



**FATİH SULTAN MEHMET VAKIF ÜNİVERSİTESİ
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ
MİMARLIK ANABİLİM DALI
MİMARLIK PROGRAMI**

**KİNETİK MİMARLIK KAPSAMINDA DİNAMİK
CEPHE SİSTEMLERİNİN İNCELENMESİ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

ZEYNEP KEVSER ÇAKIR

İSTANBUL, 2021



**FATİH SULTAN MEHMET VAKIF ÜNİVERSİTESİ
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ
MİMARLIK ANABİLİM DALI
MİMARLIK PROGRAMI**

**KİNETİK MİMARLIK KAPSAMINDA DİNAMİK
CEPHE SİSTEMLERİNİN İNCELENMESİ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

**ZEYNEP KEVSER ÇAKIR
(190201001)**

**Danışman
(Doç. Dr. Hasan Fırat DİKER)**

İSTANBUL, 2021

25/ 06/2021

LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ MÜDÜRLÜĞÜNE

Mimarlık Anabilim Dalı'nda 190201001 numaralı Zeynep Kevser ÇAKIR'ın hazırladığı "Kinetik Mimarlık Kapsamında Dinamik Cephe Sistemlerinin İncelenmesi "konulu Mimarlık Tezli Yüksek Lisans tezi ile ilgili Tez Savunma Sınavı, 25/06/2021 Cuma günü saat 14 :00 'da yapılmış, sorulara alınan cevaplar sonunda adayın tezinin **KABULÜNE** karar verilmiştir.

Düzeltilme verilmesi halinde:

Adı geçen öğrencinin Tez Savunma Sınavı ..././.... tarihinde, saat da yapılacaktır.

Tez Adı Değişikliği Yapılması Halinde: Tez adının

..... şeklinde değiştirilmesi uygundur.

Jüri Üyesi	Tarih	İmza
(Danışman) Doç. Dr. Hasan Fırat DİKER	25/06/2021	KABUL
Doç. Dr. İbrahim Başak DAĞGÜLÜ	25/06/2021	KABUL
Dr. Öğr. Üyesi Emine Merve OKUMUŞ	25/06/2021	KABUL
(İkinci Danışman) */ .../20...
*/ .../20...

*2. Danışman varsa doldurulacak

BEYAN BİLDİRİM

Bu tezin yazılmasında bilimsel ahlak kurallarına uyulduğunu, başkalarının eserlerinden yararlanılması durumunda bilimsel normlara uygun olarak atıfta bulunulduğunu, kullanılan verilerde herhangi bir tahrifat yapılmadığını, tezin herhangi bir kısmının bağlı olduğum üniversite veya bir başka üniversitedeki başka bir çalışma olarak sunulmadığını beyan ederim.

Zeynep Kevser ÇAKIR

KİNETİK MİMARLIK KAPSAMINDA DİNAMİK CEPHE SİSTEMLERİNİN İNCELENMESİ

Zeynep Kevser ÇAKIR

ÖZET

Tarihsel süreç içerisinde sosyal yaşamın getirdiği farklılıklarla insan hayatında mekân algısı aşamalar halinde dönüşmüş ve yapı kavramı ortaya çıkmıştır. Mekân kurgusunun gelişimi, artan ihtiyaçlara, coğrafyaya, iklime ve dönüşen yaşam biçimlerine göre değişim göstermiştir. İnsanların ihtiyaç duyduğu ve yaşamıyla entegre ettiği her konuda olduğu gibi mimarinin de gelişim ve değişimi, teknolojinin gelişmesine bağlı olarak ilerlemiştir. Yapı teknolojisi ilerlerken, malzeme denemeleri, sistem ve teknik arayışları sürmüş ve yapı bilgisi üretimi sorgulanabilir deneysel bir sürece girmiştir.

Değişen ve artan ihtiyaçlara çözüm sunabilmek için esneklik gösterebilen yapı tasarımlarına yönelim artmıştır. Bu bağlamda hareket edebilen, değişim geçirebilen ve esnek kavramlarıyla tanımlanabilen ‘kinetik mimarlık’ kavramı ortaya çıkmıştır. Kinetik mimarlık düşüncesi altında ortaya çıkan dinamik cephe sistemleri, fiziksel gereksinimlere cevap vermeyi amaçlamıştır. Değişken koşul ve ihtiyaçlara göre dönüşebilen cepheler, bu esnek kurgularıyla fiziksel konfor sağlayabilmektedir. Aynı zamanda durağan yapı teknolojisinin sunduğu sabit cepheler yerine, değişken yapı kabuklarının kullanımını da mümkün hale gelmiştir.

Kinetik tasarım algısını geliştirmeyi amaçlayan bu çalışma, kinetik cephe yaklaşımlarını ve uygulama potansiyellerini ele alan bir kılavuz oluşturma çabası gütmektedir. Araştırmada, kinetik yapıların evrimi, uygulama potansiyelleri, sistem

ve hareket türleri literatür taraması ile incelenmiştir. Yeni kinetik eğilimlerin, yapı elemanları arasındaki kesin ayrımları muğlaklaştırdığı görülmüştür. Dinamik cephe sistemlerinin kullanıcıya ve fiziksel çevre şartlarına uyum sağlama yeteneği irdelenmiş, uygulamalar üzerinden sistemler örneklendirilmiştir. İlk yapım ve onarım maliyetinin yüksek oluşundan dolayı sistemlerin, yerinde çözümlere ve belirsizliklere yer vermeyecek bir şekilde tasarlanması gerektiği görülmüştür. Mimarlık ve mühendisliğin disiplinler arası düzleminde ele alınarak tasarlanan kinetik yapı elemanları, yapılarda enerji kullanımına yeni düzenleme ve dengelemeler getirecektir. Kullanıcıyı seyirci kalmaktan öteye geçirerek onunla etkileşime giren yapı anlayışının mimarlık için önemli bir gelecek vaat ettiği söylemek mümkündür.

Anahtar kelimeler; **Kinetik mimarlık, dinamik cephe, hareketlilik, değişken cephe, esneklik.**

THE INVESTIGATION OF THE DYNAMIC FACADE SYSTEMS WITHIN KINETIC ARCHITECTURE

Zeynep Kevser ÇAKIR

ABSTRACT

During history, the perspective of space in a human's life has changed due to the varieties that occurred in social life, and thus the term structure has emerged. The development of a space design has faced changes in accordance with arisen requirements, geography, climate and the updated life circles. As individuals feel the need and its integration within human life, the architecture develops and improves in accordance with technological improvements. During the building technology development, material inquires, system and technic investigation occurred, and the building information production started with the questionable experimental testing.

In order to provide a solution for changed and arisen needs, the attention to flexible structure designs has increased. In this context, kinetic architecture term that is recognized as moveable, convertible and flexible has emerged. Dynamic facade systems that occurred from the kinetic architecture ideology, aimed to respond to physical requirements. The facades that convert according to the various conditions and requirements, provide physical comfort in accordance with flexible design. At the same time, instead of constant facades obtained by structural technology, the application of convertible structural shells has become feasible.

The purpose of the study that inquire about the perception of kinetic design, strives to create a guide that addresses kinetic facade approaches and their application potentials. In the research, the evolution of kinetic structures, application potentials, system and motion types were examined by literature review. It has been

observed that new kinetic trends obscure the precise distinctions between structural elements. The ability of dynamic façade systems to adapt to the user and physical environmental conditions has been examined and systems have been exemplified with applications. Due to the high expenses of construction and repair costs, it has been seen that the systems should be designed in a way that does not allow for on-site solutions and uncertainties. These kinetic building elements that have been designed within the interdisciplinary scope of architecture and engineering, will bring new arrangements and balances to the use of energy in buildings. It is possible to say that the understanding of building that interacts with the user by removing the user from being a viewer promises an important future for architecture.

Keywords; **Kinetic architecture, dynamic facade, mobility, variable facade, flexibility.**

ÖNSÖZ

Lisans ve yüksek lisans eğitimim boyunca desteğini esirgemeyen ve tez çalışmamda bana yol gösteren değerli danışmanım Doç. Dr. Hasan Fırat Diker'e, her daim bana gösterdikleri sevgi, anlayış ve destekleri için aileme ve ablam Nudžejma O. Cakir'a, dostluğu ve motivasyon desteği ile hep yanı başımda olan Mimar Birgül Kurtçu'ya, literatür erişimimde yardımları için Mimar Burcu Soykök, Mimar Gürkan Okumuş, İnşaat Mühendisi Oğuz Uyanık ve Tuğba Sevil'e teşekkür ederim.

Bu çalışmanın, yeni mimarlık anlayışında kinetik yapı tasarımı yaklaşımlarına dair bir kılavuz olabilmesi ümidiyle.

Zeynep Kevser Çakır

Mimar

İÇİNDEKİLER

ÖZET.....	iv
ABSTRACT	vi
ÖNSÖZ.....	viii
GÖRSEL LİSTESİ	xiii
KISALTMALAR	xxiii
GİRİŞ	1
BİRİNCİ BÖLÜM.....	4
1. KİNETİK MİMARLIK.....	4
1.1. Kinetik Mimarlık Kavramı.....	4
1.1.1. Tarihsel Süreçte Kinetik Mimarlığın Evrimi.....	13
1.1.2. Hareketlilik ve Enerji Paradoksu.....	25
1.2. Kinetik Mimarlığın Çıkış Kaynakları.....	27
1.2.1. Fonksiyonel Değişim ve Esneklik	30
1.2.2. Fiziksel Çevre Denetimi.....	32
1.2.3. Sürdürülebilirlik	35
1.2.4. Estetik Kaygı ve Görsel Dönüşüm.....	40
1.2.5. Etkileşim ve Kişiselleştirme	41
İKİNCİ BÖLÜM	45
2. KİNETİK MİMARLIKTA KULLANILAN HAREKET VE SİSTEM TÜRLERİ	45
2.1. Hareket Türleri	45
2.1.1. Açılma-Kapanma	46
2.1.2. Dönme	48
2.1.3. Gerilme	49
2.1.4. Kayma	51

2.1.5. Katlanma veya Bükülme	53
2.1.6. Daralma-Genişleme	56
2.1.7. Malzeme Deformasyonu.....	58
2.1.8. Işıktaki Değişiklikler ve Optik Etki	59
2.1.9. Akışkan Malzeme Kullanımı	62
2.2. Sistem Türleri	64
2.2.1. Makaralı Sistem	68
2.2.2. Menteşeli Sistemler	70
2.2.3. Raylı Sistemler	71
2.2.4. Dişli Sistemler.....	73
2.2.5. Makaslı Sistemler.....	74
2.2.6. Kablolü Sistemler.....	76
2.2.7. Pnömatik Sistemler	77
2.2.8. Hidrolik Sistemler	78
2.2.9. Manyetik Sistemler	81
ÜÇÜNCÜ BÖLÜM	82
3. KİNETİK MİMARLIKTA CEPHE YORUMLARI	82
3.1. İşlevsel Yorumlar	85
3.2. Bezemeye Dayalı Yorumlar	86
DÖRDÜNCÜ BÖLÜM	89
4. DİNAMİK CEPHE SİSTEMLERİNİN UYGULAMA ÖRNEKLERİ.....	89
4.1. Mekanik Bale Binası (Ballet Mécanique Apartment Building)	89
4.1.1. Genel Bilgi ve Yapılış Nedeni.....	89
4.1.2. Mimari ve Teknolojisi	90
4.1.3. Kullanım ve İşletimi.....	91
4.2. Al Bahar Kuleleri (Al Bahar Towers)	92
4.2.1. Genel Bilgi ve Yapılış Nedeni.....	92
4.2.2. Mimari ve Teknolojisi	93
4.2.3. Kullanım ve İşletimi.....	94
4.3. Kiefer Teknik Sergi Salonu (Kiefer Technic Showroom).....	96

4.3.1. Genel Bilgi ve Yapılış Nedeni.....	96
4.3.1. Mimari ve Teknolojisi	97
4.3.2. Kullanım ve İşletimi.....	97
4.4. Şanghay Tiyatrosu (Shanghai Theatre)	99
4.4.1. Genel Bilgi ve Yapılış Nedeni.....	99
4.4.2. Mimari ve Teknolojisi	100
4.4.3. Kullanım ve İşletimi.....	101
4.5. Arap Dünyası Enstitüsü (Institut Du Monde Arabe).....	101
4.5.1. Genel Bilgi ve Yapılış Nedeni.....	101
4.5.2. Mimari ve Teknolojisi	103
4.5.3. Kullanım ve İşletimi.....	104
4.6. Media-TIC	104
4.6.1. Genel Bilgi ve Yapılış Nedeni.....	104
4.6.2. Mimari ve Teknolojisi	106
4.6.3. Kullanım ve İşletimi.....	106
4.7. Güney Danimarka Üniversitesi Kolding Kampüsü (SDU University of Southern Denmark Campus Kolding)	107
4.7.1. Genel Bilgi ve Yapılış Nedeni.....	107
4.7.2. Mimari ve Teknolojisi	108
4.7.3. Kullanım ve İşletimi.....	109
4.8. One Ocean Tematik Pavyonu (One Ocean Thematic Pavilion).....	110
4.8.1. Genel Bilgi ve Yapılış Nedeni.....	110
4.8.2. Mimari ve Teknolojisi	111
4.8.3. Kullanım ve İşletimi.....	112
4.9. The Shed.....	113
4.9.1. Genel Bilgi ve Yapılış Nedeni.....	113
4.9.2. Mimari ve Teknolojisi	114
4.9.3. Kullanım ve İşletimi.....	115
4.10. Gemma Gözlemevi (Gemma Observatory).....	116
4.10.1. Genel Bilgi ve Yapılış Nedeni.....	116
4.10.2. Mimari ve Teknolojisi	117
4.10.3. Kullanım ve İşletimi.....	117

4.11. 19 Numaralı Ev (House no.19).....	119
4.11.1. Genel Bilgi ve Yapılış Nedeni.....	119
4.11.2. Mimari ve Teknolojisi.....	120
4.11.3. Kullanım ve İşletimi.....	121
4.12. Olimpiyat Kemeru (Olympic Arch)	122
4.12.1. Genel Bilgi ve Yapılış Nedeni.....	122
4.12.2. Mimari ve Teknolojisi.....	123
4.12.3. Kullanım ve İşletimi.....	124
4.13. LIGO Bilim Eğitim Merkezi (LIGO Science Education Center).....	125
4.13.1. Genel Bilgi ve Yapılış Nedeni.....	125
4.13.2. Mimari ve Teknolojisi.....	126
4.13.3. Kullanım ve İşletimi.....	127
4.14. Bulanık Bina (Blur Building)	127
4.14.1. Genel Bilgi ve Yapılış Nedeni.....	127
4.14.2. Mimari ve Teknolojisi	128
4.14.3. Kullanım ve İşletimi.....	129
4.15. Montreal Olimpiyat Stadyumu (Montreal Olympic Stadium)	130
4.15.1. Genel Bilgi ve Yapılış Nedeni.....	130
4.15.2. Mimari ve Teknolojisi.....	131
4.15.3. Kullanım ve İşletimi.....	131
4.16. Allianz Stadyumu (Allianz Arena).....	133
4.16.1. Genel Bilgi ve Yapılış Nedeni.....	133
4.16.2. Mimari ve Teknolojisi.....	135
4.16.3. Kullanım ve İşletimi.....	135
SONUÇ.....	138
KAYNAKÇA	141
URL LİSTESİ.....	148

GÖRSEL LİSTESİ

Sayfa

Görsel 1.1. Uyarlanabilir Kinetik Sistemin Kavramsal Diyagramı	5
Görsel 1.2. Kinetik Mimarlığın Kavramsal Altyapısı.....	6
Görsel 1.3. Basınç-Tepki Diyagramı	7
Görsel 1.4. Kinetik Olarak Doğuştan Sensörlerle Kaslarını Kontrol Eden İnsan Diyagramı.....	8
Görsel 1.5. Kinetik Mimarlığın Ana Sınıflandırması	9
Görsel 1.6. Kinetik Mimarlıkta Genel Tasarım Stratejileri	10
Görsel 1.7. Mimaride Kinetik Tipolojilerin Diyagramı.....	11
Görsel 1.8. Geçici Tipik Bir Barınağın Kurulumu.....	13
Görsel 1.9. Yurtların Bulunduğu Tatar Kampını Gösteren Bir Çizim.....	14
Görsel 1.10. Orta Çağ'da Sökülebilir Bir Tiyatro.....	14
Görsel 1.11. Tapınak Kapısını Açıp Kapanan Düzenek	16
Görsel 1.12. Orta Çağ Kalelerinde Köprüyü Açan Düzenek.....	17
Görsel 1.13. Orta Çağ Kalelerinde Açılıp Kapanan Köprü	17
Görsel 1.14. İki Kapının Aynı Anda Açan, Thomas Jefferson Tarafından Bulunan Düzenek.....	18
Görsel 1.15. Elisha Otis Tarafından Tasarlanan Yolcu Asansörü	18
Görsel 1.16. 1908'de Thomas Gaynor Tarafından Tasarlanan Rotary Binası.....	19

Görsel 1.17. 1936 Angelo Invernizzi Tarafından Tasarlanan Villa Girasole'nin Yapısal Çerçevesi.....	19
Görsel 1.18. Archigram Grubu Tarafından Tasarlanan Walking City.....	20
Görsel 1.19. Walking City Analitik Çizimi.	20
Görsel 1.20. Robert F. Kennedy Memorial Stadyumu ve Çoklu Kullanım Diyagramı	20
Görsel 1.21. 1967'da R. Taillibert Tarafından Tasarlanan Boulevard Carnot Yüzme Havuzu Üst Örtüsü Açık ve Kapalı Pozisyonları.....	21
Görsel 1.22. 1967'da R. Taillibert Tarafından Tasarlanan Boulevard Carnot Yüzme Havuzu Üst Örtüsü Açık ve Kapalı Hali Görünüşü	21
Görsel 1.23. Haremlik-Selamlık Arasında Bulunan Dönme Dolap.....	22
Görsel 1.24. Mekân, Kullanıcı ve Kültür İlişkisi Görselleştirmesi.....	22
Görsel 1.25.1996'da Joppien Dietz Tarafından Tasarlanan Kiosk	23
Görsel 1.26. Değişebilen Strüktürlerin Hareket Özellikleri.....	24
Görsel 1.27. Antik Çağ'da Ahşap Bir Vinç.	26
Görsel 1.28. Kayan Ev Yapı Kabuğunun Daraltılmış Pozisyonu	31
Görsel 1.29. Kayan Ev Yapı Kabuğunun Genişletilmiş Pozisyonu.....	31
Görsel 1.30. Kayan Ev Yapı Kabuğu Hareketi Diyagramı.....	32
Görsel 1.31. Qi Zhong Stadyumu Hareketli Çatısı	33
Görsel 1.32. Qi Zhong Stadyumu Çatısının Aşağıdan Görünümü	33
Görsel 1.33. Qi Zhong Stadyumu İç Mekândan Çatı Strüktürünün Açık Görünümü	34
Görsel 1.34. Qi Zhong Stadyumu İç Mekândan Çatı Strüktürünün Kapalı Görünümü	34
Görsel 1.35. Qi Zhong Stadyumu Çatısının Kapalı, Yarı Açık ve Açık Pozisyonları	34
Görsel 1.36. Qi Zhong Stadyumu Çatısı Perspektif.....	34
Görsel 1.37. ThyssenKrupp Quarter Binası	36

Görsel 1.38. ThyssenKrupp Quarter Binası Kinetik Cephesi	36
Görsel 1.39. ThyssenKrupp Quarter Binası Kinetik Cephe Sistemi Diyagramı.....	37
Görsel 1.40. DO SU Studio Architecture Tarafından Tasarlanan Bloom	38
Görsel 1.41. Bloom Strüktürünün Yakından Görünümü	38
Görsel 1.42. DO SU Studio Architecture Tarafından Tasarlanan Bloom'un Isı ile Değişimi.....	38
Görsel 1.43. Brisbane Havaalanı İç Hatlar Terminali Otoparkı Cephesi.....	39
Görsel 1.44. Brisbane Havaalanı İç Hatlar Terminali Otoparkı Cephesindeki Paneller	39
Görsel 1.45. Brisbane Havaalanı İç Hatlar Terminali Otoparkı Cephe Detay1, Eskizi ve Görünüşü	40
Görsel 1.46. Quadricci Pavyonu Kanat Hareketi.....	41
Görsel 1.47. Quadricci Pavyonu Kanat Görünümü.	41
Görsel 1.48. Mercedes Benz EQ New Generation Exhibits Kinetik Duvar.	42
Görsel 1.49. Lattice Archipelogics Enstalasyonu	44
Görsel 1.50. Lattice Archipelogics Enstalasyonu	44
Görsel 2.1. Hareket Tipleri ve İnşaat Sistemleri Arasındaki İlişki	46
Görsel 2.2. Ernisting Deposu Kapısının Açılıp Kapanması Hareketi.....	47
Görsel 2.3. Ernisting Deposu Kapısı Görünüş ve Kesiti.....	47
Görsel 2.4. Sharifi-ha Evi Dönen Kütle Hareketi	48
Görsel 2.5. Sharifi-ha Evi Dönen Kütle Hareketi Diyagramı	49
Görsel 2.6. Waldstadion Stadyumu Çatı Strüktürünün Kapalı Hali	50
Görsel 2.7. Waldstadion Stadyumu Çatı Strüktürünün Açık Hali	50
Görsel 2.8. Waldstadion Stadyumu Çatı Strüktürünün Hareketi Diyagramı	50
Görsel 2.9. Dragspelhuset Genişletilmiş Pozisyonu	51

Görsel 2.10. Dragspelhuset Daraltılmış Pozisyonu.	51
Görsel 2.11. Dragspelhuset Genişletilmiş ve Daraltılmış Pozisyonlarının Planları. .	52
Görsel 2.12. Dragspelhuset Genişletilmiş ve Daraltılmış Pozisyonlarının Kesitleri.	52
Görsel 2.13. Kafe-Restoran OPEN	53
Görsel 2.14. Kafe-Restoran OPEN Açılıp Kapanan Panelleri.....	53
Görsel 2.15. Kafe-Restoran OPEN Kesiti.....	54
Görsel 2.16. HygroSkin-Meteorosensitive Pavyonu Modüllerinin Açık Pozisyonu.	55
Görsel 2.17. HygroSkin-Meteorosensitive Pavyonu Modüllerinin Kapalı Pozisyonu.	55
Görsel 2.18. HygroSkin-Meteorosensitive Pavyonu Modülleri.....	55
Görsel 2.19. HygroSkin-Meteorosensitive Pavyonu Modüllerinin İç Mekândan Görünümü	55
Görsel 2.20. HygroSkin-Meteorosensitive Pavyonu Modüllerin Neme Göre Açılması	56
Görsel 2.21. Gardens by the Bay Kinetik Gölgeleme Strüktürü Hareketi.	56
Görsel 2.22. Gardens by the Bay	57
Görsel 2.23. Gardens by the Bay Kinetik Gölgeleme Strüktürü.....	57
Görsel 2.24. Gardens by the Bay İç Mekândan Gölgeleme Strüktürünün Görüntüsü.	58
Görsel 2.25. Gardens by the Bay Gölgeleme Elemanları Diyagramı	58
Görsel 2.26. USC School of Architecture Tarafından Tasarlanan Pnömatik Strüktür.	59
Görsel 2.27. Pnömatik Strüktürün Yakından Görünümü.....	59
Görsel 2.28. Multimedya ve Mimarlık Arasındaki İlişki.....	60
Görsel 2.29. Galleria Centercity Gece Görünümü.....	60
Görsel 2.30. Galleria Centercity Gece Görünümü.....	60

Görsel 2.31. Galleria Centercity Dinamik Cephe Diyagramları	61
Görsel 2.32. Galleria Centercity Gündüz Görünümü.	61
Görsel 2.33. Galleria Centercity Cephesi Yakından Görünümü.....	61
Görsel 2.34. Microsoft Genel Merkezi Akıllı Camın Şeffaf Kullanımı.	62
Görsel 2.35. Microsoft Genel Merkezi Akıllı Opak Kullanımı.	62
Görsel 2.36. Dijital Su Pavyonu, Işık ve Su ile Oluşturulan Dijital Duvar	63
Görsel 2.37. Dijital Su Pavyonu.....	64
Görsel 2.38. Dijital Su Pavyonu.....	64
Görsel 2.39. Dijital Su Pavyonu Analitik Çizimi.....	64
Görsel 2.40. Dâhili Kontrol Diyagramı	66
Görsel 2.41. Direkt Kontrol Diyagramı	66
Görsel 2.42. Dolaylı Kontrol Diyagramı	66
Görsel 2.43. Duyarlı ve Dolaylı Kontrol Diyagramı	66
Görsel 2.44. Çoklu, Duyarlı ve Dolaylı Kontrol Diyagramı.....	67
Görsel 2.45. Öğrenme Yetisine Sahip, Duyarlı ve Dolaylı Kontrol Diyagramı	68
Görsel 2.46. Makara Vektörel Çizim	69
Görsel 2.47. Makara Elemanları Vektörel Çizim.	69
Görsel 2.48. 19 Numaralı Ev Kapısının Kapalı, Yarı açık ve Açık Pozisyonları	69
Görsel 2.49. M-Evi Panelleri ve Menteşeli Hareketli Cephesi	70
Görsel 2.50. M-Evi Panelleri Yakın Görünümü.	70
Görsel 2.51. M-Evi İç Mekân Görünümü.	71
Görsel 2.52. Shigeru Ban Tarafından Tasarlanan La Seine Müzikali Raylı Cephesi.72	
Görsel 2.53. La Seine Müzikali Raylı Sistemle Hareket Eden Cephes	72
Görsel 2.54. Shigeru Ban Tarafından Tasarlanan La Seine Müzikali Kesiti.....	72
Görsel 2.55. 242 State Street Cephesinin Kapalı Pozisyonu	73

Görsel 2.56. 242 State Street Cephesinin Açık Pozisyonu	73
Görsel 2.57. 242 State Street Kesiti	74
Görsel 2.58. 242 State Street, Dişli Hareketli Sistem	74
Görsel 2.59. 242 State Street, Dişli Sisteminin Yakından Görünümü.....	74
Görsel 2.60. Iris Kubbesi Model.....	75
Görsel 2. 61. Iris Kubbesi Hareket.....	75
Görsel 2.62. Iris Kubbesi Açık Hava Enstalasyonu.....	76
Görsel 2.63. Iris Kubbesi Analitik Çizimi.	76
Görsel 2.64. Montreal Olimpik Stadyumu Hareketli Çatısı.....	77
Görsel 2.65. Nefes Alan Deriler Projesi Gözeneklerin Kapalı Pozisyonu.....	78
Görsel 2.66. Nefes Alan Deriler Projesi Gözeneklerin Açık Pozisyonu	78
Görsel 2.67. Nefes Alan Deriler Projesi Pnömatik Modüllerin Sönük Pozisyonu. ...	78
Görsel 2.68.Nefes Alan Deriler Projesi Pnömatik Modüllerin Şişirilmiş Pozisyonu.	78
Görsel 2.69. Hidrolik Aktüatör Vektörel Çizi.....	79
Görsel 2.70. Caja Mágica Olimpik Tenis Merkezi Hidrolik Yapı Kabuğu Pozisyonları.....	80
Görsel 2.71. Caja Mágica Olimpik Tenis Merkez	80
Görsel 2.72. Caja Mágica Olimpik Tenis Merkezi Hidrolik Yapı Kabuğu	80
Görsel 2.73. LIGO Bilim Eğitim Merkezi	81
Görsel 3.1. Tasarım Parametrelerinin Akışı.....	83
Görsel 3.2. Kinetik Cephe Kaplama Elemanları Üzerindeki Kontrol Türlerinin Evrimi.....	84
Görsel 3.3. Önerilen İş Çerçevesi Diyagramı	86
Görsel 4.1. Mekanik Bale Binası.....	90
Görsel 4.2. Mekanik Bale Binası Cephesi Kapalı Pozisyonu	90

Görsel 4.3. Mekanik Bale Binası Cephesi Açık Pozisyonu.....	90
Görsel 4.4. Mekanik Bale Binası Cephesinin İçeriden Görünüşü	91
Görsel 4.5. Mekanik Bale Binası Cephe Sistemi Diyagramı.....	91
Görsel 4.6. Mekanik Bale Binası Vaziyet, Zemin Kat Planı ve Cephesi.....	92
Görsel 4.7. Al Bahar Kuleleri	93
Görsel 4.8. Al Bahar Kuleleri Cephe Görünüşü ve İskeleti.....	93
Görsel 4.9. Al Bahar Kuleleri Modül Oluşumu, Cephe Sistemi Diyagramı ve Kesiti.	94
Görsel 4.10. Al Bahar Kuleleri Cephe Hareketi	95
Görsel 4.11. Al Bahar Kuleleri Planı, Kesiti ve Perspektifi	95
Görsel 4.12. Kiefer Teknik Sergi Salonu.....	96
Görsel 4.13. Kiefer Teknik Sergi Salonu Cephe Sistemi Konfigürasyonları	97
Görsel 4.14. Kiefer Teknik Sergi Salonu Gece Görünümü	97
Görsel 4.15. Kiefer Teknik Sergi Salonu Cephe Sistemi.....	98
Görsel 4.16. Kiefer Teknik Sergi Salonu Cephe Sistemi Yakından Görünümü.....	98
Görsel 4.17. Kiefer Teknik Sergi Salonu Cephe Sistemi Diyagramı ve Kesiti	98
Görsel 4.18. Şanghay Tiyatrosu.....	99
Görsel 4.19. Şanghay Tiyatrosu Görünüşü, Cephe Katman Diyagramı ve Sistem Detayı.....	100
Görsel 4.20. Şanghay Tiyatrosu Cephesinin Cephesindeki Bronz Tüpler.....	100
Görsel 4.21. Şanghay Tiyatrosu Balkon ve Kinetik Cephesi.....	101
Görsel 4.22. Şanghay Tiyatrosu Balkon Dışarıdan Görünümü	101
Görsel 4. 23. Arap Dünyası Enstitüsü Cephesi.....	102
Görsel 4.24. Arap Dünyası Enstitüsü Dinamik Cephe Sistemi Dışarıdan Görünümü.	102

Görsel 4.25. Arap Dünyası Enstitüsü Dinamik Cephe Sistemi İçeriden Görünümü.	102
Görsel 4.26. Arap Dünyası Enstitüsü Dinamik Cephe Sistemi Analitik Çizimi.....	103
Görsel 4.27. Arap Dünyası Enstitüsü Dinamik Cephe Sistemi Eskizler.	103
Görsel 4.28. Arap Dünyası Enstitüsü Dinamik Cephe Sistemi Modülünün Hareketi.	104
Görsel 4.29. Media-TIC	105
Görsel 4.30. Media-TIC Perspektif Görünümü	105
Görsel 4.31. Media-TIC ETFE Cephe Sistemi.	105
Görsel 4.32. Media-TIC Cephe Sisteminin İç Mekân ile İlişkisi.....	106
Görsel 4.33. Media-TIC Cephe Sistemi Diyagramları ve Kesiti.	107
Görsel 4.34. Güney Danimarka Üniversitesi Kolding Kampüsü.....	108
Görsel 4.35. Güney Danimarka Üniversitesi Kolding Kampüsü Cephe Sistemi.....	108
Görsel 4.36. Güney Danimarka Üniversitesi Kolding Kampüsü Cephe Sistemi.....	108
Görsel 4.37. Güney Danimarka Üniversitesi Kolding Kampüsü Zemin Kat Planı, Kesit ve Görünüşü.....	109
Görsel 4.38. Güney Danimarka Üniversitesi Kolding Kampüsü Cephe Detay ve Görünüşleri.....	110
Görsel 4.39. One Ocean Tematik Pavyonu.....	111
Görsel 4.40. One Ocean Tematik Pavyonu Cephe Sisteminin Kapalı ve Açık Görünümü.	111
Görsel 4.41. One Ocean Tematik Pavyonu Cephe Sisteminin Diyagramları ve Görünüşü.	112
Görsel 4.42. One Ocean Tematik Pavyonu Gece Görünümü.	112
Görsel 4.43. One Ocean Tematik Pavyonu Gece Görünümü.	112
Görsel 4.44. The Shed.....	113

Görsel 4.45. The Shed Cephe Katmanları.....	114
Görsel 4.46. The Shed Cephe Sistemi Hareketi Modeli.	114
Görsel 4.47. The Shed Yarı Açık Alanın Kullanın Alternatifleri.	115
Görsel 4.48. The Shed Cephe Sistemi Görünüşü.....	115
Görsel 4.49. The Shed Yapı Kabuğunun Hareket Etmesini Sağlayan Tekerlekler.	116
Görsel 4.50. Gemma Gözlemevi.....	117
Görsel 4.51. Gemma Gözlemevi Kütesinin Başlangıç Pozisyonu.....	118
Görsel 4.52. Gemma Gözlemevi Dönen Kütle Hareketi	118
Görsel 4.53. Gemma Gözlemevi İç Mekân Görüntüsü.....	118
Görsel 4.54. Gemma Gözlemevi Hareketi Sağlayan Krank	118
Görsel 4.55. Gemma Gözlemevi Hareket Mekanizması.....	119
Görsel 4.56. 19 Numaralı Ev	119
Görsel 4.57. 19 Numaralı Ev Kesit ve Planı	120
Görsel 4.58. 19 Numaralı Ev Makara Düzeneği	121
Görsel 4.59. 19 Numaralı Ev Halatlı Kapı Açma Düzeneği.....	121
Görsel 4.60. 19 Numaralı Ev Kesiti, Makara ve Halatlı Kapı Açma Düzeneği.	121
Görsel 4.61. Olimpiyat Kemerini.....	122
Görsel 4.62. Olimpiyat Kemerini Açılma Hareketi	123
Görsel 4.63. Sahne Gösterisi Anında Olimpiyat Kemerini Hareket	123
Görsel 4.64. Olimpiyat Kemerini Analitik Çizimi.....	124
Görsel 4.65. Olimpiyat Kemerini Yakın Görünümü.....	124
Görsel 4.66. Olimpiyat Kemerini'nin Sökülüp Açık Havada Terkedilmesi.....	125
Görsel 4.67. LIGO Bilim Eğitim Merkezi	125
Görsel 4.68. LIGO Bilim Eğitim Merkezi	126
Görsel 4.69. LIGO Bilim Eğitim Merkezi Kinetik Cephe Sistemi	126

Görsel 4.70. LIGO Bilim Eğitim Merkezi Cephe Sistemi Analitik Çizimi.....	127
Görsel 4.71. Bulanık Bina.....	128
Görsel 4.72. Bulanık Bina Havadan Görünümü	129
Görsel 4.73. Bulanık Bina Gezilebilir Çatısı	129
Görsel 4.74. Bulanık Bina Sis Hareketinin Analitik Çizim	129
Görsel 4.75. Bulanık Bina Sistem Çalışma Mekanizması	130
Görsel 4.76. Montreal Olimpiyat Stadyumu	131
Görsel 4.77. Montreal Olimpiyat Stadyumu Geri Çekilebilir Çatısı Analitik Çizimi.	132
Görsel 4.78. Montreal Olimpiyat Stadyumu'nun İlk Çatısı İç Mekândan Görünümü.	133
Görsel 4.79. Montreal Olimpiyat Stadyumu'nun İkinci Çatısı.....	133
Görsel 4.80. Montreal Olimpiyat Stadyumu İkinci Çatısı İçerden Görünümü.....	133
Görsel 4.81. Allianz Stadyumu	134
Görsel 4.82. Allianz Stadyumu Cephesinin Renk Değişimi.....	134
Görsel 4.83. Allianz Stadyumu Cephesi Çoklu Renklendirme.....	134
Görsel 4.84. Allianz Stadyumu Kesiti ve Cephe Sistemi Detayı.....	135
Görsel 4.85. Kinetik Cephe Sistemleri Uygulama Örnekleri Karşılaştırma Tablosu.	136
Görsel 4.86. Kinetik Cephe Sistemleri Uygulama Örnekleri Karşılaştırma Tablosu.	137

KISALTMALAR

a.g.e.	Adı geçen eser
ev.	Çeviren
ed.	Editör/yayına hazırlayan
s.	Sayfa/sayfalar
vb.	Ve benzeri

GİRİŞ

20.yüzyılda artan teknolojik gelişmelerin ivmesine bağlı olarak yaşam biçimleri ve ihtiyaçları sürekli olarak değişmiştir. Dolayısıyla bu durumdan, kullanılan mekânlar, estetik kaygılar ve mekândan beklentiler de etkilenmiştir. Gelenekseldeki kalıcılık ve sağlamlık düşüncesi, çağdaş beklentileri karşılamada yetersiz kalmaktadır. Gerek işlevsel gerekse estetik unsurlar amaçlanarak tasarlanan kinetik biçimler, mimaride yeni bir bakış ortaya koymaktadır. Kinetik mimarlık, kalıpların dışında düşünme ve tasarım yapma olanağı sağlamaktadır.

ÇALIŞMANIN AMACI

Çağdaş mimarlıktaki hızlı değişimler, mekân kullanımında esneklik gereksinimi oluşmasına yol açmaktadır. Zamanın ritmine ve getirilerine ayak uyduramayan mekânlar, kullanıcı ile etkileşimde kopukluklara neden olmaktadır. Uyarlanabilir nesnelere, çeşitli mekânsal konfigürasyonları sağlayarak mimaride kullanıcı faktörünü öne çıkarmaktadır. Değişen ihtiyaçlara geleneksel kalıpların katılığıyla karşılık verilemeyeceğinin farkına varılması, çevreye ve kullanıcıya duyarlı kinetik yapı kavramı fikrini ortaya koymuştur. Böylelikle esnek ve adaptasyon sağlayabilen yapı tasarımları önem kazanmıştır. Hareket edebilen yapı elemanları ile yapıların, artık kullanıcıya ve zamana bağlı olarak pozisyon alabilmesi istenmektedir.

Yapı teknolojileri ve malzeme üretimindeki gelişmeler, mimarlığın mekanik, elektronik gibi diğer disiplinlerle olan etkileşimini arttırmıştır. Buna bağlı olarak hareketli yapı elemanlarının, tasarımlara entegre edilmesi sağlanmıştır. ‘Kinetik yapı’, tasarım stratejilerine yeni bir bakış açısı kazandırılmasında etkili olmuştur. Yapıların çevre ile etkileşiminde birincil unsur olan ve yapının zarfı, derisi olarak kabul edilen cephenin denetlenmesinde önemli ölçüde rol oynamaya başlamıştır. Kinetik formu etkileyen parametrelerin, tasarıma soyut ve somut etkilerinin incelenip

kinetik olma durumunun sağladığı potansiyellerin keşfedilmesi, uygulama ve kullanım için önem taşımaktadır. Bu çalışmanın amacı, kinetik mimarlık kavramının tanımlanması ve uygulama potansiyellerinin anlaşılıp kavranmasına yöneliktir. Çalışmada, dinamik cephe sistemlerinin yapılarda fiziksel koşullara uyum sağlama etkisi üzerinde durulmuştur, tasarlanmış yapı ve yapı sistemleri üzerinden örneklendirmeler yapılmıştır.

ÇALIŞMANIN KAPSAMI

Teknolojinin mimari üzerindeki yansımaları, yapı tasarımı yöntemleri üzerinde değişikliklere yol açmaktadır. Bu gelişmeleri barındırmayan yapılar, kullanıcı taleplerini karşılamakta yetersiz kalmaktadır. Yapıların, kullanım ömürlerini süresince etkin ve verimli olabilmesi işlevsel bağlamda sürdürülebilirlik sağlaması gerekmektedir. Yapı ve bileşenlerinin, işleve dayalı kullanıcı memnuniyeti ile bütünleştirilmesi için hareketlilik önemli bir potansiyel olarak tanımlanabilir. Bu çalışmanın kapsamı, kinetik mimarlık kavramını incelemeye yöneliktir.

Tezin ana bölümü olan ‘‘kinetik mimarlık’’ başlığı için geniş bir literatür taraması yapılmıştır. Bu araştırma ile 20.yüzyılın sonlarından başlayarak, yeni mimarlık düşüncelerinin, değişen ve dönüşen mekân algısının ve mimaride yeni biçimsel arayışlarının gündeme geldiği görülmüştür. Tezin bu bölümünde kinetik mimarlık kavramı birçok yönden ele alınarak tanımlanmıştır. Hareketliliğin, mimaride zaman içerisindeki evrimi ve enerji ile etkileşimi anlatılmıştır. Hareket kavramının yapı tasarımındaki yeri incelenmiş ve kullanıcıya sunduğu imkânlar açıklanmıştır. Kinetik mimarlığın ortaya çıkış kaynakları sınıflandırılmış ve örneklendirilerek anlatılmıştır.

Sonraki bölümde kinetik mimarlıkta hareket ve sistem türleri alt başlıklar halinde incelenmiştir. Hareket türleri ve sistem türleri sınıflandırılarak örneklendirilmiştir. Hareket kabiliyeti ve kullanıcı etkileşimi baz alınarak örnekler arası farklılık ve benzerlikler ortaya çıkarılmıştır. Kinetik yüzeylerin avantajlarının yanı sıra dezavantajlarından da bahsedilmiştir. Kinetik mimarlığın sunduğu imkânlar

arasında yüzey hareketinin yaygın olduğu ve çoğunlukla kullanılan hareket biçiminin açılıp-kapanma olduğu görülmüştür. Fakat yapıya göre kullanılan mekanizmalar ve sağlanan olanaklar değişiklik göstermektedir. Tezin 3.bölümünde kinetik olma durumunun cepheler üzerindeki işlevsel ve estetik yönleri ele alınmıştır. 4. ve son bölümde, dinamik cephe sistemleri uygulama örnekleri ile detaylı biçimde anlatılmıştır. Açıklanan bütün örnekler, bir tabloda toplanılarak hareket ve sistem türü bakımından karşılaştırılmalı olarak görülmesi amaçlanmıştır.

ÇALIŞMANIN YÖNTEMİ

Çalışmada, 20.yüzyıl sonlarında yeni bir mimari bakış olarak gündeme gelen kinetik mimarlık konusunda yayınlanmış ve yayınlanmamış kaynaklardan yararlanılmıştır. Yerel ve uluslararası yayınlanan kitaplar, makaleler, sempozyum bildirileri, yüksek lisans ve doktora tezleri incelenmiştir. Literatür taramasında, hareketli yapıların tarihsel evrimi, kullanım potansiyelleri ve uygulama alanları, hareket mekanizmaları, yapı bileşenleri, strüktür sistemleri, cephe sistemleri vb. alanlar üzerinde özelleştirilmiş çalışmalar detaylı olarak incelenmiştir. Bu incelemeler esnasında, konu hakkında yerli kaynakların yabancı kaynaklara göre büyük oranda azınlıkta ve yetersiz kaldığı görülmüştür.

Araştırma kapsamında kinetik mimarlıkta dinamik cephe sistemleri kapsamlı olarak incelenmiş ve örnekler üzerinden karşılaştırmalar yapılmıştır. Kinetik tasarım algısını geliştirmeyi amaçlayan bu çalışma, kinetik cephe yaklaşımlarını ele alan bir kılavuz oluşturma çabası gütmektedir. Araştırma sürecinde, dünyanın çeşitli yerlerinde bulunan hareketli yapılar incelenmiştir. Türkiye’de az sayıda kinetik cephe sistemi örneği bulunduğu görülmüştür. Bulunan kinetik yapılar ile ilgili detaylı bilgilere ve kaynaklara, bilgi yetersizliğinden dolayı ulaşılamamıştır. Tezin genel akışında yabancı ülkelerde yer alan kinetik yapıların detaylı bilgi ve çizimleri kullanılmıştır.

BİRİNCİ BÖLÜM

1. KİNETİK MİMARLIK

Mimarlık, tarihsel süreç içerisinde çeşitli dönemler geçirerek bu dönemlerde toplumların kültürel, bilimsel, sosyal, sanatsal vb. donanımlarından beslenerek gelişmiş ve dönüşüm geçirmiştir. Mekân, mimaride duyular aracılığıyla insan tepkisini tetikleyen çevresel uyaranlardan meydana gelmektedir. Çevresel koşullar, insan deneyimini ve bina sakinlerinin dünyayı nasıl algıladığını, onunla nasıl etkileşime girdiğini doğrudan etkilemektedir.¹ Tarih öncesi zamanlardan bu yana insanlar, birtakım gereksinimlerini karşılayabilmek için mekân ve inşa etme kavramlarıyla bir arada yaşam sürmüşlerdir. Dolayısıyla oluşturulan yapıların, işlevine olabildiğince verimli bir biçimde hizmet etmesi ve kullanıcı memnuniyetini sağlayabilmesi için ışık, ses, iklim vb. fiziksel ortam koşullarına uyum sağlayabilmesi gerekmektedir.

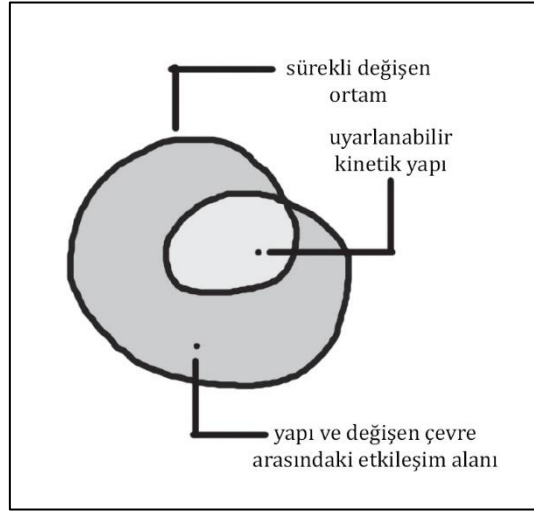
Kullanıcı ihtiyaçları ve çevresel koşulların değişebileceğini öngörerek esnek tasarım yapılması, sonrasında ortaya çıkabilecek revizyonlarda ve yapı maliyetlerinde azalmalara neden olmaktadır. Değişime kapalı olarak tasarlanan yapılar, kullanıcılar tarafından yanlış müdahalelere maruz kalarak zarar görebilmektedir. Teknolojinin ilerlemesiyle, tasarlanan yapılar üzerinde farklı malzeme denemeleri, sistem ve teknik arayışları sürmüş ve yapıların çevresel faktörlerle olan ilişkilerini iyileştirmek daha mümkün hale gelmiştir.

