sağlar. Esnek bağlantı noktaları üzerinde beton, metal, panel, çelik ve cam plakalar gibi rijit özelliklerdeki paneller esnek düğüm noktalarından hareket ettirilmektedir. Katlanır hareket sisteminde yüzeyler, en uzun hatlar olan köşegenlerden içe doğru katlanarak toplandığı için düzgün dörtgen ya da türevleri şeklinde formlar kullanılmaktadır.

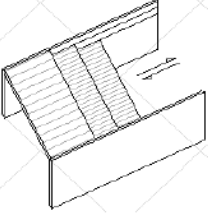
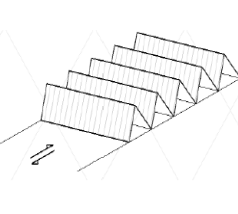
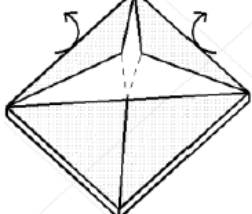
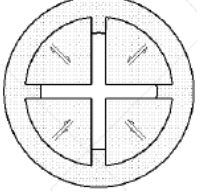
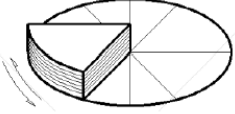
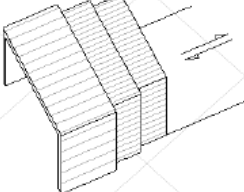
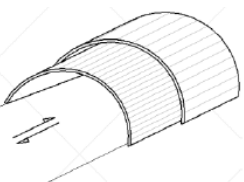
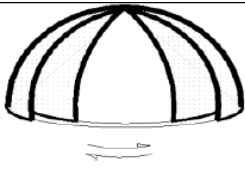
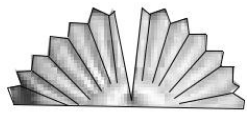
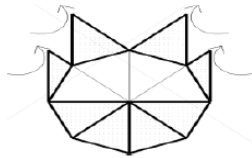
Çerçeve tipi hareketli yapı kabuklarının üçüncü düzenlenme şekli döner hareketli sistemlerdir. Bu sistemler, yatay eğik ya da eğilmeye çalışan eğri bir kiriş sistemi üzerine rijit ve eğrisel kesitli örtü malzemesinin dairesel forma sahip olan plan şemasında döndürülmesi ile meydana gelmektedir.

Burada meydana gelen hareket, farklı boyutlarda tasarlanmış olan panellerin tek bir yönde üstü üste bindirilmesi ile dairesel plan düzlemindeki taşıyıcı sistem sınırlarında kaydırılması ile oluşturulur. Çerçeve tipi hareketli yapı kabuklarının dördüncü düzenlenme şekli açılır - kapanır hareketli sistemlerdir. Bu sistemler özellikle pnömomatik sistemler olmakla beraber, çatı örtü

malzemelerinin hareket yönü tasarıma göre düşey, yatay, eğik ya da eğrisel kombinasyonlarla, taşıyıcı sistem merkezine doğru gerçekleşir.

Bir çiçeğin açılıp kapanmasına benzer bir hareket sergiler. Uygulama alanları genellikle küçük ölçekli tasarımlar olup, yapılan çalışmalar ve bilimsel gelişmeler ilerleyen zamanlarda bu sistemlerin favori hareketli yapı kabuğu strüktürü olacağını göstermektedir [7]. Çizelge 3.1’de hareketli çerçeve sistemler hareket akslarına bağlı olarak görsellerle ifade edilmiştir.

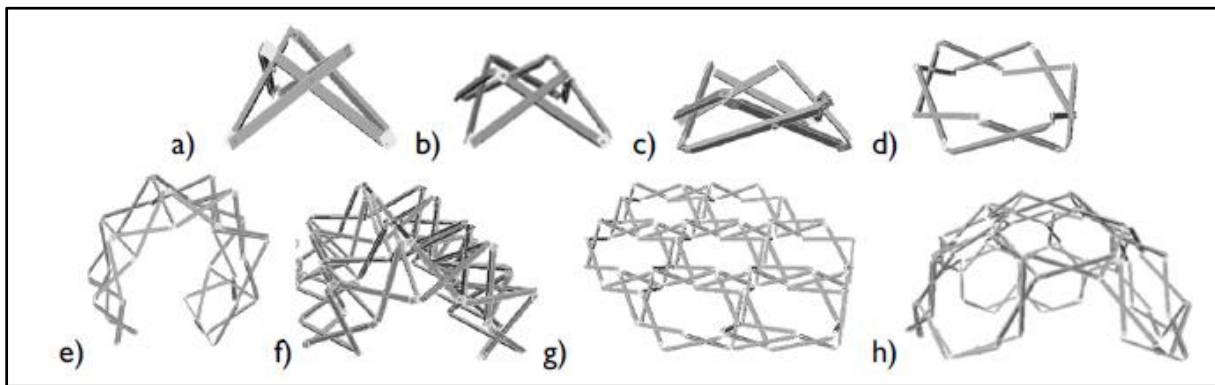
Çizelge 3.1. Hareketli çerçeve sistemlerde hareket aksına göre yapı kabuğu elemanları[50]

Hareket Aksı	Görsel			
	Kayar Hareketli	Katlanır Hareketli	Döner Hareketli	Açılır-Kapanır Hareketli
Dikdörtgen Düzlem Aks			-	
Dairesel Düzlem Aks		-		-
Çerçeve Kesiti Aks		-	-	-
Eğrisel Aks		-		
Çokgen Düzlem Aks	-	-	-	

Genişleyebilen çerçeve tipi hareketli yapı kabukları

Genişleyebilen hareketli yapı kabuğu elemanları, çubuklardan veya plaklardan oluşan elemanlar vasıtasıyla genişleyebilen ya da bir merkezde toplanabilen şekilde tasarlanmaktadır. Bu hareketli yapı kabuğu elemanları yavaş bir sistem üzerinde açılır ve kapanır. Sistemin en küçük elemanı makas olup, bu elemanlar biri dönme mafsallı olup iki parçadan teşkil edilir. Makaslar uçlarındaki mafsallar çerçeve strüktürün ikincil hatlarını sağlamak için çember formu meydana getirir.

Tamamlanmış ikinci halin de ötesinde genişleyip toplanarak 3D formlar meydana getirmektedir. Kablo ya da membran gibi gerilmeye yardımcı parçalar sisteme eklenince formlar daha da genişleyerek 3D makas halini alır ve sonuç olarak kule, uzay strüktürler hızlıca inşa edilebilir [46].

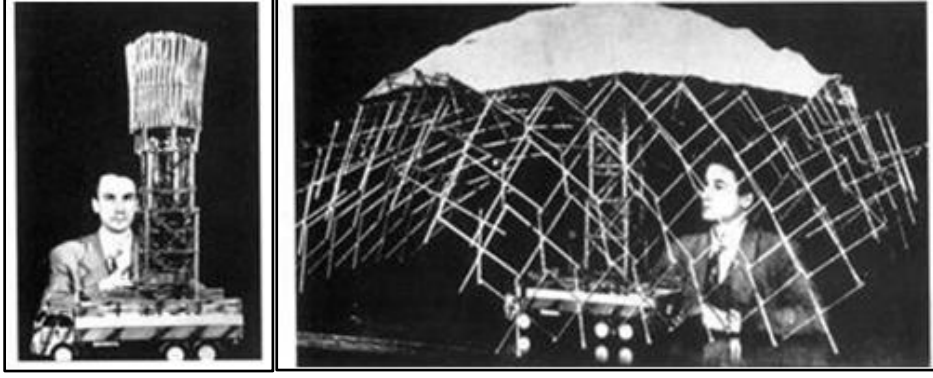


Resim 3.3. Makas elemanların hareketi (a-b) piramit tipi birimler ve (c-d) çarpık türleri; (e-h) katlanabilir şekiller [46]

Genişleyebilen çerçeve tipi hareketli yapı kabuklarının ilk düzenlenme şekli bir paket içinde katlanabilir strüktürlerdir. Genişleyebilen çerçeve tipi strüktürlerin öncüsü Emilio Perez Pinero olup, hareketli makas elemanları kullanarak 1961’de katlanabilir tiyatro yapısı inşa etmiştir. Çatı yükünün fazla olması en büyük engel olup, büyük masraflar ile oluşan ilginç bağlantılar ve bükülme özelliği olmayan destek elemanları da diğer olumsuz özellikleridir [46] (Resim 3.3.).

Hareketli yapı kabuğu üzerine çalışmalar yapan mimarlardan Emilio Perez Pinero, 1961’de kendi kendine katlanabilen, taşınabilir “Foldable Theatre”yi tasarlamıştır (Resim 3.4.).

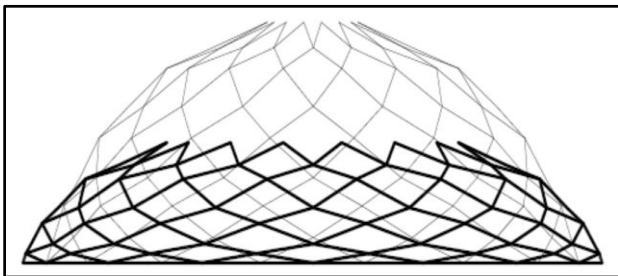
Tepe noktası, kamyon tarafından taşınan bir kuleye bağlanan ve hareketli makas sistemlerinden oluşan strüktür kendi kendine açılıp kapanabilme özelliğine sahiptir. Merkezden açılarak kubbe formunu alan strüktür, isteğe göre katlanarak tek bir noktada toplanabilmektedir. Pinaro'nun, esnek kaplama malzemesi ile de kaplanabilen bu tasarımı, sonraki hareketli (kinetik) sistem çalışmalarına öncü olmuştur [47].



Resim 3.4. Pinaro'nun hareket edebilir tiyatro strüktürü[46]

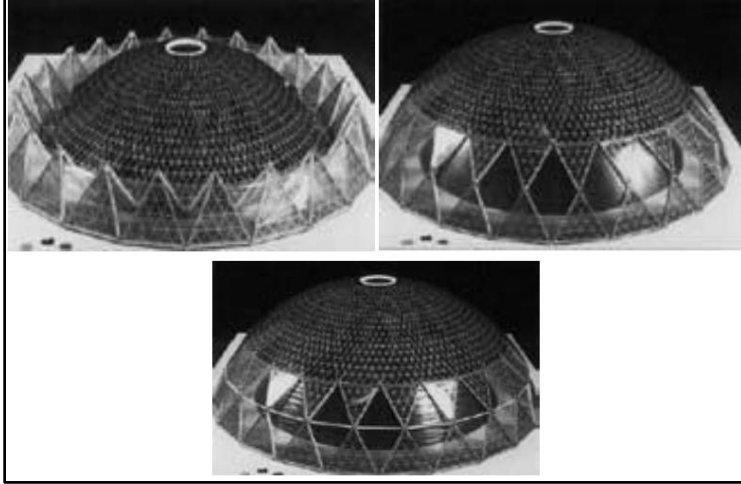
Kendisini tekrar eden bu strüktürlerde ihtiyaç duyulan kablo vb. elemanlar üzerine çalışılırken, kendi kendine stabil strüktürlerin tasarımları olasıdır. Bu elemanlar geometrik uyumsuzluk neticesinde katlanamayarak deforme olmaktadır [46].

Genişleyebilen çerçeve tipi hareketli yapı kabuklarının ikinci düzenlenme şekli toplanarak kendini tekrar edebilen strüktürlerdir. Hareket sırasında katlanabilen strüktürlerin uygulamaları zordur. Açılı elemanların C. Hoberman tarafından keşfedilmesiyle, hareketli yapı kabuğu tasarımında önemli bir avantaj sağlanmıştır. Expo 2000'de İris Kubbesinin hareketli yapı kabuğu Hoberman tarafından oluşturulmuştur. Burada bilgisayar destekli dört adet silindir çatı hareketini oluşturmuştur. 6,20 m çapında ve 10,20 m yüksekliğindeki kubbenin (Resim 3.5.) küçük açıklığına rağmen çok sayıda parça içermesi nedeniyle pahalı olması ve yapımının zahmetli olması dezavantajlarıdır[7].

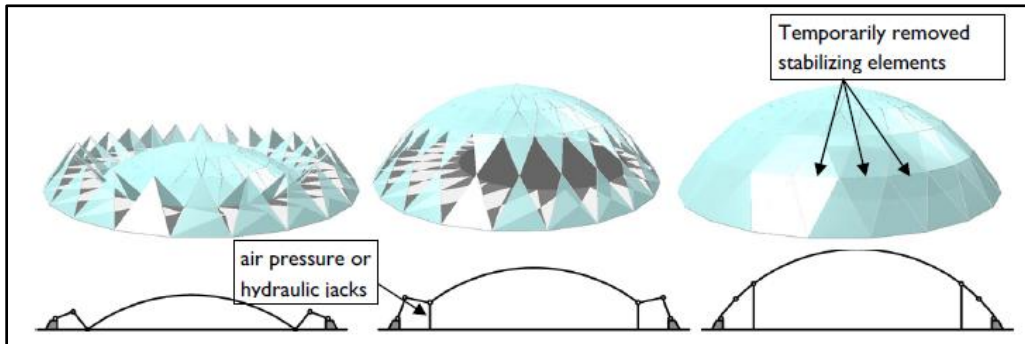


Resim 3.5. İris Kubbesi[46]

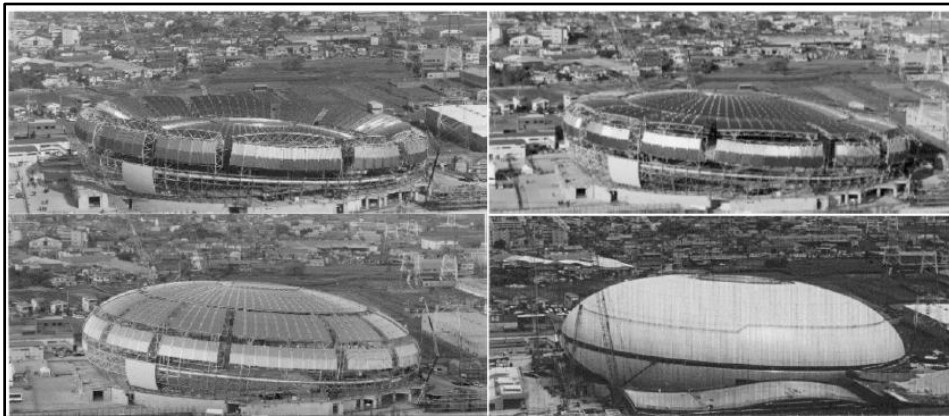
Genişleyebilen çerçeve tipi hareketli yapı kabuklarının üçüncü ve son düzenlenme şekli de yukarı çekerek kaldırmadır. Üç boyutlu uzay strüktürler bu sistemlerle verimli olarak çalışabilmektedir (Resim 3.6).



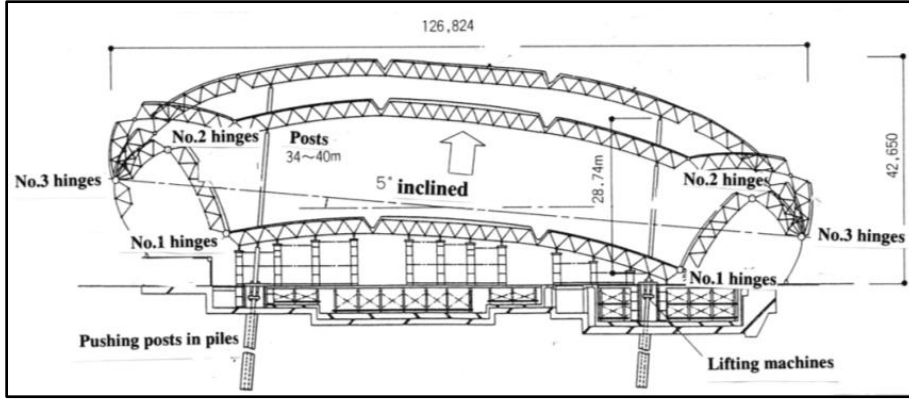
Resim 3.6. Yukarı çekilerek kaldırılan strüktür [2]



Resim 3.7. Yukarı çekilerek kaldırılan strüktür [46]



Resim 3.8. Yukarı çekilerek kaldırılan strüktür [48]



Resim 3.9. Yukarı çekilerek kaldırılan strüktür [48]

3.1. Hareketli Yapı Kabuğu Elemanları

Taşıyıcı sistem elemanları sabit hareketli yapı kabukları ve taşıyıcı sistem elemanları hareketli yapı kabukları olmak üzere iki başlıktan oluşmaktadır.

3.1.1. Taşıyıcı Sistem Elemanları Sabit Hareketli Yapı Kabukları

Taşıyıcı sistem elemanları sabit hareketli yapı kabukları örtüler – membranlar ve taşıyıcı sistem elemanları sabit yapı kabuğu elemanları olarak iki alt başlık altında incelenmektedir.

Örtüler - membranlar

Hareketli yapı kabuğu elemanlarından olan membranlar, esnek örtülerdir. Bu hareketli yapı kabuğu elemanları istendiği durumda açılır kapanır özelliğe sahip olduklarından bunu farklı şekillerde gerçekleştirebilirler. Taşıyıcı sistem elemanları sabit ve hareketli olmak üzere iki başlık altında incelenirler [7].

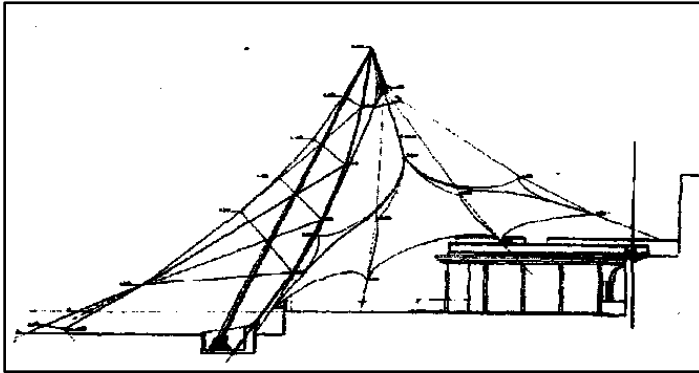
Taşıyıcı sistem elemanları sabit yapı kabuğu elemanları

Eğer hareket sistemi sabit bir taşıyıcı sistem elemanı üzerinde gerçekleştirilecekse bu hareket dört farklı şekilde yapılabilir. Bunlardan ilki hareket prensibi bir aks doğrultusunda paralel olarak toplanma ve açılma hareketidir. İkinci hareket prensibi merkezi bir noktaya doğru toplanma, merkezi noktadan açılma hareketidir (Resim 3.10.). Bu hareket prensibi şemsiyeye benzer şekilde çalışan sistemlerdir.

Üçüncü prensip dairesel bir eksen etrafında dönerek toplanma ve tersi hareket ile dönerek açılmadır. Dördüncü ve son toplanma prensibi çevresel toplanma ve çevreye doğru açılma şeklinde gerçekleştirilir.



(a)



(b)

Resim 3.10. (a, b) Merkezi toplanabilen membran sistemler [49]

Membran sistemlerin bir başka hareketi de yuvarlanarak açılıp kapanabilme hareketi ile sağlanabilir. Tente örneğinde olduğu gibi bir rulo etrafında toplanan membran tersi yönde açılım sergiler.

Hareketli yapı kabuğu elemanı olarak membranlar geniş açıklıklarda kullanılırsa bu durumda örtü malzemesinin kendi ağırlığından kaynaklı meydana gelecek sarkmaların önlenmesi için ilave mesnetler, ilave destekler, özel aletler ve çekme halatları kullanılmasına gereksinim duyulabilir. Bunun yanı sıra kar yükü, rüzgâr yükü ve yağmur suyu gibi ilave yükler de önem taşımaktadır. Özel çubuk elemanlar ve kablolar ile desteklemeler yapılırken, kar ve yağmur sularının uzaklaştırılması için de esnek drenaj boruları ile detay çözümler getirilmelidir [7].

3.1.2. Taşıyıcı Sistem Elemanları Hareketli Yapı Kabuğu Elemanları

Taşıyıcı sistem elemanları hareketli yapı kabuğu elemanları ise üç farklı şekilde hareket gerçekleştirir. Bunlardan ilki kayarak yapılan harekettir. Bu kayma hareketi de paralel bir düzlem üzerinde gerçekleşebileceği gibi dairesel bir aks üzerinde de yapılabilir. Hareketli yapı kabuğunda, taşıyıcı sistem elemanı hareket ettirmede kullanılan ikinci yöntem katlanarak hareket yöntemidir. Katlanarak hareket ettirme yöntemi kendi içerisinde paralel bir aks üzerinde, merkezi katlanma ile ve dairesel bir eksenle katlanma olarak yapılabilir. Taşıyıcı sistem elemanı eğer sabit ve merkezi ise üçüncü bir yöntem olarak dönmeyle dairesel hareket de uygulanabilir. çizelge 3.2’de esnek hareketli yapı kabuğu elemanlarının özeti verilmiştir.

Çizelge 3.2. Esnek hareketli yapı kabuğu elemanları ve hareket özellikleri [50]

Yapım Sistemi	Hareket tipi	Paralel	Merkezi	Dairesel	Çevresel
Destek Strüktürü Sabit	Membran	Toplanarak			
	Membran	Yuvarlanarak			
Destek Strüktürü Hareketli	Destek Strüktürü	Kayarak			
	Destek Strüktürü	Katlanarak			
	Destek Strüktürü	Dönerek			

Teknolojik gelişmelerin bir sonucu olarak üretim teknolojileri, akıllı hareketli yapı kabuğu oluşturmada etkili çözümleri beraberinde getirmiştir. Bu hareketli sistemler, yüksek kalitede üretilen hareketli parçalar ile gelişmiş bilgisayarlı kontrol teknolojisine dayanmaktadır. Yeni malzemeler; seramik, polimerler, jeller, kumaşlar, metal bileşikler, kompozit malzemeler, nano malzemeler ve yardımcı olabilecek plastikler içerebilir. Materyal gelişimi sadece hareketli sistemler için değil, aynı zamanda membran sistemler, asma germe sistemler, akustik sistemler, hatta termal sistemler için yaratıcı çözümleri geliştirmeye yardımcı olmuştur. Hareket mekanizmalarının her geçen gün yenilenmeye açık oluşu süreç analizi ve yapılan kategorizeden çıkarılabilecek kesin sonuçtur.

3.2. Hareketli Yapı Kabuğu Elemanlarının Tipolojileri

Yapılarda hareket üç ana kategoriye ayrılır; bunlar gömülü hareket, konuşlandırılabilir (yerleşebilir) hareket ve dinamik harekettir.

Gömülü hareketli yapılar

Statik bir yapının, bir kısmında ya da bütününde hareketin var olduğu durumdur. Gömülü kinetik yapılar Can Başar tarafından "sabit bir konumda daha büyük bir mimari bütün içinde var olan sistemler" olarak tanımlanmaktadır. Başlıca işlevi, özellikle sismik ve rüzgâr koşulları gibi çevresel değişiklikler gibi değişen faktörlere cevaben mimari sistemi bir bütün olarak kontrol etmektir. Gömülü kinetik yapılar, üç kategorinin en gelişmişleridir ve her zaman hesaplama kontrolü ile birleştirilirler. The Muscles Kulesi, yapabilecek gömülü kinetik yapılara bir örnektir. Proje, MIT'in 2006'daki ilk mini gökdelen yarışmasını kazandı (Resim 3.11.). The Muscles Kulesi, yapının farklı yönlerde bükülmesine izin veren bir dizi pnömomatik kas tarafından kontrol edilen eklemli bir omurgadan oluşan 35 ft yükseklikli bir mini gökdeldendir. Kaslar aktif olmadığında, kulenin sert çekirdeği tüm yapıyı düz tutar. Birkaç kası hareket ettirmek kulenin eğri olmasına neden olarak yay şeklinde görünmesine neden olabilir. Tam ölçekli bir kulede, bu tür sistemler yapının rüzgâr gibi değişen kuvvetlere karşı dengelenmesine yardımcı olabilir. [52]



(a)



(b)

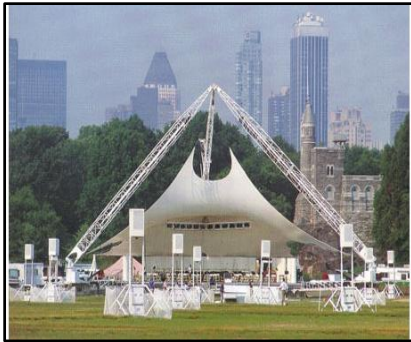
Resim 3.11. (a,b)The Muscles Kulesi [51]

MIT 'de sergilenen bu gökdelenin tasarımcıları bu tasarımdaki ana hedefin, gökdelendeki harekete geçirme sistemi olarak kullanılan pnömatik sistemlerin, gerçek yapılarda kullanımında, aktif yapısal bileşenler, rüzgâr ya da deprem gibi değişken kuvvetlere karşı yapıyı dengelemek için kullanılacaktır şeklinde yaptıkları çalışmayı özetlemişlerdir [51].

