ResearchGate

See discussions, stats, and author profiles for this publication at: https://www.researchgate.net/publication/352226165

MİMARİ BİÇİMİN ÜRETİMİNDE TEKNOLOJİK BİR ARA KESİT OLARAK KİNETİK TASARIM KINETIC DESIGN as a TECHNOLOGICAL INTERMEDIATE in PRODUCTION of ARCHITECTURAL FORM

Conference Paper · April 2021

CITATIONS
0

READS
14

2 authors, including:



Onur Erman
Cukurova University
30 PUBLICATIONS **38** CITATIONS

SEE PROFILE

All content following this page was uploaded by Onur Erman on 08 June 2021.

The user has requested enhancement of the downloaded file.

MİMARİ BİÇİMİN ÜRETİMİNDE TEKNOLOJİK BİR ARA KESİT OLARAK KİNETİK TASARIM*

KINETIC DESIGN as a TECHNOLOGICAL INTERMEDIATE in PRODUCTION of ARCHITECTURAL FORM

Aylin KUL[1], Onur ERMAN[2**]
[1] Çukurova Üniversitesi, Mimarlık Fakültesi, Mimarlık Bölümü, Adana, Türkiye
[1] aylinkul8894@gmail.com
[2] Çukurova Üniversitesi, Mimarlık Fakültesi, Mimarlık Bölümü, Adana, Türkiye
[2] oerman@cu.edu.tr

ÖZET

Teknolojiyle birlikte yeni malzeme ve yapım tekniklerinin gelişmesi her dönemde mimariyi etkilemiş, yeni biçimlerin ve kullanımların oluşmasını sağlamıştır. Bugün; mimarlık pratiği içinde pek çok kavram, yaklaşım ve yöntemin teknoloji ile geliştiği düşünülmektedir. Yeni bir biçimin söyleyeceği sözünün olması teknoloji tabanlı tasarım, üretim ve kullanımla desteklenmektedir. Bu bakımdan teknolojinin etkin faktör olarak çağdaş mimarinin odağında yer aldığı açıkça belirtilebilir. Avusturyalı Mimar Karl Schwanzer (1918-1975) yapıyı, "dört duvar ve başımızın üzerinde bir damdan daha fazla olan şey" olarak tarif etmekte ve daha fazla olanı sanatsal, sosyolojik, antropolojik, estetik, tarihi ve kültürel unsurlar olarak işaret etmektedir. Günümüz mimarlığını düşündüğümüzde Schwanzer'in sıraladığı unsurlara teknolojiyi de eklemek uygun olacaktır. Teknolojinin mimariye katkısı çok boyutlu olmakla birlikte bu çalışmada biçimi üretmedeki rolü kinetik tasarım aracılığıyla tartışılmaya çalışılacaktır.
Mimarlıkta olagelen biçimlendirme tutumunda çevresel koşullarda görülen değişimle, yapının pasif biçimde ışık, renk, gölge değeri gibi unsurlarını değiştirdiği, diğer tüm biçimsel unsurlarıyla statik halini koruduğu söylenebilir. Hatta zamana göre anlık değişim durumunun özellikle antik dönem yapılarında sembolik anlamların iletilmesi için de kullanıldığı bilinmektedir. Ancak kinetik tasarım ile yapı, çevre koşullarına duyarlı hale gelir ve koşullardaki değişimden etkilenerek bu değişime cevap verir. Son yıllarda enerji etkin tasarım alanında çarpıcı örnekleri görülen kinetik tasarım çalışmaları esneklik, estetik, sürdürülebilirlik, işlevsellik gibi farklı amaçlarla ve farklı ölçeklerde yapı bütünü içinde yer almaktadır.
Teknoloji ve mimarlık ilişkisinin önemini vurgulayan bu çalışmada, mimari biçimi elde etmede kinetik tasarımın rolü sorgulanmaya çalışılarak, kinetik tasarımın farklı uygulama örnekleri yardımıyla değerlendirmeler yapılacaktır. Bu kapsamda kinetik mimari sınıflandırmasına göre; değişen geometriye ve mimari biçime sahip yapılar üzerinden kinetik yapı elemanları tanımlanarak, bu elemanların hareket şekilleri, hareketin niyeti ve hareketin mimari biçimin değişimine katkısı değerlendirilecektir. Böylelikle teknoloji ve mimarlık ilişkisinin, kinetik tasarımın mimari yapıda biçimi değiştirmedeki etkisi aracılığıyla tartışılması hedeflenmektedir.

Anahtar kelimeler: Teknoloji, Kinetik Tasarım, Kinetik Mimari, Mimari Biçim.

*Bu çalışma Aylin KUL tarafından Doç. Dr. Onur ERMAN danışmanlığında Çukurova Üniversitesi, FBE, Mimarlık Anabilim Dalında sürdürülmekte olan yüksek lisans tez çalışması kapsamında hazırlanmıştır.

**Sorumlu Yazar: Onur ERMAN, Çukurova Üniversitesi, Mimarlık Fakültesi, Mimarlık Bölümü, Adana, Türkiye, oerman@cu.edu.tr

ABSTRACT

The development of new materials and the construction techniques, along with technology, has affected architecture in every period and enabled the formation of new forms and uses. Today; many concepts in architectural practice, approaches and methods are thought to be developed with technology. A new form having words to say is supported by technology-based design, construction and use. In this respect, it can be explicitly indicated that technology is located at the focus of contemporary architecture as an effective factor. Austrian Architect Karl Schwanzer (1918-1975) describes the building as "more than four walls and a roof above our heads" and he refers which is more of them, as artistic, sociological, anthropological, aesthetic, historical and cultural factors. When we think of today's architecture, it will be appropriate to add the technology to the elements listed by Schwanzer. As well as the contribution of the technology to the architecture is multidimensional, in this study, its role in producing the form will be discussed through kinetic design.
It can be said that with the change in environmental conditions in the prevalent formatting attitude in architecture, the structure is passively changed by the elements such as light, color, and shadow, and maintains its static state with all other morphological elements. It is even known that the instantaneous changing state, according the time was used with the aim of conveying the symbolic meanings, especially in ancient buildings. However, with the kinetic design, the structure becomes sensitive to environmental conditions and it responds to this change, affected by the change in conditions. Kinetic design studies, which have seen striking examples in the field of energy efficient design in recent years, are involved in the structure as a whole in different scales and different purposes such as flexibility, aesthetics, sustainability, functionality.
In this study, which emphasizes the importance of the relationship between technology and architecture, the role of kinetic design in obtaining architectural form will be evaluated with the help of various application examples of kinetic design. In this context, according to the kinetic architecture classification; kinetic building elements by defining through constructions with varying geometry and architectural forms, the movement patterns of these elements, the intention of the movement and the contribution of the movement to the change of the architectural form will be evaluated. In this manner, it is aimed to discuss the relationship between technology and architecture through the effect of kinetic design on changing the form of the architectural constructions.

Key Words: Technology, Kinetic Design, Kinetic Architecture, Architectural Form.

1. GİRİŞ

Teknoloji terimi, Yunanca *techne* (sanat, zanaat) ve *logos* (düşünce, söz, sözcük) kelimelerinden türemiştir ve Eski Yunan'da ''sanatlar üzerine düşünme, konuşma'' anlamına gelmektedir. Geçmişten günümüze teknoloji; ihtiyaçları giderme, farklı deneyimlerde bulunma ve konfor arayışı sebebiyle ortaya çıkmaktadır. Teknoloji üzerine yapılan pek çok tanım arasında, Demirel'e (1993) göre teknoloji belli bir amaca ulaşmak ve belli sorunları çözmek için kanıtlanmış bilgilerin uygulanmasıdır. Teknolojinin amacının zaman kaybını önlemek ve hayatı kolaylaştırmak olduğunu söyleyen Batur'a (2001) göre ise dünyada meydana gelen değişimlerin en önemli sebebi teknolojidir. Heidegger de (akt. Frampton, 1995) teknolojiden her şeyi değiştirebilecek ve dönüştürecek potansiyele sahip büyük bir güç olarak söz eder. Teknoloji o denli güçlüdür ki şiddetle akan bir nehri, durgun bir su rezervine, bir hidroelektrik güç kaynağına ve aynı zamanda bir turizm nesnesine dönüştürme kapasitesindedir (Frampton, 1995, sf:22).