1.1. Kinetik Mimarlık Kavramı

Kinetik, hareket sebebi ile meydana gelen veya hareketle ilgili olan anlamlarına gelen bir sıfattır. Mimarlıkta kinetik kavramı, değişebilen, farklı adaptasyonlar sağlayabilen, bir halden başka bir hale geçebilen dinamik bir yapı

¹ Maria Lorena Lehman, **Adaptive Sensory Environments: An Introduction**, Routledge, 2016, s.44.

tanımlamaktadır. Uyarlanabilen sistemlerin geniş bir tanım karşılığı vardır. Kinetik elemanların sabit olmayan yapısını tanımlamak için yaygın olarak kinetik, kinematik, geri çekilebilir, dönüştürülebilir veya basitçe uyarlanabilir kelimeleri kullanılmaktadır. Bu kavramlara ek olarak performatif, duyarlı ve dinamik gibi terimler, sistemlerin çevresi ile işlevsel etkileşimini tanımlamak için kullanılmaktadır.² Kinetik mimarlık, mimarlığın durağan olmasının bugünkü toplumsal ve teknolojik şartlara karşı etkisiz kalmasından dolayı yerini dinamik çözümlere bırakması düşüncesiyle ortaya çıkan bir akımdır.³ Kinetik işlev, çeşitli bağlam ve amaçlar açısından verimli, hafif ve oluşum gereği esnek yapı türleri için teknolojik bir tasarım stratejisidir.⁴



Görsel 1.1. Uyarlanabilir Kinetik Sistemin Kavramsal Diyagramı Çev. Zeynep Kevser Çakır.⁵

² Marta Barozzi, Julian Lienhard, Alessandra Zanelli, Carol Monticelli, "The Sustainability of Adaptive Envelopes: Developments of Kinetic Architecture.", *Procedia Engineering*, 155, 2016, s.277.

³ Doğan Hasol, *Ansiklopedik Mimarlık Sözlüğü*, İstanbul: Yem Yayın, 2014, s.26.

⁴ Michael A. Fox, Bryant P. Yeh, "Intelligent Kinetic Systems in Architecture.", *Managing Interactions in Smart Environments*, London: Springer, 2000, s.92.

⁵ Carmina Sanchez-Del-Valle, "Adaptive Kinetic Architecture: A Portal To Digital Prototyping.", *Smart Architecture: Integration of Digital and Building Technologies*, Proceedings of the 2005 Annual Conference of the Association for Computer Aided Design In Architecture Savannah (Georgia), 2005, s.129.

Toplumlar tarih boyunca belirli gereksinimlerini gidermek için mekânlar kurgulamış, yapılar inşa etmişlerdir. İlk yerleşimlerden beri yapılan yapılar, etrafındaki fiziksel çevreyle (bulunduğu coğrafya, ortamdaki nem, sıcaklık, gürültü, aydınlatma vb. unsurlarla) uyumu göz önüne alınarak tasarlanmıştır. Geçmiş dönemlerde yapılar, sabit ve o zamanki öngörülebilir ihtiyaçlara göre tasarlanırken, günümüzde tasarlanan yapılardan zaman içerisinde değişen koşullara biçim ve yer değiştirerek uyum sağlayabilmesi beklenmektedir.



Görsel 1.2. Kinetik Mimarlığın Kavramsal Altyapısı Çev. Zeynep Kevser Çakır.⁶

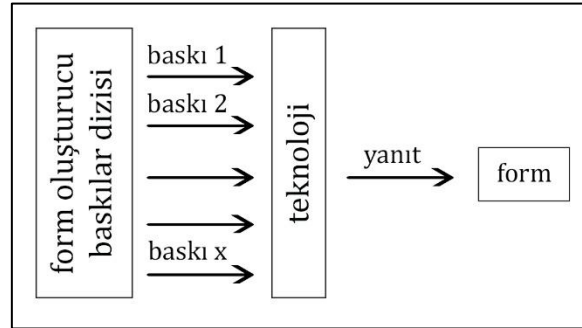
Oluşturulma nedenleri yetersiz kalan veya nihayete ermiş mekânlar, çözüm üretilmesi gereken hususlar meydana getirmektedir. Dolayısıyla keşfedilen yapı malzemeleri ve yöntemleriyle, bugün ve gelecekteki gereksinimler değerlendirilerek yeni bir mimarlık üzerinde çalışılmaktadır. Bu çalışmaların amacı, hareket edebilen yapı veya yapı bileşenleri kullanılarak esnek, gereksinimlere göre değişebilen mekânlar oluşturmaktır.⁷ Yapılarda olması talep edilen fonksiyonel durum; hareket edebilen, değişim geçirebilen, esnek kavramlarıyla tanımlanabilen ‘kinetik mimarlık’ kavramını ortaya çıkarmıştır. Mimaride hareket kavramının, tasarımlara fiziksel olarak nasıl dahil edilebileceğini araştırmak, geçmiş uygulamaları inceleyerek hareket temelli teknolojilerle ilişkilendirmeyi amaçlamaktadır. Dönüştürülebilir tasarımdaki inşaat yaklaşımı, geleneksel bir bina durumunda olduğundan daha büyük bir öneme sahiptir. Ele alınan çok daha karmaşık sorunlar

⁶ Ashraf Elmokadem, Magda Ekram, Ahmed Waseef, Basma Nashaat, ‘‘Kinetic Architecture: Concepts, History and Applications.’’, International Journal of Science and Research (IJSR), 7(4),2018, 750-758.

⁷ Koray Korkmaz, ‘‘Kinetic Bir Mimarlığa Doğru.’’, Ege Mimarlık, Sayı: 37, 2001, s.9.

vardır ve uygulama maliyeti önemli ölçüde daha yüksektir, belirsizliğe ve yerinde çözümlere yer bırakmamaktadır.⁸

Kinetik mimari, ilk kez 1970 yılında William Zuk ve Roger H. Clark'ın "Kinetic Architecture" isimli kitabında şöyle tanıtılmıştır: Mimari, üzerine etki eden baskılar değiştikçe, bunları yorumlamamıza imkân sağlayan teknoloji ile sürekli ve hızlanan değişimlere biçimsel yanıtlarla uyum sağlayabilir. Biçim, baskıların form üzerinde oluşturduğu etki sonucunda oluşan yanittir. Yazarlara göre, Charles Darwin'in bir nesnenin hayatta kalmak için adaptasyon sağlama yeteneğine bağlı olması teorisi mimarlık alanı için de geçerlidir ve uyum sağlayamayan sistemler yok olmaya mahkumdur. Doğadaki adaptasyonda, baskı-biçim ilişkisi doğrudan gerçekleşmektedir.⁹ Hareketli olma durumu, yeryüzündeki doğal süreçleri doğrudan kavrayamasak da makinelerle oluşturulan dinamik etkileşimlerle yansıtarak deneyimleyebileceğimiz bir unsurdur.¹⁰



Görsel 1.3. Basınç-Tepki Diyagramı Çev. Zeynep Kevser Çakır.¹¹

⁸ Konstantinos-Alketas Oungrinis, "Implementation of Kinetic Systems in Architecture: A Classification of Techniques and Mechanisms Appropriate for Discreet Building Parts." (In Proceeding of International Conference on Adaptation and Movement in Architecture), 2013.

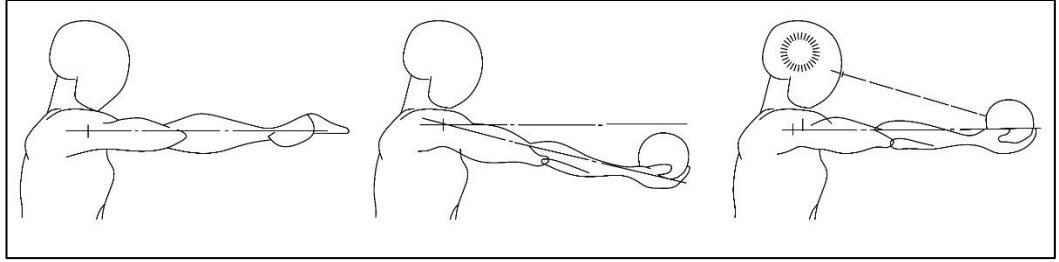
⁹ William Zuk, Roger H. Clark, **Kinetic Architecture**, New York: Van Nostrand Reinhold, 1970, s. 4-5.

¹⁰ Jon McCormack, Alan Dorin, "Art, emergence, and the computational sublime." (Proceedings of The Second International Conference on Generative Systems in the Electronic Arts), 2001, s.73-74.

¹¹ William Zuk, Roger H. Clark, **Kinetic Architecture**, New York: Van Nostrand Reinhold, 1970, s. 6.

Canlıların, beslenme, kendini iyileştirme, değişen ortamlara uyum sağlayabilme gibi dinamik özellikleri hayatta kalması için önemlidir.¹² Bitkilerin güneşe yönelmesi, temaslara karşı açılıp kapanarak tepki vermesi, hayvanların renk adaptasyonu sağlayabilmesi vb. davranışlar, doğal süreçte gözlemleyebileceğimiz değişimlerdir. Canlıların, doğada geçirdikleri evrimlerle adaptasyon sağlayabilme özellikleri, onların statik formlardan dinamik formlara geçmesine neden olmaktadır. Adaptasyon sağlayabilmek için sahip oldukları hareket yetenekleriyle kendilerinin temel yaşam ihtiyaçlarına cevap vererek hayatta kalabilmektedirler.

Doğadaki hareketli özellikler, mimaride çeşitli ihtiyaçları karşılamak için ortaya çıkan bileşen hareketlerine referanslar sağlamaktadır. Tasarımcı ve mimarlar, gelecekteki fiziksel durumun mevcut durumdan daha iyi olması gerektiğini düşünerek hareket ederler. Bunu yaparken doğa ve inşa edilmiş biçim arasında ilişki kuran aracı pozisyonundadırlar.¹³ Deneysel araştırmalar ve kısmen robotik malzeme üretimi ile mimari, kendisini yeniden şekillendirmiş ve üretken, kinematik biçimler haline gelmiştir.¹⁴



Görsel 1.4. Kinetik Olarak Doğuştan Sensörlerle Kaslarını Kontrol Eden İnsan Diyagramı.¹⁵

Kinetik olma durumu, fiziksel olarak kendini yapılandırarak değişen ihtiyaçları karşılayan alan ve nesnelere. Tekil sistemlerin, dönüştürücü mekânsal

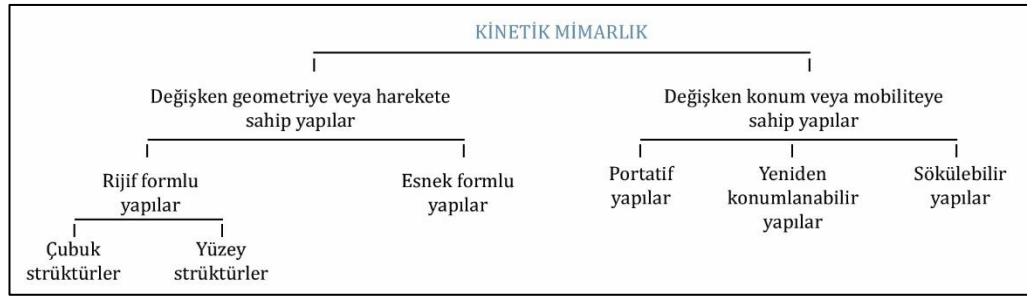
¹² William Zuk, Roger H. Clark, **Kinetic Architecture**, New York: Van Nostrand Reinhold, 1970, s. 14.

¹³ Sim Van der Ryn, **Design For Life**, Utah: Gibbs Smith, 2005, s.132.

¹⁴ Peter Zellner, **Hybrid space: New Forms in digital architecture**, New York: Rizzoli, 1999.

¹⁵ William Zuk, Roger H. Clark, **Kinetic Architecture**, New York: Van Nostrand Reinhold, 1970, s. 36.

uyarlanabilirlik yoluyla çok yönlü kullanıma sahip uygulamalar haline gelmesini sağlamaktadır. Kinetik yapıyı, kemik, kas gibi bileşenlerle hareketin gerçekleştiği ve beyin tarafından çevresel uyarılara tepki verildiği insan vücuduna benzetmek mümkündür.¹⁶ Kinetik mimariyi anlayarak onu farklı ve değişen yaşamlara ayak uydurmak için akışkan bir zemin haline getirmemiz gerekmektedir. Biçimsel değişikliklerle dönüşen mimarlık, yaşamda bugünden bir yansıma olma haline ulaşmaktadır.¹⁷ Yapı elemanlarının akışkan bir altyapı sağlaması, mimarının katı kalıplardan sıyrılarak biçimsel ifade olasılıklarını geliştirmesine imkân tanımaktadır. Yapılı çevreye adaptasyon için gerçekleştirilen hareketin, yapıda performans ve estetik anlamda etkileri yadsınamaz.



Görsel 1.5. Kinetik Mimarlığın Ana Sınıflandırması Çev. Zeynep Kevser Çakır.¹⁸

Kinetik mimarlık, yapı veya bileşenlerinin pozisyon, biçim ve hareket üzerinden değişken olma durumu olarak tanımlanabilmektedir.¹⁹ Başka bir deyişle, günümüzde dinamik ve değişim içerisinde olan ihtiyaçları karşılayarak dış dünyayla iletişim kurabilmek için fiziksel olarak kendi kendini yenileyebilen alan ve nesnelere oluşturan keşfedilmemiş bir mimaridir. 20.yüzyıl başlarından beri mimar ve

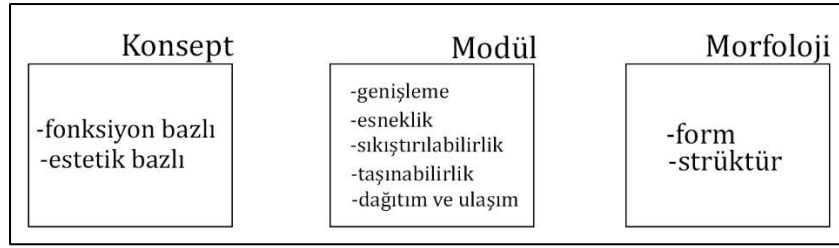
¹⁶ Michael A. Fox, “**Beyond Kinetic.**”, Cambridge, USA: Massachusetts Institute of Technology, 2002, s.1.

¹⁷ William Zuk, Roger H. Clark, **Kinetic Architecture**, New York: Van Nostrand Reinhold, 1970, s. 4.

¹⁸ Koray Korkmaz, “**Kinetik Mimaride Tasarım Olanaklarının Çözümlemeli Araştırması.**”, Yayımlanmamış Doktora Tezi, İzmir Yüksek Teknoloji Enstitüsü Mühendislik ve Fen Bilimleri Enstitüsü, İzmir, 2004, s.23,29.

¹⁹ Madileen Maree, “**Illustrated Kinetics: A Study in Active Architecture Applied to a Sports Complex within Marabastad.**”, Pretoria: Pretoria Üniversitesi, 2007, s.55-62.

tasarımcılar, makine ve teknolojinin önemini yaptıkları tasarımlar aracılığıyla yansıtmaya çalışmıştır.²⁰ Kinetik sistemlerin anlaşılması, mimarlıkta kinetik olmanın ana özelliklerinin ve uygulanma potansiyellerinin keşfedilmesini sağlar. Kinetik mimarlıkta çalışma alanında tasarımı, birincil olarak mimarın yapı hakkındaki biçimsel kararları belirlemektedir. Tasarım stratejisini; konsept belirleme, modül tasarlama ve morfoloji oluşturma olarak 3 aşamaya ayırabiliriz.²¹



Görsel 1.6. Kinetik Mimarlıkta Genel Tasarım Stratejileri Çev. Zeynep Kevser Çakır.²²

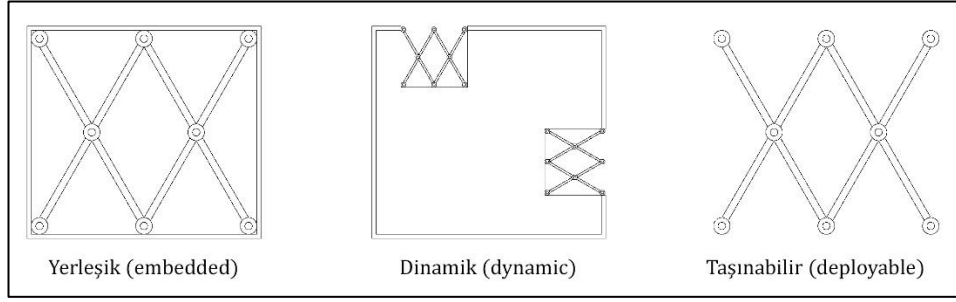
Mimarinin, hareketsiz ve pasif olma durumundan hareketli ve aktif olma durumuna geçmesi 'öz bilinç' olarak tanımlanabilir. Yapının, kendisine etkiyen şeylere tepki olarak harekete geçmesi bir deyişle reflekslere sahip olmasıdır. Refleksif mimari, hükmü kalmayan geçmiş karakterlerin, keşfedilmemiş değişkenlerle kaçınılmaz olarak yeniden ifadelendirilmesidir. Mimaride dönüşümler sorgulandığında, soru ve yanıtları, büyük ölçüde teknoloji ile eş zamanlıdır. Teknoloji daha önce keşfedilmeyen algısal unsurlara erişimi mümkün kılıp, teori ve uygulamaları geliştirdikçe yeni mimari düşünce gereksinimi doğurur. Bu genişleme, yeni düşüncelerin olumlu ilgileri üzerine çekerek, zamanla tipik kategorilerin yerini almasına yol açmaktadır.²³

²⁰ Zadinac, "Free essays on kinetic architecture.", (Url-1).

²¹ Naglaa Ali Megahed, "Understanding kinetic architecture: Typology, classification, and design strategy.", Architectural Engineering and Design Management, 13 (2), 2016, s.12.

²² A.g.e.

²³ Marcos Novak, "Speciation, transvergence, allogenesi: Notes on the production of the alien.", Architectural Design: Reflexive Final, Sayı:72, 2002, s.64-71.



Görsel 1.7. Mimaride Kinetik Tipolojilerin Diyagramı Çev. Zeynep Kevser Çakır.²⁴

Mimarlıkta kinetik davranış, ana hatları belirlenen bir tasarımda, genel yapısal bütünlüğün korunarak bazı kısımların mekanik veya sensörler aracılığıyla hareket ettiren ilerici bir metodolojidir. Zamanı tasarıma dahil eden kinetik olma durumu, gerçek hareketliliğe ve geometrik olarak değişim yeteneğine sahip yapıları ifade etmektedir.²⁵ Fox, kinetik yapıları yerleşik, taşınabilir ve dinamik olarak üç kategoriye ayırmıştır:

Yerleşik Kinetik Yapılar (Embedded Kinetic Structures): Yapının sabit bir konumunda bulunan sistemlerdir. Birincil işlevleri, değişen faktörlere yanıt olarak mimari yapı sistemini kontrol etmektir. Yapı hareketlerinin kontrolünün sağlanması için yapı tasarımına odaklanan bir çalışma alanından yararlanılmaktadır. Değişen faktörler çevresel ya da insan kaynaklı olabilmektedir.

Dinamik Kinetik Yapılar (Dynamic Kinetic Structures): Mimari yapı bütünlüğüne göre geniş bir bağlamda ve diğer türlere göre daha bağımsız olarak hareket edebilen sistemlerdir. Uygulamaları, panjur, kapı bölmesi, tavan, duvar ve çeşitli modüler bileşenleri içerebilir. Optimum akustik ortam elde etmek için izleyici veya eser icra edenin konumuna göre değişebilen tavana sahip oditoryum örnek olabilir. Mobil, dönüştürülebilir gibi alt başlıklara ayrılabilir.

²⁴ Michael A. Fox, "Beyond Kinetic.", Cambridge, USA: Massachusetts Institute of Technology, 2002, s.3.

²⁵ Mai M. Youssef, "Kinetic behavior, the dynamic potential through architecture and design.", International Journal of Computational Methods and Experimental Measurements, 5, 2017, s.607-610.

Taşınabilir Kinetik Yapılar (Deployable Kinetic Structures): Geçici olarak konumlanan sistemlerdir. Yapısöküm yeteneğine sahiptirler ve bir yerden başka bir yere taşınabilirler. Kolayca sökülüp tekrar inşa edilebilirler. Genel kullanımları, afet bölgelerindeki gezici sergiler, pavyonlar, kendi kendine monte edilen barınaklarda görülür.²⁶

Çağdaş mimarlıkta yapıların, tüketim, toplumunun hızla değişen ve artan ihtiyaçlarına cevap vermesi beklenmektedir. Yapıların, yeni ihtiyaçlara cevap verebilmesi amaçlanarak hareketli olabilme, bir biçimden başka bir biçime geçebilme durumları üzerine araştırmalar ve uygulamalar yapılmaktadır. Dijital teknolojiler, mimarlığı ve yapılı çevreyi etkilemektedir. Bunların kullanımı, mimarların yeni formlar ve teknikler araması gibi çeşitli stratejilere yol açmıştır. Dijital olarak tasarlanan mimaride, dinamik olarak dönüşüm yapabilen modeller ve farkında olarak karmaşık hale getirilen modeller geleneksel süreçlerin yerini almaya başlamaktadır.²⁷

Kinetik mimari, kendisini yapılı çevrenin gerçekliğinde kurmak için teknolojik gelişmeleri kullanan mimari söylemin merkezinde yer almaktadır.²⁸ Bir deyişle kinetik mimarlık, geleneksel hareket uygulamalarının teknolojik yeniliklerle yeniden tanımlanmasını araştıran çağdaş bir tasarım konseptidir. Bu yaklaşımda, robot, mekanik ve elektroniğin kullanımı mühimdir. Yeni teknolojileri kullanan mimarlar, geleneksel fikirlere eskisi kadar bağlı değildir. Artık yapılarda duvarlar hareket edebilmekte, çatılar katlanabilmekte, yapılar dönebilmektedir.²⁹ Bilgisayarın tasarım ve üretim üzerindeki etkisi, seri üretilen yapı bileşenlerine bağlı kalma

²⁶ Michael A. Fox, **“Beyond Kinetic.”**, Cambridge, USA: Massachusetts Institute of Technology, 2002, s.3., Michael A. Fox, Bryant P. Yeh, **“Intelligent Kinetic Systems in Architecture.”**, Managing Interactions in Smart Environments, London: Springer, 2000, s.94-95.

²⁷ Rabee Reffat, **“Digital Architecture and Reforming The Built Environment.”**, Journal of Architectural and Planning Research, 25 (2), 2008, s.127.

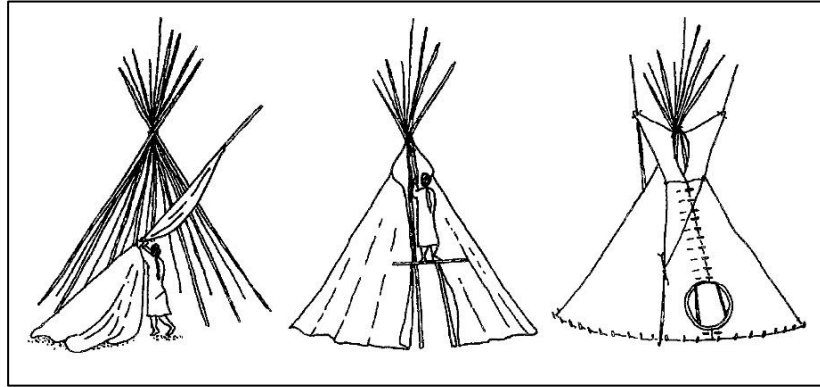
²⁸ Anna Maragkoudaki, **“No-Mech Kinetic Responsive Architecture: Kinetic Responsive Architecture with No Mechanical Parts.”**, 9th International Conference on Intelligent Environments, 2013, s.145.

²⁹ Nelly Ramzy, Hatem Fayed, **“Kinetic systems in architecture: New approach for environmental control systems and context-sensitive buildings.”**, Sustainable Cities and Society, 1, 2011, s.170.

durumunu azaltmaktadır. Yapısal kısıtlama ve kalıpları kaldırarak karmaşık biçimleri uygulama kolaylığı sağlamaktadır.³⁰

1.1.1. Tarihsel Süreçte Kinetik Mimarlığın Evrimi

Kinetik mimarlık, çağdaş mimarlık kapsamında daha çok öne çıkarılmış bir kavram olmasına rağmen tarihte çok erken dönemlerden beri hemen hemen her gün deneyimlenen kapı, pencere, kepenk vb. gibi yapı elemanlarında ilkel biçimde yaşamın içinde yer almıştır. Bunlar haricinde ortalama bir yapıda bir hareket genellikle mevcut değildir. Bu durum, gelenekselde sağlamlık ve hareketsizliğin baskın olduğunu göstermektedir. Kinetik yapı ve yapı elemanlarının geçmişi, sosyal ihtiyaçların, yapı-çevre etkileşiminin, kültürel koşulların ve teknolojinin kesişimi ile meydana gelmiştir. Kinetik tasarım, doğuştan gelen bir güçtür. Tarih boyunca, çeşitli ifadelerle nesnelere üzerinde varlığını sürdürmeye devam etmiştir. Nesnelere işlevlerine göre hareket yeniden keşfedilmektedir.

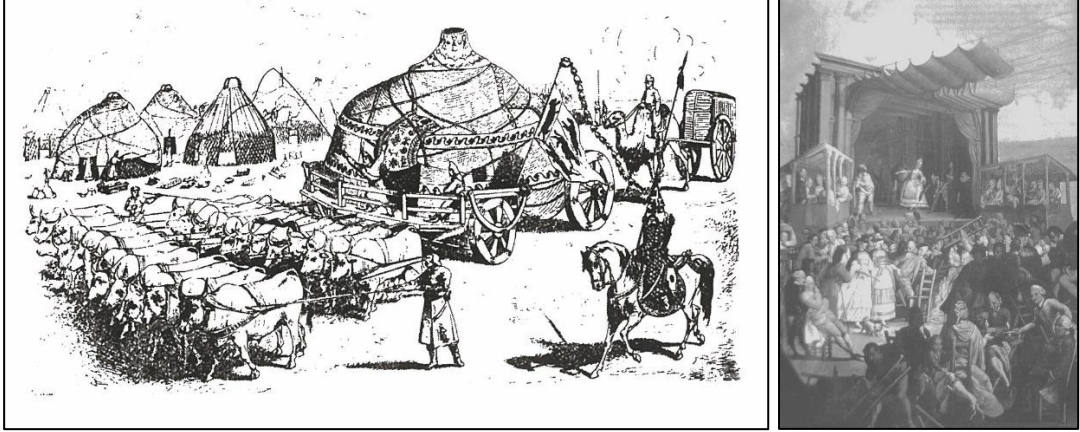


Görsel 1.8. Geçici Tipik Bir Barınağın Kurulumu.³¹

³⁰ Rabee Reffat, "Digital Architecture and Reforming The Built Environment.", Journal of Architectural and Planning Research, 25 (2), 2008, s.125.

³¹ Robert Kronenburg, **Houses in Motion: The Genesis, History and Development of the Portable Building**, Wiley Academy, 2002, s.18.

Çağdaş hareketli ve taşınabilir yapılar, kalıcı yapı biçimine uyarlanmış eski ve köklü bir geçmişe sahiptir. Hareketli barınaklar, insanların ürettiği en eski eserler arasında yer almaktadır. Göçebe yaşam biçimini benimsemiş kabilelerin her biri kendine özgü köken ve sosyal kalıplara sahiptir. Ancak hepsi barınak olarak kullanımda büyük bir esnekliğe sahip olan çadırı benimsemiştir. İnşa edilme biçimleri, ölçek ve malzemeleri değişse de bu yapılarda hafif, taşınabilir ve yeniden inşa edilebilir olma durumları ortaktır.³² Geçici yapılarda genellikle barınılacak yerde kolay bulunabilen ve gerektiğinde sökülüp başka bir yerde kurulabilecek malzeme ve aletler kullanılmıştır. Bu formlar çok çeşitlidir ve detaylarda farklılık göstermektedir. Zuk ve Clark kitaplarında, söküldüğü biçimin tersi biçimde yeniden yapılanabilen yapıları “tersinir mimarlık” olarak tanımlamıştır. Yapısöküm özelliği, yapıların farklı konumlarda varlıklarını sürdürebilmelerini sağlamaktadır.³³



Görsel 1.9. Yurtların Bulunduğu Tatar Kampını Gösteren Bir Çizim.³⁴

Görsel 1.10. Orta Çağ'da Sökülebilir Bir Tiyatro.³⁵

³² Robert Kronenburg, **Houses in Motion: The Genesis, History and Development of the Portable Building**, Wiley Academy, 2002, s.9-17.

³³ William Zuk, Roger H. Clark, **Kinetic Architecture**, New York: Van Nostrand Reinhold, 1970, s.74.

³⁴ Robert Kronenburg, **Houses in Motion: The Genesis, History and Development of the Portable Building**, Wiley Academy, 2002, s.11.

³⁵ **A.g.e.**, s.40.

Geçmiş çağlarda, mağara ve kulübe açıklıklarını örten hareketli taş, kütük veya kumaşlar, mimaride hareketlilik sağlayan öğelerdi. Tarım ve hayvancılığın, insan yaşamında köklü değişimlere yol açmasıyla yerleşik hayat ve kalıcı barınaklar benimsenmeye başlamıştır. Ancak ekonomik, kültürel, sosyal vb. çeşitli gerekliliklerden kaynaklı olarak göçebeliklerini kaybetmeyen topluluklar olmuştur. Orta Çağ'da açık hava eğlenceleri tüm Avrupa'da popülerlik göstermiştir. Oyunlar, kasabalarda kurulan sökülebilir tiyatro, platform, stantlarda veya var olan bir yapıda oynanmıştır.³⁶

Geleneksel olarak yapı, taşın taşla, tuğlanın tuğlayla, çeliğin çelikle yığılmasıyla oluşur.³⁷ Mimarlar, yüzyıllar boyunca zamana karşı direnerek uzun yıllar ayakta sabit kalabilen yapılar tasarlamayı arzularak buna yönelik malzemeler ve yapısal sistemleri araştırmıştır. Mısır'ın zamansız anıtları, Orta Çağ Katedralleri, klasik dünya tapınakları gibi hala ayakta olan yapılar bu yaklaşımla kalıcılığı amaçlayarak yapılmıştır.³⁸ Geleneksel olarak mimari, resmin sabitliği ile tiyatronun tekrarlayan deneyimi arasına düşmüştür.³⁹ Durağan ve kalıcı mimarideki anıtsal anlayış, dinamik zamanlara kadar devam etmiştir. Kinetik form tasarımı, sürekli devam eden bir süreçtir. Yapı, oluşturulduğu biçimde durağan kalmayarak üzerine etki eden baskılar değiştikçe süreç izlenecektir. Bu bağlamda bakıldığında kinetik mimari, algısal olarak geleneksel mimari pratikleri ve bakış açısında değişikliklere zorlamaktadır.⁴⁰

Hareketlilik, ilk olarak Helenistik dönemde tapınak kapılarında görülebilmektedir. Bu kapılar, yeraltına yerleştirilmiş basınçlı sistemlerde su buharının yer değiştirmesi ile açılıp kapanmaktadır.⁴¹ Heron, hava basıncı ve denge ilkelerini kullanarak oluşturduğu düzenele tapınak kapısının açılıp kapanmasını

³⁶ Jennifer Siegal, **Mobile: The Art of Portable Architecture**, Princeton Architectural Press, 2002, s.18.

³⁷ William Zuk, Roger H. Clark, **Kinetic Architecture**, New York: Van Nostrand Reinhold, 1970, s.45.

³⁸ **A.g.e.**, s.4.

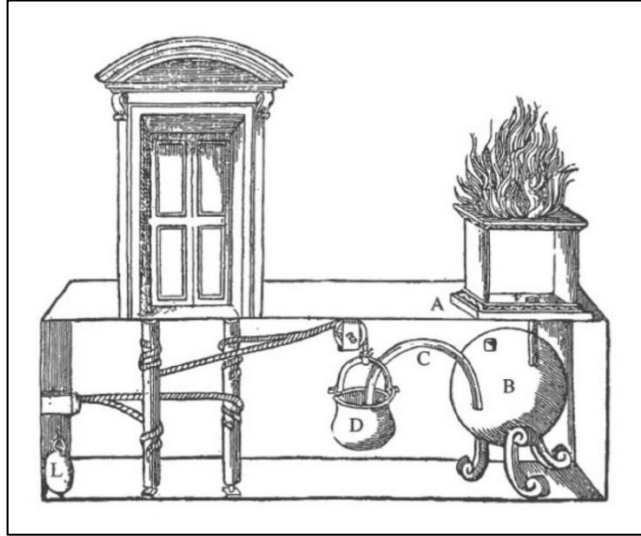
³⁹ Jules Moloney, **“Between Art and Architecture: The Interactive Skin.”**, Tenth International Conference on Information Visualisation (IV'06), 2006, s.684.

⁴⁰ William Zuk, Roger H. Clark, **Kinetic Architecture**, New York: Van Nostrand Reinhold, 1970, s.4.

⁴¹ Alexander Tzonis, Liane Lefaivre, **Movement, Structure and the Work of Sanitago Calatrava**, Birkhäuser: Basel, 1995, s.16.

sağlamıştır. Bu düzeneğin amacı, ateş yakıldığında kapının açılması ve söndüğünde kapanmasını sağlamaktır. Düzenek şöyle çalışmaktadır:

Sunak taşının (A) içindeki hava, ateş yakıldığında ısınır ve genişler ve B küresinin içinde bulunan suya basınç yapar. Bu basınç etkisiyle suyun bir kısmı C’den D’ye geçer. İlk durumda kapı kapalı iken dengede bulunan kovanın ağırlığı, suyun içine akması sonucu artar ve sütunların üzerine sarılı olan ipi çeker. Sütunların dönmesiyle kapı açılır. Ateş söndüğünde basınç azalır, su ilk duruma geri döner ve kovanın ağırlığı azalır. Sütunlar ters yöne doğru döner ve kapı kanatlarını kapatır.⁴²



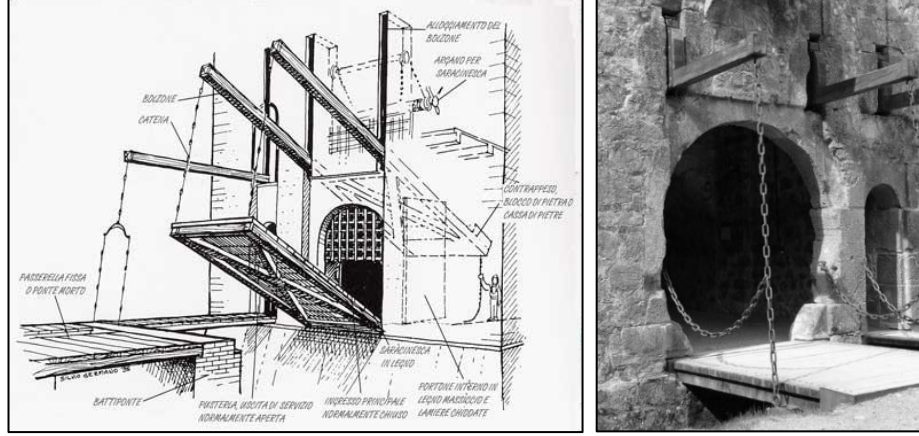
Görsel 1.11. Tapınak Kapısını Açıp Kapatma Düzenek.⁴³

Orta Çağ kalelerinde hareket edebilir köprü örnekleri görülebilir. Hareket mekanizmaları, vinç ve kaskak tarafından desteklenen zincirlerin doğrudan çekilmesiyle çalışmaktadır. Açık durumda iken geçişe imkân sağlayan bu köprüler, kapalı durumda iken hendek üzerindeki geçişi kaldırarak giriş portalına barikat kurup kale güvenliğine katkıda bulunmaktadır. Sistemler zamanla dönüşüme uğramış ve

⁴² Hüseyin Gazi Topdemir, “Geç İskenderiye Döneminde Bilim: İskenderiyeli Heron.”, Bilim ve Teknik, (529), 2011, s.91-92.

⁴³ A.g.e., s.92.

mekanizmaya makara sistemi eklenmiştir. Baskül köprülerin geliştirilmiş versiyonları 16.yüzyılda Leonardo da Vinci tarafından geliştirilmiştir.⁴⁴



Görsel 1.12. Orta Çağ Kalelerinde Köprüyü Açan Düzenek.⁴⁵

Görsel 1.13. Orta Çağ Kalelerinde Açılıp Kapanan Köprü.⁴⁶

Mimaride kinetik olma durumunun, mimarlık tarihi boyunca hareket eden kapı, pencere veya geçici çatıdan öteye geçemediği bilinmektedir. Kinetik mimari üzerinde yapılan araştırma ve çalışmalar, 1960 ve 1970’li yıllarda hesaplama ve teknolojideki büyük atılımlara uzanmaktadır. Yapılarda yük taşıma amaçlı düşey sirkülasyonu sağlayacak asansörlere ihtiyaç duyulmuştur.⁴⁷

1853’te Cristal Palace’da buharlı bir asansör geliştirilmesi ile yolcu ve yük asansörleri resmen ortaya çıkmıştır. Çeşitli eklemeler ve çalışma prensiplerinde değişiklikler ile asansörler zamanla geliştirilmiştir. İlk etapta yük taşıma amaçlanarak tasarlanmış olmasına rağmen ilerleyen dönemlerde yayalar için de gündeme gelmiştir. Bir diğer düşey yolcu taşımacılığı sağlayan yürüyen merdiven, 1900’de

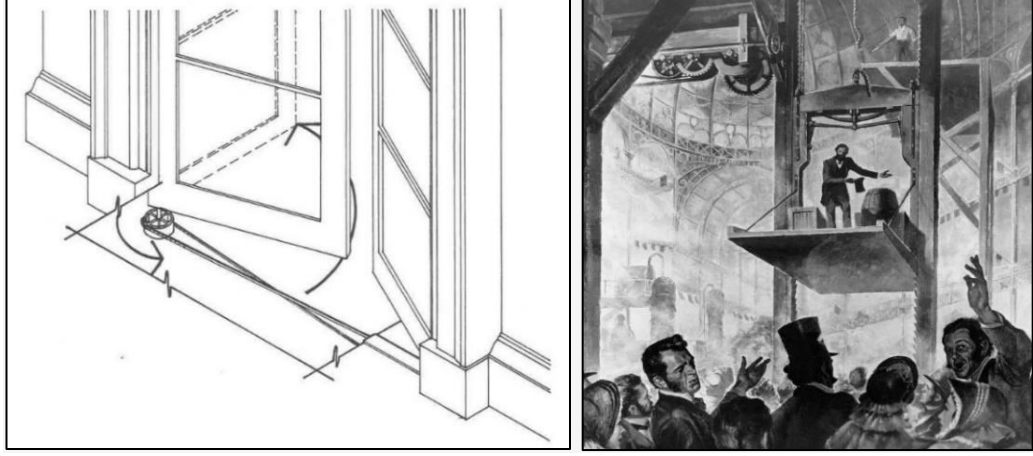
⁴⁴ William Zuk, Roger H. Clark, **Kinetic Architecture**, New York: Van Nostrand Reinhold, 1970, s.27.

⁴⁵ (Url-2).

⁴⁶ (Url-3).

⁴⁷ William Zuk, Roger H. Clark, **Kinetic Architecture**, New York: Van Nostrand Reinhold, 1970, s.30.

Paris Fuarı'nda tanıtılmıştır. Hareketli kaldırımlar, bantlı konveyörler hem insan hem de yükler için kullanılan diğer hareketli platform örnekleridir.⁴⁸ 80'ler ve 20.yüzyılın sonu arasında mimaride yeni bilgiler kullanılmaya başlanarak değişime uyum sağlayabilecek önemli projeler geliştirilmiş, uyarlanabilir mimari alanlar oluşturulmuştur.⁴⁹



Görsel 1.14. İki Kapının Aynı Anda Açan, Thomas Jefferson Tarafından Bulunan Düzenek. Cihaz Zeminin Altına Gizlendiğinden, Çalışma İlkesi 1953'e Kadar Bilinmiyordu.⁵⁰

Görsel 1.15. Elisha Otis Tarafından Tasarlanan Yolcu Asansörü.⁵¹

İlk kinetik tasarımlardan biri 1908'de Thomas Gaynor tarafından tasarlanan Rotary binasıydı. Ancak bu bina hiçbir zaman inşa edilmedi, eskizler üzerinde bir tasarım olarak kaldı. Başka bir döner yapı olan Villa Girasole, 1935'te Angelo

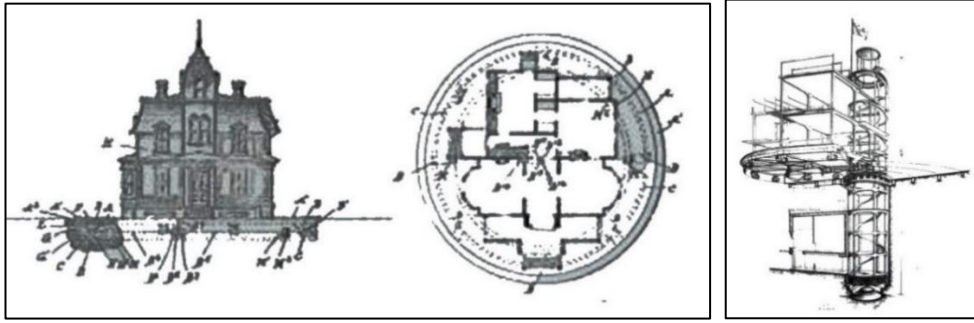
⁴⁸ William Zuk, Roger H. Clark, **Kinetic Architecture**, New York: Van Nostrand Reinhold, 1970, s.30.

⁴⁹ Filipa Osório, Alexandra Paio, Sancho Moura Oliveira, "KOS – Kinetic origami surface.", In Rethinking comprehensive design: Speculative counterculture, proceedings of the 19th international conference on computer-aided architectural design research in Asia (CAADRIA 2014), s.202.

⁵⁰ William Zuk, Roger H. Clark, **Kinetic Architecture**, New York: Van Nostrand Reinhold, 1970, s.29.

⁵¹ (Url-4).

Invernizzi tarafından inşa edildi.⁵² 1937’de mimar Jean Prouvé, demonte yapıların tasarımına başladı. Hareketli bölme duvarları, köşkler, döner kapılar, çatı pencereleri ve tekerlekli mobilyalar üretti.⁵³ İlk etapta yalnızca teoride kalan kinetik tasarımlar, 1940’lı yıllara doğru bazı yenilikçi çalışmalarda ortaya çıkmaya başlamıştır. Bilhassa tarihte sıkıştırılmış hava ile çalışan mekanik sistemler, elektrikle çalışan sistemlerin ilerlemesiyle öncül kinetik mimarlık örnekleri gelişim göstererek devam etmiştir.⁵⁴



Görsel 1.16. 1908’de Thomas Gaynor Tarafından Tasarlanan Rotary Binası.⁵⁵

Görsel 1.17. 1936 Angelo Invernizzi Tarafından Tasarlanan Villa Girasole’nin Yapısal Çerçevesi.⁵⁶

Archigram grubu, 1960’ların sonlarına doğru kurulmuştur. İkinci Dünya Savaşı sonrası üretilen konut ve ofislerin tekdüze oluşuna tepki olarak doğan bir harektir. 1964 yılında Archigram grubundan Ron Herron tarafından tasarlanan ‘Walking City’, yapıların teleskopik ayaklar üzerinde hareketine dayalı olarak insan-hayvan ve robot karışımıyla oluşturulan bir form olarak ortaya atılmıştır.⁵⁷

⁵² Chad Randl, **Revolving Architecture**, Princeton Architectural Press, 2008, s.75-81.

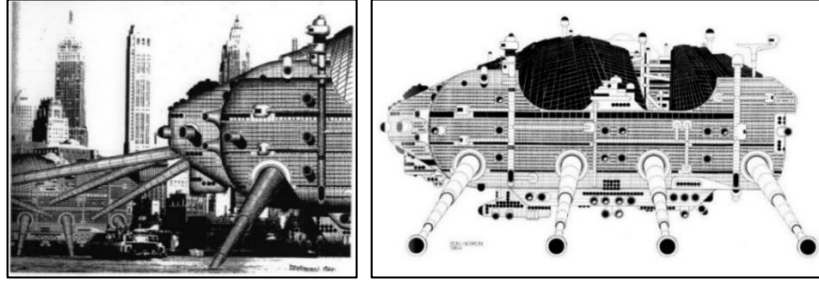
⁵³ Jennifer Siegal, **Mobile: The Art of Portable Architecture**, Princeton Architectural Press, 2002, s.21.

⁵⁴ Asena Soyluk, Pelin Sarıcioğlu, ‘Kinetik Mimarlıkta Cephede Origami ve Akıllı Malzeme Kullanımı.’, Mimarlar, (12), 2015, s.62.

⁵⁵ Chad Randl, **Revolving Architecture**, Princeton Architectural Press, 2008, s.75.

⁵⁶ A.g.e., s.78.

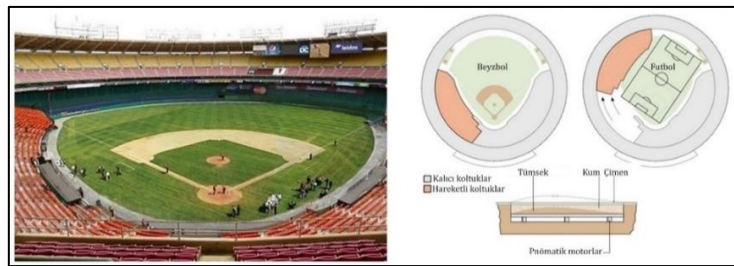
⁵⁷ Robert Kronenburg, **Houses in Motion: The Genesis, History and Development of the Portable Building**, Wiley Academy, 2002, s.111-112.



Görsel 1.18. Archigram Grubu Tarafından Tasarlanan Walking City.⁵⁸

Görsel 1.19. Walking City Analitik Çizimi.⁵⁹

1960'larda, Amerika Birleşik Devletleri'nde çok amaçlı stadyumlar gündeme gelmiştir. Çok amaçlı kullanım, tekil bir yapı içinde ulaşım, oyun alanı ve stadyum altyapısı gibi birçok konuda hem futbol hem de beyzbol için tek seferde karşılanabilmesi imkânı sunmuştur. Tamamen ya da kısmen dairesel tasarımda yapılan stadyumlar, seyirci bölümlerinin ilgili oyuna uyum sağlayabileceği biçimde çeşitli sistemler ile döndürülerek kullanılmıştır. Bu stadyumlardan ilki Robert F. Kennedy Memorial Stadyumu'dur. 1960'lar ve 1970'ler boyunca on bir adet stadyum bu şekilde yapıp kullanılmıştır. 1997 ve 2009 yılları arasında bu stadyumlardan yedisi yıkılmıştır.⁶⁰



Görsel 1.20. Robert F. Kennedy Memorial Stadyumu ve Çoklu Kullanım Diyagramı.⁶¹

⁵⁸ (Url-5).

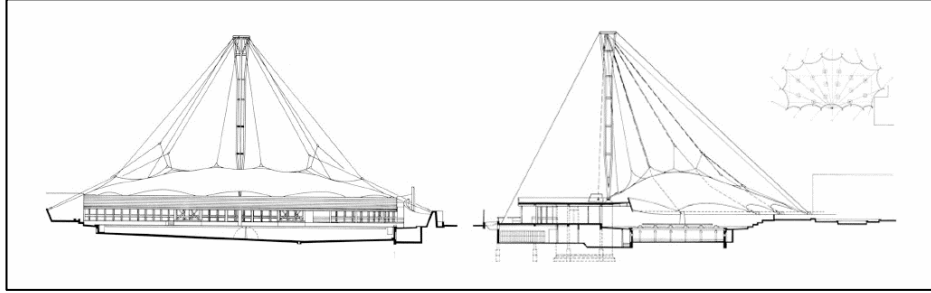
⁵⁹ (Url-5).

⁶⁰ (Url-146).

⁶¹ (Url-147).