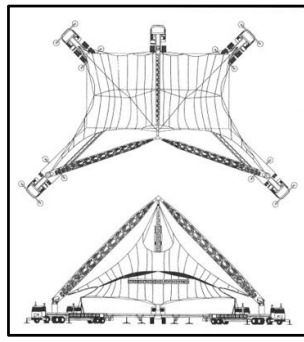
Konuşlandırılabilir (yerleşebilir) yapılar

Taşınabilir (mobil), sökülüp kurulabilen yapılardır. Afet bölgelerindeki geçici konteyner kentler, çadır kentler, pavyonlar vb. örnek olarak verilebilir. Michael A. Fox tarafından "tipik olarak geçici bir konumda bulunan ve kolayca taşınabilen yapılar" olarak tanımlanmaktadır. Bu sistemler tersten yapılma ve çözülme yetenekleriyle karakterize edilir. Sergileme tasarımında yaygın olarak kullanılırlar; ayrıca kolay ve hızlı bir şekilde monte edilmeleri ve sökülmeleri nedeniyle pavyon ve sahne tasarımlarında kullanılırlar. Carlos Moseley Müzik Köşkü, hesaplamalı kontrol konuşlandırılabilir bir hareketli yapıya örnek oluşturan son teknoloji ürünü bir performans tesisidir (Resim 3.12.).

Carlos Moseley Müzik Köşkü'nün tasarımı, yapının kolayca yapılmasını ve sökülmesini, ardından bir sonraki performans yerine taşınmasını sağlar. Pavyon, tüm tesisi herhangi bir açık alana taşıyan yedi yarı kamyon oluşuyor. Bir römork sahne ve arka kafes için, iki römork yapısal kafesler için, bir kumaş ve aydınlatma için bir kamyon, bir ses kulesi için bir römork, bir elektrik dağıtımı için bir kamyon ve destek için son bir kamyon kullanılır. Merkez römork açıldığında katlanır kirişler içerir; sahne için bir yapı sağlar. Son konumda, sahne iki ön köşe römorkuna ve iki arka köşe kabinine dayanır ve tüm düzenek bir kesintisiz rijit yapı oluşturmak için bir araya getirilir [52].



(a)



(b)

Resim 3.12. Carlos Moseley Müzik Köşkü, (a) Dış görünüş, (b) Teknik çizimler; plan ve ön görünüş [53]

Dinamik yapılar

Bir yapı içerisinde hareket edebilen küçük parçalar olarak tanımlanabilir. Bütünden bağımsız olarak hareket edebilirler. Dinamik sistemler, listelenen üç kategoriden en yaygın kullanılanlarıdır. Küçük mimari elemanların yanı sıra kapılar, pencereler, hareketli bölmeler, mobilyalar ve tavanlar gibi büyük binaları da içerirler. Bağımsız hareket ettikçe gömülü hareketli sisteme sahip bir binada dinamik kinetik sistemlere sahip olmak oldukça yaygındır. Günümüzde teknolojik yeniliklerin bir sonucu olarak gittikçe daha otomatik ve akıllı hale gelmektedirler.

3.3. Hareketli Yapı Kabuğu – Uyarlanabilir Mimari İlişkisi

Hareketli mimari insan ve çevre etkileşimi içinde bir uyum sağlar. Bu iki alanın birleşimi, herhangi bir ortamın kendisini yeniden yapılandırmasını mümkün kılmaktadır. Bunlar, fiziksel etkileşimi otomatikleştirmek, yanıt vermek, tepki vermek, uyum sağlamak ve etkileşimde bulunmak olarak örneklendirilebilir. Uyarlanabilirlik, sistemin değişmesinden kaynaklı olarak alanın esnekliği olarak tanımlanır. Hareketli yapı kabuğu elemanlarındaki hareket ile esnek hale gelebilen yapılar, istenen koşulların meydana getirilmesini sağlar.

Geçmişteki hareket edebilen projeler ile yeniler arasındaki fark, yeni projelerde alanların kullanıcılardan veya çevreden bilgi algılama ve sonra kendilerini uyarlama yetenekleriyle etkileşimli olmalarıdır. Uyarlanabilir mimarinin kilit elemanları Çizelge 3.3’de özetlenmiştir [8].

Çizelge 3.3.Hareketli tasarımın anahtar elemanları [8]

HAREKETLİ TASARIMIN ANAHTAR ELEMANLARI					
YAPISAL YENİLİK & MALZEME GELİŞTİRME		GÖMÜLÜ HESAPLAMA		UYARLANABİLİR MİMARLIK	
YOLLAR VE YAPISAL ÇÖZÜMLER	Yollar : Katlama, Kaydırma, genişleme veya dönüştürme	GÖMÜLÜ HESAPLAMADA TRENDLER	Aktif Kontrollü Araştırma		Yaşam Ortamları
	Araçlar: Pnömatik, Kimyasal, Manyetik, Doğal veya Mekanik		Uyarlanabilir Kontrol		
HAREKETLİ YAPILARIN TIPOLOJİLERİ	Gömülü		Ev Otomasyonu	UYARLANABİLİR MİMARLIK ORTAMLARI	İş Ortamları
	Konuşlandırılabilir	KONTROL MEKANİZMA SEVİYELERİ	Dış İletişim		
			Tek Değişkenli İnsan Kontrolü		
			Çok Değişkenli İnsan Kontrolü		
			Çok Değişkenli Sezgisel Kontrol		
			Çok Değişkenli Otomatik Kontrol		
		DEĞİŞİM KONTROL TIPOLOJİLERİ	Direkt Kontrol		Çevresel Ortamlar
			Doğrudan Kon.		
			Duyarlı Doğrudan Kont.		Kamusal Çevreler
			Çoklu Duyarlı Kontrol		
			Sezgisel Duyarlı Doğrudan Kont.		

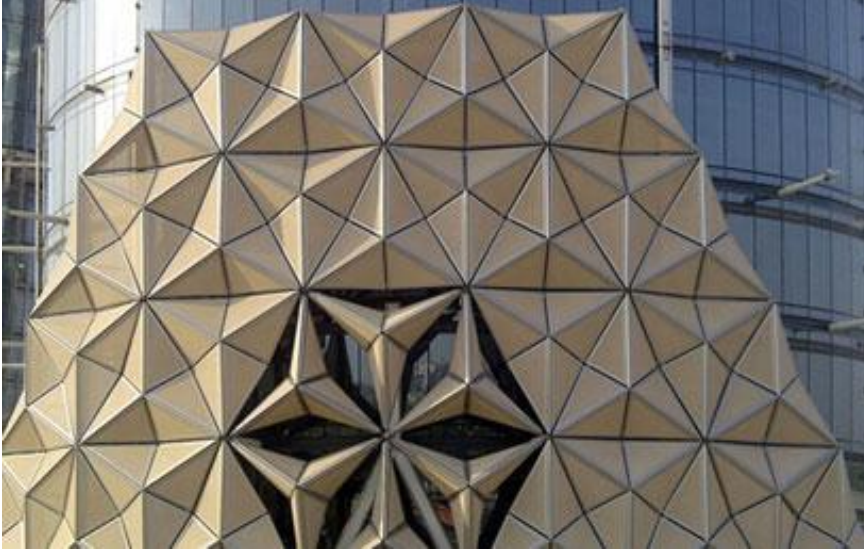
3.4. Hareketli Yapı Kabuklarında Dinamik Ara Yüzler Olarak Cepheler

Bir binanın, yazları en çok ısı kazancının sağlandığı ya da kışları en çok ısı kaybının meydana geldiği yer olan bina cepheleri yapının enerji ile ilgili performansında en önemli konuların başında gelmektedir ve hareketli yapı kabuğu elemanlarının en yaygın kullanıldığı yapı bileşenleridir.

Dünya üzerindeki iklim değişikliği ile mimarlar daha sürdürülebilir bina tasarımları yapma arayışına girmişlerdir. Tüketilen enerjinin büyük bir kısmından sorumlu olan binalarda bu tüketimin önüne geçmek ya da tüketim miktarını azaltmak için bir alternatif olarak hareketli yapı kabuğu elemanları geliştirilmiştir. Daha düşük enerjili binalara duyulan ihtiyaçlar ile tetiklenen hareketli yapı kabuğu elemanları aynı zamanda estetik ve enerji bağlamında ekonomik çözümler sunmaktadır. Bu sistemlerde iç ve dış mekânı birbirinden ayıran statik bir engel yoktur. Bu esnek sistemler enerji etkin bina tasarımlarında yetkin çözümlere ulaşmakta ve geleceğin tasarımlarını geliştirmek ve mimarlık dalını daha geniş bir uygulama ölçeğinde genişletmek için de birçok potansiyel sunmaktadır.

Mekanik temelli hareket prensibine sahip hareketli yapı kabuğu sistemleri sınırsız olanaklara sahiptir. Dönme, çeviri ve hatta hibrit sistemler ile yapımı mümkündür. Hareketli yapı kabuğu elemanları dışsal kontrolü, (merkezi) otomatik stratejileri, yerel kontrol ve bireysel kullanıcı ihtiyaçları ile tüm bunları birleştirme olanağına sahiptir.

Güncel sistemlerin çoğu termal ve / veya optik yönle odaklanır. Enerji kazancı alanına odaklanan uygulamaların miktarı oldukça azdır. Bu, yeni gelecek vadeden fotovoltaiik bina uygulamalarının geliştirilmesi için önemli fırsatlar sunmaktadır. En büyük zorluk, sistemlerin maliyetlerinin düşürülmesi ve tasarımlarının kolaylaştırılması için yaratıcılığı basitlik ve standardizasyonla birleştirmektir.



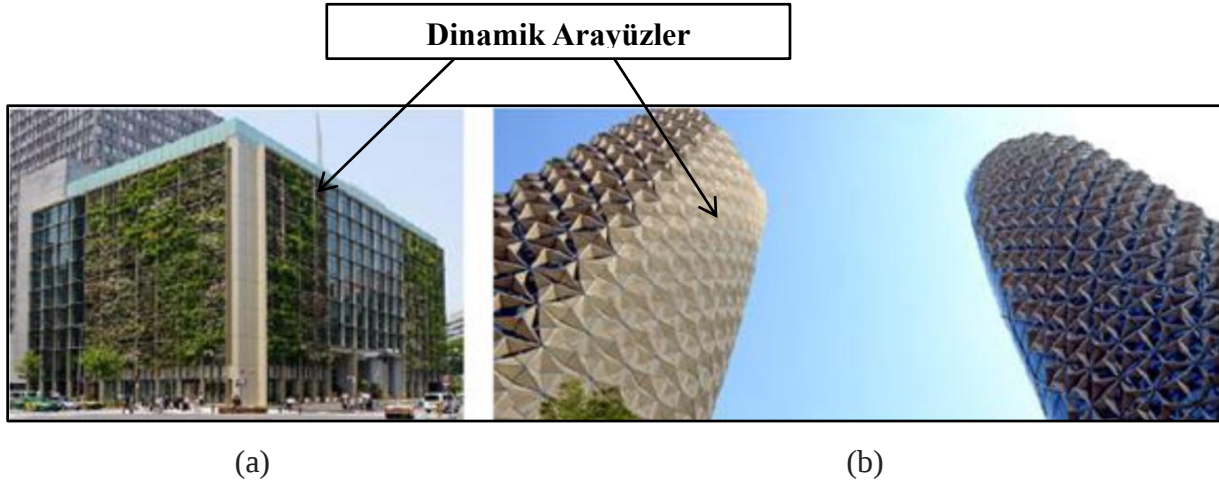
Resim 3.13. Abu Dabi Yatırım Konseyi Yeni Genel Merkezi hareketli yapı kabuğu elemanı, cephe görünümü [54]

Giydirme cepheli orta / yüksek katlı binalar genellikle kaplamalarında büyük miktarda cam içerir. Bu cam kaplamaların başarısı, daha büyük pencereleri ve daha hafif duvar sistemlerini mümkün kılan büyük alüminyum çerçevelerin yenilikçi kullanımı ile mümkündür. Günümüzde bu hafif paneller sıklıkla yüksek binaların ana yapı elemanlarını oluşturmak için giydirme cephe sistemleri ile birleştirilmektedir. Giydirme cephe sistemlerinin yanı sıra, genellikle ara hareketli yapı kabuğu elemanları olarak gölgeleme cihazları ve diğer özelliklerde öngörülen çift katmanlı cepheler de kullanılabilir. Bahsi geçen bu orta / yüksek katlı binalara uygulanan giydirme cephe sistemleri, enerji kullanımını azaltabilir ve uyarlanabilir sistemler uygulayarak iç konforu artırabilir. Uyarlanabilir sistemleri sürdürülebilir kılmak için üretimi kolay, ekonomik açıdan verimli ve iklimle ilgili değişikliklere, kullanıcı ihtiyaçlarına veya diğer sınır koşullarına (çevre binaların değişen düzenlemesi gibi) göre uyum sağlayabilen çözümler aramak önemlidir.

Hareketli yapı kabuğu bağlamında teşkil edilen cephelerin birçok avantaj dışında bazı önemli sakıncaları da vardır. Uyarlanabilir gereksinimlere katkıda bulunan kaynaklardaki çeşitlilik, genellikle karmaşık sistemlerle sonuçlanır. Verimli enerji kullanımı sağlamak için, genellikle otomatik kontrol gerekir. Bu otomatik kontrol, iç çevre özellikleri üzerindeki kullanıcıların kişisel kontrolünü azaltır [8].

Hareketli yapı kabuğu elemanı bağlamında cepheler 'dinamik arayüzler' kategorisine girer (Resim 3.14.) ve dış ortamla aktif bir şekilde tepki verebilirler.

Bina yüzeyi artık sadece bir kalkan değil, kütle ve enerji dengelerini verimli bir şekilde kontrol edebilen bir yüzey olarak görülmektedir. Hareketli yapı kabuklarına sahip binalar daha iyi performans gösterir ve zamana dayalı, duyarlı ve dinamik performanslarına bağlı olarak daha yüksek bir sürdürülebilirliğe sahiptir. Bu evrim bugün bir binadaki dinamik arayüzler için iki ana çözümle sonuçlanmaktadır; yeşil cepheler ve uyarlanabilir cepheler [55].



Resim 3.14. Dinamik arayüz tipleri: (a) yeşil cephe, (b) uyarlanabilir cephe

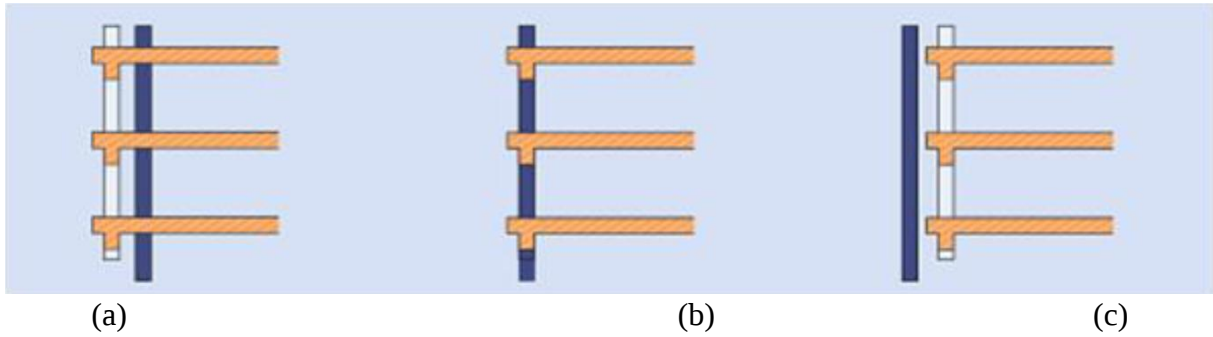
Birinci tip dinamik arayüzler yeşilin yüzeylere entegrasyonu ile ilgilidir. Bu ilke, cephelerde bulunan bitkilerin doğal tırmanışlarından esinlenmiştir ve enerji tasarrufu için pasif bir yaklaşımdır. Bu cephelere yeşil cepheler de denir ve doğal güneşten koruyucular olarak görülebilir. Yeşil cepheler bir çeşit dikey bahçelerdir [55]. Bitkiler binanın farklı seviyelerinde kurulabilir veya binanın tabanındaki bahçelerde büyüyebilir. Bitkiler gölgeleri ile güneş enerjisi kazancını azaltarak iç konforu artırır. Sadece güneş bariyerini oluşturmakla kalmaz, aynı zamanda binayı rüzgârın olumsuz etkilerine karşı da korurlar. Ek olarak, yeşil cepheli binalar, tesis buharlaşması nedeniyle azalan ısıtma ve soğutma yükü ile daha sürdürülebilirdir [8] (Resim 3.14.).

İkinci kategori hareketli yapı kabuğu elemanı içeren cephelerdir. Uyarlanabilir şekilde kurulan bu cephelerin çevreleriyle tek yönlü bir ilişkisi vardır ve bitkiler yerine yapay malzemeleri kullanırlar. Bu kategorideki en yaygın tür, genellikle akıllı malzemeler ve yenilikçi teknolojiyle birlikte güneş gölgeleme sistemleridir.

Yeşil cephelerin uyarlanabilir cepheler grubuna ait olup olmadığı sorgulanabilir. Bazı araştırmacılar bitki örtüsünü ayrı bir grup olarak görür çünkü bitkiler tamamen doğal

çözümlerdir. İki durum arasında net bir ayrım yapmak zordur, çünkü her ikisi de değişen çevre ile ilgili değişebilir bir davranışla karakterizedir. Ek olarak, son zamanlarda artan hesaplama araçlarının ve elektronik cihazların yetenekleri, hareketli sistemlerin tasarımını ve kontrolünü kolaylaştırmaktadır. Planlama, simülasyon, imalat ve dinamik süreçlerin kontrolü anahtar faktörlerdir. Bu işlemlerle ilgili ekipman, mikro işlemcileri, sensörleri ve aktüatörleri içermektedir [8].

Hareketli yapı kabuğu elemanı ile teşkil edilmiş bir cephenin tasarım sürecinde ilk karar yapısal yerleşimdir (Resim 3.15.). Yapısal yerleşime göre hareketli eleman üç farklı şekilde konumlandırılabilir.



Resim 3.15. Ön cephenin konumu: a) önde, b) arada, c) arkada [15]

İlk (en sık uygulanan) olasılık, sistemi binanın duvarı önüne veya binanın dış cephesine, aynı zamanda giydirme cephe sistemi olarak yerleştirmektir. Bu pozisyonda dış cephe yüzünün karakterinin belirlenmesinde cephe önemli bir rol oynar. Bu tip kullanım, güneş koruması için çok avantajlıdır. Bununla birlikte, bu pozisyonda, hasar riski büyüktür. Ek olarak, dış yerleştirme daha fazla aşınma ve yıpranma ile sonuçlanır, bu da daha kısa bir kullanım ömrüne ve sistemin arıza riskine neden olur. Dışa yerleştirilen sistemler daha yüksek bakım maliyetleri gerektirmektedir. İkinci seçenek, uyarlamalı sistemi çift cidarlı sistemlerde (birincil yapıya entegre edilmiş) gizlemektir. Bu, cam yüzeyin daha fazla öne çıkmasını sağlar ve cephenin görsel görüşü üzerinde daha az etkiye sahiptir. Dinamik yüzey yapıya yerleştirildiğinde, toz parçacıkları sisteme giremez.

Dışa yerleştirilen sistemlerin aksine, mekanik sistemlerin çalışmasının etkinliğinin azaltılması için risk yoktur. Son olasılık, cepheyi birincil yapının arkasına yerleştirmektir. Bu pozisyon tamamen zarar görme riskini ortadan kaldırmaktadır [55].

Hareketli yapı kabuğu elemanlarının mekanizmaları

Mikro ve makro ölçek olarak iki farklı sınıfta incelenebilir. Mevcut cephelerin en büyük kısmı makro ölçek kategorisine aittir. Makro seviye mekanik hareket ile ilgilidir. Makro ölçekli değişiklikler, kayma, genişleme, kırma, yuvarlama, şişirme sonucu ortaya çıkan parçaları hareket ettirerek konfigürasyon üzerinde etkilidir [56].

Mikro seviye, malzeme özellikleri tarafından kontrol edilen hareketi ifade eder. Mikro ölçekli değişiklikler termofiziksel özelliklerdeki değişiklikler, enerjinin dönüşümü veya opak optik özelliklerdeki değişiklikler ile ilgilidir. Genel olarak, cevap farklı türlerde: yüzey sıcaklığına tepki, ışık, radyasyon, dış kontrol sinyalleri vb. şekillerde olabilir [8].

Hareketli yapı kabuğu elemanları üzerindeki çevresel etkiler

Ortamdaki değişiklikler farklı zaman düzenlerinde olabilir. Her şeyden önce, binanın yüzeyi (zarfı) saniyeler içerisinde değişen kısa vadeli dalgalanmalardan etkilenir. Bunlar çoğunlukla değişken süreçlerdir. Buna bir örnek rüzgâr hızı ve rüzgâr yönüdür. Daha sonra, bulut örtüsü ve gün ışığının kullanılabilirliği gibi dakikalar boyunca değişen koşullar mümkündür. İklim uyarlamalı cephe sistemlerinin çoğu, bu değişikliklerin etkisini azaltmak için tasarlanmıştır. Konforu artırmak için şeffaflık derecesi ile oynamaktadır. Ayrıca, güneşin gökyüzünde açısal hareketi, hava sıcaklığında dalgalanmalara neden olur. Ayrıca, günlük değişiklikleri, bina sakinlerinin binadaki davranışları ve meteorolojik sınır koşulları nedeniyle ortaya çıkmaktadır. Güneş ışıının mevcutluğu, termal depolama ilkeleri kullanılarak verimli bir şekilde uyarlanabilir. Son değişiklik grubu, kış, yaz, ilkbahar ve sonbahar aylarında mevsimsel değişikliklerdir. Farklı mevsimler, güneşin rakımı gibi farklı sınır koşullarına sahiptir. Bu etkiler hareketli yapı kabuğu elemanlarına ömrü boyunca etki edebilecek faktörler olup seçilen malzeme, yapının yapıldığı iklim, meteorolojik veriler ve dış etkiler göz önünde bulundurulmalıdır.

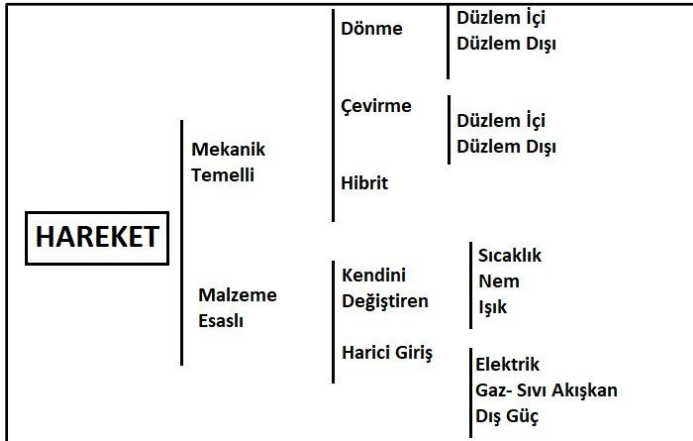
Kontrol

Başarılı bir hareketli yapı kabuğu içeren sistem tasarlamak için kontrol şarttır. Bu kontrol dışsal veya içsel bir biçimde yapılabilir. Dışsal kontrol sistemleri, mevcut konfigürasyon ile istenen durumun karşılaştırılmasından kaynaklanan geri bildirimi gerekli uyarlamaya dönüştürür.