Teknolojik devrimler tarih süreci boyunca insanların yaşamını etkilemiştir. Bu devrimler makine, enerji, elektronik ve internet teknolojileri olmak üzere 4 aşamada gerçekleşmiştir. İlk teknolojik devrim, buharlı makinelerin icadıyla birlikte Sanayi Devrimi adıyla tanımlanmıştır. Bu dönemde üretim, beden gücünden makine gücüne evrilerek bir yandan

üretmeyi kolaylaşırken bir yandan da üretim hızını arttırmıştır. İkinci teknolojik devrim, İkinci Sanayi Devrimine yol açan enerji devrimidir. Bu dönemin en önemli teknolojik yenilikleri, gökdelenlerden, hareketli görüntülere ve otomobile kadar uzanan sonuçlarıyla, elektrikli motor (asansör), akkor lamba, içten yanmalı motor gibi enerjiden yararlanma ve kullanma odaklıydı. Dönemin kablosuz iletişimi başlatan telgraf ve radyoları, konutların ve kamusal alanların elektrik kullanımının sağlanması ve aydınlatılması, otomobillerin yaygınlaşmaya başlaması sayesinde günlük yaşam yeni bir akışkanlık ve yeni bir boyut kazanmıştır (Hays, 1998, sf:589). Üçüncü teknolojik devrim, 20.yy'ın ikinci yarısında temelde bilgisayar teknolojisinde gerçekleşen dijital elektronik devrimdir. Bu teknolojik devrim ürün ve araç gelişiminin yanında iletişim ve erişimin olanaklarını ve sınırlarını da geliştirmiştir. Özellikle bilgisayar ve diğer elektronik cihazların kullanımı sayesinde mesafenin önemi olmaksızın her yerden bilgiye kolayca ulaşılabilmektedir (İşman, 2014). Günümüzde ise dördüncü teknoloji devrimi yaşanmakta ve yeni teknolojilerin insanlar üzerindeki etkisi; davranışta, toplumsal normlarda, gündelik yaşamda, mekân tasarımında ve diğer birçok alanda gözlenmektedir. İnternet teknolojilerinin etkisiyle biçimlenen bu dönem uzaktan algılama ve nesnelerin interneti, akıllı cihazlar ve yapay zekâ teknolojileri ile şekillenmektedir. Dolayısıyla eğitim, iletişim, ulaşım, sağlık ve diğer birçok alanda yenilikler oluşmaktadır.

Teknoloji alanında görülen değişimler ve yenilikler farklı boyutlarda mimarlık alanına yansımaktadır. Yeniliklerle oluşan değişim kimi zaman kullanımda, kimi zaman strüktür ve malzeme boyutunda kimi zaman da biçimde olmak üzere yapının bütününde görülebilmektedir. Bu çalışma; mimarlığın odağında yer alan biçim konusuna teknolojik bakış açısıyla yaklaşarak, biçim üretmede teknolojik bir ara kesit olarak kinetik tasarımın rolünü tartışmayı hedeflemiştir. Bu kapsamda öncelikle mimarlık ve teknoloji ilişkisi tartışılarak, teknolojinin özellikle mimari biçim üretmede hangi noktalarda etkin olduğu incelenmiştir. Ardından kinetik tasarım ve mimari biçim konusuna odaklanarak, kinetik tasarımın teknoloji bağlamında mimari biçimle ilişkisi ve biçimin oluşumuna-değişimine katkısı değerlendirilmeye çalışılmıştır.

2. MİMARLIK ve TEKNOLOJİ İLİŞKİSİ

Teknoloji beraberinde, toplumsal ve bireysel yaşamda değişimleri meydana getirmektedir. Özellikle 20. yüzyıldan itibaren değişimin ve yeniliklerin hız kazandığı dönemde, her alanda gözlemlendiği gibi, birçok disiplinle bilgi alışverişinde olan mimarlık alanında da değişim yaşanması kaçınılmaz olmuştur. Bu bağlamda inşa etmenin ana nedeni ve en önemli faktörünün insan olduğu bilindiğinden ve insanın yaşantısına dair her şeyin doğrudan veya dolaylı olarak mimarlık üretimini etkilediği söylenebilir.

Mimarlığın ana amacı kullanıcı ihtiyaçlarını karşılamaya yönelik işlevsel, sağlam, sağlıklı ve estetik değerlere sahip yapılar üretmektir. Yapının bu özelliklere sahip olması için kullanılan malzeme ve teknikler, teknolojiyle doğrudan ilişkilidir. Ünlü mimar Otto Wagner (1841-1918) *"yeni konstrüksiyon, yeni malzemeler ve insanların yeni gereksinmeleri, biçimlerin topluca yenilenmesini zorunlu kılar"* derken de aslında teknolojiyle gelen yeniliklerin biçim üretmedeki rolünden bahsetmektedir. Kısacası yapılar; biçim, işlev ve teknolojik yeniliklerden ayrı düşünülemez (Hasol, 2004).

Mimari mekânların ilerleyen teknoloji ve çeşitlenen ihtiyaçlar doğrultusunda biçimlenmesi söz konusudur. Endüstrileşmeyle birlikte ihtiyaçların doğurduğu yeni kullanımlara sahip ve

çeşitlenen mekân tiplerinden oluşan farklı form ve hacimlerdeki yapıları geleneksel malzeme ve tekniklerle yapmak mümkün değildi. Bu yapıları inşa edebilmek için gerekli olan teknolojilerin geliştirilmesiyle mimarlıkta değişimler hız kazanmıştır. 19. yüzyılda çeşitlenen ihtiyaçlardan ortaya çıkan yapı tiplerinden birisi de fuar yapılarıdır. Büyük insan kalabalıklarını içine alabilecek, geniş hacimlere ve aydınlık mekânlara ihtiyaç duyulan bu yapıların inşa edilmesi, yeni yapı malzemelerinin ve yapım yöntemlerinin kullanılması için bir fırsat yaratmaktaydı. Nitekim Joseph Paxton tarafından tasarlanan ve 1851 yılında Londra'da yapılan Kristal Saray bu dönem yapılarının ilk ve en ikonik örneğidir. 19. yüzyıl sonunda dünya fuarları için tasarlanan yapılar ülkelerin teknolojik alanda ilerlemelerini sergilemek için bir araç olmuştur. Örneğin Paris Dünya Sergisi için 1886-1889 yıllarında geçici sergi amacıyla inşa edilen ancak daha sonra yıkımından vazgeçilen Eiffel Kulesi, mimari alanda demir ve çelik malzemelerinin yüksek katlı yapılarda kullanımının ilk örneklerindendir (Resim 1).



(a) (b) (c)

Resim 1. Kristal Sarayı inşa halinde gösteren (a) ve iç mekanına ait illüstrasyon (b) (Eckersley, 2012), İnşaat aşamasında Eiffel Kulesi (c) (URL 1)

20. yüzyıla gelindiğinde yaşanan teknik gelişmeler oldukça dikkat çekiciydi. Mimarlar ve yapıları; modernizm ile birlikte teknolojiyi ve değişimi daha iyi ifade etmeye başladı. Betonarme, cam ve çelik gibi malzemelerin kullanımının katkısıyla biçimlenen yapılar bu dönemde mimarlığın teknolojiyle değişimini kanıtlar niteliktedir. Elbette sadece çelik ve cam gibi yapı malzemeleri biçimlerin değişmesine neden olmamıştır. Makine ve üretim teknolojilerinde görülen yenileşmeler yüksek katlı yapıların inşasını ve kullanımını desteklemiştir. Örneğin asansörlerin geliştirilmesi ve sağlıklı bir şekilde kullanılmaya başlanması gökdelen yapıların ilk örneklerinin yolunu açmıştır.