Görsel 1.21. 1967’da R. Taillibert Tarafından Tasarlanan Boulevard Carnot Yüzme Havuzu
Üst Örtüsü Açık ve Kapalı Pozisyonları.⁶²



Görsel 1.22. 1967’da R. Taillibert Tarafından Tasarlanan Boulevard Carnot Yüzme Havuzu
Üst Örtüsü Açık ve Kapalı Hali Görünüşü.⁶³

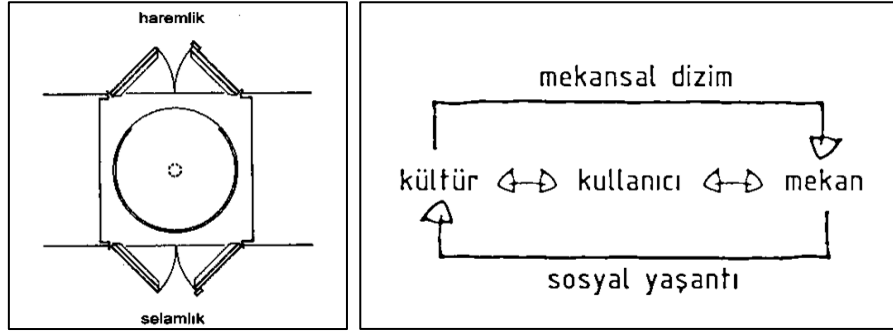
Gordon Pask (1969), mimari ve sibernetik arasındaki ilişki üzerinde araştırmalar yapmıştır. Zuk ve Clark (1970) uyarlanabilir mimari için teorik önermelerde bulunmuş ve kinetik mimarlığı tanıtmışlardır. Sonrasında Nicholas Negroponte (1975) ve Cedric Price gibi mimarlar tarafından erken sibernetik, ‘‘duyarlı mimari’’ adı altında girişimleri yapılmıştır.⁶⁴ Öte yandan Frei Otto, kinetik sistemlerin tasarımını desteklemek için bir bilgisayar programı geliştirmiştir. Bu sayede gerili ve asılı yapıları ile öne çıkmıştır. Ayrıca bu sistemleri katlanır çatıları

⁶² (Url-6).

⁶³ (Url-6).

⁶⁴ Jae Van Park, ‘‘Interactive Kinetic Media Facades: A Pedagogical Design System to Support an Integrated Virtual-Physical Prototyping Environment in the Design Process of Media Facades.’’, Journal of Asian Architecture and Building Engineering, 12 (2), 2013, s.238.

içecek şekilde geliştirmiştir.⁶⁵ Mimarlıkta uyarlanabilir olmanın işlevin yanı sıra estetik olarak da gerekli olduğunu savunan Frei Otto, Santiago Calatrava vb. tasarımcıların çalışmalarıyla kinetik strüktürler daha fazla gündeme gelmeye başlamıştır.



Görsel 1.23. Haremlik-Selamlık Arasında Bulunan Dönme Dolap.⁶⁶

Görsel 1.24. Mekân, Kullanıcı ve Kültür İlişkisi Görselleştirmesi Zeynep Kevser Çakır.

Mekânsal dizim, toplumların kültürel varlıklarının farklılıklarını, yaşam biçimi ve sosyal ilişkilerini fark edebileceğimiz araçlardan biridir. Mekânsal örgütlenme, kültürün bir parçasıdır; mekân oluşumları ve yaşam biçimleri bir ilişki içerisinde.⁶⁷ Kinetik olma durumu, günlük ihtiyaçlardan doğduğu için sosyokültür ile de bağlantılıdır. Geleneksel mimaride günlük yaşantı içerisinde kinetik yapı bileşenleri görmek mümkündür. Örneğin, Safranbolu evlerinde, mahremiyeti korumak amacıyla yapılan dönme dolaplar buna örnek olarak gösterilebilmektedir. Bu dönme dolaplar, haremlik ve selamlık bölümleri arasında yiyecek içecek alışverişini sağlamak için yapılmıştır. Raflara konulan kaplar, dolabın elle çevrilmesi ile diğer bölümden ulaşılabilir hale gelmektedir.⁶⁸

⁶⁵ Nelly Ramzy, Hatem Fayed, "Kinetic systems in architecture: New approach for environmental control systems and context-sensitive buildings.", Sustainable Cities and Society, 1, 2011, s.171.

⁶⁶ Reha Günay, **Türk Ev Geleneği ve Safranbolu Evleri**, İstanbul: Yem Yayınevi, 1998, s.21.

⁶⁷ Bill Hillier, Julianne Hanson, **The Social Logic of Space**, Cambridge University Press, 1984, s.27.

⁶⁸ Reha Günay, **Türk Ev Geleneği ve Safranbolu Evleri**, İstanbul: Yem Yayınevi, 1998, s.21.

1996 yılında İsveç'te Joppien Dietz tasarlanan ve açıkken gölgeleme, kapalı iken güvenlik işlevlerini karşılayan kiosk, toplum ölçeğindeki kinetik yapılara örnek gösterilebilir. Kiosk, Sachsenhausen'in merkezinde yıldız şeklinde bir açık alanda yer almaktadır. Yapı, sağlam bir zemine kurulmuş cam bir küpten oluşmaktadır. Gün boyunca, kiosk yana ve yukarı doğru açılır.⁶⁹ Geceleri yapının şeffaflığını korumasını sağlayan çelik ızgara elemanlarının dış derisine güvenli bir şekilde kapatılabilir.⁷⁰



Görsel 1.25.1996'da Joppien Dietz Tarafından Tasarlanan Kiosk.⁷¹

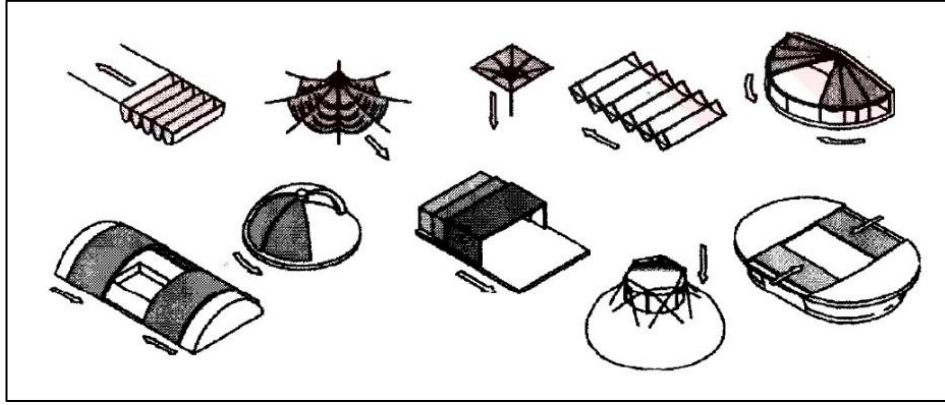
Sanatçılar ve mimarlar, makine ve teknolojinin önemini modern dünyada çalışmalarına aktarmak amacıyla 20.yüzyılın başlarından beri zaman unsurunun sunduğu imkânları keşfetmek için, tasarımlara entegre etmektedir. 20.yüzyılın sonlarında kinetik mimarlıkta pratik uygulamalar için olanaklar büyük

⁶⁹ (Url-7).

⁷⁰ (Url-8).

⁷¹ (Url-8).

oranda artış göstermiştir.⁷² Böylelikle hareket, mekanik olarak motorlar tarafından veya insan, hava, su ve diğer kinetik kuvvetlerin uzaydaki hareketleri kullanılarak üretilmektedir. Kinetik mimari, yapının iç mekânda kullanıcının ihtiyaçlarına göre uyarlanırken bununla birlikte elektronik gelişmelere ve bilgisayarlı sistemlere dayanarak dış dünya ile kurduğu iletişimde adaptasyonu da desteklemektedir.⁷³



Görsel 1.26. Değişebilen Strüktürlerin Hareket Özellikleri.⁷⁴

Kinetik mimarlık kapsamındaki sistemlere örnek olarak güneşin gün içinde değişen konumuna göre cephede farklı bir biçim alan koruma yüzeyleri, hava koşullarına göre açılır-kapanır çatılar ve paneller, cephede değişken bir perde gibi hareket edip güneş enerjisini almak için kışın açılıp yazın gölgelemek için kapanan ETFE yastıklar veya kütle tasarımı her daim değişebilen, anstabil yapı sistemleri örnek olarak verilebilir. Kinetik mimaride yapıyı oluşturan detay unsurların yanı sıra strüktürel sistemin katlanması, şekil ve boyut değiştirmesi de yapılan uygulamalardandır. Bu dinamiklikler bir yapıda olduğu gibi bir kent mobilyasında, üst örtüde, oluşturulan geçici bir mekânda da çeşitli şekillerde kurgulanabilmektedir. Dinamik yapı, yüzeylerde sağlanan hareket kabiliyetinin daha ötesinde bir

⁷² Jules Moloney, **Designing kinetics for architectural facades: State change**, Abingdon, OX: Routledge, 2011.

⁷³ Zadinac, "Free essays on kinetic architecture.", (Url-1).

⁷⁴ Başak Güçyeter, "Değişebilen Strüktürlerin Yapısal Özelliklerinin Karşılaştırmalı İrdelenmesi.", Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Dokuz Eylül Üniversitesi, İzmir, 2004, s.21.

kavramdır. Kinetik mimarlıkta dış cephelerde olduğu kadar iç mekânlarda da alternatif mekân kullanımlarına olanak sağlayan sistemler geliştirilmektedir.

Güncel değişkenlere ve ihtiyaçlara göre biçim ve mekân algısı değişirken, mimarlığa akışkan, esnek, kinetik, etkileşimli, duyarlı gibi yeni kavramlar da girmeye başlamıştır. Kinetik yapı tasarım sürecinde mimarlar, dinamik ve yapısal stabilite kuvvetlerini sağlayabilmek gibi mekanik ve kontrol mühendislerinin uğraştığı birçok konuyu çözümlmek için interdisipliner yaklaşımlara ve yeni araçlara ihtiyaç duymaktadır.⁷⁵ Tasarım mühendisliği yaklaşımı, mimarın biçimsel modeli ile mühendisin materyalize etme süreci arasında kurulan bir ilişkiyi ifade etmektedir. Bu yaklaşım mimar ve mühendis arasındaki alışlagelmiş diyalogun farklılaşarak mühendisliğin, yeni mimari teknolojilerin tasarlanması ve üretime geçmesi gibi sürecin en erken aşamalarında rol oynamaktadır.⁷⁶

1.1.2. Hareketlilik ve Enerji Paradoksu

Her disiplinde olduğu gibi mimarlığın da içinde bulunduğu çağa, ana göre şekillenip kendini güncelleme ihtiyacı vardır. Her dönem için yeni kabul edilen ‘yapılabilirlikler’, fiziki anlamda olanaklı hale geldiği için ortaya çıkabilmektedir. Goethe der ki: “Mimari donmuş müziktir ve müzik, akan mimaridir.”⁷⁷ Bu bağlamda mimarlığı, temsil ettiği çağı yansıtan bir ifade olarak yorumlamak mümkündür.⁷⁸ Henüz gerçekleştirilmiş yeni bir fikrin daha önce düşünülmediğini iddia etmek yanıltıcı bir yaklaşım ortaya koyabilir. Teknoloji, mimarlıkta yapılmak istenen biçim ve sistemlerin yapılabilirliği desteklemektedir. Tasarlanan bir biçimin rasyonelleştirilebilmesi, dönemin mümkün kıldığı araçlar ile meydana gelmektedir. Bu bağlamda tasarım ve uygulama olanakları birbirinden bağımsız düşünülemez.

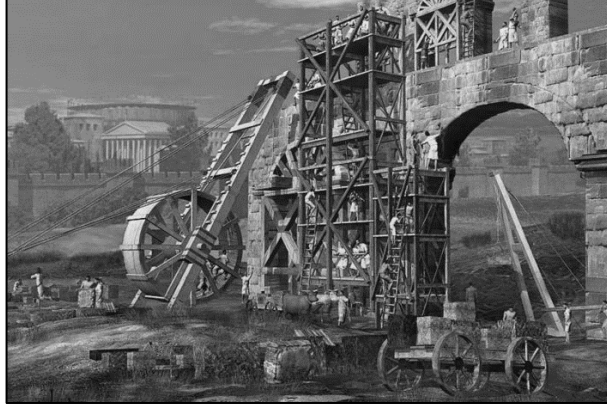
⁷⁵ Arzu Sorguç, Ichiro Hagiwara, Semra Selçuk, “**Origamics in architecture: A medium of inquiry or design in architecture.**”, *Metu Journal of the Faculty of Architecture*, 26(2), 2009, s.244.

⁷⁶ Rivka Oxman, Robert Oxman, “**The New Structuralism: Design, Engineering and Architectural Technologies.**”, *Architectural Design*, 2010, 80(4), s.17.

⁷⁷ Daniel K.S. Walden, “**Frozen Music: Music and Architecture in Vitruvius’ De Architectura.**”, *Greek and Roman Musical Studies*, 2(1), 2014, s.125.

⁷⁸ William Zuk, Roger H. Clark, **Kinetic Architecture**, New York: Van Nostrand Reinhold, 1970, s.4.

Kinetik nesnelere, çok eski çağlardan beri insan yaşamının içerisinde yerini almıştır. Fakat bulunduğu çağın sunduğu imkânlar doğrultusunda biçimler üzerinde somutlaşmıştır. Çeşitli işlevleri karşılamak için buharlı, makaralı, basınçlı vb. sistemler kullanılmıştır. Mimari yapıların yapımında da malzemelerin taşınması ve istenilen yüksekliklere çıkarılabilmesi amacıyla çeşitli vinçler üretilmiştir. Kullanılan aletler, geliştirilip insanlara yapılabirlik kazandırdıkça yapım teknikleri değişmiştir. Bu bağlamda, vinçlerin geliştirilmesi ile daha yüksek yapılar yapılabilmeye başlanmıştır.



Görsel 1.27. Antik Çağ'da Ahşap Bir Vinç.⁷⁹

Le Corbusier yolcu gemileri, otomobiller ve uçakları örnek göstererek büyük bir çağın geldiğine işaret etmiştir. Makineleşme ile gelen yeni anlayışın ve çağın özellikle sanayi anlamında büyük gelişmelere yol açtığından bahsetmiştir. Mühendislik alanında bakış açılarının yükseklerle çıktığını, akıl almaz ürünler çıkarıldığını anlatmıştır. Dünya'da bunlar olup biterken mimariye yansımaların olmayışına ve gelenek-göreneklere boğulmuş olduğuna sitem etmiştir. İçinde bulunulan durumu ‘‘görmeyen gözler’’ olarak tanımlamıştır. Yapıların da işleme

⁷⁹ (Ur1-9).

gereken birer makine olduğunu ve makineleşme sürecinden etkilenip geliştirilmesi gerektiğini savunmuştur.⁸⁰

Sanayi devrimi başlangıcından itibaren hareket tekniklerinde büyük ilerlemeler gerçekleşmiştir. Makineler, buhar motorları ve sonrasında elektrik motorları bu devirde öncülük sağlayan gelişmeler olmuştur. 19.yüzyılda Werner von Siemens tarafından elektrikli asansörün icat edilmesi, yüksek bina mimarisine imkân tanımıştır ve bunun gibi tamamen yeni fikirlerle mimarlara ilham vermiştir. Fütüristik mimarinin ortaya çıkması da hareket, dinamiklik ve hız konularında isteklendirme için önemli bir girişim olmuştur.⁸¹ Yapı mühendisliğindeki gelişmeler kadar asansördeki gelişmeler de yüksek binayı mümkün kılmıştır.⁸² Yapılarda yük ve yaya taşımacılığı için ilk asansörler tasarlanmıştır. Ancak sonrasında asansörler yapılabildiği için yüksek yapı üretimi hızlanmış ve çoğalmıştır.

1.2. Kinetik Mimarlığın Çıkış Kaynakları

Mimari, sürekli değişim içerisinde olan sosyal yapı bileşenlerinin basit bir fiziksel izlenimdir.⁸³ Çağdaş devirdeki karmaşıklık, her alanda sürekli olarak yeni gereksinimler oluşması ile kendini farklı ifadelerle gösterir. Mimari ihtiyaçlar bağlamında, değişimlere uyum sağlayabilme durumu çağdaş toplumda büyük bir öneme sahiptir. Eisenman, İkinci Dünya Savaşı sonrasında, mimari olarak mekanik paradigmadan elektronik paradigmaya geçiş olarak tanımlamaktadır. Mekanik paradigma, mimari için fiziksel kuvvetlerin somut olarak kendini görünür kıldığı bir

⁸⁰ Le Corbusier, **Bir Mimarlığa Doğru**, Yapı Kredi Yayınları, İstanbul, 2020, s.129-150.

⁸¹ Nelly Ramzy, Hatem Fayed, **“Kinetic systems in architecture: New approach for environmental control systems and context-sensitive buildings.”**, Sustainable Cities and Society, 1, 2011, s.171.

⁸² William Zuk, Roger H. Clark, **Kinetic Architecture**, New York: Van Nostrand Reinhold, 1970, s.31.

⁸³ **A.g.e.**, s.4.

araçtır. Elektronik paradigma ise medya ve simülasyon yolu ile mimariyi farklı bir gerçeklik ifadesine ve görüntüyü öne çıkaran bir anlayışa yönlendirmiştir.⁸⁴

Bilgisayar teknolojisiyle desteklenen yeni hareketin, insan hayatını mekânsal sınırlardan kurtararak dijital bağlantılarla erişim alanını genişleteceği düşünülmektedir. İnsan hayatında farklı bir yerde konumlanmaya başlayan bilgisayarın, mimaride yapılı çevre ve mekân algısı üzerinde de yeni düşünme biçimleri üzerinde etkileri olup olmadığını düşünmek önemlidir.⁸⁵ 20.yüzyılın son on yılında dijital alanlarda bilgi teknolojisi ile büyük gelişmeler meydana gelmiştir. Bilgi teknolojisinin gelişimi, yapıların tanımlanması ve inşa edilmesinde farklı disiplinler ve özelleştirilmiş yapı elemanlarının kullanılmasına yol açmıştır. Çalışmalarda bilgisayar odaklı sayısal veriler kullanılmaya başlanmış ve böylelikle bilgisayar içe dönük bir hacim olmaktan öteye geçerek geleceğe etkiyecek dijital ağın önemli bir parçası haline gelmiştir. Zamansal mesafe ve bağlantılar, uzamsal ve coğrafi bağlantılara göre öncelik kazanmış ve yapılı çevrenin mimari üzerindeki rolü değişmiştir. Bu yeni yaklaşım biçimi, mimari ölçütleri, hız ve bağlantı olacak biçimde dönüştürerek yeniden yapılandırmıştır.⁸⁶

Mimaride geleneksel tasarım süreçlerinin genişletilerek yeniden biçimlendirilmesi yeni fırsatlara olanak sağlamaktadır. Bu bağlamda bilgi teknolojisi, tasarımcılara daha geniş bir biçimsel altyapı sunmaktadır.⁸⁷ Dijital tektoniklik teknolojik olanaklarla yeni bir algı oluşturan, mimar ve mühendisler arasında yeni etkileşimlere ve yapılar üzerinde bütünselliğe farklı bir odak getiren bir model olarak ifade edilerek ‘‘yapısal dönüş’’ şeklinde tanımlanmaktadır.⁸⁸

⁸⁴ Peter Eisenman, ‘‘Vision’s Unfolding: Architecture in the Age of Electronic Media.’’, In Theories and Manifestoes of Contemporary Architecture, Eds.Jencks, C.& Kropf, K., West Sussex: Academy Editions, Chichester, 1997, s.295.

⁸⁵ Rabee Reffat, ‘‘Digital Architecture and Reforming The Built Environment.’’, Journal of Architectural and Planning Research, 25 (2), 2008, s.119.

⁸⁶ Rabee Reffat, ‘‘Digital Architecture and Reforming The Built Environment.’’, Journal of Architectural and Planning Research, 25 (2), 2008, s.119; Mahesh Senagala, ‘‘Digital Theory.’’, In K Klinger (Ed.), Connecting crossroads of digital discourse (Proceedings of the 22nd Annual Conference of the Association for Computer- Aided Design in Architecture). Indianapolis: ACADIA, 2003, s.254.

⁸⁷ Scott Johnson, ‘‘Binary Oppositions: Should Designers Learn To Think Differently In Order To Better Utilize Digital Design Tools? ‘’, ACADIA Quarterly, 19(4), 2000, s.2.

⁸⁸ Neil Leach, David Turnbull, Chris Williams, **Digital tectonics**, Hoboken, NJ: Wiley Academy, 2004.

Çağdaş mimarlıktaki yeni yaklaşım, biçimin işlevle, sanalın gerçekle olan ilişkisini sorgulamaya yol açmıştır. Mimaride mekân tanımları artık bilgi, zaman, hareket ve kullanıcının kesişmesi ile bir biçim ortaya koymaktadır. Kullanıcı ile etkileşime giren ve buna bağlı olarak anlık değişimler gösteren akışkan mekânlar tasarlamak amaçlanmaktadır. Kinetik yüzeyler, mimarlar tarafından kullanıcı bilgisini veya ortam koşullarını alıp işleyen ve bu girdilere tepki olarak hareket ortaya koyan canlı mekânlar tanımlamaktadır.

Kinetik mimari kaplamalarla, tekil tasarım yaklaşımından bir sistem üretimi yaklaşımına doğru bir değişim meydana gelmektedir. Çoklu permütasyonlar oluşturan kinetik sistemler, yapıda birden çok zaman için performansla izin vermektedir.⁸⁹ Dijital medyanın yapım gücü üzerindeki etkisi tasarımcılara, sınırsız zihinsel hayal gücüne ek olarak fiziksel mekânı canlı algılama imkânı sağlayarak yeni bir mekân kavramı üretilmesine yol açmaktadır.⁹⁰

Erken tasarım aşamalarında çeşitli programlar, sistemleri iyileştirme yönünde kullanılmaktadır. Ancak her ne kadar mekân algısı ve deneyimi çerçevesini genişletse de bilgisayar temelli tasarımlar sanal ortamdan gerçek yaşantıya geçirilip somutlaştırıldığı zaman, çevre ve kullanıcı gibi kısıtlayıcı etkenlerden dolayı sanal ortamdaki hareketlilik ve akıcılıklarını koruyamayabilirler. Kinetik yapı tasarımı bağlamında, çevresel girdilere ve kullanıcı taleplerine maksimum düzeyde adaptasyon sağlanması amaçlanmaktadır. Bu yaklaşımda aynı zamanda, fonksiyonel değişim, esneklik, fiziksel çevre denetimi, sürdürülebilirlik, enerji tasarrufu, estetik kaygı ve görsel dönüşüm gibi unsurlara da temas edilmektedir.

⁸⁹ Jules Moloney, “Kinetic Architectural Skins and the Computational Sublime.”, *Leonardo*, 42, 2009, s.68.

⁹⁰ Yu-Tung Liu, “Digital architecture: Theory, media and design.”, In ML Chiù, JY Tsou, T Kvan, M Morozumi, and TS Jeng (Eds.), *Digital design research and practice (Proceedings of the 10th International Conference on Computer- Aided Architectural Design Futures)*. Tainan: Kluwer Academic Publishers, 2003, s.9.

1.2.1. Fonksiyonel Değişim ve Esneklik

Fiziksel formun, işlevi tatmin edip somutlaştırması farkındalığı ile biçimin fiziksel aktivitelerin ötesine genişletilmesi, kinetik mimarlıkta biçimin insan düşüncesi ile kurduğu etkileşimin sonucudur. İnsan yaşam biçimi ile doğrudan ilişki içerisinde olan mekânda formun insana uyum sağlaması gerektiği düşünülmektedir.⁹¹ ‘‘Biçim işlevi izler.’’ düşüncesi ilk olarak 19.yüzyılda Louis Sullivan tarafından öne sürülmüştür. Sullivan, doğadaki her şeyin, işlevine özgü bir şekli olduğunu savunmuştur. Biçim, bir şeyi bir diğerinden ayıran iç yaşamın ifadelendirilerek dışa vurumudur.⁹²

20.yüzyılda, biçimin rolü ve işlevine ilişkin karşıt görüşler ortaya çıkmıştır. 1924’te Theo van Doesburg ‘‘Plastik bir mimarlığa doğru’’ isimli manifestosunda, yeni mimarlığı işlevsel ve pratik olarak tanımlamıştır.⁹³ Mimarlar, biçimlere duysal nitelikler kazandırırken mühendis ve teknisyenler, yapıların işleyişine dayalı teknik gelişmelerle ilgili olmuştur. Gereksinimler ve talepler arasındaki bu kopukluk, yapıları biçim üretiminin, iklim değişikliği, kentsel yayılma, dijital araç ve teknolojiler gibi ortaya çıkan sorun ve potansiyellere karşılık vermesine engel olmuştur. 21.yüzyılda dijital temelli yöntemler, soyut ve dinamik malzemelerin yapıları çevrede somut malzemelerle birleştirilebilmesine imkân tanımıştır. Böylelikle tasarımların çok yönlü olarak birden çok amacı karşılamaını sağlamıştır. Yapıları biçimlerde işlevin rolü yeniden tanımlanmış, biçim üretimi ve performansı birleşimi ile tekil bir form elde edilebilmiştir.⁹⁴

Yapıların, kullanıcılarının veya sahibinin kullanımı esnasında, değişen ihtiyaçlarına cevap verecek biçimde yenilenmesi ve değiştirilmesi yüksek maliyetlere ve zaman içinde vasıfsız kalan mekânlara yol açacaktır. Bu yüzden yapı tasarımında, esnekliği ve olağan değişiklikleri bünyesinde barındırma yeteneğini arttıracak analiz

⁹¹ William Zuk, Roger H. Clark, **Kinetic Architecture**, New York: Van Nostrand Reinhold, 1970, s.11.

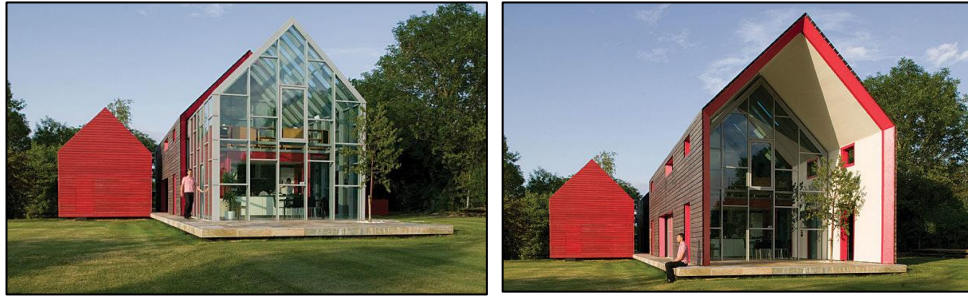
⁹² Louis H. Sullivan, ‘‘**The Tall Building Artistically Considered.**’’, Lippincott’s Magazine, Sayı: 57, 1896, s.407.

⁹³ Ulrich Conrads, **20.Yüzyıl Mimarisinde Program ve Manifestolar**, Şevki Vanlı Mimarlık Vakfı Yayınları, 2019, s.64

⁹⁴ Farshid Moussavi, **Biçimin İşlevi**, İstanbul: Yem Yayın, 2011, s.7-8.

ve yaklaşımlar gereklidir.⁹⁵ Uyarlanabilirlik, en geniş biçimde mekânsal verimlilik, barınma, güvenlik ve taşınabilirlik konularını kapsar. Doğası gereği uyum sağlama yeteneğine sahip sistemler, değişen ihtiyaçlara ayak uydurmak için idealdir, fiziksel alanı kullanım potansiyelleri açısından ele almaya yaramaktadır. Akıllı kinetik sistemlerde, nesnelerin yalnızca gerektiği zamanlarda ortada olup gerekli olmadıklarında kaybolup dönüşebilecekleri keşfedilebilir.⁹⁶

Esneklik açısından mekân, sert ya da yumuşak olarak tanımlanabilir. Yumuşak kullanım, kullanıcının mekânı ihtiyaçlarına göre uyarlamasını sağlamaktadır. Çeşitli kullanım olanakları sunan mekânları ifade eder. Sert kullanım, tasarımda kullanım şeklinin spesifik olarak belirlenmiş şeklini ifade eder. Sert kullanımda tasarımcı kararları ön plandayken, yumuşak kullanımda kullanıcı tercihleri baskındır. Yumuşak kullanım, esneklik üzerinde kurulu olduğu için kullanım ömrü daha uzun olabilir.⁹⁷ Esneklik, bina performansını iyileştiren bir faktördür.



Görsel 1.28. Kayan Ev Yapı Kabuğunun Daraltılmış Pozisyonu.⁹⁸

Görsel 1.29. Kayan Ev Yapı Kabuğunun Genişletilmiş Pozisyonu.⁹⁹

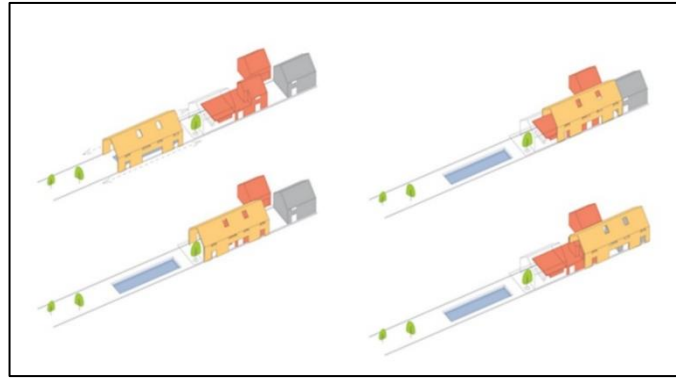
⁹⁵ E. Sarah Slaughter, “**Design strategies to increase building flexibility.**”, Building Research & Information, 29 (3), 2001, s.208.

⁹⁶ Michael A. Fox, “**Beyond Kinetic.**”, Cambridge, USA: Massachusetts Institute of Technology, 2002, s.7.

⁹⁷ Jeremy Till, Tatjana Schneider, “**Flexible housing: The means to the end.**”, Arq: Architectural Research Quarterly, 9 (3-4), 2005, s.289.

⁹⁸ (Url-10).

2009'da İngiltere'de yapılan Kayan Ev (Sliding House), fonksiyonel değişim ve esneklik amaçlanarak tasarlanan kinetik yapılara örnek olarak gösterilebilir. Yapı, dRMM Architects tarafından tasarlanmıştır. Ana kütle üzerinde kayan ahşap dolgulu çelik iskeletli bir çatıya sahiptir. Hareket, duvar kalınlığına bütünleştirilmiş tekerler üzerinde gizli motorlar ile sağlanmaktadır. Bu hareketle çatı, çeşitli açık-kapalı mekân varyasyonları oluşturmaktadır. Böylelikle istendiği zaman farklı işlevlere hizmet edecek mekânlar meydana gelmektedir. Yapı kabuğu, yazın açık mekânlara gölge sağlarken kışın kapalı mekânlarda yalıtım görevi görmektedir.¹⁰⁰ Tasarımda çatı, duvar, döşeme gibi kavramlar muğlaklaşmış ve yapıyı saran bir kabuk haline gelmiştir.



Görsel 1.30. Kayan Ev Yapı Kabuğu Hareketi Diyagramı.¹⁰¹

1.2.2. Fiziksel Çevre Denetimi

İnsanlar, buldukları coğrafyalarla sürekli olarak etkileşim halindedir. İç ve dış mekânda hava, yerleşim, insan yoğunluğu ve sistemsel etkenler sık olarak değişim göstermektedir. Bina, iç ve dış koşulların farklılaşmasına karşı kendini

⁹⁹ (Url-10).

¹⁰⁰ (Url-11).

¹⁰¹ (Url-12).

muhafaza edebilmeli ve kendi gereksinimleri karşılayabilmelidir.¹⁰² Çağdaş mimari tasarımlarda, iklim değişikliklerinden kaynaklı oluşan farklı koşullarda yapı zarflarının, iç ortamda termal konforu ve aydınlatma kalitesini koruması beklenmektedir.¹⁰³ Gün ışığına yönelebilen, rüzgâra ve iklim değişikliklerine çeşitli hareketlerle tepkiler oluşturabilen yapılar, dış dünyaya uyum sağlayabilmektedir. Hareket mekanizmalarına sahip yapılar, enerji ve konfor düzeylerini denetim altında tutabilmektedir. İlerleyen dönemlerde dünya üzerinde değişen iklim koşullarından kaynaklanması olası olağanüstü durumlarda, yapıların kendilerini dış ortama karşı izole etme beklentisi oluşabilir. Bu kriz dönemlerinde, yapı kabuklarının korunaklı mekânlar sağlayabilmesinin yapılar için öne çıkan bir ölçüt haline gelmesi söz konusu olabilir.



Görsel 1.31. Qi Zhong Stadyumu Hareketli Çatısı.¹⁰⁴

Görsel 1.32. Qi Zhong Stadyumu Çatısının Aşağıdan Görünümü.¹⁰⁵

2007’de Çin’de tasarlanan Qi Zhong Stadyumu, fonksiyonel değişim ve esneklik amaçlanarak tasarlanan kinetik yapılara örnek olarak gösterilebilir. Stadyumun çatı strüktürü, ihtiyaca bağlı olarak açılıp kapanabilme özelliğine

¹⁰² Numan Yüksel, “Günümüz Kamu Kurumlarında Yapısal Konfor Koşullarının Tespit Edilmesine Yönelik Bir Çalışma.”, Uludağ Üniversitesi Mühendislik-Mimarlık Fakültesi Dergisi, 10 (2), 2005, s.23.

¹⁰³ Michael Schumacher, Oliver Schaeffer, Michael Vogt, **Move: Architecture in Motion Dynamic Components and Elements**, Birkhäuser, 2010.

¹⁰⁴ (Url-13).

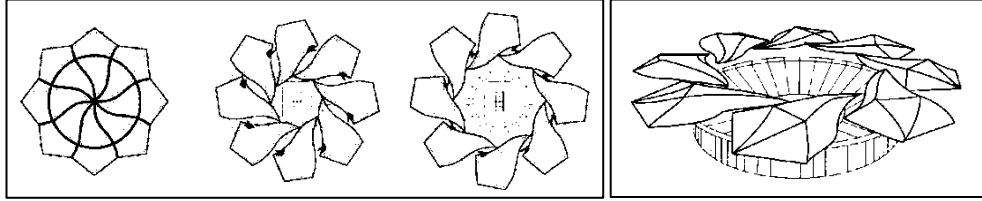
¹⁰⁵ (Url-13).

sahiptir. Böylelikle yapının, hava koşullarına göre istenilen biçimde kullanılabilmesine imkân sağlamaktadır. Çatı kapalı olduğunda da iç mekânda görsel olarak ilgi çekici bir görsel sunmaktadır.



Görsel 1.33. Qi Zhong Stadyumu İç Mekândan Çatı Strüktürünün Açık Görünümü.¹⁰⁶

Görsel 1.34. Qi Zhong Stadyumu İç Mekândan Çatı Strüktürünün Kapalı Görünümü.¹⁰⁷



Görsel 1.35. Qi Zhong Stadyumu Çatısının Kapalı, Yarı Açık ve Açık Pozisyonları.¹⁰⁸

Görsel 1.36. Qi Zhong Stadyumu Çatısı Perspektif.¹⁰⁹

¹⁰⁶ (Url-14).

¹⁰⁷ (Url-15).

¹⁰⁸ Andrej Mahovič, “**Typology of Retractable Roof Structures in Stadiums and Sports Halls.**”, Igra ustvarjalnosti- Creativity game, 2013, s.93.

¹⁰⁹ Carolina M. Stevenson, “**Morphological Principles of Current Kinetic Architectural Structures.**”, Adaptive Architecture, 2011, s.5.

1.2.3. Sürdürülebilirlik

Sürdürülebilirliğin gereklilikleri olan yapılarda enerji tasarrufu ve emisyon azaltımı gibi unsurları dikkate alarak tasarım yapmak mimarlar ve mühendisler arasında interdisipliner bir çalışma ortamı kurulması gerekliliğine ortam hazırlamıştır. Bu konuda başka bir yaklaşımda enerji verimliliğini arttıran ve çok işlevli olan yapı teknolojileri ve malzemelerinin, belirlenen sürdürülebilirlik standartlarını karşılamak için gelişiminin devam etmesine ihtiyaç vardır.¹¹⁰ Kinetik yapılar, doğadaki mevsim geçişlerini takip ederek onlara adapte olabilmeli, güneşin doğuşuna, batışına göre yön ve şekil değiştirebilmeli ve böylelikle canlı bir halde kalabilmelidir. Bu sebeple mimarların, çevre ile etkileşimde çelişki oluşturmayacak sürdürülebilir bir vizyonu kavraması gerekmektedir.¹¹¹

Kinetik yapı kavramı, yapının bulunduğu yerle ve bağlamla kurduğu ilişkisini, artan ve değişen ihtiyaçlara cevap vererek iyileştirmesini amaçlamaktadır. Dolayısıyla değişen fiziksel koşul ve ihtiyaçlara göre tasarlanan yapı ve yapı elemanları, yapının enerji ihtiyacını büyük oranda düzenleme ve dengeleme imkânı bulmuş olmaktadır. Yapıların iyileştirilmesi için, ısı performans ve bakım derecesinin yanı sıra coğrafi konum ve mevcut yapılardaki değişen kullanım da engel oluşturan faktörlerdendir. Dinamik kaplama teknolojilerinin geliştirilmesi ile oluşturulan kendi kendine yeten cepheler, sıfır enerjili bina hedeflerine ulaşmada önemli bir adım olarak kabul edilmektedir.¹¹² Yapıların, verimli mekanik sistemler olarak davranması için cephelerin, dış koşullara çeşitli şekillerde tepki vererek kendi

¹¹⁰ Roel C.G.M. Loonen, Fabio Favoino, Jan L.M., Hensen, Mauro Overend, **“Review of current status, requirements and opportunities for building performance simulation of adaptive facades.”**, Journal of Building Performance Simulation, 10(2), 2017, s.205.

¹¹¹ Zeinab El Razaz, **“Sustainable vision of kinetic architecture.”**, Journal of Building Appraisal, 5(4), 2010, s.356.

¹¹² Guedi Capeluto, **“Adaptability in envelope energy retrofits through addition of intelligence features.”**, Architectural Science Review, 62, 2019.; Fabio Favoino, Qian Jin, Mauro Overend, **“Towards an Ideal Adaptive Glazed Façade for Office Buildings.”**, 6th International Conference on Sustainability in Energy and Building, 2014.

kendine uyarlanabilir olması verimlilik ve işlevsellik sağlamak bağlamında önemlidir.¹¹³

ThyssenKrupp Quarter Binası, enerji korunumu amaçlanarak tasarlanan kinetik yapılara örnek olarak gösterilebilir. Yapı, Almanya’da 2010 yılında Chaix & Morel ve ortakları ile JSWD Architekten tarafından tasarlanmıştır. Yapının cephesi, doğrudan güneş ışığını engelleyebilen panellerden oluşmaktadır. Panel ünitesi, her panelin bağımsız olduğu ve sırasıyla belirli bir açıda dönebilen dört dörtgen ve bir sekizgenden oluşur. Kinetik paneller, yapının iç mekân sıcaklığını muhafaza edebilmekte ve aynı zamanda rüzgâr akışını kontrol edebilmektedir.¹¹⁴ Cephede kullanılan hareketli sistem, çok sayıda panelin bağımsız olarak kontrolünü sağladığı için kompleks bir mekanizmaya sahiptir



Görsel 1.37. ThyssenKrupp Quarter Binası.¹¹⁵

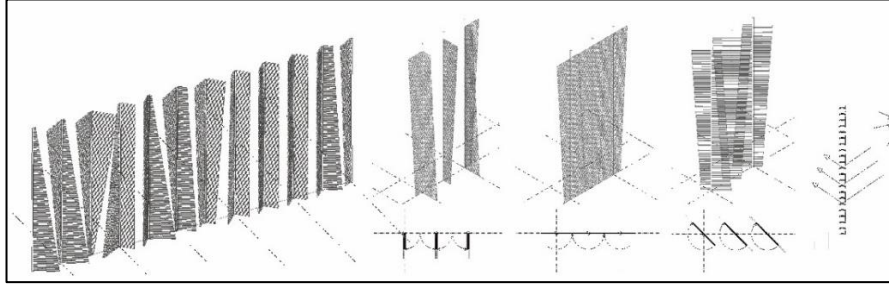
Görsel 1.38. ThyssenKrupp Quarter Binası Kinetik Cephesi.¹¹⁶

¹¹³ Marta Barozzi, Julian Lienhard, Alessandra Zanelli, Carol Monticelli, “**The Sustainability of Adaptive Envelopes: Developments of Kinetic Architecture.**”, *Procedia Engineering*, 155, 2016, s.282.

¹¹⁴ (Url-17).

¹¹⁵ (Url-16).

¹¹⁶ (Url-16).



Görsel 1.39. ThyssenKrupp Quarter Binası Kinetik Cephe Sistemi Diyagramı.¹¹⁷

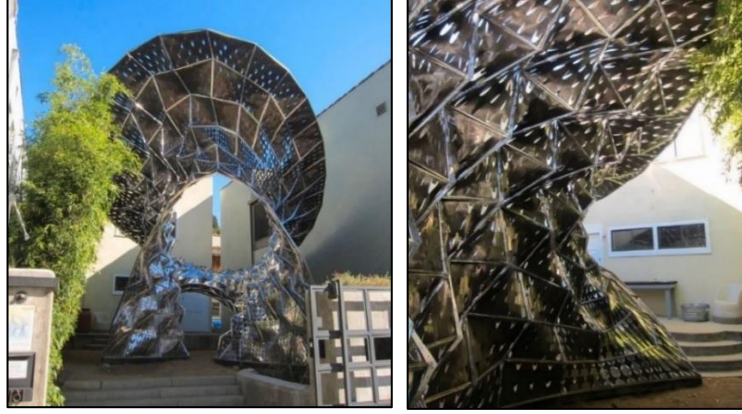
Yapı kabuğu, yenilenebilir enerji kaynaklarını kullanan ve iklimsel etkenlere tepki verebilen kinetik bir yapı olsa da malzeme bakımından yüksek inşa ve bakım maliyetlerine sahipse gerçekten sürdürülebilir olarak adlandırılmaz. Bu bağlamda kinetik duyarlı mimariye dayalı yeni deneysel bir alan oluşmuştur. Maragkoudaki, materyal tasarım teknolojisinin gelişimi ile ‘mekanizmasız kinetik duyarlı mimari’ olarak adlandırılan, akıllı malzemelerle sıfır enerjili yapı olarak tanımlanan yeni bir tasarım akışının meydana geldiğinden bahsetmektedir. Canlı organizmalardaki duyarlılığın mimaride kullanılan yapı malzemeleri ile temsil edilme yolunda deneyler olduğu ifade etmektedir. Teknolojisiz ve malzeme duyarlılığı ile dinamiklik gösteren bu kinetik olma durumunda, her bir öge diğerinden bağımsız çalışmakta ve mekanik karmaşıklığın yerini malzeme çalışma prensipleri almaya başlamaktadır. Bunlara örnek olarak ortamda değişen neme göre tepki veren kontrplak parçaları, güneşe maruz kaldığında kıvrılıp soğuduğunda eski düz görüntüsüne dönen termobimetal, elektrik akımıyla şekil ve boyut değiştirebilen elektroaktif polimerler vb. örnek verilebilmektedir. Fakat bu alan deneysel olduğu için kesin yargılarda bulunmak güçtür.¹¹⁸

DO|SU Studio Architecture tarafından tasarlanan Bloom, mekanizmasız kinetik duyarlı mimariye örnek olarak gösterilebilir. Malzeme deneyleri, yapısal yeniliği ve hesaplamalı form ve deseni ile yapı, zaman ve sıcaklığı indeksleyen bir

¹¹⁷ (Url-18).

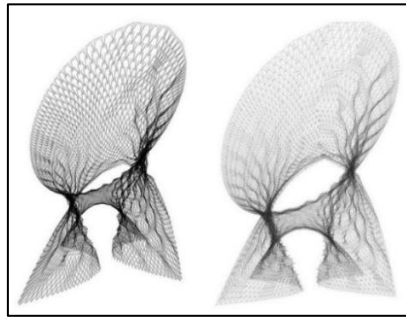
¹¹⁸ Anna Maragkoudaki, ‘No-Mech Kinetic Responsive Architecture: Kinetic Responsive Architecture with No Mechanical Parts.’, 9th International Conference on Intelligent Environments, 2013, s.145-150.

güneş izleme cihazı görevi görmektedir. Yapı, akıllı bir termobimetalden, ısıtıldığı zaman kıvrılan bir sac levhadan yapılmıştır. Lazer kesimle oluşturulan yüzeylerin birleşimi ile ortaya çıkarılmıştır. Formun duyarlı ve boşluklu yüzeyi, güneşin ısıtmasıyla kabuğun belli alanlarını gölgelemekte ve havalandırmaktadır.¹¹⁹ Yüzeyler soğuduğu zaman başlangıçtaki konumuna geri dönmektedir. Böylelikle herhangi bir sistem ve mekanizma gerektirmeden, doğal değişimlere tepki gösterebilmektedir. Bu bağlamda, strüktürün enerji bakımından sürdürülebilir olduğu söylenebilir.



Görsel 1.40. DO|SU Studio Architecture Tarafından Tasarlanan Bloom.¹²⁰

Görsel 1.41. Bloom Strüktürünün Yakından Görünümü.¹²¹



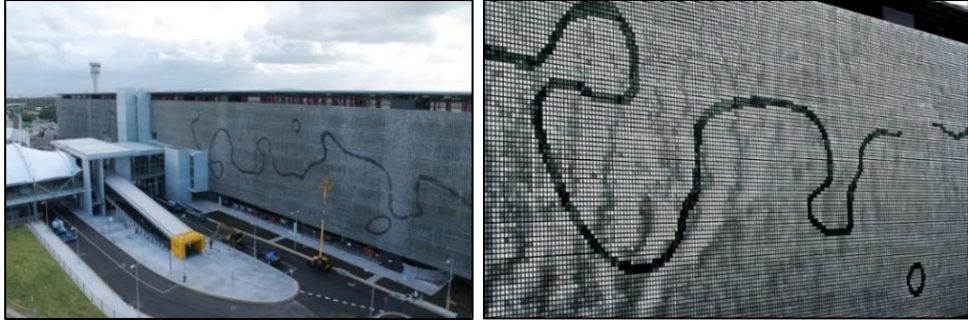
Görsel 1.42. DO|SU Studio Architecture Tarafından Tasarlanan Bloom'un Isı ile Değişimi.¹²²

¹¹⁹ (Url-19).

¹²⁰ (Url-19).

¹²¹ (Url-19).