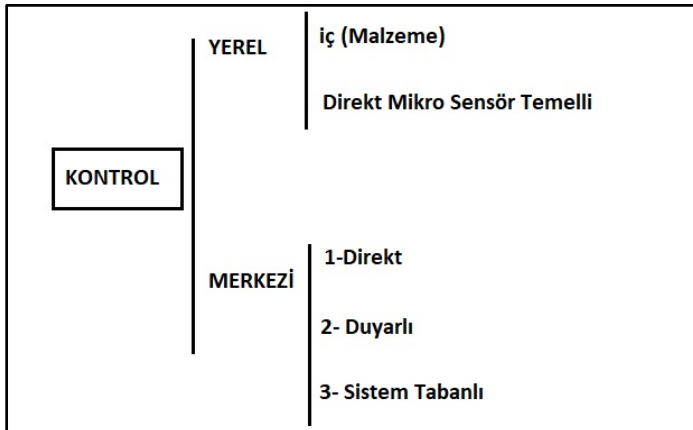
Ayarlama sensörlere, işlemciler ve aktüatörlere dayanır. Kontrol, tüm bina üzerinde kontrolü dağıtan yerel sistemler uygulanarak yapılabilir. Buna karşılık, daha merkezi bir kontrol için merkezi bir uyarı sistemi kullanılabilir.

İçsel sistemler, dış karar verme bileşenlerinden faydalanmamakta, ancak çevresel etkileri dönüştürerek doğrudan kontrole dayanmaktadır. Sıcaklık, rüzgar hızı, güneş radyasyonu gibi bu çevresel girdiler cephenin otomatik uyarlamasını tetikler. İç sistemlerde, hem aktüatörler hem de sensörler bir adımda birleştirilir. İç sistemler, dış sistemlere göre avantaj ve dezavantajlara sahiptir. Geçiş mümkün kılmak için elektrige veya yakıta ihtiyaçları yoktur. Ek olarak, bileşenlerin sayısı sınırlıdır. Başlıca dezavantaj, sistemin özelliklerinin ve değişkenlerinin ayarlanması beklenen şartlar aralığında yapılmasıdır. Varyasyonlar beklenenden daha ileri giderse, sistem beklenmeyen koşullara cevap olarak adapte olamayacaktır [8].

Çizelge 3.4. Hareket odaklı hareketli yapı kabuğu sınıflandırma önerisi [8]



Çizelge 3.5. Kontrol odaklı hareketli yapı kabuğu sınıflandırma önerisi [8]



Hareketli Kabuk ve Geleceğe Bakış

Uzun yıllar boyu tasarımcıların dikkatleri ve çabaları bina dışı yüzeylerin ve cephelerin ısı yalıtımının optimize edilmesine odaklanmıştır. Hâlbuki enerji verimliliğini artırmak adına bina kabuklarının daha da geliştirilmesi gerekmektedir. Bu gelişim statik durağan bina sistemlerinden dinamik sistemlere geçişi beraberinde getirmiştir. Günümüzde başlangıç gösteren ve gelecekte de devamı artarak gelecek olan bina kabuğu (çatı ve cephe) değişen koşullara göre sürekli ve aktif bir şekilde uyum sağlayan bir ara yüz olarak hareket ettiği; ısı, ışık, hava ve su akışını dış ortamdan iç mekânlara düzenlemesi gerçekleştirilmektedir. Hareketli yapı kabuğu elemanları bağlamında yapılan cephelerin başlangıçtaki düşük teknolojik örnekleri, gelecek adına daha ileri teknoloji içeren ve daha karmaşık olma eğilimini göstermektedir. Hareketli bu cephe elemanları sıfır enerjili konutlar elde etmek için de çok verimli ve etkili olarak kullanılabilir. Yüksek binalar çoğu zaman daha teknolojik malzeme ve daha mekanize çalışan sensör vb. gereksinimlere ihtiyaç duymaktadır. Teknolojinin gelişimine bağlı olarak sensörler ve aktüatörler ile birlikte kullanılan bilgisayarlı yapay zekâlı sistemler; ışık, hava akımı, ses iletimi, termal transfer ve iç nem kalitesi gibi işlevleri kontrol etmek için popülerliği arttırmaktadır.

Mekanik tabanlı bir hareket prensibine sahip olan hareketli yapı kabuğu sistemleri, enerji kullanımının etkin kontrolü için birçok fırsat sunar. Gelecek sistemler, yeni kavramlar oluşturmak için mekanik ve malzeme bazlı ilkeleri birleştirebilir. Halen mekanik deformasyon kategorisinde mevcut olan çoğu uygulama düzlem dışı rotasyon prensibine veya hibrit deformasyona dayanmaktadır. Sistemlerin dışsal kontrolü otomatikleştirilmiş stratejileri kişisel kontrole birleştirmede en etkilidir. Farklı fiziksel alanlarla ilgili yapılan araştırmadan, termal ve optik alanların yakından bağlantılı olduğu sonucuna varılabilir. Günlük ve aylık seviyedeki dalgalanma davranışları genellikle mevsimsel dalgalanmalardan daha önemlidir. Bu nedenle kısa vadeli uyarlanabilir sistemler gelecekteki gelişmeler için daha ilginç görünmektedir. Fotovoltaik hücrelerin hareketli yapı kabuğu sistemlerine entegrasyonu, enerji kazanımı için umut vericidir. Fotovoltaik hücrelerin, termal, optik ve/veya hava akış kalitesini artıran uyarlanabilir elemanlar ile birleştirilmesiyle yüksek performans elde edilebilir. Mevcut amaç, enerji açısından neredeyse kendi kendine yeterli sistemleri elde etmek için birden fazla işlevi entegre eden bina zarfları oluşturmaktır. Zorluk, bu sistemleri gelecekte yüksek katlı binaların cephelerinde kullanmayı mümkün kılmak için uygun maliyetli ve standartlaştırılmış bir şekilde geliştirmektir.

4. MİMARLIKTA HAREKETLİ YAPI KABUĞU KULLANIMLARININ ANALİZİ

Bu bölümde literatürde yer alan ve öncü olan hareketli yapı kabuğuna sahip olarak projelendirilmiş ve/veya uygulanmış 14 adet yapı örneği incelenmiştir. İncelenen yapıların yapım fikirleri, hareketli elemanları, yapısal malzeme gelişimi, kontrol yöntemleri ve çevrelerine ne denli uyum sağladıkları üzerine ulaşılan bilgiler doğrultusunda irdeleme yapılmıştır. Seçilen örnekler daha detaylı tanımlanmak üzere her yapıya ilişkin hazırlanan çizelgelerde yapıya ait kimlik bilgilerinin yanı sıra hareketli yapı elemanlarının varlığına, tipine, işlevine ve teknik detaylarına ait bilgilere ve görsellere yer verilmiştir. Araştırma sırasında yapılara ait bazı bilgilere ulaşılamamıştır. Bu bölümler ise ‘Bilgi Alınamamıştır.’ Şeklinde belirtilmiştir.

4.1. Agbar Tower - Agbar Kulesi

Barselona'daki Agbar Kulesi, bir holding şirketi olan Agbar Grubu için Fransız mimar Jean Nouvel tarafından tasarlanmıştır. Kulenin tasarımı İspanyol firma Fermín Arquitectos ile ortaklaşa yapılmıştır. Kulenin sıra dışı şekli, havaya yükselen bir gayzer şeklinden ilham almaktadır. Fikir, Barselona yakınlarındaki Montserrat dağına dayanmaktadır ve ayrıca, Sagrada Familia kuleleri de ilham kaynağı olmuştur.



Resim 4.1. Agbar Kulesi genel görünüm [48]

Bina, birbirinden bağımsız duran iki adet konsantrik oval beton silindirden oluşmaktadır. Dışta bulunan silindir yapıya kendine özgü olan şekli veren kubbe ile örtülmüştür. Toplamda 4.500 tane penceresi bulunmaktadır. Yapıda yer alan iç çekirdekte asansör ve merdivenler bulunmaktadır. Yapının zeminden 14. kata olan kısmı düz iken, 15 ile 24. katlarda kavisli, 25 ile 32. katlarda ise metal ve camdan oluşan kubbe şeklinde olduğu görülür. Yapı içinde yer alan bir çok sensör sayesinde iç mekan koşullarını kullanıcılar için uygun seviyeye getirecek aydınlatma ve havalandırma sağlamaktadır. 4.500 adet pencere ve önünde yer alan cama entegre güneşliklerin bilgisayar desteği ile açılıp kapanabilir sistemi sayesinde doğal havalandırma olanağı arttığı için yapay havalandırmadan kaynaklı oluşacak enerji tüketimi azaltılmaktadır [57].

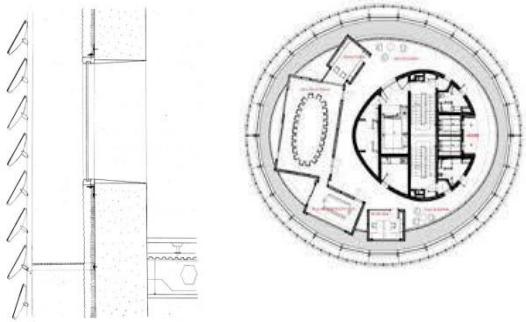
Yapı fiziği ve enerji açısından incelendiğinde çift cidarlı cephe, kuleyi güneş ışınlarından korumaktadır. Panjurların açılıp kapanmasının kontrolü iç sıcaklığın iyileştirilmesine yardımcı olarak kulenin enerji tüketiminin azalmasına neden olmaktadır.

Yapıda kullanılan dönüşebilir malzemeler yapının sürdürülebilirlik niteliği açısından bir başka özelliktir. Yapıda asbest ya da kurşun içeren herhangi bir malzeme yoktur. Yapıda kullanılan soğutma gazları da ozon tabakasına zarar vermeyen ve kloroflorokarbon içeriği olmayan gazlardır. Yağmur sularının toplanarak temizlikte ve kullanım suyu olarak değerlendirilmesi de ayrıca özellikleridir [57].

Hareketli elemanların kontrolü mekanik olarak gerçekleştirilmektedir. Burada bağımsız olarak çalışabilen cephe önü panjurlar sensör ile ya da kullanıcı kontrollü olarak otomatik motorlar vasıtasıyla hareket ettirilmektedir.

Pencere ve pencere ile çalışan gölgeleme elemanları sayesinde güneşten gelen zararlı ışınlar ve radyasyon etkisinin binada oluşturacağı etki de azaltılmaktadır. Cephede bulunan fotovoltaik paneller sayesinde de güneşten maksimum şekilde yarar sağlanmaktadır. Binaya ait bilgilerin yer aldığı kimlik kartı Çizelge 4.1.' de verilmiştir.

Çizelge 4.1. Agbar Kulesi hareketli yapı elemanları analiz tablosu

Agbar Kulesi – Agbar Tower		ÖRNEK 1
Konum	Barselona , İspanya	 
Mimar(lar)	Jean Nouvel ve Fermin Vazquez	
Yapı Mühendisi	Brufau & A. Obiol	
Yapım Yılları	2001-2004	
İnşaat Şirketi	Dragados	
Maliyeti	120 000 000 €	
Yapı İşlevi	Kongre Merkezi ve Ofisler	
Ödüller	International High-Rise Award 2006	
İklim Bölgesi	Subtropikal İklim	
Tasarım Konsepti	Çevre duyarlı	
Hareketli Eleman Konumu	Tüm Cephelerde Çift Kabuk Cephe olarak oluşturulmuş	
Hareketli Yapı Kabuğu Elemanı	Cama entegre hareketli güneşlikler (Tüm cephelerde) Hareket: Mekanik Temelli Düzlem Dışı Dönme Kontrol: Yerel – Doğrudan (Sensörlü)	
  		
İşlev	Termal (Güneş Kontrolü)	
Malzeme	. Geri dönüşebilir malzeme kullanımı . Asbest ve kurşun kullanımından kaçınma . Ozon tabakasına zarar vermeyen ve kloroflorokarbon içeriği olmayan soğutma gazları kullanımı	
Yenilenebilir Enerji Kaynakları	Cepheye entegre fotovoltaiik (PV) paneller	

4.2. Magnolia Stadium - QiZhong Orman Sporları Şehir Tenis Merkezi

Yapı toplam 85.000 metrekarelik oturuma sahip yapı 338.836 metrekarelik bir alandan oluşmaktadır. Merkezinde 993 araçlık otoparkı mevcuttur. Yapının toplam yüksekliği 40 m olup 4 kattan oluşmaktadır. Merkezin 15000 kişi kapasiteli merkez kortu yanı sıra 20 kapalı 22 adet de açık kort bulundurmaktadır. Tenis aktivite merkezi, kulüp ve bir oyuncu salonu bulunmaktadır. Ayrıca gazeteci çalışma alanı, çalışma alanı organizatörü, yabancı entegrasyon ofisi, VIP salonu gibi farklı dinlenme alanları da yer almaktadır [8].



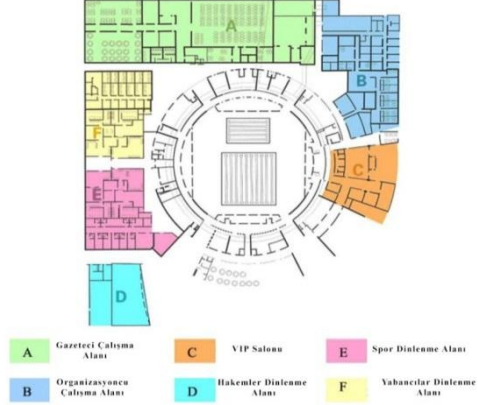
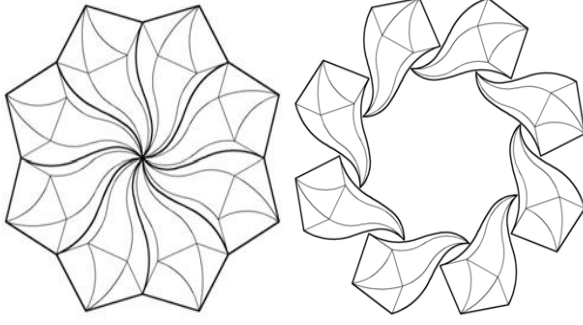
Resim 4.2. Magnolia Stadyumu gece görünümü [58]

Şangay QiZhong Orman Sporları Tenis Merkezi'nin bir dinamiği vardır. Bu da tavanının hareketli olmasıdır. Ana stadyumun çatısında hareket edebilen, açılıp kapanabilen sekiz hareketli kanat mevcuttur.

Şangay'da hava çok yağmurlu ve kuvvetli güneş arasında değiştiğinden, stadyum için hareketli çatı sistemi gerekli olmuştur. Değişen hava koşullarına cevap vermek için hareketli yapı kabuğu elemanları kullanılmıştır. Hava güneşli olduğunda çatı yaprakları stadyumun her tarafında güneşliklerle açılmaktadır. Hava yağmurlu olduğunda da çatı yaprakları kapanmaya başlamaktadır. Bu dinamik çatı sistemi stadyumun iç sıcaklığını kontrol etmek için de kullanılır. Çatı açıkken, oturma alanına doğru soğuk hava çekilebilmektedir. Öte yandan, yaprakları kapalı olduğunda, stadyumda koltukların altına dolaştırılan ılık suyun geri çekilmesi ile ılık tutulması sağlanabilmektedir [8].

Stadyum için Kolezyum şekli oluşturan güçlü ve güvenilir germe halkası kullanılmıştır. Hareketli yaprakların her biri çelik konsol şeklinde uzatılmıştır. Her taç yaprak önce zeminde test edilmiş ve ardından yükseltilerek monte edilmiştir. Sistem stadyumun yapısına ve dinamik yapıya izin vermektedir. Ayrıca kötü hava koşullarına, kuvvetli rüzgâra ve tayfunlara karşı dayanıklı şekilde yapılmıştır. Stadyum yapımında ağırlıklı olarak; çelik, cam ve alüminyum kullanılmıştır. Hareketli tavan yapraklarında kullanılan alüminyum 15.050 m² alan kaplamaktadır. Hareketli sistem son derece basit olmasına rağmen dünyada ilk kez kullanılmıştır. Sekiz adet tavan yaprağı aynı anda hareket ederek bir dayanak noktası etrafında dönmektedir. Hareketli her taç yaprak üç ray ile hareket eder ve sistem 8 dakikada açılabilir. Hareketli çatı seyirciler ve oyuncular açısından rahat bir ortam sağlamaktadır. Bu çatı sayesinde ayrıca farklı etkinlik ve aktivitelerin yapılabilmesi mümkün hale gelmektedir. Dünya mimarisinde önemli bir örnek olan tenis merkezi geceleri de ışık yayarak aydınlatılabilmektedir [8].

Çizelge 4.2. Magnolia Stadyumu hareketli yapı elemanları analiz tablosu

QiZhong Orman Sporları Şehir Tenis Merkezi - Magnolia Stadium		ÖRNEK 2
Konum	Shanghai, Çin	
Mimar(lar)	Mitsuru Senda+Environment Tasarım Ofisi	
Yapı Mühendisi	Bilgi Alınamamıştır.	
Yapım Yılları	2005	
İnşaat Şirketi	Bilgi alınamamıştır.	
Maliyeti	Yaklaşık 200 000 000 \$	
Yapı İşlevi	Spor Kompleksi	
Ödüller	Bilgi alınamamıştır.	
İklim Bölgesi	Subtropikal İklim	
Tasarım Konsepti	Çevre koşulları odaklı	
Hareketli Eleman Konumu	Açılır Kapanır Çatı Sistemi (Otomatik Kontrol) - Manolya Çiçeği Formlu Açılır Üst Örtü	
Hareketli Yapı Kabuğu Elemanı	8 adet hareketli taç yaprak / kanat	
	Hareket: 3 adet ray üzerinde tek bir dayanak noktası etrafında hareket eden çatı elemanları	
	Kontrol: Sensörlü	
		
İşlev	Termal (İç mekan ısı kontrolü)	
Malzeme	Çelik – Cam – Alüminyum	
Yenilenebilir Enerji Kaynakları	--	

4.3. Dynamic Tower - Dinamik Kule

Dinamik Kule Birleşik Arap Emirlikleri'nin Dubai kentinde mimar David Fisher tarafından tasarlanan 420 metrelik (1.378 ft), 80 katlı hareketli bir gökdelendir. Kulenin projesi hazır olmasına rağmen arsa onayındaki gecikmeler nedeniyle 2010 yılından bu yana yapılamamıştır. Başlanamama nedeni teknik ya da mali sebepler değildir [59].



Resim 4.3. Dinamik Kuleye (Da Vinci Tower) ait farklı görünüşler [60]

Dynamic Architecture kurucusu David Fisher, bina inşaatında kullanılan malzemelerden betonarmenin 100 yıldan beri geliştirilemediğini ve binaların 50 yıl sürecek şekilde tasarlanmış olduğunu düşünmektedir. Dinamik Kule'nin sadece bir bina değil, yaşayan bir makine olduğunu savunan David Fisher, “Dinamik Kule” de güvenli, uygulanabilir ve çevre dostu bir sonuç olan anlamlı ve çevre dostu bir tasarım aramaktadır. Dinamik Kule farklı kullanımlara ev sahipliği yapan endüstriyel bir üretimdir. [8].

Kule 420 m (80 kat) yüksekliğinde olacak şekilde planlanmış olup sürdürülebilir ve akıllı hale getirmek için, güneş tarafından kendi kendini besleyecek şekilde tasarlanmıştır. Dönen döşemelerin her biri arasındaki boşluklara yatay olarak yerleştirilmiş 79 rüzgâr türbini sistemi olacaktır. Ayrıca fotovoltaiik güneş pilleri katların her birinin kabuğuna kurulacaktır. Yapıda rüzgar enerjisine ilaveten fotovoltaiik paneller, üretilen enerjiye ek oluşturur.

Kulenin neredeyse % 90'ı fabrikada inşa edilecek olup, şantiye sahasında çalışanların sayısı yaklaşık 2000 den 90'a düşebilecektir [8][61].

Dinamik mimari ile binalar şekillerini değiştirebilmektedir. Her kat ayrı ayrı döndükçe, binanın şekli sürekli değişim gösterir. Dinamik mimari, mimaride yeni bir döneme işaret etmektedir. Hareket dinamiklerine dayanan bu yeni yaklaşım ile proje üç temel konseptte dayanmaktadır: 1. Dinamik, çünkü her kat bağımsız olarak dönebilir, rüzgârdan ve güneşten kendi enerjisini de üretebilir, 2.'si endüstriyel oluşudur. Bina prefabrik modüllerden imal edildikten sonra şantiyede monte edilecektir. 3.sü ise sürekli oluşudur, böylelikle yapı sürekli kendini kurmaya devam etmektedir [59].

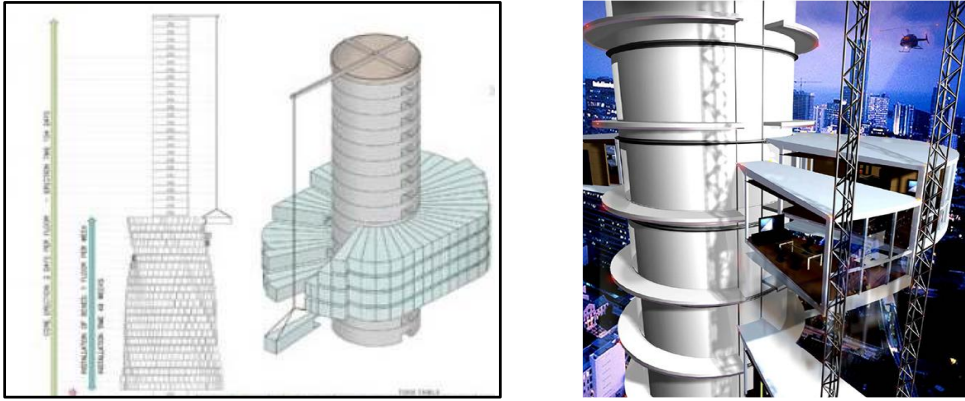
Yapı içerisinde otel, mekanik kat, ofisler, otopark, konut gibi birimler yer almaktadır. Farklı katlarda farklı fonksiyonlar barındırmaktadır. Çekirdek, her kata, uçuş sırasında uçaklara yakıt ikmali yapmak için kullanılan teknolojiye dayanan temiz su için özel, patentli bir bağlantıyla hizmet verebilecektir. Her kat fabrikada üretilen 40 modüle sahip olup, kulenin dünyanın ilk prefabrik gökdeleni olması planlanmaktadır. Prefabrik olması ile kulenin % 90'ı önceden inşa edilerek şantiyeye gönderilecektir. Binanın tamamı 22 ay da tamamlanabilecek ve inşaat süresi olarak normalden % 30 hız kazanılmış olacaktır. Gökdelenin azaltılması planlanan argümanları, maliyeti ve çalışan sayısıdır (şantiyede 2000 yerine 90 , fabrikada 600 işçi). İşçilerin çoğu, daha güvenli olan fabrikalarda bulunacaktır. Modüller, mutfak ve banyo armatürleri de dâhil olmak üzere önceden monte edilerek bir araya getirilecektir. Tüm tesisat, elektrik, klima dâhil olmak üzere tam bir lüks ünitedir ve beton çekirdeğe monte edilecektir [59].

Enerji etkin olarak tasarlanan yapıda her kat birbirinden bağımsız olarak hareket edebilecektir. Tek tek daireleri, kullanıcıların ihtiyaçlarına ve tarzlarına göre kişiselleştirmek mümkün olacaktır. Endüstriyel işlem nedeniyle, daireler yapısal parçalardan armatürlere ve son işlemlere kadar çeşitli standartlar için mükemmel tasarım ve uçtan uca özelleştirme sunacağından, modüller kolayca garanti edilebilir olacaktır [8].