Çağın teknolojisiyle gelişen yeni malzeme ve teknikler, mimarları özgürleştirdiği gibi aynı zamanda mimarların farklı ve simgesel değeri yüksek yapıları tasarlayabilmesinin önünü açtığı söylenebilir. Bu bakımdan mimarlık için teknoloji, yeni mekânsal olasılıkları gerçekleştirmek amacıyla kullanılması gereken bir araç, genişletilmesi gereken bir alan, bir zevk ve oyun kaynağıdır. McLeod (1989) teknolojinin biçimi oluşturmadaki etkisini özellikle Dekonstrüktivist mimarlık üzerinden aktararak, Zaha Hadid ve Libeskind'in tasarımlarını "esrarengiz ve uzay çağının detaylarına sahip" şeklinde ifade eder.

Mimaride biçimi elde etme sürecinde teknolojinin farklı katmanlarda etkili olduğu söylenebilir. Tasarımın başlamasından, yapının kullanımına ve hatta yıkılıp dönüştürülerek yeniden inşa sürecine aktarılmasına dek geçen her aşamada ve dahil olan her üründe teknolojinin varlığı ve etkinliği söz konusudur. Yapı üretim süreci dikkate alındığında biçimin elde edilmesinde teknolojinin etkin olduğu adımlar ve alanlar dört madde altında sıralanabilir. Bunlar:

a) Tasarım Süreci ve Dijital (Sayısal) Mimarlık

b) Yapı Üretimi ve Strüktür Tasarımı
c) Yapı Malzemeleri
d) Yapı Donanımı

a) Tasarım Süreci ve Dijital (Sayısal) Mimarlık

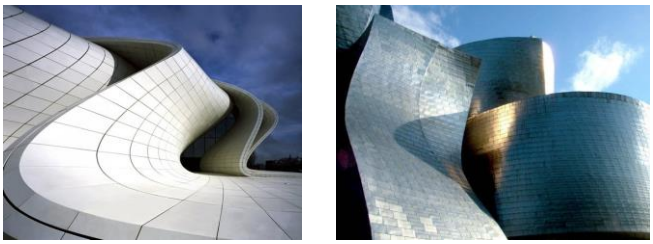
Tasarım sürecinde teknolojinin etkisi birkaç farklı alanda gelişme göstermektedir. Yazılım teknolojilerinin ve yapay zeka çalışmalarının gelişmesi, sanal gerçeklik uygulamalarının yaygınlaşması, analog verinin hızla dijital veriye dönüştürülerek sayısallaştırılabilmesi mimari tasarım alanına teknolojinin nüfuz etmesini kolaylaştırmıştır. Bu gelişmeler öncelikle bilgisayar destekli tasarım alanında etkisini gösterirken, buna paralel olarak, üç boyutlu görselleştirme ve animasyon olanaklarından, 3D yazıcıların kullanımıyla hızlı mimari model üretebilmenin yanında, fraktal tasarım, parametrik tasarım gibi bilgisayar tabanlı tasarım yöntemlerinden de söz etmek mümkündür (Resim 2).



Resim 2. Parametrik tasarım, Metropol Parasol, İspanya (URL 2)

Bilgisayar tabanlı teknolojilerle tasarımın bir yöntem olarak kullanılmasının 1960'larla birlikte gelişen sibernetik ve yapay zeka çalışmalarının hayata geçmesiyle başladığı söylenebilir. Alandaki öncü isimlerden Nicholas Negroponte'nin 1970'lerde başlayan yapay zeka temelli tasarım çalışmaları, insan ve makine olarak iki türün, tasarım ve hesaplama olarak iki farklı işlemin, mimar ve mimari makine olarak iki akıllı sistemin işbirliğini ele alır (Negroponte, 1970). Negroponte'ye göre fiziksel çevre, gelişen ve değişen, canlı bir organizmadır. İnsandan öğrenen makine ve makineden öğrenen insan işbirliği içinde karşılıklı bir eğitim, esneklik ve büyümeyle birlikte makine sınıfının desteklediği bir mimari evrim sağlanabilecektir (Negroponte, 1970). Söz edilen öncü çalışmayla birlikte canlı bir organizma gibi davranıp çevresel etkenlere tepki veren mimari yapıların tasarlanması fikri gelişmeye başlamıştır.

Bu gelişmelerin yanında tasarımın sayısal ortamda modellenebilmesi yeni mimari biçimlerin çok daha kolay ve sürekliliğinin sağlanarak üretilebilmesine olanak tanımıştır. Lazer ve stereolitografik tekniklerin kombinasyonunu içeren 'hızlı prototipleme' yöntemleri (Abel, 2004) sayesinde üç boyutlu bilgisayar destekli çizimlerden modeller üretilerek, standartlara uymayan, tipler arasında çeşitlilik bulunan değişken biçim ve boyutlardaki malzeme ve mimari detayların tam ölçüsünde ve biçiminde üretilebilmesi sağlanmıştır. Bilgisayar destekli üç boyutlu interaktif uygulama kullanılarak tasarlanan yapılar arasında Guggenheim Bilbao Müzesi ve Bakü Haydar Aliyev Kültür Merkezi sayılabilir (Resim 3).



(a) Haydar Aliyev Kültür Merkezi (b) Guggenheim Bilbao Müzesi

Resim 3. Cephe kaplama malzemesinin değişen biçim ve boyutları (a: Sezer, 2016, b: URL 3)

Bilgisayar destekli üretim, standart olmayan yapı bileşenlerinin üretimine de imkan verdiği için daha önce denenmemiş biçimlerin, sıra dışı strüktürlerin tasarımına katkı sağlayarak daha özgün ve esnek yapıların önünü açmaktadır.

b) Yapı Üretimi ve Strüktür Tasarımı

İhtiyaçların zaman içinde değişerek çeşitlenmesi farklı kullanım alanlarının ve buna paralel olarak da farklı yapı tiplerinin ve biçimlerinin oluşmasına neden olmuştur. Bu değişim doğal olarak strüktür ve yapı üretim teknolojilerinin gelişmesini sağlamıştır. Yeni üretim ve yapım teknolojileri sayesinde yeni strüktür biçimlerine ulaşılabilmiş, bunun sonucunda da yeni biçimler için zemin hazırlanmıştır (Resim 4).



(a) (b)

Resim 4. Mimaride strüktür ve biçim ilişkisinde 21. yüzyıl yapılarından örnekler, (a) Bordo Adalet Sarayı, Fransa (URL 4), (b) Quadracci Pavilyonu, Milwaukee (URL 5)

Günümüz teknolojisiyle birlikte hızlı üretim, kaynakların doğru ve yeterli biçimde kullanılması gereği, daha az enerji tüketerek ve daha az işgücü kullanarak üretmek, yapı üretim teknolojilerinde görülen gelişmelerin ana odağında yer alır. Gelinen son noktada neredeyse minimum insan gücü kullanarak teknolojik olanaklarla bina inşa etmek mümkündür. 3D inşa teknolojisi sözü edilen yeni yapı üretim yaklaşımlarından biridir. Bu yaklaşım, 3D yazıcıların üç boyutlu nesne üretme prensibini kullanarak yapının inşa edilmesini sağlamaktadır. 3D yapı üretim tekniği ile 1 m^2 duvarı 5 dakikada üretmek, yaklaşık 60 m^2 bir konutu 24 saatte inşa etmek mümkündür (Jewell, 2019). Malzeme, zaman ve işgücünden kazanım sağlayan bu yeni yapı üretim teknolojisinin mimari biçim konusunda da kendine özgü olanakları olduğu belirtilmelidir (Resim 5).