Avustralya’da yapılan Brisbane Havaalanı İç Hatlar Terminali Otoparkı (Brisbane Airport Domestic Terminal Carpark), sürdürülebilirlik amaçlanarak tasarlanan kinetik yapılara örnek olarak gösterilebilir. Yapı, Urban Art Projects (UAP) ve sanatçı Ned Kahn’ın iş birliği ile Brisbane’de tasarlanmıştır. Otoparkın dinamik cephesi, su yüzeyine oluşan yansılardan esinlenerek rüzgârda dalgalanabilen alüminyum panellerle oluşturulmuştur.¹²³



Görsel 1.43. Brisbane Havaalanı İç Hatlar Terminali Otoparkı Cephesi.¹²⁴

Görsel 1.44. Brisbane Havaalanı İç Hatlar Terminali Otoparkı Cephesindeki Paneller.¹²⁵

Rüzgârın panellerin arkasından geçmesiyle otopark havalandırması sağlanmaktadır. Panellerin hareketi ile otoparkın içine dağınık ve her zaman farklı bir düzende giren ışık, iç mekânda zeminde ve araçlar üzerinde ışık ve gölge desenleri oluşturmaktadır.¹²⁶ Yapıda kendiliğinden veya sensörlü hareket sağlayan bir sistem yoktur, cephe rüzgâra göre şekillenmektedir. Panellerin dalga hareketi yapmasıyla, iç ortama havalandırma ve gölgelendirme sağlanırken cephede devamlı farklı bir imaj oluşmaktadır. Herhangi bir mekanizma gerektirmediği için cephe kontrolünün enerji ve malzeme bakımından sürdürülebilir olduğu söylenebilir.

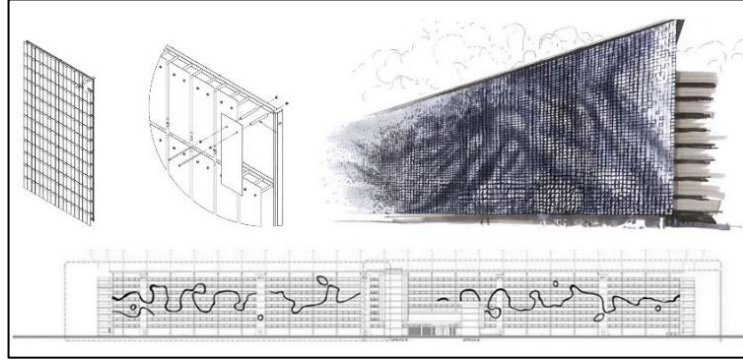
¹²² (Url-19).

¹²³ (Url-20).

¹²⁴ (Url-20).

¹²⁵ (Url-20).

¹²⁶ (Url-20), (Url-21).



Görsel 1.45. Brisbane Havaalanı İç Hatlar Terminali Otoparkı Cephe Detayı, Eskizi ve Görünüşü.¹²⁷

1.2.4. Estetik Kaygı ve Görsel Dönüşüm

Üç boyutlu mekânın sezgisel biçimi, başka fizyolojik etkenler olsa da olmasa da psikolojik yönden görme deneyimimiz aracılığıyla ortaya çıkmaktadır. Algılarımız ve görsel fikirlerimiz, bu sezgisel biçime göre düzenlenmektedir. Bu sezgisel biçim, sanat ve estetiğin ana damarıdır.¹²⁸ Modern sanat ve mimarlıkta derinliksiz ve hafif olma durumu yerine, son yıllarda farklı yöntemlerin kullanılmasıyla oluşturulan hareket ve ışık duyularıyla yeni bir mimari anlam ortaya çıkmıştır. Bu yeni anlam, dijital mimarlık ürünü yapıların yüzeyselliğini olumlu bir mekân deneyimine dönüştürebilmeyi sağlayabilecektir.¹²⁹ Dijital tasarım yöntemlerine dayanan ve daha karmaşık yapılar oluşturmayı kolaylaştıran parametrik modeller, mimaride modern estetiği sürdürmek için birden çok varyasyon oluşturma imkânı sağlamaktadır.¹³⁰ Doğa, canlılar üzerinde çoğu zaman farkında olmadığımız süreçler barındırmaktadır. Doğada kendi halindeki değişimlerin tasarımlara yansıtılması, sonuçları ölçülemez görseller ortaya çıkarmaktadır. Çağdaş mimarlıkta,

¹²⁷ (Url-21), (Url-22).

¹²⁸ August Schmarsow, Konrad Fiedler, **Mimarlığın Özü ve Mimari Yaratım**, İstanbul: Janus Yayıncılık, 2019, s.21.

¹²⁹ Juhanni Pallasmaa, **Tenin Gözleri**, İstanbul: Yem Yayın, 2018, s.38-39.

¹³⁰ Naglaa Ali Megahed, ‘**Understanding kinetic architecture: Typology, classification, and design strategy.**’, *Architectural Engineering and Design Management*, 13 (2), 2016, s.4.

bu doğal hareketlerin tasarıma dahil edilerek dijital formlarda sunulması üzerine çalışmalar yapılmaktadır.

Santiago Calatrava tarafından 2001’de yapılan Quadracci Pavyonu, estetik kaygı ve görsel dönüşüm amaçlanarak tasarlanan kinetik yapılara örnek olarak gösterilebilir. Pavyon, kuş kanatları gibi açılıp kapanabilen ızgaralara sahiptir. Kanatların açılıp kapanması 3,5 dakika sürmektedir. Sensörler, rüzgâr hızı ve yönünü kontrol etmektedir. Böylelikle gerektiği durumlarda kanatlar otomatik olarak kapanmaktadır. Strüktürüyle kentsel kinetik bir heykel olma özelliğine sahiptir. Aynı zamanda müzenin içine gölge sağlamaktadır.¹³¹ Yapıda, estetik kaygının işlevselliğin geri planda bırakacak kadar baskın bir rol oynadığı söylenebilir.



Görsel 1.46. Quadracci Pavyonu Kanat Hareketi.¹³²

Görsel 1.47. Quadracci Pavyonu Kanat Görünümü.¹³³

1.2.5. Etkileşim ve Kişiselleştirme

Bireylerin bulunduğu yeri kişiselleştirmesi, çevresine göre kendi farklılığını ortaya koymasındır. Yerin kimliği (place identity), insanın mekânla ilişkileri doğrultusunda başka yerlerden farklı bir “burası noktası” oluşturması anlamına gelmektedir. Böylece mekân, diğer mekânlardan özelleştirilerek yer kimliği inşa

¹³¹ (Url-25).

¹³² (Url-23).

¹³³ (Url-24).

edilebilmektedir.¹³⁴ Mekân, insan deneyimi yoluyla kavranarak ‘‘yer’’ olmaya erişmektedir. Bu bağlamda mekân üretiminde, mekânı özelleştiren kullanıcı, onun tercihleri ve davranışlarıdır.¹³⁵ Etkileşimli mimari yüzeyler, teknolojinin sunduğu fırsatların deney çeşitliliğini arttırması ile gerçekliğini ortaya koymuştur. Teknolojiyi, büyük ölçekte sanat eseri olarak kullanma potansiyeli, sanat pratiğinin geniş ölçüde çağdaş sanat eleştirisi ve teorisi etkileşimine imkân tanır.¹³⁶



Görsel 1.48. Mercedes Benz EQ New Generation Exhibits Kinetik Duvar.¹³⁷

Etkileşimli yüzeylerde, yüzeyle temas edildiğinde kullanıcıdan sisteme iletilen girdiler mekânı yeniden şekillendirerek farklı ortamların oluşmasını sağlamaktadır. Bu hareketli yüzeyler, daha önce deneyimlenmemiş, yeni ve kullanıcıya dayalı mekân anlayışının ortaya çıkmasına sebep olmuştur. Kinetik mimarlık ile kullanıcılar, geçiş, döndürme gibi durumları duyuyla ile

¹³⁴ Nuri Bilgin, **Sosyal Psikoloji Sözlüğü: Kavramlar, Yaklaşımlar**, Bağlam Yayıncılık, 2003, s.199.

¹³⁵ Adam Sharr, **Heidegger for Architects**, USA: Routledge, 2007, s.41-65.

¹³⁶ Jules Moloney, ‘‘Kinetic Architectural Skins and the Computational Sublime.’’, Leonardo, 42, 2009, s.68.

¹³⁷ (Url-26).

deneyimleyebilmektedir. Doğru bir şekilde kullanıldığında kinetik olma durumu, insan ruhuna dokunmaya ve ilham vermeye hizmet edebilmektedir.¹³⁸

Kinetik sistemlerdeki kontrol etme durumu, yapım tekniği, dinamiklik, tasarım gibi konulara ek olarak insan ve çevre etkileşimi için de önemli bir rol oynar. Bu sistemler bireysel ya da merkezi şekilde yönetilen mekanizmalar olabilir.¹³⁹ Kullanıcının kontrol sistemine müdahale edebildiği sistemler, kullanıcı ve mekân arasında bir etkileşim düzeyi oluşturur. Bu tür sistemler, kullanıcının dahil olduğu ve karar vermenin bir parçası olduğu fikrine önermelerdir.¹⁴⁰ Hareketli ve canlı olma durumu, yapıyı deneyimleyen kullanıcının, pasif gözlemcilikten aktif katılımcıya dönüşerek mekânla etkileşimini arttırmasını mümkün kılmaktadır. Her ne kadar tasarımcı mimar da olsa, yeri mekân yapan her bir kullanıcının deneyimi farklı olacağından transmimarlık sabit bir yapıya sahip değildir. Dolaşım, mimari bir mekânda var olmakla birlikte anında başlayan bir süreçtir ve bu süreçte bilinçli ya da bilinçsiz olarak bedenimiz ve hareketimiz bina ile sürekli diyalog halindedir.¹⁴¹ Bedensel etkileşim ile kullanıcı, sezgisel bir deneyim kazanabilmektedir.

Lattice Archipelogs, 2002 yılında Zaha Hadid ve Patrik Schumacher yönetiminde gerçekleştirilmiş bir projedir. Avusturya'nın Graz şehrinde düzenlenen "Gizli Ütopya (Latent Utopias)" isimli sergi için tasarlanmış bir enstalasyondur. Etkileşim ve kişiselleştirme amacıyla tasarlanan kinetik sistemlere örnek olarak gösterilebilir. Modüler hücrelerin bir araya getirilmesi ile oluşturulmuştur. Uzaktan algılama teknolojisi ve malzeme-ışık etkileşimi entegre edilmiştir.¹⁴² Galeri ziyaretçilerinin ortam içerisindeki hareketlerini kaydederek aydınlatma elemanlarına bağlı olan kontrol sistemine iletmektedir. Bu hareketlere göre ışık yoğunluğunu yeniden yapılandırarak tepki oluşturmaktadır. Böylelikle devamlı olarak güncellenip

¹³⁸ Maria Lorena Lehman, **Adaptive Sensory Environments: An Introduction**, Routledge, 2016, s.23.

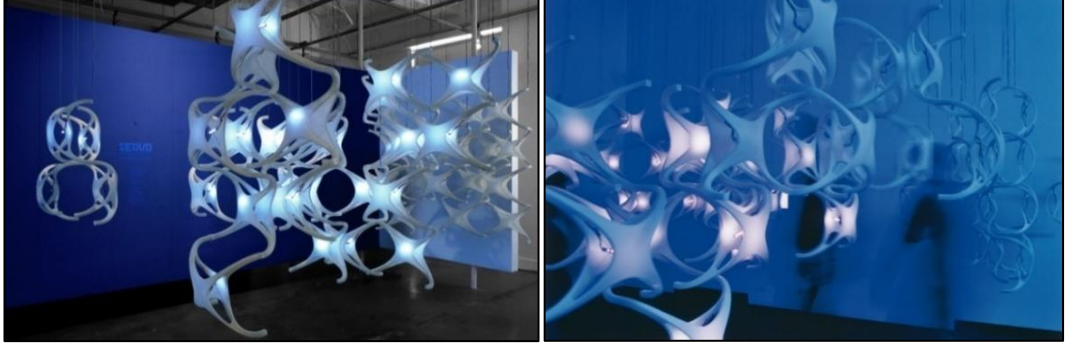
¹³⁹ Michael A. Fox, "Beyond Kinetic.", Cambridge, USA: Massachusetts Institute of Technology, 2002, s.6.

¹⁴⁰ Jules Moloney, "Between Art and Architecture: The Interactive Skin.", Tenth International Conference on Information Visualisation (IV'06), 2006, s.681.

¹⁴¹ Francis D. K. Ching, **Architecture, form space and order**, Hoboken, NJ: John Wiley & Sons, 2014, s.251.

¹⁴² (Url-27).

dönüşmektedir. Lattice Archipelogs'in sanal mimarisi yazılımı, algoritmik olarak yönlendirilmiş bir programdır. Galeri ortamı boş bırakıldığında, kontrol sistemine depolanan hareket kalıpları örneklenerek dönüşümlerini devam ettirebilmektedir.¹⁴³



Görsel 1.49. Lattice Archipelogs Enstalasyonu.¹⁴⁴

Görsel 1.50. Lattice Archipelogs Enstalasyonu.¹⁴⁵

¹⁴³ (Url-27).

¹⁴⁴ (Url-27).

¹⁴⁵ (Url-27).

İKİNCİ BÖLÜM

2. KİNETİK MİMARLIKTAKİ KULLANILAN HAREKET VE SİSTEM TÜRLERİ

Kinetik mimarlık uygulamaları, hareket türü ve sistem türüne göre farklılık göstermektedir. Yapıda talep edilen değişime göre uygun hareket ve sistem türü seçilmektedir. Aktif kinetik sistemler, bina şeklinde ve kullanılabilir alanda değişikliklerde rol oynayan sistemlerdir. Bu değişiklikler, binanın dış görünümünü, iç mekânın tamamını ve bina bileşenlerini etkilemektedir. Pasif kinetik sistemler, yapının performansını arttırmayı amaçlamaktadır. Bu sistemlerde, tepkiler sadece yapısal sistemin özellikleri üzerinde etkili olmaktadır.¹⁴⁶

2.1. Hareket Türleri

Kinetik mimarlık uygulamaları, gerçekleştirdikleri hareketin:

-Serbestlik türüne,

-Derecesine,

-Eksenine

bağlı olarak temel biçimde kategorize edilebilmektedir. Kinetik mekânsal terimler tanımlandığında çevirme, döndürme, ölçeklendirme ve malzeme deformasyonu yollarıyla gerçekleştirilen hareketleri kapsamaktadır.¹⁴⁷

¹⁴⁶ Konstantinos-Alketas Oungrinis, **“Implementation of Kinetic Systems in Architecture: A Classification of Techniques and Mechanisms Appropriate for Discreet Building Parts.”** (In Proceeding of International Conference on Adaptation and Movement in Architecture), 2013, s.3.

¹⁴⁷ Jules Moloney, **Designing kinetics for architectural facades: State change**, Abingdon, OX: Routledge, 2011, s.7.

İnşaat sistemleri	Hareket tipi	Hareket yönü			
		Paralel	Merkezi	Dairesel	Çevresel
Sabit destek yapılmı membranlar	Toplanma veya biraraya gelme				
	Yuvarlanma		-		
Sabit destek yapılmı membranlar	Kayma		-		-
	Katlanma				-
	Dönme	-	-		-
Sert yapılar (sert paneller veya yapısal segmentler)	Kayma				
	Katlanma				
	Dönme				

Görsel 2.1. Hareket Tipleri ve İnşaat Sistemleri Arasındaki İlişki (Friedemann Kugel'in Çizimleri Üzerinden) Çev. Zeynep Kevser Çakır.¹⁴⁸

2.1.1. Açılma-Kapanma

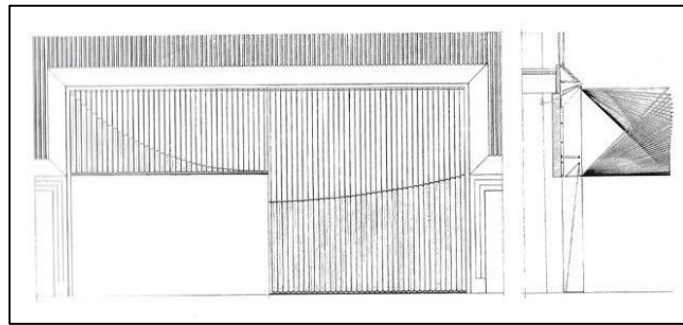
Açılma-kapanma hareketi yapıda, paralel, merkezi veya çevresel olarak tasarlanabilmektedir. Kinetik yapılarda gölgeleme, teras gibi yeni mekânlar ortaya çıkarma ve mevcut mekânlar arası geçirgenlik oluşturma vb. çeşitli amaçlarda kullanılmaktadır. Yapıda bütünsel olarak uygulanabilmesine rağmen genellikle yapı elemanları üzerinde daha bölgesel olarak kullanılmaktadır. Bu durumun sebebinin yapım ve onarım maliyetleri olduğu söylenebilir.

¹⁴⁸ Carolina De Marco Werner, "Transformable and transportable architecture: analysis of buildings components and strategies for project design.", Yayımlanmış Yüksek Lisans Tezi, Universidad Politécnicade Cataluña, Barselona, 2013, s.19.



Görsel 2.2. Ernisting Deposu Kapısının Açılıp Kapanması Hareketi.¹⁴⁹

1983-85'te Santiago Calatrava, Fabio Reinhardt ve Bruno Reichlin tarafından Almanya'da tasarlanan Ernstings Deposu (Ernstings Warehouse), açılma-kapanma hareketine örnek olarak gösterilebilir. Yapı elemanında meydana gelen daralma ve genişlemeler, yapıda çeşitli ölçeklemeler meydana getirir. Yükleme bölmelerinin kapıları için, dikey çıtalar kavisli bir çizgi boyunca menteşelenmiş ve alt noktalarında yükseltilebilen veya indirilebilen yatay bir çerçeveye bağlanmıştır. Çerçeve yükseltildiğinde, dikey çıtalar cephenin düzlemini terk etmekte ve her U şeklindeki profilin farklılaştırılmış üçlü birleşimleri nedeniyle zarif bir dokunsal çatı şeklini üstlenmektedir.¹⁵⁰



Görsel 2.3. Ernisting Deposu Kapısı Görünüş ve Kesiti.¹⁵¹

¹⁴⁹ (Url-28).

¹⁵⁰ (Url-29).

¹⁵¹ (Url-30).

2.1.2. Dönme

Dönme, yapının bütününün ya da bir elemanın bir eksen etrafında hareketine izin verir. Yapılarda, istenilen manzaraya yönelme, hava durumuna göre pozisyon değiştirme, yeni mekânlar ortaya çıkarma, üstü açık-kapalı mekân oluşturma vb. çeşitli amaçlarda kullanılabilir. Yapıda kısmi olarak kullanılabilir gibi bütünsel olarak da kullanımı mümkündür.

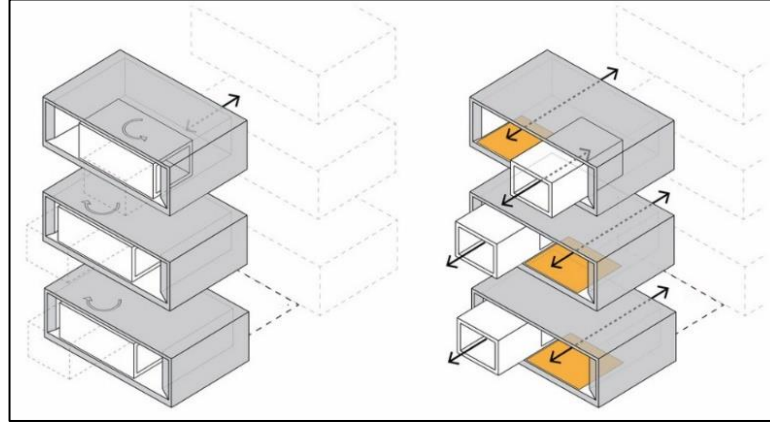
Sharifi-ha Evi, dönme hareketine örnek olarak gösterilebilir. Next Office tarafından 2013'te İran'ın başkenti Tahran'da tasarlanmıştır. Yapı, sıcak havalarda manzaraya yönelmek ve terası açığa çıkarmak için 90 derece döndürülebilen ve soğuk ve karlı havalarda evi daha sıcak tutmak için yatay bir konuma geri dönen üç odaya sahiptir.¹⁵² Yapı kullanıcıya alternatif kullanım sunarken aynı anda sokakla da birkaç farklı biçimde etkileşim kurabilmekte ya da kendini izole edebilmektedir.



Görsel 2.4. Sharifi-ha Evi Dönen Kütle Hareketi.¹⁵³

¹⁵² (Url-32).

¹⁵³ (Url-31).



Görsel 2.5. Sharifi-ha Evi Döner Kütle Hareketi Diyagramı.¹⁵⁴

2.1.3. Gerilme

Gerilme hareketi, esneme yeteneğine sahip malzemeler üzerinde kullanılabilir. Bu tür esnek malzemeler, genellikle asma-germe ve membran üst örtü elemanlarında karşımıza çıkmaktadır. Antik çağlarda geçici tiyatroların üzerine kullanılan üst örtüler, çağdaş mimaride spor sahası, yüzme havuzu, eğlence parkı, hayvanat bahçesi, havalimanı vb. birçok sosyal mekânda kullanılmaktadır. Ortaya çıkışı, açık mekânda güneş veya yağmur gibi hava koşullarından korunmanın amaçlanmasıdır. Bunun yanı sıra hareket edebilen bir sistemle kullanıldıkları zaman kullanım esnekliği sağlamaktadır. Özellikle stadyumlarda hava koşuluna uyumlu olarak açılıp kapanabilen sistemler tercih edilmeye başlanmıştır.

1925'te Almanya'da tasarlanan Waldstadion Stadyumu, gerilme hareketi ile değişim geçirebilen stadyumlara örnek olarak gösterilebilir. Stadyum çanağının etrafı boyunca devam eden sıkıştırma halkası, kablo halka sisteminin kenarını oluşturmaktadır. Merkezi göbekte germe kuvveti, sıkıştırma halkası kuvveti ile dengelenmektedir. Stadyumun çatı strüktürü, bu sistemle açılıp kapanabilmektedir.

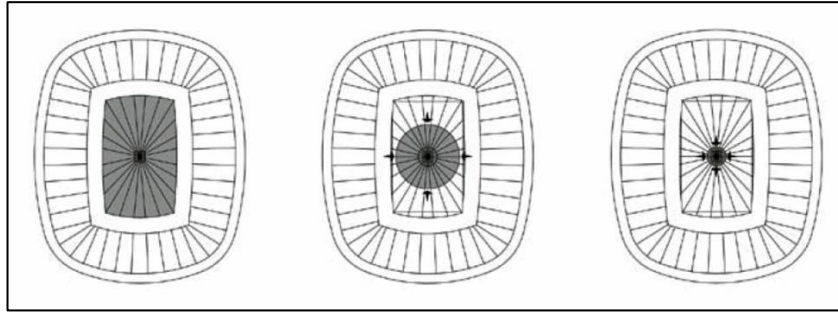
¹⁵⁴ (Url-31).

Böylelikle hava durumuna göre kullanım çeşitliliği sunmaktadır.¹⁵⁵ Membran kullanımı ve kablo sistemi ile tasarlanan sistemler, sık sık açılıp-kapanma hareketi yapmaya müsait değildir, yıpranma payı rijit malzemeli sistemlere göre daha yüksektir.



Görsel 2.6. Waldstadion Stadyumu Çatı Strüktürünün Kapalı Hali.¹⁵⁶

Görsel 2.7. Waldstadion Stadyumu Çatı Strüktürünün Açık Hali.¹⁵⁷



Görsel 2.8. Waldstadion Stadyumu Çatı Strüktürünün Hareketi Diyagramı.¹⁵⁸

¹⁵⁵ Knut Göppert, Michael Stein, “A Spoked Wheel Structure for the World’s largest Convertible Roof–The New Commerzbank Arena in Frankfurt, Germany.”, Structural Engineering International, 17(4), 2007, s.283.

¹⁵⁶ (Url-33).

¹⁵⁷ (Url-34).

¹⁵⁸ Andrej Mahovič, “Typology of Retractable Roof Structures in Stadiums and Sports Halls.”, Igra ustvarjalnosti -Creativity game, 2013, s.92.

2.1.4. Kayma

Kayma hareketi, bir cephenin katman katman çalışmasına etkili bir biçimde izin verebilmektedir. Yapıda bütünsel bir hareket sağlayabileceği gibi büyük bir sistemin parçası olarak da çalışabilmektedir.¹⁵⁹ Paralel ya da dairesel olarak hareket sağlayabilmektedir. Farklı ışık optimizasyonları sağlama, mekânsal boşluk kombinasyonları oluşturmak, fiziksel çevre denetimi sağlamak vb. amaçlarla kullanılabilir.



Görsel 2.9. Dragspelhuset Genişletilmiş Pozisyonu.¹⁶⁰

Görsel 2.10. Dragspelhuset Daraltılmış Pozisyonu.¹⁶¹

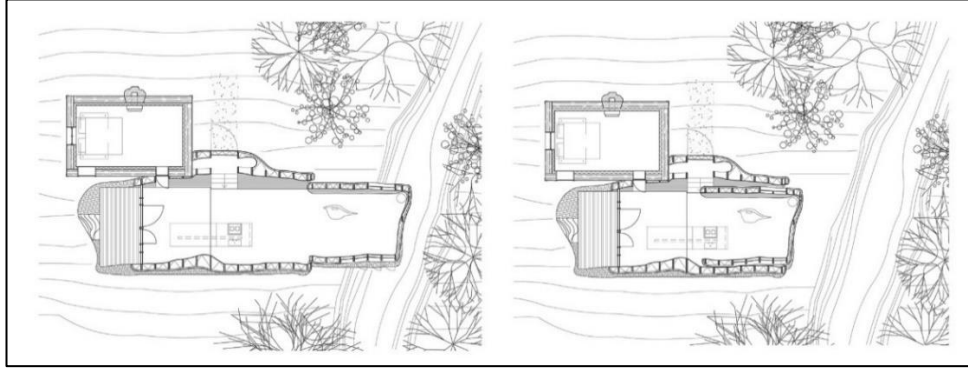
24H-architecture tarafından tasarlanan Dragspelhuset, kayma hareketi yapan kinetik yapılara örnek olarak gösterilebilir. Yapı, 2004 yılında İsveç'te yapılmıştır. Bölgede, göl kıyısı boyunca 4 metre yakınlıkta inşa faaliyetlerine izin verilmemektedir. Yapı, doğal ortam içerisinde yönetmeliğe uyumlu olarak maksimum olanak kullanımını sağlamak amacıyla uzayabilen biçimde

¹⁵⁹ Konstantinos-Alketas Oungrinis, "Implementation of Kinetic Systems in Architecture: A Classification of Techniques and Mechanisms Appropriate for Discreet Building Parts." (In Proceeding of International Conference on Adaptation and Movement in Architecture), 2013, s.6.

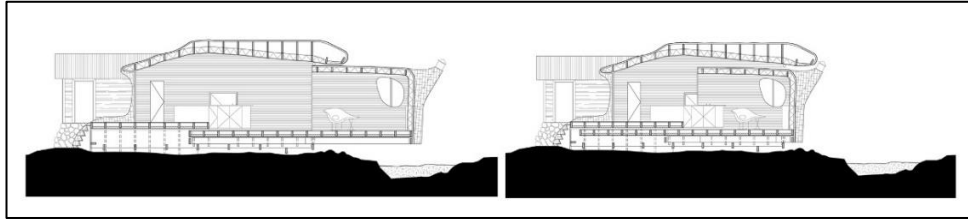
¹⁶⁰ (Url-35).

¹⁶¹ (Url-35).

tasarlanmıştır.¹⁶² Yapı kabuğu, kendisini hava koşullarına, mevsime veya göl kenarındaki kullanıcı sayısına bağlı olarak çevresine göre ayarlayabilmektedir.¹⁶³ Kış aylarında, soğuğa karşı çift derili kompakt bir kozaya benzemektedir. Yaz aylarında bina formunu değiştirebilmekte ve yağmurlu günlerde ekstra barınak için kanatlarını açabilmektedir. Alan en büyük pozisyonuna ulaştığında yapı, derenin üzerinde konsol olarak konumlanmaktadır. Yapının, mevcut imar yönetmeliklerindeki sabit ve durağan mimari algısına yeni anlayışlar getirilmesi gerekliliği ortaya koyduğunu söylemek mümkündür.



Görsel 2.11. Dragspelhuset Genişletilmiş ve Daraltılmış Pozisyonlarının Planları.¹⁶⁴



Görsel 2.12. Dragspelhuset Genişletilmiş ve Daraltılmış Pozisyonlarının Kesitleri.¹⁶⁵

¹⁶² (Url-36).

¹⁶³ (Url-36).

¹⁶⁴ (Url-35).

¹⁶⁵ (Url-35).

2.1.5. Katlanma veya Bükülme

Çeşitli malzemelerin üst üste kat oluşturacak biçimde bükülmesi hareketidir. Bu hareket yapı elemanın bir profil üzerinde doğrusal olarak kayması veya merkezi bir yapı elemanı etrafında bükülmesi ile meydana gelebilmektedir. Sert yüzeylerin katlanması, geometrinin yatkinlık ve kontrol edilme kolaylıklarından dolayı kullanılan en yaygın yöntemlerdendir. Kapalı konumlardan, oldukça açık konumlara gelebilmekte ve çeşitli estetiklere izin verecek şekilde dönüşebilmektedirler.¹⁶⁶



Görsel 2.13. Kafe-Restoran OPEN.¹⁶⁷

Görsel 2.14. Kafe-Restoran OPEN Açılıp Kapanan Panelleri.¹⁶⁸

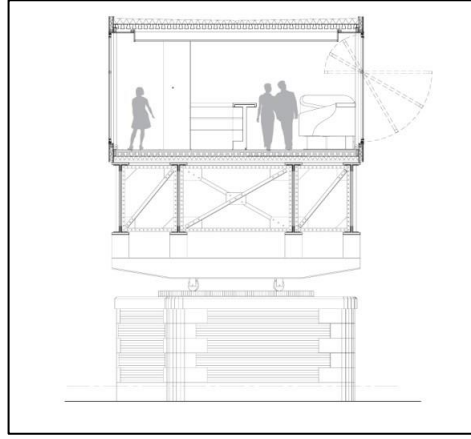
Amsterdam'da de Architecten Cie tarafından 2006 yılında tasarlanan Kafe-Restoran OPEN (Cafe-Restaurant OPEN), yapılarda katlanma hareketine örnek olarak gösterilebilir. Amsterdam'daki Westerdokseiland'daki demiryolu köprüsü, uzun süredir kullanılmaz hale gelmiştir. Sonrasında dönüştürülerek kafe olarak kullanılmaya başlamıştır. Yapı, mevcut köprüye tam olarak uyan saf, şeffaf, cam bir hacimdir. Bir zemin, bir çatı ve tamamı açılabilen tamamen önemli

¹⁶⁶ Konstantinos-Alketas Oungrinis, "Implementation of Kinetic Systems in Architecture: A Classification of Techniques and Mechanisms Appropriate for Discreet Building Parts." (In Proceeding of International Conference on Adaptation and Movement in Architecture), 2013, s.6.

¹⁶⁷ (Url-37).

¹⁶⁸ (Url-37).

pencerelerden oluşan camlı bir cepheden oluşmaktadır.¹⁶⁹ Yapının işlevi sebebi ile kapakların sıklıkla açılıp kapanması gerekmektedir. Bu bağlamda sistemde uzun ömürlülük ve dayanım sağlamak amacıyla rijit malzeme kullanıldığını söylemek mümkündür.



Görsel 2.15. Kafe-Restoran OPEN Kesiti.¹⁷⁰

2013'te Fransa'da yapılan HygroSkin-Meteorosensitive Pavyonu, bükülme hareketi yapan kinetik yapılara örnek verilebilir. Yapı, Achim Menges Architect, Oliver David Krieg ve Steffen Reichert tarafından tasarlanmıştır. Doğadaki canlıların, iklimsel değişikliklere tepki vermesinden esinlenilerek tasarlanmıştır. Herhangi bir duyuşal ekipman, motor fonksiyon ya da operasyonel enerji girişi gerektirmemektedir.¹⁷¹ Bu bağlamda yapının kontrol mekanizması bakımından sürdürülebilir olduğunu söylemek mümkündür.

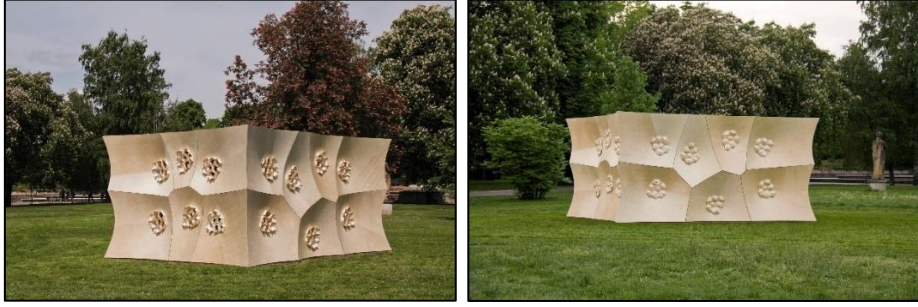
Yapı, mekanizmasız kinetik duyarlı mimari düşüncesi ile tasarlanmıştır. Neme duyarlı ince kontrplak levhalardan oluşturulmuştur. Nem değişimi, malzeme içerisindeki mikrofibrillerin arasındaki mesafeyi değiştirerek yüzeyde boyut farklılaşmasına neden olmaktadır. Böylelikle yüzeylerdeki diyaframların açılma-

¹⁶⁹ (Url-37).

¹⁷⁰ (Url-37).

¹⁷¹ (Url-38).

kapanma hareketi meydana gelmektedir. Diyafram açıklıkları, orta derecedeki bir iklimde parlak güneşliden yağmurlu havaya kadar nem aralığına bağlı nem değişikliklerine yanıt vermektedir. Değişen yüzey, malzemenin içinde hissetme, harekete geçme ve tepki verme kapasitesini temsil etmektedir.¹⁷²



Görsel 2.16. HygroSkin-Meteorosensitive Pavyonu Modüllerinin Açık Pozisyonu.¹⁷³

Görsel 2.17. HygroSkin-Meteorosensitive Pavyonu Modüllerinin Kapalı Pozisyonu.¹⁷⁴



Görsel 2.18. HygroSkin-Meteorosensitive Pavyonu Modülleri.¹⁷⁵

Görsel 2.19. HygroSkin-Meteorosensitive Pavyonu Modüllerinin İç Mekândan Görünümü.¹⁷⁶

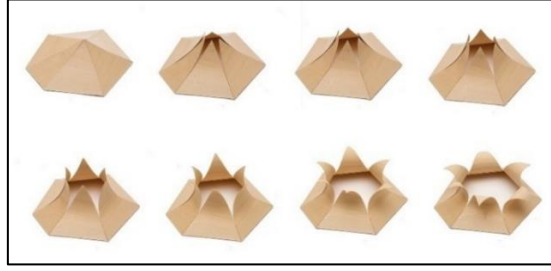
¹⁷² (Url-38).

¹⁷³ (Url-38).

¹⁷⁴ (Url-38).

¹⁷⁵ (Url-38).

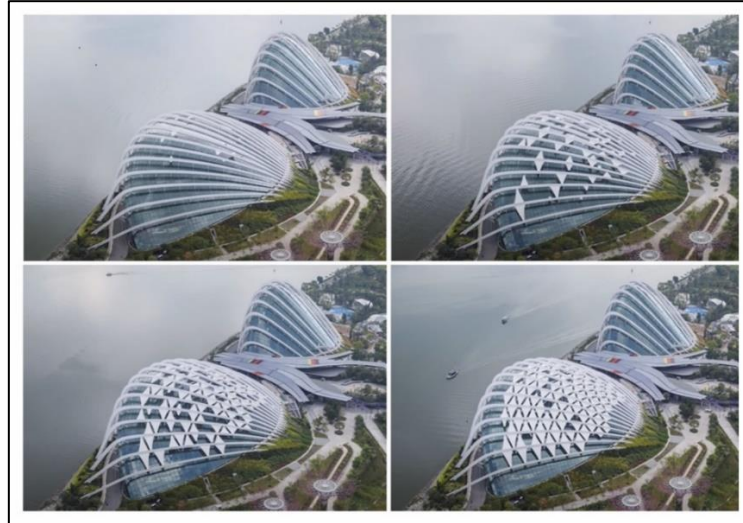
¹⁷⁶ (Url-38).



Görsel 2.20. HygroSkin-Meteorosensitive Pavyonu Modüllerin Neme Göre Açılması.¹⁷⁷

2.1.6. Daralma-Genişleme

Daralma-genişleme hareketi, yapı elemanlarının hareketli bağlantılarla birleştirilerek hacmini büyütüp küçültmesi ile oluşmaktadır. Rijit malzemeler bu harekete izin vermemektedir. Esnek malzemelerin kullanımıyla çeşitli formlar tasarlanabilmektedir. Taşınma, kurulma, sökülme gibi işlemlerde kolaylık sağlamaktadır. Uygulama alanları daha çok gölgeleme elemanlarından görülmektedir.



Görsel 2.21. Gardens by the Bay Kinetik Gölgeleme Strüktürü Hareketi.¹⁷⁸

¹⁷⁷ (Url-38).

Grant Associates ve Wilkinson Eyre Architects tarafından Singapur'da tasarlanan Gardens by the Bay, daralma-genişleme hareketi yapan kinetik yapılara örnek olarak gösterilebilmektedir. Yapı, dünyada türünde en büyük sera projelerinden biridir.¹⁷⁹ İç mekâna konumlandırılan sensörler, sıcaklığı, ışığı ve nemi kontrol etmektedir. Yapı kabuğunda profiller arasına diyagrid olarak yerleştirilmiş branda gölgelikler bulunmaktadır. Bu gölgelikler, cephede aşırı ısınmayı önlemekte ve iç mekâna geçen ışık miktarını dengelemektedir. Yapıda, kabukta tamamen cam kullanımı sonucu oluşan aşırı ısınma problemi ve buna çözüm olarak üretilen gölgeleme elemanları tasarımda çelişki ortaya koymaktadır. Daha düşük maliyetlerle ve farklı sistemlerle çözümlenebilecek bir mekân, malzeme ve kontrol mekanizmaları ile yüksek bir maliyette yapılmıştır.



Görsel 2.22.Gardens by the Bay. ¹⁸⁰

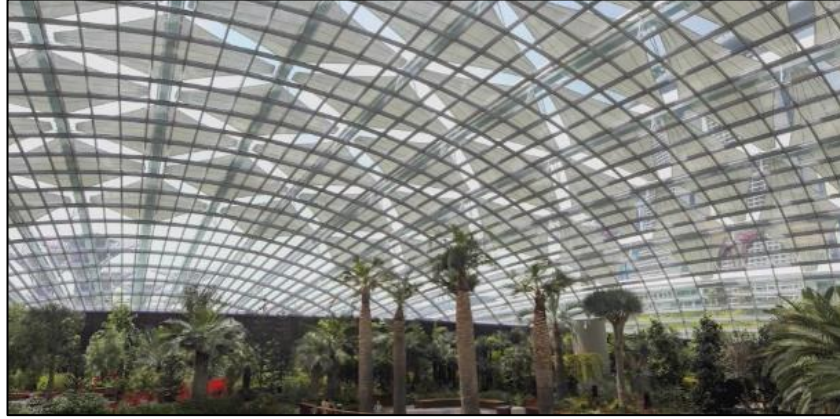
Görsel 2.23. Gardens by the Bay Kinetik Gölgeleme Strüktürü.¹⁸¹

¹⁷⁸ (Url-39).

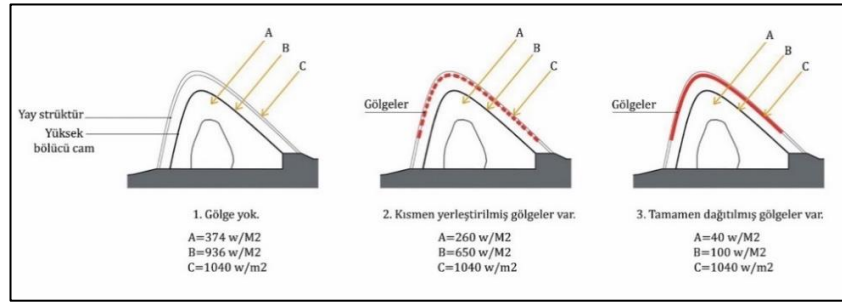
¹⁷⁹ (Url-40).

¹⁸⁰ (Url-41).

¹⁸¹ (Url-42).



Görsel 2.24. Gardens by the Bay İç Mekândan Gölgeleme Strüktürünün Görüntüsü.¹⁸²



Görsel 2.25. Gardens by the Bay Gölgeleme Elemanları Diyagramı Çev. Zeynep Kevser Çakır.¹⁸³

2.1.7. Malzeme Deformasyonu

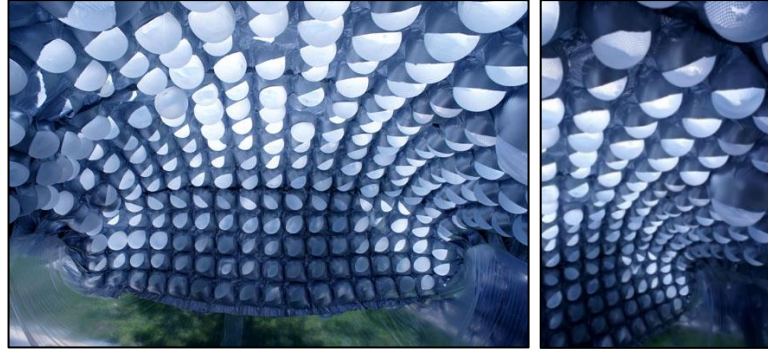
Malzeme deformasyonu, kinetik yapılarda hareket türlerinden biridir. Değişime açık olan malzemenin, çeşitli baskı, basınç ya da ısıl etkilerle biçimini değiştirmesi ile meydana gelmektedir. Malzeme, üzerindeki etki ortadan kaybolduğu zaman başlangıçtaki pozisyonuna dönmektedir. Hem rijit hem de esnek malzemelerle

¹⁸² (Url-39).

¹⁸³ (Url-43).

kullanımı mevcuttur. Fakat hareket, esnek malzeme ile kullanıma daha uygundur. Örneğin basınç ile çalışan pnömatik sistemler bu başlık altında incelenebilmektedir.

USC School of Architecture öğrencileri tarafından, 2012 yılında Saf Basınç (Sheer Pressure) çalışmayı sonucunda tasarlanan pnömatik strüktür, malzeme deformasyonu ile harekete örnek olarak gösterilebilmektedir. Yapı, basıncın, ışık ve şeffaflık ile ilişkisini ele almaktadır. Yapının derisi, farklı boyut ve malzemelerden dikilmiş panellerden oluşmaktadır. Her panel şişirilmiş bir balonu kaplamakta ve içinde bir ampul etkisi oluşturmaktadır.¹⁸⁴ Basınç etkisi kaldırıldığında strüktür hacminin küçülerek ortadan kaldırılabilmesi sistemin avantajlarından. Ancak pnömatik strüktürlerin, rüzgâr gücü, kar yükü vb. doğal kuvvetlere dayanımı zayıftır. Bu dezavantaj sistemin sürdürülebilirliğini azaltan bir faktördür.



Görsel 2.26. USC School of Architecture Tarafından Tasarlanan Pnömatik Strüktür.¹⁸⁵

Görsel 2.27. Pnömatik Strüktürün Yakından Görünümü.¹⁸⁶

2.1.8. Işıktaki Değişiklikler ve Optik Etki

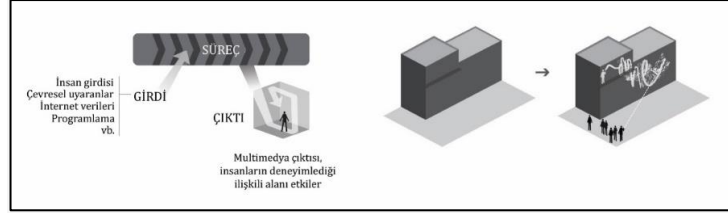
Multimedya ve mimari bağlamın karşılıklı ilişkisi ile işitsel, görsel ve dokunsal içerikler kullanılarak etkileşimli mekânlar ortaya çıkmaktadır. Bu

¹⁸⁴ (Url-44).

¹⁸⁵ (Url-44).

¹⁸⁶ (Url-44).

entegrasyonlar aracılığıyla algılanan zaman ve mekân esnek hale gelmektedir.¹⁸⁷ Işık değişimleri ve optik etki, hareket grafiklerinin çeşitli elemanlar aracılığıyla yüzeylerde yansıtılmasıyla farklı görsel efektlere ortam sağlamaktadır.



Görsel 2.28. Multimedya ve Mimarlık Arasındaki İlişki Çev. Zeynep Kevser Çakır.¹⁸⁸



Görsel 2.29. Galleria Centercity Gece Görünümü.¹⁸⁹

Görsel 2.30. Galleria Centercity Gece Görünümü.¹⁹⁰

Güney Kore’de tasarlanan Galleria Centercity, ışık değişimi ile hareketlilik sağlayan yapılara örnek gösterilebilir. Dinamik çift katmanlı bir cepheye sahip olan yapı, UNStudio tarafından tasarlanmıştır. Gündüzleri yapının cephesi tek renkli

¹⁸⁷ Anne James, Dai Nagasaka, “**Theoretical Connection Points Between Multimedia and Architecture.**”, Journal of Asian Architecture and Building Engineering, 10(1), 2011, s.171.

¹⁸⁸ **A.g.e.**, s.172,177.

¹⁸⁹ (Url-45).

¹⁹⁰ (Url-45).

yansıtıcı bir görünüme sahipken, geceleri renkler ve bilgisayar animasyonlarıyla ışık dalgaları oluşturmak için bir araç olarak kullanılmaktadır. Aydınlatma tasarımıyla, mimariye paralel olarak geliştirilmiş ve çift katmanlı cephe yapısından yararlanılmıştır. Çift cidarlı cam cephenin her iki katmanı da dikey doğrusal desenden oluşmaktadır ve iç cephe katmanına dahil edilmiş bir dizi stratejik açıklık ile binayı kaplamaktadır. Bu açıklıklar iç mekâna gün ışığı sağlamaktadır.¹⁹¹



Görsel 2.31. Galleria Centercity Dinamik Cephe Diyagramları.¹⁹²



Görsel 2.32. Galleria Centercity Gündüz Görünümü.¹⁹³

Görsel 2.33. Galleria Centercity Cephesi Yakından Görünümü.¹⁹⁴

¹⁹¹ (Url-45).

¹⁹² (Url-45).

¹⁹³ (Url-45).

Yüzeysel olarak tasarlanan cephede bezeme, derinlik ve kendine özgünlük sağlamak için bilgisayar ile kontrol edilen ışık dalgalanmaları ile dijital ve soyut bir biçimde ele alınmıştır. Dinamik cephenin bağlamla bir ilişki kurma kaygısı yoktur, markalaşma amacı ile ışık oyunları ve yansıtılan animasyonlarla görsel olarak zenginleştirme talebi ile tasarlanmıştır.

Optik etkiler dış cephede kullanılabileceği gibi iç mekânda da çeşitli amaçlarda kullanılmaktadır. Örneğin Lizbon Portekiz’de bulunan Microsoft Genel Merkezi’nde akıllı cam kullanılmıştır. Mekânda kullanım esnasında ihtiyaç olan durumlarda görsel mahremiyet sağlanabilmektedir. Böylelikle mekânsal ayrıştırma sağlanması amaçlanmıştır. Aynı ihtiyacın daha düşük maliyet ve malzemelerle çözümlenebilmesi mümkünken dinamik yüzey kullanımının, firmanın kurumsal kimlik ve vizyonunun desteklenmesi için kullanıldığını söylemek mümkündür.