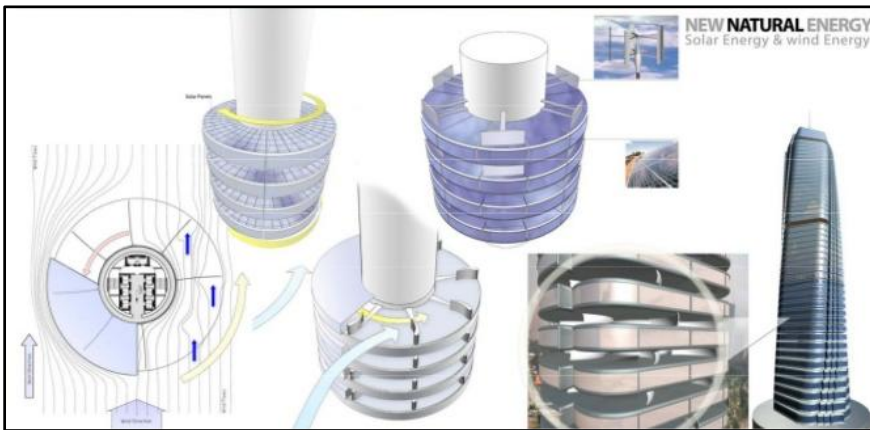
Zeminler titreşim veya gürültü olmadan her iki yöne doğru sürekli dönüş sağlayacak şekilde inşa edilecektir. Zemin, çelik yataklar ve bir zeminin dönmesini sağlayan, titreşimsiz hava yastığı kombinasyonu ile yapılacaktır. Uyarı sistemi her katın tabanına yerleştirilecektir, böylece görülemez olacak ve aynı zamanda gerektiğinde kolay bakım sağlanacaktır.

Yapı, tüm dikey yükleri taşıyan yaklaşık 22 m çapında betonarme bir çekirdeğe taşıtılacaktır. Döşemeler ise, yaklaşık 15 metreye kadar bir konsol ile yekpare bir platform haline gelen çelik yapıdan oluşacaktır [59].

Dönen her zemin arasına yerleştirilmiş 79 adet rüzgâr türbinleri sayesinde enerji üretmesi mümkün olacaktır. Dubai'de yıllık ortalama rüzgarın 16 m/sn olduğu düşünüldüğünde, bir yılda bir türbin tarafından üretilen 460.000 Kwh enerjiye sahip olması muhtemeldir. Her aile bir yılda yaklaşık 24.000 Kwh tükettiğinden, bir türbin 19 daireye enerji sağlayacak kapasiteye sahip olacaktır. Kule, rüzgâr türbinlerinden ve güneş panellerinden beslenecek şekilde tasarlanmıştır. Güneş panelleri çatıya ve her katın tepesine yerleştirilecek olup, katlar elektrikle döndürülecektir. Türbinler ise rüzgâr enerjisi ile döndürülerek, her kattan birer tane olmak üzere tek bir jeneratöre bağlanacaktır. Fotovoltaik paneller söz konusu olduğunda, her dönen katın kabuğuna yerleştirilecektir. Paneller yüzeyin sadece % 20'sini kaplayacak olsa da, kule ilk gerçek "yeşil" bina olarak kabul edilebilir [59].

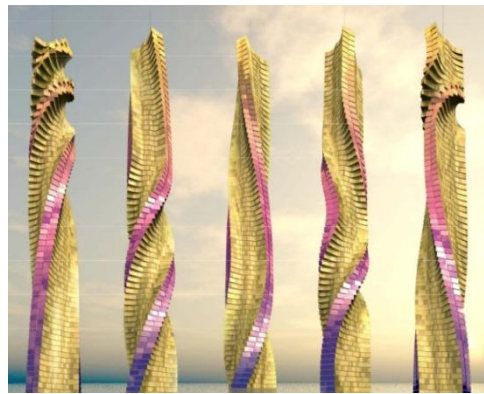
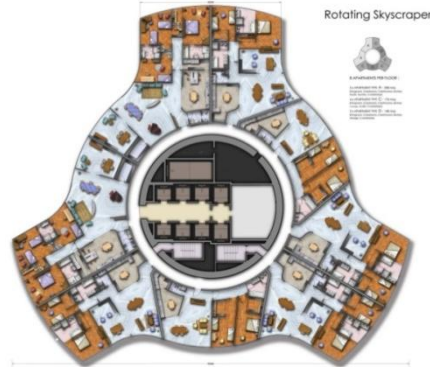
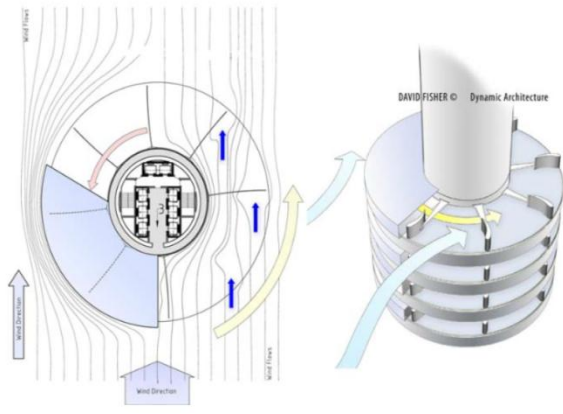


Resim 4.4. Dinamik Kule'nin prefabrik yapım fikrine ait görseller [62]



Resim 4.5. Dinamik Kule çevre dostu tasarım görselleri [62]

Çizelge 4.3. Dinamik Kule hareketli yapı elemanları analiz tablosu

Dinamik Kule - Dynamic Tower - Da Vinci Kulesi		ÖRNEK 3	
Konum	Dubai, Birleşik Arap Emirlikleri		
Mimar(lar)	David Fisher, Dynamic Architecture Group		
Yapı Mühendisi	Yapı Mimari Projede kalmıştır.		
Proje Yılı	2010		
İnşaat Şirketi	Yapı Mimari Projede kalmıştır.		
Maliyeti	Yaklaşık 700 000 000 \$		
Yapı İşlevi	Perakende Satış, Ofisler, Konut		
Ödüller	Bilgi Alınamamıştır.		
İklim Bölgesi	Çöl İklimi		
Tasarım Konsepti	Çevre Koşulları ve Kullanıcı isteği odaklı		
Hareketli Eleman Konumu	Ön yapımlı PV panelli çift katmanlı cephe		
Hareketli Yapı Kabuğu Elemanı	Beslemeli 360 Derece dönebilen bağımsız katlar Hareket: Mekanik Temelli Elektrik Kontrol: Her Katta Bağımsız (Sensörlü)		
			
İşlev	Termal (Güneş Kontrolü)		
Malzeme	Prefabrik Beton ve Çelik		
Yenilenebilir Enerji Kaynakları	PV Paneller ve Rüzgâr Türbinleri		

4.4. The World Trade Center Transportation Hub - Dünya Ticaret Merkezi Ulaşım İstasyonu Binası

Ocak 2004'te, Mimar Santiago Calatrava, Dünya Ticaret Merkezi Ulaşım İstasyonu Binası'nı tasarlamıştır. Proje, 11 Eylül 2001'de tahrip olan orijinal Port Authority Trans-Hudson (PATH) ray sisteminin yerine konumlandırılmıştır. Port Authority Trans-Hudson banliyö trenlerine hizmet vermenin yanı sıra, New York City metro trenlerine de bağlanmaktadır. Yeni Fulton Street Transit Center'a kesintisiz, kapalı yaya erişimi sağlarken, ilham veren, ışıkla dolu bir halka açık toplama yeri yaratmıştır [63].



Resim 4.6. The World Trade Center Transportation Hub perspektifi [63]

Calatrava'nın Dünya Ticaret Merkezi (WTC) Ulaştırma İstasyonu için ilk büyük tasarım kararı, binayı 'Oculus' olarak serbest duran bir yapı olarak düşünmek ve Daniel Libeskind'in 'Light Wedge' plazasının güney kenarı boyunca konumlandırmaktı. Amaç, yoğun ticari kulelerin arasında bir duraksama yaratmak ve Belediye Parkından Aziz Kilisesine uzanan yeşil alanlar ile bağlantı kurmaktır. 'Oculus', büyük bir elips şeklindeki çelik çubuklardan ve cam dizilerden oluşur. Kaburgalar, Plaza'nın Kuzey ve Güney kısımları üzerinde iki kanopiye uzanmaktadır [63].

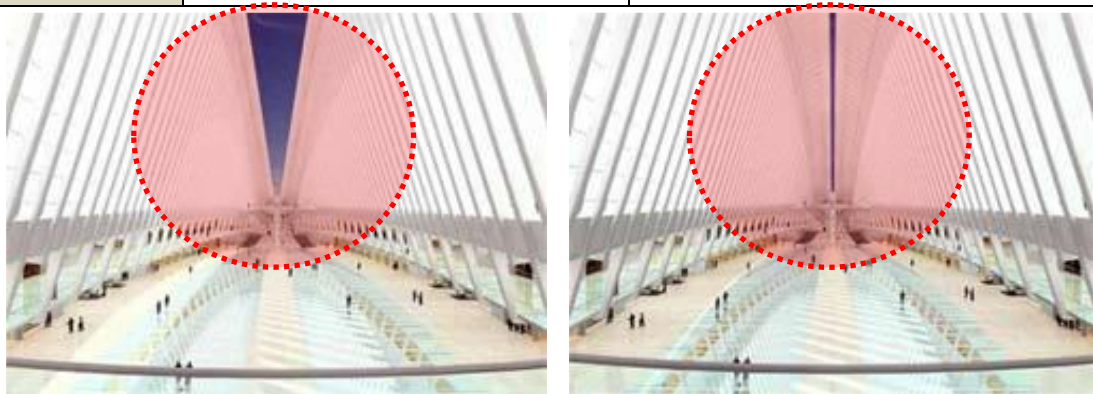
Merkezin tasarımı güvenlik, mühendislik ve fizibilite gereksinimlerinden dolayı 2005 ve 2008'de revize edilmiştir.

Santiago Calatrava, bir çocuğun gökyüzüne doğru bir güvercini serbest bırakmasından esinlenmiştir. Oculus, 300 çelikten oluşmaktadır. İki setin üzerine yerleştirilmiş iki adet yaklaşık 46 m (150 ft) yüksekliğinde kanat bulunan parçalarla yaklaşık 10 m (30 ft) yükseklikte ve 10-25 ton arasında değişen cam ve çelik kemerler mevcuttur. Binanın içindeki, cadde seviyesinden 60 m aşağıda bulunan demiryolu platformlarına çatının nervürlü camı ve çelik kemerleri ile güneş ışığı alınması mümkündür. 2008 yılında inşaat maliyetlerini azaltmak amacıyla, kanatların tasarımı değiştirilmiştir [8].

Orijinal tasarımda, cam panelli çelik çubuklar yaklaşık 14 m (45 ft) genişliğe kadar açık olacak şekilde tasarlanmıştır. 2008’de tavan tasarımı daha sonra sabitlenecek şekilde değiştirilmiştir. Katlanabilir cam ve çelik çatı bağlantısının kapatılması sonradan planlanmıştır. Yapıda çelik, cam ve beton kullanılmıştır. Çelik işleri bağlantısız strüktür olarak teşkil edilmiştir.

Yapı projesindeki hali ile yapılmış olsa idi, çatı örtüsü hidrolik tarafından taşınan otomatik kontrol cihazlarına bağlı motorlu sistem ile geri çekilebilecekti [8].

Çizelge 4.4. Dünya Ticaret Merkezi Ulaşım İstasyonu Binası hareketli yapı elemanları analiz tablosu

Dünya Ticaret Merkezi Ulaşım İstasyonu Binası - The World Trade Center Transportation Hub		ÖRNEK 4
Konum	New York, ABD	 
Mimar(lar)	Santiago Calatrava	
Yapı Mühendisi	Bilgi Alınamamıştır.	
Yapım Yılları	2014	
İnşaat Şirketi	Bilgi Alınamamıştır.	
Maliyeti	3 800 000 000 \$	
Yapı İşlevi	Ulaşım Yapısı	
Ödüller	* Design of the Year 2016 * SARA Special Design Award of Excellence in Urban Infrastructure	
İklim Bölgesi	Ilıman İklim	
Tasarım Konsepti	Çevre Koşulları Odaklı - Anıtsal	
Hareketli Eleman Konumu	Üst Örtüde Açılır - Kapanır Çubuk Sistem	
Hareketli Yapı Kabuğu Elemanı	Yapım aşamasında yapımı iptal edilen açılır kapanır çatı elemanları Hareket: Hidrolik sistemle geri çekme Kontrol: Otomatik	
İşlev	Termal (Güneş Kontrolü)	
Malzeme	Çelik ve Cam	
Yenilenebilir Enerji Kaynakları	--	

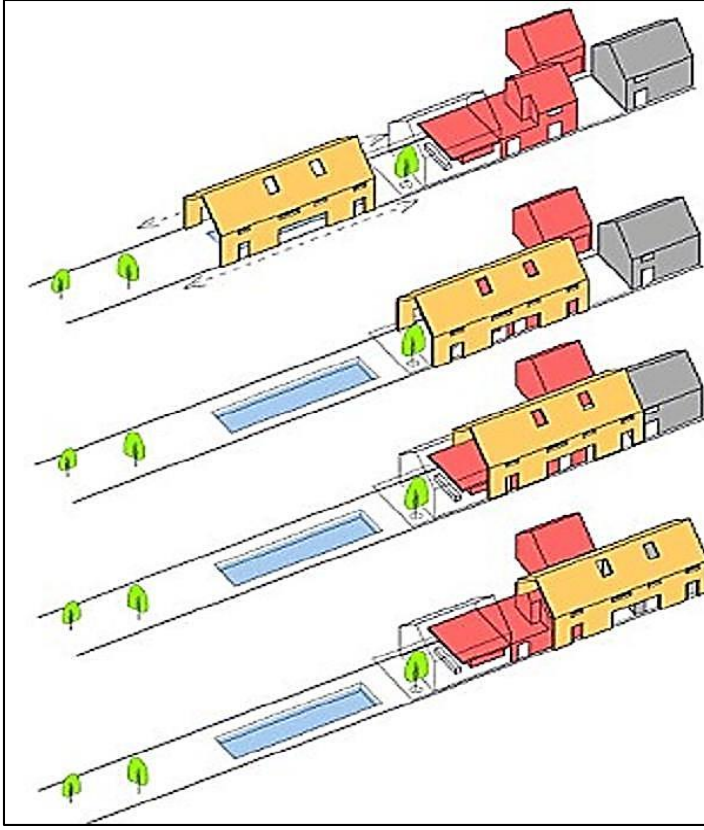
4.5. Sliding House - Sürgülü Ev

İngiltere de yer alan yapı dRMM Architects tarafından tasarlan Sürgülü Ev ana konut binası, garaj ve misafir evi olmak üzere üç bölümden oluşmaktadır. Üç bölüm arasında bir avlu bulunmaktadır. Hareketli ahşap ve çelikten oluşturulmuş bir çerçeve yapısı olan Sürgülü Evi kuşatan iki kabuktan birincisi cam ve çelikten inşa edilen iç kabuktur. İkinci kabuk ise raylar üzerinde hareket edebilen 20 ton ağırlığındaki ahşap dış kabuktur. Dıştaki ahşap kabuk ile içteki metal ve camdan oluşan çift cidarlı yapı bağımsız bir strüktüre sahiptir. 16 metre uzunluğa sahip kabuğun hareketi ile açılan ve kapanan sistem sayesinde gün ışığı kontrolü sağlanabilmektedir. Hareketli elemanlar motor gücü ile yer değiştirmekte ve hareketli mekanizma uzaktan kontrol edilebilmektedir [8][64].

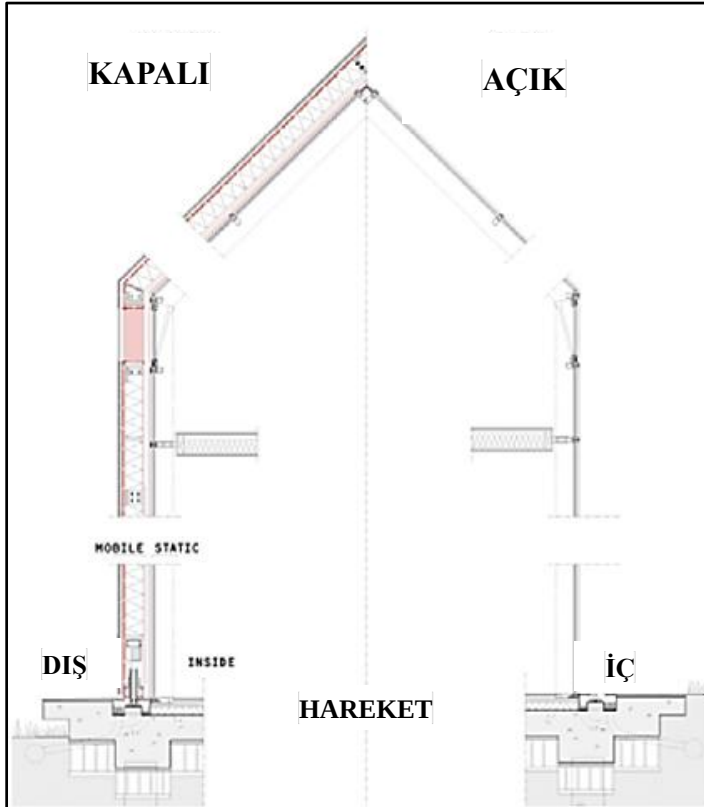


Resim 4.7. Sürgülü Ev'in dış mekan görünüşü [65]

Sürgülü Ev'in hareket eden cephesi sayesinde mevsime ya da isteğe göre tüm binanın değişimi mümkün hale gelmektedir. Projeyi emsallerinden ayıran özelliği konvansiyonel güneş kırıcılarından farklı bir şekilde tasarlanmış dış ahşap kabuktur. 16 metre uzunluktaki kabuk, ray üzerinde kayarak istediği birimin üzerini örtebilmektedir [66].



Resim 4.8. Sürgülü Ev'e ait hareket mekanizmaları perspektifi [67]



Resim 4.9. Hareketli yapı kabuğu ayrıntılı kesiti [8]

Çizelge 4.5. Sürgülü Ev hareketli yapı elemanları analiz tablosu

Sürgülü Ev - Sliding House		ÖRNEK 5
Konum	Suffolk, Birleşik Krallık (UK).	
Mimar(lar)	dRMM Architecture	
Yapı Mühendisi	Michael Hadi Associates	
Yapım Yılı	2009	
İnşaat Şirketi	Bilgi Alınamamıştır.	
Maliyeti	Bilgi alınamamıştır.	
Yapı İşlevi	Konut	
Ödüller	*2009 Winner Riba East Award *2009 Winner Grand Designs Awards 'Best New-Build' And 'Home Of The Year' *2009 Highly Commended World Architecture Festival Awards 'House' Category *2009 Shortlisted D&Ad Awards, Environmental Design Category *2009 Shortlisted The Wood Awards 'Private' Category	
İklim Bölgesi	Ilıman İklim	
Tasarım Konsepti	Çevre duyarlı hareketli kabuk	
Hareketli Eleman Konumu	Yer değiştirebilen üst kabuk, Çift Cidarlı Cephe (metal+cam ve ahşap)	
Hareketli Yapı Kabuğu Elemanı	İsteğe bağlı açılır kapanır dış kabuk Hareket: Duvara entegre edilen tekerlekler ile raylar üzerinde motor gücü desteğiyle Kontrol: Uzaktan kumanda	
		
İşlev	Termal (Güneş Kontrolü)	
Malzeme	Metal + Cam ve Ahşap	
Yenilenebilir Enerji Kaynakları	- -	

4.6. The Leaf Chapel - Yaprak Şapeli

Kobuchizawa'da bulunan Şapel, görünüşte yere çırpılmış olan cam ve çelik iki yapraktan oluşmaktadır.



Resim 4.10. Yaprak Şapeli dış görünüşü [68]

Yapı tasarımında hassas dantel desen motifli cam yaprak bir pergolaya öykünür ve onu tutan yapı, merkezi gövdeden daha yavaş bir şekilde inceltilen bir yaprağın damarlarından birini hatırlatır. Her biri akrilik bir mercek tutan 4700 delikli beyaz çelik yaprak, hassas dantelden yapılmış gelinin peçesine benzemektedir. Işık, merceklerden süzülerek içindeki beyaz kumaş üzerine dantel deseni yansıtmaktadır. Güneş dönerken gün boyunca yansıtılan desen doğal olarak değişmekte ve perdenin iç astarı üzerinde sayısız farklı dantel desenleri oluşturmaktadır. Bu hareket düğün törenlerinde muhteşem bir arka plan oluşturur. Törenin sonunda, damat (efsanevi) öpücük için gelinin duvağını kaldırırken, 'çelik örtü' sihirli bir şekilde açılarak göleti ve büyüleyici doğasını ortaya çıkarır. 11 ton ağırlığında olmasına rağmen, silindir mekanizması 38 saniye içinde perdenin hemen hemen bir kumaş gibi sessizce kalkmasına izin verir [68].

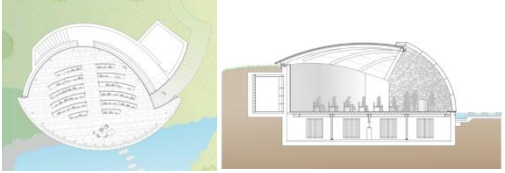
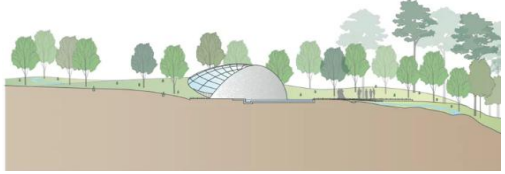
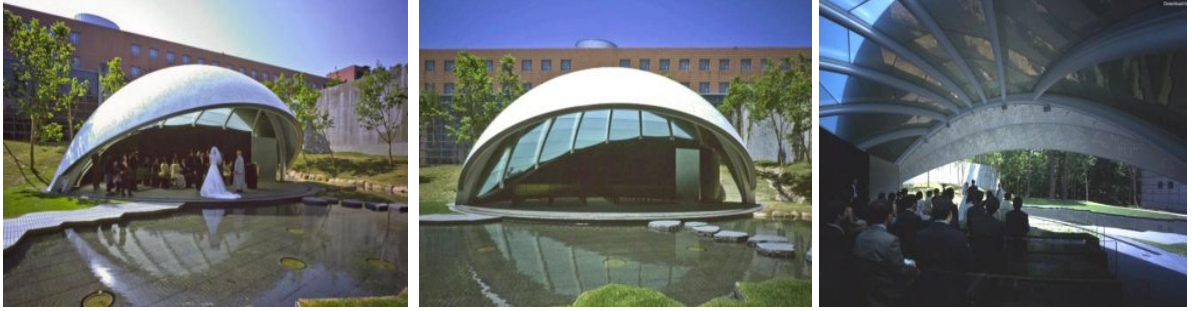
Gizemli aydınlatma ve cesur duvar resimleri her zaman kilise mimarisinde büyük rol oynamıştır.

Klien-Dytham Mimarlık bunu göz önüne alarak, 21. yüzyıla yönelik strateji belirleyerek drama eklemek için kendi stagecraft şeklini kullanmış Japon Alpleri'nde küçük düğünlerin yapıldığı bir Şapel planlamıştır. Bahçenin manzarası, düğün sırasında misafirlerin dikkatini dağıtacağı için, delikli bir metal olarak geliştirilen bir yaprak peçe ile ışığa izin veren ancak manzarayı engelleyebilecek yüzey meydana getirilmiştir [8].

Şapel deprem güvenliği dikkate alınarak hafif bir çelik yapı olarak tasarlanmıştır. Beton bir zemine oturtulan yapıya radyan ısıtma ve soğutma sistemi entegre edilmiştir.

İç mekânda kullanılan malzeme olarak döşemede siyah granit, saydam çiçekleri kaplamak üzere de akrilik kullanılmıştır. Güneş ışığı vurduğu zaman dans ediyormuş etkisi oluşturmaktadır. Dış kısımda ise hassas dantel desenli camdan bir yaprak, 8 mm kalınlıkta çelik paneller ile birbirine tutturulmuştur. Tıpkı bir garaj kapısının kapanması gibi 2 adet hidrolik kol çelik üst örtüyü kaldırmaktadır. Bu şapel kamusal bir mekân oluşturmaktadır. Evlilik töreninde tören sonunda hareketli elemanı ile sürpriz meydana getirir. Açılır kapanır çelik üst örtü sayesinde kapalıyken çevreden izole edilirken, açıldığı an törenin sona erdiğini ifade etmek üzere tasarlanmıştır. Şapel 3,65 m (12 ft) kadar zemine gömülüdür [8].