a) 3D yapı üretimi b) 3D teknolojisiyle inşa edilmiş bir yapı
Resim 5. 3D yapı üretim teknolojisi (a, b: Jewell, 2019)

c) Yapı Malzemeleri

Yapı, diğer unsurlarla birlikte biçimini kullanılan yapı malzemesiyle ve malzemenin olanaklarıyla edinir. Malzemenin kaynağının daha çok doğa olduğu, malzemenin üretilmediği ancak şekillendirilerek kullanıldığı dönemlerde taş, ahşap ve toprak ana yapı malzemesi olarak binaları biçimlendirmekteydi. Sanayi ve üretim teknolojilerinin gelişmesiyle birlikte önce demir, çelik ve beton, ileri tarihlerde ise cam, plastik esaslı ve kompozit malzemeler mimaride kullanılmaya başlanmıştır. Yapı biçiminin değişmesine en çok etki eden gelişme şüphesiz beton ve çelik teknolojisindeki değişimler olmuştur. Betonun özellikle donatıyla birlikte kullanılmasıyla yapılar daha hafiflemeye, duvarlar daha incelmeye başlarken, çelik, yapıların yükselmesini ve serbest formlarda biçimlendirilebilmesini sağlamıştır.

Teknolojideki gelişmeler malzemeleri ve malzemelerin kullanım tekniklerinin değişmesini de etkilemektedir. Örneğin oldukça kırılgan olan camın bir takım teknolojilerle dayanımının arttırılması, camın yapı içinde sadece boşlukları kontrol etmek için kullanımının ötesine geçmesini sağlamıştır. Dayanımlı camlar; aydınlatma ve iklimlendirme kontrolünün yanında yapısal sistemin bir parçası haline gelmiştir. Dayanımlı camlar sayesinde yüksek rüzgar ya da su basıncına mukavemet gösterebilen şeffaf yapı yüzeyleri tasarlanabilmektedir. Ayrıca iklim koşullarına adaptasyon yeteneğine sahip, güneş kontrolü ve enerji kazancı sağlayan 'akıllı cam' olarak tabir edilen seçici geçirgen, elektrokromik ve fotokromik cam, low-e cam teknolojilerinin geliştirilmesi camın sürdürülebilirlik kapsamında farklı alanlarda kullanımını desteklemektedir.

Mimari yapıların mevcut malzeme ve teknikler kullanılarak inşa edilmesi, yapıların bulunduğu dönemin teknolojisini yansıtmasına neden olur. Dolayısıyla teknolojideki değişimler ve gelişmeler yapı biçimine ve kullanımına doğrudan yansır. Teknoloji sayesinde çelik ve titanyum gibi metaller farklı boyut ve biçimlerde işlenerek, kaplama malzemeleri üretilebilmekte ya da yapı kimyasalları sayesinde geçirimsiz yüzeyler elde edilebilerek yeşil çatı uygulamaları kolaylıkla inşa edilebilmektedir. Bunların yanında nanoteknoloji sayesinde malzeme, havayı temizlemek gibi doğasının dışında görevler üstlenebilir (Resim 6).



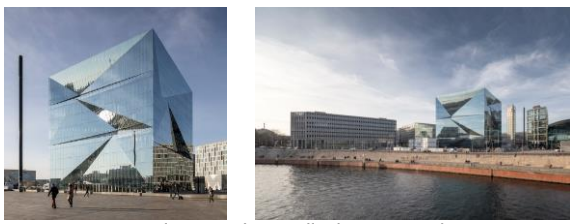


(a) Kaliforniya Bilimler Akademisi, detay (b) M. G. Gonzalez Hastanesi, Mexico City
Resim 6. Yeni nesil yapı malzemelerinin mimari biçim üretmeye katkısı (a: URL 6, b: Moreno, 2013)

d) Yapı Donanımı

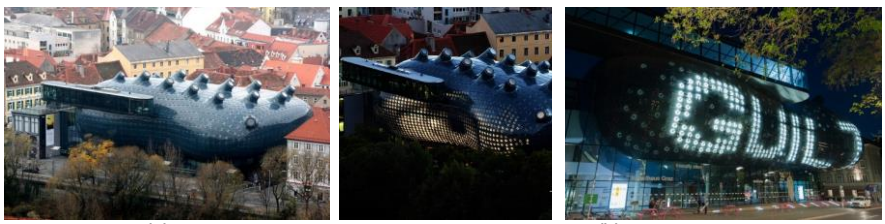
1973-74 yılları arasında küresel ölçekte görülen petrol krizi, enerjiye bağımlı alanlarda ihtiyaç duyulan "yüksek performans" kavramına yeni bir anlam kazandırdı ve konuyla ilgili yapılacak çalışmalar için aciliyet oluşturdu. İzleyen dönemde enerji krizinin etkileri pek çok alanda olduğu gibi mimarlık ve tasarım alanında da kendisini gösterdi. 21. yüzyılda artık enerji etkin tasarım, çevre duyarlı tasarım, yeşil bina, sürdürülebilirlik, ekolojik tasarım gibi kavramlar altında karbon ayak izi küçülmüş, enerji kullanımı ve karbon salınımı düşük, kendi enerjisini üretebilen ve çevresel koşullarla etkileşime girerek otonom bir şekilde koşullara uyum sağlayan enerji etkin yapılar inşa edilmektedir. Genel olarak akıllı yapılar şeklinde tanımlanan bu yapılara teknik, mekanik ve pasif sistemlerle birlikte entegre edilen otomasyon sistemleri sayesinde ısıtma, soğutma, havalandırma, aydınlatma, atık yönetimi ve can güvenliği gibi çeşitlenebilen algılayıcılarla yapı içi kontrolü sağlanmaktadır.

3XN mimarlık ofisi tarafından tasarlanan ve 2020 yılı Şubat ayında kullanıma açılan Cube Berlin binası sürdürülebilirlik, dijitalleşme ve tasarım alanındaki gelinen son noktayı yansıtan ikonik bir yapı olarak nitelenebilir. Yapı, akıllı bina teknolojileri ile donatılmakla birlikte, yapay zeka uygulaması ve nesnelerin interneti teknolojisiyle işletim bilgileri; enerji akışı, enerji temini ve tüketimi, kullanıcı davranışları gibi verileri toplayan ve işleyen bir dijital beyne sahiptir (3XN, 2020), (Resim 7).



Resim 7. Cube Berlin (3XN, 2020)

Kunsthaus Graz modern sanat müzesinin biçimini oluşturan unsurlar arasında teknolojik donanım dikkat çekici biçimde yer alır. 2003 yılında inşa edilen yapının yüzeyini kaplayan yarı saydam akrilik cam panellerle birlikte “BIX-Big Pixels” (büyük piksel) cephe oluşturulmuştur. Cephede kullanılan çift katmanlı kaplama malzemesine entegre edilmiş fotovoltaik piller sayesinde elektrik üretimi sağlanmaktadır. Dev bir ekran olarak biçimlenen yapı, bu özelliğiyle yakın çevresiyle etkileşim içinde kalır. Müze ve sergileme kavramlarına “beyaz küp”, “siyah kutu” fikrinin ötesinde bir anlam getiren ve amorf şeklinin yarattığı biçim karakteri nedeniyle oldukça sıra dışı olan yapıyı mimarları Peter Cook ve Colin Fournier *“Friendly Alien” (dost uzaylı)* olarak tanımlar (Lentini, 2007), (Resim 8).



(a) (b)

Resim 8. Kunsthaus Graz binası, interaktif BIX (big pixels) cephe, (a: Lentini, 2007, b: URL 7)

Yapı ölçeğinde kullanımların yanında enerji etkin tasarımların biçimlendirdiği kamusal alan örnekleri son yıllarda dikkat çekmektedir. Bu örnekler arasında Coop Himmelblau, enerji üretmek amacıyla İtalya'da Perugia bölgesinde bir sokağın üzerini örtecek bir çatı sistemi geliştirmiştir (Resim 9).