Görsel 2.34. Microsoft Genel Merkezi Akıllı Camın Şeffaf Kullanımı.¹⁹⁵

Görsel 2.35. Microsoft Genel Merkezi Akıllı Opak Kullanımı.¹⁹⁶

2.1.9. Akışkan Malzeme Kullanımı

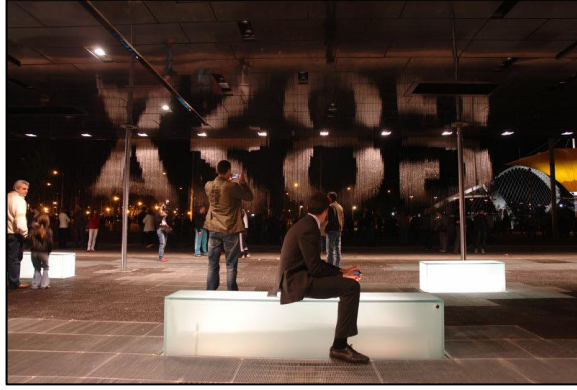
Kinetik yüzey tanımlamada, su gibi akışkan malzemelerin kullanımı da söz konusudur. Böylelikle mekânları tanımlayan geçirgen arayüzler ortaya

¹⁹⁴ (Url-45).

¹⁹⁵ (Url-46).

¹⁹⁶ (Url-46).

çıkarılabilmektedir. Malzemenin akışı, istenilen formlara uygun yazılımlarla kontrol edilebilmektedir. Kullanılan yazılımlarla, oluşturulan geçirgen duvarlara istenilen desenler entegre edilebilmektedir. Bu bağlamda soyut ve değişken bir bezeme tasarlanmak mümkün hale gelmektedir.

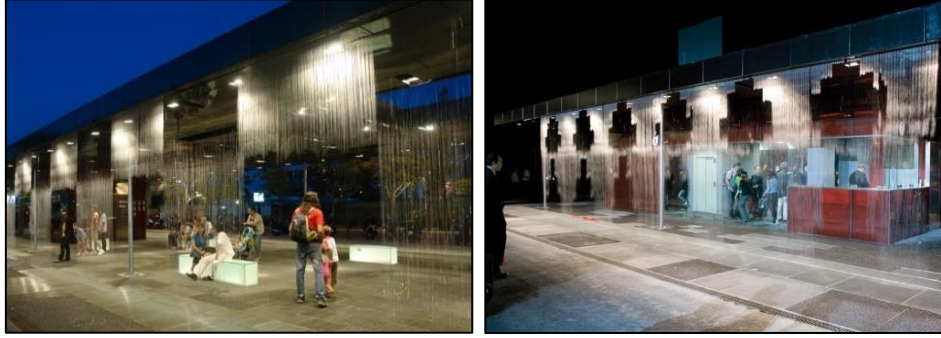


Görsel 2.36. Dijital Su Pavyonu, Işık ve Su ile Oluşturulan Dijital Duvar.¹⁹⁷

İhtiyaç duyulmayan zamanlarda sistem tamamen durdurularak ortadan kaldırılabilir. Böylelikle mekâna, ihtiyaca göre kullanım esnekliği sağlanmaktadır. Zaragoza Expo 2008 için tasarlanan Dijital Su Pavyonu (The Digital Water Pavilion), esnek bir alan tanımlamaktadır. Expo 2008' in teması, suyu mimari bir unsur olarak ele almaktı. Bu pavyonda duvarlar, dijital olarak kontrol edilebilen su damlacıklarının birleşimi ile tanımlanmaktadır. Duvarlar, yazı veya desen ortaya çıkarabilmekte ve ortamdaki kişi sayısına göre kendini yapılandırıp dönüştürebilmektedir. Bu bağlamda etkileşimli ve estetik olarak yorumlanabilmektedir.¹⁹⁸

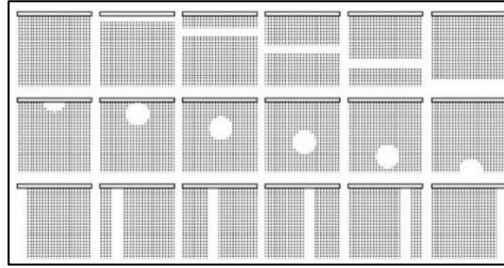
¹⁹⁷ (Ur1-47).

¹⁹⁸ (Ur1-48).



Görsel 2.37. Dijital Su Pavyonu.¹⁹⁹

Görsel 2.38. Dijital Su Pavyonu.²⁰⁰



Görsel 2.39. Dijital Su Pavyonu Analitik Çizimi.²⁰¹

2.2. Sistem Türleri

Statik yapıların aksine, mobil yapıların ihtiyaçları farklılık göstermektedir. Hareketin dönüşümü, sertliği, direnci vb. kontrol altında tutulmalıdır. Hem açık hem kapalı pozisyonlarda istikrar korunmalıdır.²⁰² Kinetik mimarlıkta, yapı ve yapı elemanlarının hareket edebilmesi için güç kaynaklarına ve gücü aktaran çeşitli

¹⁹⁹ (Url-47).

²⁰⁰ (Url-47).

²⁰¹ Jules Moloney, **Designing kinetics for architectural facades: State change.**, Abingdon, OX: Routledge, 2011, s.24.

²⁰² Michael Schumacher, Oliver Schaeffer, Michael Vogt, **Move: Architecture in Motion Dynamic Components and Elements**, Birkhäuser, 2010.

araçlara ihtiyaç vardır. Hareket eden yapı elemanları için kullanılan mekanik sistemler, güç kaynağı ve gücü ileten aktarma bileşenleridir.

Kinetik yapılar, hareket ve kuvvet ileten mekanizmaları barındırarak çeşitli mimari tasarımların biçimini ve şeklini fonksiyonel boyutla birleştirir. Otomatik kontrollerin başlangıcı 20.yüzyıl başlarında görülür. Makinelerle doğrudan kontrollü birçok algılama türü geliştirildi. Bu cihazlar, hız, ağırlık, basınç vb. gibi somut ve soyut faktörlere karşı duyarlılıkla çalışmaktadır.²⁰³ Mekanik olarak basit sistemlerden sensörlere, dedektörlere ve bilgisayarlara bağlanan daha karmaşık kontrol mekanizmaları vardır. Önceden programlanmış ayarlara sahip otomatik kontroller olduğu gibi, kullanıcının kendi istek ve ihtiyacına göre manuel olarak değiştirebilmesi gibi birçok yol söz konusudur.²⁰⁴

Herhangi bir uyarlanabilir sistemin, dinamik ve duyarlı hale gelebilmesi için sisteme bir hareket girdisinin aktarılması gerekmektedir.²⁰⁵ Kontrol mekanizmaları, bir nesneyi harekete geçirmek, hareketin yönünü değiştirmek, kuvvetin hızını dengelemek gibi işlemleri yönlendirmektedir. Kinetik kontrol sistemleri, karmaşıklık düzeyine bağlı olarak altı türde incelenebilmektedir:

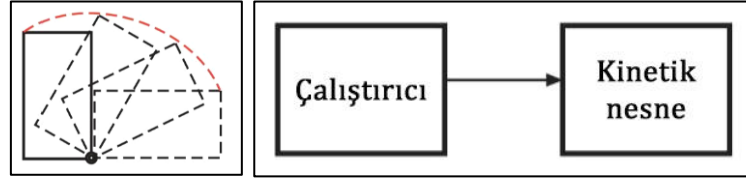
1.Dâhili Kontrol (Internal Control): İçsel yapısal dönme ve kayma kısıtlamasına göre dâhili bir kontrol içeren sistemlerdir. Bu sistemler, yapısal olarak mekanik hareket potansiyeline sahiptir. Ancak doğrudan bir kontrol mekanizmasına sahip değildirler. Bu kategoride taşınabilir ve konumlandırılabilir mimari yer alır.

2.Direkt Kontrol (Direct Control): Hareketin, doğrudan çeşitli enerji kaynakları tarafından ortaya çıkarıldığı sistemlerdir. Bu sistemlerde hareket, çevresel koşullara yanıt olarak oluşmaktadır.

²⁰³ Mai M. Youssef, ‘**Kinetic behavior, the dynamic potential through architecture and design.**’, International Journal of Computational Methods and Experimental Measurements, 5, 2017, s.607-610; William Zuk, Roger H. Clark, **Kinetic Architecture**, New York: Van Nostrand Reinhold, 1970, s.23.

²⁰⁴ Naglaa Ali Megahed, ‘**Understanding kinetic architecture: Typology, classification, and design strategy.**’, Architectural Engineering and Design Management, 13 (2), 2016, s.12.

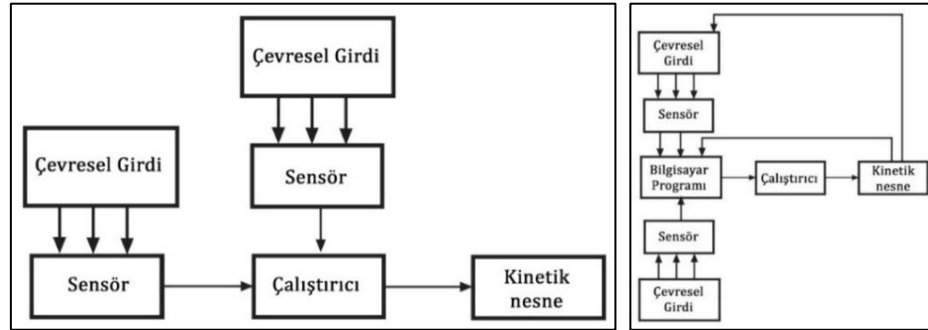
²⁰⁵ Branko Kolarevic, Vera Parlac, **Adaptive, Responsive Building Skins, in Building Dynamics: Exploring Architecture of Change**, Routledge Taylor & Francis Group, 2015, s.69-88.



Görsel 2.40. Dâhili Kontrol Diyagramı.²⁰⁶

Görsel 2.41. Direkt Kontrol Diyagramı Çev. Zeynep Kevser Çakır.²⁰⁷

3. Dolaylı Kontrol (In-Direct Control): Hareketin, sistemin geri bildirim vermesi ile dolaylı olarak etkinleştiği sistemlerdir. Ana kontrol sistemi, çevreden sisteme gelen bilgiler ile çalışmaya başlar. Sensör, kontrol cihazına bir mesaj iletir. Hareket etkinleştirme için kontrol cihazının enerji kaynağına talimatı iletmesi ile çalışır. Sistem, tekil bir uyarı karşı tekil bir tepki ile kendini kontrol eder.



Görsel 2.42. Dolaylı Kontrol Diyagramı Çev. Zeynep Kevser Çakır.²⁰⁸

Görsel 2.43. Duyarlı ve Dolaylı Kontrol Diyagramı Çev. Zeynep Kevser Çakır.²⁰⁹

²⁰⁶ Michael A. Fox, "Beyond Kinetic", Cambridge, USA: Massachusetts Institute of Technology, 2002, s.6.

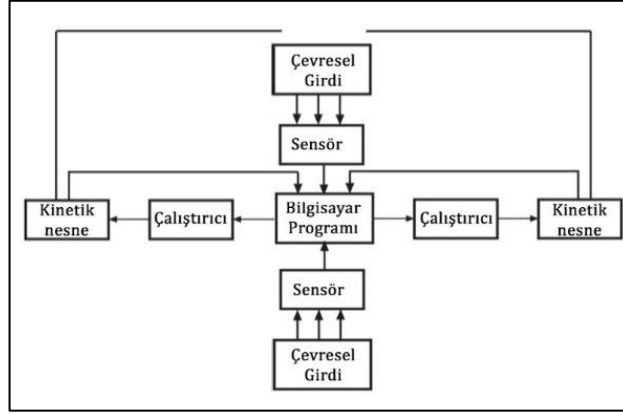
²⁰⁷ A.g.e., s.6.

²⁰⁸ Michael A. Fox, "Beyond Kinetic", Cambridge, USA: Massachusetts Institute of Technology, 2002, s.6.

²⁰⁹ A.g.e., s.6.

4.Duyarlı ve Dolaylı Kontrol (Responsive In-Direct Control): Temel çalışma işleyişi, dolaylı kontrol sistemi ile aynıdır. Bu sistemlerde ek olarak kontrol cihazı, çok sayıda sensörden mesaj alır. Tek bir nesnenin hareket etkinleştirilmesi için enerji kaynağına talimat verebilir.

5.Çoklu, Duyarlı ve Dolaylı Kontrol (Ubiquitous Responsive In-Direct Control): Hareket, birçok otonom motor çiftinin bir ağa bağlı olarak bütüncül hareketi sonucu ortaya çıkar. Kontrol mekanizması, otomatik uyarlanabilir ve otomatik geri bildirim sistemi gerektirir.

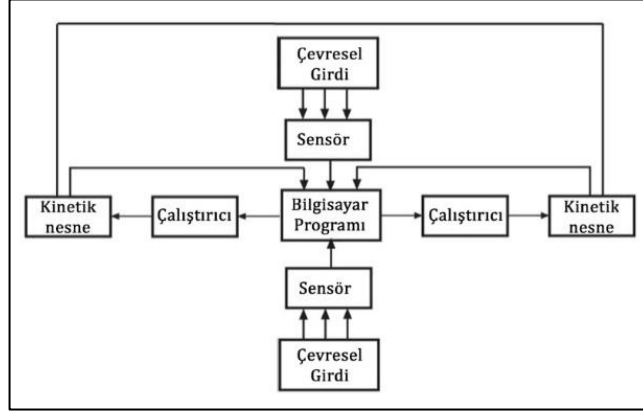


Görsel 2.44. Çoklu, Duyarlı ve Dolaylı Kontrol Diyagramı Çev. Zeynep Kevser Çakır.²¹⁰

6.Öğrenme Yetisine Sahip, Duyarlı ve Dolaylı Kontrol (Heuristic Responsive In-Direct Control): Bu sistemler, sezgisel ya da öğrenme yeteneğine sahip mekanizmalara sahiptir. Hareket, tekil olarak yanıt verme ya da kendini ayarlama yoluyla sağlanır. Deneyimsel adaptasyon ile sistemleri değişime yanıt olarak optimize eder.²¹¹

²¹⁰ Michael A. Fox, “**Beyond Kinetic**”, Cambridge, USA: Massachusetts Institute of Technology, 2002, s.7.

²¹¹ Michael A. Fox, Bryant P. Yeh, “**Intelligent Kinetic Systems in Architecture**”, Managing Interactions in Smart Environments, London: Springer, 2000, s.96-100.



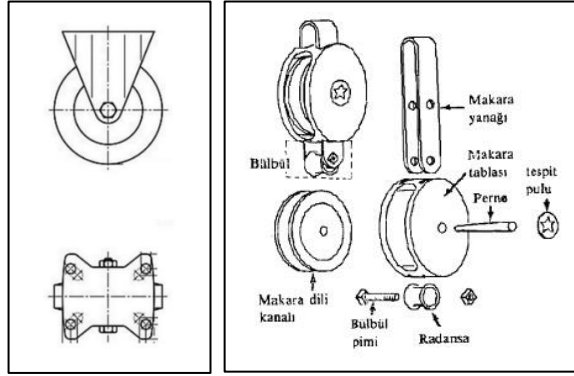
Görsel 2.45. Öğrenme Yetisine Sahip, Duyarlı ve Dolaylı Kontrol Diyagramı Çev. Zeynep Kevser Çakır.²¹²

Kinetik bir tasarımda işlevsel, pratik ve estetik kriterleri analiz etmek, kapsamlı ve teknik altyapıya sahip olması gereken bir çalışmadır. Tasarımda, hareketliliği sağlamak için standart ve seri üretim araçlar kullanılıyorsa istenen hareket türüne en uygun seçimin yapılması işleyiş ve maliyet için önemli sonuçlar doğurmaktadır. Seçilen yapı elemanı ve mekanizmaların çeşitli deney ve modellemelerle test edilmesi, sistem işleyişi ve maliyetinin hesaplanmasında kilit bir rol oynamaktadır.

2.2.1. Makaralı Sistem

Makaralı sistemler, makaraların üzerine iplik, tel vb. malzemelerin sarılması ile oluşturulmaktadır. Sabit bir eksen etrafında rahatça dönebilmekte ve türüne göre kuvvetin yönünü, doğrultusunu değiştirebilmektedirler. Sabit makaralar yalnızca dönme hareketi yapabilirler. Hareketli makaralarsa hem dönme hem öteleme hareketi yapabilmektedir.

²¹² Michael A. Fox, "Beyond Kinetic", Cambridge, USA: Massachusetts Institute of Technology, 2002, s.7.



Görsel 2.46. Makara Vektörel Çizim.²¹³

Görsel 2.47. Makara Elemanları Vektörel Çizim.²¹⁴

Korteknie Stuhlmacher Architecten tarafından tasarlanan 19 Numaralı Ev (House no.19), makaralı sistemlerle hareket eden kinetik yapılara örnek olarak gösterilebilir. Yapı, 2003 yılında Hollanda Utrecht'te yapılmıştır. Yapının bir cephesi makaralı bir sistem aracılığıyla bir kutunun kapağı gibi açılarak teras meydana getirmektedir. Kapalı pozisyondayken fiziksel çevreye karşı kendini izole eden yapı, istendiği zaman kapakların açılmasıyla mahalle sakinlerine karşı davetkar bir role bürünmektedir.



Görsel 2.48. 19 Numaralı Ev Kapısının Kapalı, Yarı açık ve Açık Pozisyonları.²¹⁵

²¹³ (Url-49).

²¹⁴ (Url-50).

²¹⁵ (Url-51).

2.2.2. Menteşeli Sistemler

Hareketin gerçekleşebilmesi için hareketli elemanlar ve statik elemanlar arasında hareketli eklemlerin kullanılması gerekmektedir. Bu eklemler, hareketin türü, eksenini, yönü ve doğrultusuna göre imkân sağlayıcı veya kısıtlayıcı olabilmektedir. Dolayısıyla harekete izin verme amaçlı kullanılabilir gibi bazı hareket türlerini engelleyici biçimde de tasarlanabilmektedir. Döner menteşeler genellikle kapı, pencere gibi yapı elemanlarında kullanılmaktadır. Yapı bileşeninin açılma açısı, kullanılan menteşe türü ile ayarlanabilmektedir. Ek olarak kendi kendini kapatabilen mekanizmalar, menteşeyle bütünleştirilebilmektedir.



Görsel 2.49. M-Evi Panelleri ve Menteşeli Hareketli Cephesi.²¹⁶

Görsel 2.50. M-Evi Panelleri Yakın Görünümü.²¹⁷

Michael Jantzen tarafından tasarlanan M-Evi (M-House), menteşeli kinetik yapılara örnek olarak gösterilebilir. M-Evi, tasarımcısının M-Vironment sistemiyle ortaya çıkarılmıştır. Yapı, hareketleriyle çeşitli görsel ve işlevsel kombinasyonlar oluşturan çok sayıda çerçeveden meydana getirilmiştir. Çerçeveler, çok çeşitli ihtiyaçları karşılamak için sökülebilmekte ve farklı biçimlerde monte edilebilmektedir. Böylelikle hem iç yüzeyde hem de dış yüzeyde değişimlere olanak

²¹⁶ (Url-52).

²¹⁷ (Url-52).

sağlamaktadır. Çerçeveler yatay veya düşey yönde menteşelenmiştir.²¹⁸ Manuel olarak kontrol edildiği için herhangi bir sensör veya aktüatöre ihtiyaç duyulmamaktadır.



Görsel 2.51. M-Evi İç Mekân Görünümü.²¹⁹

2.2.3. Raylı Sistemler

Raylı sistemler, rijit elemanlardaki öteleme, dönme ve kayma gibi mekanik hareketler için kullanılmaktadır. Hareketi, bir ray üzerinde ileten sistemlerdir. Böylelikle hareket etmesi istenen yapı elemanının, ray doğrultusunda kayarak daha az enerji kullanımı ile kolaylıkla yer değiştirmesi sağlanmaktadır. Bu sebeple, taşıma gerektiren alan ve sektörlerde çoklukla kullanılmaktadır.

Shigeru Ban Architects tarafından 2017 yılında Fransa’da tasarlanan La Seine Müzikali, raylı hareketli sistemlere örnek olarak gösterilebilir. Ray hattı, yapının organik sınırlarına uyum sağlayacak şekilde yapılmıştır. Böylelikle şeffaf yapı kabuğu, yapı etrafında dönme hareketi yapabilmektedir. Yapı, iç mekânda bir mikro iklim oluşturan ve ahşap yapı ile desteklenen şeffaf bir yapı kabuğuna sahiptir. Ray üzerinde dönen fotovoltaik yelken, güneşin döndüğü yönde çalışmak için

²¹⁸ (Url-52).

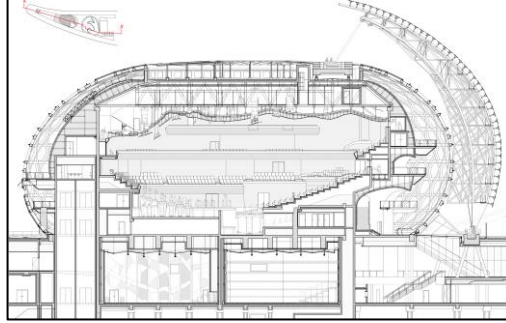
²¹⁹ (Url-52).

otomatikleştirilmiştir.²²⁰ Yapıda iklimlendirme sağlanması için tasarlanan kabuk, estetik kaygı ile ana kütleyle bütünleşecek biçimde konumlandırılmıştır.



Görsel 2.52. Shigeru Ban Tarafından Tasarlanan La Seine Müzikali Raylı Cephesi.²²¹

Görsel 2.53. La Seine Müzikali Raylı Sistemle Hareket Eden Cephesi.²²²



Görsel 2.54. Shigeru Ban Tarafından Tasarlanan La Seine Müzikali Kesiti.²²³

²²⁰ (Url-54).

²²¹ (Url-53).

²²² (Url-53).

²²³ (Url-53).

2.2.4. Dişli Sistemler

Mekanik kuvveti, öteleme ve döndürme olarak kullanan sistemlerdir. Dişlilerin türü, büyüklüğü vb. gücün büyüklüğünün ve kuvvetin yönünün değiştirilmesini sağlamaktadır. Hareket ve güç iletimi, kayışlarla, halatlarla, zincirlerle gerçekleştirilmektedir. Kısa mesafelerde, ara küçük dişlilerin kullanımı da etkili olmaktadır. Kullanımı, çok eski dönemlere dayanmaktadır. Basit su çarkları, yel değirmenleri vb. yapılar rüzgârdan gelen gücü, dişlilere aktaran ve hareketi ortaya çıkaran sistemlerdir.



Görsel 2.55. 242 State Street Cephesinin Kapalı Pozisyonu.²²⁴

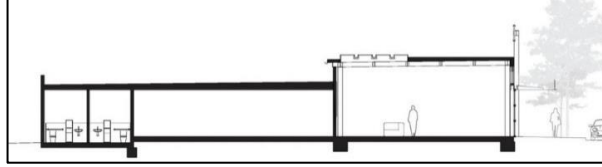
Görsel 2.56. 242 State Street Cephesinin Açık Pozisyonu.²²⁵

Olson Kundig tarafından 2014 yılında Amerika’da tasarlanan 242 State Street, dişli hareketli yapılara örnek olarak gösterilebilir. Cephe tasarımında, toplumu alana davet eden bir ortam oluşturulması amaçlanmıştır. Yapının ön cephesi, ihtiyaca bağlı olarak kaldırılıp indirilebilen bir pencereden oluşmaktadır. Pencere duvarı, güvenlik mekanizmasının kilidini açmak için bir pedalı devreye sokarak çalışmaktadır. Daha sonra dişli ve kasnakları etkinleştiren bir el tekerleği döndürülerek, duvar kaldırılmaktadır. Pencere duvarı kapalı haldeyken, ziyaretçiler 3

²²⁴ (Url-55).

²²⁵ (Url-55).

metre boyundaki bir pivot kapıyı kullanabilmektedir.²²⁶ Manuel olarak kontrol edildiği için herhangi bir sensör veya aktüatöre ihtiyaç duyulmadan kullanmaya imkân tanımaktadır.



Görsel 2.57. 242 State Street Kesiti.²²⁷



Görsel 2.58. 242 State Street, Dişli Hareketli Sistem.²²⁸

Görsel 2.59. 242 State Street, Dişli Sisteminin Yakından Görünümü.²²⁹

2.2.5. Makaslı Sistemler

Makaslı sistemler, senklastik ve antiklastik yüzeylerin büyük bir kısmında dönüşüm kabiliyeti sağlamaktadır. Hacim olarak küçültülebilme yeteneğine sahip oldukları için taşınabilir mobilya, barınak, platform vb. birçok uygulamada

²²⁶ (Url-56).

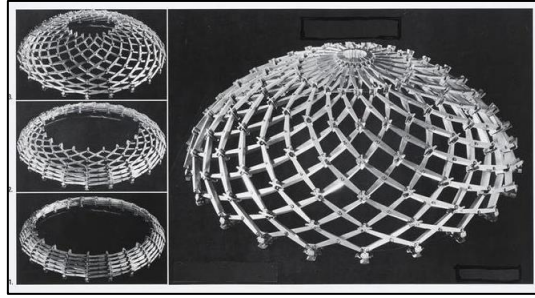
²²⁷ (Url-57).

²²⁸ (Url-55).

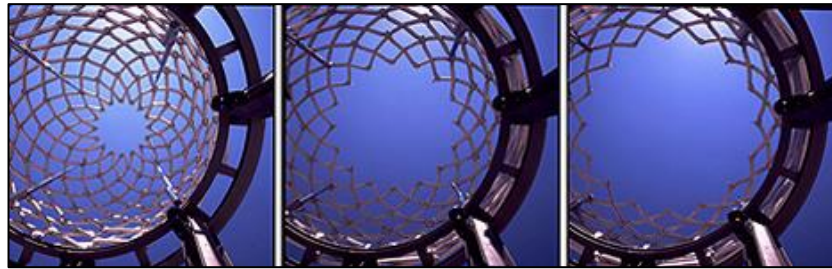
²²⁹ (Url-58).

kullanılabilmektedir.²³⁰ Makaslı sistemler, sanayi sektöründe yaygın kullanılan bir kaldırma sistemidir.

Hoberman Associates tarafından 2000 yılında Hanover, Almanya’da tasarlanan Iris Kubbesi (Iris Dome) makaslı sistemli kinetik strüktürlere örnek olarak gösterilebilir. Iris Kubbesi’nin ilk açık hava enstalasyonu, Dünya Fuarı Expo 2000’de Alman Pavyonu’nun yanında ortaya çıkmıştır.²³¹ Chuck Hoberman, genişleme ve daralma yeteneğine sahip tasarladığı yüzeyleri katlanabilir mekanizmalar ile birleştirmiştir. Kubbenin açılıp kapanma hareketi geometrik bir dönüşüm hareketi meydana getirmektedir. Strüktürün üstünün kapanmasına imkân tanınamaması sistemin dezavantajlarından biridir.



Görsel 2.60. Iris Kubbesi Modeli.²³²

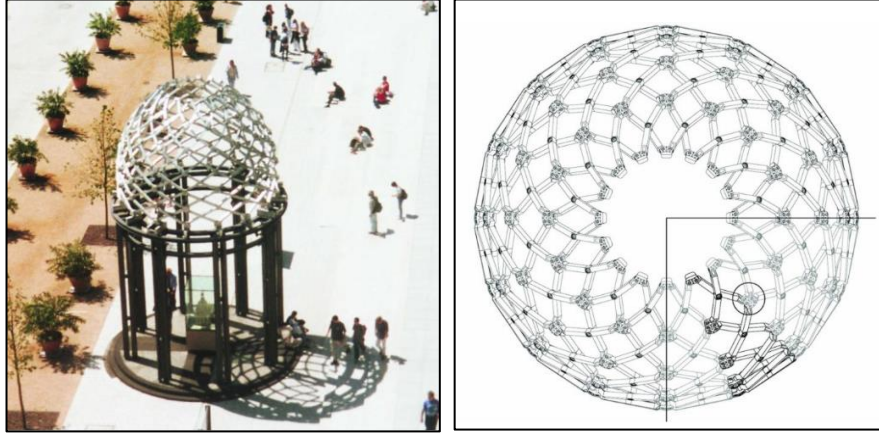


Görsel 2. 61. Iris Kubbesi Hareketi.²³³

²³⁰ Konstantinos-Alketas Oungrinis, “Implementation of Kinetic Systems in Architecture: A Classification of Techniques and Mechanisms Appropriate for Discreet Building Parts.” (In Proceeding of International Conference on Adaptation and Movement in Architecture), 2013, s.4-5.

²³¹ (Url-60).

²³² (Url-61).



Görsel 2.62. Iris Kubbesi Açık Hava Enstalasyonu.²³⁴

Görsel 2.63. Iris Kubbesi Analitik Çizimi.²³⁵

2.2.6. Kablolü Sistemler

Kablolu sistemler, yapının yüklerinin birleşim noktaları arasında gerilen kablo, halat vb. elemanlarla taşındığı sistemlerdir. Sistem, çekme kuvveti ile çalışmaktadır. Uzun süreli kullanımlar, kablolarda deformasyonlara sebep olmaktadır. Düzenli olarak bakım gerektiren sistemlerdir. Toplanıp dağılabilen membran üst örtüler, kablolu sistemlerle yapılabilmektedir.

Montreal Olimpik Stadyumu'nun ilk çatısı kablolu sistemlerle yapılan kinetik yapılara örnek olarak gösterilebilir. Yapı, kabloların büyük bir kuleye asılarak membran üst örtüyü açıp kapamasıyla bilinmektedir. Bu dinamiklikle yapı organik mimariden esinlenilerek yapılmıştır.²³⁶ Ancak bu çatı, uzun ömürlü olamamış ve sonrasında başka bir çatıyla değiştirilmiştir. Sistem, sık açılıp-kapanma hareketi ile yüksek miktarda malzeme deformasyonuna sebep olduğu için sürdürülebilir olmamıştır.

²³³ (Url-59).

²³⁴ (Url-60).

²³⁵ (Url-60).

²³⁶ (Url-62).



Görsel 2.64. Montreal Olimpik Stadyumu Hareketli Çatısı.²³⁷

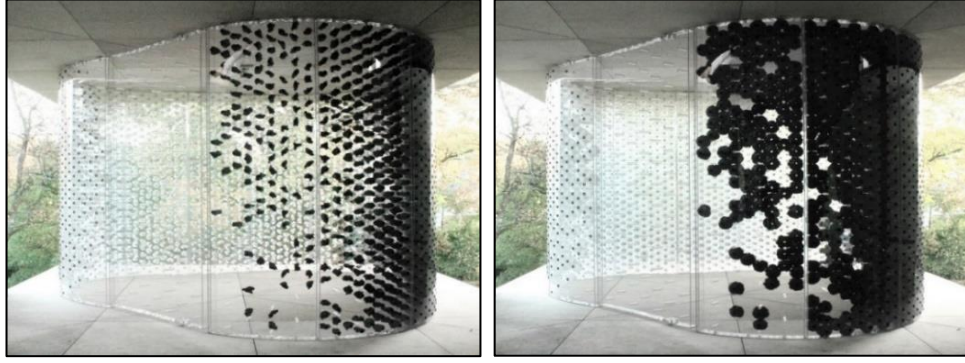
2.2.7. Pnömatik Sistemler

Pnömatik sistemler, yapı sistemindeki hava basıncı farklılıkları ile çalışmaktadır. Basıncın serbest bırakılması ile sistem, başlangıçta bulunduğu pozisyona kolaylıkla geri dönebilmektedir. Hafif, kolay taşınabilir ve dönüştürülebilir sistemlerdir. Rüzgâr yükleri altında dengelerini koruyamayıp desteklenmeye ihtiyaç duyabilmektedirler. Biçimsel olarak esnek bir kullanım sağlamaktadırlar.

Tobias Becker tarafından tasarlanan Nefes Alan Deriler Projesi (Breathing Skins Project), pnömatik kinetik sistemlere örnek olarak gösterilebilir. Strüktür, gaz basıncı ile şişip inen modüllerden meydana gelmektedir. Sistem olarak, cildin gözeneklerinin açılıp daralması gibi boyutlarını arttırıp azaltarak çalışmaktadırlar. Becker tarafından "pnömatik kaslar" olarak tanımlanan 140 hava kanalına sahiptir. Modüllerin şişmesi ile cephenin geçirgenliği kontrol edilebilmektedir. Duyarlı bir mimari biçim olarak, sürekli değişen pnömatik kaslar, kullanıcıların tercihine göre belirli miktarda hava, ışık ve görünürlük sağlamaktadır.²³⁸ Strüktür geçirgenliğindeki hareketlilik, pasif ve küçük ölçekte bir değişim ortaya koymaktadır.

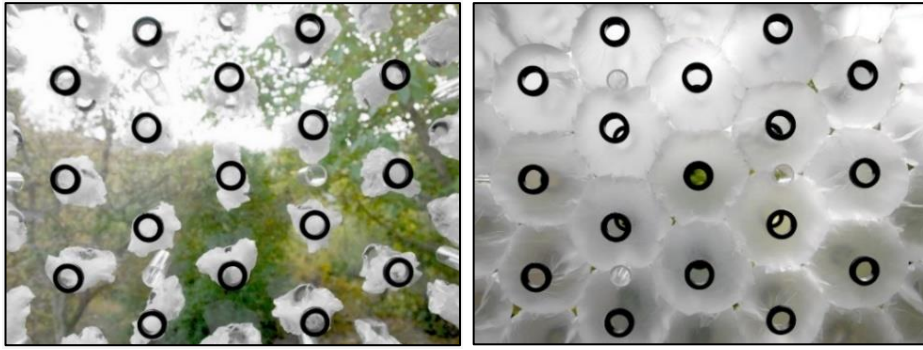
²³⁷ (Url-63).

²³⁸ (Url-64).



Görsel 2.65. Nefes Alan Deriler Projesi Gözeneklerin Kapalı Pozisyonu.²³⁹

Görsel 2.66. Nefes Alan Deriler Projesi Gözeneklerin Açık Pozisyonu²⁴⁰



Görsel 2.67. Nefes Alan Deriler Projesi Pnömatik Modüllerin Sönük Pozisyonu.²⁴¹

Görsel 2.68. Nefes Alan Deriler Projesi Pnömatik Modüllerin Şişirilmiş Pozisyonu.²⁴²

2.2.8. Hidrolik Sistemler

Hidrolik aktüatörler sıvı tabanlıdır, düşük sıkıştırmayla çalışmaktadırlar. Pnömatik sistemlere benzer bir mantıkla çalışmaktadırlar ancak basınç, sıvı akışkanın kullanılması ile ortaya çıkarılmaktadır. Hava bazlı çalışan pnömatik

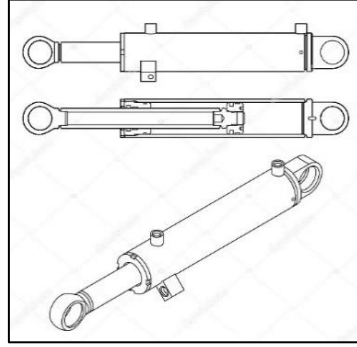
²³⁹ (Url-64).

²⁴⁰ (Url-64).

²⁴¹ (Url-64).

²⁴² (Url-64).

sistemlerden daha güçlü sistemlerdir. Aktüatör boyutuna göre yüksek güç çıkışına sahiptir. Bir pompa ve bir basınç akümülatörü ile basınç hatlarına bağlanmaktadır.²⁴³ Otomotiv, endüstri, denizcilik, havacılık gibi sektörlerde yaygın olarak kullanılmaktadır.



Görsel 2.69. Hidrolik Aktüatör Vektörel Çizim.²⁴⁴

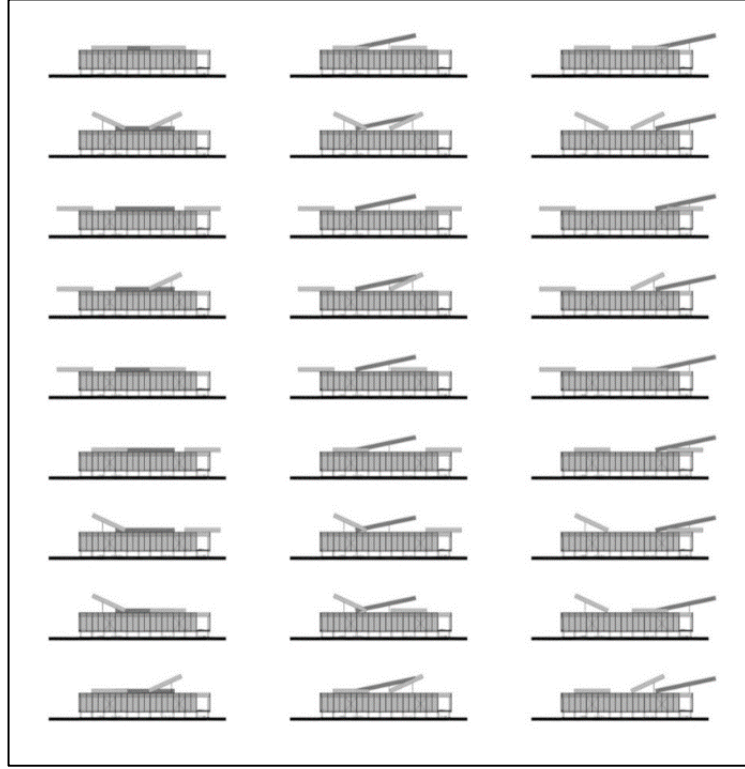
Dominique Perrault Architecte tarafından Madrid’te tasarlanan Caja Mágica Olimpik Tenis Merkezi, hidrolik sistemle çalışan kinetik yapılara örnek olarak gösterilebilir. Üç kapalı/açık sahanın çatıları, hidrolik krikolara monte edilmiş dev mobil plakalardır ve üç çatı da kısmen veya tamamen açılabilir.²⁴⁵ Üç alüminyum kaplı çatı birlikte 27 farklı açılış kombinasyonuna imkân tanımaktadır. İki küçük stadyum çatısı dikey olarak 25 dereceye kadar açılabilir. Ayrıca yatay olarak kayabilir ve stadyumların içini tamamen gökyüzüne açık bırakabilirler. 102 x 70 m ölçülerindeki ve yaklaşık 1.200 ton ağırlığındaki merkez kort çatısı 20 m’ye kadar dikey açıklık erişimine sahip olabilmektedir. Hidrolik açılıp kapanan çatısı ile yapı, hava durumuna göre esneklik kullanım sunabilmektedir.²⁴⁶

²⁴³ Konstantinos-Alketas Oungrinis, “Implementation of Kinetic Systems in Architecture: A Classification of Techniques and Mechanisms Appropriate for Discreet Building Parts.” (In Proceeding of International Conference on Adaptation and Movement in Architecture), 2013, s.3-4.

²⁴⁴ (Url-65).

²⁴⁵ (Url-66).

²⁴⁶ (Url-66).



Görsel 2.70. Caja Mágica Olimpik Tenis Merkezi Hidrolik Yapı Kabuğu Pozisyonları.²⁴⁷



Görsel 2.71. Caja Mágica Olimpik Tenis Merkezi.²⁴⁸

Görsel 2.72. Caja Mágica Olimpik Tenis Merkezi Hidrolik Yapı Kabuğu.²⁴⁹

²⁴⁷ (Url-67).

²⁴⁸ (Url-67).

²⁴⁹ (Url-67).

2.2.9. Manyetik Sistemler

Yapı elemanlarının, manyetik bağlantılarla bir araya getirilmesi mümkündür. Bu yöntemle, manyetik itme-çekme kuvvetleri kullanılarak hareketli sistemler meydana getirilebilmektedir. ABD Livingston'da tasarlanan LIGO Bilim Eğitim Merkezi, manyetik kinetik sistemlere örnek olarak gösterilebilir. Yapının, ön tarafını kaplayan ve Dalga Duvarı olarak adlandırılan cephesi, rüzgarla hareket eden alüminyum sarkaçlardan oluşmaktadır. Her sarkaç, yanındaki sarkaç ile manyetik olarak birleştirilmiştir. Böylelikle enerji, bir sarkaçtan diğerine aktarılarak bütün duvar boyunca etkisini ortaya çıkarmaktadır.²⁵⁰ Doğal bir etken olan rüzgâr ile hareketini desteklemesi ve sensörlü bir mekanizma gerektirmemesi sistemin avantajlarından. Manyetik kinetik cephe, yapının kurumsal kimliğine de olumlu yönde katkı sağlamaktadır.



Görsel 2.73. LIGO Bilim Eğitim Merkezi.²⁵¹

²⁵⁰ (Url-68).

²⁵¹ (Url-68).

ÜÇÜNCÜ BÖLÜM

3. KİNETİK MİMARLIKTA CEPHE YORUMLARI

Cephe kavramı, yapının bağlamını en hâkim şekilde yansıtması ve yapıya ait ilk izlenimi oluşturması sebebiyle mimari fikir akımları farklılaşsa da her zaman gündemde kalmıştır. Farklı dönemlerde ve mimari bakışlarda bağlamla olan ilişkisini koruyamasa bile ifade ettiği anlam değişmemiştir. Geçmişteki yapıların cepheleri, dış yüzeylere ait görsel biçimler olup iç mekâna çeper oluşturmanın ötesinde; yapının kültürel bağlamı, yapılış zamanı, bulunduğu bölgenin iklimsel özellikleri, estetik gelişmişlikleri vb. konularda da bir fikir sahibi olmamıza olanak sağlamaktadırlar. Dolayısıyla kent dokusu içerisinde farklı dönemlerde yapılan yapıların cepheleri, kültürel etkilerin ve tarihsel katmanların bir göstergesi olarak değerlendirilebilir bir durum oluşturmaktadır.

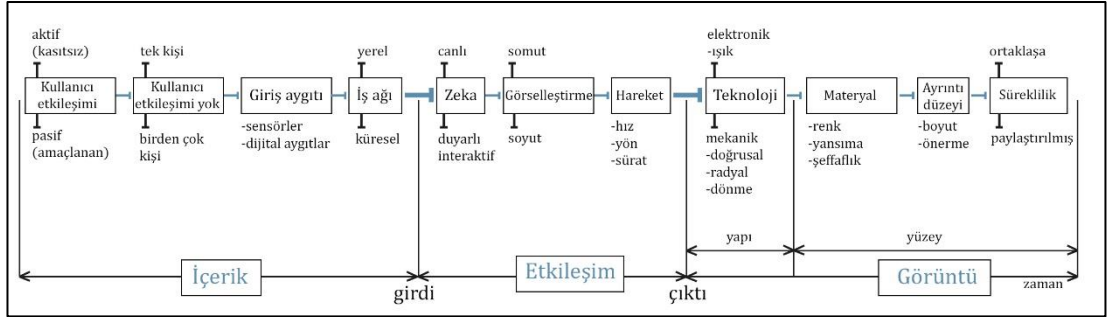
Çağdaş mimarlıkta bulunduğu yerle bir bağlam kurmayan yapılar, kültürel ve tarihsel katmanları yansıtma kaygısından uzak kalmışlardır. Günümüzde cephe sistemlerinin fiziksel koşullara uyum sağlayabilir olması, bağlamla ilişki kurmasından daha ön planda tutulmaktadır. Çağımızda üretim ve tasarım yöntemleri, bilgisayar destekli programların ve sistemlerin kullanılmasıyla dijital bir hale gelmiştir. Yapılarda cephe sistemleri; malzeme, yöntem, biçim vb. etkenler teknoloji ile değerlendirilerek tasarım ve üretim sürecini oluşturmaktadır.

Kinetik yapılarda cephenin önemli ölçüde bir çalışma alanı vardır. Kinetik cepheler, çevrede değişen koşullara ve kullanıcıların farklı kullanım taleplerine göre uyum sağlayabilen ve işlevselliği ön planda tutan dogmatik bir kabuk gibi tanımlanabilmektedir. Kinetik hareket cephede, katlanma, genişleme, büzülme, kayma, açılıp kapanma, dönüşme gibi farklı şekillerde ortaya çıkabilmektedir. Bu durum, dinamik tasarımlarda benzer olanın eleştirilmesi ve tasarım değişkenlerinin gelişimi ile oluşmaktadır.²⁵² Yapılarda kinetik sistemler genellikle cephelerin çevresel performansını arttırmak için kullanılmaktadır. Değişken koşullar ve

²⁵² Jules Moloney, **Designing kinetics for architectural facades: State change**, Abingdon, OX: Routledge, 2011, s.4.

ihtiyaçlara bireysel olarak uyum sağlayabilen cepheler, yapıda fiziksel konfor sağlarken aynı zamanda farklılaşp zaman içerisinde değişik yüzler göstererek yapının, bulunduğu yerde canlı bir heykel etkisi oluşturmaya olanak sağlamaktadır.

Mimari dış ve iç kısım arasındaki bölgeyi tanımlamak için birkaç terim vardır: Zarf, bir binanın tümüyle çevreninle tanımlayan genel bir terimdir.²⁵³ Bir cephe, belirli bir bağlam içerisinde kinetik ile bağlantılı olarak değerlendirilmeye alındığında ilk etapta tanımlaması güçtür. Bu dinamik tasarımlar, benzer olanın eleştirilmesi ve tasarım değişkenlerinin gelişimi ile oluşmaktadır. Kinetik bir tasarımın sonucunda ortaya çıkan tekil bir biçim değil, zamanla çeşitli formların ortaya çıktığı bir dinamiktir.²⁵⁴ Kinetik cephelerde fiziksellik derecesi, elektronik veya mekanik bileşenler içermeye durumu ile alakalıdır. Mekanik bileşenler, kinetik olma durumunda, doğrudan dönme, kayma, geri çekilme, elastik ve radyal hareketlere imkân verirken elektronik bileşenler, renk ve ışık gibi hareketlilikler sağlamaktadır. Bunlar, kinetik olma durumunun fiziksellik derecesini ifade etmektedir.²⁵⁵



Görsel 3.1. Tasarım Parametrelerinin Akışı Çev. Zeynep Kevser Çakır.²⁵⁶

²⁵³ Jules Moloney, **Designing kinetics for architectural facades: State change**, Abingdon, OX: Routledge, 2011, s.8.