Çizelge 4.6. Yaprak Şapel hareketli yapı elemanları analiz tablosu

The Leaf Chapel (Yaprak Şapeli)		ÖRNEK 6
Konum	Kobuchizawa, Japonya	  
Mimar(lar)	Klein Dytham Architecture	
Yapı Mühendisi	Bilgi Alınamamıştır.	
Yapım Yılı	2004	
İnşaat Şirketi	Bilgi Alınamamıştır.	
Maliyeti	Bilgi Alınamamıştır.	
Yapı İşlevi	Dini Yapı	
Ödüller	D&AD Awards 2005 Environmental Design & Architecture	
İklim Bölgesi	Ilıman İklim	
Tasarım Konsepti	Çevre Duyarlı Hareketli Kabuk	
Hareketli Eleman Konumu	11 ton ağırlığında hareketli alüminyum oval kabuk	
Hareketli Yapı Kabuğu Elemanı	Açılır Kapanır Örtü Sistemi (Oto Kontrol)	
	Hareket: 2 hidrolik kol ve silindir mekanizması	
	Kontrol: İsteğe bağlı veya otomatik	
İşlev	Gün ışığı ve manzara kontrolü	
Malzeme	Çelik ve cam	
Yenilenebilir Enerji Kaynakları	--	

4.7. Gemini Hause – Gemini Evi

Yenilikçi konut güneş enerjisi uygulaması Roland Mösl tarafından yapılmıştır. Mösl'in güneş enerjisi evini döndürme konsepti Styria County Energy'nin bir parçası olarak 2001 yılında silindirik Gemini Hause prototipi ile Weiz'de yapılmıştır. Konut yapısı tıpkı bir gezegen gibi davranmakta ve gökyüzünü, güneşi izlemektedir. Evin 150 metrekareslik güneş panelleri bulunmaktadır [8].



Resim 4.11. Gemini House [69]

Aerodinamik tasarım ve enerji tasarruflu sistemler, entegre mobilyalarla tamamlanmaktadır. Böylelikle temiz, modern bir iç mekân oluşturulmuştur. Gemini Hause'ta minimalist tasarım lüksle buluşmaktadır.

Modern tasarım ve enerji tasarruflu sistemler, temiz ve modern bir iç mekan yaratan entegre mobilyalarla tamamlanmaktadır. Enerji sergisi sırasında, yaşam alanı, evin yenilikçi enerji stratejisini gösteren rehberli turlar için konferans salonu ve fon olarak hizmet vermiştir. Konseptte bir jakuzili küvet ve güneş etrafında yaşamayı daha da maceralı hale getiren merkezi vakum gibi unsurlar dâhildir.

Roland M  sl, Avusturya'nın Salzburg kentinde, toplumu “güneş çağına ilerlemesine yardımcı olacak” yenilikçi fikirleri icat etmeye, keşfetmeye ve savunmaya ba  layarak, Planet Engineering Group Earth'  n (PEGE) kurmuştur [70].

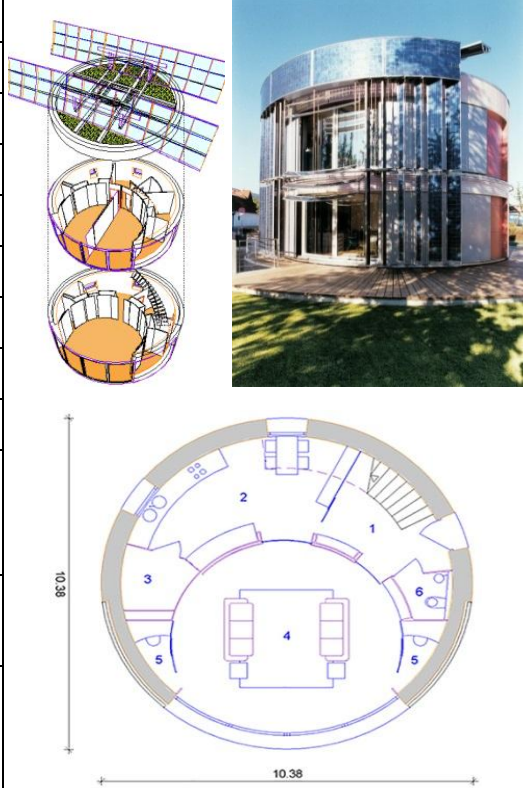
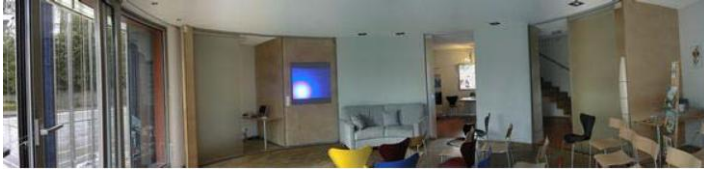
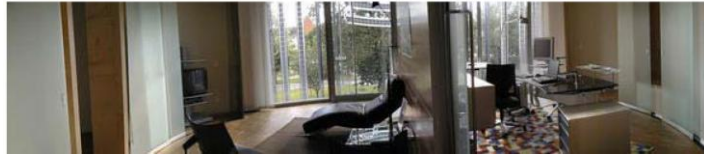
Güneş'in her zaman fotovoltai   panellerin üstüne doğacağından nasıl emin olabilirsiniz? sorusuna cevaben; “Bu sıra dı   evin yuvarlak tasarımı, güneş enerjisi ekipmanının güneşle birlikte dönmesini sağlıyor ve güneş enerjisi kazanımı için mücadele etme gerekliliğini ortadan kaldırmaktadır.” demiştir. Roland M  sl tarafından tasarlanan Gemini Hause evi, yenilikçi güneş enerjisi teknolojisini ve dikkat çekici estetiği bir arada sunmaktadır.

M  sl'  n güneş enerjisini kullanan silindirik konsept tasarımı Gemini Haus prototipi, Avusturya'daki Styria Enerji Fuarı'nın 2001 yılındaki bir parçasıydı. 150 metrekairelik güneşi takip ederek dönen fotovoltai   panellere, ileri derecede ısı yalıtımına, etkili tasarıma ve bir ısı iyileştirici sisteme sahip olan Gemini Hause, bir enerji fazlalığı yaratan türünün tek   rneği bir deneyimdir [69]. Yapı 2 kattan oluşmaktadır.

Yapı dönerek güneşi izlemektedir. Verimliliği daha da artırmak amacıyla güneş enerjisi sistemleri PV paneller yapıdan bağımsız olarak da hareket etmektedir. Ev, güneş enerjisi kullanımını maksimize ederek 360 derece dönebilir. Güneşten gelen enerji radyasyonu, evin döndürülmesi yoluyla en uygun şekilde kullanılabilir. Geceleri, otomatik kontrollü kayar cam panellerin tüm araçları gizleyerek gece yayılan enerjiyi mümkün olduğu kadar düşük tutabilmektedir. Evin dı   cephesine yerleştirilmiş güneş panelleri güneşin hareketi ile hareket etmesini sağlar. Verimlilik, ağır ısı yalıtımı, verimli tasarım ve ısı geri kazanım sistemi ile sağlanmaktadır. Gemini Hause 'un dı   tarafına takılan güneş enerjisi donanımları bağımsız bir şekilde evi d  nd  r  erek kullancıların sadece i   me  n ortamını kontrol etmesine izin verme im  k  nı sağlamaktadır [8]. Bina eğimli bir yapıdır. İki katlı ev tüm yükleri sağlam bir zemin üzerinde, tüm demirba   ve kabloların olduğu yerde konumlanmıştır. Malzeme olarak ahşap, geri dönüştürülmüş kağıt, cam ve alüminyum kullanılmıştır.

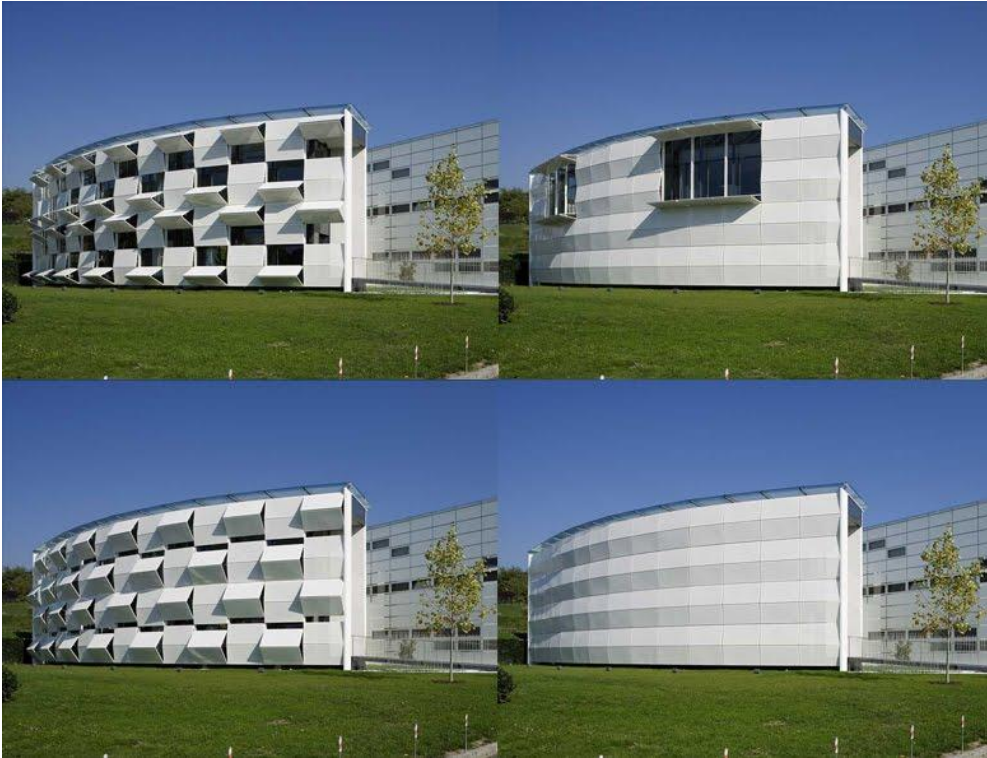
Evin hareket kontrolü için bir motor bu hareket için yeterli olabilece  ken 2 adet dişli motoru kullanılmıştır. Yalnızca evin cephesine bağlı bulunan güneş panelleri (PV) değil evin kendisi de dönebilmektedir.

Çizelge 4.7. Gemini Haus hareketli yapı elemanları analiz tablosu

Gemini Haus – Gemini Evi		ÖRNEK 7
Konum	Weiz, Avusturya	
Mimar(lar)	Roland Mösl.	
Yapı Mühendisi	Erwin Kaltenegger, Passail	
Yapım Yılı	2001	
İnşaat Şirketi	Weiz municipal authorities	
Maliyeti	Bilgi Alınamamıştır.	
Yapı İşlev	Konut	
Ödüller	Bilgi Alınamamıştır.	
İklim Bölgesi	Ilıman İklim	
Tasarım Konsepti	Çevre Duyarlı	
Hareketli Eleman Konumu	Metal + cam üzeri PV Panelli Hareketli Cephe (binanın tümünde)	
Hareketli Yapı Kabuğu Elemanı	Güneşi takip ederek dönen fotovoltaik paneller ve bina	
	Hareket: Çift dişli motor ile raylar üzerinde	
	Kontrol: Otomatik	
  		
İşlev	Termal (Güneş Kontrolü)	
Malzeme	Ahşap, geri dönüştürülmüş kağıt oluğu gibi cam ve alüminyum	
Yenilenebilir Enerji Kaynakları	Cepheye entegre fotovoltaik (PV) paneller	

4.8. Kiefer Technic Showroom - Kiefer Teknik Showroom

Tasarımcıları Ernst Giselsbrecht + Partner ZT GmbH Architects olan yapı, 2007 yılında yapılarak Avusturya Bad Gleichenberg’de Kiefer Technic Showroom olarak bilinen hareketli bir cephe örneğidir. Güney tarafında çift katmanlı bir cephe bulunur. Cephe iki kattan oluşmaktadır; poligonal camdan yapılmış hareketsiz statik katman ve önünde bulunan hareket edebilen katmandır. Cephe sürekli hareket ederek her saatte değişen düzeni nedeniyle binadan çok hareketli heykele benzemektedir. Bu cepheler sürekli olarak değişip her gün, her saat yeni bir “yüz” gösterirken - cephe dinamik bir heykele dönüşmektedir. Ameliyathane ekipmanları ve kapıları ile paslanmaz çelik mobilya üreticisi olan Kiefer, bir parka bakan ve firmanın ürünlerini en etkileyici şekilde sunacak havalı bir showroom istedi. Mimarlar çözüm olarak, showroom’un güney cephesinin tamamını elektronik olarak kontrol edilebilir bir seri yatay menteşe ile açılıp kapanabilen beyaz alüminyum panjur panellerden oluşan bir duvarla giydirmişlerdir [71].



Resim 4.12. Kiefer Technic Showroom, hareketli cephe görünüşü [65]

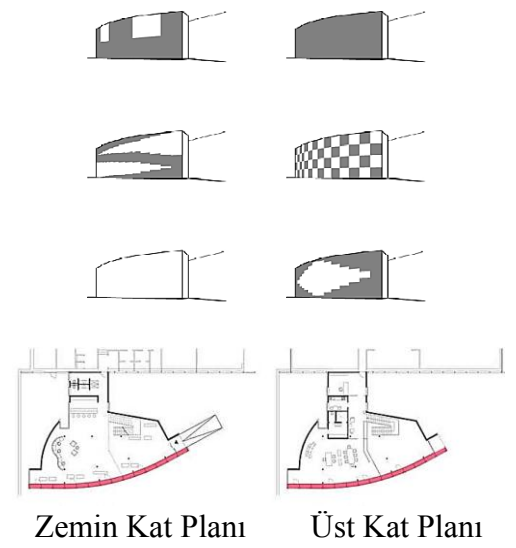
Ofis binaları pencere şeritleriyle bölünmüş modüler cepheleriyle karakterize edildiğinde, Kiefer Technic Showroom ile dinamik bir cephe verilerek yeni bir konsept sunulmuştur.

Mimar, showroomun tüm güney cephesinde hareketli bir kaplama kurarak mahremiyet ve şeffaflık arasında sağlanabilecek olanakları genişletmiştir. Bu giydirme, odalardaki rahat atmosferi korurken şeffaf cepheyi gerçekleştirmeyi kolaylaştırmıştır. Hareketli güney cephesi, binanın görünümünü dinamik olarak değiştirmesine olanak tanıyan hesaplamayı mimariyle birleştirmiştir. Hareketli cephe dikey olarak sayısız pozisyona kaydırılabilen 122 adet beyaz delikli alüminyum panelden oluşmaktadır. Hareket ile iç mekân iklimini ve ışığı kontrol etmek için Kiefer Technic Showroom cephesinde 56 farklı motor kullanılarak, farklı aktiviteler için en uygun koşulları sağlamak amacıyla herhangi bir odada ışık ve sıcaklık seviyesi ayarlanabilmektedir. Cephe hem çevresel koşullara hem de bireysel ihtiyaçlara cevap vermektedir. Tuğla duvarlar ve betonarme konstrüksiyondan inşa edilen iç cephede kolonlar paslanmaz çelik kaplanmıştır [8].

Bu dinamik cepheler kendi tercihlerine göre kullanıcılar tarafından değiştirilebilmektedir. Aynı zamanda odalarda kimse bulunmadığı zamanlarda optimizasyon programlarıyla da kontrol sağlanmaktadır. Böylece cephe içeridekilerin ışık ihtiyacı ve sıcaklık toleransına bağlı olarak şeklini değiştirmektedir. Sistem, bu binaya büyüleyici hareketli bir cephe yaratan sayısız model ve konfigürasyon sergilemek üzere programlanabilmektedir [71].

Hareketli cephenin alüminyum panelleri kompleksin içinden taşınmaktadır. Menteşeler, kılavuz rayları ve elektrik motorları sistemi ile hareket sağlanmaktadır. Sistem elektronik kontrol sistemi ile kontrol edilmektedir. Uyarlanabilirlik; binanın çevresel değişiklikleri, kullanıcı istekleri ve bina içinde meydana gelebilecek farklı faaliyetleri içeren farklı koşullara cevap vermesini sağlayan bir cephe elemanı olarak kurmuştur. Hareketli cephe, ışık ve sıcaklık regülatörünün yanı sıra güneş koruması olarak da çalıştığı için konforlu iç mekân ortamı yaratmıştır. Ayrıca, saydam cephe binanın iç çevresini çevre manzaraya bağlamıştır [8].

Çizelge 4.8. Kiefer Teknik Showroom hareketli yapı elemanları analiz tablosu

Kiefer Technic Showroom - Kiefer Teknik Showroom		ÖRNEK 8
Konum	Bad Gleichenberg, Avusturya	  Zemin Kat Planı Üst Kat Planı
Mimar(lar)	Ernst Gislbrecht + Partner Architektur	
Yapı Mühendisi	Bilgi Alınamamıştır.	
Yapım Yılı	2007	
İnşaat Şirketi	Bilgi Alınamamıştır.	
Maliyeti	Bilgi Alınamamıştır.	
Yapı İşlev	Showroom	
Ödüller	Austrian Architecture Award 2008	
İklim Bölgesi	Ilıman İklim	
Tasarım Konsepti	Çevre Duyarlı	
Hareketli Eleman Konumu	Yalnızca güney cephede oluşturulmuş çift katmanlı cephe	
Hareketli Yapı Kabuğu Elemanı	Alüminyum panellerden oluşan hareketli cephe	
	Hareket: Elektronik olarak kontrol edilebilir yatay menteşeler ile katlanır mekanik tabanlı - Hibrit	
	Kontrol: Yerel doğrudan – Motor gücü ile otomatik ya da manuel	
  		
İşlev	Termal (Güneş Kontrolü)	
Malzeme	Paslanmaz çelik ve cam ile beyaz delikli alüminyum paneller	
Yenilenebilir Enerji Kaynakları	--	

4.9. CJ Research Center - CJ Arge Merkezi

Seul'deki CJ Arge Merkezi üç gözyaşı damlası şeklindeki kuleden oluşmaktadır. Kuleler, iç ortamda çok fazla güneş ışığının girmesine izin veren bir cam atriyuma sahiptir. Büyük miktardaki cam, binanın enerji kullanımını daha verimli hale getirmek için uyarlanabilir bir gölge sisteminin tasarımını gerektirmiştir [15].

Ticari bina kabuğundaki bir sonraki evrimini simgeleyen, CJ Cheiljedang ARGE Merkezi, duyarlı detaylarıyla gün içinde önemli zaman aralığında güneşi denetlemektedir. Yazdani Studio Cannon Design Seul, Güney Kore'de ofis ve araştırma merkezi oluşturmak için görevlendirilmiştir. Onların önerdikleri çözüm, hareketli ortak bir atriyumdan erişilen kuleler oluşturmaktır. Beş katlı atriyum zeminden itibaren kompleksin programatik ihtiyaçlarını karşılarken, çalışma alanlarında ideal güneş ışığı sağlanmakta, çatı bahçelerinin erişilebilir olması akışkan çıkış yolları ve iç tasarım öğeleri ile tamamlanan mimari yapının diğer özellikleridir [72].



Resim 4.13. CJ Araştırma Merkezi genel görünüm [73]

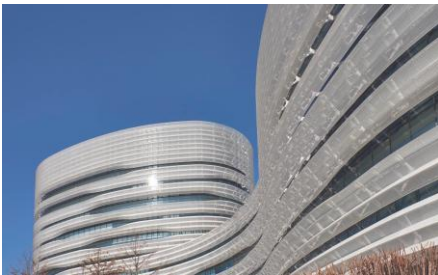
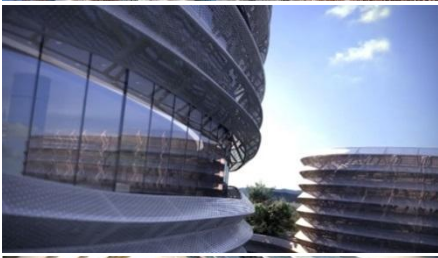
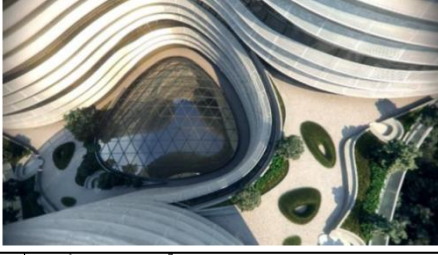
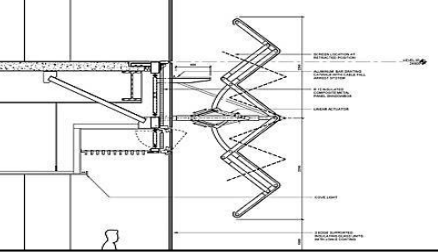
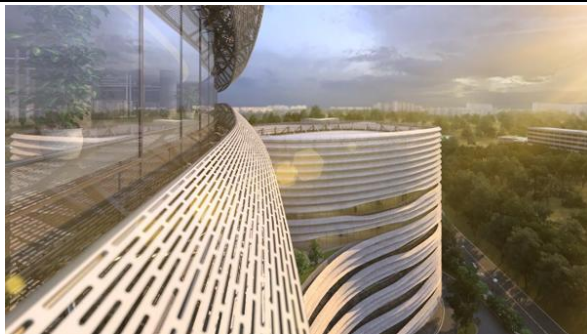
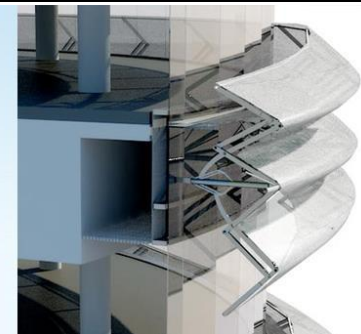
Hareketli cephe sistemi, akordeon şeklinde katlanmış pencere gölgeleme kapaklarından yapılmıştır. Hareketli sistem, metal çelik şeritlerin otomatik olarak açılması ve kapanmasından oluşmaktadır. Şeritler makas aktüatörlerine monte edilir. Açılış sistemi bir şemsiyeden ilham almıştır.

Katlanabilir sistemin alt ve üst kısımlarının bağımsız hareket etmesini sağlamak için iki ayrı doğrusal aktüatör kullanılır. Elektrikli doğrusal **aktüatör**, düşük voltaj bir DC motorun dönme hareketini, doğrusal harekete dönüştüren bir cihazdır [15].

Akordeon şeklinde katlanabilir pencere gölgeleme sistemi üç kulenin de cephelerini sarmakta ve bir koruma sistemi oluşturmaktadır. Basit bir şemsiye mantığına dayanarak ve katlanabilir mekanizma kullanılarak geliştirilen sistem 3ds Max programı ile gerçekleştirilmiştir [72].

Otomatik kontrollü olarak açılıp kapatılabilen cepheler bir yazılım ile yönetilmektedir. Her birimin pencereleri tamamen kapalı ve tamamen açık olmasını sağlayan üç şeritli gruplar halinde örgütlenen katlar arasında yer almaktadır. Duyarlı cephe, değişen güneş radyasyonu ve kullanıcı girdisine adapte olmaktadır. Sistem güneş kontrolünü en üst seviyeye çıkarabilir şekilde çalışmaktadır. Cephe, aynı zamanda aşırı ısınmayı ve parlamayı azaltırken uygun doğal ışık seviyelerine izin verir [73,74].

Çizelge 4.9. CJ ARGE Merkezi hareketli yapı elemanları analiz tablosu

CJ ARGE Merkezi		ÖRNEK 9
Konum	Seul, Güney Kore	   
Mimar(lar)	Yazdani Studio	
Yapı Mühendisi	Matt Williams	
Yapım Yılları	2011-2012	
İnşaat Şirketi	Bilgi Alınamamıştır.	
Maliyeti	Bilgi Alınamamıştır.	
Yapı İşlev	Araştırma ve Geliştirme Merkezi	
Ödüller	Bilgi Alınamamıştır.	
İklim Bölgesi	Subtropikal İklim	
Tasarım Konsepti	Çevre Duyarlı	
Hareketli Eleman Konumu	Binanın tüm cephelerinde katlar arasında katlanabilen giydirme cephe	
Hareketli Yapı Kabuğu Elemanı	Akordeon şeklinde katlanmış pencere gölgeleme kapakları	
	Hareket: Mekanik tabanlı katlanır sistem - Hibrit	
	Kontrol: Manuel veya elektrikli doğrusal aküatörler ile	
  		
İşlev	Termal (güneş kontrolü), Optik (parlama, gün ışığı)	
Malzeme	Çelik, Cam ve Kompozit	
Yenilenebilir Enerji Kaynakları	--	

4.10. Media Headquarters Building - Medya Genel Merkez Binası

Medya Genel Merkez binasını oluşturan iki kule, REX tarafından Orta Doğu Medya Şirketleri için tasarlanmıştır. Şirket, geleneksel Arap ikonografisi ile mükemmel bir ilişki kurmak isteyerek, Mashrabiya deseninden esinlenen bir şekle sahip, geri çekilebilir güneşlikler ile birlikte ultra ince, taş kaplı kuleler tasarlamıştır. Kuleler, iki kardeş firma için ofisleri ve diğer tesisleri olan uzun, ince binalar oluşturur [15].