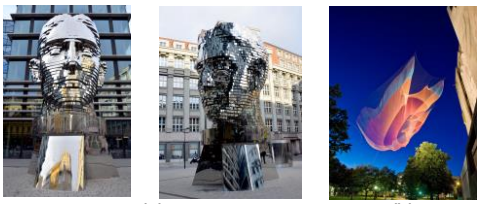
Resim 9. Enerji çatısı, (Etherington, 2010)

Coop Himmelblau'nun enerji çatısı adını verdiği sistem, enerji üreten üst katman şeffaf fotovoltaik hücrelerden, ortadaki rüzgar tribünlerini içeren yapısal katman, lamine cam ile yarı saydam pnömatik yastıkların bir kombinasyonu olarak en alt katmandan oluşur. Doğu batı yönünde uzanan enerji çatısında batı kanadı güneşin geliş açısına göre, doğu kanadı da rüzgara göre yönlenir (Etherington, 2010).

3. KİNETİK TASARIM ve MİMARİ BİÇİM İLİŞKİSİ

Hareket eylemi, canlıların dışardan gelen etkilere karşı verdiği tepki olup evrendeki tüm canlılar karşılaştıkları tehditlere karşı kendilerini korumak için hareket ederler. Dolayısıyla canlılar zamanla değişen çevresel koşullara karşı yaşamlarını devam ettirebilmek için yeni davranış biçimleri geliştirmelidir (Yaşa, 2010). Yaşam konforunun devamlılığını sağlayabilme kaygısı, değişen ihtiyaçlar ve yaşam tarzları tasarımcıları bir bakıma değişime ayak uydurmayı sağlayan kinetik tasarımlara yönlendirmektedir. Kinetik tasarımlar günlük yaşantının çeşitli alanlarında küçük veya büyük ölçeklerde bulunabilmektedir. Su gücüyle hareket eden değirmenler, rüzgar türbinleri, elektrikli ev aletleri, deprem izolatörleri, tarım aletleri, robotlar, lunaparktaki oyuncaklar vs. kinetik unsurlar barındıran nesne ve yapılara örnek olabilir. İnsan gücünün yerini makinelerin aldığı günümüzde, hız ve hareketin giderek önem kazanmasıyla kinetik tasarımların rolü ve yayılımı farklı alanlarda gelişim göstermektedir. Tasarım sürecinde bilgisayar teknolojilerinin kullanımının yaygınlaşması ve dijital üretim yöntemleri tasarımların çeşitlenmesini ve özellikle kinetik unsurların kullanımını her alanda artmasını sağlamıştır.

Yirminci yüzyılın başlarından itibaren yaşanan makineleşme ve beraberinde gelen modernist tutum, sanatçıların ve mimarların, mekanik unsurları tasarımlarına dahil etmelerini sağlamıştır. Bu çaba ile sanatçı ve tasarımcılar modern dünyaya ait olan zaman, değişim ve hareket kavramlarını yeniden yapılandırarak mekanda, eserde ve yapıda üretmiştir. Çek heykel sanatçısı David Cerny; Prag'ta bir alışveriş merkezinin girişine yerleştirilen yazar Franz Kafka'nın büstüyle, yaşadığı olumsuzluklara hiçbir zaman boyun eğmeyen Kafka'nın ruhundaki kırılmaları kinetik heykelle aktarmaktadır. 2014 yılında inşa edilen kinetik heykel birbirinden bağımsız hareket edebilen 42 paslanmaz çelik katmandan oluşmaktadır (Resim 10.a). Janet Echelman ise kamusal alanlarda yaptığı; çelik, renkli fiber kablolar, bilgisayar programlı aydınlatma, mekanik hava akış sistemleriyle donatılan ve rüzgarda uçuşan, rüzgarın hareketi ve ışığın yansıması ile biçim değiştiren heykel çalışmalarıyla tanınmaktadır (Resim 10.b).



(a) (b)

Resim 10. Kinetik heykel örnekleri (a: URL 8, b: URL 9)

Mimarlıkta biçimin hangi unsurlardan etkilendiği ve nasıl oluştuğu sorusu mimarlığın temel sorunlarından biridir. Kullanıcı ihtiyaçları, tasarımcının özellikleri, teknik, sosyo-kültürel ve fiziksel koşullar mimari biçimlenişin kaynaklarıdır (Ataç, 2006). Özellikle teknolojik imkanlar ve tasarımcının hedefleri biçim oluşmasında önemli faktördür. Mimarlıkta biçim sadece işlevsel özellikleri değil aynı zamanda binanın estetik özelliklerini de ifade etmektedir. Mimarlar; estetik, işlevsel ve ekolojik gibi farklı amaçlarla kinetik elemanlar kullanarak da mekanların işlev ve biçim algısında değişikliklere sebep olmaktadır. Bu bölümde; geliştirilen malzeme, yapım teknikleri ve bilgisayar teknolojinin katkısıyla ortaya çıkan kinetik tasarımın mimari biçimin değişimine etkisi incelenecektir.

Evrendeki hayvanlardan bitkilerin yaşantısına kadar her şey bir dönüşüm içindedir. İnsanların değişen beğenileri, ihtiyaçları, yaşam tarzları yaşadıkları mekanların da dönüşümünü zorunlu kılmaktadır. Canlılar gibi yapılar da çevresel koşullara ne derece uyum sağlıyorsa o denli varlıklarını sürdürebilmektedir. Artan nüfus sayısı ile doğal kaynakların tüketiminin hızlanması, mimarları yenilebilir enerji kaynaklarının kullanımını sağlayan alternatif çözüm arayışlarına yöneltmiştir. Sürdürülebilir tasarım anlayışı ve yapının zamanla farklılaşan ihtiyaçlarını karşılayabilmesini öngören esnek tasarım yaklaşımı, kinetik mimari kavramını karşımıza çıkartmıştır. Zuk ve Clark'ın (1970) tanımına göre kinetik mimarlık; kendisine etki eden değişimlere adapte olabilen ve bu etkileri değerlendirip cevap üretebilen elemanların teknolojisi olarak tanımlanmaktadır. Bu bağlamda kinetik mimarinin amacı; hareket ve adaptasyon ile daha esnek, dönüştürülebilir, enerji etkin tasarımlar yaparak yapının verimliliğini artırmak ve sürekliliğini sağlamaktır.

Mimarlık tarihi incelendiğinde mimarideki hareketin yeni bir düşünce olmayıp çok eski tarihlerden itibaren dönemin verdiği imkanlar doğrultusunda gerçekleştiği görülmektedir. Eski zaman toplulukları arazi koşulları, iklim, barınma gibi ihtiyaçlardan dolayı sürekli yer değişikliği yapmışlardır. Bu toplumlarda yapıyı hareketsiz hale getiren yapım teknikleri ve temel sistemi bulunmamaktadır. O dönem şartlarına en uygun barınma yapısının, mobiliteyi engellemeyecek şekilde sökülüp takılabilen malzemelerle oluşturulan ''çadır'' olduğu görülmektedir. İnsanlara yer değiştirme özgürlüğü tanıyan bu çadırlar kinetik mimarini ilk örneklerinden sayılmaktadır. Kapadokya bölgesinde bulunan tarihi MÖ 3 bin yılına kadar dayanan Kaymaklı Yeraltı Şehri'nde saldırı ve işgalleri önlemek amacıyla değirmen taşı benzeri dev sürgülü kapılar kullanılmıştır. Yöre insanlarının kendilerini güvende hissetmediklerinde sürgü kapının ortasındaki delikten iterek kapıyı kapattıkları düşünülmektedir. Antik döneme bakıldığında insan ve hayvan gücünün yanında mekanik araçların geliştirilip kullanıldığı görülmektedir. İskenderiyeli Heron'un, suyun hareketi ve buharın gücünden yararlanarak geliştirdiği mekanizmayla kapı, isteğe bağlı olarak açılıp kapatılabilmektedir (Xagoraris,1991).