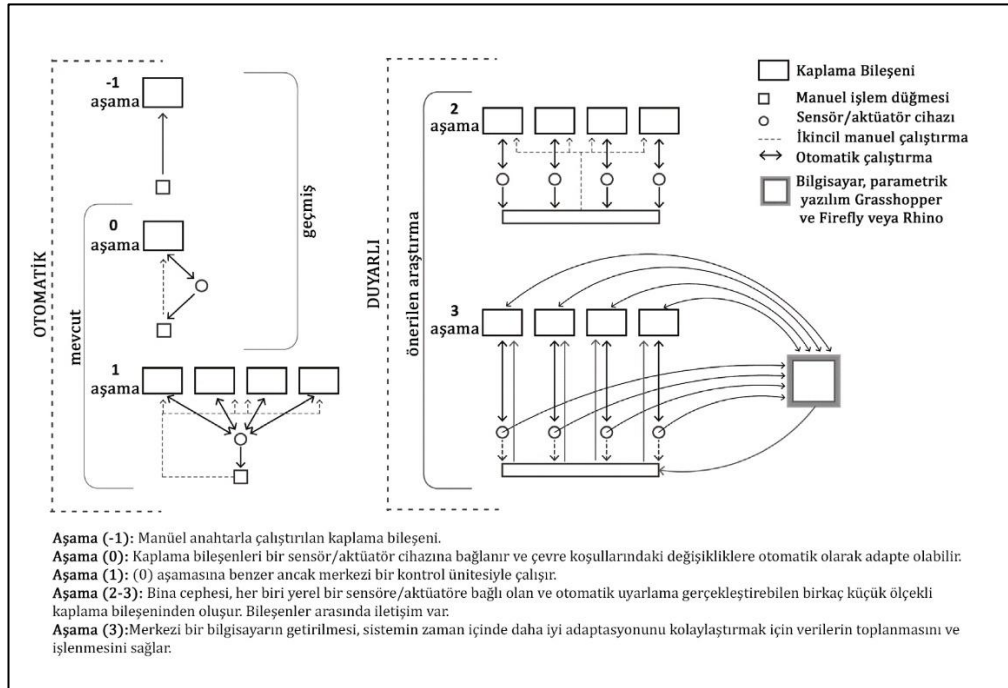
²⁵⁴ A.g.e., s.4-9.

²⁵⁵ Kamil Sharaidin, Flora Salim, "Design Considerations for Adopting Kinetic Facades in Building Practice.", New Design Concepts and Strategies, (eCAADe 30), 2012, s.626.

²⁵⁶ Jae Van Park, "Interactive Kinetic Media Facades: A Pedagogical Design System to Support an Integrated Virtual-Physical Prototyping Environment in the Design Process of Media Facades.", Journal of Asian Architecture and Building Engineering, 12 (2), 2013, s.238.

Cephe, bir düzlem ifade etmenin yanı sıra mekânların hareketlilikle yeniden yapılandırılmasına aracı olmaktadır. Hareketin tasarımına dayalı yeni kompozisyon yaklaşımları geliştirme kapasitesi vardır, ancak kinetik formun araştırılmasını tetikleyecek ve anlayışı inşa edecek çok az çalışma vardır.²⁵⁷ Çeşitli teknik ve yöntemlerle oluşturulan kinetik cephe sistemleri:

- Yapısal hareketleri içeren mimarinin kinetik özelliklerine,
- Reaktif özelliklerle duyarlı mimari ortamlara,
- Akıllı cephelerin sahip olduğu kontrol sistemlerinin uyarlanabilir özelliklerine,
- İnsanlar ve yapılar arasındaki yüzey tabanlı etkileşimin özelliklerine yanıt verir.²⁵⁸



Görsel 3.2. Kinetik Cephe Kaplama Elemanları Üzerindeki Kontrol Türlerinin Evrimi Çev.

Zeynep Kevser Çakır.²⁵⁹

²⁵⁷ Jules Moloney, **Designing kinetics for architectural facades: State change.**, Abingdon, OX: Routledge, 2011, s.8-9.

²⁵⁸ Jae Van Park, "Interactive Kinetic Media Facades: A Pedagogical Design System to Support an Integrated Virtual-Physical Prototyping Environment in the Design Process of Media Facades.", *Journal of Asian Architecture and Building Engineering*, 12 (2), 2013, s.238.

3.1. İşlevsel Yorumlar

Tasarımcılar genellikle cephelerle etkileşim oluşturmaya çalışmaktadır. Bu etkileşimde cepheler, kullanıcı katılımı derecesi ve ortamına göre farklı yaklaşımlar ortaya çıkarmakta ve pasif veya aktif sistemler olarak derecelendirilmektedir.²⁶⁰ Aktif sistemler, kendilerini dış sistem uyarılarının merkezi şekilde işlenmesi ile yapılandırmaktadır. Pasif sistemler ise çevresel parametrelerin değişikliklerini yerinde tespit eden yerleşik bir sensör tarafından yerel olarak yönetilmektedir.²⁶¹

Dijital veri tabanlarının kullanımıyla tasarımın niceliksel olarak iyileştirilmesi daha mümkün hale gelmiştir. Böylelikle iklim, cephe hareketi, iç mekân konforu, enerji gibi değişkenleri tanımlayıp kodlayan parametrik tasarım, uyarlanabilir cephe gelişimini desteklemektedir.²⁶² Hızlı teknolojik büyümelerle, mimarlar, tasarımlarında yeni değişken koşulları karşılamak amacıyla kinetik cephe çözümleri aramaya başlamışlardır. Yapıda iç iklimin kontrol edilebilmesi, ısı kayıplarının önlenmesi ve böylelikle enerji tüketiminin minimize edilebilmesi büyük ölçüde, iç ve dış mekânın ara yüzü olan cepheler aracılığıyla sağlanmaktadır. Medya cepheleri, genel sistem teorisi ve sibernetik tarafından desteklenerek kentsel ortamlarımızda büyük oranda rol oynamaktadır. Robotik ve etkileşimli cepheler, medya teknolojilerinin ilerlemesiyle cephe tasarımında yeni bakış açlarına yönlendirmiştir.²⁶³ Tasarımcıların, tasarıma basit bir elektronik veya mekanik eklenti yapmasının ötesinde tasarım öğelerini kinetiğe paralel biçimde düşünmeleri

²⁵⁹ Yasha Jacob Grobman, Tatyana Pankratov Yekutieli, **“Autonomous Movement of Kinetic Cladding Components in Building Facades.”**, ICoRD’13, Springer, 2013, s.1053.

²⁶⁰ Kamil Sharaidin, Flora Salim, **“Design Considerations for Adopting Kinetic Facades in Building Practice”**, New Design Concepts and Strategies, (eCAADe 30), 2012, s.626.

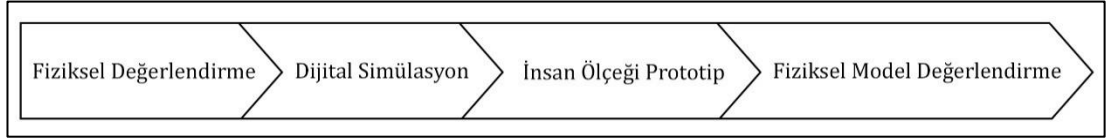
²⁶¹ Yahya S. Abdullah, Hoda A. S. Al-Alwan, **“Architecture: Smart Material Systems and Adaptiveness in Architecture.”**, Ain Shams Engineering Journal, Sayı:10, 2019, s.624.

²⁶² Adele Ricci, Caterina Ponzio, Kristian Fabbri, Jacopo Gaspari, Emanuele Naboni, **“Development of a self-sufficient dynamic façade within the context of climate change.”**, Architectural Science Review, 2020, s.3.

²⁶³ Jae Van Park, **“Interactive Kinetic Media Facades: A Pedagogical Design System to Support an Integrated Virtual-Physical Prototyping Environment in the Design Process of Media Facades.”**, Journal of Asian Architecture and Building Engineering, 12 (2), 2013, s.237.

gerekmektedir. Bu bağlamda kinetik cepheler, tüm mimari sistem ile bütünleşmiş biçimde tasarlanmalıdır.²⁶⁴

Mevcut teknolojik araçların kullanılmasının kinetik cephe üretiminde erken tasarım aşamasında oluşturduğu tahminlerin doğruluk durumunu üzerinde görüşme ve anketler gerçekleştirilmiştir. Bu görüşme ve anketlerde Al-Bahr Kuleleri, TIC yapısı, RMIT Tasarım Merkezi gibi kinetik mimaride bilinen yapıların tasarımcıları da bulunmuştur. Sonuçlarda çoğu tasarımcı, erken tasarım aşamasında kinetik cephe performansında simülasyon doğruluğunun gerçek performanstan uzak olduğunu kabul etmiştir. Doğru simülasyonun oluşturulması, cephe maliyeti ve performansı için oldukça önemlidir. Kinetik cephelerin gerçek performansını bilmek için cepheleri gerçek ölçekte test etmeye, fiziksel modellerle ön değerlendirme ve keşfe ihtiyaç vardır.²⁶⁵ Erken tasarım aşamasındaki test, değerlendirme ve revizyonlar, tasarımcılar için bir yol gösterici olacaktır.



Görsel 3.3. Önerilen İş Çerçevesi Diyagramı Çev. Zeynep Kevser Çakır.²⁶⁶

3.2. Bezemeye Dayalı Yorumlar

Mimarlık, kültürle bağlam kurmak için çeşitli araçlara ihtiyaç duyar.²⁶⁷ Toplumlar çevrelerini, yaşadıkları yerleri, yaşamlarının neredeyse her alanında kullandıkları eşyaları vb. gözlerine hoş gelecek şekilde süsledikleri gibi; uygarlıklarının somut bir ifade şekli olan mimari yapılarını da estetik arayışlarla inşa

²⁶⁴ Kamil Sharaidin, Flora Salim, “**Design Considerations for Adopting Kinetic Facades in Building Practice.**”, New Design Concepts and Strategies, (eCAADe 30), 2012, s.620- 626.

²⁶⁵ **A.g.e.**, s.621-622.

²⁶⁶ **A.g.e.**, s.623.

²⁶⁷ Farshid Moussavi, **The Function of Ornament**, ACTAR, Harvard Graduate School of Design, 2008.

etmişlerdir. Milletlerin kendilerine özgü sanatı, o milletin sosyokültürel yapısını barındırmakta ve ondan izler taşımaktadır. Bu bağlamda sanatlarını yansıttıkları nesnelere, gelenek-göreneklerin gelecek nesillere aktarılmasına olanak sağlamaktadır.²⁶⁸

Bezeme, mimarlık tarihi boyunca dönemlerin estetik birikimlerini, sanata yaklaşımlarını, bilimsel birikimlerini ve gelişmişlik seviyelerini yansıtan bir araç olmuştur. Mimaride genel olarak yüzeylerde hareketlilik sağlamak ve yapıyı daha çekici hale getirmek için kullanılan bir ögedir.²⁶⁹ İç ve dış mekânda yapıyla ve dolayısıyla yapıyı oluşturan strüktürel veya tamamlayıcı yapı elemanlarıyla bir ilişki içerisindedir. Bir yapının görsel olarak zenginleşmesine, bir diğerinden ayrılabilmesine ve kendine özgü bir kimlik edinmesine imkân tanıyan bir niteliktir. Mimarlık tarihi boyunca dönemlerin üsluplarına göre yapılarda kullanımı farklılaşarak devam etmiştir.

1990'lerden itibaren, çağdaş mimarlıkta yeni bir mimari dil oluşturma çabasına başvurulmuştur. Pek çok tasarımcının, 20.yüzyılın son çeyreği ile ortaya çıkan bilimsel gelişmeleri kullanmaya başladığını söylemek mümkündür. Çağdaş mimarlıkta, geçmiş dönemlerde sanatsal unsurların belli bir düzen içinde kullanılarak kompozisyon biçiminde kurgulanmasının aksine karmaşık bir tasarım algısı söz konusu olmuştur. Dijital mimaride, esneklik ve akıcılık gibi kavramlar yüzeylerin, çeperlerin sınırlarını muğlaklaştırarak bilerek oluşturulan karmaşıklığın özgünlüğü ile markalaşma aracı olarak kullanılmaktadır.

Çağdaş mimarlıkta, modern mimarlıktaki standart ve evrensel olanın yerini özel üretimin almasıyla yapılarda çeper algısının yeniden tanımlanması gerekmektedir. Yeniden yüzey mimarlığında (re-surface architecture) cephe, dijital üretim ve tasarlama teknikleri ile ana bir tasarım ögesi haline gelmiştir. Buna bağlı olarak yapı çeperlerinde yapısal ve simgesel ifadeler kullanılmaya başlanmış, cephe oranları ve bezemeler dijital tasarım mimarlığıyla makine estetiğinin suni bir ürünü haline dönüşmüştür.²⁷⁰ Yüzey mimarlığında (Surface Architecture) geliştirilen tema,

²⁶⁸ İnci Birol, Çiçek Derman, **Türk Tezyini Sanatlarında Motifler**, Kubbealtı Neşriyatı, 2018, s.13.

²⁶⁹ Carol Davidson Cragoe, **Binalar Nasıl Okunur?**, Yem Yayın, 2014, s.228.

²⁷⁰ Murat Sönmez, **“Çağdaş Mimarlıkta Cephe/Yüzey Kavramı Tartışmaları”**, Social Sciences, 8(2), 2013, s.83-86.

serbest cephenin teknik gelişiminin cephe kompozisyonunda köklü bir değişiklik sağlamasıdır. Açıklıkları kısmen bütüne göre tasarlamak yerine, tekrarlayan kesintisiz kaplama veya tek tip sürekli kaplama ile ilişkili olarak ortaya çıkmaktadır.²⁷¹ Yüzeyi meydana getiren parametrelerin değişkenliği, çeşitliliği ve arttırılabilir olması yüzey kavramının farklı bir boyuta taşınmasına neden olmuştur.

Bezemeye olan ilginin ve talebin çağdaş mimarlıkta artması, cephelerde farklı yorumlama biçimlerinin ve tekniklerinin aranmasına ortam hazırlamıştır. Çağımızda üretim tekniklerinin ve tasarlamanın dijital temelli yöntemlere dayandırılması, bundan sonra bezemenin daha canlı ve soyutlaştırılmış bir kavram olmasına sebep olmuştur. Bezeme, tarih öncesi çağlardan itibaren tabiatın uyarlanması ve el işçiliği ile ortaya çıkarılırken, günümüzde bilgisayar destekli programlarla (CAD/CAM) dijital hale gelmiş ve farklı bir üretim yöntemi ile oluşturulmaya başlanmıştır.²⁷² Hareket ve ışık gibi öğelerle kültürel bağlamla bir ilişki içerisinde olan bezemenin; yapılarda soyut biçimde kullanılmaya başlaması, çağdaş mimarinin derinliksizliğinin, yüzeyselliğinin aşılmasına çalışmasına ve bu sayede yapıya özgü bir 'yerin ruhu' oluşmasına olanak sağlayabilecektir.

²⁷¹ Jules Moloney, **Designing kinetics for architectural facades: State change**, Abingdon, OX: Routledge, 2011, s.42.

²⁷² Deniz Balık, Açıya Allmer, "Süslemeyi Hatırlamak: Çağdaş Mimarlıkta Bezeme.", *Arredemento Mimarlık Dergisi*, 2010, s.69.

DÖRDÜNCÜ BÖLÜM

4. DİNAMİK CEPHE SİSTEMLERİNİN UYGULAMA ÖRNEKLERİ

Kinetik yapı örnekleri, tezin önceki bölümlerinde yapılan sınıflandırmalara örnek oluşturacak şekilde seçilmiştir. Hareket türleri ve kontrol mekanizma sistemlerinin anlaşılması için olabildiğince farklı teknik özellikte yapılar üzerinden açıklanmıştır. Her yapı, genel bilgi ve yapılış nedeni, mimari ve teknolojisi, kullanım ve işletimi alt başlıklarında incelenmiştir. Yapılar, konut, sergi salonu, ofis, kampüs, stadyum, gözlemevi, pavyon gibi birçok farklı kullanımı kapsamaktadır. Örnekler, bölüm sonunda yapı özelliklerinin karşılaştırılmasına imkân sağlayan bir tabloda birleştirilmiştir.

4.1. Mekanik Bale Binası (Ballet Mécanique Apartment Building)

4.1.1. Genel Bilgi ve Yapılış Nedeni

Yapılış Tarihi: 2017

Konum: Zürih-İsviçre

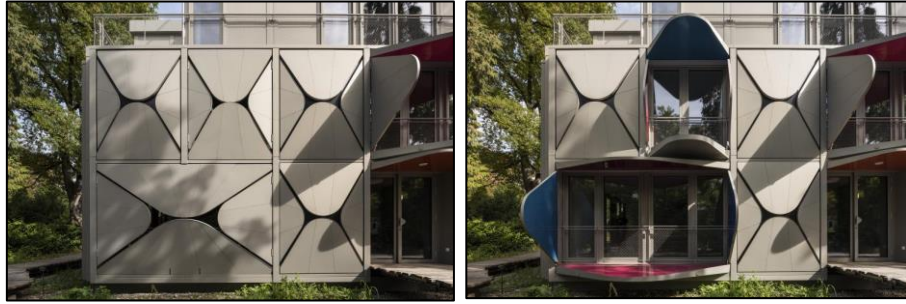
Mimar: Manuel Herz Architects

Mekanik Bale Binası (Ballet Mécanique Apartment Building), Manuel Herz tarafından Zürih'in merkezinde bir yerleşim bölgesinde tasarlanmıştır. Beş daireden oluşan bir konut bloğu olarak yapılmıştır. Metal panjurların açılmasıyla ortaya çıkan renkli yüzeyler (panjurların iç tarafında bulunan), yapıya yakın bir lokasyonda bulunan Le Corbusier'in Heidi Weber Müzesi'ne bir gönderme yapmaktadır.²⁷³

²⁷³ (Url-70).



Görsel 4.1. Mekanik Bale Binası.²⁷⁴



Görsel 4.2. Mekanik Bale Binası Cephesi Kapalı Pozisyonu.²⁷⁵

Görsel 4.3. Mekanik Bale Binası Cephesi Açık Pozisyonu.²⁷⁶

4.1.2. Mimari ve Teknolojisi

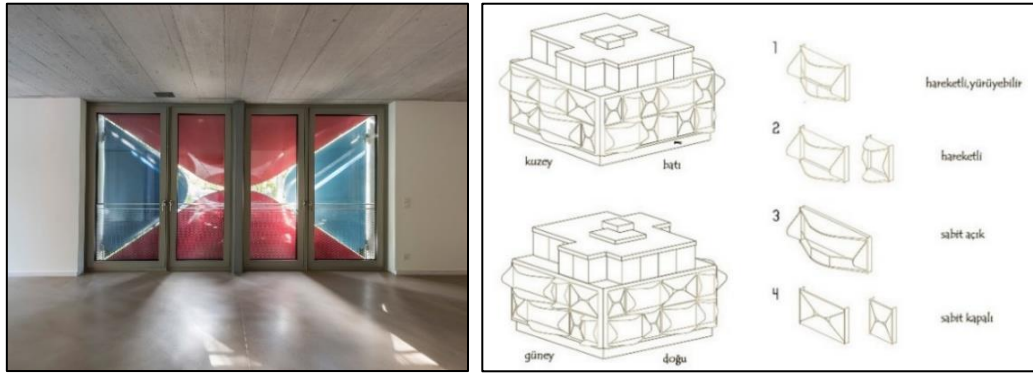
Bina, kütsel olarak yalın geometrik bir küpten meydana gelmiştir, cephesindeki kapaklarla yapıya adını veren ‘mekanik bale’ hareketiyle bir dinamiklik

²⁷⁴ (Url-69).

²⁷⁵ (Url-69).

²⁷⁶ (Url-69).

katmıştır.²⁷⁷ Yapının cephesini kaplayan panjurlar, açılma-kapanma hareketi yapmaktadır. Panjurlar kapalıyken bina metalik bronz görünürken açıldığında mavi ve kırmızı renklerinin tonlarıyla cepheye bir canlılık katmaktadır. Metal panjurlar sabah açıldığı zaman odalara ışık girmesini sağlamanın yanı sıra, odalardan çıkılabilen bir balkon döşemesi görevi görmeye başlamaktadır. Devamlı olarak bu dönüşüm hareketini gerçekleştiren yapı, kullanıcıların yaşamını ve yapıyı kullanımını zaman dilimlerine göre yönlendirmektedir. Manuel Herz, bu cephe elemanlarının dört farklı tipini geliştirmiş ve böylelikle farklı yaşam biçimlerine hitap eden farklı daireler tasarlamıştır.



Görsel 4.4. Mekanik Bale Binası Cephesinin İçeriden Görünüşü.²⁷⁸

Görsel 4.5. Mekanik Bale Binası Cephe Sistemi Diyagramı.²⁷⁹

4.1.3. Kullanım ve İşletimi

Yapının cephesi, dikey ve yatay olarak hidrolik mekanizma kullanımıyla kendiliğinden açılıp kapabilen üçgen metal panjurlardan oluşmaktadır.²⁸⁰ Panjurlar, sabah otomatik olarak açılmakta ve akşam otomatik olarak kapanmaktadır.

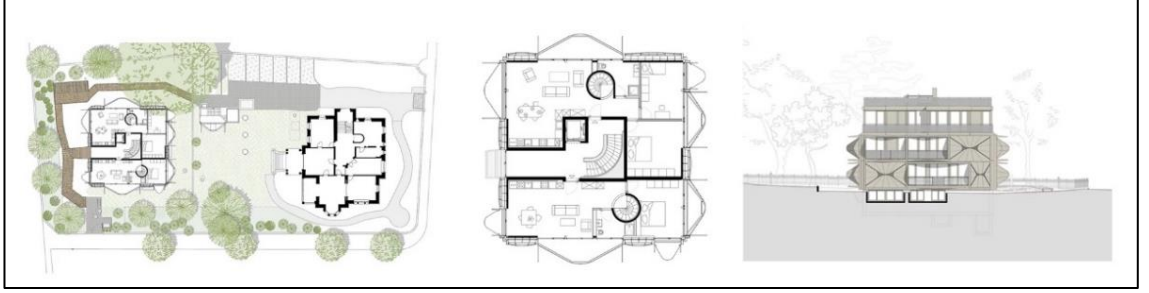
²⁷⁷ (Url-70).

²⁷⁸ (Url-71).

²⁷⁹ (Url-71).

²⁸⁰ (Url-73).

Böylelikle, kullanıcı yaşamına paralel olarak hareket eden canlı bir konut etkisi oluşturmaktadır. Başlangıçta pencerelere kapak oluştururken sonrasında döşemeye dönüşen yüzeylerin, mimaride yüzey algısını yeniden şekillendiğini söylemek mümkündür. Rijit eleman kullanılması, panellerin her gün açılıp-kapanma hareketi yapmasına müsait ve yıpranma payı düşük bir malzeme seçimi olmuştur.



Görsel 4.6. Mekanik Bale Binası Vaziyet, Zemin Kat Planı ve Cephesi.²⁸¹

4.2. Al Bahar Kuleleri (Al Bahar Towers)

4.2.1. Genel Bilgi ve Yapılış Nedeni

Yapılış Tarihi: 2012

Konum: Abu Dabi-Birleşik Arap Emirlikleri

Mimar: Aedas Arquitectos

Al Bahar Kuleleri (Al Bahar Towers), 2012 yılında Abu Dhabi' de yapılmıştır. Yapı, Aedas Architects tarafından geleneksel öğelerden esinlenilerek tasarlanmıştır. 29 katlı ikiz kuleler 150 m yüksekliğe ulaşmaktadır. Kulelerin üzerini kaplayan ve iç mekânda gölgeleme etkisi oluşturan dinamik cephe sistemi, yapıyı öne çıkaran en önemli unsurdur.

²⁸¹ (Url-72).



Görsel 4.7. Al Bahar Kuleleri.²⁸²



Görsel 4.8. Al Bahar Kuleleri Cephe Görünüşü ve İskeleti.²⁸³

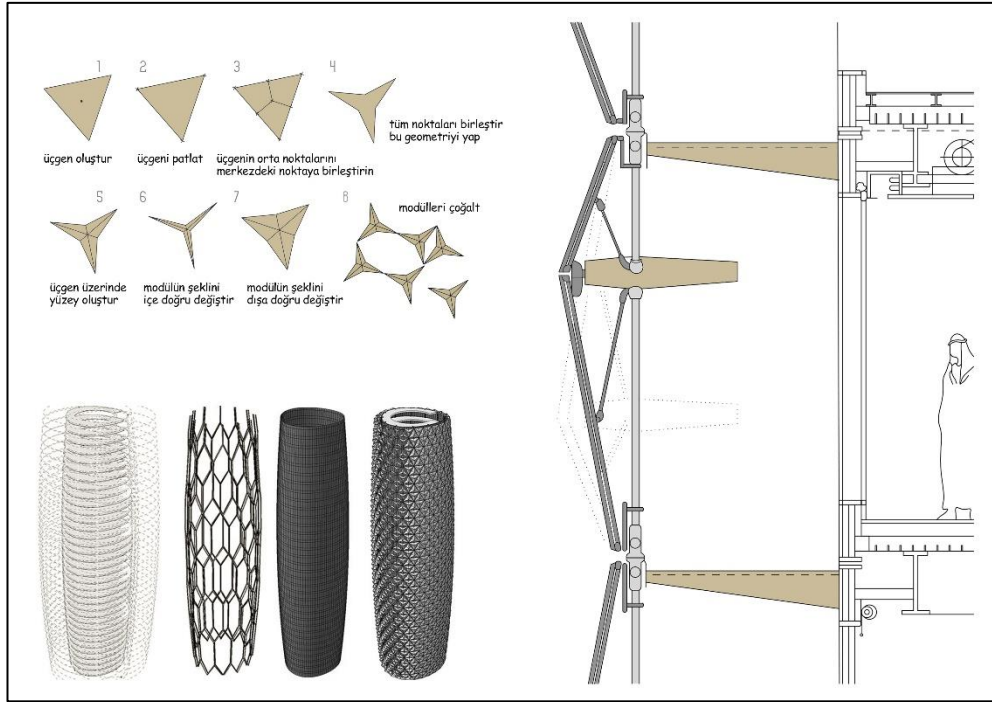
4.2.2. Mimari ve Teknolojisi

Tasarım ekibi, bölgenin geleneksel bir ögesi olan İslami kafes gölgeleme sistemi olan ‘mashrabiya’ dan ilham alarak kuleler için binanın iki metre dışında olup bağımsız bir iskelet üzerinde duran dinamik bir cephe sistemi oluşturmuştur. Cephe sistemi, yapının kültürel bağlam ile olan ilişkisine katkıda bulunurken, enerji

²⁸² (Url-74).

²⁸³ (Url-75).

ihtiyacında açısından da sürdürülebilir bir yaklaşım sergilenmesini sağlamaktadır. Yıl içinde gün ışığının değişen açılarını disipline edebilmek için tasarladıkları hareketli cephe sistemini oluşturmak için parametrik bir yöntem kullanmışlardır.²⁸⁴ Küçük parametrik modüllerin birleşimi ile cephede bütüncül bir hareket ortaya çıkmaktadır.



Görsel 4.9. Al Bahar Kuleleri Modül Oluşumu, Cephe Sistemi Diyagramı ve Kesiti.²⁸⁵

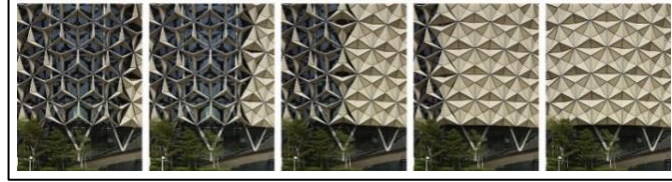
4.2.3. Kullanım ve İşletimi

Her üçgen fiberglas ile kaplanmıştır. Paneller, hidrolik bir sistemle katlanma hareketi yapmaktadır. Aynı zamanda istenilen harekete göre gruplandırılmıştır. Güneşin konumuna göre açılıp kapanma sırasını kontrol eden bir güneş izleme

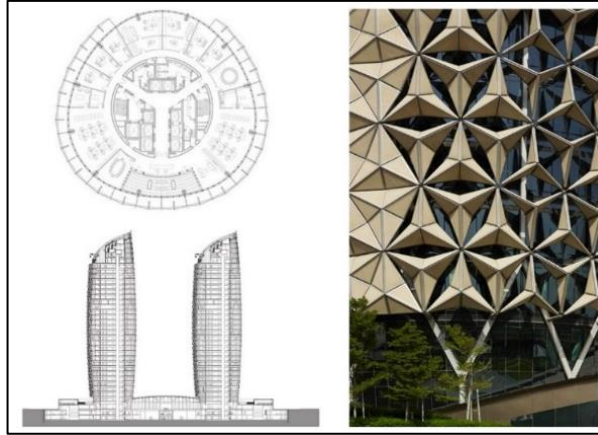
²⁸⁴ (Url-74).

²⁸⁵ (Url-75), (Url-76), (Url-77).

yazılımı tarafından işletilmektedir. Böylelikle güneş doğarken, yapının doğu cephesindeki üçgenler kapanmaya başlamaktadır. Cephe sistemindeki üçgen paneller, güneşin hareketlerine tepki verecek şekilde programlanmıştır.²⁸⁶



Görsel 4.10. Al Bahar Kuleleri Cephe Hareketi.²⁸⁷



Görsel 4.11. Al Bahar Kuleleri Planı, Kesiti ve Perspektifi.²⁸⁸

Tek tek panelleri kontrol etmek için sistemi geçersiz kılmak mümkündür. Kontrol sisteminde aşırı rüzgâr hızı veya uzun süreli bulutlu koşullar durumunda pozisyonu ayarlamak sensörlere bağlıdır.²⁸⁹ Akşam saatlerinde tüm ekranlar kapanmaktadır. Bilgisayar kontrollü çalışan ve panellerden meydana gelen hareketli

²⁸⁶ (Url-74).

²⁸⁷ (Url-78).

²⁸⁸ (Url-75), (Url-76), (Url-80).

²⁸⁹ (Url-79).

sistemin, yapının klima ihtiyacını azaltacağı öngörülmektedir. Çok sayıda panel olması, sensör mekanizmaları ve malzeme kullanımı olarak maliyetli ve detaylı bir üretim ortaya çıkmasına sebep olmuştur.

4.3. Kiefer Teknik Sergi Salonu (Kiefer Technic Showroom)

4.3.1. Genel Bilgi ve Yapılış Nedeni

Yapılış Tarihi: 2007

Konum: Graz-Avusturya

Mimar: Ernst Giselbrecht+Partner

Kiefer Teknik Sergi Salonu (Kiefer Technic Showroom), 2007 yılında Avusturya’da yapılmıştır. Ernst Giselbrecht+Partner tarafından tasarlanmıştır. Karma bir sergi alanı ve ofis birimleri içermektedir. Küçük bir sergi salonu olan Kiefer Teknik’in cephe tasarımında katlama eklemine sahip paneller kullanılmıştır. Yapı, düşeyde kayma ve katlanma hareketi yapan çerçevelere sahip modern hareketli mimarinin bir örneğidir.



Görsel 4.12. Kiefer Teknik Sergi Salonu.²⁹⁰

²⁹⁰ (Url-81).



Görsel 4.13. Kiefer Teknik Sergi Salonu Cephe Sistemi Konfigürasyonları.²⁹¹

Görsel 4.14. Kiefer Teknik Sergi Salonu Gece Görünümü.²⁹²

4.3.1. Mimari ve Teknolojisi

Yapının cephesi, beyaz ve delikli alüminyum katlanabilir 112 panel ile kaplanmıştır. Bu paneller, düşey doğrultuda sıralanarak katlanıp açıldıkça cephede farklı görünümlere imkân tanımaktadır. Yapıda ölçeklendirme efekti sağlayan sistem, cephe boyunca etkinleştirildiğinde, bir dizi kompozisyon örüntüsüne olanak sağlamaktadır.²⁹³ Aynı zamanda iç mekânda da değişken opasitelere olanak sağlayabilecek bir sistemdir.

4.3.2. Kullanım ve İşletimi

Cephe sistemi, iç mekâna geçen güneş ışığı miktarını düzenlemek ve dengelemek için hareket etmektedir. Kayma ve katlanma hareketleri için menteşeli ve raylı bir mekanizma kullanılmıştır. Sistem elektronik bir kontrol sistemi aracılığıyla kontrol edilmektedir. İstendiği zaman manuel olarak da kullanılabilir. Cephe sistemi, pek çok desen ve konfigürasyon oluşturabilecek

²⁹¹ (Url-82).

²⁹² Url-84).

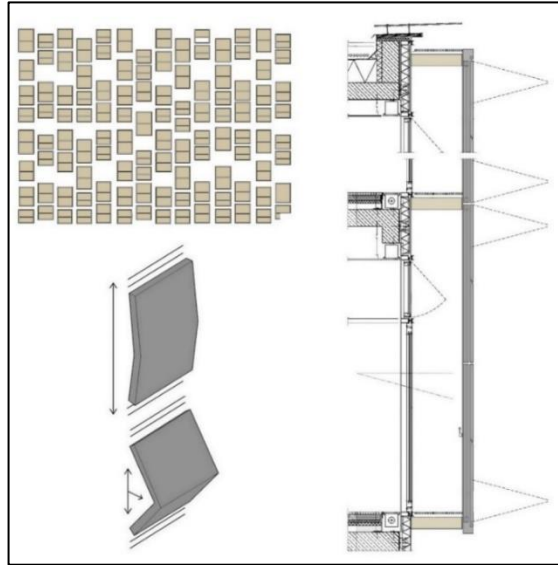
²⁹³ Jules Moloney, **Designing kinetics for architectural facades: State change.**, Abingdon, OX: Routledge, 2011, s.16.

şekilde programlanabilmektedir.²⁹⁴ Rijit malzeme kullanımı, hareketin sık tekrarlanmasında panellerde dayanım sağlama konusunda avantaj sağlamıştır.



Görsel 4.15. Kiefer Teknik Sergi Salonu Cephe Sistemi.²⁹⁵

Görsel 4.16. Kiefer Teknik Sergi Salonu Cephe Sistemi Yakından Görünümü.²⁹⁶



Görsel 4.17. Kiefer Teknik Sergi Salonu Cephe Sistemi Diyagramı ve Kesiti.²⁹⁷

²⁹⁴ (Url-81).

²⁹⁵ (Url-82).

²⁹⁶ (Url-83).

4.4. Şanghay Tiyatrosu (Shanghai Theatre)

4.4.1. Genel Bilgi ve Yapılış Nedeni

Yapılış Tarihi: 2016

Konum: Şanghay-Çin

Mimar: Heatherwick Studio, Foster+Partners

Şanghay Tiyatrosu (Shanghai Theatre), 2016 yılında Çin’de yapılmıştır. Foster + Partners ve Heatherwick Studio tarafından tasarlanmıştır. Yapı, kurumsal firmalar tarafından ofis olarak kullanılmaktadır. Yapının merkezinde, geleneksel Çin tiyatrolarının açık sahnelerinden esinlenerek sergi ve etkinlik salonlarını bir performans mekânıyla birleştiren esnek bir sanat ve kültür merkezi bulunmaktadır.²⁹⁸ Katmanlı biçimde tasarlanmış hareketli cephesi ile bilinmektedir.



Görsel 4.18. Şanghay Tiyatrosu.²⁹⁹

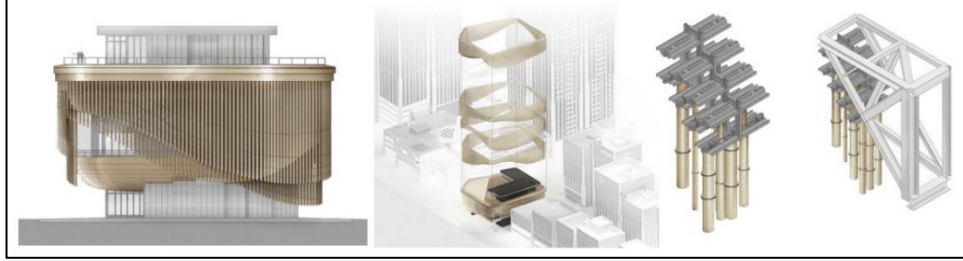
²⁹⁷ Jules Moloney, **Designing kinetics for architectural facades: State change.**, Abingdon, OX: Routledge, 2011, s.16, (Url-145).

²⁹⁸ (Url-86).

²⁹⁹ (Url-85).

4.4.2. Mimari ve Teknolojisi

Yapının cephesi için perde benzeri bir işlev gören ve bronz tüplerden oluşturulmuş olan hareketli bir cephe sistemi tasarlanmıştır. Üç katmandan meydana gelen cephe sistemi, yapı içerisinde farklı ışık-gölge görüntülerine olanak sağlamaktadır.³⁰⁰ Bronz tüplerden oluşturulan cephe katmanı, yapıda farklı kullanımlara uyum sağlayacak ve her katmanın birbirinden bağımsız olarak algılanmasını sağlayacak şekilde kurgulanmıştır.



Görsel 4.19. Şanghay Tiyatrosu Görünüşü, Cephe Katman Diyagramı ve Sistem Detayı.³⁰¹



Görsel 4.20. Şanghay Tiyatrosu Cephesinin Cephesindeki Bronz Tüpler.³⁰²

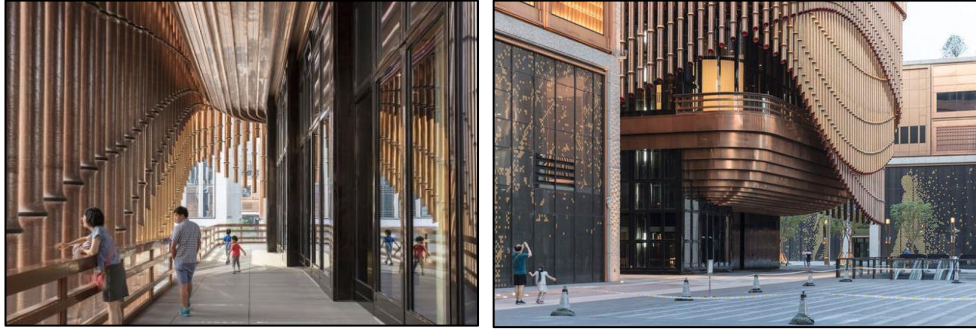
³⁰⁰ (Ur1-86).

³⁰¹ (Ur1-87).

³⁰² (Ur1-85).

4.4.3. Kullanım ve İşletimi

Yapının cephesindeki tüpler, bir ray üzerinde kayarak hareket etmektedir. Sistem, manuel olarak kontrol edilmektedir. Tüplerin hareket etmesine ihtiyaç duyulduğu zamanlarda, yapının balkonunda bulunan sahne açılarak kullanıma uygun hale gelmektedir. Dinamik cephe sistemi, yapının bulunduğu bölgede dikkat çekmesinin yanı sıra, yapı içerisinde ve dışarısında farklı opasiteler ortaya çıkarmaktadır.



Görsel 4.21. Şanghay Tiyatrosu Balkon ve Kinetik Cephesi.³⁰³

Görsel 4.22. Şanghay Tiyatrosu Balkon Dışarıdan Görünümü.³⁰⁴

4.5. Arap Dünyası Enstitüsü (Institut Du Monde Arabe)

4.5.1. Genel Bilgi ve Yapılış Nedeni

Yapılış Tarihi: 1987

Konum: Paris-Fransa

Mimar: Architecture-Studio, Ateliers Jean Nouvel

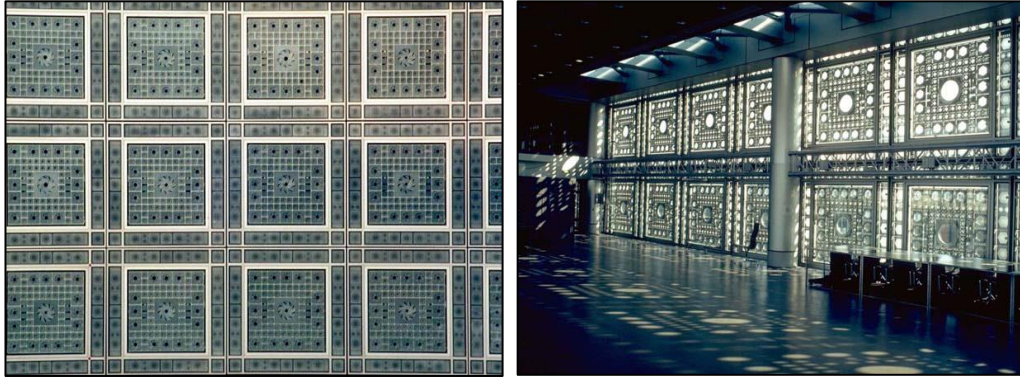
³⁰³ (UrI-87).

³⁰⁴ (UrI-87).



Görsel 4. 23. Arap Dünyası Enstitüsü Cephesi.³⁰⁵

Arap Dünyası Enstitüsü (Institut Du Monde Arabe), 1987 yılında Paris'te yapılmıştır. Yapı; Jean Nouvel ve Architecture-Studio tarafından tasarlanmıştır. Arap Birliği ülkeleri ve Fransız hükümetinin iş birliği ile üretilmiştir. Restoran, müze, kütüphane, ofisler ve oditoryum gibi çok sayıda tipolojiye ev sahipliği yapmaktadır.³⁰⁶ Modüllerin birleşimi ile tasarlanmış hareketli cephe sistemi ile bilinmektedir.



Görsel 4.24. Arap Dünyası Enstitüsü Dinamik Cephe Sistemi Dışarıdan Görünümü.³⁰⁷

Görsel 4.25. Arap Dünyası Enstitüsü Dinamik Cephe Sistemi İçeriden Görünümü.³⁰⁸

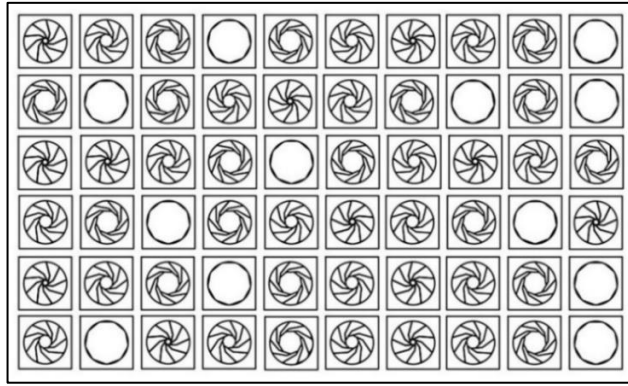
³⁰⁵(Url-88).

³⁰⁶ (Url-89).

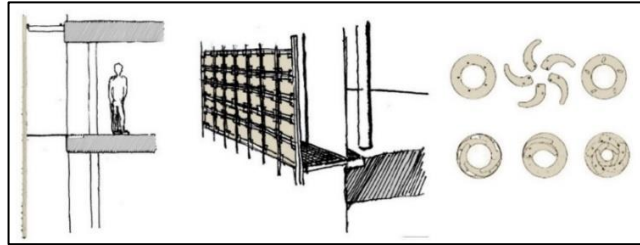
³⁰⁷ (Url-90).

4.5.2. Mimari ve Teknolojisi

Kuzey cephesi, Paris'in tarihi mahalleleriyle ara yüz görevi yapan alüminyum ve camdan yapılmış bir perde duvardır. Yapının en öne çıkan ve karakteristik olan özelliği, güney cephesindeki duyarlı metal cephe sistemidir. Sistem tasarlanırken güneşten korunmak ve mahremiyet sağlamak için kullanılan ve Arap kültürünün geleneksel mimari bir gölgeleme ögesi olan mashrabiyyadan esinlenilmiştir. Fotoelektrik hücreler ve mobil diyafram açıklıkları, güneş ışığı miktarına göre doğal ışık kontrolü sağlamaktadır.³⁰⁹



Görsel 4.26. Arap Dünyası Enstitüsü Dinamik Cephe Sistemi Analitik Çizimi.³¹⁰



Görsel 4.27. Arap Dünyası Enstitüsü Dinamik Cephe Sistemi Eskizleri.³¹¹

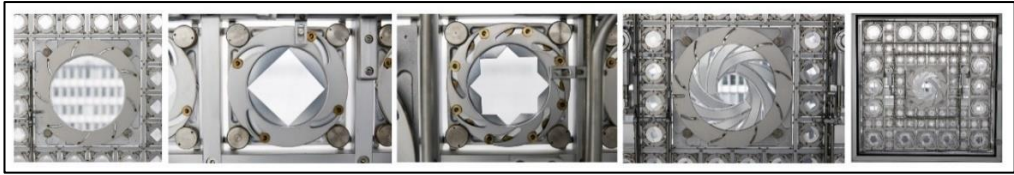
³⁰⁸ (Url-90).

³⁰⁹ (Url-91).

³¹⁰ Jules Moloney, **Designing kinetics for architectural facades: State change.**, Abingdon, OX: Routledge, 2011, s.19.

4.5.3. Kullanım ve İşletimi

Hareketli cephe sistemi, iç mekâna giren ışık miktarını düzenlemeye yarayan duyarlı diyaframlar içermektedir. Sistem hidrolik olarak hareket etmektedir. Cephenin açılıp kapanması sürecinde çeşitli aşamalarda değişen geometrik desenler ortaya çıkarak cepheyi zenginleştirmektedir. Modüler olarak tasarlanan sistem çalıştığı zaman iç ve dış mekânda önemli ölçüde görsel hakimiyet kurmaktadır. Cephe sistemi, günümüzde aktif olarak kullanılamamaktadır. Bakım maliyeti yüksek olması ve birçok diyafram çalışmaması sebebiyle çalışan modüller merkezi bir bilgisayar tarafından kontrol edilmektedir.³¹²



Görsel 4.28. Arap Dünyası Enstitüsü Dinamik Cephe Sistemi Modülünün Hareketi.³¹³

4.6. Media-TIC

4.6.1. Genel Bilgi ve Yapılış Nedeni

Yapılış Tarihi: 2009

Konum: Barselona- İspanya

Mimar: Enric Ruiz

³¹¹ (Url-92), (Url-93).

³¹² (Url-93).

³¹³ (Url-91).

Media-TIC, Enric Ruiz tarafından tasarlanmıştır. Barcelona’da bulunan bir iletişim ve bilgi teknolojileri merkezidir. Yapı, içerisinde çalışma ofisleri ve kamuya açık sergi alanları içermektedir. Mimar, tasarımında teknolojik gelişmelerle ilgilenen kullanıcı, yatırımcı ve tasarımcıları buluşturmayı amaçlanmıştır.³¹⁴



Görsel 4.29. Media-TIC.³¹⁵



Görsel 4.30. Media-TIC Perspektif Görünümü.³¹⁶

Görsel 4.31. Media-TIC ETFE Cephe Sistemi.³¹⁷

³¹⁴ (Url-94).

³¹⁵ (Url-94).

³¹⁶ (Url-94).