Resim 4.14. Media Headquarters Building perspektif [75]

Kulenin çiçek açması, yaklaşık 15 metre çapındaki güneşliklerin yayılmasıyla yaratılır. Güneşin yayılması, katlar arasındaki boşluklardan gerçekleştirilir. Açılabilir şemsiye, ışığa maruz kaldıklarında geri çekilir. Elemanlar oyuk içerisinde tamamen geri çekilir ve basit, taş kaplı kulelerin kolay görülebilmesini sağlar. Paletler yandayken, diğer taraftan 60 saniye içinde geri çekilebilir. Bu, güneşin konumuna göre özel olarak gerçekleşir [15].

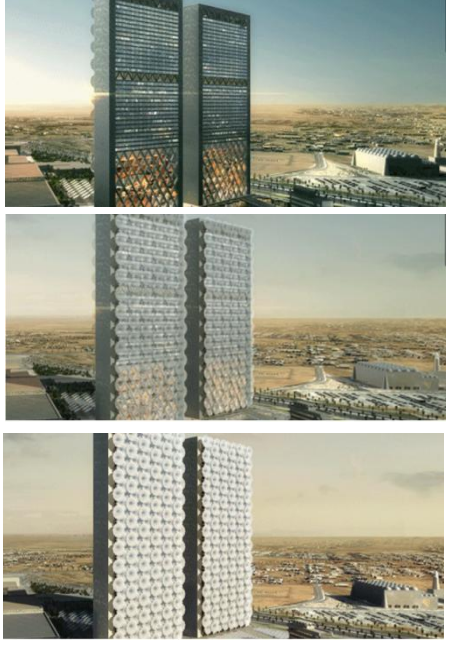
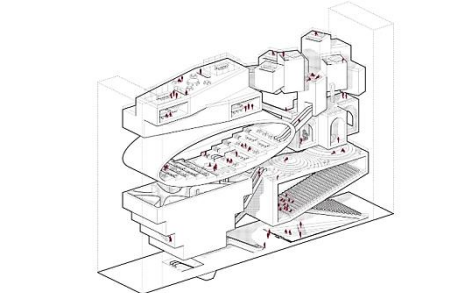
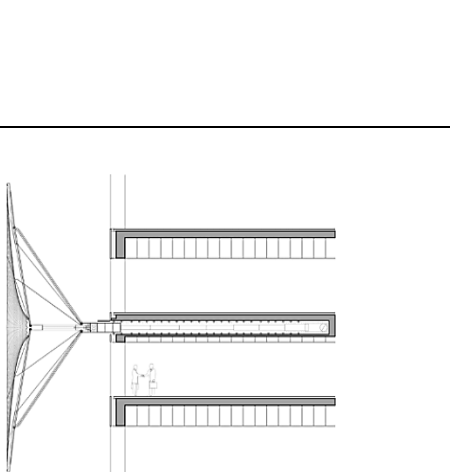
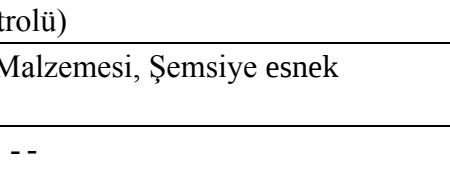
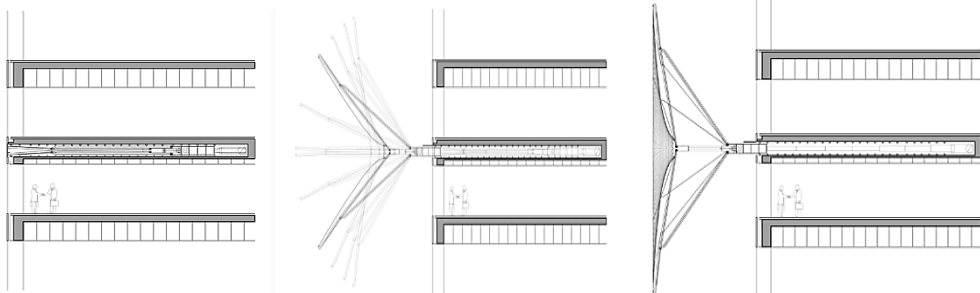
Orta Doğu medya şirketi, birleşik merkez binaları oluşturmaya çalışmıştır. Şirketlerin merkez için programatik ve alan gereksinimleri dışında talepleri azdı: geleneksel Arap mimarisine referans veren iki zarif yapı önermek dışında amaç taşımamaktaydı.

Şirketlere ayrıca, ofisleri ve nispeten küçük yayın / haber stüdyolarını aynı anda barındırabilecek bir değerlendirme için yaklaşık 100 m (330 ft) uzunluk x 22 m (72 ft) genişliğinde uzun ve ince bir emsal yapı yapılmıştır [75]. Hareket mekanik tabanlı – hibrit kontrol ile şemsiye şeklindeki cephe elemanları açılıp kapanabilmektedir.

Orta Doğu güneşinden genel merkezin iki tarafını koruması için 14,5 m (47,5 ft) çapında, geri çekilebilir güneşliklerle birleştirilmiştir. Güneşliklerin geometrisi ve üst üste gelmesi, medya şirketlerinin binaları yerel ikonografiyle doldurma konusundaki ortak isteklerini karşılayan geleneksel bir Arap Mashrabiya modeline gönderme yapmaktadır. Güneş güneydeki sağlam göbeklerden geçerken, bir dakika içinde cephede çiçek gibi açmaktadır. Geri çekildiğinde, güneşlikler bölgenin şiddetli ışık koşulları için zeminden tavana, şeffaf cam pencerelere sahip basit, taş kaplı kuleleri ortaya çıkarmaktadır. Bu eşsiz şeffaflık, yapıları ikonik hale getirir. Güçlü LED'ler kulelerin doğu cephelerinde güneşlik kapaklarının içine entegre edilmiştir ve büyük bir 220 m (722 ft) x 220 m (722 ft) medya duvarı oluşturur. Kuleler, uzaktan, şirketlerin içeriğini gerçek zamanlı olarak çevrelerine yayınlayan bir jumbo televizyon ekranı oluşturmaktadır [75].

Doğu ve batı cephesindeki güneşlik sistemleri, binayı güneşten etkin bir şekilde korur. Doğu cephelerindeki güneşlik şemsiyeleri kapsülünde LED'ler entegre edilmiştir. Bu LED'lerle geceleri hafif bir medya gösterimi oluşturulur [15].

Çizelge 4.10. Medya Genel Merkez Binası hareketli yapı elemanları analiz tablosu

Media Headquarters Building – Medya Genel Merkez Binası		ÖRNEK 10
Konum	Doha, Katar	
Mimar(lar)	REX Architects	
Yapı Mühendisi	Bilgi Alınamamıştır.	
Yapım Yılı	2013	
İnşaat Şirketi	Bilgi Alınamamıştır.	
Maliyeti	Bilgi Alınamamıştır.	
Yapı İşlev	Kardeş medya şirketleri için ofis, stüdyo ve tesisler	
Ödüller	AR MIPIM Future Project Awards/Tall Buildings High Commendation 2015, Azure Magazine AZ Awards 2014, People's Choice Award 2014	
İklim Bölgesi	Çöl İklimi	
Tasarım Konsepti	Çevre duyarlı	
Hareketli Eleman Konumu	Binanın güneyinde hareketli gölgeleme elemanlarıyla oluşturulmuş giydirme cephe	
Hareketli Yapı Kabuğu Elemanı	Doğu ve Batı yönlerine bakan giydirme cephelere entegre edilen şemsiye gölgeleme elemanları Hareket: Mekanik tabanlı açılır kapanır sistem- Hibrit Kontrol: Merkezi otomasyon – Duyarlı sensörler	
		
İşlev	Termal (Güneş Kontrolü)	
Malzeme	Metal İskeletli Örtü Malzemesi, Şemsiye esnek membran	
Yenilenebilir Enerji Kaynakları	--	

4.11. Thematic Pavilion - Tematik Pavyon

Balık benzeri bina, Güney Kore'nin Yeosu kentindeki EXPO 2012 için eski sanayi liman havzasında yeni bir gezinti yolunda inşa edilmiştir. Fuarın teması 'Yaşayan Okyanus ve Kıyı' idi. Avusturya'dan SOMA firmasının mimarları, kentsel ve doğal bağlamı ile uyumlu bir dönüm noktası oluşturma niyetindedir. Binanın şekli ve tasarımı, okyanusun belirli bir derinliğe sahip sonsuz yüzey olarak deneyimlenmesini sağlamaktadır [15].



Resim 4.15. Thematic Pavilion perspektif [76]

Hareketli cephenin ilham kaynağı, biyolojik hareketli mekanizmaların mimaride (biyomimetrik) uygulanmasına dayanır. Cephe, binaya ışığın girmesini kontrol edebilen hareketli lamellere sahiptir. Lameller ayrı ayrı kontrol edilir ve binanın uzunluğu boyunca dalga benzeri desenlere izin verebilir.

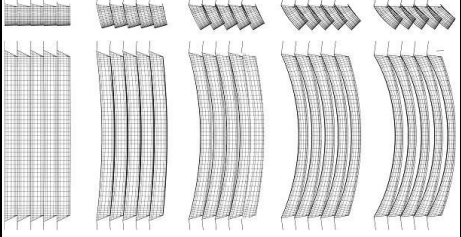
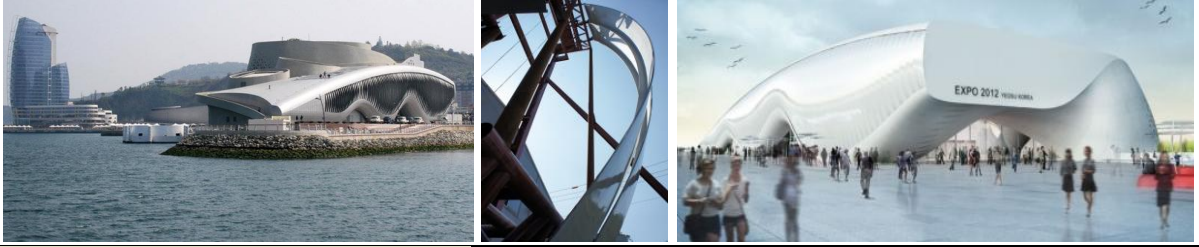
Lameller cam elyaf takviyeli polimerlerden yapılmıştır. Lamellerin malzeme özellikleri, lamellerin uyarlanabilirliğin temelidir. Binanın cephesi, lamellerin iç tarafındaki LED'lerin öngördüğü yerlerdir. Lameller açık konumdayken, LED komşu lamelleri aydınlatabilir. Işıklı yüzeyin büyüklüğü lamellerin uzunluğuna bağlıdır. Uzun lameller daha geniş bir aydınlatılmış yüzeye sahiptir. Lameller güneş enerjisinin kontrolünü sağlamaktadır. Sistem aynı zamanda çatıdaki güneş panelleri ile yenilenebilir enerji kullanımını da mümkün kılmaktadır. Motorlu Servolar ile hareket ettirilerek lameller dönmekte ve ışık kontrolü sağlanmaktadır. Uzaktan

kumanda edilerek hareketin sağlandığı bu sistemde otomatlar vasıtasıyla da hareket sağlanabilmektedir [15].

Yapıdaki 140 metre uzunluğundaki yüzgeçlerin yüksekliği 3 ila 13 metre arasında değışiklik göstermektedir. Çatı boyunca uzanan topografik çizgiler güneş kazancını kontrol eder. Güneş battıktan sonra dizileri açmaya ve kapatmaya başlayarak 108 dikey lamele dönüşür. Sıkıştırılmış üst sıkıştırma kuvvetleri, tekrarlanan ve geri dönüşümlü elastik deformasyonlar için düşük bükölme sertliği ile çekme dayanımı yüksek bir malzeme olan cam elyaf takviyeli polimerlerden yapılmıştır [76].

Yapı, sağladığı güneş kazancı, gün içi veya mevsimsel değışimlere göre binanın iç mekân konforunu düzenleyerek mimaride uyarlanabilirliğin en güzel örneklerinden birini oluşturmaktadır.

Çizelge 4.11. Tematik Pavyon hareketli yapı elemanları analiz tablosu

Thematic Pavilion - Tematik Pavyon		ÖRNEK 11
Konum	Yeosu, Güney Kore	
Mimar(lar)	SOMA Architects	
Yapı Mühendisi	Knippers Helbig Advanced Engineering	
Yapım Yılı	2012	
İnşaat Şirketi	Multimedia exhibition, space for innovations in research and technology	
Maliyeti	Bilgi Alınamamıştır.	
Yapı İşlev	Multimedya sergisi, araştırma ve teknolojiye yenilikler için alan	
Ödüller	Open international competition 2009	
İklim Bölgesi	Subtropikal İklim	
Tasarım	Çevre Duyarlı	
Hareketli Eleman Konumu	Yapının yalnızca güneyinde yer alan hareketli lamelli giydirme cephe	
Hareketli Yapı Kabuğu Elemanı	Motorlu Servolar ile hareket ettirilerek dönen lameller	
	Hareket: Malzeme Bazlı - Dış Giriş (Dış Kuvvet) ile açısal dönme.	
	Kontrol: Merkezi – Doğrudan (Uzaktan Kontrol)	
		
İşlev	Termal- Güneş Kontrolü	
Malzeme	Cam elyaf takviyeli polimer	
Yenilenebilir Enerji Kaynakları	PV Paneller	

4.12. Solarleaf Bioreactor Façade - Solarleaf Biyoreaktör Cephe

2013 yılında uygulanan bu sistem ile evre yanlısı teknolojilerde ilerlemek için açık bir fırsat oluşturulmuştur. Enerji tasarrufu terimlerinin sonuçları dikkat çekicidir ve gelecekteki şehirleri ve günlük yaşamlarımızı yükseltmek için bu çözümlerin kullanımı sonucu çıkmaktadır. Estetik ve fonksiyonel yönleri açısından da esnek bir sistem olarak göze çarpmaktadır [77].



Resim 4.16. Solarleaf Bioreactor Façade - Solarleaf Biyoreaktör cephe [77]

Solarleaf cephesinde, hareketli bir sistem oluşturmak için solar termal ısı ile birlikte algal biyokütle kullanır. Sistem, Colt ve Arup şirketlerinin işbirliği ile faaliyet göstermiştir. Dikey cam panjurlardaki alg biyokütlesi, gün ışığı ve karbondioksit ile besinler içeren panjurlardaki su tarafından oluşturulur. Ayrıca, güneşten kaynaklanan termal etkiler, Louvres'in içindeki suyun ısınmasına neden olur. Enerji içeriği yüksek olan biyokütle ve ısı üretimi kapalı bir döngü sisteminde değiştirilir ve ayrılır [15].

Biyoreaktör sistemi, binanın karbondioksit (CO₂) emisyonunu azaltmaya yardımcı olur. Ayrıca binanın ısıl ve akustik performansını arttırır. Sistem yüksek ve güney cepheler için ideal bir uygulamadır.

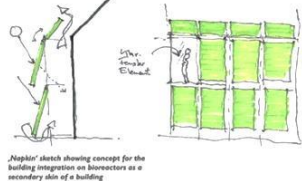
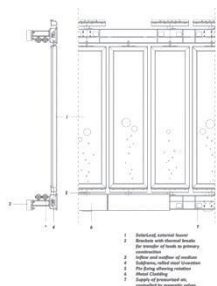
Sistemin biyokütle üzerine kurulu olması fotovoltaiik sistemlere göre avantajlıdır. Biyokütle için pahalı depolama gerekmemektedir. Ayrıca, güneş enerjisi sisteminin verimliliği, bazen % 12-20'lik bir verime sahip olan fotovoltaiiklerin verimliliği ile kıyaslandığında buradaki oran % 60-65'tir. Biokütleyle hafif olan biyokimyasal işlem, mikro algler tarafından kolaylaştırılır. Mikroalg, karbondioksit (CO_2) dönüşümünden sorumludur, çünkü mikroalgdaki her hücre fotosentetik yeteneğine sahiptir [15].

Biyoreaktörlerden elde edilebilecek maksimum sıcaklık 40 °C civarındadır, çünkü daha yüksek seviyeler mikroalgleri etkilemektedir. Tüm yıl boyunca sistem çalıştırılabilir [77].

Sistem düz fotobiyo reaktörler alg büyümesi için oldukça verimli ve minimum bakıma ihtiyaç duymaktadırlar. SolarLeaf'in biyoreaktörlerinde dört cam katman bulunmaktadır. Bu bölmelerin her iki tarafında, argon dolu boşlukların yalıtılması, ısı kaybını en aza indirmeye yardımcı olmaktadır. Her biyoreaktörün tabanına aralıklarla basınçlı hava verilir. Gaz, büyük hava kabarcıkları olarak ortaya çıkar ve yosun karbondioksit (CO_2) ve ışığa girmesini teşvik etmek için ters yönde su akışı ve türbülans oluşturur. Aynı zamanda, su ve küçük plastik temizleyiciler karışımı panellerin iç yüzeylerini yıkar. SolarLeaf, tüm sunucu borularını ortamın ve havanın elemanlarının çerçevelerine içeri ve dışarı akışına entegre eder [77].

Solarleaf cephesi bir ekran sistemi gibi çalışır ve binanın giydirme cephesini oluşturur. Elemanlar güneşin konumuna göre dönebilmektedir. Suyun içinde dolaştığı ve alglerin büyüdüğü fotobiyo reaktör, öngörülen lamine edilmiş emniyet camının her iki tarafındadır. Ek olarak, biyoreaktörün alt kısmında, birkaç kez basınçlı hava verilerek, algler tarafından karbondioksit (CO_2) ve ışığın girmesi uyarılır. Ayrıca, bazı doğal bakımlarla da sonuçlanır: sıkıştırılmış hava, panellerin iç yüzeylerine isabet eden bir su ve su karışımı oluşturur. Fenomenin saydamlığı, biyokütlenin hücre yoğunluğunu değiştirerek düzenlenebilir. Bu yoğunluk merkezi bir bina yönetim sisteminde düzenlenir [15].

Çizelge 4.12. Solarleaf Biyoreaktör Cephe hareketli yapı elemanları analiz tablosu

Solarleaf Bioreactor Façade – Solarleaf Biyoreaktör Cephe		ÖRNEK 12	
Konum	Hamburg, Almanya		
Mimar(lar)	Splitterwerk Architects		
Yapı Mühendisi	SSC Strategic Science Consult GmbH		
Yapım Yılları	2013		
İnşaat Şirketi	Colt and Arup		
Maliyeti	Bilgi Alınamamıştır.		
Yapı İşlevi	Deneysel Tasarım		
Ödüller	Zumtobel Group Award 2014		
İklim Bölgesi	Ilıman İklim		
Tasarım Konsepti	Çevre Duyarlı - Ekolojik		
Hareketli Eleman Konumu	Güney Cephe için en uygun çift katmanlı giydirme cephe		
Hareketli Yapı Kabuğu Elemanı	Alglerden oluşan Hareketli Biocephe		
	Hareket: Dikey cam panjurlardaki gün ışığı ve karbondioksit ile besinler içeren panjurlardaki su tarafından oluşturulan alg biyokütlesi.		
	Kontrol: Düz fotobiyo reaktörler, Manuel olarak biyokütle devinimi		
   			
İşlev	Hava akımı (CO ₂ dengesi), Termal, Akustik performans		
Malzeme	Cam Paneller ve Canlı Algler		
Yenilenebilir Enerji Kaynakları	Biyoeenerji Üretimi ve Enerji Dönüşümü		

5.13. ThyssenKrupp Headquarters (Q1) - ThyssenKrupp Genel Merkezi

ThyssenKrupp Genel Merkezi mimari açıdan çok güçlü ve ek olarak kullanıcıların vizyonunu mükemmel bir şekilde yansıtan bir yapıdır. Q1 binası ağaçlarla, yollarla ve küçük karelerle çevrili bireysel binaların bir kısmını oluşturur. Q1 binası kampüsün merkezinde şeffaflığı, yeniliği ve çok yönlülüğü vurgular. Güneşten korunma sistemi Q1'in genel görünümünde kilit bir rol oynamaktadır. Kampüsteki tüm binalar “kabuk çekirdeği” prensibine uyarak inşa edilmiştir [15].



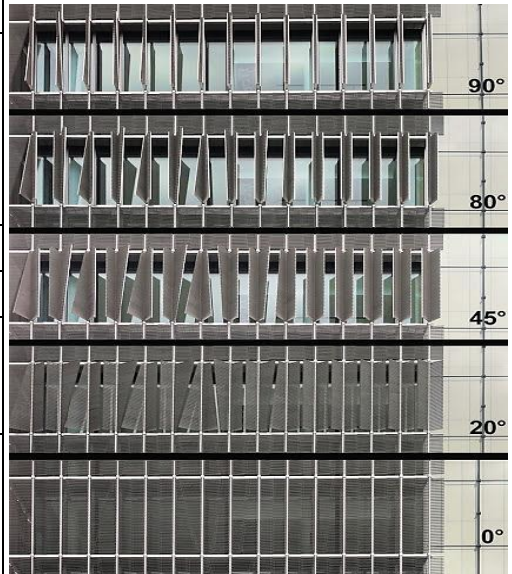
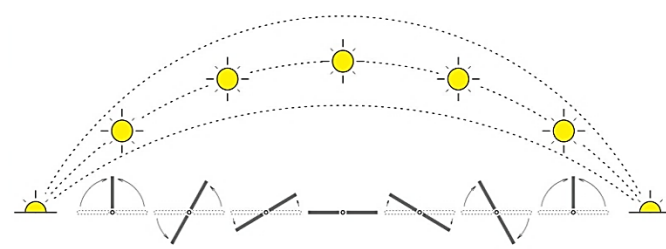
Resim.4.17. ThyssenKrupp Genel Merkez Binası [78]

Esnek cephe, ThyssenKrupp Nirosa tarafından üretilen toplam 400.000 paslanmaz çelik çitadan oluşmaktadır. Bakış açısına ve ışığın görülme sıklığına bağlı olarak, çubukların görünümü farklı olmaktadır. Çelik levhalar çinko ve magnezyum kaplama ile kaplanmıştır; bu da rüzgâr, korozyon, hava ve UV ışınlarına karşı dayanıklı olmasını sağlar. Ek olarak, çitalar bir tarafa topraklanır ve diğer tarafa kumlanır [15].

Yapım işleminin önemli yönü, kızakların merkez ekseninde hareketli kalmasıdır. Elektrikli sürücünün sinyallerine tepki vermek için bu gereklidir. Sistem mevsimsel güneş konumu ve mevcut hava koşulları ile bağlantılı olarak hareket edebilir. Çatıya, bilgisayara işaret eden bir meteoroloji istasyonu yerleştirilmiştir. Otomatik algılayıcılar ile kendiliğinden hareket mümkündür.

Bina konsepti iki bölümden oluşmaktadır. Güneşe karşı koruma sağlamak için sabit bir yatay çıkıntı oluşturulmuştur. Bu çıkıntı yürüme platformu olarak kullanılabilir. Ek olarak, cephe dikey bükümlü yüzgeçlere sahiptir. Kanatlar, güneş gölgeleme sisteminin uyarlanabilir parçasını oluşturur. Kanatlar, dirsekli çıtaların bağlı olduğu yatay bir dikme içerir. Kanatçıkların bükülmesi, cepheye paralel 0° (doğrudan radyasyonun tamamen bloke edilmesi) ile cepheye dik 90° (maksimum gün ışığı) arasında mümkündür. Ayrıca, mimari aksamlar bir yüzgeç tarafından dikdörtgen şekilde oluşturulmuş, ancak yüzgeçlerin dönüşü sırasında hoş bir etkiye sahip özel bir dikdörtgen olmayan yapı meydana gelmiştir [15].