3.1. Mimaride Yapı Elemanı Ölçeğinde Kinetik Yapı Elemanlarının Biçim Oluşumuna Etkisi

Bilgi çağı olarak adlandırılan bugünkü süreçte bina tasarımına etki eden malzeme, nanoteknoloji, mekatronik ve elektronik bilim dallarının ilerlemesi kinetik mekanizmaların çeşitliliğini ve uygulanabilirliğini artırarak mimarinin biçimlenmesini çeşitli amaç ve yöntemler doğrultusunda etkilemektedir. Önceki bölümde teknolojinin, yapı üretim sürecinde dört farklı şekilde mimari biçimi etkilediği öne sürülmüştü. Bu bağlamda, teknolojik altyapıyla oluşan kinetik unsurların mimari biçimle olan ilişkisi yapı üretimi ve strüktür tasarımıyla ilişkili olarak yapı elemanı ölçeğinde ele alınmaya çalışılmıştır. Bu kapsamda, yapı elemanları ölçeğinde kinetik elemanların incelenmesi, kinetik elemanların hareketi ve bu sayede mimari biçimi oluşturma potansiyelleri örnekler yardımıyla değerlendirilmesi hedeflenmiştir.

3.1.1. Cephenin Kinetik Elemanlarla Biçimlenmesi

Yapıda cepheler mimari biçim elemanları arasında algılanabilen unsurlar olarak öne çıkmaktadır. Mimari biçim elemanı olarak cepheler yapıyı, tanımlama, sınırlama, yakın çevredeki diğer yapılardan ayırma gibi görevlerinin yanında dışarısı ve içerisi arasında hem fiziksel hem de iklimsel kontrol aracı olarak bir eşik görevi görür. Bu görevler cephenin bir yandan estetik bir unsur olmasını sağlarken diğer taraftan da işlevsel olarak biçimlenmesine neden olur.

Teknolojinin katkısı ile gelişmiş malzeme ve sensörler kullanılarak rüzgar, güneş, yağmur gibi çevresel koşullara cevap verebilen kinetik yapılar aynı zamanda kullanıcılar üzerinde farklı görsel etkiler de yaratmaktadır. Yanı sıra cephede yer alan kinetik elemanlar iklimsel kontrol için de kullanılabilmektedir. Almanya'nın Essen şehrinde bulunan Thyssenkrupp Headquarter binası kinetik cephe elemanlarıyla biçimlendirilmiştir (Resim 11). Cephenin çelikten yapılmış yaklaşık 1280 adet gölgeleme elemanı birbirinden bağımsız olarak motorlar yardımıyla dönebilmektedir. Her biri ayrı ayrı kontrol edilebilen cephe elemanları için üç farklı biçim konfigürasyonu oluşturmak mümkündür: kapalı (cepheye paralel), güneşin pozisyonunu takip hali (değişken açılar) ve açık (cepheye dik), (Barozzi ve ark, 2016).



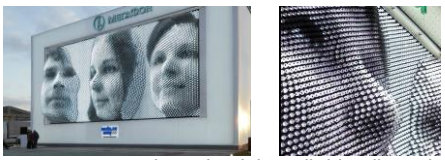
Resim 11. Thyssenkrupp Headquarter (URL 6)

Cephede kinetik elemanların kullanımı estetik ve enerji kontrolü, sürdürülebilirliğe ilişkin önceliklerle olabileceği gibi kullanıcının özel istek ve ihtiyaçlarını karşılamak amacıyla da olabilir. Mermer bloklarla kaplanmış, konutun farklı bölümlerinde 4.5 m yükseklik, 2.7 m genişlik ve 0.5 m kalınlığı olan masif panellerin hareket ettirilebilmesi için teknolojik olanaklar kullanılmıştır. Yapıda kinetik mermer paneller kayarak ya da kendi ekseni etrafında dönerek hareket edebilmektedir (URL 6), (Resim 12).



Resim 12. Hindistan'da kinetik cephesiyle bir konut (URL 6)

Bir diğer örnek de kinetik elemanlar sayesinde cephenin interaktif bir eleman olarak biçimlenmesidir. Soçi Kış Olimpiyat oyunlarında bir telekom firmasının pavilyonu olarak tasarlanan yapı, teknolojinin yaşantıyı nasıl etkilediğini ve mimarlıkla olan ilişkisini anlamak için etkili bir örnektir. Yapı cephesinde dakikada bir değişen ve her defasında üç adet 8 metre yüksekliğinde dev portre üç boyutlu olarak temsil edilmektedir. 11000 adet bilgisayar yazılımıyla kontrol edilen led uçlu aparatlar, piksel gibi çalışarak portreleri oluşturmaktadır. Led uçlu aparatlar yapı yüzünden 2,4 metre kadar ileriye uzanabilmektedir. Böylece yüzlerdeki detaylar olabildiğince ifade edilir. Her bir yüz neredeyse orijinalinden %3500 büyütülerek cepheye aktarılır (URL 10), (Resim 13).



Resim 13. MegaFaces, üç boyutlu elektronik-kinetik cephe (URL 10)

3.1.2. Çatının Kinetik Elemanlarla Biçimlenmesi

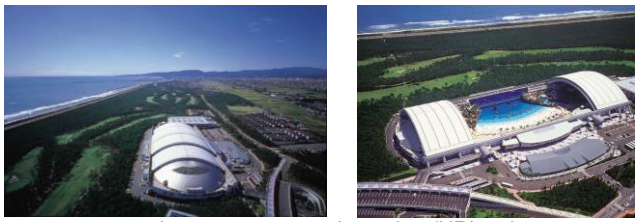
Çatılar bilindiği gibi yapının biçimini oluşturan aynı zamanda yapıyı sonlandıran, bitimini işaret eden elemandır. Semper (2015) mimarinin biçimini tanımlayan dört elemanı sıralarken çatıyı da sayar. Kinetik tasarım sayesinde çatılar hareketlenerek biçimi tanımlayan statik eleman olmaktan sıyrılmıştır. Bu dinamik durum çatıların işlevsel alanının da genişlemesini sağlamıştır. Farklı şekillerde hareket edebilen çatılar, mekanların kullanımını zenginleştirirken, mekanın sadece açık ya da sadece kapalı mekan olması gereğini de ortadan kaldırmıştır. Bu gelişme kullanımda çeşitliliği sağlarken bazı kullanımların da yapı içine taşınabilmesine olanak sağlamıştır.

Bir eğitim kampüsü içinde yer alan Bengt Sjostrom Starlight Theatre mevcutta gösteri merkezi olarak kullanılmaktayken etkinliklerin açık havada yapılabilmesini sağlamak amacıyla yenilenmesiyle hareketli çatıya sahip olmuştur. Yapının origami benzeri elemanlardan oluşan kinetik çatısı uygun hava koşullarında düşeyde yukarı yönlü hareket ederek adeta bir çiçeğin taç yaprakları gibi açılmaktadır (Resim 14).



Resim 14. Bengt Sjostrom Starlight Theatre (URL 11)

Dikkat çekici örneklerine daha çok kamusal kullanımlarda rastlanan kinetik çatı uygulamalarının bir diğeri iklimsel konfor koşullarını kontrol etmek amacıyla inşa edilen, kayarak hareket edebilen dev boyutlarda çatıya sahip Ocean Dome yapısıdır. Japonya'da 1993 yılında kullanıma açılan yapı sayesinde tüm yıl boyunca en uygun hava şartlarının sağlandığı suni plajı kullanmak mümkündür. Yapının 300 metre uzunlukta ve 110 metre genişlikte olan tonoz şeklindeki çatısı yerden 38 metre yüksekliktedir. Çatının yaklaşık 200 metrelik kısmını kaplayan dört çatı elemanı sağa ve sola kayarak açılabilmektedir. Yapı 2007 yılına kadar kullanımda kalmış, 2017 yılında yıkılmıştır (URL 12), (Resim 15).