4.6.2. Mimari ve Teknolojisi

Enric Ruiz' in genel tasarım ilkesi düşük maliyet ile yüksek performansta binalar üretmektir. Yapıyı bu ilke doğrultusunda öne çıkaran cephesi, kısım kısım ETFE yastıklarının cepheye kaplanmasıyla tasarlanmış olan pnömomatik bir sistemden oluşmaktadır. Yapının cephesi malzeme deformasyonu ile hareket etmektedir. Yapının güneydoğu cephesindeki yastıklar, fazla ısıyı engellemek ve fazla ışığı filtrelemek amacıyla azot gazıyla şişebilmektedir. Strüktür yapının cephesinde de görünür kılınmıştır.³¹⁸



Görsel 4.32. Media-TIC Cephe Sisteminin İç Mekân ile İlişkisi.³¹⁹

4.6.3. Kullanım ve İşletimi

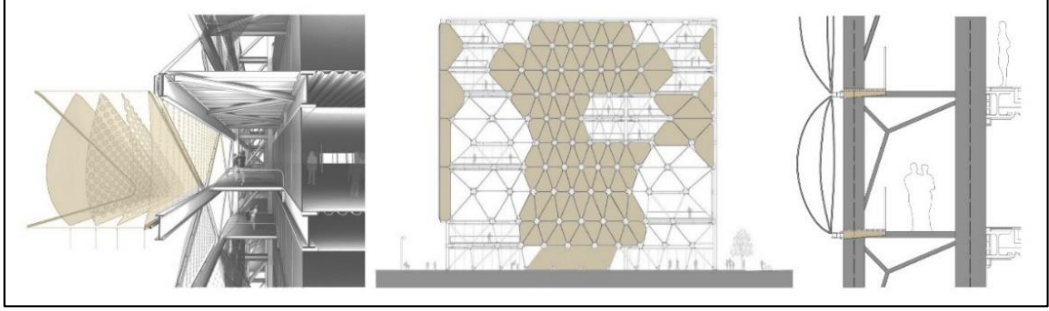
ETFE yastıklar, günde 6 saat boyunca güneş ışığını emmektedir. ETFE kaplama, konkav ve konveks üçgenlerden oluşan mozaik şeklinde kullanılmıştır. Isıya ve ışığa duyarlı olarak şişip inen bu dinamik cephe sistemi ile binanın enerji tüketiminin büyük oranda azaltılması sağlanmaktadır. Sistem, sensörlü olarak kontrol edilmektedir. Tasarımcılar, yapıya entegre ettikleri sistemlerin denetimini bir yazılım

³¹⁷ (Url-94).

³¹⁸ (Url-94).

³¹⁹ (Url-94).

aracılığıyla sağlamıştır. Bu yazılımlar devre dışı bırakıldığında yapı istenilen performansı gerçekleştirememektedir.³²⁰



Görsel 4.33. Media-TIC Cephe Sistemi Diyagramları ve Kesiti.³²¹

4.7. Güney Danimarka Üniversitesi Kolding Kampüsü (SDU University of Southern Denmark Campus Kolding)

4.7.1. Genel Bilgi ve Yapılış Nedeni

Yapılış Tarihi: 2014

Konum: Kolding-Danimarka

Mimar: Henning Larsen Architects

Güney Danimarka Üniversitesi, Danimarka'nın Kolding şehrinde 2014 yılında yapılmıştır. Yapı, üçgen konseptiyle bir üniversite binası olarak Henning Larsen Architects tarafından tasarlanmıştır. Plan, iç mekân tasarımı ve cephesinde üçgen formu sürekli devam eden bir kompozisyon olarak görülmektedir.

³²⁰ (Url-94).

³²¹ (Url-95), (Url-96), (Url-97).



Görsel 4.34. Güney Danimarka Üniversitesi Kolding Kampüsü.³²²



Görsel 4.35. Güney Danimarka Üniversitesi Kolding Kampüsü Cephe Sistemi.³²³

Görsel 4.36. Güney Danimarka Üniversitesi Kolding Kampüsü Cephe Sistemi.³²⁴

4.7.2. Mimari ve Teknolojisi

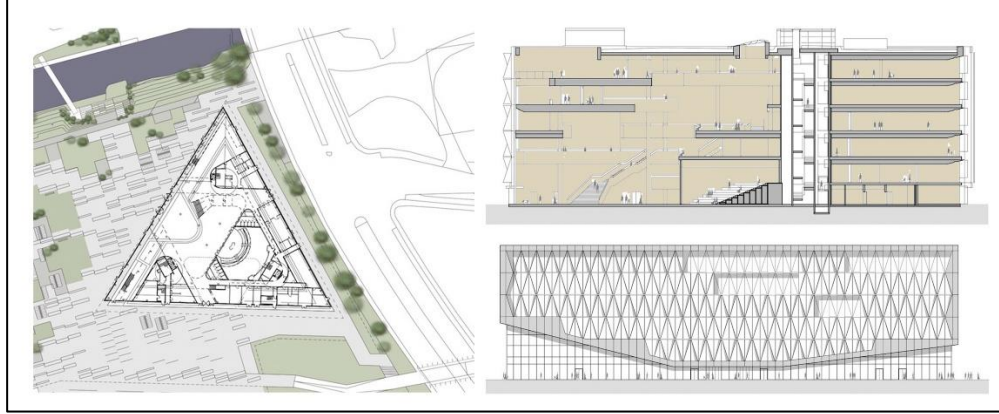
Yapı, iklime duyarlı delikli metal üçgen panellerden oluşan kinetik bir cepheye sahiptir. Paneller, açılıp kapanarak hareket etmektedir. Kampüs içerisinde

³²² (Url-98).

³²³ (Url-98).

³²⁴ (Url-98).

istenen ışık miktarına uygun şekilde cepheye monte edilmiştir.³²⁵ Kampüs ve iç mekândaki çalışma ortamları, kapakların açılmasıyla yapının etrafında bulunan kentsel açık alanlarla etkileşimli hale gelmektedir.



Görsel 4.37. Güney Danimarka Üniversitesi Kolding Kampüsü Zemin Kat Planı, Kesit ve Görünüşü.³²⁶

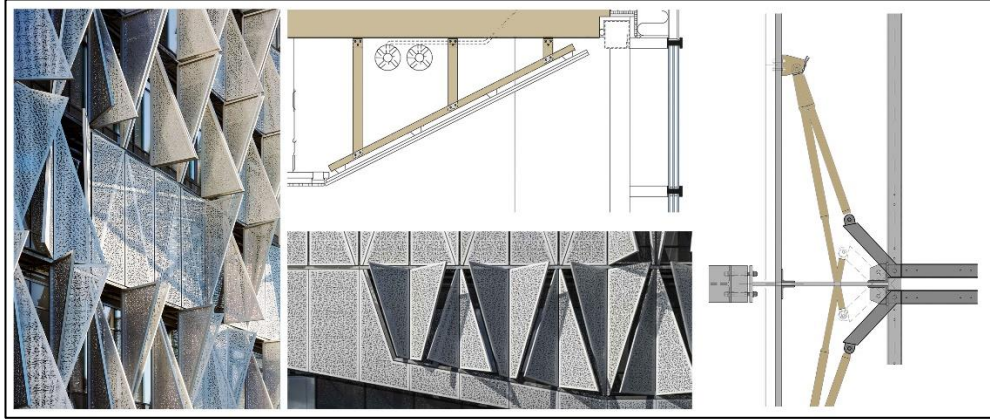
4.7.3. Kullanım ve İşletimi

Gölgeleme sistemi, ışık ve ısı seviyelerini sürekli ölçen ve kepenkleri küçük bir motorla kontrol eden sensörlerle donatılmıştır.³²⁷ Çevredeki ısı ve ışık miktarına bağlı olarak cephedeki üçgen paneller, açılıp kapanmaktadır. Paneller, kapalı, açık, yarı-açık biçimlerde durabilmektedir. Kapalı olduklarında da cephe, panellerdeki deliklerden iç mekâna ışık alabilmektedir.

³²⁵ (Url-99).

³²⁶ (Url-98).

³²⁷ (Url-99).



Görsel 4.38. Güney Danimarka Üniversitesi Kolding Kampüsü Cephe Detay ve Görünüşleri.³²⁸

4.8. One Ocean Tematik Pavyonu (One Ocean Tematic Pavilion)

4.8.1. Genel Bilgi ve Yapılış Nedeni

Yapılış Tarihi: 2012

Konum: Yeosu-Güney Kore

Mimar: SOMA Lima

One Ocean Tematik Pavyonu (One Ocean Tematic Pavilion), 2012’de EXPO için yapılmıştır. Güney Kore’de Soma Lima tarafından tasarlanmıştır. Yapı, ‘‘yaşayan okyanus ve kıyı’’ fuarının temasını ifade etmek için dinamik olarak kurgulanmıştır. Yapının iç mekânında gerçekleştirilen tematik sergideki sanal multimedya gösterileri, kinetik cephe efektleri ile bütünleşmiş ve dinamikliği vurgulamıştır.³²⁹

³²⁸ (Url-98).

³²⁹ (Url-101).



Görsel 4.39. One Ocean Tematik Pavyonu.³³⁰

4.8.2. Mimari ve Teknolojisi

Pavyon, cam elyaf takviyeli polimerlerden oluşan dinamik bir cepheye sahiptir. Biyolojik hareket mekanizmasının mimariye nasıl uygulanabileceği düşüncesinden ilham alınarak yapılmıştır.³³¹ Cephe sistemi, malzemenin iki ucundan uygulanan kuvvetle, elastiklik sayesinde malzemede deformasyon oluşturmaktadır. Böylelikle yapı kabuğu, bükülme hareketi gerçekleştirmektedir.

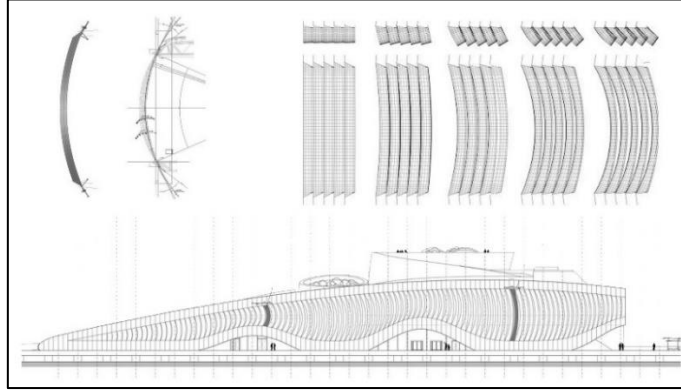


Görsel 4.40. One Ocean Tematik Pavyonu Cephe Sisteminin Kapalı ve Açık Görünümü.³³²

³³⁰ (Url-100).

³³¹ (Url-102).

³³² (Url-102).



Görsel 4.41. One Ocean Tematik Pavyonu Cephe Sisteminin Diyagramları ve Görünüşü.³³³



Görsel 4.42. One Ocean Tematik Pavyonu Gece Görünümü.³³⁴

Görsel 4.43. One Ocean Tematik Pavyonu Gece Görünümü.³³⁵

4.8.3. Kullanım ve İşletimi

Cephe sistemi, önceden tanımlanmış bir düzene göre performans gösterebilmektedir.³³⁶ Manuel olarak açılıp kapanan cephe sistemi, bina boyunca hâkim bir görüntü çıkmasına olanak sağlamaktadır. Kinetik cephenin lamelleri, iç mekâna güneş enerjisi girişini kontrol etmektedir. Cephe sistemi, yapının enerji

³³³ (Url-103), (Url-100).

³³⁴ (Url-104).

³³⁵ (Url-106).

³³⁶ (Url-104).

tüketimini azaltmayı ve verimliliği artırmayı amaçlamıştır. Gün batımından sonra, lamellerin iç tarafına takılan LED'lerle görsel etki desteklenmiştir. Açık konumda, LED'ler bitişik lamelleri aydınlatmaktadır.³³⁷ Böylelikle gece ve gündüz görünümünde yapı farklı kimliklere bürünmüş olarak görünmektedir.

4.9. The Shed

4.9.1. Genel Bilgi ve Yapılış Nedeni

Yapılış Tarihi: 2019

Konum: New York-ABD

Mimar: Diller Scofidio + Renfro



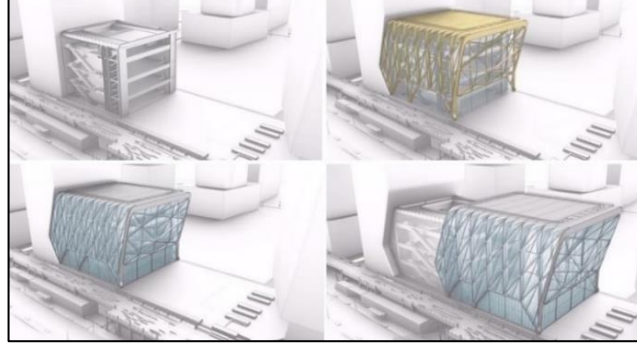
Görsel 4.44. The Shed.³³⁸

The Shed, New York'ta 2019' da yapımı tamamlanan esnek ve dinamik bir kültür merkezidir. Diller Scofidio ve Renfro tarafından tasarlanmıştır. Yapı, galeri alanları, tiyatro salonu, prova alanları, çalışma alanları ve etkinlik alanlarını barındırmaktadır. Mimari olarak, 1960'larda Cedric Price ve Joan Littlewood

³³⁷ (Url-105).

³³⁸ (Url-107).

tarafından tasarlanan ancak gerçekleştirilemeyen Fun Place'tan ilham alınarak yapılmıştır.³³⁹



Görsel 4.45. The Shed Cephe Katmanları.³⁴⁰



Görsel 4.46. The Shed Cephe Sistemi Hareketi Modeli.³⁴¹

4.9.2. Mimari ve Teknolojisi

Yapının en dikkat çekici özelliği, üzerini kaplayan ETFE kabuğudur. Yapı kabuğu, zemindeki raylarla yapının yanındaki açık alanın üzerine doğru hareket

³³⁹ (Url-107).

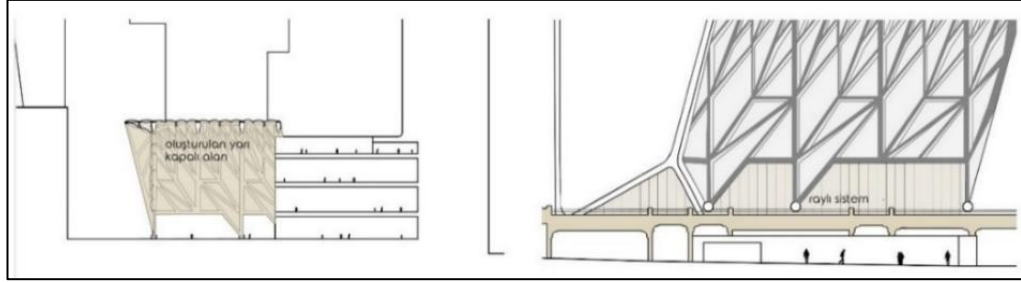
³⁴⁰ (Url-109).

³⁴¹ (Url-108).

ederek ihtiyaç duyulan zamanlarda yarı kapalı alan oluşturabilmektedir. ETFE panellerin uzunluğu bazı noktalarda 21 metreye kadar çıkmaktadır. ETFE kabuk, çelik diagrid sistemden oluşmaktadır.³⁴²



Görsel 4.47. The Shed Yarı Açık Alanın Kullanım Alternatifleri.³⁴³



Görsel 4.48. The Shed Cephe Sistemi Görünüşü.³⁴⁴

4.9.3. Kullanım ve İşletimi

Yapı, kinetik sistemle genişleyerek hacmini büyütülebilmektedir. The Shed'in kabuğu ana kütledekinin üzerinde iken, 19.500 metrekarelik açık hava programları için kullanılabilir açık kamusal alan ortaya çıkmaktadır. Yapının kabuğu, projeksiyon için kullanılacak bir fon görevi görebilmektedir. Raylar üzerinden kaydığında, açık

³⁴² (Url-107).

³⁴³ (Url-109).

³⁴⁴ (Url-110).

kamusal alanın istendiği zaman kapanarak sosyal birçok faaliyete ev sahipliği yapmasını sağlamaktadır. Aynı zamanda bir sahneye ya da sergileme alanına da dnstrlebilmektedir.³⁴⁵ Sistem manuel olarak kontrol edilmektedir, sensörlü veya duyarlı değildir. Yapıdaki hareketin kamusal mekâna etkisini değerlendirerek, mevcut imar yönetmeliklerinin kinetik mimarlık konusunda yetersiz kaldığını söylemek mümkündür.



Görsel 4.49. The Shed Yapı Kabuğunun Hareket Etmesini Sağlayan Tekerlekler.³⁴⁶

4.10. Gemma Gözlemevi (Gemma Observatory)

4.10.1. Genel Bilgi ve Yapılış Nedeni

Yapılış Tarihi: 2015

Konum: New Hampshire-ABD

Mimar: Anmahian Winton Architects

Gemma Gözlemevi (Gemma Observatory), 2015 yılında yapılmıştır. Anmahian Winton Architects tarafından tasarlanmıştır. Bu zel astronomik gözlemevi, New Hampshire'ın merkezindeki uzak bir dağ zirvesinde yer almaktadır.

³⁴⁵(Url-107).

³⁴⁶(Url-111).

Astronomik görüntülemeyi engellememesi için ışık kirliliği olmamasına dikkat edilmiştir. Aynı zamanda üç mil yarıçaplı "karanlık" bir manzaranın merkezinde yer alması sağlıklı sonuçlar elde edilmesi için önemli bir etkidir.³⁴⁷



Görsel 4.50. Gemma Gözlemevi.³⁴⁸

4.10.2. Mimari ve Teknolojisi

Yapı, granit çıkıntılar ile karakterizedir. Birinci kat bir araştırma ofisi, uyku ranzası ve ısınma odasından oluşmaktadır. Sarmal bir merdivenle gözlemevinin görüntüleme alanına çıkılmaktadır. Üst katta, büyük bir teleskop ve bir kamera dizisi ile karakterize edilen iç mekân bulunmaktadır. Yapının en karakteristik özelliği, dönme hareketi yapabilen kütesidir.³⁴⁹

4.10.3. Kullanım ve İşletimi

Sistem, el kranklı veya elektrikle çalışan dişli kutusu ile hareket etmektedir. Elektrikli sistem, otomatik gök izleme ve kayıt için kullanılmaktadır.³⁵⁰ Kütle, tek bir

³⁴⁷ (Url-112).

³⁴⁸ (Url-112).

³⁴⁹ (Url-112).

³⁵⁰ (Url-115).

kişinin krankı elle çevirmesi ile dönebilmektedir. Böylelikle kranklı kayan kapak teleskopu gökyüzüne açmaktadır. Çinko kaplamadaki yarık, kule güney kardinal konumuna kilitlendiğinde bir köşe penceresi oluşturmaktadır.³⁵¹ Yapı hareketinin, herhangi bir sensör gerektirmeyip manuel olarak kontrol edilebilmesi sistemin avantajlarından biridir.



Görsel 4.51. Gemma Gözlemevi Kütlesinin Başlangıç Pozisyonu.³⁵²

Görsel 4.52. Gemma Gözlemevi Dönen Kütle Hareketi.³⁵³



Görsel 4.53. Gemma Gözlemevi İç Mekân Görüntüsü.³⁵⁴

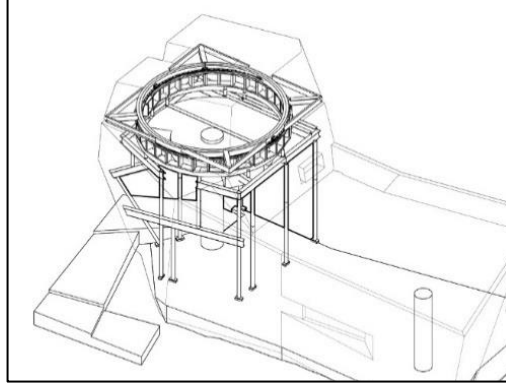
Görsel 4.54. Gemma Gözlemevi Hareketi Sağlayan Krank.³⁵⁵

³⁵¹ (Url-113).

³⁵² (Url-112).

³⁵³ (Url-112).

³⁵⁴ (Url-113).



Görsel 4. 55. Gemma Gözlemevi Hareket Mekanizması.³⁵⁶

4.11. 19 Numaralı Ev (House no.19)

4.11.1. Genel Bilgi ve Yapılış Nedeni

Yapılış Tarihi: 2003

Konum: Leidsche Rijn-Hollanda

Mimar: Kortknie Stuhlmacher Architecten

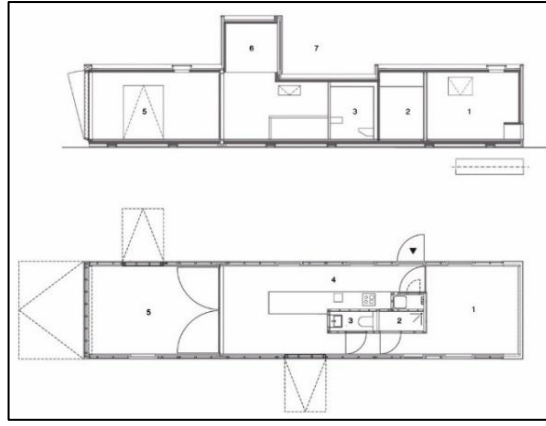


Görsel 4. 56. 19 Numaralı Ev.³⁵⁷

³⁵⁵ (Url-114).

³⁵⁶ (Url-112).

19 Numaralı Ev (House no.19), 2003 yılında Hollanda'da yapılmıştır. Kortknie Stuhlmacher Architecten tarafından tasarlanmıştır. Yapı, bir sanat programı kapsamında Utrecht belediyesinin, Leidsche Rijn'in yeni yerleşim bölgesinde bir süre yaşamak ve çalışmak için davet ettiği bir sanatçı için yapılmıştır. Bir mobil stüdyo olan konaklama yeri, programın bir parçası olarak ve planlanan etkinlikler sırasında sakinlerin birden fazla değişimini görececek biçimde tasarlanmıştır.³⁵⁸



Görsel 4.57. 19 Numaralı Ev Kesit ve Planı.³⁵⁹

4.11.2. Mimari ve Teknolojisi

Ev, farklı iç ve dış mekanlara ayrılabilen bir yapıya sahiptir. Duvarlar, zemin ve çatı lamine masif ahşap panellerin çelikle birleştirilmesi ile yapılmıştır. Böylelikle tek parça olarak kaldırılıp taşınırken kararlılığını koruyabilmektedir. Yapının farklı yerlere uyum sağlayabilmesi gerektiği için, çevresine ihtiyaca göre çeşitli tepkiler verebileceği kapaklar yapılmıştır. Yapı, kapakların kapalı olduğu konumda kara bir kutu olarak tasarlanmıştır.³⁶⁰

³⁵⁷ (Url-116).

³⁵⁸ (Url-116).

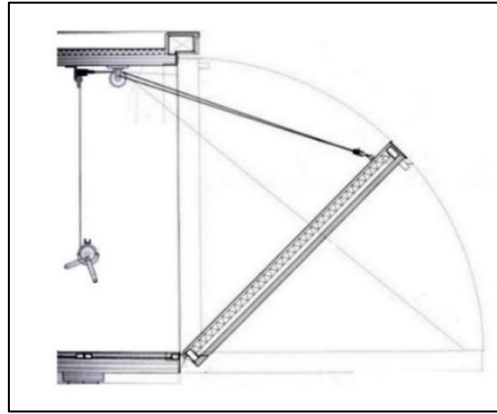
³⁵⁹ (Url-116).

³⁶⁰ (Url-116).



Görsel 4.58. 19 Numaralı Ev Makara Düzenegi.³⁶¹

Görsel 4.59. 19 Numaralı Ev Halatlı Kapı Açma Düzenegi.³⁶²



Görsel 4.60. 19 Numaralı Ev Kesiti, Makara ve Halatlı Kapı Açma Düzenegi.³⁶³

4.11.3. Kullanım ve İşletimi

Yapının cephesindeki büyük kapaklar açıldığında, içe dönük bulunan ev dışa dönük bir hale bürünmektedir. Kapağın açılması manuel olarak kontrol edilmektedir. Böylelikle yapı kullanıcıya, istediği zaman kendisini fiziksel çevreden izole edebilme

³⁶¹ (Url-116).

³⁶² (Url-117).

³⁶³ Carolina De Marco Werner, “Transformable and transportable architecture: analysis of buildings components and strategies for project design.”, Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Universidad Politécnica de Cataluña, Barselona, 2013, s.25.

imkânı tanımaktadır. Cepheler, teras ve sahneler ortaya çıkarmaktadır. Sanatçı, kendi fikirlerini burada şehre sunmaktadır.³⁶⁴

4.12. Olimpiyat Kemer (Olympic Arch)

4.12.1. Genel Bilgi ve Yapılış Nedeni

Yapılış Tarihi: 2002

Konum: Salt Lake City- ABD

Mimar: Hoberman Associates

Olimpiyat Kemer (Olympic Arch), 2002 yılında Salt Lake City’de yapılmıştır. Hoberman Associates tarafından, Olympic Medal Plaza’nın sahnesi için mekanik perde olarak kullanılmak üzere tasarlanmıştır.³⁶⁵ Gösteriler esnasında açılıp kapanabilecek makaslı bir sistemle hareketli olarak kurgulanmıştır. Işık yansımalarıyla kullanımı da kemer hareketini vurgulamaktadır.



Görsel 4.61. Olimpiyat Kemer.³⁶⁶

³⁶⁴ (Url-116).

³⁶⁵ (Url-119).

³⁶⁶(Url-118).

4.12.2. Mimari ve Teknolojisi

Utah'ın doğal taş kemerlerden esinlenerek biçimlendirilmiştir. Yarı dairesel formda tasarlanmış ve alüminyumdan yapılmıştır. Kemer, 11 m boyunda 22 m genişliğinde yapılarak çelik perçinlerle birleştirilmiştir. Paneller, arkadan gelecek ışığın görünmesine imkân sağlayacak şekilde yarı saydamdır. Yansıtılan renklerin değiştirilmesi de strüktürün dinamikliğini desteklemektedir.³⁶⁷



Görsel 4.62. Olimpiyat Kemerini Açılma Hareketi.³⁶⁸



Görsel 4.63. Sahne Gösterisi Anında Olimpiyat Kemerini Hareketi.³⁶⁹

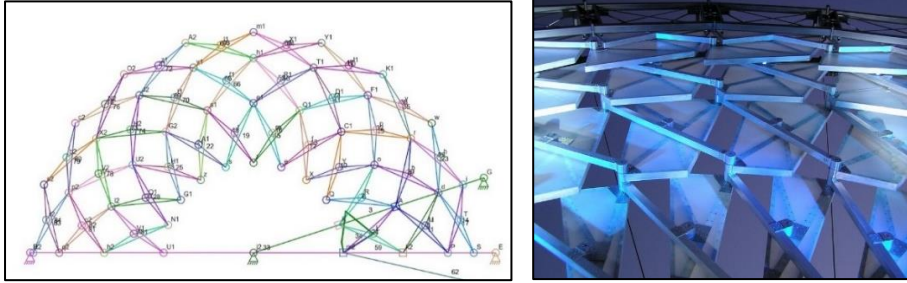
³⁶⁷ (Url-119).

³⁶⁸ (Url-119).

³⁶⁹ (Url-120).

4.12.3. Kullanım ve İşletimi

Kemer, sahnenin ortaya çıkması için açılıp kapanma hareketi yapmaktadır. Kemer tamamen açık pozisyona geldiğinde, çerçeveler yarım dairede toplanmaktadır. Bu hareketle, ziyaretçilerin dikkatini sahneye çekerek gösterilerin ilgi çekici hale gelmesini sağlamaktadır. İki adet motor, mekanik perdeyi yaklaşık 20 saniyede açabilen kabloları kontrol etmektedir.³⁷⁰



Görsel 4.64. Olimpiyat Kemerinin Analitik Çizimi.³⁷¹

Görsel 4.65. Olimpiyat Kemerinin Yakın Görünümü.³⁷²

Olimpiyatın simgesi olarak yapılan kemer, olimpiyattan bir süre sonra sökülüştür ve parçaları açık havada bakımsızca bırakılmıştır. Bu sürede çalınan parçalar olmuştur. Kemerini tekrar kurarak kamusal alanlarda değerlendirme, belediye gündemine zaman zaman gelse de bu konuda bir çalışma yapılmamıştır. Kalan parçalar daha korunaklı bir yere taşınmıştır. Ancak ihmallerden dolayı onarım maliyetleri gün geçtikçe artmıştır.³⁷³

³⁷⁰ (Url-119).

³⁷¹ (Url-121).

³⁷² (Url-122).

³⁷³ (Url-123).



Görsel 4.66. Olimpiyat Kemerinin Sökölüp Açık Havada Terkedilmesi.³⁷⁴

4.13. LIGO Bilim Eğitim Merkezi (LIGO Science Education Center)

4.13.1. Genel Bilgi ve Yapılış Nedeni

Yapılış Tarihi: 2006

Konum: Livingston-ABD

Mimar: Eskew + Dumez + Ripple of New Orleans



Görsel 4.67. LIGO Bilim Eğitim Merkezi.³⁷⁵

³⁷⁴ (Url-123).

LIGO Bilim Eğitim Merkezi (LIGO Science Education Center), 2006 yılında Livingstone Zambiya’da yapılmıştır. Eskew + Dumez + Ripple of New Orleans tarafından tasarlanmıştır. LIGO, görünmeyen evreni daha iyi anlamak amacıyla astrofiziksel yerçekimsel dalgaların tespiti için bilim çalışmalar yapan bir kurumdur.³⁷⁶



Görsel 4.68. LIGO Bilim Eğitim Merkezi.³⁷⁷

Görsel 4.69. LIGO Bilim Eğitim Merkezi Kinetik Cephe Sistemi.³⁷⁸

4.13.2. Mimari ve Teknolojisi

Bilimsel çalışmalar için kullanılan LIGO Bilim Eğitim Merkezi, manyetik kinetik sistemlere örnek olarak gösterilebilir. Yapının, ön tarafını kaplayan ve Dalga Duvarı olarak adlandırılan cephesi, rüzgarla hareket eden alüminyum sarkaçlardan oluşmaktadır.³⁷⁹ Cephesindeki hareket mekanizması ile yapı, kurumun kimliğini destekleyen bir kimlik oluşmasını sağlamıştır.

³⁷⁵ (Url-124).

³⁷⁶ (Url-125).

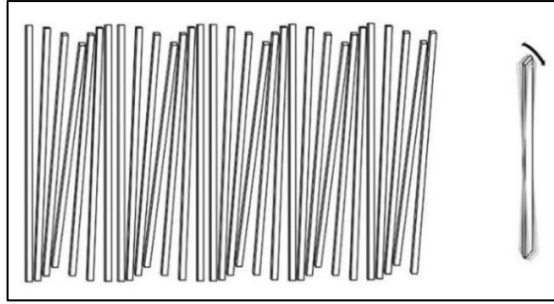
³⁷⁷ (Url-127).

³⁷⁸ (Url-127).

³⁷⁹ (Url-126).

4.13.3. Kullanım ve İşletimi

Yapının cephesi, doğrusal alüminyum sarkaçlar ile kaplanmıştır ve ağırlık merkezlerinden düşük sürtünmeli yataklar üzerinde asılmıştır. Her bir alüminyum sarkaç, yanındaki sarkaç ile manyetik olarak ilişkilendirmiştir. Bu sarkaçların hareketi, rüzgâr ile sağlanmaktadır. Hareket rüzgâr gücüne bağlıdır ancak mıknatısların gücü kontrol edilerek de tetiklenebilmekte veya sönmülenebilmektedir.³⁸⁰ Doğal bir etken ile hareketin desteklenmesi ve sensörlü bir mekanizma gerektirmemesi sistemin avantajlarından.



Görsel 4.70. LIGO Bilim Eğitim Merkezi Cephe Sistemi Analitik Çizimi.³⁸¹

4.14. Bulanık Bina (Blur Building)

4.14.1. Genel Bilgi ve Yapılış Nedeni

Yapılış Tarihi: 2002

Konum: Yverdon-les-Bains-İsviçre

Mimar: Diller Scofidio+Renfro

³⁸⁰ (Url-126), Jules Moloney, **Designing kinetics for architectural facades: State change.**, Abingdon, OX: Routledge, 2011, s.18-19.

³⁸¹ Jules Moloney, **Designing kinetics for architectural facades: State change.**, Abingdon, OX: Routledge, 2011, s.18.

Bulanık Bina (Blur Building), 2002 yılında Swiss National Expo için İsviçre’de yapılmıştır. Yapı, Diller Scofidio+Renfro tarafından tasarlanmıştır. İsviçre'deki Neuchatel Gölü'ndeki bir dünya medya fuarı için geçici bir yapı olarak tasarlanmıştır. Tema olarak, insan ve teknolojinin iç içe geçerek sınırların kaldırılması ele alınmıştır. Tasarımcı, yapıda istediği değişken görünümü su kullanarak elde etmiştir.³⁸² Yapının etrafında dinamik bir bulut etkisi veren sisle, ziyaretçilerde duygu değişimleri yaşanmasına ortam hazırlanmıştır.



Görsel 4.71. Bulanık Bina.³⁸³

4.14.2. Mimari ve Teknolojisi

Yapı, dört sütun üzerinde taşınmaktadır. Sütunlar, suyun derinliklerine batırılmış kazıklara oturmaktadır. Böylelikle gölün yüzeyinde yüzyor gibi görünmektedir. Kıyıdan yapıya ulaşan 120 metre uzunluğundaki rampa, ziyaretçilerin sis içine girerek yapıya ulaşmalarını sağlamaktadır. Sis ile ziyaretçilerin duyularının ve algılarının değişmesi, sergi için amaçlanan bir durumdur.³⁸⁴

³⁸² (Url-128).

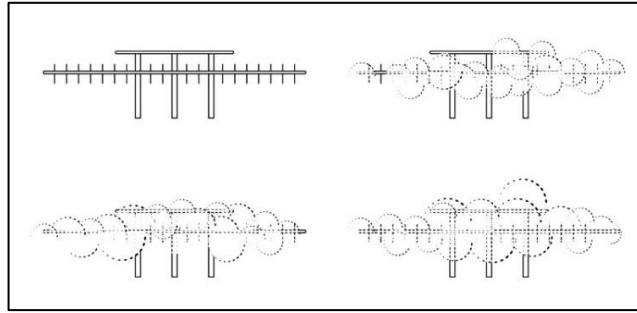
³⁸³ (Url-127).

³⁸⁴ (Url-129).



Görsel 4.72. Bulanık Bina Havadan Görünümü.³⁸⁵

Görsel 4.73. Bulanık Bina Gezilebilir Çatısı.³⁸⁶



Görsel 4.74. Bulanık Bina Sis Hareketinin Analitik Çizimi.³⁸⁷

4.14.3. Kullanım ve İşletimi

Bulanık Bina, akışkan malzeme kullanımı ile sağlanan hareketlere örnek olarak gösterilebilir. Dinamik bir hacim oluşturmak için su sisi kullanılan yapı, rüzgârın gücü ve yönüyle değişen yapay bir bulut oluşturmaktadır.³⁸⁸ Kullanılan su, gölden pompalanmaktadır. Sonrasında yüksek basınçla bir sis kütlesi olarak yapıyı sarmaktadır. Yapı için tasarlanan akıllı hava sistemi, bilgisayarla kontrol

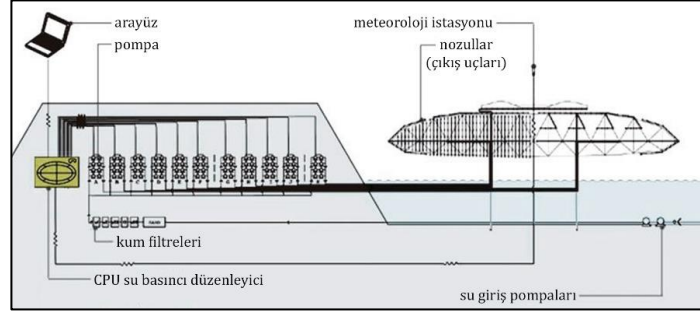
³⁸⁵ (Url-127).

³⁸⁶ (Url-127).

³⁸⁷ Jules Moloney, **Designing kinetics for architectural facades: State change.**, Abingdon, OX: Routledge, 2011, s.24.

³⁸⁸ (Url-128).

edilmektedir. Değişen iklim sıcaklık, nem, rüzgâr hızı ve yön koşullarını analiz ederek çeşitli bölgelerdeki su basıncını düzenlemektedir.³⁸⁹ Yapının kalıcı olması amaçlanmamış ve sergi sonunda yapı sökülüştür.³⁹⁰



Görsel 4.75. Bulanık Bina Sistem Çalışma Mekanizması Çev. Zeynep Kevser Çakır.³⁹¹

4.15. Montreal Olimpiyat Stadyumu (Montreal Olympic Stadium)

4.15.1. Genel Bilgi ve Yapılış Nedeni

Yapılış Tarihi: 1976

Konum: Montreal- Kanada

Mimar: Roger Taillibert

Montreal Olimpiyat Stadyumu (Montreal Olympic Stadium), 1976 yılında Kanada'da yapılmıştır. Roger Taillibert tarafından tasarlanmıştır. 1976 Yaz Olimpiyatları'na hizmet vermek üzere inşa edilmiştir. Yaşanan gecikmeler nedeniyle stadyum, olimpiyatlar için yarım kalmıştır. Geri çekilebilir kumaş çatı olmadan saha, seyirci alanları ve çalışma alanları hazırlanarak olimpiyatlarda kullanılmıştır.³⁹²

³⁸⁹ (Url-130).

³⁹⁰ (Url-129).

³⁹¹ (Url-130).

³⁹² (Url-132).



Görsel 4.76. Montreal Olimpiyat Stadyumu.³⁹³

4.15.2. Mimari ve Teknolojisi

Stadyum, dünyanın en yüksek eğimli ve Montreal'deki altıncı en yüksek yapı olan, büyük bir kuleden askıya alınan kablolarla açılıp kapatılacak olan geri çekilebilir bir çatıya sahip olarak tasarlanmıştır. Yapının tasarımı, organik modern mimarinin bir örneği olarak yapılmıştır.³⁹⁴ Ancak bu üst örtü, yapı için uzun ömürlü olamamıştır.

4.15.3. Kullanım ve İşletimi

Maddi sıkıntılardan dolayı tasarlanan çatının tamamlanması on yılı aşkın bir süre almıştır. 1988 yılında çatı tamamlanmıştır ancak dev bir şemsiye gibi açılması planlanan kumaş çatıda sorunlar çıkmıştır. Membran çatının açılması 45 dk sürmüştür. Çatının yıllık bakım maliyeti 700.000 \$ tutmuştur. İnsanlar çatının hareketini görmeye geldikleri için günde birkaç kez çatı açılıp kapanmıştır ancak bu durum çatıda büyük ölçüde yırtıklar oluşmasına neden olmuştur.³⁹⁵ Membran

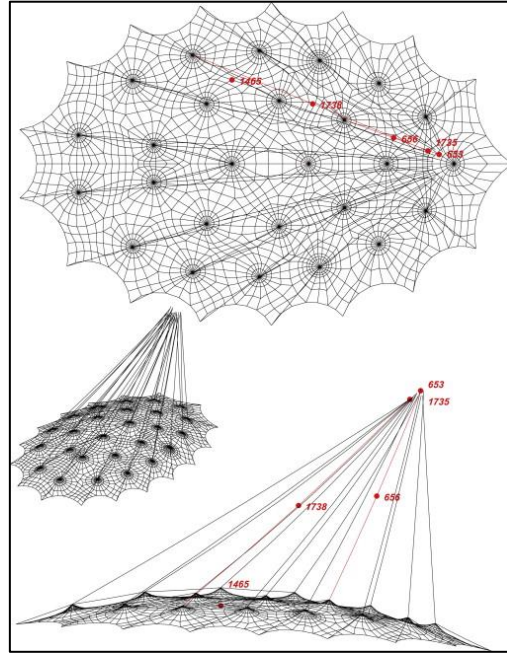
³⁹³ (Url-131).

³⁹⁴ (Url-134).

³⁹⁵ (Url-136).

kullanımı ve kablo sistemi ile tasarlanan sistemler, sık sık açılıp-kapanma hareketi yapmaya müsait değildir, yıpranma payı rijit malzemeli sistemlere göre daha yüksektir.

Çatı, 1991'de temelli olarak kapatılmıştır ve 1997 yılında kaldırılmıştır. Yapısal sorunlardan kaynaklı olarak çatı 1998'de yeni bir versiyon ile değiştirilmiştir.³⁹⁶ Yeni fiberglas kaplı çatı, geri çekilemezdi. Bu çatı da 2007 ve 2017 yılları arasında 7.453 kez yırtılarak hasarlara karşı savunmasız olmadığını kanıtlamıştır.³⁹⁷ Üst örtü tasarımları hem sürdürülebilir olmamış hem de devamlı olarak büyük maliyet ve onarımlara yol açmıştır.



Görsel 4.77. Montreal Olimpiyat Stadyumu Geri Çekilebilir Çatısı Analitik Çizimi.³⁹⁸

³⁹⁶ (Url-138).

³⁹⁷ (Url-136), (Url-137).

³⁹⁸ (Url-133).



Görsel 4.78. Montreal Olimpiyat Stadyumu'nun İlk Çatısı İç Mekândan Görünümü.³⁹⁹



Görsel 4.79. Montreal Olimpiyat Stadyumu'nun İkinci Çatısı.⁴⁰⁰

Görsel 4.80. Montreal Olimpiyat Stadyumu İkinci Çatısı İçerden Görünümü.⁴⁰¹

4.16. Allianz Stadyumu (Allianz Arena)

4.16.1. Genel Bilgi ve Yapılış Nedeni

Yapılış Tarihi: 2005

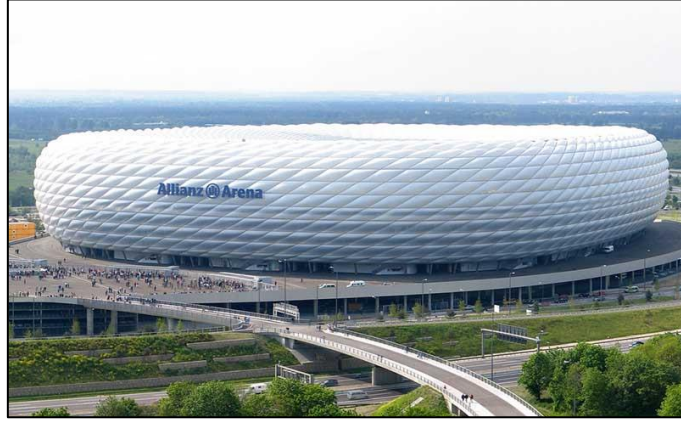
Konum: Münih- Almanya

Mimar: Herzog & de Meuron

³⁹⁹ (Url-135).

⁴⁰⁰ (Url-137).

⁴⁰¹ (Url-137).



Görsel 4.81. Allianz Stadyumu.⁴⁰²

Allianz Stadyumu (Allianz Arena), 2005 yılında Münih'te yapılmıştır. Herzog & de Meuron tarafından tasarlanmıştır. Yapı, dünyanın en büyük membran yapılarından biridir. İş adamları için tüm alanları kapsayan tesisler arasında çok çeşitli catering, eğlence, çocuk bakım hizmetleri ve anaokulu, taraftarlar için büyük mağazalar, ofisler ve konferans salonları içermektedir.⁴⁰³



Görsel 4.82. Allianz Stadyumu Cephesinin Renk Değişimi.⁴⁰⁴

Görsel 4.83. Allianz Stadyumu Cephesi Çoklu Renklendirme.⁴⁰⁵

⁴⁰² (Url-139).

⁴⁰³ (Url-140).

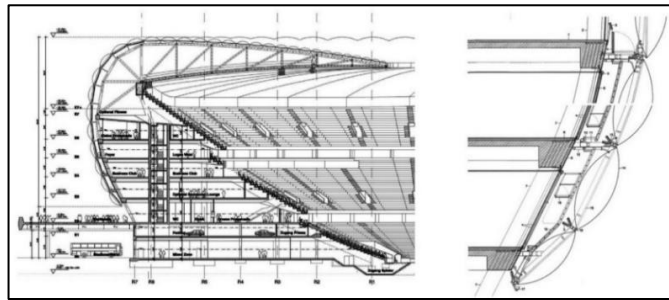
⁴⁰⁴ (Url-142).

4.16.2. Mimari ve Teknolojisi

Stadyumun yapısal çerçevesi ve tribünleri betonarmeden yapılmıştır. Çatısı çelik kafesten oluşmaktadır. Tüm yapı, ışıklı hava yastıkları ile kaplanmıştır. Binanın en dikkat çekici özelliklerinden biri, iki ev sahibi kulüpten hangisinin arenayı kullandığını yansıtan renk değiştiren cephesidir.⁴⁰⁶

4.16.3. Kullanım ve İşletimi

ETFE yastıklar, alüminyum profillere sabitlenmiştir. Pompalama istasyonu, yastıklarda sabit bir iç basınç tutmaktadır. Rüzgâr ve kar yüklerine bağlı olarak gerektiği gibi basıncı dengelemektedir.⁴⁰⁷ Bir maç başladığında, stadyumun tüm sentetik derisi, iki ev sahibi takımdan hangisinin oynadığına bağlı olarak kırmızı veya mavi olarak yanmaktadır. Beyaz ışık, hiçbir yerel takımın yer almadığı oyunlar için kullanılmaktadır.⁴⁰⁸ Böylelikle stadyumu uzaktan gören insanlar, maçın tarafları hakkında fikir sahibi olmaktadır. Yansıtılan renkler, dijital olarak kontrol edilmektedir. Sensörlü ya da otomatik değildir.



Görsel 4.84. Allianz Stadyumu Kesiti ve Cephe Sistemi Detayı.⁴⁰⁹









⁴⁰⁵ (Url-143).

⁴⁰⁶ (Url-141).

⁴⁰⁷ (Url-144).

⁴⁰⁸ (Url-144).

⁴⁰⁹ <https://en.wikiarquitectura.com/building/allianz-arena/#>, Erişim Tarihi: 08.05.2021;
<https://buildingskins.wordpress.com/category/plastics-etfe/allianz-arena/>, Erişim Tarihi: 08.05.2021.

	Yapı Görseli	Yapı Kimliği	Teknik Bilgileri
1		<p>Mekanik Bale Binası (Ballet Mécanique Apartment Building)</p> <p>Yapılış Tarihi: 2017 Konum: Zürih-İsviçre Mimar: Manuel Herz Architects</p>	<p>Hareket Türü: Açılma-Kapanma Hareket Etkisi: Aktif Sistem Türü: Hidrolik Sistem Kontrol Mekanizması: Otomatik Kontrol Malzeme Özelliği: Rijit Malzeme</p>
2		<p>Al Bahar Kuleleri (Al Bahar Towers)</p> <p>Yapılış Tarihi: 2012 Konum: Abu Dabi-Birleşik Arap Emirlikleri Mimar: Aedas Arquitectos</p>	<p>Hareket Türü: Katlanma Hareket Etkisi: Pasif Sistem Türü: Hidrolik Sistem Kontrol Mekanizması: Bilgisayar Kontrollü Malzeme Özelliği: Rijit Malzeme</p>
3		<p>Kiefer Teknik Sergi Salonu (Kiefer Technic Showroom)</p> <p>Yapılış Tarihi: 2007 Konum: Graz-Avusturya Mimar: Ernst Giselsbrecht+Partner</p>	<p>Hareket Türü: Katlanma ve Kayma Hareket Etkisi: Aktif Sistem Türü: Mentşeli ve Raylı Sistem Kontrol Mekanizması: Manuel ve Otomatik Kontrol Malzeme Özelliği: Rijit Malzeme</p>
4		<p>Şanghay Tiyatrosu (Shanghai Theatre)</p> <p>Yapılış Tarihi: 2016 Konum: Şanghay-Çin Mimar: Heatherwick Studio, Foster+Partners</p>	<p>Hareket Türü: Kayma ve Dönme Hareket Etkisi: Aktif Sistem Türü: Raylı Sistem Kontrol Mekanizması: Manuel Kontrol Malzeme Özelliği: Rijit Malzeme</p>
5		<p>Arap Dünyası Enstitüsü (Institut Du Monde Arabe)</p> <p>Yapılış Tarihi: 1987 Konum: Paris-Fransa Mimar: Architecture-Studio, Ateliers Jean Nouvel</p>	<p>Hareket Türü: Açılma-Kapanma Hareket Etkisi: Pasif Sistem Türü: Hidrolik Sistem Kontrol Mekanizması: Sensörlü Kontrol Malzeme Özelliği: Rijit Malzeme</p>
6		<p>Media-TIC</p> <p>Yapılış Tarihi: 2009 Konum: Barselona- İspanya Mimar: Enric Ruiz</p>	<p>Hareket Türü: Malzeme Deformasyonu Hareket Etkisi: Pasif Sistem Türü: Pnömatik Sistem Kontrol Mekanizması: Sensörlü Kontrol Malzeme Özelliği: Esnek Malzeme</p>
7		<p>Güney Danimarka Üniversitesi Kolding Kampüsü (SDU University of Southern Denmark Campus Kolding)</p> <p>Yapılış Tarihi: 2014 Konum: Kolding-Danimarka Mimar: Henning Larsen Architects</p>	<p>Hareket Türü: Açılma-Kapanma Hareket Etkisi: Aktif Sistem Türü: Veri bulunamadı. Kontrol Mekanizması: Sensörlü Kontrol Malzeme Özelliği: Rijit Malzeme</p>
8		<p>One Ocean Tematik Pavyonu (One Ocean Tematic Pavilion)</p> <p>Yapılış Tarihi: 2012 Konum: Yeosu-Güney Kore Mimar: SOMA Lima</p>	<p>Hareket Türü: Bükülme ve Malzeme Deformasyonu Hareket Etkisi: Pasif Sistem Türü: Veri bulunamadı. Kontrol Mekanizması: Manuel ve Bilgisayar Kontrollü Malzeme Özelliği: Rijit Malzeme</p>

Görsel 4.85. Kinetik Cephe Sistemleri Uygulama Örnekleri Karşılaştırma Tablosu Zeynep Kevser Çakır.