Çizelge 4.13. ThyssenKrupp Genel Merkezi hareketli yapı elemanları analiz tablosu

ThyssenKrupp Headquarters - ThyssenKrupp Genel Merkezi		ÖRNEK 13	
Konum	Essen, Almanya	 	
Mimar(lar)	JSWD Architekten, Chaix & Morel et Associés Engineer(s)		
Yapı Mühendisi	IDN Ingenieurbüro		
Yapım Yılı	2010		
İnşaat Şirketi	Frener and Reifer, Brixen/Bressanone		
Maliyeti	Bilgi Alınmamıştır.		
Yapı İşlevi	Ofis Yapısı		
Ödüller	Gold certificate by the German Society for Sustainable Building, BDA Essen Award, 2012 German Steel Construction Award, LEAF Award		
İklim Bölgesi	Ilıman İklim		
Tasarım	Çevre Duyarlı		
Hareketli Elemanın Konumu	Tüm cephelerde çelikten oluşturulmuş çift katmanlı cephe	 	
Hareketli Yapı Kabuğu Elemanı	Merkez ekseninde hareketli paslanmaz çelik çubuklardan oluşan giydirme cephe		
	Hareket: Mekanik tabanlı - Düzlem dışı Dönme		
	Kontrol: Merkezi - Reaktif		
İşlev	Termal (güneş kontrolü), Optik (gün ışığı kontrolü)		
Malzeme	Çinko ve magnezyum kaplanmış paslanmaz Çelik		
Yenilenebilir Enerji Kaynakları	--		

4.14. Pola Ginza Building Façade -Pola Ginza Binası Cephesi

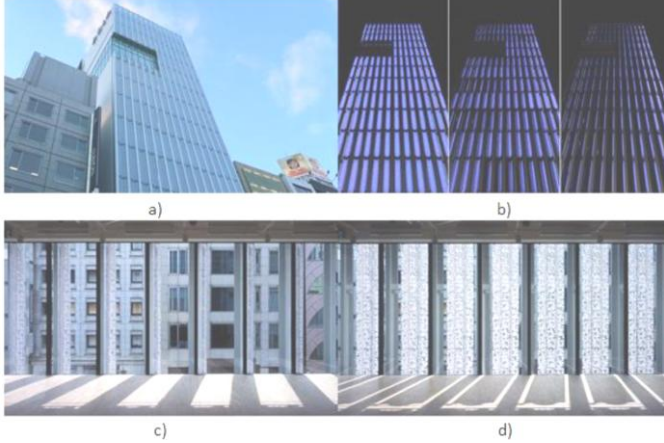
Japon kozmetik üreticisi olan POLA tarafından yaptırılmıştır. İnsan yaşamında 'su' ve 'ışık' için önemli olan parlaklık, uyarlanabilir bir cephede sembolize edilmiştir. Genel konsept Tokyo'daki Ginza semt showroomundaki yeni binanın cephesi, 2009 yılında tasarım mimarlığı, Yasuda Atölyesi ve mimar Nikken Sekkei işbirliğiyle Adaptive Building Initiative tarafından geliştirilmiştir. Cephede yer alan akrilik paneller hareket kabiliyetine sahiptir [79].



Resim.4.18. Ginza Binası Cephesi [79]

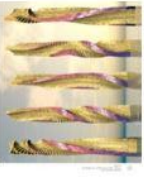
Binanın cephesi, bire üç metrelik bir boyuta sahip 185 bireysel panelden oluşur. Kepenkler eğri akrilik panellerden yapılmıştır. Paneller, geceleri çok çekici kılan çeşitli renkler sağlayabilen LED aydınlatma ile birleştirilmiştir. Mekanik tabanlı - dönme (düzlem dışı) hareketi yerel veya doğrudan kontrol ile sağlanır. Binanın cephesinin çift cidarı gölgeleme sistemi sayesinde binayı korumaktadır. Ayrıca soğutma yükünü azaltmak için doğal havalandırmaya izin verir. Buna ek olarak, bütün yılı oluşturan doğal gün ışığını en üst düzeye çıkarır ve kışın güneş kazancını artırır [15].

Çizelge 4.14. Pola Ginza Binası cephe deseni hareketli yapı elemanları analiz tablosu

Pola Ginza Building Façade - Pola Ginza Binası Cephe Deseni		ÖRNEK 14
Konum	Tokyo, Japonya	 
Mimar(lar)	Hoberman Associates, Yasuda Atelier, Nikken Sekkei	
Yapı Mühendisi	Bilgi Alınamamıştır.	
Yapım Yılı	2009	
İnşaat Şirketi	SSRC	
Maliyeti	Bilgi Alınamamıştır.	
Yapı İşlevi	Showroom Binası	
Ödüller	Environment and Building Service System Design Award 2011	
İklim Bölgesi	Subtropikal iklim	
Tasarım Konsepti	Çevre Duyarlı	
Hareketli Eleman Konumu	Güney cephede oluşturulmuş giydirme cephe üzeri hareket edebilen akrilik cephe	
Hareketli Yapı Kabuğu Elemanı	İkinci kabuk olarak giydirilen eğri akrilik paneller	
	Hareket: Mekanik tabanlı – Dönme (Düzlem dışı) 90 derece dönerek açılan kapanan akrilik cephe Kontrol: Yerel - Doğrudan	
		
İşlev	Termal (güneş enerjisi kazancı), Optik (gün ışığı girişi), Hava akımı (havalandırma)	
Malzeme	Akrilik Panel	
Yenilenebilir Enerji Kaynakları	Doğal havalandırma ve gün ışığı kazancı sağlayan tasarım ile rüzgâr ve güneş	

İncelenen on dört adet dünya örneğinde bulunan hareketli yapı kabuğu elemanına ait konum, tanım, hareket, kontrol, işlev, malzeme ve eğer bünyesinde bulunuyorsa yenilenebilir enerji kaynağına ait genel çizelge 4.15.'te verilmiştir.

Çizelge 4.15. Dünya örnekleri üzerinden hareketli yapı kabuğu elemanına ait genel çizelge.

Örnek Yapı No	Yapı Adı	Konum /İklim Bölgesi	Eleman Konumu	Tanım	Hareket	Kontrol	İşlev	Malzeme	Yenilenebilir Enerji Kaynağı
1		Barcelona, İspanya Subtropikal İklim	Yapının tüm cephelerinde, giydirmiş cephede üzerinde ikinci bir cephe sistemi olarak bulunmaktadır.	Cama entegre olarak tüm cephelere konumlandırılmış güneşliklerdir.	Mekanik Temelli Düzlem Dışı döme ile hareket sağlamaktadır.	Yerel olarak sağlanabildiği gibi sensör ile otomatik olarak da kontrol sağlanabilir.	Güneş kontrolü (termal kontrol)	Geri dönüştürülebilir malzemeler tercih edilmiş olup, asbest ve kurşun kullanımından sakınılmıştır. Ozon tabakasına zarar vermeyen soğutma gazları kullanılmıştır.	Cepheye entegre edilmiş fotovoltaik paneller ile elektrik enerjisi üretimi sağlanmaktadır.
	Agbar Tower								
2		Shanghai, Çin Subtropikal İklim	Yapının çatısında bulunmaktadır.	Manolya çiçeği formundan ilham alınmış 8 adet taç yapraklı oluşmaktadır.	3 adet ray üzerinde tek bir dayanak noktası etrafında hareket sağlamaktadır.	Hava koşullarına göre sensör ile kontrol sağlanabildiği gibi kullanıcı istğine göre de kontrol mümkündür.	Güneş kontrolü (termal kontrol)	Hareketli çatı örtüsü çelik, cam ve alüminyumdan yapılmıştır.	Yenilenebilir enerji kaynağı bulunmamaktadır.
	Magnolia Stadium								
3		Dubai, Birleşik Arap Emirlikleri Çöl İklimi	Yapının tüm cephelerinde bulunmaktadır.	Ön yapım olarak hazırlanıp yerinde monte edilen PV panelli 360 derece dönebilen bağımsız katlardan oluşmaktadır.	Mekanik temelli elektrik tabirli hareketi 360 derece dönerik sağlayabilmektedir.	Her katta kullanıcı isteklerine göre yapılabilen kontrol aynı zamanda sensörler ile de sağlanabilmektedir.	Güneş kontrolü (termal kontrol) ve enerji üretimi	Prefabrik beton ve çelikten yapılacaktır.	PV paneller ve rüzgâr tribünleri ile elektrik enerjisi üretimi sağlanmaktadır.
	Dynamic Tower								
4		New York, ABD Ilman İklim	Yapının çatısında bulunmaktadır.	Projede hareketli çatı sistemi iptal edilmiştir.	Hidrolik sistem ile hareket sağlanabilmektedir.	Hava koşullarına göre otomatik kontrol sağlanmaktadır.	Güneş kontrolü (termal kontrol)	Çelik ve cam malzeme kullanılmıştır.	Yenilenebilir enerji kaynağı bulunmamaktadır.
	The World Trade Center Transportation Hub								

Çizelge 4.15. Dünya örnekleri üzerinden hareketli yapı kabuğu elemanına ait genel çizelge devamı.

Hareketli Yapı Kabuğu Elemanı									
Örnek Yapı No	Yapı Adı	Konum /İklim Bölgesi	Eleman Konumu	Tanım	Hareket	Kontrol	İşlev	Malzeme	Yenilenebilir Enerji Kaynağı
9		Seul, Güney Kore	Binanın tüm cephelerinde yer almaktadır.	Katlar arasında bulunan ve katlanabilen cephe sistemidir.	Mekanik tabanlı katlanır hibrit sistem ile hareket sağlanmaktadır.	Manuel veya elektrikli doğrusal aktuatörler ile kontrol sağlanmaktadır.	Güneş kontrolü (termal kontrol) ve parlama kontrolü .	Çelik cam ve kompozit kullanılmıştır.	Yenilenebilir enerji kaynağı bulunmamaktadır.
	CJ Araştırma Merkezi	Subtropikal İklim							
10		Doha, Katar	Binanın güney cephesinde yer almaktadır.	Hareketli gölgeleme elemanı olarak yer almaktadır.	Mekanik tabanlı açılır kapalı sistem ile hareket sağlanmaktadır.	Merkezi otomasyon veya duyarlı sensörler ile kontrol sağlanmaktadır.	Güneş kontrolü (termal kontrol)	Metal iskeletli, esnek membran malzeme kullanılmıştır.	Yenilenebilir enerji kaynağı bulunmamaktadır.
	Media Headquarters Building	Çöl İklimi							
11		Yeosu, Güney Kore	Binanın güney cephesinde yer almaktadır.	Hareketli lamellerden oluşan giydirme cephe elemanıdır.	Motorlu servolar ile lamellerin döndürülmesi ile hareket sağlanmaktadır.	Merkezi veya uzaktan kontrol sağlanmaktadır.	Güneş kontrolü (termal kontrol)	Cam elyaf takviyeli polimer malzeme kullanılmıştır.	Binaya entegre edilen fotovoltaik (PV) paneller bulunmaktadır.
	Thematic Pavilion	Subtropikal İklim							
12		Hamburg, Almanya	Binanın tüm cephelerinde yer almaktadır.	Alglerden oluşan hareketli biyocephe'dir.	Dikey cam panjurlardaki gün ışığı ve karbondioksit ile besin içeren panjurlardaki su tarafından oluşturulan alg biyokütlesi.	Manuel olarak sistemdeki biyokütlenin devrimini sağlanmaktadır.	CO ₂ dengesi, güneş kontrolü ve akustik performans	Cam paneller ve canlı algler kullanılmıştır.	Biyoenerji üretimi ve enerji dönüşümü sağlanmaktadır.
	Solarleaf Bioreactor Façade	Ilman İklim							

Çizelge 4.15. Dünya örnekleri üzerinden hareketli yapı kabuğu elemanına ait genel çizelge devamı.

Hareketli Yapı Kabuğu Elemanı									
Örnek Yapı No	Yapı Adı	Konum /İklim Bölgesi	Eleman Konumu	Tanım	Hareket	Kontrol	İşlev	Malzeme	Yenilenebilir Enerji Kaynağı
13		Essen, Almanya Ilıman İklim	Binanın tüm cephelerinde bulunmaktadır.	Giydirme cephe üzerinde yer alan paslanmaz çelikten yapılmış çift katmanlı cephe'dir.	Mekanik tabanlı olarak düzlem dışı dönmektedir. 90 dereceye kadar istenilen açıda kullanılabilir.	Merkezi kontrol sağlanmaktadır.	Güneş kontrolü (termal kontrol) ve optik kontrol	Çinko ve magnezyum kaplanmış paslanmaz çelik malzeme kullanılmıştır.	Yenilenebilir enerji kaynağı bulunmamaktadır.
	ThyssenKrupp Headquarters								
14		Tokyo, Japonya Subtropikal İklim	Binanın güney cephesinde yer almaktadır.	Giydirme cephe üzerinde hareket edebilen akrilik cephe'dir.	Mekanik tabanlı düzlem dışı dönme ile 90 dereceye kadar dönebilme sağlanmaktadır.	Yerel kontrol sağlanmaktadır.	Güneş kontrolü (termal kontrol), optik kontrol ve hava akımı kontrolü	Akrilik paneller kullanılmıştır.	Yenilenebilir enerji kaynağı bulunmamaktadır ancak doğal havalandırma ve gün ışığı kazanımı sağlanmaktadır.
	Pola Ginza Building Façade								

Dünya örnekleri analizi : Hareketli yapı kabuğu elemanı tüm örneklerden anlaşılacağı üzere yapı üzerinde gerekli görülen yerlere konumlandırılmıştır. Bazı yapılarda hareketli yapı kabuğu elemanları cephede oluşturulmuşken, bazı yapılarda çatıda (üst örtüde) bazısında ise yapı kabuğu olarak yapının tümünde teşkil edilmiştir.

Agbar Tower binasında cephe bütünlüğünü bozmamak adına tüm cephelere hareketli yapı kabuğu elemanları teşkil edilmiştir. Giydirme cephe olarak yapılan binanın cephe üzerinde konumlandırılan hareketli güneşlikler düzlem dışı dönme hareketi kabiliyetinde yapılmış olup, sensörler vasıtasıyla ya da yerel olarak kontrol sağlanmaktadır. Hareketli güneşliklerin güneş kontrolü amacıyla yapıldığı ve ekolojik tasarım parametrelerinin göz önüne alındığı anlaşılmaktadır. Kullanılan malzemeler doğa ile dost ya da doğaya zarar vermeyen malzemeler olmakla birlikte, yapı enerji etkinliğe katkı sağlamak amacıyla bünyesinde bulundurduğu fotovoltaiik paneller sayesinde kendi elektrik enerjisini kendisi üretebilmektedir.

Magnolia Stadium yapısında hareketli elemanlar çatı kısmında teşkil edilmiştir. Stat yapısı olarak hizmet veren ve bünyesinde çok sayıda insanı barındırabilen bu yapıda güneş kontrolünü sağlamak maksadıyla ve olumsuz hava koşullarından etkilenmemek adına hareketli elemanlar yapı çatısında yapılmıştır. 8 adet hareketli taç yapraktan oluşan manolya çiçeği benzeri bu hareketli üst örtü sayesinde hava koşullarına göre kontrol sağlanmaktadır. 3 adet ray üzerinde hareketin sağlandığı bu yapıda hareketli elemanlar çelik, cam ve alüminyum malzemeler ile oluşturulmuştur. Yapı bünyesinde herhangi bir yenilenebilir enerji kaynağı yer almamaktadır.

Dynamic Tower binası henüz hayata geçirilebilen bir yapı olamasa da, mimarlık açısından getirmiş olduğu yenilikler nedeniyle önemlidir. Yapının tüm cephelerinde yer alacak olan fotovoltaiik paneller ve rüzgar tribünleri sayesinde yenilenebilir enerji kaynağını kendisi oluşturacak yapı aynı zamanda tüm katların hareketi sayesinde güneş kontrolünü de sağlayabilmektedir. Yapı teknolojisi olarak prefabrik olarak imal edilecek bu bina imalatındaki hız ile de dikkat çekmektedir. Mekanik temelli hareketin sağlandığı her kat bağımsız olarak 360 derece dönebilmekte ve bu hareket kullanıcı isteğine göre düzenlenebileceği gibi sensörler ile de yapılabilecektir. Yapı prefabrik beton ve çelikten yapılacaktır.

The World Trade Center Transportation Hub yapısında hareketli yapı kabuğu elemanları çatıda tasarlanmışsa da uygulamada yapılan revizeler ile iptal edilmiştir. Eğer yapı projesindeki şekilde yapılmış olsa idi, hareketi hidrolik sistem ile sağlanabilecekti. Hareket hava koşullarına göre otomatik kontrol ile gerçekleştirilirken aynı zamanda termal kontrolü de sağlayacaktı. Çelik ve cam malzemenin kullanıldığı yapıda yenilenebilir enerji kaynağı yer almamaktadır.

Sliding House binası hem cephe hem de çatıdan oluşan hareketli yapı kabuğuna güzel bir örnektir. Çevre koşullarına göre duyarlı hareketli kabuk, yapı duvarlarına entegre edilen tekerleklerin ray üzerindeki hareketi ile yer değiştirebilmektedir. Kumanda ile hareketin sağlandığı bu yapıda hareketi ile güneş kontrolü sağlanmaktadır. Metal, cam ve ahşap malzemelerin kullanıldığı bu yapıda ilave yenilenebilir enerji kaynağı yer almamaktadır.

The Leaf Chapel yapısında 11 ton ağırlıktaki oval kabuk hareketli yapı kabuğu elemanını oluşturmaktadır. Çevre duyarlı olarak çalışan bu kabuk hareketi iki adet hidrolik kol ve silindir mekanizması ile sağlamaktadır. İsteğe bağlı olarak hareket ettirilebilen bu yapıda güneş kontrolü sağlanırken aynı zamanda manzara kontrolü de sağlanmaktadır. Malzeme olarak çelik ve cam kullanılmış olup bünyesinde herhangi bir yenilenebilir enerji kaynağı bulunmamaktadır.

Gemini House binası güneşi takip edebilen, hareketli cephelere verilebilecek güzel örneklerden biridir. Bu binada hareketli yapı kabuğu elemanları cephenin tamamında yer alırken, hareket raylar üzerinde motor gücü ile sağlanmaktadır. Ekolojik mimarlık parametreleri ile oluşturulduğu anlaşılan binada ahşap, geri dönüştürülebilir kağıt, cam ve alüminyum kullanılarak çevre dostu malzemeler tercih edilmiş, cepheye entegre edilen fotovoltaiik paneller vasıtasıyla da kendi enerjisini kendisi üretmiştir.

Kiefer Technic Showroom yapısında güneş kontrolü sağlamak amacıyla güney cepheye yerleştirilmiş hareketli paneller kullanılmıştır. Katlanarak farklı kombinasyonlar oluşturan cephe sistemi yatay menteşelerin elektronik olarak hareket etmektedir. Hareketini motorlar ile sağlayan binada herhangi bir yenilenebilir enerji kaynağı yer almamaktadır.

CJ Araştırma Merkezi binasında binanın tüm cephelerinde katlar arasında hareketli yapı kabuğu elemanları kullanılmıştır.

Katlanabilen bu elemanlar mekanik tabanlı olarak hareket sağlarken, manuel veya aküatörler ile kontrol sağlanmaktadır. Binada cephe hareketi ile güneş kontrolü sağlanmıştır. Çelik, cam ve kompozit malzemelerin kullanıldığı bu binada ilave yenilenebilir enerji kaynağı yer almamaktadır.

Media Headquarters Binasında güney cephede teşkil edilen hareketli yapı kabuğu elemanı güneş kontrolü ve parlama kontrolünü sağlamak amacıyla yapılmıştır. Hareketli gölgeleme elemanları katlar arasında gömülü olarak yer alırken, duyarlı sensörler ya da merkezi otomasyon ile mekanik tabanlı olarak açılıp kapanabilmektedir. Metal iskeletli esnek membran malzemeden yapılan hareketli cepheye sahip binada ilave bir yenilenebilir enerji kaynağı yer almamaktadır.

Thematic Pavilion binasında hareket bina güney cephesinde bulunan lameller ile sağlanmaktadır. Güneş kontrolü maksadıyla yapılan bu lameller merkezi olarak kontrol edilmektedir. Harekette motorlu servoların kullanıldığı bu binada cam elyaf takviyeli polimer malzeme kullanılmıştır. Ayrıca binaya entegre edilen fotovoltaiik paneller ile de kendi enerjisini kendisi üretebilmektedir.

Solarleaf Bioreactor Façade binası hareketli organik cepheden oluşan güzel bir örnektir. Binanın tüm cephelerinde yer alan ancak maksimum verimin güney cephede sağlandığı bu cephe, alglerden oluşan hareketli biyocephedir. Biyokütlenin hareketi manuel olarak sağlanırken, cephe sistemi aynı anda CO₂ dengesi, güneş ve akustik kontrolü de aynı anda sağlamaktadır. Cam paneller ve canlı alglerin kullanıldığı bu hareketli cephe aynı zamanda biyoenerji üretimi ve enerji dönüşümü sayesinde yenilenebilir enerji kaynağı olarak da kullanılmaktadır.

Thyssen Krupp Headquarters binası giydirme cephe üzerine yerleştirilen ilave ikinci cephenin hareket edebilmesi ile güneş ve optik kontrolü sağlamaktadır. Mekanik tabanlı olarak düzlem dışı dönebilen bu cephe paslanmaz çinko ve magnezyum alaşımlı çelikten yapılmıştır. Kontrol merkezi olarak sağlanırken, 90 dereceye kadar cephe elemanının hareketi mümkündür. Bina üzerinde ilave yenilenebilir enerji kaynağı yer almamaktadır.

Pola Ginza Building binası cephesi akrilik panellerden yapılan hareketli yapı kabuğu elemanı olarak karşılaşılan ilk örnektir.

Giydirme cephe üzerine yapılan ikinci bir cephe sistemi olarak yapılan bu cephe sistemi mekanik tabanlı olarak düzlem dışı dönme ile 90 dereceye kadar dönebilmektedir.

Yerel şekilde kontrolün sağlandığı bu hareketli cephelerde güneş kontrolü, optik kontrol ve hava akımı kontrolü birlikte sağlanabilmektedir. Yapıda yenilenebilir enerji kaynağı bulunmamaktadır.

Yukarıdaki örneklerden yapılacak genel çıkarım, binaların hareketli yapı kabuklarındaki en etkili durumun güneş kontrolü olduğudur. Binalar kendilerini güneşe karşı aldıkları önlemlerle korur ya da iç mekân koşullarını optimize ederken, yenilenebilir enerji üretiminde de güneşe doğru yönelim sergilemektedir. Buradan çıkarılacak sonuç güneş; iç mekân konforu için kaçınılan, yenilenebilir enerji içinse ihtiyaç duyulan bir enerjidir. Yapılarda bazen kısmi hareketli yapı kabuğu kullanımı, bazen ise bütünsel hareketli yapı kabuğu kullanımı görülmektedir. Burada bu farkın oluşması yapı sahibi isteği olabileceği gibi finansal durumlardan da olabilir. İncelenen yapılardan bütçesine ulaşılabilenlere bakıldığında sıradan binalardan ya da yapılardan farklı olarak yüksek bütçeli yapı olduğu da dikkat çekmektedir. Tüm bu örnekler ülkemiz Türkiye’de benzer binaların yapılması adına örnek teşkil etmelidir. Güneş kazancı fazla olan ülkemizde yapılacak hareketli yapı kabuğu bulunduran binalar ile kullanıcı konforu ile beraber enerji üretimi de verimli olabilecektir. İlk yatırım maliyeti fazla olan bu imalatlarda, müteahhitleri ya da yapı sahiplerini teşvik etmek adına devlet desteği gibi bir takım teşvikler verilmesi sağlanırsa kısa zaman içerisinde dünya trendleri ile paralel ilerleyen ülkemizde de bu tip yapıları görmek imkânlı hale gelecektir.

5. SONUÇ VE ÖNERİLER

Mimarlık tarihi boyunca tasarlanan binalar, önceden belirlenmiş olan fonksiyona göre inşa edilmiştir. Zaman içerisinde değişiklik gösteren fonksiyonel gereksinimlere cevap veremeyen, tasarlandığı işlev ve kapasiteye bağlı kalan binalarla ilgili olarak değişen ve gelişen işlev ve kapasiteye uygun çözüm arayışları son yıllarda mümkün hale gelmiştir. Gelişen teknolojiye de yararlanarak meydana gelebilen bu yaklaşımın mimarlık dışında farklı anabilim dalları ile etkileşim içerisinde olabildiği açıktır. Bu bağlamda bina işlevinde esneklik, fiziksel çevre denetimi sağlama ve aynı zamanda binaya estetik değer katma çabaları sonucunda hareketli yapı elemanlarında gelişme sağlanmıştır.