Resim 15. Kayar çatı elemanları (URL 12)

The Shed 2019 yılında kullanıma açılan kültür, sanat ve etkinlik merkezidir. Yapının pek çok alanında kinetik tasarım unsurlarını görmek mümkündür. Ancak en dikkat çekici yanı trenin raylardaki hareketine benzer biçimde dev tekerlekleri ile çatı formunun kayarak hareket etmesi ve dış mekanda yeni bir etkinlik alanı oluşturmasıdır. Bu olanak yapının sınırlarının genişlemesini, daralıp büyümesini, farklı kullanımların ve etkinliklerin gerçekleşmesini sağlar. Yapının yer aldığı bölge büyük bir tren istasyonu ve yolcu aktarım noktasından dönüşüme uğramış ticaret, kültür ve konaklama alanıdır. The Shed binası bağlamını reddetmeyerek biçimlenişinde yere ait izleri kinetik tasarım aracılığıyla korumaktadır (URL 13), (Resim 16).



Resim 16. Hareketli çatı formu, The Shed (URL 13)

3.1.3. Döşemenin Kinetik Elemanlarla Biçimlenmesi

Mimari biçimi etkileyebilecek ölçekte kinetik döşemelerin kullanıldığı tasarım örnekleri oldukça kısıtlıdır. Bu durumun döşemenin hareket ettirilebilmesi sorunundan çok, bu hareketle ortaya çıkabilecek erişim, ulaşım, kullanım gibi tasarıma ilişkin problemlerin çözümüyle ilgili olduğu düşünülmektedir. Ulaşılan örnekler arasında kinetik tasarımın özellikle mimari biçimi etkilediği görülen örneklerden biri henüz geliştirme aşamasında olan Villa Hush Hush'dır. Çelik strüktürle inşa edilmesi önerilen yapı, butik konaklama işlevine sahiptir. Yapının kare formlu kanadı kütlesel olarak yükselerek hareket etmekte böylece konaklayanların alandaki manzarayı farklı yönlerden izleyebilmeleri sağlanmaktadır (URL 14), (Resim 17).



Resim 17. Kütle formunu biçimlendiren hareketli döşeme, Villa Hush Hush (URL 14)

Tahran'da 2014 yılında inşa edilen konut yapısı ise sıcak iklim şartlarının etkisiyle tasarımcıları koşulları değişebilen mekan kullanımına yönlendirmiştir. Yazın güneşten sakınılmış, kışın da güneşe yönelmiş bir mekan elde edebilmek için hareketli döşemelerle desteklenmiş hacimler kurgulanmıştır. Yapıda, daha çok sergi ve fuar alanlarında platformları hareket ettirmek için kullanılan mekanik sistemle hacimler hareketlendirilmiştir (Resim 18).

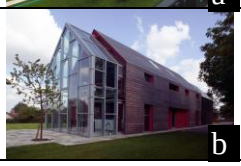
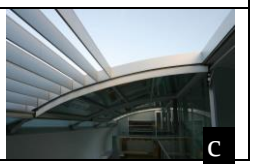


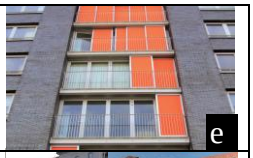
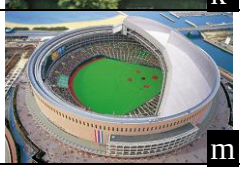
Resim 18. Sharifi-ha Evi (URL 15)

3.2. Kinetik Elemanların Mimari Biçimi Oluşturma Şekilleri

Mimaride kinetik elemanların biçimi oluşturma şekilleri dört temel hareketle tanımlanabilir. Bu hareketler kayarak, katlanarak, açılıp kapanarak ve dönerek olmak üzere gruplanabilir. (Tablo 1). Yanı sıra hareketin elemanla ilişkisi de biçim oluşturma şeklini etkilemektedir. Bu bakımdan hareketin eleman ya da bileşen ölçeğinde olmasının biçimi etkilediği söylenebilir.

Tablo 1. Kinetik Sistemlerin Analizi (a: URL16, b, j, k, n: URL 17, c: URL 18, d, i, o,: URL 19, e, t: URL 20, f: URL 14, g: URL 21, ğ: URL11, h: URL 22, l: URL 15, m: URL 23, p:URL24, r: URL25, s: URL26)

Hareket Şekli	**Hareket Alanı**	**Eleman Ölçeğinde**	**Bileşen Ölçeğinde**
Kayar Sistemler	Döşeme	 a	
	Çatı	 b	 c

	Cephe	 d	 e
Açılır Kapanır Sistemler	Döşeme	 f	 g
	Çatı	 g	 h
	Cephe	 i	 j
Döner Sistemler	Döşeme	 k	 l
	Çatı	 m	 n
	Cephe		 o
Katlanır Sistemler	Döşeme	 p	
	Çatı		 r

	Cephe	 s	 t

4. SONUÇ ve DEĞERLENDİRME

Teknolojik gelişmeler mimaride biçim, strüktür, malzeme, enerji verimliliği gibi birçok alanda etkisini göstermektedir. Gelişmiş teknolojiler ve bilgisayar teknolojileri artık standardize edilemeyen, serbest formlu ve çok yüksek katlı yapıların tasarımını ve inşasını kolaylaştırmaktadır. Gelişen teknolojiler tasarımcıya biçimde ve kullanımda çeşitli olanaklar tanıyan yenilikçi çözümlere ulaşma imkânı tanırken, aynı zamanda kullanıcı konforunu artırmayı da hedeflemektedir.

Bu çalışma mimari biçimi elde etmede teknolojik bir araç olarak kinetik tasarımın etkisini ve olanaklarını tartışmayı hedeflemiştir. Ulaşılan bulgular kinetik elemanların açıkça mimari biçime görsel çeşitlilik ve zenginlik kattığını göstermektedir. Biçimin zenginleşmesinin yanında kinetik uygulamaların mimari mekânın kullanım değerini de olumlu etkilediği, değişen ve farklılaşan kullanımlara mekanın uyum sağlamasını desteklediği düşünülmektedir. Bu durum yapının değişime uyum sağlayarak sürdürülebilir olma değerini de olumlu yönde etkilemektedir. Öte yandan biçimle olan ilişkisinde kinetik elemanların yapının bağlamıyla ilişki kurmasını desteklediği düşünülmektedir. İçinde bulunduğu coğrafyada ya da koşulda iklimle uyumlu olabilmek, bulunduğu yer ile anlamsal ilişki kurabilmek ya da biçim ve işleviyle yeri tariflemek için kinetik elemanların verimli ve kullanışlı bir araç olduğu söylenebilir.

Bu değerlendirmelere ek olarak çalışma kapsamında incelenen kinetik tasarım örneği olan yapılar, işlevlerinden bağımsız olarak değerlendirildiğinde, kinetik tasarım uygulamalarının daha çok cephe biçimlenmesinde yaygın olarak kullanıldığı görülmüştür. Bu durumun özellikle kinetik elemanların kullanım olanaklarıyla ilgili olduğu düşünülmektedir. Ekolojik tutum, yeşil bina tasarımı, enerji korunumlu yapı tasarımı yaklaşımlarının yaygın ve önemli bulunduğu günümüzde kinetik tasarımın bu yönlü tasarımlara olanak sağladığı, bu nedenle de örneklerin daha çok cephe biçimlenişinde etkili olduğu söylenebilir. Cephelerde yaygın olarak kullanımının bir diğer nedeninin ise görsel ve estetik biçimlenme bakımından kinetik tasarımın sonsuz alternatifler üretmesi hatta yapı inşa edilip tamamlansa bile anlık fiziksel koşullara göre yapının biçim değiştirebilir olmasıdır. Bu durum hem tasarımcı hem de kullanıcı bakımından oldukça cazip bir olanaktır.