	Yapı Görseli	Yapı Kimliği	Teknik Bilgileri
9		The Shed Yapılış Tarihi: 2019 Konum: New York-ABD Mimar: Diller Scofidio + Renfro	Hareket Türü: Kayma Hareket Etkisi: Aktif Sistem Türü: Raylı Sistem Kontrol Mekanizması: Manuel Kontrol Malzeme Özelliği: Rijit Malzeme
10		Gemma Gözlemevi (Gemma Observatory) Yapılış Tarihi: 2015 Konum: New Hampshire-ABD Mimar: Anmahian Winton Architects	Hareket Türü: Dönme Hareket Etkisi: Aktif Sistem Türü: Dişli Sistem Kontrol Mekanizması: Manuel Kontrol Malzeme Özelliği: Rijit Malzeme
11		19 Numaralı Ev (House no.19) Yapılış Tarihi: 2003 Konum: Leidsche Rijn-Hollanda Mimar: Kortknie Stuhlmacher Architecten	Hareket Türü: Açılma-Kapanma Hareket Etkisi: Aktif Sistem Türü: Makaralı Sistem Kontrol Mekanizması: Manuel Kontrol Malzeme Özelliği: Rijit Malzeme
12		Olimpiyat Kemer (Olympic Arch) Yapılış Tarihi: 2002 Konum: Salt Lake City- ABD Mimar: Hoberman Associates	Hareket Türü: Açılma-Kapanma Hareket Etkisi: Aktif Sistem Türü: Makaslı Sistem Kontrol Mekanizması: Manuel Kontrol Malzeme Özelliği: Rijit Malzeme
13		LIGO Bilim Eğitim Merkezi (LIGO Science Education Center) Yapılış Tarihi: 2006 Konum: Livingston-ABD Mimar: Eskew + Dumez + Ripple of New Orleans	Hareket Türü: Dönme Hareket Etkisi: Pasif Sistem Türü: Manyetik Sistem Kontrol Mekanizması: - Malzeme Özelliği: Rijit Malzeme
14		Bulanık Bina (Blur Building) Yapılış Tarihi: 2002 Konum: Yverdon-les-Bains-İsviçre Mimar: Diller Scofidio+Renfro	Hareket Türü: Akışkan Malzeme Kullanımı Hareket Etkisi: Pasif Sistem Türü: Veri Bulunamadı. Kontrol Mekanizması: Bilgisayar Kontrollü Malzeme Özelliği: Akışkan Malzeme
15		Montreal Olimpiyat Stadyumu (Montreal Olympic Stadium) Yapılış Tarihi: 1976 Konum: Montreal- Kanada Mimar: Roger Taillibert	Hareket Türü: Açılma-Kapanma, Gerilme, Daralma-Genişleme, Malzeme Deformasyonu Hareket Etkisi: Aktif Sistem Türü: Kablolu Sistem Kontrol Mekanizması: Manuel Kontrol Malzeme Özelliği: Esnek Malzeme
16		Allianz Stadyumu (Allianz Arena) Yapılış Tarihi: 2005 Konum: Münih - Almanya Mimar: Herzog & de Meuron	Hareket Türü: Işıktaki Değişiklikler ve Optik Etki Hareket Etkisi: Pasif Sistem Türü: - Kontrol Mekanizması: Manuel Kontrol Malzeme Özelliği: Esnek Malzeme

Görsel 4.86. Kinetik Cephe Sistemleri Uygulama Örnekleri Karşılaştırma Tablosu Zeynep Kevser Çakır.

SONUÇ

İklim değişiklikleri, fiziksel çevredeki dönüşümler ve kullanıcı ihtiyaçlarındaki farklılaşmalar kaçınılmazdır. Dolayısıyla kinetik yapıların kullanımı, yapıların çevre ve kullanıcı ile etkileşimlerinde koşulları iyileştirici bir etki ortaya koymaktadır. Bu iyileştirme, iç mekânda kısmi olabileceği gibi yapı yüzeyinin tamamında da rol oynayabilmektedir. Böylelikle yapıların dış yüzeylerini tanımlamak için yapı kabuğu, yapı zarfı gibi terimler ortaya çıkmıştır. Kinetik nesnelerin, sadece kendi özelinde değerlendirilmesi yanıltıcı olabilir. Sistemin, yapının bütünü ile değerlendirilip tasarlanması gerekir.

Dönüştürülebilir bir tasarım elde edilmek istendiğinde, geleneksel veya alışılmış bir yapıya göre daha karmaşık sorunlarla karşılaşmaktadır. Duyarlılığın artması, kullanılan sistem ve mekanizmalar, ilk yatırım maliyetinin yükselmesine neden olmaktadır. Kinetik sistemlerin, belirsiz durumlara ve yerinde çözümlere olabildiğince yer bırakmayacak şekilde planlanması gerekir. Hareket mekanizmalarının kontrollerinin, çoğunlukla elektrik bağımlı sistemlerle sağlandığı görülmüştür. Enerji tüketimi ve biyolojik çevreye uyum bağlamında, güneş enerjisi, rüzgâr gücü vb. doğal değişkenler ile dinamiklik oluşturabilen yapılar daha sürdürülebilirdir. Yapılarda kullanılan sensör ve aktüatörlerin çalışması için gerekli olan enerjinin, tasarruf edilen enerjiden düşük olması önemlidir. Ters bir durumda, yapı iyileştirme amacı güdülen yapılar, yapıya ekstra masraf çıkaracaktır. Malzeme duyarlılığı ile hareket edebilen mekanizmasız kinetik sistemler üzerinde daha fazla çalışma ve deney yapılması sürdürülebilirlik bağlamında yeni bir alan ortaya çıkmasına imkân tanıyabilir.

İncelenen çalışmalarda, kullanılan yapılara ait röportajlarda sistemlerin tasarım aşamasında yapılan bilgisayar modellerinin yanıltıcı olabileceği ve birebir maketler üzerinden test edilmelerinin gerçeğe en yakın sonuçları vereceği

görülmüştür. Yüzey alanı büyüdükçe harcanan enerji miktarı parabolik bir artış gösterdiği için büyük ölçekli maketler üzerinden yapılan deneylerle kesin sonuçlara varmak güç olabilir. Bununla birlikte yüzeyin direnç göstermesi gereken rüzgâr gücü, kar yükü gibi faktörler de model ölçeğinde ortaya çıkmayan etkenler arasında olabilmektedir. Hesap edilemeyen şartlardan kaynaklı olarak bileşenlerin istenen sonuçları vermemesi, mekanik sorunlara yol açarak sistemlerin sürdürülebilirliği azaltmaktadır.

Tez kapsamında incelenen yapılar kullanılan sistemler, malzeme, mekanizma veya hareket türü sebebiyle kendi içinde imkân ve kısıtlamalara sahiptir. Yapı örneklerinde, en yaygın kullanılan hareket türünün rijit yapı elemanlarıyla açılıp-kapanma olduğu görülmüştür. Uygulama örneklerinde bina şeklinde ve kullanılabilir alanlarında değişikliklere yol açan sistemler aktif, yapı performansını arttırmayı amaçlayan ve bina bileşenlerinde büyük ölçüde etkisi olmayan sistemler pasif olarak nitelendirilmiştir. Bazı örneklerde kinetik elemanı, alternatif ve daha ekonomik uygulamalar ile çözülebilecek durumda olmasına rağmen yüksek maliyetlerle tasarlanmıştır. Bu gibi durumların, genellikle marka değeri yüksek yapı tasarlama, kurumsal kimliği mekânda yapı elemanları ile destekleme, estetik kaygılar gütmeye vb. amaçlar için olduğu görülmüştür. Kinetik elemanların kamusal fayda için kullanımı, kentsel mekânlara olumlu yönde yansımaktır. Ancak geleneksel ve alışılmış kalıpların dışına çıkılması, kamusal bir dirençle karşı karşıya kalınması durumunu doğurabilir.

Kinetik sistemlerin, tasarım ve işleyişini etkileyen faktörlerin değerlendirilmesi, uygulama potansiyelleri açısından önem taşımaktadır. Hareketli yapı elemanları ve yüzeyler kullanıcının yapıyla iletişim kurabilmesine imkân tanımaktadır. Kullanıcı ile tepkimeye giren yapı anlayışının mimarlık için önemli bir gelişme vaat ettiği söylenebilir. Bunun yanısıra değişen iklim koşullarından kaynaklanması olası olağanüstü durumlarda, yapıların kendilerini dış ortama karşı izole etme beklentisi oluşabilir. Bu kriz dönemlerinde, yapı kabuklarının korunaklı mekânlar sağlayabilmesinin yapılar için öne çıkan bir ölçüt haline gelmesi söz konusu olabilir. İncelenen örneklerde, bazı yapılarda kinetik olma durumunun, imar sınırlarının geçici olarak aşılması ve yapı kullanım alanının genişletebilmesi

amacıyla kullanıldığı görülmüştür. Durağan yapıların yerini almaya başlayan dinamik yapıların, mevcut imar yönetmeliklerinde bir karşılığı olmadığını söylemek mümkündür. Bu örneklerden hareketle, imar yönetmeliklerinin mimarideki yeni söylemlere göre yeni bir bakışla değerlendirilip şekillendirilmesi gerektiği fikrine varılabilir.

KAYNAKÇA

Abdullah, Y., & Al-Alwan, H. (2019). Architecture: Smart Material Systems and Adaptiveness in Architecture. *Ain Shams Engineering Journal*, 10, 623-638.

Balık, D., & Allmer, A. (2010). Süslemeyi Hatırlamak: Çağdaş Mimarlıkta Bezeme. *Arredemento Mimarlık Dergisi*, 68-94.

Barozzi, M., Lienhard, J., Zanelli, A., & Monticelli, C. (2016). The Sustainability of Adaptive Envelopes: Developments of Kinetic Architecture. *Procedia Engineering*, 155, 275-284.

Bilgin, N. (2003). *Sosyal Psikoloji Sözlüğü: Kavramlar, Yaklaşımlar* (2.bs). Bağlam Yayıncılık.

Biol, İ., & Derman, Ç. (2018). *Türk Tezyini Sanatlarında Motifler* (14. bs). Kubbealtı Neşriyatı.

Capeluto, G. (2019). Adaptability in envelope energy retrofits through addition of intelligence features. *Architectural Science Review*, 62:216-229.

Ching, F. D. K. (2014). *Architecture: Form, Space and Order* (4.bs.). Hoboken, NJ: John Wiley & Sons.

Condreds, U. (2019). *20.Yüzyıl Mimarisinde Program ve Manifestolar* (3.bs.). Şevki Vanlı Mimarlık Vakfı Yayınları.

Corbusier, L. (2020). *Bir Mimarlığa Doğru* (11. bs). İstanbul: Yapı Kredi Yayınları.

Davidson Cragoe, C. (2014). *Binalar Nasıl Okunur?* (4. bs). Yem Yayın.

Eisenman, P. (1997). "Vision's Unfolding: Architecture in the Age of Electronic Media", in *Theories and Manifestoes of Contemporary Architecture*, Eds.Jencks, C.& Kropf, K., West Sussex: Academy Editions, Chichester, 295-297.

- Elmokadem, A., Ekram, M., Waseef, A. & Nashaat, B.** (2018). Kinetic Architecture: Concepts, History and Applications. *International Journal of Science and Research (IJSR)*, 7(4), 750-758.
- Favoino, F., Jin, Q., & Overend, M.** (2014). Towards an Ideal Adaptive Glazed Façade for Office Buildings, 6th International Conference on Sustainability in Energy and Buildings.
- Fox, M.A.** (2002). "Beyond Kinetic", Massachusetts Institute of Technology, Cambridge, USA.
- Fox, M. A., & Yeh, B. P.** (2000). Intelligent Kinetic Systems in Architecture, *Managing Interactions in Smart Environments*, London: Springer.
- Göppert, K. & Stein, M.** (2007). A Spoked Wheel Structure for the World's largest Convertible Roof – The New Commerzbank Arena in Frankfurt, Germany. *Structural Engineering International*, 17(4), 282-287.
- Güçyeter, B.** (2004). Değişebilen Strüktürlerin Yapısal Özelliklerinin Karşılaştırmalı İrdelenmesi. Yayımlanmamış yüksek lisans tezi, Dokuz Eylül Üniversitesi, İzmir.
- Günay, R.** (1998). *Türk Ev Geleneği ve Safranbolu Evleri*. İstanbul: Yem Yayın.
- Grobman, Y. J., & Yekutieli, T. P.** (2013). Autonomous Movement of Kinetic Cladding Components in Building Facades. *ICoRD'13, Springer*, 1051-106.
- Hasol, D.** (2014). *Ansiklopedik Mimarlık Sözlüğü* (13. bs). İstanbul: Yem Yayın.
- Hillier, B. & Hanson, J.** (1984). *The Social Logic of Space*. Cambridge University Press.
- James, A., & Nagasaka, D.** (2011). Theoretical Connection Points Between Multimedia and Architecture. *Journal of Asian Architecture and Building Engineering*, 10(1), 171-178.
- Johnson, S.** (2000). Binary Oppositions: Should Designers Learn To Think Differently In Order To Better Utilize Digital Design Tools? *ACADIA Quarterly* 19(4), 2-4.

- Kolarevic, B. & Parlac, V.** (2015). Adaptive, Responsive Building Skins, in *Building Dynamics: Exploring Architecture of Change*, Routledge Taylor & Francis Group, s. 69-88.
- Korkmaz, K.** (2001). Kinetik Bir Mimarlığa Doğru. *Ege Mimarlık*, 37, 8-11.
- Kronenburg, R. H.** (2002). *Houses in Motion: The Genesis, History and Development of the Portable Building* (2. bs). Wiley Academy.
- Leach, N., Turnbull, D., & Williams, C.** (2004) *Digital tectonics*. Hoboken, NJ: Wiley Academy.
- Lehman, M. L.** (2016). *Adaptive Sensory Environments: An Introduction*. Routledge.
- Liu, Y.T.** (2003) Digital architecture: Theory, media and design. In ML Chiù, JY Tsou, T Kvan, M Morozumi, and TS Jeng (Eds.), *Digital design research and practice (Proceedings of the 10th International Conference on Computer-Aided Architectural Design Futures)*. Tainan: Kluwer Academic Publishers, 9- 18.
- Loonen, R. C.G.M., Favoino, F., Hensen, J. L.M., & Overend, M.** (2017). Review of current status, requirements and opportunities for building performance simulation of adaptive facades. *Journal of Building Performance Simulation*, 10(2), 205-223.
- Mahovič, A.** (2013). Typology of Retractable Roof Structures in Stadiums and Sports Halls. *Igra ustvarjalnosti - Creativity game, 2013*, 90-99.
- Maragkoudaki, A.** (2013). No-Mech Kinetic Responsive Architecture: Kinetic Responsive Architecture with No Mechanical Parts. *9th International Conference on Intelligent Environments*, 145-150.
- Maree, M.** (2007). "Illustrated Kinetics: A Study in Active Architecture Applied to a Sports Complex within Marabastad", Pretoria Üniversitesi, Pretoria, 55- 62.
- McCormack, J., & Dorin, A.** (2001). Art, emergence, and the computational sublime. *Proceedings of The Second International Conference on Generative Systems in the Electronic Arts*, 67-81.

- Megahed, N.** (2015). Digital realm: Parametric-enabled paradigm in architectural design process. *International Journal of Architecture, Engineering and Construction*, 4(3), 175–184.
- Megahed, N.** (2016). Understanding kinetic architecture: Typology, classification, and design strategy. *Architectural Engineering and Design Management*, 13(2), 1-17.
- Moloney, J.** (2006). Between Art and Architecture: The Interactive Skin. *Tenth International Conference on Information Visualisation (IV'06)*, 681-686.
- Moloney, J.** (2011). Designing kinetics for architectural facades: State change. Abingdon, OX: Routledge.
- Moloney, J.** (2009). Kinetic Architectural Skins and the Computational Sublime. *Leonardo*, 42, 65-70.
- Moussavi, F.** (2011). *Biçimin İşlevi*, İstanbul: Yem Yayın.
- Moussavi, F.** (2008). *The Function of Ornament* (M. Kubo & H. G. S. of Design, Ed.). ACTAR, Harvard Graduate School of Design.
- Novak, M.** (2002). Speciation, transvergence, allogenesi: Notes on the production of the alien. *Architectural Design: Reflexive Final*, 72, 64-71.
- Osório, F., Paio, A., & Oliveira, S.** (2014, Mayıs 14–16). KOS – *Kinetic origami surface*. In Rethinking comprehensive design: Speculative counterculture, proceedings of the 19th international conference on computer-aided architectural design research in Asia (CAADRIA 2014), 201–210.
- Oungrinis, K.-A.** (2013). Implementation of Kinetic Systems in Architecture: A Classification of Techniques and Mechanisms Appropriate for Discreet Building Parts. In *Proceeding of International Conference on Adaptation and Movement in Architecture, (ICAMA2013)*, Toronto: Ryerson University, Department of Architectural Science.
- Oxman, R., & Oxman, R.** (2010). The New Structuralism: Design, Engineering and Architectural Technologies. *Architectural Design*, 80(4), 15-23.
- Pallasmaa, J.** (2018). *Tenin Gözleri* (4. bs). Yem Yayın.

- Park, J. W.** (2013). Interactive Kinetic Media Facades: A Pedagogical Design System to Support an Integrated Virtual-Physical Prototyping Environment in the Design Process of Media Facades. *Journal of Asian Architecture and Building Engineering*, 12 (2), 237-244.
- Parkes, A.** (2009). Phrases of the kinetic: Dynamic physicality as a dimension of the design process. School of architecture and planning. Cambridge, MA: Massachusetts Institute of Technology.
- Randl, C.** (2008). *Revolving Architecture*. Princeton Architectural Press.
- Ramzy, N., & Fayed, H.** (2011). Kinetic systems in architecture: New approach for environmental control systems and context-sensitive buildings. *Sustainable Cities and Society*, 1, s.170-177.
- Razaz, Z. E.** (2010). Sustainable vision of kinetic architecture. *Journal of Building Appraisal*, 5(4), 341-356.
- Reffat, R.** (2008). Digital Architecture and Reforming The Built Environment. *Journal of Architectural and Planning Research*, 25 (2), s.118-129.
- Ricci, A., Ponzio, C., Fabbri, K., Gaspari, J., & Naboni, E.** (2020). Development of a self-sufficient dynamic façade within the context of climate change. *Architectural Science Review*, 1-11.
- Ryn, S.,** (2005). Design For Life, Utah: Gibbs Smith.
- Sanchez-Del-Valle, C.** (2005). *Adaptive Kinetic Architecture: A Portal To Digital Prototyping*, Smart Architecture: Integration of Digital and Building Technologies, Proceedings of the 2005 Annual Conference of the Association for Computer Aided Design In Architecture Savannah (Georgia), s.128-140.
- Schmarsow, A., Fiedler, K.** (2019). *Mimarlığın Özü ve Mimari Yaratım*, İstanbul: Janus Yayıncılık.
- Schumacher, M., Schaeffer, O., & Vogt, M.** (2010). *Move: Architecture in Motion Dynamic Components and Elements*. Birkhäuser.

- Sharaidin, K., Salim, F.** (2012). *Design Considerations for Adopting Kinetic Facades in Building Practice*. New Design Concepts and Strategies, (eCAADe 30), s.619–627.
- Sharr, A.** (2007). *Heidegger for Architects*. USA: Routledge.
- Siegal, J.** (2002), *Mobile: The Art of Portable Architecture*, Princeton Architectural Press.
- Senagala, M.** (2003). *Digital Theory*. In K Klinger (Ed.), Connecting crossroads of digital discourse (Proceedings of the 22nd Annual Conference of the Association for Computer- Aided Design in Architecture). Indianapolis: ACADIA, s.254-255.
- Slaughter, E. S.** (2001). Design strategies to increase building flexibility. *Building Research & Information*, 29(3), 208-217.
- Sorgu, A., Hagiwara, I., & Selçuk, S.** (2009). Origamics in architecture: A medium of inquiry or design in architecture. *Metu Journal of the Faculty of Architecture*, 26(2), 235–247.
- Soyluk, A., Saricioğlu P.** (2015). Kinetik Mimarlıkta Cephede Origami ve Akıllı Malzeme Kullanımı. *Mimarlar*, (12), 62-67.
- Sönmez, M.** (2013). Çağdaş Mimarlıkta Cephe/Yüzey Kavramı Tartışmaları. *Social Sciences*, 8(2), 79-90.
- Stevenson, C.** (2011). *Morphological Principles of Current Kinetic Architectural Structures*. Adaptive Architecture, 1-12.
- Sullivan, L. H.** (1896). The Tall Building Artistically Considered, *Lippincott's Magazine*, 57, 403-409.
- Till, J., & Schneider, T.** (2005). Flexible housing: The means to the end. *Arq: Architectural Research Quarterly*, 9(3-4), 287-296.
- Topdemir, H.G.** (2011). Geç İskenderiye Döneminde Bilim: İskenderiyeli Heron. *Bilim ve Teknik*, (529), 90-92.

Tzonis, A., & Lefaivre, L. (1995). *Movement, Structure and the Work of Sanitago Calatrava* (1. bs). Birkhäuser Basel.

Walden, D. K. S. (2014). Frozen Music: Music and Architecture in Vitruvius' De Architectura. *Greek and Roman Musical Studies*, 2(1), 124-145.

Werner, C. (2013). "Transformable and transportable architecture: analysis of buildings components and strategies for project design.", Yayınlanmış yüksek lisans tezi, Universidad Politécnic de Cataluña, Barselona.

Youssef, M. (2017). Kinetic behavior, the dynamic potential through architecture and design. *International Journal of Computational Methods and Experimental Measurements*, 5, 607-618.

Yüksel, N. (2005). Günümüz Kamu Kurumlarında Yapısal Konfor Koşullarının Tespit Edilmesine Yönelik Bir Çalışma. *Uludağ Üniversitesi Mühendislik-Mimarlık Fakültesi Dergisi*, 10 (2), 23.

Zadinac (2009). Free essays on kinetic architecture. Kinetic Architecture, 21 Mart, <http://www.antiessays.com/freeessays/41104.html> , E.T: 20.06.2018.

Zellner, P. (1999). *Hybrid space: New Forms in digital architecture*. New York: Rizzoli.

Zuk, W., & Clark, R. (1970). *Kinetic Architecture*. New York: Van Nostrand Reinhold.

URL LİSTESİ

Url-1: <<http://www.antiessays.com/freeessays/41104.html>> Erişim Tarihi: 20.06.2018.

Url-2: <<https://www.italmotor.tech/tag/drawbridge/>> Erişim Tarihi: 02.04.2021.

Url-3: <<https://pixabay.com/tr/photos/gol-kale-kap%C4%B1s%C4%B1-giri%C5%9F-alyanslar-54189/>> Erişim Tarihi: 02.04.2021.

Url-4: <<https://bilimgenc.tubitak.gov.tr/makale/asansor-kim-ne-zaman-icat-etti>> Erişim Tarihi: 06.03.2021.

Url-5: <<https://architizer.com/blog/inspiration/collections/dreamscapes/>> Erişim Tarihi: 02.04.2021.

Url-6: <<http://www.emmanuellegallo.net/pdf/PosterNY.pdf>> Erişim Tarihi: 30.03.2021.

Url-7: <<https://www.world-architects.com/ca/dietz-joppien-architekten-frankfurt-am-main/project/kiosk-schweizer-platz>> Erişim Tarihi: 03.04.2021.

Url-8: <<https://inspiration.detail.de/newspaper-kiosk-in-sachsenhausen-frankfurt-109515.html>> Erişim Tarihi: 03.04.2021.

Url-9: <<https://gruasyaparejos.com/en/construction-crane/ancient-crane/>> Erişim Tarihi: 17.03.2021.

Url-10: <<https://www.architecturalrecord.com/articles/8506-sliding-house>> Erişim Tarihi: 17.03.2021.

Url-11: <<https://drmm.co.uk/project/sliding-house/>> Erişim Tarihi: 17.03.2021.

Url-12: <<https://www.architecturalrecord.com/articles/8506-sliding-house>> Erişim Tarihi: 17.03.2021.

- Url-13:** <<https://www.bestourism.com/medias/dfp/5526>> Erişim Tarihi: 18.03.2021.
- Url-14:** <<https://www.perfect-tennis.com/shanghai-draw-2014-federer-returns-action/>> Erişim Tarihi: 28.03.2021
- Url-15:** <<https://www.dawn.com/news/1363441>> Erişim Tarihi: 28.03.2021.
- Url-16:** <https://www.archdaily.com/326747/q1-thyssenkrupp-quarter-essen-jswd-architekten-chaix-morel-et-associes?ad_medium=gallery> Erişim Tarihi: 12.03.2021.
- Url-17:** <<http://www.iaacblog.com/programs/kinetic-panel-system-simulation/>> Erişim Tarihi: 12.03.2021.
- Url-18:** <<https://www.heinze.de/architekturobjekt/zoom/11727134/q1-axonometrie-sonnenschutz.html>> Erişim Tarihi: 12.03.2021.
- Url-19:** <https://www.archdaily.com/215280/bloom-dosu-studio-architecture?ad_medium=gallery> Erişim Tarihi: 05.05.2021.
- Url-20:** <<http://nedkahn.com/portfolio/turbulent-line>> Erişim Tarihi: 04.01.2020.
- Url-21:** <<https://www.designboom.com/art/brisbane-airport-kinetic-parking-garage-facade-by-ned-kahn-uap/>> Erişim Tarihi: 04.01.2020.
- Url-22:** <<https://www.flickr.com/photos/heavyindustries/6217960766/in/photostream/>> Erişim Tarihi: 04.01.2020.
- Url-23:** <<https://www.nbc15.com/2020/07/07/milwaukee-art-museum-set-to-reopen-july-16/>> Erişim Tarihi: 18.03.2021.
- Url-24:** <<http://www.arcvision.org/milwaukee-art-museum-quadracci-pavilion/?lang=en>> Erişim Tarihi: 18.03.2021.
- Url-25:** <<https://en.wikiarquitectura.com/building/quadracci-pavilion-milwaukee-art-museum/>> Erişim Tarihi: 18.03.2021.
- Url-26:** <<https://www.markgraph.com/mercedes-benz-eq-new-generation-exhibits/>> Erişim Tarihi: 18.02.2021.

Url-27: <<https://www.servo-la.com/index.php?/projects/lattice-archipelogs/>>
Erişim Tarihi: 07.04.2021.

Url-28: <[https://www.pinterest.ie/pin/308144799475913069/?amp_client_id=CLIENT_ID\(\)&mweb_unauth_id=&from_amp_pin_page=true](https://www.pinterest.ie/pin/308144799475913069/?amp_client_id=CLIENT_ID()&mweb_unauth_id=&from_amp_pin_page=true)> Erişim Tarihi: 27.03.2021.

Url-29: <https://www.calatrava.com/projects/ernstings-warehouse-coesfeld.html?view_mode=overview&image=2> Erişim Tarihi: 27.03.2021.

Url-30: <<http://moremorexless.blogspot.com/2016/05/folded-aluminum-doors-door-at-ernsting.html>> Erişim Tarihi: 27.03.2021.

Url-31: <https://www.archdaily.com/522344/sharifi-ha-house-nextoffice/53bbe6bdc07a80a343000359-sharifi-ha-house-nextoffice-exterior-timelapse-photographs?next_project=no> Erişim Tarihi: 26.03.2021.

Url-32: <<https://www.dezeen.com/2014/08/22/rotating-rooms-sharifi-ha-house-next-office-tehran-iran/>> Erişim Tarihi: 26.03.2021.

Url-33: <<http://econ.biz/case-study/commerzbank-arena/>> Erişim Tarihi: 26.03.2021.

Url-34: <<https://teaca.files.wordpress.com/2011/08/stadion-frankfurt.jpg>> Erişim Tarihi: 26.03.2021.

Url-35: <<https://www.natrufiled.nl/live/dragspelhuset/>> Erişim Tarihi: 02.04.2021.

Url-36: <<https://architizer.com/projects/dragspelhuset/>> Erişim Tarihi: 18.04.2021.

Url-37: <<https://www.architecturelist.com/2011/04/01/cafe-restaurant-open-amsterdam-by-de-architekten-cie/>> Erişim Tarihi: 25.03.2021.

Url-38: <https://www.archdaily.com/424911/hygroskin-meteorosensitive-pavilion-achim-menges-architect-in-collaboration-with-oliver-david-krieg-and-steffen-reichert?ad_medium=gallery> Erişim Tarihi: 08.05.2021.

Url-39: <<https://www.youtube.com/watch?v=S1mgCM7XWB4>> Erişim Tarihi: 01.04.2021.

- Url-40:** <<https://www.dezeen.com/2012/06/19/gardens-by-the-bay-by-grant-associates-and-wilkinson-eyre-architects/>> Erişim Tarihi: 19.04.2021.
- Url-41:** <<https://www.atelierten.com/projects/gardens-by-the-bay/>> Erişim Tarihi: 01.04.2021.
- Url-42:** <<https://www.detail-online.com/lubetkin-prize-2013-cooled-conservatories-gardens-by-the-bay-16610/>> Erişim Tarihi: 01.04.2021.
- Url-43:** <https://www.archdaily.com/324309/cooled-conservatories-at-gardens-by-the-bay-wilkinson-eyre-architects?ad_medium=gallery> Erişim Tarihi: 01.04.2021.
- Url-44:** <<https://www.evolo.us/sheer-pressure-a-study-on-pneumatic-systems-used-in-architecture/>> Erişim Tarihi: 04.04.2021.
- Url-45:** <<https://www.dezeen.com/2011/03/28/galleria-centercity-by-unstudio/>> Erişim Tarihi: 02.01.2020
- Url-46:** <<https://www.smartglassinternational.com/lc-smartglass-microsoft-hq-lisbon/>> Erişim Tarihi: 10.04.2021.
- Url-47:** <<https://divisare.com/projects/107361-carlo-ratti-associati-max-tomasinelli-digital-water-pavilion>> Erişim Tarihi: 11.04.2021.
- Url-48:** <<https://carloratti.com/project/digital-water-pavilion/>> Erişim Tarihi: 11.04.2021.
- Url-49:** <<https://www.norelem.com.tr>> Erişim Tarihi: 18.04.2021.
- Url-50:** <<http://denizcicoskun.blogspot.com/2012/10/donanim-kurulumu.html>> Erişim Tarihi: 18.04.2021.
- Url-51:** <<https://www.ksa.nl/en/projects/house-no19>> Erişim Tarihi: 04.04.2021.
- Url-52:** <http://035f1ea.netsolhost.com/Michael_Jantzen/M-HOUSE.html#5> Erişim Tarihi: 17.04.2021.

Url-53: <<https://www.dezeen.com/2017/10/04/shigeru-ban-la-seine-musicale-music-complex-moving-solar-panel-wall-paris-france/>> Erişim Tarihi: 17.04.2021.

Url-54: <<https://www.archdaily.com/874535/la-seine-musicale-shigeru-ban-architects>> Erişim Tarihi: 19.04.2021.

Url-55: <<https://www.dezeen.com/2014/03/20/tom-kundig-242-state-street-gallery-california/>> Erişim Tarihi: 17.04.2021.

Url-56: <<https://www.archdaily.com/489035/242-state-street-tom-kundig-olson-kundig-architects-2>> Erişim Tarihi: 19.04.2021.

Url-57: <<https://architizer.com/idea/1521431/>> Erişim Tarihi: 17.04.2021.

Url-58: <<https://olsonkundig.com/projects/242-state-street/>> Erişim Tarihi: 17.04.2021.

Url-59: <<https://spacedid.wordpress.com/2009/09/01/transformable-architecture/>> Erişim Tarihi: 20.04.2021.

Url-60: <<https://www.hoberman.com/portfolio/iris-pavilion-2/>> Erişim Tarihi: 20.04.2021.

Url-61: <<https://www.vice.com/en/article/kbne89/the-fathers-of-digital-architecture-are-reunited-in-a-new-exhibition>> Erişim Tarihi: 20.04.2021.

Url-62: <[https://en.wikipedia.org/wiki/Olympic_Stadium_\(Montreal\)](https://en.wikipedia.org/wiki/Olympic_Stadium_(Montreal))> Erişim Tarihi: 10.05.2021.

Url-63: <<https://www.reminetwork.com/articles/deep-energy-retrofit-winner-olympic-park/>> Erişim Tarihi: 10.05.2021.

Url-64: <https://www.archdaily.com/789230/let-your-building-to-breathe-with-this-pneumatic-facade-technology?ad_medium=gallery> Erişim Tarihi: 11.04.2021.

Url-65: <<https://tr.depositphotos.com/vector-images/akt%C3%BCat%C3%B6r.html>> Erişim Tarihi: 18.04.2021.

Url-66: <<https://www.miesarch.com/work/2561>> Erişim Tarihi: 17.04.2021.

- Url-67:** <https://www.archdaily.com/235544/olympic-tennis-centre-dominique-perrault-architecture?ad_medium=gallery> Erişim Tarihi: 17.04.2021.
- Url-68:** <<https://decanteddesign.com/2014/01/23/charles-sowers-usa-utilizes-science-to-enable-static-material-to-move-or-change-applies-this-to-building-facade-scienceart-installations-see-blogroll-for-a-link/>> Erişim Tarihi: 19.04.2021.
- Url-69:** <<https://www.wallpaper.com/architecture/ballet-mecanique-manuel-herz-zurich>> Erişim Tarihi: 06.05.2021.
- Url-70:** <<https://www.archdaily.com/909097/ballet-mechanique-manuel-herz-architects>> Erişim Tarihi: 06.11.2019.
- Url-71:** <<https://www.detail-online.com/en/article/a-dancing-facade-ballet-mecanique-by-manuel-herz-34543/>> Erişim Tarihi: 06.11.2019.
- Url-72:** <<https://www.designboom.com/wp-content/gallery/manuel-herz-ballet-mechanique-housing-zurich-switzerland/g1.jpg>> Erişim Tarihi: 08.11.2019.
- Url-73:** <<https://www.dezeen.com/2018/09/03/ballet-mecanique-moving-walls-manuel-herz-architects-balconies/>> Erişim Tarihi: 06.11.2019.
- Url-74:** <https://www.archdaily.com/270592/al-bahar-towers-responsive-facade-aedas?ad_medium=gallery> Erişim Tarihi: 06.05.2021.
- Url-75:** <<https://www.ahr-global.com/Al-Bahr-Towers>> Erişim Tarihi: 09.11.2019.
- Url-76:** <<https://www.theplan.it/eng/webzine/international-architecture/al-bahr-towers-en>> Erişim Tarihi: 30.12.2019.
- Url-77:** <<http://www.iaacblog.com/programs/responsive-facade-dynamic-animation/>> Erişim Tarihi: 30.12.2019.
- Url-78:** <https://www.archdaily.com/510226/light-matters-mashrabiya-translating-tradition-into-dynamic-facades?ad_medium=gallery> Erişim Tarihi: 09.11.2019.
- Url-79:** <<https://igsmag.com/market-trends/super-tall-buildings/the-al-bahar-towers-shading-the-real-envelope/>> Erişim Tarihi: 06.05.2021.
- Url-80:** <<http://yacoubianarchitects.com/projects/al-bahr-towers/ajax/>> Erişim Tarihi: 30.12.2019.

- Url-81:** <https://www.archdaily.com/89270/kiefer-technic-showroom-ernst-giselbrecht-partner?ad_medium=gallery> Erişim Tarihi: 06.05.2021.
- Url-82:** <<https://www.konseptprojeler.com/kiefer-technic-showroom/>> Erişim Tarihi: 09.11.2019.
- Url-83:** <<https://archello.com/story/2603/attachments/photos-videos/3>> Erişim Tarihi: 31.12.2019.
- Url-84:** <<http://www.adgnews.com/dynamic-facade/gallery/2>> Erişim Tarihi: 31.12.2019.
- Url-85:** <<https://www.dezeen.com/2017/06/09/foster-heatherwick-complete-shanghai-arts-centre-curtain-like-facade-fosun-foundation-theatre-architecture/>> Erişim Tarihi: 03.12.2019.
- Url-86:** <<https://www.archdaily.com/881511/bund-finance-centre-foster-plus-partners-plus-heatherwick-studio>> Erişim Tarihi: 07.05.2021.
- Url-87:** <<https://www.arkitektuel.com/bund-finans-merkezi/>> Erişim Tarihi: 03.12.2019.
- Url-88:** <<https://www.peutz.fr/references/institut-du-monde-arabe>> Erişim Tarihi: 07.05.2021.
- Url-89:** <<https://www.archdaily.com/162101/ad-classics-institut-du-monde-arabe-jean-nouvel>> Erişim Tarihi: 07.05.2021.
- Url-90:** <https://archnet.org/sites/637/media_contents/27445> Erişim Tarihi: 03.12.2019.
- Url-91:** <<https://www.imarabe.org/en/architecture>> Erişim Tarihi: 07.05.2021.
- Url-92:** <<https://yoavweiss.wordpress.com/tag/linstitut-du-monde-arabe/>> Erişim Tarihi: 31.12.2019.
- Url-93:** <<http://hasanahaidari.nl/images/Kinetic%20facades%20-%20HHaidari.pdf>> Erişim Tarihi: 31.12.2019.
- Url-94:** <<https://www.arkitektuel.com/media-tic/#jp-carousel-12574>> Erişim Tarihi: 03.12.2019.

- Url-95:** <<http://www.iaacblog.com/programs/timefield-media-tic/>> Erişim Tarihi: 29.12.2019.
- Url-96:** <<https://miesarch.com/work/1844/>> Erişim Tarihi: 29.12.2019.
- Url-97:** <<https://www.archdaily.com/49150/media-tic-enric-ruiz-geli>> Erişim Tarihi: 29.12.2019.
- Url-98:** <<http://arcdog.com/portfolio/sdu-university-of-southern-denmark-campus-kolding/>> Erişim Tarihi: 07.05.2021.
- Url-99:** <<https://www.archdaily.com/590576/sdu-campus-kolding-henning-larsen-architects>> Erişim Tarihi: 17.12.2019.
- Url-100:** <<https://structurae.net/en/structures/one-ocean-thematic-pavilion-expo-2012/photos>> Erişim Tarihi: 01.01.2020.
- Url-101:** <<https://www.e-architect.com/korea/expo-yeosu-pavilion>> Erişim Tarihi: 07.05.2021.
- Url-102:** <<https://www.archdaily.com/236979/one-ocean-thematic-pavilion-expo-2012-soma>> Erişim Tarihi: 03.12.2019.
- Url-103:** <<https://www.mediaarchitecture.org/one-ocean-yeosu/>> Erişim Tarihi: 01.01.2020.
- Url-104:** <<https://www.knippershelbig.com/en/projects/thematic-pavilion-expo-2012>> Erişim Tarihi: 07.05.2021.
- Url-105:** <<https://www.detail-online.com/article/one-ocean-thematic-pavilion-for-expo-2012-16339/>> Erişim Tarihi: 07.05.2021.
- Url-106:** <<https://2012expo.wordpress.com/2012/04/17/theme-pavilion-over-the-ocean-of-yeosu/>> Erişim Tarihi: 07.05.2021.
- Url-107:** <<https://archello.com/project/the-shed-3>> Erişim Tarihi: 10.05.2021.
- Url-108:** <<https://www.engadget.com/2019/04/03/the-shed-nyc-hudson-yards/>> Erişim Tarihi: 01.01.2020.

- Url-109:** <<https://www.dezeen.com/2016/11/17/shed-hudson-yards-diller-scofidio-renfro-rockwell-group-adaptable-expandable-cultural-venue-new-york/>> Erişim Tarihi: 15.12.2019.
- Url-110:** <<http://forum.skyscraperpage.com/showthread.php?t=198162&page=5>> Erişim Tarihi: 15.12.2019.
- Url-111:** <<https://www.thorntontomasetti.com/project/shed>> Erişim Tarihi: 10.05.2021.
- Url-112:** <https://www.archdaily.com/885875/gemma-observatory-anmahian-winton-architects?ad_medium=gallery> Erişim Tarihi: 18.04.2021.
- Url-113:** <<https://www.aw-arch.com/gemma-observatory>> Erişim Tarihi: 18.04.2021.
- Url-114:** <<https://www.vmzinc.com/news78/10000344-gemma-private-observatory-new-hampshire-usa.html>> Erişim Tarihi: 18.04.2021.
- Url-115:** <<https://www.world-architects.com/en/architecture-news/reviews/gemma-observatory>> Erişim Tarihi: 09.05 2021.
- Url-116:** <<https://www.ksa.nl/en/projects/house-no19>> Erişim Tarihi: 04.04.2021.
- Url-117:** <<https://www.archilovers.com/projects/140575/gallery?1139035>> Erişim Tarihi: 04.04.2021.
- Url-118:** <<https://www.deseret.com/2015/1/16/20556672/>> Erişim Tarihi: 08.05.2021.
- Url-119:** <<https://parametrichouse.com/hoberman-arch/>> Erişim Tarihi: 08.05.2021.
- Url-120:** <<https://helloagainon.tumblr.com/post/78952876242/movement-by-design-a-conversation-with-chuck>> Erişim Tarihi: 10.05.2021.
- Url-121:** <<https://www.youtube.com/watch?v=q1mFBA-LycM>> Erişim Tarihi: 09.05.2021.
- Url-122:** <https://en.wikipedia.org/wiki/Hoberman_Arch> Erişim Tarihi: 10.05.2021.

- Url-123:** <<https://archive.slttrib.com/article.php?id=2862839&itype=CMSID>> Erişim Tarihi: 10.05.2021.
- Url-124:** <<https://www.shawnlani.com/portfolio>> Erişim Tarihi: 08.05.2021.
- Url-125:** <<https://www.caltech.edu/about/news/caltechs-ligo-science-education-center-receives-2007-aia-design-award-1244>> Erişim Tarihi: 09.05.2021.
- Url-126:** <<https://decanteddesign.com/2014/01/23/charles-sowers-usa-utilizes-science-to-enable-static-material-to-move-or-change-applies-this-to-building-facade-scienceart-installations-see-blogroll-for-a-link/>> Erişim Tarihi: 19.04.2021.
- Url-127:** <<http://cargocollective.com/davidhuangprojects/Blur-Building>> Erişim Tarihi: 09.05.2021.
- Url-128:** <https://www.archdaily.com/795388/when-droplets-create-space-a-look-at-liquid-architecture?ad_medium=gallery> Erişim Tarihi: 11.04.2021.
- Url-129:** <https://www.designingbuildings.co.uk/wiki/Blur_Building> Erişim Tarihi: 09.05.2021.
- Url-130:** <<https://arquitecturaviva.com/works/pabellon-the-blur-yverdon-les-bains-4>> Erişim Tarihi: 09.05.2021.
- Url-131:** <<https://www.denverpost.com/2017/11/09/montreal-olympic-stadium-new-roof-250-million/>> Erişim Tarihi: 08.05.2021.
- Url-132:** <<https://www.ballparksofbaseball.com/ballparks/olympic-stadium/>> Erişim Tarihi: 10.05.2021.
- Url-133:** <<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0141029608002393>> Erişim Tarihi: 10.05.2021.
- Url-134:** <[https://en.wikipedia.org/wiki/Olympic_Stadium_\(Montreal\)](https://en.wikipedia.org/wiki/Olympic_Stadium_(Montreal))> Erişim Tarihi: 10.05.2021.
- Url-135:** <<https://www.theguardian.com/cities/2016/jul/06/40-year-hangover-1976-olympic-games-broke-montreal-canada>> Erişim Tarihi: 10.05.2021.
- Url-136:** <<https://canada.constructconnect.com/dcn/news/infrastructure/2019/08/dream-team-plans-third-roof-montreals-big-o>> Erişim Tarihi: 10.05.2021.

- Url-137:** <<https://www.cbc.ca/news/canada/montreal/olympic-stadium-roof-replacement-delayed-1.5007619>> Erişim Tarihi: 10.05.2021.
- Url-138:** <<https://www.stadiumguide.com/montreal-olympic-stadium/>> Erişim Tarihi: 10.05.2021.
- Url-139:** <<https://sportsmatik.com/sports-corner/sports-venue/allianz-arena>> Erişim Tarihi: 08.05.2021.
- Url-140:** <<https://seele.com/references/allianz-arena>> Erişim Tarihi: 08.05.2021.
- Url-141:** <<https://www.arup.com/projects/allianz-arena>> Erişim Tarihi: 08.05.2021.
- Url-142:** <<https://sites.psu.edu/thisandthat/2013/11/02/allianz-arena-the-mecca-of-munich/>> Erişim Tarihi: 09.05.2021.
- Url-143:** <<https://munichman.wordpress.com/2012/12/14/berlins-best-burger-bar/allianzarena/>> Erişim Tarihi: 09.05.2021.
- Url-144:** <<https://buildingskins.wordpress.com/category/plastics-etfe/allianz-arena/>> Erişim Tarihi: 08.05.2021.
- Url-145:** <<https://programdotcom138.weebly.com/blog/kiefer-technic-showroom-pdf>> Erişim Tarihi: 31.12.2019.
- Url-146:** <https://en.wikipedia.org/wiki/Multi-purpose_stadium> Erişim Tarihi: 26.06.2021.
- Url-147:** <https://www.reddit.com/r/baseball/comments/fvfj92/from_20052007_the_nationals_dc_united_both_played/> Erişim Tarihi: 26.06.2021.