Geçmişten günümüze gelinceye kadar hareketli mimari ile ilgili olarak gelişen teknolojik olanakların, gelişen ve değişen mimari isteklerle, yapı fonksiyonuna cevap vermesi adına tasarımcıların sürekli bir arayış içerisinde oldukları incelenen örneklerden de anlaşılmaktadır. Hareket mekanizması ya da teknolojisi ne kadar farklı olursa olsun, bu değişim ve gelişim insan odaklı, teknolojiye bağlı olarak duraksamaz bir şekilde devam etmiştir ve gelecekte de devam edecektir.

Hareketli yapılarla ilgili endüstriyel ilerlemeler, malzeme gelişimi, dijital çağın getirdiği avantajlar ve mimarlık ile farklı disiplinlerin koordineli çalışabilmesi günümüz şartlarında daha geniş imkânlarla olanak sağlamaktadır. Yapı tipi farklı olsa da gerek kullanıcı konforu, gerekse enerji tüketimine yönelik enerji etkin yaklaşımlar, hareketli yapı kabuğu tasarımlarını ortaya çıkarmıştır. Tasarımlar günümüzdeki yapı teknolojisi sayesinde kâğıt üzerinde kalmadan hayata geçirilebilme imkânına sahiptir.

Enerji etkinlik ve kullanıcı konforu göz önüne alınarak tasarlanan hareketli yapı kabukları, bir yapının cephesinde teşkil edilebileceği gibi, çatısını da oluşturabilmektedir. Bazı yapılarda cepheler ile çatı bir eleman olarak tek başına meydana gelebildiğinden, buradaki elemanlar da hareketli yapı kabuğundan oluşturulabilmektedir. Hareketli yapı kabuğu elemanları, yapının ihtiyaç duyduğu enerji miktarını azaltabilecek şekilde tasarlanabileceği gibi, kendi enerjisini üretme kabiliyeti ile de tasarlanabilir. İlk yatırım maliyeti, sistemin gereksinim duyacağı bakım ve arıza durumları vb. etkiler sistemi ekonomik olmaktan uzaklaştırsa da gelişen teknolojik imkânlarla bağlı olarak ve seri kullanımların sağlanması ile maliyetlerin gün geçtikçe düşebileceği göz ardı edilmemelidir.

Hareketli yapı kabuğu elemanları ile teşkil edilen yapılarda sistemin getirdiği avantajlara bağlı olarak kendisini ileriki bir zamanda amorti edebileceği de değerlendirilmesi gereken ayrı bir konudur. İncelenen örneklerin analizi neticesinde hareketli yapı kabuğu elemanlarının genellikle güneş kontrolü sağlamak amacıyla yapıldığı görülmektedir. Güneş kontrolünü sağlarken aynı zamanda güneşten enerji üreten yapıların varlığı da dikkatle incelenmesi gereken ayrı bir olgudur. Yine güneşin etkileri sonucu meydana gelen rüzgârlardan da, yapılarda enerji üretilmesi mümkün hale gelmiştir. Güneş kontrolünün sağlanması amacıyla Türkiye’de yapılacak yeni yapılarda, enerji etkinliğe ve kullanıcı konforuna yönelik yapı kabuğu oluşturulurken aynı zamanda yapının kendisi için de enerji üretebilmesi mümkün olabilecektir. Bunun yanı sıra yapının ürettiği enerjinin fazlasının bulunduğu şebekeye aktarılması da sağlanarak tüketen değil üreten yapı haline gelebilmesi doğru yönlendirmeler ile mümkün hale gelebilecektir.

Yenilenen ve sürekli kendini güncelleyen mimari, ülkemizin stratejik konularından biri olmalıdır. Ülkemizde yapı standartlarının yeni yeni oturduğu, eski yapıların yıkılarak kentsel dönüşümle yapıların yenilendiği düşünüldüğünde, plan notları ya da yönetmeliklerle desteklenecek bu stratejik yaklaşım ile birçok avantaj sağlanabilir. Bu nedenle enerji üretiminden çok tüketiminin olduğu (enerji ithalatı yapan) ülkemizde, mimari çözümlere hareketli yapı kabuğu elemanları dâhil edilerek, enerji tüketimini minimize eden yaklaşımlar oluşturulup, kendi enerjisini ve daha fazlasını üretebilen yapıların yapımı teşvik edilmeli ve desteklenmelidir.

İncelenen dünya örnekleri analiz edildiğinde dikkat çeken bir başka detay ise bu yapıların iklim bölgesi olarak genellikle ılıman iklim, subtropikal iklim veya çöl iklimin hakim olduğu bölgelerde inşa edilmiş olmasıdır. Türkiye sınırları içerisinde bu iklimler görülmesi de özellikle Akdeniz, Ege, Marmara ve Güney Doğu Anadolu Bölgelerindeki güneşlenme miktarları göz önüne alındığında, burada yapılacak yapılar açısından örnek alınabilir.

Kullanıcı konforunun temini optimum konfor şartlarının sağlanmasına bağlıdır. Optimum konfor şartlarının sağlanması enerji tüketimi zorunlu hale getirmektedir. Bu konfor koşulları doğru aydınlatma ile sağlanabildiği gibi HVAC sistemlerinin temini ile mümkün hale getirilebilir. Mimari açıdan aktif aydınlatma, pasif aydınlatma için ilave tasarımlar gerekli olabilir ve/veya HVAC sistemlerinin çalıştırılması için ise ilave enerji yükü meydana gelebilir.

Türkiye İstatistik Kurumu (TÜİK) ile Türkiye Cumhuriyet Merkez Bankası'nın (TCMB) verilerine göre Türkiye ekonomisindeki cari açığın en büyük kalemini enerji ithalatı oluşturmaktadır. Buna neden olarak, tüketimin giderek artması, petrol fiyatlarındaki yükseliş ve döviz kurlarında ki dalgalanma olarak gösterilmektedir. Enerji ihtiyacını yerli kaynaklardan karşılayamayan Türkiye, her yıl arz güvenliğini sağlamak için enerji ithalatına yönelmek zorunda kalmaktadır. Bu sebeple enerji talebini karşılamak için kömür, petrol, doğalgaz ve elektrik enerjisi ithalatı yapmaktadır. TÜİK verilerine göre Türkiye'nin 2018 yılındaki enerji ithalatı faturası yüzde 15,6 artarak 43 milyar dolar olarak gerçekleşmiştir. Türkiye'nin 2017 yılı gayri safi yurtiçi hâsıla (GSHY) 851 milyar dolar olup enerjinin 1 yıldaki ithalatı ile oranlandığı zaman, enerji bedellerinin çok ciddi mertebelerde olduğu açıktır.

Ülkemiz açısından değerlendirildiğinde uygun konfor koşullarının sağlanması, enerji tüketiminde artışa, enerji tüketimindeki artış da üretimin yetersiz kalmasına ve dolayısıyla enerji ithalatına neden olan bir domino etkisini meydana getirmektedir. Hareketli yapı kabuğu elemanlarının teşkili ile yapı için optimum konfor koşulları sağlarken aynı zamanda enerji tüketimini minimize edilebilir. Tez kapsamında incelenen örnekler dünyanın farklı coğrafyalarında yapılmış olsalar da, tümündeki ortak dil hareketli yapı kabuğu elemanı kullanmak ve/veya optimum konfor koşulları sağlanması adına enerji tüketimini minimize edecek mimari öğeler içermesidir. Çalışma süresince yapılan araştırmalarda Türkiye'nin bu konuda oldukça yetersiz kaldığı sonucuna da ulaşılmıştır.

Ülkemizin gelişmesine katkı sağlayacak mesleklerden birisi olduğu düşünülen mimarlık ile mimarların tasarım yaklaşımları sayesinde gelecek nesillere daha iyi yarınlar bırakılabilecektir. Ülke ekonomisinin cari açığını ve ülkenin enerji ithalatını azaltmak için, enerjiye olan ihtiyacın ülke içerisindeki üretimle temin edilmesi, enerji tüketiminin azaltılmasına yönelik ve yenilenebilir enerji kaynağı bulunduran mimari yaklaşımlara yönlendirilmesi bu bakımdan doğru bir karar olacaktır.

KAYNAKLAR

1. Korkmaz, K. (2004). *An analytical study of the design potentials in kinetic architecture / Kinetik mimaride tasarım olanaklarının çözümlemeli araştırması*, Yayınlanmamış Doktora Tezi, İzmir Yüksek Teknoloji Enstitüsü Mühendislik ve Fen Bilimleri Enstitüsü, İzmir.
2. Özge, Ö. (2004). *Hareketli çatılar*, Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Yıldız Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
3. Arslan, M. (2006). *20. yüzyıl teknolojik ütopyalarının, hareketlilik, esneklik / uyabilirlik ve teknoloji kavramları bağlamında çağdaş konut tasarımına etkisi*, Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Yıldız Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
4. Yaşa, A. (2010). *Mimari kinetik sistemler ve performansa dayalı tasarım önerileri*, Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Yıldız Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
5. Bozkurt, C. (2010). *Kinetik sistemlerle çalışan biyomimetik bir kentsel donatı tasarımı-Urbancot*, Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
6. Damdere, E. (2010). *Adaptability of generative algorithms: A means to sustaining the dynamic design processes / Türetken algoritmelerde uyarlanabilirlik: Dinamik tasarım süreçlerinin sürdürülmesinde etkili bir araç olarak kullanımı*, Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Ortadoğu Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
7. Çalış, R. (2012). *Hareketli çatıların yapısal özelliklerinin sistematik olarak incelenmesi*. Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Dokuz Eylül Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İzmir.
8. Fouad, S. M. A. (2012). *Design Methodology: Kinetic Architecture*, Unpublished Master's Thesis, Alexandria University, Egypt.
9. İnan, N. (2014). *Kinetik yapı tasarımında işlevsel esneklik ve entegre sistemlerin kullanım önerisi*, Yayınlanmamış Doktora Tezi, Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
10. Başaran, Ö. (2015). *Kinetik gölgeleme elemanları entegre edilmiş bir binanın enerji etkinliğinin artırılması*, Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
11. Ölçer, E. (2015). *Kinetik mimari kavramı ve iç mekan tasarımına etkileri*, Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Kocaeli Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Kocaeli.
12. Karakoç, E. (2015). *Performansa dayalı adaptif bina kabuğu tasarımı*, Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.

13. Atawula, A. (2016). *Bioinspired kinetic architecture and adaptive component design proposal / Biyolojiden esinlenmiş kinetik mimari ve uyarlanabilir bileşen tasarım önerisi*, Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Yıldız Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
14. Kükdamar, İ. (2016). *Biyo adaptif cephe elemanları*, Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Dokuz Eylül Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İzmir.
15. Marysse, C. (2016). *Structural Adaptive Façades*. Unpublished Master's Thesis, Gent University, Belgium.
16. İnternet: URL:<http://rvtr.com/files/HPH.pdf>, Son Erişim Tarihi: 10.03.2019.
17. Fox, M.A. (2003). Kinetic Architectural Systems Design, In: Robert Kronenburg (Eds) *Transportable environments 2*. London and New York: Spon Press, 163-186.
18. Altın, M., Orhon, V. (2016). *Enerji korunumunda adaptif/uyarlı cepheler*, Mimar Sinan Güzel Sanatlar Üniversitesi 8. Ulusal Çatı & Cephe Sempozyumu, İstanbul.
19. Zuk, W. and Clark, R. H. (1970). *Kinetic architecture*, New York: Van Nostrand, Reinhold Company, 14-30.
20. Suner, Aslı (2011). Adaptive architecture. Çevresel etkenlere göre değişebilen mimari, *Ekoyapı Dergisi*, Mayıs–Haziran, 82-86.
21. Söylemez, E. (2000). *Mekanizma tekniği*. Ankara: Prestij Ajans, 3.
22. İnternet: Sürgü Taşı, URL: <http://www.fibhaber.com/nevsehir/gulsehir-kepezin-kapilari-hala-yerinde-h30948.html>, Son erişim tarihi: 03.02.2019.
23. İnternet: Pnömatik sistem, URL: <http://www.adoorwin.com/News/automatic-door-sliding-door-swing-door-automatic-hydraulic-glass-sliding-doors-automatic-door-hardware-automatic-door-operators-21.html>, Son erişim tarihi: 27.03.2019.
24. İnternet: Rocco Gra, URL: <https://tr.pinterest.com/pin/504332858245099671/?lp=true>, Son Erişim Tarihi: 18.03.2019.
25. Suh, H. A. (2010). *Leonardo'nun defterleri: Büyük üstattan uygulamalı dersler* (çev. Alev Serin). Ankara: Arkadaş Yayınevi.
26. Sarıcioğlu, P. (2017). *Konut tipolojisinde kabuk dışı kinetik bina elemanlarının kullanımının araştırılması*, Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
27. İnternet: Vladimir Tatlin'e ait Enternasyonel Anıtı, URL: <http://www.eskop.com/skopbulten/rus-avangardi-ucuncu-enternasyonal-aniti/2756>, Son Erişim Tarihi: 11.02.2019.

28. İnternet: Vladimir Tatlin'e ait Enternasyonel anıtı, URL: <https://tr.redsearch.org/images/7999475>, Son Erişim Tarihi: 27.02.2019.
29. İnternet: Villa Girasole, URL: <https://www.stylepark.com/en/news/when-it-is-empty-the-house-always-faces-the-same-direction>, Son Erişim Tarihi: 20.01.2019.
30. Davies, C. (2006). *Key houses of the twentieth century: Plans, sections and elevations*, London: Laurence King Publishing,76.
31. Randl, C. (2008). *Revolving architecture: A history of buildings that rotate, swivel, and pivot*, New York: Princeton Architectural Press, 78.
32. İnternet: Francois Massau Evi, URL: http://www.mimarizm.com/haberler/50-yasindaki-ilk-donen-ev-i-kimse-hatirlamiyor_116230, Son Erişim Tarihi: 11.03.2019.
33. İnternet: Kule, URL: <https://www.istockphoto.com/tr/foto%C4%9Fraflar/kahire-kulesi?sort=mostpopular&mediatype=photography&phrase=kahire%20kulesi>, Son Erişim Tarihi: 10.01.2019.
34. İnternet: Moving Cities, URL: <http://arch365bilgi.blogspot.com/2017/05/the-walking-city-archigram.html>, Son Erişim Tarihi: 07.03.2019.
35. İnternet: The Solaleya Dome House, URL: <http://www.solaleya.com/ourmodels-domespace.htm>, Son Erişim Tarihi: 07.03.2019.
36. İnternet: Suite Vollard, URL: <http://techworthinfo.blogspot.com/2013/07/suite-vollard-spinning-building.html>, Son Erişim Tarihi: 09.03.2019.
37. Fox, M., Kemp, M. (2009). *Interactive architecture*, New York: Princeton Architectural Press, 32.
38. İnternet: Interlocking Transformation BBC Design, URL : <https://www.domusweb.it/en/design/2000/09/28/domus-bbj-design-competition.html>, Son Erişim Tarihi: 12.02.2019.
39. Başar, Can. (2014). *Mekan Hareketlerinin Fiziksel, Topolojik ve Deneyimsel Bağlamlar Üzerinden İncelenmesi*, Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
40. İnternet: Bloomframe, URL: <https://www.ekoyapidergisi.org/2499-bloomframe-pencere-ihtiyaca-gore-balkona-donusuyor.html>, Son Erişim Tarihi: 25.01.2019.
41. İnternet: Şemsiye, URL: <https://www.sabah.com.tr/gundem/2017/08/04/haci-adaylarinin-mescid-i-nebevideki-ilk-cuma-namazi?paging=6>, Son Erişim Tarihi: 27.03.2019.
42. İnternet: Bengt Sjostrom, URL: <https://www.arch2o.com/bengt-sjostrom-starlight-theater-studio-gang/>, Son Erişim Tarihi: 15.02.2019.

43. İnternet: Lot-Ek Konteyner, URL: <http://www.lot-ek.com/MDU-Mobile-Dwelling-Unit>, Son Erişim Tarihi: 10.10.2019
44. İnternet: Jetsons, URL: <https://www.mynet.com/efsanevi-cizgi-dizi-jetgiller-yeniden-ekrana-gelecek-114892-mymagazin>, Son Erişim Tarihi: 15.02.2019.
45. İnternet: Jetsons, URL:<http://www.screamingpower.ca/jetsons-becoming-reality-energy-world/>, Son Erişim Tarihi: 10.02.2019
46. Friedman, N. (2011). *Investigation of highly flexible, deployable structures: reciew, modeling, control, experimentes and application*, Unpublished Doctoral Dissertation, Budapest University of Technology and Economics Department of Structural Engineering, Hungary.
47. İnternet: Pinero Tiyatrosu, URL : <https://archpapers.com/first-international-conference-transformables2013-i-in-the-honor-of-emilio-perez-pinero/>, Son Erişim Tarihi: 23.03.2019.
48. İnternet: Hareketli strüktür, URL: <https://www.dezeen.com/2018/05/08/facebook-jean-nouvel-barcelona-skyscraper-torre-glories-combat-fake-news/>, Son Erişim Tarihi: 16.03.2019.
49. İnternet: Merkezi toplanır membran, URL: <http://www.petekbranda.com/semsiye-cesitleri-galeri.html>, Son Erişim Tarihi: 16.01.2019.
50. F. Otto, (1971). *Convertible roofs*, Stuttgart: Institute for Lightweight Structures, 6-7.
51. İnternet: The Muscles Kulesi, URL: <http://news.mit.edu/2006/skyscraper>, Son Erişim Tarihi: 19.02.2019.
52. İnternet: Moseley Köşkü, URL: <https://www.tensinet.com/index.php/component/tensinet/?view=project&id=3887>, Son Erişim Tarihi: 12.02.2019.
53. İnternet: Moseley Köşkü, URL: <http://srd364agp.blogspot.com/2008/08/portal-research.html>, Son Erişim Tarihi: 19.02.2019.
54. İnternet: Abu Dabi Yatırım Konseyi Genel Merkezi Binası, URL: http://www.go-green.ae/greenstory_view.php?storyid=2100, Son Erişim Tarihi: 26.02.2019.
55. Premier, A. (2013, June). *Dynamic and adaptive surfaces on tall buildings*, Paper presented at the International Scientifical Conference, Italy.
56. Boer, B.D., Bakker, L., Oeffelen, L.V., Loonen, R., Cóstola, D., Hensen, J. (2012, December). *Future climate adaptive building shells: Optimizing energy and comfort by inverse modelling*, Paper presented at the 8th Energy Forum on Solar Building Skins, Italy.
57. İnternet: Agbar Kulesi Area Nouvel, URL: http://www.old.awn.it/AWN/Engine/RAServeFile.php/f/Area_nouvel-barcellona2-ind.pdf, Son Erişim Tarihi: 01.05.2019

58. İnternet: Mognolia Stadyum, URL: <http://dynamic-architecture.blogspot.com/2008/10/magnolia-stadium-by-mitsuru-senda.html>, Son Erişim Tarihi: 18.02.2019.
59. İnternet: Dinamik Kule, URL: <https://www.slideshare.net/swapnika15/dynamic-davincirotating-tower>, Son Erişim Tarihi: 02.02.2019.
60. İnternet: Dinamik Kule, URL: https://www.dynamicarchitecture.net/index.php?option=com_content&view=article&id=7%3Auae&catid=6%3Adynamicprojects&Itemid=15&lang=eng, Son Erişim Tarihi: 20.02.2019.
61. Fisher, D. (2010, June). *Architecture, civil engineering and construction: Any change since the Egyptian*, Presented at the 5th European workshop on structural health monitoring, Italy.
62. İnternet: Dinamik Kule, URL: <https://www.slideshare.net/shaldag/the-rotating-tower-in-dubai-presentation>, Son Erişim Tarihi: 12.03.2019.
63. İnternet: The World Trade Center Transportation Hub Binası, URL: <https://calatrava.com/projects/world-trade-center-transportation-hub-new-york.html>, Son Erişim Tarihi: 13.03.2019.
64. Kasaboğlu, E.(2016). *Kinetik mimarlık kavramlarının örneklerle irdelenmesi*, Yüksek Lisans Tezi, Mimar Sinan Güzel Sanatlar Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, 66-94.
65. İnternet: Sürgülü Ev, URL: <https://www.thetimes.co.uk/article/how-i-built-my-own-sliding-house-k3vkb5x8c>, Son Erişim Tarihi: 07.04.2019.
66. Akgün Y. (2012). *Biçim değiştirebilen yapılar ve mimariye kattıkları*, *Ege Mimarlık*, 80, 26-29.
67. İnternet: Sürgülü Ev, URL: <http://elitechoice.org/2009/04/01/sliding-house-is-straight-into-the-future-of-housing/>, Son Erişim Tarihi: 12.02.2019.
68. İnternet: Yaprak Şapeli, URL: <https://architizer.com/projects/leaf-chapel/> Son Erişim Tarihi: 15.02.2019.
69. İnternet: Gemini House, URL:<https://www.entereasan.com/gunes-enerjisiyle-yasamak-gemini-haus>, Son Erişim Tarihi: 08.04.2019
70. İnternet: Gemini House, URL: <https://inhabitat.com/extreme-solar-the-gemini-haus/>, Son Erişim Tarihi: 17.02.2019.
71. İnternet: Kiefer Technic Showroom, URL: <https://www.konseptprojeler.com/kiefer-technic-showroom>, Son Erişim Tarihi: 08.03.2019.

72. İnternet: CJ Research Center URL: <http://www.evolo.us/cj-research-centers-kinetic-folding-facade-yazdani-studio/> , Son Erişim Tarihi: 10.05.2019.
73. İnternet: CJ Research Center URL: <http://www.evolo.us/cj-research-centers-kinetic-folding-facade-yazdani-studio/>, Son Erişim Tarihi: 23.03.2019.
74. İnternet: CJ Research Center,
URL:<https://yazdanistudioresearch.wordpress.com/2011/11/16/building-the-cj-rd-center-kinetic-facade-with-ik-in-3dsmax/>, Son Erişim Tarihi: 02.04.2019.
75. İnternet: Media Headquarters Building,
URL:<http://www.somaarchitecture.com/index.php?page=themepavilion&parent=2#>,
Son Erişim Tarihi: 04.05.2019.
76. İnternet: Thematic Pavilion, URL:<https://www.designboom.com/architecture/soma-one-ocean-thematic-pavilion-for-yeosu-expo-2012-complete/>, Son erişim tarihi: 29.04.2019.
77. İnternet: Solarleaf Bioreactor Building,
URL: <http://www.morethangreen.es/en/solarleaf-solar-leaf-algae-bio-reactive-facade/>,
Son Erişim Tarihi:05.04.2019.
78. İnternet: ThyssenKrupp Genel Merkezi,
URL: <https://www.thyssenkrupp.com/en/company/quarter/>, Son Erişim Tarihi: 01.03.2019.
79. İnternet: Ginza Binası, URL: <http://arc-no.com/arc/tokyo/tokyo-pola.htm>, Son Erişim Tarihi: 03.05.2019.

ÖZGEÇMİŞ

Kişisel Bilgiler

Soyadı, adı : TAFLI, Abdullah Selim
 Uyuğu : T.C.
 Doğum tarihi ve yeri : 28.01.1989, Kayseri
 Medeni hali : Bekâr
 Telefon : 0 (555) 778 85 25
 e-mail : selimtafli@gmail.com



Eğitim

Derece	Eğitim Birimi	Mezuniyet Tarihi
Yüksek Lisans	Gazi Üniversitesi / Mimarlık	2019
Yüksek lisans	Erciyes Üniversitesi / İnşaat Mühendisliği	2019
Lisans	Selçuk Üniversitesi / Mimarlık	2012
Lisans	Selçuk Üniversitesi / İnşaat Mühendisliği	2013
Lise	Kayseri Sami Yangın Anadolu Lisesi	2007

İş Deneyimi

Yıl	Yer	Görev
2012-2013	Selçuk Üniversitesi - Konya	Araştırma Görevlisi
2013-2019	Se Mimarlık İnşaat - Kayseri	Kurucu – Mimar ve İnş Müh.

Yabancı Dil

İngilizce

Yayınlar -

Hobiler

Yüzme, Kayak, Kaligrafi, Model Uçak, Maket



GAZİ GELECEKTİR..