Ancak hatırlatmakta fayda var ki mimaride kinetik tasarım teknoloji temelli bir yaklaşımdır. Teknolojinin sunduğu kolaylıklar ve fırsatlar mimarinin her alanda değişmesine neden olurken, en dikkat çekici şekilde ise yapının biçimlenmesine etki etmektedir. Teknolojinin bu anlamda mimarın yaratıcı tutumunu besleyen ve destekleyen tavrı, mimari ve teknoloji ilişkisini gittikçe birbiri içine geçen, sınırları muğlaklaşan ve nüfuz ettiği alanlardan ayrışması mümkün olmayan hale getirmektedir. Dolayısıyla teknolojide görülen ilerlemenin ve disiplinler arası etkileşimin mimaride kinetik tasarımların çok daha yaygın hale getireceği de vurgulanmalıdır.

KAYNAKLAR

Abel, C., 2004, *Architecture, Technology and Process*. Architectural Press: Oxford.

Ataç, B., 2006, Mimari Biçimlenişte Yorum. (Yayımlanmamış yüksek lisans tezi). Trakya Üniversitesi/Fen Bilimleri Enstitüsü, Edirne.

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

Batur, K., 2001, Mimarlık – Teknoloji Etkileşimi. Yüksek lisans tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.

Demirel, Ö., 1993, *Eğitim Terimleri Sözlüğü*. Usem Yayınları: Ankara

Eckersley, S., 2012, Opening the Doors to Hold the Fort. *Museum History Journal*, 5(1), 77–104.

Etherington, R., 2010, "Energy Roof Perugia by Coop Himmelb(l)au". https://www.dezeen.com/ 2010/01/21/energy-roof-perugia-by-coop-himmelblau/ (Son Erişim: 26.09.2020)

Frampton, K., 1995, *Studies in Tectonic Culture: The Poetics of Construction in Nineteenth and Twentieth Century Architecture*. MIT Press: Cambridge.

Hasol, D., 2004, "Mimarlık ve Teknoloji". Cumhuriyet Gazetesi Mimarlık Eki.

Hays, K.M., 1998, *Architecture Theory since 1968.* MIT Press: Cambridge.

İşman, A., 2001, "Teknolojinin Felsefi Temelleri". *Sakarya Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*,1,1-19.

Jewell, N., 2019, "World's largest 3D-printed building opens in Dubai". https://inhabitat.com/worlds-largest-3d-printed-building-opens-in-dubai-after-2-weeks-of-construction/ (Son Erişim: 10.11.2020).

Lentini, D., 2007, "Lights… Kamera… Action!" Introducing Graz's Friendly Alien. Electronic Melbourne Art Journal EMAJ, 2, 1-16. https://emajartjournal.files.wordpress.com/2012/08/damian.pdf (Son Erişim: 25.11.2020)

McLeod, M., 1998, "Architecture and Politics in the Reagan Era: From Postmodernism to Deconstructivism", (K.M. Hays edt.). İçinde, *Architecture Theory since 1968*, s.680-702, MIT: Cambridge.

Moreno, S., 2013, "Fighting a Megacity's Pollution with Mega Panels". *Architect Magazine*, https://www.architectmagazine.com/technology/detail/fighting-a-megacitys-pollution-with-mega-panels_o (Son Erişim: 30.11.2020)

Negroponte, N., 1970, *The Architecture Machine.* MIT Press: Cambridge

Semper, G., 2015, *Mimarlığın Dört Öğesi ve İki Konferans*, Çev. Alp Tümertekin ve Nihat Ülner, Janus Yayınları: İstanbul

Sezer, E., 2016, "Haydar Aliyev". *İç Mimarlık Dergisi*, https://www.icmimarlikdergisi.com/2016/11/10/haydar-aliyev-kultur-merkezi/ (Son Erişim:19.09.2020)

Xagoraris, Z., 1991, "The Automaton Theatre". (Unpublished master thesis), MIT, Cambridge.

Yaşa, A., 2010, "Mimari Kinetik Sistemler ve Performansa Dayalı Tasarım Önerileri". (Yayımlanmamış yüksek lisans tezi), Yıldız Teknik Üniversitesi/Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.

Zuk, W., ve Clark, R. H., 1970, *Kinetic Architecture*. Van Nostrand Reinhold Company, New York.

3XN, 2020, “Europe's Smartest Multi-tenant Office - In a Sculpture”. https://3xn.com/project/cube-berlin (Son Erişim: 25.11.2020)

URL 1: https://www.arkitektuel.com/eyfel-kulesi/ (Son Erişim: 16.09.2020)

URL 2: https://miesarch.com/work/2777 (Son Erişim: 18.09.2020)

URL 3: https://www.arkitektuel.com/guggenheim-bilbao-muzesi/ (Son Erişim: 18.09.2020)

URL 4: https://www.theguardian.com/artanddesign/gallery/2013/jul/15/richard-rogers-royal-academy-in-pictures (Son Erişim: 20.09.2020)

URL 5: https://mam.org/info/details/quadracci.php (Son Erişim: 20.09.2020)

URL 6: https://www.archdaily.com/ (Son Erişim: 02.10.2020)

URL 7: https://www.design-museum.de/en/ueber-design/interviews/detailseiten/realitiesunited.html (Son Erişim: 02.10.2020)

URL 8: https://tr.wikipedia.org/ (Son Erişim: 16.09.2020)

URL 9: https://www.echelman.com/ (Son Erişim: 02.10.2020)

URL 10: http://www.asif-khan.com/project/sochi-winter-olympics-2014/ (Son Erişim: 02.10.2020)

URL 11: https://studiogang.com/project/bengt-sjostrom-starlight-theatre (Son Erişim: 10.10.2020)

URL 12: https://www.mhi-ms.com/products/hyperintegralspace/movable_roof/case.html (Son Erişim: 10.10.2020)

URL 13: https://news.artnet.com/opinion/the-shed-review-1508725 (Son Erişim: 10.10.2020)

URL 14: https://marksbarfield.com/projects/villa-hush-hush/ (Son Erişim: 04.11.2020)

URL 15: http://nextoffice.ir/#!/project/sharifi-ha-house/ (Son Erişim: 04.11.2020)

URL 16: https://www.newcivilengineer.com/latest/behind-the-scenes-look-at-tottenhams-retractable-pitch-04-04-2019/ (Son Erişim: 14.11.2020)

URL 17: https://www.dezeen.com (Son Erişim: 14.11.2020)

URL 18: http://www.meia.co.uk/retractable-underslung-roof/ (Son Erişim: 14.11.2020)

URL 19: https://olsonkundig.com (Son Erişim: 14.11.2020)

URL 20: https://www.architonic.com (Son Erişim: 20.11.2020)

URL 21: http://smallthoughts.com/photos/Europe/CH/StGallen/px2_img12.html (Son Erişim: 20.11.2020)

URL 22: https://lopressroom.com/sefar/retractable-sefar-architecture-tenara-fabric-sustains-fortress-arena-kufstein#.X9pff1UzbDc (Son Erişim: 20.11.2020)

URL 23: https://www.maeda.co.jp/english/images/history_img07.jpg (Son Erişim: 06.12.2020)

URL 24: https://agor-eng.com/ (Son Erişim: 06.12.2020)

URL 25: https://www.bifold.com (Son Erişim: 06.12.2020)

URL 26: https://www.architectureanddesign.com.au/ (Son Erişim: 06.12.2020)

View publication stats